



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114966160 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 30

(21) 申请号 202210901906.5

G01R 19/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.07.29

G01R 1/04 (2006.01)

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

申请人 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院
杭州飞仕得科技有限公司

(72) 发明人 盛况 郭清 王异凡 施贻蒙
张军明 邵帅 张弛 程加昌

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 李赫

(51) Int.Cl.

G01R 15/20 (2006.01)

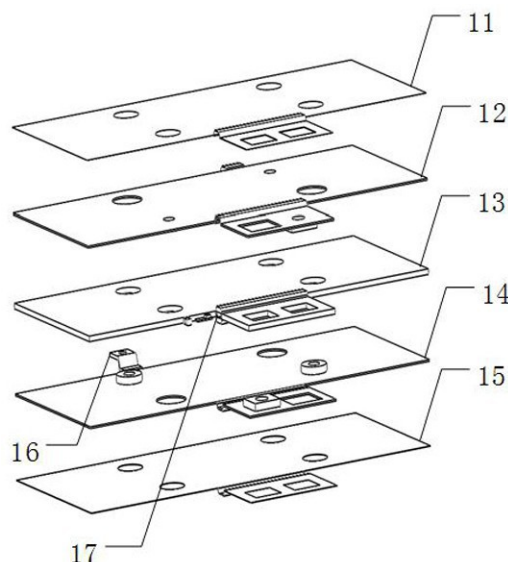
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于隧道磁电阻的叠层母排及功率器件电流检测装置

(57) 摘要

本申请公开了一种基于隧道磁电阻传感器的叠层母排及功率器件电流检测装置,涉及电力设备领域,解决测量功率器件电流时的共模噪声高,寄生电感高,或者不能测量直流的问题,基板的内部设置容纳腔,容纳腔位于电容安装孔对和功率器件安装孔对之间,容纳腔用于安装隧道磁电阻传感器,当接线端子连接至电源,在电容与功率器件之间形成回路,第一导电层和第二导电层的电流产生的磁场在基板处相互增强,隧道磁电阻传感器通过检测电流产生的磁场以检测电流。两个导电层还可以一定程度为隧道磁电阻传感器屏蔽高频磁场,两个磁场相互增强,信噪比高,隧道磁电阻传感器体积较小,不会增加环路面积,寄生电感低,与功率器件无电气连接,共模噪声低。



1. 一种基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,其特征在于,包括:

第一绝缘层(11)、第一导电层(12)、基板(13)、第二导电层(14)、第二绝缘层(15)、接线端子(16);

所述第一绝缘层(11)、所述第一导电层(12)、所述基板(13)、所述第二导电层(14)、所述第二绝缘层(15)依次叠放并压合;

所述接线端子(16)为两个,分别与所述第一导电层(12)、所述第二导电层(14)连接,所述接线端子(16)对用于连接电源;

所述叠层母排上开设电容安装孔对,功率器件安装孔对;所述电容安装孔对与所述功率器件安装孔对通过所述第一导电层(12)和所述第二导电层(14)连接;

所述基板(13)的内部设置容纳腔(17),所述容纳腔(17)位于所述电容安装孔对和所述功率器件安装孔对之间,所述容纳腔(17)用于安装隧道磁电阻传感器(18)。

2. 根据权利要求1所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,其特征在于,所述容纳腔(17)为安装槽,所述安装槽用于安装所述隧道磁电阻传感器(18)。

3. 根据权利要求2所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,其特征在于,所述基板(13)的所述安装槽位置的厚度大于其他部分的厚度,所述第一绝缘层(11)、所述第一导电层(12)、所述第二导电层(14)、所述第二绝缘层(15)在所述安装槽的位置处对应弯折。

4. 根据权利要求3所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,其特征在于,还包括:封盖(19);所述封盖(19)上设置有出线孔;

所述封盖(19)设置于所述安装槽的开口处。

5. 根据权利要求4所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,其特征在于,所述安装槽的外边沿距安装的所述隧道磁电阻传感器(18)的外边沿的深度为3至9毫米。

6. 根据权利要求1所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,其特征在于,所述第一导电层(12)与所述第二导电层(14)为紫铜导电层。

7. 根据权利要求1所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,其特征在于,所述第一绝缘层(11)、所述第一导电层(12)、所述基板(13)、所述第二导电层(14)、所述第二绝缘层(15)依次通过热压方式压合。

8. 根据权利要求1所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,其特征在于,所述第一绝缘层(11)和所述第二绝缘层(15)为PET绝缘材料绝缘层。

9. 一种功率器件电流检测装置,其特征在于,包括如权利要求1至8任意一项所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排、隧道磁电阻传感器(18)。

10. 根据权利要求9所述的功率器件电流检测装置,其特征在于,还包括:示波器;

所述示波器与所述隧道磁电阻传感器(18)连接。

一种基于隧道磁电阻的叠层母排及功率器件电流检测装置

技术领域

[0001] 本申请涉及电力设备领域,特别是涉及一种基于隧道磁电阻的叠层母排及功率器件电流检测装置。

背景技术

[0002] 碳化硅(SiC)功率器件由于拥有低导通电阻特性以及出色的高温、高频和高压性能,已经成为下一代低损耗半导体可行的候选器件。为了评估SiC功率器件的性能,通常需要进行一系列的测试,包括静态、动态、短路和雪崩测试等。这类测试的一个关键量是流经SiC功率器件的电流,一般采用两种方式测量,一是同轴电阻,二是隔离探头。隔离探头又包括电流互感器探头和罗氏线圈。

[0003] 同轴电阻的缺点是:同轴电阻测量法不隔离,容易引入共模噪声;增加主回路环路面积,显著增加寄生电感。

[0004] 电流互感器探头的缺点:电流测量范围一般小于750A,且无法用于测量包含叠层母排的电流,且价格较贵(数万元)。

[0005] 罗氏线圈的缺点:无法测量直流,且价格较贵(数万元)。

[0006] 由此可见,提供一种寄生电感低、可测直流电流且成本较低的功率器件电流测试装置,是本领域人员亟待解决的技术问题。

发明内容

[0007] 本申请的目的是提供一种寄生电感低、可测直流电流且成本较低的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排及功率器件电流检测装置。

[0008] 为解决上述技术问题,本申请提供一种基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,包括:
第一绝缘层、第一导电层、基板、第二导电层、第二绝缘层,接线端子;
所述第一绝缘层、所述第一导电层、所述基板、所述第二导电层、所述第二绝缘层依次叠放并压合;

所述接线端子为两个,分别与所述第一导电层、所述第二导电层连接,所述接线端子对用于连接电源;

所述叠层母排上开设电容安装孔对,功率器件安装孔对;所述电容安装孔对与所述功率器件安装孔对通过所述第一导电层和所述第二导电层连接;

所述基板的内部设置容纳腔,所述容纳腔位于所述电容安装孔对和所述功率器件安装孔对之间,所述容纳腔用于安装隧道磁电阻传感器。

[0009] 优选地,所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排:

所述容纳腔为安装槽,所述安装槽用于安装所述隧道磁电阻传感器。

[0010] 优选地,所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,

所述基板的所述安装槽位置的厚度大于其他部分的厚度,所述第一绝缘层、所述第一导电层、所述第二导电层、所述第二绝缘层在所述安装槽的位置处对应弯折。

[0011] 优选地,所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,还包括:封盖;所述封盖上设置有出线孔;

所述封盖设置于所述安装槽的开口处。

[0012] 优选地,所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,所述安装槽的外边沿距安装的所述隧道磁电阻传感器的外边沿的深度为3至9毫米。

[0013] 优选地,所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,所述第一导电层与所述第二导电层为紫铜板。

[0014] 优选地,所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,所述第一绝缘层、所述第一导电层、所述基板、所述第二导电层、所述第二绝缘层依次通过热压方式压合。

[0015] 优选地,所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,所述第一绝缘层和所述第二绝缘层为PET绝缘材料绝缘层。

[0016] 为解决上述技术问题,本申请还提供一种功率器件电流检测装置,包括所述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排、隧道磁电阻传感器。

[0017] 优选地,所述的功率器件电流检测装置,还包括:示波器;

所述示波器与所述隧道磁电阻传感器连接。

[0018] 本申请所提供的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,包括:第一绝缘层、第一导电层、基板、第二导电层、第二绝缘层,接线端子;第一绝缘层、第一导电层、基板、第二导电层、第二绝缘层依次叠放并压合;接线端子为两个,分别与述第一导电层、第二导电层连接,接线端子对用于连接电源;叠层母排上开设电容安装孔对,功率器件安装孔对;电容安装孔对与功率器件安装孔对通过第一导电层和第二导电层连接;基板的内部设置容纳腔,容纳腔位于电容安装孔对和功率器件安装孔对之间,容纳腔用于安装隧道磁电阻传感器,当接线端子连接至电源,在电容与功率器件之间形成回路,第一导电层和第二导电层的电流产生的磁场在两个导电层之间,即基板所在位置是相互增强的,隧道磁电阻传感器通过检测电流产生的磁场以检测电流。两个导电层还可以一定程度为隧道磁电阻传感器屏蔽高频磁场,两个磁场相互增强,信噪比高,且隧道磁电阻传感器的成本较低,隧道磁电阻传感器本身体积仅为 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$,集成于叠层内部不会增加环路面积,寄生电感低,隧道磁电阻传感器通过测量磁场测量电流,与功率器件无电气连接,共模噪声低。

[0019] 另外,本申请还提供一种功率器件电流检测装置,包括上述基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,效果同上。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本申请实施例,下面将对实施例中所需要使用的附图做简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1为本申请实施例提供的一种基于隧道磁电阻传感器的叠层母排的爆炸图;

图2为本申请实施例提供的一种基于隧道磁电阻传感器的叠层母排的示意图;

图3为本申请实施例提供的一种基于隧道磁电阻传感器的基板示意图;

图4为本申请实施例提供的一种基于隧道磁电阻传感器的叠层母排的安装槽剖面图;

图5为本申请实施例提供的一种基于隧道磁电阻传感器的叠层母排的隧道磁电阻传感器安装示意图；

图6为本申请实施例提供的一种仿真实验的示意图；

图7为本申请实施例提供的不同尺寸的叠层母排的隧道磁电阻传感器的安装位置的示意图。

[0022] 附图标记如下：11为第一绝缘层、12为第一导电层、13为基板、14为第二导电层、15为第二绝缘层、16为接线端子、17为容纳腔、18为隧道磁电阻传感器。

具体实施方式

[0023] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下，所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护范围。

[0024] 本申请的核心是提供一种寄生电感低、可测直流电流且成本较低的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排及功率器件电流检测装置。

[0025] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案，下面结合附图和具体实施方式对本申请作进一步的详细说明。

[0026] 碳化硅(SiC)材料具有3倍于Si的禁带宽度，10倍于Si的击穿场强，3倍于Si的热导率和2倍于Si的载流子饱和速度。碳化硅材料的击穿场强高，能够以更高掺杂浓度和更薄的漂移层制作出600V至数千V的高耐压器件，理论上，相同耐压的器件，碳化硅器件的单位面积漂移层电阻可以降到硅器件的1/300。较小的导通电阻可减小芯片面积，降低寄生电容，提升开关频率。而在硅材料中，为了改善伴随高耐压而引起的导通电阻增大的问题，主要采用如IGBT等少数载流子器件(双极型器件)，存在较大的拖尾电流，开关损耗大。在一系列大功率应用中，采用碳化硅金属-氧化层半导体场效晶体管(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET)替换硅绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT)都在效率和体积上得到了提升，由于热导率高，碳化硅器件因热损耗在半导体内造成的温升会更小。

[0027] 为了评估碳化硅功率器件的性能，通常需要其进行一系列的测试，包括静态、动态、短路和雪崩测试等。这类测试的一个关键量是流经碳化硅功率器件的电流。

[0028] 隧道磁电阻(Tunnel Magneto Resistance, TMR)元件是近年来开始工业应用的新型磁电阻效应传感器，其利用的是磁性多层膜材料的隧道磁电阻效应对磁场进行感应。由于TMR元件磁场灵敏度高，磁阻变化率大，线性度好，温度稳定性好，性能稳定，无层间耦合效应，无需额外的聚磁环结构和Set/Reset线圈结构，可以做成各种高灵敏、体积小、使用方便的磁传感器。由于隧道磁电阻传感器是通过检测待测电流产生的磁场(称为待测磁场)来检测电流，因而需将隧道磁电阻传感器放置在一个待测磁场足够强的位置。叠层母排的两个导电层电流流向相反，所以在叠层母排的外侧，两个导电层上的电流所产生的磁场相互抵消，如果将隧道磁电阻传感器放置在叠层母排外侧，检测到的待测磁场将十分微弱，且外界磁场也很容易被隧道磁电阻传感器检测到，信噪比会很低。增强待测磁场有两种方式，一种是减小两个导电层的重叠面积，这样做虽然可以提升信噪比，但是会增加叠层母排的

电感,得不偿失。为了解决这种问题,本申请通过将隧道磁电阻传感器放置在两个导电层中间,磁场在导电层中间相互增强,且两个导电层还可以一定程度为TMR屏蔽高频磁场,图1为本申请提供的一种基于隧道磁电阻传感器的叠层母排的爆炸图,如图1所示,基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,包括:

第一绝缘层11、第一导电层12、基板13、第二导电层14、第二绝缘层15,接线端子16;

第一绝缘层11、第一导电层12、基板13、第二导电层14、第二绝缘层15依次叠放并压合;

接线端子16为两个,分别与第一导电层12、第二导电层14连接,接线端子16对用于连接电源;

叠层母排上开设电容安装孔对,功率器件安装孔对;电容安装孔对与功率器件安装孔对通过第一导电层12和第二导电层14连接;

基板13的内部设置容纳腔17,容纳腔17位于电容安装孔对和功率器件安装孔对之间,容纳腔17用于安装隧道磁电阻传感器18。

[0029] 本申请实施例不限制第一绝缘层11和第二绝缘层15的材质,例如聚碳酸酯(Polycarbonate,PC)材料、聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene glycol terephthalate,PET)材料、纳米材料等,根据实际需要选择即可。优选地,第一绝缘层11和第二绝缘层15为PET绝缘材料绝缘层。PET绝缘材料有良好的力学性能,冲击强度是其他薄膜的3~5倍,耐折性好,电绝缘性优良,受温度影响小。

[0030] 本申请实施例不限制第一导电层12与第二导电层14的具体材质,例如铝导电层,铜导电层等,根据实际需要选择即可。优选地,第一导电层12与第二导电层14为紫铜导电层。紫铜,又名红铜,具有很好的导电性和导热性,塑性极好,易于热压和冷压力加工,广泛用于制作导电、导热器材。

[0031] 另外,基板13也是绝缘层,隔开第一导电层12与第二导电层14。优选地,所述第一绝缘层11、所述第一导电层12、所述基板13、所述第二导电层14、所述第二绝缘层15依次通过热压方式压合。

[0032] 图2为本申请实施例提供的另一基于隧道磁电阻传感器的叠层母排的示意图,如图2所示,叠层母排上有两个接线端子16,分别与第一导电层12和第二导电层14连接,两个接线端子16连接电源,叠层母排上开设电容安装孔对,功率器件安装孔对,电容安装孔成对出现,以便于安装电容,功率器件安装孔也是成对的,以便于安装功率器件,易知的,电容安装孔对中,一个电容安装孔连接至第一导电层12,另一个连接至第二导电层14;功率器件安装孔对中,一个功率器件安装孔连接至第一导电层12,另一个连接至第二导电层14。当接线端子16连接至电源,在电容与功率器件之间形成回路,需要检测的是回路中的电流。

[0033] 图3为本申请实施例提供的基于隧道磁电阻传感器18的基板13示意图,如图3所示,本实施例提到的容纳腔17设置在电容安装孔对和功率器件安装孔对之间,容纳腔17用于安装隧道磁电阻传感器18,当形成回路时,第一导电层12和第二导电层14的电流产生的磁场在两个导电层之间,即基板13所在位置是相互增强的,隧道磁电阻传感器18通过检测电流产生的磁场以检测电流。本实施例不限制设置容纳腔17的基板13厚度,例如,可以是基板13整体厚度一致,厚度足够开设容纳腔17,也可以是基板13开设容纳腔17的部位厚度加

厚,以开设容纳腔17。

[0034] 优选地,基板13的安装槽位置的厚度大于其他部分的厚度,第一绝缘层11、第一导电层12、第二导电层14、第二绝缘层15在安装槽的位置处对应弯折。

[0035] 只在容纳腔17处加厚基板13,以便于开设容纳腔17,节省基板13材料。

[0036] 本实施例提到的容纳腔17设置于基板13的内部,本实施例不限制容纳腔17的具体形状,能放置隧道磁电阻传感器18即可。本实施例提到的容纳腔17可以是一个通孔,也可以是一个安装槽。

[0037] 图4为本申请实施例提供的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排的安装槽剖面图,如图4所示,容纳腔17为安装槽,安装槽用于安装隧道磁电阻传感器18。

[0038] 即可通过安装槽的一侧开口处放置隧道磁电阻传感器18。

[0039] 为了使隧道磁电阻传感器18检测到的磁场强度更精确,优选地,基于隧道磁电阻传感器的叠层母排还包括:封盖19;封盖19上设置有出线孔; ,

封盖19设置于安装槽的开口处。

[0040] 图5为本申请实施例提供的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排的隧道磁电阻传感器18安装示意图,需要说明的是隧道磁电阻传感器18通常需要设置在印制电路板(Printed Circuit Board,PCB)上进行工作,如图4所示,隧道磁电阻传感器18设置在PCB板上,通过安装槽的开口处放置入安装槽,封盖19再放置于开口处,封盖19处有出线孔,以便于导出导线。

[0041] 如果容纳腔17为通孔,包括两个封盖,分别设置于通孔的两个开口处。

[0042] 通过本申请实施例提供的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排,基板13的内部设置容纳腔17,容纳腔17位于电容安装孔对和功率器件安装孔对之间,容纳腔17用于安装隧道磁电阻传感器18,当接线端子16连接至电源,在电容与功率器件之间形成回路,第一导电层12和第二导电层14的电流产生的磁场在两个导电层之间,即基板13所在位置是相互增强的,隧道磁电阻传感器18通过检测电流产生的磁场以检测电流。两个导电层还可以一定程度为隧道磁电阻传感器18屏蔽高频磁场,两个磁场相互增强,信噪比高,且隧道磁电阻传感器18的成本较低,隧道磁电阻传感器18本身体积仅为 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$,集成于叠层内部不会增加环路面积,寄生电感低,隧道磁电阻传感器18通过测量磁场测量电流,与功率器件无电气连接,共模噪声低。

[0043] 另外,对于直流或低频电流,电流将平均分布于母排;而对于高频电流,由于集肤效应,电流趋向于分布在导电层边沿。其结果是,电流 I 到磁场 B 的增益(即 B/I)会随着频率的变化而变化。为了保证测量电流时的带宽,本实施例通过仿真实验检测在不同安装位置的增益,图6为本申请实施例提供的一种仿真实验的示意图,通过对其进行仿真实验,发现当安装位置在距离边沿在 $a \sim b$ 时,低频与高频的 B 交叠,意味着在此位置, B/I 的增益不随频率变化而变化。图7为本申请实施例提供的不同尺寸的叠层母排的隧道磁电阻传感器的安装位置的示意图。

[0044] 因此,本实施例提供一种优选方案,所述安装槽的外边沿距安装的所述隧道磁电阻传感器18的外边沿的深度为3至9毫米。

[0045] 当隧道磁电阻传感器18的外边沿距离安装槽的外边沿 $3 \sim 9\text{mm}$ 区域内TMR增益在几乎不随待测电流变化。

[0046] 另外,本申请实施例提供一种功率器件电流检测装置,包括上述的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排、隧道磁电阻传感器18。

[0047] 功率器件电流检测装置包括基于隧道磁电阻传感器的叠层母排、隧道磁电阻传感器18。用户只需要将功率器件案子于叠层母排的功率器件安装孔上,当接线端子16连接至电源,在电容与功率器件之间形成回路,第一导电层12和第二导电层14的电流产生的磁场在两个导电层之间,即基板13所在位置是相互增强的,隧道磁电阻传感器18通过检测电流产生的磁场以检测电流。两个导电层还可以一定程度为隧道磁电阻传感器18屏蔽高频磁场,两个磁场相互增强,信噪比高,且隧道磁电阻传感器18的成本较低,隧道磁电阻传感器18本身体积仅为 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$,集成于叠层内部不会增加环路面积,寄生电感低,隧道磁电阻传感器18通过测量磁场测量电流,与功率器件无电气连接,共模噪声低。

[0048] 另外优选地,功率器件电流检测装置还包括:示波器;

所述示波器用于与所述隧道磁电阻传感器18连接。

[0049] 用户可直接在示波器上观测隧道磁电阻传感器18的输出信号。本实施例不限制示波器的型号,也不限制连接方式,根据实际需要选择即可。隧道磁电阻传感器18可由示波器直接信号端口供电,也可单独供电。

[0050] 以上对本申请所提供的基于隧道磁电阻传感器的叠层母排及功率器件电流检测装置进行了详细介绍。说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以对本申请进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本申请权利要求的保护范围内。

[0051] 还需要说明的是,在本说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

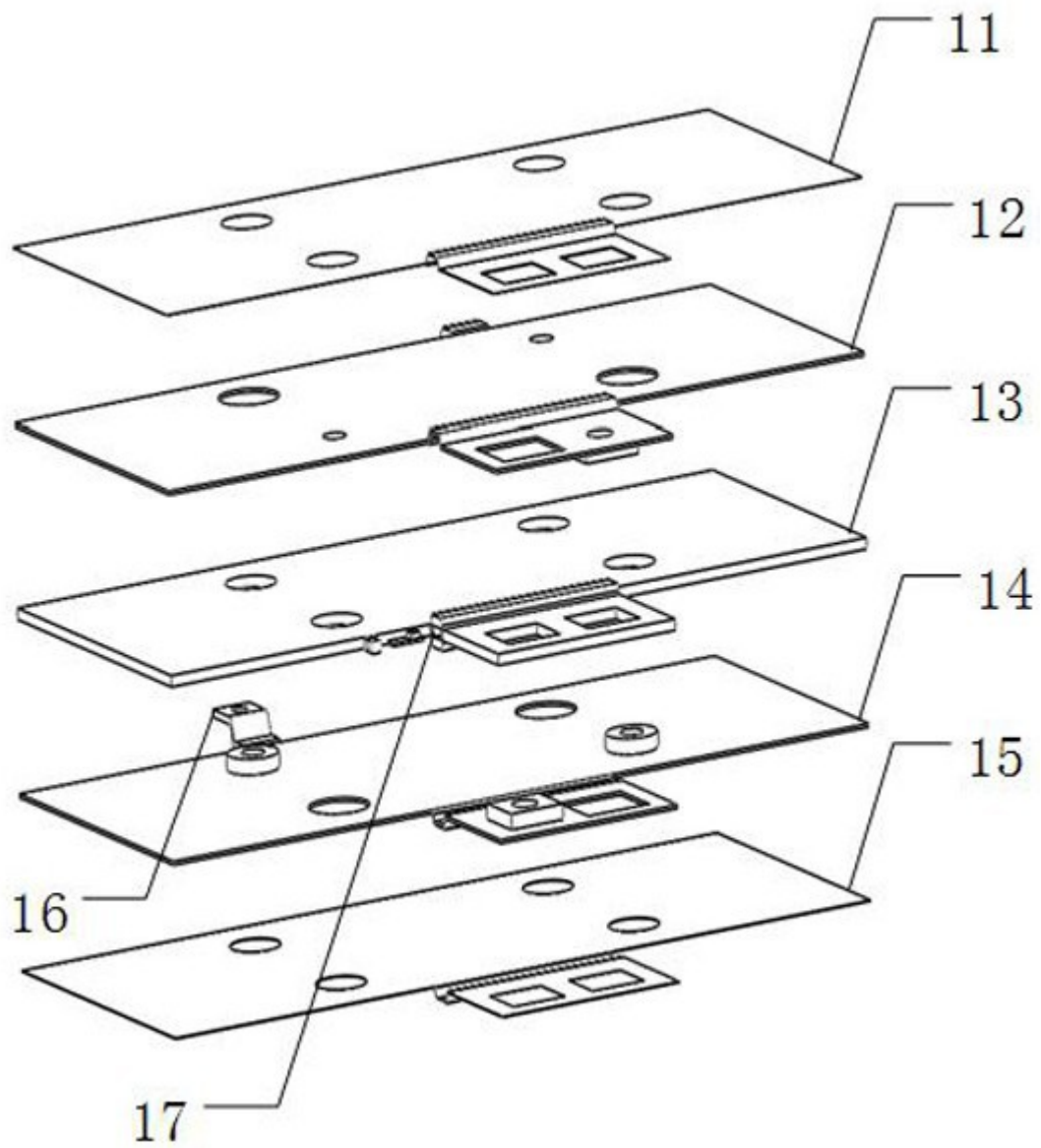


图1

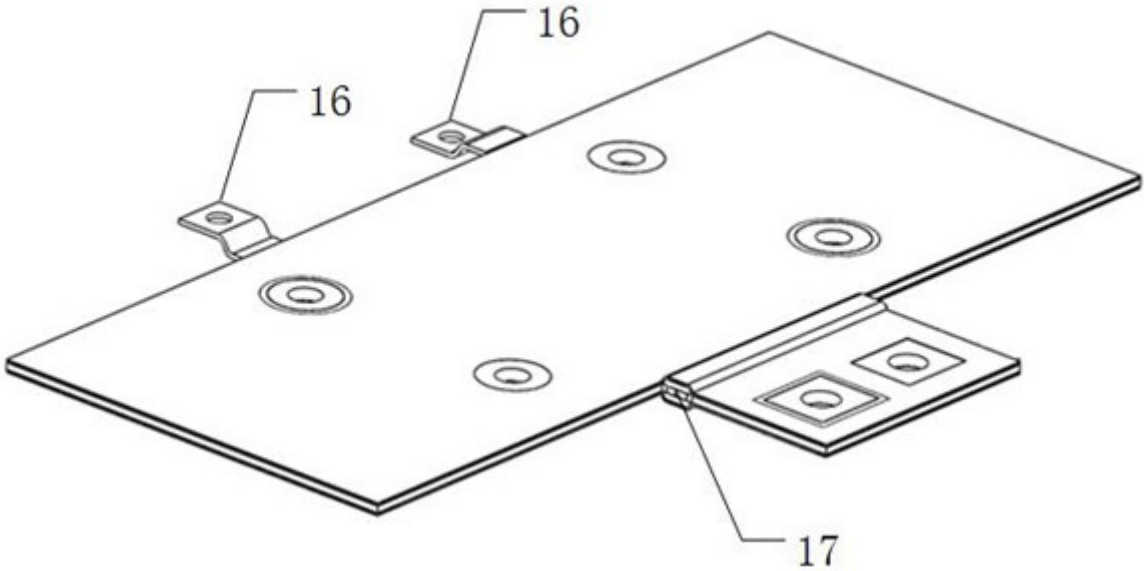


图2

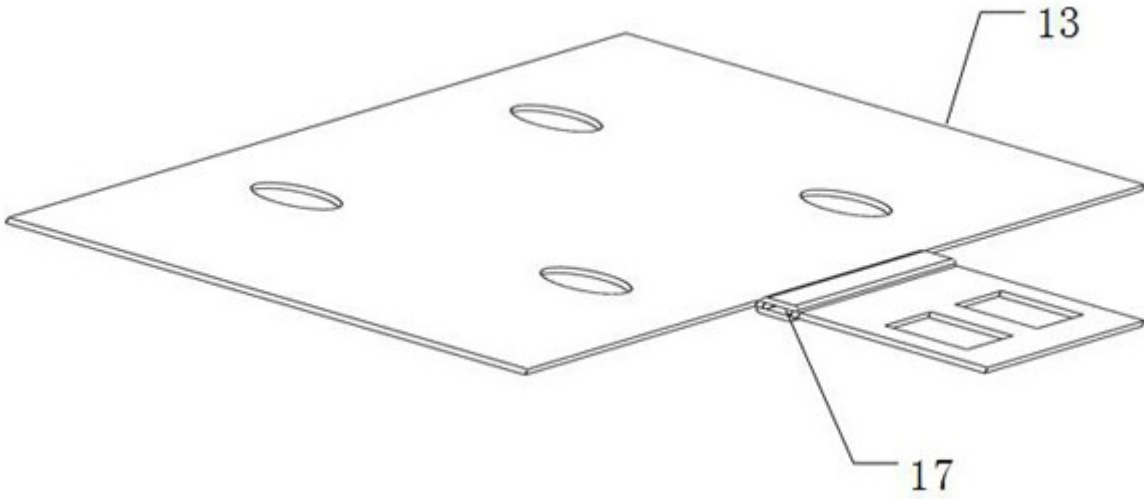


图3

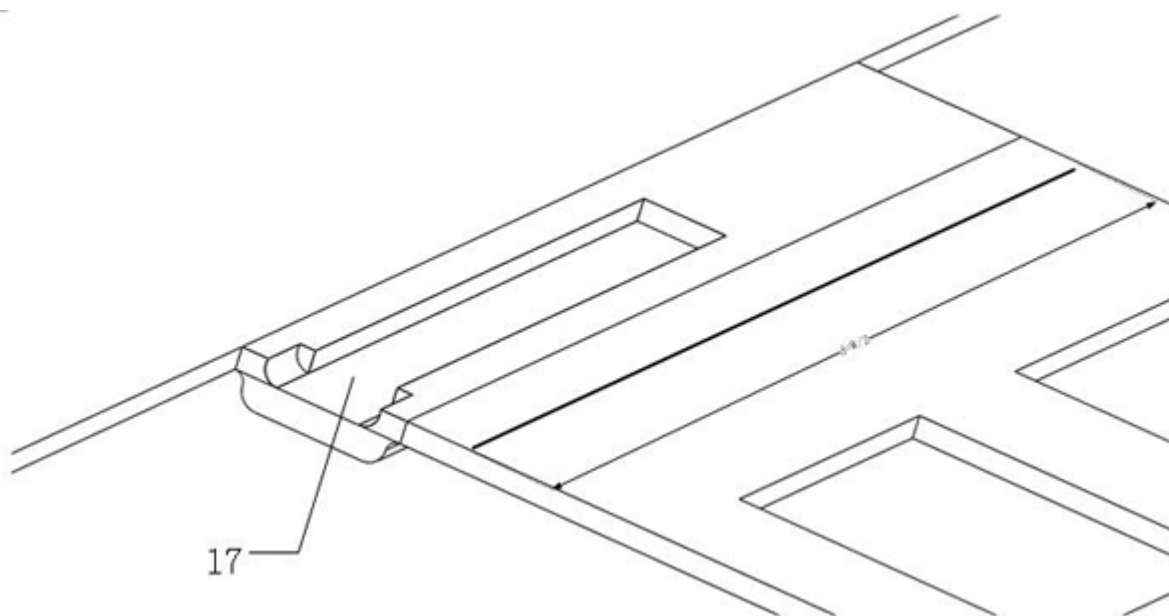


图4

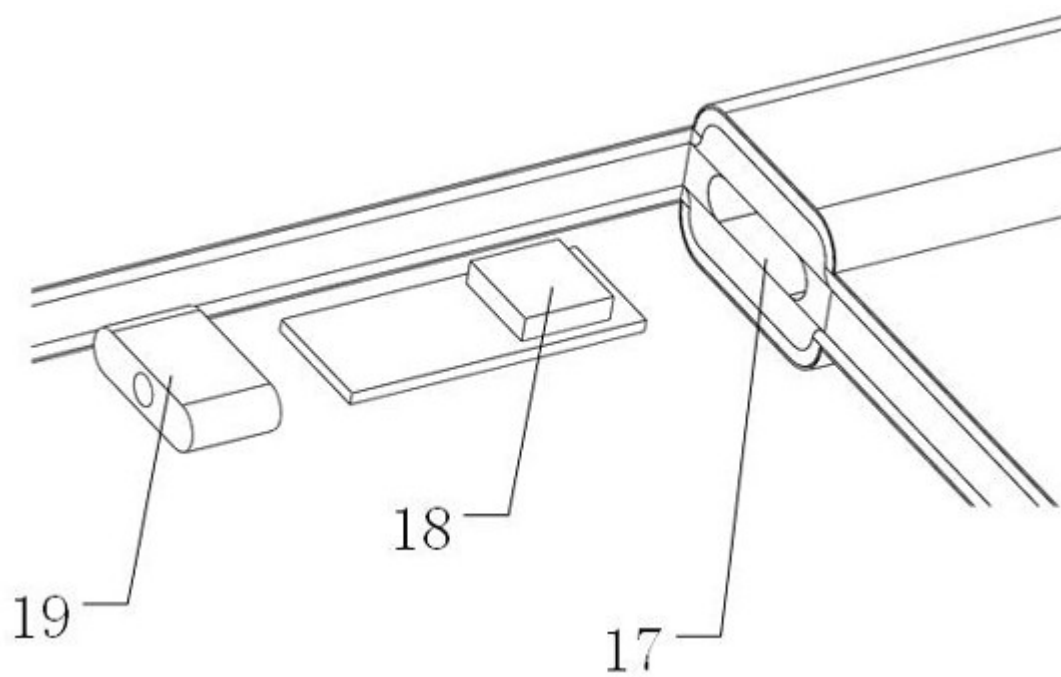


图5

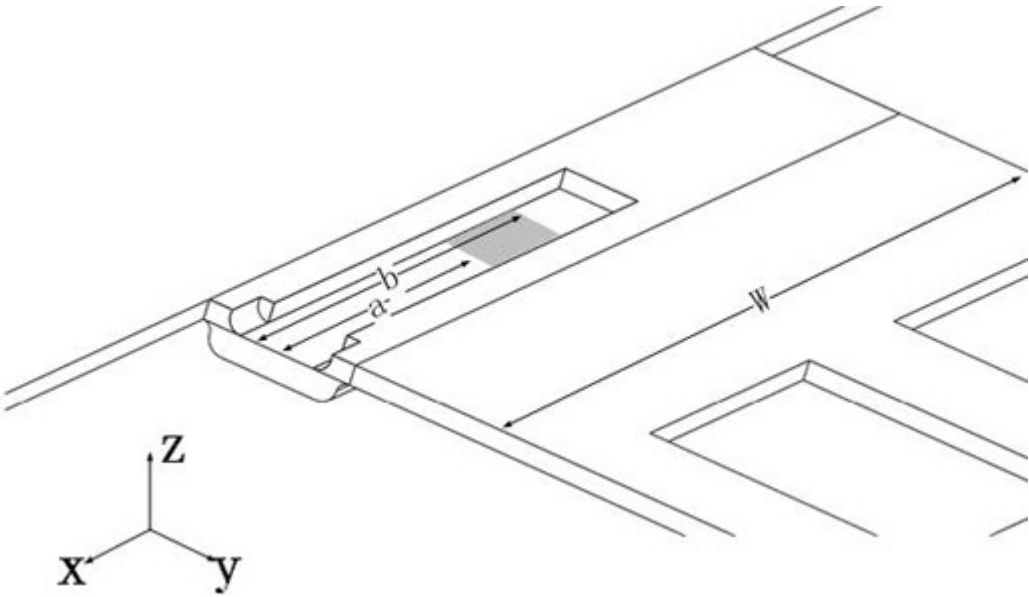


图6

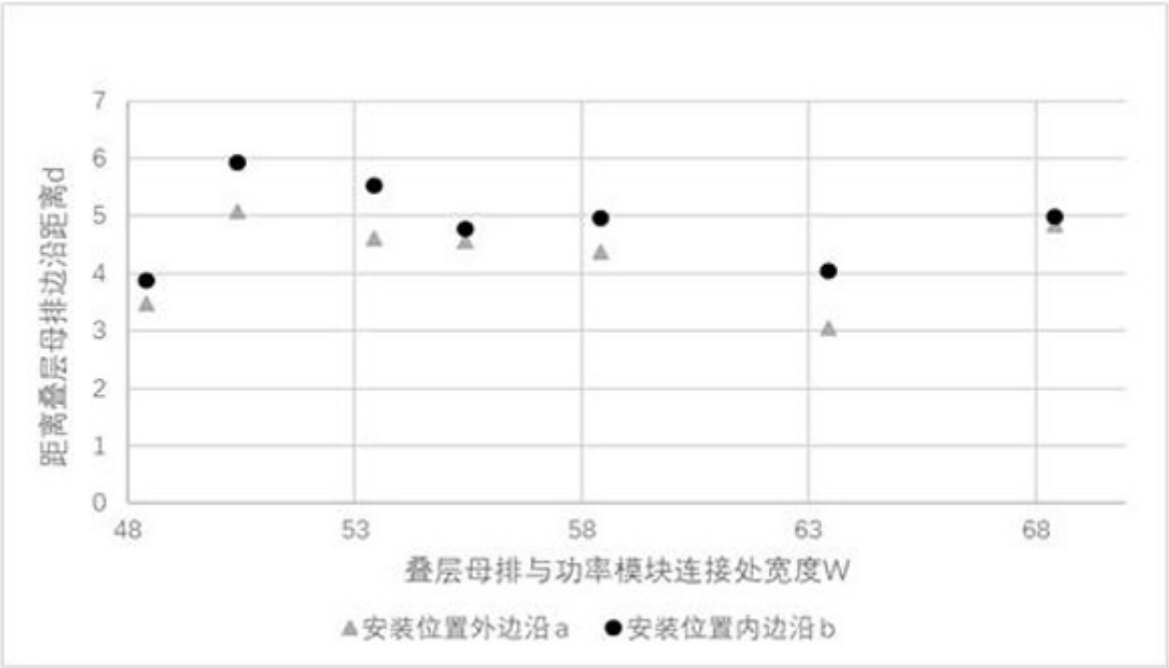


图7