



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205666315 U

(45)授权公告日 2016.10.26

(21)申请号 201620538003.5

(22)申请日 2016.06.06

(73)专利权人 中国电子科技集团公司第三十八研究所

地址 230088 安徽省合肥市高新区香樟大道199号

(72)发明人 刘志红 张瑞

(74)专利代理机构 合肥金安专利事务所 34114  
代理人 胡治中

(51)Int.Cl.

H01P 5/107(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

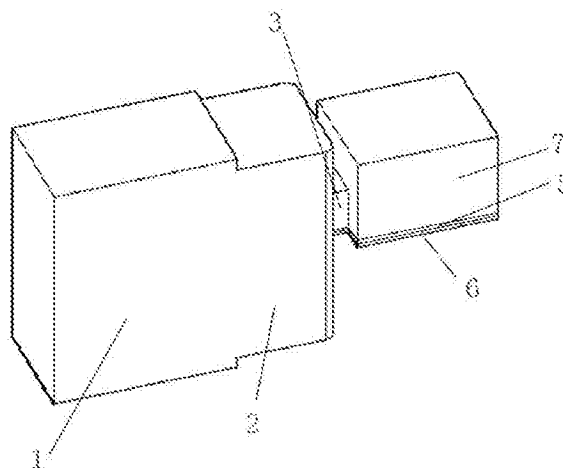
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

## (54)实用新型名称

用于W波段波导—微带探针转换器

## (57)摘要

本实用新型提供用于W波段波导—微带探针转换器,包括矩形波导,减高矩形波导、过渡窗、微带线导带、微带介质基片、微带板大面积地层、微带传输线腔体块;微带介质基片由波导侧基片、衔接段基片、和传输侧基片三部分构成;在微带介质基片的顶部设有微带线导带;将微带介质基片与微带线导带合称为微带探针板;在微带探针板的底部设有微带板大面积地层;微带探针板的一端经减高矩形波导与矩形波导相连接;微带探针板的另一端的顶部设有微带传输线腔体块。有益的技术效果:本实用新型体积小、结构紧凑、易于实现,器件中的过渡段开槽窗口的长度尺寸与系统的中心工作频率成反比关系,通过改变过渡段开槽窗口的长度尺寸,满足W波段不同的工作频带。



1. 用于W波段波导—微带探针转换器,包括矩形波导(1),其特征在于:设有减高矩形波导(2)、过渡窗(3)、微带线导带(4)、微带介质基片(5)、微带板大面积地层(6)、微带传输线腔体块(7);其中,

微带介质基片(5)由波导侧基片、衔接段基片、和传输侧基片三部分构成;通过衔接段基片将波导侧基片的一端与传输侧基片的一端连接在一起;

在微带介质基片(5)的顶部设有微带线导带(4);将微带介质基片(5)与微带线导带(4)合称为微带探针板;在微带探针板的底部设有微带板大面积地层(6);

微带探针板的一端经减高矩形波导(2)与矩形波导(1)相连接;

微带探针板的另一端的顶部设有微带传输线腔体块(7)。

2. 根据权利要求1所述的用于W波段波导—微带探针转换器,其特征在于:波导侧基片的体积不大于减高矩形波导(2)的体积。

3. 根据权利要求1所述的用于W波段波导—微带探针转换器,其特征在于:矩形波导(1)的宽度与减高矩形波导(2)的宽度相等。

4. 根据权利要求1所述的用于W波段波导—微带探针转换器,其特征在于:在衔接段基片的底部、传输侧基片的底部覆盖有微带板大面积地层(6)。

5. 根据权利要求1所述的用于W波段波导—微带探针转换器,其特征在于:微带线导带(4)由磁耦合矩形环(9)、接地线(10)、微带阻抗线(11)、阻抗变换线(12)、微带传输线(13)构成;其中:

磁耦合矩形环(9)为由4条边组成的“口”字形结构件;在靠近微带板大面积地层(6)一侧的磁耦合矩形环(9)的边上设有开口,将该边分成2段,依次称为第一半环(91)、第二半环(92);

第一半环(91)与微带阻抗线(11)的一端相连接,

微带阻抗线(11)的另一端与阻抗变换线(12)的一端相连接,

波长阻抗变换线(12)的另一端与微带传输线(13)的一端相连接;

第二半环(92)与接地线(10)的一端相连接。

6. 根据权利要求5所述的用于W波段波导—微带探针转换器,其特征在于:磁耦合矩形环(9)位于波导侧基片的顶部。

7. 根据权利要求5所述的用于W波段波导—微带探针转换器,其特征在于:将靠近矩形波导(1)一侧的磁耦合矩形环(9)的边称为波导侧环边(93);波导侧环边(93)的长度方向的中心线、微带阻抗线(11)的宽度方向的中心线、阻抗变换线(12)的宽度方向的中心线、微带传输线(13)的宽度方向的中心线相互重合。

8. 根据权利要求5所述的用于W波段波导—微带探针转换器,其特征在于:矩形波导(1)的型号为BJ900;微带介质基片(5)的材质为Rogers Duriod5880,厚度为0.127mm;微带阻抗线(11)的阻值为71欧姆;阻抗变换线(12)长为1毫米;微带传输线(13)的阻值为50欧姆过渡窗(3);过渡窗(3)的宽为0.6mm,高为0.5mm,长为0.22mm~0.32mm。

## 用于W波段波导—微带探针转换器

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于毫米波混合集成电路技术领域,具体涉及一种毫米波矩形波导与微带之间的转换电路,尤其是基于磁耦合原理的用于W波段波导—微带探针转换器。

### 背景技术

[0002] 矩形波导因具有功率容量大、无辐射损耗、Q值高等特点,成为微波毫米波频段的重要传输媒介,而作为微波混合集成电路和微波单片集成电路基础的微带线,因具有体积小、重量轻、使用频带宽、可靠性高、制造成本低以及容易实现微带电路的小型化和集成化等特点,同样也是毫米波电路应用中十分重要的一种平面传输线。随着W波段单片集成电路在毫米波电路系统中的快速发展与应用,如何很好地实现矩形波导与微带线之间的过渡转换成为研究的前沿热点。

[0003] 目前,国内外已实用新型以及在工程应用中应用的毫米波段矩形波导—微带过渡转换电路形式主要有矩形波导—脊波导—微带过渡、矩形波导—对脊鳍线—微带过渡、矩形波导—微带探针过渡等。电路都是基于电场激励的方式,其中波导—脊波导—微带过渡虽然是一种简单而又有良好过渡特性的结构,但机械加工精度要求高,在W波段难以实现。波导—对脊鳍线—微带过渡在工作频段内渐变下面的无金属区可能出现谐振现象,如果某一谐振频率正好落入与其相连器件的工作带宽,就可能使其对器件产生耦合,从而影响器件的性能,这就导致其设计变得复杂,限制了它的应用。耦合探针过渡从同轴探针发展而来,这种结构能够在较宽的频率范围内获得较小的插入损耗和输入驻波比,为目前W波段主要过渡方式,但其波导与微带的传输方向垂直,为正交过渡结构,整体尺寸较大,结构不够紧凑,难以满足小型化系统结构的要求。因此,为满足工程需要,且实现W波段矩形波导—微带过渡电路的多样性,寻求一种新技术、非正交结构的W波段矩形波导—微带过渡转换电路在W波段毫米波电路系统中是尤其的重要及迫切的需要。

### 实用新型内容

[0004] 本文实用新型的目的是针对上述现有技术的不足,实用新型了一种W波段端接后馈式波导—微带过渡转换电路,该电路基于矩形波导内的磁场耦合原理,实现了矩形波导和微带线两者主模之间电磁场模式的过渡转换。电路为端接后馈式结构,其波导轴线与微带轴线在同一轴线上,结构紧凑,电路中的过渡段开槽窗口的长度与系统的中心频率成反比关系,可通过改变过渡段开槽窗口的长度尺寸来调整中心工作频率,设计灵活。同时,通过减高波导与微带高感抗线的预匹配以及四分之一波长线的微带阻抗匹配,使得整个过渡转换电路具有插入损耗小、工作频带宽、结构简单、体积小、便于拓展应用等特点。本实用新型的具体结构为:

[0005] 用于W波段波导—微带探针转换器,包括矩形波导1,设有减高矩形波导2、过渡窗3、微带线导带4、微带介质基片5、微带板大面积地层6、微带传输线腔体块7。其中,微带介质基片5由波导侧基片、衔接段基片、和传输侧基片三部分构成。通过衔接段基片将波导侧基

片的一端与传输侧基片的一端连接在一起。

[0006] 在微带介质基片5的顶部设有微带线导带4。将微带介质基片5与微带线导带4合称为微带探针板。在微带探针板的底部设有微带板大面积地层6。

[0007] 微带探针板的一端经减高矩形波导2与矩形波导1相连接。

[0008] 微带探针板的另一端的顶部设有微带传输线腔体块7。

[0009] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是：电路由标准BJ900矩形波导、波导腔内微带矩形耦合环、矩形波导与微带转换之间的开槽窗口、微带阻抗匹配电路四部分组成。工作机理为：首先，利用微带基片上矩形金属条带构成磁耦合环，从BJ900矩形波导终端插入波导中，耦合环的环面位于矩形波导宽边中截面，环的导体末端终止于矩形波导端壁。当电磁波由微带向矩形波导传播时，位于矩形波导内的矩形环相当于一个小型环天线，矩形环导体上将高频交变电流流过，交变电流将产生交变磁场，并由此产生交变电场，从而在矩形波导中激励起电磁波。用罗仑兹互易定理可知，矩形环电流激发的电磁场的TE<sub>10</sub>振幅系数正比于TE<sub>10</sub>模穿过电流小矩形环的总磁通量，其余模式振幅特性类同，但在矩形波导所有模式的电磁波中，TE<sub>10</sub>模的磁场方向与小矩形环表面垂直，TE<sub>10</sub>模穿过电流小圆环的总磁通量是最大的，其它模式均相对较小，因此被激发的TE<sub>10</sub>模的振幅系数最大。环上电流所激发的磁场所有的磁力线都垂直穿过矩形环所在的平面，磁力线为平行于矩形波导宽壁，相切于窄壁的一系列闭合线，由于矩形波导按单模传输的尺寸设计，除了TE<sub>10</sub>主模可以在波导中传输外，其它可能激励起的高次模均属截止模，不能在矩形波导中传输，所以，最终电磁场分布为具有与矩形波导主模TE<sub>10</sub>模完全相同的场结构。因此，利用矩形耦合环进行磁耦合完成了矩形波导到微带平面电路之间的转换。其次，对矩形波导与微带电路之间的端面开槽过渡窗口部分的尺寸进行优化设计，窗口在符合要求的情况下越小越好，通过设计矩形波导开槽窗口的宽度、高度和长度，使其达到将波导中的能量传播到微带线的要求，并抑制带内谐振。最后，通过阻抗变换设计微带匹配电路，利用四分之一波长线实现阻抗匹配到50欧姆传输线。由此，通过矩形环的磁耦合、开槽窗口的优化以及匹配电路的设计，最终实现了基于磁耦合的W波段端接后馈式波导-微带过渡转换电路。

[0010] 本实用新型的有益效果是：

[0011] 1、本实用新型打破了过渡转换电路均基于电场耦合原理的束缚，证明了利用磁耦合原理是可以实现毫米波特别是3mm频段端接后馈式矩形波导-微带过渡转换，工作带宽大于6GHz，驻波小于1.1，插入损耗小于0.15dB，性能指标良好，在理论研究和工程应用中具有一定的价值。

[0012] 2、本实用新型电路中的过渡段开槽窗口的长度尺寸与电路的中心工作频率成反比关系，对于W波段的不同工作频段，只需改变过渡段开槽窗口的长度，即可在不改变6GHz带宽的情况下获得所需工作频带，且该设计方案适合于毫米波、亚毫米波等频段，具有设计灵活、便于拓展应用等特点。

[0013] 3、本实用新型电路结构中微带电路与BJ900矩形波导末端相连，为端接后馈式结构，矩形波导轴线与微带轴线在同一轴线上，相比于现有的垂直过渡结构，具有体积小、结构紧凑、易于实现的特点，可更好的满足小型化的要求，提供了一种可供设计选择的新型结构。

## 附图说明

- [0014] 图1为本实用新型的立体示意图。  
[0015] 图2为图1背面的立体示意图。  
[0016] 图3为图1的俯视图。  
[0017] 图4为图3的A-A剖视图。  
[0018] 图5为图1的右视图。  
[0019] 图6为图1的主视图。  
[0020] 图7为图6的B-B剖视图。  
[0021] 图8为图1的爆炸图组装示意图。

## 具体实施方式

[0022] 现结合说明书附图对本实用新型进行进一步的解释。

[0023] 参见图1、2、3、6、7和8,用于W波段波导—微带探针转换器,包括矩形波导1,减高矩形波导2、过渡窗3、微带线导带4、微带介质基片5、微带板大面积地层6、微带传输线腔体块7。其中,过渡窗3为起衔接作用的块体,如图3、4和7所示。参见图7和8,微带介质基片5由波导侧基片、衔接段基片、和传输侧基片三部分构成。通过衔接段基片将波导侧基片的一端与传输侧基片的一端连接在一起。波导侧基片、衔接段基片、和传输侧基片均为矩形块。以微带介质基片5的长度方向和宽度方向,作为波导侧基片、衔接段基片、和传输侧基片的长度方向和宽度方向。参见图2、5、6和7,衔接段基片的面积<波导侧基片的面积<传输侧基片的面积。参见图7和8,在微带介质基片5的顶部设有微带线导带4。将微带介质基片5与微带线导带4合称为微带探针板。在微带探针板的底部设有微带板大面积地层6。参见图1、4和6,微带探针板的一端经减高矩形波导2与矩形波导1相连接。微带探针板的另一端的顶部设有微带传输线腔体块7。

[0024] 进一步说,波导侧基片的体积不大于减高矩形波导2的体积。在减高矩形波导2上开有1个凹槽。所述减高矩形波导2上的凹槽与波导侧基片相匹配,即波导侧基片安装在减高矩形波导2的凹槽中。过渡窗3、微带传输线腔体块7均为为矩形块。其中,过渡窗3的底面与衔接段基片的顶面轮廓相匹配,微带传输线腔体块7的底面与传输侧基片的顶面轮廓相匹配。

[0025] 进一步说,参见图5和6,矩形波导1的宽度与减高矩形波导2的宽度相等。矩形波导1的高度大于减高矩形波导2的高度0.24毫米。矩形波导1高度方向的中分面与减高矩形波导2高度方向的中分面相互重合。

[0026] 进一步说,参见图1、4和5,在衔接段基片的底部、传输侧基片的底部覆盖有微带板大面积地层6,换言之,波导侧基片的底部与微带板大面积地层6不接触,波导侧基片的底部与矩形波导1的凹槽直接接触。

[0027] 进一步说,参见图7和8,微带线导带4由磁耦合矩形环9、接地线10、微带阻抗线11、阻抗变换线12、微带传输线13构成。其中:磁耦合矩形环9为由4条边组成的“口”字形结构件。在靠近微带板大面积地层6一侧的磁耦合矩形环9的边上设有开口,将该边分成2段,依次称为第一半环91、第二半环92。第一半环91与微带阻抗线11的一端相连接,微带阻抗线11

的另一端与阻抗变换线12的一端相连接,波长阻抗变换线12的另一端与微带传输线13的一端相连接。第二半环92与接地线10的一端相连接。

[0028] 进一步说,参见图7和8,磁耦合矩形环9位于波导侧基片的顶部。接地线10、微带阻抗线11位于衔接段基片的顶部。阻抗变换线12、微带传输线13位于传输侧基片的顶部。

[0029] 进一步说,参见图7和8,将靠近矩形波导1一侧的磁耦合矩形环9的边称为波导侧环边93。波导侧环边93的长度方向的中心线、微带阻抗线11的宽度方向的中心线、阻抗变换线12的宽度方向的中心线、微带传输线13的宽度方向的中心线相互重合。

[0030] 进一步说,参见图7和8,第二半环92的另一端与第一半环91的一端相连接。矩形波导1的型号为BJ900。第一半环91、第二半环92、波导侧环边93的宽度均为0.15毫米。微带介质基片5的材质为Rogers Duriod5880,厚度为0.127mm。微带阻抗线11的阻值为71欧姆。阻抗变换线12长为1毫米。微带传输线13的阻值为50欧姆过渡窗3。过渡窗3的宽为0.6mm,高为0.5mm,长为0.22mm~0.32mm。优选的方案是:过渡窗3的尺寸为宽0.6mm,高0.5mm,长0.25mm。

[0031] 进一步说,本实用新型应用于W波段时,过渡窗3的长度为0.25mm,能够满足工作频率90GHz~98GHz的使用。

[0032] 通过调节过渡窗3的长度,可满足85GHz~100GHz的工作频率范围,突破了相同形式的端接后馈式结构过渡器件只能达到40GHz的瓶颈技术,实现了W波段85GHz~100GHz的端接后馈式过渡器件。

[0033] 结合图6和3,从另一个角度阐述和解释的结构特点。本实用新型的W波段矩形波导—微带转换电路主视图如附图6,电路由BJ900标准矩形波导、减高矩形波导、波导与微带过渡之间开槽窗口、微带线导带、Rogers Duriod5880微带介质基片、微带板大面积地层、微带传输线腔体组成,微带电路与BJ900矩形波导末端相连,为端接后馈的结构形式。

[0034] 电路俯视图如图3所示。波导口尺寸为 $2.54\text{mm} \times 1.27\text{mm}$ 的BJ900标准矩形波导在传输末端进行减高,变换为波导口尺寸为 $2.3\text{mm} \times 1.27\text{mm}$ 、长度为1.05mm的矩形波导,这样在电磁波模式转换过程中起到一定的阻抗预匹配作用。在减高波导终端处建立与微带传输线间的开槽窗口,窗口的位置有特定要求:垂直方向上,在放置微带传输线后,使得微带板的导带处于矩形波导宽边的中心截面。水平方向上,窗口的宽边中心位于矩形波导的窄边中心处。窗口的宽度、高度和长度应达到将波导中的能量传播到微带线的要求,并抑制高次模、带内谐振等,且窗口尺寸在符合要求的情况下越小越好,对于94GHz的中心频率,其所对应的窗口尺寸为 $0.25\text{mm} \times 0.6\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ 。微带传输线采用厚度为0.127mm、介电常数为2.2的Rogers Duriod5880介质基片。处于矩形波导外部的微带介质板,均覆有同基板相同底面积的大面积地层,作为微波信号的传输地,且通过镀金以适用于微带板微组装的烧结。为避免腔体谐振,微带传输线腔体尺寸也不宜过大,能保证微组装顺利装配即可。从终端插入减高矩形波导内的微带基片,根据磁耦合原理,其底部无金属层,在微带基片上部,则由矩形金属条带构成用于微波信号能量耦合过渡的磁耦合矩形环,矩形环的环面位于矩形波导宽边中截面,环的起始端相连与开槽窗口部分的微带线,末端终止于开槽窗口侧壁,并完成接地。开槽窗口部分的微带高阻抗线,用于抵消矩形环产生的电容效应。

[0035] 当电磁波由矩形波导向微带传播时,波导内交变磁场的磁力线都垂直穿过矩形环所在的平面,在矩形环导体上将有高频交变电流产生,实现矩形波导到微带平面电路之间

的转换,但由于矩形波导与微带线的特性阻抗相差较大,因此,经减高波导与开槽窗口部分高阻抗微带线进行预匹配后,仍需利用四分之一波长阻抗变换线来最终实现阻抗匹配到 $50\ \Omega$ 微带传输线。

[0036] 由此,利用磁耦合原理,通过把矩形波导中 $TE_{10}$ 模场结构将逐渐转化为TEM模,再经过匹配电路转换为微带线中的准TEM模的场结构,最终实现了W频段微带线与矩形波导之间的过渡转换。端接后馈式转换器的工作带宽大于6GHz,在微带传输线长为2mm时,插入损耗小于0.15dB,驻波小于1.1,回波损耗大于27dB,在中心频率94GHz处,驻波小于1.01,回波损耗大于45dB,接近理论值,同时,可通过改变开槽窗口的长度尺寸来调整中心频率,开槽尺寸增加,中心频率降低,开槽尺寸减小,中心频率升高,设计灵活,满足W频段不同工作频率的设计要求。

[0037] 本实用新型基于矩形波导内的磁场耦合原理,实现了矩形波导和微带线两者主模之间电磁场模式的过渡转换,打破了过渡转换电路均基于电场耦合原理的束缚,在实践中达成了利用磁耦合原理实现3mm频段端接后馈式矩形波导-微带过渡转换。本实用新型为端接后馈式结构,其波导轴线与微带轴线在同一轴线上,体积小、结构紧凑、易于实现,器件中的过渡段开槽窗口的长度尺寸与系统的中心工作频率成反比关系,可通过改变过渡段开槽窗口的长度尺寸,来满足W波段不同的工作频带,工作频率点设计灵活。通过减高波导与微带高感抗线的预匹配以及四分之一波长线的微带阻抗匹配电路,器件工作带宽达到6GHz以上,插入损耗小于0.15dB,驻波小于1.1,回波损耗大于27dB,在中心频率94GHz处,驻波小于1.01,回波损耗大于45dB,接近理论值。相比于现有的过渡结构,整个过渡转换器具有插入损耗小、频带宽、结构简单、体积小、便于拓展应用等特点,可更好的满足小型化的要求,提供了一种可供设计选择的新型结构。

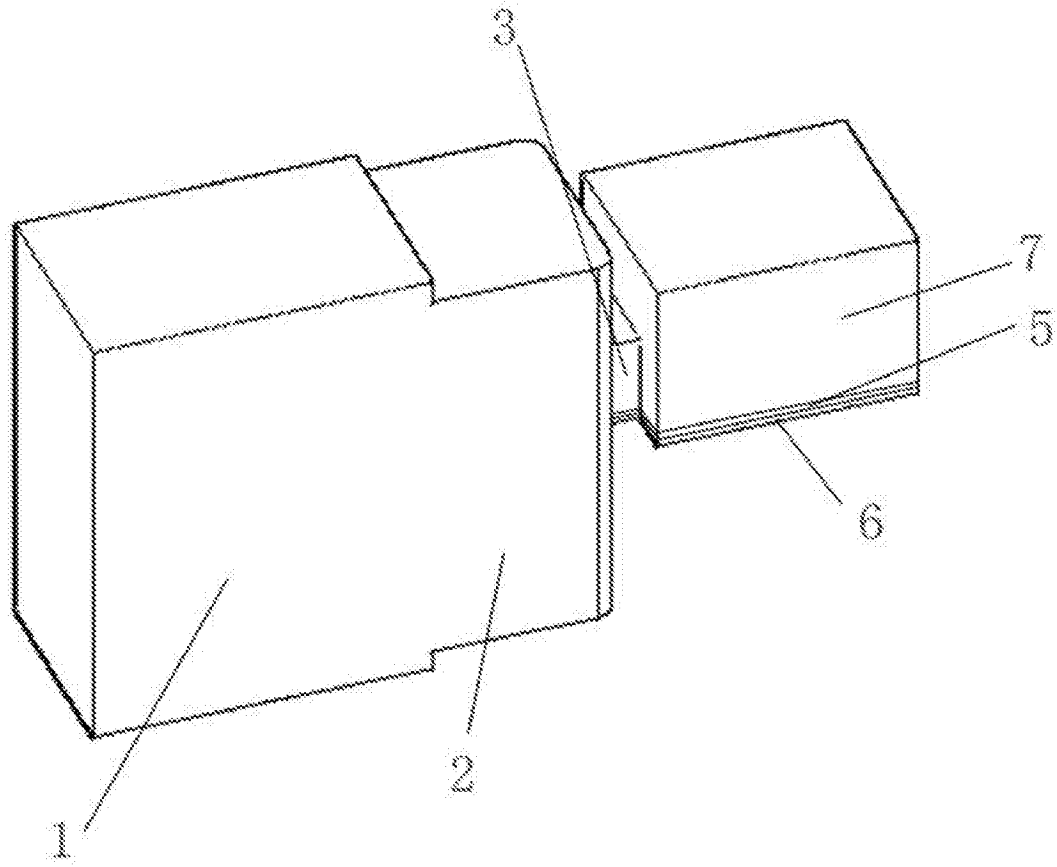


图1

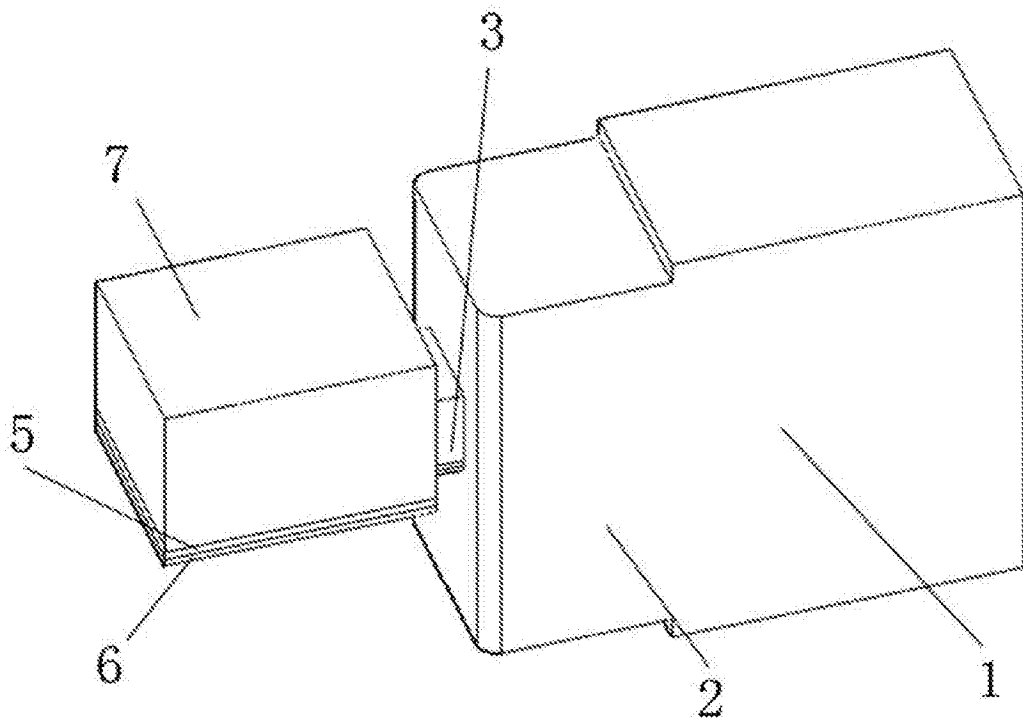


图2



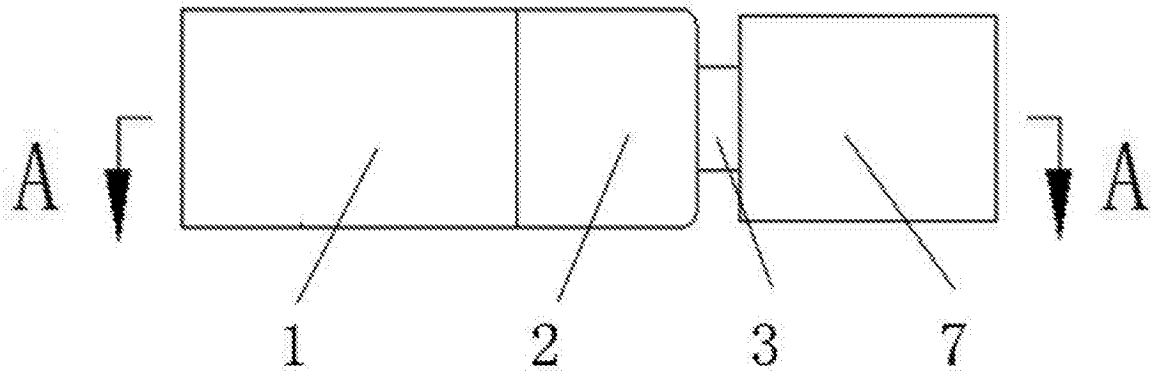


图3

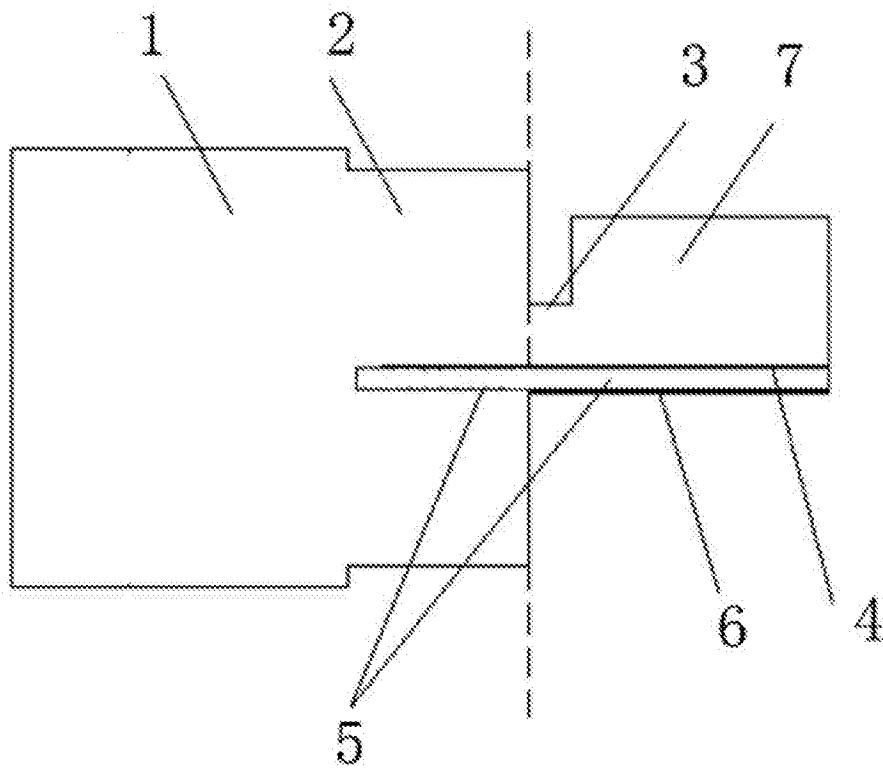


图4

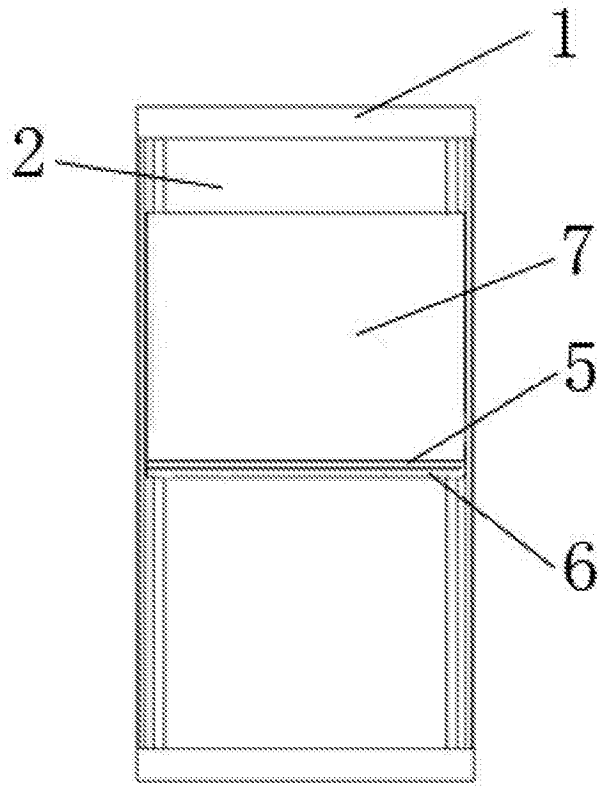


图5

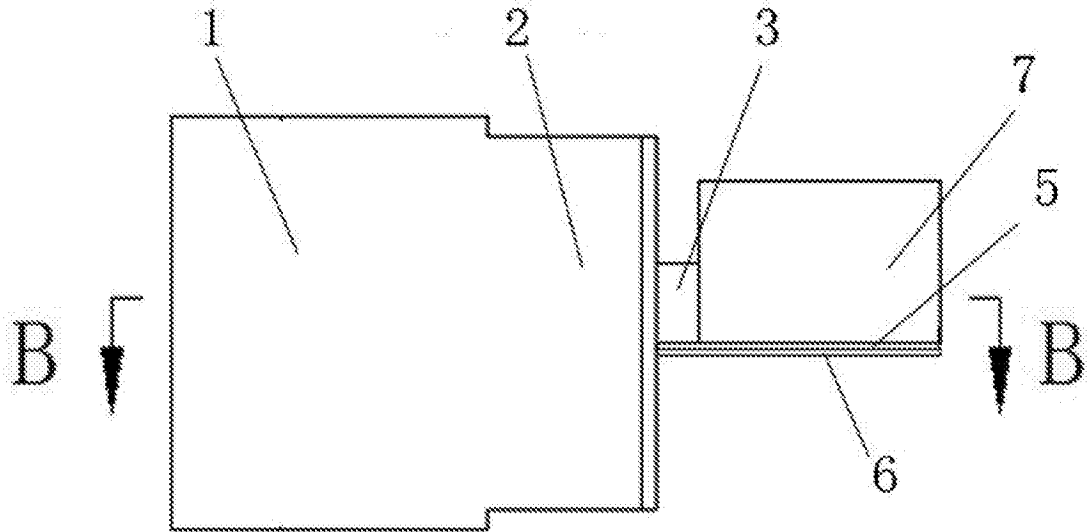


图6

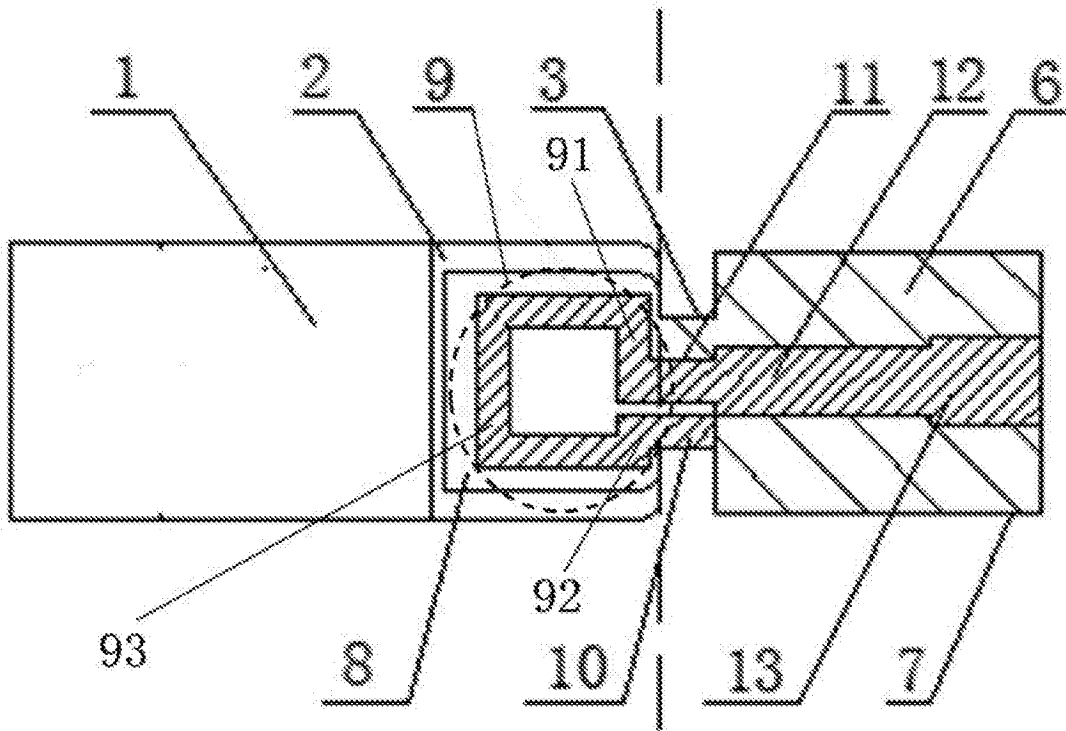


图7

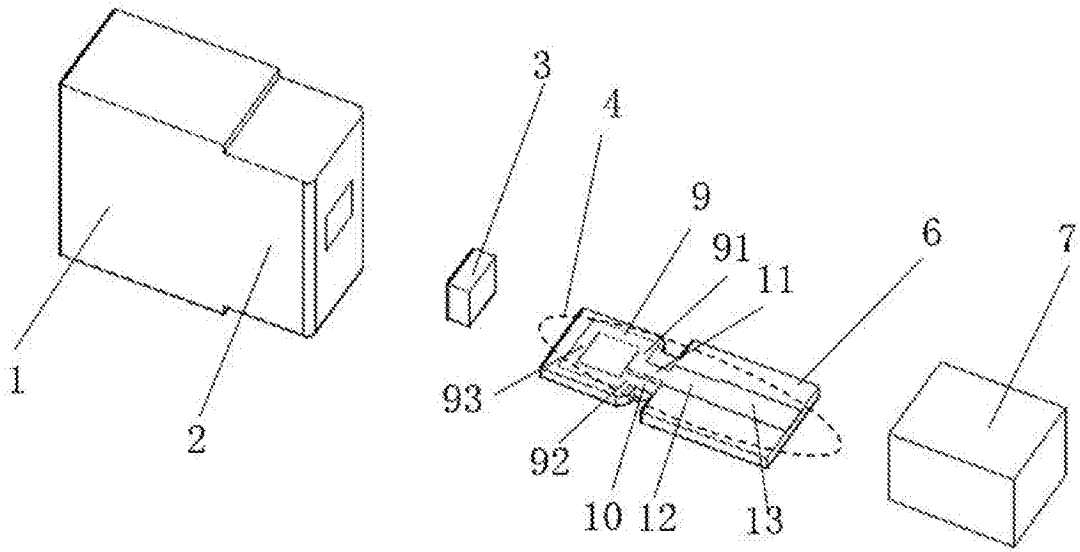


图8