



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119170331 B

(45) 授权公告日 2025. 03. 14

(21) 申请号 202411691041.X

H01B 7/02 (2006.01)

(22) 申请日 2024.11.25

H01B 7/29 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119170331 A

(56) 对比文件

US 2012231251 A1, 2012.09.13

WO 2017028376 A1, 2017.02.23

(43) 申请公布日 2024.12.20

审查员 姜涛

(73) 专利权人 湖南华菱线缆股份有限公司

地址 411104 湖南省湘潭市建设南路一号

(72) 发明人 潘磊 胡湘华 李文娟 高帅

李玉晶 王焱 杨奇锋

(74) 专利代理机构 长沙大珂知识产权代理事务

所(普通合伙) 43236

专利代理师 伍志祥

(51) Int. Cl.

H01B 7/08 (2006.01)

H01B 7/17 (2006.01)

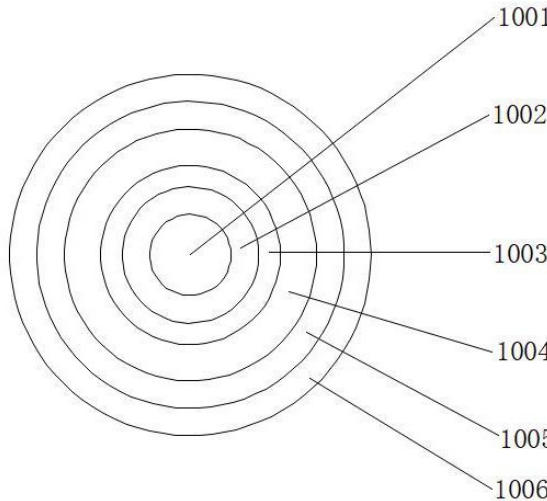
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种耐超高温弹壁扁平电缆

(57) 摘要

本发明涉及电缆技术领域,具体为一种耐超高温弹壁扁平电缆,具有扁平结构,以缆芯为编织纱,以无机纤维为轴纱编织而成;所述缆芯由内至外依次包括导体、聚酰亚胺薄膜绝缘层、第一云母带绕包层、伊利石基气凝胶毡、第二云母带绕包层和芳纶纤维套管,扁平结构使其能够排列整齐,占据空间较少,在导弹内部空间有限的情况下,能够更有效地利用空间,减少电缆的占用面积,从而优化布局,而且安装和维护更为方便,可以更容易地穿过狭窄的空间和复杂的布线路径,在维护过程中,也更容易进行故障排除和更换,而且可以耐受超高温火焰瞬时喷射,并能在高温环境下,稳定工作一段时间。



1. 一种耐超高温弹壁扁平电缆, 其特征在于, 具有扁平结构, 以缆芯为编织纱, 以无机纤维为轴纱编织而成;

所述缆芯由内至外依次包括导体、聚酰亚胺薄膜绝缘层、第一云母带绕包层、伊利石基气凝胶毡、第二云母带绕包层和芳纶纤维套管;

所述耐超高温弹壁扁平电缆在1950-2050°C的火焰温度下, 能够持续正常通电120min以上;

所述伊利石基气凝胶毡的制备方法如下:

伊利石粉碎后用去离子水充分洗涤后干燥, 经焙烧后加入到氢氧化钠溶液中, 120°C下密封水热反应10h后滤出沉淀, 收集滤液并调节其pH至6, 将纤维毡加入其中并充分浸透得到湿纤维毡, 湿纤维毡再经老化、溶剂置换后干燥即可。

2. 如权利要求1所述的耐超高温弹壁扁平电缆, 其特征在于, 焙烧温度为400-600°C, 焙烧时间为1-5h。

3. 如权利要求1所述的耐超高温弹壁扁平电缆, 其特征在于, 所述氢氧化钠溶液的浓度为2-6mol/L。

4. 如权利要求1所述的耐超高温弹壁扁平电缆, 其特征在于, 老化温度 $\geq 60^{\circ}\text{C}$, 老化时间为1-5h。

5. 如权利要求4所述的耐超高温弹壁扁平电缆, 其特征在于, 老化在离子液体中进行。

6. 如权利要求5所述的耐超高温弹壁扁平电缆, 其特征在于, 所述离子液体为1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐和/或1-丁基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐。

7. 如权利要求1所述的耐超高温弹壁扁平电缆, 其特征在于, 溶剂置换时依次在去离子水、乙醇和正己烷中分别置换1-3d。

8. 如权利要求1所述的耐超高温弹壁扁平电缆, 其特征在于, 干燥温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 。

9. 如权利要求1所述的耐超高温弹壁扁平电缆, 其特征在于, 所述无机纤维为石英纤维和/或玻璃纤维。

一种耐超高温弹壁扁平电缆

技术领域

[0001] 本发明涉及电缆技术领域,具体为一种耐超高温弹壁扁平电缆。

背景技术

[0002] 电缆是机械设备的“血管”与“神经”,它所传输的电能与信息,维持着机械设备的正常运转。对于弹体外形的飞行器而言,由于内部空间有限,而且在发射时尾焰瞬时喷射会产生2000℃左右的超高温,这对电缆的设计提出更高的要求。

发明内容

[0003] 发明目的:针对上述技术问题,本发明提出了一种耐超高温弹壁扁平电缆。

[0004] 所采用的技术方案如下:

[0005] 一种耐超高温弹壁扁平电缆:具有扁平结构,以缆芯为编织纱,以无机纤维为轴纱编织而成;

[0006] 所述缆芯由内至外依次包括导体、聚酰亚胺薄膜绝缘层、第一云母带绕包层、伊利石基气凝胶毡、第二云母带绕包层和芳纶纤维套管;

[0007] 所述耐超高温弹壁扁平电缆在1950-2050℃的火焰温度下,能够持续正常通电120min以上。

[0008] 进一步地,所述伊利石基气凝胶毡的制备方法如下:

[0009] 伊利石粉碎后用去离子水充分洗涤后干燥,经焙烧后加入到氢氧化钠溶液中,120℃下密封水热反应10h后滤出沉淀,收集滤液并调节其pH至6,将纤维毡加入其中并充分浸透得到湿纤维毡,湿纤维毡再经老化、溶剂置换后干燥即可。

[0010] 进一步地,焙烧温度为400-600℃,焙烧时间为1-5h。

[0011] 进一步地,所述氢氧化钠溶液的浓度为2-6mol/L。

[0012] 进一步地,老化温度 $\geq 60^{\circ}\text{C}$,老化时间为1-5h。

[0013] 进一步地,老化在离子液体中进行。

[0014] 进一步地,所述离子液体为1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐和/或1-丁基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐。

[0015] 进一步地,溶剂置换时依次在去离子水、乙醇和正己烷中分别置换1-3d。

[0016] 进一步地,干燥温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 。

[0017] 进一步地,所述无机纤维为石英纤维和/或玻璃纤维。

[0018] 本发明的有益效果:

[0019] 本发明提供了一种耐超高温弹壁扁平电缆,特殊的扁平结构使其能够整齐排列,占据较少的空间,在导弹内部空间有限的情况下,能够更有效地利用空间,减少电缆的占用面积,从而优化布局,而且安装和维护更为方便,可以更容易地穿过狭窄的空间和复杂的布线路径,在维护过程中,也更容易进行故障排除和更换,而且可以耐受超高温火焰瞬时喷射,能够在2000℃左右的超高温火焰下持续正常通电120min以上;

[0020] 本发明电缆中聚酰亚胺薄膜的工作温度为-65~260℃,短期内可达500℃,具有优异的电性能和耐候性,能使电缆受到高温火焰喷射时,不发生短路击穿;

[0021] 云母带具有极佳的耐高温性能,其熔点高达1375℃,且不含结晶水,因此在高温下安全裕度大,云母带能够长时间承受高温而保持性能稳定,本发明中第一云母带绕包层、第二云母带绕包层和伊利石基气凝胶毡形成“三明治”型隔热夹层,可以有效维持电缆在超高温环境下的稳定运行;

[0022] 伊利石是一种常见的晶体矿物,焙烧可以对其进行活化,促使其结构中四面体和八面体结构发生调整和变形,使得铝和硅的化学环境发生变化,在氢氧化钠溶液中的溶出反应活性得到增强,而且可能在水热反应、凝胶和老化过程中有Al-Si-O复合氧化物生成,对气凝胶的骨架支撑力更强,孔洞不易坍塌,从而实现更好的隔热效果,老化条件对气凝胶的微观结构影响很大,本发明以离子液体作为老化溶剂,可以避免对凝胶骨架造成破坏又可以有效促进凝胶粒子间脱水缩合,使得气凝胶骨架颗粒的溶解再沉淀作用增强,在离子液体特有的诱导作用下形成更多的纳米微孔结构,孔体积增大,隔热效果得到提高。

附图说明

[0023] 图1为实施例1中缆芯的结构示意图,图中标号分别代表:

[0024] 1001-导体、1002-聚酰亚胺薄膜绝缘层、1003-第一云母带绕包层、1004-伊利石基气凝胶毡、1005-第二云母带绕包层、1006-芳纶纤维套管;

[0025] 图2为实施例1中耐超高温弹壁扁平电缆的结构示意图,图中标号分别代表:

[0026] 1-缆芯、2-石英纤维。

具体实施方式

[0027] 实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。本发明未提及的技术均参照现有技术,除非特别指出,以下实施例和对比例为平行试验,采用同样的处理步骤和参数。

[0028] 实施例1:

[0029] 一种耐超高温弹壁扁平电缆,以缆芯1为编织纱,以石英纤维2为轴纱在在KBL型编织机上编织成扁平结构,具体结构示意图如图2所示;

[0030] 其中,缆芯1由内至外依次包括导体1001、聚酰亚胺薄膜绝缘层1002、第一云母带绕包层1003、伊利石基气凝胶毡1004、第二云母带绕包层1005和芳纶纤维套管1006;

[0031] 伊利石基气凝胶毡1004的制备方法如下:

[0032] 取1000g伊利石粉碎过80目筛网用去离子水充分洗涤,除去水溶性杂质后在80℃烘箱中干燥24h,取出置于500℃马弗炉中焙烧2h得到活化伊利石粉,将活化伊利石粉加入到10L浓度为4mol/L氢氧化钠溶液中,充分搅拌混合均匀后,密封升温至120℃水热反应10h,恢复室温后过滤,收集滤液并用1mol/L盐酸溶液调节其pH至6,将玻璃纤维毡加入其中并浸没60min,取出静置至无浆料滴落得到湿纤维毡,再将湿纤维毡浸没到适量1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐中并加热至70℃,保温老化2h后取出静置至无液体滴落后置于去离子水中置换2d,再然后分别放入乙醇和正己烷中各溶剂置换1d,置换时每12h更换一次新鲜溶

剂,最后在50℃烘箱中干燥24h即可。

[0033] 参考英国耐火电缆标准BS6387中附录D耐火特性试验,对本实施例所制备耐超高温弹壁扁平电缆的耐火性能进行测试,测试火焰温度为 $2000 \pm 50^{\circ}\text{C}$,持续正常通电时间 $\geq 120\text{min}$ 。

[0034] 实施例2:

[0035] 与实施例1基本相同,区别在于,用1-丁基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐代替1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐。

[0036] 伊利石基气凝胶毡1004的制备方法如下:

[0037] 取1000g伊利石粉碎过80目筛网用去离子水充分洗涤,除去水溶性杂质后在80℃烘箱中干燥24h,取出置于500℃马弗炉中焙烧2h得到活化伊利石粉,将活化伊利石粉加入到10L浓度为4mol/L氢氧化钠溶液中,充分搅拌混合均匀后,密封升温至120℃水热反应10h,恢复室温后过滤,收集滤液并用1mol/L盐酸溶液调节其pH至6,将玻璃纤维毡加入其中并浸没60min,取出静置至无浆料滴落得到湿纤维毡,再将湿纤维毡浸没到适量1-丁基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐中并加热至70℃,保温老化2h后取出静置至无液体滴落后置于去离子水中置换2d,再然后分别放入乙醇和正己烷中各溶剂置换1d,置换时每12h更换一次新鲜溶剂,最后在50℃烘箱中干燥24h即可。

[0038] 参考英国耐火电缆标准BS6387中附录D耐火特性试验,对本实施例所制备耐超高温弹壁扁平电缆的耐火性能进行测试,测试火焰温度为 $2000 \pm 50^{\circ}\text{C}$,持续正常通电时间 $\geq 120\text{min}$ 。

[0039] 实施例3:

[0040] 与实施例1基本相同,区别在于,老化温度降低至60℃。

[0041] 伊利石基气凝胶毡1004的制备方法如下:

[0042] 取1000g伊利石粉碎过80目筛网用去离子水充分洗涤,除去水溶性杂质后在80℃烘箱中干燥24h,取出置于500℃马弗炉中焙烧2h得到活化伊利石粉,将活化伊利石粉加入到10L浓度为4mol/L氢氧化钠溶液中,充分搅拌混合均匀后,密封升温至120℃水热反应10h,恢复室温后过滤,收集滤液并用1mol/L盐酸溶液调节其pH至6,将玻璃纤维毡加入其中并浸没60min,取出静置至无浆料滴落得到湿纤维毡,再将湿纤维毡浸没到适量1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐中并加热至60℃,保温老化2h后取出静置至无液体滴落后置于去离子水中置换2d,再然后分别放入乙醇和正己烷中各溶剂置换1d,置换时每12h更换一次新鲜溶剂,最后在50℃烘箱中干燥24h即可。

[0043] 参考英国耐火电缆标准BS6387中附录D耐火特性试验,对本实施例所制备耐超高温弹壁扁平电缆的耐火性能进行测试,测试火焰温度为 $2000 \pm 50^{\circ}\text{C}$,持续正常通电时间 $\geq 120\text{min}$ 。

[0044] 实施例4:

[0045] 与实施例1基本相同,区别在于,老化温度增加至80℃。

[0046] 伊利石基气凝胶毡1004的制备方法如下:

[0047] 取1000g伊利石粉碎过80目筛网用去离子水充分洗涤,除去水溶性杂质后在80℃烘箱中干燥24h,取出置于500℃马弗炉中焙烧2h得到活化伊利石粉,将活化伊利石粉加入到10L浓度为4mol/L氢氧化钠溶液中,充分搅拌混合均匀后,密封升温至120℃水热反应

10h,恢复室温后过滤,收集滤液并用1mol/L盐酸溶液调节其pH至6,将玻璃纤维毡加入其中并浸没60min,取出静置至无浆料滴落得到湿纤维毡,再将湿纤维毡浸没到适量1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐中并加热至80℃,保温老化2h后取出静置至无液体滴落后置于去离子水中置换2d,再然后分别放入乙醇和正己烷中各溶剂置换1d,置换时每12h更换一次新鲜溶剂,最后在50℃烘箱中干燥24h即可。

[0048] 参考英国耐火电缆标准BS6387中附录D耐火特性试验,对本实施例所制备耐超高温弹壁扁平电缆的耐火性能进行测试,测试火焰温度为 $2000 \pm 50^{\circ}\text{C}$,持续正常通电时间 $\geq 120\text{min}$ 。

[0049] 实施例5:

[0050] 与实施例1基本相同,区别在于,老化温度增加至90℃。

[0051] 伊利石基气凝胶毡1004的制备方法如下:

[0052] 取1000g伊利石粉碎过80目筛网用去离子水充分洗涤,除去水溶性杂质后在80℃烘箱中干燥24h,取出置于500℃马弗炉中焙烧2h得到活化伊利石粉,将活化伊利石粉加入到10L浓度为4mol/L氢氧化钠溶液中,充分搅拌混合均匀后,密封升温至120℃水热反应10h,恢复室温后过滤,收集滤液并用1mol/L盐酸溶液调节其pH至6,将玻璃纤维毡加入其中并浸没60min,取出静置至无浆料滴落得到湿纤维毡,再将湿纤维毡浸没到适量1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐中并加热至90℃,保温老化2h后取出静置至无液体滴落后置于去离子水中置换2d,再然后分别放入乙醇和正己烷中各溶剂置换1d,置换时每12h更换一次新鲜溶剂,最后在50℃烘箱中干燥24h即可。

[0053] 参考英国耐火电缆标准BS6387中附录D耐火特性试验,对本实施例所制备耐超高温弹壁扁平电缆的耐火性能进行测试,测试火焰温度为 $2000 \pm 50^{\circ}\text{C}$,持续正常通电时间 $\geq 120\text{min}$ 。

[0054] 对比例:

[0055] 与实施例1基本相同,区别在于,湿纤维毡不加入到1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐中,而是直接将湿纤维毡置于70℃的烘箱中进行老化。

[0056] 参考英国耐火电缆标准BS6387中附录D耐火特性试验,对本对比例所制备耐超高温弹壁扁平电缆的耐火性能进行测试,测试火焰温度为 $2000 \pm 50^{\circ}\text{C}$,持续正常通电时间为86min。

[0057] 性能检测:

[0058] 将实施例1-5及对比例中所制备伊利石基气凝胶毡作为测试试样;

[0059] 采用TC3200型导热系数仪测试试样导热系数,测试时将试样置于常温室,单位: $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;

[0060] 采用ASAP2460型全自动比表面积及孔径测试仪测试试样的孔体积,测试时将试样置于常温室,单位: ml/g ;

[0061] 测试结果如下表1所示:

表 1

[0062]

	导热系数	孔体积
实施例 1	0.0162	10.97
实施例 2	0.0175	7.73
实施例 3	0.0168	9.15
实施例 4	0.0172	8.06
实施例 5	0.0180	6.78
对比例	0.0211	2.68

;

[0063] 由上表1可知,本发明所制备的伊利石基气凝胶毡具有极低的导热系数;

[0064] 由实施例1与实施例2的对比可知,不同的离子液体对伊利石基气凝胶毡隔热性能会产生不同影响;

[0065] 由实施例1与实施例3-5的对比可知,不同的老化温度对伊利石基气凝胶毡隔热性能会产生不同影响,当老化温度为70℃时伊利石基气凝胶毡的隔热性能最优;

[0066] 由实施例1与对比例的对比可知,离子液体作为老化时的介质溶剂,对于伊利石基气凝胶毡的微观形貌和隔热性能产生积极影响。

[0067] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

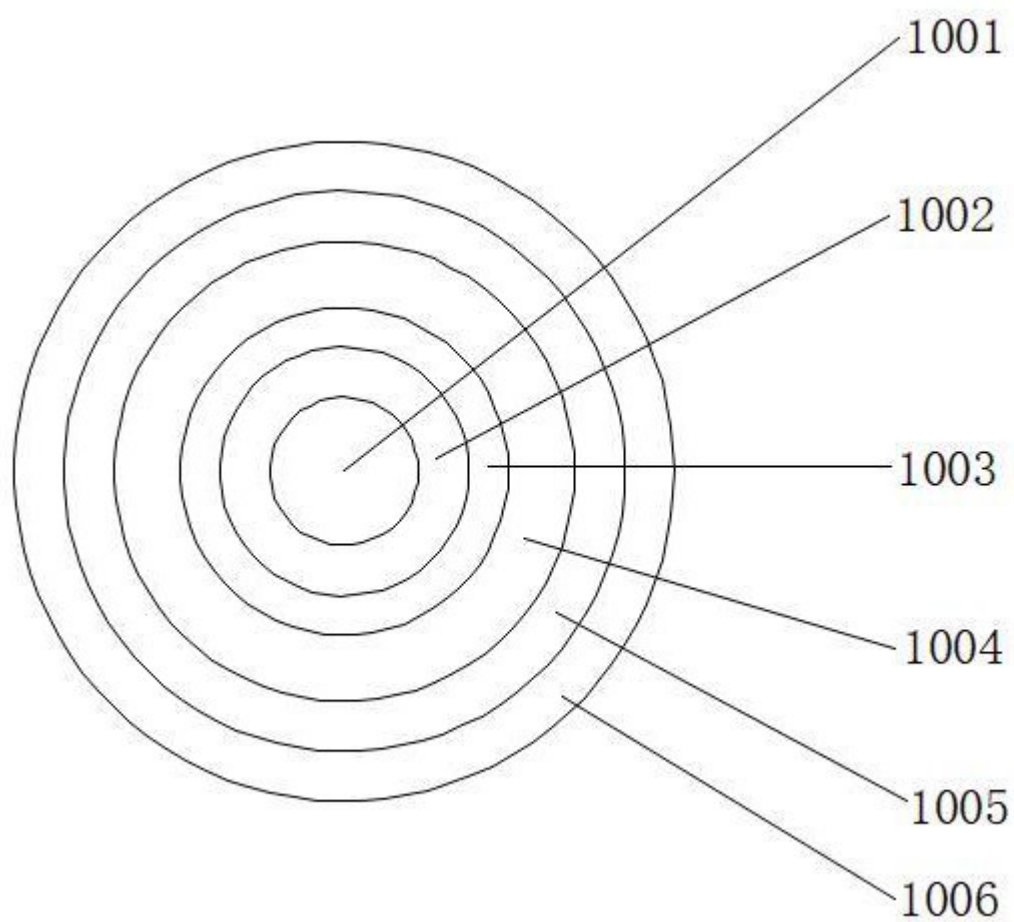


图 1

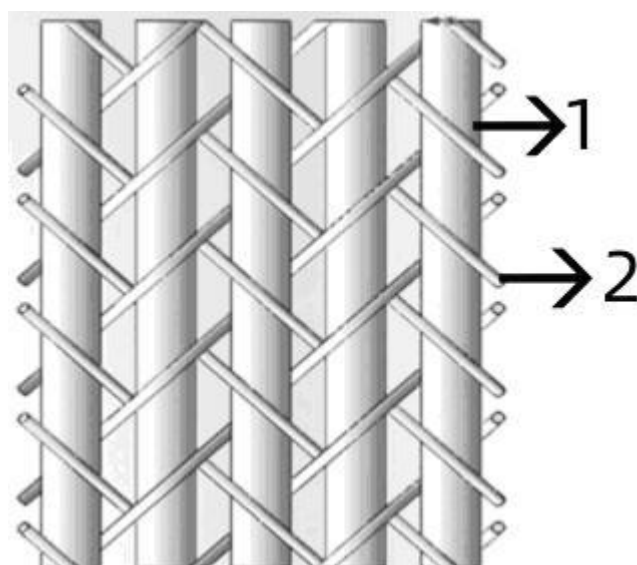


图 2