



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104390532 B

(45)授权公告日 2017. 11. 03

(21)申请号 201410659194.6

(22)申请日 2014.11.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104390532 A

(43)申请公布日 2015.03.04

(73)专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号北京理工大学

(72)发明人 严楠 吕智星 鲍丙亮 蒋俊

李朝振 程俊 董海平 焦清介

(51)Int.Cl.

F42G 19/12(2006.01)

审查员 王国宇

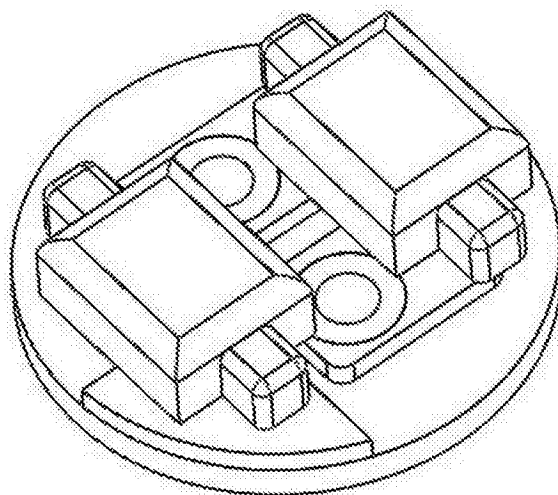
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种桥丝式电雷管用圆片式TVS管高效能静电防护组件

(57)摘要

本发明涉及一种桥丝式电雷管用圆片式TVS管高效能静电防护组件,包含一个圆片形PCB电路板和两只TVS管静电防护电子器件。其中一只TVS管通过电路板与脚-脚发火回路并联,另一只TVS管通过电路板与脚-壳发火回路并联。PCB电路板的反面布置了两个锯齿形放电电极,与金属管壳内壁构成脚-壳间空气隙静电泄放通道,锯齿形放电电极与静电防护器件并联构成脚-壳静电防护的双重保险作用。本发明的静电防护组件对脚-壳和脚-脚防护效果均可以达到抗人体静电50kV以上,并且能够经受静电放电的多次冲击而不会发生任何性能改变。



1. 一种圆片式TVS管高效能静电防护组件,包括一个圆片形PCB电路板(1)、一个与脚-脚并联的TVS管和一只与脚-壳并联的TVS管,其特征是PCB电路板正面的长矩形金属焊盘(4)、短矩形金属焊盘(5)之间连接第一只微型化的贴片式TVS管静电防护器件(9)的两极构成与脚-脚桥丝发火回路并联的静电泄放通道,电路板正面的长矩形金属焊盘(4)、弧形金属焊盘(6)之间连接第二只微型化的贴片式TVS管静电防护器件(10)的两极构成与脚-壳药剂发火危险通道并联的静电泄放通道,PCB电路板的反面布置了两个对称形状的锯齿形覆铜板放电极,用作与金属管壳内壁构成脚-壳间静电泄放回路,锯齿形覆铜板放电极与第二只贴片式TVS管并联构成脚-壳静电防护的双重保险作用。

2. 根据权利要求1所述的高效能静电防护组件,其特征是静电防护能力高于现行军用标准和工业标准对电火工品静电安全性要求的最高电压25kV技术指标,脚-脚和脚-壳静电防护能力均可以达到抗极端人体静电50kV以上,并且可以达到抗50kV的多次静电放电的安全性要求。

3. 根据权利要求1所述的高效能静电防护组件,其特征是圆形PCB电路板的微型化,直径只有3.4mm~4.2mm,厚度只有0.3mm~0.5mm,所述PCB电路板能够容纳第一只微型化的贴片式TVS管静电防护器件(9)和第二只微型化的贴片式TVS管静电防护器件(10)的布线和装配;并可装配在相同直径的小尺寸电极塞上和相同内径的小尺寸电火工品管壳内。

4. 根据权利要求1所述的高效能静电防护组件,其特征是PCB电路板(1)的正面上布置了三个异形金属焊盘,一个较长的矩形的金属焊盘(4)、一个较短的矩形的金属焊盘(5)和一个圆弧形的金属焊盘(6);长矩形金属焊盘(4)的上半部和短矩形金属焊盘(5)组成一对电极,用于连接第一只贴片式TVS管静电防护器件(9)的两极,所述TVS管防护器件与电火工品脚-脚发火回路构成并联电路,形成脚-脚静电泄放通道;长矩形金属焊盘(4)的下半部和弧形金属焊盘(6)组成另一对电极,用于连接第二只贴片式TVS管静电防护器件(10)的两极,所述TVS管防护器件与电火工品脚-壳药剂发火回路构成并联电路,形成脚-壳间静电泄放通道;只连接一只静电防护器件时则只具备对应静电发火回路的防护功能,如果连接两只静电防护器件时则同时具备电火工品脚-脚、脚-壳静电发火的防护功能。

5. 根据权利要求1所述的高效能静电防护组件,其特征是PCB电路板的反面布置了两个对称形状的锯齿形覆铜板放电极,锯齿形顶角角度为60度,尖角齿数取5~8个尖角,均匀分布,每个尖角与PCB电路板(1)外缘均留0.3mm的空气间隙,用作与金属管壳内壁构成脚-壳间静电泄放回路,锯齿形覆铜板放电极与第二只贴片式TVS管并联构成脚-壳静电防护的双重保险作用。

6. 根据权利要求1所述的高效能静电防护组件,其特征是静电防护器件参数选择的设计方法,所述TVS管必须是双向TVS管,最大反向工作电压越小,对电火工品脚-脚静电放电能量的分流越好,TVS管的反向工作电压选择要高于敏感电火工品的正常工作电压,反向工作电压太低则影响电火工品的正常工作性能,而太高会使TVS管的箝位电压也越高,对敏感电火工品的静电防护效果不利,对于某电火工品的正常发火电压12V/6.8 μ F,选择SMDJ18CA型双向TVS管作为防护器件,最大反向工作电压为18V,对于静电放电电压50kV,在单RC回路标准静电模型电路中产生的放电电流峰值为100A,流入TVS管的电流峰值为95A,而流入电火工品的电流峰值仅有5A,TVS管的分流比为95%,通过电火工品脚-脚的静电放电能量从0.64J减少到0.000079J,仅有约万分之一的静电能量流入电火工品桥丝发火回路。

7. 根据权利要求1所述的高效能静电防护组件,其特征是PCB电路板装配入电火工品时锯齿形放电电极一面朝向电极塞一侧,并与电极塞、管壳内壁之间保留一薄层空气间隙构成空气隙静电泄放通道,其中电极塞材料为塑料、玻璃或陶瓷,空气间隙静电泄放通道内不得涂胶及填充其它物质,放电间隙位置应布置在尽量远离火工品装药的地方,并保证与装药之间有介质隔断,PCB电路板的第一金属化过孔(2)与第一脚线(14)采用焊接形成电路连接,第二金属化孔(3)和第二脚线(15)采用焊接形成电路连接,通过管壳收口工艺或导电胶工艺使PCB电路板的弧形焊盘(6)与管壳形成电路连接。

8. 根据权利要求1所述的高效能静电防护组件,其特征是圆片式TVS管静电防护组件的厚度仅有0.8mm~1.5mm。

一种桥丝式电雷管用圆片式TVS管高效能静电防护组件

所属技术领域

[0001] 本发明专利属于电火工品静电防护电子器件,特别是适用于敏感型桥丝式电雷管的高效能静电防护电子器件。

背景技术

[0002] 现有桥丝式工业电雷管在使用过程中容易受到静电、杂散电流的影响产生性能的改变或意外发火。在火工品以及武器系统的生产、装配、储存、运输、使用和维护等过程中,静电放电的危害普遍存在,静电具有高电压、低能量、高瞬态的特点,静电放电能量的耦合可能对电火工品的发火性能(感度、发火时间等)以及安全性能(安全电流等)造成影响,甚至导致瞎火或意外发火,使系统任务无法完成或造成人员伤亡。

[0003] 电雷管现有的静电防护技术途径是,采用脚-壳之间设置绝缘材料以提高其绝缘强度,从而提高静电击穿电压,或脚-壳之间设置空气隙、涂导电胶、泄放电容、半导体放电管等静电泄放通道来提高脚-壳的静电防护能力;而脚-脚的抗静电能力的提高目前只有增大桥丝直径、增大桥塞接触面积、提高发火药爆发点等技术措施。通过以上静电防护技术途径之一或组合,从而使电雷管达到GJB 5309.14-2004《火工品试验方法第14部分:静电放电试验》、MIL-DTL-23659F-2010《电起爆器通用设计规范》、GBT8031-2005《工业电雷管》等标准规定的抗人体静电25kV的安全性要求。但是随着工业及战场的静电环境、电磁环境干扰的日益增强,随着人们对静电作用机理的认识提高,人们发现传统的工业标准和军标标准中制定的最大人体静电电压(军用电火工品25kV、民用电雷管10kV)的安全性指标已经不能完全覆盖、满足现代火工品的使用环境要求,也不能代表最为严酷的人体静电环境。如军械工程学院刘尚合院士及美国桑迪亚实验室、美国电气和电子工程师协会报道的极端人体电压值统计结果,其中《英国防静电通用规范》为50kV,《美国防护试验手册》为40kV,《北京国际静电会议》为35kV~50kV,军械工程学院研究结果为60kV。而在这些静电极端值作用下电火工品安全性试验分析和理论分析鲜有报道。此外,电火工品在使用、运输等过程当中不可避免的会受到多次静电冲击,目前报道在脚-壳之间涂导电胶、泄放电容、半导体放电管的方式来防护脚-壳静电危害的静电电压最高可以达到抗静电25kV,但当静电电压高于25kV时上述静电防护技术的防护效果会大大降低,泄放电容、半导体放电管不能保证电火工品性能受到损伤或意外发火,高压静电作用3次之后导电胶的防护效果会大大降低,多次放电甚至会导致导电胶失去静电防护能力,并且上述所有静电防护技术均不能对敏感电火工品脚-脚回路进行防护。因此这就要求找到一种能够防护更高静电电压、受到多次静电冲击后防护效果不变、特别是对敏感电火工品脚-脚回路能够实现防护的微型化防护器件的技术方案。

[0004] 中国专利CN201210540239.9公开的防静电结构是在雷管后端外插一个横向放电金属连接件,尺寸较大,不适用长脚线或小尺寸雷管。金属连接件与雷管脚线之间采用压接方式连接,容易造成电极脱落和防护电路断路,使静电保护电路失效。外插式放电金属连接件提升雷管的制造工艺难度,若在雷管成型后外插易造成意外发火而发生危险,而在雷管

成型前外插对于雷管的制造工艺带来很大的不便和麻烦,同时外插横向放电金属连接件会给雷管的使用带来限制,在导弹高过载的情况下外插横向大电路板很容易脱落对系统构成危险,在没有多余的使用空间时外插横向大电路板将给整个系统带来危险。且该专利并没有说明静电的防护效果。

[0005] 中国专利CN201220055188.6公开的防静电结构只用于在半导体桥雷管中,并且在防护脚-壳静电时只选用1个尖角放电,由于产品在运输、装配过程中会经过至少3到5人次对产品进行放电,一次放电后对锯齿可能造成熔化变形,从而失去静电防护作用,多次放电冲击后会发生危险;同时所述专利并没有给出防护效果,也没有提出能够进行抗多次静电冲击,更没有提出产品尺寸的大小。

发明内容

[0006] 为了抗高于25kV静电电压以及多次静电冲击,本发明专利提供了一种抗极端人体静电电压的高效能静电防护组件,它不但对脚-壳而且对脚-脚静电放电进行防护,同时还能够防护多次静电冲击。

[0007] 本发明专利解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0008] 针对最高人体静电电压极端值50kV、最大浪涌电流500A及电雷管的工作电压,依次确定TVS管的最大浪涌电流、峰值功率、反向工作电压、箝位电压(击穿电压)、浪涌电流上升时间、浪涌电流放电时间等参数,再针对电雷管的安装结构和尺寸,再确定TVS管的形状和尺寸、装配工艺,最后确定PCB电路板的形状、布线结构和尺寸。

[0009] 针对小尺寸电雷管脚-脚和脚-壳用静电防护电子器件的性能要求和安装要求,提出一种圆片形PCB电路板方案,兼有如下功能:固定静电防护电子器件、与脚线电路连接、与管壳电路连接、提供脚壳间静电泄放空气间隙。所述PCB电路板的电路结构包括三个异形金属焊盘、两个金属放电极、两个金属化过孔。

[0010] PCB电路板的正面布置了三个异形金属焊盘,一个较长的矩形焊盘、一个较短的矩形焊盘和一个圆弧形焊盘;较长矩形焊盘的上半部和较短矩形焊盘组成一对电极,用于连接一只微型化贴片式双向TVS管静电防护电子器件的两极,使静电防护器件与电火工品脚-脚发火回路构成并联电路,形成脚-脚静电泄放通道;较长矩形焊盘的下半部和圆弧形焊盘组成另一对电极,用于连接另一只微型化贴片式双向TVS管静电防护电子器件的两极,使静电防护器件与电火工品脚-壳发火回路构成并联电路,形成脚-壳间静电泄放通道;只连接一只静电防护器件时则只具备对应静电发火回路的防护功能,如果连接两只静电防护器件时则同时具备电火工品脚-脚、脚-壳静电发火回路的防护功能。

[0011] PCB电路板的反面布置了两个对称形状的锯齿形放电极,用于脚壳静电放电的防护,并能实现多次静电放电防护,锯齿形放电极与静电防护器件并联构成了脚-壳静电防护的双重保险作用。

[0012] 针对小尺寸电雷管对极端静电电压和多次高压静电放电的防护要求,本发明提出的一种微型化圆片式TVS管高效能静电防护组件,包括一个圆片形PCB电路板、一个与脚-脚并联的TVS管和一只与脚-壳并联的TVS管。

[0013] 所述的高效能静电防护组件关键技术之一是静电防护器件参数选择的设计方法。所述TVS管的最大反向工作电压越小,对电火工品脚脚静电放电能量的分流越好。TVS管的

反向工作电压选择要高于敏感电火工品的正常工作电压,反向工作电压太低则可能影响电火工品的正常工作性能,而太高会使TVS管的箝位电压也越高,对敏感电火工品的静电防护效果不利。当TVS管的两极施加了反向静电放电脉冲并高于其击穿电压时,其两极间由高阻抗极其迅速地转变为低阻抗,使两极间电压箝位在一个较低电压的预定值,使敏感电火工品免受高压静电脉冲的损坏或发火。当高压静电瞬态脉冲消失后,TVS管的两极间又恢复到原来的高阻抗状态,不会影响被保护器件的正常电性能。通过理论计算和试验验证,适当选择TVS管性能参数,对敏感电火工品脚脚静电放电能量的分流比可以达到95%以上。如针对电火工品的正常发火电压12V/6.8 μ F,防护器件选择SMDJ18CA型双向TVS管时,最大反向工作电压为18V,最大反向工作电压高于电火工品正常发火电压的1.5倍,然后用静电放电电压50kV进行电试验,在单RC回路标准静电模型电路中产生的放电电流峰值为100A,而流入电火工品的电流峰值仅有5A,流入TVS管的电流峰值为95A,即TVS管的分流比为95%,通过电火工品的静电放电能量从0.64J减少到0.000079J,即仅有约万分之一的静电能量流入电火工品桥丝发火回路。由此可见TVS管的防护效果非常显著。

[0014] 对于脚壳间的静电防护,通过大量静电放电试验表明,对于脚壳静电发火电压2.3kV的敏感电火工品,当采用同样的SMDJ18CA型双向TVS管作为防护器件时,对于静电放电电压50kV,用单RC回路标准静电模型电路和Sandia静电模型、IEEE静电模型电路三种静电模型电路对所述敏感电火工品脚壳进行放电试验中,均能够达到抗静电电压50kV以上。

[0015] 所述的高效能静电防护组件的静电防护能力大大高于现行军用标准和工业标准对电火工品静电安全性要求的最高电压25kV技术指标,脚-脚和脚-壳静电防护能力均可以达到抗极端人体静电50kV以上,并且可以达到抗50kV的多次静电放电的安全性要求。

[0016] 本发明的有益效果是:(1)本发明的TVS管高效能静电防护组件的静电防护能力大大高于现行军用标准和工业标准对电火工品静电安全性要求的最高电压25kV技术指标,脚-脚和脚-壳静电防护能力均可以达到抗极端人体静电50kV以上,并且可以达到抗50kV的多次静电放电的安全性要求。(2)圆形PCB电路板尺寸小,直径只有3.4mm~4.2mm,厚度0.3mm~0.5mm,所述PCB电路板能够装配2只微型化的贴片式TVS管静电防护器件,并可装配在相同直径的电极塞上和相同内径的电火工品管壳内。(3)圆片式TVS管静电防护组件的厚度仅有0.8mm~1.5mm,对电火工品高度影响很小。

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

附图说明

[0018] 图1是静电防护组件电路板布线正面视图。

[0019] 图2是静电防护组件电路板布线反面视图。

[0020] 图3是静电防护组件电路板上安装贴片式TVS管结构示意图。

[0021] 图4是玻璃电极塞结构剖面图。

[0022] 图5是高效能静电防护组件与电极塞装配示意图。

[0023] 图6是高效能静电防护组件与电雷管装配示意图。

[0024] 图7是TVS管功率与静电功率关系图

具体实施方式

[0025] 结合图1、图2、图3,防静电片包括一个带两个孔的PCB圆板1、三个金属焊盘2、5、6、两个金属化过孔2、3以及两个带锯齿的覆铜板7、8,带两个孔的PCB板1的两个孔金属化后就形成了两个金属化过孔2、3,孔高上边与金属焊盘高度一致、下边与覆铜板高度一致,在PCB板1上边与一个金属化过孔2相连一个带倒角与孔圆心为中心的矩形金属焊盘4;另一个金属化过孔3相连另外一个短的矩形金属焊盘5;在这个短焊盘5下有一个与PCB圆板的边缘相齐的弧形焊盘6;在PCB板下面与两个金属化过孔2、3相连两个带多个锯齿的弧形覆铜板7、8。两个矩形金属焊盘4、5焊接防护脚-脚TVS管9的两极,长矩形焊盘4与弧形金属焊盘6焊接防护脚-壳TVS管10的两极,从而形成了带TVS管的防静电片。

[0026] 其中金属焊盘4倒角边缘距PCB圆板的边缘不小于0.5mm,所用金属焊盘间距不小于0.3mm。带多个锯齿的弧形覆铜板7、8,锯齿尖角为60度,锯齿尖距PCB圆板边缘为0.5mm,两个覆铜板7、8间距不小于0.5mm。

[0027] 结合图3-6,本发明专利抗静电环境的桥丝式电雷管包括带TVS管防静电片、电极塞12、桥丝11、点火药、起爆药、输出药、管壳16,将焊接好TVS管的防静电片的覆铜板7、8一侧与电极塞的底部13(焊接桥丝的另外一侧)通过金属化过孔2、3穿过脚线14、15后相结合,由于覆铜板高于PCB板1在覆铜板与壳体16之间形成空气隙,金属化过孔2、3与脚线14、15焊接好,按照雷管制作工艺形成雷管,收口后壳体16与弧形焊盘6相连。从而在防护脚-壳静电方面既有空气隙又有TVS管,在防护脚-脚静电用TVS管防护。

[0028] 针对桥丝式电火工品脚脚静电放电防护的需要,TVS管的选型中应考虑如下几方面内容:

[0029] ①实际静电放电在脚脚间的注入正反两种电流方向都有可能,因此,选择双向的TVS,对任意方向的静电放电电流注入都可以起到保护作用。

[0030] ②TVS的最大反向工作电压 V_{RWM} (在此电压下TVS的漏电流只有几 μA)要大于被保护器件的正常工作电压,防止火工品正常工作时由于TVS分流而影响性能。

[0031] ③TVS的箝位电压 V_c 是TVS管最高限位电压,它要小于被保护器件的静电损害电压,这样就能够有效的保护器件。

[0032] ④TVS的峰值功率要遵守TVS管功率与静电功率关系图选取,否则将可能烧坏TVS。

[0033] ⑤响应时间就是TVS管电压达到工作电压开始到起到保护作用的时间,它必须要小于静电放电的时间。

[0034] 样品的电极塞尺寸 $3.45 \times 3mm$,桥丝为 $10\mu m PtW$ 合金,产品电阻 $3 \sim 9\Omega$,发火工作电压 $12V(6.8\mu F)$,可计算得出正常工作时作用在火工品的能量为 $4.9 \times 10^{-4}J$;脚脚静电临界发火电压 $18.45kV$,可得电火工品工作电压最大不能超过 $22.14V$,峰值功率 $88.6W$ 。

[0035] 防护器件选取参数依据:

[0036] (1) 根据产品规格,样品正常工作电压为 $12V(6.8\mu F)$,可靠性考虑过裕度,则此火工品可靠发火电压为 $12V$;

[0037] (2) 根据产品静电试验得出样品静电环境临界发火电压为 $18.45kV$,计算可得火工品两端加载的电压为 $22.14V$,安全性考虑裕度为 1.3 ,则此火工品静电最大不发火电压为 $15.5V$;

[0038] (3) 防护器件的选择结合产品的安全可靠性的来确定防护器件的参数选取,因此选取TVS管最大反向工作电压 V_{RWM} 应在 $12V \sim 15.5V$ 之间;

[0039] (4) TVS管箝位电压选择小于火工品静电最大不发火电压为15.5V;

[0040] (5) 通过静电放电模型放电电流时间波形可以得出静电放电时上升时间为几个纳秒,因此防护器件的响应时间必须要小于纳秒级(10^{-9} s);

[0041] (6) 按照极限的静电放电环境50kV单RC模型(串联5k Ω),计算功率为598.56W,静电放电环境50kV放电时间不超过1 μ s,再根据TVS管功率与静电功率关系图,因此TVS管功率定为不小于100W。

[0042] 因此选取TVS管最大反向工作电压V应在12V~15.5V之间(安全裕度为1.3;如果低于12V,则样品将不能正常工作,高于15.5V,TVS管将不起防护作用)。本样品选取P6KE12CA型和ESD12V32D-C双向TVS管。

[0043] 本发明专利的技术效果是,防静电片利用带多个锯齿覆铜板的设计使脚-壳之间形成多个放电击穿的空气隙,同时通过金属化过孔与脚线连接、弧形金属焊盘与壳体连接,使得脚线和壳体分别连接TVS管的两极,从而在防护脚-壳静电放电时起到双保险,脚-壳防护效果已经能够到人体静电50kV,比GJB5309.14中25kV提高了一倍;通过金属化过孔与脚线连接,使得两个脚线分别与TVS管的两极相连,在防护脚-脚静电起到作用,这是前人所没有过的,脚-脚防护效果已经能够到人体静电50kV;由于TVS管的特性决定了不管是在脚-壳防护还是在脚-脚防护上都能够经受静电放电的多次冲击而不会发生任何改变。

[0044] 值得注意的是,以上所述仅为本发明的较佳实施例,并非因此限定本发明的专利保护范围,本发明还可以对上述各种零部件的构造进行材料和结构的改进,或者是采用技术等同物进行替换。故凡运用本发明的说明书及图示内容所作的等效结构变化,或直接或间接运用于其他相关技术领域均同理皆包含于本发明所涵盖的范围内。

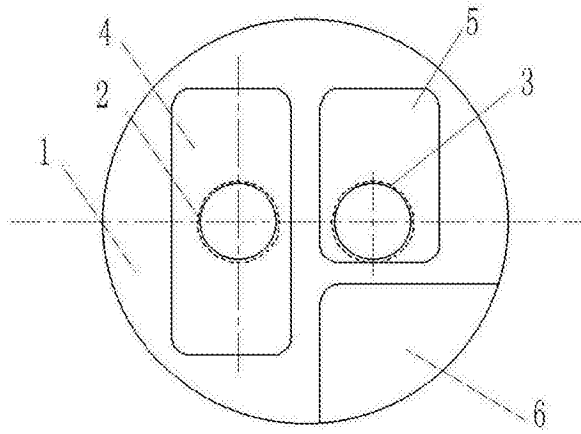


图1

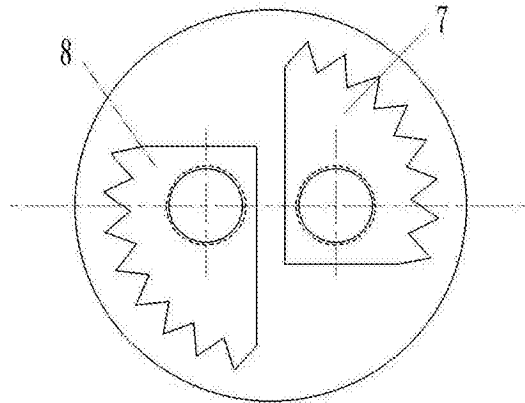


图2

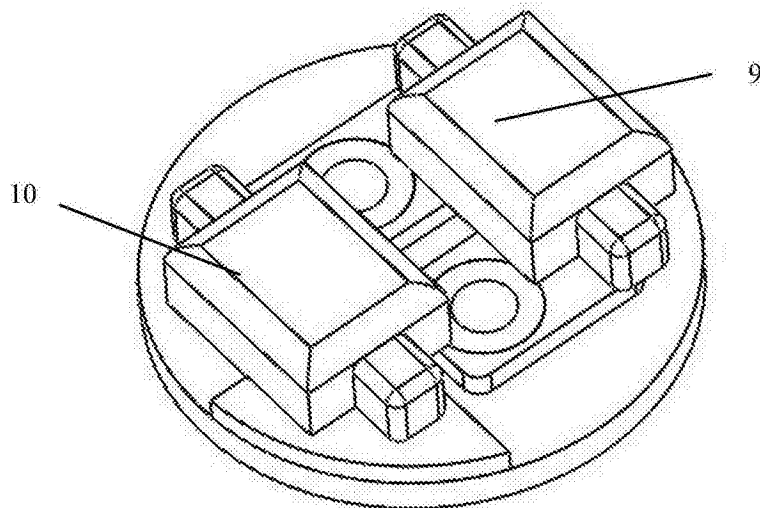


图3

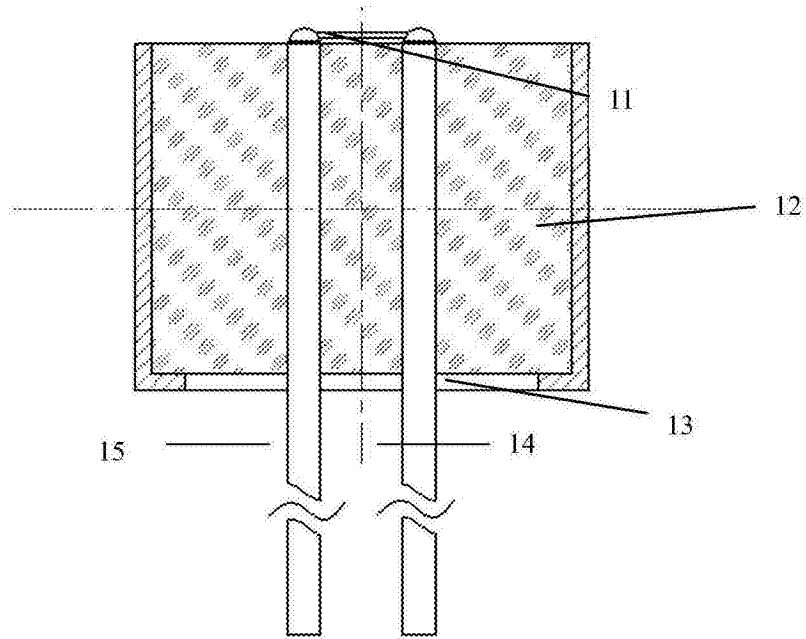


图4

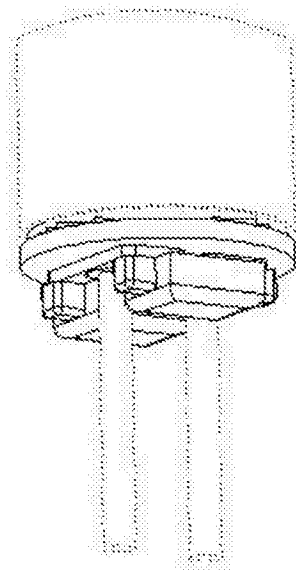


图5

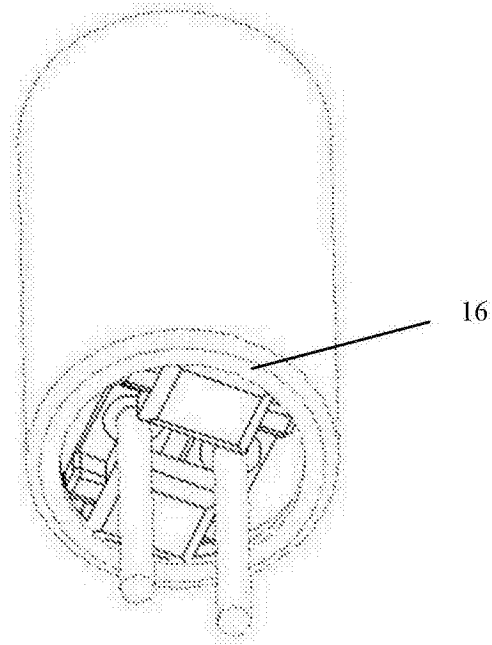


图6

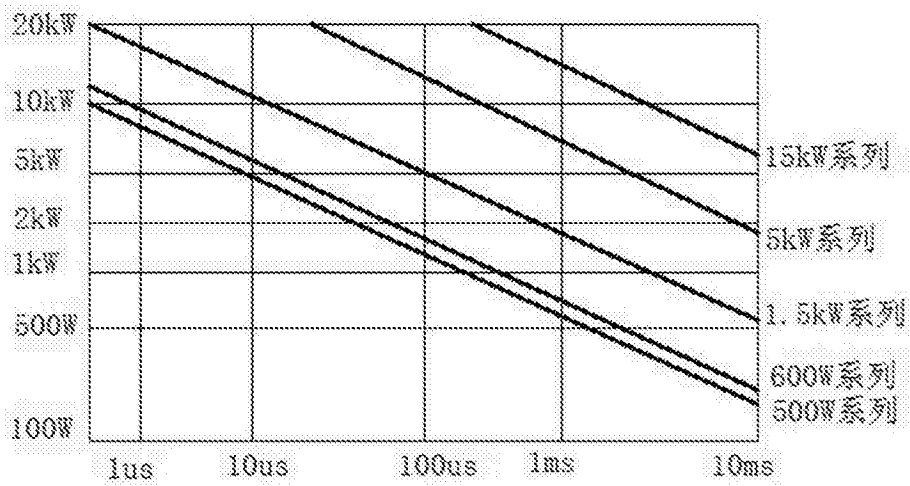


图7