

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101606286 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 30

(21) 申请号 200780049178. 3

(22) 申请日 2007. 12. 03

(30) 优先权数据

102007001093. 3 2007. 01. 04 DE

102007015931. 7 2007. 04. 02 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 07. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/063143 2007. 12. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02008/080724 DE 2008. 07. 10

(73) 专利权人 德恩及索恩两合股份有限公司

地址 德国诺伊马克特

(72) 发明人 A·埃尔哈特 M·瓦夫勒 S·希尔

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 董华林

(51) Int. Cl.

H01T 4/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1797878 A, 2006. 07. 05, 说明书全文.

W0 2006/128761 A1, 2006. 12. 07, 说明书全文.

审查员 魏辛欣

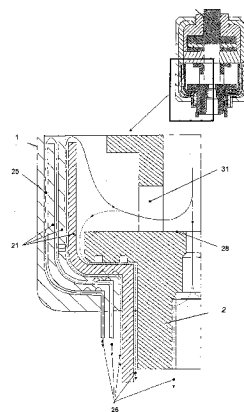
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

封装的、耐压构成的、非气密密封的以及旋转对称的大功率火花隙

(57) 摘要

本发明涉及一种封装的、耐压构成的、非气密密封的以及旋转对称的大功率火花隙,包括:两个间隔的相对设置的主电极、一个圆柱形的金属的外壳、一个由外壳包围的气体或等离子体冷却室以及在外壳的端侧上设置的用于所述主电极的电连接触点,其中冷却室由同轴的杯形结构构成,所述杯形结构由主要为管形的彼此梯级式排列的金属部件构成,在所述金属部件之间具有曲折形的冷却通道,所述主电极之一构成为空心圆柱形的排气电极,该电极的侧向的开口伸入侧面的冷却室内,以及冷却室具有多个彼此无关的通风开口或者与这样的开口连接。按本发明,第一通风开口直接与燃弧室的底部连通,该第一通风开口由在所述电连接触点之一中的螺纹通道或孔构成。其它通风开口位于通过偏转和通过与杯形结构热交换地接触而冷却的气体的区域内。另外排气电极的侧向开口的横截面面积大于燃弧室的横截面面积,以便降低电极烧损。



1. 封装的、耐压构成的、非气密密封的以及旋转对称的大功率火花隙,包括:两个间隔的相对设置的主电极(2、3)、一个圆柱形的金属的外壳(1)、一个由外壳包围的气体或等离子体冷却室以及在外壳的端侧上设置的用于所述主电极(2、3)的电连接触点,其中冷却室(17)由同轴的杯形结构构成,所述杯形结构由主要为管形的彼此梯级式排列的金属部件(21)构成,在所述金属部件(21)之间具有曲折形的冷却通道,所述主电极之一构成为空心圆柱形的排气电极(3),该排气电极的多个侧向的开口(31)伸入冷却室(17)内,以及冷却室(17)具有多个彼此无关的通风开口(26、30)或者与这样的多个彼此无关的通风开口连通,其特征在于:第一通风开口(26、30)直接与燃弧室(7)连通,第一通风开口由在所述电连接触点之一中的螺纹通道或孔构成,并且其它通风开口(26)位于通过偏转和通过与杯形结构热交换地接触而已经冷却的气体的区域内。

2. 按权利要求1所述的大功率火花隙,其特征在于:为了提高大功率火花隙的耐压性,设置一个包围燃弧室(7)的支承元件,该支承元件以支承环、支承带和/或支承织物的形式构成。

3. 按权利要求1所述的大功率火花隙,其特征在于:为了提高大功率火花隙的耐压性,杯形结构的敞开的端部至少部分与排气电极形锁合或力锁合地连接。

4. 按权利要求2所述的大功率火花隙,其特征在于:为了提高大功率火花隙的耐压性,杯形结构的敞开的端部至少部分与排气电极形锁合或力锁合地连接。

5. 按权利要求2所述的大功率火花隙,其特征在于:支承环(33)由导电的材料构成并且与杯形结构连接,其中在支承环(33)与燃弧室(7)之间有一个限定该燃弧室的由产气的材料构成的插件(34)。

6. 按权利要求1至5中任一项所述的大功率火花隙,其特征在于:排气电极的各侧向的开口(31)的相加的横截面面积大于燃弧室(7)的横截面面积(32),以便减少电极烧损。

封装的、耐压构成的、非气密密封的以及旋转对称的大功率 火花隙

技术领域

[0001] 本发明涉及一种封装的、耐压构成的、非气密密封的以及旋转对称的大功率火花隙,其具有:两个间隔的相对设置的主电极、一个圆柱形的金属的外壳、一个由外壳包围的气体或等离子体冷却室以及在外壳的端侧上设置的用于所述主电极的电连接触点。

背景技术

[0002] 按照现有技术在火花隙基础上的过电压保护器中,所述火花隙在低压范围内应用时封装设置,以免排出威胁环境的高温或尚被电离的气体。

[0003] 在属于较早现有技术的排气放电器中,绝大部分的、直至约 90% 的能量转换都以热气体的形式排放到环境中。很明显,采用现代的火花隙来避免排气,这提高了热负载以及动态负载。在封装的放电器中,这种提高的负荷妨碍在尽可能小的结构尺寸中对于高脉冲电流和高续流进行必要的控制。

[0004] 为实现在若干千伏范围内的更低的安全电平,放电器中设有附加的触发装置。这样的触发装置要求另一个附加的、通常加载高压的电极的绝缘。在结构空间上的更多消耗以及附加的绝缘材料也导致以这种方式实现的放电器功率的其它限制。

[0005] 由 DE 100 08 764 A1 以及其中展示的封装的火花隙已知,经由火花隙的金属壳体外套输入触发电势。设置在该处的主电极相互绝缘并相对于外壳绝缘地安装在火花隙中。然而由于短的电弧长度以及电弧的简单分布通过该现有技术的方案只能够达到较小的续流极限。

[0006] 在 DE 100 18 012 A1 的封装的放电器中,触发电极的电势同样通过火花隙的耐压金属外壳被输送。这里的耐压外壳一体构成并且为制造的目的采用简单的成形工艺。然而,放弃触发电势的绝缘套管导致在该变型方案中用于火花隙内部的绝缘体的费用增加,因为两个电极不仅必须相互之间绝缘,而且也相对于整个外壳绝缘。除了要求更多的空间,特别是火花隙的散热也受到耗费的耐压的绝缘体的阻碍,这导致绝缘部件热负荷的增加、较长的冷却时间以及为火花隙提供的空间的大幅度的限制。所有这些缺点最终限制火花隙的功率。

[0007] 如果为改善火花隙的特定参数而实行自产气体的附加排放,就会产生高的能量转换,该能量转换除热负荷之外导致脉冲电流和续流中的继续升高或动态压力负载。

[0008] 在 DE 101 64 025 A1 中展示了一种封装的可触发的火花隙,该火花隙按照 Radax Flow 原理工作。在该现有技术的解决方法中,火花隙现有的长方平行六面体形的外壳用于冷却热的气体。通过与外壳绝缘的第二主电极的绝缘件输送到触发电极。基于外壳的几何实施形式,这样的变型方案成本较高并且相对于用做冷却气体的区域极大地限制了有效电弧范围的位置。

[0009] 上述现有技术中的较为有价值的方案包括能承受雷电的低压空气火花隙,该火花隙以其构造具有高耐压性。

[0010] 在EP 0 305 077 A1中介绍了一种较小功率的火花隙,其中,触发电极穿过火花隙的由绝缘材料制成的外壳。该不具有承受雷电能力的火花隙具有较小的主电极距离,且不具有提高电弧电压的措施。该现有技术中的火花隙的功率转换以及随之而来的热负荷和动态负荷都是不充分的。这样一个火花隙不适合投入低压电网使用。这里的外壳的动态负载性以及触发电极的套管同样都很小。

发明内容

[0011] 由以上可知,本发明的目的在于,实现进一步改进的、封装的、耐压构成的、非气密封的、旋转对称的大功率火花隙,其具有:两个间隔地相对设置的主电极、一个圆柱形的金属外壳、一个由外壳包围的气体或等离子体冷却室以及在外壳的端侧上设置的用于所述主电极的电连接触点,该火花隙与已知的相比较能良好且快速地冷却热的气体。

[0012] 在按 Radax Flow 原理封装火花隙时通过未有的排气和通过能量输出提高所有火花隙部件的热负载。另外也提高火花隙的动态负荷,因为在 Radax Flow 原理中附加产生的气体不能自由流出。

[0013] 这种热负荷导致使用的廉价的惰性绝缘部件以及活性的产气材料的较快变形和较强烧损。同样提高了主电极和必要时存在的触发电极的烧损。基于动态的压力发展,烧损颗粒以及熔体也分布在火花隙内。这也危害在现有技术中已经存在的压力平衡开口,所述压力平衡开口保证用于火花隙环境的必需的压力平衡。在压力平衡开口封闭的情况下再次加载时存在永久损害火花隙的危险。

[0014] 火花隙由运行引起的压力冲击造成的动态负荷在高负荷的情况下导致在处于堆叠结构的零件中的短期或永久的缝隙形成。由此通过污染或等离子体影响会造成绝缘的损害并且从而使火花隙的触发特性变得糟糕。在较强加载时限定燃弧室的部件易于形成裂缝,因此威胁火花隙的功能。

[0015] 因此必需的是,实现有效且节省空间地以及廉价地冷却热的气体以及实现火花隙与环境的压力平衡。

[0016] 按本发明封装的、耐压构成的、非气密封的以及旋转对称的大功率火花隙的冷却室由同轴的杯形结构构成,所述杯形结构由主要为管形的彼此梯级式排列的金属部件构成,在所述金属部件之间具有曲折形的冷却通道。杯形结构可以由金属材料构成,该金属材料具有高的导热性。

[0017] 所述主电极之一构成为空心圆柱形的排气电极,该电极具有侧向的开口。各侧向的开口伸入侧面的冷却室内。

[0018] 所述冷却室具有多个彼此无关的通风开口或与这样的多个彼此无关的通风开口连通。

[0019] 基于本发明的基本构思,第一通风开口间接或者直接与燃弧室的底部连通。第一通风开口由在所述电连接触点之一中的螺纹通道或孔构成。

[0020] 其它的通风开口处于这样的区域中,即在这些区域中气体通过偏转和通过与杯形结构热交换地接触而经受冷却。

[0021] 另外按本发明排气电极的各侧向开口的横截面面积总和大于燃弧室的横截面面积,使得按简单的方式得到电极烧损的有效降低。

[0022] 为了提高整个结构的耐压性,在本发明的一种实施形式中设置一个包围燃弧室的支承元件,该支承元件是以支承环、支承带和 / 或支承织物的形式构成。

[0023] 为了提高耐压性也存在这样的可能性,即杯形结构的敞开的端部至少部分与排气电极形锁合或力锁合地连接。

[0024] 在一种补充的实施形式中支承环由导电的材料构成并且设定该材料与杯形结构连接,其中在支承环与燃弧室之间存在一个由产气材料例如 POM 构成的限定该室的插件。

附图说明

[0025] 下面借助于实施例参照附图详细解释本发明。其中：

[0026] 图 1 显示用于有效冷却耐压构成的、非气密密封的、旋转对称的大功率火花隙的实施形式,包括轴向的杯形结构以及位于其间的曲折形的冷却通道；

[0027] 图 1a 显示按图 1 的结构的局部详图；

[0028] 图 2 显示类似图 1 的实施形式,但是包括用于提高整个结构的耐压性的附加的支承环；

[0029] 图 3 显示类似图 2 的实施形式,但是包括在杯形结构与排气电极之间的附加的螺纹连接,用于稳定和提高整个结构的耐压性；

[0030] 图 4 显示另一实施形式,包括导电的支承环,其与限定冷却室的杯形结构连接。

具体实施方式

[0031] 示例地在图中显示的火花隙包括一个圆柱形的金属外壳 1 和两个主电极 2、3。

[0032] 此外有选择地例如通过绝缘地插入的导电的带 8 设定触发可能性,该带伸到触发电极。

[0033] 触发电极具有一个内端部,它引导至燃弧室 7。

[0034] 触发电势的绝缘的插入例如在按图 1 的视图公开的那样实现在火花隙结构的下面的区域内的附加的自由空间。

[0035] 该自由空间用主要为管形的彼此梯级式排列的金属部件 21 填充,所述金属部件构成同轴的杯形结构。

[0036] 在各金属部件之间的环形缝隙 22 通过环绕的间隙 23 或孔 24 或者类似的凹槽彼此连通,使得产生带有多次气体偏转结构 25 的、曲折形的、同轴的、节省空间的冷却系统。

[0037] 圆柱形的金属壳壁(外壳 1)可以作为封闭件结合到冷却系统内。

[0038] 冷却系统的尺寸和位置通过它们的同轴的结构在相同的实际功率时没有导致相对于已知的排气火花隙不期望的空间需求的提高。

[0039] 按本发明的冷却系统包含多个完全不相关的压力平衡开口 26,所述开口随着气体的增大的离开或停留时间具有较大的横截面。

[0040] 杯形结构的第一或者最里面的管形的壁 27 除了带有气体通道的主电极 28 的底部之外如通常的那样用于中断等离子束。因此热的气体在里面的圆柱形的第一腔 17 中均匀地分布。该腔的壁在此由于等离子束而被强烈地加载,因此材料要具有高的耐烧损性或者提高的厚度。除了金属材料之外也可以采用陶瓷材料、复合材料或者具有高的动态强度的聚合物。金属由于高的热量吸收能力在第一腔 17 内应实现热的气体的强烈冷却的情况下

是尤其适用的。

[0041] 圆柱形的第一腔 17 连通至第一环形缝隙,优选在第一腔 17 的上端部上通过缝隙或者在那儿设置的多个分开的开口实现。

[0042] 用这种措施,气体在第一腔内的流动方向相对于在燃弧室内的流动方向偏转并且因此充分利用圆柱形腔的整个表面用于冷却。

[0043] 此外因此气流变得更扩散,并且存在的烧损颗粒已经沉积在第一腔 17 内。

[0044] 在离开里面的强烈加载的第一腔 17 之后,热的气体到达在内腔的外壁与环形的第二金属插件之间的环形缝隙内。通过气体在窄的缝隙内的引导实现继续的强烈的冷却。缝隙这样确定尺寸,使得由于烧损颗粒和炭黑而封闭是不可能的。

[0045] 在第二环上在耐烧损性和金属的强度方面仅还提出较小的要求。另外第一和第二环也可以通过合适的螺纹进行连接。在环形缝隙的端部上气体通过适合的连接部导入下一个环形缝隙,在该下一个环形缝隙中可以进行再次偏转。在最后的环形插件与火花隙的金属外套(外壳)之间的空腔可以作为最后的环形缝隙。

[0046] 无关的压力平衡开口的定位这样实现,使得即使在火花隙内部的强烈烧损的情况也可以避免开口的堵塞。

[0047] 压力平衡开口 26 根据气体偏转的区域成梯级地从内向外设置,其中这些开口的横截面优选从内向外上升。

[0048] 按本发明在第一实施形式中第一开口直接在等离子体偏转的区域内在燃弧室 7 的底部上实现。在第二变形方案中没有孔在底部上,但是其中存在按图 1 的内部的通道 26 的连接。

[0049] 第一开口优选由孔与电极接头的螺纹通道构成,该电极接头也可扩展。

[0050] 由第一腔 17 通过螺旋形或槽形的通入到电极接头的相同的通道内或者通入到电极接头与第一腔 17 的挡壁的延长部分之间的分开的缝形的通道内的输送部实现第二通风。

[0051] 用于压力平衡的提到的变形方案由于其在最高的火花隙负荷的区域内的定位可以仅用最小横截面并且仅以附加的冷却例如通过长的螺旋部 29 或螺纹部 30 用于避免排气。但是在这些负载区域内尽管有高价值的材料仍产生烧损产物,因此尤其在高负载中通风开口仍遭受不期望的封闭的危险。

[0052] 因此按本发明其它通风开口设置在如下区域内,即在这些区域内已经实现气体的显著冷却并且在这些区域内烧损产物的沉积危险较小。为此的第一可能性存在于气体第一次通过内腔与第一冷却环之间的环形缝隙之后。在此压力平衡开口可以通过槽但是也可以通过螺旋部在与其它压力平衡开口无关的路径上向外导向。附加的且无关的压力平衡开口适宜用于气体冷却的在火花隙的金属壳体与外部的金属环之间的开口。

[0053] 离散的压力平衡开口或在各冷却壁之间的开口的实施也可以通过有细孔的或透气的结构或者相应的插件实现。

[0054] 用于冷却热气体的介绍的解决方案的获得的高效率显示,用于气体偏转和冷却的壁的体积可选择得大致等于或高于在冷却室 17 内的气体体积。同样在冷却室内的体积不显著地有别于燃弧室 7 的气体体积。

[0055] 除了用于气体的释压和冷却的高效率之外,上述冷却系统的结构通过前后成梯级

排列的曲折形连通的环形平行挡壁提供其它的优点。

[0056] 在按 Radax Flow 原理的已知的火花隙中通过具有用于通气的主电极的处于横向的开口的小横截面结构产生气体在电弧区域内的倒流。在高的脉冲电流中通过这种效应实现所谓的喷嘴堵塞,因此可以降低火花隙的能量转换。

[0057] 上述的解决方案在高的脉冲电流中和在封装的实施形式中具有两个显著的缺点。气体在喷嘴前的倒流导致压力反射,该压力反射直接进入到燃弧室内并且通过过量的压力升高引起堆叠的零件的位置改变,随之引起所述零件的可能的损坏。在该区域内的非常热的等离子体的收束在还适当的续流负荷或脉冲负荷中在下面的主电极上已经导致强烈的烧损。这在热的等离子束中引起并且危害压力平衡开口。通过在等离子束中长的加热时间,材料相当长地保持熔融流动性和反应性。这另外提高了快速封闭平衡开口的危险并且通过高的能量密度也危害火花隙的热稳定性较低的绝缘件。通过在主电极的通流通道内的压力反射,这种热的部件可以到达火花隙的触发区域内。

[0058] 通过在主电极中的通流通道的按本发明的开口 31 可以显著降低电极的烧损,该开口大于在燃弧室中的横截面 22。为了得到在高的脉冲电流中期望的回流,可以利用间距并且可以利用冷却腔 27 的第一冷却环的材料特性以及在其它冷却环 23 内的气体的通口的尺寸设计。通过降低至冷却环的间距或者通过降低材料的热容性,根据需求的不同情况在较小的脉冲电流中也会得到与提及的“喷嘴堵塞”等价的效应。

[0059] 在环的表面上已经分开的并且随着增大的距离而扩散的等离子束的烧损是较均匀的并且因此构成相关的熔体前部,所述熔体前部使得各熔体颗粒的分解变得困难。

[0060] 通过烧损现象由电极延长到冷却区域内,降低绝缘部件由于分裂出的熔体的损害危险,而且即使由于高的脉冲负荷在压力反射的情况中也如此。因此例如通过松散的熔体粒子也降低了压力平衡开口堵塞的危险。

[0061] 按已知的方式在火花隙的燃弧腔内所有的部件是尤其压敏的。在此必须尤其考虑在主电极 2 和 3 与必要时存在的触发电极之间的由产气材料构成的间隙 19、20。在此 POM 用作为优选的廉价的材料。POM 的强度是有限的并且不能通过添加纤维材料决定性地提高。

[0062] 因此按本发明设定,上述材料的动态的耐压性通过按图 2 或 3 的至少一个外部的支承环 33 提高。图 2 显示具有支承环 33 的火花隙的实施形式,该支承环由导电的或不导电的材料构成并且加工成配合的活性件。取代替支承环用丝线或织物的环绕张紧或缠绕也是可能的。当然在制造过程中上述的支承元件或支承部件也能够集成到产气材料的外部的通常非活性的部分中。

[0063] 通过支承环 33 不仅可以稳定处于燃弧室 7 中的部件 34,而且也导致压力在部件的整个圆周上并且也在位于环后面的其它部件例如绝缘部件 35 上的分布。因此即使在不均匀地分布到限定燃弧室 7 的部件上的情况下,位于燃弧室外面的部件也受到均匀的压力负荷。从而通过上述技术方案不仅提高限定燃弧室 7 的敏感的部件的耐压性,而且也防止径向分离的部件受到危险的不对称的压力分布。这尤其对于维持耐压的绝缘部件以及触发电势 6、8 并且对于绝缘地插入的主电极 3 是必需的。

[0064] 在高的脉冲电流中在如下的区域内在燃弧通道内的压力上升,在这些区域内尤其在火花隙的堆叠的且压制的零件的优选结构的变形方案中所述零件在压力反射时能够彼此松开。但是这构成用于绝缘间隙 36 和 37 以及触发电极 6(图 2) 的大的危险。一方面通

过穿透的等离子体并且另一方面通过烧损颗粒以及炭黑可以预料损坏。

[0065] 为了避免负面的现象可以涉及多个应对措施。在保持由零件构成的堆叠方案的情况中所述零件可以这样构成,使得在各零件抬起大约 1mm 的情况下在具有不同电势的所述零件之间不会产生穿通的自由空间。同样可以避免直至火花隙的外套的穿通的间隙。这如在图 2 中描述的那样例如可以通过电弧通道的零件 36、6、37、34、2、3 的折角、拱曲和钩挂实现。这同样用绝缘部件 35 和绝缘环 38 是可能的。绝缘环 38 用于活性部件 34 从主电极 2 和冷却室 17 热脱耦和机械脱耦。

[0066] 在另一结构变形方案中零件的止动也是可能的。一种有利的解决方案是部件用绝缘材料包围注塑或者环绕浇注,所述部件引导可能必需的触发电势。这可以在事后或者直接制造时实现。不同聚合物共同注塑成一个复合件也是有利的,因此可以排除零件的抬起。

[0067] 图 3 显示一个结构,其中最外面的冷却环 39 与下面的主电极 2 或其它适合部件的螺纹连接用作为用于卸压或者用于压力均化的其它措施。

[0068] 通过这种措施,在中间腔(冷却室 17)内建立的压力均匀地分布到产气部件和触发区域的部件上。同样在强烈的负载和在各部件之间的可能的缝隙形成的情况下阻止在燃弧腔与冷却室之间的二次气流。

[0069] 除了高的压力负载之外在火花隙中的转换的能量也构成绝缘部件和尤其由低熔点的 POM 构成的产气部件的热负载。具体地限定燃弧室 7 的部件被强烈地加热并且必需在加载之后快速冷却,以便避免继续产气和持续变形。在侧面限定燃弧通道(燃弧室)的部件与带有气体通道的强烈加热的电极通过温度稳定的绝缘材料例如高温聚合物或者陶瓷的热脱耦和机械脱耦可以借助于绝缘环 38 实现。

[0070] 尤其在高的脉冲负荷并且从而高的分流和分压中的另一问题是保持低的安全电平和火花隙的低触发电势。

[0071] 确定用于在主电极 2、3 之间的间隙的飞弧时间的重要参数是间隙的长度。但是该尺寸可以不取决于燃弧通道的采用的材料、脉冲电流承载性和电流极限地选择。为了限定通过火花隙的电压,因此可以仅降低用于飞弧的必需的时间或者必须在该期间通过其它的可能性限定电压。

[0072] 为了缩短必需的时间,可以改变火花隙的几何结构或流动情况或者也可以提高提供的触发能量。同样直至触发的电压可以通过外部的平行元件例如变阻二极管限定。所述元件不仅可以作为触发电路的组成部分而且可以分开地并联于火花隙设置。

[0073] 按本发明不仅燃烧室的部件的热卸载而且直至在两个主电极之间的电弧的飞弧的电压负载通过支承环 33 和燃弧通道的 POM 部件的有利的结构变形方案实现。在此按图 4 支承环 33 导电地构成并且与冷却室 17 的一个或多个冷却环 33 或者下面的主电极 2 连接。与下面的主电极的连接是尤其有效的,如果该主电极具有足够的质量或者良好的冷却的话。

[0074] 通过上述解释的措施,限定燃弧室的产气的部件比通过一个未连接的支承环 33 和一个绝缘环 38(见图 3)的情况更直接和更强烈地冷却。这种冷却如此强烈,使得可以部分放弃已知的热脱耦(按图 3 的构件 38)。

[0075] 通过根据产气材料(绝缘的或导电的材料)的不同情况电接通产气部件,可以在

产气材料 34 中控制电场分布或者电流分布。从而不仅触发延迟时间的缩短而且直至触发主火花隙的电压降的降低是可能的。通过导电的产气材料的电流可以借助于该解决方案与相应聚合物混合无关地在另外的区域内进行控制。电流随着产气材料 34 的减小的环厚度并且随着导电的支承环 33 的增大的高度而上升。这使得直至在主电极之间飞弧的电压下降。在这种有利的结构方案中要注意的是,尤其在产气材料与支承环之间强烈地重叠时涉及这样的措施,即所述措施防止在上面的主电极 3 与支承环 33 之间的飞弧。

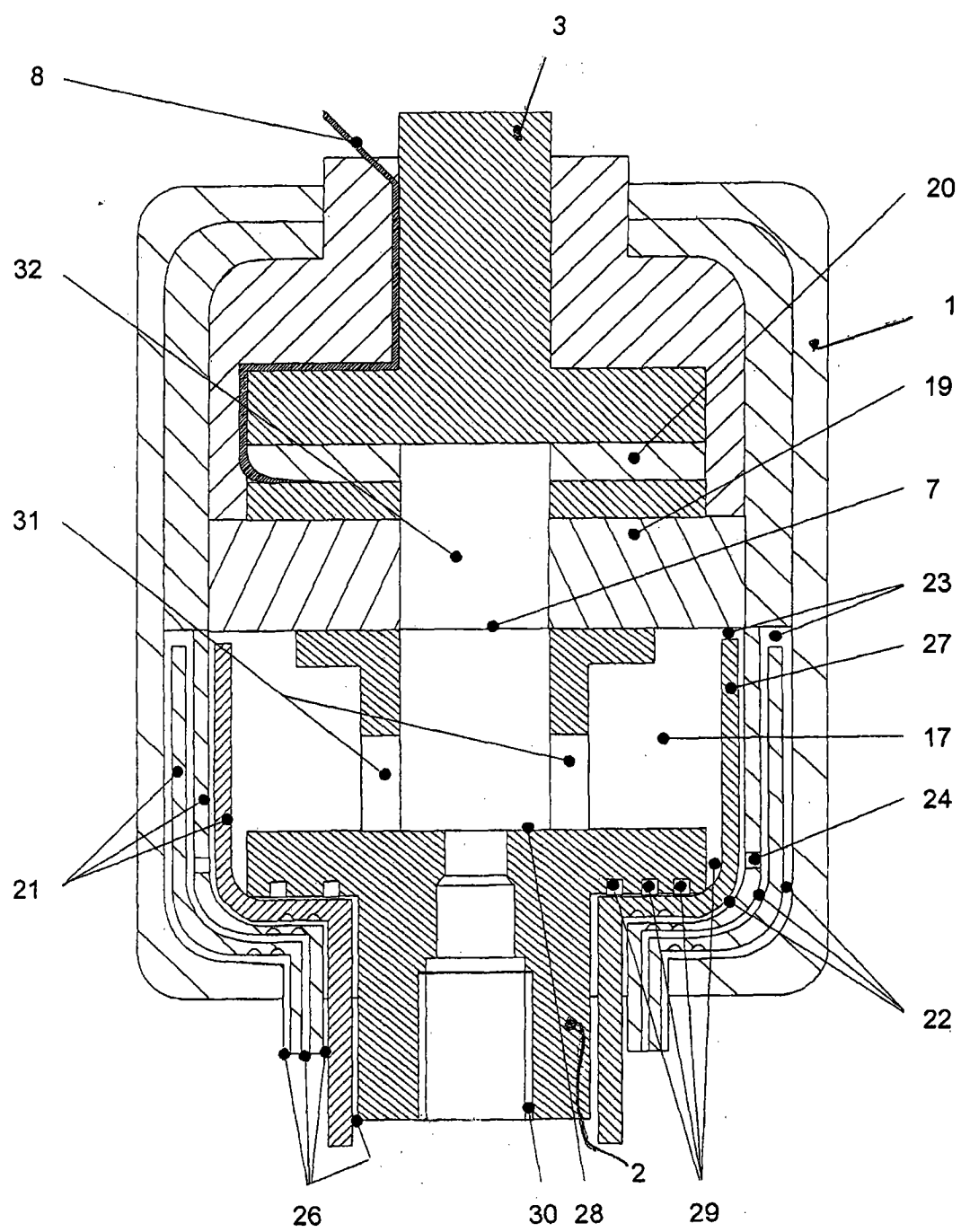


图 1

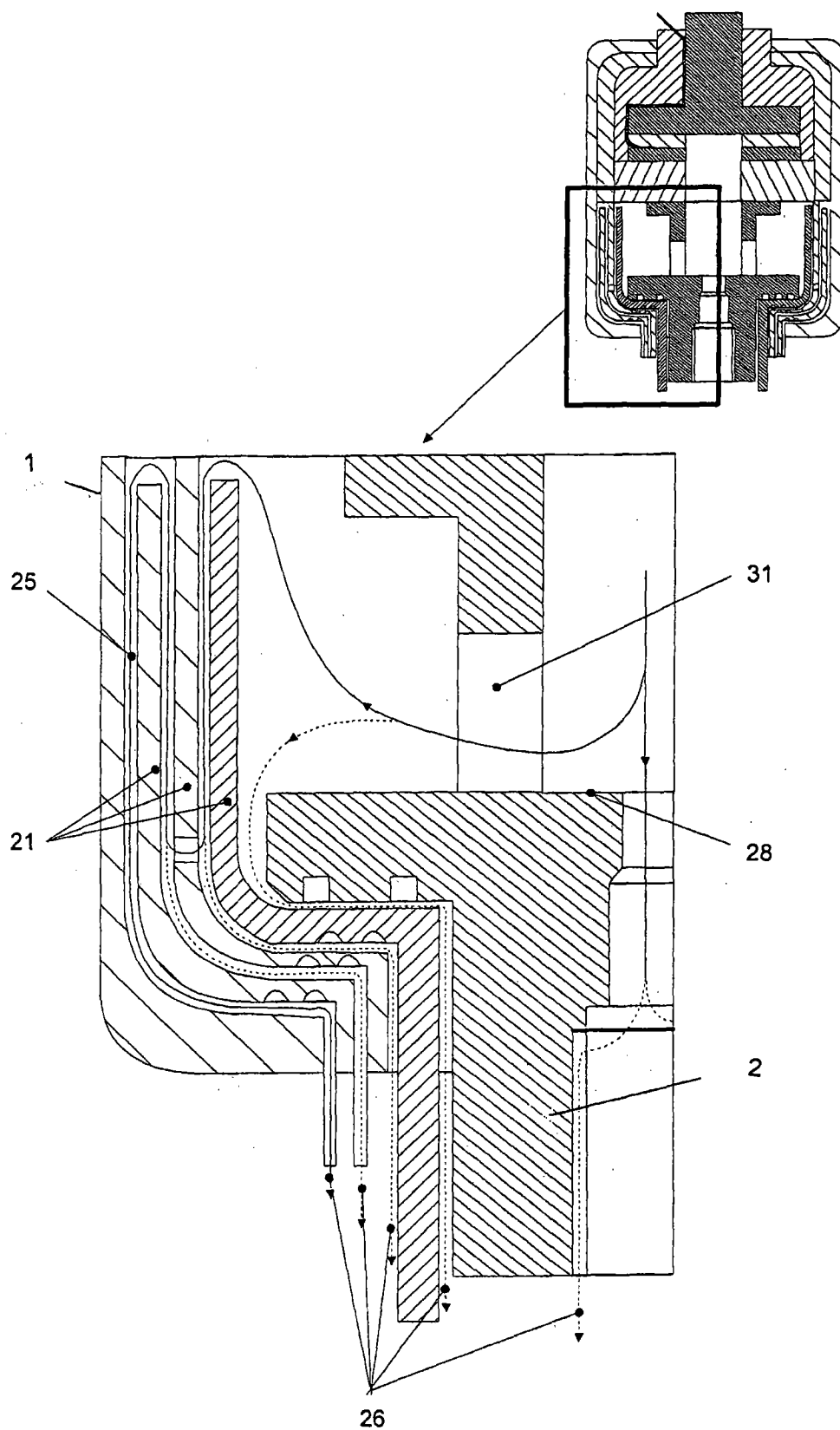


图 1a

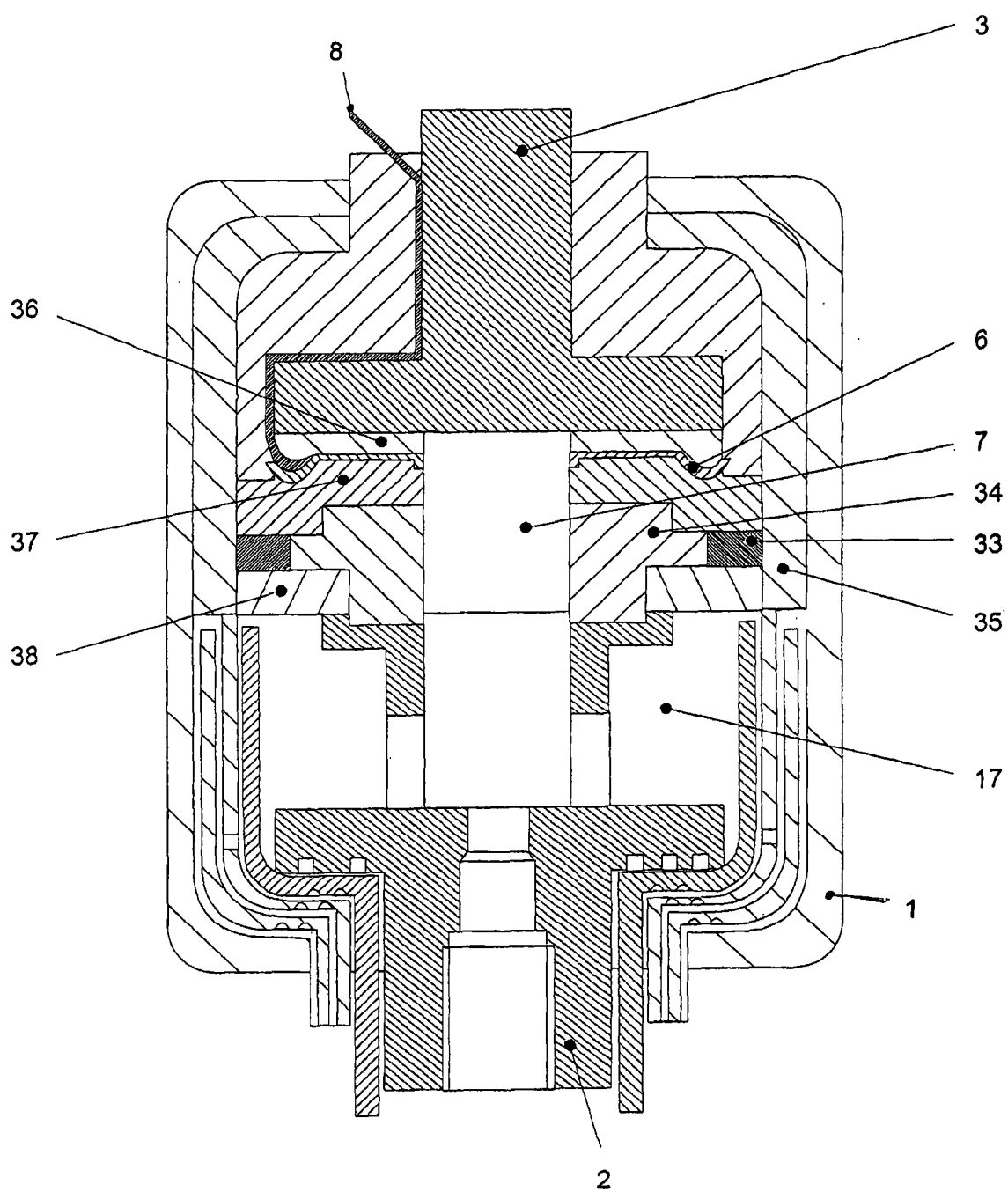


图 2

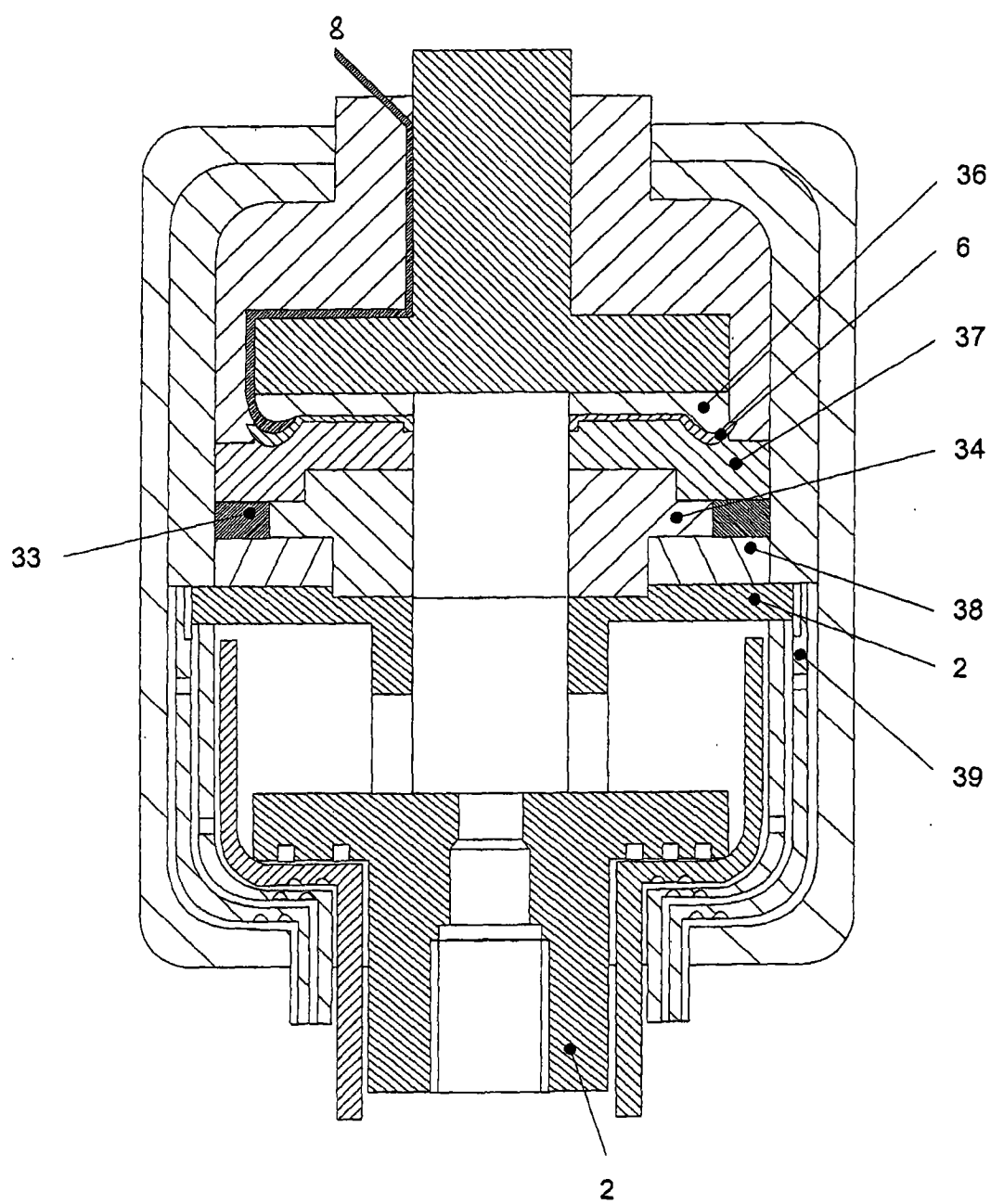


图 3

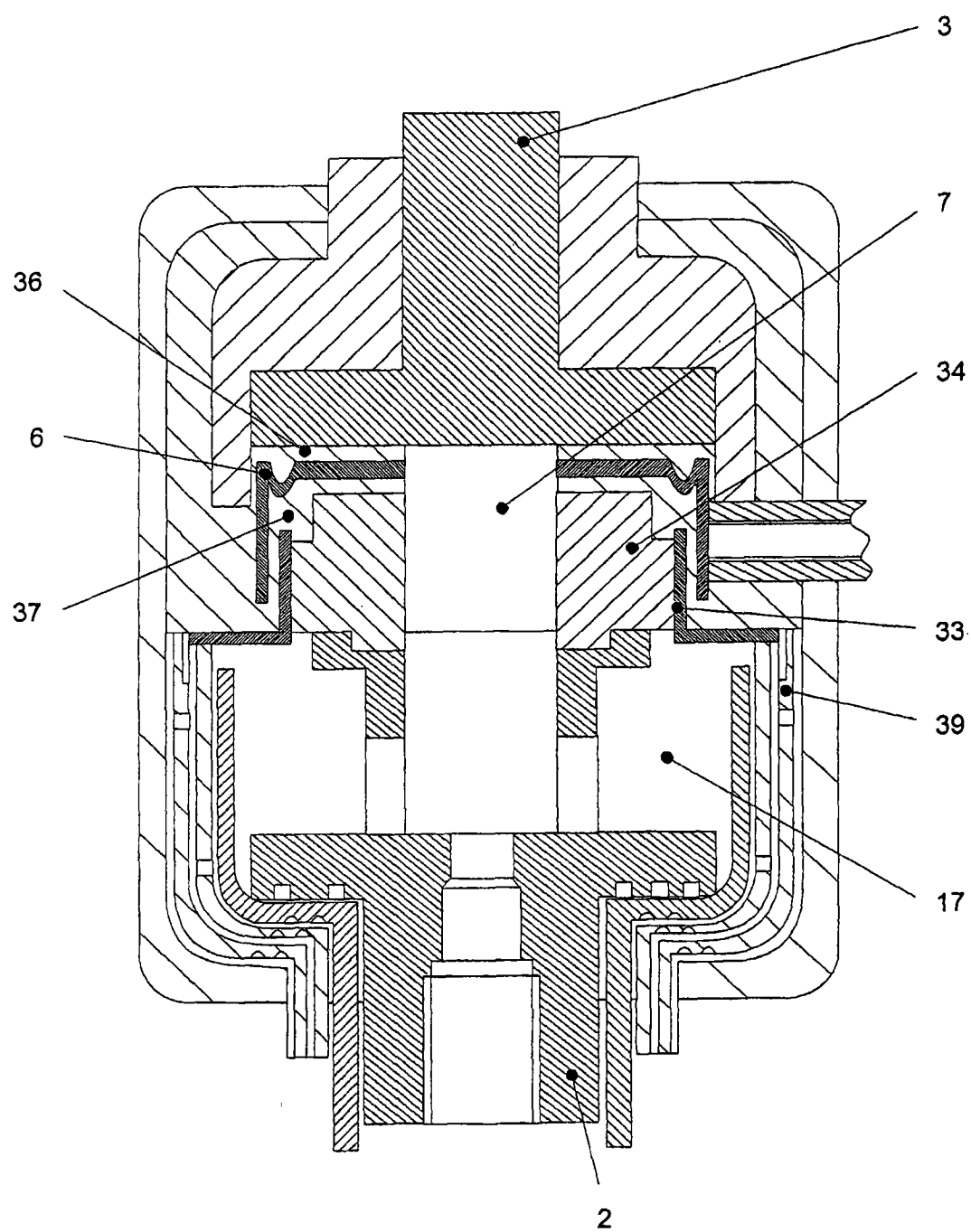


图 4