

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4000729号
(P4000729)

(45) 発行日 平成19年10月31日(2007.10.31)

(24) 登録日 平成19年8月24日(2007.8.24)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 B	5/02	(2006.01)	HO 1 B	5/02	A
HO 1 B	11/18	(2006.01)	HO 1 B	11/18	Z
HO 1 B	13/016	(2006.01)	HO 1 B	13/00	5 5 3 Z

請求項の数 8 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-356155 (22) 出願日 平成11年12月15日(1999.12.15) (65) 公開番号 特開2001-176332(P2001-176332A) (43) 公開日 平成13年6月29日(2001.6.29) 審査請求日 平成16年10月15日(2004.10.15)</p>	<p>(73) 特許権者 000005120 日立電線株式会社 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 (74) 代理人 100068021 弁理士 絹谷 信雄 (72) 発明者 青山 正義 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社 パワーシステム研究所内 (72) 発明者 田村 幸一 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社 パワーシステム研究所内 (72) 発明者 市川 貴朗 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社 パワーシステム研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 同軸ケーブル及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

単線からなる心材と、該心材の外周に形成された、Au、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金のいずれかからなる耐食層とからなる心線と、該心線の外周を覆っている樹脂層と、該樹脂層の外周を覆っている外部導体と、該外部導体の外周を覆っているジャケット層とを備える同軸ケーブルであって、

前記心材は、3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなり、

前記心線の引張強度が890MPa以上であり、かつ、前記耐食層の層厚が0.5μm以上3μm以下であることを特徴とする同軸ケーブル。

【請求項2】

単線からなる心材と、該心材の外周に形成されたCu又はCu合金の金属被覆層と、その金属被覆層の外周に形成された、Au、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金のいずれかからなる耐食層とからなる心線と、該心線の外周を覆っている樹脂層と、該樹脂層の外周を覆っている外部導体と、該外部導体の外周を覆っているジャケット層とを備える同軸ケーブルであって、

前記心材は、3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%

ss%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなり、

前記心線の引張強度が890MPa以上であり、かつ、前記耐食層の層厚が0.5μm以上3μm以下であることを特徴とする同軸ケーブル。

【請求項3】

3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなる線材に減面加工を施し、

その減面加工の中間時又は減面加工終了後、線材の外周にAu、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金の耐食層を0.5μm以上3μm以下の層厚でメッキすることで心線を形成し、

該心線の外周に樹脂層を形成し、該樹脂層の外周に複数本の線材を長手方向に配列して外部導体を形成し、該外部導体の外周にジャケット層を形成する

ことを特徴とする同軸ケーブルの製造方法。

【請求項4】

Cu又はCu合金の金属被覆層を最外層に備え、かつ3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなる線材を形成した後、その線材に減面加工を施し、その減面加工の中間時又は減面加工終了後、線材の外周にAu、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金の耐食層を0.5μm以上3μm以下の層厚でメッキすることで心線を形成し、

該心線の外周に樹脂層を形成し、該樹脂層の外周に複数本の線材を長手方向に配列して外部導体を形成し、該外部導体の外周にジャケット層を形成する

ことを特徴とする同軸ケーブルの製造方法。

【請求項5】

3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなる線材に減面加工を施し、その減面加工の中間時、線材の外周にCu又はCu合金の金属被覆層を形成し、金属被覆層形成後又は減面加工終了後、金属被覆層の外周にAu、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金の耐食層を0.5μm以上3μm以下の層厚でメッキすることで心線を形成し、

該心線の外周に樹脂層を形成し、該樹脂層の外周に複数本の線材を長手方向に配列して外部導体を形成し、該外部導体の外周にジャケット層を形成する

ことを特徴とする同軸ケーブルの製造方法。

【請求項6】

3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなる線材に減面加工を施し、減面加工終了後、線材の外周にCu又はCu合金の金属被覆層を形成し、金属被覆層形成後、金属被覆層の外周にAu、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金の耐食層を0.5μm以上3μm以下の層厚でメッキすることで心線を形成し、

該心線の外周に樹脂層を形成し、該樹脂層の外周に複数本の線材を長手方向に配列して外部導体を形成し、該外部導体の外周にジャケット層を形成する

ことを特徴とする同軸ケーブルの製造方法。

【請求項7】

上記Au、Sn、又はハンダの耐食層を、電気メッキ法または溶融メッキ法で形成する

10

20

30

40

50

請求項 3 乃至請求項 6 いずれかに記載の同軸ケーブルの製造方法。

【請求項 8】

上記 Ag 又は Ni の耐食層を、電気メッキ法で形成する請求項 3 乃至請求項 6 いずれかに記載の同軸ケーブルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複合導体及びその製造方法並びにそれを用いたケーブルに係り、特に、細径同軸ケーブルの心線及び/又は外部導体に用いる複合導体及びその製造方法に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

導体サイズ 36 AWG (7 本撚線) 以下の細径同軸ケーブルは、医療用プローブケーブル、カテーテル内挿入ケーブル、LCD ハーネス用ケーブル等に用いられている。従来、これらの同軸ケーブルには、50 μm 以下の Cu 又は Cu 合金の撚線導体を心線としたものが用いられてきた。

【0003】

しかし、近年、医療用プローブケーブルについてはケーブルの多心化のニーズが、カテーテル内挿入ケーブルについては細径化のニーズが、および LCD ハーネス用ケーブルについては心線の単線化のニーズが高まっている。つまり、これらのケーブルにおいては、より細径で、かつ、強度および屈曲特性に優れた線材が求められており、細径化や経済性を考慮すると、心線としては、撚線材よりも単線材の方が好ましい。よって、屈曲寿命が短く、強度および導電率も十分でない従来の心線材料である Cu 合金からなる撚線材に代わって、強度および耐屈曲性が良好な合金材 (合金線材) からなる単線材が望まれている。

20

【0004】

従来の高強度の合金線材として、Cu マトリックス中に、Nb、Fe、又は Ag 等の金属が繊維状に分散した銅 - 金属繊維導体 (Cu-Nb 系合金、Cu-Nb-Cr 系合金、Cu-Nb-Zr 系合金、Cu-Ta 系合金、Cu-Fe 系合金、Cu-Ag 系合金、Cu-Cr 系合金) が挙げられる。この銅 - 金属繊維導体の内、特に Cu-Nb 系合金、Cu-Fe 系合金、又は Cu-Ag 系合金は、導電性、加工性、および強度が良好であることが知られている。

30

【0005】

また、従来の高強度・耐屈曲性の合金線材として、この銅 - 金属繊維導体の内、Cu-Nb 系合金、Cu-Fe 系合金、又は Cu-Ag 系合金で心材を形成し、その心材の外周を Cu 及び不可避不純物からなる金属層で被覆したものが、導電性、加工性、強度、および耐屈曲性が良好な複合線として挙げられる (特開平 6 - 290639 号公報等参照)。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、銅 - 金属繊維導体は、金属繊維が導体表面に露出しており、二種類の金属が互いに接しているため、水分または電解質が存在すると、異種金属の接触電位差により腐食が起こり易く、耐食性に問題があった。

40

【0007】

複合線においては、銅 - 金属繊維導体の表面を Cu 被覆層で被覆し、異種金属の接触電位差により腐食を防止しているが、Cu 被覆層をそのままの状態で大気中で使用すると酸化により変色してしまう。この変色が進行すると酸化銅被膜が成長し、複合線の耐食信頼性が低下するという問題がある。このため、複合線においては、環境対応の変色酸化防止のための工夫が望まれており、一般に、Cu 線の耐食性向上のため、Cu 線の表面に、ペンゾトリアゾールを塗布したり、Sn メッキ、Ag メッキ等を施すといったことが行われている。しかし、複合線を細径同軸ケーブル等の用途に用いる場合、メッキ層の層厚が薄いと、Cu が部分的に露出し、耐食信頼性が低下してしまうという問題があった。

50

【0008】

また、細径同軸ケーブルに用いられる合金線材は、強度、耐屈曲性、および耐食性が良好であると共に、使用方法の上で、接続性に優れていることも要求される。ここで、接続性の中でも、ハンダ付け等により高温接合する際の信頼性（耐熱性）が重要な因子となっている。

【0009】

さらに、これらの用途に用いられる合金線材は、可能な限り細径であること、および製造が容易であること、即ち長い伸線材を得ることができる等といった製造性が良好であることも要求される。よって、加工性（特に伸線性）が良好である必要がある。

【0010】

そこで本発明は、上記課題を解決し、強度、耐屈曲性、および耐食性が良好な複合導体及びその製造方法並びにそれを用いたケーブルを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために請求項1の発明は、単線からなる心材と、該心材の外周に形成された、Au、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金のいずれかからなる耐食層とからなる心線と、該心線の外周を覆っている樹脂層と、該樹脂層の外周を覆っている外部導体と、該外部導体の外周を覆っているジャケット層とを備える同軸ケーブルであって、前記心材は、3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなり、前記心線の引張強度が890MPa以上であり、かつ、前記耐食層の層厚が0.5μm以上3μm以下であるものである。

【0012】

請求項2の発明は、単線からなる心材と、該心材の外周に形成されたCu又はCu合金の金属被覆層と、その金属被覆層の外周に形成された、Au、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金のいずれかからなる耐食層とからなる心線と、該心線の外周を覆っている樹脂層と、該樹脂層の外周を覆っている外部導体と、該外部導体の外周を覆っているジャケット層とを備える同軸ケーブルであって、前記心材は、3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなり、前記心線の引張強度が890MPa以上であり、かつ、前記耐食層の層厚が0.5μm以上3μm以下であるものである。

【0013】

請求項3の発明は、3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなる線材に減面加工を施し、その減面加工の中間時又は減面加工終了後、線材の外周にAu、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金の耐食層を0.5μm以上3μm以下の層厚でメッキすることで心線を形成し、該心線の外周に樹脂層を形成し、該樹脂層の外周に複数本の線材を長手方向に配列して外部導体を形成し、該外部導体の外周にジャケット層を形成するものである。

【0014】

請求項4の発明は、Cu又はCu合金の金属被覆層を最外層に備え、かつ3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維導体からなる線材を形成した後、その線材に減面加工を施し、その減面加工の中間時又は減面加工終了後、線材の外周にAu、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金の耐食層

10

20

30

40

50

を $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $3 \mu\text{m}$ 以下の層厚でメッキすることで心線を形成し、該心線の外周に樹脂層を形成し、該樹脂層の外周に複数本の線材を長手方向に配列して外部導体を形成し、該外部導体の外周にジャケット層を形成するものである。

【0015】

請求項5の発明は、3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維 10
導体からなる線材に減面加工を施し、その減面加工の中間時、線材の外周にCu又はCu合金の金属被覆層を形成し、金属被覆層形成後又は減面加工終了後、金属被覆層の外周にAu、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金の耐
食層を0.5μm以上3μm以下の層厚でメッキすることで心線を形成し、該心線の外周に樹脂層を形成し、該樹脂層の外周に複数本の線材を長手方向に配列して外部導体を形成し、該外部導体の外周にジャケット層を形成するものである。

【0016】

以上の構成によれば、最外層に、Au、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金からなり、層厚が $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $3 \mu\text{m}$ 以下の耐食層を有しているため、耐食性が良好である。

【0017】

請求項6の発明は、3～35mass%のNbを含有するCu-Nb系合金又は2～20mass%のAgを含有するCu-Ag系合金のいずれかから選択される銅-金属繊維 20
導体からなる線材に減面加工を施し、減面加工終了後、線材の外周にCu又はCu合金の金属被覆層を形成し、金属被覆層形成後、金属被覆層の外周にAu、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金の耐食層を0.5μm以上3μm以下の層厚でメッキすることで心線を形成し、該心線の外周に樹脂層を形成し、該樹脂層の外周に複数本の線材を長手方向に配列して外部導体を形成し、該外部導体の外周にジャケット層を形成するものである。

【0018】

請求項7の発明は、上記Au、Sn、又はハンダの耐食層を、電気メッキ法または溶融メッキ法で形成する請求項3乃至請求項6いずれかに記載の同軸ケーブルの製造方法である。 30

【0019】

請求項8の発明は、上記Ag又はNiの耐食層を、電気メッキ法で形成する請求項3乃至請求項6いずれかに記載の同軸ケーブルの製造方法である。

【0020】

以上の方法によれば、既存の設備を大幅に更新することなく、最外層にAu、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金の耐食層を形成することができる。 40

【0021】

以上の構成によれば、複合導体の単線材で、心線、又は心線と外部導体を形成しているため、ケーブル端末同士のハンダ付け性などの接続性が良好である。

【0022】

上記数値範囲の限定理由を以下に述べる。

【0023】

耐食性の層厚を $0.5 \mu\text{m}$ 以上としたのは、層厚が $0.5 \mu\text{m}$ 未満だと、複合導体の耐食性が十分でないためである。

【0024】

Cu-Nb系合金のNb含有量を3～35mass%としたのは、Nb含有量が3ma 50

ss%未満だと、屈曲寿命が劣るためであり、Nb含有量が35mass%よりも多いと、伸線時に断線が生じ易いためである。

【0025】

Cu-Ag系合金のAg含有量を2~20mass%としたのは、Ag含有量が2mass%未満だと、屈曲寿命が劣るためであり、Ag含有量が20mass%よりも多いと、伸線時に断線が生じ易いと共に、非常に高価なものになってしまうためである。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適一実施の形態を添付図面に基いて説明する。

【0027】

本発明者らは、耐屈曲性に優れ、かつ、耐食性および接続性に優れた複合導体を得るべく、心材を構成する銅-金属繊維導体の表面を、単相の金属または合金で被覆した。ここで、被覆層の構成材は、複合導体同士の端末接続の際に害を与えないものを選択した。

【0028】

本発明の第1の実施の形態の複合導体の横断面図を図1に示す。

【0029】

図1に示すように、本発明の複合導体1は、銅-金属繊維導体からなる心材2の外周に、Au(Ag、Sn、Ni、又はハンダでも良い)からなり、層厚が0.5μm以上の耐食層3を形成したものである。

【0030】

心材2を構成する銅-金属繊維導体としては、Cu-Nb系合金、Cu-Ag系合金、又はCu-Fe系合金が挙げられる。ここで、Cu-Nb系合金の場合はNb含有量が3~35mass%のものが、また、Cu-Ag系合金の場合はAg含有量が2~20mass%のものが、心材2の構成材として用いられる。

【0031】

耐食層3の層厚の上限は特に限定するものではないが、複合導体1の細径化を図る観点から、10μm以下が好ましい。

【0032】

また、耐食層3の構成金属(又は合金)の1つであるハンダは、環境面(特に、製造従事者の環境面)への配慮から、Pbフリーであることが望ましい。

【0033】

さらに、耐食層3の構成金属(又は合金)としては、上述した金属(又は合金)の他に、Zn、Pd、Sn-Ni合金、Ni-Co合金、Ni-P合金、Ni-Co-P合金、Cu-Zn合金、Sn-Bi合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金、又はSn-Zn合金等が挙げられる。

【0034】

また更に、耐食層3は、前述した金属(又は合金)の単層構造に限定するものではなく、複層構造、例えば、Ni下地層の上にPdメッキ層を形成した(又はNiPメッキ下地層の上にAgメッキ層を形成した)二層構造、Ni下地層の上に、順にPd層、Auメッキ層を形成した三層構造であってもよい。

【0035】

本発明の複合導体1によれば、銅-金属繊維導体からなる心材2の外周に、Au、Ag、Sn、Ni、又はハンダからなり、層厚が0.5μm以上の耐食層3を形成しているため、前述した従来の複合線と比較して、導電性、加工性、強度、および耐屈曲性は同等のまま、耐食性を大幅に向上させることができる。

【0036】

また、耐食層3を構成するAu、Ag、Sn、Ni、又はハンダは、複合導体1同士の端末をハンダ付けなどで接続する際に、接続を阻害するおそれがなく、良好な接続性を有している。

【0037】

さらに、本発明の複合導体1は、高強度で、かつ、耐屈曲性が高いため、単線材として

10

20

30

40

50

用いることができる。

【0038】

また更に、本発明の複合導体1は、高強度で、耐屈曲性が高く、かつ、耐食性が良好であるため、信頼性に優れている。

【0039】

次に、本発明の複合導体1の製造方法を説明する。

【0040】

先ず、心材2として、銅-金属繊維導体(例えば、Cu-20mass%Nb)からなる線材を形成し、この線材に1次減面加工を施す。

【0041】

その後、線材にメッキを施し、Au(Ag、Sn、Ni、又はハンダ)の耐食層3を所定の厚さで形成する。

【0042】

最後に、メッキ後の線材に2次減面加工を施し、本発明の複合導体1を得る。このようにして得られた複合導体1よりも更に長尺のものを得たい場合は、初期の線材の重量(太さ及び長さ)を大きくすればよい。これにより、必要な長さの複合導体1が得られる。

【0043】

1次減面加工および2次減面加工としては特に限定するものではなく、ドローパーチによる冷間引抜き加工及び伸線加工、熱間引抜き加工等が挙げられる。

【0044】

耐食層3の形成方法としては、電解メッキ法、無電解メッキ法、溶融メッキ法などが挙げられる。特に、Au(Sn又はハンダ)の耐食層3を形成する場合は、電気メッキ法または溶融メッキ法が用いられ、Ag(又はNi)の耐食層3を形成する場合は、電気メッキ法が用いられる。

【0045】

複合導体1同士の端末接続法としては、YAGレーザおよびCO₂レーザによる溶接法、レーザによるハンダ付け、赤外線や光によるハンダ付け、又は熱ツールによるハンダ付け等が挙げられる。

【0046】

本発明の複合導体1の製造方法によれば、既存の設備を大幅に更新することなく、最外層にAu、Ag、Sn、Ni、又はハンダからなる耐食層3を有した複合導体1を得ることができる。

【0047】

また、1次減面加工と2次減面加工の中間時に耐食層3を形成する本発明の複合導体1の製造方法によれば、複合導体1の生産性が良好となる。

【0048】

尚、本発明においては、1次減面加工と2次減面加工の中間時に耐食層3を形成する場合について説明しているが、耐食層3の形成は、2次減面加工が終了した後であってもよい。この方法の場合、従来の複合線に対しても適用することが可能となる。

【0049】

また、本発明においては、減面加工が2工程からなる場合について説明しているが、3工程以上であってもよい。

【0050】

次に、本発明の第2の実施の形態の複合導体を添付図面に基いて説明する。

【0051】

第2の実施の形態の複合導体の横断面図を図2に示す。尚、図1と同様の部材には同じ符号を付している。

【0052】

図2に示すように、本実施の形態の複合導体11は、銅-金属繊維導体からなる心材2の外周にCu又はCu合金の被覆層(金属被覆層)10を形成し、その被覆層10の外周

10

20

30

40

50

に、Au (Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni 合金、Ni-Co 合金、Ni-P合金、Ni-Co-P 合金、Cu-Zn 合金、Sn-Bi 合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu 合金、又はSn-Zn 合金でもよい) からなり、層厚が0.5 μm以上の耐食層13を形成したものである。

【0053】

耐食層13および被覆層10のそれぞれの層厚は特に限定するものではないが、複合導体11の細径化を図る観点から、耐食層13および被覆層10を合わせた層厚を10 μm以下にすることが好ましく、特に耐食層13の層厚を1~3 μm、被覆層10の層厚を2~5 μmとすることが好ましい。

【0054】

本実施の形態の複合導体11によれば、図2に示すように被覆層10の上に耐食層13を形成しているため、耐食層13の層厚を、図1に示した耐食層3の層厚よりも薄くすることができ、本発明の複合導体1と比較して、製造コストを低減することができる。

10

【0055】

次に、図2に示した複合導体11の製造方法を説明する。

【0056】

まず、銅-金属繊維導体(例えば、Cu-20 mass% Nb)からなるロッドを形成する。このロッドをCu(又はCu合金)管内に挿入してピレットを形成した後、ピレットに熱間押し加工を施し、外周にCu(又はCu合金)の被覆層10を有する線材を形成する。その後、線材に1次減面加工を施す。

【0057】

次に、1次減面加工後の線材にメッキを施し、Au (Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni 合金、Ni-Co 合金、Ni-P合金、Ni-Co-P 合金、Cu-Zn 合金、Sn-Bi 合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu 合金、又はSn-Zn 合金でもよい)の耐食層13を所定の厚さで形成する。

20

【0058】

最後に、メッキ後の線材に2次減面加工を施し、本実施の形態の複合導体11を得る。このようにして得られた複合導体11よりも更に長尺のものを得たい場合は、初期のロッドの重量(太さ及び長さ)を大きくすればよい。これにより、必要な長さの複合導体を得られる。

【0059】

尚、本実施の形態においては、1次減面加工と2次減面加工の中間時に耐食層13を形成する場合について説明しているが、耐食層13の形成は、2次減面加工が終了した後であってもよい。

30

【0060】

次に、図2に示した複合導体11の他の製造方法を説明する。

【0061】

まず、図1に示した複合導体1の製造方法と同様にして線材を形成し、この線材に1次減面加工を施す。

【0062】

次に、1次減面加工後の線材にCu(又はCu合金)メッキを施し、被覆層10を所定の厚さで形成する。Cu(又はCu合金)メッキ後、線材に2次減面加工を施す。

40

【0063】

次に、2次減面加工後の線材にAu (Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni 合金、Ni-Co 合金、Ni-P合金、Ni-Co-P 合金、Cu-Zn 合金、Sn-Bi 合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu 合金、又はSn-Zn 合金でもよい)メッキを施し、耐食層13を所定の厚さで形成し、本実施の形態の複合導体11を得る。このようにして得られた複合導体11よりも更に長尺のものを得たい場合は、初期の線材の重量(太さ及び長さ)を大きくすればよい。これにより、必要な長さの複合導体を得られる。

【0064】

尚、本実施の形態においては、1次減面加工と2次減面加工の中間時に被覆層10をメ

50

ッキ形成する場合について説明しているが、被覆層10の形成は、2次減面加工が終了した後であってもよい。また、本実施の形態においては、2次減面加工後に耐食層13をメッキ形成する場合について説明しているが、耐食層13の形成は、2次減面加工前であってもよい。

【0065】

上記2つの複合導体11の製造方法においても、本発明の複合導体1の製造方法と同様の作用効果を奏することは言うまでもない。

【0066】

次に、本発明の複合導体1を用いたケーブルについて説明する。

【0067】

本発明の複合導体1を用いたケーブル21の横断面図を図3に示す。

【0068】

図3に示すように、本発明の複合導体1を用いたケーブル21は、図1に示した複合導体1からなる単線材を心線22とし、その心線22の外周に樹脂層23を形成し、その樹脂層23の外周に、複数本(図3中では15本)の線材24を長手方向に配列して外部導体25を形成し、その外部導体25の外周にジャケット層26を形成してなるものである。

【0069】

次に、第3の実施の形態の複合導体11を用いたケーブルについて説明する。

【0070】

図3に示すように、第3の実施の形態の複合導体11を用いたケーブル31は、図2に示した複合導体11からなる単線材を心線32とし、その心線32の外周に樹脂層33を形成し、その樹脂層33の外周に、複数本(図3中では15本)の線材34を長手方向に配列して外部導体35を形成し、その外部導体35の外周にジャケット層36を形成してなるものである。

【0071】

心線22, 32の直径としては、特に限定するものではないが、0.04mm以上が好ましく、特に0.06mm前後が望ましい。

【0072】

樹脂層23, 33の構成材としては、充実フッ素樹脂などが挙げられる。また、樹脂層23, 33の層厚は、特に限定するものではないが、40~80μmが好ましく、特に60μm前後が望ましい。

【0073】

線材24, 34の構成材としては、図1, 図2に示した複合導体1, 11の他に、Cu合金(例えば、Cu-0.15mass%Sn合金)などが挙げられる。また、線材24, 34の直径は、特に限定するものではないが、複合導体1, 11の場合、0.02~0.06mmが好ましく、特に0.04mm前後が望ましく、また、Cu合金の場合、0.01~0.04mmが好ましく、特に0.025mm前後が望ましい。

【0074】

ジャケット層26, 36の構成材としては、フッ素樹脂、ポリエチレンテレフタレート(以下、PETと示す)などが挙げられる。また、ジャケット層26, 36の層厚は、特に限定するものではないが、フッ素樹脂の場合、20~60μmが好ましく、特に40μm前後が望ましく、また、PETの場合、10~40μmが好ましく、特に20μm前後が望ましい。

【0075】

ケーブル21, 31によれば、本発明の複合導体1又は複合導体11の単線材で心線22, 32を形成しているため、撚線材を心線として用いていた従来のケーブルと比較して、耐屈曲性を大きく低下させることなく、端末接続性が良好となる。

【0076】

また、心線22, 32が単線材であるため、撚線工程を必要とせず、結果として、製造

10

20

30

40

50

コストの低減を図ることができると共に、製造工程省略によるケーブルの信頼性向上を図ることができる。

【0077】

【実施例】

(実施例1)

C a O ルツボを用いた真空高周波溶解法により、32mmで、かつ、Cu - 20 mass % Nb からなる銅 - 金属繊維導体ロッドを形成する。このロッドに面削加工を施して 25mmに形成した後、内径25mm、外径28mmのCu管内に挿入し、ピレットを形成する。

【0078】

次に、ピレットを400に加熱した後、液圧押し出し法で熱間押し出しを行い、8mmの複合材を形成する。この複合材に、ドロベンチによる冷間引抜き加工及び伸線加工を施し、0.16mmに形成する。その後、この線材に電気メッキ法を用いてAgメッキを施し、外周にAg耐食層を形成する。

【0079】

最後に、Agメッキ後の線材に冷間伸線加工を施し、層厚1μmのAg耐食層を有する0.1mmの複合導体を作製する。

【0080】

(比較例1)

実施例1と同様にして複合材を形成し、この複合材に、ドロベンチによる冷間引抜き加工及び伸線加工を施し、0.1mmの線材を作製する。

【0081】

実施例1の複合導体および比較例1の線材について、強度、耐屈曲性、耐食性、および接続性の評価を行った。

【0082】

ここで、耐屈曲性は、曲げ歪み1%で屈曲試験を行った場合における破断屈曲回数(屈曲寿命)により評価した。

【0083】

屈曲試験を行うためのベンディングヘッド41は、図4(a)に示すように、一对のリング42a, 42bとクランプ44とを有しており、このリング42a, 42b間に所定の長さの複合導体(又は線材)43が挟まれている。複合導体43の一端はクランプ44で固定されていると共に、他端には所定の重量のロード45が重りとして固定される。ベンディングヘッド41はニップ点を回動中心点とし、図示しない駆動手段により、右回り又は左回りに90°回転する。

【0084】

屈曲試験は、ベンディングヘッド41を右回りに90°回転させて図4(a)の状態から図4(b)の状態にし、複合導体43に一方向(図4中では右方向)への曲げを付与した後、ベンディングヘッド41を左回りに90°回転させて図4(a)の状態に戻すことで、一方向への屈曲工程が終了する。その後、ベンディングヘッド41を左回りに90°回転させて図4(a)の状態から図4(c)の状態にし、複合導体43に他方向(図4中では左方向)への曲げを付与した後、ベンディングヘッド41を右回りに90°回転させて図4(a)の状態に戻すことで、他方向への屈曲工程が終了する。この屈曲工程を交互に繰り返し行くと、ある時点で複合導体43が破断する。この破断時迄の屈曲回数を屈曲寿命とする。

【0085】

実施例1の複合導体は、導電率が50% I A C Sで使用可能領域にあり、引張強さが1,350M P a、屈曲寿命は28,500回であり、強度および耐屈曲性に優れていた。

【0086】

耐食試験における温度履歴のプロファイルを図5に示す。

【0087】

10

20

30

40

50

図5に示すように、4時間かけて23 から65 に昇温した後、5時間保持を行い、その後、4時間かけて65 から23 に降温した後、1時間保持を行い、その後、2時間かけて23 から-10 に降温した後、5時間保持を行い、その後、2時間かけて-10 から23 に昇温した後、1時間保持を行うという温度履歴を1サイクルとし、複合導体に、湿度90%の雰囲気下×10サイクルの耐食試験を行った。その後、耐食試験後における複合導体および線材の変色状況について評価を行った。

【0088】

その結果、比較例1の線材は、耐食層を有していないため、線材表面が著しく変色していたのに対して、Ag耐食層を有する実施例1の複合導体においては、変色が観察されなかった。

10

【0089】

接続性の評価としてハンダ付け性の試験を行った。ここで、ハンダとしては、PbフリーのSn100%のものを用い、また、ハンダ付け法としては、光ハンダ付けを用いた。

【0090】

その結果、実施例1の複合導体においては、ハンダ付けの際にハンダの濡れ不良はなかった。また、実施例1の複合導体は単線材であるため、狭ピッチのハンダ付けを行ってもハンダブリッジなどが生じることはなかった。すなわち、実施例1の複合導体は良好な接続性を有していた。

【0091】

よって、本発明の複合導体である実施例1の複合導体は、耐屈曲性と耐食性を合わせ持ち、優れた信頼性を有していると共に、接続性も良好であった。

20

【0092】

(実施例2-1)

先ず、実施例1と同様にして、Cu-5mass%Nbの銅-金属繊維導体からなるロッドを形成する。その後、液圧押出し法で熱間押出しを行う。

【0093】

次に、熱間押出し後の8mmの線材に冷間伸線加工を施し、0.1mmの線材を形成する。その後、この線材に電気メッキ法を用いてSnメッキを施し、外周に層厚1μmのSn耐食層を有する複合導体を作製する。

【0094】

(実施例2-2)

Cu-15mass%Nbの銅-金属繊維導体からなるロッドを用いる以外は、実施例2-1と同様にして、複合導体を作製する。

30

【0095】

(実施例2-3)

Cu-20mass%Nbの銅-金属繊維導体からなるロッドを用いる以外は、実施例2-1と同様にして、複合導体を作製する。

【0096】

(実施例2-4)

Cu-25mass%Nbの銅-金属繊維導体からなるロッドを用いる以外は、実施例2-1と同様にして、複合導体を作製する。

40

【0097】

(実施例3)

Cu-20mass%Nbの銅-金属繊維導体からなるロッドを用い、外周に層厚1μmのAg耐食層を形成する以外は、実施例2-1と同様にして、複合導体を作製する。

【0098】

(実施例4)

Cu-20mass%Nbの銅-金属繊維導体からなるロッドを用い、外周に層厚1μmのNi耐食層を形成する以外は、実施例2-1と同様にして、複合導体を作製する。

【0099】

50

(実施例 5 - 1)

まず、Cu - 10 mass% Nb の銅 - 金属繊維導体ロッドを形成する。その後、このロッドをCu管内に挿入した後、ピレットを加熱すると共に、液圧押し出し法で熱間押し出しを行い、複合線材を形成する。

【0100】

次に、複合線材に冷間伸線加工を施し、外周に層厚 $2\ \mu\text{m}$ のCu被覆層を有する $0.1\ \text{mm}$ の線材を形成する。その後、この線材に電気メッキ法を用いてSnメッキを施し、外周に層厚 $1\ \mu\text{m}$ のSn耐食層を有する複合導体を作製する。

【0101】

(実施例 5 - 2)

Cu - 20 mass% Nb の銅 - 金属繊維導体ロッドを用いる以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、複合導体を作製する。

【0102】

(実施例 5 - 3)

Cu - 35 mass% Nb の銅 - 金属繊維導体ロッドを用いる以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、複合導体を作製する。

【0103】

(実施例 6)

Cu - 20 mass% Nb の銅 - 金属繊維導体ロッドを用い、外周に層厚 $1\ \mu\text{m}$ のAg耐食層を形成する以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、複合導体を作製する。

【0104】

(実施例 7)

Cu - 20 mass% Nb の銅 - 金属繊維導体ロッドを用い、外周に層厚 $1\ \mu\text{m}$ のNi耐食層を形成する以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、複合導体を作製する。

【0105】

(実施例 8)

Cu - 20 mass% Nb の銅 - 金属繊維導体ロッドを用い、外周に層厚 $0.5\ \mu\text{m}$ のAu耐食層を形成する以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、複合導体を作製する。

【0106】

(実施例 9)

まず、Cu - 20 mass% Nb の銅 - 金属繊維導体ロッドを形成する。その後、このロッドをCu - 35 mass% Zn管内に挿入した後、ピレットを加熱すると共に、液圧押し出し法で熱間押し出しを行い、複合線材を形成する。

【0107】

次に、複合線材に冷間伸線加工を施し、外周に層厚 $2\ \mu\text{m}$ のCu - Zn被覆層を有する $0.1\ \text{mm}$ の線材を形成する。その後、この線材に電気メッキ法を用いてSnメッキを施し、外周に層厚 $1\ \mu\text{m}$ のSn耐食層を有する複合導体を作製する。

【0108】

(実施例 10 - 1)

まず、縦型真空溶解装置を用いて鋳造を行い、 $10\ \text{mm}$ で、かつ、Cu - 2 mass% Ag からなる銅 - 金属繊維導体荒引線を形成する。

【0109】

次に、この荒引線に、加工度 35% で、 $450\ \times 1.5\ \text{hr}$ の 1 次加熱処理を施す。その後、この線材に、加工度 65% で、 $450\ \times 1.5\ \text{hr}$ の 2 次加熱処理を施す。その後、この線材に、加工度 90% で、 $350\ \times 1\ \text{hr}$ の 3 次加熱処理を施す。

【0110】

次に、この線材に冷間伸線加工を施し、 $0.1\ \text{mm}$ の線材を形成する。その後、この線材に電気メッキ法を用いてCuメッキを施し、外周に層厚 $2\ \mu\text{m}$ のCu被覆層を有する線材を形成する。

【0111】

10

20

30

40

50

最後に、この線材に電気メッキ法を用いてS nメッキを施し、外周に層厚1 μ mのS n耐食層を有する複合導体を作製する。

【0112】

(実施例10-2)

C u - 10 mass% A gの銅 - 金属繊維導体荒引線を用いる以外は、実施例10-1と同様にして、複合導体を作製する。

【0113】

(実施例10-3)

C u - 20 mass% A gの銅 - 金属繊維導体荒引線を用いる以外は、実施例10-1と同様にして、複合導体を作製する。

10

【0114】

(実施例11-1)

線材にA gメッキを施し、外周に層厚1 μ mのA g耐食層を形成する以外は、実施例10-1と同様にして、複合導体を作製する。

【0115】

(実施例11-2)

線材にA gメッキを施し、外周に層厚1 μ mのA g耐食層を形成する以外は、実施例10-2と同様にして、複合導体を作製する。

【0116】

(実施例11-3)

線材にA gメッキを施し、外周に層厚1 μ mのA g耐食層を形成する以外は、実施例10-3と同様にして、複合導体を作製する。

20

【0117】

(実施例12-1)

線材にN iメッキを施し、外周に層厚1 μ mのN i耐食層を形成する以外は、実施例10-1と同様にして、複合導体を作製する。

【0118】

(実施例12-2)

線材にN iメッキを施し、外周に層厚1 μ mのN i耐食層を形成する以外は、実施例10-2と同様にして、複合導体を作製する。

30

【0119】

(実施例12-3)

線材にN iメッキを施し、外周に層厚1 μ mのN i耐食層を形成する以外は、実施例10-3と同様にして、複合導体を作製する。

【0120】

(比較例2)

先ず、C u - 20 mass% N bの銅 - 金属繊維導体ロッドを形成する。その後、このロッドをC u管内に挿入した後、ピレットを加熱すると共に、液圧押出し法で熱間押出しを行い、複合線材を形成する。

【0121】

次に、複合線材に冷間伸線加工を施し、外周に層厚2 μ mのC u被覆層を有する0.1mmの線材を作製する。

40

【0122】

(比較例3)

タフピッチ銅(以下、T P Cと示す)からなる0.1mmの線材を作製する。

【0123】

実施例2~12の複合導体および比較例2, 3の線材の諸元(心材の化学組成、耐食層(又は心材の化学組成、金属被覆層、および耐食層))を表1に示す。

【0124】

【表1】

50

諸元 例	心材の 化学組成	耐食層又は金属被覆層 (μm)	耐食層 (μm)	
2-1	Cu-5mass%Nb	Sn(1)	---	
2-2	Cu-15mass%Nb	Sn(1)	---	
2-3	Cu-20mass%Nb	Sn(1)	---	
2-4	Cu-25mass%Nb	Sn(1)	---	
3	Cu-20mass%Nb	Ag(1)	---	
4	Cu-20mass%Nb	Ni(1)	---	
5-1	Cu-10mass%Nb	Cu(2)	Sn(1)	
5-2	Cu-20mass%Nb	Cu(2)	Sn(1)	
5-3	Cu-35mass%Nb	Cu(2)	Sn(1)	
6	Cu-20mass%Nb	Cu(2)	Ag(1)	
7	Cu-20mass%Nb	Cu(2)	Ni(1)	
8	Cu-20mass%Nb	Cu(2)	Au(1)	
9	Cu-20mass%Nb	Cu-35mass%Zn (2)	Sn(1)	
10-1	Cu-2mass%Ag	Cu(2)	Sn(1)	
10-2	Cu-10mass%Ag	Cu(2)	Sn(1)	
10-3	Cu-20mass%Ag	Cu(2)	Sn(1)	
11-1	Cu-2mass%Ag	Cu(2)	Ag(1)	
11-2	Cu-10mass%Ag	Cu(2)	Ag(1)	
11-3	Cu-20mass%Ag	Cu(2)	Ag(1)	
12-1	Cu-2mass%Ag	Cu(2)	Ni(1)	
12-2	Cu-10mass%Ag	Cu(2)	Ni(1)	
12-3	Cu-20mass%Ag	Cu(2)	Ni(1)	
比較 例	2	Cu-20mass%Nb	Cu(2)	---
	3	Cu(TPC)	---	---

10

20

【0125】

次に、実施例2～12の複合導体および比較例2,3の線材の特性(引張強さ(MPa)、屈曲寿命(回)、耐食性、接続性、および総合評価)を表2に示す。ここで、耐屈曲性の評価は、実施例1の時と同様に行い、比較例2の線材の屈曲寿命の7倍の半分($(1,000 \times 7) \div 2 = 3,500$ (回))を合格とした。また、耐食性および接続性の評価は、実施例1の時と同様に行い、良好なものを○、良くないものを×とした。さらに、総合評価は、優良を○、良くないものを×とした。

30

【0126】

【表2】

例	諸元	引張強さ (MPa)	屈曲寿命		耐食性	接続性	総合 評価	
			(回)	評価				
実	2-1	1,100	9,000	○	○	○	○	
	2-2	1,250	15,000	○	○	○	○	
	2-3	1,320	17,500	○	○	○	○	
	2-4	1,410	29,000	○	○	○	○	
	3	1,310	17,900	○	○	○	○	
	4	1,330	18,200	○	○	○	○	
	5-1	1,170	12,000	○	○	○	○	
	5-2	1,315	18,000	○	○	○	○	
	5-3	1,450	30,000	○	○	○	○	
	6	1,300	17,910	○	○	○	○	
	7	1,320	18,100	○	○	○	○	
	8	1,320	17,900	○	○	○	○	
施	9	1,370	29,000	○	○	○	○	
	10-1	900	4,900	○	○	○	○	
	10-2	980	6,000	○	○	○	○	
	10-3	1,140	11,000	○	○	○	○	
	11-1	890	4,850	○	○	○	○	
	11-2	970	5,900	○	○	○	○	
	11-3	1,100	9,900	○	○	○	○	
	12-1	960	5,800	○	○	○	○	
	12-2	990	7,000	○	○	○	○	
	12-3	1,180	11,900	○	○	○	○	
	比較例	2	1,320	17,900	○	×	○	×
		3	580	1,000	×	×	○	×

10

20

【0127】

表2に示すように、本発明の複合導体である実施例2～12の複合導体においては、引張強さがいずれも高く（890～1,450MPa）、屈曲寿命がいずれも合格（4,850～30,000回）、耐食性および接続性がいずれも良好であり、総合評価は優良であった。

【0128】

また、本発明の複合導体である実施例2～12の複合導体においては、いずれも導電率が50%IACS以上であり、特に導電率が低いものはなく、ケーブルに適用可能であった。

30

【0129】

これに対して、比較例2の線材は、引張強さは1,320MPaと高いと共に、屈曲寿命は17,900回と長く、かつ、接続性も良好であったが、最外層に形成されているのはCu被覆層であるため、表面が激しく酸化されていた。すなわち、耐食性が良くなく、結果として、総合評価も良くない。

【0130】

また、比較例3の線材は、接続性は良好であったが、TPC単体からなるため、引張強さは580MPaと低いと共に、屈曲寿命は1,000回と短く、かつ、表面は激しく酸化されていた。すなわち、引張強さ、耐屈曲性、および耐食性が良くなく、結果として、総合評価も良くない。

40

【0131】

本発明の複合導体は、パソコン用内部配線、携帯電話用内部配線、医療用信号線、又は移動体通信などの伝送分野における信号送受信システム内の信号送受信線等の導体として適用することができる。

【0132】

また、本発明の複合導体を用いたケーブルは、超音波診断用プローブケーブル等の高精度画像を得るための多心ケーブル等に適用することができる。

50

【 0 1 3 3 】

以上、本発明の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、他にも種々のものが想定されることは言うまでもない。

【 0 1 3 4 】

【 発明の効果 】

以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【 0 1 3 5 】

(1) 単線からなる心材と、心材の外周に形成された、Au、Ag、Sn、Ni、ハンダ、Zn、Pd、Sn-Ni 合金、Ni-Co 合金、Ni-P合金、Ni-Co-P 合金、Cu-Zn 合金、Sn-Bi 合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu 合金、又はSn-Zn 合金のいずれかからなる耐食層とからなる心線と、心線の外周を覆っている樹脂層と、樹脂層の外周を覆っている外部導体と、外部導体の外周を覆っているジャケット層とを備える同軸ケーブルであって、心材は、3 ~ 35 mass %のNbを含有するCu - Nb系合金又は2 ~ 20 mass %のAgを含有するCu - Ag系合金のいずれかから選択される銅 - 金属繊維導体からなり、心線の引張強度が890 MPa以上であり、かつ、耐食層の層厚が0.5 μm以上3 μm以下であることで、前述した従来の複合線と比較して、更なる細径化を図りつつ、引張強度、屈曲寿命が良好であり、耐腐食性を確実に向上させることができる。

10

【 0 1 3 6 】

(2) 既存の設備を大幅に更新することなく、(1) の耐食層を最外層に有した複合導体を製造することができる。

20

【 0 1 3 7 】

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施の形態の複合導体の横断面図である。

【 図 2 】 本発明の第 2 の実施の形態の複合導体の横断面図である。

【 図 3 】 本発明の複合導体を用いたケーブルの横断面図である。

【 図 4 】 屈曲試験を行うためのベンディングヘッドの概略図である。

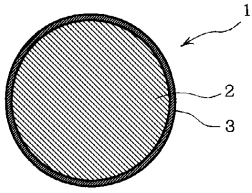
【 図 5 】 耐食試験における温度履歴のプロファイルである。

【 符号の説明 】

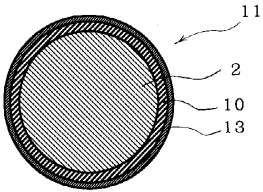
- 1, 11 複合導体
- 2 心材
- 3 耐食層
- 10 被覆層 (金属被覆層)
- 21 ケーブル
- 22 心線
- 25 外部導体

30

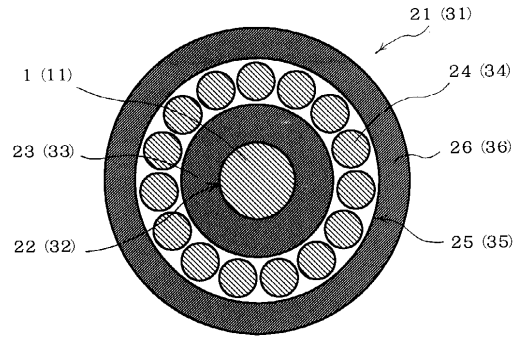
【 図 1 】



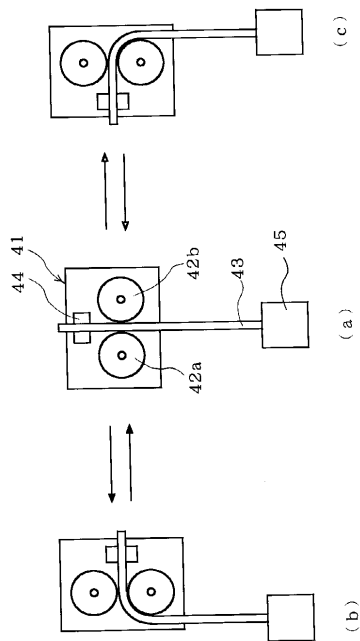
【 図 2 】



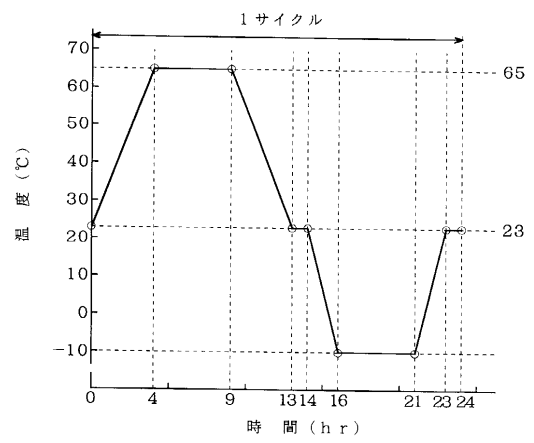
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 松井 量
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社 パワーシステム研究所内
- (72)発明者 瀬谷 修
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社 日高工場内
- (72)発明者 中東 文賢
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社 日高工場内

審査官 前田 寛之

- (56)参考文献 特開平06-150736(JP,A)
特開平11-213761(JP,A)
特開2000-282157(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01B 5/02
H01B 11/18
H01B 13/016