



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102708953 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201210067215. 6

(22) 申请日 2012. 03. 14

(30) 优先权数据

2011-069866 2011. 03. 28 JP

(73) 专利权人 日立金属株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 花轮秀仁 菊池英行

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 金鲜英 刘强

(51) Int. Cl.

H01B 7/02(2006. 01)

审查员 钱云霞

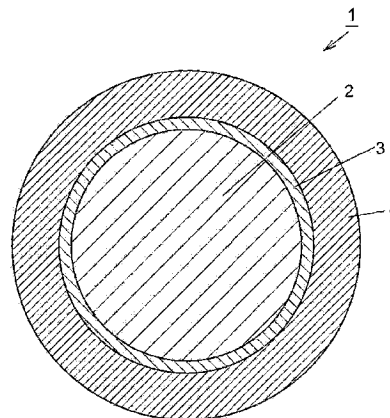
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

绝缘电线

(57) 摘要

本发明的课题是提供在线圈制作后耐局部放电性能也优异的绝缘电线(漆包线)。绝缘电线(1)具有导体(2)、在导体(2)上形成并由在基础树脂涂料中分散有无机微粒的绝缘涂料形成的耐局部放电性层(4)、和在导体(2)与耐局部放电性层(4)之间形成并由在基础树脂涂料中添加有密合性改进剂的绝缘涂料形成的密合层(3)。相对于无伸长的密合层(3)与导体(2)的密合强度,密合层(3)的20%伸长后的密合层(3)与导体(2)的密合强度的降低率低于25%。



1. 一种绝缘电线,其特征在于,具有:

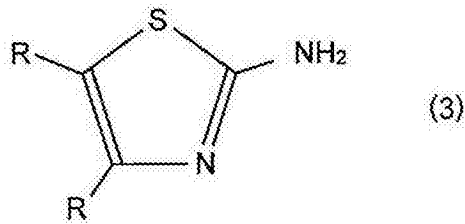
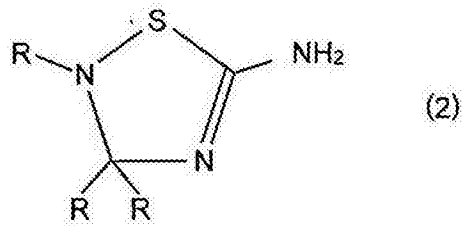
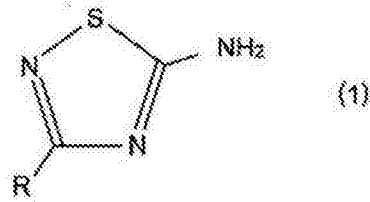
导体,

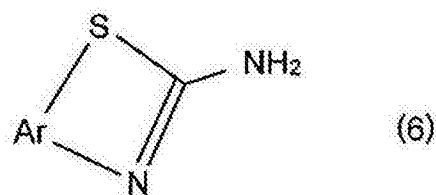
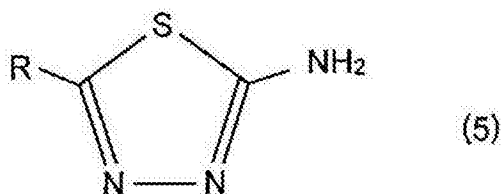
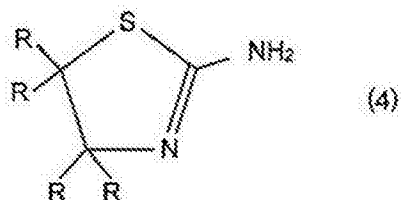
在所述导体上形成、并由在基础树脂涂料中分散有无机微粒的绝缘涂料形成的耐局部放电性层,和

在所述导体与所述耐局部放电性层之间形成、并由在所述基础树脂涂料中添加有密合性改进剂的绝缘涂料形成的密合层;

相对于无伸长时的与所述导体的密合强度,所述密合层的 20% 伸长后的与所述导体的密合强度的降低率低于 25%,

作为形成密合层的漆包线用基础树脂所含有的密合性改进剂,含有下述通式 (1) ~ (6) 所示的硫脲化合物、硫醇类或氨基噻唑类中的任一种,这里, R 独立地为氢原子、碳原子数 1 ~ 4 的烷基、或 SH 基, Ar 为芳香环的 1 个碳原子与通式 (6) 中显示的 S 键合、该碳原子的相邻碳原子与通式 (6) 中显示的 N 键合的 2 价的芳香族基,





2. 根据权利要求 1 所述的绝缘电线,所述密合层中,所述基础树脂涂料包含分子链中具有异氰脲酸酯环的聚酯酰亚胺树脂。

3. 根据权利要求 1 所述的绝缘电线,所述密合层中,所述基础树脂涂料包含聚酰亚胺树脂。

4. 根据权利要求 1 所述的绝缘电线,所述密合层中,所述基础树脂涂料包含聚酰胺酰亚胺树脂。

5. 根据权利要求 1 ~ 4 中的任一项所述的绝缘电线,在所述耐局部放电性层上形成有强韧性聚酰胺酰亚胺层。

6. 根据权利要求 5 所述的绝缘电线,在所述强韧性聚酰胺酰亚胺层上形成有滑性聚酰胺酰亚胺层。

7. 根据权利要求 1 ~ 4 中的任一项所述的绝缘电线,所述密合层的厚度相对于与耐局部放电性层的合计厚度,为 10% 以上 35% 以下的范围。

8. 根据权利要求 5 所述的绝缘电线,所述密合层的厚度相对于与耐局部放电性层的合计厚度,为 10% 以上 35% 以下的范围。

9. 根据权利要求 6 所述的绝缘电线,所述密合层的厚度相对于与耐局部放电性层的合计厚度,为 10% 以上 35% 以下的范围。

绝缘电线

技术领域

[0001] 本发明涉及绝缘电线。

背景技术

[0002] 作为有效的可变速电压控制装置,在许多电气设备中利用逆变器。通过几 kHz ~ 几百 kHz 的高速开关元件来控制这种逆变器,在施加电压时产生高压的浪涌电压。能够通过近年来的逆变器特别是 IGBT(绝缘栅双极型晶体管, Insulated Gate Bipolar Transistor) 等高速开关元件来实现陡峭的电压的启动,由此,浪涌电压产生相对于输出电压最大为 2 倍的瞬间电压。

[0003] 作为成型利用了该逆变器的电气设备的线圈的材料,一般使用在导体上设置有绝缘皮膜(漆包皮膜(エナメル皮膜))的漆包线。然而,由于浪涌电压的影响,从而引起在线圈成型后的漆包线彼此的表面发生局部放电而使漆包皮膜被腐蚀这样的现象。由局部放电产生的漆包皮膜的腐蚀最终引起绝缘击穿。

[0004] 作为对于该浪涌电压的影响的对策,优选应用例如专利文献 1 和 2 所公开那样的耐局部放电性绝缘电线(耐逆变器浪涌漆包线)。

[0005] 以往的耐逆变器浪涌漆包线在导体的周围具有漆包皮膜,所述漆包皮膜是将在作为基础漆包线用树脂的聚酰胺酰亚胺涂料、聚酯酰亚胺涂料等中分散有粒径为 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下的无机粉末粒子(二氧化硅、二氧化钛、氧化铝、氧化锆等)的有机/无机纳米复合物材料涂布、烧附而形成的。在该漆包皮膜的周围形成有用于赋予机械强度等的外覆皮膜。

[0006] 通过使用这样的漆包皮膜,能够防止由局部放电产生的漆包皮膜的腐蚀。另外,纳米复合物是指将分散的 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下的无机粉末粒子混入其它材料中而成的复合材料。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献 1:日本特开 2000-331539 号公报

[0010] 专利文献 2:日本特开 2004-204187 号公报

发明内容

[0011] 发明所要解决的课题

[0012] 最近的电动机等电气设备为比以往高的电压并且高速开关等方式成为主流。在制作装入到电气设备的线圈的线圈制作工序中,除了将漆包线卷绕到定子铁心上以制作线圈的方法以外,在以对漆包线本身施加了弯曲、扭曲等的状态制作线圈那样的恶劣条件下使用漆包线的情况逐渐增多。

[0013] 由于在这样的恶劣条件下使用漆包线,对漆包线的绝缘皮膜施加延伸、摩擦、弯曲等比以往大的压力,从而在线圈制作后,易于产生绝缘被覆发生龟裂、绝缘皮膜从导体浮起(皮膜浮起)那样的不良状况。由于这样的在线圈制作后绝缘被覆发生龟裂、发生皮膜浮起,从而担忧对局部放电的耐性(耐局部放电性)低于线圈制作前。

[0014] 因此,本发明的目的是提供在线圈制作后耐局部放电性能也优异的绝缘电线(漆包线)。

[0015] 用于解决课题的方法

[0016] 本发明人对密合强度和耐局部放电性的提高进行了仔细研究,结果发现,通过本申请权利要求 1 涉及的发明可以有效地实现。

[0017] 即,权利要求 1 涉及的发明在于一种绝缘电线,其特征在于,具有:导体、在所述导体上形成并由在基础树脂涂料中分散有无机微粒的绝缘涂料形成的耐局部放电性层、和在所述导体与所述耐局部放电性层之间形成并由在所述基础树脂涂料中添加有密合性改进剂的绝缘涂料形成的密合层,相对于无伸长时的与所述导体的密合强度,所述密合层的 20% 伸长后的与所述导体的密合强度的降低率低于 25%。

[0018] 所述密合层中,所述基础树脂涂料包含分子链中具有异氰脲酸酯环的聚酯酰亚胺树脂,或所述基础树脂涂料包含聚酰亚胺树脂是合适的。或所述树脂涂料包含聚酰胺酰亚胺树脂是合适的。

[0019] 在所述耐局部放电性层上形成有强韧性聚酰胺酰亚胺层是合适的,在所述强韧性聚酰胺酰亚胺层上形成有滑性聚酰胺酰亚胺层是合适的。

[0020] 所述密合层的厚度相对于与耐局部放电性层的合计厚度为 10% 以上 35% 以下的范围是合适的。

[0021] 发明的效果

[0022] 根据本发明,可以获得在线圈制作后耐局部放电性能也优异的绝缘电线(漆包线)。

附图说明

[0023] 图 1 是示意性示出作为本发明的典型实施方式的漆包线的横截面图。

[0024] 符号说明

[0025] 1 绝缘电线

[0026] 2 导体

[0027] 3 密合层

[0028] 4 耐局部放电性层

具体实施方式

[0029] 实施方式的要点

[0030] 本发明的实施方式涉及的绝缘电线的特征在于,具有导体、在所述导体上形成并由在基础树脂涂料中分散有无机微粒的绝缘涂料形成的耐局部放电性层、和在所述导体与所述耐局部放电性层之间形成并由在所述基础树脂涂料中添加有密合性改进剂的绝缘涂料形成的密合层,其中,相对于无伸长时的与所述导体的密合强度,所述密合层的 20% 伸长后的与所述导体的密合强度的降低率低于 25%。

[0031] 密合层使具有耐逆变器浪涌性能的耐局部放电性层与导体密合。作为密合层,使用相对于无伸长时的与导体的密合强度,20% 伸长后的与导体的密合强度的降低率低于 25% 的密合层,从而可以获得高密合强度。

[0032] 实施方式

[0033] 以下,基于附图,对本发明的优选实施方式进行具体地说明。

[0034] (绝缘电线的整体构成)

[0035] 在图 1 中,指示整体的符号 1 表示绝缘电线。该绝缘电线 1 具有导体 2、由在导体 2 的外周反复涂布、烧附漆包涂料(エナメル塗料)而成的漆包线构成,在导体 2 的外周形成的密合层 3、和在该密合层 3 的外周形成的通过耐逆变器浪涌性树脂层形成的耐局部放电性层 4。作为导体 2,有例如铜线、铝线、银线、镍线等。

[0036] 关于该绝缘电线 1,除了包含密合层 3 和耐局部放电性层 4 的绝缘皮膜以外,根据需要,也可以在耐局部放电性层 4 的外周形成包含强韧性漆包线用涂装膜的强韧性层、并且在强韧性层的外周形成包含滑性树脂漆包线用涂装膜的滑性层作为绝缘皮膜。

[0037] 该强韧性层是用于提高挠性、提高耐热性或防止耐局部放电性层 4 吸湿的中间层,例如将包含聚酰胺酰亚胺树脂等的漆包线用基础树脂涂料进行涂布、烧附来获得。一方的滑性层是将在包含聚酰胺酰亚胺树脂的树脂涂料中添加润滑剂而成的滑性聚酰胺酰亚胺涂料进行涂布、烧附而得的作为最外层的滑性聚酰胺酰亚胺外覆层。另外,将聚酰胺酰亚胺树脂应用于耐局部放电性层 4 的基础树脂的情况下,考虑到防止密合性等的降低,优选耐局部放电性层 4 的外周所形成的中间层也包含聚酰胺酰亚胺树脂。

[0038] (密合层的构成)

[0039] 本实施方式涉及的绝缘电线 1 的基本构成在于构成最下层的密合层 3。该密合层 3 包含漆包线用基础树脂。作为该漆包线用基础树脂,可列举例如聚酯酰亚胺树脂、聚酰胺酰亚胺树脂或聚酰亚胺树脂等。

[0040] 作为该绝缘电线 1,为了能够耐受过度的卷绕压力,优选使导体 2 与耐局部放电性层 4 之间的密合性提高。作为导体 2 与耐局部放电性层 4 之间所形成的密合层 3,在应用配合有密合性改进剂的漆包(树脂)涂料的情况下,通过在导体 2 与耐局部放电性层 4 之间涂布该涂料,进行烧附,从而形成构成密合层 3 的漆包皮膜。

[0041] 作为该密合层 3,相对于无伸长状态的漆包线中的密合层 3 与导体 2 之间的密合强度,20%伸长后的密合层 3 与导体 2 之间的密合强度的降低率低于 25%是合适的。如果该密合层 3 与导体 2 的密合强度的降低率为 25%以上,则发生绝缘皮膜的皮膜浮起,使耐局部放电性降低,因此不优选。

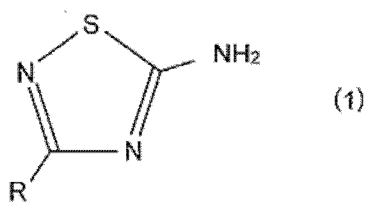
[0042] 关于此时的密合层 3 的厚度,相对于由密合层 3 和耐局部放电性层 4 形成的绝缘皮膜的合计厚度,在 10~35%的范围内是合适的。如果该密合层 3 的厚度低于绝缘皮膜整体的厚度的 10%,则绝缘皮膜与导体 2 之间的密合性降低,抑制绝缘皮膜的皮膜浮起的效果减小,因此不优选。另一方面,在该密合层 3 的厚度超过绝缘皮膜整体的厚度的 35%的情况下,在形成密合层 3 时,担心由于从制造装置等受到的热历程,密合层 3 的内部产生微小气泡等外观异常。由于该外观异常,从而可能发生绝缘皮膜的皮膜浮起、或使绝缘皮膜的密合性降低。

[0043] 作为形成密合层 3 的漆包线用基础树脂所含有的密合性改进剂,含有例如下述通式(1)~(6)所示的硫羟化合物(チオール化合物)、硫醇类(メルカルプタン類)或氨基噻唑类中的任一种是合适的。这里,R独立地为氢原子、碳原子数 1~4 的烷基、或 SH 基。Ar 为芳香环的 1 个碳原子与通式(6)中显示的 S 键合、该碳原子的相邻碳原子与通式(6)

中显示的 N 键合的 2 价的芳香族基（芳基）。

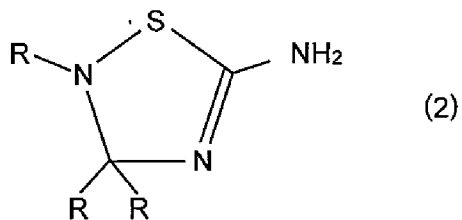
[0044] [化学式 1]

[0045]



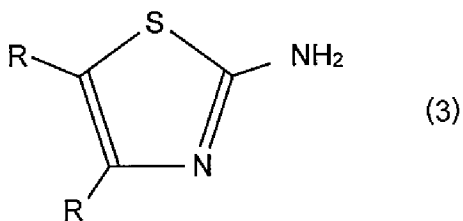
[0046] [化学式 2]

[0047]



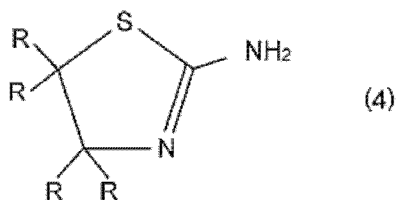
[0048] [化学式 3]

[0049]



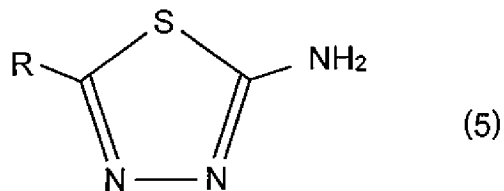
[0050] [化学式 4]

[0051]



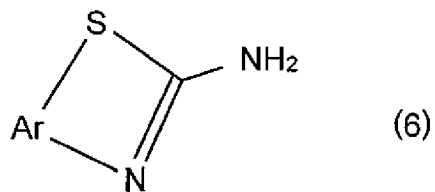
[0052] [化学式 5]

[0053]



[0054] [化学式 6]

[0055]



[0056] 此外,作为密合层 3,使用在聚酯酰亚胺树脂中配合密合性改进剂而成的树脂涂料的情况下,可以使用例如 NH8640JH3Y(商品名)、NH8640JH2Y(商品名)等东特涂料社制的市售的树脂涂料。作为这样的密合性改进剂的含量,相对于漆包线用基础树脂 100 质量份,优选在 0.1 质量份以上 10 质量份以下的范围内含有。

[0057] (耐局部放电性层的构成)

[0058] 该耐局部放电性层 4 抑制由逆变器浪涌引起的绝缘皮膜的腐蚀。通过将耐局部放电性绝缘涂料涂布于密合层 3 的表面并烧附来形成耐局部放电性层 4。该耐局部放电性绝缘涂料为在包含含有聚酰胺酰亚胺、聚酰亚胺或聚酯酰亚胺等的漆包线用基础树脂、和溶剂的树脂涂料中分散包含二氧化硅、氧化铝、二氧化钛或氧化锆等无机微粒的有机溶胶而成的。

[0059] 作为该有机溶胶的分散溶剂,可列举例如将具有 130℃至 180℃的范围的沸点的环酮类作为主成分的分散溶剂(主分散溶剂)。作为这样的环酮类,可列举例如环庚酮(沸点:180℃)、环己酮(沸点:156℃)、环戊酮(沸点:131℃)等。它们能够使用至少 1 种以上。此外,可以是 2-环己烯-1-酮等那样的环状结构的一部分或全部不饱和的溶剂。

[0060] 另外,为了使有机溶胶、或混合了有机溶胶和树脂涂料的绝缘涂料(耐局部放电性涂料)的稳定性提高等,作为分散溶剂,可形成在环酮类中混合了 N-甲基-2-吡咯烷酮(NMP)、N,N-二甲基甲酰胺(DMF)、N,N-二甲基乙酰胺(DMAC)等溶剂、芳香族系烃、或低级醇等的分散溶剂。但是,所混合的除了环酮类以外的分散溶剂的比率越高,与聚酰胺酰亚胺树脂涂料的亲合性越差,因此在有机二氧化硅溶胶中的全部分散溶剂中,优选含有 70%以上环酮类。

[0061] 关于有机溶胶中的无机微粒的粒径,为了使绝缘被膜的耐局部放电性有效地起作用,作为通过 BET 法测得的平均粒径,优选为 100nm 以下。如果考虑提高有机溶胶本身的透明性,则更优选平均粒径为 30nm 以下。

[0062] 有机溶胶可以通过例如将由烷氧基硅烷的水解而得的二氧化硅溶胶进行溶剂置换、或将由水玻璃进行离子交换而得的二氧化硅溶胶进行溶剂置换来获得。但是,有机溶胶不限于上述制造方法,可以使用已知的任一制造方法来制造。

[0063] (实施方式的效果)

[0064] 根据上述那样构成的绝缘电线 1,有效地获得了绝缘皮膜的密合强度提高、并且例如装入到电气设备的线圈制作后耐局部放电性与线圈制作前相比难以降低的漆包线。

[0065] 实施例 1

[0066] 以下,作为本发明的更具体的实施方式,列举实施例和比较例进行详细地说明。这里,在该实施例中,列举了上述实施方式的典型的一例,本发明当然不限于该实施例。

[0067] [实施例 1]

[0068] 首先,通过在导体直径 $\phi 0.70\text{mm}$ 的铜线上,将溶剂中包含含有聚酯酰亚胺树脂的漆包线用基础树脂和密合性改进剂的聚酯酰亚胺树脂涂料(商品名: NH8640JH2Y,东特涂料社制)以厚度 $2 \sim 8 \mu\text{m}$ 的范围进行涂布、烧附,从而形成密合层。

[0069] 接下来,通过在包含聚酯酰亚胺树脂涂料的密合层上,将在包含含有聚酯酰亚胺树脂的漆包线用基础树脂和以 γ -丁内酯作为主成分的溶剂的树脂涂料中混合有在包含环己酮的分散溶剂中包含平均粒径 $\phi 50 \mu\text{m}$ 的二氧化硅的有机二氧化硅溶胶而成的耐局

部放电性涂料,以厚度 23 ~ 27 μm 的范围进行涂布、烧附,从而形成耐局部放电性层。

[0070] 接下来,通过在耐局部放电性层上,将包含聚酰胺酰亚胺树脂的树脂涂料以厚度 6 μm 进行涂布、烧附,从而形成强韧性聚酰胺酰亚胺树脂层。

[0071] 最后,通过在强韧性聚酰胺酰亚胺树脂层上,将在包含聚酰胺酰亚胺树脂的树脂涂料中添加有润滑剂而成的滑性聚酰胺酰亚胺涂料以厚度 3 ~ 5 μm 的范围进行涂布、烧附,从而获得实施例 1 的绝缘电线(漆包线)。

[0072] [比较例 1]

[0073] 与上述实施例 1 显著不同之处在于,不形成包含聚酯酰亚胺树脂涂料的密合层,而在作为导体的铜线上形成了耐局部放电性层。

[0074] 在该比较例 1 中,首先,通过在导体直径 $\phi 0.70\text{mm}$ 的铜线上,将在溶剂中包含含有聚酯酰亚胺树脂的漆包线用基础树脂和以 γ -丁内酯作为主成分的溶剂的树脂涂料中混合有在包含 γ -丁内酯的分散溶剂中包含平均粒径 $\phi 50 \mu\text{m}$ 的二氧化硅的有机二氧化硅硅胶而成的耐局部放电性涂料,以厚度 25 ~ 27 μm 的范围进行涂布、烧附,从而形成耐局部放电性层。

[0075] 接下来,通过在耐局部放电性层上,将包含聚酰胺酰亚胺树脂的树脂涂料以厚度 6 μm 进行涂布、烧附,从而形成强韧性聚酰胺酰亚胺树脂层。

[0076] 最后,通过在强韧性聚酰胺酰亚胺树脂层上,将在包含聚酰胺酰亚胺树脂的树脂涂料中添加有润滑剂而成的滑性聚酰胺酰亚胺涂料以厚度 3 ~ 5 μm 的范围进行涂布、烧附,从而获得比较例 1 的绝缘电线(漆包线)。

[0077] (特性试验)

[0078] 对于实施例 1 的漆包线以及比较例 1 的漆包线,在以下条件下进行挠性、密合强度、皮膜浮起和 V-t 特性的试验,对这些特性进行评价。将其特性试验结果归纳示于下述表 1 中。

[0079] (挠性试验)

[0080] 挠性试验(无伸长)中,采用按照“JISC 3003 “7.1.1a”卷绕”的方法,将未伸长的绝缘电线向直径为该绝缘电线的导体直径的 1 ~ 10 倍的卷绕棒卷绕,使用光学显微镜测定未观察到绝缘皮膜发生龟裂的最小卷绕倍径(d)。此外,挠性试验(20%伸长)中,采用按照“JISC 3003 “7.1.1a”卷绕”的方法,将绝缘电线 20%伸长。然后,采用与挠性试验(无伸长)同样的试验方法进行试验,使用光学显微镜测定未观察到绝缘皮膜发生龟裂的最小卷绕倍径(d)。未产生龟裂的卷绕直径越小,则可以说挠性越优异。

[0081] (挠性评价)

[0082] 由下述表 1 可知,在无伸长状态的漆包线中,实施例 1 和比较例 1 都是未发生龟裂的卷绕直径为自身直径(1d)。

[0083] 另一方面,在实施例 1 中的 20%伸长后的漆包线中,未发生龟裂的卷绕直径为自身直径(1d),可以确认挠性的提高。与此相对,在比较例 1 中的 20%伸长后的漆包线中,未发生龟裂的卷绕直径为自身直径(1d)的 3 倍(3d),可知挠性差。

[0084] (密合强度试验)

[0085] 密合强度试验(无伸长)按照“JISC 3003 “8.1b”扭转法”对未伸长的绝缘电线进行,测定绝缘皮膜从导体浮起时的旋转次数(次数;以 360° 为 1 次)。密合强度试验(20%

伸长)按照“JISC3003“8.1b”扭转法”对20%伸长的绝缘电线进行,测定绝缘皮膜从导体浮起时的旋转次数(次数;以360°为1次)。直至漆包皮膜破裂为止的旋转次数越多,则可以说密合强度越优异。

[0086] (密合强度评价)

[0087] 由下述表1可知,与比较例1相比,实施例1中,直至漆包皮膜破裂为止的旋转次数多。通过对比实施例1和比较例1,可知实施例1涉及的漆包线的密合强度优异。另外,相对于无伸长时的与导体的密合强度,20%伸长后的密合强度的降低率在实施例1中为21.3%,在比较例1中为33.8%。也就是说,实施例1的密合强度的降低率低于25%,比较例1的密合强度的降低率为25%以上。

[0088] (V-t特性试验)

[0089] 通过无伸长状态的漆包线和20%伸长状态的漆包线的V-t特性(耐电压寿命特性)试验来评价耐局部放电性。该V-t特性试验使用双绞线在施加电压1.4kVp、正弦波10kHz的测定条件下实施,测定直至绝缘击穿为止的时间。

[0090] (V-t特性评价)

[0091] 由下述表1可知,与比较例1相比,实施例1中,直至绝缘击穿为止的时间长。通过对比实施例1和比较例1,可知实施例1中的漆包线的V-t特性优异。

[0092] (特性试验的综合评价)

[0093] 由下述表1的特性试验的结果综合来看,可以理解实施例1涉及的漆包线的挠性、密合强度、皮膜浮起抑制、密合性和V-t特性优异。因此,实施例1的漆包线能够适用于例如逆变器电动机和变压器等电气设备中的绕线圈。

[0094] 以上,说明本发明的实施方式和实施例,但上述实施方式和实施例并不限定权利要求书所涉及的发明。应当注意,实施方式和实施例中说明的特征的全部组合不一定是用于解决本发明的课题的方法所必须的。

[0095] 表1

试验项目		实施例1	比较例1
挠性	无伸长	1d	1d
	20%伸长	1d	3d
密合强度(次)	无伸长	127	77
	20%伸长	100	51
密合强度的降低率(%)		21.3	33.8
V-t特性(h)	无伸长	300<	200
	20%伸长	150	20

[0096]

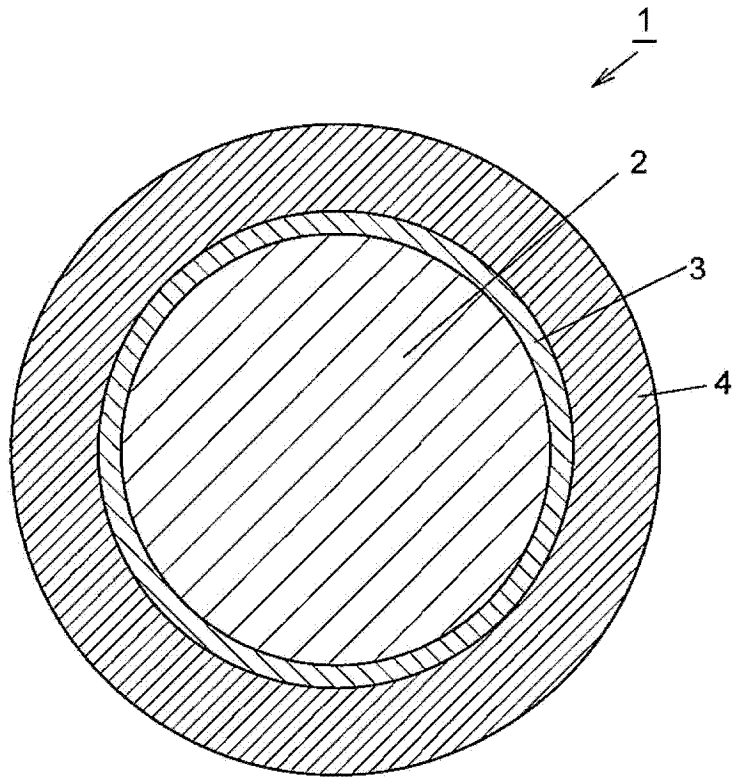


图 1