



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102509836 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 20

(21) 申请号 201110300602. 5

(22) 申请日 2011. 09. 29

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 褚庆昕 龚志 康智勇

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 李卫东 梁莹

(51) Int. Cl.

H01P 5/12 (2006. 01)

H01P 5/19 (2006. 01)

H03F 3/20 (2006. 01)

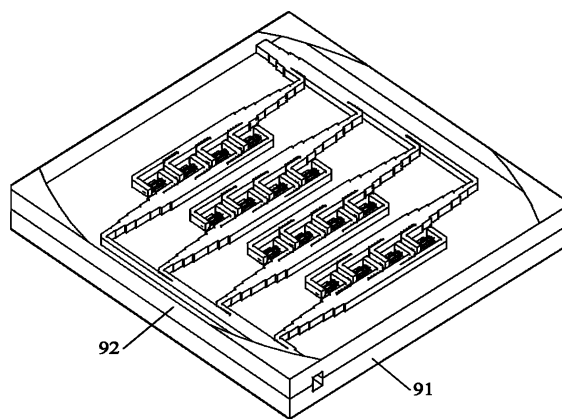
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

电阻隔膜波导行波功率合成放大器

(57) 摘要

本发明为一种电阻隔膜波导行波功率合成放大器, 包括至少两个电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器和放大模块。功率分配 / 合成器由一级或多级矩形波导 E-T 分支功分器结构相级联。功率分配 / 合成器和放大模块连接如下: 每个分配 / 合成器的第一级矩形波导 E-T 分支功分器与输入波导相连接, 作为合成放大器的输入; 每个分配 / 合成器的每一级的输出端口先各自与放大模块连接, 然后每个分配 / 合成器的各级输出端口相连接作为每个功率分配 / 合成器的输出, 再将至少功率分配 / 合成器的输出相连接作为电阻隔膜波导行波功率合成放大器的输出。该合成器放大器多路、宽带、低损耗、高隔离。



1. 一种电阻隔膜波导行波功率合成放大器,其特征在于:由至少两个电阻隔膜波导行波功率分配/合成器和放大模块构成;

所述每个电阻隔膜波导行波功率分配/合成器包括至少一级矩形波导 E-T 分支功分器,所述每一级矩形波导 E-T 分支功分器由输入波导、第一输出波导和第二输出波导相接构成,其中输入波导与第一输出波导位于同一直线方向上,第二输出波导位于输入波导的垂直方向上;所述至少一级矩形波导 E-T 分支功分器按如下方式相级联:每一级矩形波导 E-T 分支功分器的第一输出波导连接下一级的输入波导,每一级矩形波导 E-T 分支功分器的第二输出波导作为该级的输出端口;所述每一级矩形波导 E-T 分支功分器的第一输出波导与其连接的下一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导尺寸相同;在每一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导与第二输出波导的分支位置上设置薄膜电阻片,所述薄膜电阻片沿着下一级输入波导的导体壁延长方向上设置;

所述至少两个电阻隔膜波导行波功率分配/合成器和放大模块按如下方式连接:所述每个电阻隔膜波导行波功率分配/合成器的第一级矩形波导 E-T 分支功分器与输入波导相连接,作为电阻隔膜波导行波功率合成放大器的输入;所述每个电阻隔膜波导行波功率分配/合成器的每一级的输出端口先各自与放大模块连接,然后每个电阻隔膜波导行波功率分配/合成器的各级输出端口相连接作为每个电阻隔膜波导行波功率分配/合成器的输出,再将至少两个电阻隔膜波导行波功率分配/合成器的输出相连接作为电阻隔膜波导行波功率合成放大器的输出。

2. 根据权利要求 1 所述的电阻隔膜波导行波功率合成放大器,其特征在于:所述薄膜电阻片是由两块介质基片构成,其中一块介质基片一侧面镀有薄膜电阻,镀有薄膜电阻的一侧面与另一块介质基片相粘接;所述薄膜电阻片的理论长度为所述电阻隔膜波导行波功率分配/合成器工作的中心频率的四分之一导波波长;所述薄膜电阻片的阻值按下列公式确定:

$$R_{s,j} = \frac{a}{L} \frac{Z_{o,j} Z_{j+1}}{Z_{o,j} + Z_{j+1}},$$

其中, $R_{s,j}$ 为在第 j 级 E-T 分支功分器的输入波导与第二输出波导的分支位置上设置的薄膜电阻片的阻值、 a 为任一级波导宽边尺寸、 L 为薄膜电阻片长度、 $Z_{o,j}$ 为第 j 级 E-T 分支功分器输出端口的特性阻抗、 Z_{j+1} 代表第 $j+1$ 级 E-T 分支功分器输入波导的特性阻抗;当 $j = N-1$ 时,取 $Z_{j+1} = Z_{o,N}$, $Z_{o,N}$ 代表最末输出端口的特性阻抗。

3. 根据权利要求 2 所述的电阻隔膜波导行波功率合成放大器,其特征在于:所述在每一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导与第二输出波导的分支位置上设置薄膜电阻片,所述薄膜电阻片沿着下一级输入波导的导体壁延长方向上设置是指,在波导壁上开槽,将薄膜电阻片插入槽中,使所述薄膜电阻的两块介质基片的交界面放置于下一级输入波导的侧壁延长方向上。

4. 根据权利要求 3 所述的电阻隔膜波导行波功率合成放大器,其特征在于:所述每一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入端波导窄边的尺寸等于该级两个输出波导窄边尺寸之和。

5. 根据权利要求 4 所述的电阻隔膜波导行波功率合成放大器,其特征在于:所述在每一级的矩形波导 E-T 分支功分器的垂直拐弯位置还设置用于消除所述垂直拐弯位置电磁

场的不连续性的匹配切角,同时在最末输出端口的拐弯位置设置匹配切角。

6. 根据权利要求 5 所述的电阻隔膜波导行波功率合成放大器,其特征在于:所述每一级矩形波导 E-T 分支功分器的输出端口的窄边尺寸,与第一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导的窄边尺寸之比为该级输出端口所需功率分配比。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的电阻隔膜波导行波功率合成放大器,其特征在于:所述第一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导的尺寸大于相匹配的标准波导,所述第一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导通过至少一级四分之一波长的阻抗变化器串联后实现与标准波导匹配;所述第一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导的尺寸扩大以保证第二级输入波导在工作频段内采用单模工作形式为原则进行。

8. 根据权利要求 1 所述的电阻隔膜波导行波功率合成放大器,其特征在于:所述放大模块是指双探针空间功率合成放大模块。

电阻隔膜波导行波功率合成放大器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于微波和毫米波系统的功率合成放大器,尤其涉及一种具有电阻隔膜结构的波导行波功率合成放大器。

背景技术

[0002] 无线通信高速发展,高速、宽带的要求越来越强烈,而频谱资源却非常稀缺,现代无线通信系统正在向着高频率发展,毫米波、亚毫米波通信技术正在由研究步入实际应用。随着工作频率的升高,半导体固态器件的尺寸减小,功率容量下降,单个器件的输出功率难以满足系统需求。因此人们提出了将多个固态器件的功率合成的方式来实现大功率固态功率器件。功率合成放大器包括功率放大模块和功率分配/合成器。因此一个性能优良的功率分配/合成器对功率合成放大器至关重要。

[0003] 一种新型的合成技术,即准光/空间功率合成技术,在最近几年受到研究人员的强烈关注。该技术借用了光学的概念,通过在空间中同相位相干合成的方式达到功率合成的目的。最为典型的空间功率合成结构是波导内空间功率合成结构,据相关报道,该结构在X波段实现了24路合成。不过,当工作频率达到毫米波频段时,波导内空间功率结构显得并不是很适合,因为波导腔体在该频段时变得很小,难以容纳多个放大电路,并且波导到微带的转换结构造成的损耗也增大不少,如采用鳍线结构将达到1dB以上,另一方面,拥挤的波导内部空间也给散热带带来困难。因此单纯的采用空间功率合成技术实现毫米波波段的大数目、高效率合成成为一个难题。

[0004] 一种解决办法就是将空间功率合成技术与传统的功率合成技术相结合实现功率合成放大器。传统的功率分配/合成网络一般是将2路功率合成器进行级联,形成二进制树形合成结构或链式合成结构,实现多数目的合成,这种2路功率合成器如Wilkinson功分器、分支线耦合器、魔T等。不过现有的二进制或链式结构,随着级联级数的增加,损耗增加,合成效率下降,且整体尺寸显著增大。

[0005] 对于功率分配/合成器,其输出端口的隔离性也是一个重要的指标。应用端口隔离的功率分配/合成器,合成放大器的放大器单元相互独立,输入放大器单元的信号将完全由功率分配器的功率分配特性决定,也可以有效避免自激等问题。另一方面,高隔离合成器也会使得合成放大器的失效特性良好,即当存在放大器单元损毁时,其余放大器仍可以正常工作,输出功率只会按一个可预测的比例掉落。

[0006] 近几年,相继报道了一些波导的行波功率分配/合成结构,该结构有利于实现微波高端、毫米波波段的大功率输出的功率合成放大器。不过现有的波导行波功率分配/合成结构的实现方式一般是在宽边处插入探针耦合输出,输出端口隔离度都比较差,这种结构并不能实现宽带合成,合成放大器的失效性能也并不是最为理想。

[0007] 2008年,Larry W. Epp等人在MTT-S会议上发表了题为“A High-Power Ka-Band(31-36GHz)Solid-State Amplifier Based on Low-Loss Corporate Waveguide Combining”的文章,报道了波导结构的高隔离E-T功分器,采用薄膜电阻片实现隔离。他

们利用 5 级 2 路电阻隔膜型功率分配 / 合成器形成了 32 路功率合成放大器。该结构工作于 31-36GHz, 且该结构的体积非常庞大, 不适用于微波和毫米波系统, 因为和现有的波导结构的高隔离功分器一样, 其功率分配路数只有两路, 这种结构要实现大数目合成就需要庞大的二进制网络, 因此有必要研究出一分多路、宽带、低损耗、结构紧凑、高隔离的功率分配 / 合成器结构来实现高功率输出的功率合成放大器。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服现有技术中的缺点与不足, 提供了一种电阻隔膜波导行波功率合成放大器, 该结构通过一分多路、宽带、低损耗、结构紧凑、高隔离的功率分配 / 合成器来实现。利用该功率分配 / 合成器, 可以形成多进制树形功率分配 / 合成结构, 从而实现大数目、宽带、高效率、高频率的功率合成放大器。

[0009] 为了达到上述目的, 本发明是通过下述技术方案予以实现: 一种电阻隔膜波导行波功率合成放大器, 其特征在于: 由至少两个电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器和放大模块构成;

[0010] 所述每个电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器包括至少一级矩形波导 E-T 分支功分器, 所述每一级矩形波导 E-T 分支功分器由输入波导、第一输出波导和第二输出波导相接构成, 其中输入波导与第一输出波导位于同一直线方向上, 第二输出波导位于输入波导的垂直方向上; 所述至少一级矩形波导 E-T 分支功分器按如下方式相级联: 每一级矩形波导 E-T 分支功分器的第一输出波导连接下一级的输入波导, 每一级矩形波导 E-T 分支功分器的第二输出波导作为该级的输出端口; 所述每一级矩形波导 E-T 分支功分器的第一输出波导与其连接的下一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导尺寸相同; 在每一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导与第二输出波导的分支位置上设置薄膜电阻片, 所述薄膜电阻片沿着下一级输入波导的导体壁延长方向上设置;

[0011] 所述至少两个电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器和放大模块按如下方式连接: 所述每个电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器的第一级矩形波导 E-T 分支功分器与输入波导相连接, 作为电阻隔膜波导行波功率合成放大器的输入; 所述每个电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器的每一级的输出端口先各自与放大模块连接, 然后每个电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器的各级输出端口相连接作为每个电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器的输出, 再将至少两个电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器的输出相连接作为电阻隔膜波导行波功率合成放大器的输出。

[0012] 更进一步地说, 所述薄膜电阻片是由两块介质基片构成, 其中一块介质基片一侧面镀有薄膜电阻, 镀有薄膜电阻的一侧面与另一块介质基片相粘接; 所述薄膜电阻片的理论长度为所述电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器工作的中心频率的四分之一导波波长; 所述薄膜电阻片的阻值按下列公式确定:

$$[0013] \quad R_{s,j} = \frac{a}{L} \frac{Z_{o,j} Z_{j+1}}{Z_{o,j} + Z_{j+1}},$$

[0014] 其中, $R_{s,j}$ 为在第 j 级 E-T 分支功分器的输入波导与第二输出波导的分支位置上设置的薄膜电阻片的阻值、a 为任一级波导宽边尺寸、L 为薄膜电阻片长度、 $Z_{o,j}$ 为第 j 级 E-T 分支功分器输出端口的特性阻抗、 Z_{j+1} 代表第 j+1 级 E-T 分支功分器输入波导的特性阻抗;

当 $j = N-1$ 时,取 $Z_{j+1} = Z_{o,N}$, $Z_{o,N}$ 代表最末输出端口的特性阻抗。

[0015] 所述在每一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导与第二输出波导的分支位置上设置薄膜电阻片,所述薄膜电阻片沿着下一级输入波导的导体壁延长方向上设置是指,在波导壁上开槽,将薄膜电阻片插入槽中,使所述薄膜电阻的两块介质基片的交界面放置于下一级输入波导的侧壁延长方向上。

[0016] 所述每一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入端波导窄边的尺寸等于该级两个输出波导窄边尺寸之和。

[0017] 所述在每一级的矩形波导 E-T 分支功分器的垂直拐弯位置还设置用于消除所述垂直拐弯位置电磁场的不连续性的匹配切角,同时在最末输出端口的拐弯位置设置匹配切角。匹配切角的尺寸通过仿真优化,然后进行选择,选择的标准是保证输入匹配较好,同时也要在可加工的范围。

[0018] 所述每一级矩形波导 E-T 分支功分器的输出端口的窄边尺寸,与第一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导的窄边尺寸之比为该级输出端口所需功率分配比。

[0019] 所述第一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导的尺寸大于相匹配的标准波导,所述第一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导通过至少一级四分之一波长的阻抗变化器串联后实现与标准波导匹配;所述第一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导的尺寸扩大以保证第二级输入波导在工作频段内采用单模工作形式为原则进行。

[0020] 所述放大模块是指双探针空间功率合成放大模块。

[0021] 本发明设计原理如下:

[0022] 如图 1 电阻隔膜波导行波功率分配器的 E 面简单原理图所示。图中字母 E 处箭头标示了电场方向,图中各字母所代表含义如下: P_i 代表输入功率, $P_{o,1}, P_{o,2}, \dots, P_{o,N-1}, P_{o,N}$ 代表输出功率, Z_1 代表输入波导的特性阻抗, Z_1, Z_2, \dots, Z_{N-1} 代表每一级结构输入端口的特性阻抗。 $Z_{o,1}, Z_{o,2}, \dots, Z_{o,N-1}, Z_{o,N}$ 代表输出端口的特性阻抗。

[0023] 1、电阻隔膜波导行波功率分配器可以实现多路功率分配/合成。该结构通过级联 $N-1$ 级 E-T 分支功分器结构构成了 N 路行波功率分配器。

[0024] 2、本发明所提出的电阻隔膜波导行波功率分配器可以实现行波传输,保证每一级功分结构的输入端口均为匹配状态。如图 1 所示,对于任意第 j 级功分器结构,需要满足 $Z_j = Z_{j+1} + Z_{o,j}$,该公式的得出是因为 E-T 分支属于串联结构。在物理结构形式上,通过保证每级功分器结构的输入端波导窄边的尺寸等于该级两个输出端口的波导窄边尺寸之和来实现该公式。另一方面, E-T 分支的垂直拐弯处会引起场的不连续,对效果产生一定影响,本发明提供一种方法来消除这种不连续性,即通过在 E-T 分支的垂直拐弯位置加入一个匹配切角,同时在最末输出端口的拐弯处也设置有匹配切角,如图 1 中所标注。通过这两方面,可以保证每一级 E-T 分支功分器的输入端口均是匹配的,形成行波传输,从而具有宽带输入匹配的特性。由于是行波结构,相邻级 E-T 分支功分器之间的距离对整体功分器的特性影响不大。

[0025] 3、本发明所提出的电阻隔膜波导行波功率分配器可以实现任意比例的功率分配或合成。如图 1 所示,任意第 j 个输出端口的输出功率为 $P_{o,j} = \frac{Z_{o,j}}{Z_1} P_i$ 。也就是说,只需要通过调节第 j 个端口的特性阻抗 $Z_{o,j}$,而使得输出功率满足所需比例要求。在物理结构形式

上,要满足某一输出端口所需比例的功率分配,可通过调节该输出端口的窄边尺寸,使得该输出端口的窄边尺寸与第 1 级的输入端口的窄边尺寸之比为所需功率分配比即可。由于波导特性阻抗的比值与频率无关,因此该结构具有宽带功率分配的特性。

[0026] 4、本发明所提出的电阻隔膜波导行波功率分配器可以实现功分输出端口的匹配与隔离,该特性通过在每一级 E-T 分支的分支位置插入薄膜电阻片来实现。薄膜电阻片的方向是沿着下一级输入端口的导体壁延长方向。薄膜电阻片的长度(如图 1 中标示 L)大约为中心频率的四分之一导波波长。薄膜电阻片阻值可根据需要优化设计,对于第 j 级,该阻值的一个基本计算公式为 $R_{s,j} = \frac{a}{L} \frac{Z_{o,j} Z_{j+1}}{Z_{o,j} + Z_{j+1}}$,其中 a 为波导宽边尺寸, L 为薄膜电阻片长度。

当 j = N-1 时,应该取 $Z_{j+1} = Z_{o,N}$ 。实际设计中,由于不连续性的存在,薄膜电阻片的长度和阻值还可以进一步优化设计。

[0027] 5、当功率分配路数较多时,输出端口的窄边尺寸将变得很小,这增大了加工难度,也会增加损耗。本发明所提出的电阻隔膜波导行波功率分配器进一步提供一种增大输出端口窄边尺寸的方法,即通过扩大第一级输入波导尺寸的方法。如图 1 所示,第一级输入波导尺寸扩大后,采用多级四分之一波长阻抗变化器实现标准波导与第一级输入波导的阻抗匹配。对于第一级输入波导的尺寸,可以根据工作频率来决定,一般原则是保证第二级输入波导在工作频段内为单模工作为好。

[0028] 6、本发明利用所提出的电阻隔膜波导行波功率分配器,构成多进制树形功率合成放大器。在一个多路电阻隔膜波导行波功率分配器的输出端口均连接上相类似的多路电阻隔膜波导行波功率分配器,则可以形成多进制树形功率分配器及合成器。在多进制树形功率分配器的输出端口接入放大器,再利用多进制树形功率合成器进行功率合成,就可以实现大数目功率合成放大器。

[0029] 与现有的技术相比,本发明具有如下优点:

[0030] 1、本发明的合成放大器包含的一种电阻隔膜波导行波功率分配器/合成器,可以实现多路行波功率分配/合成,实现宽带功率分配和输入匹配。该功率分配/合成器可以实现任意比例的功率分配/合成,并实现功分输出端口的匹配与隔离。同时通过增大输入波导窄边尺寸有效增大了输出端口波导窄边的尺寸,从而降低了加工难度和插入损耗。由于是行波结构,该功率分配/合成器具有宽带工作的特点。由于是波导结构,该功分器具有插入损耗小的特点。该结构可以工作于微波、毫米波各频段。

[0031] 2、本发明的合成放大器,通过级联多个相似的多路电阻隔膜波导行波功率分配/合成器形成,实现了多进制树形功率分配/合成结构,进而实现了大数目功率合成放大器。

附图说明

[0032] 图 1 是本发明中电阻隔膜波导行波功率分配器的 E 面简单原理图;

[0033] 图 2 是本发明中电阻隔膜波导行波功率分配器的一个实施例的透视图;

[0034] 图 3 是图 2 中底层 11 和顶层 12 的结构图;

[0035] 图 4 是图 3 中 A 部分放大图;

[0036] 图 5 是实施例二的透视图;

[0037] 图 6 是图 5 的俯视图;

[0038] 图 7 是图 5 中底层 91 和顶层 92 的结构图；

[0039] 图 8 是图 7 中 D 部分的放大图。

具体实施方式

[0040] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细的描述。

[0041] 实施例一

[0042] 本发明中电阻隔膜波导行波功率分配 / 合成器的一个实施例如图 2 透视图所示, 该实施例为一个均等功率分配的例子。本实施例由三个矩形波导 E-T 分支级联, 形成了四路输出。每一级矩形波导 E-T 分支功分器的第二输出波导 41-44 的尺寸均是一样的, 第二输出波导 41-44 窄边尺寸是第一级输入波导 31 的窄边尺寸的四分之一, 这样保证了均等功率分配。每一级的第二输出波导 41-44 窄边尺寸与下一级输入波导 32、33 窄边尺寸之和等于本级输入波导 31-33 窄边尺寸, 同时在每一级的矩形波导 E-T 分支功分器的垂直拐弯位置还设置用于消除所述垂直拐弯位置场的不连续性的匹配切角 51-53, 同时, 同时, 在最末输出端口的拐弯位置也设置匹配切角 54, 这样实现了宽带行波传输。在每一级矩形波导 E-T 分支功分器的输入波导与第二输出波导的分支位置上插入了薄膜电阻片 61-63, 薄膜电阻片的方向是沿着下一级输入端口的导体壁延长方向, 这些薄膜电阻片使得输出匹配且隔离。本实施例采取了扩大第一级输入波导 31 窄边尺寸的方法来扩大输出波导 41-44 的窄边尺寸, 从而降低损耗和加工难度。这样在输入标准波导 21 和第一级输入波导 31 之间设计有两级四分之一波长阻抗变换器 22, 以实现良好的输入匹配。

[0043] 图 2 透视图所示的整体结构可分为两部分进行加工, 如图 2 中的底层 11 和顶层 12。图 3 中底层 11 和顶层 12 的结构图显示了底层 11 和顶层 12 的结构模型。顶层 12 相当于是底层 11 的镜像。它们都是在一整块金属上挖出各种腔体而形成。图 4 给出了图 3 中 A 处局部视图, 以说明薄膜电阻片的构造。薄膜电阻片 62 是通过两块介质基片 621 和 622 构成, 在其中一块介质基片 621 的一侧镀上薄膜电阻, 然后将镀有薄膜电阻的一侧与另一块介质基片 622 粘接, 从而构成一块完整的薄膜电阻片 62。薄膜电阻片 62 放置时, 两块介质基片 621、622 的交界面位于下一级输入波导 32、33 的侧壁延长方向上。薄膜电阻片 62 的安装可以采取在波导壁上开槽, 将薄膜电阻片 62 插入其中, 然后采取胶粘等方式固定。

[0044] 下文通过举例计算来说明本实施例中的薄膜电阻片 62 的电阻值的初始值的获得。假设该功率分配器工作的中心频率为 30GHz, 每一级矩形波导 E-T 分支功分器的第二输出波导 41-44 的窄边尺寸均为 1.524mm, 那么第二级输入波导 32 的窄边尺寸为 4.572mm, 第二级输出波导 33 的窄边尺寸为 3.048mm。通过计算可得 $Z_{o,2} = 139.6\text{ohm}$, $Z_3 = 279.2\text{ohm}$, 电阻片的长度 $L = 3.56\text{mm}$, 宽边尺寸 $a = 7.112\text{mm}$ 。薄膜电阻片 62 的计算阻值为:

$$R_{s,2} = \frac{a}{L} \frac{Z_{o,2} Z_3}{Z_{o,2} + Z_3} = 186\text{ohm}。由于不连续性的存在, 薄膜电阻片的长度和阻值可以进一步通过仿真软件等工具优化设计。$$

[0045] 实施例二

[0046] 如图 5 所示, 该实施例是利用 5 个 4 路输出电阻隔膜波导行波功率分配器构成的两级功率分配或合成结构组成的多进制树形电阻隔膜波导行波功率合成放大器, 其中, 4 路输出电阻隔膜波导行波功率分配器的各项参数得到的过程由实施例一类推。图 6 是该电阻

隔膜波导行波功率合成放大器平面视图。该合成放大器分配网络属于四进制树形功率分配网络,相对于二进制树形结构,其损耗和整体尺寸都可以减小。在第一级 4 路输出电阻隔膜波导行波功率分配器 B1 的输出端口,均连接有两级四分之一波长阻抗变换器,变换为标准波导输出。在 B1 的每个输出口均连接有相似的 4 路输出电阻隔膜波导行波功率分配器 B2。在 B2 的输出口连接放大模块 C,然后再通过功率合成网络合成放大模块输出功率。放大模块 C 的形式并不固定,只需满足所需端口要求即可。

[0047] 图 7 显示了图 5 中底层和顶层的结构模型,两者呈现镜像对称关系。这里给出的放大模块 C 是一种现有的双探针空间功率合成结构形式,不过放大模块 C 的形式不限于此。图 8 给出了底层结构中 D 处放大模块的具体结构图。放大模块的基本工作过程是通过一个窄边尺寸减小的波导输入信号功率,然后通过平面探针 71 耦合到微带中,再连接放大器 81,最后由放大器输出的功率通过微带探针耦合到输出波导中。放大模块中的微带探针 71 和放大器单元 81 均是上下层同时存在的,这实际上是一种两路空间功率合成结构。所有的放大器芯片均是直接焊接到底层或底层金属腔体上,这可以实现很好的散热。顶层和底层表面可设计为片状散热结构,进行发黑处理,进一步改善散热,还可进一步使用风扇进行强制散热。

[0048] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

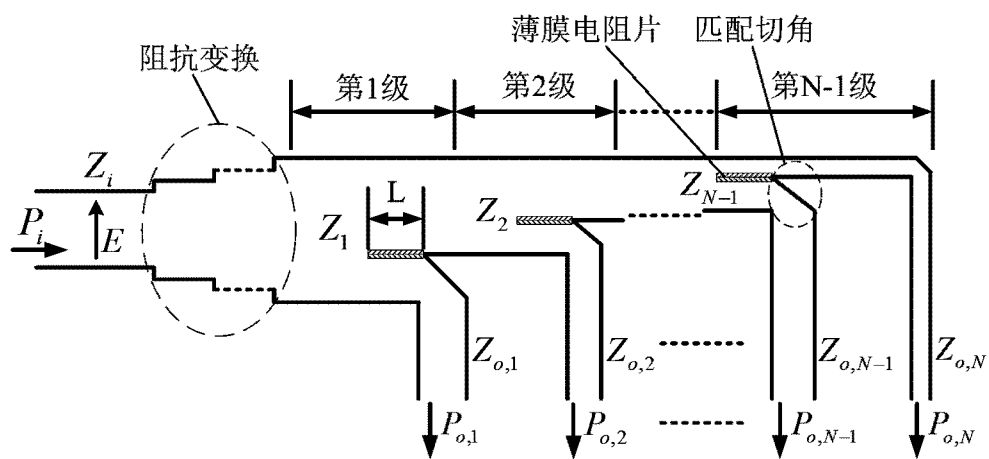


图 1

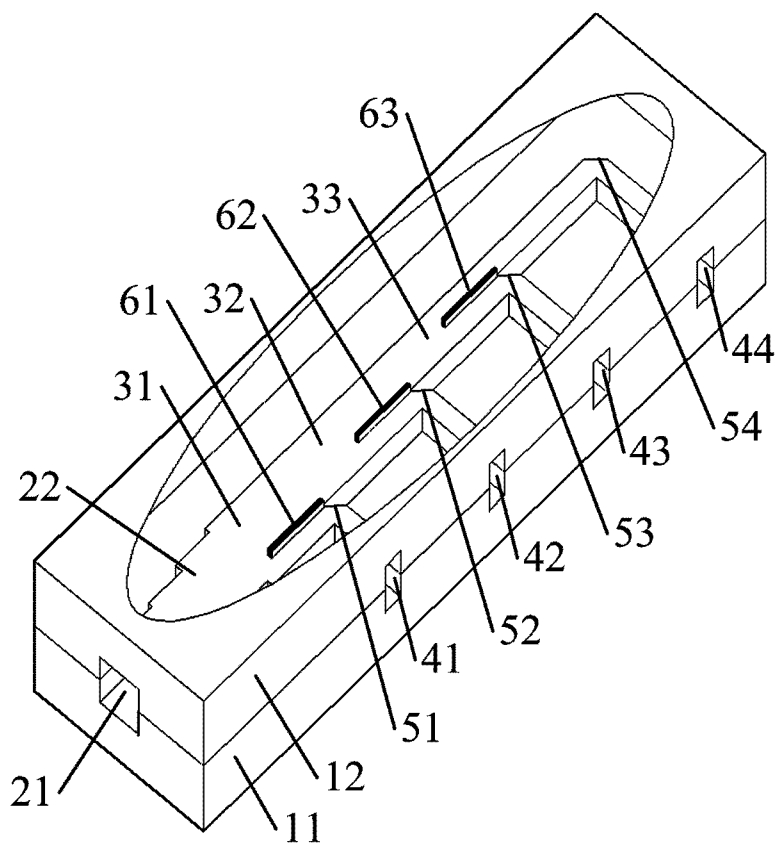


图 2

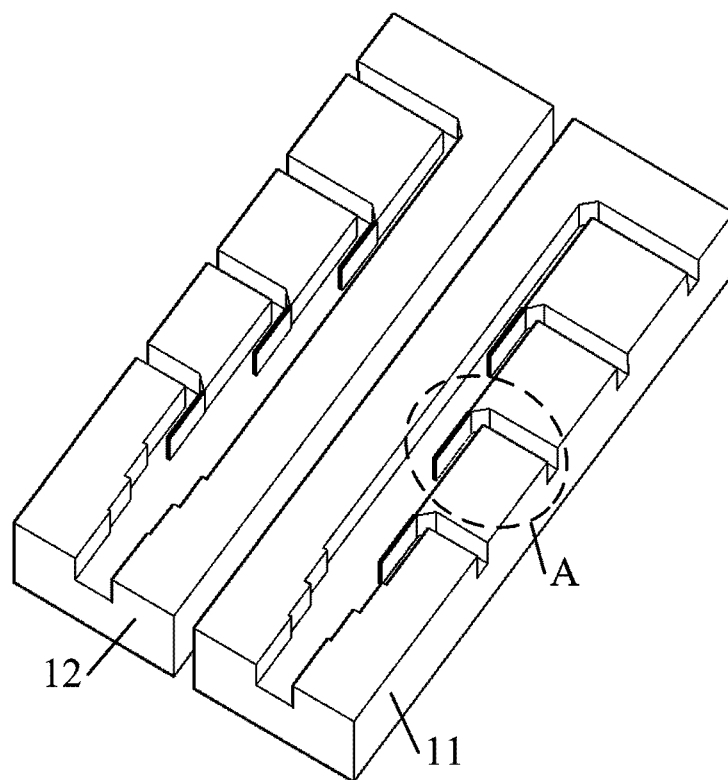


图 3

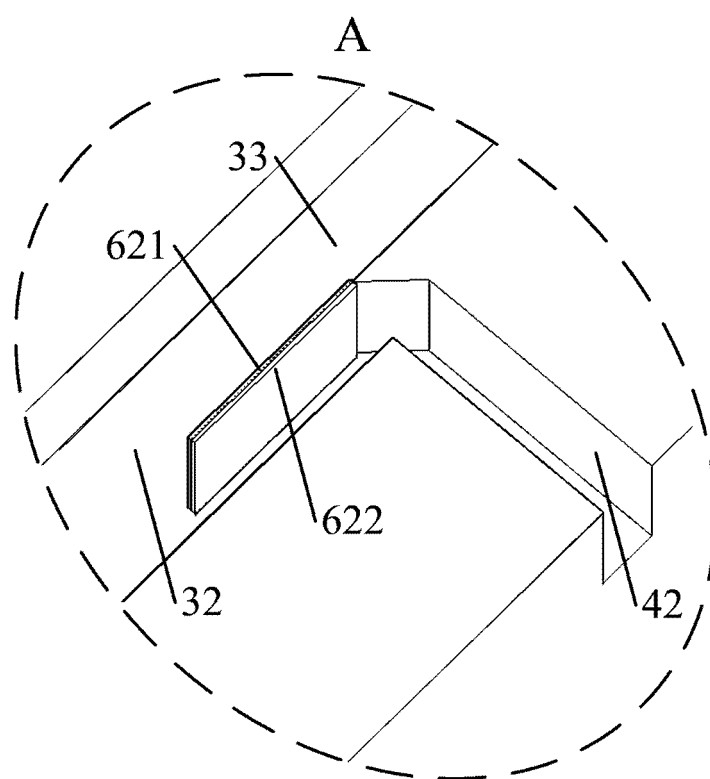


图 4

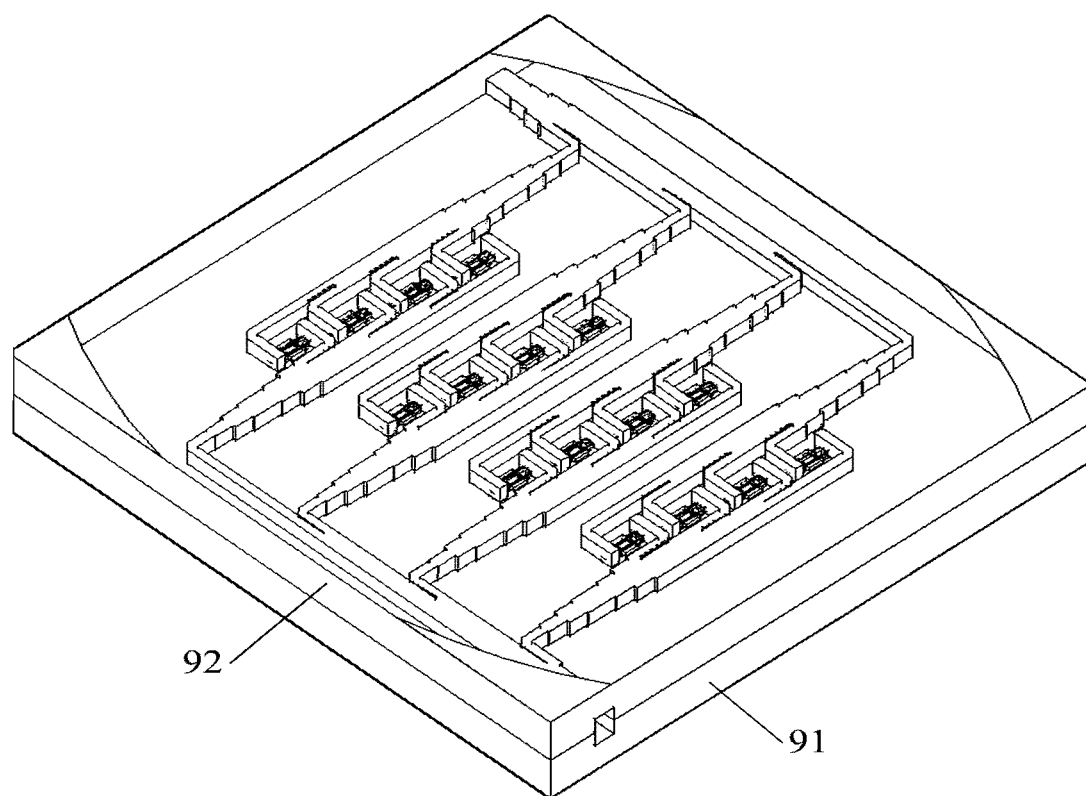


图 5

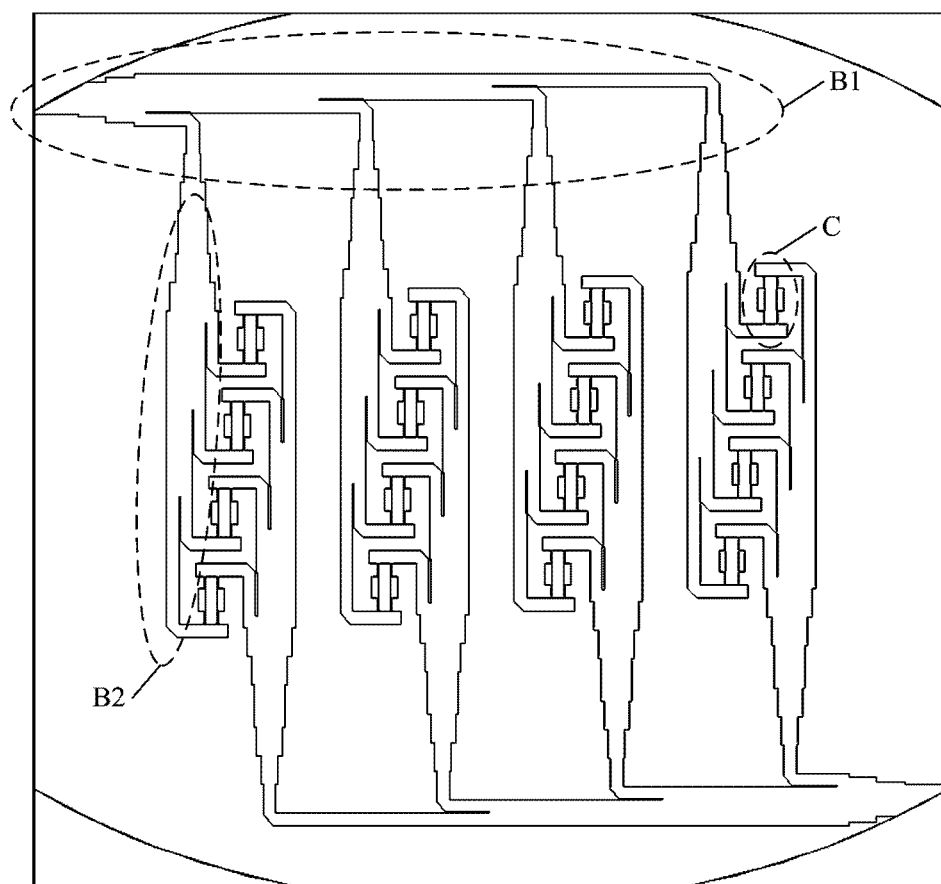


图 6

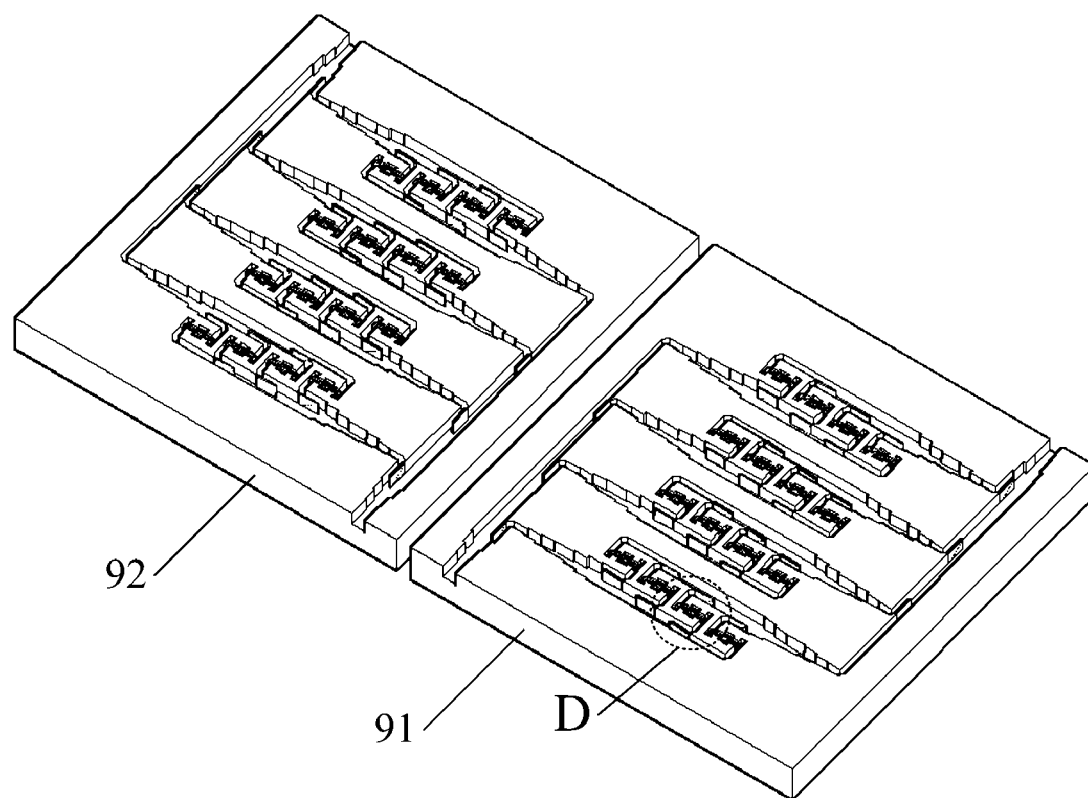


图 7

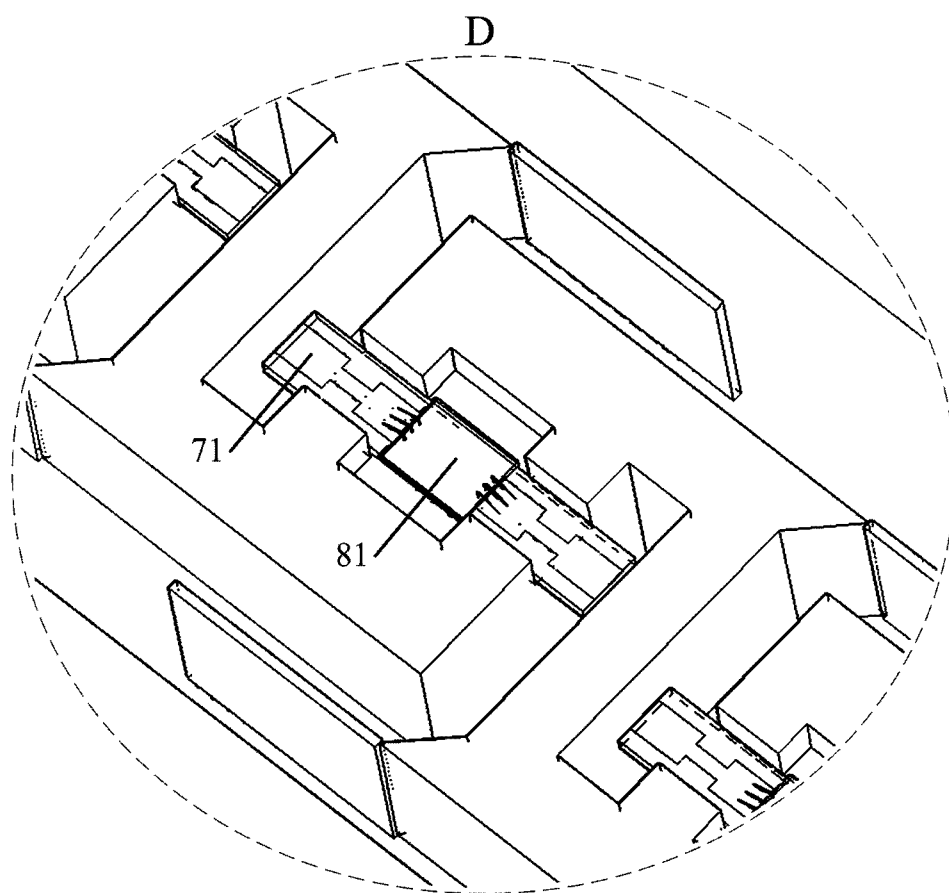


图 8