



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 113223751 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 17

(21) 申请号 202110486097.1

H01B 13/02 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.30

H01B 7/18 (2006.01)

H01B 1/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113223751 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2021.08.06

CN 209880223 U, 2019.12.31

CN 206532641 U, 2017.09.29

(73) 专利权人 广州广缆电缆科技有限公司

CN 111739692 A, 2020.10.02

CN 112271032 A, 2021.01.26

地址 510000 广东省广州市海珠区洛溪大

CN 103659181 A, 2014.03.26

桥西北面北濠涌东侧广州南天国际酒

CN 208706318 U, 2019.04.05

店用品批发市场17栋B区

CN 104862508 A, 2015.08.26

(72) 发明人 黄达练

CN 206134351 U, 2017.04.26

(74) 专利代理机构 广州云领专利代理事务所

审查员 谭成

(普通合伙) 44441

专利代理师 张莲珍

(51) Int. Cl.

H01B 5/08 (2006.01)

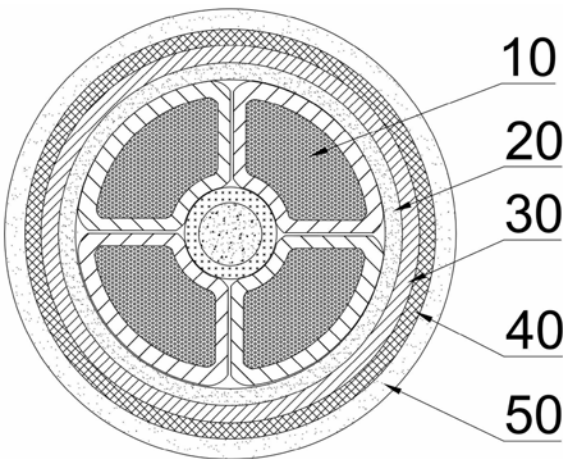
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种铝合金电缆及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种铝合金电缆及其制备方法,其铝合金电缆包括由内自外的缆芯、内护套、铠装层、阻燃层和外护套;所述缆芯包括位于中部的承载线材、以及若干紧压排布在承载线材外侧的瓦型导体;且若干的所述瓦型导体呈环状分布;所述瓦型导体包括由内自外的导电线芯和第一绝缘层;所述导电线芯为多根石墨烯铝合金导线紧压绞合制得。本发明的铝合金电缆,抗拉强度大、导电率、阻燃性、耐热性能均十分优良,大大提高了铝合金电缆的使用安全性和经济效益;同时,采用瓦型导体的结构,瓦型导体之间通过第一绝缘层相互隔绝,互不干扰。满足铝合金电缆的在各种特殊、恶劣的场景使用。



1. 一种铝合金电缆,其特征在于,包括由内自外的缆芯、内护套、铠装层、阻燃层和外护套;

所述缆芯包括位于中部的承载线材、以及若干紧压排布在承载线材外侧的瓦型导体;且若干的所述瓦型导体呈环状分布;

所述瓦型导体包括由内自外的导电线芯和第一绝缘层;所述导电线芯为多根石墨烯铝合金导线紧压绞合制得;

其中,所述石墨烯铝合金导线为石墨烯与稀土铝合金通过热挤压工艺制得,所述稀土铝合金为Al-0.06Er-0.04Ce-0.05Zr-0.03B 耐热铝合金,所述石墨烯在稀土铝合金的质量分数为0.35~0.65%;

所述热挤压工艺包括:选用挤压比为20~23:1的热挤压模具;

热挤压温度为510℃:将热挤压模具、稀土铝合金柱分别加温到510℃并保温;

随后将保温后的稀土铝合金柱放到模具的中心通孔内,在压力机上将石墨烯与稀土铝合金柱从热挤压模具的挤压嘴芯部挤出,从而获得挤压后的石墨烯铝合金棒;

将石墨烯铝合金棒进行多模拉拔,获得石墨烯铝合金导线。

2. 根据权利要求1所述的铝合金电缆,其特征在于:

所述导电线芯符合《GB/T 3956-2008 电缆的导体》的规定;

所述第一绝缘层为无卤低烟阻燃聚烯烃材料制成。

3. 根据权利要求1所述的铝合金电缆,其特征在于:

所述承载线材包括由内自外的承载线芯和第二绝缘层;

所述承载线芯包括由内自外依次设置的中心层和加强层,所述中心层为超高分子量聚乙烯纤维材料,所述加强层为碳纤维材料;

所述第二绝缘层为交联聚乙烯材料制得。

4. 根据权利要求1所述的铝合金电缆,其特征在于:

所述内护套采用聚醚醚酮材料制成。

5. 根据权利要求1所述的铝合金电缆,其特征在于:

所述铠装层采用5052系铝合金的铝合金带连锁铠装。

6. 根据权利要求1所述的铝合金电缆,其特征在于:

所述阻燃层采用石墨烯阻燃聚烯烃电缆护套料制成。

7. 根据权利要求1所述的铝合金电缆,其特征在于:

所述外护套采用聚醚醚酮材料制成。

8. 一种根据权利要求1至7任意一项所述的铝合金电缆的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 在缆芯外绕包厚度为0.10mm,宽度为30mm的云母带,云母带搭盖率不小于30%以上;

(2) 通过挤出机和挤出模具,采用挤出工艺在绕包云母带的缆芯外挤包内护套料,形成内护套;

(3) 在内护套外包覆5052系铝合金的铝合金带连锁铠装,形成铠装层;

(4) 通过双层共挤在铠装层外裹覆阻燃层材料 and 外护套料,形成阻燃层和外护套。

## 一种铝合金电缆及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电线电缆的技术领域，具体涉及一种铝合金电缆及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 铝合金电力电缆是以铝合金材料为导体，采用特殊辊压成型型线绞合生产工艺和退火处理等先进技术的新材料电力电缆。合金电力电缆弥补了以往纯铝电缆的不足，虽然电缆的导电性能没有提高，但相比纯铝电缆，铝合金电缆的弯曲性能、抗蠕变性能和耐腐蚀性能等却大大提高，且电缆在长时间过载和过热时保持连续性能稳定。

[0003] 经申请人研究发现，现有铝合金电缆产品任存在如下问题：

[0004] 随着现代军用、民用电器装备的持续发展，对电线电缆的导电性能、过载能力等要求也相应地提高，现铝合金电缆的导体多采用8000系列铝合金导体，对导体的改进还有待提高，以满足特殊线缆的要求。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是要解决上述的技术问题，提供一种铝合金电缆及其制备方法。

[0006] 为了解决上述问题，本发明按以下技术方案予以实现的：

[0007] 第一方面，本发明提供了一种铝合金电缆，包括由内自外的缆芯、内护套、铠装层、阻燃层和外护套；

[0008] 所述缆芯包括位于中部的承载线材、以及若干紧压排布在承载线材外侧的瓦型导体；且若干的所述瓦型导体呈环状分布；

[0009] 所述瓦型导体包括由内自外的导电线芯和第一绝缘层；所述导电线芯为多根石墨烯铝合金导线紧压绞合制得。

[0010] 结合第一方面，本发明还提供了第一方面的第1种优选实施方式，其中，所述导电线芯符合《GB/T 3956-2008电缆的导体》的规定；所述石墨烯铝合金导线为石墨烯与稀土铝合金通过热挤压工艺制得；所述第一绝缘层为无卤低烟阻燃聚烯烃材料制成。

[0011] 结合第一方面，本发明还提供了第一方面的第2种优选实施方式，其中，所述石墨烯铝合金导线的热挤压工艺包括：

[0012] 选用挤压比为20~23:1的热挤压模具；

[0013] 热挤压温度为510℃：将热挤压模具、稀土铝合金柱分别加温到460℃并保温；

[0014] 随后将保温后的稀土铝合金柱放到模具的中心通孔内，在压力机上将石墨烯与稀土铝合金柱从热挤压模具的挤压嘴芯部挤出，从而获得挤压后的石墨烯铝合金棒；

[0015] 将石墨烯铝合金棒进行多模拉拔，获得石墨烯铝合金导线。

[0016] 结合第一方面，本发明还提供了第一方面的第3种优选实施方式，其中，所述承载线材包括由内自外的承载线芯和第二绝缘层；所述承载线芯包括由内自外依次设置的中心层和加强层，所述中心层为超高分子量聚乙烯纤维材料，所述加强层为碳纤维材料；所述第二绝缘层为交联聚乙烯材料制得。

[0017] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第4种优选实施方式,其中,所述内护套采用聚醚醚酮材料制成。

[0018] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第5种优选实施方式,其中,所述铠装层采用5052系铝合金的铝合金带联锁铠装。

[0019] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第6种优选实施方式,其中,所述阻燃层采用石墨烯阻燃聚烯烃电缆护套料制成。

[0020] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第7种优选实施方式,其中,所述外护套采用聚醚醚酮材料制成。

[0021] 第二方面,本发明还提供了一种用于制备第一方面的铝合金电缆的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0022] (1) 在缆芯外绕包厚度为0.10mm,宽度为30mm的云母带,云母带搭盖率不小于30%以上;

[0023] (2) 通过挤出机和挤出模具,采用挤出工艺在绕包云母带的缆芯外挤包内护套料,形成内护套;

[0024] (3) 在内护套外包覆5052系铝合金的铝合金带联锁铠装,形成铠装层;

[0025] (4) 通过双层共挤在铠装层外裹覆阻燃层材料 and 外护套料,形成阻燃层和外护套。

[0026] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0027] (1) 本发明的铝合金电缆,抗拉强度大、导电率、阻燃性、耐热性能均十分优良,大大提高了铝合金电缆的使用安全性和经济效益;同时,采用瓦型导体的结构,瓦型导体之间通过第一绝缘层相互隔绝,互不干扰。满足铝合金电缆的在各种特殊、恶劣的场景使用。

[0028] (2) 本发明的导线采用石墨烯铝合金导线代替铜导体,可以显著降低线缆质量。通过在铝合金基体中添加石墨烯,可以降低导体电阻,提高线缆的载流能力;且石墨烯铝合金导线的力学性能、电学性能均提高,提高缆芯的力学和电学性能。

[0029] (3) 本发明通过瓦型导体的中心设置有一承载线材,承载线材被若干的瓦形导体完全包覆,无间隙。承载线材具有用超高分子量聚乙烯纤维材料和碳纤维材料制成的承载线芯,赋予电力电缆高抗拉、高承载的性能。满足铝合金电缆在各种恶劣的特殊场合使用。

## 附图说明

[0030] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明,其中:

[0031] 图1是本发明的铝合金电缆的截面示意图;

[0032] 图2是本发明的铝合金电缆的缆芯的截面示意图;

[0033] 图中:

[0034] 10-缆芯、11-瓦型导体、12-承载线材;

[0035] 20-内护套;

[0036] 30-铠装层;

[0037] 40-阻燃层;

[0038] 50-外护套。

## 具体实施方式

[0039] 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0040] 经申请人研究发现,铝合金电缆在大多数场合已完全可以取代铜缆使用。虽然铝合金电缆有不少优点,但在某些方面仍存在一定的局限性,主要包括如下:

[0041] (1) 铝合金电缆的规格较大。为了达到和铜电缆相同的载流能力,铝合金电缆需要增大1~2个规格,使得铝合金电缆对应的铜缆外径要大10~20%。然而在实际使用中,特殊场合预留的空间比较狭小,增加了铝合金电缆的安装难度,限制影响了铝合金电缆使用。

[0042] (2) 过载能力相比铜缆低下。由于金属材料特性方面的原因,铝合金导体电缆在超负荷运行的条件下,其温升速度较铜导体电缆快,即前者的过载能力不如后者。因此,在要求一定过载条件的环境中,铝合金电缆难以适合用于这种应用场合。

[0043] (3) 难以满足消防要求高的场合。因铝合金电缆与铜缆相比存在不足,目前在国内对于一些供电安全性和可靠性要求高的场合应选用铜导体电力电缆。此外在耐火方面,虽然目前各个电缆企业通过改变铝合金电缆的结构,设置了多重耐火、防火层,也可以通过相关标准规定的耐火试验,而实际发生火灾时,火灾现场情况比标准规定的试验要求复杂,因此,铝合金材料用作耐火电缆的导体还有待商榷。

[0044] 如图1和图2所示,本发明所述的一种铝合金电缆的优选结构。

[0045] 如图1所示,所述铝合金电缆包括由内自外的缆芯10、内护套20、铠装层30、阻燃层40和外护套50。其中,如图2所示,所述缆芯包括位于中部的承载线材12、以及若干紧压排布在承载线材12外侧的瓦型导体11;且若干的所述瓦型导体11呈环状分布。所述内护套20、铠装层30、阻燃层40和外护套50依次层叠包覆。

[0046] 其中,所述导电线芯符合《GB/T 3956-2008电缆的导体》的规定。本发明的所述瓦型导体11包括由内自外的导电线芯和第一绝缘层;所述导电线芯为多根石墨烯铝合金导线紧压绞合制得。

[0047] 在一种实施中,所述缆芯10包括4个瓦型导体11。

[0048] 在一种实施中,所述石墨烯铝合金导线为石墨烯与稀土铝合金通过热挤压工艺制得;所述第一绝缘层为无卤低烟阻燃聚烯烃材料制成。

[0049] 铝合金的密度为2.7g/cm<sup>3</sup>,只相当于铜导体的30%,相对导电率约为60% IACS,在满足电性能的前提下,采用铝合金导体代替铜导体,可以显著降低线缆质量。现有铝合金电缆为了减小线路电阻及其损耗,一般采用大截面导体,线束的体积大、质量大,不便于安装。为此,通过在铝合金基体中添加石墨烯,可以降低导体电阻,提高线缆的载流能力。采用铝合金/石墨烯复合材料电缆代替铜导体电缆,能进一步减轻电缆的体积,增加有效载荷。

[0050] 经申请人研究发现,随着石墨烯含量的增加,石墨烯铝合金导线的力学性能、电学性能提高。在添加量为0.5wt%时,石墨烯分散均匀,与铝合金基体形成了良好的界面结合,添加量为1.0wt%时,抗拉强度比纯铝提高65~70%,强度韧性匹配度好。采用石墨烯铝合金导线可以显著降低线路电阻及损耗。

[0051] 优选地,经密度测试、电镜分析等测试后。本发明中,石墨烯在稀土铝合金的质量分数为0.35~0.65%。其电学性能和强度韧性均在较好的水平。在达到0.35%时,石墨烯的质量分数与石墨烯铝合金导线的强度呈现一个正相关趋势,超过0.65%时,石墨烯的质量

分数与石墨烯铝合金导线的强度呈现了负相关趋势。

[0052] 石墨烯含量对弯曲强度的影响:经研究发现石墨烯的加入能够在一定程度上提高石墨烯铝合金导线的弯曲强度。

[0053] 石墨烯含量对导电性能的影响:由于石墨烯的加入,石墨烯铝合金导线的电导率均高于常规铝合金导线。对于有较大比表面积的石墨烯来说,少量石墨烯的加入对基体电导率的提高作用尤为明显。当石墨烯的质量分数达到一定值后,稀土铝合金中石墨烯的团聚会加剧,这使得石墨烯不能很好得发挥自身作为增强体的角色,也使得复合材料的致密度下降。

[0054] 在本发明中,铝合金电缆采用了紧压绞合技术,可以大幅度的提高石墨烯铝合金导线的压紧度,从而使电缆外径大大缩小。进一步的,协同石墨烯与稀土铝合金的复合,铝合金导体截面与铜导体截面相仿时,能达到同样的导电性能和载流量,以解决铝合金电缆的规格较大和过载能力的问题。

[0055] 在本发明中,还提供了石墨烯铝合金导线的热挤压工艺,其热挤压工艺包括:

[0056] S100:选用挤压比为20~23:1的热挤压模具。

[0057] S200:热挤压温度为510℃:将热挤压模具、稀土铝合金柱分别加温到510℃并保温。

[0058] 在本发明研发过程中,热挤压过程中发现,当温度选择450℃时,挤压出来的导线表面会出现了鳞片状的形貌。且当提高挤压温度到550℃时,也在导线的表面发现了类似的情况。经过反复调试,而当挤压温度为510℃时,挤压得到的石墨烯稀土铝合金导线的表面是光滑平整的,表面质量很好。因此选择了510℃进行热挤压。

[0059] S300:随后将保温后的稀土铝合金柱放到模具的中心通孔内,在压力机上将石墨烯与稀土铝合金柱从热挤压模具的挤压嘴芯部挤出,从而获得挤压后的石墨烯铝合金棒。

[0060] S400:将石墨烯铝合金棒进行多模拉拔,获得符合规格的石墨烯铝合金导线。

[0061] 将石墨烯铝合金导线进行退火热处理后,即可绞制成缆。

[0062] 在特定的挤压比、单次挤压、拉拔和退火工艺,发现提高挤压比能够在一定程度上提高导线的电导率,高挤压比使得铝合金基体在流动过程中对石墨烯带来的剪切应力比较大以及作用时间比较长,会使得石墨烯层片错开地比较充分,高挤压比使石墨烯片层变薄,从而使得电导率上升。

[0063] 在本发明中优选地,稀土铝合金采用耐热铝合金(Al-0.06Er-0.04Ce-0.05Zr-0.03B耐热铝合金),经试验,石墨烯铝合金导线的强度保持率90%以上对应的最高温度为256℃,满足耐热铝合金导线强度保持率90%对应的温度必须达到230℃的要求。

[0064] 本发明与普通钢芯铝绞线相比,导电线芯可以长期在高温下工作,连续容许载流量为同规格普通导线的1.2~1.8倍左右。

[0065] 在本发明中,所述承载线材包括由内自外的承载线芯和第二绝缘层;所述承载线芯包括由内自外依次设置的中心层和加强层,所述中心层为超高分子量聚乙烯纤维材料,所述加强层为碳纤维材料;所述第二绝缘层为交联聚乙烯材料制得。

[0066] 本发明通过瓦型导体的中心设置有一承载线材,承载线材被若干的瓦形导体完全包覆,无间隙。承载线材具有用超高分子量聚乙烯纤维材料和碳纤维材料制成的承载线芯,赋予电力电缆高抗拉、高承载的性能。满足铝合金电缆在各种恶劣的特殊场合使用。

[0067] 在本发明的一种实施中,所述内护套20和外护套50均采用聚醚醚酮材料制成。聚醚醚酮具有稳定的物理性能和化学性能,使得护套层耐磨耐腐蚀,提高使用寿命。

[0068] 本发明通过选用聚醚醚酮(PEEK)作为外护套和内护套的护套料,其具有较高的熔点(334℃)和玻璃化转变温度(143℃),连续使用温度为260℃,与耐热铝合金协同使用,可以满足高温的使用要求。同时聚醚醚酮(PEEK)具有优良的滑动特性,适合于严格要求低摩擦系数和耐磨耗用途的场合。除浓硫酸外,聚醚醚酮(PEEK)不溶于任何溶剂和强酸、强碱,而且耐水解,具有很高的化学稳定性,聚醚醚酮(PEEK)具有自熄性,即使不加任何阻燃剂,可达到UL标准的94V-0级。

[0069] 在本发明的一种实施中,所述铠装层30采用5052系铝合金的铝合金带联锁铠装。其强度高,具有较强的抗压、抗冲击性能。利用铠装的相互搭扣和圆环形效应,能够有效分散压力。铠装内部是光滑曲面,即使受压变形,也能很好保护缆芯不受损伤。此外,铝合金带联锁铠装电缆重量轻,安装便利,可以不用穿管,直接进行明敷铺设,节省桥架,降低安装费用;耐腐蚀性能好,不易腐蚀,使用寿命更长;阻燃性能好,阻燃等级能达到IA级。

[0070] 具体的,所述阻燃层40采用石墨烯阻燃聚烯烃电缆护套料制成。石墨烯阻燃聚烯烃电缆护套料具有柔软(80-85A)、弹性好、耐开裂性能佳、阻燃性能好、燃烧过程中发热速度和发烟速度较低等特点。

[0071] 本发明还提供了上述铝合金电缆的制备方法,包括以下步骤:

[0072] (1)在缆芯外绕包厚度为0.10mm,宽度为30mm的云母带,云母带搭盖率不小于30%以上。

[0073] (2)通过挤出机和挤出模具,采用挤出工艺在绕包云母带的缆芯外挤包内护套料,形成内护套。内护套料为聚醚醚酮材料。

[0074] (3)在内护套外包覆5052系铝合金的铝合金带联锁铠装,形成铠装层;

[0075] (4)通过双层共挤在铠装层外裹覆阻燃层材料和外护套料,形成阻燃层和外护套。所述阻燃层材料为石墨烯阻燃聚烯烃电缆护套料,所述外护套为聚醚醚酮材料。

[0076] 本实施例所述一种铝合金电缆及其制备方法的其它结构/工艺参见现有技术。

[0077] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,故凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

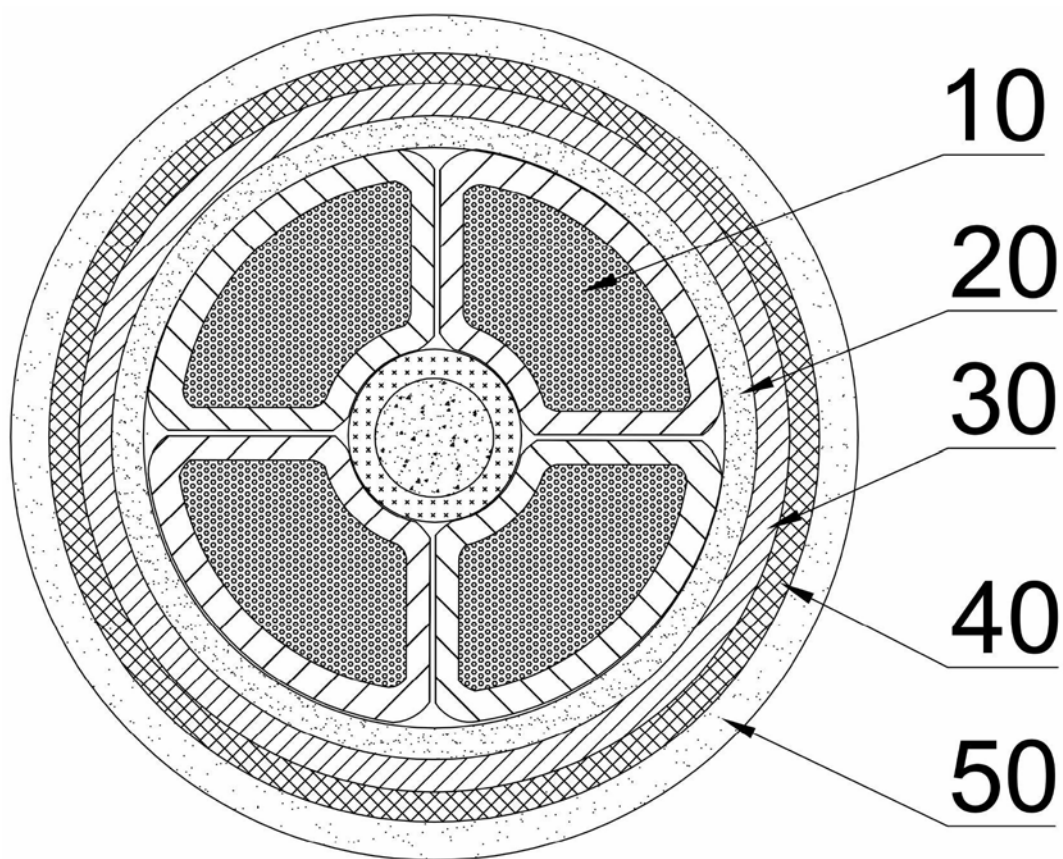


图1

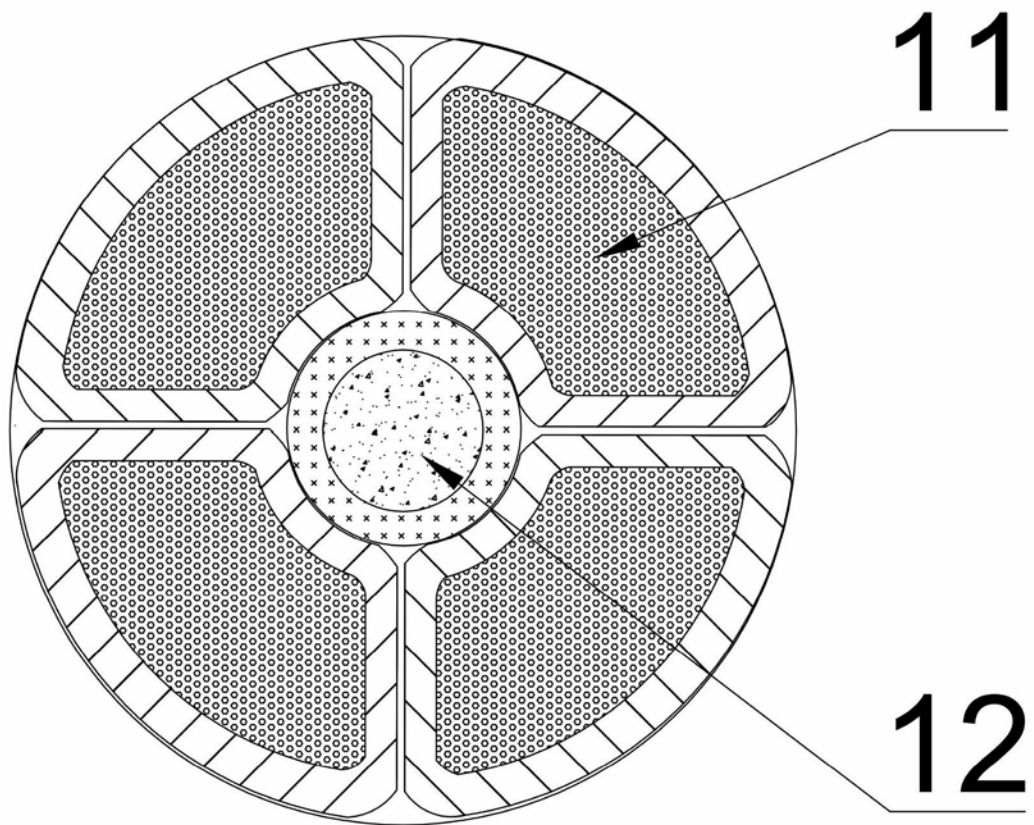


图2