



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110504092 B

(45) 授权公告日 2022.03.08

(21) 申请号 201910855008.9

审查员 杨欢

(22) 申请日 2019.09.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110504092 A

(43) 申请公布日 2019.11.26

(73) 专利权人 日立能源瑞士股份公司

地址 瑞士巴登

(72) 发明人 姚大南 蔡培荣

(74) 专利代理机构 北京市汉坤律师事务所

11602

代理人 姜浩然 吴丽丽

(51) Int.Cl.

H01F 27/28 (2006.01)

H01F 27/32 (2006.01)

H01F 41/00 (2006.01)

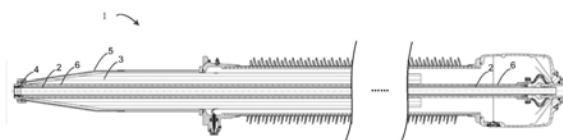
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

套管及其制造方法

(57) 摘要

本公开涉及一种套管及其制造方法。该套管包括导电管和中心管。导电管被固定连接至底部连接组件和顶部连接组件。中心管被固定连接至底部连接组件和顶部连接组件。中心管具有沿着中心管的延伸方向的压缩力,以使得导电管具有沿着导电管的延伸方向的拉伸力。通过使用根据本公开的实施例,可以消除或减少复合材料的蠕变或应力松弛,以保证套管寿命周期内的机械性能和密封性能。



1. 一种套管 (1), 包括:

导电管 (6), 被固定连接至底部连接组件和顶部连接组件;

中心管 (2), 被固定连接至所述底部连接组件和所述顶部连接组件, 其中所述中心管具有沿着所述中心管的延伸方向的压缩力, 以使得所述导电管具有沿着所述导电管的延伸方向的拉伸力; 以及

导电套筒 (30), 所述导电套筒的内表面与所述中心管 (2) 的外表面邻接, 其中, 所述导电套筒 (30) 能够在纵向方向上相对于所述中心管 (2) 移动。

2. 根据权利要求1所述的套管, 其中所述中心管位于所述导电管内部, 并且所述中心管为金属管或合金管。

3. 根据权利要求2所述的套管, 其中所述底部连接组件包括:

底部中心管螺母 (4), 所述中心管 (2) 被焊接至所述底部中心管螺母 (4);

底部螺母 (12), 所述导电管 (6) 被固定连接至所述底部螺母 (12); 以及

第一底部螺栓 (13), 所述底部中心管螺母 (4) 经由所述第一底部螺栓被固定连接至所述底部螺母 (12)。

4. 根据权利要求3所述的套管, 其中所述底部螺母 (12) 的、与所述底部中心管螺母相邻接的内表面具有环形凹槽, 所述环形凹槽被适配为容纳用于密封的第一O形环 (11)。

5. 根据权利要求3所述的套管, 还包括法兰 (15), 所述法兰与所述底部螺母的凸缘外侧的外周缘对准, 并且经由第二螺栓 (16) 固定连接至所述底部螺母。

6. 根据权利要求5所述的套管, 其中所述底部螺母 (12) 的、与所述法兰相邻接的外周缘表面具有环形凹槽, 所述环形凹槽被适配为容纳用于密封的第二O形环 (14)。

7. 根据权利要求6所述的套管, 还包括复合绝缘子 (5), 所述复合绝缘子 (5) 位于所述导电管外侧, 并且所述复合绝缘子 (5) 的底部被适配为被夹设于所述法兰和所述底部螺母的所述凸缘之间。

8. 根据权利要求2所述的套管, 其中所述顶部连接组件包括:

顶部中心管螺母 (21), 所述中心管 (2) 被固定连接至所述顶部中心管螺母 (21);

顶部螺母 (24), 所述导电管 (6) 被固定连接至所述顶部螺母 (24); 以及

第一顶部螺栓 (23), 所述顶部中心管螺母 (4) 经由所述第一顶部螺栓被固定连接至所述顶部螺母 (24)。

9. 根据权利要求8所述的套管, 其中所述顶部连接组件还包括连接法兰 (26), 所述连接法兰 (26) 与所述顶部螺母的外周缘对准并且经由第二顶部螺栓固定连接至所述顶部螺母。

10. 根据权利要求9所述的套管, 还包括软性导电连接件 (22), 所述软性导电连接件 (22) 具有弯曲形状并且电耦合至所述连接法兰 (26)。

11. 根据权利要求10所述的套管, 还包括:

所述导电套筒 (30) 与所述软性导电连接件电耦合。

12. 根据权利要求11所述的套管, 其中所述软性导电连接件包括多层载流金属件, 所述导电套筒的内表面的、与所述中心管的外表面的部分具有至少一个凹槽, 所述至少一个凹槽被适配为容纳O形环和滑动密封件中的至少一个。

13. 根据权利要求8所述的套管, 还包括:

至少一个支撑件, 所述至少一个支撑件位于所述中心管和所述导电管之间, 以防止所

述中心管在与所述中心管延伸的方向相垂直的横向上弯曲;以及

绝缘隔离套,所述绝缘隔离套位于所述顶部中心管螺母和所述第一顶部螺栓之间以将所述顶部中心管螺母和所述第一顶部螺栓电绝缘。

14. 一种变压器,包括:

根据权利要求1-13中任一项所述的套管。

15. 一种用于制造套管的方法,包括:

将导电管(6)固定连接至底部连接组件;

将中心管(2)固定连接至所述底部连接组件;

对所述中心管施加压缩力并且对所述导电管施加拉伸力;

在维持所述压缩力和所述拉伸力的同时,将所述导电管(6)和所述中心管(2)固定连接至顶部连接组件,以使得所述中心管具有沿着所述中心管的延伸方向的压缩力并且使得所述导电管具有沿着所述导电管的延伸方向的拉伸力;

将导电套筒(30)在纵向方向上能够移动地连接至所述中心管(2)。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中所述底部连接组件包括:

底部中心管螺母(4),所述中心管(2)被焊接至所述底部中心管螺母(4);

底部螺母(12),所述导电管(6)被固定连接至所述底部螺母(12);以及

第一底部螺栓(13),所述底部中心管螺母(4)经由所述第一底部螺栓被固定连接至所述底部螺母(12)。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述底部螺母(12)的、与所述底部中心管螺母相邻接的内表面具有环形凹槽,所述环形凹槽被适配为容纳用于密封的第一O形环(11)。

18. 根据权利要求16所述的方法,其中所述顶部连接组件包括:

顶部中心管螺母(21),所述中心管(2)被固定连接至所述顶部中心管螺母(21);

顶部螺母(24),所述导电管(6)被固定连接至所述底部螺母(26);以及

第一顶部螺栓(23),所述顶部中心管螺母(4)经由所述第一顶部螺栓被固定连接至所述顶部螺母(24)。

19. 根据权利要求18所述的方法,还包括:

将连接法兰(26)与所述顶部螺母的外周缘对准,并且经由第二顶部螺栓将所述连接法兰(26)固定连接至所述顶部螺母;

将具有弯曲形状的软性导电连接件(22)耦合至所述连接法兰(26);

将所述导电套筒(30)耦合至所述软性导电连接件。

20. 根据权利要求18所述的方法,还包括:

将至少一个支撑件布置在所述中心管和所述导电管之间,以防止所述中心管在与所述中心管延伸的方向相垂直的横向上弯曲;以及

将绝缘隔离套布置在所述顶部中心管螺母和所述第一顶部螺栓之间以将所述顶部中心管螺母和所述第一顶部螺栓电绝缘。

套管及其制造方法

技术领域

[0001] 本公开涉及电气领域,更具体而言涉及电力传输设备中的套管、套管制造方法以及具有该套管的变压器。

背景技术

[0002] 套管主要用于变压器、电抗器、断路器等电力设备进出线 and 高压电路穿越墙体等的对地绝缘。套管可以包括油浸纸 (OIP) 套管、树脂浸渍纸 (RIP) 套管、树脂浸渍合成材料 (RIS) 套管以及 RIS 和 RIN 的混合套管等,其中 OIP 套管应用较为广泛。

[0003] 常规的一些 OIP 具有陶瓷壳体。然而陶瓷壳体存在容易崩裂的危险,这会导致伤及附近人员和/或导致对附近设备的二次伤害。此外,陶瓷壳体的套管也导致运输成本的上升,并且在高海拔和地震风险较高的区域适应性较弱。

[0004] 已经提出一些改进方案。例如,使用复合材料绝缘子来替换陶瓷壳体。然而,常规的复合材料绝缘子 OIP 存在一些问题,例如使用寿命期间的蠕变或应力松弛。

发明内容

[0005] 根据本公开的实施例,提供了改进的套管及其制造方法。

[0006] 在本公开的第一方面中,提供一种套管。该套管包括导电管和中心管。导电管被固定连接至底部连接组件和顶部连接组件。中心管被固定连接至底部连接组件和顶部连接组件。中心管具有沿着中心管的延伸方向的压缩力,以使得导电管具有沿着导电管的延伸方向的拉伸力。

[0007] 在本公开的第二方面中,提供一种变压器。该变压器包括根据第一方面的套管。

[0008] 在本公开的第三方面中,提供一种用于制造套管的方法。该方法包括将导电管固定连接至底部连接组件;将中心管固定连接至底部连接组件;对中心管施加压缩力并且对导电管施加拉伸力;在维持压缩力和拉伸力的同时,将导电管和中心管固定连接至顶部连接组件,以使得中心管具有沿着中心管的延伸方向的压缩力并且使得导电管具有沿着导电管的延伸方向的拉伸力。

[0009] 通过使用根据本公开的实施例,可以消除或减少复合材料的蠕变或应力松弛,以保证套管在寿命周期内的机械性能和密封性能。

[0010] 应当理解,发明内容部分中所描述的内容并非旨在限定本公开的实施例的关键或重要特征,亦非用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的描述变得容易理解。

附图说明

[0011] 结合附图并参考以下详细说明,本公开各实施例的上述和其他特征、优点及方面将变得更加明显。在附图中,相同或相似的附图标记表示相同或相似的元素,其中:

[0012] 图1示出了根据本公开的一个实施例的套管的剖面示意图;

[0013] 图2示出了图1的套管的底部剖面示意图；

[0014] 图3示出了图1的套管的顶部剖面示意图；以及

[0015] 图4示出了根据本公开的一个实施例的用于制造套管的方法的示意性流程图。

具体实施方式

[0016] 下面将参照附图更详细地描述本公开的实施例。虽然附图中显示了本公开的某些实施例，然而应当理解的是，本公开可以通过各种形式来实现，而且不应该被解释为限于这里阐述的实施例，相反提供这些实施例是为了更加透彻和完整地理解本公开。应当理解的是，本公开的附图及实施例仅用于示例性作用，并非用于限制本公开的保护范围。

[0017] 在本公开的实施例的描述中，术语“包括”及其类似用语应当理解为开放性包含，即“包括但不限于”。术语“基于”应当理解为“至少部分地基于”。术语“一个实施例”或“该实施例”应当理解为“至少一个实施例”。术语“第一”、“第二”等等可以指代不同的或相同的对象。下文还可能包括其他明确的和隐含的定义。

[0018] 如上所述，常规的OIP套管虽然使用复合材料绝缘子替代陶瓷作为壳体材料，但是仍然存在一些问题，诸如套管的复合材料绝缘子在套管的使用寿命期间产生的蠕变或应力松弛。

[0019] 具体而言，常规的OIP套管例如用于将电流引入或引出变压器、电抗器、电容器、断路器等设备的金属外壳，也用于导体或母线穿过建筑物或墙体，作为导电载流和高压对地绝缘和机械支撑使用。

[0020] 在变压器中使用套管时，套管受到电压、电流、拉力、震动、风力等各种物理作用。为了保持套管中位于导电路径上各个部件之间的良好连接，常规的OIP套管在顶部设置强力弹簧，以提供预施加的力至导电管来维持各部件之间的紧密接触和连接，从而确保电流路径上螺纹连接的载流能力。

[0021] 当对导电管施加拉伸力时，常规OIP套管的外部复合绝缘子受到相反的压缩力。该压缩力通常非常大，例如为10吨的量级。随着套管的使用，外部复合材料绝缘子长期受到如此之大的压缩力会引起外部复合材料绝缘子的蠕变或应力松弛。这种蠕变或应力松弛对于OIP套管而言是不期望的。

[0022] 以下将参照附图来具体描述本公开的实施例。图1示出了根据本公开的一个实施例的套管1的剖面示意图。套管1例如为适用于变压器中的OIP套管，并且包括顶部部分、中间部分和底部部分，其中中间部分由省略号省略示出。

[0023] 套管1包括从底部延伸至顶部的导电管6和中心管2。在图1的示例中，导电管6位于中心管2的外侧。在另一个示例中，导电管6可以位于中心管2的内侧。导电管6由适于载流的金属材料制成，并且具有圆形的截面形状。中心管2由适于承载压力的具有一定物理强度的诸如铝和铜之类的金属或诸如铝合金之类的合金材料制成，并且也具有圆形的截面形状。

[0024] 虽然在图1中导电管6和中心管2被示出为具有圆形形状的金属件，但是这仅是用于示意而非旨在对本公开的范围进行限制。例如，导电管6和中心管2可以具有相同或不同的其它截面形状。在另一个示例中，中心管2可以由适于承载压力的具有一定物理强度的非金属材料制成。

[0025] 套管1还包括位于底部的底部螺母4、外侧的复合材料绝缘子5以及位于复合材料

绝缘子5和导电套管之间的电容芯体部3。虽然图1示出了套管1的一种具体形状和配置,但是这仅是用于示意而非旨在对本公开的范围进行限制。套管1可以具有其它形状和配置。

[0026] 图2示出了图1的套管1的底部剖面示意图。套管1包括导电管6和中心管2。导电管6被固定连接至底部连接组件和顶部连接组件。中心管2也被固定连接至底部连接组件和顶部连接组件。例如由诸如气缸或液压缸之类的工装设备向中心管2施加沿着中心管2的延伸方向的诸如压缩力之类的应力,以使得导电管6具有沿着导电管6的延伸方向的诸如拉伸力之类的相反应力。

[0027] 在图2的示例中,底部连接组件包括底部中心管螺母4、底部螺母12和第一底部螺栓13。底部中心管螺母4具有面向中心管2的凹部,并且中心管2被焊接至底部中心管螺母4的凹部内表面,从而使得中心管2被固定连接至底部连接组件。

[0028] 虽然在图2中的中心管2通过焊接的方式被固定连接至底部连接组件,但是这仅是用于示意而非旨在对本公开的范围进行限制。中心管2可以通过诸如螺旋紧固的方式被固定连接至底部连接组件。

[0029] 底部螺母12具有面向底部中心管螺母4的凹部以容纳底部中心管螺母4。底部中心管螺母4的上缘从底部螺母12的凹部突出,以使得底部中心管螺母4的上缘和底部螺母12的上缘之间形成凹槽以容纳导电管6,并且导电管6被固定连接至底部螺母12。例如导电管6可以被焊接或螺旋紧固至底部螺母12。在另一示例中,也可以通过定制底部中心管螺母4和底部螺母12的尺寸以紧密夹持导电管6。

[0030] 底部螺母12具有贯穿导电管6的螺孔,并且底部中心管螺母4具有与该螺孔对准的螺孔,以使得第一底部螺栓13可以将底部中心管螺母4和底部螺母12固定在一起。在另一示例中,底部螺母12也可以在凹部内表面具有螺纹,并且底部中心管螺母4在其外表面具有对应螺纹,从而底部中心管螺母4和底部螺母12可以通过螺旋紧固的方式被固定在一起。

[0031] 在图2中,底部螺母12在其与底部中心管螺母4相邻接的内侧表面具有环形凹槽。该环形凹槽被适配为容纳用于密封的第一O形环11,从而防止油或其它物质的泄露。

[0032] 在一个示例中,套管1还包括法兰15。法兰15与底部螺母12的凸缘17外侧的外周缘对准,并且经由第二螺栓16固定连接至底部螺母12。在一个示例中,法兰15与复合材料绝缘子5可以一体形成。在另一个示例中,法兰15与复合材料绝缘子5可以由不同材料分别形成。

[0033] 底部螺母12在其与法兰15相邻接的外周缘表面具有环形凹槽。该环形凹槽被适配为容纳用于密封的第二O形环14,从而防止油或其它物质的泄露。

[0034] 在一个示例中,复合绝缘子5位于所述导电管外侧,并且复合绝缘子5的底部被适配为被夹设于所述法兰和所述底部螺母的所述凸缘之间。在另一个示例中,复合绝缘子5的底部可以通过胶合或其它方式固定至法兰15。

[0035] 虽然图2示出了套管1的底部的一种具体形状和配置,但是这仅是用于示意而非旨在对本公开的范围进行限制。套管1可以具有其它形状和配置。

[0036] 图3示出了图1的套管1的顶部剖面示意图。在一个示例中,套管1的顶部连接组件包括顶部中心管螺母21、顶部螺母24和第一顶部螺栓23。顶部中心管螺母21具有中心通孔以使得中心管2通过,中心管2可以通过螺旋紧固或焊接的方式固定连接至顶部中心管螺母21。

[0037] 顶部螺母24具有凹部以用于容纳导电管6,导电管6可以通过螺旋紧固或焊接的方

式固定连接至顶部螺母24。顶部螺母24在其底部具有位于中心通孔外侧的螺孔,并且顶部中心管螺母21具有与该螺孔相对准的贯通螺孔,以使得第一顶部螺栓23可以将顶部螺母24和顶部中心管螺母21固定在一起。

[0038] 在一个示例中,套管1的顶部连接组件还包括连接法兰26。连接法兰26被设置在顶部中心管螺母21的外侧,并且与顶部螺母24的外周缘对准。顶部螺母24在其外周缘也具有螺孔,并且连接法兰26具有与该螺孔相对准的贯通螺孔,以使得第二顶部螺栓25可以将顶部螺母24和连接法兰26固定在一起。

[0039] 在另一个示例中,连接法兰26可以被设置为通过螺旋的方式固定至顶部螺母24,或者两者可以一体形成。在一个示例中,套管1还可以具有软性导电连接件22。软性导电连接件22具有弯曲形状并且例如通过焊接或螺栓固定来电耦合至连接法兰26。在一个示例中,软性导电连接件22包括多层载流金属件。

[0040] 在一个示例中,套管1还包括导电套筒30。导电套筒30被设置为例如通过焊接或螺栓固定来与软性导电连接件22电耦合,并且导电套筒30的内表面与中心管2的外表面邻接。此外,导电套筒30被设置为距顶部中心管螺母21一定距离。

[0041] 在一个示例中,套管1还包括绝缘隔离套31。绝缘隔离套31被设置为位于顶部中心管螺母21和所述第一顶部螺栓23之间,以将顶部中心管螺母21和第一顶部螺栓23电绝缘。在此情形下,套管1的导电路径为从导电套筒30、软性导电连接件22、连接法兰26、顶部螺母24、导电管6延伸至底部螺母12。以此方式,可以防止电流在顶部分叉以从软性导电连接件22经由多个路径传递至导电管6。

[0042] 导电套筒30的内表面的与中心管2的外表面的部分具有至少一个凹槽,并且该至少一个凹槽被适配为容纳O形环和滑动密封件中的至少一个。在图3中,该至少一个凹槽被示出为用于容纳O型密封环27的第一凹槽、用于容纳滑动密封件28的第二凹槽和用于容纳O型密封环29的第三凹槽。可以理解,在其它一些示例中,导电套筒30可以具有一个或更多个凹槽。在一个示例中,O型密封环27和O型密封环29例如是聚四氟乙烯 (PTFE) 环。

[0043] 导电套筒30被设置为当导电套筒30收到外力时在纵向方向上相对于中心管2滑动移动。此外,由于导电套筒30和中心管2被设置为可以相对于彼此可以互相移动,因此即使中心管2被设置有诸如压缩力之类的应力,中心管2也不会经由导电套筒30传递至套管1的复合材料绝缘子壳体。

[0044] 相应地,在套管1的使用期间,即使套管1的复合材料绝缘子壳体受力,所受的力也不会传递至中心管2。因此,在套管1的使用期间,中心管2的预施加的压缩应力可以引起导电管6上的拉伸性应力,从而确保导电路径上的各部件之间的紧密连接或接触,并且确保电流路径上螺纹连接的载流能力。

[0045] 在一个示例中,套管1还包括至少一个支撑件(未示出)。该至少一个支撑件位于中心管2和导电管6之间。例如,该至少一个支撑件可以在中心管2的延伸方向上的任何位置处位于中心管2和导电管6之间,并且架设在中心管2的外侧壁上的凹陷和导电管6的内侧壁上的对应凹陷之间。由于中心管2被施加了诸如压缩力之类的预应力,因此通过设置支撑件可以防止中心管2在与中心管2延伸的方向相垂直的横向上因应力导致的弯曲。

[0046] 虽然图3示出了套管1的顶部的一种具体形状和配置,但是这仅是用于示意而非旨在对本公开的范围进行限制。套管1可以具有其它形状和配置。

- [0047] 图4示出了根据本公开的一个实施例的用于制造套管的方法100的示意性流程图。
- [0048] 在102处,将导电管固定连接至底部连接组件。在一个示例中,底部连接组件可以是参照图2所述的底部连接组件,并且可以通过焊接或诸如螺旋固定之类的其它机械固定的方式将导电管固定连接至底部连接组件。
- [0049] 在104处,将中心管固定至底部连接组件。在一个示例中,底部连接组件可以是参照图2所述的底部连接组件,并且可以通过焊接或诸如螺旋固定之类的其它机械固定的方式将导电管固定连接至底部连接组件。
- [0050] 在106处,对中心管施加压缩力并且对导电管施加拉伸力。在一个示例中,可以使用诸如气缸或液压缸之类的工装设备施加压缩力和拉伸力。
- [0051] 在108处,在维持压缩力和拉伸力的同时,将导电管和中心管固定连接至顶部连接组件,以使得中心管具有沿着中心管的延伸方向的压缩力并且使得导电管具有沿着导电管的延伸方向的拉伸力。
- [0052] 在一个示例中,在维持压缩力和拉伸力的同时,将预先旋在中心管上的顶部中心管螺母旋至和导电管上的顶部螺母接触,并微调以对准两个螺母的螺孔。继续维持压缩力和拉伸力,并且安装绝缘套31和第一顶部螺栓23以连接两个螺母。随后撤出用于施力的工装设备,中心管和导电管由此具有施加的预应力。
- [0053] 在上面总体描述了根据本公开的实施例的制造套管的方法。可以理解,关于图1-图3所述的特征均可以适用于关于图4的制造方法。
- [0054] 在一个示例中,底部连接组件包括底部中心管螺母、底部螺母和第一底部螺栓。该方法还包括将中心管焊接至底部中心管螺母,并且将导电管固定连接至底部螺母。将底部中心管螺母经由第一底部螺栓固定连接至底部螺母。
- [0055] 在一个示例中,底部螺母的与底部中心管螺母相邻接的内表面具有环形凹槽。该方法还包括在环形凹槽中容纳用于密封的第一O形环。
- [0056] 在一个示例中,顶部连接组件包括顶部中心管螺母、顶部螺母和第一顶部螺栓。该方法还包括将中心管固定连接至顶部中心管螺母,并且将导电管固定连接至底部螺母。将顶部中心管螺母经由第一顶部螺栓固定连接至顶部螺母。
- [0057] 在一个示例中,该方法还包括将连接法兰与顶部螺母的外周缘对准,并且经由第二顶部螺栓将所述连接法兰固定连接至所述顶部螺母。将具有弯曲形状的软性导电连接件耦合至连接法兰,以及将导电套筒耦合至所述软性导电连接件。
- [0058] 在一个示例中,该方法还包括将至少一个支撑件布置在中心管和导电管之间,以防止中心管在与中心管延伸的方向相垂直的横向上弯曲,以及将绝缘隔离套布置在顶部中心管螺母和第一顶部螺栓之间以将顶部中心管螺母和所述第一顶部螺栓电绝缘。
- [0059] 下面列举根据本公开的一些示例性实施例。
- [0060] 条目1:提供一种套管。该套管包括:导电管和中心管。导电管被固定连接至底部连接组件和顶部连接组件。中心管被固定连接至底部连接组件和顶部连接组件,其中中心管具有沿着中心管的延伸方向的压缩力,以使得导电管具有沿着导电管的延伸方向的拉伸力。
- [0061] 条目2:根据条目1所述的套管,其中中心管位于导电管内部,并且中心管为金属管或合金管。

[0062] 条目3:根据条目1或2所述的套管,其中底部连接组件包括底部中心管螺母、底部螺母和第一底部螺栓。中心管被焊接至所述底部中心管螺母。导电管被固定连接至底部螺母。底部中心管螺母经由第一底部螺栓被固定连接至底部螺母。

[0063] 条目4:根据条目1-3中任一项所述的套管,其中底部螺母的与底部中心管螺母相邻接的内表面具有环形凹槽。环形凹槽被适配为容纳用于密封的第一O形环。

[0064] 条目5:根据条目1-4中任一项所述的套管,套管还包括法兰。法兰与底部螺母的凸缘外侧的外周缘对准,并且经由第二螺栓固定连接至底部螺母。

[0065] 条目6:根据条目1-5中任一项所述的套管,其中底部螺母的与法兰相邻接的外周缘表面具有环形凹槽。环形凹槽被适配为容纳用于密封的第二O形环。

[0066] 条目7:根据条目1-6中任一项所述的套管,套管还包括复合绝缘子。复合绝缘子位于所述导电管外侧,并且复合绝缘子的底部被适配为被夹设于法兰和底部螺母的凸缘之间。

[0067] 条目8:根据条目1-7中任一项所述的套管,其中顶部连接组件包括顶部中心管螺母、顶部螺母和第一顶部螺栓。中心管被固定连接至顶部中心管螺母,以及导电管被固定连接至顶部螺母。顶部中心管螺母经由第一顶部螺栓被固定连接至顶部螺母。

[0068] 条目9:根据条目1-8中任一项所述的套管,其中顶部连接组件还包括连接法兰。连接法兰与顶部螺母的外周缘对准并且经由第二顶部螺栓固定连接至顶部螺母。

[0069] 条目10:根据条目1-9中任一项所述的套管,套管还包括软性导电连接件。软性导电连接件具有弯曲形状并且电耦合至连接法兰。

[0070] 条目11:根据条目1-10中任一项所述的套管,套管还包括导电套筒。导电套筒与软性导电连接件电耦合,并且导电套筒的内表面与中心管的外表面邻接。

[0071] 条目12:根据条目1-11中任一项所述的套管,其中软性导电连接件包括多层载流金属件。导电套筒的内表面的与中心管的外表面的部分具有至少一个凹槽。至少一个凹槽被适配为容纳O形环和滑动密封件中的至少一个。

[0072] 条目13:根据条目1-11中任一项所述的套管,套管还包括至少一个支撑件和绝缘隔离套。至少一个支撑件位于中心管和导电管之间,以防止中心管在与中心管延伸的方向相垂直的横向上弯曲。绝缘隔离套位于顶部中心管螺母和第一顶部螺栓之间以将顶部中心管螺母和第一顶部螺栓电绝缘。

[0073] 条目14:提供一种变压器。变压器包括根据条目1-13中任一项所述的套管。

[0074] 条目15:提供一种用于制造套管的方法。方法包括将导电管固定连接至底部连接组件;将中心管固定连接至底部连接组件;对中心管施加压缩力并且对导电管施加拉伸力;在维持压缩力和拉伸力的同时,将导电管和中心管固定连接至顶部连接组件,以使得中心管具有沿着中心管的延伸方向的压缩力并且使得导电管具有沿着导电管的延伸方向的拉伸力。

[0075] 条目16:根据条目15所述的方法,其中底部连接组件包括底部中心管螺母、底部螺母和第一底部螺栓。中心管被焊接至底部中心管螺母,以及导电管被固定连接至底部螺母。底部中心管螺母经由第一底部螺栓被固定连接至底部螺母。

[0076] 条目17:根据条目15或16所述的方法,其中底部螺母的与底部中心管螺母相邻接的内表面具有环形凹槽。环形凹槽被适配为容纳用于密封的第一O形环。

[0077] 条目18:根据条目15-17中任一项所述的方法,其中顶部连接组件包括顶部中心管螺母、顶部螺母和第一顶部螺栓。中心管被固定连接至顶部中心管螺母,以及导电管被固定连接至底部螺母。顶部中心管螺母经由第一顶部螺栓被固定连接至顶部螺母。

[0078] 条目19:根据条目15-18中任一项所述的方法,该方法还包括将连接法兰与顶部螺母的外周缘对准,并且经由第二顶部螺栓将连接法兰固定连接至顶部螺母;将具有弯曲形状的软性导电连接件耦合至连接法兰;将导电套筒耦合至软性导电连接件。

[0079] 条目20:根据条目15-19中任一项所述的方法,该方法还包括将至少一个支撑件布置在中心管和导电管之间,以防止中心管在与中心管延伸的方向相垂直的横向上弯曲;以及将绝缘隔离套布置在顶部中心管螺母和所述第一顶部螺栓之间以将顶部中心管螺母和第一顶部螺栓电绝缘。

[0080] 尽管已经采用特定于结构特征和/或方法逻辑动作的语言描述了本主题,但是应当理解所附权利要求书中所限定的主题未必局限于上面描述的特定特征或动作。相反,上面所描述的特定特征和动作仅仅是实现权利要求书的示例形式。

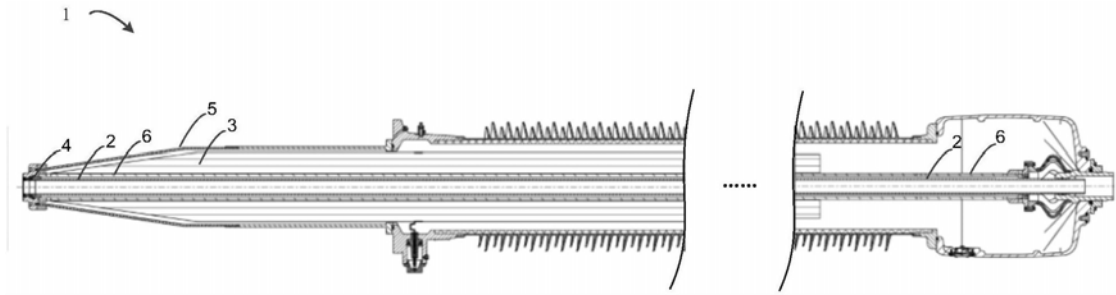


图1

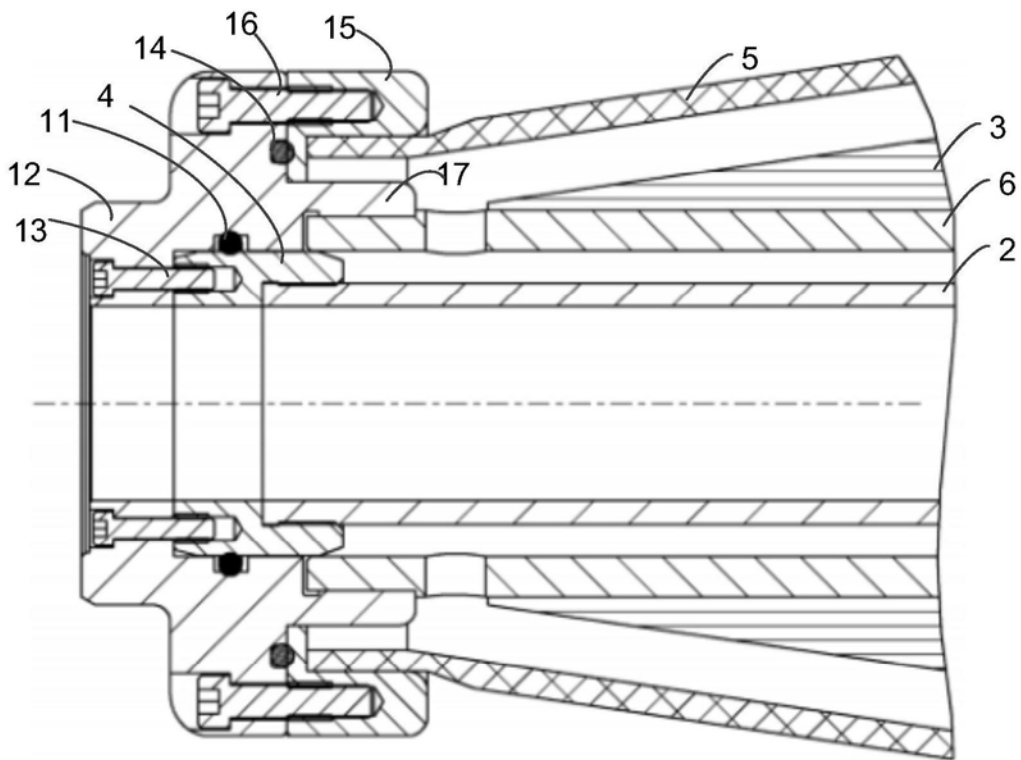


图2

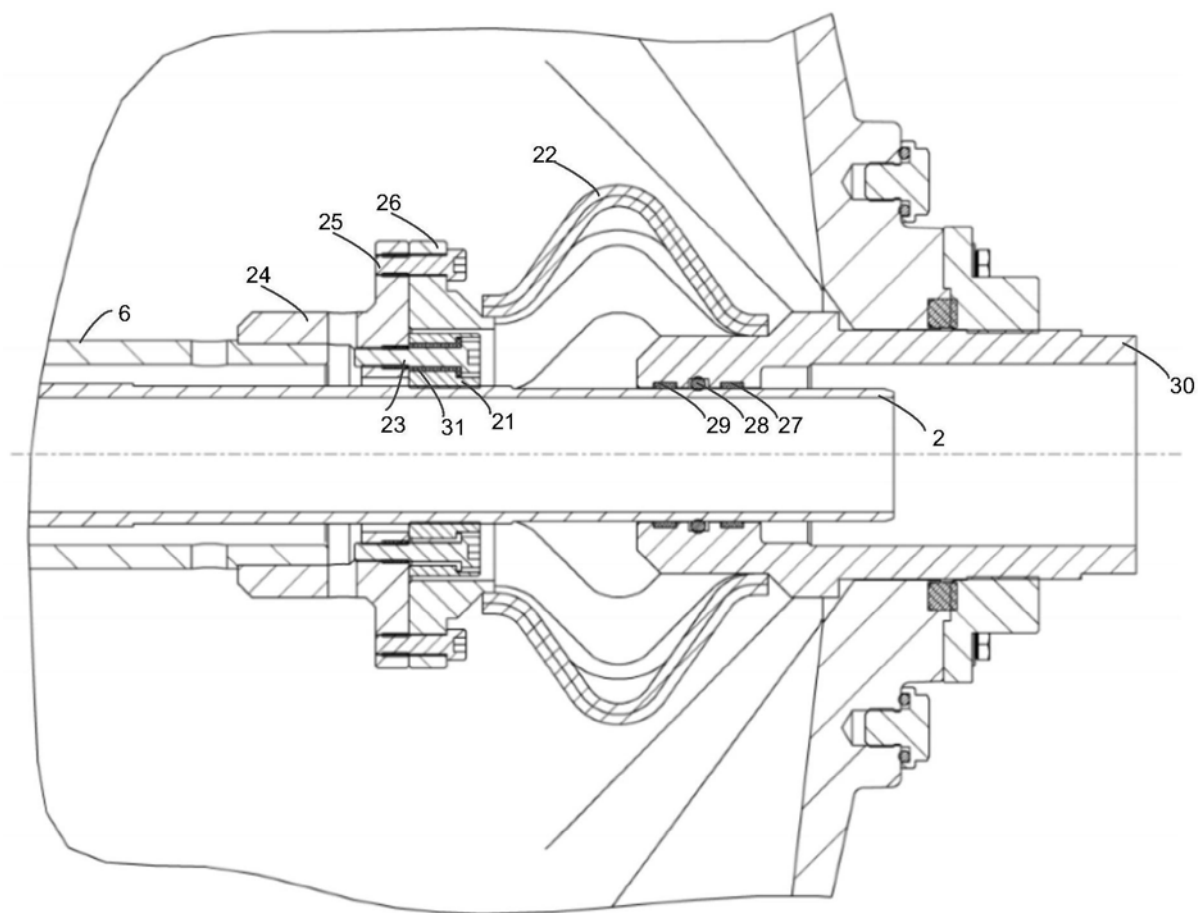


图3

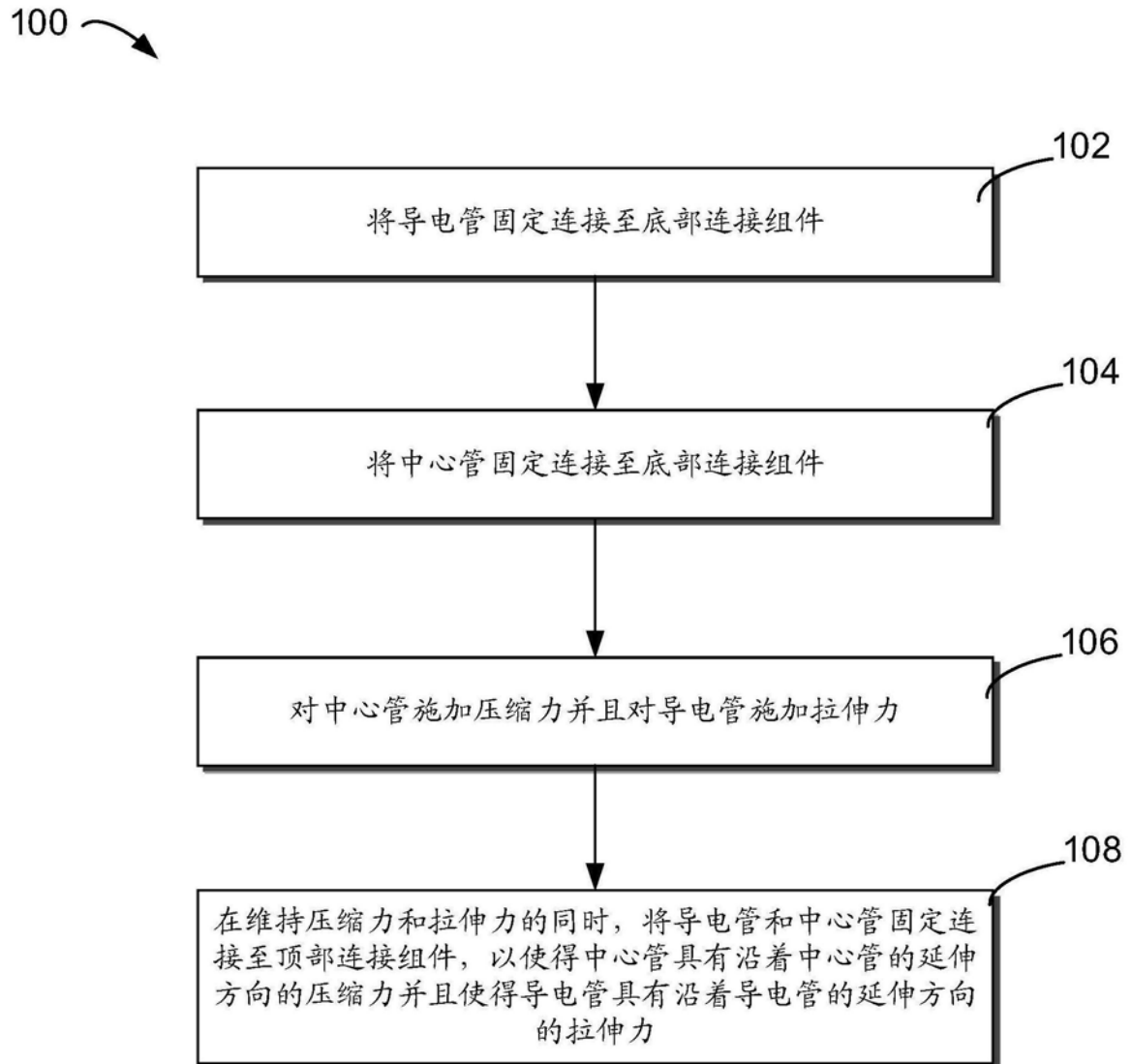


图4