



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106602454 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(21)申请号 201611163624.0

(22)申请日 2016.12.15

(71)申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街86号

申请人 南京南瑞集团公司 上海交通大学

(72)发明人 周柏杰 蔡凡一 薛健 赵晓冬  
韩冬

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 朱妃 董建林

(51)Int.Cl.

H02B 13/055(2006.01)

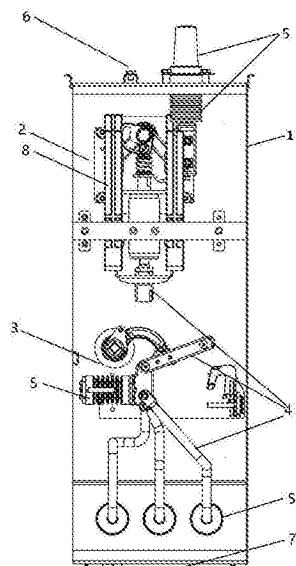
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备

(57)摘要

本发明公开了一种采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，包括内设有电气组件的密封箱体外壳和充入密封箱体外壳内的干燥的绝缘介质，所述绝缘介质的充气压力为0.1 MPa~0.3MPa；所述密封箱体外壳采用金属钣金件激光焊接制成，金属钣金件包括型号为309、310、314或330的消磁不锈钢材质；当中压开关设备所处运行环境高于或等于-20℃时，所述绝缘介质为三氟碘甲烷；当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时，所述绝缘介质为三氟碘甲烷和辅助气体的混合物，其中三氟碘甲烷的混合体积比低于40%，辅助气体的混合体积比高于60%。有益效果：实现良好绝缘的同时，大幅提升环境性能。



1. 一种采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：包括内设有电气组件的密封箱体外壳和充入密封箱体外壳内的干燥的绝缘介质，所述绝缘介质的充气压力为0.1 MPa~0.3MPa；

所述密封箱体外壳采用金属钣金件激光焊接制成，金属钣金件包括型号为309、310、314或330的消磁不锈钢材质；

当中压开关设备所处运行环境高于或等于-20℃时，所述绝缘介质为三氟碘甲烷；

当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时，所述绝缘介质为三氟碘甲烷和辅助气体的混合物，其中三氟碘甲烷的混合体积比低于40%，辅助气体的混合体积比高于60%。

2. 根据权利要求1所述的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：所述电气组件包括开断/关合单元、隔离及接地单元、导体件和绝缘件，所述开断/关合单元和隔离及接地单元均配设有导体件和绝缘件；

所述密封箱体外壳内设有可运动部件，所述可运动部件和绝缘件均通过密封圈与密封箱体外壳密封相连；

所述绝缘件为环氧复合材料包覆的导体元件，其中环氧复合材料采用微米级氧化铝为填料，添加量为40%~60%；

所述密封圈采用加入微米级填料的氟硅弹性体，其中微米级填料包括氧化铝、氧化镁或氧化硼。

3. 根据权利要求1所述的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：所述密封箱体外壳的顶面设置有充气阀门，密封箱体外壳的底面设置有泄压通道。

4. 根据权利要求1所述的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：所述电气组件中的金属部位与密封箱体外壳之间采用焊接方式密封固定。

5. 根据权利要求2所述的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：所述密封圈为X型或O型。

6. 根据权利要求2所述的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：所述开断/关合单元上连接有固体支撑件，所述固体支撑件采用高分子复合材料注射成型制成，高分子复合材料为玻纤长度小于1mm的短玻璃纤维增强型的热塑性材料。

7. 根据权利要求1所述的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：所述辅助气体为空气、氮气、二氧化碳、氦气、氩气和氧气中的一种或至少两种混合。

8. 根据权利要求1所述的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时，对于12kV电压等级的中压开关设备，所述三氟碘甲烷的混合体积比为8%~10%，辅助气体的混合体积比为90%~92%。

9. 根据权利要求1所述的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时，对于24kV电压等级的中压开关设备，所述三氟碘甲烷的混合体积比为10%~20%，辅助气体的混合体积比为80%~90%。

10. 根据权利要求1所述的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备，其特征在于：当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时，对于40.5kV电压等级的中压开关设备，所述三氟碘甲烷的混合体积比为30%~35%，辅助气体的混合体积比为65%~70%。

## 采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种中压开关设备,特别是涉及一种采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备,属于开关设备技术领域。

### 背景技术

[0002] 中压是指电压等级在1kV(千伏)以上、126kV以下的交流电,以及在1.5kV以上、75kV以下的直流电。而高压是指不低于126kV的交流电和不低于75kV的直流电。

[0003] 六氟化硫(SF<sub>6</sub>)是一种应用广泛的电气绝缘气体,具有诸多优点,但由于六氟化硫(SF<sub>6</sub>)具有显著的温室效应,其全球变暖潜值(GWP)非常高,所以已被《京都议定书》列为受限制使用的温室气体,这对SF<sub>6</sub>的使用前景和使用成本带来了巨大的影响。因此需要新型环保绝缘气体取代SF<sub>6</sub>,应用在气体绝缘领域中。

[0004] 目前,针对减少SF<sub>6</sub>对环境影响的做法主要包括使用混合气体减少SF<sub>6</sub>用量、使用高气压缓冲气体代替SF<sub>6</sub>等。使用SF<sub>6</sub>混合气体作为绝缘介质,虽然是一种直接减少SF<sub>6</sub>气体使用,减少环境影响的办法,但依旧没有办法从根本上解决电气绝缘对于SF<sub>6</sub>的依赖,其对环境的危害也会通过不断积累而造成影响。

[0005] 使用高气压缓冲气体,如压缩空气、压缩氮气(N<sub>2</sub>)等,由于气体属性与SF<sub>6</sub>的差异,空气或氮气都无法达到纯SF<sub>6</sub>的绝缘性能,使用局限性很大,无法满足电气行业的需求。

[0006] 因此需要发现新的环保型绝缘气体,取代SF<sub>6</sub>,并针对替代气体进行一定电压等级设备的开发。为此,新的环保型绝缘气体应与SF<sub>6</sub>具有相近的绝缘性能,同时满足无毒害、不易燃等工业使用要求,也不会对环境产生负面影响。

### 发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于,克服现有技术中的不足,提供一种采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备,实现良好绝缘,提升环境性能。

[0008] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0009] 一种采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备,包括内设有电气组件的密封箱体外壳和充入密封箱体外壳内的干燥的绝缘介质,所述绝缘介质的充气压力为0.1MPa~0.3MPa;

[0010] 所述密封箱体外壳采用金属钣金件激光焊接制成,金属钣金件包括型号为309、310、314或330的消磁不锈钢材质;

[0011] 当中压开关设备所处运行环境高于或等于-20℃时,所述绝缘介质为三氟碘甲烷;

[0012] 当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时,所述绝缘介质为三氟碘甲烷和辅助气体的混合物,其中三氟碘甲烷的混合体积比低于40%,辅助气体的混合体积比高于60%。

[0013] 本发明进一步设置为:所述电气组件包括开断/关合单元、隔离及接地单元、导体件和绝缘件,所述开断/关合单元和隔离及接地单元均配设有导体件和绝缘件;

[0014] 所述密封箱体外壳内设有可运动部件,所述可运动部件和绝缘件均通过密封圈与

密封箱体外壳密封相连；

[0015] 所述绝缘件为环氧复合材料包覆的导体元件，其中环氧复合材料采用微米级氧化铝为填料，添加量为40%～60%；

[0016] 所述密封圈采用加入微米级填料的氟硅弹性体，其中微米级填料包括氧化铝、氧化镁或氧化硼。

[0017] 本发明进一步设置为：所述密封箱体外壳的顶面设置有充气阀门，密封箱体外壳的底面设置有泄压通道。

[0018] 本发明进一步设置为：所述电气组件中的金属部位与密封箱体外壳之间采用焊接方式密封固定。

[0019] 本发明进一步设置为：所述密封圈为X型或O型。

[0020] 本发明进一步设置为：所述开断/关合单元上连接有固体支撑件，所述固体支撑件采用高分子复合材料注射成型制成，高分子复合材料为玻纤长度小于1mm的短玻璃纤维增强型的热塑性材料。

[0021] 本发明进一步设置为：所述辅助气体为空气、氮气、二氧化碳、氦气、氩气和氧气中的一种或至少两种混合。

[0022] 本发明进一步设置为：当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时，对于12kV电压等级的中压开关设备，所述三氟碘甲烷的混合体积比为8%～10%，辅助气体的混合体积比为90%～92%。

[0023] 本发明进一步设置为：当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时，对于24kV电压等级的中压开关设备，所述三氟碘甲烷的混合体积比为10%～20%，辅助气体的混合体积比为80%～90%。

[0024] 本发明进一步设置为：当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时，对于40.5kV电压等级的中压开关设备，所述三氟碘甲烷的混合体积比为30%～35%，辅助气体的混合体积比为65%～70%。

[0025] 与现有技术相比，本发明具有的有益效果是：

[0026] 采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质，实现良好绝缘的同时，大幅提升环境性能，其中所采用的三氟碘甲烷(CF<sub>3</sub>I)为无色无味的气体，其全球变暖潜值(GWP)几乎和CO<sub>2</sub>相当，同时它对臭氧层的破坏潜势(ODP)为零，并且在大气中的存在时间很短(小于2天)，不会对环境造成负面影响，所以本发明提供的采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备不破坏臭氧层，温室效应很小，符合环保特性要求。而且，通过对密封箱体外壳的改进，以及各电气组件的材质及其装配连接方式的改进，解决中压开关设备各部件与绝缘介质的适配性问题，从而保证中压开关设备的安全性、稳定性以及经济性。

[0027] 上述内容仅是本发明技术方案的概述，为了更清楚的了解本发明的技术手段，下面结合附图对本发明作进一步的描述。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明中压开关设备的结构示意图；

[0029] 图2为本发明实施例中球-板电极模型的结构示意图。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合说明书附图,对本发明作进一步的说明。

[0031] 如图1所示,一种采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质的中压开关设备,包括内设有电气组件的密封箱体外壳1和充入密封箱体外壳1内的干燥的绝缘介质,所述绝缘介质的充气压力为0.1MPa~0.3MPa。

[0032] 当中压开关设备所处运行环境高于或等于-20℃时,所述绝缘介质为三氟碘甲烷;当中压开关设备所处运行环境低于-20℃时,所述绝缘介质为三氟碘甲烷和辅助气体的混合物,其中三氟碘甲烷的混合体积比低于40%,辅助气体的混合体积比高于60%。所述辅助气体为空气、氮气、二氧化碳、氩气、氩气和氧气中的一种或至少两种混合。

[0033] 所述密封箱体外壳1采用金属钣金件激光焊接制成,可保证在0.1MPa~0.3MPa的气压范围内绝缘介质的泄漏率低于1%/年;其中,金属钣金件包括型号为309、310、314或330的消磁不锈钢材质,不仅可保证在交流电工况下不发生热损耗,而且可有效防止焊接点处发生碳颗粒析出问题,同时保证与三氟碘甲烷接触的环境下不被强酸性、强氧化性卤化物腐蚀。

[0034] 所述电气组件包括开断/关合单元2、隔离及接地单元3、导体件4和绝缘件5,所述开断/关合单元2和隔离及接地单元3均配设有导体件4和绝缘件5;所述密封箱体外壳1的顶面设置有充气阀门6,密封箱体外壳1的底面设置有泄压通道7。

[0035] 所述密封箱体外壳1内设有可运动部件,所述可运动部件和绝缘件5均通过密封圈与密封箱体外壳1密封相连;所述密封圈为X型或O型。

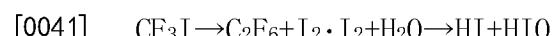
[0036] 所述绝缘件5为环氧复合材料包覆的导体元件,其中环氧复合材料采用微米级氧化铝为填料,添加量为40%~60%,可保证其与绝缘介质及其可能产生的副产物不发生显著的化学反应。

[0037] 所述密封圈采用加入微米级填料的氟硅弹性体,而非目前常规使用的丁苯橡胶、硅橡胶或丁基橡胶制成,其中微米级填料包括氧化铝、氧化镁或氧化硼,以防止被三氟碘甲烷及其电弧环境下的强酸性、强氧化性卤化物腐蚀。

[0038] 所述电气组件中的金属部位与密封箱体外壳1之间采用焊接方式密封固定。

[0039] 如图1所示,所述开断/关合单元2上连接有固体支撑件8,所述固体支撑件8采用高分子复合材料注射成型制成,高分子复合材料为玻纤长度小于1mm的短玻璃纤维增强型的热塑性材料;可有效防止强酸性、强氧化性介质对纤维材料的腐蚀,而注射成型工艺可实现快速成型且无需后续的机加工。本发明中的固体支撑件8,比常规电气设备的气箱中一般采用环氧浸渍玻璃纤维布材质并采用机加工方式制备而成的该部件,其性能得以大幅提升。

[0040] 密封箱体外壳1内如果有微量水分存在,则将有可能发生如下化学反应:



[0042] 上述化学反应产生的化学物质具备一定的化学腐蚀性,尤其对常规的不锈钢钣金件和固体绝缘件中的二氧化硅填料。所以,密封箱体外壳1采用309、310、314、330等高牌号不锈钢,密封圈采用氧化铝、氧化镁或氧化硼作为填料的氟硅弹性体等材质,达到与强酸性物质以及卤化物等介质具有良好的适配性。而常规使用的304不锈钢,二氧化硅填料的环氧件以及丁苯橡胶材质则均会被I<sub>2</sub>、HI、HIO等介质腐蚀。

[0043] 本发明提供的中压开关设备,采用的主要绝缘气体为三氟碘甲烷,由于其沸点相对高,需要与低沸点、小分子气体混合后再充入;混合后的气体随着其它气体比例的升高,气体液化温度、成本将降低,绝缘强度也会随之变化。

[0044] 实施例1:

[0045] 对于室内用中压开关设备所处环境的最低温度为-20℃,而三氟碘甲烷的液化温度为-22.5℃。此时中压开关设备中如充气压力为0.1MPa,三氟碘甲烷的含量可达到100%,即密封箱体外壳1中可充纯三氟碘甲烷气体。该气体的绝缘强度约为传统绝缘气体六氟化硫的1.2倍。

[0046] 以球-板电极模型为例,如图2所示,在间隙为20mm条极下,0.1MPa六氟化硫绝缘气体的击穿电压为100kV,而如采用纯三氟碘甲烷气体作为绝缘介质则击穿电压约为120kV;即纯六氟化硫在球-板电极模型下的绝缘强度约为5kV/mm,而纯三氟碘甲烷的绝缘强度约为6kV/mm。

[0047] 另外,在设计过程中如采用纯三氟碘甲烷作为绝缘介质,其高压导体的各相(三相交流电)导体之间的间隙以及高压导体对地电位的间隙可参照六氟化硫的设计导则,并可将间隙距离缩减约15%左右。

[0048] 以40.5kV中压开关设备产品为例,其工频过电压为110kV,按照相关标准及导则,六氟化硫绝缘气箱的相间及对地最小间隙的约为100mm;则在本发明中压开关设备中,采用纯三氟碘甲烷气体绝缘,绝缘间隙可缩减为85mm。

[0049] 实施例2:

[0050] 对于室内用中压开关设备所处环境的最低温度低于-20℃,而三氟碘甲烷的液化温度为-22.5℃,故需要采用混合气体作为绝缘介质。考虑到成本方面的因素,降低主要绝缘成分三氟碘甲烷的含量对产品宜具有一定的助益。

[0051] 对于12kV电压等级的中压开关设备,其传统六氟化硫绝缘产品的关键的绝缘结构设计为最小相间及对地间隙不低于30mm、断口开距为60mm。在该条件下的工频过电压42kV/48kV保持1分钟,雷电冲击过电压为75kV/85kV。而采用三氟碘甲烷混合比例约为8%~10%,辅助气体包括干燥空气、氮气、二氧化碳、氦气、氩气以及氧气等其他气体,可通过上述电压条件下的考核;该比例的混合气体液化温度约为-60℃,完全可满足户外低温-40℃环境要求。

[0052] 实施例3:

[0053] 对于24kV电压等级的中压开关设备,其传统六氟化硫绝缘产品的最小间隙约为30mm、断口开距为75mm。在该条件下的工频过电压65kV/79kV保持1分钟,雷电冲击过电压为125kV/145kV。而采用三氟碘甲烷混合比例约为10%~20%,辅助气体包括干燥空气、氮气、二氧化碳、氦气、氩气以及氧气等其他气体,可通过上述电压条件下的考核;该比例的混合气体液化温度约为-55℃,完全可满足户外低温-40℃环境要求。

[0054] 实施例4:

[0055] 对于40.5kV电压等级的中压开关设备,其传统六氟化硫绝缘产品的最小间隙约为60mm、断口开距为120mm。在该条件下的工频过电压95kV/118kV保持1分钟,雷电冲击过电压为185kV/215kV。而采用三氟碘甲烷混合比例约为30~35%,辅助气体包括干燥空气、氮气、二氧化碳、氦气、氩气以及氧气等其他气体,可通过上述电压条件下的考核;该比例的混合

气体液化温度约为-30℃～-35℃，完全可满足户外低温-40℃环境要求。此时还可对设备箱体外尺寸进行修改，需要放大开关产品的关键尺寸为最小间隙约不低于为70mm，断口开距为140mm，实现绝缘尺寸最佳。

[0056] 本发明的创新点在于，采用三氟碘甲烷及其混合物作为绝缘介质，采用特殊材料制备开关设备的密封件、金属钣金及导体件、以及固体绝缘件等零部件，解决设备与该绝缘介质的适配性问题；针对不同电压等级，选取合适的混合比例，并采用选定的绝缘尺寸，从而保证开关电气设备的安全性、稳定性以及经济性。

[0057] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征及优点。本行业的技术人员应该了解，本发明不受上述实施例的限制，上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理，在不脱离本发明精神和范围的前提下，本发明还会有各种变化和改进，这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

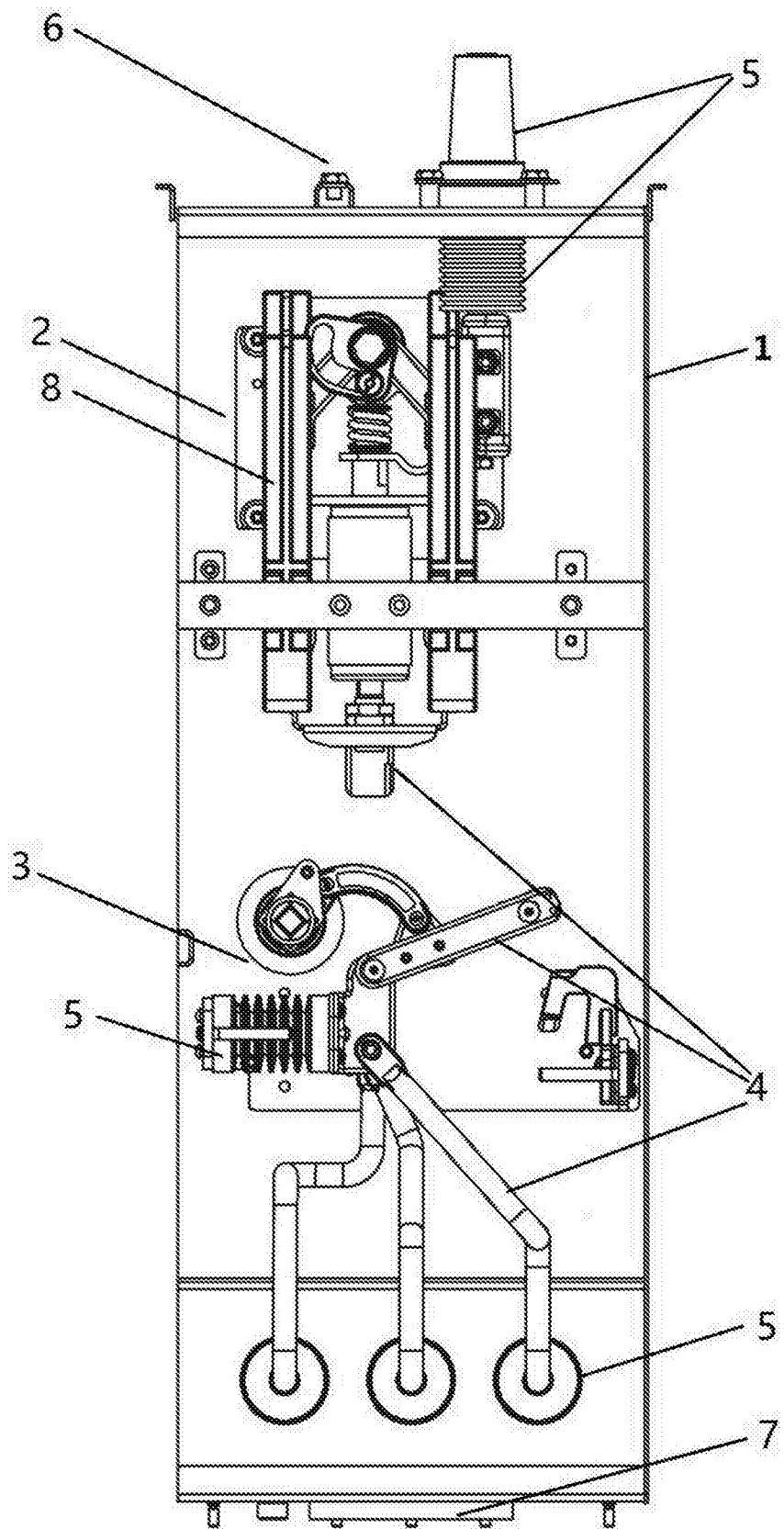


图1

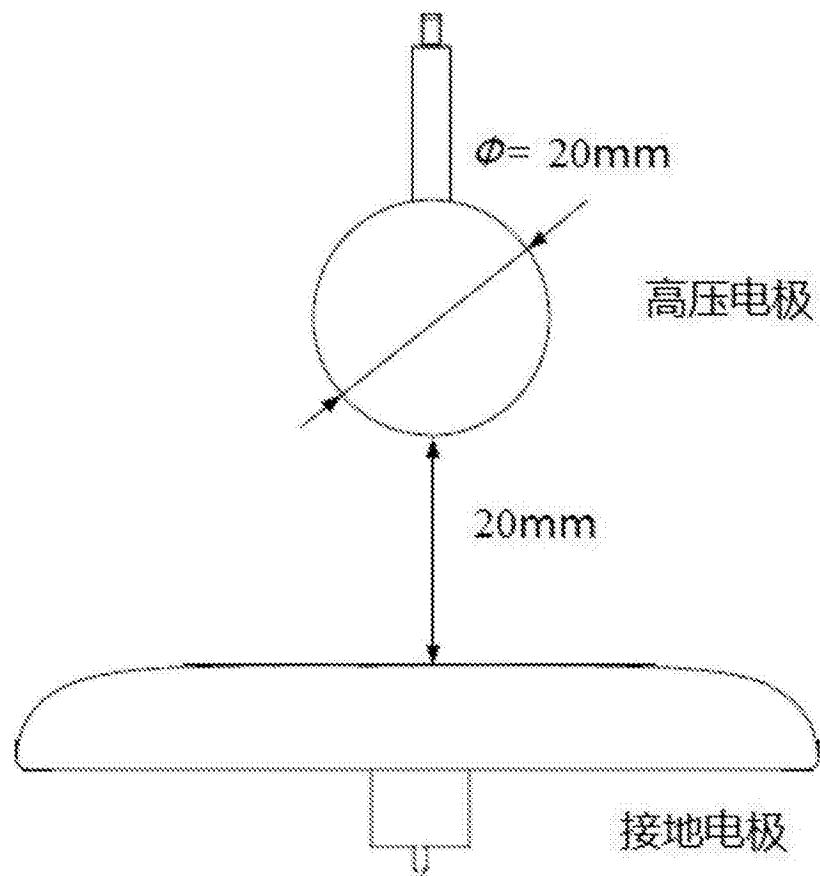


图2