(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
2017年10月26日(26.10.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/183610 A1

(51) 国際特許分類:
H01F 27/28 (2006.01)　*H01F 5/00* (2006.01)
H01B 7/00 (2006.01)　*H01F 5/06* (2006.01)
H01B 7/02 (2006.01)　*H01F 30/10* (2006.01)
H01B 7/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/015469

(22) 国際出願日：　2017年4月17日(17.04.2017)

(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 2016-086601　2016年4月22日(22.04.2016)　JP

(71) 出願人: 古河電気工業株式会社(**FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 Tokyo (JP). 古河マグネットワイヤ株式会社(**FURUKAWA MAGNET WIRE CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 Tokyo (JP).

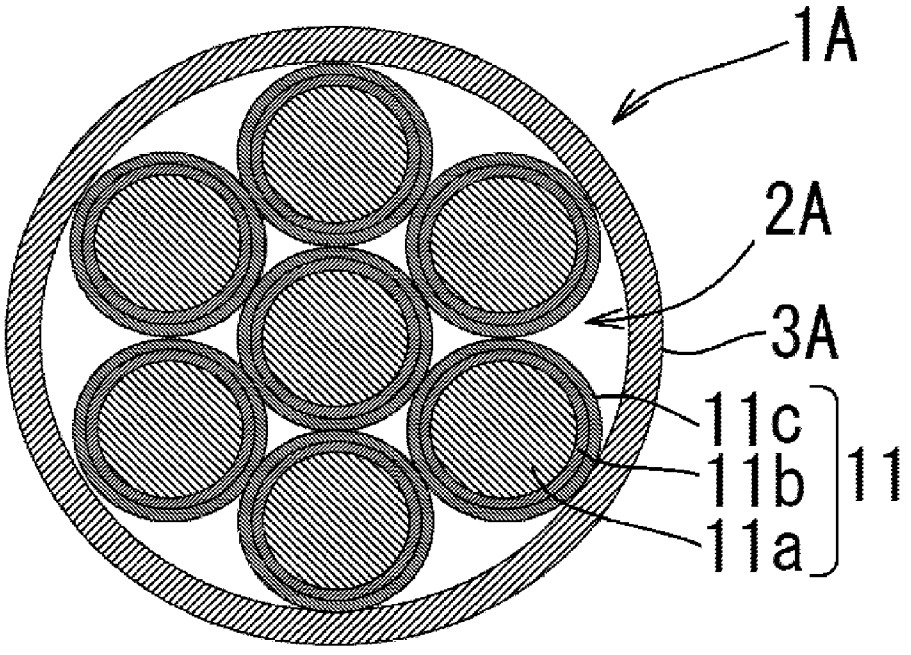
(72) 発明者: 深井 寛之(**FUKAI, Hiroyuki**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 小林 勇(**KOBAYASHI, Isamu**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 古河マグネットワイヤ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 飯田 敏三, 外 (**IIDA, Toshizo** et al.); 〒1050004 東京都港区新橋３丁目１番１０号 石井ビル３階 Tokyo (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,

(54) **Title:** WINDING, COIL, AND TRANSFORMER

(54) 発明の名称： 巻線、コイル及びトランス



(57) **Abstract:** A winding having a twisted wire in which a plurality of strands, in which the wire diameter of a copper wire is 0.05-0.5 mm, are twisted together, and an extrusion coating layer for covering the plurality of strands, wherein at least one of the strands has a magnetic layer on the outer periphery of the copper wire, and the thickness of the extrusion coating layer is 40-400 μm; and a coil and a transformer in which the winding is used.

(57) 要約：銅線の線径が０．０５～０．５ｍｍの素線を複数本撚り合わせてなる撚り線と、複数の素線を被覆する押出被覆層とを有する巻線であって、素線の少なくとも１本が銅線の外周に磁性体層を有し、押出被覆層の厚みが４０～４００μｍである巻線、この巻線を用いたコイル及びトランス。

WO 2017/183610 A1

［続葉有］

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

— 補正された請求の範囲(条約第19条(1))

明　細　書

発明の名称 ： 巻線、コイル及びトランス

技術分野

[0001] 本発明は、巻線、コイル及びトランスに関する。

背景技術

[0002] 電気・電子機器では、通常、スイッチング素子とトランス（変圧器ともいう）とを備えたスイッチング電源が一般的に用いられる。日本においては、商用電源は、５０Ｈｚ／６０Ｈｚである。このような低周波電源の周波数を変更することなく、電圧を変圧、又は電流を変流等する場合、所要の出力を得るためには、電源を大型にする必要がある。そこで、トランスでの変圧前に、スイッチング素子を用いて、商用電源の周波数を数十ｋＨｚ以上に高周波化して、１秒当たりの電力送信量を増やすことで、実用的なサイズにまで小型化したスイッチング電源が汎用される。

スイッチング電源に搭載されるトランスは、高周波数の交流電圧を変圧する際には、コイルの損失が大きくなる。そのため、この損失を抑えることができるトランスが検討されている。例えば、複数の素線を撚り合わせた撚り線を巻回したコイルを備えたものが挙げられる。このようなコイルとして、例えば、特許文献１に記載のリッツ線コイルが挙げられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００９－２８３３９７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、近年、スイッチング電源にも小型化の要請があり、これに応えるために更なる高周波化が進展しつつある。したがって、高周波トランスに用いられる巻線には、コイルとしたときの、高周波電流の通電時の交流抵抗が小さく、コイルないしはトランスの損失を更に低減できる性能が求められ

る。

上述のコイルにおいて、損失を低減するには、素線径を細くし、素線数を増やすことが効果的である。素線径を細くすると、通電時の表皮効果を抑えられ、また撚り合わせる素線数を多くすることもできる。しかし、素線の細径化には限界がある。また、交流抵抗に対して表皮効果よりも近接効果が支配的になる線径においては、細径化しても、交流抵抗を十分に低減することはできない。

[0005] 本発明は、高周波電流の通電時の交流抵抗が小さく、コイルないしはトランスの損失を効果的に抑えることができる巻線、これを用いたコイル及びトランスを提供することを、課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者らは、特性の線径を有する銅線の外周に特定の厚みの磁性体層を備えた素線を用いて形成した撚り線を、厚み４０～４００μｍの樹脂層で被覆した撚り線が高周波電流を通電したときの交流抵抗が十分に小さいこと、更にはこの被覆撚り線をコイルの巻線として用いた場合にコイルないしはトランスの損失を効果的に抑制できることを見出した。本発明者らはこの知見に基づき更に研究を重ね、本発明をなすに至った。

[0007] すなわち、本発明の課題は以下の手段によって達成された。

＜１＞銅線の線径が０．０５～０．５ｍｍの素線を複数本撚り合わせてなる撚り線と、前記複数の素線を被覆する押出被覆層とを有する巻線であって、

前記素線の少なくとも１本が前記銅線の外周に磁性体層を有し、

前記押出被覆層の厚みが４０～４００μｍである、巻線。

＜２＞前記磁性体層の外周に焼付被覆層を有する＜１＞に記載の巻線。

＜３＞前記押出被覆層が、前記撚り線の外面に有する巻線押出被覆層を含む＜１＞又は＜２＞に記載の巻線。

＜４＞前記押出被覆層が、３層以上の層からなる＜１＞～＜３＞のいずれか１項に記載の巻線。

＜５＞上記＜１＞～＜４＞のいずれか１項に記載の巻線を用いたコイル。

＜６＞上記＜５＞に記載のコイルを有するトランス。

＜７＞１００ｋ～１ＭＨｚの高周波スイッチング電源用である＜６＞に記載のトランス。

[0008] 本明細書において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

発明の効果

[0009] 本発明は、高周波電流の通電時の交流抵抗が小さく、コイルないしはトランスに用いた際にこれらの損失を効果的に抑えることができる巻線、これを用いたコイル及びトランスを提供することができる。

本発明の上記及び他の特徴及び利点は、適宜添付の図面を参照して、下記の記載からより明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、本発明の巻線の好ましい一例を示す概略端面図である。

[図2]図２は、本発明の巻線の好ましい一例を示す概略端面図である。

[図3]図３は、本発明の巻線の好ましい一例を示す概略端面図である。

[図4]図４は、本発明の巻線の好ましい一例を示す概略端面図である。

[図5]図５は、本発明の巻線の好ましい一例を示す概略端面図である。

[図6]図６は、本発明の巻線の好ましい一例を示す概略端面図である。

[図7]図７は、従来の巻線の一例を示す概略端面図である。

[図8]図８は、実施例において各巻線の交流抵抗値を測定した結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] ＜＜巻線＞＞

本発明の巻線は、コイル又はトランスの巻線として好ましく用いられ、銅線の線径が０．０５～０．５ｍｍの素線を複数本撚り合わせてなる撚り線と、上記複数の素線を被覆する押出被覆層とを有する。

本発明の巻線において、素線の少なくとも１本が銅線の外周に磁性体層を有する磁性素線である。また、押出被覆層の厚みが４０～４００μｍである

。

上記構成を有する本発明の巻線は、高周波電流の通電時の交流抵抗を効果的に抑えることができる。

[0012] 本発明において、押出被覆層は、複数の素線を被覆することができれば、素線の被覆態様等は特に限定されない。この押出被覆層は、後述する厚みを有するため押出成形で形成されることが好ましい。しかし、本発明において、この被覆層は、後述する焼付被覆層と区別するために、押出被覆層と便宜上称しているが、通常、銅線側（内側）に設けられる焼付被覆層と区別できればよく、外側被覆層又は外側樹脂層ということもできる。同様に、焼付被覆層は内側被覆層又は内側樹脂層ということもできる。したがって、本発明において、押出被覆層及び焼付被覆層は、それぞれ、その名称に拘泥されることなく、押出成形又は焼付で形成された層には限定されず、本発明の要旨ないし技術的範囲の判断に際し、「押出」及び「焼付」との用語が、本発明を限定的に解釈する発明特定事項として考慮されるものではない。

押出被覆層が複数の素線を被覆する態様としては、押出被覆層が撚り線の外面に設けられて、複数の素線を（一体的に）被覆する態様（この態様の押出被覆層を巻線押出被覆層という）と、押出被覆層が各素線の最外層として設けられて、複数の素線を（別々に）被覆する態様（この態様の押出被覆層を素線押出被覆層という）と、これらを併用する態様を含む。いずれの態様においても、上記構成を有する巻線に上記厚みの押出被覆層を設けることにより、後述するように、近接効果による交流抵抗を効果的に低減できる。

本発明においては、押出被覆層は巻線押出被覆層を含むことが好ましい。

[0013] 本発明において、押出被覆層の厚みは、上述の巻線押出被覆層と、撚り線の最外列に配置された素線の素線押出被覆層との合計厚みとする。

素線押出被覆層及び巻線押出被覆層の厚みは、通常、各押出被覆層の内径と外径との差分をいう。詳しくは、巻線押出被覆層の厚みは、巻線の軸線に垂直な断面において、撚り線の最外列に配置された複数の素線に外接する仮想外接円の半径r_Lと、巻線押出被覆層の外側輪郭線の半径r_Tとの差分（r_T

－r_L）をいう。巻線押出被覆層の外側輪郭線が円形でない場合、巻線押出被覆層の半径r_Tは、上記断面において、巻線押出被覆層の外側輪郭線に外接する仮想外接円の半径とする。

ここで、上述の、撚り線の最外列に配置された素線とは、撚り線の半径方向に互いに隣接して配置された素線のうち最外列に位置する素線をいう。

[0014] 本発明において、押出被覆層（素線押出被覆層又は巻線押出被覆層）等の各層は、いずれも、単層であっても、２層以上の複数層であってもよい。

本発明において、各層の層数は、層を形成する樹脂及び添加剤の種類及び含有量の異同にかかわらず、層を断面観察することによって、決定される。具体的には、ある層の断面を倍率２００倍で観察したときに、年輪状の境界を確認できない場合、ある層の総数は１とし、年輪状の境界を確認できる場合、ある層の層数は（境界数＋１）とする。

[0015] 以下に、図面を参照して、本発明の巻線の構造、並びに、本発明の巻線を形成する撚り線、素線及び押出被覆層について説明するが、本発明はこれに限定されない。

なお、各図において、巻線押出被覆層の輪郭形状を輪環状に図示したが、本発明の巻線においては、巻線押出被覆層の外側輪郭線の形状は輪環状に限らず、撚り線との間隙を充填していてもよい。この場合、輪郭形状は、円形に限定されず、例えば、楕円形、平目ローレット状（歯車形状もしくは波形状）等であってもよい。

[0016] ＜巻線の構造＞

本発明の巻線は、撚り線と押出被覆層とを有していれば、その構造は特に限定されない。まず、巻線の構造について説明し、撚り線等の詳細は後述する。

図１～図５に示される巻線１Ａ～１Ｅは、いずれも、押出被覆層として巻線押出被覆層のみを有する態様である。

本発明の好ましい巻線１Ａは、図１に示されるように、磁性焼付被覆素線１１を７本撚り合わせてなる撚り線２Ａと、撚り線２Ａの外周を被覆する押

出被覆層３Ａとを有する。

本発明の好ましい巻線１Ｂは、図２に示されるように、磁性焼付被覆素線１１を１９本撚り合わせてなる撚り線２Ｂと、撚り線２Ｂの外周を被覆する押出被覆層３Ｂとを有する。

[0017] 本発明の好ましい巻線１Ｃは、図３に示されるように、１２本の磁性焼付被覆素線１１と７本の焼付被覆素線１２とを撚り合わせてなる撚り線２Ｃと、撚り線２Ｃの外周を被覆する押出被覆層３Ｃとを有する。

撚り線２Ｃにおいて、磁性焼付被覆素線１１は、焼付被覆素線１２の外周に配列されている。このように撚り線を磁性焼付被覆素線１１と焼付被覆素線１２とで形成すると、交流抵抗の低減とコストとのバランスを取ることができ、用途又は要求性能に応じた巻線とすることができる。また、磁性焼付被覆素線１１が外周に配置されていると、隣接する他の巻線による磁束が巻線内部に侵入することを防止でき、磁性焼付被覆素線１１を同数（巻線１Ｃの場合、１９本）有する巻線に比べて、近接効果による交流抵抗の増大を抑えることができる。

[0018] 本発明の好ましい巻線１Ｄは、図４に示されるように、押出被覆層３Ｄの厚みが異なること以外は、巻線１Ａと同様である。押出被覆層の厚みを所定範囲で厚くすると、十分な巻線間距離を確保でき、近接効果による交流抵抗を効果的に低減できる。

本発明の好ましい巻線１Ｅは、図５に示されるように、押出被覆層３Ｅが、内側（撚り線２Ｅ）から順に巻線押出被覆層３$Ｅ_1$、３$Ｅ_2$及び３$Ｅ_3$からなる３層構造を有していること以外は、巻線１Ｄと同様である。巻線１Ｅにおいて、３層構造を形成する各層は、いずれも、同一の厚みに設定されているが、本発明においては、各層の厚みの関係は特に限定されない。

[0019] 巻線１Ｆは、図６に示されるように、押出被覆層３Ｆが、巻線押出被覆層３$Ｆ_1$及び３$Ｆ_2$と、素線焼付被覆層３$Ｆ_3$とを両方有する態様である。この巻線１Ｆは、磁性素線の最外層として素線押出被覆層３$Ｆ_3$を有する磁性押出被覆素線１３を７本撚り合わせてなる撚り線２Ｆと、撚り線２Ｆの外周を被覆

する巻線押出被覆層とを有する。この巻線押出被覆層は、内側（撚り線２Ｆ）から順に巻線押出被覆層３Ｆ$_1$及び３Ｆ$_2$からなる２層構造を有している。

[0020] 本発明においては、上記巻線１Ａ～１Ｆに用いられる素線は、各図に示した巻線に限定されず、各巻線において、図示しない他の素線に変更することもできる。

また、本発明の巻線の構造として、上記巻線１Ａ～１Ｆの各構造を適宜に組み合わせた構造とすることもできる。

[0021] ＜撚り線＞

本発明に用いる撚り線は、銅線の外周に磁性体層を有する素線を少なくとも１本含む複数の素線を撚り合わせてなるものであれば、特に限定されない。

素線を撚り合わせる際の、素線数としては、例えば、２本以上とすることができ、素線の整列性を考えると１本の周囲に６本を配置した７本以上が好ましく、交流抵抗と実用的な加工性を考えると１００本以下が好ましい。特に整列性を考えると、より好ましくは７～３７本である。

[0022] 撚り線に含まれる、銅線の外周に磁性体層を有する素線は、撚り線を形成する素線の配置において、最外列に配置されることが外部からの鎖交磁束の侵入を効果的に防げる点で好ましく、又は、銅線の外周に磁性体層を有する素線と他の素線とが交互に配置されることが素線間の近接効果を効果的に防げる点で、好ましい。ここでは、最外列に配列された素線とは、上記押出被覆層の厚みにおける、撚り線の半径方向に互いに隣接して配置された素線には限られず、撚り線の最外側に配列された素線をいう。例えば、図２における磁性焼付被覆素線１１Ａは、上記押出被覆層の厚みにおいて最外列に配置された素線ではないが、上記素線の配置においては最外列に配置された素線となる。

撚り線に含まれる、銅線の外周に磁性体層を有する素線の本数は、１本以上であれば特に限定されない。磁性体層を有する素線を最外列に配置する場合、３７本撚り（最外列に配置される素線１８本）を考慮すると、素線数に

対して、好ましくは４０％以上である。また、７本撚り（最外列に配置される素線６本）を考慮すると、好ましくは８５％以上である。一方、その上限は、前記素線数に対して、１００％以下が好ましい。

銅線の外周に磁性体層を有する素線としては、後述する、磁性素線、磁性焼付被覆素線及びこれらの外周に素線押出被覆層を有する素線を含む。

[0023] 素線を撚り合わせる際の、素線の配置、撚り方向、撚りピッチ等は、用途等に応じて、適宜に設定できる。

このような撚り線としては、例えば、図１～図６に示した撚り線２Ａ～２Ｆ等が挙げられる。

[0024] －　素線　－

撚り線を形成する素線としては、銅線、磁性素線、焼付被覆素線又は磁性焼付被覆素線等が挙げられる。また、これらの素線それぞれの外周に素線押出被覆層を有する素線等も挙げられる。

[0025] １．銅線（裸線）

銅線としては、従来、コイル用等の巻線で用いられているものを使用することができる。好ましくは、銅線、又は、酸素含有量が３０ｐｐｍ以下（より好ましくは２０ｐｐｍ以下）の低酸素銅若しくは素銅からなる銅線が挙げられる。

銅線の断面形状は、円形でも矩形（平角形状）でもよいが、撚り性の点で、円形が好ましい。

銅線の外径φ（線径）は０．０５～０．５ｍｍである。この線径では、一般的に、表皮効果よりも近接効果が支配的になる。しかし、本発明においては、高周波電流の通電時の交流抵抗を十分に抑えることができるので、上記線径の銅線を用いることができる。線径は、上記範囲内であれば特に限定されないが、例えば、０．１～０．４ｍｍがより好ましい。

[0026] ２．磁性素線

磁性素線は、上述の銅線の外周に磁性体層を有する素線である。

この磁性体層は、磁性体材料からなる層であり、銅線の外周表面に設けら

れる。磁性体層を有する素線を用いることにより、コイルないしはトランスの損失を更に抑えることができる。

磁性体材料としては、強磁性を有する物質であればよく、例えば、ニッケル、Ｎｉ合金（例えば、Ｎｉ－Ｆｅ合金）、鉄、鉄合金（電磁軟鉄、ケイ素鋼等）、パーマロイ合金、フェライト化合物（Ｍｎ－Ｚｎフェライト等）が挙げられる。磁性体材料としては、電気めっきに適したものが好ましく、例えば、ニッケル、Ｎｉ合金、鉄又は鉄合金がより好ましい。

磁性体層の厚みは、特に限定されないが、交流抵抗の点で、例えば、銅線の外径の１～１０％が好ましい。

磁性体層は、例えば、電気めっきで形成することができる。めっき液及びめっき条件は特に限定されない。

銅線の線径と押出被覆層の厚みとを特定の範囲に設定した本発明の巻線において、撚り線が磁性素線を含んでいると、後述するように、コイルとしたときに近傍に存在する他の銅線又は巻線への磁束の侵入を抑制できるため、渦電流の発生を抑制できる。その結果、本発明の巻線は、直流抵抗増大と、表皮効果及び近接効果による交流抵抗増大とをバランスよく抑制でき、交流抵抗の低減が可能になると、考えられる。

[0027] ３．焼付被覆素線

焼付被覆素線は、上述の銅線の外周に焼付被覆層を有する素線である。

この焼付被覆層は、樹脂成分として、好ましくは熱硬化性樹脂を含む層（エナメル層ともいう。）であり、銅線の外周表面に設けられる。

[0028] 熱硬化性樹脂としては、電線又は巻線で通常用いられる熱硬化性樹脂であれば、特に制限されることなく、用いることができる。例えば、ポリアミドイミド（ＰＡＩ）、ポリイミド（ＰＩ）、ポリエーテルイミド（ＰＥＩ）、ポリエステルイミド（ＰＥｓＩ）、ポリウレタン（ＰＵ）、ポリエステル（ＰＥｓｔ）、ポリベンゾイミダゾール、メラミン樹脂又はエポキシ樹脂等が挙げられる。なかでも、ポリアミドイミド、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリエステルイミド、ポリウレタン又はポリエステルが好ましい。熱硬

化性樹脂は、１種又は２種以上含有していてもよい。

[0029] 焼付被覆層は、電線又は巻線で通常用いられる各種の添加剤を含有していてもよい。この場合、添加剤の含有量としては、特に限定されないが、樹脂成分１００質量部に対して、５質量以下が好ましく、３質量部以下がより好ましい。

[0030] 焼付被覆層の厚みは、特に限定されないが、素線間の絶縁性確保と導体（銅線）占積率の両立の点で、例えば、１０～１５μｍが好ましい。

[0031] 焼付被覆層は、公知の方法により、形成できる。例えば、銅線等の外周に、熱硬化性樹脂等の樹脂成分のワニスを塗布して焼付けする方法が好ましい。このワニスは樹脂成分と、溶媒と、必要により、樹脂成分の硬化剤又は各種の添加剤とを含有する。溶媒は、有機溶媒が好ましく、樹脂成分を溶解又は分散できるものが適宜に選択される。

ワニスの塗布方法は、通常の方法を選択することができ、例えば、銅線の断面形状と相似形若しくは略相似形の開口を有するワニス塗布用ダイスを用いる方法等が挙げられる。ワニスの焼付けは、通常、焼付炉で行われる。このときの条件は、樹脂成分又は溶媒の種類等に応じて一義的に決定できないが、例えば、炉内温度４００～６５０℃にて通過時間を１０～９０秒の条件が挙げられる。

[0032] ４．磁性焼付被覆素線

磁性焼付被覆素線は、焼付被覆層を有する磁性素線であり、上述の銅線の外周に磁性体層を有し、更にこの磁性体層の外周に焼付被覆層を有する。

磁性焼付被覆素線における銅線、磁性体層及び焼付被覆層はそれぞれ上記の通りである。

[0033] ５．外周に素線押出被覆層を有する素線

この素線は、上述の、銅線、磁性素線、焼付被覆素線又は磁性焼付被覆素線等の素線に最外層として素線押出被覆層を有するものである。

この素線における、銅線、磁性体層及び焼付被覆層はそれぞれ上記の通りである。

素線押出被覆層は、樹脂成分として、好ましくは後述する熱可塑性樹脂を含有する層であればよい。素線の最外層として素線押出被覆層を設けることにより、下記押出被覆層と同様に、近接効果による交流抵抗を抑えることができる。

素線が有する素線押出被覆層の厚みは、後述する押出被覆層の厚みを満たす限り、特に限定されないが、巻線押出被覆層を更に有する場合、例えば１５～３０μｍが好ましい。

素線押出被覆層は、銅線等の外周に、後述する樹脂組成物を押出成形（押出被覆）することにより、形成する方法が好ましい。

[0034] ＜押出被覆層＞

押出被覆層は、複数の素線を被覆することができれば、その構造及び形成位置等は特に限定されない。形成位置については、上記被覆態様において説明した通りである。

[0035] 押出被覆層の厚みは、４０～４００μｍである。銅線の線径を設定し、磁性素線を用いた本発明の巻線において、押出被覆層の厚みが上記範囲内にあると、実施例で示されるように、直流抵抗と、表皮効果及び近接効果による抵抗とのバランスが取れ、結果として交流抵抗を効果的に抑えることができる。しかし、巻線において、押出被覆層の厚みが４０μｍ未満であると、表皮効果による抵抗増加を抑えたままで占積率を大きくできるので直流抵抗を抑えることができるが、コイルとして巻回したときの巻線間の距離を十分に確保できないため近接効果による交流抵抗を十分に抑えることができなくなる。一方、４００μｍを超えると、表皮効果及び近接効果による抵抗増加を抑えることができるが、同じ大きさのボビン等の芯に巻回するためには撚り線の仕上がり外径を同じにしなければならないため、銅線の線径を小さくせざるを得ない。そのため、直流抵抗の増加による影響が大きくなり、交流抵抗が大きくなる。

また、上記本発明の巻線は、押出被覆層の厚みが４０～４００μｍであるので、上記効果に加えて、巻線の曲げ加工性が良く、サイズの小さな芯に巻

くことでき、スイッチング電源又はコイルの小型化ないしは軽量化の要請に十分に応えることができる。更には、コイルとしたときの巻線間の沿面距離を十分に確保できるので、トランス中の一次コイルと二次コイル間の絶縁テープ、コイルと芯間の絶縁テープを省略することができ、トランスの更なる小型化に効果的である。

[0036] 押出被覆層の厚みは、交流抵抗の低減、更には小型化ないしは軽量化の点で、４０～２００μｍが好ましく、６０～１００μｍがより好ましい。

[0037] 押出被覆層は、上述のように２層以上の積層構造とすることができるが、なかでも巻線押出被覆層は、好ましくは３層以上、より好ましくは３～５層の積層構造とすることができる。３層以上の積層構造とすると、巻線の十分な沿面距離を確保できるので、本発明のトランスにおいて、通常絶縁性を確保するために用いられる絶縁テープを省略することができる。

押出被覆層が積層構造を有する場合、各層の厚みは、各層の合計厚みが上記範囲内となれば特に限定されない。例えば、内側層、中間層及び外側層を有する場合、各層の厚みは１３～１３０μｍが好ましい。

[0038] 押出被覆層は、樹脂成分として、好ましくは熱可塑性樹脂を含有する。熱可塑性樹脂としては、電線又は巻線で通常用いられる熱可塑性樹脂であれば、特に限定されることなく、用いることができる。例えば、ポリアミド（ナイロン）、ポリアセタール（ＰＯＭ）、ポリカーボネート（ＰＣ）、ポリフェニレンエーテル（ＰＰＥ、変性ポリフェニレンエーテルを含む）、ポリブチレンテレフタレート（ＰＢＴ）、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリエチレンナフタレート（ＰＥＮ）、超高分子量ポリエチレン等の汎用エンジニアリングプラスチックの他、ポリスルホン（ＰＳＦ）、ポリエーテルスルホン（ＰＥＳ）、ポリフェニレンスルフィド（ＰＰＳ）、ポリアリレート（ＰＡＲ）、ポリエーテルケトン（ＰＥＫ）、ポリアリールエーテルケトン（ＰＡＥＫ）、テトラフルオロエチレン・エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）、ポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ、変性ＰＥＥＫを含む）、ポリエーテルケトンケトン（ＰＥＫＫ）、テトラフルオロエチレン・パーフルオ

ロアルキルビニルエーテル共重合体（ＰＦＡ）、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、熱可塑性ポリイミド樹脂（ＴＰＩ）、熱可塑性ポリアミドイミド（ＴＰＡＩ）、液晶ポリエステル等のスーパーエンジニアリングプラスチック、更に、ポリエチレンテレフタレート又はポリエチレンナフタレートをベース樹脂とするポリマーアロイ、ＡＢＳ／ポリカーボネート、ナイロン６，６、芳香族ポリアミド樹脂、ポリフェニレンエーテル／ナイロン６，６、ポリフェニレンエーテル／ポリスチレン、ポリブチレンテレフタレート／ポリカーボネート等の上記エンジニアリングプラスチックを含むポリマーアロイが挙げられる。

熱可塑性樹脂は、１種又は２種以上含有していてもよい。

[0039] 押出被覆層が積層構造を有する場合、各層に最大含有量で含まれる樹脂成分は、互いに、同じでも異なるものでもよい。

[0040] 押出被覆層は、電線又は巻線で通常用いられる各種の添加剤を含有していてもよい。この場合、添加剤の含有量としては、特に限定されないが、樹脂成分１００質量部に対して、５質量以下が好ましく、３質量部以下がより好ましい。

[0041] 押出被覆層は、上記の厚みを有するため、撚り線の外周に、樹脂組成物を押出成形（押出被覆）することにより、形成できる。樹脂組成物は、上述の樹脂成分と、必要により各種の添加剤とを含有する。押出方法は、樹脂成分の種類等に応じて一義的に決定できないが、例えば、銅線等の断面形状と相似形若しくは略相似形の開口を有する押出ダイスを用いて、樹脂成分の溶融温度以上の温度で押出す方法が挙げられる。

押出被覆層は、押出成形で形成することが好ましいが、これに限定されず、上述の熱可塑性樹脂と溶媒等と必要により各種の添加剤とを含有するワニスを用いて、上記焼付被覆層と同様にして、形成することもできる。

生産性の点で、押出成形により押出被覆層を形成することが好ましい。

[0042] 上述のように、本発明の巻線は、銅線の線径が０．０５～０．５ｍｍの小径の素線を複数撚り合わせた撚り線を有する。また、撚り線が磁性素線を少

なくとも１本含む。更に、本発明の巻線は特定厚みの押出被覆層を有する。これらにより、後述するように、直流抵抗及び表皮効果による損失を低減できる。また、他の素線の銅線への鎖交磁束の侵入を防ぐことができ、近接効果による損失も低減できる。しかも、上記損失の低減を維持したまま、隣接する巻線間の距離を十分に確保できる。そのため、上記線径の限定及び磁性素線を含むことと相まって、他の素線の銅線への鎖交磁束の侵入を更に抑えることができ、近接効果による損失をより一層低減することができる。

[0043] ＜＜コイル及びトランス＞＞

＜コイル＞

本発明のコイルは、上述の、本発明の巻線を用いたものである。具体的には、強磁性若しくはフェリ磁性の素材からなる鉄芯、又は、空気を芯として、その周りに本発明の巻線を巻回したものである。

本発明において、鉄芯等の芯について、サイズは、用途等に応じて適宜に選択される。また、巻線の巻き方、巻数（２巻以上）、ピッチ等についても、用途等に応じて適宜に選択される。特に、本発明の巻線は、上述のように、周波数の増加による交流抵抗の上昇を効果的に抑えることができるため、所定のトランス機能を奏するために用いる素線数を削減できる。又は、トランスの作動周波数を上げることができるため、その分だけ、芯のサイズを小さくでき、若しくは、巻き数を減らすことができる。

[0044] ＜トランス＞

本発明のトランスは、本発明のコイルを有していれば、その構造又はサイズ等は特に限定されない。例えば、入力側のコイル（一次コイル）と出力側のコイル（二次コイル）を含む複数のコイルを備えている。トランスは、一次コイルと二次コイルの巻き数比に応じて、交流の電圧を変換することができる。

本発明のトランスは、２つ以上、好ましくは２つのコイルを備え、そのうちの少なくとも１つのコイルとして本発明のコイルを備えている。更に好ましくは、２つとも本発明のコイルである。

本発明のトランスは、互いに別の芯の周りに巻線を巻回した一次コイル及び二次コイルを有するものでもよく、同一の芯の周りに直接又は絶縁テープ等を介して一次コイルの巻線及び二次コイルの巻線をそれぞれ巻回したものでもよい。

[0045] ＜用途＞

本発明のコイル及びトランスは、それぞれ、電源用、特にスイッチング電源用として好ましく用いられる。電源とは、ある特定の電圧・電流を供給する装置をいう。

本発明のコイル及びトランスは、スイッチング電源用として好ましく用いられ、特に、交流の商用電源を変圧して整流し、電気・電子機器に適した電圧の直流に変換する、交流（ＡＣ）／直流（ＤＣ）コンバータ用として、好ましく用いられる。

従来の電源においては、周波数を上げるほどサイズを小さくできるが、巻線の交流抵抗値やスイッチング素子の損失などが上昇し、発熱量が大きくなる。その結果、各部品の温度が上昇し、耐熱温度に最も到達しやすい部材によって、使用可能な周波数が制限される。

しかし、本発明の巻線は、上述のように、コイルとした際に高周波電流の通電時の交流抵抗を効果的に抑えることができる。そのため、本発明の巻線を用いたコイルないしはトランスは損失が効果的に抑えられる。また、コイルの抵抗による発熱が抑制されコイルの温度上昇が低くなり、コイル等の更なる小型化に資する。更には、トランス（スイッチング電源）に適用可能な周波数もより高周波化できる。本発明のトランスに適用可能な周波数としては、特に限定されないが、例えば、１００ｋ～１ＭＨｚが挙げられる。

[0046] 交流抵抗は、通常、撚り線中の素線数を多くすると小さくなるが、巻線の外径が大きくなる。しかし、本発明の巻線は、上述のように交流抵抗を低減できるため、所定のトランス機能を奏するために用いる撚り線中の素線数を少なくできる。そのため、巻線の外径増大を抑えることができ、芯等に巻き付ける際の曲げ加工性にも優れる。また、絶縁性を確保するために、例えば

コイルと芯間に用いられる絶縁テープ等の使用を省略ないしは回避でき、上述の小型化にも貢献する。更には、コスト上昇を抑えることができる。

[0047] また、本発明のトランスは、本発明のコイルを有している。そのため、上述の効果に加えて、更に高い電送効率を示し、また、上昇温度が抑えられるため冷却ファンや放熱板などの熱対策部品を削減できるという効果を奏する。

実施例

[0048] 以下、本発明を実施例に基づき更に詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

[0049] ＜実施例１＞

本例では、図５に示される巻線１Ｅ（ただし、押出被覆層は２層構造）を、以下のようにして、製造した。

（巻線の製造）

－ 磁性焼付被覆素線の作製 －

まず、磁性焼付被覆素線１１を７本作製した。すなわち、素線径φ０．１２ｍｍの銅線（断面円形）１１ａの表面に鉄を電気めっきして、厚み２．０μｍの磁性体層１１ｂを形成した。次いで、磁性体層１１ｂの表面に、ポリウレタン樹脂ワニス（商品名：ＴＰＵ Ｆ２－ＮＣ、東特塗料社製）を塗布、焼付けし、これを数回繰り返すことで、厚み１０μｍの焼付被覆層１１ｃを形成した。

－ 撚り線の作製 －

このようにして作製した１本の磁性焼付被覆素線１１を中心として、その周囲に６本の磁性焼付被覆素線１１を配置した状態で、これら素線１１を撚りピッチ８ｍｍで撚り合わせて、撚り線２Ｅを作製した。

－ 押出被覆層の形成 －

次いで、この撚り線２Ｅの外周にＰＥＴ樹脂を厚み３３μｍとなるように押出成形した。この押出成形を２回繰り返して、撚り線２Ｅと、厚み６６μｍの巻線押出被覆層３$Ｅ_1$及び３$Ｅ_2$からなる２層構造の押出被覆層３Ｅとを

有する巻線１Ｅ（外径０．５６４ｍｍ）を製造した。

（コイルの製造）

こうして得られた巻線１Ｅを、外径が１５ｍｍのボビンに３６ターン巻きつけて、実施例１のコイルを製造した。このコイルにおいて、巻回された巻線同士はいずれも接していた。

[0050] ＜実施例２＞

実施例１の押出被覆層の形成において、上記押出成形を３回繰り返したこと以外は、実施例１の巻線の製造と同様にして、撚り線２Ｅと、厚み９９μｍの押出被覆層３Ｅとを有する巻線１Ｅ（外径０．６３０ｍｍ）を製造した。この押出被覆層３Ｅは巻線押出被覆層$３Ｅ_{1}$～$３Ｅ_{3}$からなる３層構造を有している。

また、得られた巻線を用いて、実施例１と同様にして、実施例２のコイルを製造した。

[0051] ＜比較例１＞

実施例１の巻線の製造において、上記押出成形をしなかったこと以外は、実施例１の巻線の製造と同様にして、押出被覆層を備えない撚り線２Ｅ（押出被覆層の厚み０μｍ、外径０．４３２ｍｍ）を作製した。

また、得られた巻線を用いて、実施例１と同様にして、比較例１のコイルを製造した。

[0052] ＜比較例２＞

実施例１の押出被覆層の形成において、上記押出成形を１回行ったこと以外は、実施例１の巻線の製造と同様にして、撚り線２Ｅと、厚み３３μｍの押出被覆層（単層構造）とを有する巻線（外径０．４９８ｍｍ）を製造した。

また、得られた巻線を用いて、実施例１と同様にして、比較例２のコイルを製造した。

[0053] ＜比較例３＞

本例では、７本の焼付被覆素線１２からなる撚り線２２と押出被覆層２３

とを有する巻線２１（図７）を、以下のようにして、製造した。

実施例１の磁性焼付被覆素線の作製において、磁性体層１１ｂを設けず、厚み１０μｍの焼付被覆層２４を形成したこと以外は、実施例１の巻線の製造と同様にして、巻線（押出被覆層２３の厚み６６μｍ、外径０．５５２ｍｍ）２１を製造した。

また、得られた巻線２１を用いて、実施例１と同様にして、比較例３のコイルを製造した。

[0054] ＜比較例４～６＞

実施例１の磁性焼付被覆素線の作製において、磁性体層１１ｂを設けず、厚み１０μｍの焼付被覆層２４を形成したこと以外は、実施例２（押出被覆層の厚み９９μｍ）、比較例１及び２の巻線の製造と同様にして、図７に示す巻線２１を、それぞれ、製造した。こうして得られた比較例４～６の巻線は、押出被覆層２３の厚みが、それぞれ、９９μｍ、０μｍ及び３３μｍであり、外径が、それぞれ、０．６１８ｍｍ、０．４２０ｍｍ及び０．４８６ｍｍであった。

また、得られた巻線２１それぞれを用いて、実施例１と同様にして、比較例４～６のコイルを製造した。

[0055] ＜コイルの性能評価＞

製造した各コイルの交流抵抗値として、ＬＣＲメータ（商品名：Ｅ４９８０Ａ、Ａｇｉｌｅｎｔ社製）を用いて、周波数１ＭＨｚの交流電流を通電したときの抵抗値を測定した。その結果を、図８に示す。図８においては、磁性焼付被覆素線１１を有する巻線（比較例１、実施例１、２及び比較例４）と、磁性焼付被覆素線１１を含まない巻線（比較例３～６）とについて、それぞれ、近似曲線Ｒ及びＣＲを示した。

[0056] 図８に示されるように、磁性焼付被覆素線１１を含まない撚り線２２を用いた巻線２１（比較例３～６）は、コイルとしたときに、押出被覆層２３の厚みが増大すると、交流抵抗値が徐々に低下したが、その低下量は小さいものであった（近似曲線ＣＲ）。これに対して、磁性焼付被覆素線１１を含む

撚り線２Ａを用いた巻線１（実施例１、２、比較例１及び２）は、コイルとしたときに、押出被覆層の厚みが増大すると交流抵抗値が大きく低下することが分かった（近似曲線Ｒ）。

具体的には、巻線２１及び巻線１において、押出被覆層の厚みが０μｍである比較例５又は１の交流抵抗値に対する低下率は、９２％（比較例６）、８６％（比較例３）、８４％（比較例４）及び６８％（比較例２）であった。これに対して、押出被覆層の厚みが６６μｍの実施例１では５５％、押出被覆層の厚み９９μｍの実施例２では５３％まで低減できた。

[0057] 一般に、交流抵抗を下げるためには、押出被覆層をなるべく薄くして銅線断面積を増やす、つまり占積率を上げる対策が効果的とされる。しかし、数百ｋＨｚ～１ＭＨｚの周波数では、直流抵抗よりも近接効果による交流抵抗増大の影響が大きい。そのため、銅線断面積を増やして直流抵抗を低減するよりも、銅線間距離を大きくして近接効果による交流抵抗の増大を低減する方が効果的であることが確認できた。

[0058] また、上述のように、磁性焼付被覆素線１１を含む撚り線２Ｅを用いた巻線において、特に、押出被覆層３Ｅの厚み４０μｍを境にして、交流抵抗値が底値となることが分かった（実施例１、２及び比較例１、２、近似曲線Ｒ）。これは、上記構成を有する本発明の巻線をコイルに用いた際に、巻線間距離を適切に確保できたことによるものと考えられる。すなわち、磁性体層１１ｂは、透磁率が大きく磁束の流れが集中することで、近傍に存在する銅線１１ａへの磁束侵入を防ぐことができる。その一方で、磁性体層１１ｂに流れ込む磁束が熱エネルギーになって消費されるが、その一部は近傍の銅線１１ａに渦電流を発生させて、交流抵抗値を上昇させることもある。しかし、銅線間の距離を適切に確保すると、上記磁束侵入と、渦電流の発生をバランスよく防止できると考えられる。この点は巻線間同士においても同様であるが、コイルにおいては、交流抵抗の低減に対して、上述した銅線間における磁束侵入と渦電流の発生を防止するよりも、巻線間における磁束侵入と渦電流の発生を防止する方が高い効果を示す。したがって、特定線径の銅線及

び磁性体層を備えた磁性焼付被覆素線１１を含む撚り線２Ｅと、撚り線２Ｅの外周に特定の厚みを有する押出被覆層３Ｅとを有する本発明の巻線１Ｅは、高周波電流の通電時の交流抵抗が小さく、コイルないしはトランスに用いられた際にその損失を効果的に抑えることができることが分かった。

[0059] 本発明をその実施態様とともに説明したが、我々は特に指定しない限り我々の発明を説明のどの細部においても限定しようとするものではなく、添付の請求の範囲に示した発明の精神と範囲に反することなく幅広く解釈されるべきであると考える。

[0060] 本願は、２０１６年４月２２日に日本国で特許出願された特願２０１６－０８６６０１に基づく優先権を主張するものであり、これはここに参照してその内容を本明細書の記載の一部として取り込む。

符号の説明

[0061] １Ａ～１Ｆ、２１　巻線

２Ａ～２Ｆ、２２　撚り線

３Ａ～３Ｆ、２３　押出被覆層

$３Ｅ_{1}$～$３Ｅ_{3}$、$３Ｆ_{1}$、$３Ｆ_{2}$　巻線押出被覆層

$３Ｆ_{3}$　素線押出被覆層

１１、１１Ａ　磁性焼付被覆素線

１１ａ　銅線

１１ｂ　磁性体層

１１ｃ、２４　焼付被覆層

１２　焼付被覆素線

１３　磁性押出被覆素線

請求の範囲

[請求項1] 銅線の線径が０．０５～０．５ｍｍの素線を複数本撚り合わせてなる撚り線と、前記複数の素線を被覆する押出被覆層とを有する巻線であって、

前記素線の少なくとも１本が前記銅線の外周に磁性体層を有し、

前記押出被覆層の厚みが４０～４００μｍである、巻線。

[請求項2] 前記磁性体層の外周に焼付被覆層を有する請求項１に記載の巻線。

[請求項3] 前記押出被覆層が、前記撚り線の外面に有する巻線押出被覆層を含む請求項１又は２に記載の巻線。

[請求項4] 前記押出被覆層が、３層以上の層からなる請求項１～３のいずれか１項に記載の巻線。

[請求項5] 請求項１～４のいずれか１項に記載の巻線を用いたコイル。

[請求項6] 請求項５に記載のコイルを有するトランス。

[請求項7] １００ｋ～１ＭＨｚの高周波スイッチング電源用である請求項６に記載のトランス。

補正された請求の範囲
[2017年8月4日(04.08.2017)国際事務局受理]

[請求項1] （補正後） 銅線の線径が０．０５～０．５ｍｍの素線を複数本撚り合わせてなる撚り線と、前記複数の素線を被覆する押出被覆層とを有する巻線であって、

前記撚り線に含まれる素線のうち最外列に配置された素線が前記銅線の外周に磁性体層を有し、

前記押出被覆層の厚みが４０～４００μｍである、巻線。

[請求項2] 前記磁性体層の外周に焼付被覆層を有する請求項１に記載の巻線。

[請求項3] 前記押出被覆層が、前記撚り線の外面に有する巻線押出被覆層を含む請求項１又は２に記載の巻線。

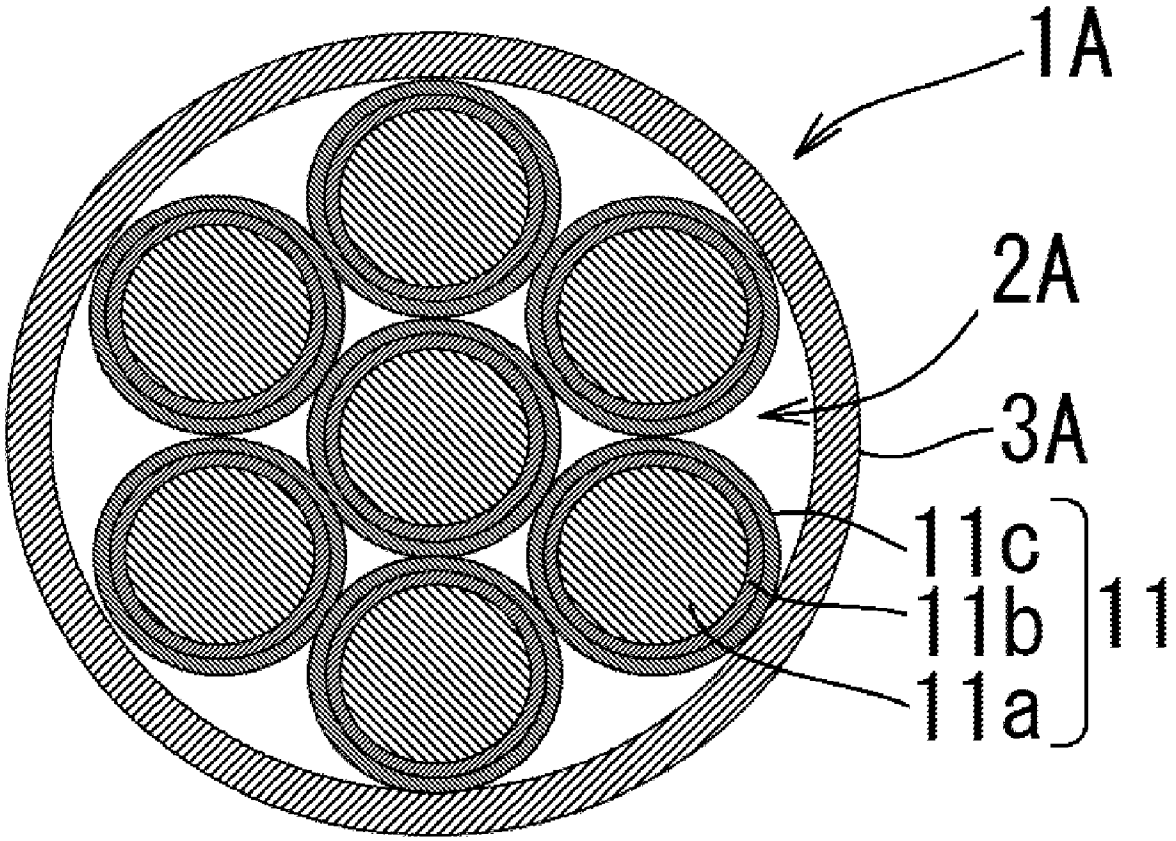
[請求項4] 前記押出被覆層が、３層以上の層からなる請求項１～３のいずれか１項に記載の巻線。

[請求項5] 請求項１～４のいずれか１項に記載の巻線を用いたコイル。

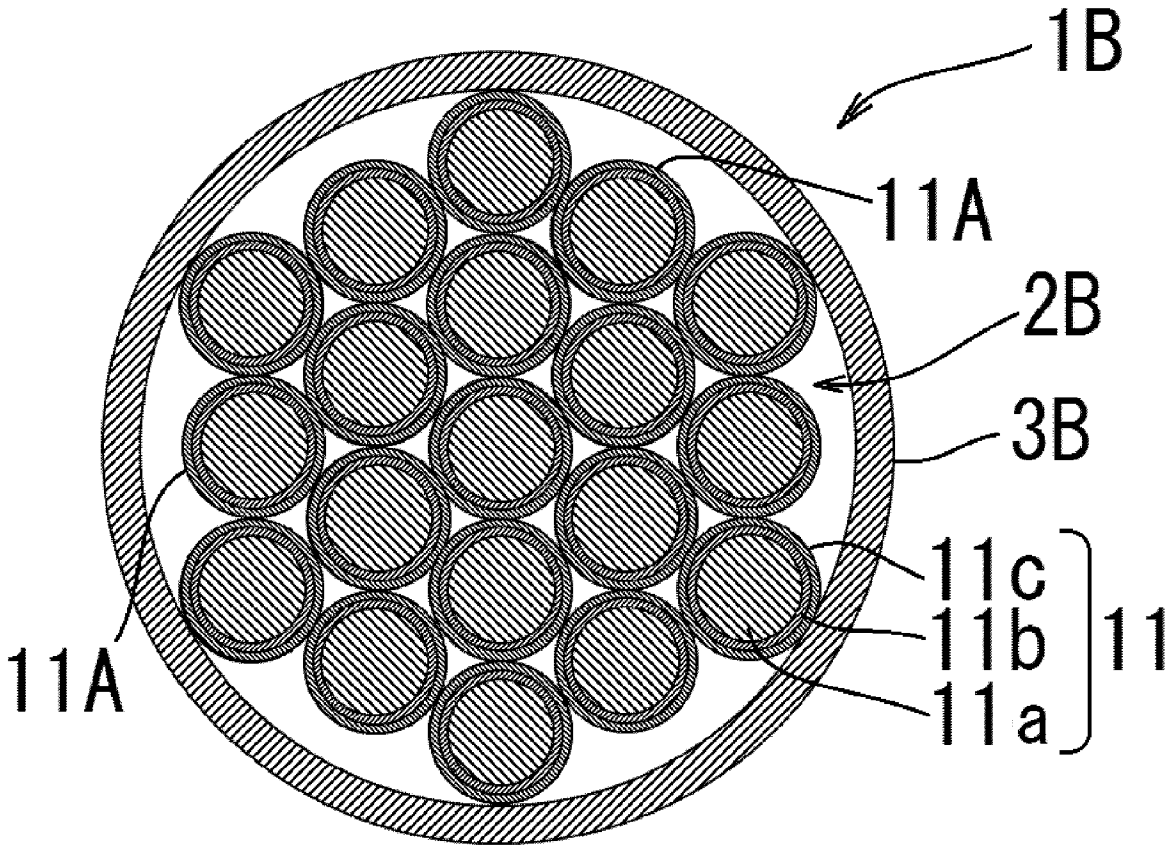
[請求項6] 請求項５に記載のコイルを有するトランス。

[請求項7] １００ｋ～１ＭＨｚの高周波スイッチング電源用である請求項６に記載のトランス。

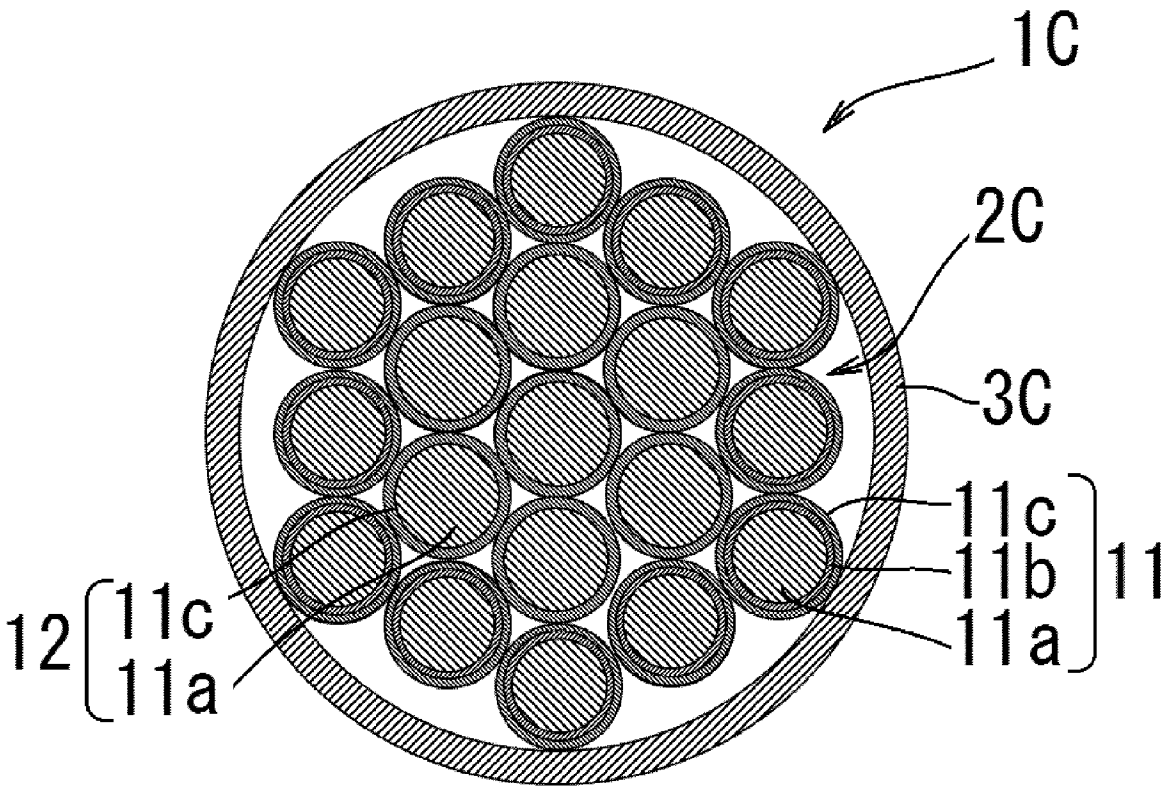
[図1]



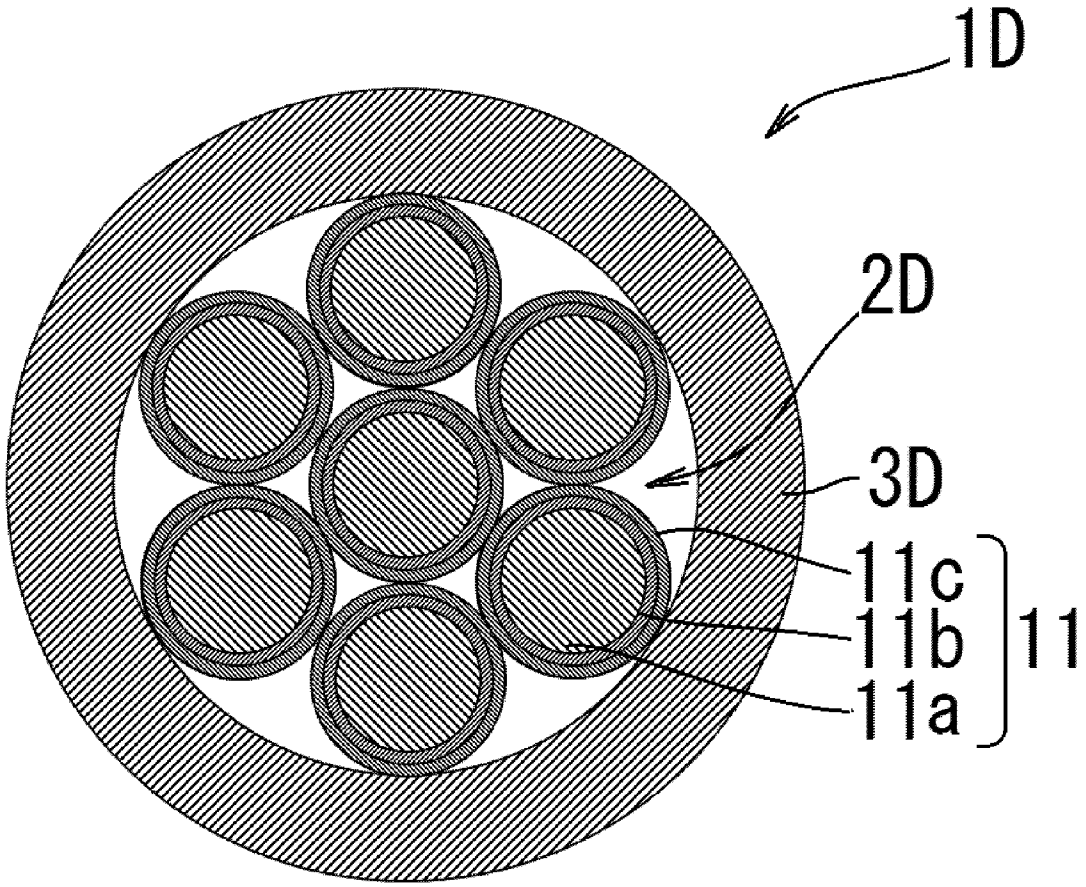
[図2]



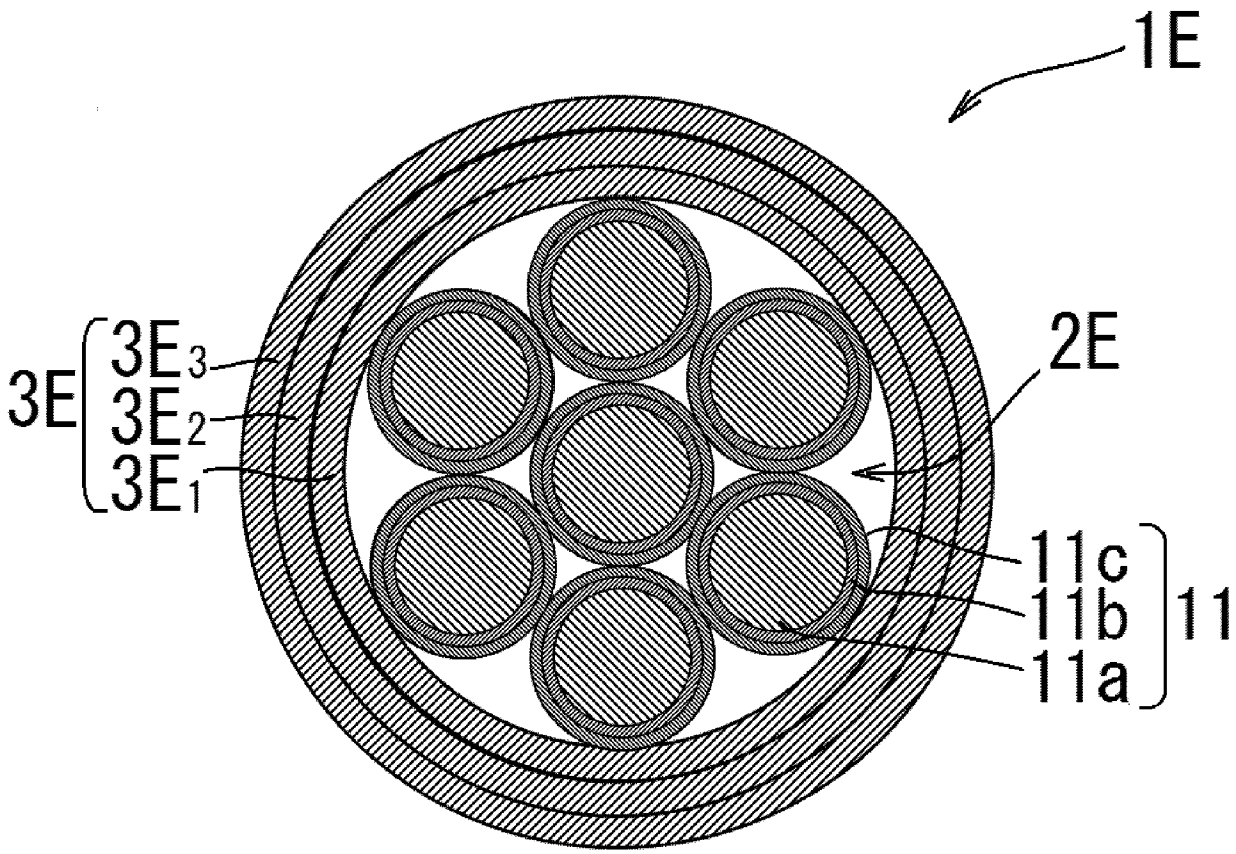
[図3]



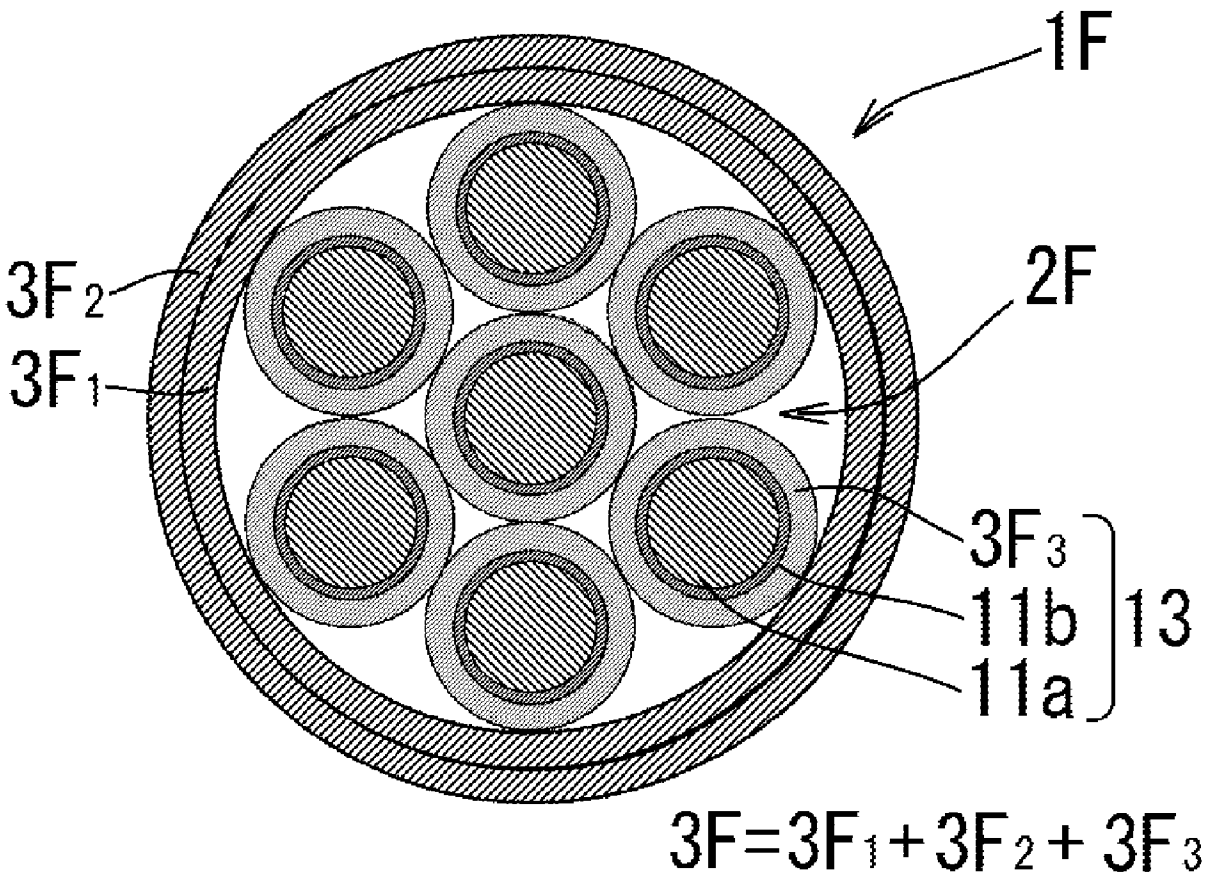
[図4]



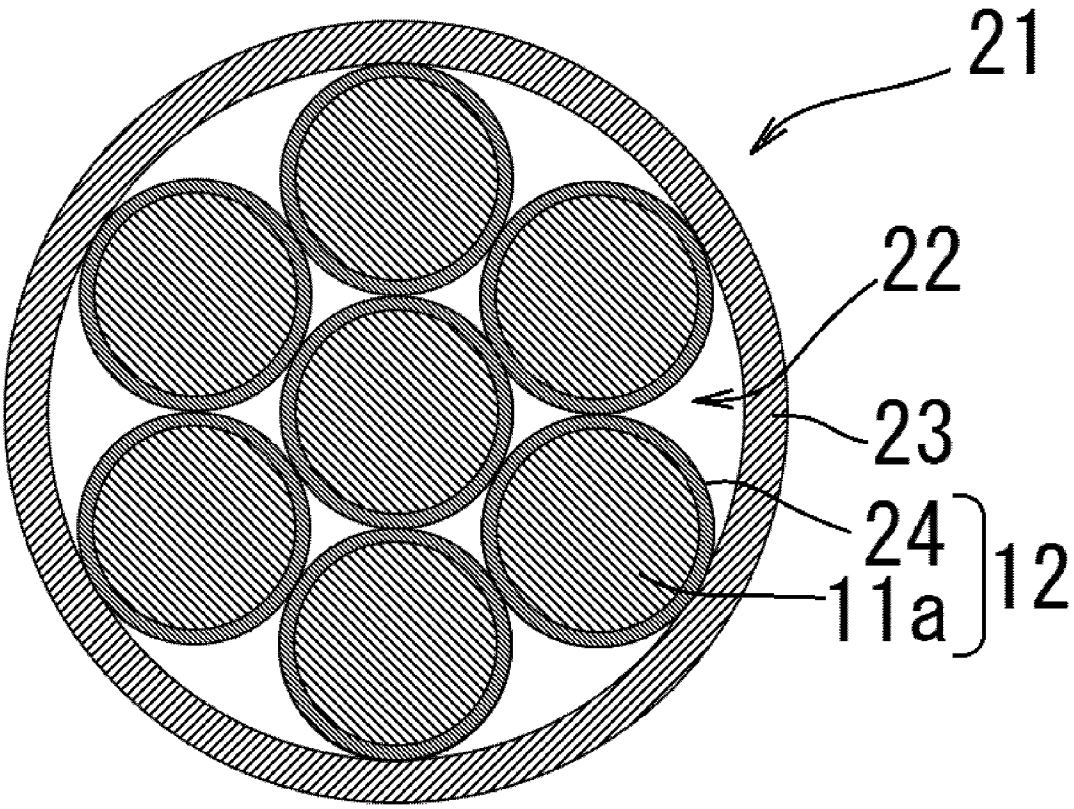
[図5]


1E
3E
3E3
3E2
3E1
2E
11c
11b
11a
11

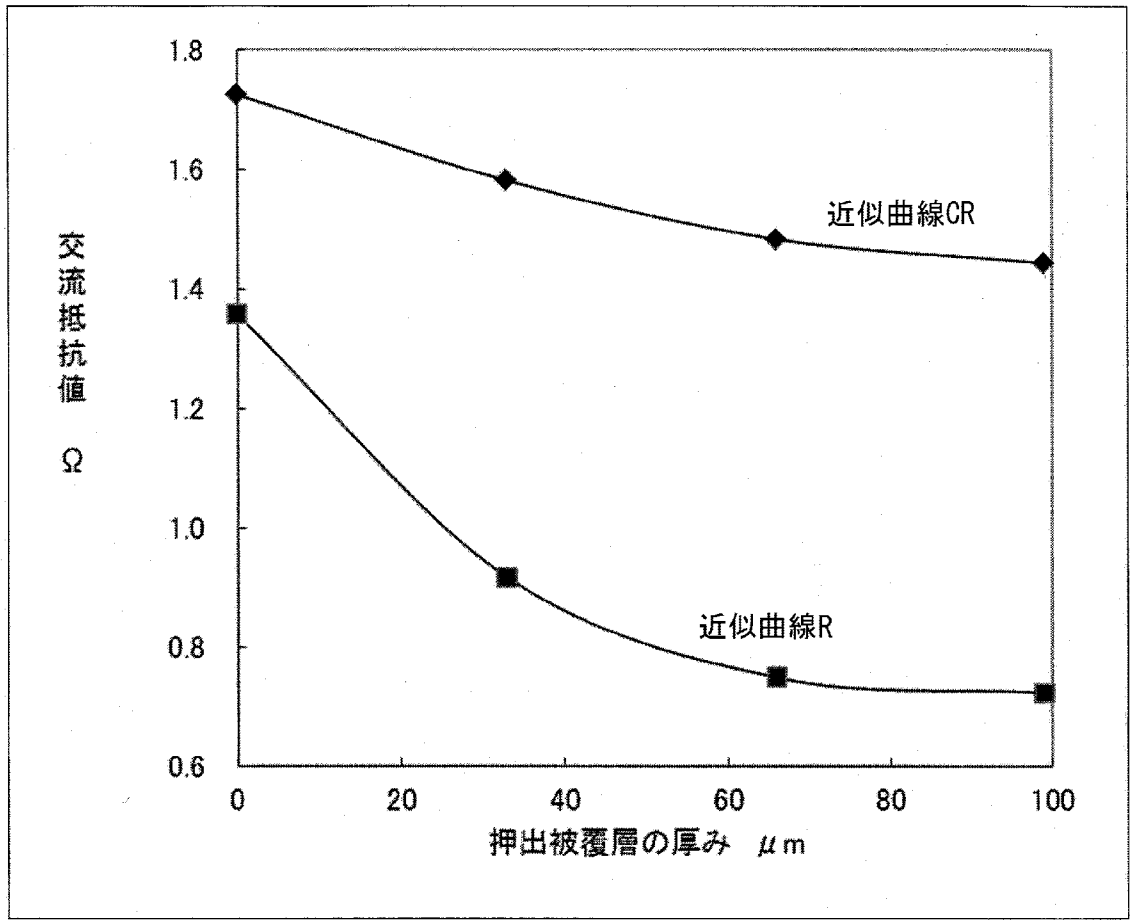
[図6]


1F
3F2
3F1
2F
3F3
11b
11a
13
3F=3F1+3F2+3F3

[図7]


21
22
23
24
11a
12

[図8]


1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
交流抵抗値 Ω
近似曲線CR
近似曲線R
0
20
40
60
80
100
押出被覆層の厚み μm

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/015469

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01F27/28(2006.01)i, *H01B7/00*(2006.01)i, *H01B7/02*(2006.01)i, *H01B7/30*(2006.01)i, *H01F5/00*(2006.01)i, *H01F5/06*(2006.01)i, *H01F30/10*(2006.01)i

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)
H01F27/28, H01B7/00, H01B7/02, H01B7/30, H01F5/00, H01F5/06, H01F30/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2009-129654 A (Totoku Electric Co., Ltd.), 11 June 2009 (11.06.2009), paragraphs [0001] to [0026]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-7
Y	JP 3036339 U (Totoku Electric Co., Ltd.), 15 April 1997 (15.04.1997), paragraphs [0001] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
30 May 2017 (30.05.17)	13 June 2017 (13.06.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１５４６９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01F27/28(2006.01)i, H01B7/00(2006.01)i, H01B7/02(2006.01)i, H01B7/30(2006.01)i, H01F5/00(2006.01)i, H01F5/06(2006.01)i, H01F30/10(2006.01)i

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））

Int.Cl.　H01F27/28, H01B7/00, H01B7/02, H01B7/30, H01F5/00, H01F5/06, H01F30/10

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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	JP 2009-129654 A（東京特殊電線株式会社）2009.06.11, ［０００１］－［００２６］, 図１－８（ファミリーなし）	１－７
Ｙ	JP 3036339 U（東京特殊電線株式会社）1997.04.15, ［０００１］－［００２３］, 図１（ファミリーなし）	１－７

☐　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。

＊　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矛盾するものではなく、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
３０．０５．２０１７	１３．０６．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｄ　９３７３
井上　健一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１