



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 89109100.9

[51]Int.Cl⁵

[45]授权公告日 1994 年 11 月 16 日

H01B 17/00

[24]颁证日 94.9.7

[21]申请号 89109100.9

[22]申请日 89.12.6

[30]优先权

[32]88.12.6 [33]JP[31]306,960/88

[73]专利权人 日本碍子株式会社

地址 日本国爱知县

[72]发明人 清家捷二 美马敏元 森幸一

[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

H01B 17/30

H01B 19/00 G02B 6/44

代理人 冯赓瑄

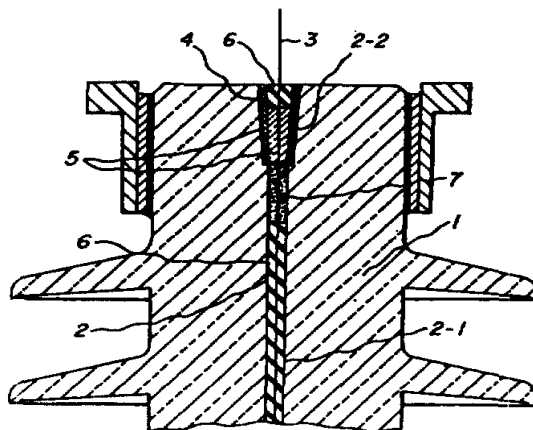
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 含光纤绝缘子及其制造工艺

[57]摘要

一种含光纤的绝缘子包括一个绝缘子本体,该本体有一个通孔,通孔中插入一根光纤。通孔中部充有绝缘气体或有机材料,在通孔两端设有广口部分,广口部分内插有圆柱形部件及在绝缘气体或有机绝缘材料和圆柱形部件之间设有耐热粘合剂。同时公开了这种含光纤绝缘子的制造工艺。



权利要求书

1.一种含光纤绝缘子,其包括一个绝缘子本体,在其本体的中心轴线部分设有一个通孔,该通孔中插入一根光纤,且在所述通孔中部充入绝缘气体或有机绝缘材料,所述含光纤绝缘子包括:

设在所述通孔两端部内的广口部分;

插入到所述广口部分内,且在其底部具有光纤插入孔以及具有与所述广口部分内表面相应的外表面的圆筒形导电部件;

设在上述圆筒形导电部件内以密封上述光纤的第一无机玻璃部件;

设在上述圆筒形导电部件外表面和上述广口部分内表面之间的第二玻璃材料部件;

设在上述绝缘气体或有机绝缘材料与上述圆筒形部件之间的耐热粘合剂部分。

2.根据权利要求1的一种含光纤绝缘子,其中上述广口部分为圆锥形。

3.一种制造含光纤绝缘子的工艺,该绝缘子包括一个绝缘子本体,在该本体的中心轴线部分内设有一个通孔,且在该通孔内插入一根光纤,在该通孔的中部充入绝缘气体或有机绝缘材料,该制造工艺包括的步骤为:

(a) 将光纤插到所述通孔内,通孔的两个端部各具广口部分;

(b) 在所述通孔的中心部分充入所述绝缘气体或有机绝缘材料;

(c) 在由所述绝缘气体或有机绝缘材料组成的密封部分和所述广口部分之间设置耐热粘合剂;

(d) 将在其底部具有光纤插入孔以及具有与所述广口部分内表面相应的外表面的圆筒形导电部件通过设在上述圆筒形导电部件外表面上的第二无机玻璃部件插到所述广口部分内;

(e) 将第一无机玻璃部件通过光纤插到所述圆筒形导电部件内;以及

(f) 借助于高频感应加热方法将上述圆筒形导电部件加热,从而将设在所述广口部分内表面和所述圆筒形部件外表面的所述第二无机玻璃部件熔化,以及将设在所述圆筒形部件内的所述第一无机玻璃部件熔化,而光纤即通过所述圆筒形部件设置,形成端部密封结构。

本发明涉及到含光纤绝缘子,该绝缘子能够耐受例如由于应用场合的环境温度变化所引起的外加应力,并能长期维持其密封性能;以及涉及到绝缘子的制造工艺。

在电站、输电线和配电线中,期望提供一种快速检测电力系统中故障并立即对这些故障进行检修的系统。通常,已知的有一种由光传感器检测异常电流及异常电压的设备,该传感器具有如法拉第效应及泡克尔斯(Pockels)效应的特性。另外,为了在故障探测器及设置在正常电源侧导体上的光传感器之间进行传输电流或传输电压的隔离,要采用绝缘子。因此,需要采用含光纤的绝缘子,该绝缘子在维持电气绝缘性能的同时只传输光信号。在此目的所采用的光纤绝缘子中,除了光信号的传输性能外,还需要长期维持其机械强度和电气绝缘性能。

在该含光纤绝缘子中,维持光纤和瓷料间密封性能的密封材料系采用一种有机材料或一种无机材料(如玻璃),且它们二者分别具有特殊的优缺点。

在采用有机材料(如硅橡胶)作为密封材料的情况下,它能够紧密封住光纤和瓷料之间的一个空间,并且易于在低温下进行密封操作,因而具有易于大规模制造含光纤绝缘子的优点。

与此相反,采用无机材料(如玻璃)作为密封材料时,由于无机材料与有机材料相比,本质上具有良好的抗大气影响性能及抗化学腐蚀性能,因而,如果材料的特性(如无机材料的热膨胀系数)与周围材料者相适应,就能获得长期优良可靠的密封和绝缘性能。

在使用有机材料作为密封材料的含光纤绝缘子中,由于在一般情况下有机材料和瓷料之间的热膨胀系数大不相同,因此有一个缺点:由于环境温度的变化会使作为密封材料用的有机材料发生劣化,且由于有机材料的劣化会造成光纤的损坏。再有,由于有机材料内长期产生的漏电痕迹会使有机材料劣化,故就维持密封及绝缘性能来讲,密封材料最好采用无机材料(例如玻璃),它具有和瓷料基本相同的热膨胀系数。

与此相反,在应用了上述玻璃的含光纤绝缘子

中, 由于必须使用大的熔炉, 以便对整体的长瓷件进行加热将玻璃熔化, 这就存在一个缺点: 设备的成本增加, 并且也加大了耗电费用。

再有, 对于在含光纤绝缘子中采用的光纤, 考虑到耐热性能, 需要采用石英玻璃制的光导纤维。为了维持光纤的机械强度, 对刚从石英玻璃制的原材料拔出的纤维, 即以在其外表面覆盖一层有机材料作为覆盖层。该有机材料如硅树脂, 尿烷树脂以及环氧树脂。由于若没有覆盖层, 光纤的机械强度极低, 覆盖层必须设在光纤的外表面上, 以便于处理。

但是, 这样一种有机覆盖层, 根本不能耐受 300℃ 以上的热处理, 因此, 如果有机覆盖层一旦由于热处理等而劣化, 则光导纤维就变得非常脆, 于是在比热处理前低得多的力的作用下就断裂。例如, 对于直径为 125 μm 的光纤, 在热处理前的光纤断裂负载为 6kg, 而在热处理后为 0.5kg。

因此, 在将整个绝缘子加热以熔化用于密封的玻璃材料情况下, 从瓷件中伸出的一部分光纤绝缘子强度就变得很低, 并且在下一步工序中光纤就要断裂。因此, 在将光纤密封在瓷件中后, 含光纤绝缘子的相对的两个端面要进行镜面抛光, 然后需用套圈将另外光纤与从该绝缘子裸露出的光纤进行光学上的连接。在这种情况下, 就存在一个缺点, 即制造步骤复杂且制造成本上升。

本发明的一个目的是消除上述缺点, 并提供含光纤绝缘子及其制造工艺, 应用该工艺能够容易地制造出可靠的含光纤绝缘子。

根据本发明, 一种含光纤绝缘子, 包括一个绝缘子本体, 在该本体中心轴线部分设有一个通孔, 且在该通孔中插入一根光纤, 在本体的上述通孔中部填充一种绝缘气体或一种有机绝缘材料; 该含光纤绝缘子包括:

设置在上述通孔两个端部的广口部分;

插进上述广口部分内并在其底部具有光纤插孔以及具有与该广口部分内表面相应的外表面的圆筒形导电部件,

设在上述圆筒形导电部件内以密封上述光纤的第一无机玻璃部件;

设在上述圆筒形导电部件外表面和上述广口部分内表面之间的第二无机玻璃部件;

设置在所述绝缘气体或有机绝缘材料和所述圆

筒形部件之间的耐热粘合剂部分。

此外, 根据本发明的工艺是用于制造一种含光纤绝缘子, 它包括一个绝缘子本体, 在本体的中心轴线部分设有一个通孔, 且在该通孔内插入一根光纤, 在本体内所述通孔的中部填充一种绝缘气体或一种有机绝缘材料; 该工艺包括的步骤为:

(a) 将光纤插入所述通孔, 通孔的两个端部具有广口部分;

(b) 将上述绝缘气体或有机绝缘材料填充到所述通孔的中心部分;

(c) 将耐热粘合剂设置在由所述绝缘气体或有机绝缘材料组成的密封部分和所述广口部分之间;

(d) 将在其底部具有光纤插入孔以及具有与上述广口部分内表面相应的外表面的圆筒形导电部件通过设在上述圆筒形导电部件外表面上的第二无机玻璃插入到上述广口部分内;

(e) 将第一无机玻璃部件通过光纤插入到所述圆筒形导电部件内; 以及

(f) 熔化在所述广口部分内表面和所述圆筒形导电部件外表面之间的所述第二无机玻璃, 以及熔化设置在设有光纤穿过的所述圆筒形部件中的所述第一无机玻璃部件, 采用高频感应加热法加热所述圆筒形导电部件, 以形成各端部密封结构。

在上述结构中, 由于采用了热膨胀系数与瓷料接近的玻璃材料作为密封材料, 在含光纤绝缘子的应用期间, 其密封部分能耐受由于环境温度变化产生的热应力, 并呈现出良好长期密封性能。再有, 由于采用了无机材料, 则能够获得具有良好的抗大气影响性能的密封部分。

再有, 由于除了玻璃材料密封的两个端部以外, 在绝缘子内部通孔部分中充满了一种绝缘气体(如六氟化硫等)或一种有机绝缘材料(如硅油、矿物油、硅滑脂、尿烷橡胶、硅橡胶等等), 则使得绝缘子的内部通孔部分的耐压比绝缘子表面耐压高, 从而能够消除在绝缘子内部通孔部分内的闪络。

再有, 由于绝缘材料(如硅油、矿物油、硅滑脂、尿烷橡胶、硅橡胶等)能够紧密地密封或粘合在光纤和瓷件之间的空间, 则甚至在由于密封部分机械损伤等使密封破坏时, 亦能维持预定的密封性能, 从而能得到密封可靠性较高的含光纤绝缘子。

另外, 由于在内部通孔部分内充满了有机绝缘

材料,在内部通孔部分内没有空隙部分,或者由于绝缘气体(如六氟化硫等)安排在该内部的孔内,致使绝缘子的内部通孔部分的耐压上升。因此,在该内部通孔内不会产生电晕,从而就能够消除在长期施加电压状态下产生的光纤覆盖层的小漏电痕迹。

还有,该含光纤绝缘子具有这样的结构,即其内部通孔部分的两端构成为锥形广口部分,该部分最好为锥形,且在该内部通孔部分内插入一个圆筒形导电部件,该部件处表面的形状与广口部分内表面相应。因此,在该圆筒形部件外表面和绝缘子之间的空间,以及在该圆筒形部件内表面和光纤之间的空间,就易于借助高频感应加热的方法将设在该圆筒形导电部件内、外表面上的无机玻璃加热,而实现由玻璃材料密封,因此使易于制造端部密封部分成为可能。

再有,由于在绝缘气体或有机绝缘材料和圆筒形部件之间设置了一种无机粘合剂,该粘合剂主要由硅石和矾土或耐热有机粘合剂(如聚酰亚胺树脂或氟硅氧烷树脂)组成,则能够降低对绝缘气体(如六氟化硫等)或有机绝缘材料的热传导;该有机绝缘材料在对绝缘子两个端部进行密封处理而对绝缘子加热情况下是容易损坏的。

在含光纤绝缘子具有上述结构且在内通孔部分中充满有机绝缘材料(如硅橡胶、尿烷橡胶等)情况下,最好使用这样一种光纤,即一种玻璃纤维,主要由石英组成,其外表面覆盖一种有机材料,该有机材料紧敷在该光纤上,以维持与其相结合的机械强度;用硅烷耦合剂对该覆盖层的外表面进行涂处理,以维持在橡胶与光纤之间可靠的接合。

还有,上述的橡胶最好采用在断裂点具有预定抗拉强度和延伸率的材料,因为这有利于适应由环境温度变化而产生的收缩和膨胀。

另外,用作密封材料的玻璃最好采用温度膨胀系数比瓷件低的玻璃,以降低密封部分的残余应力,以及对付由于环境温度变化产生的热应力来维持玻璃密封部分的机械强度;并且要采用能实行低温度密封操作的玻璃。再有,由于玻璃在熔态下体积收缩,则最好采用一种玻璃形成体,其形状与圆筒形导电部件适配,且该形成体具有通过光纤的通孔,然后对该形成体煅烧,以对圆筒形导电部件内表面和光纤之间在预定长度上进行有效的密封。

对于玻璃部分的密封操作,需要采用高频感应加热,它能够通过局部加热将玻璃溶化,以通过一步加热操作形成一个端部的密封结构。另外,对于通过上述高频感应加热进行加热的圆筒形导电部件的材料,最好采用一种热膨胀系数比瓷件低的材料,例如与玻璃同样的材料,如导电陶瓷(如二硼化锆)以及金属材料(如主要由铁和镍基合金组成的科伐合金(kovar))。金属材料最好采用预先经过如氧化工艺这样的表面处理的金属材料,以改善其对于玻璃的可湿性,并消除在密封操作加热时玻璃的劣化现象。

图1是表示本发明含光纤绝缘子一端结构的示意图;

图2a到2c是描述图1所示含光纤绝缘子各步制造工艺的示意图。

图1是表示本发明含光纤绝缘子一端结构的示意图。在图1所示的实施例中,在至少一根光纤3上相应于玻璃密封部分的一部分覆盖层被去掉,且沿绝缘子1中轴线设的通孔2的中部2-1采用一种硅橡胶6相互密封;硅橡胶6是有机绝缘材料的一例。另外,在通孔2的中部2-1和通孔2的广口部2-2(最好呈圆锥形)之间设有的光纤3,采用具有耐热性能的无机或有机粘合剂7对光纤3密封。还有,在光纤3和圆筒形部件4(在其下部有一个光纤插入孔,且由导电陶瓷或金属材料等制成)之间的空间,以及在圆筒形部件4和通孔2的广口部分2-2之间的空间均由玻璃5紧密地密封。再有,光纤3从广口部分2-2向外伸出的部分,用硅橡胶6覆盖,从而保护光纤3的该伸出部分。

下面解释上面提到的含光纤绝缘子的制造工艺。图2a到2c是表示图1所示含光纤绝缘子各步制造工艺的示意图,图中,在绝缘气体和有机绝缘材料当中,专门将硅橡胶用作一种密封材料。

图2a是表示用于密封的一个光纤实施例的示意图。图2a中,光纤3采用了一个由石英玻璃制的光纤,它的芯直径为 $80\mu\text{m}$,覆盖直径为 $125\mu\text{m}$ 。为了维持光纤3本身的密封性能,用紫外光固化(UV)处理的聚丙烯酸亚胺脂树脂制的覆盖部分3-2被紧密地粘到石英玻璃制的芯部3-1的外表面上。用聚亚胺脂系统的丙烯酸树脂作为光纤3的覆盖部分3-2的理由是:在与充入绝缘子

1 的通孔 2 的中部的硅橡胶粘合以后,它具有优良的抗温度变化的性能。

另外,在光纤 3 覆盖部分 3—2 的外表面施加硅烷偶合剂 3—3,以改善在硅橡胶和覆盖部分 3—2 之间的密封连接性能。此外,为了实现在密封玻璃和光纤 3 之间的完全不透气的密封,以及为了不使密封玻璃由于在熔化密封玻璃时的高温使光纤 3 的有机覆盖部分 3—2 燃烧而起泡,将与光纤 3 和密封玻璃之间的密封部分相应的覆盖部分的 35mm 长的一部分浸入到乙醇中 30 分钟,然后用套筒剥皮器机械地将其剥掉,以形成覆盖部分 3—2 的一个剥去部分 3—4。

图 2b 表示将光纤密封在内孔部分的中心轴线部分内的一个步骤,是采用一种硅橡胶作为粘合剂。绝缘子 1 长 826mm,它有一个本体部分,该本体部分直径 80mm,且在其中中心轴线处有一个直径 10mm 的通孔 2。再有,广口部分 2—2,2—3 沿绝缘子 1 的中心轴线方向为 50mm 长,并有 5° 的锥形角,它们设置在通孔 2 的两个端部。

上述工艺后的一根光纤 3 置于绝缘子 1 中心轴线处的通孔 2 内。此后,在真空压力 1 托下对硅橡胶 6 进行真空去泡处理,将硅橡胶 6 填充到通孔 2 的中部长向 660mm。进行该填充操作时为了不损害光纤 3,则要用一个支撑部件 8,该部件 8 具有一个光纤 3 的插入孔和一个用于填充硅橡胶 6 的孔,且在该部件 8 的外表面上施加氟塑料层,以不与硅橡胶 6 粘合。

在这种情况下,为了在填充操作中硅橡胶不发泡,则最好从与广口部分 2—2 相对的广口部分 2—3 进行真空抽气,而硅橡胶 6 从广口部分 2—2 被压入。在硅橡胶 6 沿它的中部充填 660mm 后,对硅橡胶进行在 80℃ 下 4 小时的处理。还有,硅橡胶 6 最好采用一种附加反应型的硅橡胶,它在充到一个窄长的由通孔中时具有优良的固化性能。另外,最好采用一种在断裂点抗拉强度大且延伸率高的硅橡胶,因为它抗劣化令人满意。

图 2c 是进入到硅橡胶填充步骤填充耐热粘合剂步骤示意图。在填充硅橡胶 6 后,耐热粘合剂从硅橡胶 6 的端部 6—1 和 6—2 充到绝缘子 1 的广口部分 2—2 和 2—3 端部。利用与硅橡胶 6 填充操作同样的支承部件,进行耐热粘合剂 7 的填充操作。再有,采用糊状的且预先经真空去泡处理的耐

热粘合剂 7。耐热粘合剂 7 采用主要由硅石和矾土组成且耐热 1600℃ 的无机材料,或采用主要由聚亚胺树脂组成并耐热 500℃ 的耐热有机材料。粘合剂 7 的固化操作方法是:对无机粘合剂为经室温下 12 小时,而后在 80℃ 下 4 小时的预固化操作后,在 100℃ 下加热 2 小时;或者对耐热有机粘合剂为经 100℃ 下 30 分钟,而后在 120℃ 30 分钟预固化操作之后,在 180℃ 下加热 2 小时。

图 2d 表示进入到耐热粘合剂填充步骤的端部玻璃密封步骤。首先,由科伐合金制的圆筒形部件 4 包括一个外部,该外部具有与绝缘子 1 的广口部分 2—2 和 2—3 的内部同样的 5° 锥角;还包括一个下部,它有一个光纤 3 的插入孔,且所构成的下部预先施加玻璃 5。为清除油渍进行清洗,然后使用酸,如用 FeCl 溶剂对如此形成的圆筒形部件 4 进行表面清洗,进而进行氧化处理,以改进与玻璃 5 的可湿性以及产生在完全熔化玻璃上的粘合反应作用。在大气中进行 800℃ 下 20 小时的氧化处理。在由科伐合金的圆筒形部件 4 的外部喷涂约 1mm 厚的玻璃 5。此后,喷涂后的圆筒形部件 4 在 80℃ 下进行 30 分钟的干燥,并用电炉在 320℃ 下煅烧 1 小时。然后,通过煅烧操作粘合上玻璃 5 的圆筒形部件 4 被置入绝缘子的通孔 2 的广口部分 2—3。再者,玻璃 5 采用热膨胀系数低且熔点低的硼酸铅玻璃。玻璃煅烧部件 5—1 长度为 35mm,外直径基本上等于圆筒形部件 4 的内直径,且光纤 3 的通孔设在圆筒形部件 4 内。

玻璃煅烧部件 5—1 形成方法为:将少量有机粘合剂(如甲基纤维素)和水与硼酸铅玻璃混合;对混合的玻璃加压;对加压本体的外表面及光纤的通孔进行处理;在以 50℃ / 小时的加热速率增加温度以后,对加压本体进行 320℃ 下 1 小时的加热。然后,具有 7 匝铜制的线圈 10 围绕着绝缘子 1 的外表面设置,同时向该线圈 10 施加来自高频感应电压发生器的高频电压。通过向线圈 10 施加高频电压,在科伐合金圆柱形部件 4 内产生高频感应电流,于是圆筒形部件 4 就自行加热。在这种情况下,施加高频电压和电流的确定条件为:使圆筒形部件 4 的温度达到 500℃。

结果,在开始施加高频电压以后,圆筒形部件 4 的温度达到 500℃ 约 20 分钟。然后,圆筒形部件 4 在 500℃ 下维持约 10 分钟,其条件为:在圆

9

筒形部件 4 的上表面施加 20kg 负载, 以将该圆筒形部件 4 的外表面和广口部分 2—3 之间的空间用熔化的玻璃 5 进行紧密地密封, 同时也使设在圆筒形部件 4 内的玻璃煅烧部件 5—1 熔化。此后, 进行空气冷却。

图 2c 是表示进入到玻璃密封步骤的保护绝缘子端部处光纤步骤的示意图。为了保护从绝缘子 1 的广口部分 2—3 内玻璃密封部分伸出的光纤 3 的覆盖部分 3—2, 将经真空去泡的硅橡胶 6 围绕着广口部分 2—3 内伸出的光纤 3 进行填充, 且通过将其在 80℃ 下加热 1 小时进行固化。

在上述一系列处理步骤中, 首先对绝缘子的一个端部进行密封步骤和覆盖部分的保护步骤, 然后, 将绝缘子 1 翻转过来, 对绝缘子的另一端部进行同样的步骤。

在这种情况下, 当采用绝缘气体 (如六氟化硫) 或绝缘材料 (如绝缘滑脂或油) 作为绝缘子内的中心填充部分时, 端部的密封步骤及覆盖部分的保护步骤与进行上述步骤方式相同。但是在这种情况下, 在对绝缘子一个端部进行密封步骤和保护步骤之后, 将含光纤绝缘子翻转过来进行制造, 填充绝缘气体或材料, 且进行对另一端部的密封和保护步骤。

此后, 用与已知绝缘子相同的方式, 借助胶合剂将法兰金属部件粘合到绝缘子的一个外端部, 最后, 就做成了含光纤绝缘子。

下边解释采用硅橡胶作为填充材料时的实施例。

按图 2a 到 2c 所示制造步骤制造含光纤绝缘子, 其方法为: 采用两种绝缘子 1 和两种密封玻璃 5, 两者的性能示于表 1 中; 光纤 3 由覆盖部分 3—2 和硅橡胶 6 制成, 两者的性能示于表 2 中; 圆筒形部件 4 由示于表 3 中的材料及性能示于表 4 中的耐热粘合剂制成。

对于上述含光纤绝缘子, 按照表 5 中示出的各试验条件进行表 5 中各项试验。再有, 作为一个比较例, 传统结构的含光纤绝缘子, 如在绝缘子 1 的所有通孔 2 内都充满硅橡胶 6, 或仅靠在通孔 2 的广口部分 2—2, 2—3 内用玻璃进行密封。试验的材料组合示于表 6 中。

10

表 1

	绝缘子 A	绝缘子 B	玻璃 A	玻璃 B
热膨胀系数 ($\times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$)	74	56	42	58
溶化温度 ($^\circ\text{C}$)	—	—	420	450
主要成分	SiO_2 Al_2O_3	SiO_2 Al_2O_3	PbO' TiO_2 B_2O_3	PbO' SiO_2 B_2O_3 Li_2O

表 2

	光纤的覆盖部分	硅 橡 胶
抗拉强度 (kg / cm^2)	400	50
在断裂点的延伸 率(%)	45	500
硬度	(Shore D) 55	(JIS) 30
材料	紫外线固化处理 聚丙烯酸亚胺脂 树脂	附加反应型硅 橡胶

表 3

	科伐合金	42Ni 合金	ZrB ₂ (A)	ZrB ₂ (B)
热膨胀系数 ($\times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$)	47	66	55	63
在 R.T 处 电阻率 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)	100	100	500	10
抗拉断裂 强度 (kg / cm^2)	5600	4000	8300	5500
材料	29%Ni/ 17%Co/ 剩余物 Fe	42%Ni 剩余物 Fe	Zr B	Zr B

表 4

	无机粘 合剂 1	无机粘 合剂 2	耐热有机 粘合剂 3
耐热温度 (℃)	1600	1200	500
粘合强度 (kg/cm ²)	15	50	200
热膨胀系数 ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	60	40	770
主要成分	SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ Al ₂ O ₃	附加反应型 聚酰亚胺

表 5

试验项目	试验条件
热冲击 试验	温差: 90℃(热水 90°, 冷水 0°) 浸入时间: 30 分钟 浸入时间次数: 5 循环
耐热试验	加热温度: 60—150℃ (20℃ 间隔) 恒定温度时间: 3 小时 加热速率: 100℃ / 小时
热循环 试验	温差: 110℃(热 90℃, 冷 -20℃) 恒定温度时间: 3 小时 循环次数: 3000 循环
长期加 电压试验	施加电压: 46.5kv(AC) (露天加电压)

进行在表 5 中所示的各项试验是为了检验含光纤绝缘子密封部分的长期性能。对于热冲击试验, 要对玻璃密封结构的 1 到 8 号试样绝缘子进行荧光穿透试验, 以检查是否发生龟裂。再有, 在硅橡胶密封结构的 9 和 10 号试样传统绝缘子中, 检验是否硅橡胶从密封端部伸出来, 以及是否在硅橡胶中发生龟裂。在耐热试验中, 检验是否在耐热试验前和后存在光传输损失; 是否在密封部分或绝缘子中发生龟裂, 以及是否硅橡胶伸出来。

另外, 在热循环试验中, 检验由于长期温度应力造成的密封部分的劣化状态。在玻璃密封结构的 1 到 8 号试验绝缘子中, 检验是否发生龟裂, 且在硅橡胶密封结构的 9 和 10 号试样的绝缘子中, 检

验是否在硅橡胶中发生龟裂。对于长期加电压试验, 则通过将绝缘子切割成碎块检验在长期加电压操作后是否在含光纤绝缘子中发生漏电痕迹。

在表 7 中示出了试验结果。

表 7 中所示的标记含意如下。对热冲击试验, 耐热试验和热循环试验, 对相应的各试样采用 10 个含光纤绝缘子。对耐热试验及热循环试验, 在相应的试验水平上分别采用同样的试样。

在上述试验项目中, 标记○表示所有 10 个试样都没有龟裂; 标记△表示仅只 1 个龟裂及另外 9 个试样无龟裂; 标记×表示两个以上试样龟裂而其他试样无龟裂。

另外, 对于长期加电压试验, 在相应的试验水平上采用 5 个含光纤绝缘子。在这种情况下, 标记○表示所有 5 个试样其内都没有漏电痕迹; 标记△表示一个试样其内有漏电痕迹, 且其他 4 个试样其内无漏电痕迹; 按记×表示两上以上试样其内有漏电痕迹, 且另外的试样其内无漏电痕迹。

结果, 在热冲击试验中, 证实了所有试验都没有龟裂。建议要适当选择被试验的材料热膨胀系数。

还有, 在耐热试验中, 证实了玻璃密封结构的 1 到 8 号全部试样在 160℃ 以前均无毛病, 所以具有良好的性能。与此相反, 也证实了硅橡胶密封结构的 9 和 10 号试样在温度超过 120℃ 时发生了硅橡胶伸出情况。有人提出, 由于硅橡胶的热膨胀系数约大于瓷件的 30 倍, 则在高温下硅橡胶大量膨胀, 且由于高度的应力集中大于硅橡胶适合的抗拉强度而发生硅橡胶的伸出。在变电站等场所采用的绝缘子中, 由于夏季的吸热, 绝缘子的温度会达到 80℃ 以上, 所以包含硅橡胶密封结构耐热温度低的含光纤绝缘子被认为其长期性能是不行的。

在热循环试验中, 玻璃密封结构的 1 到 8 号试样直到 3000 个循环都没有呈现出毛病, 因而有良好的性能。与此相反, 硅橡胶密封的 9 和 10 号试样经过 2000 个循环在硅橡胶内就发生了龟裂。

再有, 在一部分试样中, 检验了在硅橡胶和光纤覆盖层之间以及在硅橡胶和硅橡胶的绝缘子边界内通孔之间的剥离情况。仅在进行热循环试验(对玻璃密封结构的 1 到 6 号试样进行 3000 次循环, 结构中充以硅橡胶)表明, 根本未检验出在硅橡胶中有龟裂或在硅橡胶和光纤覆盖部分之间有剥落。

所以认为剥离劣化取决于水分。就是说，在 9 和 10 号试样中，由于进行热循环试验的条件为绝缘子直接暴露于水分中，则认为由于存在水分面发生了劣化。

长期施加电压试验的结果，玻璃密封结构（结构中充以硅橡胶）的 1 到 6 号试样，显示了甚至在进行了 500 天的长期加压试验后都无漏电痕迹的迹象。与此相反，玻璃密封结构（结构中设有空隙部分）的 7 和 8 号试样，甚至在进行 300 天的长期加压试验后就在光纤覆盖部分内产生了局部漏电痕迹。再有，在硅橡胶密封结构的第 9 和 10 号试样中，证实了漏电痕迹从密封端部逐渐延伸到内部。在 7 和 8 号试样中，呈现出由于水分和由于密封操作在内部空隙部分滞留的污斑等，从接近端部逐渐发生漏电痕迹。

从上述试验结果能够看出，玻璃密封结构比硅橡胶密封结构长期性能要好，但是对于保持内部空隙部分的情况，在长期电压作用下，有产生漏电良迹的顾虑。因此，本发明的含光纤绝缘子在其通孔的两个端部有玻璃密封结构，其中，硅橡胶充入通孔的中部，且在硅橡胶和圆柱形部件之间的耐热无机粘合剂充入通孔中，该含光纤绝缘子显著地发挥了玻璃密封结构的优点。

应该注意到，在含光纤绝缘子中，在通孔内充入尿烷橡胶、硅油、硅脂或六氟化硫气体去代替上述的硅橡胶，也能获得基本相同的性能。

从上述可见，按照上述的含光纤绝缘子及其制造工艺，由于该含光纤绝缘子具有无机密封结构的优点，且在其两个端部能在一种感应加热操作下施行有机密封结构，则能够以简单制造工艺获得可靠的含光纤绝缘子。

表 6

试样号	材 料					附 注
	绝缘子	圆柱形部件	玻璃	硅橡胶	耐热无机粘合剂	
1	A	科伐合金	A	充	1	本发明
2	A	ZrB ₂ (B)	A	充	2	
3	B	42Ni 合金	B	充	1	
4	B	科伐合金	A	充	1	
5	B	科伐合金	A	充	3	
6	B	ZrB ₂ (A)	B	充	2	
7	A	42Ni 合金	B	无	无	比较
8	B	科伐合金	A	无	无	
9	A	无	无	充	无	
10	B	无	无	充	无	

表 7

	试样号	试 验 项 目															
		热冲击 试 验	耐热试验后抗裂纹 形成(℃)						热循环试验后抗裂纹 形成(循环)						施 加 电 压 试 验 后 抗 裂 纹 形 成(日 数)		
本 发 明			60	80	100	120	140	160	500	1000	1500	2000	2500	3000	100	300	500
	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
比 较	7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
	8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×
	9	○	○	○	△	×	×	×	○	○	○	△	×	×	○	○	△
	10	○	○	○	△	×	×	×	○	○	○	×	×	×	○	○	△

图 1

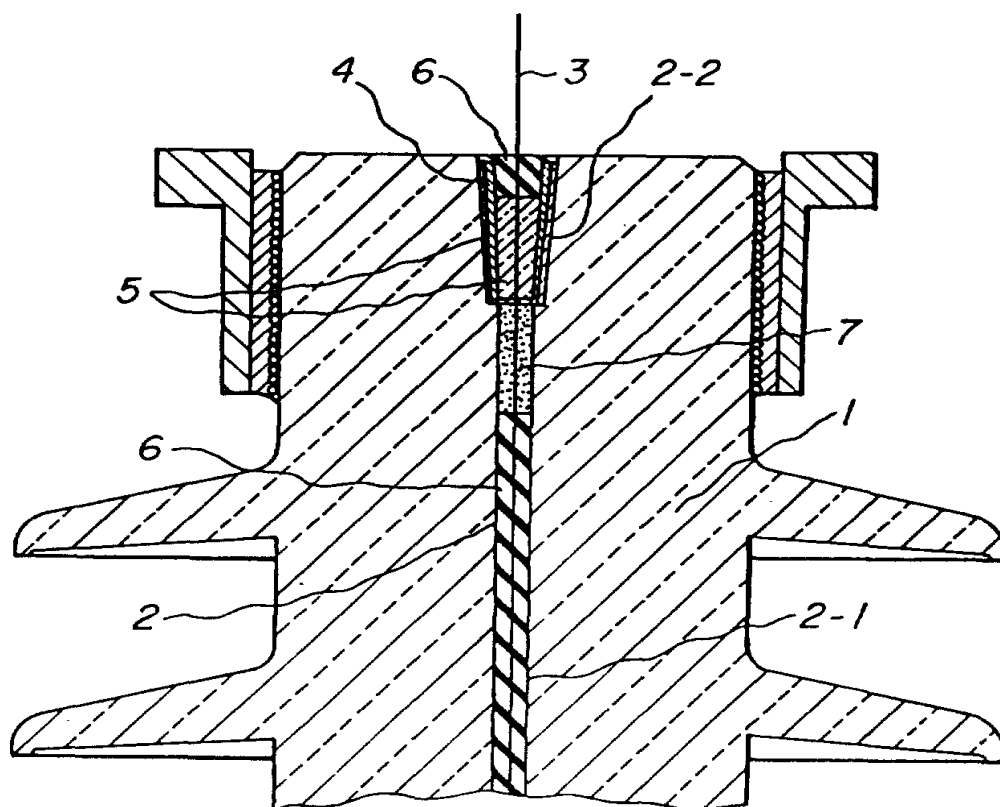


图-2a

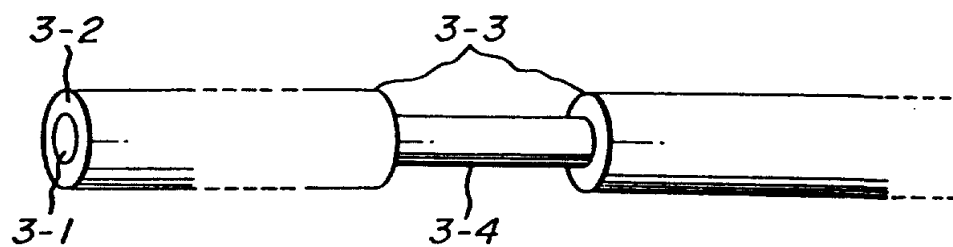


图-2b

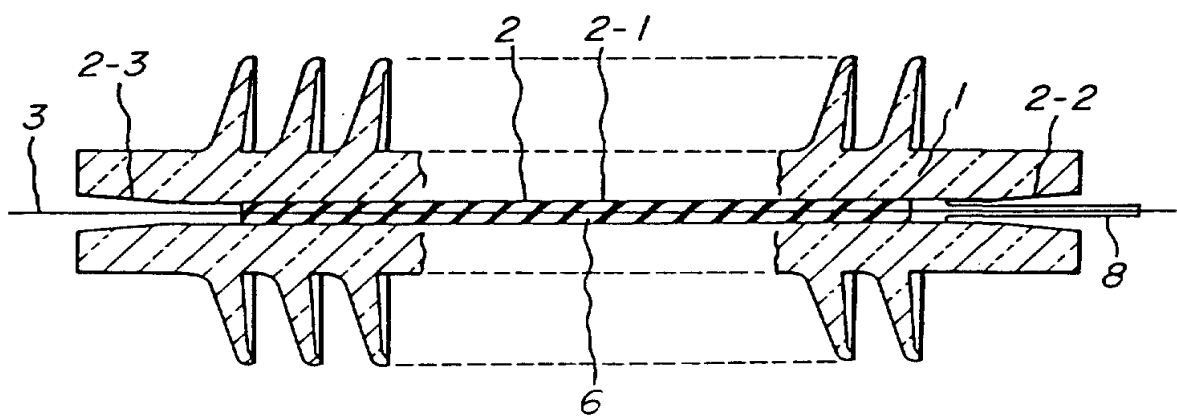


图-2c

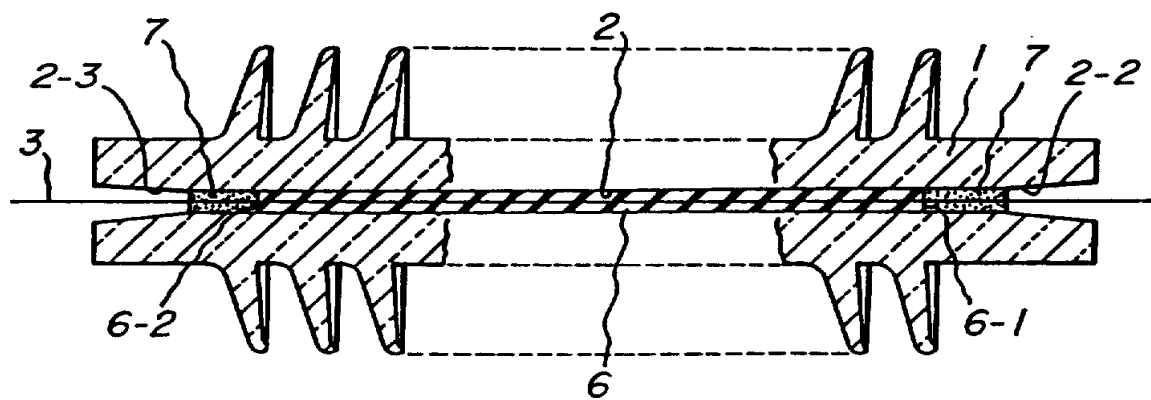


图-2d

