



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106532212 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(21)申请号 201611236567.4

(22)申请日 2016.12.28

(71)申请人 成都雷电微力科技有限公司

地址 610213 四川省成都市高新区石羊工业园

(72)发明人 胡彦胜 符博 丁卓富 管玉静  
孙思成

(74)专利代理机构 四川力久律师事务所 51221

代理人 韩洋 王芸

(51) Int. Cl.

H01P 5/08(2006.01)

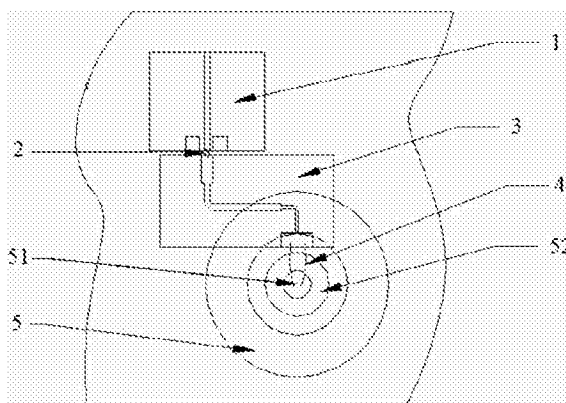
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

## (54)发明名称

一种基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构

## (57)摘要

本发明涉及毫米波无源射频电路技术领域,特别涉及基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构。本发明提供一种基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构,通过使用陶瓷介质微带线,利用陶瓷高达9.8的介电常数,仅仅通过调整微带线不同位置的宽度,并结合微带线其他固有特性(如陶瓷介质层厚度)即可实现现有技术中的电容电感器件特性,因此不需要再在电路中引入额外的电容、电感器件,也不需要使用高密度金属化过孔的类同轴结构,可有效降低射频端口电压驻波比、传输损耗等指标对设计容差、加工容差、工艺容差的敏感度,有助于提升设计、加工、制造的一次成品率,同时陶瓷介质微带线在批量加工时单价急剧下降,从而本发明可在成本显著降低的前提下,保证较优的射频性能。



1. 一种基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构,包括,射频芯片、微带线以及射频同轴连接器;所述射频芯片通过所述微带线与所述射频同轴连接器连接;

其特征在于,

所述微带线为陶瓷介质微带线,其通过第一金丝与所述射频芯片输出端口连接;通过第二金丝与所述射频同轴连接器波针连接;

所述陶瓷介质微带线包括依次连接的第一匹配段、第二匹配段、第三匹配段以及第四匹配段,其中,所述第一匹配段的自由端与第一金丝连接;第四匹配段的自由端与第二金丝连接;第一匹配段用于和所述第一金丝组成第一LC等效电路以和所述输出端口进行阻抗匹配;第二匹配段的特性阻抗与所述输出端口相同;所述第四匹配段用于和第二金丝组成第二LC等效电路以和所述波针进行阻抗匹配;所述第三匹配段用于所述第二匹配段与第二LC等效电路进行阻抗匹配。

2. 如权利要求1所述的射频垂直过渡结构,其特征在于,所述第一匹配段的宽度大于第二匹配段。

3. 如权利要求1所述的射频垂直过渡结构,其特征在于,所述陶瓷介质微带线自上向下依次包括金属导带层、陶瓷介质层以及接地导体层。

4. 如权利要求1所述的射频垂直过渡结构,其特征在于,所述射频同轴连接器的同轴结构介质为空气、聚四氟乙烯、玻璃、硅橡胶或陶瓷粉末。

5. 如权利要求4所述的射频垂直过渡结构,其特征在于,所述第四匹配段的宽度大于第二匹配段。

6. 如权利要求5所述的射频垂直过渡结构,其特征在于,所述第三匹配段的宽度小于第二匹配段。

7. 如权利要求5所述的射频垂直过渡结构,其特征在于,所述第三匹配段,

宽度一致,或

宽度为渐变,或,

为依次连接的至少两个子匹配段,每个子匹配段拥有不同的宽度。

8. 如权利要求1所述的射频垂直过渡结构,其特征在于,所述陶瓷介质微带线采用薄膜工艺制作。

9. 如权利要求1所述的射频垂直过渡结构,其特征在于,所述输出端口为GSG端口、CPW端口或微带输出端口。

## 一种基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及毫米波无源射频电路技术领域,特别涉及基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构。

### 背景技术

[0002] 射频同轴连接器是射频连接器中规模最大的一个分类,其最大的特点和优势就是与射频电缆的兼容性。现有的射频芯片输出端口(如GSG端口、CPW端口或微带输出端口)到射频同轴连接器的垂直连接,一般采用如图1所示的普通介质微带线-类同轴结构进行转换,这种转换方式中,由于采用了普通介质微带线I,因此需要增加额外的电容电感器件II、使用大量接地金属化通孔III的类同轴结构,以匹配射频不连续性;此时微带线局部宽度、额外电容电感器件的精度、工艺方法在金属化通孔附近引入的分布参数都会对射频端口电压驻波比、传输损耗等指标有明显的影响。而随着射频工作频率升高,要求微带线匹配线宽变小、匹配电容电感值变小、金属化过孔间距更小,进而导致分布参数影响变大,射频端口电压驻波比、传输损耗等指标对设计容差、加工容差、工艺容差更加敏感。因此,一旦出现设计误差、加工误差、工艺误差,就需要对产品进行多次优化,造成人力、时间、资源和成本的巨大浪费,在毫米波频段应用中,现有的微带线-类同轴结构转换方式的上述缺点就更加明显。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术中采用微带线-类同轴结构对射频芯片GSG到射频同轴连接器进行连接转换时,由于需要使用额外电容电感器件以及金属化通孔类同轴结构导致射频端口电压驻波比、传输损耗等指标对设计容差、加工容差、工艺容差的容错性差的问题,提供一种不需要要额外电容电感器件的基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构。

[0004] 为了实现上述发明目的,本发明提供了以下技术方案:

一种基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构,包括,射频芯片、微带线以及射频同轴连接器;所述射频芯片通过所述微带线与所述射频同轴连接器连接;

所述微带线为陶瓷介质微带线,其通过第一金丝与所述射频芯片输出端口连接;通过第二金丝与所述射频同轴连接器波针连接;

所述陶瓷介质微带线包括依次连接的第一匹配段、第二匹配段、第三匹配段以及第四匹配段,其中,所述第一匹配段的自由端与第一金丝连接;第四匹配段的自由端与第二金丝连接;第一匹配段用于和所述第一金丝组成第一LC等效电路以和所述输出端口进行阻抗匹配;第二匹配段的特性阻抗与所述输出端口相同;所述第四匹配段用于和第二金丝组成第二LC等效电路以和所述波针进行阻抗匹配;所述第三匹配段用于所述第二匹配段与第二LC等效电路进行阻抗匹配。相对于现有技术中微带线采用的传统介质(介电常数在4.6以下),本发明中采用的陶瓷介质的介电常数高达9.8,因此对应相同阻抗的微带线宽度可以做到更小,进而对应同频率的行波波波长越短,从而更加有利于整个射频电路的小型化。

[0005] 进一步的,所述第一匹配段的宽度大于第二匹配段。

[0006] 进一步的,所述陶瓷介质微带线自上向下依次包括金属导带层、陶瓷介质层以及接地导体层。

[0007] 进一步的,所述射频同轴连接器的同轴结构介质为空气、聚四氟乙烯、玻璃、硅橡胶或陶瓷粉末。

[0008] 进一步的,所述第四匹配段的宽度大于第二匹配段。

[0009] 进一步的,所述第三匹配段的宽度小于第二匹配段。

[0010] 一些实施例中,所述第三匹配段宽度为一致的,而在另外一些实施例中,所述第三匹配段的宽度为渐变的;还有一些实施例中,第三匹配段为依次连接的至少两个子匹配段,每个子匹配段拥有不同的宽度,即本发明申请中,第三匹配段既可以是只包含一个子匹配段,该子匹配段宽度自始至终一致,或该子匹配段宽度为渐变的,也可以是包含两个以上依次连接的具有不同宽度的子匹配段,各个相邻子匹配段的宽度同样是渐变的(如逐渐变窄或逐渐变宽)。实际上,本发明中,第三匹配段包含的子匹配段越多,则可以获得越好的驻波,但是相应的,更多的子匹配段会导致微带线整体长度变长,从而造成更大的损耗。

[0011] 进一步的,所述输出端口为GSG端口、CPW端口或微带输出端口。

[0012] 与现有技术相比,本发明的有益效果:本发明提供一种基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构,通过使用陶瓷介质微带线,利用陶瓷高达9.8的介电常数,仅仅通过调整微带线不同位置的宽度,并结合微带线其他固有特性(如陶瓷介质层厚度)即可实现现有技术中的电容电感器件特性,因此不需要再在电路中引入额外的电容、电感器件,也不需要使用高密度金属化过孔的类同轴结构,可有效降低射频端口电压驻波比、传输损耗等指标对设计容差、加工容差、工艺容差的敏感度,有助于提升设计、加工、制造的一次成品率,同时陶瓷介质微带线在批量加工时单价急剧下降,从而本发明可在成本显著降低的前提下,保证较优的射频性能。

#### 附图说明:

图1为现有技术中典型的射频垂直过渡结构示意图。

[0014] 图2是本发明提供的基于陶瓷介质微带线的射频垂直过渡结构俯视图。

[0015] 图3是本发明提供的基于陶瓷介质微带线的射频垂直过渡结构剖面图。

[0016] 图4本发明实施例中陶瓷介质微带线布局俯视示意图。

[0017] 图5是图4的A-A向剖视图。

[0018] 图中标记:1-射频芯片,2-第一金丝,3-陶瓷介质微带线,31-第一匹配段,32-第二匹配段,33-第三匹配段,34-第四匹配段,4-第二金丝,5-射频同轴连接器,51-波针,52-同轴结构,I-普通介质微带线,II-电容电感,III-金属化过孔,100-金属导带层,200-陶瓷介质层,300-接地导体层。

#### 具体实施方式

[0019] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步的详细描述。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅限于以下的实施例,凡基于本发明内容所实现的技术均属于本发明的范围。

[0020] 实施例1:如图2、图3、图4所示,本实施例提供一种基于陶瓷微带线的射频垂直过渡结构,包括,射频芯片1、微带线以及射频同轴连接器5;所述射频芯片1通过所述微带线与所述射频同轴连接器5连接;

所述微带线为陶瓷介质微带线3,其通过第一金丝2与所述射频芯片1输出端口连接;本实施例中,射频芯片1的输出端口为GSG输出端口,通过第二金丝4与所述射频同轴连接器波针51连接;本实施例中,第一金丝2、第二金丝4均为高纯度黄金制成的细丝;采用键合方式将其键合在需要连接的两条或多条射频传输线上,金丝一端和另一端即可实现电气连接,金丝无论是低频领域还是射频领域均能较好的实现连接。

[0021] 陶瓷介质微带线3包括依次连接的第一匹配段31、第二匹配段32、第三匹配段33以及第四匹配段34,其中,第一匹配段31的自由端与第一金丝2连接;第四匹配段34的自由端与第二金丝4连接;第一匹配段31用于和第一金丝2组成第一LC等效电路以和GSG端口进行阻抗匹配;第二匹配段32的特性阻抗与GSG端口相同;第四匹配段34用于和第二金丝4组成第二LC等效电路以和波针51进行阻抗匹配;第三匹配段33用于第二匹配段32与第二LC等效电路进行阻抗匹配。相对于现有技术中微带线采用的传统介质(介电常数在4.6以下),本发明中采用的陶瓷介质的介电常数高达9.8,因此对应相同阻抗的微带线宽度可以做到更小,进而对应同频率的行波波长越短,从而更加有利于整个射频电路的小型化。

[0022] 具体的,本实施例中,射频同轴连接器5的同轴结构52介质为空气,该同轴结构52的介质也可以是聚四氟乙烯、玻璃、硅橡胶或陶瓷粉末中的一种;如图5所示,本实施例中,陶瓷介质微带线3的自上向下依次包括金属导带层100、陶瓷介质层200以及接地导体层300,同时,本实施例中,第三匹配段33宽度可以是一致不变的,而在另外一些实施例中,第三匹配段33的宽度可以是渐变的;还有一些实施例中,第三匹配段33为依次连接的至少两个子匹配段,每个子匹配段拥有不同的宽度,即本发明申请中,第三匹配段33既可以是只包含一个子匹配段,该子匹配段宽度自始至终一致,或该子匹配段宽度为渐变的,也可以是包含两个以上依次连接的具有不同宽度的子匹配段,各个相邻子匹配段的宽度同样是渐变的(如逐渐变窄或逐渐变宽)。实际上,本发明中,第三匹配段33包含的子匹配段越多,则可以获得越好的驻波,但是相应的,更多的子匹配段会导致微带线整体长度变长,从而造成更大的损耗,本实施例中,第三匹配段33为只包含一个子匹配段,该子匹配段宽度自始至终一致。

[0023] 而各个匹配段的宽度,可以按照如下原则确定:在毫米波频段,第一金丝2可以使用一个电感模型代替,其表现为电感 $L_0$ (单位H);为了实现实现所需频率 $f_0$ (单位Hz)的信号传输,我们将第一金丝2等效的电感 $L_0$ 利用起来,并加入一个电容 $C_0$ (单位F)形成一个第一LC等效电路(低通滤波器),那么频率低于该低通滤波器转折频率的信号就都可以传输。

[0024] 该第一低通滤波器的通过信号的最高频率 $f_c$ 是:

$$f_c = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{L_0 * C_0}} \quad \text{公式 1}$$

其匹配的阻抗R是

$$R = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}} \quad \text{公式 2}$$

我们需要 $f_c > f_0$ ,且,即可实现所需的传输特性,因此有:

$$\frac{1}{2 * \pi * \sqrt{L_0 * C_0}} > f_0 \quad \text{公式 3}$$

$$\sqrt{\frac{L_0}{C_0}} = Z_0 \quad \text{公式 4}$$

其中,  $Z_0$  是GSG端口阻抗。

[0025] 根据公式3和公式4,可以得出我们需要的 $C_0$ 取值为:

$$C_0 = \frac{\varepsilon_e * S}{d} \quad \text{公式 5}$$

我们将第一匹配段31视为该平板电容,则,公式5中 $\varepsilon_e$ 为其陶瓷介质的相对介电常数,本实施例中为9.8; $S$ 为第一匹配段31的面积, $d$ 为陶瓷介质层的厚度,不同的设计可以使用不同的值(如可以是0.08mm~0.2mm之间的任意值),本实施例中采用 $d=0.127$ mm。

[0026] 基于以上计算,为匹配段A选取合适的长宽组合,即可实现第二匹配段32与射频芯片1GSG端口的阻抗匹配,在本实施例中,第一匹配段31的宽度大于第二匹配段32,这样,第一匹配段31就可以采用相对较短的长度。

[0027] 第四匹配段34与第二金丝4具有相同的原理,即第四匹配段34与第二金丝4构成第二LC等效电路(滤波器)与波针51进行阻抗匹配;但是由于本实施例中,同轴结构52介质为空气,因此波针51有一部分暴露空气介质中,导致电磁场不连续,因此波针51处阻抗体现为 $Z_L$ ,通常, $Z_L > Z_0$ ,因此要使阻抗为 $Z_0$ 的第二匹配段32与阻抗为 $Z_L$ 的第二LC等效电路(低通滤波器)实现好的传输特性,就需要在其间进行再次匹配。具体的,令第三匹配段33的特性阻抗为 $Z_C$ ,利用“四分之一波长阻抗变换器”的理论,要实现良好匹配,则需要有

$$Z_C = \sqrt{Z_0 * Z_L} \quad \text{公式 6}$$

此时可以看到 $Z_C > Z_0$ 。

又由于 $Z_C$ 可以估算为:

$$Z_C = \frac{120 * \pi}{\sqrt{\varepsilon_e \left[ \frac{W}{d} + 1.393 + 0.667 * \ln\left(\frac{W}{d} + 1.444\right) \right]}} \quad \text{公式 7}$$

其中, $W$ 为微带线宽度,结合公式5、6、7可得出 $W$ 的取值;其长度应遵循上述引用的“四分之一波长阻抗变换器”理论,也就是匹配段C的长度应等于工作频率下的波长的四分之一。

[0029] 至此匹配段C和匹配段D都能够确定,并完成该部分匹配;本实施例中, $W$ 越小,对应的特性阻抗越大;由于 $Z_C > Z_0$ ,所以第三匹配段33的宽度小于第二匹配段32宽度;综上,本实施例中,第四匹配段34的宽度大于第二匹配段32,第三匹配段33的宽度小于第二匹配段32。

[0030] 本实施例仅以射频芯片1的输出端口为GSG端口为例展示了陶瓷介质微带线的分段设置及各段宽度的选择方法,射频芯片为其他类型输出端口时,如为CPW端口或微带输出端口时,陶瓷介质微带线具有和本实施例相同或类似的分段(相同是指,同样是包含第一匹配段、第二匹配段、第三匹配段、第四匹配段,类似是指,个别实施例中,第三匹配段可能包含多个子匹配段),只是由于不同端口的阻抗不同,会导致各个匹配段的具体宽度与本实施例不同,但不同端口时,各个匹配段宽度的选择均采用本实施例提供的公式进行计算确定。

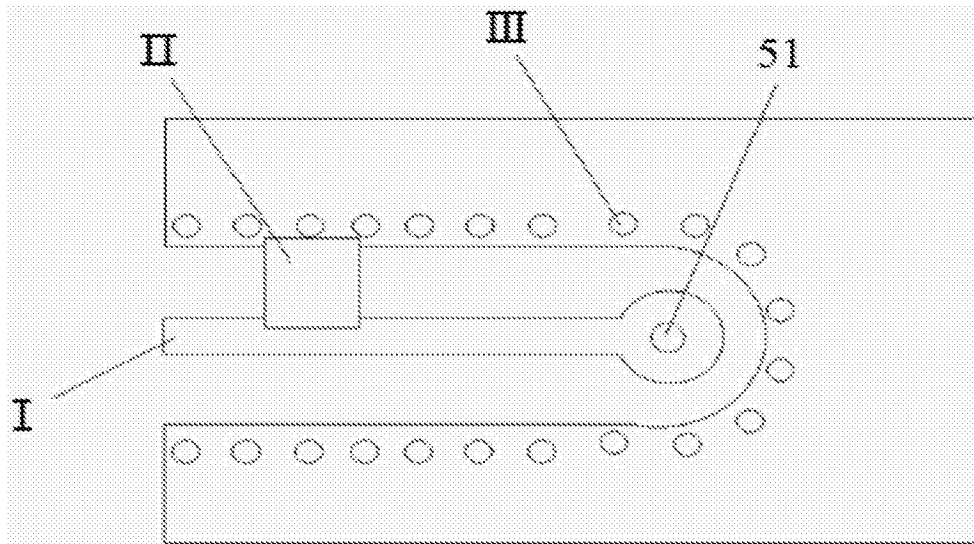


图1

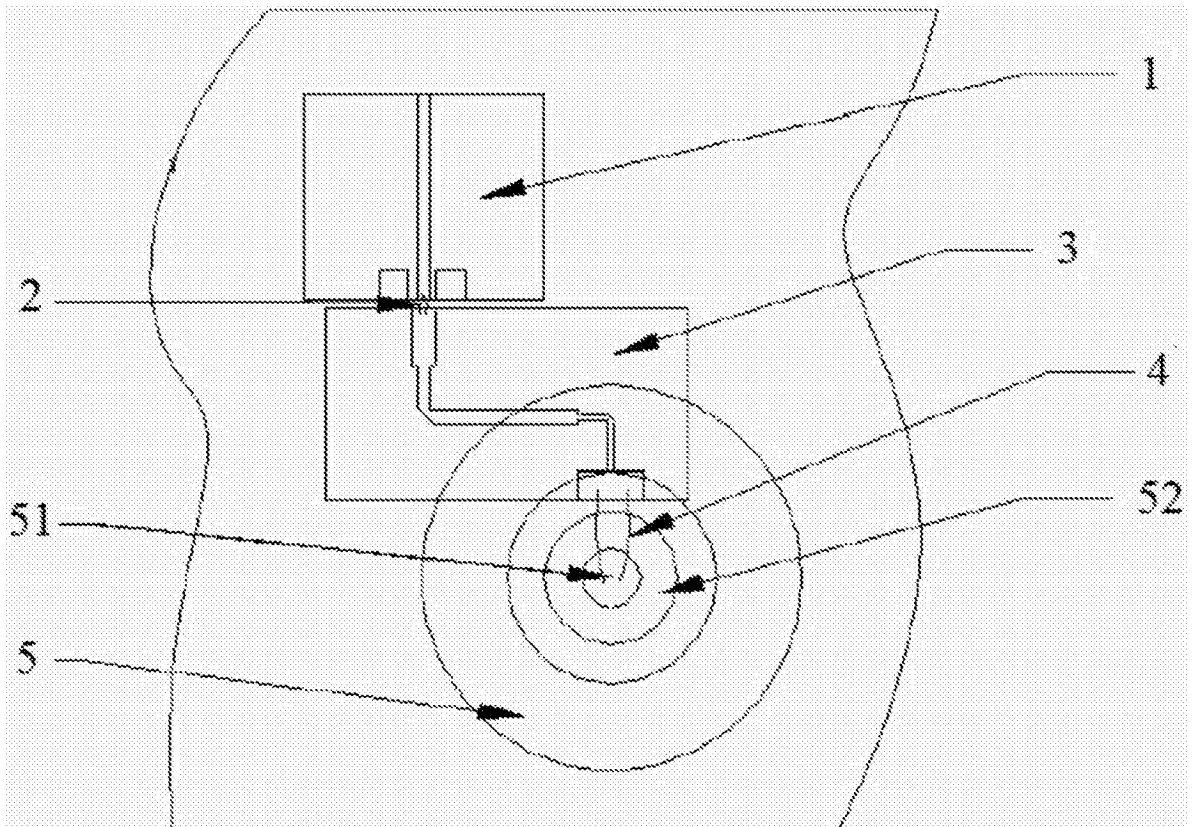


图2

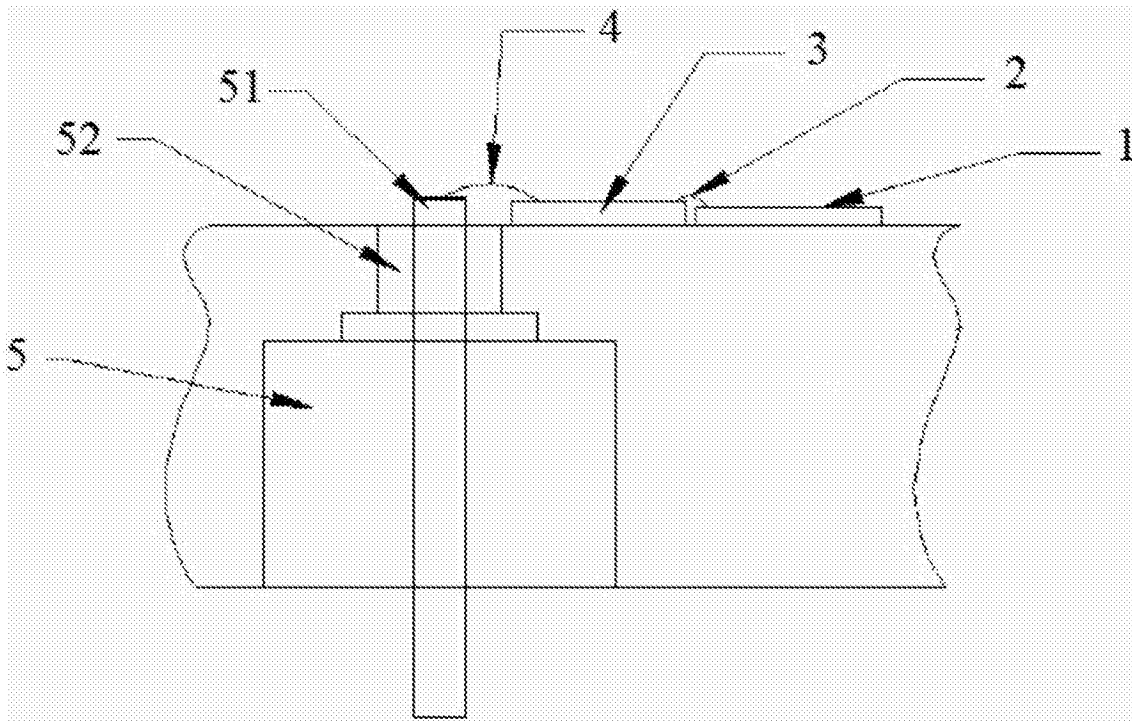


图3

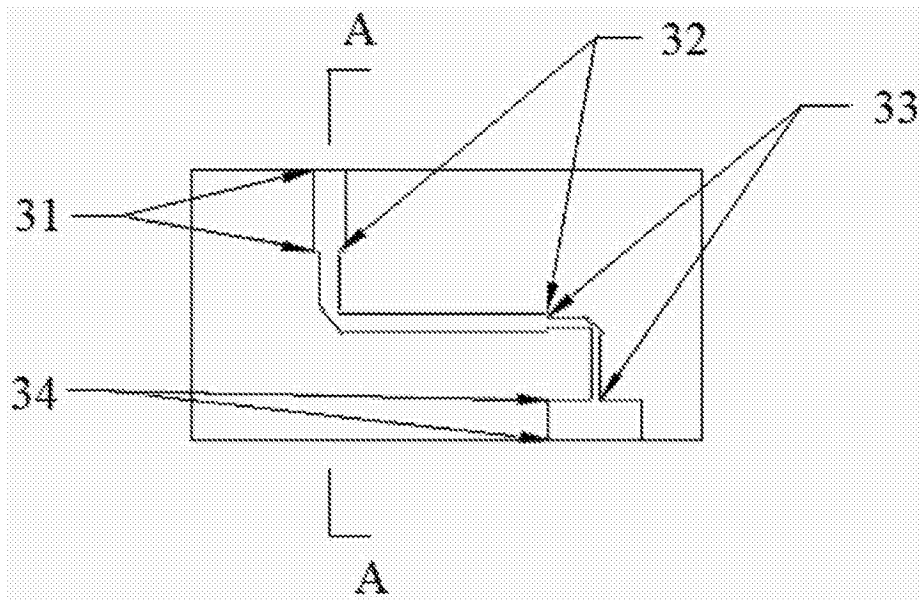


图4



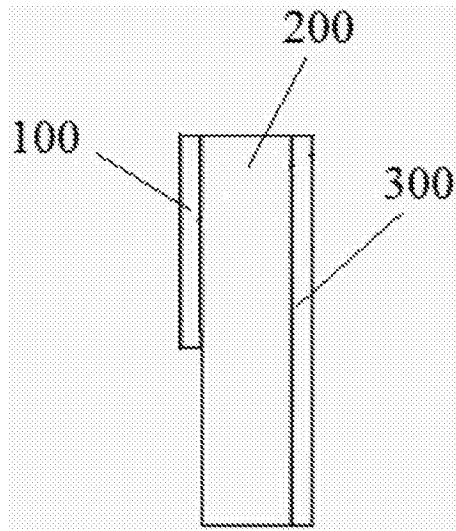


图5