

(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
2024年4月4日(04.04.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/070941 A1

(51) 国際特許分類:

H01B 5/02 (2006.01) *B21C 3/02* (2006.01)
B21B 1/16 (2006.01) *B21C 3/08* (2006.01)
B21C 1/00 (2006.01) *H01B 7/02* (2006.01)

[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/034483

(22) 国際出願日: 2023年9月22日(22.09.2023)

(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 2022-158710 2022年9月30日(30.09.2022) JP

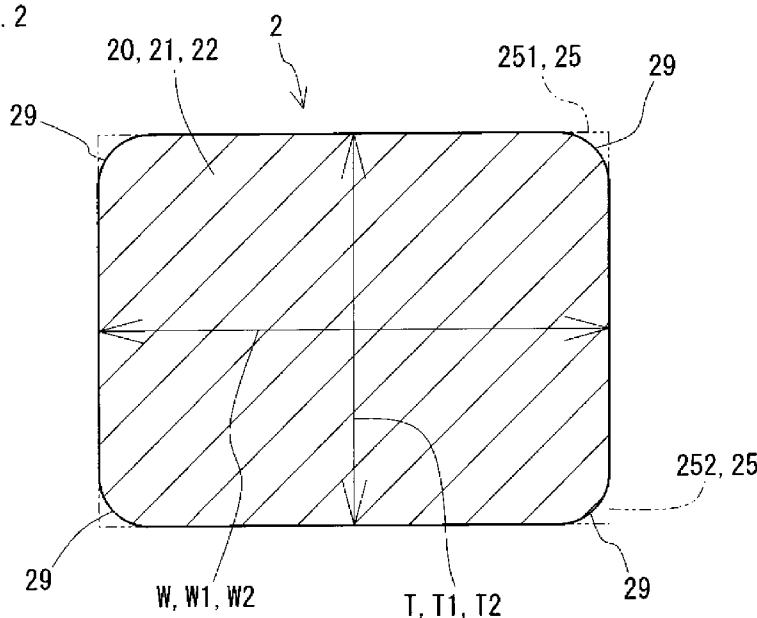
(71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)

(72) 発明者: 藤本 誠 (FUJIMOTO Makoto); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 岩山 功(IWAYAMA Isao); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 岡本 紳哉(OKAMOTO Shinya); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 丹治 亮(TANJI Tooru); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

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

(54) 発明の名称: 導線、電線、および導線の製造方法

Fig. 2



(57) Abstract: This conducting wire comprises a metallic material, and has a rectangular cross-section having a width and a thickness. Each corner portion of the rectangular cross-section is a curve, and the ratio S/SV between the area SV of a virtual rectangle circumscribing the rectangular cross-section and the area S of the rectangular cross-section is 0.975 or more. A first change rate based on the width $W1$ of a first cross-section and the width $W2$ of a second cross-section that are a predetermined length away from each other along the longitudinal axis of the conducting wire and a second change rate based on the thickness $T1$ of the first cross-section and the thickness $T2$ of the second cross-section are both 0.5% or less. The first change rate is $|(W1-W2)/W1| \times 100$, and the second change rate is $|(T1-T2)/T1| \times 100$. The arithmetic

(74) 代理人: 森田 剛史, 外(MORITA Takeshi et al.);
〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番
3 号 住友電気工業株式会社内 Osaka (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))

average roughness Ra of the surface of the corner portion is 0.2 μm or less.

(57) 要約: 金属材料からなる導線であって、幅と厚さとを有する矩形状断面を備える導線である。前記矩形状断面の角部は曲線であり、前記矩形状断面に外接する仮想矩形の面積 S_V と、前記矩形状断面の面積 S との比 S/S_V が 0.975 以上である。前記導線の長手軸に沿って所定長離間した第一断面の幅 W_1 と第二断面の幅 W_2 とに基づく第一変化率、および前記第一断面の厚さ T_1 と前記第二断面の厚さ T_2 とに基づく第二変化率が共に 0.5% 以下である。前記第一変化率は、 $|(W_1 - W_2)/W_1| \times 100$ であり、前記第二変化率は、 $|(T_1 - T_2)/T_1| \times 100$ である。前記角部の表面の算術平均粗さ R_a が 0.2 μm 以下である。

明 細 書

発明の名称：導線、電線、および導線の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、導線、電線、および導線の製造方法に関する。本出願は、2022年9月30日に出願した日本出願第2022-158710号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1では、複数のダイスを用いた伸線加工によって矩形状断面を有する導線が作製される。導線の原料である金属線は円形断面を有する。金属線は徐々に楕円状断面を有する線材に加工され、仕上げダイスによって矩形状断面を有する導線となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-4399号公報

発明の概要

[0004] 本開示の導線は、金属材料からなる導線であって、幅と厚さとを有する矩形状断面を備え、前記矩形状断面の角部は曲線であり、前記矩形状断面に外接する仮想矩形の面積 S_V と、前記矩形状断面の面積 S との比 S/S_V が0.975以上であり、前記導線の第一断面は、前記導線の長手軸に沿って前記導線の第二断面から離隔しており、前記第一断面の幅 W_1 と前記第二断面の幅 W_2 とに基づく第一変化率は0.5%以下であり、前記第一断面の厚さ T_1 と前記第二断面の厚さ T_2 とに基づく第二変化率は0.5%以下であり、前記第一変化率は、 $|(W_1 - W_2)/W_1| \times 100$ であり、前記第二変化率は、 $|(T_1 - T_2)/T_1| \times 100$ であり、前記角部の表面の算術平均粗さ R_a が $0.2 \mu m$ 以下である。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図 1 は、実施形態に係る電線の概略図である。

[図2]図 2 は、図 1 に示される電線に備わる導線の断面図である。

[図3]図 3 は、実施形態に係る導線の製造方法の第一の説明図である。

[図4]図 4 は、実施形態に係る導線の製造方法の第二の説明図である。

[図5]図 5 は、実施形態に係る導線の製造方法の第三の説明図である。

[図6]図 6 は、試験例の各試料における角部の加工割合 P と断面積減少率との関係を示すグラフである。

[図7]図 7 は、試験例の各試料における比 S/S_V と角部の算術平均粗さ R_a との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

伸線加工によって得られた導線では、角部の表面が粗くなり易く、その粗くなった角部の位置で絶縁層の形成が不十分な不良箇所が発生することがあった。例えばコイルの占積率を高めるために、角部の曲率半径が小さい導線が求められているが、角部の曲率半径が小さくなるほど、角部の表面が粗くなり易く、不良箇所の数が多くなり易い。多くの不良箇所を有する絶縁層では、導線を十分に絶縁できないおそれがある。

[0007] 本開示の目的の一つは、導線の矩形状断面の角部において絶縁層の形成不良が生じ難い導線を提供することにある。本開示の目的の一つは、導線の矩形状断面の角部を覆う絶縁層に不良箇所が少ない電線を提供することにある。本開示の目的の一つは、本開示の導線を作製できる導線の製造方法を提供することにある。

[0008] [本開示の効果]

本開示の導線は、導線の外周に絶縁層を形成したとき、角部を覆う絶縁層に不良箇所が生じることを抑制する。

[0009] [本開示の実施形態の説明]

以下、本開示の実施態様を列記して説明する。

[0010] < 1 > 実施形態に係る導線は、金属材料からなる導線であって、幅と厚さと

を有する矩形状断面を備え、前記矩形状断面の角部は曲線であり、前記矩形状断面に外接する仮想矩形の面積 S_V と、前記矩形状断面の面積 S との比 S/S_V が 0.975 以上であり、前記導線の第一断面は、前記導線の長手軸に沿って前記導線の第二断面から離隔しており、前記第一断面の幅 W_1 と前記第二断面の幅 W_2 とに基づく第一変化率は 0.5% 以下であり、前記第一断面の厚さ T_1 と前記第二断面の厚さ T_2 とに基づく第二変化率は 0.5% 以下であり、前記第一変化率は、 $|(W_1 - W_2)/W_1| \times 100$ であり、前記第二変化率は、 $|(T_1 - T_2)/T_1| \times 100$ であり、前記角部の表面の算術平均粗さ R_a が $0.2\mu m$ 以下である。

[0011] 比 S/S_V が 0.975 以上の導線は、コイルにおける占積率の向上に寄与する。占積率は、導線を巻回したコイルの占有空間の断面積に対する導線の断面積の割合である。

[0012] 第一変化率と第二変化率が共に 0.5% 以下である導線は、導線の長手軸に沿って一様な矩形状断面を有する。導線の長手軸は、導線に沿って導線の第一端と第二端とを結ぶ軸線である。つまり、本開示の導線は、導線の長手軸に沿った方向における寸法のばらつきが小さい導線である。この導線によって作製された製品は、電氣的又は磁氣的特性のばらつきが抑制される。このような導線は、ダイスを用いた伸線加工によって得られる。

[0013] 角部の表面の算術平均粗さ R_a が $0.2\mu m$ 以下の場合、角部以外の部分の表面の算術平均粗さ R_a が通常 0.02 から $0.1\mu m$ 程度であることから、角部と角部以外の部分との算術平均粗さの差を小さくできる。従って、導線の外周に絶縁層を形成したときに、角部を覆う絶縁層に不良箇所が生じ難い。

[0014] <2>上記<1>に記載の導線において、前記金属材料は無酸素銅であっても良い。

[0015] 無酸素銅からなる導線は導電性に優れる。無酸素銅は加工し易い。無酸素銅からなる導線は溶接性に優れる。

[0016] <3>上記<1>または<2>に記載の導線において、前記面積 S は 2 mm^2

以上 12 mm^2 以下であっても良い。

[0017] 2 mm^2 以上 12 mm^2 以下の面積 S を有する導線は、コイルの構成材料として好適である。面積 S が大きくなるほど、導線の許容電流が大きくなる。

[0018] <4> 上記<1>から<3>のいずれかに記載の導線において、前記矩形状断面のアスペクト比は1以上10以下でも良い。

[0019] アスペクト比は、矩形状断面の幅を矩形状断面の厚さで割った値である。アスペクト比が1である矩形状断面は略正方形である。矩形状断面のアスペクト比が1超である導線は、いわゆる平角線である。平角線をエッジワイズ曲げすることで、コイルの軸に沿ったコイルの長さを長くすることなくコイルのターン数を増加させることができる。平角線はフラットワイズ曲げし易い。従って、平角線をフラットワイズ曲げすることで得られるコイルの生産は容易である。

[0020] <5> 上記<1>から<4>のいずれかに記載の導線において、前記幅 $W1$ と前記幅 $W2$ との差、および前記厚さ $T1$ と前記厚さ $T2$ との差が共に、 $16\text{ }\mu\text{ m}$ 以下であっても良い。

[0021] 上記<5>の導線は、導線の長手軸に沿って一様な矩形状断面を有する導線である。従って、上記<5>の導線は、この導線によって作製されたコイルにおける各ターンの性能のばらつきを抑制する。この導線によれば、安定した性能を発揮するコイルを量産できる。

[0022] <6> 実施形態に係る電線は、上記<1>から<5>のいずれかに記載の導線と、前記導線の表面を覆う絶縁層と、を備える。

[0023] 導線と絶縁層とを備える電線は例えば、コイルの材料となり得る。導線の角部は滑らかであるため、角部を覆う絶縁層に不良箇所が形成され難い。このような電線によれば、安定した性能を発揮するコイルを作製できる。

[0024] <7> 実施形態に係る導線の製造方法は、原料線材を最終伸線加工する工程を備え、前記原料線材は前記最終伸線加工する工程の直前の金属線であり、前記原料線材の断面は4つの角部を有し、前記断面は、幅 $W0$ 、厚さ $T0$ 、および対角長さ $L0$ を有し、前記矩形状断面は、幅 W 、厚さ T 、および対角

長さ L を有し、前記最終伸線加工における前記角部の加工割合 P が20%以上であり、前記加工割合 P は、 $\{(L_0 - L) / X\} \times 100$ であり、 X は、 $W_0 - W$ 、および $T_0 - T$ のうち、大きい方の値であり、前記最終伸線加工における断面積減少率が35%以下である。

[0025] 最終伸線加工は、いわゆる仕上げ伸線加工である。最終伸線加工における断面積減少率が35%以下であれば、導線が断線し難い。断面積減少率が小さくなると、原料線材をダイスから引く抜くための引抜力が小さくなり、原料線材に作用する応力は小さくなる。しかし、断面積減少率が小さい伸線加工ではダイスと原料線材との接触面積が小さくなり、原料線材の表面に作用する単位面積あたりの応力、すなわち面圧はむしろ大きくなる。伸線時に原料線材に作用する面圧が高くなると、角部を含む導線の表面が滑らかになり易い。また、最終伸線加工における加工割合 P が20%以上であれば、原料線材の角部に十分な加工が加わるので、導線の角部の表面が滑らかになる。その結果、算術平均粗さ R_a が $0.2 \mu m$ 以下の表面を有する角部を備える導線が得られる。

[0026] [本開示の実施形態の詳細]

以下、本開示の実施形態に係る導線、その導線の製造方法、およびその導線を含む電線の具体例を図面に基づいて説明する。図中の同一符号は同一または相当部分を示す。各図面が示す部材の大きさは、説明を明確にする目的で表現されており、必ずしも実際の寸法を表すものではない。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0027] <実施形態1>

《電線》

図1に示される電線1は、金属材料からなる導線2と、導線2の表面を覆う絶縁層3と、を備える。導線2は、図2に示されるように、矩形状断面20を有する。矩形状断面20は、導線2の長手軸に直交する平面で切断した

導線 2 の断面である。導線 2 は、導線 2 の長手軸にほぼ一様な矩形状断面 20 を有する。

[0028] [導線]

導線 2 を構成する金属材料は例えば、銅、銅合金、アルミニウム、またはアルミニウム合金である。これらの金属材料は比較的安価で、かつ導電性に優れる。特に、無酸素銅によって構成される導線 2 は導電性に優れる。無酸素銅は、銅を 99.95 質量%以上含有し、残部が不可避不純物である純銅である。無酸素銅における不可避不純物の合計含有量は例えば、0.03 質量%以下である。無酸素銅における酸素含有量は例えば、0.005 質量% (50 質量 ppm) 以下、更に 0.002 質量% (20 質量 ppm) 以下、更に 0.001 質量% (10 質量 ppm) 以下である。無酸素銅における酸素含有量が少ないほど、無酸素銅の導電率が高くなる。

[0029] 矩形状断面 20 の角部 29 は曲線である。矩形状断面 20 に外接する仮想矩形 25 の面積 S_V と、矩形状断面 20 の面積 S との比 S/S_V は 0.975 以上である。面積 S および面積 S_V は、矩形状断面 20 の顕微鏡写真から求められる。具体的には、矩形状断面 20 の顕微鏡写真を画像解析して、矩形状断面 20 の外周輪郭を特定する。その外周輪郭で囲まれる部分の面積が面積 S である。図 2 に二点鎖線で示される仮想矩形 25 は、矩形状断面 20 の顕微鏡写真における矩形状断面 20 の外周輪郭に外接する最小の矩形である。顕微鏡写真における仮想矩形 25 の内側の面積が面積 S_V である。比 S/S_V が 0.975 以上の導線は、コイルにおける占積率の向上に寄与する。占積率は、導線 2 を巻回したコイルの占有空間の断面積に対する導線 2 の断面積の割合である。比 S/S_V が高くなるほど、占積率が高くなる。占積率を向上させるために、比 S/S_V は例えば、0.990 以上、さらには 0.995 以上としても良い。

[0030] 矩形状断面 20 の面積 S は例えば、 2 mm^2 以上 12 mm^2 以下である。 2 mm^2 以上 12 mm^2 以下の面積 S を有する導線 2 は、コイルの構成材料として利用可能である。面積 S が大きくなるほど、導線 2 の許容電流が大きくな

る。面積 S は例えば、 3 mm^2 以上 10 mm^2 以下でも良いし、 5 mm^2 以上 10 mm^2 以下でも良い。

[0031] 角部29は円弧である。円弧形状の角部29の曲率半径は例えば、 0.07 mm 以上 0.50 mm 以下である。 0.07 mm 以上の曲率半径を有する角部29は、尖りすぎていないため、損傷し難い。また、尖りすぎていない角部29の外周に形成された絶縁層3も損傷し難い。角部29の曲率半径が 0.50 mm 以下であれば、矩形状断面20の面積 SV が小さくなり過ぎない。曲率半径は例えば、 0.09 mm 以上 0.40 mm 以下でも良いし、 0.10 mm 以上 0.25 mm 以下でも良いし、 0.10 mm 以上 0.15 mm 以下でも良い。

[0032] 矩形状断面20は幅 W と厚さ T とを有する。矩形状断面20の幅 W は、仮想矩形25の第一辺251の長さに等しい。矩形状断面20の厚さは、仮想矩形25における第一辺251に直交する第二辺252の長さに等しい。幅 W と厚さ T は同じでも良いし、異なっても良い。本例では、幅 W は厚さ T よりも長い。幅 W と厚さ T とが異なる導線2はいわゆる平角線である。

[0033] 導線2では、導線2の長手軸に沿って離隔した第一断面21と第二断面22とがほとんど同じ形状および寸法を有する。第一断面21は、図1の矢印Aの位置における矩形状断面20である。第二断面22は、図1の矢印Bの位置における矩形状断面20である。図1における矢印Aと矢印Bとの距離は説明の便宜上、短い。第一断面21と第二断面22の距離は、例えば 100 m である。

[0034] 第一断面21の幅 $W1$ と、第二断面22の幅 $W2$ とに基づく第一変化率が 0.5% （パーセント）以下であり、かつ第一断面21の厚さ $T1$ と第二断面22の厚さ $T2$ とに基づく第二変化率が 0.5% 以下である。

$$\text{第一変化率} \cdots | (W1 - W2) / W1 | \times 100$$

$$\text{第二変化率} \cdots | (T1 - T2) / T1 | \times 100$$

[0035] 第一変化率と第二変化率が共に 0.5% 以下である導線2は、導線2の長手軸に沿ってほぼ一様な矩形状断面20を備える。ダイスを用いた伸線加工

は、導線 2 の長手軸に沿った寸法のばらつきが小さい導線 2 を作製できる。従って、第一変化率と第二変化率が共に 0.5% 以下である導線 2 は、ダイスを用いた伸線加工によって得られたものであるといえる。第一変化率と第二変化率はそれぞれ 0.4% 以下でも良いし、0.2% 以下でも良い。

[0036] 導線 2 の長手軸に沿って一様な矩形状断面 20 を有する導線 2 は、導線 2 によって作製されたコイルにおける各ターンの性能のばらつきを抑制する。導線 2 によれば、安定した性能を発揮するコイルを量産できる。

[0037] 導線 2 の長手軸に沿った寸法のばらつきは、絶対値で評価されても良い。例えば、第一断面 21 の幅 $W1$ と第二断面 22 の幅 $W2$ との差 $W1 - W2$ が $16\ \mu\text{m}$ 以下で、かつ第一断面 21 の厚さ $T1$ と第二断面 22 の厚さ $T2$ との差 $T1 - T2$ が $16\ \mu\text{m}$ 以下であっても良い。差 $W1 - W2$ および差 $T1 - T2$ が小さいほど、導線 2 によって作製されたコイルにおける各ターンの性能のばらつきが抑制される。差 $W1 - W2$ および差 $T1 - T2$ は例えば、 $12\ \mu\text{m}$ 以下でも良いし、 $8\ \mu\text{m}$ 以下でも良い。

[0038] 導線 2 の角部 29 の表面は非常に滑らかである。具体的には、角部 29 の表面の算術平均粗さ Ra は $0.2\ \mu\text{m}$ 以下である。本例における算術平均粗さ Ra は、4 つの角部 29 のそれぞれにおいて 3 箇所ずつ測定した測定結果の平均である。つまり、算術平均粗さ Ra は 12 箇所の測定結果の平均値である。本例における算術平均粗さ Ra は、JIS B 0601:2013 に準拠する。算術平均粗さ Ra は例えば、市販の非接触式粗さ測定装置、具体的にはオリンパス株式会社製の LEXT OLS4100 によって求められる。

[0039] 算術平均粗さ Ra を有する角部 29 の表面は、角部 29 以外の部分の表面と同程度に滑らかである。従って、導線 2 の外周に絶縁層 3 を形成された際、角部 29 を覆う絶縁層 3 に不良箇所が生じ難い。算術平均粗さ Ra は例えば、 $0.15\ \mu\text{m}$ 以下でも良いし、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下でも良いし、 $0.08\ \mu\text{m}$ 以下でも良い。

[0040] [絶縁層]

絶縁層 3 は、導線 2 の絶縁を確保する。絶縁層 3 は例えば、絶縁ワニス⁶が固化したエナメルである。その他、絶縁層 3 は例えば、ポリイミド (polyimide) 樹脂、フッ素樹脂、ポリエーテルサルホン (polyethersulfone)、またはポリエーテルエーテルケトン (polyetheretherketone) などの電気絶縁性の高い樹脂でも良い。

[0041] 絶縁層 3 の厚さは例えば $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下でも良いし、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下でも良い。ここで、本例の導線 2 の角部 29 は非常に滑らかであり、滑らかな角部 29 の外周に形成された絶縁層 3 には不良箇所が生じ難い。従って、絶縁層 3 の厚さが上記範囲であっても、絶縁層 3 に不良箇所が発生し難い。絶縁層 3 は、導線 2 の表面の一部または全部を覆う。

[0042] 《電線の製造方法》

電線 1 の製造方法は、金属線を伸線することで導線 2 を得る工程と、導線 2 を熱処理する工程と、熱処理後の導線 2 の外周に絶縁層 3 を形成する工程と、を備える。

[0043] [導線を得る工程]

導線 2 は例えば、本開示の導線の製造方法によって得られる。本例における導線の製造方法は、図 3 に示される伸線装置 6 によって実施される。伸線装置 6 は、例えば、複数のダイス 61, 62, 63, 64 を備える。ダイス 61, 62, 63, 64 に金属線 9 を挿通させることで金属線 9 を所望の形状および線径に徐々に近づけることができる。少なくともダイス 64 は線引きダイスである。ダイス 61, 62, 63 はローラダイスでも良い。

[0044] 導線 2 の製造方法は、伸線装置 6 における最後の伸線において、所定条件の加工を施すことを特徴の一つとする。以下、導線 2 の製造方法の特徴的な箇所を図 4 に基づいて説明する。その説明において、最後のダイス 64 に供される金属線 9 を原料線材 4 と呼ぶ。

[0045] 図 4 における実線は原料線材 4 の断面を示す。二点鎖線は、原料線材 4 を伸線することで得られた導線 2 の断面を示す。図 4 では説明の便宜上、ハッチングを省略している。

[0046] 原料線材4は四つの角部49を有する断面40を備える。断面40は、原料線材4の長手軸に直交する平面で切断した原料線材4の断面である。本例の断面40は上下対称でかつ左右対称の形状を有する。角部49は、二つの直線がつながることで形成された尖った形状でも良いし、曲線でも良い。本例の角部49は曲線である。断面の外周に沿って隣接する二つの角部49をつなぐ輪郭線は直線でも良いし、断面の中心から離れる方向に凸となった曲線でも良い。本例の輪郭線は直線である。断面40は、幅W0および厚さT0を有する。幅W0および厚さT0はそれぞれ、断面40に外接する仮想矩形の第一辺の長さおよび第二辺の長さと同じである。第一辺および第二辺は、互いに直交する二つの辺である。幅W0と厚さT0は同じでも良いし、異なっても良い。本例では、幅W0は厚さT0よりも長い。角部49は、例えば第一辺の両端部それぞれから、第一辺の全長に対して10%の長さに相当する部分である。角部49は、例えば第二辺の両端部それぞれから、第二辺の全長に対して10%の長さに相当する部分である。

[0047] 導線2の製造方法は、原料線材4を伸線加工することで、矩形状断面20を備える導線2を得る工程を備える。既に説明したように、矩形状断面20は幅Wおよび厚さTを有する。図4における矩形状断面20の輪郭は、ダイス64（図3）のダイス孔における最小内径を有する部分、即ちダイス64のベアリングの輪郭にほぼ一致すると考えて良い。矩形状断面20は上下対称でかつ左右対称の形状を有する。

[0048] 最終伸線加工における断面積減少率は35%以下である。断面積減少率は、15%以上35%以下であることがより好ましい。断面積減少率は、断面40の面積S0に対して、矩形状断面20の面積Sがどれだけ小さくなったかを示す指標である。具体的には、断面積減少率は、 $\{(S0 - S) / S0\} \times 100$ によって求められる。最終伸線加工における断面積減少率が35%以下であれば、角部29の表面が滑らかになる。ダイス64は、角度型ダイス（angle type die）でも良いし、円弧型ダイス（circle type die）でも良いし、ハイブリッドダイスでも良い。図

5のように角度型ダイスは、ダイス64の縦断面におけるダイス64のアプローチ641の形状が直線状であるダイスである。円弧型ダイスは、アプローチの形状が曲線状であるダイスである。ハイブリッドダイスは、アプローチ形状が直線と曲線の組み合わせであるダイスである。ダイス64のアプローチ角 θ は一定でも良いし、アプローチにおける異なる位置において異なっても良い。原料線材4の表面に対する加工度を高めるために、アプローチ角 θ が高いことが望ましい。図5のようにアプローチ641は、ダイスの内側で導線2の寸法を決定する孔であるベアリング642の入側に配置されたテーパ形状の部分であり、原料線材4の外径を細くする機能を備える。アプローチ角 θ は、ダイス64の縦断面においてテーパ形状のアプローチ641によって形成される角度であり、水平方向に対して上部に形成される角度と下部に形成される角度を足した角度である。

[0049] 伸線加工における角部49の加工割合Pは20%以上である。角部49の加工割合Pは、原料線材4が伸線加工されたときに、角部49が大きく変形しているか否かを示す指標である。具体的には、加工割合Pは、 $\{(L_0 - L) / X\} \times 100$ によって求められる。

L_0 …原料線材4の断面40の対角長さ

L …導線2の矩形状断面20の対角長さ

X …角部49以外の部分の最大変形量

[0050] 対角長さ L は、矩形状断面20の対角線の長さ、即ち矩形状断面20における対角位置にある第一の角部29と第二の角部29との距離である。本例のように角部29が円弧形状である場合、第一の円弧の中間点と第二の円弧の中間点とをつなぐ直線が、矩形状断面20の対角線である。一方、対角長さ L_0 は、断面40の対角線の長さである。本例では、断面40における第一交点と第二交点とをつなぐ直線が、断面40の対角線である。第一交点と第二交点はそれぞれ、矩形状断面20の対角線の延長線と、断面40の輪郭線との交点である。対角長さ L_0 から対角長さ L を引いた値は、最終伸線加工による角部49の変形量とみなせる。

[0051] 最大変形量 X は、 $W_0 - W$ 、および $T_0 - T$ のうち、大きい方の値である。幅 W および厚さ T は、ダイス64のダイス孔の最小内径を有する部分の寸法とほぼ同じである。従来の最終伸線加工では、角部49がほとんど変形せず、角部49以外の部分が大きく変形していた。即ち、従来の最終伸線加工では、最大変形量 X が、角部49の変形量 $L_0 - L$ よりもかなり大きかった。

[0052] 本例における加工割合 P は20%以上である。このような加工割合 P を有する最終伸線加工によれば、角部49が、角部49以外の箇所と同様に十分に加工され、角部29の表面が、角部29以外の部分と同様に滑らかになる。その結果、算術平均粗さ R_a が $0.2\mu m$ 以下の表面を有する角部29を備える導線2が得られる。加工割合 P が大きくなるほど、角部49の加工度が高くなり、角部29の表面が滑らかになる。加工割合 P は例えば、30%以上でも良いし、45%以上でも良いし、60%以上でも良い。

[0053] [導線を熱処理する工程]

最終伸線後に行われる熱処理の主目的は、伸線加工によって導線2に導入された歪みの除去である。歪みの除去によって、導線2の導電率および伸びが向上する。熱処理における雰囲気温度は例えば $100^{\circ}C$ 以上 $550^{\circ}C$ 以下程度、保持時間は例えば0.2秒以上10時間以下である。熱処理は、バッチ炉によって実施されても良いし、連続炉によって実施されても良い。この熱処理は必須ではない。

[0054] [絶縁層を形成する工程]

絶縁層3は例えば、公知のエナメル線の被覆設備によって形成される。当該被覆設備では、導線2の表面に絶縁層3を構成する樹脂を塗布する第一工程と、焼付炉において導線2に塗布された樹脂を固化させる第二工程とが実施される。第一工程と第二工程は、絶縁層3が所望の厚さに達するまで繰り返される。第一工程と第二工程とはそれぞれ1回ずつであっても良い。

[0055] <試験例>

試験例では、最終伸線加工における断面積減少率、および角部49の加工

割合 P が異なる複数の導線 2 を作製した。各導線 2 の作製に使用された最終伸線加工におけるダイス 64 は、角度型ダイスまたは円弧型ダイスである。次いで、各導線 2 の外周に絶縁層 3 を形成し、その絶縁層 3 の不良箇所を確認した。伸線加工の条件、および導線 2 の寸法を表 1, 2 に示す。

[0056] 表中の『ダイス孔の寸法』は、ダイス 64 のダイス孔の最小内径を有する部分、即ちダイス 64 のベアリングの寸法である。ベアリングの寸法は、導線 2 の矩形状断面 20 の寸法にほぼ等しい。従って、『ダイス孔の寸法』の欄に記載される『厚さ』、『幅』、『角部の曲率半径』、および『面積』はそれぞれ、図 4 における『厚さ T 』、『幅 W 』、『角部 29 の曲率半径』、および『矩形状断面 20 の面積 S 』とみなして良い。『アスペクト比』は、『幅／厚さ』である。

[0057] 表中の『最終伸線条件』の欄における『前加工度』は、最後に熱処理を行ってから最終伸線加工の前までに金属線 9 に加えられた加工量をパーセンテージで示したものである。具体的には、『前加工度』は、 $\{(S_9 - S_0) / S_9\} \times 100$ である。 S_9 は、伸線装置 6 に供される直前の金属線 9 の断面積、即ちダイス 61 の直前における金属線 9 の断面積である。 S_0 は、原料線材 4 の断面 40 の断面積、即ちダイス 64 の直前における金属線 9 の断面積である。『 $T_0 - T$ 』、『 $W_0 - W$ 』、『 $L_0 - L$ 』、および『角部の加工割合 P 』は、上記項目〔導線の製造方法〕において説明したとおりである。

[0058] 表中の『導線』の欄における『比 S / S_V 』は、上記項目〔導線〕において説明した通りである。面積 S および面積 S_V は、株式会社キーエンス製の $VHX-7000$ によって撮影した導線 2 の断面画像を画像解析することによって求めた。表中の『比 S / S_V 』はパーセンテージによって表されている。『寸法の均一性』は、導線 2 の長手軸に沿って一様な矩形状断面 20 を備えるか否かを評価した結果である。評価『A』は、項目〔導線〕において説明した『第一変化率』と『第二変化率』が共に 0.5% 以下であることを意味する。『第一変化率』と『第二変化率』を測定するための第一断面 21

と第二断面 2 2 との間の距離は 1 0 0 m であった。

[0059] 表中の『角部の R a』は、導線 2 の角部 2 9 の表面の算術平均粗さ R a である。算術平均粗さの単位はマイクロメートルである。算術平均粗さ R a は、オリンパス株式会社製の L E X T O L S 4 1 0 0 によって測定した。具体的には、4 つの角部 2 9 のそれぞれにおいて 3 箇所ずつ算術平均粗さ R a を測定し、1 2 個の測定結果を平均することで算術平均粗さ R a を求めた。各角部 2 9 における三つの測定箇所は、角部 2 9 の円弧に沿って互いに離れた箇所である。本例では、各測定箇所を導線 2 の長手軸に沿って $258\text{ }\mu\text{m}$ の長さにわたって測定した。

[0060] 表中の『不良箇所の発生率』は、1 0 0 k g の導線 2 における絶縁層 3 の不良箇所の数である。本例における絶縁層 3 の不良箇所は市販の探傷装置によって測定した。導線 2 の表面が粗いと、粗い部分と絶縁層 3 との間に空気溜まりなどの不良箇所が生じる。本例では、絶縁層 3 の被覆設備に併設して市販の探傷装置を配置し、絶縁層 3 の形成に連続して、不良箇所の発生数をカウントした。導線 2 の重量は、導線 2 の材質の比重と、矩形状断面 2 0 の面積 S と、被覆設備における導線 2 の送り速度とから計算によって求められる。本例では、測定した不良箇所のうち、角部 2 9 に対応する部分の不良箇所のみをカウントした。

[0061] 試料 N o. 1 から試料 N o. 1 5 は主に、断面積減少率が異なる試料である。ダイス 6 4 は、 32° のアプローチ角を有する角度型ダイスであった。試料 N o. 2 1 から試料 N o. 2 4 は主に、導線 2 の角部 2 9 の曲率半径が異なる試料である。ダイス 6 4 は、 32° のアプローチ角を有する角度型ダイスであった。試料 N o. 3 1 から試料 N o. 3 3 は主に、アスペクト比が異なる試料である。ダイス 6 4 は、 32° のアプローチ角を有する角度型ダイスであった。試料 N o. 4 1 および試料 N o. 4 2 は主に、導線 2 の矩形状断面 2 0 の面積 S が異なる試料である。ダイス 6 4 は、 32° のアプローチ角を有する角度型ダイスであった。試料 N o. 5 1 から試料 N o. 5 6 は主に、矩形状断面 2 0 の厚さ T および幅 W のいずれかが異なる試料である。

ダイス64は、 32° のアプローチ角を有する角度型ダイスであった。試料No. 61から試料No. 64は、ダイス64の構成が異なる試料である。試料No. 61のダイス64は、 24° のアプローチ角を有する角度型ダイスであった。試料No. 62のダイス64は、 16° のアプローチ角を有する角度型ダイスであった。試料No. 63のダイス64は、曲率半径が6 mmの円弧状のアプローチを有する円弧型ダイスであった。試料No. 64のダイス64は、曲率半径が12 mmのアプローチを有する円弧型ダイスであった。試料No. 101から試料No. 104は、角部29の加工割合Pが20%未満、または断面積減少率が35%超である試料である。ダイス64は、 32° のアプローチ角を有する角度型ダイスであった。

[0062]

[表1]

試料 No.	ダイス孔の寸法					最終伸線条件						導線				
	厚さ	幅	角部の 曲率 半径	アスペクト 比	面積	前加工 度	T0-T	W0-W	L0-L	断面積 減少率	角部の 加工割合P	比S/SV	寸法の 均一性	角部の Ra	不良箇所 の発生率	
	(mm)	(mm)	(mm)		(mm ²)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(%)	(%)		(μm)	(箇所 /100kg)	
1	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	47	0.25	0.25	0.23	17	92	99.8	A	0.07	0.19	
2	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	45	0.25	0.25	0.19	17	75	99.8	A	0.09	0.26	
3	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	46	0.25	0.25	0.15	17	59	99.8	A	0.12	0.42	
4	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	46	0.30	0.30	0.26	20	86	99.8	A	0.07	0.19	
5	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	46	0.30	0.30	0.21	20	70	99.8	A	0.09	0.28	
6	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	45	0.30	0.30	0.13	19	45	99.8	A	0.15	0.58	
7	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	46	0.46	0.46	0.48	29	105	99.8	A	0.09	0.27	
8	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	47	0.46	0.46	0.32	28	69	99.8	A	0.11	0.35	
9	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	65	0.46	0.46	0.32	28	69	99.8	A	0.11	0.36	
10	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	23	0.46	0.46	0.32	28	69	99.8	A	0.11	0.37	
11	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	35	0.46	0.46	0.32	28	69	99.8	A	0.11	0.37	
12	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	47	0.46	0.41	0.27	27	59	99.8	A	0.12	0.39	
13	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	46	0.43	0.46	0.29	27	63	99.8	A	0.11	0.38	
14	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	46	0.46	0.46	0.21	27	46	99.8	A	0.18	0.78	
15	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	46	0.57	0.57	0.42	33	73	99.9	A	0.14	0.50	
21	2.0	3.0	0.15	1.50	5.98	47	0.46	0.46	0.36	28	78	99.6	A	0.10	0.29	
22	2.0	3.0	0.19	1.50	5.97	46	0.46	0.46	0.39	28	86	99.4	A	0.09	0.27	
23	2.0	3.0	0.30	1.50	5.92	46	0.46	0.46	0.48	29	105	98.6	A	0.07	0.17	
24	2.0	3.0	0.40	1.50	5.86	46	0.46	0.46	0.57	29	123	97.7	A	0.06	0.15	

[0063] [表2]

試料 No.	ダイス孔の寸法				最終伸線条件						導線				
	厚さ	幅	角部の 曲率 半径	アスペクト 比	面積	前加工 度	T0-T	W0-W	L0-L	断面積 減少率	角部の 加工割合P	比S/SV	寸法の 均一性	角部の Ra	不良箇所 の発生率
	(mm)	(mm)	(mm)		(mm ²)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(%)	(%)		(μm)	(箇所 /100kg)
31	2.5	2.5	0.10	1.00	6.24	45	0.45	0.45	0.31	26	68	99.8	A	0.11	0.34
32	1.5	4.0	0.10	2.67	5.99	46	0.40	0.40	0.32	27	79	99.8	A	0.10	0.29
33	1.0	7.5	0.10	7.50	7.49	46	0.30	0.30	0.21	25	70	99.9	A	0.11	0.36
41	2.5	3.8	0.10	1.50	9.37	46	0.50	0.50	0.38	25	75	99.9	A	0.11	0.35
42	2.0	2.5	0.10	1.25	4.99	47	0.40	0.40	0.32	27	79	99.8	A	0.11	0.34
43	1.2	1.8	0.10	1.50	2.15	46	0.25	0.25	0.15	25	59	99.6	A	0.12	0.40
51	2.0	5.0	0.30	2.50	9.92	47	0.68	0.65	0.48	32	71	99.2	A	0.05	0.12
52	3.0	4.0	0.40	1.33	11.86	46	0.60	0.60	0.43	25	72	98.8	A	0.06	0.15
53	1.0	8.0	0.30	8.00	7.92	46	0.25	0.25	0.23	22	92	98.9	A	0.07	0.18
54	1.0	3.0	0.25	3.00	2.95	46	0.20	0.20	0.12	20	59	98.1	A	0.05	0.12
55	2.0	2.0	0.25	1.00	3.95	45	0.40	0.40	0.23	27	59	98.6	A	0.08	0.21
56	2.0	4.0	0.30	2.00	7.92	46	0.35	0.35	0.16	19	47	98.9	A	0.06	0.14
61	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	47	0.46	0.46	0.32	28	69	99.8	A	0.12	0.39
62	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	47	0.46	0.46	0.32	28	69	99.8	A	0.19	0.83
63	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	47	0.46	0.46	0.32	28	69	99.8	A	0.09	0.27
64	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	47	0.46	0.46	0.32	28	69	99.8	A	0.11	0.34
101	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	31	0.41	0.62	0.04	22	10	99.7	A	0.28	1.48
102	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	9	0.83	1.24	0.04	36	5	99.7	A	0.32	1.81
103	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	45	0.46	0.46	0.07	25	15	99.7	A	0.25	1.25
104	2.0	3.0	0.10	1.50	5.99	46	0.67	0.67	0.56	37	83	99.7	A	0.23	1.10

[0064] 表1, 2に示されるように、断面積減少率が35%以下で、かつ角部49

の加工割合 P が 20% 以上である試料 N o. 1 から試料 N o. 64 は、滑らかな角部 29 を備えており、不良箇所の発生率が 0.8 以下であった。

[0065] 角部 49 の加工割合 P が 20% 未満である試料 N o. 101 から試料 N o. 103 は、算術平均粗さ R_a が $0.2\ \mu\text{m}$ 超の角部 29 を備えており、不良箇所の発生率が 1.2 超であった。また、断面積減少率が 35% 超である試料 N o. 104 は、算術平均粗さ R_a が $0.2\ \mu\text{m}$ 超の角部 29 を備えており、不良箇所の発生率が 1.0 超であった。

[0066] 図 6 は、試験例の各試料における角部 49 の加工割合 P と断面積減少率との関係を示すグラフである。横軸は各試料の角部 49 の加工割合 P である。縦軸は各試料の断面積減少率である。試料 N o. 101 から試料 N o. 104 は、表 2 に示されるように、不良箇所の発生率が高い試料である。試料 N o. 101 から試料 N o. 104 が除外される範囲の試料は、不良箇所の発生率が低い試料である。従って、角部 49 の加工割合 P が 20% 以上 140% 以下の範囲、断面積減少率が 7% 以上 35% 以下の範囲では、不良箇所の発生率が低いと考えられる。角部 49 の加工割合 P が 20% 以上 140% 以下の範囲、断面積減少率が 15% 以上 35% 以下の範囲では、不良箇所の発生率がより低いと考えられる。角部 49 の加工割合 P が 40% 以上 140% 以下の範囲、断面積減少率が 15% 以上 35% 以下の範囲では、不良箇所の発生率がさらに低いと考えられる。

[0067] 図 7 は、試験例の各試料における比 S/S_V と角部の算術平均粗さ R_a との関係を示すグラフである。横軸は各試料の比 S/S_V である。縦軸は角部 29 の算術平均粗さ R_a である。比 S/S_V が 100% に近いほど、角部 29 の曲率半径が小さい、すなわち角部 29 が尖った形状である。比 S/S_V が 100% に近いほど、角部 29 が尖った形状になるため、角部 29 の表面を滑らかにすることは難しい。しかし、図 6 に示される断面積減少率と加工割合 P とを満たす試料 N o. 1 から試料 N o. 64 の角部 29 の算術平均粗さ R_a は $0.2\ \mu\text{m}$ 以下であった。従って、実施形態に係る導線 2 の製造方法は、滑らかな表面を有する角部 29 を形成することに有効であるといえる。

。

符号の説明

[0068] 1 電線

2 導線

2 0 矩形状断面、2 1 第一断面、2 2 第二断面

2 5 仮想矩形、2 5 1 第一辺、2 5 2 第二辺

2 9 角部

3 絶縁層

4 原料線材

4 0 断面

4 9 角部

6 伸線装置

6 1, 6 2, 6 3, 6 4 ダイス

6 4 1 アプローチ

6 4 2 ベアリング

9 金属線

θ アプローチ角

T, T 0, T 1, T 2 厚さ

W, W 0, W 1, W 2 幅

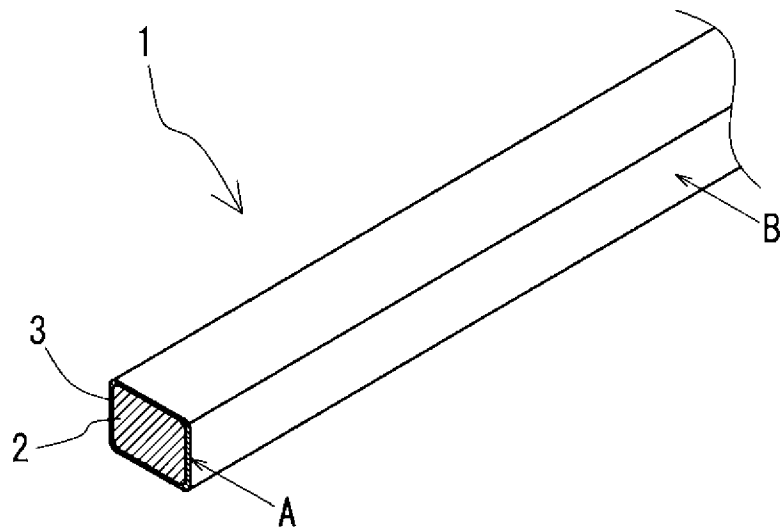
請求の範囲

- [請求項1] 金属材料からなる導線であって、
幅と厚さとを有する矩形状断面を備え、
前記矩形状断面の角部は曲線であり、
前記矩形状断面に外接する仮想矩形の面積 S_V と、前記矩形状断面の面積 S との比 S/S_V が 0.975 以上であり、
前記導線の第一断面は、前記導線の長手軸に沿って前記導線の第二断面から離隔しており、
前記第一断面の幅 W_1 と前記第二断面の幅 W_2 とに基づく第一変化率は、0.5%以下であり、
前記第一断面の厚さ T_1 と前記第二断面の厚さ T_2 とに基づく第二変化率は、0.5%以下であり、
前記第一変化率は、 $| (W_1 - W_2) / W_1 | \times 100$ であり、
前記第二変化率は、 $| (T_1 - T_2) / T_1 | \times 100$ であり、
前記角部の表面の算術平均粗さ R_a が $0.2 \mu m$ 以下である、
導線。
- [請求項2] 前記金属材料は無酸素銅である、請求項1に記載の導線。
- [請求項3] 前記面積 S は $2 mm^2$ 以上 $12 mm^2$ 以下である、請求項1または請求項2に記載の導線。
- [請求項4] 前記矩形状断面のアスペクト比は1以上10以下である、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の導線。
- [請求項5] 前記幅 W_1 と前記幅 W_2 との差、および前記厚さ T_1 と前記厚さ T_2 との差が共に、 $16 \mu m$ 以下である、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の導線。
- [請求項6] 請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の導線と、
前記導線の表面を覆う絶縁層と、を備える、
電線。
- [請求項7] 矩形状断面を備える導線を得るための導線の製造方法であって、

原料線材を最終伸線加工する工程を備え、
前記原料線材は前記最終伸線加工する工程の直前の金属線であり、
前記原料線材の断面は4つの角部を有し、
前記断面は、幅 W_0 、厚さ T_0 、および対角長さ L_0 を有し、
前記矩形断面は、幅 W 、厚さ T 、および対角長さ L を有し、
前記最終伸線加工における前記角部の加工割合 P が20%以上であり、
前記加工割合 P は、 $\{(L_0 - L) / X\} \times 100$ であり、 X は、
 $W_0 - W$ 、および $T_0 - T$ のうち、大きい方の値であり、
前記最終伸線加工における断面積減少率が35%以下である、
導線の製造方法。

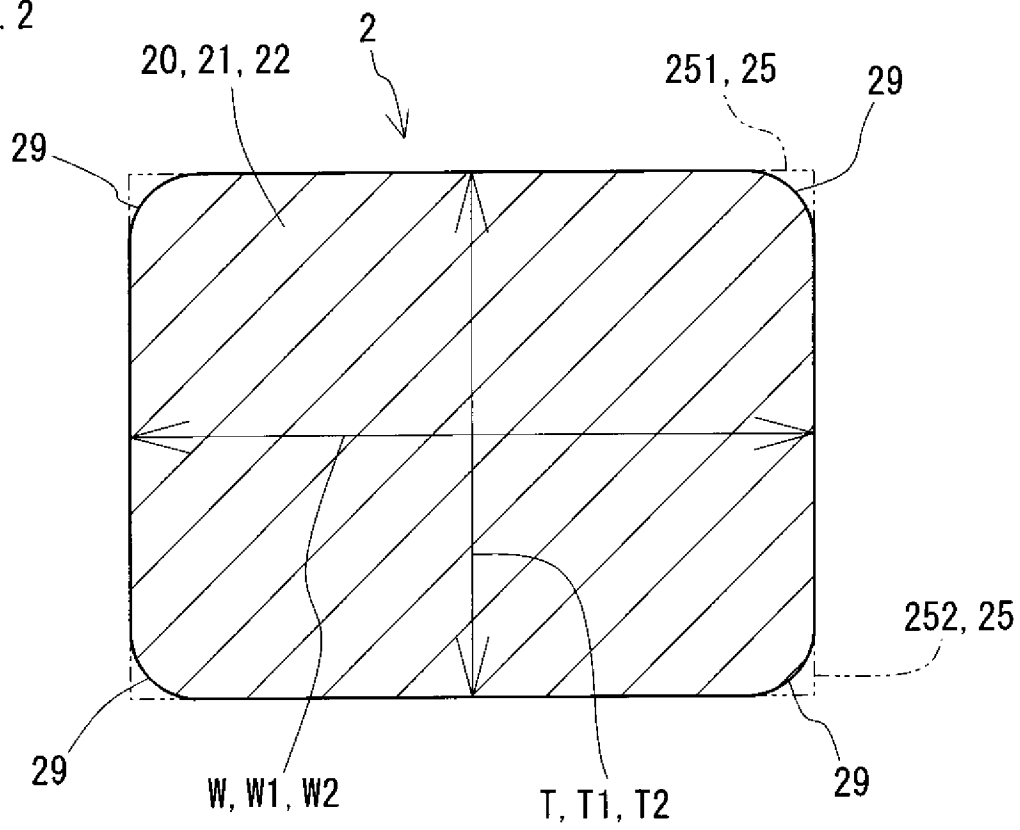
[図1]

Fig. 1



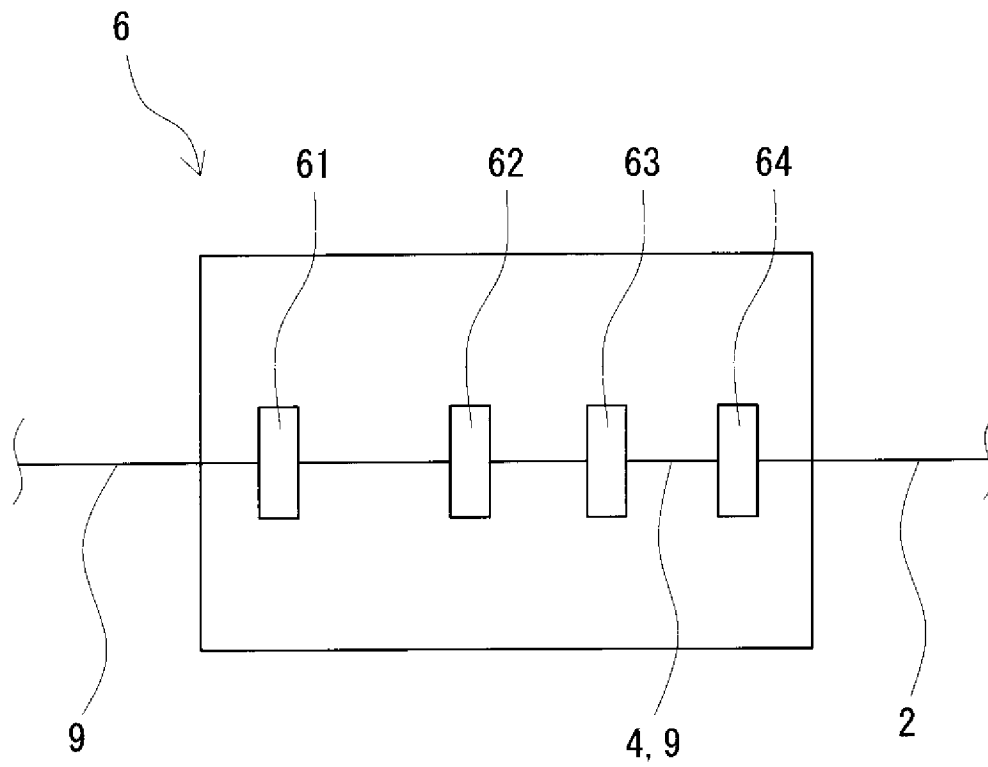
[図2]

Fig. 2



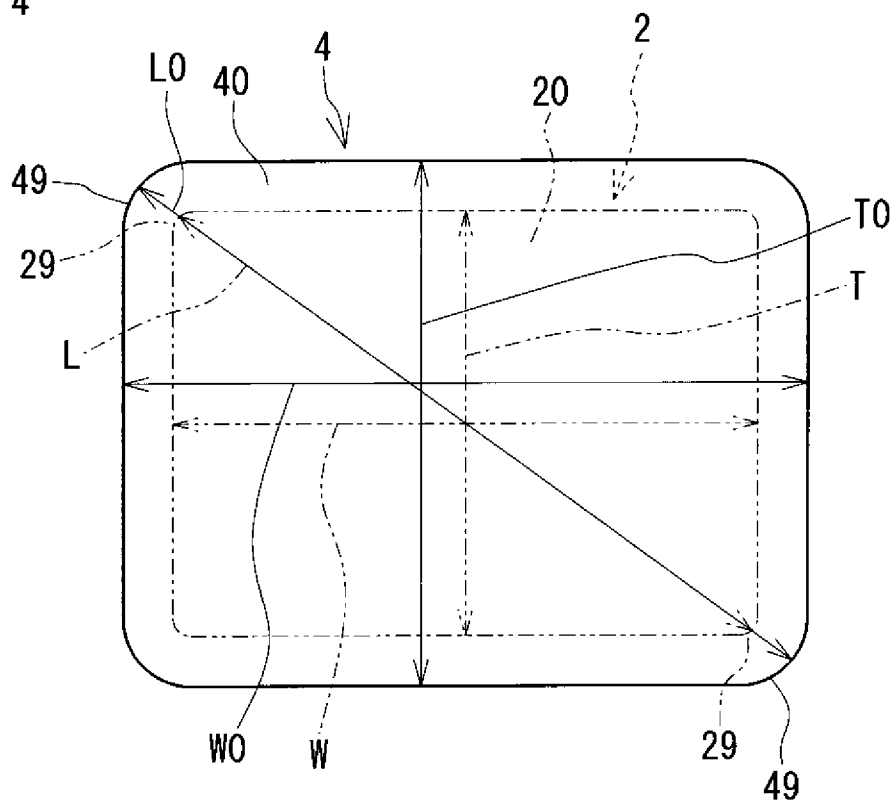
[図3]

Fig. 3



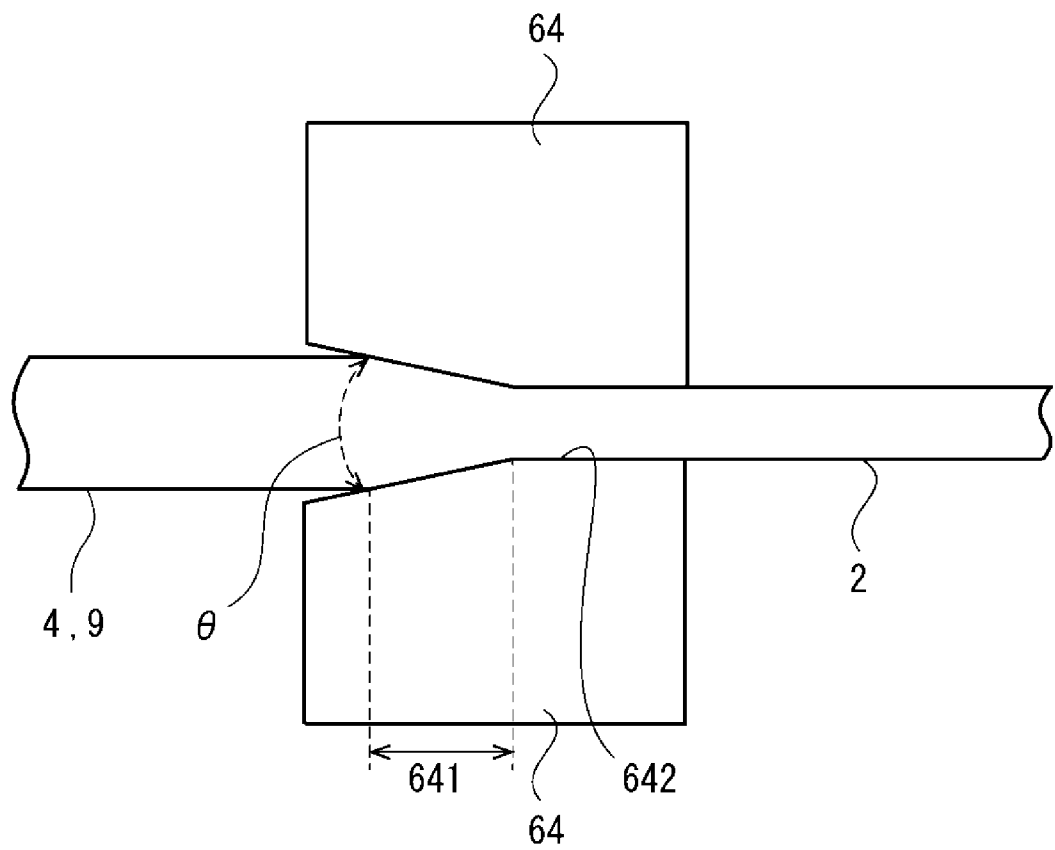
[図4]

Fig. 4



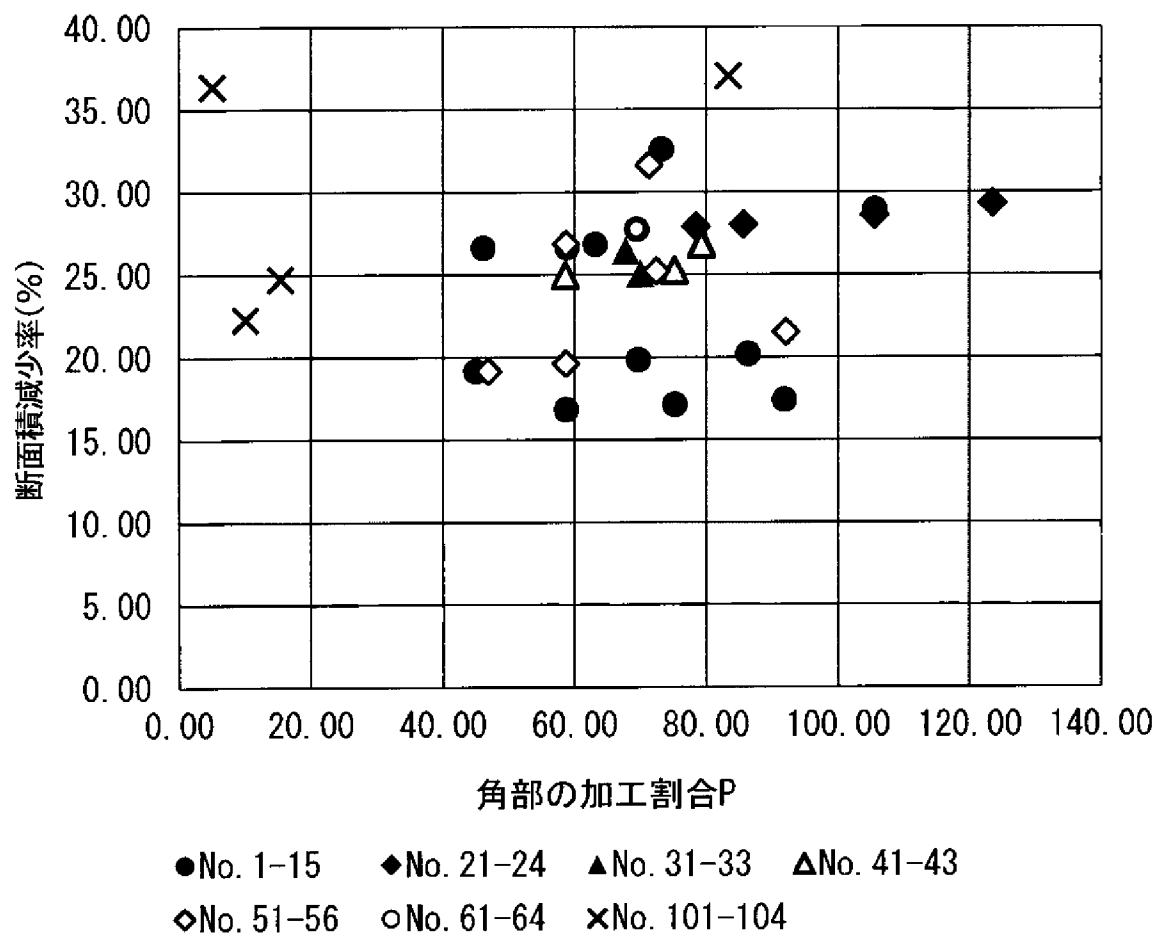
[図5]

Fig.5



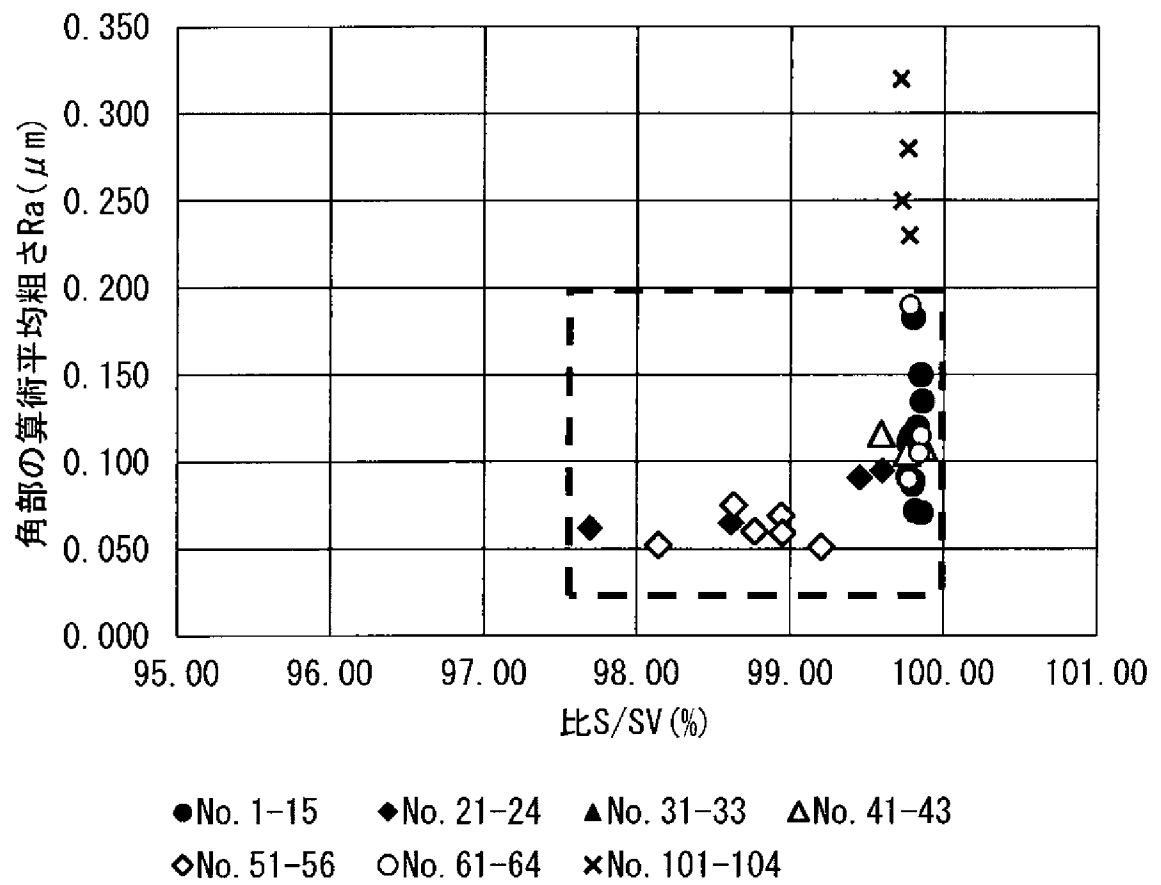
[図6]

Fig. 6



[図7]

Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/034483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01B 5/02(2006.01)i; **B21B 1/16**(2006.01)i; **B21C 1/00**(2006.01)i; **B21C 3/02**(2006.01)i; **B21C 3/08**(2006.01)i;
H01B 7/02(2006.01)i

FI: H01B5/02 Z; B21B1/16 L; B21C1/00 F; B21C3/02 B; B21C3/08 A; H01B7/02 A

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)

H01B5/02; B21B1/16; B21C1/00; B21C3/02; B21C3/08; H01B7/02

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.
A	JP 2013-4444 A (MITSUBISHI CABLE IND LTD) 07 January 2013 (2013-01-07) fig. 1(a)	1-6
X	JP 2012-195212 A (MITSUBISHI SHINDOH CO LTD) 11 October 2012 (2012-10-11) paragraphs [0016], [0029], fig. 1	1-6
A	JP 2008-305620 A (HITACHI CABLE LTD) 18 December 2008 (2008-12-18)	1-6
A	JP 2009-231065 A (FUJIKURA LTD) 08 October 2009 (2009-10-08)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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

28 November 2023

Date of mailing of the international search report

05 December 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.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1:JP 2013-4444 A (MITSUBISHI CABLE IND LTD) 07 January 2013 (2013-01-07), fig. 1(a) (Family: none)

Claims are classified into the following two inventions.

(Invention 1) Claims 1-6

Claims 1-6 have the special technical feature in which “a ratio S/SV between the area SV of a virtual rectangular shape circumscribed about the rectangular cross-section and the area S of the rectangular cross-section is 0.975 or more, a first cross-section of the conducting wire is spaced apart from a second cross-section of the conducting wire along a longitudinal axis of the conducting wire, a first rate of change based on a width $W1$ of the first cross-section and a width $W2$ of the second cross-section is 0.5% or less, and a second rate of change based on a thickness $T1$ of the first cross-section and a thickness $T2$ of the second cross-section is 0.5% or less, wherein the first rate of change is $|(W1-W2)/W1| \times 100$, the second rate of change is $|(T1-T2)/T1| \times 100$, and an arithmetic mean roughness Ra of the surface of the corner portion is 0.2 μm or less” and are thus classified as invention 1.

(Invention 2) Claim 7

Claim 7 shares, with claim 1 classified as invention 1, the common technical feature of a conducting wire made of a metal material and having a rectangular cross-section. However, said technical feature does not make a contribution over the prior art in light of the disclosure of document 1, and thus cannot be considered a special technical feature. Also, there are no other same or corresponding special technical features between these inventions.

In addition, claim 7 is not dependent on claim 1. Furthermore, claim 7 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claim 7 cannot be classified as invention 1.

Also, claim 7 has the special technical feature in which “the cross-section has a width $W0$, a thickness $T0$, and a diagonal length $L0$, the rectangular cross-section has a width W , a thickness T , and a diagonal length L , and a processing ratio P of the corner portion during the final wire drawing process is 20% or more, wherein the processing ratio P is $\{(L0-L)/X\} \times 100$, X is a larger value among $W0-W$ and $T0-T$, and the reduction rate of the cross-sectional area during the final wire drawing process is 35% or less” and is thus classified as invention 2.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/034483

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **claims 1-6**

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/034483

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2013-4444	A 07 January 2013	(Family: none)	
JP 2012-195212	A 11 October 2012	(Family: none)	
JP 2008-305620	A 18 December 2008	(Family: none)	
JP 2009-231065	A 08 October 2009	US 2009/0236123 A1	
		EP 2105935 A1	
		CN 101546619 A	
		KR 10-2009-0101833 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01B 5/02(2006.01)i; B21B 1/16(2006.01)i; B21C 1/00(2006.01)i; B21C 3/02(2006.01)i; B21C 3/08(2006.01)i; H01B 7/02(2006.01)i FI: H01B5/02 Z; B21B1/16 L; B21C1/00 F; B21C3/02 B; B21C3/08 A; H01B7/02 A										
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）） H01B5/02; B21B1/16; B21C1/00; B21C3/02; B21C3/08; H01B7/02										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			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
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								
A	JP 2013-4444 A（三菱電線工業株式会社）07.01.2013（2013 - 01 - 07） 図1(a)	1-6								
X	JP 2012-195212 A（三菱伸銅株式会社）11.10.2012（2012 - 10 - 11） 段落0016, 0029、図1	1-6								
A	JP 2008-305620 A（日立電線株式会社）18.12.2008（2008 - 12 - 18）	1-6								
A	JP 2009-231065 A（株式会社フジクラ）08.10.2009（2009 - 10 - 08）	1-6								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 28.11.2023	国際調査報告の発送日 05.12.2023									
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） 岩井 一央 5G 5290 電話番号 03-3581-1101 内線 3526									

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

文献1：JP 2013-4444 A（三菱電線工業株式会社）07.01.2013(2013-01-07)，図1(a)（ファミリーなし）

請求の範囲は、以下の2つの発明に区分される。

（発明1）請求項1－6

請求項1－6は、「前記矩形状断面に外接する仮想矩形の面積 S_V と、前記矩形状断面の面積 S との比 S/S_V が0.975以上であり、前記導線の第一断面は、前記導線の長手軸に沿って前記導線の第二断面から離隔しており、前記第一断面の幅 W_1 と前記第二断面の幅 W_2 とに基づく第一変化率は、0.5%以下であり、前記第一断面の厚さ T_1 と前記第二断面の厚さ T_2 とに基づく第二変化率は、0.5%以下であり、前記第一変化率は、 $|(W_1 - W_2)/W_1| \times 100$ であり、前記第二変化率は、 $|(T_1 - T_2)/T_1| \times 100$ であり、前記角部の表面の算術平均粗さ R_a が $0.2 \mu m$ 以下である」という特別な技術的特徴を有しているので、発明1に区分する。

（発明2）請求項7

請求項7は、発明1に区分された請求項1と、矩形状断面を備える金属材料からなる導線に関するものであるという共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項7は、請求項1の従属請求項ではない。また、請求項7は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項7は発明1に区分できない。

そして、請求項7は、「前記断面は、幅 W_0 、厚さ T_0 、および対角長さ L_0 を有し、前記矩形状断面は、幅 W 、厚さ T 、および対角長さ L を有し、前記最終伸線加工における前記角部の加工割合 P が20%以上であり、前記加工割合 P は、 $\{(L_0 - L)/X\} \times 100$ であり、 X は、 $W_0 - W$ 、および $T_0 - T$ のうち、大きい方の値であり、前記最終伸線加工における断面積減少率が35%以下である」という特別な技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。請求項1－6

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

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/JP2023/034483

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2013-4444	A	07.01.2013	(ファミリーなし)	
JP	2012-195212	A	11.10.2012	(ファミリーなし)	
JP	2008-305620	A	18.12.2008	(ファミリーなし)	
JP	2009-231065	A	08.10.2009	US	2009/0236123 A1
				EP	2105935 A1
				CN	101546619 A
				KR	10-2009-0101833 A