

(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2019-96492

(P2019-96492A)

(43) 公開日 令和1年6月20日(2019.6.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 B 5/02 (2006.01)	H O 1 B 5/02 Z	5 G 3 0 7
H O 1 B 5/08 (2006.01)	H O 1 B 5/02 A	5 G 3 0 9
H O 1 B 5/12 (2006.01)	H O 1 B 5/08	5 G 3 1 1
H O 1 B 7/00 (2006.01)	H O 1 B 5/12	5 G 3 1 3
H O 1 B 7/18 (2006.01)	H O 1 B 7/00 3 0 1	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-225287 (P2017-225287)
 (22) 出願日 平成29年11月23日 (2017.11.23)

(71) 出願人 395011665
 株式会社オートネットワーク技術研究所
 三重県四日市市西末広町1番14号
 (71) 出願人 000183406
 住友電装株式会社
 三重県四日市市西末広町1番14号
 (71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 110000648
 特許業務法人あいち国際特許事務所
 (72) 発明者 山田 健介
 三重県四日市市西末広町1番14号 株式
 会社オートネットワーク技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミニウム系素線、撚線導体、編組線、および、ワイヤーハーネス

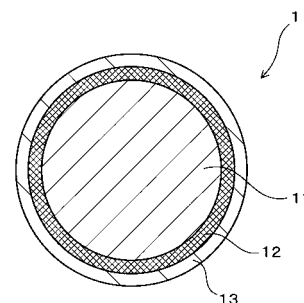
(57) 【要約】

【課題】塩水による腐食を抑制可能なアルミニウム系素線、これを用いた撚線導体、編組線、ワイヤーハーネスを提供する。

【解決手段】アルミニウム系素線1は、素線本体部11と、内層12と、外層13とを有している。素線本体部11は、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成されている。内層12は、ZnまたはZn合金あるいはNiまたはNi合金より構成され、素線本体部11の外周面を覆っている。外層13は、SnまたはSn合金より構成され、内層12の外周面を覆っている。アルミニウム系素線1において、外層13におけるピンホール割合が4%以下である、および/または、内層12の厚みが0.3μm以上である。

【選択図】図1

(図1)



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成される素線本体部と、
Zn または Zn 合金あるいは Ni または Ni 合金より構成され、上記素線本体部の外周面を覆う内層と、
Sn または Sn 合金より構成され、上記内層の外周面を覆う外層と、
を有しており、
上記外層におけるピンホール割合が 4 % 以下である、および / または、
上記内層の厚みが 0 . 3 μ m 以上である、アルミニウム系素線。

【請求項 2】

上記外層におけるピンホール割合が 3 % 以下であり、かつ、上記内層の厚みが 0 . 4 μ m 以上である、請求項 1 に記載のアルミニウム系素線。

【請求項 3】

上記外層の厚みが、3 . 2 μ m 以上である、請求項 1 または 2 に記載のアルミニウム系素線。

【請求項 4】

上記内層は、Zn または Zn 合金より構成されている、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のアルミニウム系素線。

【請求項 5】

撚り合わされた複数の素線を有する撚線導体であって、
上記素線が、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアルミニウム系素線である、撚線導体。

【請求項 6】

編み込まれた複数の素線を有する筒状の編組線であって、
上記素線が、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアルミニウム系素線である、編組線。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の撚線導体を備える電線を有する、ワイヤーハーネス。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の編組線を有する、ワイヤーハーネス。

【請求項 9】

少なくともハーネス端部が上記編組線によって覆われている、請求項 8 に記載のワイヤーハーネス。

【請求項 10】

電線と、上記電線の外周を覆う保護材と、ハーネス端部にて上記保護材より露出した上記電線に接続されたコネクタと、上記保護材の端部と上記コネクタの端部とに固定され、上記保護材より露出した上記電線の外周を覆う上記編組線と、を有している、請求項 8 または 9 に記載のワイヤーハーネス。

【請求項 11】

車両における室外で使用されるように構成されている、請求項 7 ~ 10 のいずれか 1 項に記載のワイヤーハーネス。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、アルミニウム系素線、撚線導体、編組線、および、ワイヤーハーネスに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、自動車等の車両に用いられるワイヤーハーネスでは、複数の銅系素線が撚り合わされてなる銅系撚線導体の外周に絶縁体が被覆された電線が使用されてきた。また、ワイ

10

20

30

40

50

ワイヤーハーネスのハーネス端部にて露出させた電線を被覆するため、複数の銅系素線が編み込まれてなる銅系編組線が使用されてきた。上記銅系素線としては、具体的には、裸軟銅線、無酸素軟銅線、錫めっき軟銅線などが用いられてきた（特許文献１参照）。

【０００３】

近年では、ワイヤーハーネスの軽量化等のため、銅系素線に代えて、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなるアルミニウム系素線を用いることが検討されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２０１５－１８７５６号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、アルミニウムは、銅に比べ、摩擦係数が大きい。そのため、アルミニウム系素線は、銅系素線に比べ、耐摩耗性が悪い。それ故、素線本体を保護するため、素線表面に錫めっき層等が被覆される。ところが、この種の保護方法によると、アルミニウムと錫との異種金属間で腐食が発生しやすくなる。特に、錫めっき層を形成したアルミニウム系素線を用いた撚線導体や編組線が車両の床下等、車両における室外で使用されるように構成されている場合には、塩水に曝露されやすく、撚線導体や編組線に腐食が発生しやすい。とりわけ、編組線は、編み込み部にて素線同士が擦れて摩耗しやすく、かつ、ワイヤーハーネスの外周を覆っているので、塩水の影響を受けやすい。

20

【０００６】

本発明は、上記背景に鑑みてなされたものであり、塩水による腐食を抑制可能なアルミニウム系素線、これを用いた撚線導体、編組線、ワイヤーハーネスを提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の一態様は、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成される素線本体部と、

ZnまたはZn合金あるいはNiまたはNi合金より構成され、上記素線本体部の外周面を覆う内層と、

30

SnまたはSn合金より構成され、上記内層の外周面を覆う外層と、
を有しており、

上記外層におけるピンホール割合が４％以下である、および／または、
上記内層の厚みが０．３μm以上である、アルミニウム系素線にある。

【０００８】

本発明の他の態様は、撚り合わされた複数の素線を有する撚線導体であって、
上記素線が、上記アルミニウム系素線である、撚線導体にある。

【０００９】

本発明のさらに他の態様は、編み込まれた複数の素線を有する筒状の編組線であって、
上記素線が、上記アルミニウム系素線である、編組線にある。

40

【００１０】

本発明のさらに他の態様は、上記撚線導体を備える電線を有する、ワイヤーハーネスにある。

【００１１】

本発明のさらに他の態様は、上記編組線を有する、ワイヤーハーネスにある。

【発明の効果】

【００１２】

上記アルミニウム系素線は、上述した特定の材質より構成される内層および外層を有しており、上記外層におけるピンホール割合が特定の範囲、および／または、内層の厚みが

50

特定の範囲とされている。そのため、上記アルミニウム系素線において、外層におけるピンホール割合が特定の範囲に規制されている場合には、外層のピンホール、内層に含まれるピンホールを通り抜けた塩水によって、ガルバニ腐食電位差が大きいS_n（ガルバニ腐食電位：-0.138）とA₁（ガルバニ腐食電位：1.67）との間で異種金属間接触による腐食が発生し難くなる。つまり、この場合には、内層にピンホールがあっても、外層のピンホール数の低減により、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成される素線本体部の腐食を抑制することができる。一方、上記アルミニウム系素線において、内層の厚みが特定の範囲とされている場合には、外層にピンホールがあっても、内層の厚膜化により、外層のピンホールを通じて侵入した塩水によって、S_nとA₁との間で異種金属間接触による腐食が発生し難くなる。よって、この場合も、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成される素線本体部の腐食を抑制することができる。そして、上記アルミニウム系素線において、外層におけるピンホール割合が特定の範囲に規制されており、かつ、内層の厚みが特定の範囲とされている場合には、上述した両方の効果により、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成される素線本体部の腐食を抑制しやすくなる。

10

20

30

40

50

【0013】

上記撚線導体は、撚り合わされた複数の上記アルミニウム系素線を有している。また、上記編組線は、編み込まれた複数の上記アルミニウム系素線を有している。そのため、上記撚線導体、上記編組線は、塩水による腐食を抑制することができる。さらに、上記編組線は、S_nまたはS_n合金より構成される外層を有しているので、編み込み部における素線同士の擦れによる摩耗も抑制することができ、振動による素線の断線抑制にも有利である。

【0014】

上記ワイヤーハーネスは、上記撚線導体を備える電線を有している、または、上記編組線を有している。そのため、上記ワイヤーハーネスは、撚線導体、または、編組線の塩水による腐食を抑制することができる。それ故、上記ワイヤーハーネスは、自動車の床下等、車両における室外での使用に好適に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施例1のアルミニウム系素線の素線軸に垂直な断面を模式的に示した図である。

【図2】実施例2の撚線導体および当該撚線導体を用いた電線を模式的に示した外觀図である。

【図3】実施例3の編組線を模式的に示した外觀図である。

【図4】図3におけるI_V-I_V線断面を模式的に示した図である。

【図5】実施例4のワイヤーハーネスおよび当該ワイヤーハーネスの適用例を模式的に示した図である。

【図6】実験例において、外層のピンホール割合の測定に用いた試験装置の概略を示した説明図である。

【図7】実験例において測定された、外層の厚みと外層のピンホール割合との関係を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

上記アルミニウム系素線は、素線本体部と、内層と、外層とを有している。

【0017】

素線本体部は、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成されている。アルミニウム合金としては、例えば、1000系A₁合金、3000系A₁合金、5000系A₁合金、6000系A₁合金、7000系A₁合金などを例示することができる。また、他にも、アルミニウム合金としては、例えば、質量%で、Mgを0.1%以上、1.5%以下、Siを0.03%以上2.0%以下、Cuを0.05%以上0.5%以下含有し、

残部が Al 及び不可避的不純物からなり、Mg および Si の質量比 Mg / Si が 0.8 以上 3.5 以下である化学組成を有するアルミニウム合金などを例示することができる。上記化学組成を有するアルミニウム合金は、引張強度を 200 MPa 以上、導電率を 50 % IACS 以上とすることができる。アルミニウム合金線を構成するアルミニウム合金として、上記化学組成を有するアルミニウム合金を用いた場合には、素線の強度および導電性を高めやすくなる。それ故、撚線強度および導電性を確保しやすい撚線導体、良好なシールド性能を確保しつつ、振動による素線の断線を抑制しやすい編組線を実現しやすくなる。なお、上記化学組成は、さらに、質量%で、Fe : 0.1 % 以上 1.0 % 以下、および、Cr : 0.01 % 以上 0.5 % 以下の少なくとも 1 つの元素を含有することができる。また、上記化学組成は、さらに、質量割合で、Ti : 500 ppm 以下、および、B : 50 ppm 以下の少なくとも 1 つの元素を含有することができる。

10

20

30

40

50

【0018】

内層は、素線本体部の外周面を覆っている。内層は、素線本体部に対する外層の密着性を高める役割を主に有している。内層は、Zn または Zn 合金あるいは Ni または Ni 合金より構成されている。Zn または Zn 合金より構成される内層は、例えば、素線本体部の表面の酸化被膜を除去した後、1 回または 2 回以上のジケート処理（ジケート処理を 2 回行う場合には、ダブルジケート処理と呼ばれる）を施すことなどによって形成することができる。また、Ni または Ni 合金より構成される内層は、例えば、素線本体部の表面の酸化被膜を除去した後、1 回または 2 回以上の Ni めっきまたは Ni 合金めっきを施すことなどによって形成することができる。つまり、内層は、1 層または 2 層以上から構成することができる。内層は、素線本体部と外層との密着性を向上させやすいなどの観点から、好ましくは、Zn または Zn 合金、より好ましくは、Zn より構成することができる。

【0019】

外層は、内層の外周面を覆っている。外層は、素線表面の耐摩耗性を向上させ、素線本体部の摩耗を抑制する役割を主に有している。外層は、Sn または Sn 合金より構成されている。外層は、例えば、内層表面に、1 回または 2 回以上の Sn めっきまたは Sn 合金めっきを施すことなどによって形成することができる。外層は、耐摩耗性、銅系端子との良好な電気接続性、経済性などの観点から、Sn より構成することができる。

【0020】

上記アルミニウム系素線において、内層の厚みは、0.3 μm 以上とされる。内層の厚みが 0.3 μm 未満になると、内層の厚膜化が十分とならず、外層のピンホールを通じて侵入した塩水によって、Sn と Al との間で異種金属間接触による腐食が発生するおそれが高まる。内層の厚みは、塩水による腐食の抑制効果を高めるなどの観点から、好ましくは、0.32 μm 以上、より好ましくは、0.35 μm 以上、さらにより好ましくは、0.37 μm 以上、さらにより一層好ましくは、0.4 μm 以上とすることができる。なお、内層の厚みは、内層の形成時間の短縮、ジケート処理等の内層形成処理の回数低減等による内層の生産性向上などの観点から、好ましくは、1 μm 以下、より好ましくは、0.8 μm 以下、さらに好ましくは、0.6 μm 以下、さらにより好ましくは、0.5 μm 以下とすることができる。

【0021】

上記アルミニウム系素線において、外層の厚みは、3.2 μm 以上とすることができる。この構成によれば、外層の厚膜化により、後述する外層のピンホール割合を 4 % 以下としやすくなり、外層のピンホール低減による素線本体部の腐食抑制を図りやすくなる利点がある。また、この構成によれば、外層の厚膜化による耐摩耗性の向上にも有利である。外層の厚みは、好ましくは、3.5 μm 以上、さらに好ましくは、3.7 μm 以上、さらにより好ましくは、4 μm 以上、さらにより一層好ましくは、4.5 μm 以上とすることができる。なお、外層の厚みは、外層の形成時間の短縮等による外層の生産性向上などの観点から、好ましくは、10 μm 以下、より好ましくは、8 μm 以下、さらに好ましくは、7 μm 以下、さらにより好ましくは、6 μm 以下とすることができる。

【0022】

上記アルミニウム系素線において、外層におけるピンホール割合は4%以下とされる。外層のピンホール割合が4%を上回ると、外層におけるピンホール数の増加によって塩水が内層、ひいては素線本体部まで侵入しやすくなり、SnとAlとの間で異種金属間接触による腐食が発生するおそれが高まる。外層のピンホール割合は、好ましくは、3.5%以下、より好ましくは、3.3%以下、さらに好ましくは、3%以下、さらにより好ましくは、2.5%以下、さらにより一層好ましくは、2%以下とすることができる。なお、ピンホールを実質的になくすためには、外層形成後に別の処理等が必要になると考えられる。また、ピンホールがあっても、上記ピンホール割合の範囲内であれば、塩水による腐食の抑制効果が得られる。そのため、外層のピンホール割合の下限は特に限定されない。

10

【0023】

外層のピンホール割合は、次のようにして算出される値が用いられる。具体的には、濃度1重量%のNaCl水溶液(液温35℃)中に、サンプルと、参照極(Ag/AgCl極)と、参照極の対極(Pt極)とを配置し、これらをポテンショスタットに接続し、酸化還元反応を発生させるよう構成された試験装置を準備する。なお、サンプルは、素線形態とされる。次いで、試験装置に10mVの電圧を加えることで、サンプルの電位を掃引し、その際の応答電流(溶解電流)を測定する。その数値から、内層の表面全体がピンホールのない理想的な外層で完全に被覆されている場合を100%としたときに、外層が実際にどれだけ被覆されているかを示す被覆率(%)を見積もる。そして、100-上記算出された外層の被覆率が、外層のピンホール割合とされる。

20

【0024】

なお、上記アルミニウム系素線において、上述した内層の厚み、外層の厚み、外層のピンホール割合の数値限定は、任意に組み合わせることができる。とりわけ、外層におけるピンホール割合が3%以下であり、かつ、内層の厚みが0.4μm以上である場合には、外層のピンホール数の低減と内層の厚膜化との両方の効果により、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成される素線本体部の腐食を抑制しやすいアルミニウム系素線が得られる。

【0025】

上記アルミニウム系素線における素線本体部の外径は、例えば、編組線に適用される場合には、0.260mm以上0.420mm以下、好ましくは、0.300mm以上0.350mm以下などとすることができる。また、上記アルミニウム系素線における素線本体部の外径は、例えば、撚線導体に適用される場合には、0.155mm以上0.420mm以下、好ましくは、0.304mm以上0.320mm以下などとすることができる。

30

【0026】

次に、上記撚線導体は、撚り合わされた複数の素線を有している。上記撚線導体は、複数の素線だけが撚り合わされていてよいし、テンションメンバの外周に複数の素線が撚り合わされていてよい。そして、上記撚線導体では、素線として、上記アルミニウム系素線が用いられる。上記撚線導体は、SnまたはSn合金より構成される外層を表面に有する上記アルミニウム系素線を用いているので、銅または銅合金より構成される銅系端子と接続された場合において塩水がかかっても、腐食を抑制しやすい利点がある。

40

【0027】

次に、上記編組線は、複数の素線が筒状に編み込まれてなる。そして、上記編組線では、素線として、上記アルミニウム系素線が用いられる。

【0028】

次に、上記撚線導体を備える電線を有するワイヤーハーネスについて説明する。

【0029】

上記撚線導体を備える電線を有するワイヤーハーネスにおいて、電線の構成としては、具体的には、上記撚線導体と、上記撚線導体の外周を被覆する絶縁体とを有する構成などが挙げられる。絶縁体の材質には、公知の材料を適用することができる。なお、上記撚線導体を備える電線を有するワイヤーハーネスは、上記撚線導体を備える電線を1または2

50

以上含んでいてもよいし、上記撚線導体を備える電線以外にも、他の撚線導体を備える電線を1または2以上含んでいてもよい。また、上記撚線導体を備える電線を有するワイヤーハーネスにおいて、電線の外周を覆う保護材としては、シート、テープ、チューブ、パイプ等より構成される各種の公知の保護材を適用することができる。

【0030】

上記撚線導体を備える電線を有するワイヤーハーネスとしては、具体的には、上記撚線導体を備える電線と、電線の外周を覆う保護材と、ハーネス端部にて保護材より露出した電線に接続されたコネクタとを有する構成、さらに、この構成に加えて、保護材の端部とコネクタの端部とに固定され、保護材より露出した電線の外周を覆う編組線とを有する構成などを例示することができる。なお、この構成における編組線は、複数の上記アルミニウム系素線が筒状に編み込まれたものであってもよいし、上記アルミニウム系素線とは異なるアルミニウム系素線や銅系素線が筒状に編み込まれたものであってもよい。前者の場合には、塩水による耐腐食性に優れたワイヤーハーネスが得られる。

【0031】

次に、上記編組線を有するワイヤーハーネスについて説明する。

【0032】

上記編組線を有するワイヤーハーネスは、少なくともハーネス端部が上記編組線によって覆われている構成とすることができる。ハーネス端部では、ワイヤーハーネスが有する電線が露出されることが多い。上記構成によれば、ハーネス端部で電線が露出していてもこれを編組線にて覆うことができ、塩水による腐食の抑制ができる上に、振動による素線同士の擦れによっても編組線の素線が断線し難くなる。そのため、上記構成によれば、編組線によるシールド信頼性の高いワイヤーハーネスが得られる。

【0033】

上記編組線を有するワイヤーハーネスとしては、具体的には、電線と、電線の外周を覆う保護材と、ハーネス端部にて保護材より露出した電線に接続されたコネクタと、保護材の端部とコネクタの端部とに固定され、保護材より露出した電線の外周を覆う上記編組線と、を有する構成とすることができる。この構成によれば、ワイヤーハーネスのコネクタが振動部位に接続された場合に、塩水による腐食の抑制ができる上に、振動部位の振動によって編組線が繰り返し振動した場合でも、編組線の素線が断線し難いため、編組線によるシールド信頼性の高いワイヤーハーネスが得られる。なお、振動部位としては、自動車等の車両のエンジン、ドア開閉部（屈曲部）、モータ、バッテリーなどを例示することができる。

【0034】

上記編組線を有するワイヤーハーネスにおいて、電線の構成としては、具体的には、撚り合わされた複数の素線を有する撚線導体と、撚線導体の外周を被覆する絶縁体とを有する構成などが挙げられる。絶縁体の材質には、公知の材料を適用することができる。なお、上記構成における撚線導体の素線は、上記アルミニウム系素線であってもよいし、上記アルミニウム系素線とは異なるアルミニウム系素線や銅系素線などであってもよい。前者の場合には、塩水による耐腐食性に優れたワイヤーハーネスが得られる。また、上記編組線を有するワイヤーハーネスにおいて、電線の外周を覆う保護材としては、シート、テープ、チューブ、パイプ等より構成される各種の公知の保護材を適用することができる。

【0035】

上述したワイヤーハーネスは、車両における室外にて使用されるように構成されることができる。車両としては、例えば、自動車、電車、列車、バイクなどを例示することができる。上記構成によれば、車両における室外にて塩水に曝露された場合でも、上記撚線導体、または、上記編組線の塩水による腐食を抑制しやすい。

【0036】

なお、上述した各構成は、上述した各作用効果等を得るなどのために必要に応じて任意に組み合わせることができる。

【実施例】

【 0 0 3 7 】

以下、実施例のアルミニウム系素線、撚線導体、編組線、および、ワイヤーハーネスについて、図面を用いて説明する。

【 0 0 3 8 】

(実施例 1)

実施例 1 のアルミニウム系素線について、図 1 を用いて説明する。図 1 に示されるように、本例のアルミニウム系素線 1 は、素線本体部 1 1 と、内層 1 2 と、外層 1 3 とを有している。素線本体部 1 1 は、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成されている。内層 1 2 は、Z n または Z n 合金あるいは N i または N i 合金より構成され、素線本体部 1 1 の外周面を覆っている。外層 1 3 は、S n または S n 合金より構成され、内層 1 2 の外周面を覆っている。アルミニウム系素線 1 において、外層 1 3 におけるピンホール割合は 4 % 以下である、および / または、内層 1 2 の厚みは 0 . 3 μ m 以上である。

10

【 0 0 3 9 】

(実施例 2)

実施例 2 の撚線導体について、図 2 を用いて説明する。図 2 に示されるように、本例の撚線導体 2 は、撚り合わされた複数のアルミニウム系素線 1 (実施例 1 の物) を有している。なお、撚線導体 2 は、図示はしないが、円形圧縮されていてもよい。また、電線 3 は、撚線導体 2 の外周に塩化ビニル樹脂等からなる絶縁体 3 0 を有している。

【 0 0 4 0 】

(実施例 3)

実施例 3 の編組線について、図 3 および図 4 を用いて説明する。図 3 および図 4 に示されるように、本例の編組線 4 は、編み込まれた複数のアルミニウム系素線 1 (実施例 1 の物) を有している。編組線 4 の形状は、筒状である。なお、図 4 では、各アルミニウム系素線 1 は省略されている。

20

【 0 0 4 1 】

(実施例 4)

実施例 4 のワイヤーハーネスについて、図 5 を用いて説明する。図 5 に示されるように、本例のワイヤーハーネス 5 は、電線 3 (実施例 2 の物) と、電線 3 の外周を覆う保護材 5 1 と、ハーネス端部 5 0 にて保護材 5 1 より露出した電線 3 に接続されたコネクタ 5 2 と、保護材 5 1 の端部とコネクタ 5 2 の端部とに固定され、保護材 5 1 より露出した電線 3 の外周を覆う編組線 4 (実施例 3 の物) と、を有している。図 5 では、両方のハーネス端部 5 0 が編組線 4 で覆われている例が示されている。また、保護材 5 1 は、具体的には、金属製パイプである。

30

【 0 0 4 2 】

本例では、一方のハーネス端部 5 0 側のコネクタ 5 2 は、第 1 の振動部位 6 である自動車のエンジンに接続される。また、他方のハーネス端部 5 0 側のコネクタ 5 2 は、第 2 の振動部位 7 である自動車のバッテリーに接続される。なお、本例のワイヤーハーネス 5 は、自動車の室外に配策される床下用のワイヤーハーネスである。また、編組線 4 は、リング部材 5 4 を加締めることによって保護材 5 1 の端部に固定されている。また、編組線 4 は、バンド部材 5 5 により締め付けることによってコネクタ 5 2 の端部に固定されている。

40

【 0 0 4 3 】

以下、アルミニウム系素線の試料を作製し、評価を行った。その実験例について説明する。

< 実験例 1 >

(外層のピンホール割合と外層の厚みとの関係)

素線軸に垂直な断面で見て、素線の外形が円形状であるアルミニウム合金からなる A 1 合金線 (直径 0 . 2 6 mm) を準備した。アルミニウム合金は、質量 % で、M g を 0 . 1 % 以上、1 . 5 % 以下、S i を 0 . 0 3 % 以上 2 . 0 % 以下、C u を 0 . 0 5 % 以上 0 . 5 % 以下含有し、残部が A 1 及び不可避免的不純物からなり、M g および S i の質量比 M g

50

/ Si が 0.8 以上 3.5 以下である化学組成を有している。

【0044】

次いで、Al 合金線の外周面にダブルジケート処理を施し、厚み 0.4 μm の Zn 層からなる内層を形成した。次いで、この内層の外周面に、リフロー Sn めっきを施し、所定の厚みの Sn 層を形成した。本例では、めっき時間を変更することで、Sn 層の厚みを、2 μm 、4 μm 、または、6 μm とした。以上により、外層の厚みが異なる三種類のアルミニウム系素線を作製した。

【0045】

次いで、図 6 に示す試験装置を用い、上述した方法により、三種類のアルミニウム系素線における外層のピンホール割合を求めた。図 6 において、符号 90 は、濃度 1 重量 % の NaCl 水溶液（液温 35 ）である。符号 91 は、サンプルである。符号 92 は、参照極である。符号 93 は、参照極の対極である。符号 94 は、ポテンショスタットである。

10

【0046】

上記実験により、図 7 に示されるような、外層の厚みと外層のピンホール割合との関係を得た。図 7 によれば、外層の厚みを 3.2 μm 以上に厚膜化することにより、外層のピンホール割合を 4 % 以下としやすくなることがわかる。また、外層の厚みを 3.5 μm 以上に厚膜化することにより、外層のピンホール割合を 3.5 % 以下としやすくなることがわかる。また、外層の厚みを 4 μm 以上に厚膜化することにより、外層のピンホール割合を 3 % 以下としやすくなることがわかる。

20

【0047】

< 実験例 2 >

実験例 1 とほぼ同様にして、表 1 に示される内層および外層の構成を有する試料 1 ~ 試料 8 のアルミニウム系編組線を作製した。

【0048】

（塩水噴霧試験）

試料 1 を 120 で 1000 時間放置した。次いで、この試料 1 に、5 重量 % NaCl 水（液温 35 ）を 96 時間噴霧した。次いで、この試料 1 を、85 、90 % RH の高温高湿条件下で 96 時間放置した。上記塩水噴霧試験後の試料 1 の腐食状態をマイクロスコブを用いて観察した。その結果、試料 1 は、塩水による腐食が発生し、腐食抑制効果がなかった。この試料 1 の腐食状態を「C」とする。次いで、上記と同様に、試料 2 ~ 試料 8 について、塩水噴霧試験を実施した。試料 1 と比べて塩水による腐食が抑制されており、外層全体に占めるピンホール割合が 1 % 以下であった場合を「A+」とした。試料 1 と比べて塩水による腐食が抑制されており、外層全体に占めるピンホール割合が 1 % 超 3 % 以下であった場合を「A」とした。試料 1 と比べて塩水による腐食が抑制されており、外層全体に占めるピンホール割合が 3 % 超 5 % 以下であった場合を「B+」とした。試料 1 と比べて塩水による腐食が抑制されており、外層全体に占めるピンホール割合が 5 % 超 10 % 以下であった場合を「B」とした。なお、「B」は、塩水による腐食が許容範囲内で生じたものの、腐食抑制効果が少なからずあったといえる場合である。以上の結果をまとめて表 1 に示す。

30

【0049】

40

【表 1】

[表1]	アルミニウム系素線	試験1	試験2	試験3	試験4	試験5	試験6	試験7	試験8
		2	2	2	3.2	3.5	4	4	6
		11	7	7	4	3.5	3	3	1
		0.2 シングル ジACKET	0.3 ダブル ジACKET	0.4 ダブル ジACKET	0.3 ダブル ジACKET	0.4 ダブル ジACKET	0.2 シングル ジACKET	0.4 ダブル ジACKET	0.4 ダブル ジACKET
外層	厚み(μm)								
	ピンホール割合(%)								
内層	厚み(μm)								
	形成条件								
評価	塩水噴霧試験	C	B	B	B+	B+	A	A	A+

【0050】

表1によれば、上記アルミニウム系素線において、外層におけるピンホール割合が特定の範囲に規制されている場合には、外層のピンホール、内層に含まれるピンホールを通り抜けた塩水によって、SnとAlとの間で異種金属間接触による腐食が発生し難くなることがわかる。つまり、この場合には、内層にピンホールがあっても、外層のピンホール数の低減により、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成される素線本体部の腐食を抑制することができることがわかる。また、上記アルミニウム系素線において、内層の厚みが特定の範囲とされている場合には、外層にピンホールがあっても、内層の厚膜化により、外層のピンホールを通じて侵入した塩水によって、SnとAlとの間で異種金属間接触による腐食が発生し難くなることがわかる。よって、この場合も、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成される素線本体部の腐食を抑制することができる。そして、上記アルミニウム系素線において、外層におけるピンホール割合が

10

20

30

40

50

特定の範囲に規制されており、かつ、内層の厚みが特定の範囲とされている場合には、上述した両方の効果により、アルミニウム線またはアルミニウム合金線より構成される素線本体部の腐食を抑制しやすくなることがわかる。

【 0 0 5 1 】

以上、本発明の実施例について詳細に説明したが、本発明は上記実施例、実験例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を損なわない範囲内で種々の変更が可能である。

【 符号の説明 】

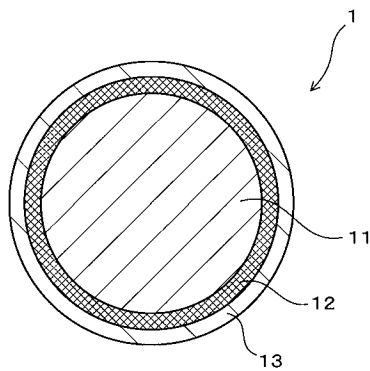
【 0 0 5 2 】

- 1 アルミニウム系素線
- 1 1 素線本体部
- 1 2 内層
- 1 3 外層
- 2 撚線導体
- 4 編組線
- 5 ワイヤーハーネス

10

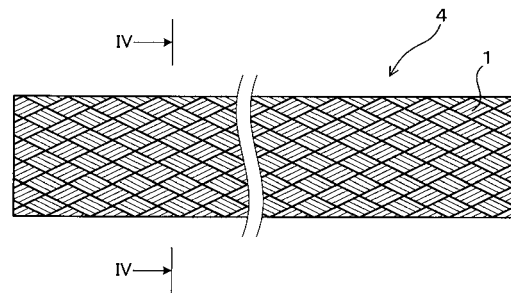
【 図 1 】

(図1)



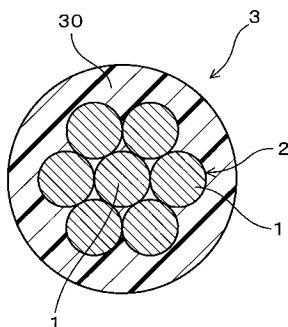
【 図 3 】

(図3)

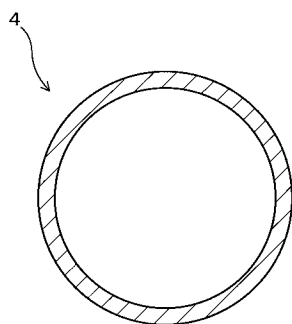


【 図 2 】

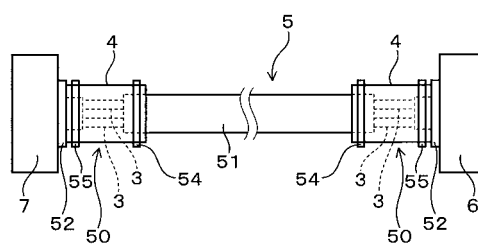
(図2)



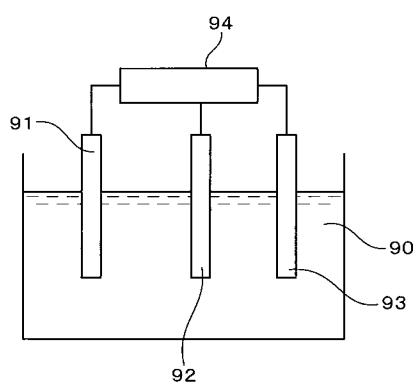
(图 4)



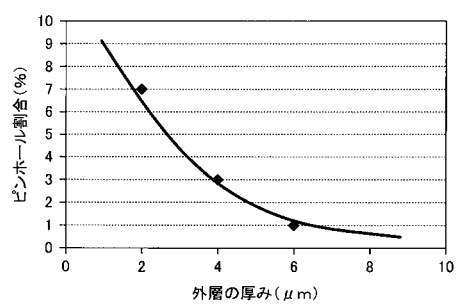
(圖 5)



(圖 6)



(图 7)



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 B 7/04 (2006.01)	H 0 1 B 7/18 D	
B 6 0 R 16/02 (2006.01)	H 0 1 B 7/00 3 0 6	
	H 0 1 B 7/04	
	B 6 0 R 16/02 6 2 0 Z	

F ターム(参考) 5G307 BA02 BB03 BC06 BC07 CA02 CB01 EA01 EC03 EF10
5G309 AA09 FA04 FA05
5G311 AC05 AD03
5G313 AA10 AB05 AC09 AC12 AD06 AE08