

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-9620

(P2020-9620A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.
H01B 5/10 (2006.01)F1
H01B 5/10テーマコード (参考)
5G307

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2018-129291 (P2018-129291)
(22) 出願日 平成30年7月6日(2018.7.6)(71) 出願人 000003528
東京製綱株式会社
東京都中央区日本橋三丁目6番2号
(74) 代理人 110001830
東京 U I T 国際特許業務法人
(72) 発明者 山下 弘展
東京都中央区日本橋三丁目6番2号 東京
製綱株式会社内
(72) 発明者 小出 正治
東京都中央区日本橋三丁目6番2号 東京
製綱株式会社内
(72) 発明者 松田 文弘
東京都中央区日本橋三丁目6番2号 東京
製綱株式会社内
Fターム(参考) 5G307 EA01 EF01 EF02

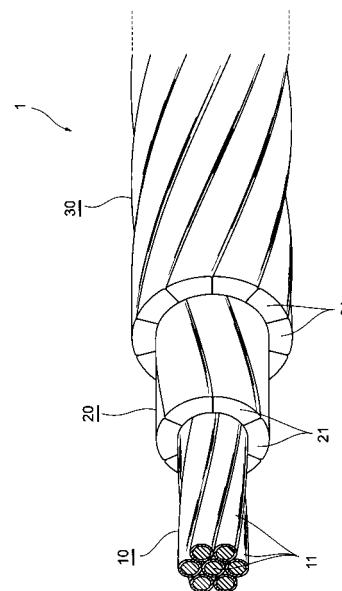
(54) 【発明の名称】電線用耐熱コア

(57) 【要約】

【課題】長期間にわたって高温に晒されても引張強度を維持することができる、または引張強度の低下を抑制することができる、電線用耐熱コアを提供する。

【解決手段】電線用耐熱コア10は、周囲に撚り合わされる複数本のアルミ線21、31を中心から支持するもので、7本の耐熱CFRPケーブル11を撚り合わせることで作られている。耐熱CFRPケーブル11のそれぞれは、長手方向に連続する複数本の炭素繊維を束ねた繊維束と上記繊維束に含浸されるエポキシ樹脂とから構成されるCFRPケーブルと、CFRPケーブルの表面に設けられ、空気中の酸素を上記CFRPケーブルに触れにくくする酸素遮断層とを備えている。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周囲に撚り合わされる複数本の導電性金属線を中心から支持する電線用耐熱コアであって、

長手方向に連続する複数本の繊維を束ねた繊維束と上記繊維束に含浸される樹脂とから構成される繊維強化樹脂ケーブル、および

上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に設けられ、空気中の酸素を上記繊維強化樹脂ケーブルに触れにくくする酸素遮断層を備えている、
電線用耐熱コア。

【請求項 2】

10

上記繊維強化樹脂ケーブルが、

それぞれが、樹脂が含浸された複数本の繊維を有し、これらがそれぞれ束にまとめられた複数本の樹脂含浸繊維束を備えている、

請求項 1 に記載の電線用耐熱コア。

【請求項 3】

上記複数本の樹脂含浸繊維束が、

中心に配置された心線と、

上記心線の周囲に撚り合わされた複数本の側線とを含む、

請求項 2 に記載の電線用耐熱コア。

【請求項 4】

20

上記酸素遮断層がテープ状であり、上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に、または上記繊維強化樹脂ケーブルを構成する複数本の樹脂含浸繊維束のそれぞれの表面に、巻き付けられている、

請求項 2 に記載の電線用耐熱コア。

【請求項 5】

上記酸素遮断層が液状またはペースト状であり、上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に、または上記繊維強化樹脂ケーブルを構成する複数本の樹脂含浸繊維束のそれぞれの表面に塗布されている、

請求項 2 に記載の電線用耐熱コア。

【請求項 6】

30

上記酸素遮断層が酸素透過を阻止する高分子材料によって構成されている、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の電線用耐熱コア。

【請求項 7】

上記酸素遮断層が、酸素を吸着除去する無機粒子によって構成されている、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の電線用耐熱コア。

【請求項 8】

上記無機粒子が、上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に接着されるバインダー中にコンパウンドされている、

請求項 7 に記載の電線用耐熱コア。

【請求項 9】

40

上記無機粒子が、上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に接着されるバインダーの表面に付着されている、

請求項 7 に記載の電線用耐熱コア。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電線用耐熱コアに関する。

【背景技術】

【0002】

鉄塔と鉄塔との間に長距離にわたって張り渡される架空送電線には、軽量であること、

50

引張強度が大きいこと，大電流を流すことができること等が求められる。亜鉛メッキ鋼線の単線または撚り線（鋼線コア）が中心に配置され，その周囲に複数本のアルミ線が撚り合わされた鋼心アルミ線（ACSR）（Aluminum Conductor Steel Reinforced）が架空送電線として主流であるが，近年では，さらなる軽量化や引張強度の増強を図るために，鋼線コアに代えて繊維強化プラスチック製コアを採用した繊維心アルミ線（ACFR）（Aluminum Conductor Fiber Reinforced）も架空送電線として用いられている。繊維強化プラスチック製コアは電線の補強材としての利用に適している。

【0003】

アルミ線を通る電流によって架空送電線は恒常的に 100 を超える熱に晒される。架空送電線を構成するアルミ線については，アルミニウムにジルコニウム等を添加した耐熱アルミ合金を用いることで軟化温度を高め，引張強度を維持することが行われている。他方，架空送電線を構成する繊維強化プラスチック製コアについては，耐熱性に優れるビスフェノール A 型エポキシ樹脂，多官能型エポキシ樹脂等を，繊維に含浸させるといった耐熱対策が行われている。また，特許文献 1 は，エポキシ樹脂とアルミニウムまたはニッケルのいずれかとの混合物を繊維強化複合材に被覆することによって耐摩耗性，耐食性を繊維強化複合材に持たせるものを記載する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2001 - 287312 号公報

20

【0005】

一般的に，架空送電線は，山岳地帯，着氷雪地帯，海峡や河川横断など，地形的条件または自然条件の過酷な地域に張り渡され，長期にわたって張り替えられることなく使用される。したがって，架空送電線の補強材として用いられる繊維強化プラスチック製コアについても，100 を超える熱に長期間にわたって晒されてもその引張強度の低下をできるだけ抑制することが求められる。

【発明の開示】

【0006】

この発明は，長期間にわたって高温に晒されても所定の引張強度を維持することができる，または引張強度の低下を緩やかにすることができる，電線用耐熱コアを提供することを目的とする。

30

【0007】

この発明による電線用耐熱コアは，周囲に撚り合わされる複数本の導電性金属線を中心から支持するものであって，長手方向に連続する複数本の繊維を束ねた繊維束と上記繊維束に含浸される樹脂とから構成される繊維強化樹脂ケーブル，および上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に設けられ，空気中の酸素を上記繊維強化樹脂ケーブルに触れにくくする酸素遮断層を備えている。

【0008】

繊維強化樹脂ケーブルを構成する繊維は，炭素繊維，ガラス繊維，ボロン繊維，アラミド繊維，ポリエチレン繊維，PBO（poly p-phenylenebenzobisoxazole）繊維，その他の繊維を含む。これらの繊維は非常に細く，複数本の繊維を束ねることで樹脂を含浸させることができる。

40

【0009】

繊維強化樹脂ケーブルを構成する樹脂は，熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂のいずれであってもよい。エポキシ，飽和ポリエステル，ビニルエステル，フェノール，ポリアミド，ポリカーボネート等を用いることができる。

【0010】

この発明による電線用耐熱コアは，繊維強化樹脂ケーブルの表面に酸素遮断層を設けたものである。酸素遮断層が表面に設けられているので，電線用耐熱コアを構成する繊維強化樹脂ケーブルは空気中の酸素に触れにくい。繊維強化樹脂ケーブル，より詳細には繊維

50

強化樹脂ケーブルを構成する樹脂の酸化を防止する，または少なくとも酸化の進行を抑制する（遅らせる）ことができる。

【0011】

樹脂（プラスチック）は高温下において容易に酸化され，その結果として物性低下が生じる。ここで電線は，電流が流れることによる発熱を避けることができず，したがって電線の補強材として電線の中心に設けられる電線用コアも長期間にわたって高温に晒され，酸化されやすい雰囲気下に長期間にわたって置かれることになる。この発明によると，上述のように，酸素遮断層によって電線用コアの酸化が防止されるまたは少なくとも抑制されるので，電線用コアが高温環境下で早期に酸化劣化し，早期にその引張強度が低下してしまうのを防止することができる。この発明による電線用耐熱コアは長期耐熱性をその特性として具備する。

10

【0012】

一実施態様では，上記繊維強化樹脂ケーブルが，それぞれが，樹脂が含浸された複数本の繊維を有し，これらがそれぞれ束にまとめられた複数本の樹脂含浸繊維束を備えている。電線用耐熱コアを構成する繊維強化樹脂ケーブルを，複数本の樹脂含浸繊維束を束ねたものとすることによって，電線用耐熱コアに柔軟性を付与することができる。

【0013】

好ましくは，上記複数本の樹脂含浸繊維束が，中心に配置された心線と，上記心線の周囲に撚り合わされた複数本の側線とを含む。柔軟性に加えて，高い引張強度や優れた耐疲労性を，電線用耐熱コアに付与することができる。

20

【0014】

複数本の樹脂含浸繊維束を束ねることによって構成される繊維強化樹脂ケーブルを備える電線用耐熱コアについては，上記酸素遮断層は，上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に設けてもよいし，複数本の樹脂含浸繊維束のそれぞれの表面に設けてもよい。

【0015】

たとえば，上記酸素遮断層がテープ状であり，上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に，または上記繊維強化樹脂ケーブルを構成する複数本の樹脂含浸繊維束のそれぞれの表面に，巻き付けられている。他の実施態様では，上記酸素遮断層が液状またはペースト状であり，上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に，または上記繊維強化樹脂ケーブルを構成する複数本の樹脂含浸繊維束のそれぞれの表面に塗布されている。

30

【0016】

一実施態様では，上記酸素遮断層が酸素透過を阻止する高分子材料によって構成されている。他の実施態様では，上記酸素遮断層が酸素を吸着除去する無機粒子によって構成されている。いずれにしても，繊維強化樹脂ケーブルの酸化を少なくとも遅らせるために酸素遮断層が用いられる。

【0017】

上記無機粒子は，上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に接着されるバインダー中にコンパウンドしてもよいし，上記繊維強化樹脂ケーブルの表面に接着されるバインダーの表面に付着させてもよい。無機粒子を繊維強化樹脂ケーブルの表面に接着するためのバインダーに，上述した酸素透過を阻止する高分子材料を用いてもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】電線の斜視図である。

【図2】耐熱CFRPケーブルの拡大断面図である。

【図3】（A）は一実施態様の耐熱CFRPケーブルの斜視図を，（B）は他の実施態様の耐熱CFRPケーブルの斜視図を，それぞれ示す。

【図4】（A）および（B）は他の実施態様の耐熱CFRPケーブルの横断面の一部を示す拡大断面図である。

【図5】（A）および（B）は耐熱CFRPケーブルおよびCFRPケーブルの劣化試験の試験結果を示すグラフである。

50

【図 6】他の実施態様の電線用耐熱コアの拡大断面図である。

【実施例】

【0019】

図 1 は電線 1 の斜視図であり，電線 1 の中心に位置する電線用耐熱コア 10，および電線用耐熱コア 10 の周囲の導電層 20 のそれぞれの一部を露出して示している。図 2 は，図 1 に示す電線用耐熱コア 10 を構成する，後述する耐熱 C F R P (Carbon Fiber Reinforced Plastics) (炭素繊維強化プラスチック) ケーブル 11 の拡大断面図である。図示の便宜上，図 1 と図 2 の縮尺を異ならせている。

【0020】

電線 1 は，電線用耐熱コア 10 と，電線用耐熱コア 10 の周囲を包囲する導電層 20，30 とから構成される。電線用耐熱コア 10 は電線 1 の補強材として用いられる。電流は電線用耐熱コア 10 の周囲の導電層 20，30 を流れる。

【0021】

図 1 を参照して，電線用耐熱コア 10 は，中心に位置する 1 本の長尺の耐熱 C F R P ケーブル 11 (心線) と，その周囲に撚り合わされた 6 本の長尺の耐熱 C F R P ケーブル 11 (側線) の，合計 7 本の耐熱 C F R P ケーブル 11 によって構成されている。図 2 を参照して，耐熱 C F R P ケーブル 11 のそれぞれは，多数本の長尺の炭素繊維 (素線) 13 を断面円形に束ね，これにエポキシ樹脂 14 を含浸し，その後エポキシ樹脂 14 を硬化させることによって形成される C F R P ケーブル (炭素繊維トウ，炭素繊維ストランド) 12 の表面に，酸素遮断層 (ガスバリア層) 15 を被覆したものである。C F R P ケーブル 12 には数万本から数十万本の炭素繊維 13 が含まれており，電線用耐熱コア 10 の全体には数十万本から数百万本の炭素繊維 13 を含ませることができる。炭素繊維 13 の本数または耐熱 C F R P ケーブル 11 の本数によって，電線用耐熱コア 10 の直径は任意に調整することができる。心線としての耐熱 C F R P ケーブル 11 と，その周囲に撚り合わされる複数本の側線としての耐熱 C F R P ケーブル 11 とによって電線用耐熱コア 10 を形成することによって，高い破断強度と優れた柔軟性をもち，耐疲労性にも優れた電線用耐熱コア 10 とすることができる。もっとも，心線と側線とに区別することなく複数本の耐熱 C F R P ケーブル 11 を一緒に束ねたまたは撚り合わせたものを電線用耐熱コア 10 としてもよい。さらに，特に電線 1 の直径が細ければ，単線の耐熱 C F R P ケーブル 11 をそのまま電線用耐熱コア 10 として用いてもよい。

【0022】

酸素遮断層 15 は，C F R P ケーブル 12，より詳細には C F R P ケーブル 12 に含まれるエポキシ樹脂 14 が酸素に触れないようにする，または触れにくくするためのものである。これはエポキシ樹脂 14 の酸化劣化，特に高温雰囲気下における酸化劣化を遅らせ，エポキシ樹脂 14 の酸化劣化に起因する耐熱 C F R P ケーブル 11 ないし電線用耐熱コア 10 の引張強度の低下を抑制するためであり，詳しくは後述する。高温雰囲気下における C F R P ケーブルの引張強度の低下を抑制することを主目的とすることから，酸素遮断層 15 を備える C F R P ケーブル 12 を，この明細書において耐熱 C F R P ケーブル 11 と呼んでいる。

【0023】

C F R P ケーブル 12 が酸素に極力触れないようにすることに着目すれば，酸素遮断層 15 としては気体透過係数の小さい高分子材料が適当である。しかしながら，気体透過係数のみならず，機械的特性 (引張り特性，圧縮特性，曲げ特性，せん断特性など)，成形加工性など，電線 1 の補強材として用いられる電線用耐熱コア 10 の特性を考慮した高分子材料を選択するのが好ましい。シリコン，ポリイミド，ポリカーボネート，ポリ塩化ビニル，ポリアクリロニトリル，ポリビニルアルコール，その他の高分子材料を，たとえば $10\mu\text{m}$ ~ $300\mu\text{m}$ の層厚とした酸素遮断層 15 が，7 本の C F R P ケーブル 12 のそれぞれの表面全体に設けられる。

【0024】

導電層 20，30 は，上述した電線用耐熱コア 10 の周囲に配列される複数本のアルミ線 21，31 によって形成される。図 1 に示す電線 1 は，電線用耐熱コア 10 を包囲する断面台形の 6 本のアルミ線 21 によって構成される導電層 20 と，導電層 20 を包囲する断面台形の 10 本のアル

ルミ線31によって構成される導電層30の2層構造を持つ。アルミ線21, 31は, いずれも電線1の長手方向に伸びかつ緩やかに捻じられており, 電線用耐熱コア10の周囲にらせん状に巻き付けられている。電線用耐熱コア10を包囲する導電層の層数, ならびに導電層20, 30の各層を構成するアルミ線21, 31の本数および形状は, 適宜変更することができる。たとえばアルミ線21, 31の断面形状は円形であってもよい。

【0025】

図3(A)および(B)は酸素遮断層15の具体的構成を示している。

【0026】

図3(A)に示すように, たとえばポリイミドテープ17によって, 酸素遮断層15を形成することができる。たとえば幅15mmのポリイミドテープ17が, 端部同士をわずかに重ね合わせながら, CFRPケーブル12にすき間なくらせん状に密着して巻き付けられる。

10

【0027】

図3(B)に示すように, 液状またはペースト状の樹脂18, たとえばシリコンオイルやシリコンゴムを, 酸素遮断層15として用いることもできる。押出し機を用いることによって, または樹脂18を溜めた槽内にCFRPケーブル12を通過させることによって, CFRPケーブル12の表面全体に樹脂18をほぼ等厚に密着して被覆することができる。

【0028】

上述した図3(A)および図3(B)に示す態様の酸素遮断層15は, 空気中の酸素を遮断してCFRPケーブル12に酸素が極力触れないようにするものである。空気(酸素)の遮断に代えてまたは加えて, CFRPケーブル12の表面の酸素を吸収除去し, これによってCFRPケーブル12に酸素が極力触れないようにすることも考えられる。

20

【0029】

図4(A)は, 多数の無機粒子42がコンパウンドされたエポキシ樹脂14が表面に被覆されたCFRPケーブル12の一部拡大断面図を示している。無機粒子42には, 酸素吸収性を有する無機粒子, たとえば鉄, マンガン, 白金, アルミニウム, 亜鉛, スズ, マグネシウム, クロム, 珪素, セリウム, チタン, 銅等の粒子を用いることができる。2つ以上の上記金属含む合金であってもよい。この実施態様では, 多数の無機粒子42をCFRPケーブル12の表面に固着させるバインダーとしてエポキシ樹脂14が用いられている。無機粒子42および無機粒子42がコンパウンドされたエポキシ樹脂14が酸素遮断層15として機能する。無機粒子42には, たとえば数nm~200μm程度の比較的細かい直径(平均直径)を有するものを用いることができる。

30

【0030】

図4(B)は, CFRPケーブル12の表面にエポキシ樹脂14を塗布し, 塗布されたエポキシ樹脂14をバインダーとして用いて, エポキシ樹脂14の表面に多数の無機粒子42を付着させたものである。エポキシ樹脂14およびエポキシ樹脂14の表面に付着した多数の無機粒子42が酸素遮断層15として機能する。

【0031】

いずれにしても, 酸素遮断層15によってCFRPケーブル12に酸素が触れにくくなるので, CFRPケーブル12の酸化劣化を遅らせることができる。

【0032】

40

図5(A), (B)は電線1の電線用耐熱コア10を構成する上述した耐熱CFRPケーブル11(被試験体)についての劣化試験の試験結果を示すグラフである。図5(A)は, 横軸を経過時間(単位は時間(hr)), 縦軸を破断荷重(単位はkN)とするグラフを, 図5(B)は, 横軸を経過時間, 縦軸を強度保持率(単位は%)とするグラフを, それぞれ示している。強度保持率は劣化試験後の破断荷重を初期破断荷重によって除算して100を乗算した値である。

【0033】

電線1に高電流が通されたときに生じる温度は電流量によって変動するが, 典型的には約120 である。劣化試験は, より過酷な温度条件, 具体的には240 の環境下に被試験体を置き, 時間経過に応じて被試験体の破断荷重および強度保持率がどのように変化するか

50

を測定したものである。プラスチックの酸化は高温下において加速するので、この劣化試験は加速劣化試験と位置づけられる。

【0034】

直径 2.6mmのCFRPケーブル12に酸素遮断層15としてポリイミドテープ17を巻き付けた耐熱CFRPケーブル11(図3(A)参照)を作成し、これを240の加熱炉の中に入れ、試験開始時、600時間経過後、1000時間経過後に、破断荷重をそれぞれ測定した。また、比較のために、酸素遮断層15を持たない直径 2.6mmのCFRPケーブル12も加熱炉に入れ、試験開始時、408時間経過後、600時間経過後、984時間経過後に、破断荷重をそれぞれ測定した。図5(A)に示すグラフにおいて、実線が耐熱CFRPケーブル11の破断荷重を、破線が酸素遮断層15を持たないCFRPケーブル12の破断荷重を、それぞれ示している。図5(B)に示すグラフも同様であり、実線が耐熱CFRPケーブル11の強度保持率を、破線がCFRPケーブル12の強度保持率を、それぞれ示している。

10

【0035】

耐熱CFRPケーブル11(実線)およびCFRPケーブル12(破線)のいずれについても、時間が経過するにしたがって破断荷重は低下している。しかしながら、酸素遮断層15を持たないCFRPケーブル12(破線)に比べて、酸素遮断層15を備える耐熱CFRPケーブル11(実線)の破断荷重の減少は明らかに緩やかであり、高温環境下において、引張強度の経時的低下を遅らせる(緩やかにする)ことができる。耐熱CFRPケーブル11を用いることで、電線用耐熱コア10が所定の引張強度に低下するまでの時間を、CFRPケーブル12を用いる場合に比べて確実に延ばすことができる。

20

【0036】

上述した実施例においては、7本のCFRPケーブル12のそれぞれの表面に酸素遮断層15を被覆した7本の耐熱CFRPケーブル11によって形成された電線用耐熱コア10(図1参照)を説明したが、図6に示すように、7本のCFRPケーブル12を束ね、これに酸素遮断層15を被覆することによって電線用耐熱コア10Aを作成してもよい。図6に示すように、酸素遮断層15によって外側の6本のCFRPケーブル12(側線)の表面が直接的に覆われ、中心に位置する1本のCFRPケーブル12(心線)についても酸素遮断層15によって間接的に覆われるので、7本のCFRPケーブル12の酸化劣化が抑制され、高温環境下における電線用耐熱コア10Aの引張強度の経時的低下を遅らせる(緩やかにする)ことができる。なお、酸素遮断層15として液状またはペースト状の樹脂を用いることで、心線と側線との間の間隙に酸素遮断層15を入り込ませ、心線および側線の表面の大部分に酸素遮断層15を設けることもできる。

30

【符号の説明】

【0037】

1 電線

10, 10A 電線用耐熱コア

11 耐熱CFRPケーブル

12 CFRPケーブル(樹脂含浸繊維束)

13 炭素繊維

14 エポキシ樹脂

15 酸素遮断層

17 ポリイミドテープ

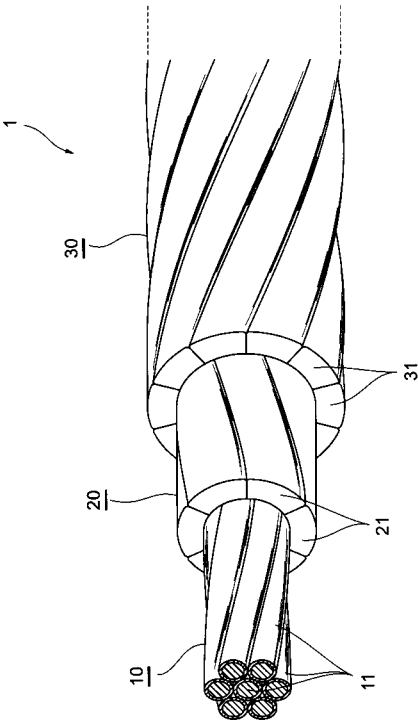
20, 30 導電層

21, 31 アルミ線

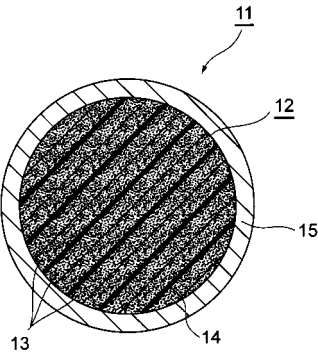
42 無機粒子

40

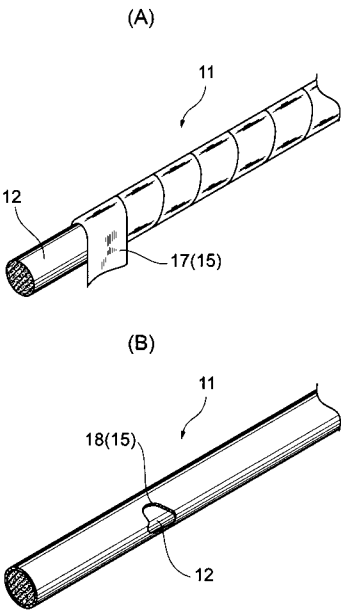
【 図 1 】



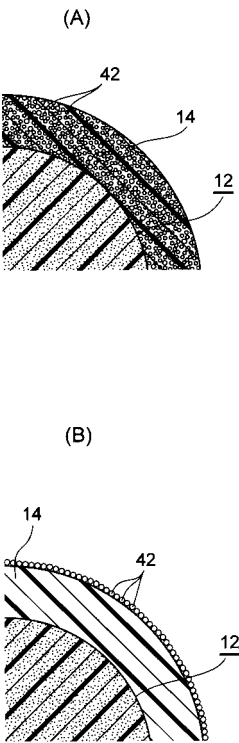
【 図 2 】



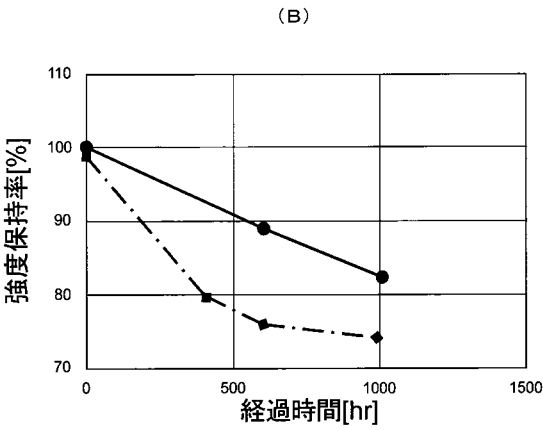
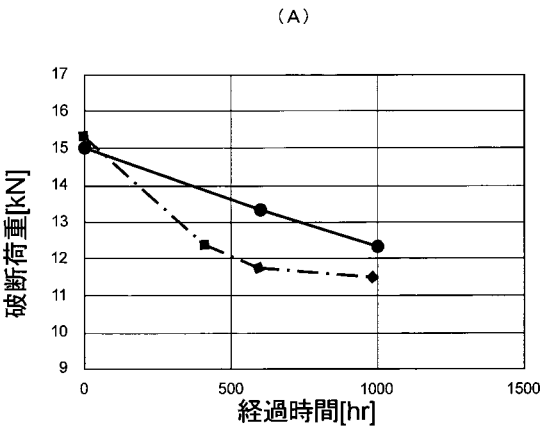
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

