(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6月22日(22.06.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/112232 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 15/04 (2006.01) *H02K 3/04* (2006.01)
H01F 5/04 (2006.01) *H02K 3/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/046388

(22) 国際出願日： 2021年12月15日(15.12.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: ヤマハ発動機株式会社 (**YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝２５００番地 Shizuoka (JP).

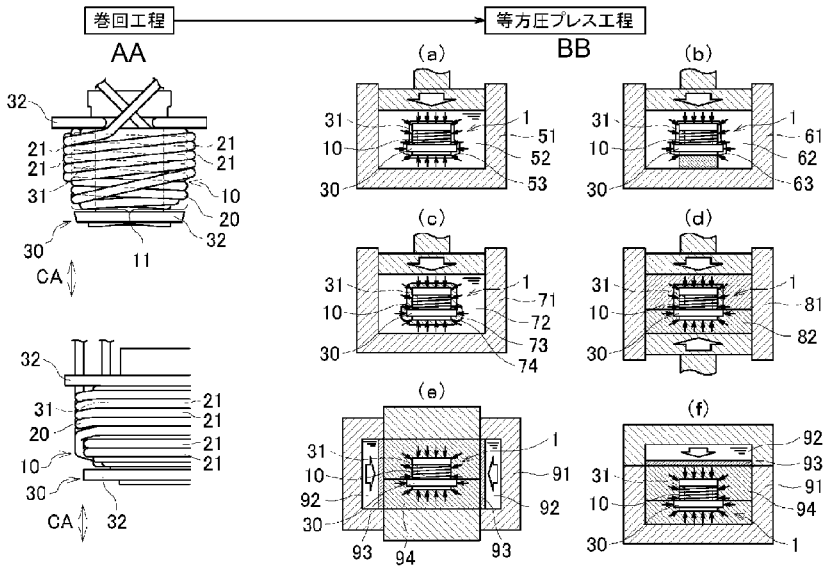
(72) 発明者: 石川 さとみ (**ISHIKAWA, Satomi**); 〒4388501 静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人ＡＴＥＮ (**ATEN IP ATTORNEYS**); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島５－１４－２２ リクルート新大阪ビル 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, 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** METHOD FOR MANUFACTURING COIL COMPONENT AND COIL COMPONENT

(54) 発明の名称： コイル部品の製造方法およびコイル部品



AA Winding step
BB Isostatic pressing step

(57) **Abstract:** This coil component (1) has a coil (10) and a core member (30) including a core part (31) disposed inside the coil. The method for manufacturing said coil component has a winding step and an isostatic pressing step performed after the winding step. In the winding step, a winding (20) is wound in multiple layers onto the core part (31), and the coil (10) is thereby formed which has, on one circumferential portion thereof, a cross-point (11) at which winding parts (21) adjacent in the stacking direction cross each other when viewed in the stacking direction. In the isostatic pressing step,

WO 2023/112232 A1

[続葉有]

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, 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, 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:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

while the core part (31) is disposed inside the coil (10), at least the cross-point (11) of the coil (10) is pressed together with the core member (30) by means of an isostatic press.

(57) 要約：コイル部品（１）は、コイル（１０）と、コイルの内部に配置されるコア部（３１）を含むコア部材（３０）とを有する。このコイル部品の製造方法は、巻回工程と、巻回工程の後の等方圧プレス工程とを有する。巻回工程において、巻線（２０）がコア部（３１）に多層に巻かれて、積層方向に隣り合う巻線部（２１）が積層方向に見て交差するクロスポイント（１１）を周方向の一部分に有するコイル（１０）が形成される。等方圧プレス工程において、コイル（１０）の内部にコア部（３１）が配置された状態で、コイル（１０）の少なくともクロスポイント（１１）が、コア部材（３０）と共に等方圧プレスによってプレスされる。

明　細　書

発明の名称 ： コイル部品の製造方法およびコイル部品

技術分野

[0001] 本発明は、コイルと、コイルの内部に配置されるコア部を含むコア部材とを有するコイル部品の製造方法、および、コイル部品に関する。

背景技術

[0002] 従来、巻線が多層に巻かれて形成されたコイルが電機機器に使用されている。例えば、このコイルと、コイルの内部に配置されるコア部を含むコア部材とを有するコイル部品が、電機機器に含まれる。巻線を多層に巻く際、コイルの周方向の一部分において、上層の巻線部が積層方向に見て下層の巻線部と交差するように配置される。この部分をクロスポイントという。コイルのクロスポイントではない部分において、上層の巻線部は下層の巻線部の線長方向に沿って配置される。巻線の断面形状が円形の場合、コイルのクロスポイントではない部分において、上層の巻線部は下層の２つの巻線部によって形成される溝に沿って配置される。

[0003] 特許文献１には、モータに使用されるコイル部品の製造方法が記載されている。特許文献１では、断面形状が円形の巻線がコア部（分割ステータコアの一部分とボビン）に多層に巻かれてコイルが形成された後、コイルの内部にコア部が配置された状態で、コイルのコイルエンドを除く部分が金型でプレスされている。コイルエンドとは、ステータのスロット内に配置されないコイルの周方向一部分である。モータ用コイルの場合、一般的に、コイルエンドがクロスポイントを含む。つまり、特許文献１では、クロスポイントは金型でプレスされていないと推定される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００７－２８８９８３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 断面形状が円形の巻線を巻いてコイルを形成した場合、コイルのクロスポイントではない部分において、上層の巻線部は下層の巻線部に線長方向に沿って線接触することができる。また、断面形状が矩形の巻線を巻いてコイルを形成した場合、コイルのクロスポイントではない部分において、上層の巻線部は下層の巻線部に線長方向に沿って面接触することができる。一方、断面形状が円形の巻線を巻いてコイルを形成した場合、クロスポイントにおいて、上層の巻線部は、交差する下層の巻線部に対して点接触でしか接触することができない。また、例えば図６に示すように、断面形状が矩形の巻線を巻いて層ごとのターン数が異なるコイル９１０を形成した場合、クロスポイント９１１において、ある層の複数の巻線部のうちコイル軸方向ＣＡの端に位置する巻線部９１２が、下層の複数の巻線部のうちコイル軸方向ＣＡの端に位置する巻線部９１３に対して線接触でしか接触しない場合がある。なお、図６中の破線が、線接触部を示す。このように、クロスポイントにおいて隣り合う層の巻線部同士が接触する面積は、クロスポイントではない部分において隣り合う層の巻線部同士が接触する面積よりも小さくなる。

[0006] コイルの外周面が金型でプレスされた場合、コイルの外周面は一方向の力だけを受ける。そのため、仮にクロスポイントが金型でプレスされると、クロスポイントにおいて巻線部同士が接触する面積の小さい箇所に力が集中的に作用する。その結果、力を集中的に受けた巻線部は、断面積が小さくなるように変形しやすい。このように局所的に巻線の断面積が小さくなると、コイルの電気抵抗が高くなる。つまり、仮に、コイルの少なくともクロスポイントを金型でプレスすると、コイルの電気抵抗が高くなりやすいと考えられる。しかし、コイルは電気抵抗が低いことが望ましい。

[0007] 本発明は、コイルの少なくともクロスポイントをプレスしつつコイルの電気抵抗を低くすることが可能なコイル部品の製造方法およびコイル部品を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本願の発明者らは、コイルの少なくともクロスポイントをプレスしつつコイルの電気抵抗を低減させるために、様々な試験を行った。その結果、コイルの内部にコア部が配置された状態で、コイルの少なくともクロスポイントをコア部材と共に等方圧プレスによってプレスした場合、局所的に巻線の断面積が小さくなることがなく、少なくともクロスポイントにおいて巻線の断面積をプレス前よりも大きくすることが可能であることに気付いた。それにより、コイルの電気抵抗を低減できる。本発明はこの知見に基づいている。なお、本明細書において、巻線（または巻線部）の断面積とは、巻線（または巻線部）の線長方向に直交する断面の面積を意味する。

[0009] 本発明の一実施形態のコイル部品の製造方法は、以下の構成を有する。

コイルと前記コイルの内部に配置されるコア部を含むコア部材とを有するコイル部品の製造方法であって、巻線が前記コア部に多層に巻かれて、積層方向に隣り合う巻線部が前記積層方向に見て交差するクロスポイントを周方向の一部分に有する前記コイルが形成される巻回工程と、前記巻回工程の後、前記コイルの内部に前記コア部が配置された状態で、前記コイルの少なくとも前記クロスポイントが、前記コア部材と共に等方圧プレスによってプレスされる等方圧プレス工程とを有する。

[0010] この構成によると、コイルの少なくともクロスポイントが、コア部材と共に等方圧プレスによってプレスされる。ここで、等方圧プレス成形は、セラミックスの成形などに用いられ、等方的に圧力が作用するために、密度が均一で方向性の少ない成形体が得られる成形法である。コイルに対して等方圧プレスを掛けていくと、コイルおよびコア部材の内部の密度を均一に近づける方向に向かうため、内部空間（巻線部同士の隙間、巻線部とコア部材との隙間）が減少し、部材（巻線部またはコア部材）がお互いに近づく方向に巻線が動く。そのため、接触していない箇所が近くの部材（巻線部またはコア部材）に接触していく。そのため、クロスポイントにおいて巻線部同士が接触する面積の小さい箇所に力が集中的に作用することを抑制できる。したがって、クロスポイントが金型でプレスされたコイルとは異なり、クロスポイ

ントにおいて局所的に巻線の断面積が小さくなることがない。

また、コイルの内部にコア部が配置された状態で、コイルの少なくともクロスポイントがコア部材と共に等方圧プレスによってプレスされるため、少なくともクロスポイントにおいて最下層の巻線部はコア部に向かう方向に移動し、少なくともクロスポイントにおいて最上層の巻線部もコア部に向かう方向に移動する。それにより、少なくともクロスポイントにおける巻線部は線長方向の圧縮力を受ける。そのため、少なくともクロスポイントにおいて巻線の断面積をプレス前よりも大きくすることができる。これに対して、仮に、コイルの内部に何も配置されていない状態でコイルの少なくともクロスポイントが等方圧プレスによってプレスされた場合、少なくともクロスポイントにおいて最上層の巻線部は下層に向かう方向に移動して巻線部の線長方向の圧縮力を受ける。しかし、コイル内部に部材が配置されていないと内部の密度が均一になる方向に動くため、少なくともクロスポイントにおいて最下層の巻線部は上層に向かう方向に移動して巻線部の線長方向の引張力を受ける。それにより、少なくともクロスポイントにおいて、少なくとも最下層の巻線部の断面積が小さくなる。そのため、コイルの内部にコア部が配置された状態で少なくともクロスポイントが等方圧プレスによってプレスされたコイルは、コイルの内部に何も配置されていない状態で少なくともクロスポイントが等方圧プレスによってプレスされたコイル比べて、少なくともクロスポイントにおいて巻線の断面積を大きくすることができる。

このように、コイルの少なくともクロスポイントがプレスされるにも関わらず局所的に巻線の断面積が小さくなることがなく、しかも、少なくともクロスポイントにおいて巻線の断面積をプレス前よりも大きくすることができる。そのため、コイルの電気抵抗を低減できる。

[0011] 本発明の一実施形態のコイル部品の製造方法は、以下の構成を有してもよい。

前記コア部が、圧縮性材料で形成されている。

[0012] 仮にコア部が非圧縮性材料で形成されている場合、等方圧プレス工程にお

いて、コア部がコイル軸方向の力を受けることでコイル軸方向に直交する方向に膨らむように変形する。それにより、コイルの最下層の巻線部が上層に向かう方向に移動してしまう。これに対して、コア部が圧縮性材料で形成されているため、等方圧プレス工程において、コイルの最下層の巻線部は上層に向かう方向に移動しない。そのため、巻線の断面積をプレス前よりも大きくすることができ、コイルの電気抵抗を低減できる。

[0013] 本発明の一実施形態のコイル部品の製造方法は、以下の構成を有してもよい。

前記等方圧プレス工程において、前記コイルの内部に前記コア部が配置された状態で、前記コイルの全周が前記コア部材と共に等方圧プレスによってプレスされる。

[0014] この構成によると、コイルの内部にコア部が配置された状態で、クロスポイントを有するコイルの全周がコア部材と共に等方圧プレスによってプレスされる。そのため、コイルの内部にコア部が配置された状態で、コイルのクロスポイントを含む周方向一部分だけがコア部材と共に等方圧プレスによってプレスされた場合に比べて、巻線の断面積が大きくなる箇所を増やすことができる。また、巻線の断面積をより大きくすることができる場合がある。したがって、コイルの電気抵抗をより低減できる。

[0015] 本発明の一実施形態のコイル部品の製造方法は、以下の構成を有してもよい。

前記コア部が、コイル軸方向に交差する方向に並んで配置され且つ機械的に接合された複数の部品の各々の少なくとも一部分を含む。

[0016] この構成によると、等方圧プレス工程の直前において、コイル軸方向に交差する方向に並んで配置され且つ機械的に接合された複数の部品の間に、コイル軸方向に交差する方向の微小な隙間が生じている場合がある。この場合、等方圧プレス工程において、コイルの内部にコア部が配置された状態でコイルの全周がコア部材と共に等方圧プレスによってプレスされることによって、複数の部品の間のコイル軸方向に交差する方向の隙間を小さくできる。

それにより、コイル軸方向に交差する方向におけるコア部の長さを短くできる。そのため、コイルの内周部および外周部の周長をより短くできる。その結果、巻線の断面積をより大きくすることができ、コイルの電気抵抗をより低減できる。

[0017] 本発明の一実施形態のコイル部品の製造方法は、以下の構成を有してもよい。

前記コイル部品が、複数のコイルを有し、前記コア部材は、複数のコア部を有し、前記巻回工程において、複数の巻線が前記複数のコア部にそれぞれ多層に巻かれて、前記クロスポイントを各々の周方向の一部分に有する前記複数のコイルが形成され、前記等方圧プレス工程において、前記複数のコイルの内部に前記複数のコア部がそれぞれ配置された状態で、前記複数のコイルの少なくとも前記クロスポイントが、前記コア部材と共に等方圧プレスによってプレスされる。

[0018] この構成によると、複数のコイルの少なくともクロスポイントが同時にプレスされるにも関わらず局所的に巻線の断面積が小さくなることがなく、複数のコイルにおいて巻線の断面積をプレス前よりも大きくすることができる。そのため、複数のコイルの電気抵抗を低減できる。

[0019] 本発明の一実施形態のコイル部品の製造方法は、以下の構成を有してもよい。

前記巻回工程において、断面形状が円形の巻線が巻かれて前記コイルが形成される。

[0020] 断面形状が円形の巻線を巻いてコイルを形成した場合、断面形状が矩形の巻線を巻いてコイルを形成した場合よりも、クロスポイントにおいて巻線部同士の隙間の容積が大きくなりやすい。そのため、コイルの内部にコア部が配置された状態で、コイルの少なくともクロスポイントがコア部材と共に等方圧プレスによってプレスされた場合、少なくともクロスポイントにおいてコイルの最上層の巻線部がコア部に向かう方向に移動する距離が、巻線の断面形状が矩形の場合よりも長くなりやすい。つまり、少なくともクロスポイ

ントにおける巻線部は、巻線の断面形状が矩形の場合よりも大きい線長方向の圧縮力を受けることができる。そのため、少なくともクロスポイントにおける巻線の断面積を、巻回工程において断面形状が矩形の巻線を巻いてコイルを形成した場合よりも大きくすることができる。

[0021] 本発明の一実施形態のコイル部品の製造方法は、以下の構成を有してもよい。

前記等方圧プレス工程で行われる前記等方圧プレスが、液体の圧力媒体、気体の圧力媒体、および弾性を有する固体の圧力媒体の少なくとも１つを用いた等方圧プレスである。

[0022] 本発明の一実施形態のコイル部品は、以下の構成を有する。

コイルと前記コイルの内部に配置されるコア部を含むコア部材とを有するコイル部品である。前記コイルは、前記コア部に多層に巻かれた巻線で形成され、前記巻線の端部であって前記コア部に巻かれていない引き出し部の断面形状は円形であり、前記コイルは、周方向の一部分に、積層方向に隣り合う巻線部が前記積層方向に見て交差するクロスポイントを有し、前記周方向の他の一部分に、上層の巻線部が下層の巻線部によって形成される溝に沿って配置される並列領域を有する。前記コア部は、前記コイルと一体成形されていない。前記コア部の外周面が平行な２つの平面を有する場合、前記平行な２つの平面が前記巻線と接触し、前記コア部の外周面が平行な２つの平面を有さず平行でない２つの平面を有する場合、前記コア部の外周面の前記２つの平面の一方の平面とこの平面の端ではない角部が前記巻線と接触するか、または、前記コア部の外周面が有する曲面とこの曲面の端ではない角部が前記巻線と接触し、前記コア部の断面形状が円形または楕円形の場合、前記コア部の外周面の１８０°以上の領域内の前記周方向の両端を含む３点以上が前記巻線と接触する。前記コア部の外周面が１つの平面を有する場合、前記コイルの外周面のうち前記コア部の前記１つの平面を覆う部分において、前記積層方向に凹んだ複数の凹みが前記周方向に並んで存在するように前記巻線が曲がっており、前記コア部の断面形状が円形または楕円形の場合、前

記クロスポイントではなく前記クロスポイントと前記並列領域との境界でもない前記コイルの一部分において、前記巻線がコイル軸方向に曲がっている。前記コイル部品の前記周方向に直交し前記クロスポイントを通るどの断面においても、前記コイル軸方向の端に位置する複数の巻線部を除く複数の巻線部が、隣り合う巻線部と接触する凹部を外周縁における対向する２つの位置に有する巻線部を含まない。

[0023] この構成によると、巻線の端部であってコア部に巻かれていない引き出し部の断面形状は円形である。つまり、コア部に巻線を巻いた時点での巻線の断面形状は円形である。

また、この構成によると、コア部はコイルと一体成形されていない。したがって、コア部は、コイルの内部に何も配置されていない状態でコイルの全周が等方圧プレスによってプレスされた後に成形されたコア部ではない。

また、この構成によると、コア部の外周面が平行な２つの平面を有する場合、平行な２つの平面が巻線と接触する。コア部の外周面が平行な２つの平面を有さず平行でない２つの平面を有する場合、コア部の外周面の２つの平面のうちの一方の平面とこの平面の端ではない角部が巻線と接触するか、または、コア部の外周面が有する曲面とこの曲面の端ではない角部が巻線と接触する。コア部の断面形状が円形または楕円形の場合、コア部の外周面の１８０°以上の領域内の周方向の両端を含む３点以上が巻線と接触する。したがって、コア部は、コイルの内部に何も配置されていない状態でコイルの全周が等方圧プレスによってプレスされた後に、コイルの内部に配置されたコア部ではない。

また、この構成によると、コア部の外周面が１つの平面を有する場合、コイルの外周面のうちこの平面を覆う部分において、積層方向に凹んだ複数の凹みが周方向に並んで存在するように巻線が曲がっている。コア部の断面形状が円形または楕円形の場合、クロスポイントではなくクロスポイントと並列領域との境界でもないコイルの一部分において、巻線がコイル軸方向に曲がっている。したがって、コイルは、全くプレスされていないコイルではな

い。また、コイルは、クロスポイントを除くコイルの周方向一部分だけが金型でプレスされたコイルでもない。

また、この構成によると、コイル部品の周方向に直交しクロスポイントを通るどの断面においても、コイル軸方向の端に位置する複数の巻線部を除く複数の巻線部が、隣り合う巻線部と接触する凹部を外周縁における対向する２つの位置に有する巻線部を含まない。したがって、コイルは、クロスポイントが金型でプレスされたコイルではない。仮にクロスポイントが金型でプレスされた場合、クロスポイントにおいて巻線部の点接触する箇所に力が集中的に作用するため、クロスポイントにおいてコイルの軸方向の端ではない位置にある巻線部の断面形状が、外周縁の対向する２箇所に凹部を有するように変形しやすい。このように変形した巻線部の断面積は、他の巻線部の断面積よりも小さくなる。

したがって、上記の構成を有するコイル部品は、コイルの内部にコア部が配置された状態で、クロスポイントを有するコイルの全周がコア部材と共に等方圧プレスによってプレスされることで得られるコイル部品である。等方圧プレス成形は、セラミックスの成形などに用いられ、等方的に圧力が作用するために、密度が均一で方向性の少ない成形体が得られる成形法である。コイルに対して等方圧プレスを掛けていくと、コイルおよびコア部材の内部の密度を均一に近づける方向に向かうため、内部空間（巻線部同士の隙間、巻線部とコア部材との隙間）が減少し、部材（巻線部またはコア部材）がお互いに近づく方向に巻線が動く。そのため、接触していない箇所が近くの部材（巻線部またはコア部材）に接触していく。そのため、クロスポイントにおいて巻線部の点接触する箇所に力が集中的に作用することを抑制できる。したがって、クロスポイントが金型でプレスされたコイルとは異なり、クロスポイントにおいて局所的に巻線の断面積が小さくなることがない。

また、コイルの内部にコア部が配置された状態で、コイルの全周がコア部材と共に等方圧プレスによってプレスされるため、コイルの最下層の巻線部はコア部に向かう方向に移動し、コイルの最上層の巻線部もコア部に向かう

方向に移動する。それにより、巻線は線長方向の圧縮力を受ける。そのため、巻線の断面積をプレス前よりも大きくすることができる。これに対して、仮に、コイルの内部に何も配置されていない状態でコイルの全周が等方圧プレスによってプレスされた場合、コイルの最上層の巻線部は下層に向かう方向に移動して巻線部の線長方向の圧縮力を受ける。しかし、コイル内部に部材が配置されていないと内部の密度が均一になる方向に動くため、コイルの最下層の巻線部は上層に向かう方向に移動して巻線部の線長方向の引張力を受ける。ぞれにより、少なくとも最下層の巻線部の断面積が小さくなる。そのため、コイルの内部にコア部が配置された状態で全周が等方圧プレスによってプレスされたコイルは、コイルの内部に何も配置されていない状態で全周が等方圧プレスによってプレスされたコイル比べて、巻線の断面積を大きくすることができる。

このように、クロスポイントを有するコイルの全周がプレスされるにも関わらず局所的に巻線の断面積が小さくなることがなく、しかも、巻線の断面積をプレス前よりも大きくすることができる。そのため、コイルの電気抵抗を低減できる。

[0024] 本発明の一実施形態のコイル部品は、以下の構成を有してもよい。

前記コイル部品の前記周方向に直交し前記クロスポイントを通るどの断面においても、前記コイル軸方向の端に位置する複数の巻線部を除く複数の巻線部の各々は、前記コイル軸方向に隣り合い、前記コイル軸方向の端に位置しない巻線部と接触する。

[0025] クロスポイントでは隣り合う層の巻線部が交差しており、巻線の位置が乱れやすい。そのため、クロスポイントが金型でプレスされた場合、クロスポイントにおいて、コイル軸方向に隣り合う巻線部の間の隙間が大きくなる場合がある。これに対して、コイルの内部にコア部が配置された状態で全周が等方圧プレスによってプレスされた場合、クロスポイントを通るどの断面においても、コイル軸方向の端に位置する複数の巻線部を除く複数の巻線部の各々は、コイル軸方向に隣り合い、コイル軸方向の端に位置しない巻線部と

接触することができる。このように巻線の位置の乱れが抑制されているため、プレス時に、クロスポイントにおいて局所的に巻線の断面積が小さくなるような巻線の変形が生じにくい。そのため、コイルの電気抵抗を低減できる。

なお、コイルの用途によっては、層ごとのターン数が異なるため、コイル軸方向の端に位置しない巻線部は、コイル軸方向に隣り合う巻線部と接触しない場合がある。

[0026] 本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、コア部とは、コイルの内部に配置される部分である。コア部は、コイルの内部に配置されない部分を含まないコア部は、独立した部品でもよい。コア部の少なくとも一部は、コア部材の一部分と分離不能に一体化されていてもよい。

[0027] 本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、コイル部品の用途は、電気機器であれば特に限定されない。コイル部品は、コイルの電磁誘導を利用する電気機器に使用することができる。コイル部品は、例えば、回転電機の電機子、回転電機の界磁、インダクタ、変圧器（トランス）などに用いられてもよい。なお、回転電機は、モータおよび発電機の少なくとも一方として機能する電機機器である。コイル部品が回転電機の電機子に用いられる場合、コイル部品はローター（回転子）に利用されてもよくステータ（固定子）に用いられてもよい。コイル部品が回転電機のローターに用いられる場合、コイル部品のコア部材は、ローターコアを含んでもよく、ローターコアの一部だけを含んでもよく、ローターコアの少なくとも一部を含まなくてもよい。コイル部品が回転電機のステータに用いられる場合、コイル部品のコア部材は、ステータコアを含んでもよく、ステータコアの一部だけを含んでもよく、ステータコアの少なくとも一部を含まなくてもよい。コイル部品が回転電機の電機子に用いられる場合、コイル部品は、例えば、アキシャルギャップ型の回転電機のステータ、ラジアルギャップ型のインナーローター型の回転電機のステータ、または、ラジアルギャップ型のアウターローター型の回転電機のステータのステータに用いられてもよい。これ

以降に説明において、回転電機のステータとは、回転電機の電機子であるステータを意味する。コイル部品がアキシャルギャップ型の回転電機のステータに用いられる場合、コア部材の断面形状は、例えば、矩形、二等辺三角形、等脚台形、または扇形である。本明細書において、コア部の断面形状とは、コイル軸方向に直交するコア部の断面の形状を意味する。コイル部品がラジアルギャップ型の回転電機のステータに用いられる場合、コア部の断面形状は、例えば矩形である。コイル部品が変圧器に用いられる場合、コア部材の断面形状は、例えば、矩形、円形、角丸長方形、またはオーバル（楕円形を含む）である。これ以降の説明において、単に回転電機と称する場合、アキシャルギャップ型またはラジアルギャップ型の回転電機を意味する。コイル部品が回転電機のステータに用いられる場合、回転電機のコイルの巻きの形式は集中巻きでもよく、分布巻きでもよい。

[0028] 本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、コイル部品は、複数のコア部を有するコア部材と複数のコイルとを有してもよく、単一のコア部を有するコア部材と単一のコイルとを有してもよい。コイル部品が回転電機のステータに用いられ、ステータが一体型または分割型ステータコアを有する場合、コア部材は、例えば、ステータコアと、複数の絶縁ボビンまたは複数の絶縁紙とを含んでもよい。この場合、コイル部品は、複数のコア部を有するコア部材と複数のコイルとを有する。絶縁ボビンまたは絶縁紙は、ステータコアとコイルとの間に配置される。コイル部品が回転電機のステータに用いられ、ステータが一体型または分割型ステータコアを有する場合、コア部材は、例えば、絶縁ボビンだけでもよい。この場合、コイル部品は、単一のコア部を有するコア部材と単一のコイルとを有する。コイル部品が回転電機のステータに用いられ、ステータが分割型ステータコアを有する場合、コア部材は、分割型ステータコアの一部分と単一の絶縁ボビンまたは単一の絶縁紙とを含んでもよい。この場合、コイル部品は、単一のコア部を有するコア部材と単一のコイルとを有する。コイル部品が回転電機のステータに用いられ、回転電機のコイルの巻きの形式が分布巻きの場合、コ

イル部品は、複数のコア部を有するコア部材と複数のコイルとを有する。この場合、１つのコア部は、回転電機の中心軸を中心とした周方向に離れた２つの部分で構成される。

[0029] 本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、コア部材は、コア部を含む第１部品と、第１部品と分離可能な第２部品を含んでいてもよい。本発明のコイル部品の製造方法は、第１部品のコア部に巻線を巻いてコイルを形成する巻回工程と、巻回工程の後、等方圧プレス工程の前に、第１部材を第２部材に連結してコア部材を形成する組み立て工程とを有してもよい。例えば、コイル部品が回転電機のステータに用いられる場合、第１部品が絶縁ボビンで、第２部品がステータコアでもよい。

[0030] 本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、コア部材は、コイルの周方向の少なくとも一部分のコイル軸方向の一端とコイル軸方向に向かい合う部分を有してもよい。本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、コア部材は、コイルの周方向の少なくとも一部分のコイル軸方向の両端とそれぞれコイル軸方向に向かい合う２つの部分を有してもよい。本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、コア部材は、コイルのコイル軸方向の一端と全周にわたってコイル軸方向に向かい合う部分を有してもよい。本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、コア部材は、コイルのコイル軸方向の両端と全周にわたってコイル軸方向に向かい合う２つの部分を有してもよい。

[0031] 本発明のコイル部品の製造方法において、コイルの少なくともクロスポイントを、コア部材と共に等方圧プレスによってプレスするとは、コイルの全周をコア部材と共に等方圧プレスによってプレスする場合と、コイルのクロスポイントを含む周方向一部分をコア部材と共に等方圧プレスによってプレスする場合を含む。コイルのクロスポイントを含む周方向一部分をコア部材と共に等方圧プレスによってプレスする場合、例えば、コイルのプレスしない周方向一部分をカバーで覆った状態で等方圧プレスによってプレスしても

よい。カバーは、例えば剛性の高い圧縮性材料で形成される。カバーは、例えばコア部材に固定される。カバーは、等方圧プレス工程中にコイルに押し付けられない。具体的には例えば、等方圧プレスはカバーが変形しないような加圧力で行われる。もしくは、カバーは、等方圧プレスの力を受けて多少変形してもコイルに接触しないように設けられる。また、どちらの場合も、カバーは、等方圧プレス工程中に、カバーとコイルとの間に、圧力媒体および／または後述する可撓性を有する袋が変形して入り込むことがないように設けられる。

[0032] 本発明のコイル部品の製造方法において、液体の圧力媒体、気体の圧力媒体、および弾性を有する固体の圧力媒体の少なくとも１つを用いた等方圧プレスとは、コイルに等方的に圧力を付与する圧力媒体として、液体の圧力媒体、気体の圧力媒体、および弾性を有する固体の圧力媒体の少なくとも１つを用いることを意味する。液体の圧力媒体、気体の圧力媒体、および弾性を有する固体の圧力媒体の少なくとも１つを用いた等方圧プレスとは、液体の圧力媒体と気体の圧力媒体を用いた等方圧プレスでもよく、液体の圧力媒体と弾性を有する固体の圧力媒体を用いた等方圧プレスでもよく、気体の圧力媒体と弾性を有する固体の圧力媒体を用いた等方圧プレスでもよく、気体の圧力媒体と液体圧力媒体と弾性を有する固体の圧力媒体を用いた等方圧プレスでもよい。液体の圧力媒体とは、常温の液体の圧力媒体でもよく、常温より高温の液体の圧力媒体でもよい。気体の圧力媒体とは、常温の気体の圧力媒体でもよく、常温より高温の気体の圧力媒体でもよい。弾性を有する固体の圧力媒体は、ゴム弾性を有する固体の圧力媒体が好ましい。弾性を有する固体の圧力媒体は、ゴムでもよく、ゴム以外のエラストマーでもよい。液体の圧力媒体または気体の圧力媒体が用いられる場合、等方圧プレス工程において、コイルとコア部材は、可撓性を有する袋に封入される。可撓性を有する袋は、弾性を有する固体の圧力媒体であってもなくてもよい。例えば、可撓性を有する袋の厚みがごく薄い場合は、可撓性を有する袋は弾性を有する固体の圧力媒体ではない。可撓性を有する袋の中は真空が好ましいが空気が

残っていてもよい。コイルの外周面は、液体の圧力媒体に接触しない。コイルの外周面は、気体の圧力媒体に接触しない。コイルの外周面は、弾性を有する固体の圧力媒体または可撓性を有する袋に接触する。圧力媒体として少なくとも液体の圧力媒体を用いた等方圧プレスとは、例えば、湿式冷間等方圧プレス（WET CIP：Wet type Cold Isostatic PressingまたはWet-Bag Cold Isostatic Pressing）、乾式冷間等方圧プレス（DRY CIP：Dry type Cold Isostatic Pressing またはDry-Bag Cold Isostatic Pressing）、または、常温よりも高温の液体の圧力媒体を用いた等方圧プレスが該当する。圧力媒体として少なくとも気体の圧力媒体を用いた等方圧プレスとは、例えば、熱間等方圧プレス（HIP：Hot Isostatic Pressing）、または、常温の気体の圧力媒体を用いる等方圧プレスが該当する。圧力媒体として少なくとも弾性を有する固体の圧力媒体を用いた等方圧プレスとは、例えば、乾式冷間等方圧プレス（DRY CIP：Dry type Cold Isostatic Pressing またはDry-Bag Cold Isostatic Pressing）、または、ゴム等方圧プレス（RIP：Rubber Isostatic Pressing）が該当する。湿式冷間等方圧プレス（WET CIP）および乾式冷間等方圧プレス（DRY CIP）では、常温の液体の圧力媒体が用いられる。熱間等方圧プレス（HIP）では、高温の気体の圧力媒体が用いられる。熱間等方圧プレスは、プレスと加熱処理を同時に行えるプレス加工法である。熱間等方圧プレスにおける気体の圧力媒体の温度は、常温よりも高温であれば特に限定されない。

[0033] 本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、巻線は、導体と、導体の外周面を覆う絶縁皮膜とを有する。巻線は、単線でもよく撚線でもよい。本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、巻線部とは、巻線の一部分を意味する。本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、積層方向とは、巻線によって形成された複数の層が積層される方向である。本明細書において上層と下層は、複数の層のうち積層方向に隣り合ういずれか２つの層を指す。下層は上層よりもコア部に近い層である。本発明のコイル部品の製造方法および本発明

のコイル部品において、クロスポイントは、積層方向に隣り合う２つの巻線部が積層方向に見て交差する箇所だけを意味する用語ではない。クロスポイントは、少なくとも、ある層の複数の巻線部と積層方向に見て交差する隣りの層の１つの巻線部を含む。クロスポイントにおいて、各層の少なくとも１つの巻線部が、隣りの層の巻線部と積層方向に見て交差していてもよい。本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品におけるコイルは、周方向一部分にクロスポイントを有する。コイルのクロスポイントではない周方向一部分において、上層の巻線部は下層の巻線部の線長方向に沿って配置される。本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品において、コイルは、２つのクロスポイントを有してもよく、単一のクロスポイントを有してもよい。本発明のコイル部品において、並列領域は、少なくとも、ある層の２つの巻線部によって形成される溝に沿って配置される、それより上層の１つの巻線部を含む。並列領域において、最下層以外の各層の少なくとも１つの巻線部が、隣りの層の２つの巻線部によって形成される溝に沿って配置されてもよい。本発明のコイル部品において、コイルの巻き方式は、直交巻き（Orthocyclic winding）である。本発明のコイル部品のコイルの製造方法において、コイルの巻き方式は、直交巻き（Orthocyclic winding）でもよい。本発明のコイル部品の製造方法において、コイルの巻き方式は、乱巻き（Wild winding）でもなく、螺旋巻き（Helical winding）でもない。

[0034] 本発明のコイル部品の製造方法において、圧縮性材料で形成されたコア部とは、０．４９よりも小さいポアソン比の圧縮性材料で形成されたコア部を意味する。本発明のコイル部品において、コア部は、０．４９よりも小さいポアソン比の圧縮性材料で形成されてもよい。

[0035] 本発明のコイル部品の製造方法において、機械的に接合された複数の部品とは、例えば、ねじやボルトなどの締結部材を用いて接合された複数の部品であってもよく、かしめによって接合された複数の部品であってもよい。かしめによって接合された複数の部品は、例えば、複数の電磁鋼鈑でもよい。本発明のコイル部品の製造方法において、コア部が、コイル軸方向に交差す

る方向に並んで配置され且つ機械的に接合された複数の部品を含む場合、この複数の部品は、コイル軸方向に直交する方向に並んでいてもよい。

[0036] 本発明のコイル部品の製造方法において、断面形状が円形の巻線とは、巻線の線長方向に直交する断面の形状が円形である巻線を意味する。本明細書において、巻線の断面形状とは、巻線の線長方向に直交する断面の形状を意味する。本明細書において、巻線部の断面形状とは、巻線部の線長方向に直交する断面の形状を意味する。

本発明のコイル部品において、断面形状が円形の引き出し部とは、引き出し部の線長方向に直交する断面の形状が円形である引き出し部を意味する。本発明のコイル部品において、巻線の端部である引き出し部は、巻線の引き出し部を除く部分に溶接等で接続されたものではなく、巻線の引き出し部を除く部分と同じ構造を有する。

[0037] 本発明のコイル部品において、コイルと一体成形されていないコア部は、空芯のコイルが配置された型に磁性材料を充填して加圧成形されたコア部ではないコア部を意味する。コア部がコイルと一体成形されているかどうかは、コア部の外周面の形状を観察することで判断できる。コア部がコイルと一体成形される場合、例えば磁性体粉末と樹脂を混合した成形材料が、最下層の巻線部同士の隙間に入り込んだ状態で固化する。そのため、コア部がコイルと一体成形されている場合、コア部の外周面に、隣り合う巻線部同士の隙間に配置される突起が形成されている。

[0038] 本発明のコイル部品において、コア部の外周面が平行な２つの平面を有する場合とは、例えば、コア部のコイル軸方向に直交する断面の形状が、矩形、角丸長方形、台形などの場合である。本発明のコイル部品において、コア部の外周面が平行な２つの平面を有さず平行でない２つの平面を有する場合とは、例えば、コア部のコイル軸方向に直交する断面の形状が、三角形または扇形などの場合である。本発明のコイル部品において、断面形状が円形または楕円形のコア部とは、コイル軸方向に直交するコア部の断面の形状が円形または楕円形のコア部を意味する。

[0039] 本発明のコイル部品において、コア部の外周面が平行な２つの平面を有さず平行でない２つの平面を有する場合、コア部の外周面は曲面を有してもよく有さなくてもよい。コア部の外周面が平行な２つの平面を有さず平行でない２つの平面と１つの曲面を有する場合、平行でない２つの平面のうちの一方の平面とこの平面の端ではない角部が巻線と接触してもよく、この曲面とこの曲面の端ではない角部が巻線と接触してもよい。

[0040] 本発明のコイル部品において、コア部の外周面の１８０°以上の領域内の周方向の両端を含む３点以上が巻線と接触する場合とは、この３つ以上の点がコア部の外周面における１８０°より小さい領域内に収まる場合を含まない。本発明のコイル部品において、コア部の外周面における３点以上が巻線と接触するとは、コア部の外周面における周方向に離れた３つ以上の箇所が、巻線と接触することを意味する。接触は、点接触でも線接触でも面接触でもよい。

[0041] 本発明のコイル部品は、コア部の外周面が１つの平面を有する場合、コイルの外周面のうちこの１つの平面を覆う部分において、積層方向に凹んだ複数の凹みが前記周方向に並んで存在するように巻線が曲がっているという特徴を有する。この場合、コイルの外周面のうちコア部の１つの平面を覆う部分において、巻線が積層方向に曲がっている。コイルの外周面の一部分において巻線が積層方向に曲がっているとは、コイルの外周面の一部分を構成するいずれかの巻線部が積層方向に曲がっていることを意味する。また、この特徴において、コイルの外周面のうちコア部の１つの平面を覆う部分とは、積層方向に見て、コイルの外周面のうちコア部の１つの平面と重なる部分を意味する。

[0042] 本発明のコイル部品において、クロスポイントではなくクロスポイントと並列領域との境界でもないコイルの一部分とは、並列領域でもよく、並列領域ではない領域でもよい。ここでの並列領域ではない領域は、例えば、巻線を巻いてコイルを形成した時点では並列領域であって、等方圧プレスの後に並列領域ではなくなった領域である。

[0043] 本発明のコイル部品は、コイル部品の前記周方向に直交しクロスポイントを通るどの断面においても、コイル軸方向の端に位置する複数の巻線部を除く複数の巻線部が、隣り合う巻線部と接触する凹部を外周縁における対向する２つの位置に有する巻線部を含まないという特徴を有する。この特徴において、コイル軸方向の端に位置する複数の巻線部を除く複数の巻線部とは、コイル軸方向の一端に位置する複数の巻線部とコイル軸方向の他端に位置する複数の巻線部との間に位置する複数の巻線部を意味する。また、この特徴において、凹部を外周縁における対向する２つの位置に有する巻線部とは、例えば、巻線部の断面のほぼ中心を通る直線と巻線部の外周縁との２つの交点に凹部を有する巻線部でもよい。また、凹部を外周縁における対向する２つの位置に有する巻線部とは、例えば、巻線部の断面を、２つの凹部の一方である第１凹部を含む第１の領域と、第１の領域と同じ面積の第２の領域に分割した場合に、２つの凹部の他方である第２凹部が必ず第２の領域に存在し、第２凹部が第１の領域に存在するように分割できないような、２つの凹部を有する巻線部でもよい。

[0044] 請求の範囲において、ある構成要素の数を明確に特定しておらず、英語に翻訳された場合にこの構成要素が単数で表示される場合、本発明はこの構成要素を複数有してもよい。また、本発明はこの構成要素を１つだけ有してもよい。

[0045] なお、本発明および実施の形態において、含む（including）、有する（comprising）、備える（having）およびこれらの派生語は、列挙されたアイテム及びその等価物に加えて追加的アイテムをも包含することが意図されて用いられている。

[0046] 他に定義されない限り、本明細書および請求の範囲で使用される全ての用語（技術用語および科学用語を含む）は、本発明が属する当業者によって一般的に理解されるのと同じ意味を有する。一般的に使用される辞書に定義された用語のような用語は、関連する技術および本開示の文脈における意味と一致する意味を有すると解釈されるべきであり、理想化されたまたは過度に

形式的な意味で解釈されることはない。

[0047] 本明細書において、「しても良い」という用語は非排他的なものである。「しても良い」は、「しても良いがこれに限定されるものではない」という意味である。本明細書において、「してもよい」は、「しない」場合があることを暗黙的に含む。

[0048] 本発明の実施形態を詳細に説明する前に、本発明は、以下の説明に記載されたまたは図面に図示された構成要素の構成および配置の詳細に制限されないことが理解されるべきである。本発明は、後述する実施形態以外の実施形態でも可能である。本発明は、後述する実施形態に様々な変更を加えた実施形態でも可能である。

発明の効果

[0049] 本発明のコイル部品の製造方法および本発明のコイル部品によると、コイルの少なくともクロスポイントをプレスしつつコイルの電気抵抗を低くすることができる。

図面の簡単な説明

[0050] [図1]図１は本発明のコイル部品の製造方法の第１実施形態を説明する模式図である。

[図2]図２は本発明のコイル部品の製造方法の第３実施形態を説明する模式図である。

[図3]図３は本発明のコイル部品の製造方法の第４実施形態により製造されたコイル部品の模式図である。

[図4]図４は本発明のコイル部品の一実施形態（第５実施形態）の模式図である。

[図5]図５（ａ）および図５（ｂ）は本発明のコイル部品の実施例の断面写真であり、図５（ｃ）は比較例のコイル部品の断面写真である。

[図6]図６は断面形状が矩形の巻線を巻いて形成されたコイルのクロスポイントの図である。

発明を実施するための形態

[0051] ＜第１実施形態＞

本発明のコイル部品の製造方法の実施形態である第１実施形態について、図１を参照しつつ説明する。本実施形態のコイル部品１は、少なくとも１つのコイル１０と、コア部材３０とを有する。コア部材３０は、少なくとも１つのコイル１０の内部にそれぞれ配置される少なくとも１つのコア部３１を含む。図１におけるコイル部品１が有するコイル１０とコア部３１の数はそれぞれ１つであるが、複数でもよい。図１におけるコア部３１の断面形状は矩形であるが、コア部３１の断面形状は特に限定されない。コア部３１は、圧縮性材料で形成されている。

[0052] 本実施形態のコイル部品１の製造方法は、巻回工程と等方圧プレス工程とを有する。巻回工程では、巻線２０がコア部３１に多層に巻かれて少なくとも１つのコイル１０が形成される。図１では、コイル１０の層数は４つであるが４つよりも多くても少なくてもよい。コイル１０は、周方向の一部分に、積層方向に隣り合う巻線部２１が積層方向に見て交差するクロスポイント１１を有する。図１の巻回工程における巻線２０の断面形状は円形であるが、本実施形態の巻回工程における巻線２０の断面形状は矩形でもよい。

[0053] 等方圧プレス工程は、巻回工程の後に行われる。等方圧プレス工程では、少なくとも１つのコイル１０の内部にコア部３１が配置された状態で、少なくとも１つのコイル１０の少なくともクロスポイント１１が、コア部材３０と共に等方圧プレスによってプレスされる。

[0054] 等方圧プレス工程で行われる等方圧プレスは、液体の圧力媒体、気体の圧力媒体、および弾性を有する固体の圧力媒体の少なくとも１つを用いた等方圧プレスである。

[0055] 図１（ａ）は、少なくとも液体の圧力媒体を用いた等方圧プレスを行っている状況の一例を示す。図１（ａ）の等方圧プレスは、例えば、湿式冷間等方圧プレス（WET CIP）である。図１（ａ）では、コイル１０とコア部材３０を、可撓性を有する袋５３に封入し、この袋５３を加圧容器５１内の液体の圧力媒体５２の中に入れて、圧力媒体５２を加圧する。但し、コイル１０の

周方向の一部分のみをプレスする場合は、コイル１０のプレスしない周方向一部分をカバーで覆っておく。袋５３の中は真空が好ましいが空気が残っていてもよい。袋５３はゴム製であってもなくてもよい。

[0056] 図１（ｂ）は、少なくとも気体の圧力媒体を用いた等方圧プレスを行っている状況の一例を示す。図１（ｂ）の等方圧プレスは、例えば、熱間等方圧プレス（HIP）である。コイル１０とコア部材３０を、可撓性を有する袋６３に封入し、この袋６３を加圧容器６１内に配置し、加圧容器６１内の気体の圧力媒体６２を加圧する。但し、コイル１０の周方向の一部分のみをプレスする場合は、コイル１０のプレスしない周方向一部分をカバーで覆っておく。袋６３の中は真空が好ましいが空気が残っていてもよい。袋６３はゴム製であってもなくてもよい。

[0057] 図１（ｃ）は、少なくとも液体の圧力媒体と弾性を有する固体の圧力媒体を用いた等方圧プレスを行っている状況の一例を示す。図１（ｃ）の等方圧プレスは、例えば、湿式冷間等方圧プレス（WET CIP）である。コイル１０とコア部材３０が配置されたゴム型７３を、可撓性を有する袋７４に封入し、この袋５３を加圧容器７１内の液体の圧力媒体７２の中に入れて、圧力媒体７２を加圧する。但し、コイル１０の周方向の一部分のみをプレスする場合は、コイル１０のプレスしない周方向一部分をカバーで覆っておく。袋７３の中は真空が好ましいが空気が残っていてもよい。ゴム型７３は弾性を有する固体の圧力媒体に該当する。なお、ゴム型７３および袋７４を用いる代わりに、ゴム製の袋を用いてもよい。

[0058] 図１（ｄ）は、少なくとも弾性を有する固体の圧力媒体を用いた等方圧プレスを行っている状況の一例を示す。図１（ｄ）の等方圧プレスは、ゴム等方圧プレス（RIP）である。加圧容器８１内に配置されたゴム型８２にコイル１０とコア部材３０を配置し、加圧容器５１が有するピストンによってゴム型８２を直接加圧する。但し、コイル１０の周方向の一部分のみをプレスする場合は、コイル１０のプレスしない周方向一部分をカバーで覆っておく。ゴム型８２は弾性を有する固体の圧力媒体に該当する。

[0059] 図１（ｅ）および図１（ｆ）は、少なくとも液体の圧力媒体と弾性を有する固体の圧力媒体を用いた等方圧プレスを行っている状況の２つの例を示す。図１（ｅ）および図１（ｆ）の等方圧プレスは、例えば、乾式冷間等方圧プレス（DRY CIP）である。図１（ｅ）および図１（ｆ）の加圧容器９１の内部空間は、加圧ゴム型９３によって、液体の圧力媒体９２が配置される空間と成形ゴム型９４が配置される空間に仕切られている。コイル１０とコア部材３０は成形ゴム型９４に配置され、成形ゴム型９４と加圧ゴム型９３を介して圧力媒体９２の圧力を受ける。コイル１０の周方向の一部分のみをプレスする場合は、コイル１０のプレスしない周方向一部分をカバーで覆っておく。

なお、加圧容器５１、６１、７１、９１内の気体または液体の圧力媒体を加圧する方法は、例えば、昇圧装置によって加圧された圧力媒体を加圧容器５１、６１、７１、９１に押し込むという方法でもよく、加圧容器５１、６１、７１、９１が有するピストンによって圧力媒体を加圧するという方法でもよい。

[0060] 本実施形態のコイル部品１の製造方法によると、コイル１０の少なくともクロスポイント１１がプレスされるにも関わらず局所的に巻線２０の断面積が小さくなることがなく、しかも、少なくともクロスポイント１１において巻線２０の断面積をプレス前よりも大きくすることができる。そのため、コイル１０の電気抵抗を低減できる。

[0061] 本実施形態のコイル部品１の製造方法によると、さらに以下の効果を得ることができる。局所的に巻線２０の断面積が小さくなるような巻線２０の変形が生じないため、巻線２０の絶縁皮膜が破損することを抑制できる。

[0062] クロスポイント１１が金型でプレスされた場合、クロスポイント１１において、コイル軸方向ＣＡに隣り合う巻線部２１の間の隙間が大きくなる場合がある。これに対して、本実施形態のコイル部品１の製造方法によると、クロスポイント１１における巻線２０の位置の乱れを抑制できる。そのため、クロスポイント１１を金型でプレスした場合に比べて、クロスポイント１１

における巻線部２１同士の隙間と、クロスポイント１１における巻線部２１とコア部３１との隙間を小さくできる。そのため、クロスポイント１１を金型でプレスした場合に比べて、コイル部品１を小型化することができる。また、クロスポイント１１を金型でプレスした場合に比べて、コイル部品１の熱伝導性を高めることができる。また、クロスポイント１１を金型でプレスした場合に比べて、コイル部品１の漏れ磁束を抑制できる。

[0063] 例えば図１に示すように、コア部材３０は、クロスポイント１１のコイル軸方向ＣＡの両端とコイル軸方向ＣＡに向かい合う２つのつば部３２を有していてもよい。コイル１０の内部にコア部３１が配置され、且つ、２つのつば部３２の間にクロスポイント１１が配置された状態で、クロスポイント１１をコイル軸方向ＣＡに金型でプレスすることはできない。そのため、この場合には、クロスポイント１１における隣り合う層の巻線部２１同士の隙間と、クロスポイント１１における巻線部２１とコア部３１との隙間はプレス前よりも小さくできるものの、クロスポイント１１における同じ層の巻線部２１同士の隙間は小さくできない。一方、本実施形態のコイル部品１の製造方法の等方圧プレス工程によると、コア部材３０が、クロスポイント１１のコイル軸方向ＣＡの両端とコイル軸方向ＣＡに向かい合う２つのつば部３２を有していても、クロスポイント１１における隣り合う層の巻線部２１同士の隙間と、クロスポイント１１における巻線部２１とコア部３１との隙間と、クロスポイント１１における同じ層の巻線部２１同士の隙間を、プレス前よりも小さくすることができる。そのため、コア部材３０が２つのつば部３２を有する場合には、本実施形態のコイル部品１の製造方法とクロスポイント１１を金型でプレスする場合とのコイル部品１の熱伝導性の差がより大きくなる。

[0064] なお、本実施形態において、コイル１０の少なくともクロスポイント１１をコア部材３０と共に等方圧プレスによってプレスするときの加圧力は、特に限定されない。加圧力は、コイル１０の少なくともクロスポイント１１の巻線２０の断面積をプレス前よりも大きくすることができる加圧力が好まし

い。加圧力は例えば１０ＭＰａ以上でもよく、２０ＭＰａ以上でもよく、３０ＭＰａ以上でもよい。巻線２０の導体がアルミニウムまたはアルミニウム合金の場合、加圧力は例えば１０ＭＰａ以上でもよい。巻線２０の導体が銅または銅合金の場合、加圧力は例えば２０ＭＰａ以上でもよい。巻回工程における巻線２０の断面形状が円形の場合、加圧力は、巻線２０の断面形状が円形で維持される程度の加圧力でもよい。

[0065] なお、本実施形態のコイル部品１の製造方法は、巻回工程の後、等方圧プレス工程の前に、絶縁テープをコイル１０の外周面に巻く絶縁テープ巻回工程を有してもよい。絶縁テープには予め熱硬化性樹脂が含侵されていてもよい。絶縁テープを巻回した後に、熱硬化性樹脂を絶縁テープに含侵させてもよい。絶縁テープには熱硬化性樹脂が含侵されなくてもよい。絶縁テープおよび熱硬化性樹脂はどちらも絶縁性を有する。熱硬化性樹脂は、常温より高い温度でのみ硬化が可能な樹脂でもよく、常温でも硬化可能な樹脂でもよい。コイル１０の少なくともクロスポイント１１が等方圧プレスによってプレスされることで、絶縁テープとコイル１０との密着性が高まるため、コイル１０の絶縁性が向上する。また、等方圧プレス工程において、常温より高温の液体または気体の圧力媒体を用いた等方圧プレスを行った場合は、熱硬化性樹脂の硬化を早めることができる。なお、本実施形態のコイル部品１の製造方法は、このような絶縁テープ巻回工程を有さなくてもよい。

[0066] なお、本実施形態において、コア部材３０におけるコイル１０の内部に配置される部分が、筒状のコア部３１のみの場合、等方圧プレス工程において、コア部３１の内部を例えばゴムなどで埋めた状態で等方圧プレスを行ってもよい。これにより、コア部３１の内周面の一部分が突出したりコア部３１の内径が小さくなるようなコア部３１の変形を抑制しつつ、コア部３１の内周面に等方圧プレスをかけることができる。なお、コア部材３０におけるコイル１０の内部に配置される部分が筒状のコア部３１のみの場合とは、例えば、コイル部品１が回転電機のステータに用いられ、コア部材３０が絶縁ボビンの場合である。

[0067] ＜第２実施形態＞

本発明のコイル部品の製造方法の実施形態である第２実施形態について説明する。第２実施形態は、第１実施形態の構成に加えて以下の構成を有する。本実施形態のコイル部品１の製造方法における等方圧プレス工程では、コイル１０の内部にコア部３１が配置された状態で、コイル１０の全周がコア部材３０と共に等方圧プレスによってプレスされる。コイル１０の全周をコア部材３０と共に等方圧プレスによってプレスするときの加圧力は、特に限定されない。巻回工程における巻線２０の断面形状が円形の場合、等方圧プレス工程の加圧力を高くしていくと、最終的に、コイル１０のクロスポイント１１ではない周方向一部分において、６つの巻線部２１によって囲まれた巻線部２１の断面形状は六角形に変形する。加圧力は、６つの巻線部２１によって囲まれた巻線部２１の断面形状が六角形に変形する加圧力よりも小さくてよい。巻回工程における巻線２０の断面形状が円形の場合、加圧力は、巻線２０の断面形状が円形で維持される程度の加圧力でもよい。

[0068] ＜第３実施形態＞

本発明のコイル部品の製造方法の実施形態である第３実施形態について、図２を参照しつつ説明する。第３実施形態は、第２実施形態の構成に加えて以下の構成を有する。本実施形態のコア部３１は、コイル軸方向ＣＡに交差する方向に並んで配置され且つ機械的に接合された複数の部品の各々の少なくとも一部分を含む。図２のコイル部品１は、アウターローター型またはインナーローター型の回転電機のステータに用いられるコイル部品１であるが、本実施形態のコイル部品１の用途はこれに限らない。本実施形態のコイル部品１は、アキシャルギャップ型の回転電機のステータまたはその他の電気機器に用いられるコイル部品１でもよい。

[0069] 図２のコア部材３０は、絶縁ボビン４１と、ステータコアの一部分であるステータコア部品４３とで構成される。コア部３１は、絶縁ボビン４１の一部分でもよい。もしくは、コア部３１は、絶縁ボビン４１の一部分と絶縁ボビン４１の内部に配置されるステータコア部品４３の一部分で構成されても

よい。ステータコア部品４３は、複数の電磁鋼鈑４４で構成される。複数の電磁鋼鈑４４は、コイル軸方向ＣＡに直交する方向に並んでいる。複数の電磁鋼鈑４４は、かしめによって機械的に接合されている。具体的には、複数の電磁鋼鈑４４は、電磁鋼鈑４４に形成された凹部に隣り合う電磁鋼鈑４４に形成された凸部が嵌め込まれることによって接合されている。絶縁ボビン４１は、２つのボビン部品４２で構成される。ステータコア部品４３は２つのボビン部品４２の間に配置される。２つのボビン部品４２の並ぶ方向は複数の電磁鋼鈑４４の並ぶ方向と同じである。ボビン部品４２とステータコア部品４３は、接合されていなくてもよく、かしめなどによって機械的に接合されていてもよい。図２のコア部３１は、コイル軸方向ＣＡに直交する方向に並んで配置され且つ機械的に接合された複数の部品４４、４４、・・・・（または複数の部品４２、４２、４４、４４、４４・・・）の各々の少なくとも一部分を含む。

[0070] コア部３１がコイル軸方向ＣＡに交差する方向に並んで配置され且つ機械的に接合された複数の部品の各々の少なくとも一部分を含むことにより、等方圧プレスによりコイル軸方向ＣＡに交差する方向におけるコア部３１の長さを短くできる。そのため、コイル１０の内周部および外周部の周長をより短くできる。その結果、巻線２０の断面積をより大きくすることができ、コイル１０の電気抵抗をより低減できる。また、コイル軸方向ＣＡに交差する方向におけるコア部３１とコイル１０の長さを短くできるので、コイル部品１をより小型化することができる。また、巻線２０の断面積が大きくなることで、巻線部２１同士の隙間および巻線部２１とコア部３１との隙間をより小さくできる。そのため、コイル部品１の熱伝導性をより高めることができるとともに、コイル部品１の漏れ磁束をより抑制できる。

[0071] ＜第４実施形態＞

本発明のコイル部品の製造方法の実施形態である第４実施形態について、図３を参照しつつ説明する。第４実施形態は、第１実施形態～第３実施形態の少なくとも１つの構成に加えて以下の構成を有する。本実施形態のコイル

部品１は、複数のコア部３１を含むコア部材３０と、複数のコイル１０とを有する。本実施形態のコイル部品１の製造方法における巻回工程では、複数の巻線２０が複数のコア部３１にそれぞれ多層に巻かれて複数のコイル１０が形成される。各コイル１０は、周方向の一部分にクロスポイント１１を有する。本実施形態のコイル部品１の製造方法における等方圧プレス工程では、複数のコイル１０の内部に複数のコア部３１がそれぞれ配置された状態で、複数のコイル１０の少なくともクロスポイント１１が、コア部材３０と共に等方圧プレスによってプレスされる。

[0072] 例えば図３のように、本実施形態のコア部材３０は、環状の部材でもよい。複数のコア部３１は、コア部材３０の周方向に沿って設けられてもよい。図３のコイル部品１は、アウターローター型の回転電機のステータに用いられるコイル部品１であるが、本実施形態のコイル部品１の用途はこれに限らない。本実施形態のコイル部品１は、インナーローター型の回転電機のステータ、アキシャルギャップ型の回転電機のステータ、またはその他の電気機器に用いられるコイル部品１でもよい。図３のコア部材３０は、ステータコア４０と複数の絶縁ボビン４１で構成される。コア部３１は、絶縁ボビン４１の一部分でもよい。もしくは、コア部３１は、絶縁ボビン４１の一部分と絶縁ボビン４１の内部に配置されるステータコア４０の一部分で構成されてもよい。コア部３１の構造は、図２のコア部３１の構造と同じであってもよい。ステータコア４０は一体型でも分割型でもよい。ステータコア４０は環状の部材である。複数の絶縁ボビン４１は、ステータコア４０の外周部に、ステータコア４０の周方向に沿って配置される。

[0073] コア部材３０が環状の部材の場合、等方圧プレス工程において、環状のコア部材３０の内部を例えばゴムなどで埋めた状態で等方圧プレスを行ってもよい。これにより、コア部材３０の内周面の一部分が突出したりコア部材３０の内径が小さくなるようなコア部材３０の変形を抑制しつつ、コア部材３０の内周面に等方圧プレスをかけることができる。

[0074] ＜第５実施形態＞

本発明のコイル部品の実施形態である第５実施形態について、図４を参照しつつ説明する。本実施形態のコイル部品１は、コイル１０と、コイル１０の内部に配置されるコア部３１を含むコア部材３０とを有する。コイル１０は、コア部３１に多層に巻かれた巻線２０で形成される。図４（ａ）、図４（ｃ）～図４（ｅ）では、コイル１０の層数は４つであるが４つよりも多くても少なくてもよい。コア部３１に巻かれていない巻線２０の端部を、引き出し部２２と称する。図４（ｂ）に示すように、引き出し部２２の断面形状は円形である。つまり、コア部３１に巻線２０を巻いた時点での巻線２０の断面形状は円形である。コイル部品１において、巻線２０の端部以外の部分の断面形状は、円形でもよく、円形でなくてもよい。但し、コイル１０の外周面を構成する巻線部２１の表面の形状は円弧状である。図４（ａ）に示すように、コイル１０は、周方向の一部分に、積層方向に隣り合う巻線部２１が積層方向に見て交差するクロスポイント１１を有する。図４（ｃ）に示すように、コイル１０は、周方向の他の一部分に、上層の巻線部２１が下層の巻線部２１によって形成される溝に沿って配置される並列領域１２を有する。

[0075] コア部３１の断面形状は特に限定されない。コア部３１は、圧縮性材料で形成されている。コア部３１はコイル１０と一体成形されていない。そのため、コア部３１は、コイル１０の内部に何も配置されていない状態でコイル１０の全周が等方圧プレスによってプレスされた後に成形されたコア部ではない。

[0076] 例えば図４（ｆ）に示すように、コア部３１の外周面は、平行な２つの平面３３ａ、３３ｂを有してもよい。コア部３１の外周面が平行な２つの平面３３ａ、３３ｂを有する場合、この２つの平面３３ａ、３３ｂが巻線２０と接触する。したがって、コア部３１は、コイル１０の内部に何も配置されていない状態でコイル１０の全周が等方圧プレスによってプレスされた後に、コイル１０の内部に配置されたコア部ではない。例えば図４（ｆ）に示すように、コイル軸方向ＣＡに直交する１つの断面において、この２つの平面３

３ａ、３３ｂが巻線２０と接触してもよい。なお、図４（ｆ）は、巻線２０のうち最下層の巻線部２１のみを表示している。

[0077] 例えば図４（ｇ）に示すように、コア部３１の外周面は、平行な２つの平面を有さず平行でない２つの平面を有してよい。図４（ｇ）において、平面３４ａ、３４ｂは平行でなく、平面３４ｂ、３４ｃは平行でなく、平面３４ｃ、３４ａは平行でない。図示は省略するが、コア部３１の外周面は、平行な２つの平面を有さず平行でない２つの平面と１つの曲面を有してもよい。コア部３１の外周面が、平行な２つの平面を有さず平行でない２つの平面を有する場合、コア部３１の外周面の平行でない２つの平面のうちの一方の平面とこの平面の端ではない角部が巻線２０と接触するか、または、コア部３１の外周面が有する曲面とこの曲面の端ではない角部が巻線２０と接触する。図４（ｇ）の例では、平面３４ａとこの平面３４ａの端ではない角部３５が巻線２０と接触する。したがって、コア部３１は、コイル１０の内部に何も配置されていない状態でコイル１０の全周が等方圧プレスによってプレスされた後に、コイル１０の内部に配置されたコア部ではない。コイル軸方向ＣＡに直交する１つの断面において、平面または曲面と角部が巻線２０と接触してもよい（例えば図４（ｇ）参照）。なお、図４（ｇ）は、巻線２０のうち最下層の巻線部２１のみを表示している。

[0078] 例えば図４（ｈ）に示すように、コア部３１の断面形状は円形または楕円形でもよい。コア部３１の断面形状は円形または楕円形の場合、コア部３１の外周面の１８０°以上の領域３６内の周方向の両端を含む３つ以上の点Ｐが巻線２０と接触する。したがって、コア部３１は、コイル１０の内部に何も配置されていない状態でコイル１０の全周が等方圧プレスによってプレスされた後に、コイル１０の内部に配置されたコア部ではない。例えば図４（ｈ）に示すように、コイル軸方向ＣＡに直交する１つの断面において、領域３６内の周方向の両端を含む３つ以上の点Ｐが巻線２０と接触してもよい。なお、図４（ｈ）は、巻線２０のうち最下層の巻線部２１のみを表示している。

[0079] 例えば図４（ｉ）に示すように、コア部３１の外周面が１つの平面３７を有する場合、コイル１０の外周面のうち平面３７を覆う部分において、積層方向に凹んだ複数の凹み２３が周方向に並んで存在するように巻線２０が曲がっている。したがって、コイル１０は、全くプレスされていないコイルではない。また、コイル１０は、クロスポイント１１を除くコイル１０の周方向一部分だけが金型でプレスされたコイル１０でもない。平面３７は、例えば図４（ｆ）の平面３３ａまたは平面３３ｂでもよい。平面３７は、例えば図４（ｇ）の平面３４ａ～３４ｃのいずれかでもよい。例えば図４（ｉ）に示すように、コイル軸方向ＣＡに直交する１つの断面において、コイル１０の外周面のうち平面３７を覆う部分に、積層方向に凹んだ複数の凹み２３が周方向に並んで存在してもよい。例えば図４（ｉ）に示すように、平面３７に巻かれた最外層の巻線部２１ａが、この複数の凹み２３を形成するように曲がっていてもよい。

[0080] 例えば図４（ｊ）に示すように、コア部３１の断面形状が円形または楕円形の場合、クロスポイント１１ではなくクロスポイント１１と並列領域１２との境界でもないコイル１０の一部分において、巻線２０がコイル軸方向ＣＡに曲がっている。したがって、コイル１０は、全くプレスされていないコイルではない。また、コイル１０は、クロスポイント１１を除くコイル１０の周方向一部分だけが金型でプレスされたコイルでもない。例えば図４（ｊ）に示すように、クロスポイント１１ではなくクロスポイント１１と並列領域１２との境界でもないコイル１０の一部分において、コイル軸方向ＣＡに並んだ複数の巻線部２１が、各々隣り合う巻線部２１と接触しつつ、コイル軸方向ＣＡに曲がっていてもよい。この複数の巻線部２１は、２つの巻線部２１でもよく、３つ以上の巻線部２１でもよい。

[0081] 例えば図４（ｄ）および図４（ｅ）に示すように、コイル部品１の周方向に直交しクロスポイント１１を通るどの断面においても、コイル軸方向ＣＡの端に位置する複数の巻線部２１を除く複数の巻線部２１は、隣り合う巻線部２１と接触する凹部を外周縁における対向する２つの位置に有する巻線部

２１を含まない。したがって、コイル１０は、クロスポイント１１が金型でプレスされたコイルではない。図４（ｅ）中の点Ｑは、クロスポイント１１において隣り合う層の巻線部２１同士が点接触している箇所を示す。仮にクロスポイント１１が金型でプレスされた場合、クロスポイント１１において巻線部２１の点接触する箇所に力が集中的に作用するため、クロスポイント１１においてコイル１０の軸方向の端ではない位置にある巻線部２１の断面形状が、外周縁の対向する２箇所に凹部を有するように変形しやすい。このように変形した巻線部２１の断面積は、他の巻線部２１の断面積よりも小さくなる。

[0082] したがって、本実施形態のコイル部品１は、コイル１０の内部にコア部３１が配置された状態で、クロスポイント１１を有するコイル１０の全周がコア部材３０と共に等方圧プレスによってプレスされることで得られるコイル部品１である。本実施形態のコイル部品１は、例えば、第２実施形態または第３実施形態のコイル部品１の製造方法で製造されていてもよい。クロスポイント１１を有するコイル１０の全周がプレスされるにも関わらず局所的に巻線２０の断面積が小さくなることがなく、しかも、巻線２０の断面積をプレス前よりも大きくすることができる。そのため、コイル部品１のコイル１０の電気抵抗を低減できる。また、局所的に巻線２０の断面積が小さくなるような巻線２０の変形が生じないため、巻線２０の絶縁皮膜が破損することを抑制できる。

[0083] 本実施形態のコイル部品１は、以下の特徴をさらに有してもよい。例えば図４（ｄ）および図４（ｅ）に示すように、コイル部品１の周方向に直交しクロスポイント１１を通るどの断面においても、コイル軸方向ＣＡの端に位置する複数の巻線部２１を除く複数の巻線部２１の各々は、コイル軸方向ＣＡに隣り合い、コイル軸方向ＣＡの端に位置しない巻線部２１と接触する。このように巻線２０の位置の乱れが抑制されているため、プレス時に、クロスポイント１１において局所的に巻線２０の断面積が小さくなるような巻線２０の変形が生じにくい。また、クロスポイント１１における巻線の位置の

乱れが抑制されているため、クロスポイント１１を金型でプレスした場合に比べて、クロスポイント１１における巻線部２１同士の隙間と、クロスポイント１１における巻線部２１とコア部３１との隙間を小さくできる。そのため、クロスポイント１１を金型でプレスした場合に比べて、コイル部品１の小型化、コイル部品１の熱伝導性の向上、および、コイル部品１の漏れ磁束の抑制が可能である。

[0084] なお、本実施形態のコイル部品１のコイル１０の外周面は、絶縁テープ、または、絶縁テープと熱硬化性樹脂で覆われていてもよく、覆われていなくてもよい。

[0085] 図５（ａ）および図５（ｂ）は、本発明の２つの実施例１、２のコイル部品のクロスポイントの断面の写真である。図５（ｃ）は、比較例のコイル部品のクロスポイントの断面の写真である。比較例のコイルは、コイルの内部にコア部が配置された状態で、全周が金型でプレスされている。実施例２のコイルは、実施例１のコイルよりも高い加圧力で等方圧プレスされている。実施例１と実施例２と比較例のプレス前のコイルの構成は同じである。実施例１と実施例２と比較例のコイル部品は、巻線が移動しないように巻線を樹脂で固めてから、クロスポイントの位置で切断された。図５（ｃ）に示すように、比較例のクロスポイントの断面には、外周縁における対向する２つの位置に凹部９０２を有する巻線部９０１が存在する。巻線部９０１の２つの凹部９０２は、隣り合う巻線部と接触する。巻線部９０１は、コイル軸方向ＣＡの端に位置しない巻線部である。図５（ｃ）において巻線部９０１の断面の最大長さは、他の巻線部の断面の最大長さよりも長い。これは、プレスによって巻線部９０１の位置が移動し、コイルの周方向に対する巻線部９０１の線長方向の傾きが大きくなっているためである。図５（ａ）および図５（ｂ）に示すように、実施例１、２のクロスポイントの断面には、外周縁における対向する２つの位置に凹部を有する巻線部は存在しない。

符号の説明

[0086] １：コイル部品、１０：コイル、１１：クロスポイント、１２：並列領域

、２０：巻線、２１：巻線部、２２：引き出し部、３０：コア部材、３１：コア部、３３ａ、３３ｂ、３４ａ、３４ｂ、３４ｃ、３７：平面、３５：角部、３６：領域、ＣＡ：コイル軸方向

請求の範囲

[請求項1] コイルと前記コイルの内部に配置されるコア部を含むコア部材とを有するコイル部品の製造方法であって、

巻線が前記コア部に多層に巻かれて、積層方向に隣り合う巻線部が前記積層方向に見て交差するクロスポイントを周方向の一部分に有する前記コイルが形成される巻回工程と、

前記巻回工程の後、前記コイルの内部に前記コア部が配置された状態で、前記コイルの少なくとも前記クロスポイントが、前記コア部材と共に等方圧プレスによってプレスされる等方圧プレス工程と

を有することを特徴とするコイル部品の製造方法。

[請求項2] 前記コア部が、圧縮性材料で形成されていることを特徴とする請求項１に記載のコイル部品の製造方法。

[請求項3] 前記等方圧プレス工程において、前記コイルの内部に前記コア部が配置された状態で、前記コイルの全周が前記コア部材と共に等方圧プレスによってプレスされることを特徴とする請求項１または２に記載のコイル部品の製造方法。

[請求項4] 前記コア部が、コイル軸方向に交差する方向に並んで配置され且つ機械的に接合された複数の部品の各々の少なくとも一部分を含むことを特徴とする請求項３に記載のコイル部品の製造方法。

[請求項5] 前記コイル部品が、前記コイルを含む複数のコイルを有し、

前記コア部材は、前記コア部を含む複数のコア部を有し、

前記巻回工程において、複数の巻線が前記複数のコア部にそれぞれ多層に巻かれて、前記クロスポイントを各々の周方向の一部分に有する前記複数のコイルが形成され、

前記等方圧プレス工程において、前記複数のコイルの内部に前記複数のコア部がそれぞれ配置された状態で、前記複数のコイルの少なくとも前記クロスポイントが、前記コア部材と共に等方圧プレスによってプレスされることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載

のコイル部品の製造方法。

[請求項6] 前記巻回工程において、断面形状が円形の巻線が巻かれて前記コイルが形成されることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載のコイル部品の製造方法。

[請求項7] 前記等方圧プレス工程で行われる前記等方圧プレスが、液体の圧力媒体、気体の圧力媒体、および弾性を有する固体の圧力媒体の少なくとも１つを用いた等方圧プレスであることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載のコイル部品の製造方法。

[請求項8] コイルと前記コイルの内部に配置されるコア部を含むコア部材とを有するコイル部品であって、

前記コイルは、前記コア部に多層に巻かれた巻線で形成され、

前記巻線の端部であって前記コア部に巻かれていない引き出し部の断面形状は円形であり、

前記コイルは、周方向の一部分に、積層方向に隣り合う巻線部が前記積層方向に見て交差するクロスポイントを有し、前記周方向の他の一部分に、上層の巻線部が下層の巻線部によって形成される溝に沿って配置される並列領域を有し、

前記コア部は、前記コイルと一体成形されておらず、

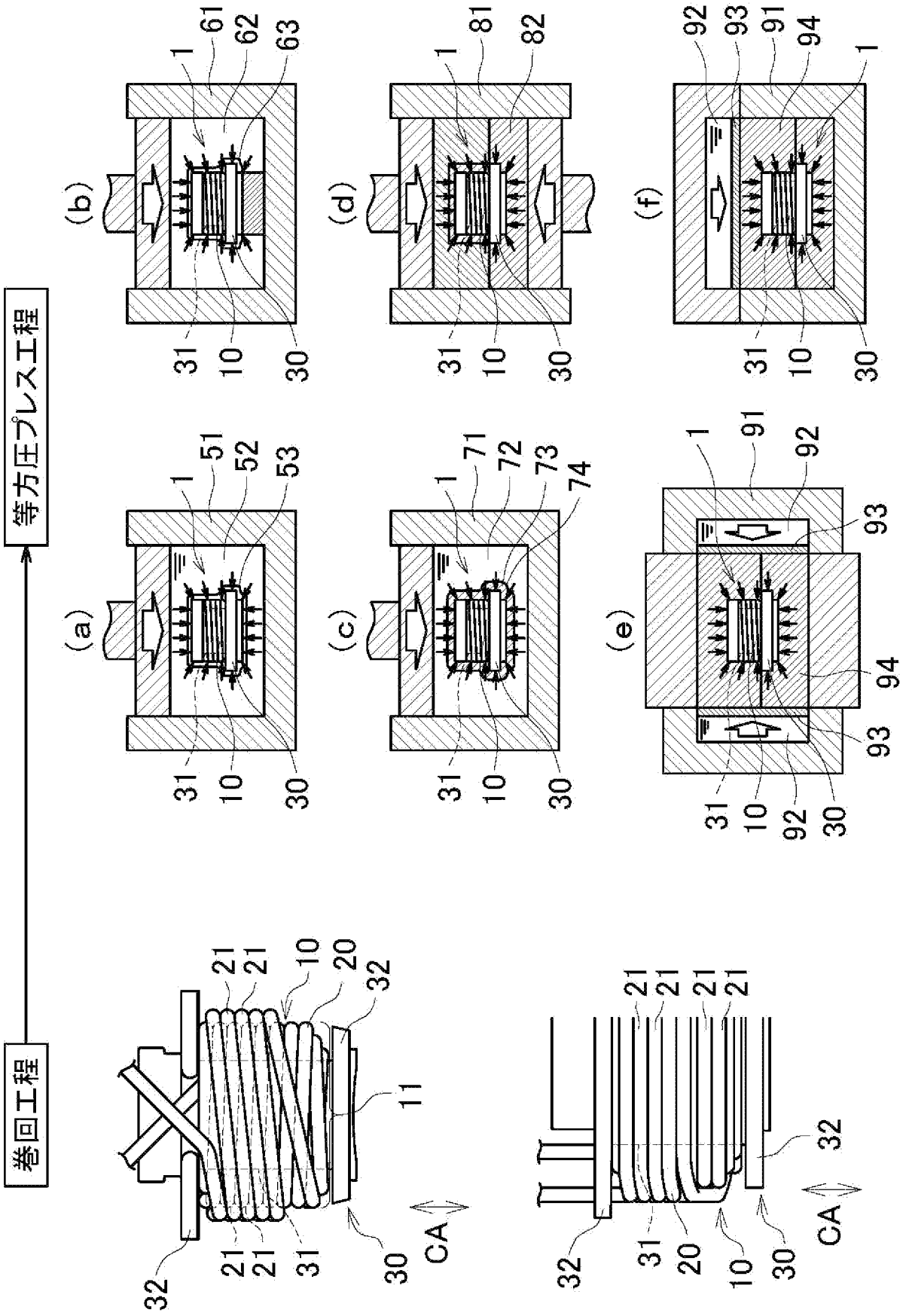
前記コア部の外周面が平行な２つの平面を有する場合、前記平行な２つの平面が前記巻線と接触し、前記コア部の外周面が平行な２つの平面を有さず平行でない２つの平面を有する場合、前記コア部の外周面の前記２つの平面の一方の平面とこの平面の端ではない角部が前記巻線と接触するか、または、前記コア部の外周面が有する曲面とこの曲面の端ではない角部が前記巻線と接触し、前記コア部の外周面の１つの平面または曲面とこの平面または曲面の端ではない角部が前記巻線と接触し、前記コア部の断面形状が円形または楕円形の場合、前記コア部の外周面の１８０°以上の領域内の前記周方向の両端を含む３点以上が前記巻線と接触し、

前記コア部の外周面が１つの平面を有する場合、前記コイルの外周面のうち前記コア部の前記１つの平面を覆う部分において、前記積層方向に凹んだ複数の凹みが前記周方向に並んで存在するように前記巻線が曲がっており、前記コア部の断面形状が円形または楕円形の場合、前記クロスポイントではなく前記クロスポイントと前記並列領域との境界でもない前記コイルの一部分において、前記巻線がコイル軸方向に曲がっており、

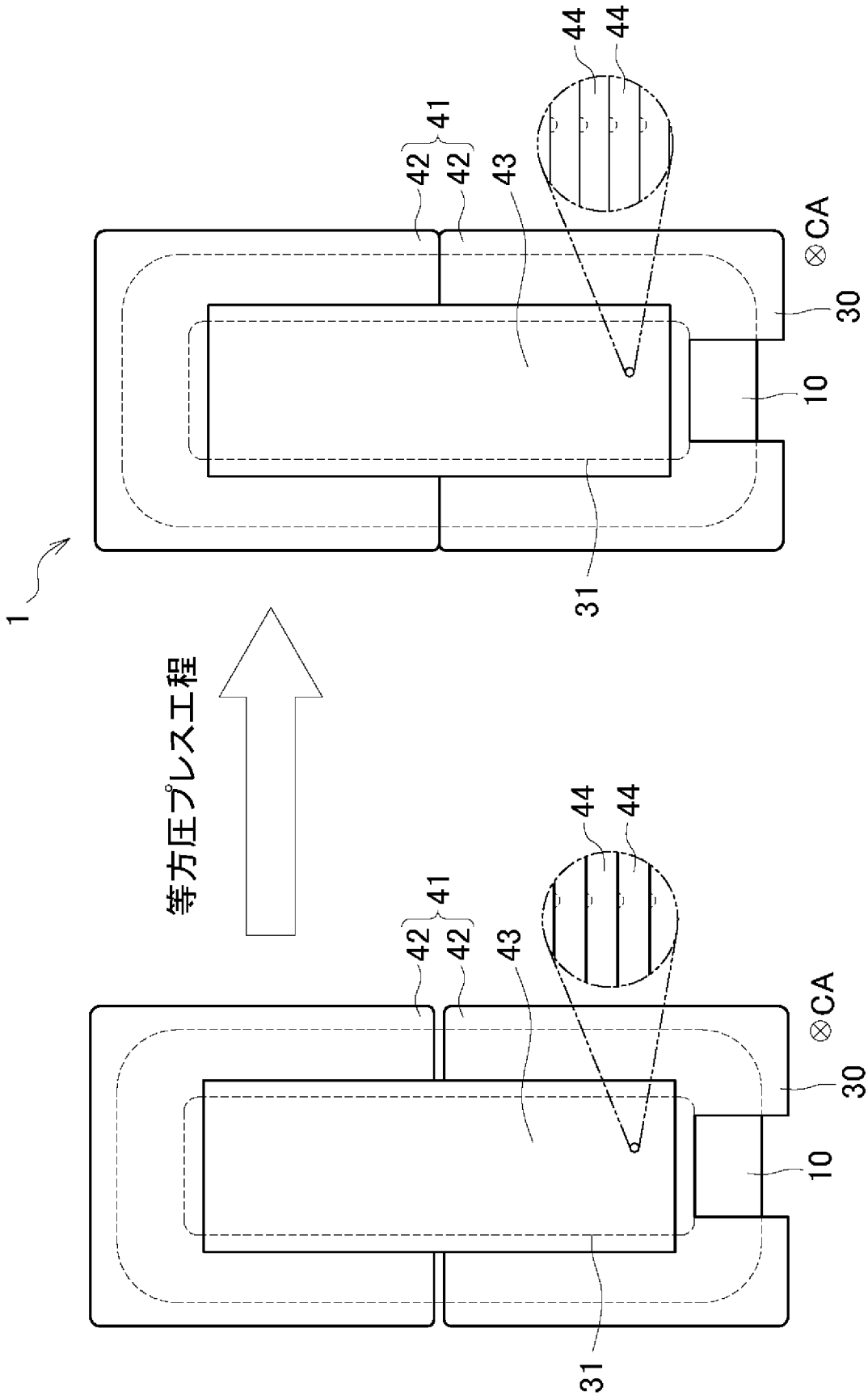
前記コイル部品の前記周方向に直交し前記クロスポイントを通るどの断面においても、前記コイル軸方向の端に位置する複数の巻線部を除く複数の巻線部が、隣り合う巻線部と接触する凹部を外周縁における対向する２つの位置に有する巻線部を含まないことを特徴とするコイル部品。

[請求項9] 前記コイル部品の前記周方向に直交し前記クロスポイントを通るどの断面においても、前記コイル軸方向の端に位置する複数の巻線部を除く複数の巻線部の各々は、前記コイル軸方向に隣り合い、前記コイル軸方向の端に位置しない巻線部と接触することを特徴とする請求項８に記載のコイル部品。

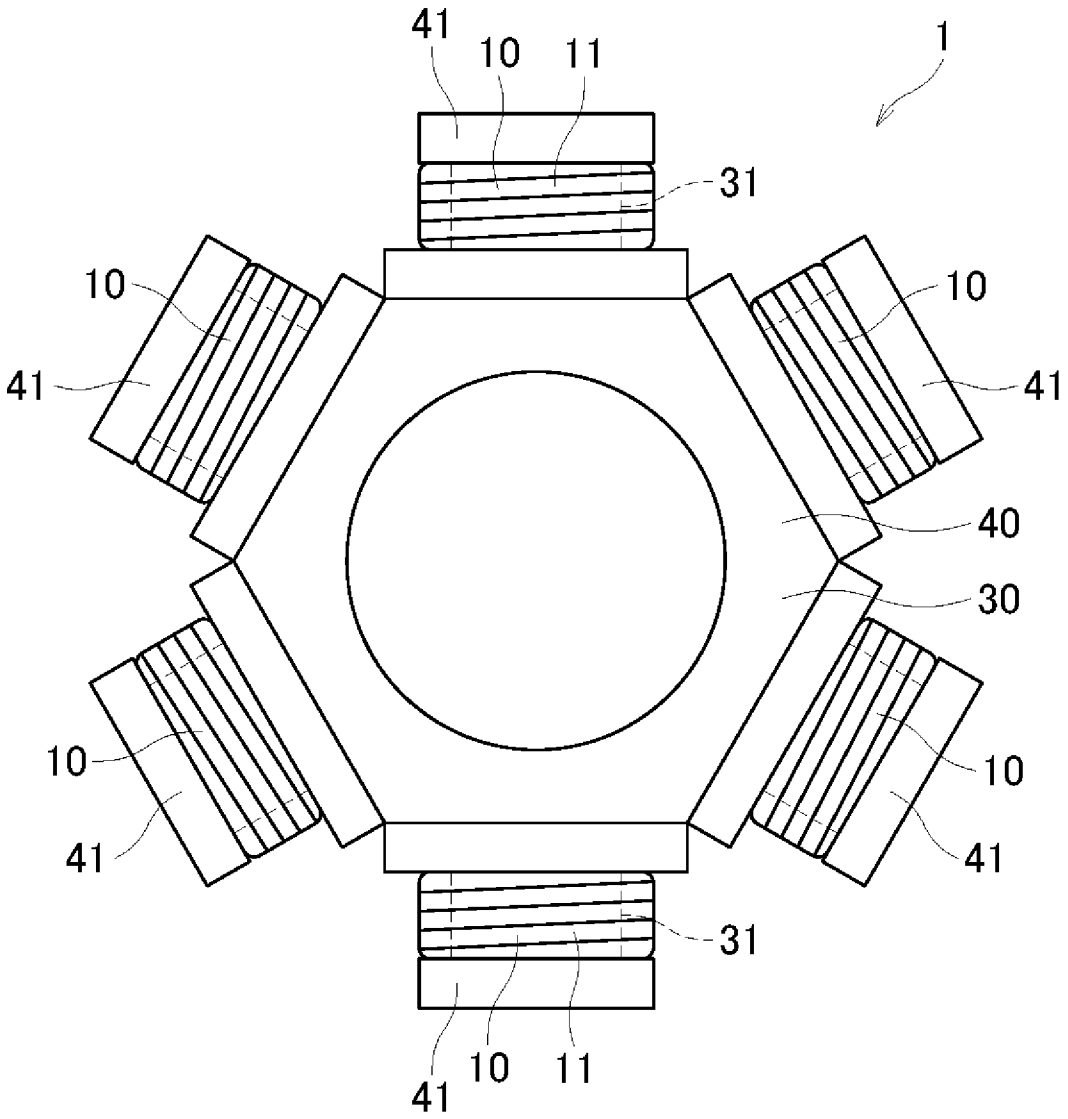
[図1]



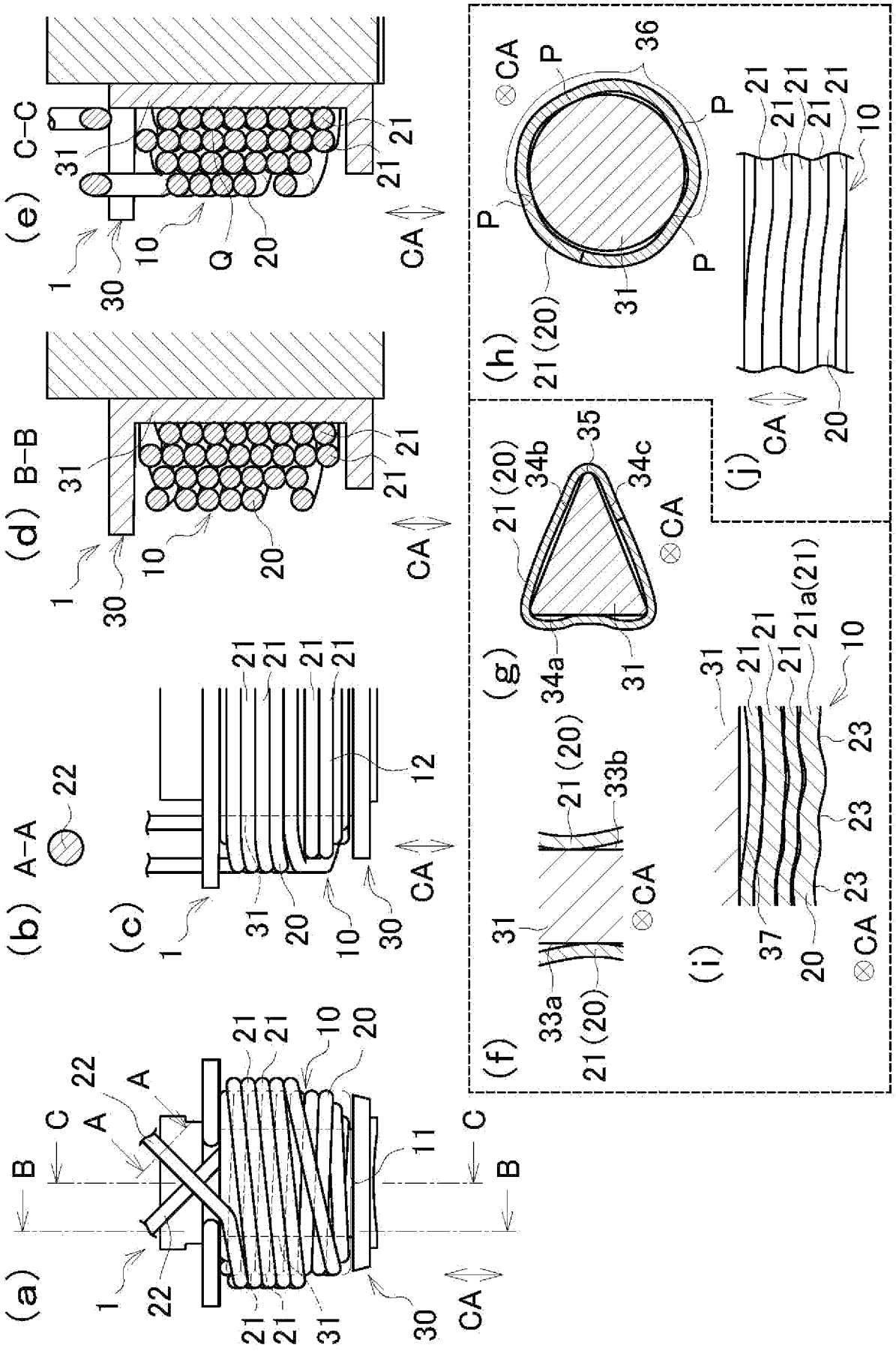
[図2]



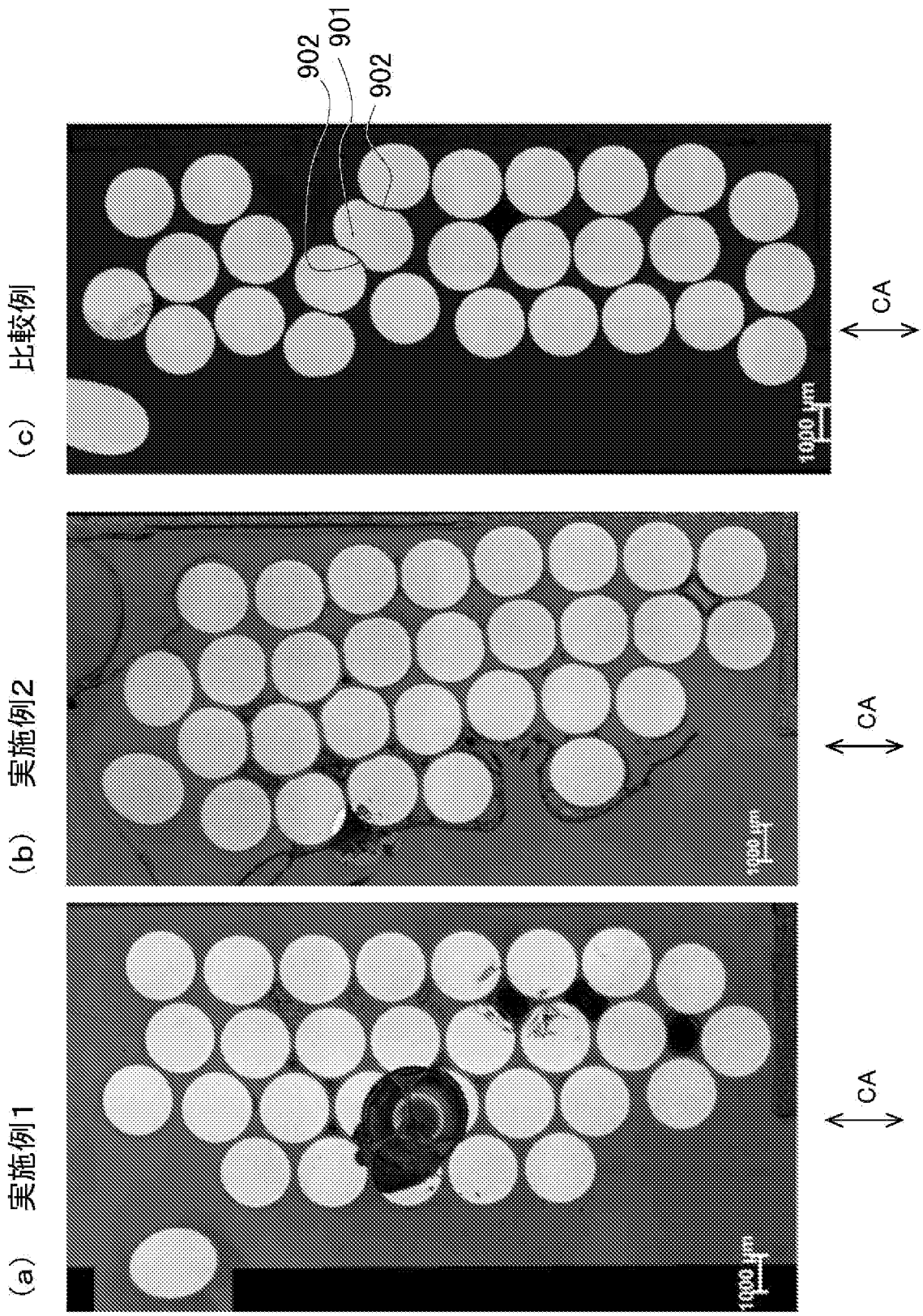
[図3]



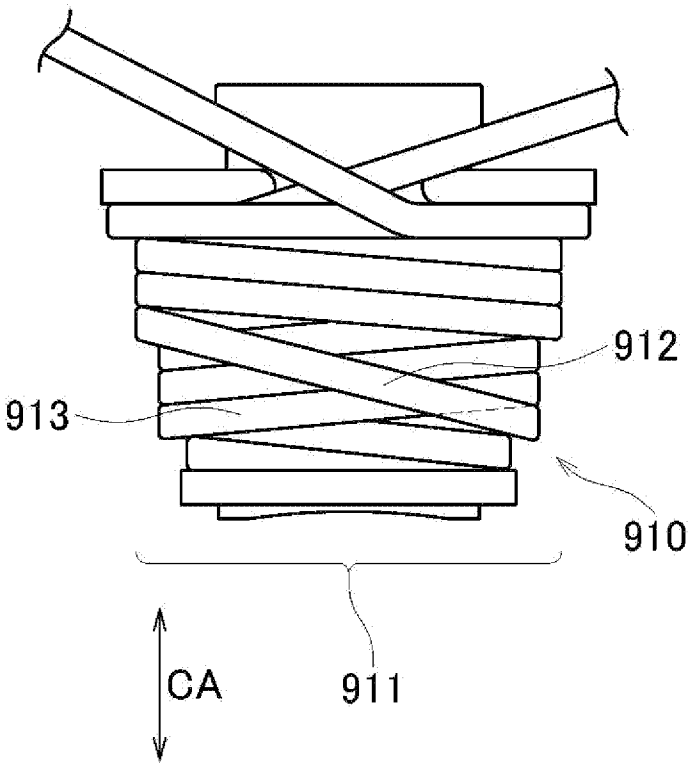
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/046388

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 15/04(2006.01)i; ***H01F 5/04***(2006.01)i; ***H02K 3/04***(2006.01)i; ***H02K 3/18***(2006.01)i
FI: H02K15/04 F; H02K3/04 J; H02K3/18 J; H01F5/04 B

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)

H02K15/04; H01F5/04; H02K3/04; H02K3/18

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 4-245412 A (AICHI ELECTRIC CO., LTD.) 02 September 1992 (1992-09-02) paragraphs [0010]-[0012], fig. 1-10	1-9
A	JP 2007-288983 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 01 November 2007 (2007-11-01) abstract, fig. 2	1-9
A	JP 2009-225597 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 01 October 2009 (2009-10-01) abstract, fig. 2, 4, 5	1-9
A	US 2011/0198951 A1 (HESSENBERGER JEFFREY C.) 18 August 2011 (2011-08-18) paragraphs [0049]-[0051], fig. 3, 4	1-9
A	JP 2010-258201 A (RAILWAY TECHNICAL RES INST) 11 November 2010 (2010-11-11) abstract, paragraphs [0042]-[0049], fig. 10	1-9
A	CN 202930206 U (GUANGXI XIANHE ELECTRIC CO., LTD.) 08 May 2013 (2013-05-08) abstract, paragraphs [0010], [0020]	1-9

☐ 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
14 February 2022	**01 March 2022**
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/JP2021/046388

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 4-245412 A	02 September 1992	(Family: none)	
JP 2007-288983 A	01 November 2007	(Family: none)	
JP 2009-225597 A	01 October 2009	(Family: none)	
US 2011/0198951 A1	18 August 2011	WO 2010/048546 A1 CA 2741686 A1	
JP 2010-258201 A	11 November 2010	(Family: none)	
CN 202930206 U	08 May 2013	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/046388

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02K 15/04(2006.01)i; H01F 5/04(2006.01)i; H02K 3/04(2006.01)i; H02K 3/18(2006.01)i
FI: H02K15/04 F; H02K3/04 J; H02K3/18 J; H01F5/04 B

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））

H02K15/04; H01F5/04; H02K3/04; H02K3/18

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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 4-245412 A (愛知電機株式会社) 02.09.1992 (1992-09-02) 段落0010-0012,図1-10	1-9
A	JP 2007-288983 A (住友電気工業株式会社) 01.11.2007 (2007-11-01) 要約,図2	1-9
A	JP 2009-225597 A (日産自動車株式会社) 01.10.2009 (2009-10-01) 要約,図2,4-5	1-9
A	US 2011/0198951 A1 (HESSENBERGER JEFFREY C.) 18.08.2011 (2011-08-18) 段落0049-0051,図3-4	1-9
A	JP 2010-258201 A (財団法人鉄道総合技術研究所) 11.11.2010 (2010-11-11) 要約,段落0042-0049,図10	1-9
A	CN 202930206 U (GUANGXI XIANHE ELECTRIC CO.,LTD.) 08.05.2013 (2013-05-08) 要約,段落0010,0020	1-9

☐ 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
14.02.2022	01.03.2022

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）
宮崎　賢司 3V 3245
電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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/JP2021/046388

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 4-245412 A	02.09.1992	（ファミリーなし）	
JP 2007-288983 A	01.11.2007	（ファミリーなし）	
JP 2009-225597 A	01.10.2009	（ファミリーなし）	
US 2011/0198951 A1	18.08.2011	WO 2010/048546 A1 CA 2741686 A1	
JP 2010-258201 A	11.11.2010	（ファミリーなし）	
CN 202930206 U	08.05.2013	（ファミリーなし）	