

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01R 4/68 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610077429.6

[45] 授权公告日 2010年3月17日

[11] 授权公告号 CN 100594635C

[22] 申请日 2006.3.17

[21] 申请号 200610077429.6

[30] 优先权

[32] 2005.3.17 [33] FR [31] 0550694

[73] 专利权人 尼克桑斯公司

地址 法国巴黎

[72] 发明人 尼古拉斯·拉洛伊特

詹姆斯·马圭尔

[56] 参考文献

CN1574534A 2005.2.2

US5759960A 1998.6.2

JP8-196031A 1996.7.30

EP1283576A1 2003.2.12

CN1574111A 2005.2.2

审查员 倪光勇

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 王景刚 王冉

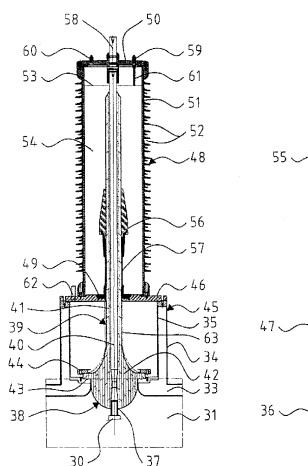
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

[54] 发明名称

用于超导体元件的电连接结构

[57] 摘要

本发明公开一种用于超导体元件(30)的电连接结构,该超导体元件由低温流体(31)冷却且连接到电衬套(10),该衬套连续穿过介于环境温度和低温流体温度之间的中间温度下的外罩(12)和环境温度下的外罩(15),所述衬套(10)伸出到环境温度外壳之外。根据本发明,所述中间外罩(12)至少部分地填充有如聚氨酯泡沫或多孔玻璃泡沫的低导热性的固体材料。本发明可应用于将低温的超导体电缆连接到配置在环境温度下的器件。



1、一种用于超导体元件(30)的电连接结构,该超导体元件由低温流体(31)冷却并且连接到电衬套(10,39),该电衬套连续穿过介于环境温度和低温流体温度之间的中间温度下的第一外罩(12,45)和环境温度下的第二外罩(15,48),所述电衬套(10,39)伸出到所述环境温度下的第二外罩之外,所述结构的特征在于,所述中间温度下的第一外罩(12,45)至少部分地填充有低导热性的固体材料。

2、根据权利要求1所述的连接结构,其特征在於,所述固体材料包括泡沫。

3、根据权利要求1所述的连接结构,其特征在於,所述固体材料是多孔玻璃泡沫或聚氨脂泡沫。

4、根据权利要求1所述的连接结构,其特征在於,所述中间温度下的第一外罩(12,45)的侧壁(18,34-35)由低温恒温器的壁部形成。

5、根据权利要求1所述的连接结构,其特征在於,所述中间温度下的第一外罩(12,45)设置有安全阀(19,62)。

6、根据权利要求1所述的连接结构,其特征在於,所述环境温度下的第二外罩(15,48)至少部分地填充有电绝缘液体(54),并且所述环境温度下的第二外罩的外壁由电绝缘材料制成。

7、根据权利要求6所述的连接结构,其特征在於,所述电绝缘液体(54)是油。

8、根据前述任一权利要求所述的连接结构,其特征在於,所述电衬套(10,39)包括由电绝缘护套(41)围绕的中心导体(40),所述电绝缘护套的两端中的一端(38)以伸入到所述低温流体(31)中的球状物(42)的形式终止。

9、根据权利要求8所述的连接结构,其特征在於,所述球状物(42)包括用于将所述球状物固定到所述中间温度下的第一外罩的密封紧固凸缘(43)。

10、根据权利要求1所述的连接结构,其特征在於,所述超导体元件是电缆(30)。

用于超导体元件的电连接结构

技术领域

本发明涉及一种用于超导体元件的电连接结构，例如在中等或高电压下用于传输电的电缆。该结构使得在低温下的超导体元件端部能够连接到环境温度下一般在户外中的一器件或设备。

背景技术

由于在超导体元件和将要连接到所述元件的设备之间的温度差大，即环境温度可能为大约 -200°C 的低温之间，在该元件和该设备之间有必要插入连接结构，以使温度渐变同时最小化热损耗，且同时仍然遵守例如由于电缆高压造成的电约束。该结构包括主要由中心导体制成的电衬套，该中心导体由绝缘护套环绕，用于将来自超导体电缆的电输送到环境温度下的输出接口。在合理的长度上，该结构必须在获得温度渐变的同时确保热导体的热损耗低，从而避免煮沸冷却电缆的低温液体和/或避免增加冷却电缆的费用。

对该问题的解决方案包括提供带有可谓绝热中间外罩、气密（airlock）或“缓冲”外罩的连接结构，其设置在低温部分与环境温度的连接结构部分之间。电衬套穿过中间外罩。该解决方案记载于例如欧洲专利申请 EP1 283 576 中。中间外罩的侧壁由低温恒温器的侧壁构成。底壁和顶壁包括由电衬套穿过的固紧凸缘，底壁与低温部分相邻，顶壁与环境部分相邻。中间外罩是抽空的或充有气体的。因此关键是确保电衬套穿过的底壁和顶壁的位置处是密封的，因此导致困难和昂贵的制造约束。例如，即使在低温部分和中间外罩之间很少量的泄漏（例如，每升秒大约 10^{-8} 毫巴（mbar/L·s）的泄漏）会不可避免地导致中间外罩中的气体组分的改变或真空程度的下降。如果低温液体是液氮，那么泄漏将导致在中间外罩中存在气态氮，因此首先导致液氮的额外消耗，其次导致中间外罩的热绝缘性降低。由这种泄漏造成的中间外罩中的过多压力不能借助安全阀控制，因为打开安全阀将破坏热绝缘介质（真空或气体）。另外，离开车间也不容易进行该连接结构的现场维修。例如，现场时在中间外罩中重建真空或再填充气体需要专门的设备和专门训练

的人员。

发明内容

本发明提供一种解决这种技术问题的方案，同时在中间外罩中不使用气体或真空。

更具体地说，本发明涉及用于由低温流体冷却的并且连接到电衬套的超导元件的电连接结构，其中电衬套连续穿过在环境温度和低温流体温度之间的中间温度下的第一外罩，和环境温度下的第二外罩，所述电衬套伸出到环境温度下的第二外罩之外。根据本发明，所述中间温度下的第一外罩至少部分地填充低导热性的固体材料。

有利地，所述材料是泡沫，如聚氨脂泡沫或多孔玻璃泡沫。

在优选实施例中，中间温度下的第一外罩形成设置有安全阀的低温恒温器，环境温度下的第二外罩至少部分地填充有电绝缘液体。环境温度下的第二外罩的外壁由电绝缘的材料制成。所述液体优选为油。

在一项实施例中，电衬套包括由电绝缘护套围绕的中心导体，该电绝缘护套两个端部中的一个通过伸入到低温液体中的球状物（bulb）终止。

附图说明

通过非限制示例并且参考附图，本发明的其它优点和特征将由本发明的实施例的随后描述示出，其中：

图 1 是示出本发明原理的示意图；和
图 2 是本发明实施例的纵向剖面图。

具体实施方式

在图 1 中，用于连接至超导体电缆（未示出）的结构包括通过位于低温下的外罩 11 中的底端连接到超导体元件的电衬套（bushing）10。邻近低温外罩 11 的中间外罩 12 填充有低导热率的固体材料。该材料优选是以泡沫形式，例如聚氨脂泡沫或多孔玻璃泡沫，例如购买 Foamglas 商标的泡沫。电衬套 10 经由气密紧固凸缘 13 穿过中间外罩 11 的底壁，并且经由气密紧固凸缘 14 穿过顶壁。电衬套 10 延伸经过中间外罩 12 进入到环境温度下的外壳 15，该外壳 15 在电连接装置 16 处终止，该装置用于连接该衬套、以及由此连接超导体元件、直至适合的器件和设备。中间外罩因此位于环境温度和

低温流体温度之间的温度。低温下的外罩 11 和中间外罩 12 的各个壁部 17 和 18 形成低温恒温器壁，从而实现良好的热绝缘。因为中间外罩是气密的，所以优选地装配有安全阀 19 以缓和任何可能由于凸缘 13 和 14 的泄漏而产生的过压。

应该清楚，本发明可克服通过凸缘 13 或 14 的微小泄漏的问题。即使在通过凸缘 13 或 14 存在微小泄漏的情况下，因为该泄漏不影响填充中间外罩的固体材料的绝缘特性，所以在比较恒定的程度上保持了热绝缘有效性。

图 2 是本发明实施例的纵向横截面，示出了由例如液氮的低温流体 31 冷却的超导体电缆 30，该流体包含在具有外壁 34 和内壁 35 的低温恒温器 33 中。例如，在这两个壁之间的真空可以是大约 10^{-5} 毫巴 (mbar)。由附图标记 36 指代的区域处于低温下，其对于所谓的“高温”超导体来说为大约 -200°C 。

超导体电缆的端部通过电接口 37 连接到电衬套 39 的底端 38。该衬套主要由铝或铜的合金的中心导体 40 构成，周围具有模制的电绝缘护套 41，例如由环氧树脂制成。护套的底端由具有紧固衬圈 43 的球状物 42 终止。凸缘 44 保证球状物 42 密封于低温恒温器 33 的内壁 35。绝缘护套的外表面由例如喷镀金属的导电材料层 63 覆盖。因为该材料连接到地电势并且因为该超导体电缆处于高电压，所以绝缘护套的底端 38 有利地为球形从而增加在地和高压之间的漏电距离 (creepage distance)，由此避免在端部 38 的任何电击穿。

低温恒温器的内壁 35 和外壁 34 垂直地延伸以形成中间外罩 45 的侧壁。该外罩因此具有非常好的热绝缘性。该中间外罩的底部由球状物 42 以密封的方式封闭，该外罩的顶部由金属合金（例如不锈钢或铝合金）制成的板 46 封闭。中间外罩填充有低导热性的固体材料。该材料优选地为泡沫的形式，例如聚氨脂泡沫或多孔玻璃泡沫，例如 Foamglas 商标的多孔玻璃泡沫。优选地采用该固体材料完全填充中间外罩，但是也可以仅部分填充。为了填充中间外罩，可以加工一块或多块的固体泡沫，例如采用半壳 (half-shell) 形式的两块或加工有中孔的单块，该中孔与电衬套 39 位于中间外罩 45 中的部分形状互补，随后将所述 (各) 块放入中间外罩内。区域 47 的温度介于环境温度 and 低温之间。

在中间外罩 45 上方，环境温度下的外罩 48 紧固于板 46。该板呈现良好

的导热性从而在环境温度的气体和环境温度下外罩 48 的底部之间建立良好的热交换。电衬套 39 借助紧固和密封凸缘 49 以气密的方式穿过该顶壁 46, 并且电衬套 39 经由环境温度下的所述外罩的顶壁 50 伸出到外罩 48 的外部。其侧壁由电绝缘体 51 构成, 例如玻璃纤维强化的环氧树脂, 一般称为纤维强化的聚合物 (FRP)。该壁的外表面包括连续的绝缘材料鳍状物 (fin) 52, 例如硅酮, 用于延长表面上由于周围的污染和雨滴 (rain) 沉积在所述表面上形成杂质引起的任何漏电流的路径长度。环境温度下的外罩 48 利用如硅油的良好电绝缘液体 54 填充到水平 53。除了对电衬套 39 提供良好的电绝缘外, 液体 54 更易于稳定环境温度下外罩的温度。因此使区域 55 的温度接近环境温度。

位于环境温度外罩 48 中的应力锥状物 56 在金属层 63 的隔断处环绕电衬套 39, 并且借助例如由半导体带 (tape) 形成的带 57 电连接于此且也电连接到气密紧固凸缘 49。该应力锥状物的功能是展开或张开在金属端部的电力线, 从而避免可能导致电击穿的任何不连续性。电衬套 39 通过连接接头 58 在环境温度外罩 48 的外侧终止, 该接头用于在中等或高压下为超导体电缆供电, 或用于在来自超导体电缆 30 的中等或高压下为环境温度下的设备供电。

板 46 优选设置有安全阀 62 以排出任何来自中间外罩 45 的过压, 该过压可能是由于冷却液体通过衬圈 43 和紧固凸缘 44 泄漏而造成, 然后冷却液体在中间外罩内变成气态形式。

环境温度下的外罩也具有两个连接阀 59 和 60, 使得它能够被油填充, 该阀 58 连接到聚乙烯延长管 61, 其用于监控外罩中油的深度。

上述电连接结构包括至少部分地填充有良好热绝缘体的固体材料的中间外罩, 该结构在低温部分和环境温度部分之间可提供良好的温度渐变, 低温液体中的热量流动受到限制, 与安装时工作条件相适应并且易于在现场和车间进行维修。该结构的高度, 特别是中间外罩的高度可以容易地调整以适应低温部分和环境部分之间的温差条件, 以及诸如电压和电流的电条件

该实施例涉及连接超导体电缆。然而, 对于本领域技术人员来说, 将本发明应用于连接任何在低温下的且需要连接到环境温度的器件或装置或设备的超导体元件是显而易见的。

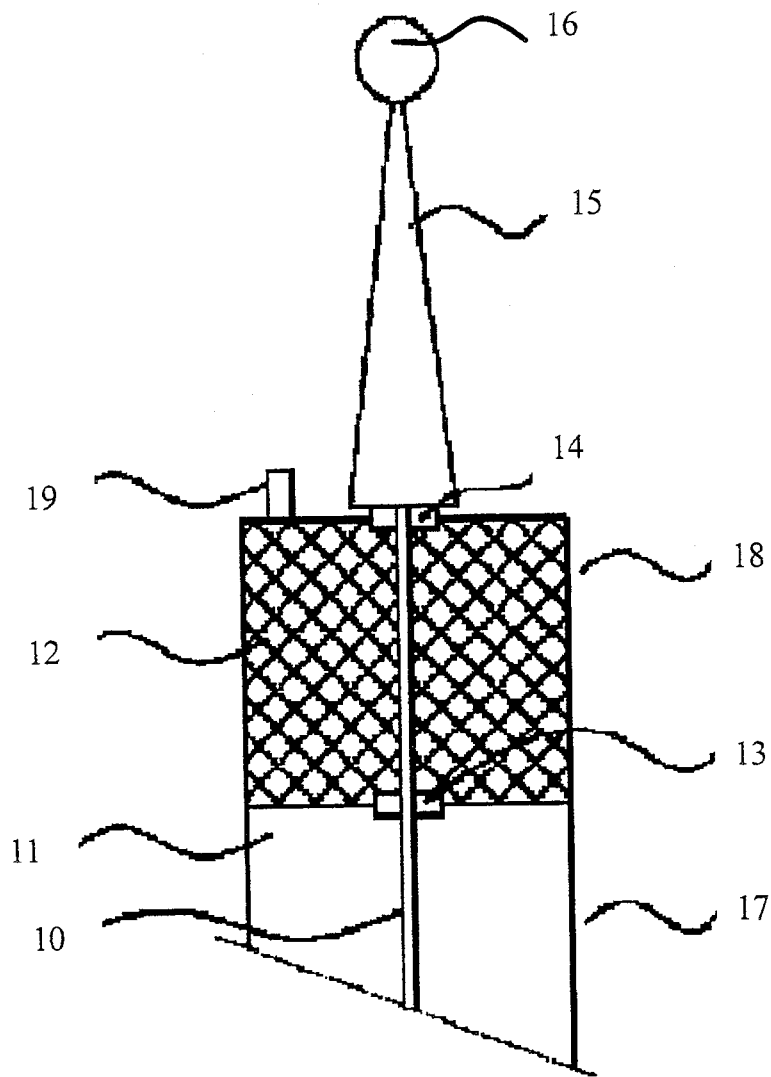


图 1

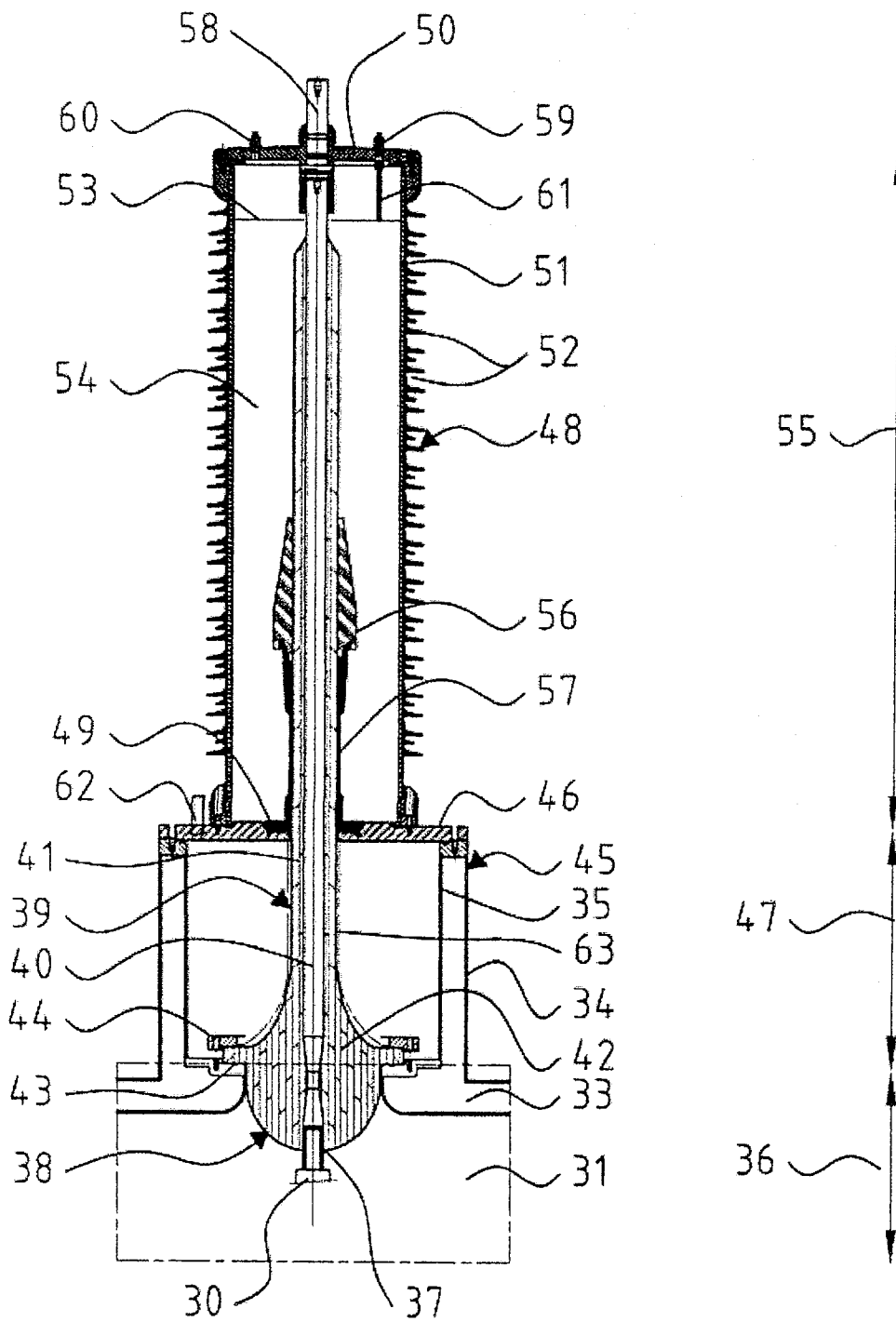


图 2