



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103137360 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 17

(21) 申请号 201210502503. X

CN 1719562 A, 2006. 01. 11,

(22) 申请日 2012. 11. 30

审查员 金玉枫

(30) 优先权数据

4132/CHE/2011 2011. 11. 30 IN

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 A. K. 博霍里 S. 库马 S. E. 里迪

P. 帕拉卡拉 M. 纳亚克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 严志军

(51) Int. Cl.

H01H 9/42(2006. 01)

(56) 对比文件

FR 2581790 A1, 1986. 11. 14,

DE 3147260 A1, 1983. 06. 01,

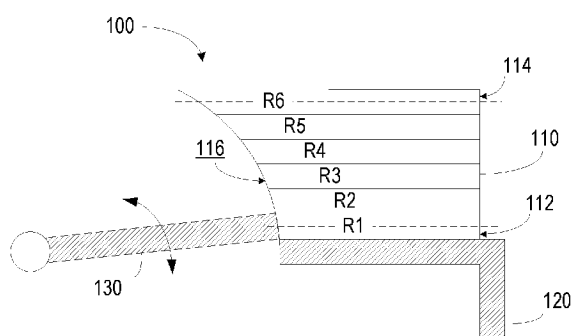
权利要求书1页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

电气开关和断路器

(57) 摘要

本发明涉及电气开关和断路器。本文提供一种电气开关(100, 200, 600, 700)和断路器(300, 400, 500)。电气开关包括: 分级式电阻块(110, 210, 310, 410), 其包括具有第一电阻率的第一端(112, 212, 612, 712)和具有大于第一电阻率的电阻率的第二端(114, 214, 614, 714)。电气开关进一步包括电联接到分级式电阻块的第一端(112, 212, 712)上的固定触头(120, 220, 720), 以及构造成在分级式电阻块上面滑动的滑动触头(130, 230, 730)。除了电气开关的构件之外, 断路器还包括用以使滑动触头在分级式电阻块上面从第一端滑动到第二端的强制机构。



1. 一种电气开关,包括:

分级式电阻块,其包括具有第一电阻率的第一端和具有大于所述第一电阻率的电阻率的第二端;

电联接到所述分级式电阻块的所述第一端上的固定触头;

构造成在所述分级式电阻块上面滑动的滑动触头;以及

用以使所述滑动触头在所述分级式电阻块上面从所述第一端滑动到所述第二端的强制机构;其中所述分级式电阻块进一步包括弧形滑动表面,所述强制机构包括配置成沿所述弧形滑动表面滑动所述滑动触头的旋转式组件。

2. 根据权利要求1所述的电气开关,其特征在于,所述分级式电阻块的电阻率在所述第一端和所述第二端之间改变高达12个数量级。

3. 根据权利要求1所述的电气开关,其特征在于,所述分级式电阻块包括陶瓷单块盒,所述陶瓷单块盒包含氧化铝、氧化锌、钛酸钡、银、钼或它们的组合。

4. 根据权利要求1所述的电气开关,其特征在于,所述分级式电阻块包括共轭聚合物盒。

5. 根据权利要求1所述的电气开关,其特征在于,所述电气开关进一步包括:

弹簧组件,其以机械的方式联接到所述分级式电阻块上,以对所述滑动触头施加法向接触力。

6. 一种电气开关,包括:

分级式电阻块(610),其包括具有第一电阻率的第一端(612)和具有大于所述第一电阻率的电阻率的第二端(614);

构造成在所述分级式电阻块(610)上面滑动的第一滑动触头(620);以及

构造成在所述分级式电阻块(610)上面滑动的第二滑动触头(630),其中,所述第一滑动触头(620)和所述第二滑动触头(630)构造成以预定间隔接触所述分级式电阻块(610),在所述第一滑动触头(620)和所述第二滑动触头(630)的运动方向上测量所述预定间隔。

7. 根据权利要求6所述的电气开关,其特征在于,所述预定间隔是固定间隔。

8. 根据权利要求6所述的电气开关,其特征在于,所述预定间隔是连续变化的间隔。

9. 一种电气开关,包括:

第一触头(730);

分级式电阻块(710),其可滑动地联接到所述第一触头(730)上,并且包括具有第一电阻率的第一端(712)和具有大于所述第一电阻率的电阻率的第二端(714);

电联接到所述分级式电阻块(710)的所述第一端(712)上的第二触头(720);

强制机构,其用以使所述分级式电阻块(710)横向于所述第一触头(730)而滑动,使得在所述第一触头(730)和第二触头(720)之间的电流路径从传导状态过渡到非传导状态。

10. 根据权利要求9所述的电气开关,其特征在于,所述电气开关进一步包括:

弹簧组件,其以机械的方式联接到所述第一触头(730)上,以对所述分级式电阻块(710)施加法向接触力。

电气开关和断路器

技术领域

[0001] 本文提供的实施例大体涉及电气开关装置,并且更具体而言,涉及无弧电气开关装置。

背景技术

[0002] 断路器是用来在电路中的电流超过预先限定的极限时断开电路的设备。在电气触头响应于故障状况而断开时,传统断路器可产生电弧。电弧是不合需要的,尤其是在有火灾危险的有害环境中。

[0003] 熄灭电弧的一些已知解决方法采用电弧道、电弧槽、烧蚀冷却等等。熄灭电弧所花的时间非常多,甚至大于触头断开的的时间。此外,电弧在AC断路器中出现的自然电流归零情形时消除。DC断路器不展示自然电流归零情形。因此,需要额外的电路和布置来强制有电流归零情形。

[0004] 一种已知的解决方法利用设置在两个金属触头之间的柔性管中的传导液体成分。在正常的工作状况期间,传导液体成分提供低电阻率。但是,当发生故障状况时,柔性管受到挤压而减小管的横截面积,从而提高两个金属触头之间的电阻率。这种电阻率提高有效地产生开路状况。但是,这种开关装置可受到传导液体成分的稳态电阻率的限制。例如,由于传导液体成分的传导率高,电流传导面积可能需要减少到 $10\text{e-}6$ 平方米。实现这种收缩可能非常困难。另外,对于这种收缩的需要加上高的切换速度可能需要使用特殊材料来生产耐用的柔性管。

[0005] 因此,在本领域中需要能克服与已知解决方法相关联的这些和其它缺点的开关装置。

发明内容

[0006] 根据一个实施例,公开一种电气开关。该电气开关包括:分级式电阻块,其包括具有第一电阻率的第一端和具有大于第一电阻率的电阻率的第二端。电气开关进一步包括电联接到分级式电阻块的第一端上的固定触头,以及构造成在分级式电阻块上面滑动的滑动触头。断路器还包括用以使滑动触头在分级式电阻块上面从第一端滑动到第二端的强制机构。

[0007] 根据一个实施例,公开一种电气开关。该电气开关包括:分级式电阻块,其包括具有第一电阻率的第一端和具有大于第一电阻率的电阻率的第二端。分级式电阻块可滑动地联接到第一触头上。断路器进一步包括电联接到分级式电阻块的第一端上的第二触头。电气开关还包括强制机构,以使分级式电阻块横向于第一触头而滑动,使得在第一触头和第二触头之间的电流路径从传导状态过渡到非传导状态。

[0008] 根据一个实施例,公开一种电气开关。该电气开关包括:分级式电阻块,其包括具有第一电阻率的第一端和具有大于第一电阻率的电阻率的第二端。电气开关进一步包括构造成在分级式电阻块上面滑动的第一滑动触头,以及构造成在分级式电阻块上面滑动的第

二滑动触头。第一滑动触头和第二滑动触头可构造成以预定间隔接触分级式电阻块,在第一滑动触头和第二滑动触头的运动方向上测量该预定间隔。

附图说明

- [0009] 图1示出了根据一个实施例的电气开关的简化示意图;
- [0010] 图2示出了根据另一个实施例的电气开关的简化示意图;
- [0011] 图3A和3B示出了根据一个实施例的示例断路器组件;
- [0012] 图4示出了根据另一个实施例的示例断路器组件;
- [0013] 图5示出了根据另一个实施例的示例断路器组件;
- [0014] 图6示出了根据另一个实施例的电气开关的简化示意图;
- [0015] 图7示出了根据另一个实施例的电气开关的简化示意图;
- [0016] 图8是根据一个实施例的电气参数-切换时间的曲线图;
- [0017] 图9是根据一个实施例的流过电气开关的电流-切换时间的曲线图;以及
- [0018] 图10是根据另一个实施例的流过电气开关的电流-切换时间的曲线图。
- [0019] 部件列表
- [0020] 100电气开关
- [0021] 110分级式电阻块
- [0022] 112端部
- [0023] 114端部
- [0024] 116滑动表面
- [0025] 120固定触头
- [0026] 130滑动触头
- [0027] 200电气开关
- [0028] 210分级式电阻块
- [0029] 212端部
- [0030] 214端部
- [0031] 216滑动表面
- [0032] 220固定触头
- [0033] 230滑动触头
- [0034] 300断路器
- [0035] 310分级式电阻块
- [0036] 320固定触头
- [0037] 330滑动触头
- [0038] 342柱塞
- [0039] 344旋转式扫臂
- [0040] 346导引销
- [0041] 348导引件
- [0042] 350逆向电流回路
- [0043] 360复位杆

- [0044] 400断路器
- [0045] 410分级式电阻块
- [0046] 420固定触头
- [0047] 430滑动触头
- [0048] 442阻尼块
- [0049] 444闭锁件
- [0050] 446导引销
- [0051] 448导引件
- [0052] 450切断弹簧
- [0053] 460复位杆
- [0054] 462人工跳脱臂
- [0055] 480接触压力弹簧
- [0056] 482接触压力调节螺栓
- [0057] 500断路器
- [0058] 510分级式电阻块
- [0059] 520固定触头
- [0060] 530滑动触头
- [0061] 542阻尼块
- [0062] 546导引销
- [0063] 548导引件
- [0064] 550切断弹簧
- [0065] 552力调节螺栓
- [0066] 560复位杆
- [0067] 580接触压力弹簧
- [0068] 582接触压力调节螺栓
- [0069] 600电气开关
- [0070] 610分级式电阻块
- [0071] 612端部
- [0072] 614端部
- [0073] 616滑动表面
- [0074] 618间隔件组件
- [0075] 620第一滑动触头
- [0076] 630第二滑动触头
- [0077] 700电气开关
- [0078] 710分级式电阻块
- [0079] 712端部
- [0080] 714端部
- [0081] 716滑动表面
- [0082] 720触头

[0083] 730触头。

具体实施方式

[0084] 本文提供的实施例描述了电气开关和断路器。在传统的电气开关和断路器中,从闭路位置到开路位置的过渡典型地是突然的,而且触头之间的电流流突然终止。这种突然中断在切换操作期间可引起电弧。本文提供的实施例描述一种采用分级式电阻块来在从闭路(零电阻)切换到开路(无限电阻)时允许电阻平缓地增大的电气开关和断路器。分级式电阻块以分度的方式引入串联电阻,从而逐渐减小两个触头之间的电流,以及显著减少电弧。虽然已经结合特定的电气开关和断路器来描述本文提供的实施例,但应当注意的是,这样的教导同样也可应用于其它类型的电气开关装置。

[0085] 图1是根据一个实施例的示例电气开关100的简化示意图。电气开关100包括分级式电阻块110、固定触头120和滑动触头130。分级式电阻块110具有沿着分级式电阻块110的长度分级的电阻率。分级式电阻块110包括分别具有第一电阻率和第二电阻率的端部112和114。端部114处的电阻率为端部112处的电阻率的高达12个数量级。例如,端部112处的电阻率可为100微欧姆米,而端部114处的电阻率可为1欧姆米。备选地,端部114处的电阻率可为端部112处的电阻率的超过12个数量级。分级式电阻块110的电阻率可从第一电阻率到第二电阻率分级,作为距任一端部(即,端部112或端部114)的距离的连续函数,或者以离散的步骤的方式。

[0086] 在一个实施例中,分级式电阻块110包括以离散的电阻盒的电阻率的顺序堆叠的多个离散的电阻盒。图1描绘了显示为R1、R2、R3、R4、R5和R6的截然不同的电阻率的多个电阻盒的堆叠布置。电阻盒布置成上升顺序,使得电阻盒R1具有最低电阻率,而电阻盒R6具有最高电阻率。电阻盒R1的一部分或整体可形成端部112,而电阻盒R6的一部分或整体可形成端部114。典型地,在堆叠之前,可按照所需粗糙度来加工电阻盒的接口表面。通过使用适当的技术,诸如例如粘结、硬钎焊或软钎焊,离散的电阻盒(R1、R2、R3、R4、R5和R6)可结合到彼此上。备选地,通过使用夹紧组件,离散的电阻盒(R1、R2、R3、R4、R5和R6)可在预先得限定的夹紧压力下以机械的方式夹紧在一起。在一个这种夹紧实现中,可将导电化合物应用于电阻盒(R1、R2、R3、R4、R5和R6)的接口表面。导电化合物可为例如电联结浆。导电化合物可减小两个表面之间的任何空气间隙,以及在电阻盒之间保持所需导电率。在一个实施例中,电阻盒具有基本等于滑动触头130的厚度的厚度。电阻盒的这样的尺寸可响应于滑动触头130的运动而提供电阻率的均匀过渡。

[0087] 在另一个实施例中,分级式电阻块110可为单块(monolithic)盒结构。单块盒可展示连续的颗粒结构。一个示例单块盒包括金属陶瓷单块盒。单块盒可由陶瓷材料(诸如(但不限于)氧化锌、氧化铝、氮化铝、氮化硼、二氧化硅、铟锡氧化物和它们的组合)和导电材料(诸如(但不限于)银、铜、金、铝、铟、锡、镓、镍、钛、锌、铅、碳、铁、钨、钼、它们的合金和它们的混合物)制成。金属陶瓷单块盒可提供改变高达12个数量级(例如10-100微欧姆米至1-10欧姆米)的分级式电阻率。

[0088] 在又一个实施例中,分级式电阻块110包括由共轭聚合物制成的盒。共轭聚合物在共轭系统中包括传导聚合物。传导聚合物是展示高导电率的有机聚合物。可使用具有金属传导性和半传导性的聚合物。共轭聚合物可结合聚合物的可处理性和机械特性与功能性有

机分子的可定制的电属性。这些材料的电子特性主要由分子共轭的性质支配,但分子间相互作用也对宏观材料属性有重要影响。示例共轭聚合物电阻块110包括反式聚乙炔(t-PA)、聚噻吩(PT)和聚吡咯(PPY)。这种共轭聚合物的导电率可根据掺杂水平而改变。

[0089] 可选择分级式电阻块110,使得分级式电阻块110在工作环境中在化学上稳定。可选择分级式电阻块110,以具有莫氏硬度大于3的硬度,以确保在开关100的额定寿命中有耐磨性。其它特性可包括超过300度的热稳定性。块单元的热稳定性越高,在较高的温度下的耐分解性就越高。

[0090] 固定触头120电联接到端部112上。固定触头120可在端部112处联接到分级式电阻块110的纵向面上。备选地,固定触头120可在端部112处联接到分级式电阻块110的一个或多个侧面上。固定触头120可由金属制成,诸如(但不限于)铜、黄铜、钢等等。可基于导电率、硬度或耐磨性、机械强度、成本等等来选择用于固定触头120的材料。取决于分级式电阻块110的材料,可选择适当的结合工艺(例如粘结、软钎焊、硬钎焊等等)来将固定触头120结合到分级式电阻块110的端部112上。在一些实施例中,通过使用例如弹簧组件,固定触头120可定位成与端部112接触。弹簧组件可构造成在固定触头120和端部112之间保持预先限定的接触压力。弹簧组件可为任何适当的组件,包括(无限制)盘簧、片簧、气动弹簧等等。在一个这种实施例中,可将导电化合物(诸如电连结浆)应用于固定触头120和分级式电阻块110的端部112的接口表面。可选择导电化合物,使得浆显著减少或完全消除固定触头120和端部112的电化腐蚀,同时在固定触头120和端部112之间保持所需导电率。

[0091] 滑动触头130构造成在分级式电阻块110上面滑动。滑动触头130可在分级式电阻块110的滑动表面116上面滑动。分级式电阻块的滑动表面116可为弧形表面,但是,构想到有其它实现。在这种弧形实现中,滑动触头130可设置在构造成使滑动触头130沿着弧形滑动表面116滑动的旋转式组件上。

[0092] 适当的强制机构(未显示)可联接到滑动触头130上。强制机构构造成使滑动触头130在分级式电阻块110上面在滑动表面116上滑动。强制机构可为弹簧促动机构。备选地,强制机构可为人工操作机构,诸如(但不限于)柱塞机构、杠杆机构等等。

[0093] 图2是根据另一个实施例的示例电气开关200的简化示意图。电气开关200包括分级式电阻块210、固定触头220和滑动触头230。分级式电阻块210具有沿着分级式电阻块210的长度分级的电阻率。分级式电阻块210包括分别具有第一电阻率和第二电阻率的端部212和214。端部214处的电阻率为端部212处的电阻率的高达12个数量级。例如,端部212处的电阻率可为1微欧姆米,而端部214处的电阻率可为1欧姆米。备选地,端部214处的电阻率可为端部212处的电阻率的超过12个数量级。分级式电阻块210的电阻率可从第一电阻率到第二电阻率分级,作为距任一端部(即,端部212或端部214)的距离的连续函数,或者以离散的步骤的方式。滑动触头230构造成在分级式电阻块210上面滑动。滑动触头230可在分级式电阻块210的滑动表面216上面滑动。分级式电阻块的滑动表面216可为平的表面。在这种实现中,滑动触头230可设置在构造成使滑动触头230沿着平的滑动表面216滑动的平移组件上。电气开关200的各方面的操作和结构类似于结合图1在上面描述的那些。

[0094] 适当的强制机构(未显示)可联接到滑动触头230上。强制机构构造成使滑动触头230在分级式电阻块210上面在滑动表面216上滑动。强制机构可为弹簧促动机构。备选地,强制机构可为人工操作机构,诸如(但不限于)柱塞机构、杠杆机构等等。

[0095] 虽然图1和图2示出了采用分级式电阻块的电气开关的两个可行的实施例,但也预见到其它实施例。例如,分级式电阻块可构建成其它形状,诸如筒体,其具有沿着筒体的长度分级的电阻率。滑动触头可构造成在圆柱形分级式电阻块的弯曲外表面上滑动。备选地,分级式电阻块可呈空心筒体的形式,并且滑动触头可构造成沿着空心筒体的弯曲内表面滑动。筒体的纵向端可表示分级式电阻块的端部。滑动触头可设置在任何适当的组件上,以保持与分级式电阻块的预先限定的接触压力。备选地,可使用成形为筒体的纵向区段且围绕轴线沿径向设置的多个分级式电阻块。滑动触头可为沿着纵截面的内部、沿着轴线滑动的圆盘。备选地,滑动触头可为沿着纵截面的外部滑动的环形环。在这种实现中,分级式电阻块(一个或多个)可设置在适当的弹簧组件上,以保持与滑动触头的预先限定的接触压力。

[0096] 上面提供的实施例示出了电气开关。也可将实施例用作可与传统开关装置串联地部署的一次性电流限制装置。这样的一次性电流限制装置可应用于例如大型电气设备(诸如工厂)、配电网等等中。电气开关也可能够为能够以无弧的方式中断电流的断路器的一部分。为了在故障状况期间使断路器跳脱,在电气开关中采用强制机构来使滑动触头在分级式电阻块上面移动。强制机构可设计成基于分级式电阻块和电气开关的构造而相对于分级式电阻块对滑动触头提供或者旋转运动或者平移运动。

[0097] 旋转式强制机构可包括旋转式促动器、闭锁件和枢轴/铰链接头,并且构造成对滑动触头提供旋转运动。旋转式促动器可以机械的方式促动(诸如弹簧促动),或者以气动的方式促动。在正常的工作状况期间,滑动触头保持与分级式电阻块的传导端(例如,端部112或212)接触。旋转式促动器可被闭锁件保持在这种闭路位置上。在故障状况期间,跳脱机构可释放闭锁件,从而释放旋转式促动器,以及将滑动触头从传导端推到电阻端(例如,端部114或214),并且使断路器跳脱到开路位置。强制机构可提供在1-10米每秒(m/s)的范围中的滑动触头速度。

[0098] 平移强制机构可包括平移促动器、闭锁件和导引件凹槽,并且可构造成对滑动触头提供平移运动。平移促动器可以机械的方式促动(诸如弹簧促动),或者以气动的方式促动。在正常的工作状况期间,滑动触头保持与分级式电阻块的传导端(例如,端部112或212)接触。平移促动器可被闭锁件保持在这种闭路位置上。在故障状况期间,跳脱机构可释放闭锁件,从而释放平移促动器,以及将滑动触头从传导端推到电阻端(例如,端部114或214),并且使断路器跳脱到开路位置。强制机构可提供在1-10米每秒(m/s)的范围中的滑动触头速度。

[0099] 应当理解,虽然本文已经描述了旋转式和平移强制机构,但在本公开的范围也预见到可为旋转式运动和平移运动的组合的其它强制机构。

[0100] 图3A和3B示出了根据一个实施例的示例断路器300。断路器300包括分级式电阻块310、固定触头320、滑动触头330和强制机构。强制机构包括柱塞342、枢转地联接到柱塞342上的旋转式扫臂344、设置在旋转式扫臂344上的导引销346,以及导引件348,导引销346在导引件348内移动。强制机构还包括用以在故障状况期间将断路器300从闭路位置推到开路位置的逆向电流回路350。断路器300还包括用以在断路器300由于故障状况而跳脱之后复位断路器300的复位杆360。沿远离分级式电阻块310的方向拉出复位杆360例如可复位跳脱的断路器300。柱塞342可对强制机构提供高惯量系统,使得至少显著减少滑动触头330和分级式电阻块310之间的抖动或触头颤动。图3A示出了断路器300的开路位置,而图3B示出了

断路器的闭路位置。

[0101] 图4示出了根据一个实施例的示例断路器400。断路器400包括分级式电阻块410、固定触头420、滑动触头430和强制机构。强制机构包括阻尼块442、将阻尼块442保持在闭路位置上的闭锁件444、设置在壳体上的导引销446,以及在阻尼块442上的对应的导引件448,导引件448使阻尼块442沿着导引销446移动。强制机构还包括用以将断路器400从闭路位置推到开路位置的切断弹簧450。断路器400还包括用以在断路器400由于故障状况而跳脱之后复位断路器300的复位杆460。向下推复位杆460也可复位跳脱的断路器400。断路器400还可包括人工跳脱臂462。对人工跳脱臂462施加向上的力会人工地使断路器400跳脱。阻尼块442可对切断弹簧450提供高惯量系统,使得至少显著减少滑动触头430和分级式电阻块410之间的抖动或触头颤动。断路器400进一步包括接触压力弹簧480。还可提供接触压力调节螺栓482,以调节接触压力弹簧480的压缩,以及从而控制在滑动触头430和分级式电阻块410之间施加的力。

[0102] 图5示出了根据一个实施例的示例断路器500。断路器500包括分级式电阻块510、固定触头520、滑动触头530和强制机构。强制机构包括阻尼块542、设置在阻尼块542上的导引销546,以及在阻尼块542上的导引件548,导引销546在导引件548内移动。强制机构还包括用以将断路器500从闭路位置推到开路位置的切断弹簧550。断路器500还包括用以在断路器500由于故障状况而跳脱之后复位断路器500的复位杆560。可提供力调节螺栓552来调节切断弹簧550的张力。拉动复位杆560可复位跳脱的断路器500。阻尼块542可对切断弹簧550提供高惯量系统,使得至少显著减少滑动触头530和分级式电阻块510之间的抖动或触头颤动。断路器500进一步包括用以将分级式电阻块510驱向滑动触头530的接触压力弹簧580。还可提供接触压力调节螺栓582来调节接触压力弹簧580的压缩。

[0103] 分级式电阻块510可以相对于滑动触头530的运动平面以角偏移的方式安装在断路器500的壳体中。在一个实施例中,角偏移可为例如5度。这种角偏移可在分级式电阻块510和滑动触头530之间提供恒定且均匀的接触压力。这可致使在断路器500跳脱时进一步减少触头颤动或抖动。

[0104] 到现在为止所描述的实施例包括固定触头和滑动触头。在一些实施例中,电气开关可包括两个滑动触头。图6示出了根据一个实施例的电气开关600的简化示意图。电气开关600包括分级式电阻块610、第一滑动触头620和第二滑动触头630。滑动触头620和630构造成在分级式电阻块610的滑动表面616上滑动。

[0105] 间隔件组件618在滑动触头620和630之间保持预定间隔。示出的间隔件组件618在滑动触头620和630之间保持固定间隔,在滑动触头620和630的运动方向上测量该固定间隔。分级式电阻块的电阻率可分级,使得当间隔件组件618最接近低电阻率端部612时,滑动触头620和630之间的电阻非常小。然后电阻可随着间隔件组件618远离端部612移向端部614而逐渐增大,端部614展示了高于端部612的电阻率。当间隔件组件618最接近端部614时,滑动触头620和630之间的电阻达到最大值。在一个实施例中,端部614处的电阻率为端部612处的电阻率的高达12个数量级。例如,端部612处的电阻率可为100微欧姆米,而在端部614处的电阻率可为1欧姆米。备选地,端部614处的电阻率可为端部612处的电阻率的超过12个数量级。

[0106] 也预见了其它间隔件组件。例如,一个间隔件组件在切断时可持续地增大间隔,从

而逐渐增大滑动触头620和630之间的电阻。间隔件组件在接通时可持续地减小间隔,从而逐渐减小滑动触头620和630之间的电阻。例如通过使用杠杆,可实现这种间隔件组件,杠杆在距支点的不同的距离处具有销,各个销驱动滑动触头沿着滑动表面616进行平移运动。

[0107] 图7示出了电气开关的又一个实施例。图7是电气开关700的简化示意图。电气开关700包括分级式电阻块710。分级式电阻块710包括具有低电阻率的端部712,以及具有高于端部712的电阻率的电阻率的端部714。端部714处的电阻率为端部712处的电阻率的高达12个数量级。例如,端部712处的电阻率可为100微欧姆米,而端部714处的电阻率可为1欧姆米。备选地,端部714处的电阻率可为端部712处的电阻率的超过12个数量级。分级式电阻块710还包括滑动表面716。

[0108] 电气开关700进一步包括不动地电联接到分级式电阻块710的端部712上的触头720。另一个触头730可不动地联接到电气开关700的壳体(未显示)上。分级式电阻块710和触头720构造成相对于触头730沿图7中示出的双向箭头的方向滑动。换句话说,分级式电阻块710可滑动地联接到触头730上,并且不动地联接到触头720上。在闭路位置上,分级式电阻块710可定位成使得触头720和触头730之间的电流路径遇到最小可能电阻。例如,触头730可与触头720或端部712直接接触。在开关断开操作期间,分级式电阻块710可向下滑动,使得触头720和触头730之间的电流路径遇到最大电阻。例如,触头730可与端部714直接接触。适当的强制机构(未显示)可联接到分级式电阻块710或触头720上或在分级式电阻块710和触头720安装在其上的组件上。强制机构构造成使分级式电阻块710在触头730上面滑动。强制机构可为弹簧促动式机构。备选地,强制机构可为人工操作式机构,诸如(但不限于)柱塞机构、杠杆机构等等。

[0109] 图8示出了根据一个实施例的电阻与切换时间的关系的曲线图。在纵轴上用欧姆(Ω)单位描绘分级式电阻块的可变电阻参数,而在横轴上用毫秒(msec)单位描绘电气开关的切换时间。曲线图显示了电阻关于切换时间的近指数增长。根据一个实施例,分级式电阻块的电阻是切换时间的组合式的线性和指数函数。可将电阻(R)关于切换时间(T)的数学表示描绘成 $R = a \cdot T + b^T$,其中a和b是实数。电阻关于切换时间的曲线图也可展示其它数学函数,包括(但不限于)抛物线函数、指数函数、线性函数和阶跃函数。

[0110] 图9示出了根据一个实施例的、通过电气开关的电流流-切换时间。电气开关在滑动触头组件没有足够的阻尼或足够惯量的情况下,在闭合的触头的断开或断开的触头的闭合期间可展示抖动。抖动是快速脉冲式电流,而非从闭路到开路的平稳过渡。典型地由于设置在滑动触头上以保持接触压力的低刚度弹簧而发生抖动,低刚度弹簧导致滑动触头抖动。在图9中,在纵轴上用安培(amp)单位标绘电流,并且在横轴上用秒单位标绘切换时间。如图9中显示的那样,传统的电气开关在0.001秒和0.003秒的时段期间产生快速脉冲式电流。抖动量取决于电气开关的设计。切换触头的闭合/断开速度、初始接触力、切换触头的质量和电气开关系统中的机械共振都对在触头闭合/断开期间产生的抖动量有影响。由于触头颤动过多,抖动可导致开关触头的寿命缩短。

[0111] 在本文提供的多种实施例中,用于保持接触压力的弹簧组件可设置在分级式电阻块上。这种布置可提供高惯量系统,从而改进对触头颤动的阻尼。可采用刚度更高的弹簧来进一步增强阻尼。也可将阻尼块或压载固定到滑动触头上,以进一步提高惯量和改进阻尼。图10示出了根据一个实施例的、通过电气开关的电流流-切换时间。在图10中,在纵轴上用

安培(amp)标绘电流,并且在横轴上用秒标绘切换时间。与图9相比,图10中的曲线图表示在切换操作期间有更平稳的电流流,表明抖动显著减少。

[0112] 存在与本文提供的实施例相关联的多种技术和商业优点。例如,本文描述的电气开关和断路器适用于AC以及DC负载。与传统设计的15-20毫秒故障清除时间相比,本文描述的断路器具有不到10毫秒的更快的故障清除时间。而且,使用分级式电阻块来逐渐减少电流可显著减少或完全消除切换期间的电弧。可按照具有单位 $\text{kA}^2 \text{ Sec}$ 的“通过”能量来测量断路器的性能度量。通过能量表明在有故障状况的情况下从断路器的下游接收到的能量的量。过多通过能量是不合需要的,并且因此需要减少它。与传统断路器的近 $3\text{e}^6 \text{ A}^2$ 相比,本文描述的断路器具有大约 $1\text{e}^6 \text{ A}^2$ 的通过能量。与传统断路器相比,这种通过能量的降低可显著地改进断路器的使用寿命。

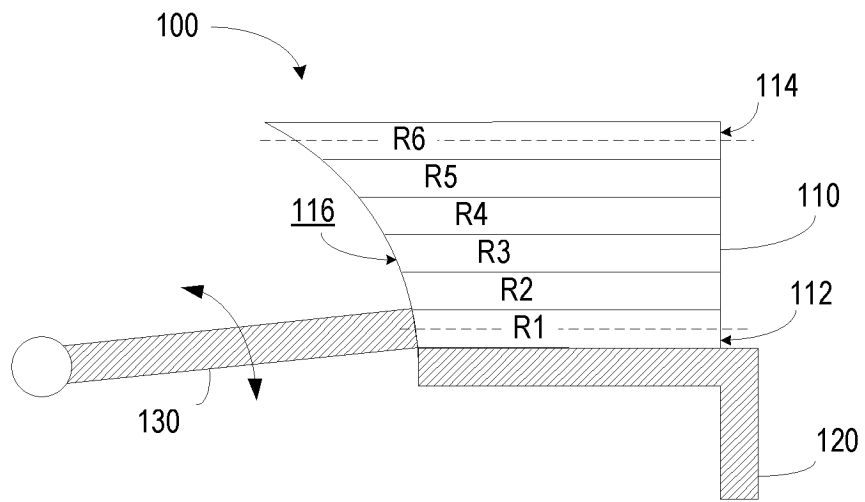


图 1

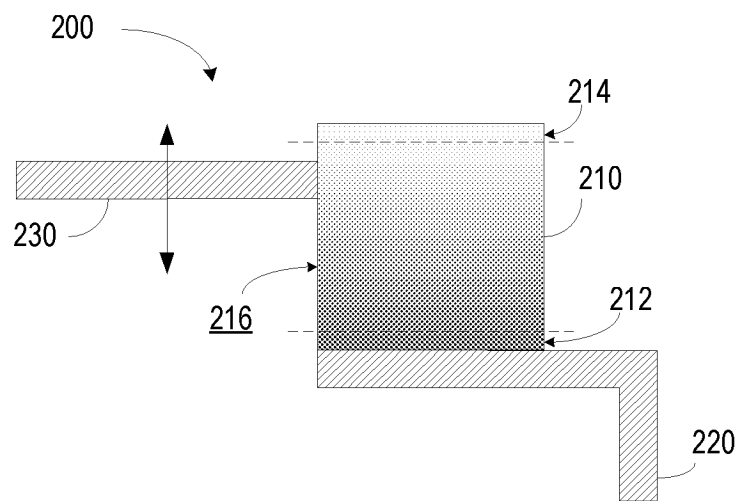


图 2

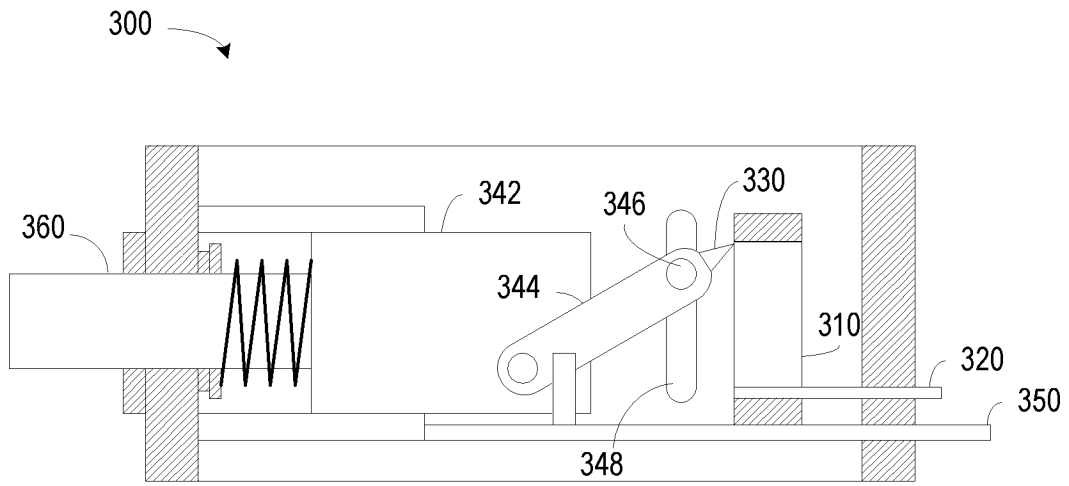


图 3A

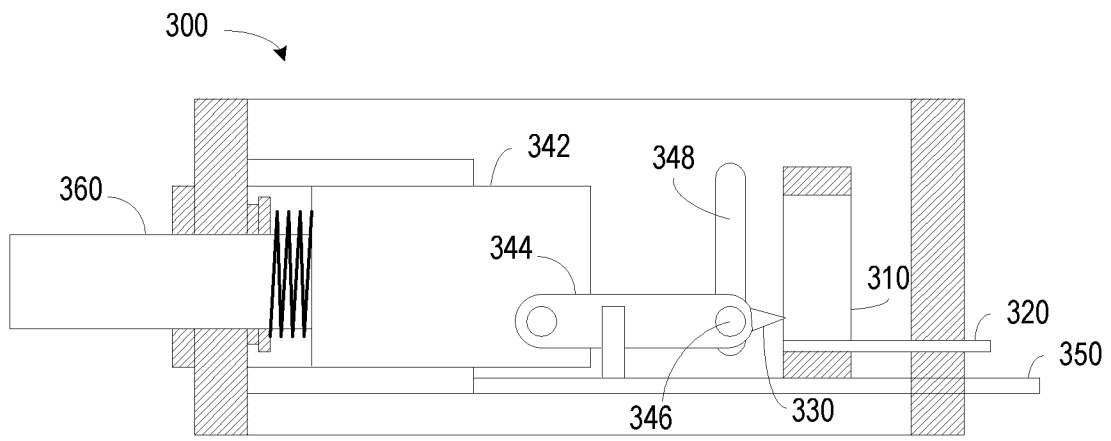


图 3B

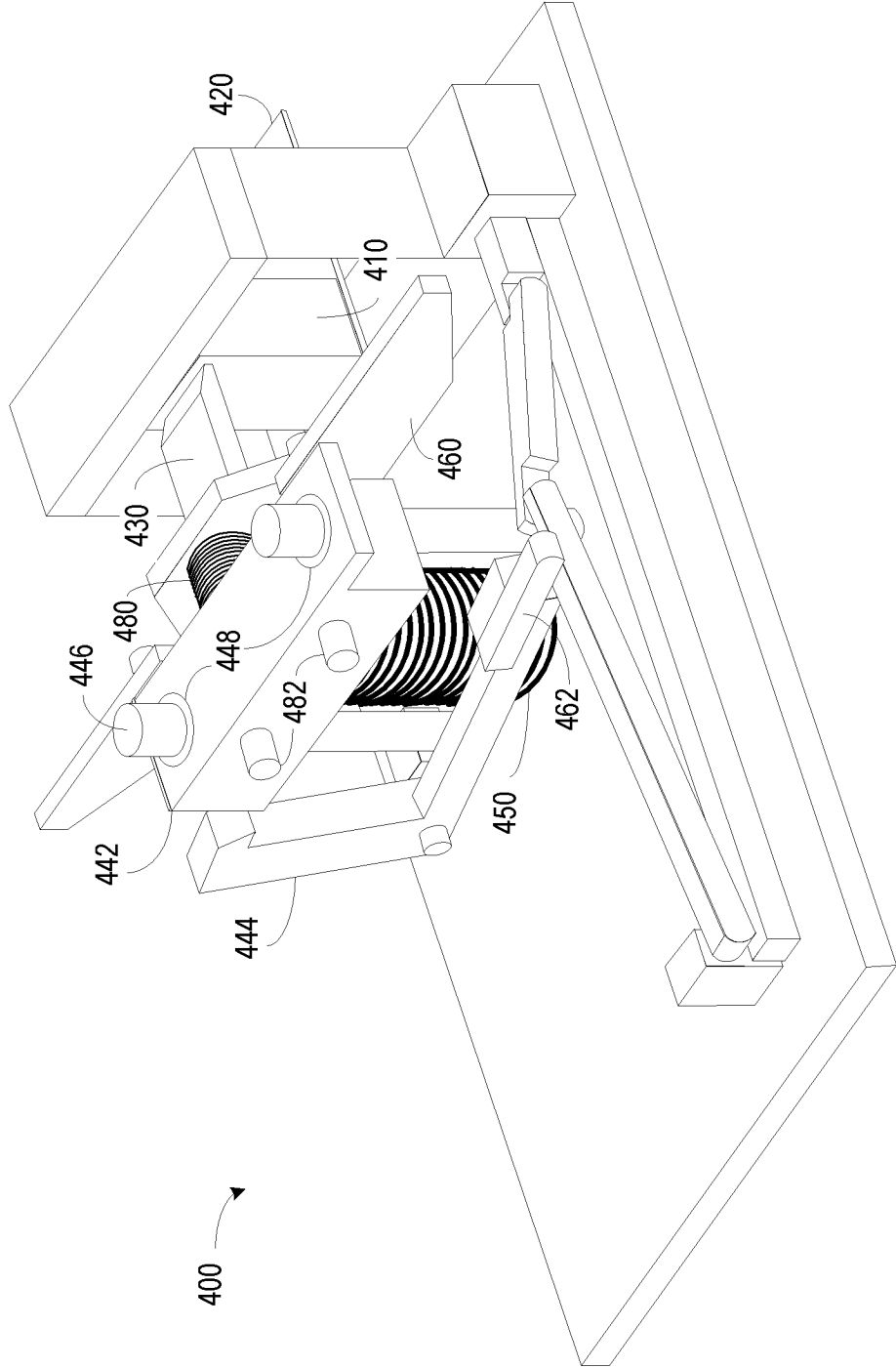


图 4

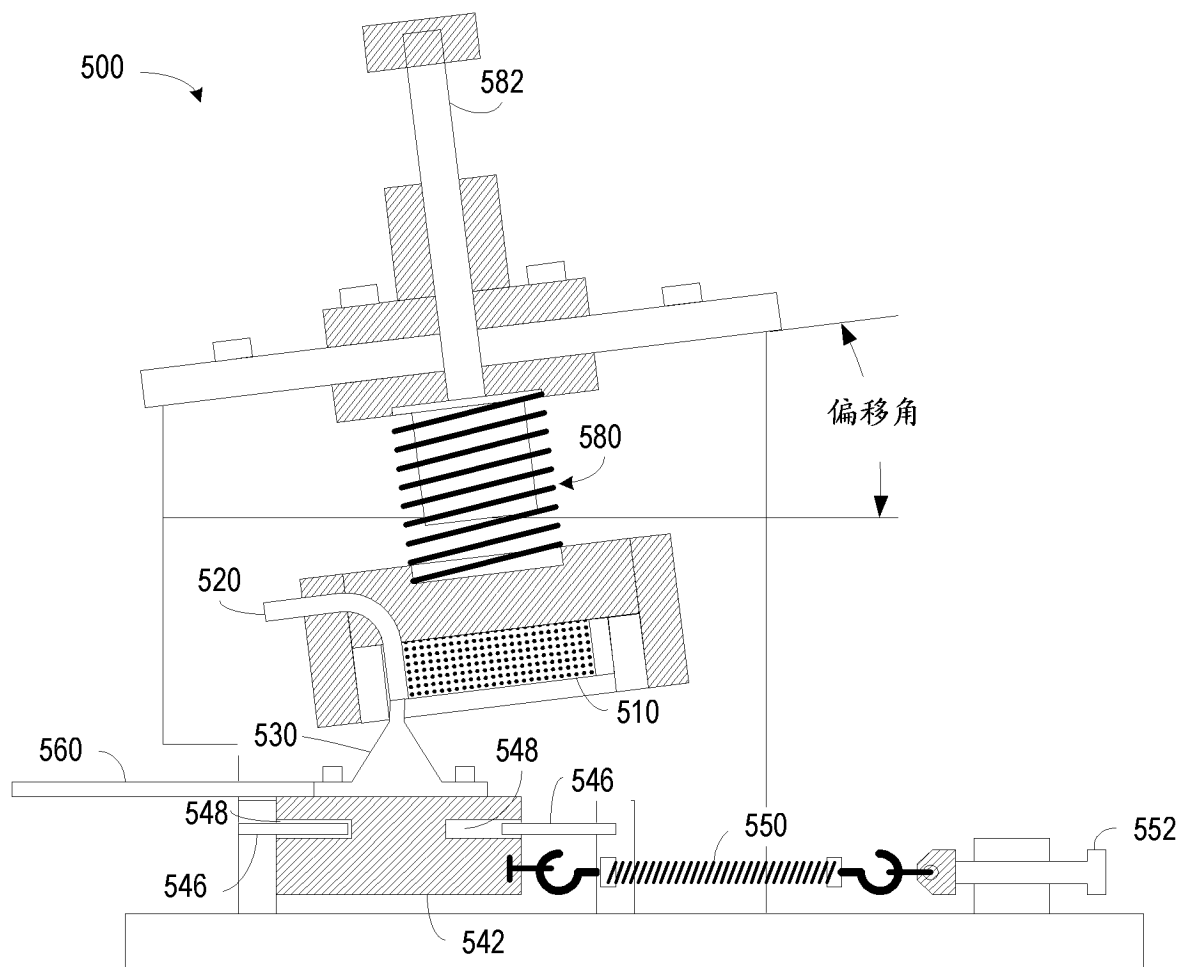


图 5

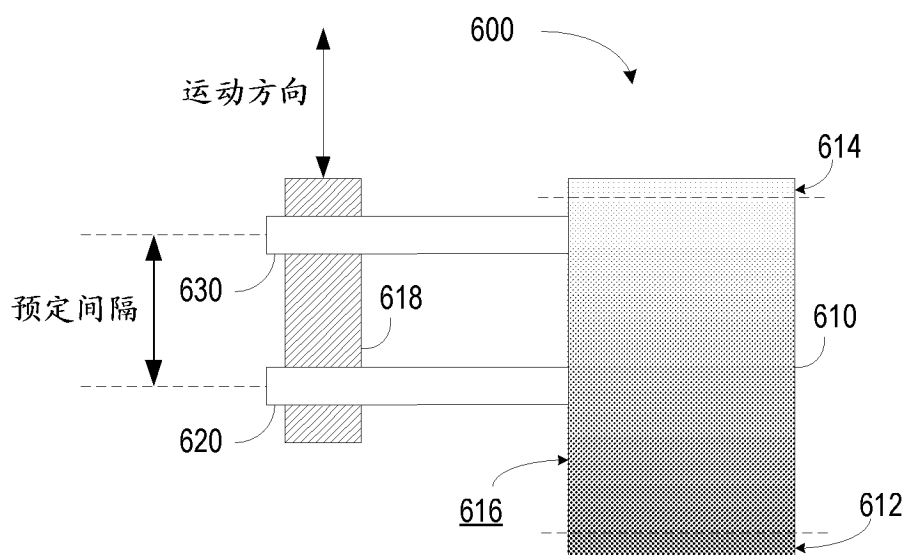


图 6

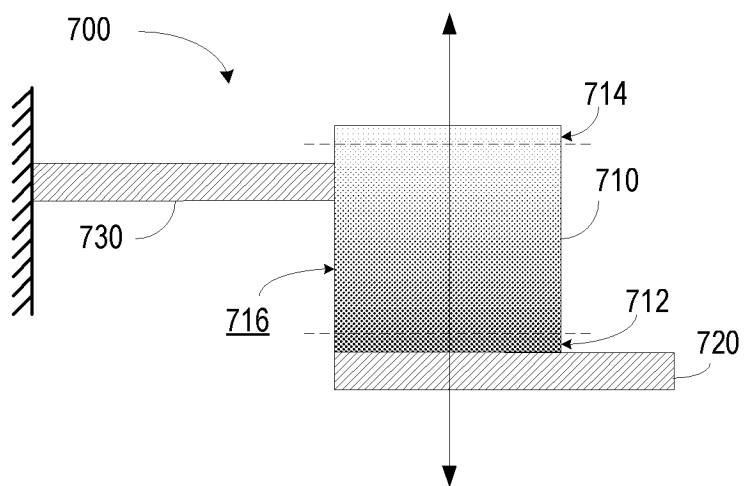


图 7

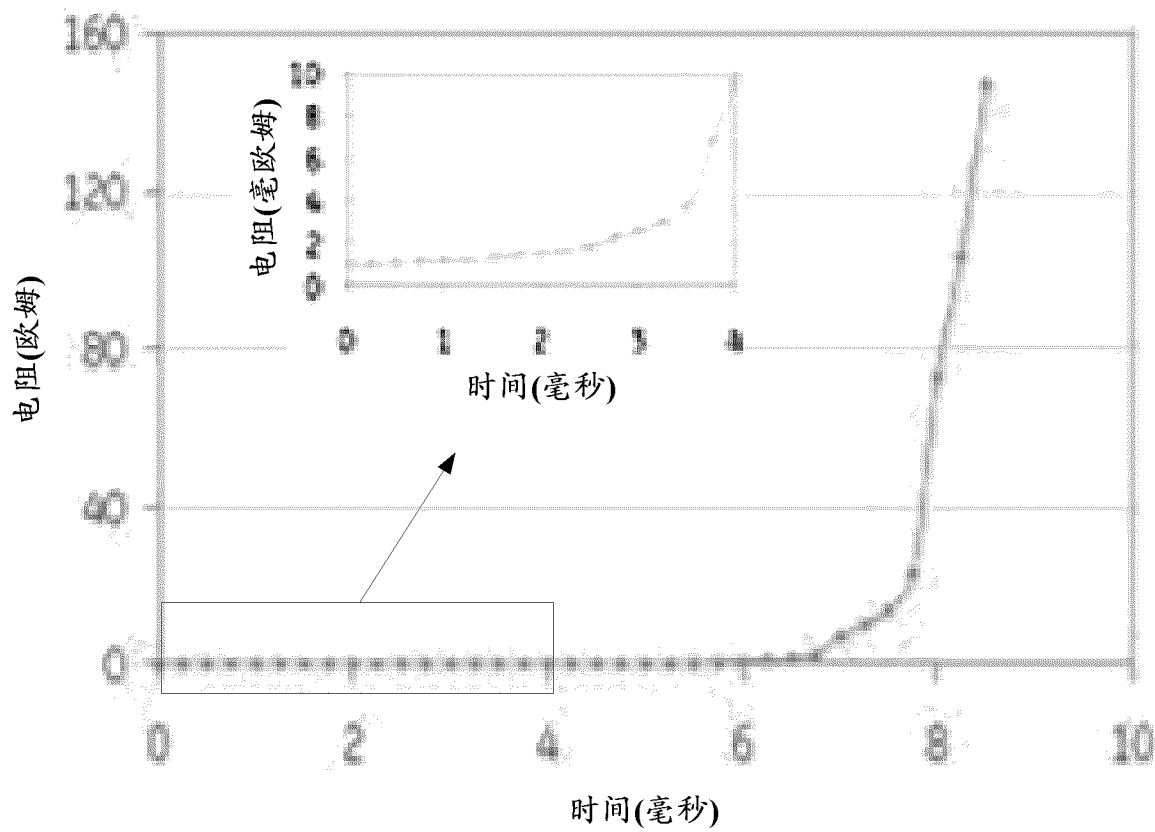


图 8

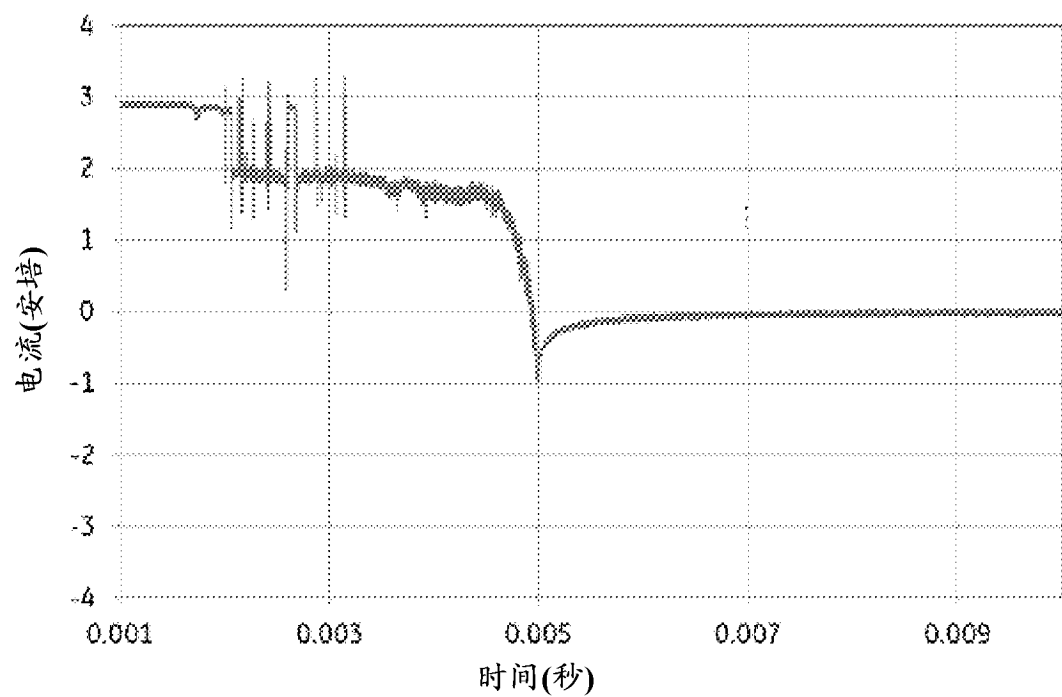


图 9

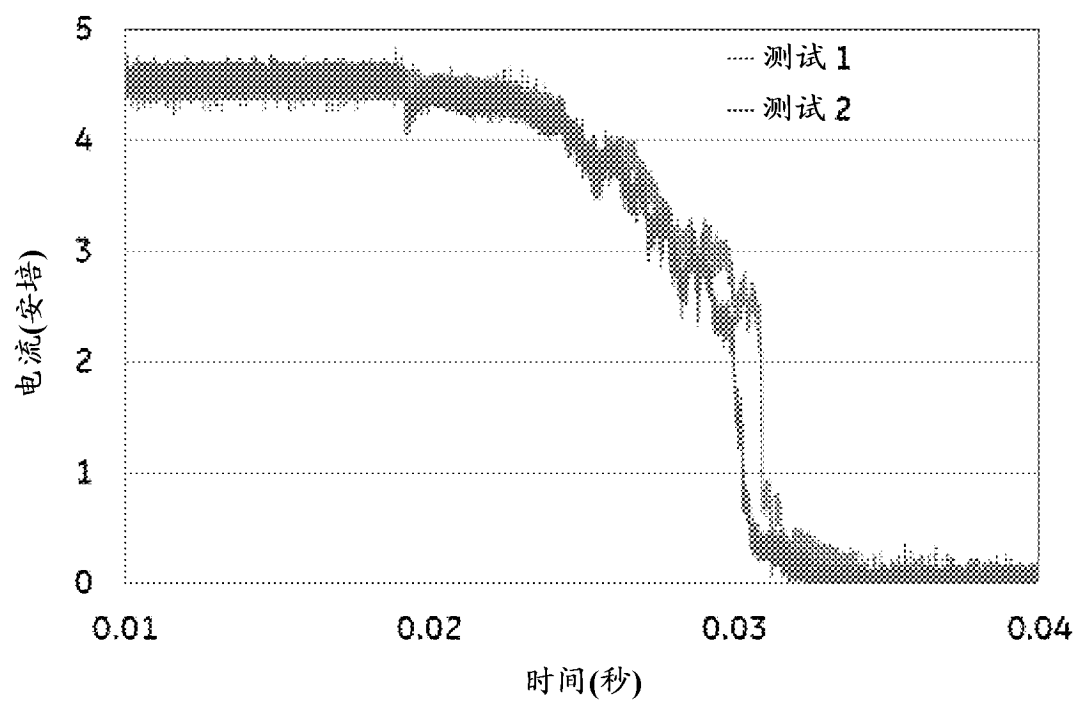


图 10