

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/189982 A1

- (51) 国際特許分類:
H01B 13/00 (2006.01) *H01B 7/04* (2006.01)
H01B 7/00 (2006.01) *H01B 7/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/011349
- (22) 国際出願日: 2023年3月23日(23.03.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-054995 2022年3月30日(30.03.2022) JP
- (71) 出願人: 株式会社オートネットワーク技術
研究所(AUTONETWORKS TECHNOLOGIES,
LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西
末広町1番14号 Mie (JP). 住友電装株式

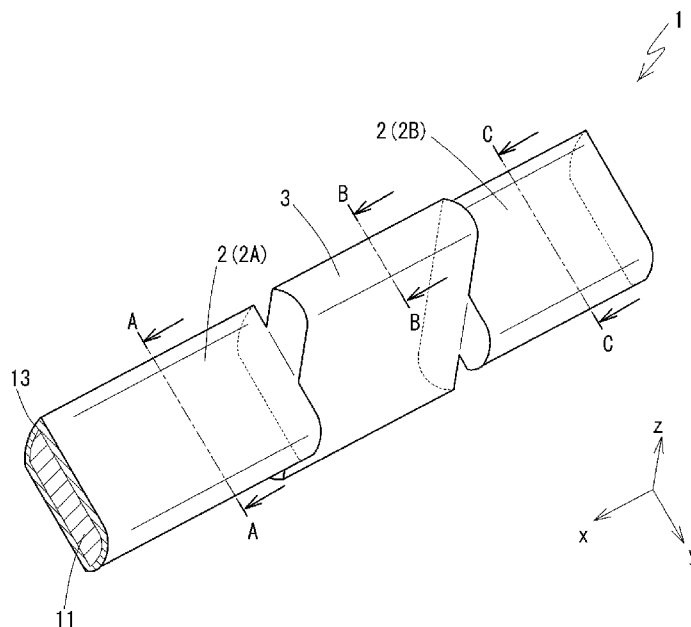
会社(SUMITOMO WIRING SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広
町1番14号 Mie (JP). 住友電気工業株
式会社(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES,
LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区
北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 山田 芳隆 (YAMADA, Yoshitaka);
〒5108503 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 Mie
(JP). 佐橋 響真(SAHASHI, Kyoma); 〒5108503
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 Mie (JP). 古
川 豊貴(FURUKAWA, Toyoki); 〒5108503 三重

(54) Title: INSULATED ELECTRIC WIRE, WIRE HARNESS, AND METHOD FOR MANUFACTURING INSULATED ELECTRIC WIRE

(54) 発明の名称: 絶縁電線、ワイヤーハーネス、および絶縁電線の製造方法

[図1]



(57) Abstract: Provided are an insulated electric wire which can be bent flexibly into a complex shape and in which the cross section of a conductor has a flat shape, a wire harness which is provided with such an insulated electric wire, and a manufacturing method by which such an insulated electric wire can be manufactured. This insulated electric wire 1 has a flat section 2 and an oppositely flat section 3 along an axial direction. In the flat section 2, the outer shape of a conductor 11 in a cross-section that is perpendicular to the axial direction is a flat shape that is long in a flat direction, and in the

WO 2023/189982 A1

県四日市市西末広町 1 番 1 4 号 株式会社オー
トネットワーク技術研究所内 Mic (JP).

- (74) 代理人: 弁理士法人上野特許事務所 (WENO & PARTNERS); 〒4600008 愛知県名古屋市
中区栄三丁目 2 1 番 2 3 号ケイエスイ
セヤビル 8 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,
PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

oppositely flat section 3, the outer shape of the conductor 11 in a cross-section that is perpendicular to the axial direction is a flat shape that is long in an oppositely flat direction differing from the flat direction 2. In both of said cross-sections of the flat section 2 and the oppositely flat section 3, within a periphery-facing section of the conductor 11, a strand that makes up the conductor 11 has a smaller ratio of deformation from a circle in a first peripheral region, which is a region located in the flat direction relative to the axial direction, than in a second peripheral region, which is a region located in a direction that is perpendicular to the flat direction.

(57) 要約: 導体の断面が扁平形状となり、かつ複雑な形状への曲げを柔軟に行うことができる絶縁電線、およびそのような絶縁電線を備えたワイヤーハーネス、そのような絶縁電線を製造できる製造方法を提供する。扁平部 2 と逆扁平部 3 とを軸線方向に沿って有し、前記扁平部 2 においては、軸線方向に直交する断面における導体 1 1 の外形が、扁平方向に長い扁平形状をとり、前記逆扁平部 3 においては、軸線方向に直交する断面における導体 1 1 の外形が、前記扁平方向 2 と異なる逆扁平方向に長い扁平形状をとり、前記扁平部 2 と前記逆扁平部 3 の両方の前記断面で、前記導体 1 1 の外周に面する部位のうち、前記軸線方向に対して前記扁平方向に位置する領域である第一外周域において、前記扁平方向に直交する方向に位置する領域である第二外周域よりも、導体 1 1 を構成する素線の円形からの変形率が小さくなっている、絶縁電線 1 とする。

明 細 書

発明の名称：

絶縁電線、ワイヤーハーネス、および絶縁電線の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、絶縁電線、ワイヤーハーネス、および絶縁電線の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 扁平状の導体を用いて構成したフラットケーブルが公知である。フラットケーブルを用いることで、断面略円形の導体を備えた一般的な電線を用いる場合と比較して、配策の際に占めるスペースを小さくすることができる。

[0003] 従来一般のフラットケーブルにおいては、特許文献1、2等に開示されるように、導体として、平角導体がしばしば用いられる。平角導体は、金属の単線を断面四角形に成形したものである。また、出願人らの出願による特許文献3～5には、柔軟性と省スペース性を両立する観点から、複数の素線を撚り合わせた撚線を扁平形状に成形した電線導体が開示されている。複数の素線が撚り合わせられた扁平撚線導体を有する扁平導体は、特許文献6にも開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開2014-130739号公報
特許文献2：特開2019-149242号公報
特許文献3：国際公開第2019/093309号
特許文献4：国際公開第2019/093310号
特許文献5：国際公開第2019/177016号
特許文献6：特開2020-191291号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献3～5に開示されるように、撚線を扁平形状に成形した扁平撚線を導体として備えた絶縁電線は、省スペース性と柔軟性の両立に優れたものとなる。扁平撚線の省スペース性と、高さ方向への柔軟性を利用して、扁平撚線を備えた絶縁電線を、狭い空間等、様々な空間への配策に好適に用いることができる。しかし、扁平撚線は、扁平形状の高さ方向（フラット方向）への曲げにおいて非常に高い柔軟性を示すものの、扁平形状の幅方向（エッジワイズ方向）への曲げにおける柔軟性は、高さ方向に曲げる場合と比べて低くなりやすい。扁平撚線を備えた絶縁電線を、三次元的な配策等、複雑な曲げを伴う用途に利用しようとする、高さ方向への曲げのみでは、配策経路において求められる複雑な曲げに対応しきれない場合がある。

[0006] 複雑な曲げに十分に対応するためには、扁平撚線を幅方向に相当する方向にも曲げる必要が生じるが、上記のように、扁平撚線の幅方向への曲げは、高さ方向への曲げに比べて、柔軟に行いにくい。そこで、自動車用電線等の分野において、扁平撚線が有する省スペース性を利用しながら、三次元的な配策等、複雑な曲げにも対応しやすい絶縁電線の開発が望まれる。特に、絶縁電線を大電流化に対応させるために、導体断面積が大きくなると、導体の柔軟性が低くなりやすいが、導体断面積が大きい絶縁電線においても、省スペース性と両立して、複雑な曲げにも対応できることが望ましい。

[0007] 以上に鑑み、導体の断面が扁平形状となり、かつ複雑な形状への曲げを柔軟に行うことができる絶縁電線、およびそのような絶縁電線を備えたワイヤーハーネス、そのような絶縁電線を製造できる製造方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の絶縁電線は、複数の素線が撚り合わせられた導体と、前記導体の外周を被覆する絶縁被覆と、を有する絶縁電線であって、前記導体を構成する前記素線のそれぞれ、および前記絶縁被覆を相互に連続させて、扁平部と、逆扁平部と、を前記絶縁電線の軸線方向に沿って有し、前記扁平部においては、前記軸線方向に直交する断面における前記導体の外形が、扁平方向に

長い扁平形状をとり、前記逆扁平部においては、前記軸線方向に直交する断面における前記導体の外形が、前記扁平方向と異なる方向である逆扁平方向に長い扁平形状をとり、前記扁平部と前記逆扁平部の両方の前記断面で、前記導体の外周に面する部位のうち、前記軸線方向に対して前記扁平方向に位置する領域である第一外周域において、前記扁平方向に直交する方向に位置する領域である第二外周域よりも、前記素線の円形からの変形率が小さくなっている。

[0009] 本開示のワイヤーハーネスは、前記絶縁電線を含む。

[0010] 本開示の絶縁電線の製造方法においては、導体を扁平形状に圧縮し、外周を絶縁被覆で被覆した原料扁平電線に対し、軸線方向に沿って一部の領域において、扁平形状の幅方向外側から内側に向かって力を加えて、前記力の印加前と異なる方向に長い扁平形状に前記導体を変形させることで、前記逆扁平部を形成するとともに、前記原料扁平電線のうち、前記逆扁平部とした領域以外を、前記扁平部として残すことで、前記絶縁電線を製造する。

発明の効果

[0011] 本開示にかかる絶縁電線、ワイヤーハーネス、および絶縁電線の製造方法は、導体の断面が扁平形状となり、かつ複雑な形状への曲げを柔軟に行うことができる絶縁電線、そのような絶縁電線を備えたワイヤーハーネス、およびそのような絶縁電線を製造できる製造方法となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本開示の一実施形態にかかる絶縁電線を示す概略斜視図である。

[図2]図2は、図1中のA-A断面およびC-C断面に相当する、扁平部を示す断面図である。主図では、素線を省略して表示しており、円で囲んだ中に、領域R1～R3を拡大して素線を表示している。

[図3]図3は、図1中のB-B断面に相当する、逆扁平部を示す断面図である。主図では、素線を省略して表示しており、円で囲んだ中に、領域R1～R3を拡大して素線を表示している。

[図4]図4は、図1に示した絶縁電線を例に、本開示の一実施形態にかかる絶縁電線の製造方法を説明する図である。

[図5]図5A～5Cは、実際の絶縁電線の断面を撮影した写真を示しており、図5Aは扁平電線、図5Bは扁平比1.8の逆扁平電線、図5Cは扁平比2.8の逆扁平電線を示している。写真の縮尺は相互に異なっている。

発明を実施するための形態

[0013] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施形態を列記して説明する。

本開示の実施形態にかかる絶縁電線は、複数の素線が撚り合わせられた導体と、前記導体の外周を被覆する絶縁被覆と、を有する絶縁電線であって、前記導体を構成する前記素線のそれぞれ、および前記絶縁被覆を相互に連続させて、扁平部と、逆扁平部と、を前記絶縁電線の軸線方向に沿って有し、前記扁平部においては、前記軸線方向に直交する断面における前記導体の外形が、扁平方向に長い扁平形状をとり、前記逆扁平部においては、前記軸線方向に直交する断面における前記導体の外形が、前記扁平方向と異なる方向である逆扁平方向に長い扁平形状をとり、前記扁平部と前記逆扁平部の両方の前記断面で、前記導体の外周に面する部位のうち、前記軸線方向に対して前記扁平方向に位置する領域である第一外周域において、前記扁平方向に直交する方向に位置する領域である第二外周域よりも、前記素線の円形からの変形率が小さくなっている。

[0014] 上記絶縁電線は、導体がそれぞれ扁平形状となった扁平部と逆扁平部を有しており、高い省スペース性を示す。また、扁平部および逆扁平部は、それぞれの扁平形状の高さ方向に高い曲げ柔軟性を示すが、扁平部と逆扁平部の扁平形状の幅方向が、相互に異なる方向である扁平方向および逆扁平方向をそれぞれ向いていることにより、絶縁電線が、両部位で異なる方向に、高い曲げ柔軟性を示すものとなっている。絶縁電線において、各部位に曲げを加えたい方向に高さ方向が向くように、扁平部および逆扁平部を配置すれば、1本の絶縁電線の中で、軸線方向に沿って異なる部位を、異なる方向に曲げ

ることが容易となり、三次元的な配策等、複雑な形状への絶縁電線の曲げを柔軟に行うことが可能となる。このように、絶縁電線において、扁平形状による省スペース性と、高い曲げの自由度を両立することができる。そのような絶縁電線は、自動車内等、空間が限られており、また複雑な経路への配策が必要となる箇所に、好適に用いることができる。

[0015] このように扁平部と逆扁平部が共存した絶縁電線は、導体を単純な扁平形状に圧縮した原料扁平電線に対して、軸線方向の一部の箇所を幅方向から圧縮して、扁平形状の方向が異なる逆扁平部を形成するとともに、それ以外の部位を扁平部として残すことで、簡便に製造することができる。原料扁平電線は、導体を扁平形状に圧縮して製造されていることに対応して、幅方向外側の領域において、高さ方向外側の領域に比べて、素線の変形が小さく抑えられていることが多い。その場合に、上記の製造方法によって逆扁平部を形成すると、原料扁平電線の幅方向外側の領域に相当する第一外周領域において、原料扁平電線の高さ方向に相当する第二外周領域と比較して、導体を構成する素線の円形からの変形率が小さく抑えられた状態が、扁平部と逆扁平部の両方において形成された絶縁電線となりやすい。さらに、素線変形率が第一外周域において第二外周域よりも小さくなっていることは、原料扁平電線に対して逆扁平部を形成する際に、各素線には大きな変形が加えられていないことを意味する。つまり、逆扁平部を形成する際に、素線の変形による硬化や電気抵抗の上昇等の変性が、大幅には起こっていないことを示す指標となる。

[0016] ここで、前記扁平部と前記逆扁平部の両方の前記断面で、前記第一外周域において、前記導体の中央部よりも、前記素線の円形からの変形率が小さくなっているとよい。上記のように、導体が扁平形状となった原料扁平電線を用いて、扁平部と逆扁平部が共存した絶縁電線を製造する場合に、扁平部、逆扁平部とも、導体の第一外周域において、中央部よりも素線の変形が小さい状態となりやすい。

[0017] 前記扁平方向と前記逆扁平方向の差は、 10° 以上であるとよい。また、

前記扁平方向と前記逆扁平方向の差は、 45° 以上であるとよい。すると、扁平部と逆扁平部で、柔軟に曲げやすい方向が、 10° 以上、また 45° 以上異なることになり、絶縁電線を、三次元形状等、複雑な形状に曲げて配策する用途に、特に好適に用いることができる。

[0018] 前記扁平部と前記逆扁平部の両方の前記断面で、前記第一外周域において、前記第二外周域と比べて、前記素線の円形からの変形率が70%以下となっているとよい。第一外周域における素線の円形率が小さく抑えられていることは、上記のように、扁平な導体を有する原料扁平電線を用いて、扁平部と逆扁平部が共存した絶縁電線を製造する場合に、逆扁平部を形成するための力の印加によって、素線自体に大きな変形が加えられていないことを意味し、素線の変形による硬化や電気抵抗の上昇等の変性を小さく抑えるための指標となる。

[0019] 本開示のワイヤーハーネスは、前記絶縁電線を含む。上記のように、本開示の絶縁電線は、扁平部と逆扁平部を有し、それぞれの高さ方向に高い曲げ柔軟性を示すため、三次元的配策等、複雑な形状への絶縁電線の曲げを必要とする用途に、ワイヤーハーネスを好適に適用することができる。

[0020] 本開示の絶縁電線の製造方法においては、導体を扁平形状に圧縮し、外周を絶縁被覆で被覆した原料扁平電線に対し、軸線方向に沿って一部の領域において、扁平形状の幅方向外側から内側に向かって力を加えて、前記力の印加前と異なる方向に長い扁平形状に前記導体を変形させることで、前記逆扁平部を形成するとともに、前記原料扁平電線のうち、前記逆扁平部とした領域以外を、前記扁平部として残すことで、前記絶縁電線を製造する。

[0021] この製造方法によれば、単純な扁平形状の導体を備えた原料扁平電線を用いて、扁平部と逆扁平部を共存させた本開示の実施形態にかかる絶縁電線を簡便に製造することができる。原料扁平電線において、絶縁電線の配策箇所等に応じて、逆扁平部の位置や長さ、また具体的な逆扁平方向や扁平比を任意に設定することができるので、共通の原料扁平電線を用いて、多様な空間に、多様な形状に曲げて配置しうる絶縁電線を製造することができる。

[0022] [本開示の実施形態の詳細]

以下に、本開示の実施形態にかかる絶縁電線、ワイヤーハーネス、および絶縁電線の製造方法について、図面を用いて詳細に説明する。本明細書において、絶縁電線の各部において、直線、平行、垂直等、部材の形状や配置を示す概念には、長さにして概ね±15%程度、また角度にして概ね±15°程度のずれ等、この種の絶縁電線において許容される範囲で、幾何的な概念からの誤差を含むものとする。本明細書において、絶縁電線や導体の断面とは、特記しない限り、絶縁電線の軸線方向（長手方向）に垂直に切断した断面を示すものとする。

[0023] <絶縁電線の全体構造>

図1に、本開示の一実施形態にかかる絶縁電線1を斜視図にて表示する。また、図2に、図1中のA-A線およびC-C線にて切断した断面図を示し、図3に、図1中のB-B線にて切断した断面図を示す。図1および図2、3の主図においては、素線を省略し、簡略化して表示している。図2、3の円で囲んだ領域に、各部の素線の状態を表示している。

[0024] 本実施形態にかかる絶縁電線1は、導体11と、絶縁被覆13とを有している。導体11は、複数の素線12を撚り合わせた撚線として構成されている。絶縁被覆13は、導体11の外周を、全周にわたって被覆している。絶縁電線1は、軸線方向（x方向）に沿って、扁平部2（2A、2B）と逆扁平部3を有している。扁平部2と逆扁平部3は、絶縁電線1の軸線方向に沿って一体に連続している。つまり、扁平部2と逆扁平部3の間で相互に、導体11を構成する各素線12が、一体に連続している。また、扁平部2と逆扁平部3の間で相互に、導体11を被覆する絶縁被覆13も、一体に連続している。

[0025] 扁平部2および逆扁平部3においては、断面における導体11の外形が、扁平形状をとっている。ここで、導体11の外形が扁平形状をとっているとは、断面を構成する辺または径に沿った方向に断面を横切り、断面全体を範囲に含む直線のうち、最長の直線の長さである幅（扁平部2でw、逆扁平部

3で w')が、その直線に直交し、断面全体を範囲に含む直線の長さである高さ(扁平部2で h 、逆扁平部3で h')よりも、大きい状態を指す。扁平部2および逆扁平部3のそれぞれにおいて、導体11の断面は、扁平形状であれば、どのような具体的形状よりなってもよいが、図示した形態においては、扁平部2と逆扁平部3の両方で、導体11の断面が、長方形に近似できる形状を有している。長方形以外の扁平形状としては、例えば、楕円形、長円形、小判型(長方形の両側に円弧を接合した形状)を挙げることができる。

[0026] 扁平部2および逆扁平部3は、ともに導体11の断面の外形が扁平形状となっているが、扁平形状の幅方向が向いている方向が、扁平部2と逆扁平部3とで異なっている。つまり、扁平部2の幅方向(幅 w が延びている方向)を扁平方向、逆扁平部3の幅方向(幅 w' が延びている方向)を逆扁平方向とした場合に、逆扁平方向は、扁平方向と異なる方向を向いている。扁平方向と逆扁平方向の差は特に限定されるものではないが、以下では、その差が 90° である場合を例として扱う。図では、扁平方向を y 方向とし、逆扁平方向を z 方向とする。また、絶縁電線1の中での扁平部2と逆扁平部3の配置は、特に限定されるものではないが、図示した形態では、絶縁電線1の軸線方向(x 方向)に沿って、第一の扁平部2A、逆扁平部3、第二の扁平部2Bがこの順に隣接して並んでいる。扁平部2と逆扁平部3は、断面形状の方向の急激な変化に伴って不可避免的に生じる領域を除き、直接、相互に隣接している。

[0027] 図2に示すように、扁平部2の断面においては、導体11および絶縁電線1全体の外形が、 y 方向(扁平方向)に長い扁平形状をとっている。一方、図3に示すように、逆扁平部3の断面においては、導体11および絶縁電線1全体の外形が、 z 方向(逆扁平方向)に長い扁平形状をとっている。扁平部2および逆扁平部3において、導体11を構成する素線12の少なくとも一部が断面円形から変形しており、その変形率が所定の空間分布をとっている。素線12の変形状態については、後に詳しく説明する。

[0028] 扁平部2および逆扁平部3において、それぞれの扁平形状の幅方向には、絶縁電線1があまり高い柔軟性を示さず、絶縁電線1を曲げにくい。高さ方向には、絶縁電線1が高い柔軟性を示し、絶縁電線1を曲げやすくなっている。つまり、扁平部2は、y方向に曲げにくく、z方向に曲げやすい。一方、逆扁平部3は反対に、z方向に曲げにくく、y方向に曲げやすくなっている。

[0029] このように、扁平部2および逆扁平部3は、柔軟性において、相互に異なる方向の異方性を示し、それら扁平部2と逆扁平部3が単一の絶縁電線1の中に共存することで、絶縁電線1の中で、部位に応じて、曲げやすい方向が異なっている。つまり、各部位の高さ方向が向いている方向に、絶縁電線1を曲げやすくなっている。それぞれの部位において、高さ方向に対応する方向に絶縁電線1を曲げることで、絶縁電線1全体として、複雑な形状に曲げることができる。一方で、それぞれの部位は、幅方向には曲がりにくく、望まない方向への曲げを規制することができ、絶縁電線1のねじれが起こりにくい。それら部位ごとの曲げ柔軟性の異方性を利用して、絶縁電線1を、三次元的な配策や、複雑な形状の物品に沿った配策等、複雑な形状への曲げを要する用途に、好適に利用することができる。例えば、図示した形態の場合、絶縁電線1を第一の扁平部2Aでz方向に曲げ、隣接する逆扁平部3でy方向に曲げ、さらに第二の扁平部2Bで再度z方向に曲げることで、複雑な曲げ形状を、無理なく形成することができる（いずれも方向は図示した状態を基準とするものである）。

[0030] 以上のように、本実施形態にかかる絶縁電線1においては、扁平部2および逆扁平部3がそれぞれ扁平形状を有することで、それぞれの高さ方向に高い省スペース性が得られると同時に、その扁平形状の幅方向の向きが相互に異なることで、絶縁電線1全体として、複雑な形状への曲げを柔軟に行えるものとなる。絶縁電線1の用途は特に限定されるものではないが、例えば、絶縁電線1を配策できる空間が限られており、かつ複雑な形状への絶縁電線1の曲げが多用される自動車内での配線に、好適に用いることができる。

[0031] ここまで説明した形態では、2つの扁平部2 A, 2 Bの間に逆扁平部3を設けているが、扁平部2と逆扁平部3の数および配置は、特に限定されるものではなく、個々の絶縁電線1に想定される具体的な配策経路等に応じて、絶縁電線1において曲げを形成すべき位置に、曲げるべき方向に扁平形状の高さ方向を向けた扁平部2および逆扁平部3を、必要な数だけ形成しておけばよい。また、ここでは、2つの扁平部2 A, 2 Bを、同じ扁平比 w/h を有するものとして形成したが、扁平部2を複数形成する場合および/または逆扁平部3を複数形成する場合に、それら複数の扁平部2どうし、また複数の逆扁平部3どうしは、相互に同じ扁平比を有していても、異なる扁平比を有していても、いずれでもよい。ここで、扁平比は、各部位の断面の扁平形状の高さに対する幅の比率を示す値である（扁平部2で w/h 、逆扁平部3で w'/h' ）。

[0032] 扁平部2と逆扁平部3の間で、扁平形状の扁平比（ w/h , w'/h' ）は、相互に同じであっても、異なってもよい。扁平比が大きいほど、高さ方向への曲げ柔軟性が高まるので、必要とされる柔軟性の程度に応じて、各部位の扁平比を定めればよいが、絶縁電線1の各部分で類似した柔軟性を確保する観点からは、逆扁平部3の扁平比 w'/h' を、扁平部2の扁平比 w/h に対して、0.5倍から2.0倍程度の範囲に収めることが好ましい。さらには、0.8倍から1.2倍程度の範囲に収めることが好ましい。扁平部2の扁平比 w/h および逆扁平部3の扁平比 w'/h' は、高さ方向の柔軟性を十分に高める等の観点から、1.5以上、さらには2.0以上とすることが好ましく、一方で、後述する素線12の変形が過度に起こるのを避ける等の観点から、6.0以下に抑えておくことが好ましい。

[0033] ここで説明した形態では、扁平部2と逆扁平部3の幅方向が向く角度の差、つまり扁平方向と逆扁平方向の差を、 90° としたが、両者は相互に方向が異なっていれば、具体的な角度の差は特に限定されるものではない。絶縁電線1の各部分において、絶縁電線1を曲げるべき方向に応じて、扁平部2および逆扁平部3の幅方向が向く角度を適宜定めればよい。例えば、相互に隣

接する扁平部2と逆扁平部3の間の幅方向の角度の差を、 10° 以上としておけば、絶縁電線1に扁平部2と逆扁平部3を設けることによって多様な方向への曲げを実現する効果を、高く得ることができる。しかし、扁平部2と逆扁平部3の幅方向の角度の差を大きくしておくほど、複雑な形状への曲げに対応しやすくなる。例えば、その差を、 45° 以上、特に 80° 以上としておくことが好ましい。

[0034] ここまで、1本の絶縁電線1に、1つの方向（y方向）に幅方向を向けた扁平部2と、別の1つの方向（z方向）に幅方向を向けた逆扁平部3が共存する形態について説明したが、3つ以上の異なる方向に幅方向を向けた3種以上の部位が共存していてもよい。つまり、絶縁電線1において、断面形状が扁平となったある1つの任意の領域を扁平部2とした際に、その扁平部2と異なる方向に幅方向を向けた逆扁平部3が少なくとも1つ形成されてさえいれば、絶縁電線1の各部に、扁平形状の幅方向が向く角度、扁平比、また軸線方向に占める位置や長さを自由に設定して、複数の部位を形成することができる。また、絶縁電線1には、導体11の断面形状が扁平な領域に加えて、導体11の断面形状が、円形や正方形等、扁平でない形状を有する非扁平部が設けられていてもよい。絶縁電線1の端部や、複数の扁平部2どうし、あるいは逆扁平部3どうしを隔てる位置、また扁平部2と逆扁平部3を隔てる位置に、非扁平部を設ける形態を例示することができる。ただし、絶縁電線1の全域で高い省スペース性と柔軟性を確保する観点からは、非扁平部は、設けない方がよい。

[0035] 本実施形態にかかる絶縁電線1において、導体11を構成する素線12の材質や線径、また導体断面積は、特に限定されるものではない。しかし、扁平部2および逆扁平部3を形成することで各方向への曲げ柔軟性を向上させることの効果を高める観点から、ある程度導体断面積の大きい導体11を用いることが好ましい。その観点で、導体11の材質としては、銅や銅合金に比べて導電性が低いために、導体断面積を大きくされることが多いアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いることが好ましい。また、導体断面積は

、 10 mm^2 以上、さらには 50 mm^2 以上、 100 mm^2 以上であることが好ましい。導体11を構成する素線12の外径としては、 0.1 mm 以上、 1.0 mm 以下の範囲を例示することができる。

[0036] 本実施形態にかかる絶縁電線1は、単独の状態で使用しても、本開示の実施形態にかかるワイヤーハーネスの構成部材として用いてもよい。本開示の実施形態にかかるワイヤーハーネスは、上記実施形態にかかる絶縁電線1を含むものである。ワイヤーハーネスは、上記絶縁電線1を複数含むものとしてもよく、また、上記絶縁電線1に加えて、他種の絶縁電線を含むものとしてもよい。

[0037] <絶縁電線の製造方法>

ここで、本実施形態の絶縁電線1の製造方法について説明する。図4に、絶縁電線1の製造方法を模式的に表示している。

[0038] 本実施形態にかかる絶縁電線1は、原料扁平電線9を用いて形成することができる。原料扁平電線9は、導体11が扁平形状に圧縮され、その導体11の外周が絶縁被覆13で被覆された電線である。原料扁平電線9においては、各部が一樣な扁平形状に形成されており、軸線方向に沿った各部の断面が、同じ方向に幅方向を向け、同じ扁平比を有する扁平形状をとっている。原料扁平電線9は、複数の素線12が撚り合わせられた断面円形の導体11を扁平形状に圧縮し、その導体11の外周を絶縁被覆13で被覆することで、製造することができる。この際、導体11の圧縮は、特許文献3～5に記載されるように、ローラを用いて、高さ方向両側から、さらには任意に幅方向両側から圧縮することで、好適に行うことができる。圧縮した導体11の外周への絶縁被覆13の形成は、樹脂組成物の押出成形によって行うとよい。導体11を十分に扁平形状に変形させる等の観点から、このように、導体11を扁平形状に変形させてから、絶縁被覆13を形成することが好ましいが、断面略円形の導体11の外周に絶縁被覆13を形成した従来一般の丸電線を絶縁被覆13ごと扁平形状に圧縮して、原料扁平電線9を形成してもよい。

[0039] このようにして得られた原料扁平電線9のうち、軸線方向に沿って一部の領域、具体的には逆扁平部3を形成したい領域において、原料扁平電線9の外から力Fを印加して、導体11を変形させる。この際、力Fは、扁平形状の幅方向（y方向）に沿って外側から内側に向かって印加する。力Fの印加は、導体11の扁平形状の幅方向が、もとの方向から変化するまで行い、力Fの印加前と異なる方向に長い扁平形状に導体11を変形させる。この操作によって、逆扁平部3を形成することができる。逆扁平部3を形成するに際し、幅方向に沿った力Fの印加に加え、適宜、逆扁平方向を所定の方向に整えるために、任意の方向からの力の印加を行ってもよい。そして、原料扁平電線9のうち、そのようにして逆扁平部3を形成した領域以外を、扁平部2として残す。図1に示した形態の絶縁電線1を製造する場合には、原料扁平電線9の幅方向をy方向に向け、原料扁平電線9の軸線方向中途部において、幅方向（y方向）に沿って外側から内側に向かって力Fを印加し、断面形状を横長から縦長の状態に変形させることで、逆扁平部3を形成する。一方、逆扁平部3の軸線方向両側の部位において、原料扁平電線9の横長の扁平形状を変化させずにそのまま残すことで、2つの扁平部2A、2Bを形成する。

[0040] 逆扁平部3を形成するための力Fの印加は、手作業による加工、あるいはハンマー等の工具や、成形型、プレス機等の装置を用いた加工によって行うことができる。この際に導体11に加える力Fは、原料扁平電線9を形成する際に、導体11の扁平化のために加える力よりも小さいことが好ましい。また、力Fの印加による逆扁平部3の形成を行う途中、あるいは行った後に、逆扁平部3を含む箇所を絶縁被覆13を加熱して、絶縁被覆13を導体11に密着させる操作を行ってもよい。なお、逆扁平部3を形成する際の力Fの印加により、力Fを加えた方向、つまり逆扁平部3の高さ方向上下において、扁平部2よりも絶縁被覆13が薄くなってもよい。ただし、逆扁平部3の各部において、絶縁被覆13の厚さとして、扁平部2における絶縁被覆13の厚さの20%以上、さらには40%以上を確保することが好ましい。

[0041] このように、本実施形態にかかる絶縁電線 1 は、原料扁平電線 9 に対して、絶縁被覆 13 の外から導体 11 を変形させる力 F を加えるのみで、逆扁平部 3 を形成できる。よって、共通の原料扁平電線 9 を用いて、逆扁平部 3 が必要とされる位置、また必要とされる逆扁平部 3 の方向や扁平度が異なる種々の絶縁電線 1 を作製することができる。このようにして、絶縁電線 1 の具体的な配策経路等に応じて、様々な複雑な形状に柔軟に変形させることができる絶縁電線 1 を、簡便に製造することができる。ここでは、1 種類の形状の扁平部 2 と、1 種類の形状の逆扁平部 3 のみが共存する形態について主に説明したが、扁平形状の幅方向が向く方向および／または扁平比が異なる部位を 3 種以上有する絶縁電線を形成する場合についても、それらの部位の少なくとも 1 つを、原料扁平電線 9 の扁平形状をそのまま残して構成するようにし、その他の部位については、原料扁平電線 9 に力を加え、所望の方向および扁平比に変形させることで、形成すればよい。

[0042] <素線の変形率の分布>

本実施形態にかかる絶縁電線 1 は、上記のような製造方法とも関連して、断面における素線 12 の変形率に、不均一な分布を有している。ここで、素線 12 の変形率とは、ある素線 12 が円形からどれだけ逸脱した断面形状を有しているかを示す指標である。実際に導体 11 に含まれる、ある素線 12 について、断面を横切る最長の直線の長さを長径 A とし、その素線 12 の断面積と同じ面積を有する円の直径を円直径 R とすると、素線 12 の変形率 D を、以下の式 (1) ように表すことができる。

$$D = (A - R) / R \times 100\% \quad (1)$$

なお、導体 11 の断面における特定の部位の素線 12 の変形率を評価する場合には、素線 12 の変形におけるばらつき等の影響を低減する観点から、図 2, 3 に示す領域 R1 ~ R3 のように、ある程度の面積にわたる領域に含まれる複数の素線 12 に対する平均値として、変形率を見積もることが好ましい。例えば、導体 11 の幅 w, w' の 10 ~ 30% 程度の長さにわたる辺を有する四角形やそのような長さの直径を有する円または楕円に囲まれた領域

を設定すればよい。

[0043] 本実施形態にかかる絶縁電線1においては、扁平部2と逆扁平部3の両方の断面において、導体11の外周に面する部位（外周部）のうち、絶縁電線1の軸線方向に対して、扁平方向（扁平部2の幅方向）に位置する部位である第一外周域R1において、その扁平方向に直交する方向（扁平部2の高さ方向）に位置する部位である第二外周域R2よりも、素線12の円形からの変形率が小さくなっている。図示した形態の場合、2つの扁平部2および逆扁平部3において、導体11の外周に面する部位のうち、y方向に位置する第一外周域R1において、z方向に位置する第二外周域R2よりも、素線12の円形からの変形率が小さくなっている。つまり、扁平部2と逆扁平部3の両方において、第一外周域R1の素線12の方が、第二外周域R2の素線12よりも、円形に近い形状をとっている。なお、図2, 3では、各素線12の変形を模式的に表示しており、第二外周域R2において、素線12を扁平な楕円状に変形させて表示しているが、現実の導体11においては、そのような扁平形状のみならず、図5A~5Cの断面画像に含まれる素線のように、いびつな形状に変形する場合もある。

[0044] さらに、本実施形態にかかる絶縁電線1においては、扁平部2と逆扁平部3の両方の断面で、第一外周域R1において、第二外周域R2のみならず、導体11の中央部に位置する中央部領域R3よりも、素線12の円形からの変形率が小さくなっていることが好ましい。ここで、導体11の中央部とは、導体11の外周部の内側に位置する領域を指す。第二外周域R2と中央部領域R3との間では、素線12の変形率の関係は、特に指定されない。

[0045] 上記のように、扁平に成形した撚線導体を含んだ原料扁平電線9から、本実施形態にかかる絶縁電線1を形成する場合に、その原料扁平電線9に含まれる導体11は、ローラを用いた撚線への穏やかな力の印加によって扁平に変形されたものであることに起因して、特許文献3~5にも記載されるとおり、扁平な導体11の外周部のうち、幅方向端部において、高さ方向端部や中央部に比べて、素線12の変形率が小さくなる。この原料扁平電線9から

本実施形態にかかる絶縁電線 1 を製造する際に、扁平部 2 においては、原料扁平電線 9 における導体 11 の構造が実質的にそのまま引き継がれる。逆扁平部 3 においても、導体 11 全体の外形としては、原料扁平電線 9 と異なる方向に扁平な形状へと変形されるが、各素線 12 にまでは変形が及びにくく、各素線 12 の形状は、ほぼ変化を受けない。あるいは小さな変化しか受けない。よって、原料扁平電線 9 において生じていた素線 12 の変形率の分布は、ほぼそのまま逆扁平部 3 にも引き継がれる。よって、本実施形態にかかる絶縁電線 1 の扁平部 2 および逆扁平部 3 においても、原料扁平電線 9 において、幅方向端部であった方向、つまり扁平部 2 の幅方向となる方向（図では y 方向）において、それと直交する方向、つまり扁平部 2 の高さ方向となる方向（図では z 方向）、さらには中央部と比較して、素線 12 の変形率が小さくなる。もし、断面略円形の導体を有する丸電線を原料とし、軸線方向の部位ごとに異なる方向の力を印加して導体を変形させることで、扁平形状の方向が異なる扁平部と逆扁平部を形成するとすれば、扁平部、逆扁平部とも、外周域のうち、それぞれの幅方向外側の箇所において、高さ方向外側の箇所や中央部よりも素線の変形率が小さくなるはずである。

[0046] 扁平部 2 および逆扁平部 3 において、第一外周域 R1 と第二外周域 R2 での素線 12 の変形率の具体的な比率は、特に限定されるものではないが、第一外周域 R1 の素線 12 の変形率が小さいほど好ましい。例えば、第二外周域 R2 における素線 12 の変形率に対する第一外周域 R1 における素線 12 の変形率の比率（第一外周域 R1 における変形率 / 第二外周域 R2 における変形率 × 100%）が、扁平部 2 と逆扁平部 3 の両方で、70%以下、さらには 65%以下であることが好ましい。また、中央部領域 R3 における素線 12 の変形率に対する第一外周域 R1 における素線 12 の変形率の比率（第一外周域 R1 における変形率 / 中央部領域 R3 における変形率 × 100%）が、扁平部 2 と逆扁平部 3 の両方で、80%以下、さらには 70%以下であることが好ましい。第一外周域 R1 の素線 12 の変形率は、小さいほど好ましく、それらの比率に下限は特に設けられない。

- [0047] 領域R1～R3のそれぞれにおける素線12の変形率を、扁平部2と逆扁平部3の間で比較した際に、それらの変形率の関係は、特に指定されるものではない。第一外周域R1においては、逆扁平部3を形成する際の力Fの印加に起因して、扁平部2よりも逆扁平部3において、素線12の変形率が大きくなりやすい。しかし、第一外周域R1における素線12の変形率を、逆扁平部3において、扁平部2の3倍以下、さらには2倍以下に抑えておくことが好ましい。第二外周域R2および中央部領域R3の素線12の変形率は、力Fの印加による逆扁平部3の形成を経てもあまり変化しにくく、それら領域R2、R3においては、逆扁平部3における素線12の変形率が、扁平部2における変形率に対して±20%の範囲に収まっているとよい。
- [0048] 各領域R1～R3における素線12の変形率の絶対値は、特に指定されるものではないが、過度の素線12への負荷の印加を避ける観点から、扁平部2と逆扁平部3の両方において、例えば、第一外周域R1において、15%以下、さらには12%以下であることが好ましく、第二外周域R2および中央部領域R3において、25%以下、さらには20%以下であることが好ましい。ただし、扁平形状への成形を効果的に行う観点から、第二外周域R2および中央部領域R3における素線12の変形率は、5%以上、さらには10%以上であるとよい。
- [0049] 上記のように、扁平部2と逆扁平部3の両方で、第一外周域R1において素線12の変形率が小さくなるのは、原料扁平電線9を原料とした絶縁電線1の製造方法と関連しているが、そのように第一外周域R1において素線12の変形が小さく抑えられていることは、逆扁平部3を形成するための力Fの印加によって、第一外周域R1を含む導体11全体において、素線12自体に大きな変形が加えられていないことを示す指標にもなる。素線12に大きな負荷が印加されないことで、素線12が、変形に伴う硬化（加工硬化）や、電気抵抗の上昇等の変性を起こしにくい。すると、原料として用いる素線12が有する特性を、大きく変化させることなく、扁平部2と逆扁平部3が共存した絶縁電線1において利用することができる。

[0050] ここでは、1種類の形状の扁平部2と、1種類の形状の逆扁平部3のみが共存する形態について説明したが、扁平形状の幅方向が向く方向および／または扁平比が異なる部位を3種以上有する絶縁電線を形成する場合についても、それら各部位の断面において、素線12の変形率の分布が、上記で説明したとおりとなる。つまり、それら3種以上の部位の少なくとも1つを扁平部2とし、導体11の外周に面する領域のうち、その扁平部2の扁平方向に位置する領域を第一外周域R1、扁平方向に直交する方向に位置する領域を第二外周域R2とした際に、絶縁電線に含まれる3種以上の部位の全ての断面において、素線12の変形率が、第一外周域R1において、第二外周域R2よりも小さくなっている。つまり、絶縁電線の全長にわたって、軸線方向に対して同じ方向に位置する領域の素線の変形率が、その方向と直交する方向に位置する領域の素線の変形率よりも小さくなっている。各部の素線12の変形率の詳細な関係も、それら3種以上の部位において、上記で説明したとおりになっていると好ましい。

実施例

[0051] 以下に実施例を示す。なお、本発明はこれら実施例によって限定されるものではない。ここでは、扁平部と逆扁平部における素線の変形率の分布および曲げ柔軟性について調査した。

[0052] (試料の準備)

最初に、扁平電線を作製した。まず、アルミニウム合金の素線を撚り合わせた断面円形の撚線を準備し、その撚線をローラによって扁平形状に圧延することで、導体を作製した。撚線としては、導体断面積が 130 mm^2 、素線径が 0.26 mm のものを用いた。扁平形状の扁平比は3とした。作製した導体の外周に、押出成形によって、絶縁被覆を形成した。絶縁被覆の構成材料としては、架橋ポリエチレンを用いた。この扁平電線は、上記で説明した本開示の実施形態にかかる絶縁電線に含まれる扁平部のモデルとなるものsであり、試料1とした。

[0053] さらに、上記で作製した扁平電線から、逆扁平部のモデルとして、試料2

および試料3の逆扁平電線を作製した。この際、長さ20cmに切り出した上記扁平電線に対して、軸線方向中途部の長さ14cmにわたる領域において、扁平形状の幅方向外側から内側に向かう力を印加して、導体の幅方向を約90°変化させることで、逆扁平部を形成した。逆扁平部における導体の扁平比としては、印加する力の大きさを変化させることで、試料2で1.8、試料3で2.8とした。試料3の方が試料2よりも大きな力を印加した。逆扁平部を形成する際の力の印加は、逆扁平部を含む箇所を加熱しながら行い、絶縁被覆を導体に密着させた。

[0054] (評価方法)

上記で作製した試料1の扁平電線、および試料2, 3の逆扁平電線に対して、素線の変形率の分布を評価した。この際、各電線をアクリル樹脂に包埋して固定し、軸線方向に垂直に切断して、断面試料を作製した。そして、各断面試料に対して、顕微鏡観察を行い、断面の各部における素線の変形について評価した。具体的には、断面を撮影した顕微鏡画像を用いて、第一外周域R1、第二外周域R2、中央部領域R3における素線の変形率を定量的に評価した。この際、各領域に含まれる素線のうち、ランダムに選択した12本に対して、素線径を計測し、上記式(1)に従って、素線の変形率(D)を見積もった。そして、各領域内で、得られた素線変形率の平均値を記録した。

[0055] また、試料1~3の各絶縁電線に対して、柔軟性を評価した。評価は、3点曲げ試験によって行った。つまり、2つの円柱状の支点治具で各試料の絶縁電線を支持し、それら支点の中間の箇所において、支持方向と逆の方向から、円柱状の押込治具を押し込み、絶縁電線に生じる反発荷重を印加した。そして、電線が支点間に落ち込むまでの反発荷重の最大値を、曲げ荷重として記録した。この曲げ荷重が小さいほど、絶縁電線が高い柔軟性を有している。測定に際し、支点間距離は120mmとし、試料として用いる絶縁電線の長さは200mmとした。試料2, 3の逆扁平電線については、支持治具の間の全域に逆扁平部が配置されるようにした。測定は、試料1~3の全て

に対して、幅方向の曲げについて行い、さらに試料 1 に対しては、高さ方向の曲げについても行った。

[0056] (評価結果)

試料 1～3 のそれぞれについて、図 5 A～5 C に断面写真を示すとともに、表 1 に、断面写真より計測された絶縁電線全体および導体の寸法、および各部の絶縁被覆の厚さを示す。絶縁被覆の厚さについて、上下左右の方向は、断面写真における方向に対応する。

[0057] [表1]

| | | 試料1 | 試料2 | 試料3 |
|--------------|----|----------------|-------------------|-------------------|
| | | 扁平電線 (扁平比3) | 逆扁平電線 (扁平比1.8) | 逆扁平電線 (扁平比2.8) |
| 電線寸法 (mm) | 高さ | 11.7 | 14.3 | 11.7 |
| | 幅 | 28.8 | 26.4 | 32.5 |
| 導体寸法 (mm) | 高さ | 8.5 | 12.6 | 10.3 |
| | 幅 | 25.4 | 23.1 | 28.5 |
| 被覆厚さ (mm) | 左 | 1.7 | 1.0 | 0.56 |
| | 上 | 1.5 | 1.4 | 1.8 |
| | 右 | 1.4 | 0.66 | 0.85 |
| | 下 | 1.4 | 1.0 | 2.0 |

[0058] 図 5 A～5 C および表 1 に示すように、試料 2, 3 では、扁平電線に対して、扁平形状の幅方向外側から内側に向かう力（断面写真の左右方向の力）を印加することで、扁平形状の幅方向が試料 1 から約 90° 変化した、逆扁平形状が形成されていることが確認される。このことは、原料扁平電線の一部の領域に力を印加して変形させることで、扁平部と逆扁平部の共存する絶縁電線を製造できることを示している。断面写真および表の値から分かるように、力の印加に伴って、逆扁平電線の高さ方向（断面写真の左右方向）で、扁平電線よりも絶縁被覆が薄くなっている。

[0059] 次に、図 5 A～5 C の各断面写真に示した第一外周域 R 1、第二外周域 R 2、中央部領域 R 3 のそれぞれについて見積もられた素線の変形率（12本の平均値）、および3点曲げ試験によって得られた曲げ荷重の値を、表 2 に

示す。

[0060] [表2]

| | | 試料1 | 試料2 | 試料3 |
|---------------------|----------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | 扁平電線 (扁平比3) | 逆扁平電線 (扁平比1.8) | 逆扁平電線 (扁平比2.8) |
| 平均 素線変形 率 (%) | 第一外周域 R1 | 6 | 10 | 12 |
| | 第二外周域 R2 | 17 | 16 | 19 |
| | 中央部領域 R3 | 19 | 17 | 16 |
| 曲げ荷重 (N) | 高さ方向 | 71 | 140 | 102 |
| | 幅方向 | 223 | — | — |

[0061] 表2によると、素線の変形率は、試料1～3のいずれにおいても、3つの領域R1～R3のうち、第一外周域R1において、第二外周域R2および中央部領域R3よりも小さくなっている。このことから、試料1の扁平電線において形成された、幅方向外側に対応する第一外周域R1で素線の変形率が小さくなった状態が、力の印加による逆扁平化を経た試料2、3の逆扁平電線でも、保持されていることが確認される。また、逆扁平化を経て、素線自体の大きな変形は起こっていないことが分かる。扁平比の小さい試料2に比べて、大きな力が逆扁平化時に印加され、扁平比が大きくなっている試料3の方が、第一外周域R1における素線の変形率は若干大きくなっている。第二外周域R2および中央部領域R3における素線変形率は、試料1～3ではほぼ変わっていない。

[0062] 次に、表2の曲げ荷重の値を確認する。試料1の扁平電線において、高さ方向の曲げ荷重が幅方向の曲げ荷重の1/3程度となっている。つまり、扁平形状を有することに対応して、絶縁電線の高さ方向に高い柔軟性が得られている。次に、試料2、3の逆扁平電線について、高さ方向の曲げ荷重を見ると、試料1の幅方向の曲げ荷重よりも小さくなっている。つまり、試料1では幅方向であった方向（断面写真の左右方向）の寸法を、逆扁平化によって小さくし、高さ方向とすることで、柔軟性が高くなっている。このことは、扁平電線に逆扁平部を形成することで、曲げを柔軟に行える方向を変更できることを示している。

[0063] 逆扁平電線の扁平比を、試料2の1.8から試料3の2.8へと上げると、高さ方向の曲げ荷重がさらに小さくなっている。別途、扁平比を中間の2.4とした逆扁平電線についても、高さ方向の曲げ荷重を測定したところ、曲げ荷重も中間の120Nとなった。これらの結果から、逆扁平電線において、扁平比を大きくし、幅広の形状とするほど、高さ方向への柔軟性が上がることが確認される。なお、扁平比がほぼ同じである試料1の扁平電線と試料3の逆扁平電線を比較すると、試料3の高さ方向の曲げ荷重は、試料1の幅方向の曲げ荷重と比較すると、半分以下に低減されているが、試料1の高さ方向の曲げ荷重と比較すると、やや大きくなっている。これは、力の印加による逆扁平化の工程において、素線間の絡みが進んだこと、または導体と絶縁被覆の密着力が高まったことによると考えられる。

[0064] 以上、本開示の実施の形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の改変が可能である。

符号の説明

| | | |
|--------|-----|---------------|
| [0065] | 1 | 絶縁電線 |
| | 1 1 | 導体 |
| | 1 2 | 素線 |
| | 1 3 | 絶縁被覆 |
| | 2 | 扁平部 |
| | 2 A | 第一の扁平部 |
| | 2 B | 第二の扁平部 |
| | 3 | 逆扁平部 |
| | h | 扁平部における導体の高さ |
| | h' | 逆扁平部における導体の高さ |
| | w | 扁平部における導体の幅 |
| | w' | 逆扁平部における導体の幅 |
| | x | 絶縁電線の軸線方向 |

| | |
|-----|--------------------------|
| y | 扁平方向（扁平部の幅方向） |
| z | 逆扁平方向（扁平部の高さ方向、逆扁平部の幅方向） |
| F | 力 |
| R 1 | 第一外周域 |
| R 2 | 第二外周域 |
| R 3 | 中央部領域 |

請求の範囲

- [請求項1] 複数の素線が撚り合わせられた導体と、
前記導体の外周を被覆する絶縁被覆と、を有する絶縁電線であって、
前記導体を構成する前記素線のそれぞれ、および前記絶縁被覆を相互に連続させて、扁平部と、逆扁平部と、を前記絶縁電線の軸線方向に沿って有し、
前記扁平部においては、前記軸線方向に直交する断面における前記導体の外形が、扁平方向に長い扁平形状をとり、
前記逆扁平部においては、前記軸線方向に直交する断面における前記導体の外形が、前記扁平方向と異なる方向である逆扁平方向に長い扁平形状をとり、
前記扁平部と前記逆扁平部の両方の前記断面で、前記導体の外周に面する部位のうち、前記軸線方向に対して前記扁平方向に位置する領域である第一外周域において、前記扁平方向に直交する方向に位置する領域である第二外周域よりも、前記素線の円形からの変形率が小さくなっている、絶縁電線。
- [請求項2] 前記扁平部と前記逆扁平部の両方の前記断面で、前記第一外周域において、前記導体の中央部よりも、前記素線の円形からの変形率が小さくなっている、請求項1に記載の絶縁電線。
- [請求項3] 前記扁平方向と前記逆扁平方向の差は、 10° 以上である、請求項1または請求項2に記載の絶縁電線。
- [請求項4] 前記扁平方向と前記逆扁平方向の差は、 45° 以上である、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の絶縁電線。
- [請求項5] 前記扁平部と前記逆扁平部の両方の前記断面で、前記第一外周域において、前記第二外周域と比べて、前記素線の円形からの変形率が70%以下となっている、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の絶縁電線。

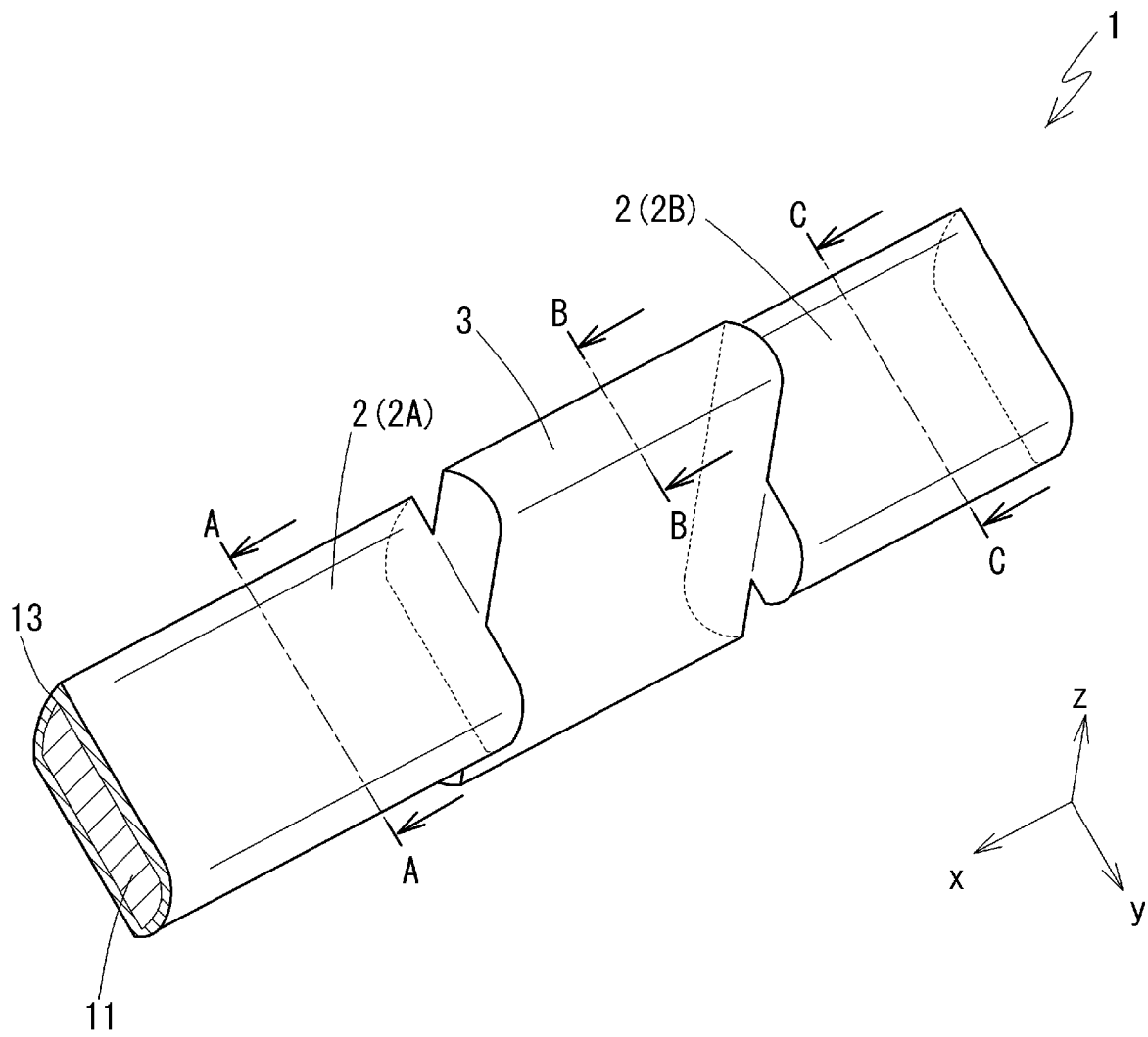
[請求項6] 請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の絶縁電線を含む、ワイヤーハーネス。

[請求項7] 導体を扁平形状に圧縮し、外周を絶縁被覆で被覆した原料扁平電線に対し、

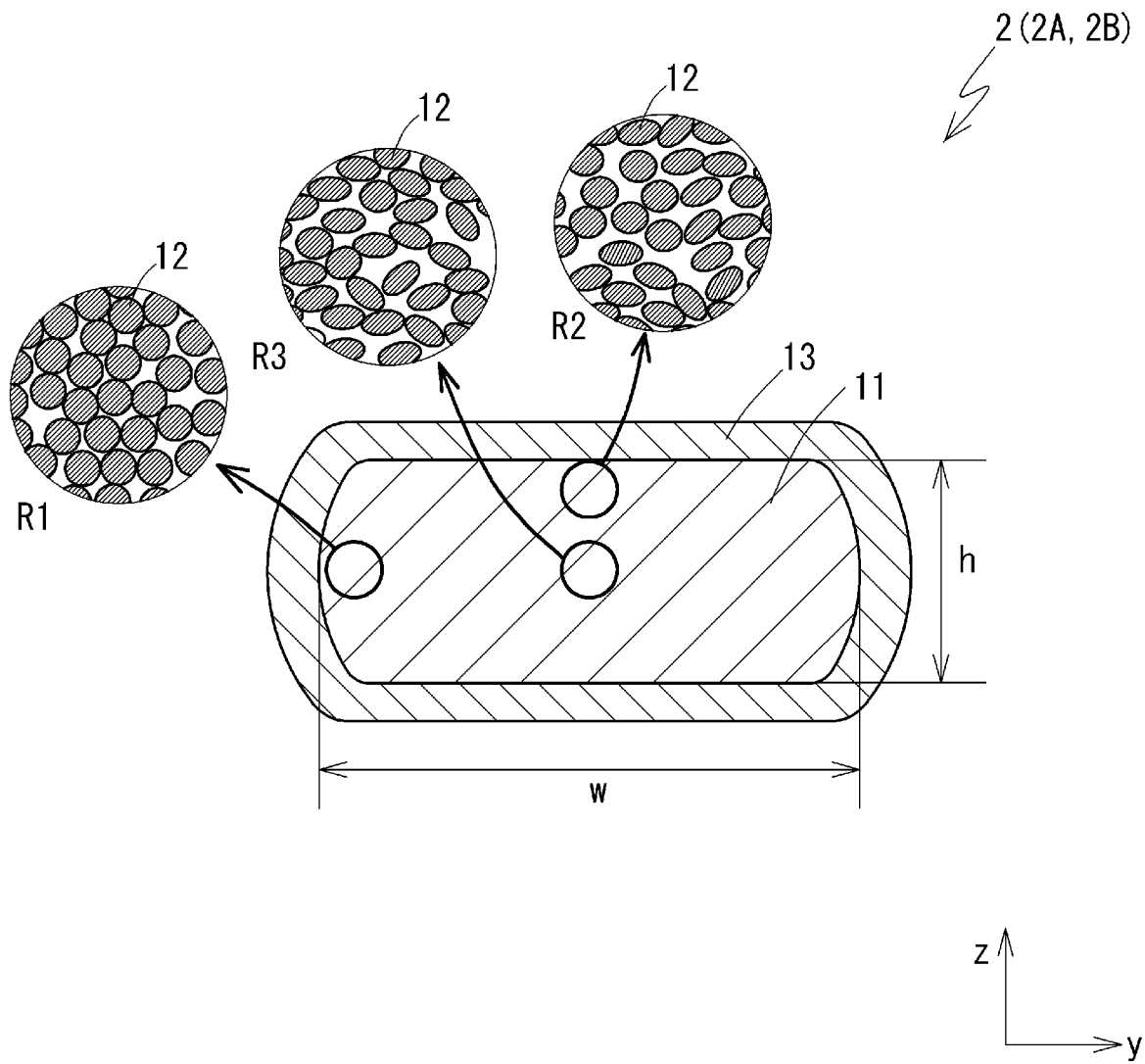
軸線方向に沿って一部の領域において、扁平形状の幅方向外側から内側に向かって力を加えて、前記力の印加前と異なる方向に長い扁平形状に前記導体を変形させることで、前記逆扁平部を形成するとともに、

前記原料扁平電線のうち、前記逆扁平部とした領域以外を、前記扁平部として残すことで、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の絶縁電線を製造する、絶縁電線の製造方法。

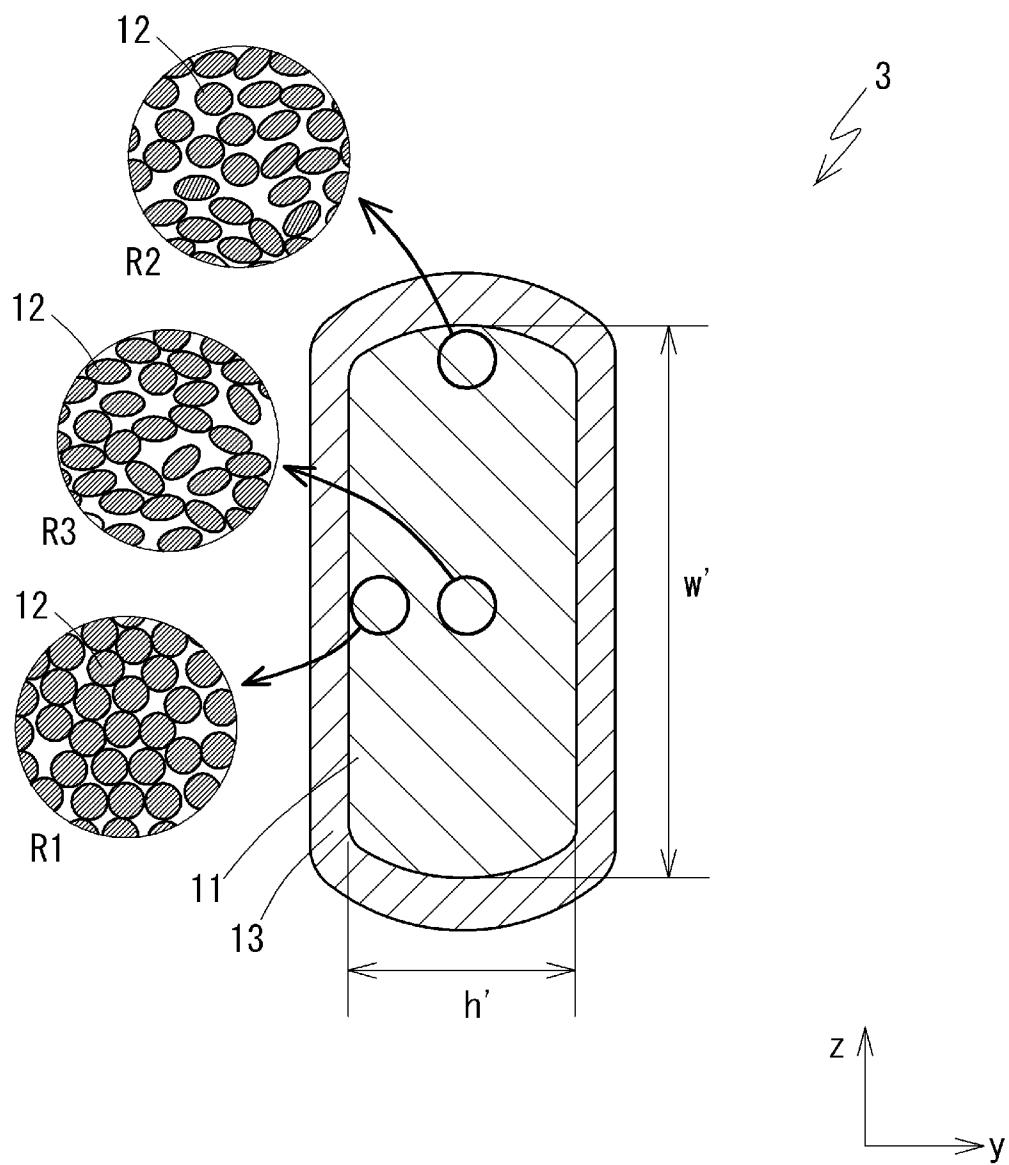
[図1]



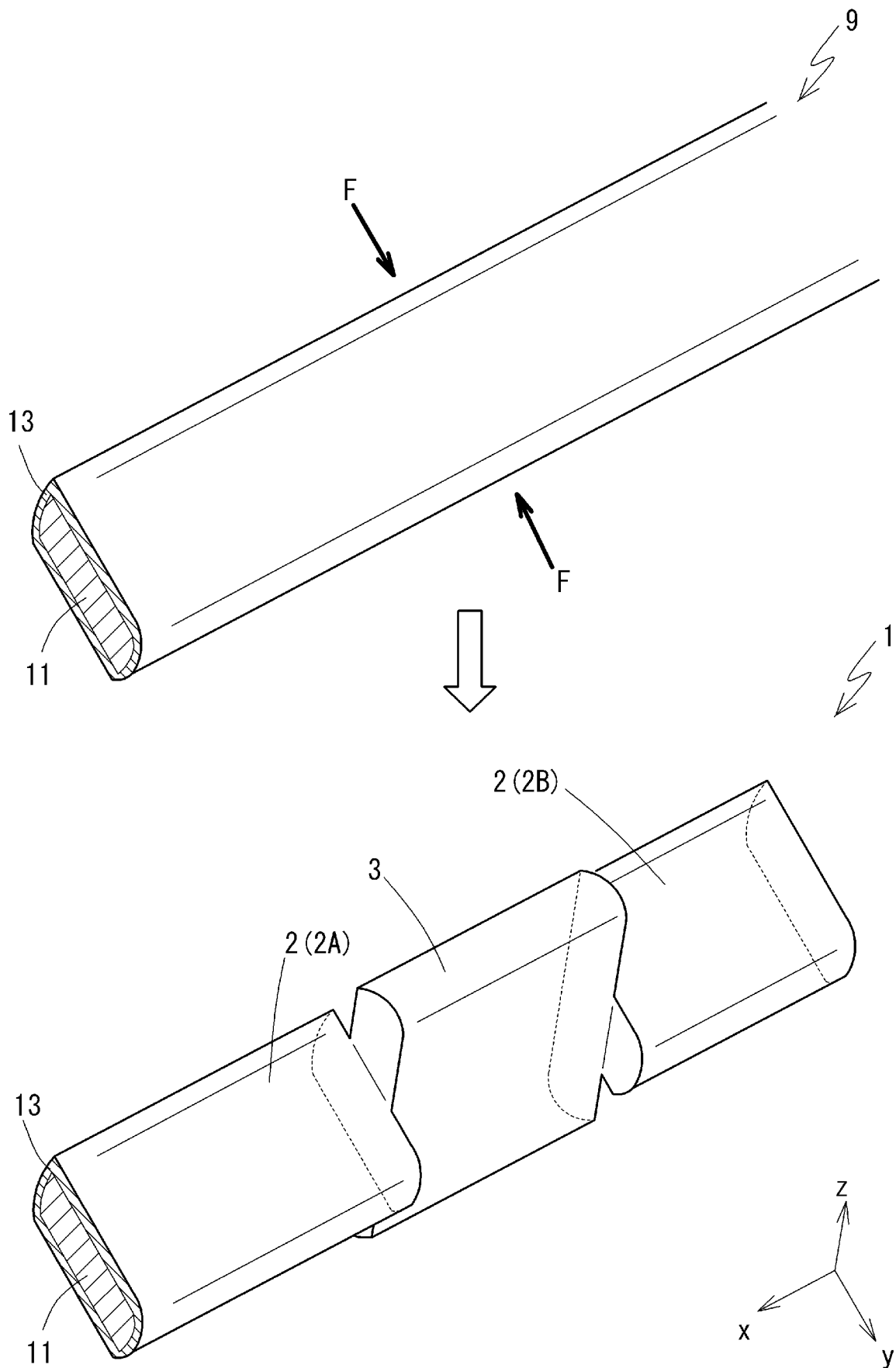
[図2]



[図3]

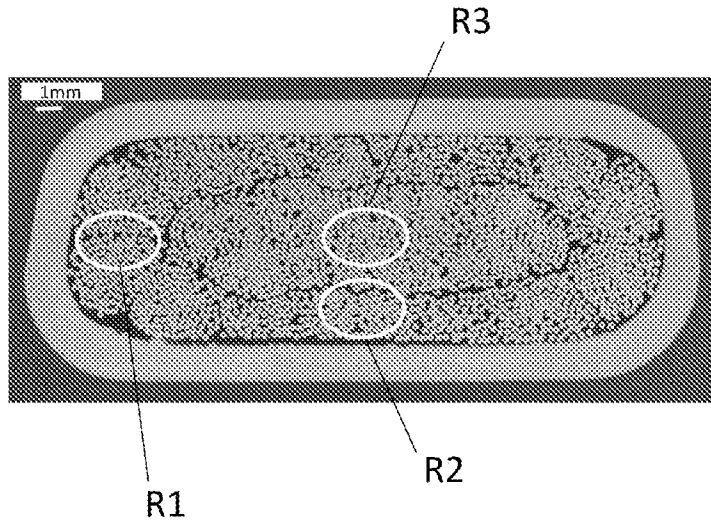


[図4]

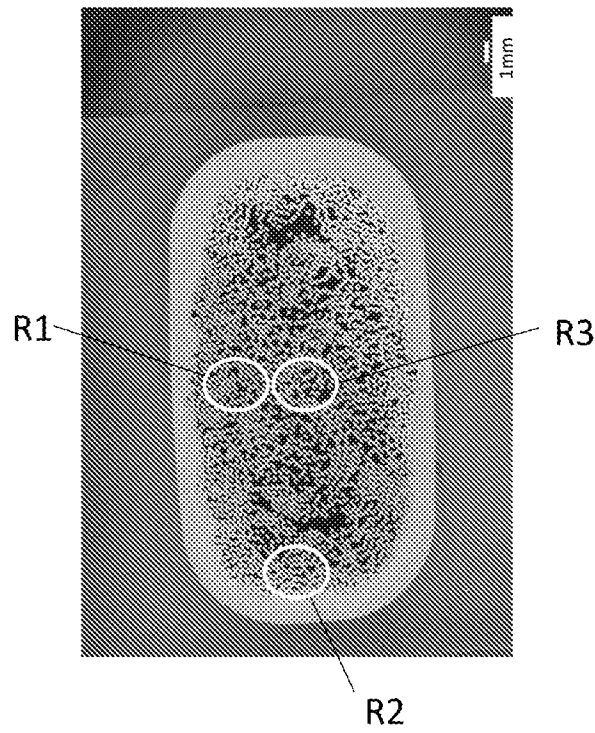


[図5]

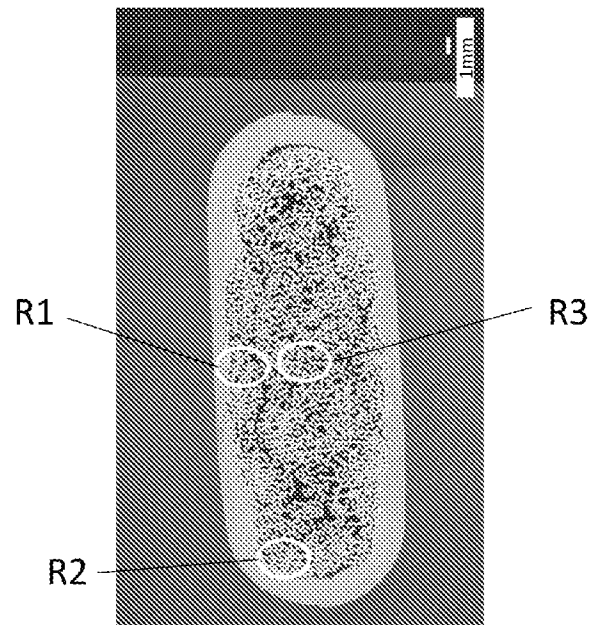
[5A]



[5B]



[5C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/011349

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|---|---|
| H01B 13/00 (2006.01)i; H01B 7/00 (2006.01)i; H01B 7/04 (2006.01)i; H01B 7/08 (2006.01)i FI: H01B7/04; H01B7/08; H01B13/00 Z; H01B7/00 301 | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01B13/00; H01B7/00; H01B7/04; H01B7/08 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023 | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| Y | WO 2019/093309 A1 (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES LTD) 16 May 2019 (2019-05-16) paragraphs [0061], [0087], [0105], [0142], [0154], [0157], fig. 9 | 1-7 |
| Y | JP 2020-77499 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 21 May 2020 (2020-05-21) paragraphs [0034]-[0044], fig. 1-3 | 1-7 |
| A | WO 2016/158455 A1 (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES LTD) 06 October 2016 (2016-10-06) entire text, all drawings | 1-7 |
| A | JP 2021-170467 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 28 October 2021 (2021-10-28) entire text, all drawings | 1-7 |
| A | JP 2017-224565 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 21 December 2017 (2017-12-21) entire text, all drawings | 1-7 |
| A | JP 2012-138180 A (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES LTD) 19 July 2012 (2012-07-19) entire text, all drawings | 1-7 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 02 June 2023 | | Date of mailing of the international search report 13 June 2023 |
| Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

| |
|---|
| International application No. PCT/JP2023/011349 |
|---|

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|-------------|----|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| WO | 2019/093309 | A1 | 16 May 2019 | US 2021/0193348 A1 paragraphs [0076], [0109], [0129], [0172], [0188], table 1, fig. 9A-9F | |
| JP | 2020-77499 | A | 21 May 2020 | (Family: none) | |
| WO | 2016/158455 | A1 | 06 October 2016 | (Family: none) | |
| JP | 2021-170467 | A | 28 October 2021 | (Family: none) | |
| JP | 2017-224565 | A | 21 December 2017 | (Family: none) | |
| JP | 2012-138180 | A | 19 July 2012 | US 2013/0269972 A1 entire text, all drawings | |

| | | |
|---|---|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01B 13/00(2006.01)i; H01B 7/00(2006.01)i; H01B 7/04(2006.01)i; H01B 7/08(2006.01)i FI: H01B7/04; H01B7/08; H01B13/00 Z; H01B7/00 301 | | |
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01B13/00; H01B7/00; H01B7/04; H01B7/08 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年 | | |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| Y | WO 2019/093309 A1（株式会社オートネットワーク技術研究所）16.05.2019（2019 - 05 - 16） [0061], [0087], [0105], [0142], [0154], [0157], 図9 | 1-7 |
| Y | JP 2020-77499 A（古河電気工業株式会社）21.05.2020（2020 - 05 - 21） [0034]-[0044], 図1-3 | 1-7 |
| A | WO 2016/158455 A1（株式会社オートネットワーク技術研究所）06.10.2016（2016 - 10 - 06） 全文, 全図 | 1-7 |
| A | JP 2021-170467 A（古河電気工業株式会社）28.10.2021（2021 - 10 - 28） 全文, 全図 | 1-7 |
| A | JP 2017-224565 A（古河電気工業株式会社）21.12.2017（2017 - 12 - 21） 全文, 全図 | 1-7 |
| A | JP 2012-138180 A（株式会社オートネットワーク技術研究所）19.07.2012（2012 - 07 - 19） 全文, 全図 | 1-7 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | |
| * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 | | |
| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 | |
| 02.06.2023 | 13.06.2023 | |
| 名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 権限のある職員（特許庁審査官） 中嶋 久雄 5G 1790 電話番号 03-3581-1101 内線 3526 | |

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2023/011349

| 引用文献 | | | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|---|-----|
| WO | 2019/093309 | A1 | 16.05.2019 | US 2021/0193348 A1 [0076], [0109], [0129], [0172], [0188], TABLE1, 図 9A-9F | |
| JP | 2020-77499 | A | 21.05.2020 | (ファミリーなし) | |
| WO | 2016/158455 | A1 | 06.10.2016 | (ファミリーなし) | |
| JP | 2021-170467 | A | 28.10.2021 | (ファミリーなし) | |
| JP | 2017-224565 | A | 21.12.2017 | (ファミリーなし) | |
| JP | 2012-138180 | A | 19.07.2012 | US 2013/0269972 A1 全文, 全図 | |