

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101908729 A

(43) 申请公布日 2010.12.08

(21) 申请号 201010254736.3

H02G 5/10(2006.01)

(22) 申请日 2005.11.16

(30) 优先权数据

04405704.0 2004.11.16 EP

(62) 分案原申请数据

200510114948.0 2005.11.16

(71) 申请人 ABB 研究有限公司

地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 马丁·拉克纳 丹尼尔·沙尔图尼

吉恩-克劳德·莫鲁

托马斯·舍内曼 约亨·基弗

卢卡斯·策恩德 马克·默伦科普夫

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

代理人 王萍 周涛

(51) Int. Cl.

H02B 1/56(2006.01)

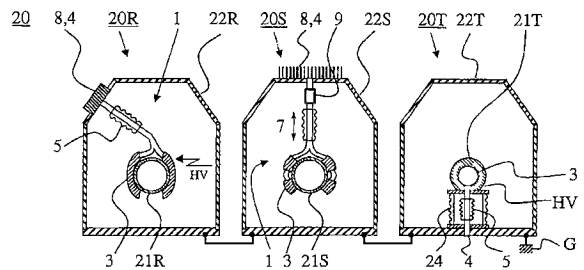
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

(54) 发明名称

具有冷却装置的高压断路器

(57) 摘要

为了耗散来自内导体 (21) 的热损失,具有伸长的内导体 (21) 和象壳体一样包围内导体 (21) 的外导体 (22) 的断路器 (20) 具有从内导体 (21) 延伸到外导体 (22) 的至少一个热管 (1),且具有绝缘空心体 (5) 以便形成电绝缘间隙 (7)。热管 (1) 有利地具有挠性可变形段 (9)。热管 (1) 可延伸在支撑内导体 (21) 的支撑绝缘体 (24) 中。除了工质,热管 (1) 还有利地包含辅助气体,其导致低温下的增强的介电强度。



1. 一种发电机断路器 (20), 具有伸长的内导体 (21) 和像壳体一样包围所述内导体 (21) 的外导体 (22), 其中,

至少一个热管 (1) 被提供以便耗散来自所述内导体 (21) 的热能, 所述至少一个热管 (1) 从所述内导体 (21) 延伸到所述外导体 (22), 并且所述至少一个热管 (1) 具有绝缘空心体 (5) 以便形成电绝缘间隙 (7), 其特征在于, 所述热管 (1) 具有挠性可变形段 (9)。

2. 如权利要求 1 的发电机断路器, 其特征在于, 所述热管 (1) 包含工质 (2), 用于通过在称为蒸发器 (3) 的所述热管 (1) 的段中蒸发工质 (2) 以及通过在称为冷凝器 (4) 的所述热管 (1) 的段中冷凝工质 (2) 来耗散所述热能, 并且在于所述冷凝器 (4) 与所述外导体 (22) 紧密热接触和 / 或具有用于热排放的设备 (8), 并且在于所述蒸发器 (3) 与所述内导体 (21) 紧密热接触。

3. 如前述权利要求之一的发电机断路器, 其特征在于, 所述热管 (1) 延伸到所述外导体 (2) 以外。

4. 如前述权利要求 1 或 2 的发电机断路器, 其特征在于, 所述热管 (1) 是热虹吸管的形式。

5. 如前述权利要求 1 或 2 的发电机断路器, 其特征在于, 所述热管 (1) 包含借助于毛细作用力将经冷凝的工质 (2) 馈回到所述蒸发器 (3) 的装置 (10)。

6. 如权利要求 2 的发电机断路器, 其特征在于, 所述蒸发器 (3) 结合在所述内导体 (21) 中。

7. 如权利要求 2 的发电机断路器, 其特征在于, 所述断路器具有支撑绝缘体 (24) 以便支撑所述内导体 (21), 并且所述热管 (1) 的一个段在所述支撑绝缘体 (24) 内延伸。

8. 如权利要求 2 的发电机断路器, 其特征在于, 所述热管 (1) 除包含所述工质 (2) 以外还包含辅助气体 (6), 以便增加所述绝缘间隙 (7) 的介电强度。

9. 如权利要求 2 的发电机断路器, 其特征在于, 所述热管 (1) 被设计使得在可测量于所述蒸发器 (3) 的从第一温度 (T_{\min}) 至第二温度 (T_{\max}) 的温度范围内, 在最大电压 (HV_{\max}) 以下的高电压 (HV) 可以永久施加到所述绝缘间隙 (7) 上, 而这不导致所述绝缘间隙 (7) 的区域中的任何击穿, 其特征在于, 包含在所述热管 (1) 中的、与所述工质 (2) 不同的所述辅助气体 (6) 处于局部压力 (p) 下, 其中所述辅助气体 (6) 的提供导致当在所述第一温度 (T_{\min}) 在所述绝缘间隙 (7) 上存在所述最大电压 (HV_{\max}) 时在所述绝缘间隙 (7) 的区域中不发生击穿, 而相反当不存在所述辅助气体 (6) 但在所述第一温度 (T_{\min}) 在所述绝缘间隙 (7) 上存在所述最大电压 (HV_{\max}) 时在所述绝缘间隙 (7) 的区域中发生击穿。

10. 如权利要求 2 的发电机断路器, 其特征在于, 所述内导体 (21) 具有多个段 (23a, 23c, 23e), 其每个被提供有至少一个热管 (1)。

11. 如权利要求 2 的发电机断路器, 其特征在于, 所述断路器具有多个开关极 (20R、20S、20T), 所述多个开关极 (20R、20S、20T) 中的每个开关极具有内导体 (21R、21S、21T), 且所述多个开关极 (20R、20S、20T) 中的每个开关极具有外导体 (22R、22S、22T), 且所述多个开关极 (20R、20S、20T) 中的每个开关极具有至少一个热管 (1)。

12. 一种用于在高压设备中冷却外导体 (22) 如壳体包围着的伸长内导体 (21) 的方法, 包括如下步骤:

提供至少一个热管 (1), 以便耗散来自所述内导体的热能, 其中所述热管从所述内导体

延伸到所述外导体,并且具有绝缘空心体以便形成电绝缘间隙,

通过吸收来自所述内导体(21)的热能来使得工质(2)被蒸发,以及

在放热时使得所述工质(2)被冷凝,其中所述蒸发和冷凝发生在不同的电势,其特征在于,所述方法还包括如下步骤:

在所述热管的外导体和内导体之间提供挠性可变形段(9)用于机械去耦。

具有冷却装置的高压断路器

[0001] 本发明申请为 2005 年 11 月 16 日提交的申请号为 200510114948.0、发明名称为“具有冷却装置的高压断路器”的发明申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及断路器技术领域。其涉及一种断路器以及一种用于冷却断路器的内导体的方法,如在独立专利权利要求的前叙项中所要求的。

背景技术

[0003] 如此的断路器和如此的方法例如从 EP 1 022 830 A1 得知。在该文档中,提供风扇以便于冷却断路器的在壳体内的内导体,借助于所述风扇产生绕内导体流动的环流。以该方式循环的气体吸收来自内导体的热损失,并且然后将这些热损失排放到壳体的内面。壳体又将热排放到壳体外部的周围空气。内导体的冷却意味着可以承载较大的电流。

[0004] 如此的设置具有这样的缺点:其是有源的,即其必须被驱动。例如风扇电源的故障导致冷却故障,并可迅速导致超过断路器的最大允许温度限制值。如此的冷却系统还需要定期维护以便确保风扇的正确工作。

发明内容

[0005] 因此本发明的一个目的是提供不具有以上所述缺点的最初提及类型的断路器和用于冷却断路器的内导体的方法。一个特定目标是创造一种带有无源的和(实际上)免维护的冷却系统的断路器。

[0006] 该目的通过具有独立专利权利要求的特征的设备和方法而实现。

[0007] 其内导体(还可被称为有源部分)被冷却的断路器可以承载比未冷却的断路器高的电流,同时服从由相关标准所规定的温度限制值。所提供的冷却设备越有效地耗散在内导体上产生的热损失,断路器的电流承载能力可因此以越大的程度增加。

[0008] 根据本发明的断路器具有伸长的内导体和如壳体一样包围内导体的外导体(其还可被称为无源部分或返回导体),特征在于至少一个热管被提供以耗散来自内导体的热能(通常针对所有热损失),并且具有绝缘空心体以形成电绝缘间隙。热管有利地从内导体延伸到接近于外导体,直到外导体为止,或者特别有利地到外导体之外。

[0009] 热管是用于通过在称为蒸发器的热管段中蒸发工质,以及通过在称为冷凝器的热管段中冷凝工质来耗散热的装置,具有被提供用于将工质从冷凝器返回到蒸发器的装置。热管有利地被密闭地密封,由此使得有可能在其中产生闭合回路。伸长的或管状的热管形状是有利的,但不是必要的。空心体可简单的用作将工质从冷凝器返回到蒸发器的装置,并且可被如此设置以使液体工质通过重力来载运,或不然有可能使用借助于毛细作用力将工质送回的材料。

[0010] 具有绝缘空心体的如此的热管可桥接电势差,特别是存在于内导体和外导体之间的高电压。在热管中提供的工质的蒸发可因此发生在与工质的冷凝不同的电势。

[0011] 热管是无源冷却设备,其不需要电源或任何其它供给。作为具有密闭地密封的回路的冷却系统,其一般不需要维护且通常可不需维护地工作几年或几十年。

[0012] 热管和外导体不必要接触。它们有利地彼此机械连接,或彼此成为整体。例如,外导体可有利地支持热管的冷凝器段。然而,热管和外导体有利地彼此电连接,特别是被接地。

[0013] 通常,内导体为管状或空心圆柱状。承载返回电流的外导体形成通常是接地的封装。在工作期间,在内导体和外导体之间存在高电压。

[0014] 断路器的额定电压大于 1kV,或事实上具有 10kV 的数量级,或不然它们是几十 kV 到几百 kV。(由雷击(lightning strike)引起的)过压典型地从 100kV 直到几百 kV。断路器中的电流和返回电流具有 1kA 或 10kA(额定电流)的数量级,且经常是 20kA 到 30kA;短路电流近似地大一个数量级。断路器被设计用于 100kW 或几百 MW 数量级的功率水平,或高达千兆瓦范围。如此的电流、电压以及功率水平使断路器的物理实施和例如中压或低压断路器不需要的断路器设计对称性成为必要。

[0015] 待耗散的热基本上由内导体中的电阻损失产生。还可发生另外的损失,例如,如趋肤效应(skin effect)导致的损失,或涡电流损失以及滞后损失。

[0016] 热管有利地包含工质,用于通过在称为蒸发器的热管段中蒸发工质并且通过在称为冷凝器的热管段中冷凝工质来耗散热能,其中冷凝器与外导体紧密热接触和/或具有用于热排放的设备,并且其中蒸发器与内导体紧密热接触。

[0017] 紧密热接触得到特别有效的冷却。无源冷却设备可有利地用作用于热排放的设备。热有利地排放到包围外导体的周围空气。例如,可提供冷却肋装置,其附着到外导体,或者热管的外壁可例如通过折叠来形成冷却肋。

[0018] 在一个有利的实施例中,热管具有挠性可变形段。振动通常在开关过程期间发生在断路器中,导致内导体和外导体之间的相对移动。为了避免热管上的例如可导致热管中、特别是绝缘空心体区域中的泄漏的高机械负荷,可提供用于机械去耦的装置作为挠性可变形段,例如波纹管(bellows)或弹性段,如挠性管材件。该装置还可以同时是用于吸收(由热膨胀导致的)热机械应力的装置,或者为此可提供单独的装置(同样,例如波纹管或弹性段,如挠性管材件)。如此的装置和/或用于机械去耦的装置还可用于补偿部件和制造容差。

[0019] 在一个有利实施例中,热管是以热虹吸管(thermal siphon)的形式。在以热虹吸管形式的热管的情况下,经冷凝的工质(主要)通过重力送回。冷凝器因此被设置得(在重力场中)高于蒸发器,并且在它们之间沿热管必须有单调梯度。

[0020] 在另一个有利实施例中,热管包含用于借助于毛细作用力将经冷凝的工质馈回到蒸发器的装置。当冷凝器被设置在蒸发器以下时优选地使用如此的实施例;然而,其还可结合热虹吸管来使用。举例来说,电绝缘的多孔材料可用作借助于毛细作用力将经冷凝的工质馈回到蒸发器的装置。类似网状结构的材料和/或类似织物的材料同样适合。如此的装置优选地提供在热管的内表面上。

[0021] 在一个有利实施例中,蒸发器结合在内导体中。例如,内导体可以以如此方式设计,使得其包含一个或多个体积,该体积表示热管的部分并整体或部分填充有工质。这导致热管和内导体之间很好的热耦合。

[0022] 在另一个有利实施例中,断路器具有支撑绝缘体以便支撑内导体,并且热管的一段延伸在所述支撑绝缘体中。热管的部分结合在支撑绝缘体中,或至少设置在支撑绝缘体中。该实施例的一个优点是热管不妨碍或极少妨碍内导体和外导体的设置的对称性。支撑绝缘体有利地是内导体和外导体之间的电绝缘机械连接。

[0023] 在一个特别有利的实施例中,除了工质,热管还包含辅助气体,以便实现增强的(绝缘间隙的)介电强度。

[0024] 热管有利地以如此方式设计,使得在可测量于蒸发器的从 T_{\min} 到 T_{\max} 的温度范围内,高达 HV_{\max} 的高电压可被永久施加在绝缘间隙上,而这不导致绝缘间隙的区域中的任何击穿。热管包含不同于工质的辅助气体的局部压力,其中辅助气体的提供导致当在温度 T_{\min} 在绝缘间隙上存在高压 HV_{\max} 时在绝缘间隙的区域中不发生击穿,而与此相反,当辅助气体不存在但在温度 T_{\min} 在绝缘间隙上存在高压 HV_{\max} 时在绝缘间隙的区域中发生击穿。

[0025] 以不同的观点来看,本发明还可被视为提供如此的具有辅助气体的热管,在这种情况下所述热管还可独立于断路器而使用并用于任何所需的其它冷却用途。例如,其可用于任何高压设备中,例如变压器或高压设施中。

[0026] 作为气体压力的函数的气体介电强度通常具有最小值,如也在例如所谓的 Paschen 曲线中表示为击穿电压的最小值那样。在对于断路器来说特别感兴趣的约 -40°C 与约 $+60^{\circ}\text{C}$ 之间的温度范围内,对于较低温度(约 -50°C 至 -10°C)、对于典型工质和典型工作气体压力(在冷却操作期间 100 毫巴(mbar)至 1000 毫巴)的介电强度相当低,使得将需要例如 50cm 或以上的相对长的绝缘间隙。较短的绝缘间隙将是理想的,以便减小热管的尺度。

[0027] 热管中的例如处于 100 毫巴至 500 毫巴数量级的局部压力的辅助气体允许即使在低温也确保最小压力,以及由此的热管中的对应介电强度。工作液体不开始沸腾,直到其蒸汽压力超过辅助气体压力时的温度。

[0028] 结合 Paschen 曲线,这对应于曲线,以及由此(还有)击穿电压最小值向着左边的移位,即向着(总)压力乘以绝缘间隙长度的低值。如果绝缘间隙长度恒定,断路器可因此通过针对断路器的相同温度范围 T_{\min} 至 T_{\max} 提供辅助气体的(非无穷低的)局部压力而使较高的电压施加给它,或者如果断路器被设计用于相同的高压,可用于较宽的温度范围(具有较低的 T_{\min})。可替换地,对于相同温度范围和相同电压可提供较短的绝缘间隙长度。

[0029] 辅助气体在整个温度范围 T_{\min} 至 T_{\max} 内有利地是气态的。辅助气体可以因此仅耗散很小量的热,并且其通过冷凝器方向上的汽化工质而移动。因此有利地有可能在冷凝器提供辅助气体保持体积,其在工作条件下基本上被填充以大部分辅助气体,或填充以全部辅助气体。这使得有可能防止可用于工质冷凝的区域不被辅助气体阻塞或仅以较小的程度阻塞。有效的冷却得以实现。辅助气体保持体积可以是刚性的(恒定体积容量)。辅助气体保持体积的体积容量有利地是可变的,并且随热管中的温度和内部压力而增大。如此的辅助气体保持体积有利地被设计为可变形的(例如以波形管的形式),并且例如由可变形材料形成。

[0030] 辅助气体的局部压力被有利地选择,使得在工作条件下(典型地在 T_{\max})热管的(总)内部压力对应于(刚好)包围热管的外部压力,即典型地是约 1 巴(bar)(1000 毫巴加/减 100 毫巴至 250 毫巴)或有利地实际上为 1 巴。还有可能在热管内提供较低的或有

利地较高的压力。例如通过利用氨作为工质,两个或更多巴或不然数十巴可以通过使得有可能提供较短的绝缘间隙来例如弥补必要的设计复杂性(压力密封)。

[0031] 内导体可有利地具有多个段,每个提供有至少一个热管。特别是在具有长的内导体的很长的断路器的情况下,通过在每种情况下使至少一个热管与断路器的多个段相关联,很有效的冷却是可能的,所述多个段沿内导体的纵向范围在纵向上一个接一个地设置。

[0032] 根据本发明的断路器有利地具有多个开关极 (switch pole),每个具有内导体且每个具有外导体,并且每个具有至少一个热管。

[0033] 在一个优选实施例中,断路器是发电机断路器。

[0034] 根据本发明的用于冷却断路器的如壳体一样的外导体所包围的伸长内导体的方法,特征在于工质通过吸收来自内导体的热能(通常,特别是热损失)而蒸发,并且在热被排放时冷凝,其中蒸发和冷凝发生在不同的电势。

[0035] 进一步的优选实施例和优点将从从属专利权利要求和附图而变得明显。

附图说明

[0036] 将参考在附图中说明的优选示范性实施例在以下文本中更详细地说明本发明的主题,在附图中示意性地:

[0037] 图 1 以截面的形式示出三极发电机断路器,说明了三种不同类型的热管设置;

[0038] 图 2 以平面图的形式示出断路器或开关极,其具有拥有多个段的内导体,并具有主要以截面示出的多个热管;

[0039] 图 3 示出具有挠性可变形段、辅助气体以及辅助气体保持体积的热管;

[0040] 图 4 示出有或无辅助气体的工质的 Paschen 曲线;并且

[0041] 图 5 以截面的形式示出绝缘空心体(细节)的一个可能的改进。

[0042] 附图中使用的参考符号及其含义在参考符号列表中概要地列出。基本上,相同部分或具有相同效果的部分在附图中提供有相同的参考符号。对于理解本发明不是必要的部分在一些情况下未示出。所描述的示范性实施例代表本发明的主题的实例,并且没有限制作用。

具体实施方式

[0043] 图 1 示意性地并以截面的形式示出三极发电机断路器。开关极 20R、20S、20T 的每个都具有管状内导体 21R、21S、21T,其由相应的类似壳体的外导体 22R、22S、22T 包围。在工作期间,高压 HV 存在于内导体与相应的外导体之间,其中外导体处于地电势 G 且承载返回电流。通常,与图 1 所示的情形相对照,三个极在公共星点接地。由于内导体被罩住且通常具有比外导体小的横截面,需要耗散的热损失在内导体上产生,而经受周围空气的外导体以相对较小的程度被加热。

[0044] 内导体 21R、21S、21T 的每个借助于(至少)一个热管 1 来冷却,以便耗散来自内导体的热损失。断路器的每个极典型地借助于以类似形式设置和设计的热管 1 来冷却;然而,图 1 示出在每个极中不同的热管设置。每个热管 1 包含工质,其在称为蒸发器 3 的热管 1 的段中蒸发,并在称为冷凝器 4 的热管 1 的段中冷凝。

[0045] R 极(在图 1 的左边):

[0046] 蒸发器 3 具有两个金属元件（例如由铝构成），所述金属元件基本是空心圆柱段的形式并且其形状与内导体 21R 的形状匹配，并且其附着到内导体 21R，与它良好地热接触。这些元件是空心体的形式并且被填充有主要是液体的工质。空心体借助于优选的金属管而彼此连接，所述金属管是热管 1 的部分。

[0047] 在热管的轮廓的其余部分中，具有绝缘空心体 5，其用于蒸发器 3 与冷凝器 4 之间的电隔离。绝缘空心体 5 可以例如是玻璃管（例如由硼硅酸盐玻璃 (borosilicate glass) 组成，具有相邻科伐合金 (adjacent covar)）以及陶瓷管（例如由 Al_2O_3 组成），其以气密方式连接到热管的另外部分。如图 1 中示意性示出的，绝缘空心体 5 可具有例如由硅酮 (silicone) 或陶瓷组成的屏蔽。绝缘空心体 5 形成绝缘间隙 7（在图 1 的中部针对 S 极示出）。其必须能够经受住永久施加到断路器的额定电压（典型地约 10kV 至 40kV）以及短暂施加到断路器的短路电压或雷涌 (lightning surge) 电压（典型地是 100kV 或几百 kV）。

[0048] 另外、优选的金属管材料将绝缘空心体 5 连接到冷凝器 4。蒸发器 3 与冷凝器 4 之间的该金属管材料和绝缘空心体 5 的设置次序可以颠倒。绝缘空心体 5 与热管 1 的相邻部分之间的连接可以例如借助于从真空断路器 (vacuum interrupter) 的生产中已知的连接技术（焊接）而建立。如此的接合还可通过密封和法兰来提供。为了避免在如此的接合附近的场峰值 (field peak)，可以靠近如此的接合提供屏蔽电极。

[0049] 冷凝器 4 具有优选的金属冷却肋装置 8，其安装在外导体 21R 的顶部斜面上且有利地具有管系统（未示出），气态工质可在其中传播以便于然后在其中冷凝并再次流回蒸发器 3。如此的管系统的部分有利地设置在至少一些冷却肋中。

[0050] 冷却肋装置 8 与外导体 22R 以及周围空气热接触，从而允许热的有效耗散。冷却肋装置 8 也可以省去；冷凝器 4 和外导体 22R 之间的热接触和 / 或冷凝器 4 到外导体的附着同样可省去。冷凝器的至少部分设置在外导体 22R 之外是有利的。作为对冷却肋装置 8 的替换，其它设备也可用于热排放 8，例如热交换器。在这种情况下强制冷却也是可行的，例如借助于风扇。

[0051] S 极（在图 1 的中部）：

[0052] 蒸发器 3 具有二个金属元件，其基本是空心圆柱段的形式且其形状与内导体 21S 匹配，并且其附着到内导体 21S，与它良好地热接触。这些元件被填充有主要是液体的工质且借助于优选的金属管而彼此连接，所述金属管是热管 1 的部分。可以在外导体 22S 上提供平面的平段，在其上所述元件例如通过螺纹连接而达到与内导体 21S 接触。

[0053] 热管 1 的挠性可变形段 9 也被示意性地示出，并且例如借助于波纹管 9 而形成。如在断路器连接或断开时发生的机械振动对热管 1 的影响可以因此减小。热管 1 且特别是绝缘空心体 5 与热管 1 的另外部分之间的接合点上的机械负荷可因此大大减小，从而有助于热管 1 的密封和寿命。金属 - 玻璃和金属 - 陶瓷接合对机械负荷特别敏感。

[0054] 在 S 极 20S 的情况下，冷凝器 4 被装配到外导体 22S 的顶部（覆盖）。如此的外导体的部分通常被设计成使其可以移动 / 移除 / 枢转以使开关极的内部可接近，从而使热管有利地以如此方式设计，使得冷凝器相对于蒸发器的对应移动例如借助于至少一个挠性连接元件而成为可能。举例而言，还可能使热管通过外导体的（固定）壁且仍然设置在外导体的移动部分上（例如在可有利地枢转的顶部上），在该情况下热管的挠性连接元件然后有利地允许通过移动部分的移动来打开外导体，而无需打开热管。

[0055] 但是通常冷凝器 4 将通过外导体和 / 或将优选地在组装或维护工作期间相对于内导体不移动的点与它接触。

[0056] 替代在图 1 的左边和中部示出的 2 和 4 个元件,热管 1 还可具有吸收来自内导体 21 的热 1、3、5、6、7、8 或更多个元件。

[0057] T 极 (在图 1 的右边):

[0058] 在 T 极中,蒸发器 5 以优选的管状体积形式结合在内导体 21T 中,所述管状体积在内导体横截面内提供。这提供了内导体 21T 与蒸发器 3 之间很好的热耦合。尽管在 R 极的情况下和在 S 极的情况下,冷凝器 4 总是设置在蒸发器 3 以上,使得对应的热管 1 处于热虹吸管的形式,但 T 极示出了其中冷凝器 4 设置在蒸发器 3 以下的情形。在这种情况下,必须提供用于将经冷凝的工质馈回蒸发器的装置。这可以优选地借助于毛细作用力来工作。至少在绝缘间隙 7 的区域中,用于将经冷凝的工质馈回蒸发器的装置必须是电绝缘的。

[0059] 热管 1 的一个段延伸在支撑内导体 21T 的支撑绝缘体 24 内。这使得有可能避免影响内导体 / 外导体设置的对称性,而不管热管 1 的安装。冷凝器 4 提供在外导体 22T 的底部中或底部上。

[0060] 图 2 示意性地示出断路器或开关极 20 的部分地以截面示出的平面图,所述断路器或开关极以类似于图 1 (在左边) 所示的 R 极的方式来设计。内导体 21 具有多个段 23a 至 23e,其多个 (三个) 被提供有基本对称设置的两个热管 1。

[0061] 段 23a 是用于将断路器 20 连接到发电机出线 (outgoer) 的连接壳体 23a。连接壳体 23a 借助于两个热管 1 来冷却,所述热管在每种情况下在外导体 22 的一个侧壁上具有冷却肋 8。段 23b 是熄灭室 (quenching chamber),其用于接触断开并用于电弧熄灭。其后是驱动壳体 23c,其中设置了驱动以便允许熄灭室 23b 中的接触断开。驱动壳体 23c 通过两个热管 1 冷却,其每个具有附着于驱动壳体 23c 并与其良好热接触的两个元件 (空心体)。

[0062] 移动隔离体管 (moving isolator tube) 23d 然后提供在驱动壳体 23c 上并用于产生可见的绝缘间隙。其后是用于容纳隔离体管的隔离体壳体 23d。隔离体壳体 23e 以与连接壳体 23a 相同的方式被冷却。

[0063] 热管 1 在图 4 中示意性地示出,且被密闭地密封以便在热管中产生闭合回路,且不需要维护。蒸发器 3 包含用于热耦合到待冷却的体 (例如断路器内导体) 的元件。如所示,用于桥接任何电势差并形成绝缘间隙 7 的绝缘空心体 5 有利地被提供有屏蔽。

[0064] 此外,图 3 中示出的热管 1 具有由波纹管形成的挠性区域 9。因此,热管在区域 9 的两侧上延伸的那些部分可相对于彼此而移动,使得如在振动时可发生的过度机械应力被吸收且不导致热管 1 中的泄漏。热管 1 的挠性可变形段 9 还可例如通过由弹性材料组成的空心体形成。图 3 中示出的热管的冷凝器 4 被提供有冷却肋 8。蒸发器 3 与冷凝器 4 之间的挠性可变形段 9 和绝缘空心体 5 的设置次序还可颠倒。

[0065] 保持体积 11 提供在冷凝器 4 的区域中,在热管 1 内部压力变化的情况下所述体积可有利地变化。除了工质 2,在热管中还有辅助气体 6。辅助气体 6 应在针对热管 1 所规定的整个温度范围上为气态。如此的辅助气体 6 的优点将结合图 4 在以下进一步说明。

[0066] 由于辅助气体可以仅仅很轻微地有助于冷却,且在冷凝器 4 的方向上由 (在冷却过程期间) 连续蒸发的工作气体 2 驱动,辅助气体 6 可阻塞可用于冷凝工作气体 2 的冷凝器 4 中的那个表面,从而减小热管 1 的冷却功率。如果如图 3 所示提供用于热排放的设备

8,其应当还能够与工作气体 2 在尽可能大的区域上进行尽可能好的热接触。因此,提供保持体积 11 以便容纳辅助气体 6。在最优情况下,在典型的冷却过程期间(要耗散典型的热功率)保持体积 11 应包含全部辅助气体 6 且实际上不包含工作气体。这意味着提供有冷却肋 8 的热管 1 的整个内部区域总是可用于冷凝工作气体 2,并且在保持体积 11 内,工作气体 2 完全不冷凝或极少冷凝。

[0067] 将参考图 4 以便于说明辅助气体 6 的用途。在图 4 中由粗体实线示出的曲线 30 示意性地表示 Paschen 曲线,用于在热管 1 中仅有工作气体 2 且无辅助气体 6 存在的情形。 $p_{tot} \cdot d$ 在 x 轴上标绘,其中 p_{tot} 是热管 1 内的总压力,且 d 是绝缘间隙长度(处于不同电势的两个体之间的距离;在该情况下:基本是绝缘空心体 5 的长度)。 HV_{max} 在 y 轴上标绘,其中 HV_{max} 是一高压,处于该高压,在与对应 $p_{tot} \cdot d$ 值和对应绝缘间隙长度相对应的压力处、在对应的气体混合物中发生电击穿,其中 HV_{max} 在所述对应绝缘间隙长度上下降。Paschen 曲线具有最小值,在该最小值处气体混合物(在这种情况下:工作气体 2)的介电强度特别低。

[0068] 如果 Paschen 曲线涉及热管 1,则绝缘间隙长度 d 是恒定的,且假设没有保持体积 11 或其体积容量基本是恒定的,则压力通过连续函数与接近于蒸发器 3 的气态工质 2 的温度相联系(工质的蒸汽压力随该温度上升而上升)。近似对应于特定 $p_{tot} \cdot d$ 值的温度 T_{min} 和 T_{max} 可因此在 x 轴上标绘,以热管 1 的最小和最大工作温度来指示,对应于接近于蒸发器 3 的工质 2 的最小和最大气体温度。在特定应用中,设计热管 1 所针对的工作温度范围可通过预先确定该温度范围来预先确定。例如,对于典型断路器,例如发电机断路器中的应用, $T_{min} = -40^{\circ}\text{C}$ 和 $T_{max} + 60^{\circ}\text{C}$ 或 $T_{min} = -25^{\circ}\text{C}$ 和 $T_{max} + 60^{\circ}\text{C}$ 的范围是可能的。

[0069] 对于典型的工质,温度范围位于 Paschen 曲线最小值的右边,其中 T_{min} 相对接近于最小值。因此,如也在图 4 中示出的,这导致相对低的 HV_{max} 。这意味着仅小电压 HV 可被施加到绝缘间隙,或者绝缘间隙的长度必须选择为大的。在热管 1 的闭合系统中的工质 2 的气体压力单独由温度控制。在断路器应用中,可在绝缘间隙 7 上下下降而不击穿的电压 HV 通常被预先确定,并且绝缘间隙长度 d 有利地相对小,特别是如果内导体与外导体之间的距离小。短绝缘间隙长度 d 具有这样的优点,即热管的物理尺寸较小且对应短的绝缘空心体通常具有较好的机械特性。

[0070] 还为热管 1 提供改善的介电强度的发明选项包括在热管 1 中另外提供不同于工质 2 的辅助气体 6,以及工质 2 本身。特定最小压力以及由此的预定最小介电强度可由此针对低温和工质 2 的对应低压力而预先确定。在 Paschen 曲线表示中,这以第一近似被示出为向 Paschen 曲线 30 的左边的移位,由此得到由粗体虚线示出的新 Paschen 曲线 31。根据哪种工质 2 和哪种气体被用作辅助气体 6,新 Paschen 曲线具有稍微不同的形状并且稍微向上或向下移位(例如见图 4 中的 Paschen 曲线 31' 和 31")。

[0071] 图 4 示出,当曲线 31 是工质 / 辅助气体混合物的相关曲线时,已经显著增加了 HV_{max} 的击穿电压是通过添加辅助气体 6 来实现的。辅助气体 6 因此使得有可能缩短绝缘间隙 7 以便加宽工作温度范围和 / 或增加可施加的电压。

[0072] 合适的工质 2 例如是丙酮 (acetone),氟化烃 (fluoridized hydrocarbon),如来自 3M 公司的“FC-72”,或氢氟醚 (hydrofluoro ether),如来自 3M 公司的“HFE-7100”。合适的辅助气体 6 可以例如是 SF₆、空气或氮或气体混合物。工质和辅助气体两者都必须是电绝缘的且必须具有合适的介电强度。工质 2 的电导率应典型地小于 $1 \cdot 10^{-6} (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$,或

至少小于 $5 \cdot 10^{-6} (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$ 。

[0073] 典型的辅助气体压力为 100 毫巴至 400 毫巴。典型的绝缘间隙长度 7 近似为 50mm 至 400mm。借助于热管 1 耗散的热功率典型地在 0.5kW 和 1.5kW 之间。

[0074] 图 5 示意性地并以截面的形式示出绝缘空心体 5 的一个有利实施例的细节。该绝缘空心体 5 是绝缘材料 12 的管件, 例如玻璃-纤维-强化塑料, 其用作载体材料 12 且在其中结合了扩散抑制体 13。载体管 12 是电绝缘的且具有某个量的机械挠性。就此而言, 已基于挠性材料制造的如此的绝缘空心体还可实施热管 1 的挠性段 9 的功能, 使得不需要提供任何这样的单独段 9。

[0075] 在如此的材料 12 的情况下, 扩散抑制体 13 通常是必要的或者至少是有利的, 因为典型的工质 2 和辅助气体 6 可通过它们扩散, 和 / 或空气和 / 或水蒸汽可扩散到热管中, 使得热管的热传输特性将随时间变化。扩散抑制体 13 防止分子扩散出热管 (扩散壁垒; 扩散的阻挡)。金属层 13 或金属箔 13 可有利地用作扩散抑制体 13, 并且有利地是管状的。例如以膜形式的聚合物也可用作扩散抑制体 13。至少二或三、四、五、六或更多个这样的扩散抑制体 13 以高度有利的方式, 确切地说, 以如此方式引入到载体管 12 中, 使得它们为试图从热管 1 的内部通过绝缘空心体 5 向外扩散的分子提供很长的扩散路径。例如如图 5 所示, 可使用以大的程度彼此重叠并具有稍微不同的直径的管状扩散抑制体 13。假设扩散抑制体 13 是电传导的, 处于不同电势的扩散抑制体 13 之间必须维持最小的间距, 以便实现合适的介电强度。还可能有必要的是考虑扩散抑制体和绝缘间隙的端之间的距离。举例而言, 最内的扩散抑制体管 13 和最外的扩散抑制体管 13 可以以电容器的形式连接到高压 HV 或地电势 G, 而位于中间的扩散抑制体管 13 用作分压器, 以便仅高压 HV 的一小部分在两个相邻扩散抑制体管 13 之间下降。然而, 可替换地, 例如相邻扩散抑制体管 13 还可以各处于地电势或在热管上存在的高压电势。

[0076] 热管还可具有彼此连接的多个空心部分, 例如以环形式彼此连接的两个空心部分。举例而言, 蒸发的工质可在一个空心部分中流动到冷凝器, 而经冷凝的工质在另一个空心部分中流回到蒸发器。事实上, 在如此的热管的情况下则将必须提供多个绝缘空心体。

[0077] 参考符号列表

[0078]	1	热管
[0079]	2	工质
[0080]	3	蒸发器
[0081]	4	冷凝器
[0082]	5	绝缘空心体、玻璃管、陶瓷管
[0083]	6	辅助气体
[0084]	7	绝缘间隙
[0085]	8	用于热排放的设备、热交换器、冷却肋装置、
[0086]		辐射器
[0087]	9	热管的挠性可变形段
[0088]	10	用于借助于毛细作用力将经冷凝的工质馈回
[0089]		到蒸发器的装置
[0090]	11	用于辅助气体的保持体积

[0091]	12	载体材料、载体管、玻璃 - 纤维 - 强化塑料
[0092]	13	扩散抑制体、金属箔、金属圆柱
[0093]	20	断路器、开关极、发电机断路器
[0094]	20R、20S、20T	开关极
[0095]	21	内导体、管状导体
[0096]	21R、21S、21T	内导体
[0097]	22	外导体、封装、壳体
[0098]	22R、22S、22T	外导体
[0099]	23	内导体的各段的统称,具体而言是,连接壳
[0100]		体 23a、熄灭室 23b、驱动壳体 23c、移动隔离体管 23d、隔离体壳体
[0101]	23e	
[0102]	23a	连接壳体
[0103]	23b	熄灭室
[0104]	23c	驱动壳体
[0105]	23d	移动隔离体管
[0106]	23e	隔离体壳体
[0107]	24	支撑绝缘体
[0108]	30	无辅助气体的工质的 Paschen 曲线
[0109]	31、31'、31''	有辅助气体的工质的 Paschen 曲线
[0110]	D	绝缘间隙长度、处于不同电势的两个体之间的距离
[0111]		
[0112]	G	地电势
[0113]	HV	高压
[0114]	HV _{max}	高压
[0115]	p	辅助气体的局部压力
[0116]	p _{tot}	总压力
[0117]	T _{min}	温度
[0118]	T _{max}	温度。

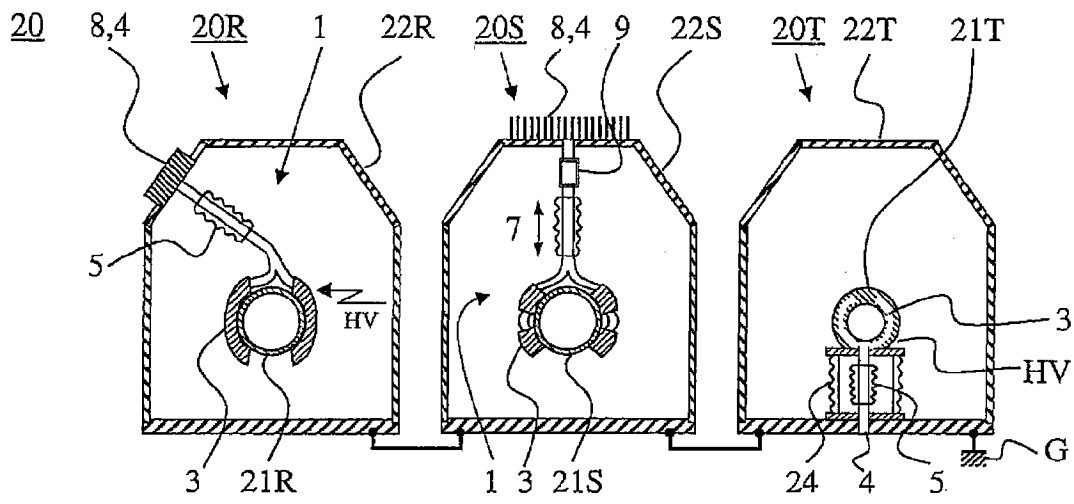


图 1

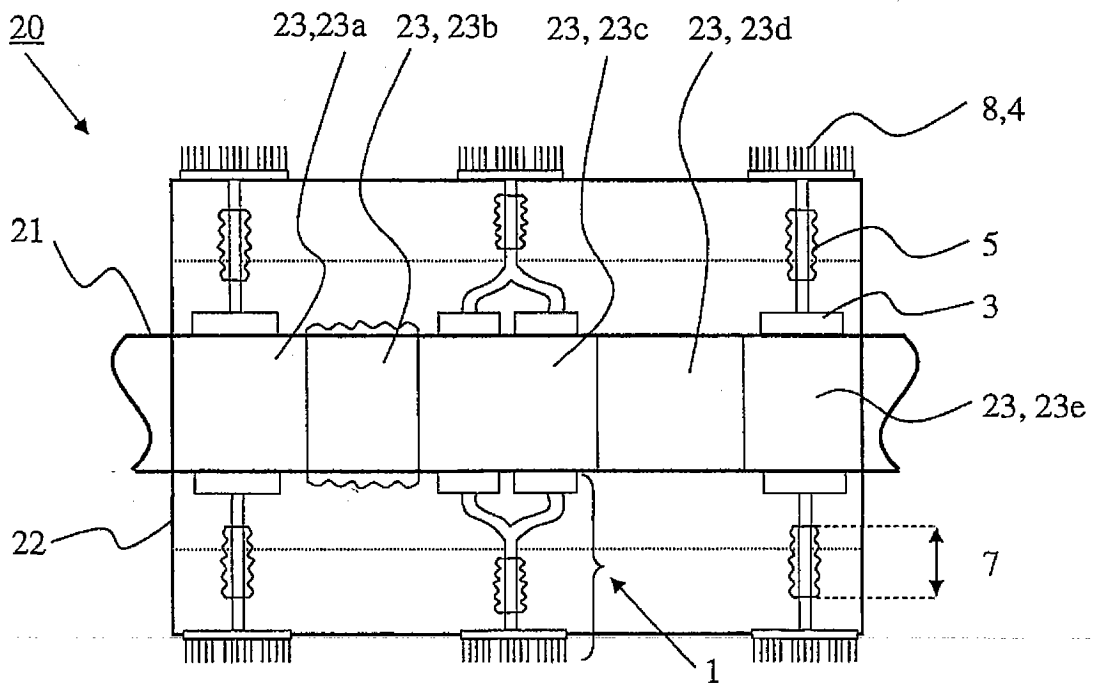


图 2

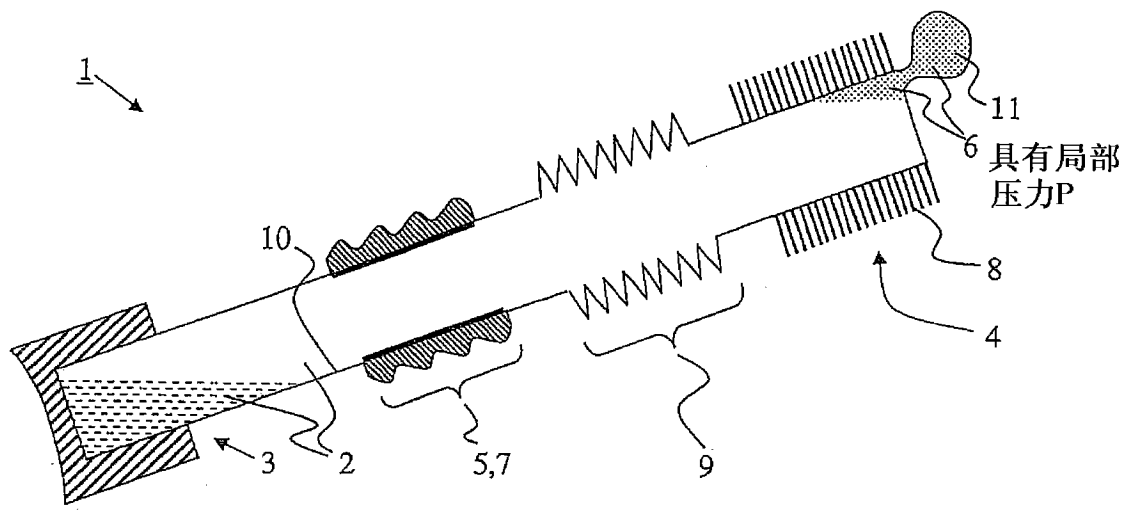


图 3

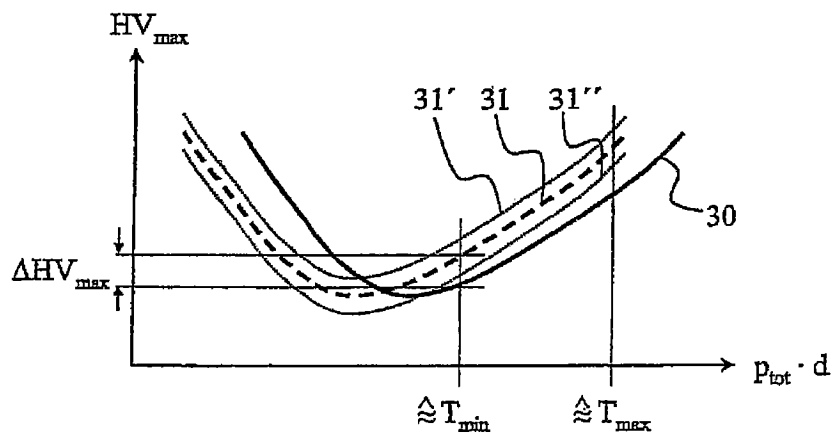


图 4

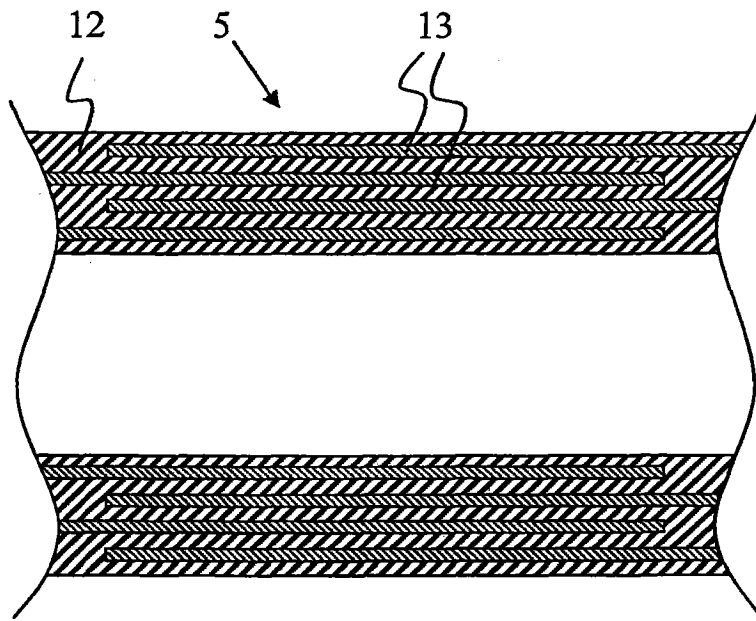


图 5