

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-91920

(P2019-91920A)

(43) 公開日 令和1年6月13日(2019.6.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 F 41/04 (2006.01)	HO 1 F 41/04 A	5E043
HO 1 F 27/28 (2006.01)	HO 1 F 27/28 147	5E044
HO 1 F 41/12 (2006.01)	HO 1 F 41/12 A	5E062
HO 2 K 15/04 (2006.01)	HO 2 K 15/04 D	5H615

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2019-17601 (P2019-17601)
 (22) 出願日 平成31年2月4日(2019.2.4)
 (62) 分割の表示 特願2014-252885 (P2014-252885)の分割
 原出願日 平成26年12月15日(2014.12.15)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-261583 (P2013-261583)
 (32) 優先日 平成25年12月18日(2013.12.18)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 311009376
 株式会社アスター
 秋田県横手市平鹿町浅舞字道川北18-3
 (74) 代理人 100112689
 弁理士 佐原 雅史
 (74) 代理人 100128934
 弁理士 横田 一樹
 (72) 発明者 本郷 武延
 福島県石川郡古殿町山上字大平126-4
 Fターム(参考) 5E043 AA02 AB04
 5E044 CA03
 5E062 EE01 EE08
 5H615 AA01 BB01 BB05 BB14 PP13
 PP17 QQ03 QQ08 QQ23 SS04
 SS11 SS15

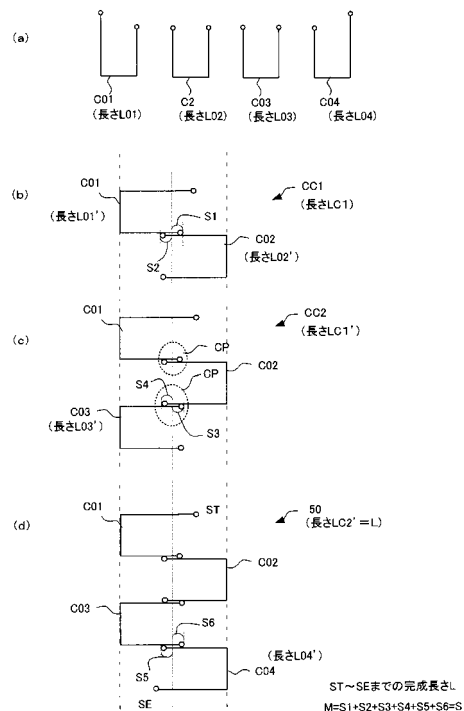
(54) 【発明の名称】 コイルの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 占積率の向上および放熱性の向上が可能で、切断および接合による特性劣化が生じない、平角導体を用いたコイルの製造方法を提供する。

【解決手段】 コイルの製造方法は、連続させると螺旋構造体となり得る帯状の平導体Cを複数用意し、複数の平導体Cの端面同士を継ぎ合せて螺旋構造体を形成するものであり、第一の平導体Cの帯長手方向の一の端面と、第二の平導体Cの帯長手方向の一の端面とを突き合わせて押圧する圧接工程と、押圧によって生じたバリを取り除く除去工程と、を具備する。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続させると螺旋構造体となり得る帯状の平導体を複数用意し、複数の前記平導体の端面同士を継ぎ合せて前記螺旋構造体を形成するコイルの製造方法であって、

第一の平導体の帯長手方向の一の端面と、第二の平導体の帯長手方向の一の端面とを突き合わせて押圧する圧接工程と、

押圧によって生じたバリを取り除く除去工程と、を具備する、ことを特徴とするコイルの製造方法。

【請求項 2】

前記除去工程の後に、

前記第二の平導体の帯長手方向の他の端面と、第三の平導体の帯長手方向の一の端面とを突き合わせて押圧する他の圧接工程を有する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のコイルの製造方法。

【請求項 3】

前記除去工程と前記他の圧接工程とを交互に繰り返して行う、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のコイルの製造方法。

【請求項 4】

完成した前記螺旋構造体を一体的に被膜で覆う工程を有する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載のコイルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、平角導体を用いたコイルの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

固定子鉄心（ステータ）のコア（ステータコア）の周囲にコイルを配設したコイル装置として、例えば、モータ、発電機、トランスなどの電気機器が挙げられるが、このようなコイル装置においては、低損失化および小型化を図る上で、コア内のコイルの占積率を向上させることが重要となっている。

【0003】

コア内の占積率の向上が可能なコイルとして、従来より、平角導体を用いたコイル（以下、平角コイルという）が知られている。平角コイルは、平巻（角巻）コイル、角形（角型）コイル、エッジワイズコイル等とも呼ばれ、長尺方向に直交する断面形状が略円形状となる丸導線を巻回したコイルに対して、長尺方向に直交する断面形状が矩形状となる平角導体を巻回したコイルをいう。

【0004】

また、平角コイルの製造方法として、長尺の平角導線（角形導線）を略矩形状に巻回する方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。また、コイルの 1 巻分の長さの平角導体（平形の導電性材料）を積層し、下段の終端上面と上段の始端下面とを重ね合わせて接合手段によって繰り返し、螺旋構造とする方法も知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

【0005】

また、導体の接続方法として、冷間圧接方法が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特許第 3 8 8 1 5 2 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 5 - 1 3 0 6 7 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0007】

しかしながら、特許文献1に記載の技術のように、長尺の平角導線を略矩形状に巻回する方法では、角部（外周側、内周側のいずれも）が湾曲し、角丸形状になることは避けられない。コアは一般的に角部が略直角の角柱状であるため、その周りに角丸形状のコイルを配設すると、コアとコイルの間に空間が生じてしまう。この空間は、コイル装置の動作時に熱を蓄積するため、コイル装置の放熱性が悪くなり、コイル抵抗の上昇によってコイル装置の高効率化が図れない問題があった。また、角部においてはコイルの占積率の向上にも限界があった。

【0008】

また、コイルに用いる平角導線は、予めその外周が絶縁樹脂によって被膜されているため、これを巻回すると外周側の角部においては湾曲によって被膜が薄くなり、コイル装置の耐圧が落ちるといった問題もあった。

10

【0009】

一方、特許文献2に記載の技術のように、コイルの1巻分の平角導体を積層して接合する方法の場合、角部を湾曲させないことも可能であり、上述の放熱性や占積率の問題は回避できる。しかし、接合手段で接続するとはいえ、下段の終端上面と上段の始端下面との接合部分においては、切断していない部分と比較して特性が劣化することは避けられず、動作の安定化の面で問題が残る。

【0010】

さらに、導体同士の接続方法の一つとして、丸線導体同士を冷間圧接する方法が知られているが、平角導線同士を、良好に、接続部の安定性を向上させて冷間圧接することは困難であった。

20

【0011】

本発明は、占積率の向上および放熱性の向上が可能で、切断および接合による特性劣化が生じない、平角導体を用いたコイルの製造方法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】

【0012】

本発明は、以下の手段によって、上記課題を解決したものである。

【0013】

本発明は、連続させると螺旋構造体となり得る帯状の平導体を複数用意し、複数の前記平導体の端面同士を継ぎ合せて前記螺旋構造体を形成するコイルの製造方法であって、第一の平導体の帯長手方向の一の端面と、第二の平導体の帯長手方向の一の端面とを突き合わせて押圧する圧接工程と、押圧によって生じたバリを取り除く除去工程と、を具備することを特徴とするコイルの製造方法である。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、占積率の向上および放熱性の向上が可能で、切断および接合による特性劣化が生じない、平角導体を用いたコイルの製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

40

【図1】(a)本実施形態に係る冷間圧接装置の構成を一部模式的に示した外観図（正面図）である。(b)平導体の上面図である。(c)図1(b)のA-A線断面図である。

【図2】本実施形態に係る冷間圧接装置の保持部を模式的に示した外観図（正面図）である。

【図3】本実施形態に係る冷間圧接装置の保持部を模式的に示した外観図（正面図）である。

【図4】本実施形態に係る冷間圧接装置の保持部を模式的に示した側面図である。

【図5】本実施形態に係る平角導体を示す上面図である。

【図6】本実施形態に係る平角導体の冷間圧接の様子を示す概要図である。

【図7】本実施形態に係るコイル製造装置を示す図であり、(a)保持部の側面図であり

50

、(b) コイルの正面図であり、(c) 保持部の正面図である。

【図 8】本実施形態に係るコイル製造装置の保持部の側面図である。

【図 9】本実施形態に係るコイル製造方法を説明する概要図である。

【図 10】本実施形態に係るコイル製造方法を説明する概要図である。

【図 11】本実施形態に係るコイル片の変形例である。

【図 12】本実施形態に係るコイル製造装置およびコイル製造方法の変形例を説明する図である。

【図 13】本実施形態に係るコイルを説明する図であり、(a) 正面図であり、(b) 断面図であり、(c) 側面図である。

【図 14】本実施形態に係るコイルと従来例のコイルの発熱量についての実験結果を示す図である。

【図 15】本実施形態に係るコイルのステータスコアへの取り付け方法を説明する図であり、(a) 側面図であり、(b) 同図(a)の断面図であり、(c) 同図(a)の断面図である。

【図 16】本実施形態に係るコイルの螺旋構造を示す側面図である。

【図 17】本実施形態に係るコイルの螺旋構造を示す図であり、(a) 外観斜視図、(b) 側面図、(c) 外観斜視図、(d) 側面図、である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。

【0017】

<冷間圧接装置>

図 1 は、本実施形態に係る冷間圧接装置 10 を説明する図であり、図 1 (a) は、冷間圧接装置 10 の構成を一部模式的に示した外観図(正面図)であり、図(b)は、平導体 C の上面図であり、図 1 (c) は図 1 (b) の A - A 線断面図である。

【0018】

同図(a)に示すように、冷間圧接装置 10 は、二つの平導体 C (C1, C2) を冷間圧接する装置であって、第 1 保持部 11 と第 2 保持部 12 とを有する。なお、以下の説明において平導体 C とは、同図(b)(c)に示すように、丸線導体に対して平面で構成された带状(テープ状)の導体をいう。すなわち、平導体とは、同図(b)(c)に示すように、対向する 2 つの幅広面 WS と、対向する 2 つの幅狭面 WT を有し、所定方向に長い带状部材であって、帯長手方向 BL に直交する断面(同図(b)の A - A 線断面)が同図(c)に示すように矩形状または角丸矩形状の導体をいう。以下の説明では平導体の一例として帯長手方向に直交する断面が矩形状の平角導体(同図(b)および(c)の上図)を例に説明する。なお、本発明における平導体 C とは、丸線導体に対して平面で構成された带状の導体であればよく、同図(b)の A - A 線断面における断面視が略正形状のものであってもよい。

【0019】

第 1 保持部 11 は、第一の方向(平角導体の帯長手方向; 同図(a)の X 方向)に沿って移動可能であり、第 1 上保持体 111 と第 1 下保持体 112 により構成される。第 1 上保持体 111 と第 1 下保持体 112 は第一の方向(以下、X 方向という)に沿った対向面 OS1 を有するように対向して配置される。なお、本実施形態では説明の便宜上、図示の上方の保持体を第 1 上保持体 111 と称し、図示の下方の保持体を第 1 下保持体 112 と称するが、これらの上下は必ずしも鉛直方向の上下に限らない。すなわち、図 1 (a) が冷間圧接装置 10 の上面図であってもよく、その場合は、第 1 上保持体 111 は例えば奥側の保持体となり、第 1 下保持体 112 は例えば手前側の保持体となる。また、第 1 上保持体 111 は例えば左側の保持体となり、第 1 下保持体 112 は例えば右側の保持体となるものであってもよい。

【0020】

第 1 上保持体 111 と第 1 下保持体 112 とは、X 方向に沿って移動可能であるとともに

10

20

30

40

50

に、X方向に沿った対向面OS1が、第二の方向（平角導体の板厚方向；同図（a）のY方向）に沿って互いに当接または離間するように移動可能である。Y方向はX方向とは異なる方向であり、例えばX方向に直交する方向である。

【0021】

第2保持部12は、第1保持部11との間で、第二の方向（以下、Y方向という）に沿った対向面OS2を有するように第1保持部11と対向して配置され、第1保持部11と同様の構成を備える。従って、詳細な説明は省略するが、第2保持部12は、X方向に沿って移動可能であり、第2上保持体121と第2下保持体122により構成される。第2上保持体121と第2下保持体122の「上下」の記載についても、第1保持部11と同様である。

10

【0022】

第2上保持体121と第2下保持体122とは、X方向に沿って移動可能であるとともに、対向面OS1がY方向に沿って互いに当接または離間するように移動可能である。

【0023】

また、第1保持部11と第2保持部12は、X方向に沿って互いに離間する方向に、付勢部材（例えば、コイルばね）15によって付勢されている。なお、図示は省略するが、第1上保持体111と第1下保持体112は、Y方向に沿って互いに離間する方向に、付勢部材（例えば、コイルばね）によって付勢され、第2上保持体121と第2下保持体122は、Y方向に沿って互いに離間する方向に、付勢部材（例えば、コイルばね）によって付勢されている。

20

【0024】

第1平角導体C1と第2平角導体C2は、不図示の移動規制手段によって、Y方向への移動が規制されている。また第1平角導体C1と第2平角導体C2とは、X方向に沿って近接する方向への移動は可能となっているが、離間する方向への移動は規制されている。

【0025】

また、第1保持部11と第2保持部12のY方向における外側には、押圧部18が設けられる。押圧部18は、第1上保持体111と第1下保持体112とが当接するようにこれらを押圧し、また、第2上保持体121と第2下保持体122とが当接するようにこれらを押圧する。

【0026】

図2および図3は、第1保持部11および第2保持部12を抽出した正面図であり、これらの移動の状態を示す図である。

30

【0027】

図2は主に第1保持部11（第1上保持体111と第1下保持体112）と第2保持部12（第2上保持体121と第2下保持体122）の主にY方向に沿う移動を説明する図である。

【0028】

同図（a）に示す状態は、第1上保持体111と第1下保持体112（第2上保持体121と第2下保持体122も同様）の対向面OS1が互いにY方向において最も離間する位置である。この位置を、以下、Y方向離間位置という。またこの状態は、第1保持部11と第2保持部12の対向面OS2が互いにX方向において最も離間する位置である、この位置を、以下、X方向離間位置という。

40

【0029】

同図（b）は、同図（a）に示す状態から、第1上保持体111と第1下保持体112の対向面OS1が当接する位置まで移動した状態である。この状態では、第1保持部11は第1上保持体111と第1下保持体112によって第1平角導体（の幅広面WS）を挟持し、第2保持部12は第2上保持体121と第2下保持体122によって第2平角導体（の幅広面WS）を挟持する。

【0030】

第1保持部11は、Y方向に沿う対向面OS2から第1平角導体C1を、第2保持部1

50

2方向に突出させて挟持する。同様に、第2保持部12は、Y方向に沿う対向面OS2から第2平角導体C2を、第1保持部11方向に突出させて挟持する。第1平角導体C1の第1保持部11からの突出量A1、第2平角導体C2の第2保持部12からの突出量A2については後述する。

【0031】

このように第1上保持体111と第1下保持体112（第2上保持体121と第2下保持体122）の対向面OS1が当接する位置を、以下の説明において、挟持位置という。つまり、第1上保持体111と第1下保持体112（第2上保持体121と第2下保持体122）は、挟持位置とY方向離間位置の間を移動可能である。

【0032】

また、同図(c)に示すように、挟持位置とY方向離間位置の間には挟持の(Y方向における)解除位置が含まれている。Y方向における解除位置(以下、Y方向解除位置)は、Y方向離間位置よりは小さい距離で、第1上保持体111と第1下保持体112(第2上保持体121と第2下保持体122)とが離間した位置である。

【0033】

なお、同図(c)のY方向解除位置から、第1上保持体111と第1下保持体112(第2上保持体121と第2下保持体122)の対向面OS1が当接する位置まで移動し、同図(b)に示す状態に遷移することもできる。

【0034】

なお、図2において第1保持部11と第2保持部12のX方向に沿う位置はいずれもX方向離間位置が維持されている。

【0035】

図3は、第1保持部11と第2保持部12の主にX方向に沿う移動を説明する図である。

図3(a)は、図2(b)の状態から、第1保持部11と第2保持部12とが、対向面OS2が最も近接するようにX方向に沿って移動した位置であり、以下、この位置を近接位置という。すなわち、第1保持部11と第2保持部12は、図2に示すX方向離間位置と、図3(a)に示す近接位置の間を移動可能である。近接位置であっても第1保持部11と第2保持部12は当接しない。

【0036】

第1保持部11は、第1平角導体C1を突出量Aで突出させて挟持し、第2保持部12は、第2平角導体C2を、突出量A2で突出させて挟持しているため(図2(b))、第1保持部11と第2保持部12が近接位置にある場合、第1保持部11と第2保持部12は当接しないが、第1平角導体C1と第2平角導体C2は当接(接合)し、さらに互いに押圧する状態となる。つまり、第1平角導体C1の第1保持部11からの突出量A1、第2平角導体C2の第2保持部12からの突出量A2は、それぞれ、第1保持部11と第2保持部12が近接位置にある場合に、互いに当接する長さよりわずかに長い量(当接した後互いに押圧できる量)とする。

【0037】

また、同図(b)に示すように、近接位置とX方向離間位置(図2(a))の間には押圧の(X方向における)解除位置が含まれている。X方向における解除位置(以下、X方向解除位置)は、X方向離間位置よりは小さい距離で、第1保持部11と第2保持部12とが離間した位置である。第1保持部11と第2保持部12がX方向解除位置にある場合、第1上保持体111と第1下保持体112も離間してY方向解除位置に移動し、第2上保持体121と第2下保持体122も離間してY方向解除位置に移動する。

【0038】

なお、同図(b)のX方向解除位置から、同図(a)に示す状態に遷移することもできる。

【0039】

図4は、第2保持部12側から第1保持部11の対向面OS2を見た第1保持部11の

10

20

30

40

50

側面図（図1のV方向の矢視図）である。同図（a）が第1上保持体111と第1下保持体112とがY方向離間位置にある状態（図2（a）の状態）を示しており、同図（b）が挟持位置にある状態（図2（b））の状態を示している。

【0040】

第1上保持体111には、第三の方向（平角導体の帯短手方向；同図のZ方向）において一方の端面（図では右端面）111Sに近接した位置に、平角導体保持溝111Aが設けられ、第1下保持体112には、第三の方向（以下、Z方向という）において一方の端面（図では右端面）112Sに近接した位置に、平角導体保持溝112Aが設けられる。第三の方向（Z方向）は、X方向およびY方向とそれぞれ異なる方向であり、ここではいずれにも直交する方向とする。

10

【0041】

第1上保持体111の一方の端面111Sと第1下保持体112の一方の端面112Sは、同一平面上に位置するものとし、第三の方向（Z方向）における一方の端面とは、図1では第1上保持体111および第1下保持体112の正面をいい、作業者に近い端面をいう。

【0042】

平角導体保持溝111A、112Aは、第1上保持体111および第1下保持体112の端面111S、112Sから第三の方向（Z方向）において距離d1離間した内側で、且つ、第1上保持体111および第1下保持体112の対向面OS1に設けられた矩形形状の溝である。

20

【0043】

また、後に詳述するが、平角導体保持溝111A、112Aは、平角導体を確実に保持（挟持）する必要がある。そのため、その形状は平角導体の外形状に沿ったものであり、また溝の深さd3はそれぞれ、挟持する平角導体（ここでは第1平角導体C1）の厚みd2の半分以下の深さである。具体的には、平角導体保持溝111A、112Aの深さは、平角導体の厚みd2の1/2よりも5/100mm程度小さくなっている。

【0044】

同図（b）に示すように、第1上保持体111および第1下保持体112の対向面OS1が当接した場合（挟持位置にある場合（図2（b）））には、平角導体保持溝111A、112Aは、第1保持部11をX方向に貫通する角柱状の1つの穴部となり、当該穴部に、平角導体（第1平角導体C1）が板厚d2方向に圧縮された状態（板厚が薄くなった状態）で平角導体保持溝111A、112Aと密着し、第1保持部11（第1上保持体111および第1下保持体112）に挟持される。

30

【0045】

なお、ここでの図示は省略するが、第2保持部12においても同様であり、第2上保持体121には、第三の方向（Z方向）において一方の端面（作業者に近い正面）に近接した位置に、平角導体保持溝121Aが設けられ、第2下保持体122には、第三の方向において一方の端面に近接した位置に、平角導体保持溝122Aが設けられる。平角導体保持溝121A、122Aの構成は、第1保持部11の平角導体保持溝111A、112Aの構成と同様である。

40

【0046】

第1保持部11と第2保持部12とは、挟持状態、圧接状態および圧解除状態、待避状態またこれらのうち2つの状態の間の遷移状態、のいずれかの状態となる。

【0047】

再び図2および図3を参照して説明すると、挟持状態では、第1保持部11の第1上保持体111および第1下保持体112をY方向に沿ってY方向離間位置（図2（a））から挟持位置（図2（b））に移動して、第1上保持体111および第1下保持体112に第1平角導体C1を挟持させるとともに、第2保持部12の第2上保持体121および第2下保持体122をY方向に沿ってY方向離間位置（図2（a））から挟持位置（図2（b））に移動して、第2上保持体121および第2下保持体122に第2平角導体C2を

50

挟持させる。

【0048】

既述のごとく、第1保持部11は、Y方向に沿う対向面OS2から第1平角導体C1を第2保持部12方向に突出量A1で突出させて挟持し、第2保持部12は、Y方向に沿う対向面OS2から第2平角導体C2を、第1保持部11方向に突出量A2で突出させて挟持する。

【0049】

このとき押圧部18(図1(a)参照)は、第1上保持体111と第1下保持体112とが当接するようにこれらを押圧し、第2上保持体121と第2下保持体122とが当接するようにこれらを押圧する。これにより、第1平角導体C1、第2平角導体C2が板厚方向に圧縮された状態(板厚が薄くなった状態)で平角導体保持溝111A、112A、121A、122Aと密着し、第1保持部11、第2保持部12に挟持される(図4参照)。

10

【0050】

また、挟持状態では、Y方向解除位置(図2(c))にある第1保持部11の第1上保持体111と第1下保持体112とを挟持位置(図2(b))に移動して、第1上保持体111および第1下保持体112に第1平角導体C1を挟持させるとともに、Y方向解除位置(図2(c))にある第2保持部12の第2上保持体121と第2下保持体122とを挟持位置(図2(b))に移動して、第2上保持体121および第2下保持体122に第2平角導体C2を挟持させる場合もある。

20

【0051】

このときも押圧部18は、第1上保持体111と第1下保持体112とが当接するようにこれらを押圧し、第2上保持体121と第2下保持体122とが当接するようにこれらを押圧する。これにより、当該穴部に、第1平角導体C1、第2平角導体C2が板厚方向に圧縮された状態(板厚が薄くなった状態)で平角導体保持溝111A、112A、121A、122Aと密着し、第1保持部11、第2保持部12に挟持される(図4)。

【0052】

圧接状態では、挟持状態にある第1保持部11と第2保持部12を、付勢部材15の付勢力に抗って、X方向に沿ってX方向離間位置(図2(a))から近接位置(図3(a))に移動する。このとき、第1保持部11から第1平角導体C1が突出し、第2保持部12から第2平角導体C2が突出している。これらの突出量A1、A2は、それぞれ、第1保持部11と第2保持部12が近接位置(図3(a))にある場合に、帯長手方向の対向する端面同士が当接する長さよりわずかに長い量となっている。つまり、近接位置に移動する以前(直前)に、第1平角導体C1と第2平角導体C2の対向する端面同士がまず接触(当接)する。その後、第1保持部11と第2保持部12とが近接位置(図3(a))に移動することで、第1平角導体C1と第2平角導体C2の当接した端面同士が互いに突き合わされて押圧され、接合される。より詳細には、第1平角導体C1と第2平角導体C2の端面同士を押圧することによって、端面に形成されている安定した酸化膜が除去されるとともに、これらを塑性変形させて活性状態の面を露出させる。その活性状態の面同士が10オングストローム以下に近づけることにより相互の金属間の原子結合を起こさせて、冷間圧接を行う。つまり冷間圧接により、第1平角導体C1と第2平角導体C2は、帯長手方向の長さが圧接前と比較して圧接後には圧縮(短縮)される。そしてその短縮量は第1平角導体C1と第2平角導体C2において同等である。つまり、第1平角導体C1の圧接前の長さがL01、第2平角導体C2の圧接前の長さがL02であった場合、圧接によって第1平角導体C1は長さがL01'、第2平角導体C2は長さがL02'に短縮されており、その短縮量Sはいずれも同等である($S = L01 - L01' = L02 - L02'$)。

30

40

【0053】

なお、近接位置に移動した以降は、第1保持部11と第2保持部12がそれ以上に近接することはないため、第1平角導体C1と第2平角導体C2の端面同士のそれ以上の押圧

50

は停止する。

【0054】

また、圧接状態では、Y方向解除位置（図2（c））、またはY方向解除位置およびX方向解除位置（図3（b））にある第1上保持体111および第1下保持体112並びに第2上保持体121および第2下保持体122を挟持位置（図2（b））に移動し、第1保持部11と第2保持部12を、付勢部材15の付勢力に抗って近接位置に移動して、第1平角導体C1の端面と第2平角導体C2の端面とを突き合わせ押圧して、冷間圧接を行う（図3（a））。

【0055】

圧解除状態では、圧接状態にある第1保持部11と第2保持部12をそれぞれX方向に沿って離間する方向に移動させ、第1保持部11および第2保持部12をX方向解除位置に移動する。また、第1上保持体111および第1下保持体112をY方向に沿って離間する方向に移動させ、第1上保持体111と第1下保持体112とを第1Y方向解除位置に移動する。また、第2上保持体121および第2下保持体122をY方向に沿って離間する方向に移動させ、第2上保持体121と第2下保持体122とを第2Y方向解除位置に移動する（図3（b））。

【0056】

圧接状態では最終的に第1保持部11と第2保持部12が近接位置に到達し、第1平角導体C1と第2平角導体C2のそれ以上の押圧が停止するため、押圧を繰り返すために圧接状態の後に圧解除状態を経由して挟持状態に遷移し、第1保持部11と第2保持部12により第1平角導体C1と第2平角導体C2を挟持し直す。

【0057】

ここで、圧接状態から圧解除状態に変化する場合（圧接が解除された場合）、付勢部材15によって第1上保持体111および第1下保持体112（第2上保持体121および第2下保持体122も同様）とが離間する方向に付勢力が働く。しかし、図4に示すように、平角導体保持溝111A、112A、121A、122Aと第1平角導体C1、第2平角導体C2の間にはクリアランスがほとんどない状態である上、押圧による金属の塑性変形によって流動した金属の一部（拡張した接合面）が平角導体保持溝111A、112A、121A、122Aのわずかなクリアランス（例えば溝の角部など）に入り込んで密着性が高まり、付勢部材15の付勢力のみでは、第1上保持体111および第1下保持体112（第2上保持体121および第2下保持体122も同様）を離間させることができない場合がある。

【0058】

そこで、本実施形態では、圧解除状態において（図3（b））、付勢部材15の付勢力に加えて、第1保持部（第1上保持体111および第1下保持体112）をX方向に沿って、第2保持部12から離れる方向に移動させて第1X方向解除位置に戻すとともに、第2保持部（第2上保持体121および第2下保持体122）をX方向に沿って第1保持部11から離れる方向に移動させて第2X方向解除位置に戻すこととした。

【0059】

なお、付勢部材15に加えて強制的に、第1保持部11と第2保持部12を離間させる方向に移動させる場合であっても、不図示の移動規制手段によって第1平角導体C1と第2平角導体C2は、X方向に沿って互いに離間する方向への移動が規制されている。

【0060】

待避状態では、圧接状態、圧解除状態または挟持状態にある第1保持部11と第2保持部12をX方向に沿ってX方向離間位置に移動させ、また、第1上保持体111および第1下保持体112をY方向に沿って移動してY方向離間位置に移動させるとともに、第2上保持体121および第2下保持体122をY方向に沿って移動させてY方向離間位置に移動する（図2（a））。

【0061】

冷間圧接装置10は、平角導体同士の1度の押圧で冷間圧接することが可能であるが、

10

20

30

40

50

接合面を安定させるには一の接合部分について、複数回の押圧を繰り返すことが望ましい。一例として、冷間圧接装置 10 の 1 回の押し込み量（圧縮量）は第 1 平角導体 C 1、第 2 平角導体 C 2 とともに約 0.5 mm 程度である。そして、一の接合部分について、3 回から 4 回の押圧（冷間圧接）を繰り返し行い、約 1 mm 以上（好ましくは 1.5 mm 以上、具体的には約 2 mm 程度）圧縮させると、安定した接合面が得られる。

【0062】

このため、本実施形態の冷間圧接装置 10 は、挟持状態、圧接状態および圧解除状態を繰り返し、第 1 平角導体 C 1 と第 2 平角導体 C 2 とを冷間圧接する。

【0063】

図 3 (a) に示すように、挟持状態の後に圧接状態となり第 1 保持部 11 と第 2 保持部 12 が近接位置に移動すると、第 1 平角導体 C 1 と第 2 平角導体 C 2 の端面同士の接触（当接）を経て、端面同士が押圧されて冷間圧接される。近接位置にある第 1 保持部 11 と第 2 保持部 12 は、それ以上近接することがないため、一旦、圧解除状態に遷移して（図 3 (b)）第 1 保持部 11 と第 2 保持部 12 を Y 方向解除位置に移動して平角導体の挟持を解除するとともに、第 1 保持部 11 と第 2 保持部 12 を X 方向解除位置に移動する。そして挟持状態に遷移して所定の突出量 A 1 が突出するように、第 1 保持部 11 に第 1 平角導体 C 1 を保持するとともに、突出量 A 2 が突出するように、第 2 保持部 12 に第 1 平角導体 C 2 を保持し、再び圧接状態に遷移することで、一の接合部分について複数の押圧を繰り返すことができる。

10

【0064】

つまり、X 方向解除位置は、第 1 保持部 11 が第 1 平角導体 C 1 を突出量 A 1 で突出させて挟持させることが可能な位置であり、第 2 保持部 12 が第 2 平角導体 C 2 を突出量 A 2 で突出させて挟持させることが可能な位置である。

20

【0065】

なお、X 方向解除位置は、その後に（その位置のまま）挟持状態に遷移した場合に平角導体のそれぞれが突出量 A 1、A 2 で突出する位置でなくてもよい。その場合は、挟持状態において、平角導体のそれぞれが突出量 A 1、A 2 で突出するような位置に第 1 保持部 11 と第 2 保持部 12 を移動した後、挟持させるようにすればよい。

【0066】

また、上記の実施形態では、圧解除状態で、第 1 保持部 11 および第 2 保持部 12 が X 方向解除位置および Y 方向解除位置に停止する構成を例に説明したが、X 方向解除位置および Y 方向解除位置は通過するものの、当該位置に停止しないものであってもよい。つまり、第 1 上保持部 111 と第 1 下保持部 112（第 2 上保持部 121 と第 2 下保持部 122 も同様）は、挟持位置、Y 方向解除位置および Y 方向離間位置の間を不停止で移動するものであってもよく、第 1 保持部 11 および第 2 保持部 12 は、近接位置、X 方向解除位置および X 方向離間位置の間を不停止で移動するものであってもよい。

30

【0067】

従来では、冷間圧接は丸線同士を接合する場合に利用されていたが、上述の本実施形態の冷間圧接装置 10 によれば、平角導体同士の良好且つ安定した冷間圧接を行うことができる。

40

【0068】

また、平角導体（第 1 平角導体 C 1、第 2 平角導体 C 2）としてコイル片を用いることで、冷間圧接装置 10 をコイル製造装置 20 として利用することができる。以下これについて説明する。

【0069】

<コイル製造装置>

<コイル製造装置 / 平角導体（コイル片）>

まず、図 5 を参照して本実施形態のコイル製造装置 20 で用いる平角導体 C について説明する。図 5 は、平角導体 C の幅広面 WS の上面図である。平角導体 C は、直線状（同図 (a)）または少なくとも 1 つの曲折部を有し（同図 (b) ~ (e)）、連続させると螺

50

旋形状となり得る帯状の複数の平角導体であって、以下これらをコイル片という。曲折部を有するコイル片は、連続させた場合に螺旋形状となるように、帯長手方向において同一方向に曲折しているものとする。また曲折部を有するコイル片の場合、当該曲折部は好適には、少なくとも1つの非湾曲（例えば、略直角）形状であることが望ましい。

【0070】

また、以下の説明において、複数のコイル片（平角導体）を連続（接続）させた螺旋構造体であって、コイル（完成予定の螺旋構造体）として完成前の螺旋構造体もコイル片に含まれるものとする。つまり、以下の説明において、コイル片（平角導体）には、直線状、または1～4の帯長手方向において同一方向に曲折部を有する最小単位のコイル片と、該最小単位のコイル片を複数接続し、コイル（完成予定の螺旋構造体）の1周以上の螺旋構造が形成されたコイル片とが含まれる。また、説明の便宜上、これらの区別が必要な場合には、最小単位のコイル片を単位コイル片といい、単位コイル片を複数接続したものであってコイル（完成予定の螺旋構造体）として完成予定前のコイル片を接合コイル片といい、完成予定（完成状態）の螺旋構造体をコイル、という。また、複数のコイル片は、帯長手方向に垂直な断面の形状およびその面積は、いずれも略同一であるとする。

10

【0071】

同図に示すように、単位コイル片C0は一例として銅板（例えば、厚さ1mm）の打ち抜き加工などによって、直線状あるいは、略直角の非湾曲の曲折部（角部）を有する形状に構成される。つまり単位コイル片C0は、幅広面WSの上面視において、曲折部がない直線状（I字状）（同図（a））、1つの曲折部を有するL字状（同図（b））、2つの曲折部を有するU字状（コ字状）（同図（c））、3つの曲折部を有する略C字状（同図（d））、4つの曲折部を有し、同じ方向に曲折するC字状（略O字状（略口字状））（同図（e））のものがある。なお、以下の説明においてU字状、（略）C字状、略O字状を用いるが、いずれも曲折部（角部）は略直角の形状であるとする。

20

【0072】

そして、複数のコイル片（単位コイル片および/または接合コイル片）は、それらの帯長手方向の総距離となる準備長さL0が、完成予定の螺旋構造体（コイル）の螺旋長手方向の完成長さと比較して余裕分だけ長くなるように設定されている。そして余裕分は、複数のコイル片の全てを冷間圧接した場合に、押圧によって短縮する短縮総距離に設定されている。準備長さL0、完成長さ、余裕分、短縮総距離については、後述のコイルの製造方法の説明において詳しく説明する。

30

【0073】

<コイル製造装置/保持部>

本実施形態のコイル製造装置20は、上述の冷間圧接装置10の利用例であるので、冷間圧接装置10と同様の構成は、同一符号で示し重複する説明は省略し、以下の説明では、コイル製造装置20に用いて好適な構成について、主に説明する。

【0074】

再び図1を参照して、コイル製造装置20は、平角導体と他の平角導体とをそれぞれに挟持可能であって互いに対向して配置された第1保持部11および第2保持部12とを備え、連続させると螺旋形状となり得る帯状の複数の平角導体（コイル片）を継ぎ合せてコイルとなる螺旋構造体を形成するものであり、複数の平角導体（コイル片）の帯長手方向の総距離となる準備長さ、完成予定の螺旋構造体の螺旋長手方向の完成長さと比較して余裕分だけ長くなるように設定されており、複数の平角導体（コイル片）の端面同士を帯長手方向に沿って押圧して、帯長手方向の距離を短縮させながら冷間圧接し、複数の平角導体（コイル片）の全てを冷間圧接によって短縮する短縮総距離を余裕分に設定することで、螺旋構造体を形成するものである。

40

【0075】

つまり、本実施形態のコイル製造装置では、コイル片の継ぎ足し（接合回数）が増えるに従い、第1保持部11または第2保持部12で保持するコイル片（接合コイル片）の長さが長くなっていくものであり、そのために、第1保持部11、第2保持部12の構成が

50

コイルの製造に用いて好適な構成となっている。

【0076】

まず図6は、コイル製造装置20による製造途中のコイル片の概要図である。同図(a)は準備された単位コイル片の概要図(上面図)であり、同図(b)~(d)は製造途中の単位コイル片、および接合コイル片の展開図であり、同図(e)は同図(d)のV方向の矢視図である。

【0077】

ここでは一例として、2つの曲折部を有するU字状(コ字状)の単位コイル片C0を複数(ここでは4個)準備し、これらを接続して(連続させて)2周の螺旋形状からなるコイル(螺旋構造体)50を製造する場合を例に示している。同図(b)~(d)のコイル片の両端の二点鎖線は、完成形のコイルの仕上がり端部を示すものとし、この例では、仕上がり端部が変化しない(図示の左右方向に仕上がり端部の位置が移動しない)ものとして説明する。

【0078】

まず最初の冷間圧接では、同図(b)に示すように2つの単位コイル片C01とC02のそれぞれの一方の端面(丸印で示す)同士を接続し、接合コイル片CC1を形成する。そして、次の冷間圧接では、接合コイル片CC1の一方の端面(単位コイル片C01とC02の接合されていない端面のいずれか)と、単位コイル片C03とを冷間圧接し、接合コイル片CC2を形成し(同図(c))、さらに次の冷間圧接では、接合コイル片CC2の一方の端面(単位コイル片C01とC03の接合されていない端面のいずれか)と、単位コイル片C04とを冷間圧接し、コイル50を完成させる(同図(d))。

【0079】

つまり第1保持部11または第2保持部12は、曲折した(ここではU字状(コ字状)の)コイル片を保持するとともに、順次長くなる螺旋構造の接合コイル片CC1, CC2...が第1保持部11または第2保持部12の近辺に存在するため、第1保持部11と第2保持部12は、これらコイル片との干渉を避ける構成とする必要がある。

【0080】

図7は、第1保持部11の構成について説明する図であり、同図(a)は、1つの単位コイル片C0を第1保持部11(第1上保持体111および第1下保持体112)で保持している状態を示す図であり、第2保持部12との対向面OS2を正面視した図である。また同図(b)は、完成状態のコイル50を螺旋構造の軸中心方向からみた正面図であり、同図(a)のコイル片は、同図(b)のB-B線断面矢視図に対応している。なお、ここでは第1保持部11について説明するが、第2保持部12においても同様である。また同図(c)は、第1保持部11の正面図(同図(a)のA-A線断面矢視図)である。

【0081】

同図(a)(b)に示すように、コイル片が2以上の曲折部を有する場合(例えば、U字状(コ字状)のコイル片の場合)、第1保持部11と、接合しているコイル片以外の領域(同図(a))では、第1保持部11で保持されるコイル片C0からUターンして手前側に伸びるコイル片C0'とが干渉する恐れがある。本実施形態では、これを回避するために、第1保持部11とコイル片(完成予定のコイル50)の寸法は、以下の関係を満たす構成としている。

【0082】

すなわち、U字状(コ字状)のコイル片を接続する場合、第1保持部11の一つ、具体的には、第1上保持体111の一の端面111Sと、これと同一面となる第1下保持体112の一の端面112Sとで構成される保持体端面であって、対向面OS2に直交する端面は、螺旋構造の内部空間(螺旋構造の内部空間となる予定の空間も含む)に位置する(以下、この端面を、螺旋内部端面ISという)。なお、螺旋内部端面ISは、例えば、作業者に近い第1保持部11の正面である。

【0083】

従って、第1保持部11とコイル片との干渉を避けるためには、第1保持部11の平角

10

20

30

40

50

導体保持溝 111A、112Aを適切な位置に設ける必要があり、螺旋内部端面ISから、直近の平角導体保持溝111A、112Aの端部（同図では上側端部）までの距離d1は、第三の方向（図示のZ方向：冷間圧接を行うコイル片の帯短手方向）に沿う螺旋構造体（コイル50）の内部空間の距離D1よりも小さいものとする。

【0084】

また、第1保持部11のX方向の長さd4（同図（c））は、X方向に沿う螺旋構造体（コイル50）の内部空間の距離D2（同図（b））よりも小さいものとする。

【0085】

なお、2つのコイル片を冷間圧接した後は、接続部に押し出しによるバリ55が生じる。従って、冷間圧接完了後に、第1保持部11および第2保持部12からコイル片（接合コイル片）を取り出してバリ取りを行い、当該コイル片（接合コイル片）と他の（新たな）コイル片との間で冷間圧接を行う。

【0086】

図8は、図7（a）に対応する（同じ方向から見た）図であり、接合コイル片CCが形成された状態を示している。本実施形態のコイル製造装置20では、第1保持部11（第2保持部12も同様）の一方側、ここでは第1下保持体112側に接合コイル片CCが形成されていく。一方、第1保持部11の平角導体保持溝111A、112Aは、X方向に沿った直線状の溝であるため、冷間圧接時には、接合コイル片CCの一方の端面を含む直線状の一部分のみが第1保持部11に保持される。従って、接合コイル片CCと第1保持部11（第1下保持体112）との干渉を避けるため、コイル片（ここでは接合コイル片CC）を、冷間圧接する端面近傍を残して、螺旋構造の螺旋進行方向（Y方向に沿う方向）に広げるように、弾性変形および/または塑性変形させつつ、第2保持部12で保持されるコイル片との間で冷間圧接を行う。

【0087】

コイル片（ここでは接合コイル片CC）の螺旋進行方向の弾性変形および/または塑性変形の変形量D3は、第1保持部11と、コイル片との干渉を回避する量に設定される。換言すると、第1保持部11の接合コイル片が形成されていく側の保持体（ここでは第1下保持体112）のY方向に沿う長さ（厚み）d5は、コイル片（ここでは接合コイル片CC）の螺旋進行方向の弾性変形および/または塑性変形に許容される変形量D3よりも小さいものとする。

【0088】

このように本実施形態のコイル製造装置20はコイル片を螺旋進行方向（Y方向に沿う方向）に弾性変形および/または塑性変形させながら、冷間圧接によりつなぎ合わせて螺旋構造を形成するものである。なお、これにより製造途中では、螺旋の進行方向に広がった状態でコイル片が接続（継ぎ足し）されていくが、完成状態の螺旋構造体となった後に、螺旋構造体を一体的に成型（例えば、プレスなど）し、螺旋の進行方向に圧縮する弾性変形および/または塑性変形を行って螺旋の各周が密接したコイル50を形成する。

【0089】

本実施形態のコイル製造装置20は、コイルの完成後の長さに基づき、冷間圧縮による圧縮量（収縮量）分長め（余裕分長め）のコイル片を用いて、冷間圧縮による圧縮（収縮）を繰り返しつつコイル片を継ぎ足して、所望の長さLのコイルを製造するものである。

【0090】

従って、冷間圧接に際しては、コイル片の帯長手方向の距離を測定しながら冷間圧接を行う。帯長手方向の距離の測定は、例えば第1保持部11、第2保持部12（またはその近辺）に滑り検出機構（不図示）を設けることにより、第1保持部11で保持されるコイル片（第1コイル片）と第2保持部12で保持されるコイル片（第2コイル片）の押圧時の滑り検出を行うことで、帯長手方向の距離の測定を行うことができる。なお、帯長手方向の距離の測定は、冷間圧接と同時に（リアルタイムで）測定してもよいし、冷間圧接の前後（あるいは冷間圧接の前または後）に測定してもよい。これにより、完成後のコイル寸法の高精度化を実現することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

なお図 7 (b) に示したように、コイル片の略直角の曲折部は、コイル 5 0 の角部となる。つまり、本実施形態のコイル製造装置 2 0 によれば、打ち抜き加工等によって略直角の曲折部を有するように構成されたコイル片をつなぎ合わせることで、内周側および外周側の角部が略直角のコイル 5 0 を製造することができる。従来では、長尺の平角導体を巻回して平角導体によるコイルを製造していたが、巻回では少なくともコイルの内周側の角部は湾曲した形状となることは不可避であり、占積率の向上や放熱性の向上などに限界があった。

【 0 0 9 2 】

しかし本実施形態のコイル製造装置によれば、打ち抜き加工によって形成した形状のままつなぎ合わせることができるので、コイル内周側においても直角（略直角）の角部を実現でき、占積率を向上させることができ、また余分な空間を廃することで放熱性を向上させることができるコイルを製造することができる。

10

【 0 0 9 3 】

特に、接合部 C P は、曲折部（角部）を避けて直線部分に設けられる。すなわち、コイル片の直線部分を利用して、圧接を行っている。この結果、曲折部の形状精度を向上させることができ、例えば、打ち抜き加工において直角（略直角）に形成したままの角部を維持できる。

【 0 0 9 4 】

< コイル製造方法 >

次に、本実施形態のコイル製造方法について説明する。本実施形態のコイル製造方法は、例えば、上述のコイル製造装置 2 0 において実施可能である。

20

【 0 0 9 5 】

すなわち、本実施形態のコイル製造方法は、連続させると螺旋構造体となり得る帯状の平角導体（コイル片）を複数用意し、複数の平角導体（コイル片）の帯長手方向の総距離となる準備長さ L_0 が、完成予定の螺旋構造体（コイル）の螺旋長手方向の完成長さ L と比較して余裕分 M だけ長くなるように設定し、複数の平角導体（コイル片）の端面同士を帯長手方向に沿って押圧して、帯長手方向の距離を短縮させながら冷間圧接し、複数の平角導体（コイル片）の全てを冷間圧接によって短縮する短縮総距離 S を余裕分 M に設定することで、複数の平角導体（コイル片）を継ぎ合せて螺旋構造体（コイル）を形成する、ものである。

30

【 0 0 9 6 】

具体的に、図 9 を参照して 2 つの曲折部を有する U 字状（コ字状）の単位コイル片 C 0 を 4 個（C 0 1 ~ C 0 4）準備し、これらを接続して（連続させて）2 周の螺旋形状からなるコイル（螺旋構造体）5 0 を製造する場合を例に説明する。図 6 と同様、同図（ a ）はコイル片 C 0 1 ~ C 0 4 の上面図であり、同図（ b ） ~ （ d ）は接続コイル片の展開図であり、図中の破線は、完成予定のコイル 5 0 の螺旋構造の軸中心（接合部 C P の中心）を示している。また同図（ b ） ~ （ d ）のコイル片の両端の二点鎖線は、完成形のコイルの仕上がり端部を示すものとし、この例では、仕上がり端部が変化しない（図示の左右方向に仕上がり端部の位置が移動しない）ものとして説明する。

40

【 0 0 9 7 】

単位コイル片 C 0 1 ~ C 0 4 の帯長手方向の長さをそれぞれ L_{01} ~ L_{04} とすると、帯長手方向の総距離となる準備長さ L_0 は、 $L_{01} + L_{02} + L_{03} + L_{04}$ である。そして、この準備長さ L_0 は、コイル 5 0 の螺旋長手方向の完成長さ L よりも余裕分 M だけ長く（ $L_0 = L + M$ ）設定されている。この単位コイル片 C 0 1 と単位コイル片 C 0 2 を帯長手方向に沿って押圧して冷間圧接すると、これらの押圧によって単位コイル片 C 0 1 は帯長手方向の長さ L_{01} が L_{01}' に圧縮され（短縮（圧縮）量は接合部 C P 中心から距離 S_1 の長さ）、単位コイル片 C 0 2 は帯長手方向の長さ L_{02} が L_{02}' に圧縮され（短縮（圧縮）量は接合部 C P 中心から距離 S_2 の長さ）されて接合コイル片 C C 1（長さ L_{C1} ）が形成される（同図（ b ））。そして、接合コイル片 C C 1 の端面（単位コ

50

イル片 C 0 1 または C 0 2 の接合されていない側の端面) と、単位コイル片 C 0 3 を冷間圧接すると、これらの押圧によって単位コイル片 C 0 3 は L 0 3 ' に圧縮され (短縮 (圧縮) 量は接合部 C P 中心から距離 S 3 の長さ)、接合コイル片 C C 1 は、L C 1 ' に圧縮され (短縮 (圧縮) 量は接合部 C P 中心から距離 S 4 の長さ)、接合コイル片 C C 2 が形成される (同図 (c))。さらに、接合コイル片 C C 2 の端面 (単位コイル片 C 0 1、C 0 3 の接合されていない側の端面) と、単位コイル片 C 0 4 を冷間圧接すると、これらの押圧によって単位コイル片 C 0 4 は L 0 4 ' に圧縮され (短縮 (圧縮) 量は接合部 C P 中心から距離 S 5 の長さ)、接合コイル片 C C 2 は、L C 2 ' に圧縮され (短縮 (圧縮) 量は接合部 C P 中心から距離 S 6 の長さ)、螺旋長手方向の完成長さ (始点 S T から終点 S E までの長さ) L のコイル 5 0 (螺旋構造体) が完成する (同図 (d))。コイル片 (単位コイル片および / または接合コイル片) を継ぎ合わせてコイル 5 0 が完成するまでの、コイル片の短縮量の合計 (短縮総距離 $S = S 1 + S 2 + S 3 + S 4 + S 5 + S 6$) が、余裕分 M に相当する。

10

【 0 0 9 8 】

改めて時系列に沿って本実施形態のコイルの製造方法を説明する。まず、完成状態のコイル 5 0 の長さ L に基づき、短縮総距離 $S =$ 余裕分 M となるように、単位コイル片の長さ L 0 1 ~ L 0 4 が設定されるとともに、冷間圧接による圧縮量 S 1 ~ S 6 が設定される。

【 0 0 9 9 】

そしてこのように設定されたコイル片を用いて、単位コイル片 C 0 1 と単位コイル片 C 0 2 の端面同士を設定された圧縮量 S 1、S 2 分押圧して冷間圧接により継ぎ足し、接合コイル片 C C 1 を形成する。このときの圧縮量 S 1、S 2 は、単位コイル片 C 0 1 と単位コイル片 C 0 2 の押圧時の滑り検出を行うことで、両コイル片の帯長手方向の距離を測定して把握する。圧縮量を把握する方法は以下の冷間圧接において同様である。

20

【 0 1 0 0 】

1 つの接合領域 (例えば、単位コイル片 C 0 1 と単位コイル片 C 0 2 の接合する端面付近) を冷間圧接した後は、接合部に押し込みによるバリが生じるため、冷間圧接後に、バ리를切除する処理を行う。

【 0 1 0 1 】

次に、コイル片 (接合コイル片 C C 1) を、冷間圧接する端面 (単位コイル片 C 0 1 または単位コイル片 C 0 2 の接合されていない端面) 近傍を残して、完成予定の螺旋構造体の螺旋進行方向に弾性変形および / または塑性変形させつつ、他のコイル片 (単位コイル片 C 0 3) との間で冷間圧接を行う。このとき、接合コイル片 C C 1 の螺旋進行方向の弾性変形および / または塑性変形の変形量は、冷間圧接時にコイル片が保持される第 1 保持部 1 1 および第 2 保持部 1 2 と、接合コイル片 C C 1 との干渉を回避する量に設定される。また、変形量は以下の冷間圧接において同様である。

30

【 0 1 0 2 】

以下、同様にコイル片を継ぎ足す。すなわち、接合コイル片 C C 1 の端面 (単位コイル片 C 0 1 または C 0 2 の接合されていない側の端面) と、単位コイル片 C 0 3 を設定された圧縮量 S 3、S 4 分押圧して冷間圧接により継ぎ足し、接合コイル片 C C 2 を形成する。その後、接合領域のバリ取りを行い、接合コイル片 C C 2 を、冷間圧接する端面近傍を残して、完成予定の螺旋構造体の螺旋進行方向に弾性変形および / または塑性変形させつつ、接合コイル片 C C 2 の端面と、単位コイル片 C 0 4 を設定された圧縮量 S 5、S 6 分押圧して冷間圧接により継ぎ足し、完成状態の螺旋構造体を得る。

40

【 0 1 0 3 】

図 1 0 は、完成した螺旋構造体 5 0 ' の一例を示す図である (コイルの巻数は上述の実施形態と異なっている)。同図 (a) は螺旋軸方向から見た正面図であり、図 1 0 (b) は成形前の V 方向の矢視図 (側面図) であり、同図 (c) (d) は成形後の側面図である。

【 0 1 0 4 】

完成した螺旋構造体 5 0 ' はプレス加工などによって成形する。すなわち、冷間圧接時

50

に、第1保持部11および第2保持部12との緩衝を避けるため、螺旋構造体の螺旋進行方向に弾性変形および/または塑性変形することで、螺旋の各周の間に不必要かつ不均一な広がり(空間)が形成されているため、これを圧縮するように螺旋構造体の螺旋進行方向に弾性変形および/または塑性変形し、螺旋の各周を互いに可能な限り近接(密接)させる(同図(c))。

【0105】

さらに、必要に応じて、ステータコアの形状に合わせて、螺旋構造体の軸中心方向(ステータコアの径方向)に凹状または凸状となるように、すなわち、同図(d)に示すように、内周端部が外周端部と非同一面となる湾曲状に成形する。

【0106】

その後、成形後の螺旋構造体を、液状の絶縁樹脂に浸して一体的に絶縁樹脂で被覆する。なお成形後の螺旋構造体に液状の絶縁樹脂を吹き付けることによって一体的に絶縁樹脂で被覆してもよい。従来では、コイルの完成長さ分の長尺の導線を絶縁樹脂で被覆した後、これを巻回して螺旋構造を形成していた。しかしこの場合、巻回の湾曲部分の外周付近では絶縁樹脂が伸張されて被覆厚が薄くなり、耐圧劣化の要因となっていた。また、例えば、上記の成形以前に絶縁樹脂で被覆する場合も、プレスによって絶縁樹脂の被覆厚がばらつくため同様の問題が生じる。本実施形態では、ステータコアに取り付ける形状に成形した螺旋構造体を、成形後に一体的に絶縁樹脂で被覆するため、絶縁樹脂の膜厚の均一性を高めることができる。また、成形後に一体的に絶縁樹脂で被覆するため、螺旋構造同士を絶縁樹脂により接着させることができ、均一な膜厚で被覆することができる。

【0107】

<コイル片の変形例>

図11は、コイル片の形状が異なる場合の接続例を示す図である。

【0108】

同図(a)は、L字状のコイル片による接続例を示す上面図であり、ここでは4つのL字状のコイル片C0を用いて、1周分の接続コイル片を構成する場合を示している。説明の便宜上、図示は省略しているが、この場合も、各コイル片は帯長手方向の総距離となる準備長さL0が、完成予定の螺旋構造体(コイル)の螺旋長手方向の完成長さLと比較して余裕分Mだけ長くなるように設定されている。そして余裕分Mは、複数のコイル片の全てを冷間圧接した場合に、押圧によって短縮する短縮総距離Sに設定されている。

【0109】

なお、1周分の接続コイル片を全て同じ形状(L字状)で構成しなくてもよい。つまり、L字状にI字状(直線状)やU字状(コ字状)のコイル片を組み合わせるとして1周分の接続コイル片としてもよい。

【0110】

同図(b)は、C字状のコイル片C0とI字状のコイル片C1を組み合わせた接続例を示す上面図である。説明の便宜上、図示は省略しているが、この場合も、各コイル片は帯長手方向の総距離となる準備長さL0が、完成予定の螺旋構造体(コイル)の螺旋長手方向の完成長さLと比較して余裕分Mだけ長くなるように設定されている。そして余裕分Mは、複数のコイル片の全てを冷間圧接した場合に、押圧によって短縮する短縮総距離Sに設定されている。

【0111】

また、角部が3つの略C字状のコイル片と、L字状のコイル片を組み合わせるとして1周分の接続コイル片としてもよい。さらに、螺旋構造体の1周目と2周目を構成するコイル片がそれぞれに異なる組合せであってもよい。

【0112】

同図(c)は、角部が2つのU字状(コ字状)のコイル片C0と、完成予定の螺旋構造体の1周分のコイル片(O字状(口字状)のコイル片)C1とを組み合わせるとして接合コイル片を形成する場合の展開図である。同図のコイル片の両端の二点鎖線は、完成形のコイルの仕上がり端部を示すものとし、この例では、仕上がり端部が変化しない(図示の左右方

10

20

30

40

50

向に仕上がり端部の位置が移動しない)ものとして説明する。

【0113】

O字状のコイル片C1は接合部分が切断されている。U字状のコイル片C0の一端とO字状のコイル片C1の一端を冷間圧接すると、U字状のコイル片C0は圧縮量S0、O字状のコイル片C1は圧縮量S1でそれぞれ圧縮され、これを繰り返して螺旋構造体を形成できる。なお、図9では、(同じ長さのU字状のコイル片C0を用いた場合)、図示のように接合部CPは、螺旋構造の各周において螺旋構造の軸中心に沿ってほぼ同じ位置(重畳する位置)に形成されるが、図11(c)の場合には、接合部CPは螺旋構造の各周において螺旋構造の軸中心(破線)に沿って所定量ずれた位置に形成される。

【0114】

<コイルの変形例>

図12は、コイル製造装置およびコイル製造方法の変形例を示す図である。同図(a)は、コイル製造装置20'の概要図であり、同図(b)は、これにより製造されるコイル50の、図10(c)に対応する側面図であり、同図(c)はコイル50の斜視図である。

【0115】

コイル製造装置20'は、同図(a)に示すように、上述の第1保持部11と第2保持部12からなる保持ユニット22を複数備え、複数の保持ユニット22(22A~22E)はそれぞれ第1保持部11と第2保持部12の、平角導体保持溝111A, 112A, 121A, 122Aの幅W(Z方向に沿う幅、平角導体の帯短手方向BSの幅)が異なる(順次大きく(または小さく)なる)ものであってもよい。

【0116】

このように、平角導体保持溝111A, 112A, 121A, 122Aの幅Wが異なる複数の保持ユニット22を用いることで、異なる幅(図では幅WA~WE)の平角導体を接合することができる。すなわち、複数の保持ユニット22の間を順次移動させながら、螺旋構造の各周毎に、異なる保持ユニット22で冷間圧接することにより、コイルの各周毎の長さが異なる螺旋構造体を形成できる。すなわち、帯長手方向に同じ長さのU字状(コ字状)の単位コイル片を用いて、複数の保持ユニット22の間を順次移動させながら、冷間圧接してコイル片をつなぎ合わせることで、四角錐台の外形を有するコイル50(同図(b)(c))を形成することができる。

【0117】

なお、平角導体保持溝111A, 112A, 121A, 122Aの深さd3が異なる複数の保持ユニット22を用いてもよい。その場合、コイル50を構成する螺旋構造の各周の板厚を異ならせることができる。

【0118】

<コイル>

次に、図13を参照して、本実施形態のコイルについて説明する。図13(a)は螺旋構造の軸中心方向からみた正面図であり、同図(b)は同図(a)のA-A線断面である。また、同図(c)は同図(a)をV方向からみた側面図である。

【0119】

本実施形態のコイル50は、帯状の平角導体(コイル片)を螺旋形状に連続させた螺旋構造体からなり、同図(a)に示すように、螺旋構造体の内周側および外周側に非湾曲の角部(略直角の角部)50Cを有する。ここでは一例として、上記のコイル製造装置およびコイル製造方法を用いて製造されたものである。

【0120】

従来の、完成形のコイルの螺旋構造の1周分よりも長い長尺の平角導体を巻回して構成したコイルでは、曲折部が湾曲構造になることが避けられず、ステータコアに取り付けた場合に大きな空間部を生じる。当該空白部は保温効果が高まるため、コイルの放熱性の向上に限界がある。また、長尺の平角導体を絶縁樹脂で被覆した後に巻回する場合、曲折部において絶縁樹脂の被覆厚が薄くなり、耐圧性が劣化する問題がある。

10

20

30

40

50

【0121】

これに対し本実施形態のコイル50は、コイルの螺旋構造の1周分の形状を打ち抜き加工で形成できるため、正面視において所望の形状のコイルを形成できる。つまり、ステータコアの形状に沿って、これに限りなく近接した形状の（少なくとも内周の角部50Cが直角または略直角の）コイル50が得られる。これにより、巻回方式のコイルと異なり、ステータコア60（同図（a）に破線で示す）との間の空間部を最小限にすることができる。例えば、コイル50の一辺あたり、空間部の長さ（コイル50内周側からステータコア60までの距離）を0.5mm～1.0mmに低減でき、これにより、放熱性を向上させることができる。また絶縁樹脂は、コイル50の全体に亘り均一性を高めて被膜できるので、絶縁樹脂の膜厚のばらつきによる耐圧の劣化も抑えることができる。

10

【0122】

また、本実施形態のコイル50は、螺旋構造の螺旋進行方向に直交する幅（コイル片の帯短手方向の幅W1）が角部において広がり幅W2になるため、これによってもコイル抵抗を低減することができる。

【0123】

さらに、冷間圧接は、金属の原子結合であるため、その接続部は視認不可となる程度に確実に接合されている。これにより、1周分（あるいはそれ未満）のコイルを接着材（固着材、ロウ付けなど）で平面接続するような構成と比較して、接続部の安定性を圧倒的に高めることができる。

【0124】

また、同図（b）に示すように、螺旋構造体の螺旋の第一の周（例えば、接合コイル片CC1による第一の周）は一部分に、他の部分の平角導体（コイル片）の板厚D7よりも板厚D8が薄い第1薄肉部T1が設けられる。また、第一の周に連続する第二の周（例えば、接合コイル片CC2による第二の周）は一部分に、他の部分の平角導体（コイル片）の板厚D7よりも板厚D8が薄い第2薄肉部T2が設けられる。

20

【0125】

既述のごとく、冷間圧接時にはコイル製造装置20の第1保持部11および第2保持部12によって、コイル片が挟持されるが、その際、平角導体保持溝111A、112Aの合計深さ（平角導体保持溝121A、122Aの合計深さも同様）は、コイル片の板厚D7よりも小さいものとなっている。そして押圧部18で押圧されてコイル片が第1保持部11、第2保持部12に挟持されることにより、挟持部分は、平角導体保持溝121Aと122A、および平角導体保持溝111Aと112Aの合計深さと同程度の厚み（D8）に板厚方向に圧縮される。この、第1保持部11および第2保持部12による挟持部分が第1薄肉部T1、第2薄肉部T2である。つまり、第1薄肉部T1および第2薄肉部T2は、冷間圧接の接合部CPに対応して形成されるものであり、例えば、U字状（コ字状）のコイル片を接続してなるコイルの場合、第1薄肉部T1は、第一の周において2箇所 に設けられ、第2薄肉部T2も第二の周において2箇所 に設けられる。またU字状の単位コイル片の長さが全て同じ場合には、第1薄肉部T1と第2薄肉部T2は、破線の四角で示すように、螺旋構造体の軸中心方向において重畳する位置に設けられる。

30

【0126】

また、冷間圧接の接合部CPに対応して形成される第1薄肉部T1および第2薄肉部T2は、図11に示すようにコイル片がU字状（コ字状）とO字状（口字状）の組合せで構成される場合は、接合部CPに対応して第一の周と第二の周で交互にずれた位置に形成される（O字状のコイル片の場合は、1周において1箇所のみ薄肉部が形成される）。

40

【0127】

そしてコイル50は螺旋構造を構成する全ての周が一体的に、絶縁樹脂により被覆されている。これにより螺旋構造の各周の密着性を高めることができる。また、第1薄肉部T1と第2薄肉部T2の間には、コイル片の隙間部SPが形成されるが、当該隙間部SPにも絶縁樹脂の一部が埋め込まれている。つまり上述の製造方法で説明したように、螺旋構造体の完成後に（必要に応じて成型を行い）液状の絶縁樹脂に螺旋構造体を浸すため、隙

50

間部SPに絶縁樹脂が入り込む。これにより、さらに螺旋構造の各周の密着性を高めることができる。

【0128】

また、コイル50は、ステータコア60の形状に合わせて、螺旋構造体の軸中心方向（ステータコアの径方向）に凹状または凸状となるように、すなわち、同図（c）に示すように、内周端部が外周端部と非同一面となる湾曲状に成形されていてもよい。

【0129】

図14は、本実施形態のコイル50と、丸線を巻回して構成したコイル（丸線コイル）の発熱量を測定し、比較した図である。丸線コイルと本実施形態のコイル50について、5V、20Aで時間経過に伴う発熱量（温度）を測定した。

10

【0130】

丸線コイルは、開始10秒で28.5、30秒で42と温度が急上昇し、開始から90秒で73度まで上昇したため、実験を中止した。一方、本実施形態のコイル50（20A）は、開始10秒で21.1、30秒で21.5と緩やかに温度上昇し、開始から1530秒経過後に32.4で飽和状態となった。

【0131】

この結果からも明らかなように、本実施形態のコイル（内周側が略直角のコイル（内周直角コイル））50は、動作時においても常温に近い温度（例えば、40～50）以上の温度上昇がほとんどないと言え、非常に放熱性が高いといえる。そしてこのような高い放熱性によって、従来と比較してコイル抵抗を大幅に低減することができる。

20

【0132】

また、コイル50の螺旋構造の始端部分と終端部分の幅W3を、帯短手方向の幅W1より広げてもよい。これにより角部と同様に、始端部分と終端部分でのコイル抵抗を低減することができる。

【0133】

なお、本実施形態では、冷間圧接によりコイル片の端面同士を繰り返し接合で形成した、内周直角のコイル50について説明した。しかしこれに限らず、コイル片の端面同士は他の接合方法によって接合するものであってもよい。具体的には、超音波溶接（高周波溶接）、電気溶接、ロウ付けなどの各種接続方法が採用できる。

【0134】

<ステータコアへの取り付け方法>

図15を参照して、本実施形態のコイル50のステータコアへの取り付け例を説明する。図15（a）はコイル50およびカセット51A、51Bの側面図である。また図15（b）は、図15（a）のc-c線に沿った断面図である。図15（c）は、ステータコア60への取り付けの一例を示す図15（a）のc-c線に沿った断面に対応する断面図である。

30

【0135】

本実施形態のコイル50は、図13（c）のごとくステータコアの外形に沿って成型し、成型後に一体的に絶縁樹脂で被覆してなり、これをいわゆる後付けでステータコアに装着する。

40

【0136】

このため例えば、同図（a）に示すようにコイル50の螺旋構造の軸中心方向の一方の面側に鍔部52A、52Bを有する2つのカセット51A、51Bを用意し、一方のカセット51Aの鍔部52Aが形成されていない面側からコイル50を挿入し、他方のカセット51Bを重ねて両者を係合する。そしてこのカセット付きコイル50をステータコア60に挿入する。カセット51A、51Bは、同図（b）に示す断面の上面視において嵌合するように切欠きあるいは係合部53が設けられている。

【0137】

なお、同図（c）に示すように、コイル50は、螺旋構造の軸中心方向の一方の面側のみ鍔部52Bを有する1つのカセット51Cに取り付け、ステータコア60に装着しても

50

よい。その場合、動作時の遠心力によってステータコア 60 からコイル 50 が抜ける（あるいは不必要な移動（振動）が生じる）ことを防止するために、ステータコア 60 に切欠き 61 を設け、カセット付きコイル 50 をステータコア 60 に取りつけた後、カセット付きコイル 50 の上方を覆う抜け止めリング 62 とステータコア 60 の切欠き 61 と嵌合するとよい。

< コイルの螺旋構造 >

図 16 および図 17 を参照して、コイルの螺旋構造について更に説明する。図 16 は、本実施形態のコイル 50 の側面図であり、同図 (a) が一実施例の短辺側から見た側面図であり、同図 (b) がその長辺側から見た側面図であり、同図 (c) が他の実施例の短辺側から見た側面図であり、同図 (d) がその長辺側から見た側面図であり、同図 (e) が更に別の実施例の短辺側から見た側面図である。図 17 は、図 16 (c)、(e) の変形例であって、図 17 (a)、(c) が外観斜視図であり、同図 (b)、(d) がそれぞれ、同図 (a)、(c) の矢視側面図である。

10

【0138】

例えば、図 6 に示す U 字状（コ字状）の単位コイル片を複数接続して螺旋構造体を形成する場合、図 16 (a)、(b) に示す様に、螺旋の第一の周 TC1 から第二の周 TC2 までの 1 周分の間で、螺旋進行方向に沿って徐々に変形させて単位コイル片の厚みを吸収し、それを各周繰り返している。

【0139】

つまり、本実施形態の一実施例に係るコイル 50 は、厳密には、同図 (a)、(b) に示すように、各コイル片が僅かに傾斜しながら次のコイル片に接続し、螺旋構造体が形成される。なお、ここではコイル 50 の短辺側の一側面（同図 (a)）、長辺側の一側面（同図 (b)）を示しているが、コイル 50 の 4 側面の全てにおいて同様に傾斜する。

20

【0140】

また、本実施形態のコイル 50 は、上記の構造に限らず、同図 (c) ~ (e) に示す様な螺旋構造であってもよい。

【0141】

すなわち、同図 (c) に示すように、螺旋構造体の螺旋の第一の周 TC1 のうちの一部において、螺旋進行方向に沿ってコイル片の厚み分の段差 B ができるように変形し、螺旋の第二の周 TC2 のうちの一部において、螺旋進行方向に沿ってコイル片の厚み分の段差 B ができるように変形し、これを繰り返して螺旋構造体を形成するものである。なお、この段差 B の形成箇所は、コイル 50 の一つの側面（例えば、短辺側の一方の側面）のみであり、同じ箇所、すなわち第一の周の段差 B の上に第二の周の段差 B を形成する。

30

【0142】

このように、ただ一つの側面に形成する段差 B によってコイル片の厚みを吸収するので、他の 3 つの側面は、同図 (d) の長辺側の側面図に示すように各コイル片が傾斜することではなく、略水平に積層されることになる。

【0143】

このような構成によれば、コイル 50 の開始端 SE および、終了端 EE が突出することなく、最外周のコイルの面を平坦にすることができる。つまり、同図 (a)、(b) の螺旋構造では、同図 (a) に示す様に、開始端 SE を含むコイル 50 の面（図示の下端面）は、開始端 SE のコイル面 SF12' と周回した対向する側のコイル面 SF11' とは段差が生じ、同一面となっていない。同様に、終了端 EE を含むコイル 50 の面（図示の上端面）は、終了端 EE のコイル面 SF21' と対向する側のコイル面 SF22' とは段差が生じ、同一面となっていない。コイル片の厚みが比較的薄い場合には、このような段差が生じて問題はない。しかし、コイル片が厚い場合には、図 15 のようにカセット 51A, 51B にセットする際、この段差分のスペースを確保する必要がある。また隙間が生じるためにコイル 50 がたつくなどの問題が生じる場合もある。

40

【0144】

これに対し、同図 (c)、(d) の螺旋構造では、開始端 SE を含むコイル 50 の面（

50

図示の下端面)は、開始端SEのコイル面SF12と周回した対向する側のコイル面SF11とは(略)同一面に設けられ、終了端EEを含むコイル50の面(図示の上端面)は、終了端EEのコイル面SF21と対向する側のコイル面SF22も(略)同一面に設けられる。これによって、コイル50外形のサイズダウンが実現し、またカセット51A, 51Bへの密着性を高めることができる。

【0145】

同図(e)は、同図(c)、(d)と同様の螺旋構造であるが、コイル片の形状が異なる他の例である。コイル片は、同図(e)に示す様に帯短手方向BSの幅Wと厚みd2が略同等の断面(略)正形状であってもよい。このように幅Wに対して厚みd2が大きい場合には、同図(e)に示す様にコイル50の一側面に段差Bを設ける螺旋構造を採用することが、より好ましい。

10

【0146】

図17は、本実施形態の他の実施例を示す図である。同図に示すように、コイル50を構成する全てのコイル片(螺旋進行方向に沿って接続される全てのコイル片)は、帯短手方向BSの幅Wおよび厚みd2が異なるものであってもよい。例えば、同図に示すコイル50では、開始端SEから終了端EEに向かって、各コイル片の幅Wが徐々に広がる(WA、WB・・・)とともに厚みd2が徐々に薄くなるコイル片を接続している。

【0147】

なお、この例に限らず、各コイル片の幅Wのみが異なる(変化する)構成であってもよいし、各コイル片の厚みd2のみが異なる(変化する)構成であってもよい。

20

【0148】

このようにすることで、所望の四角錐台のコイル50を製造できる。また、この例のように、特に厚みd2が異なる複数のコイル片を用いる場合に図16(a)に示す様な螺旋構造を採用すると、開始端SEと終了端EEにおいて、コイル片の厚みd2の違いによって、最外周(図示の上側の最外周と下側の最外周)のコイル面の段差の値にも差が生じる。これにより、コイル50の外形サイズが大きくなるとともに不均一(非対称)な形状となるため、カセット51A、51Bにさらに余分なスペースを確保する必要がある。またカセット51A, 51Bへの着実な取り付けが難しくなる可能性も高くなる。このような場合に、コイル50の一側面に段差Bを形成する螺旋構造にすることによって、各コイル片の厚みd2が異なる場合であっても、最外周のコイル面を(略)平坦にすることができ(コイル面SF11, SF12を同一面とし、コイル面SF21, SF22を同一面とすることができる)るので、コイル外形50の大幅なサイズダウンが実現するとともに、カセット51A, 51Bへの取り付け時の不具合を回避できる。

30

【0149】

なお、上記の例では、段差Bをコイル50の短辺となる一側面に設ける場合を例に説明したが、段差Bをコイル50の長辺となる一側面に設けても良く、段差Bを設ける位置は、開始端SEと終了端EEの引き出しの形状によって適宜選択できる。

【0150】

以上、本発明は、上述した実施形態に限定せず、様々な実施形態で構成することができ、例えば、コイル片の曲折部は、湾曲状であってもよい。

40

【0151】

また、1つのコイル片は、一枚の銅板を打ち抜き加工により構成したものに限らず、複数の細平角導体(例えば、図16(e)示すような帯長手方向の断面形状が正方形の平角導体)をコイルの帯短手方向に並列配置してなるものであってもよい。また、コイルは一部が一枚の銅板打ち抜き加工によるコイル片により形成され、一部が細平角導体の並列配置によるコイル片により形成されてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0152】

本発明は、平角コイルを用いたコイル装置を製造する場合などに用いることができる。

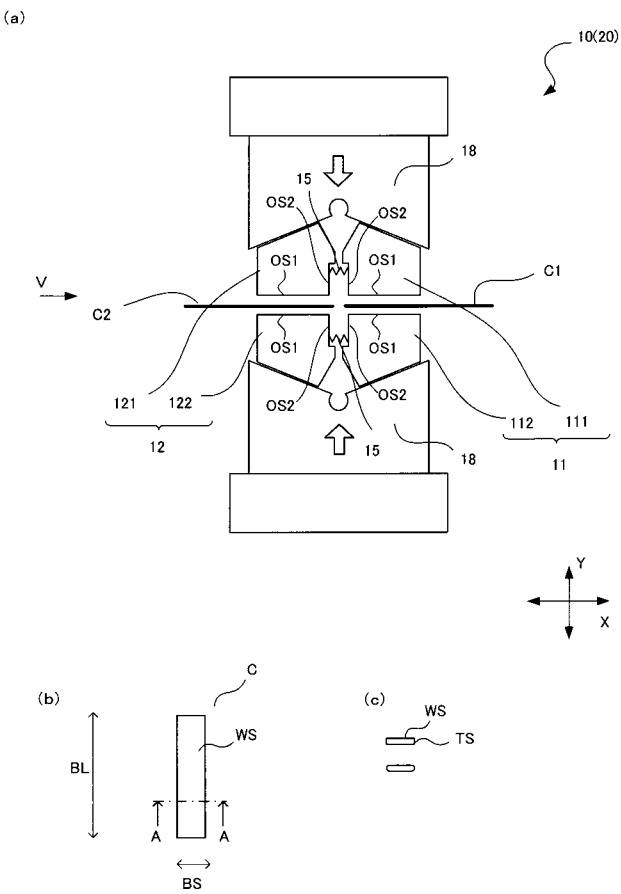
【符号の説明】

50

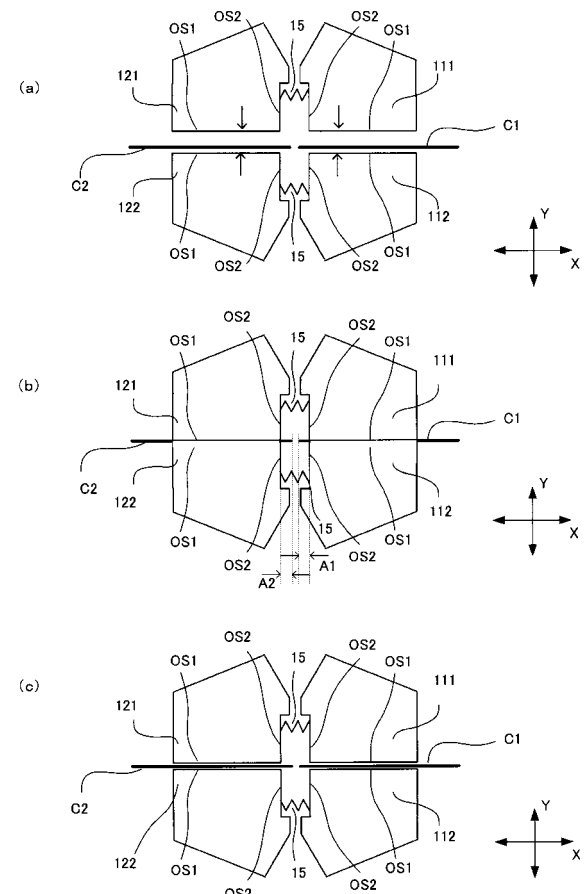
【 0 1 5 3 】

- 1 0 冷間圧接装置
- 2 0 コイル製造装置
- 1 1 第 1 保持部
- 1 2 第 2 保持部
- 5 0 コイル

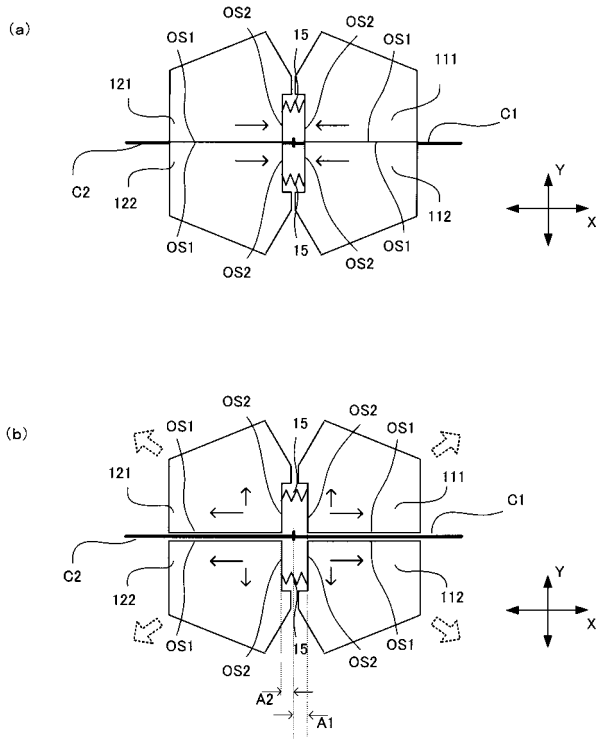
【 図 1 】



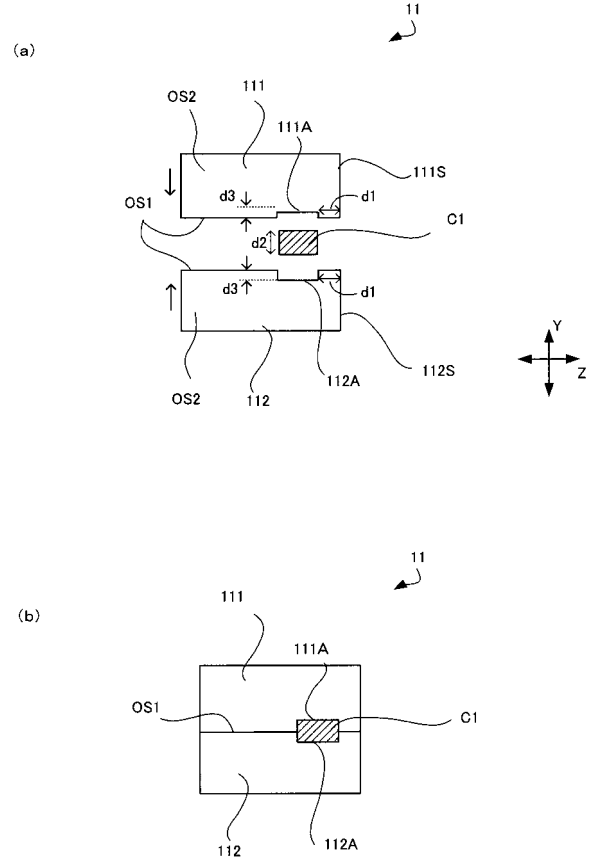
【 図 2 】



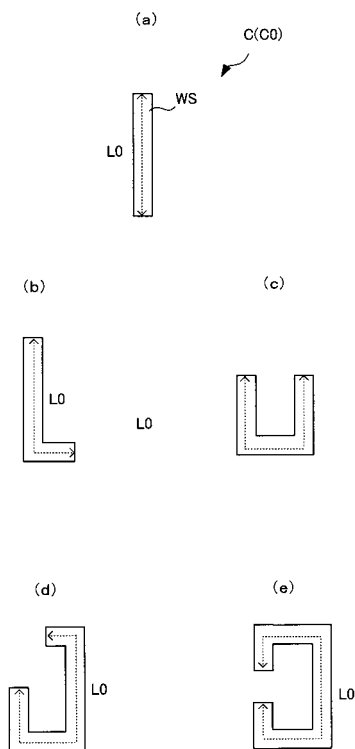
【 図 3 】



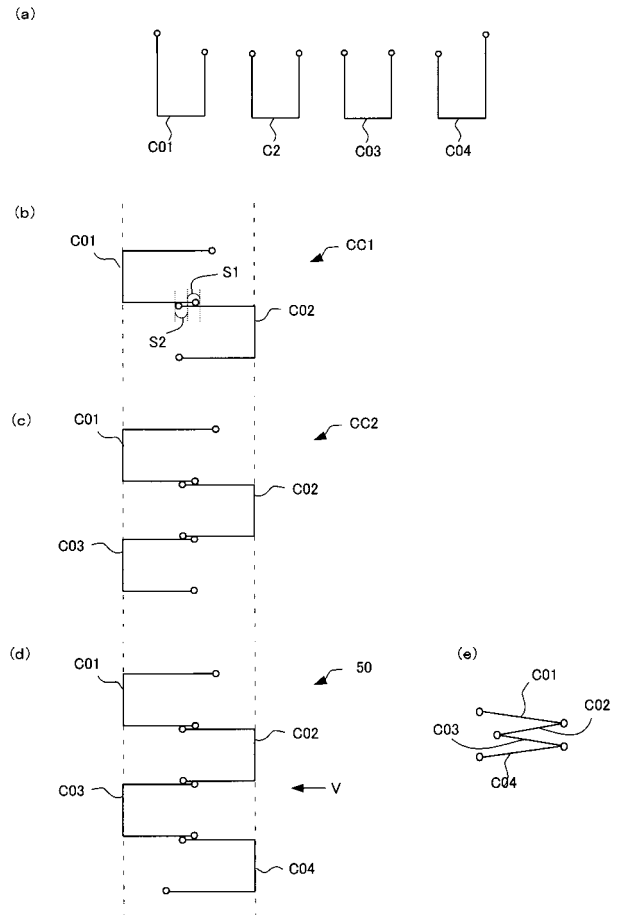
【 図 4 】



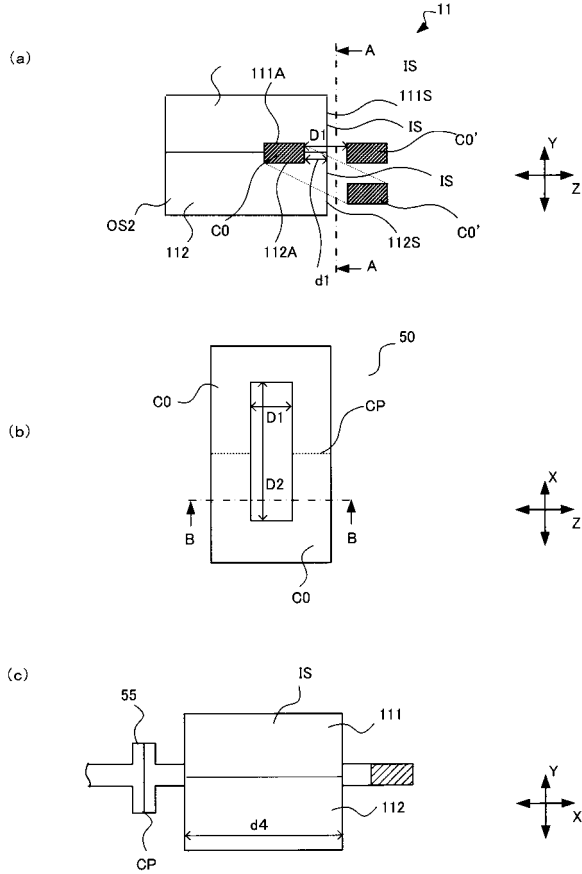
【 図 5 】



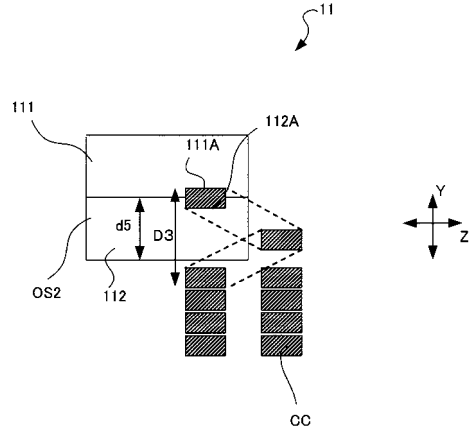
【 図 6 】



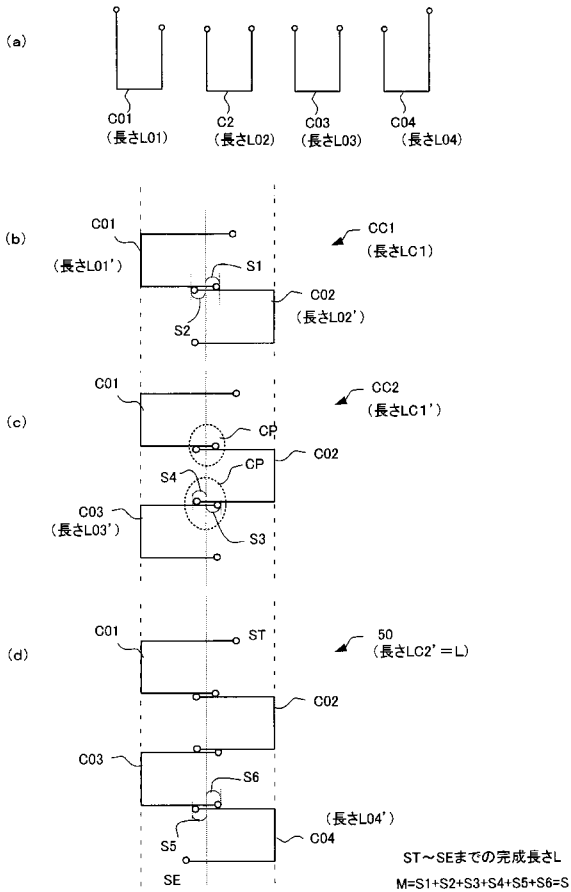
【 図 7 】



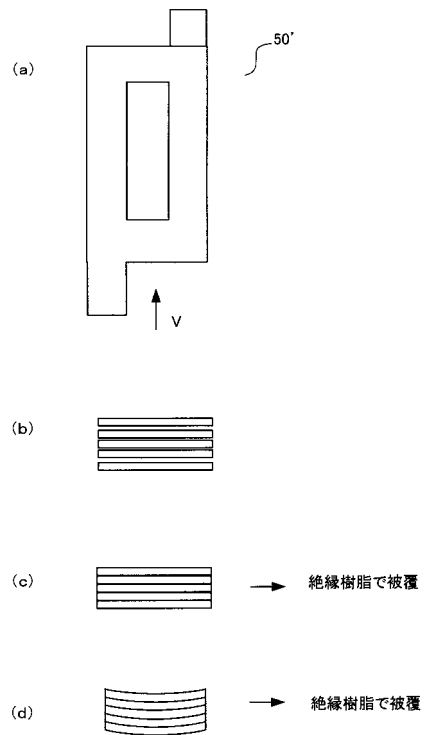
【 図 8 】



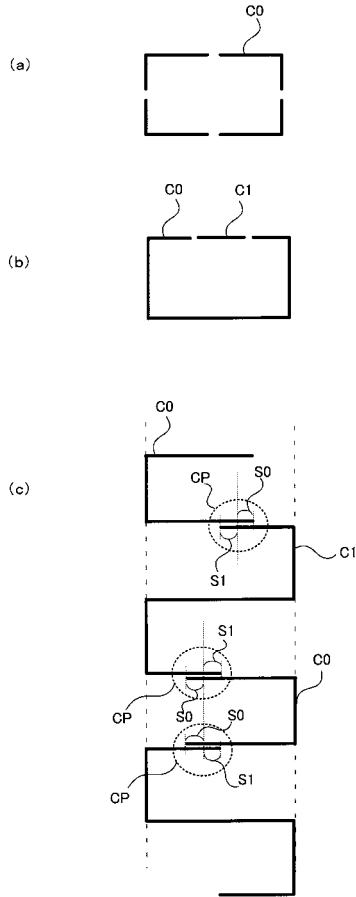
【 図 9 】



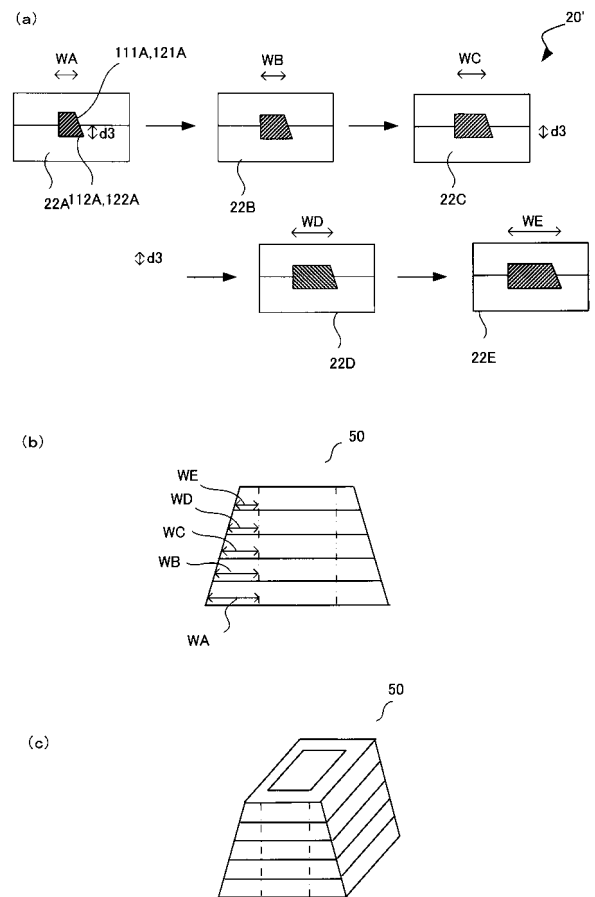
【 図 10 】



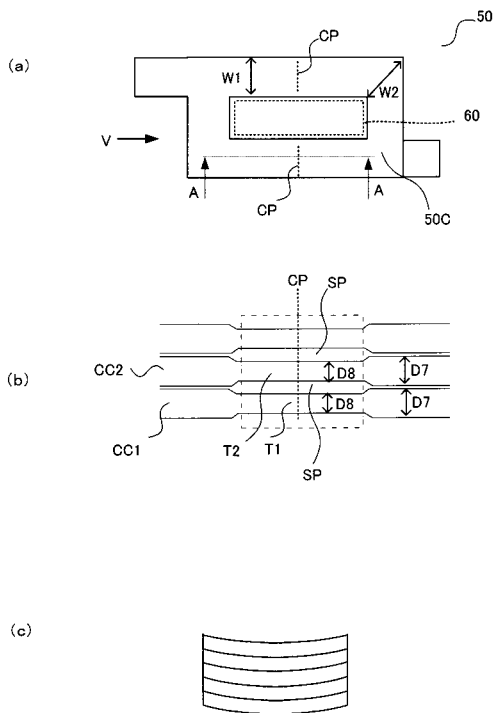
【 図 1 1 】



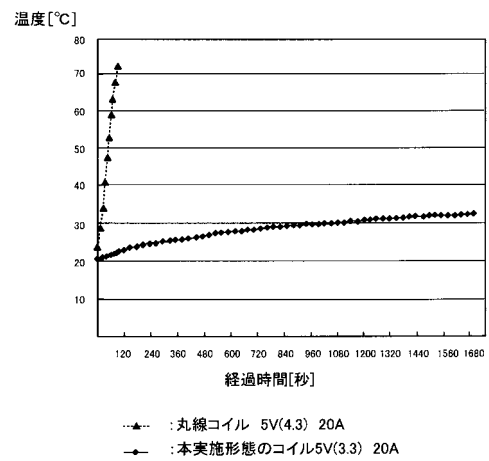
【 図 1 2 】



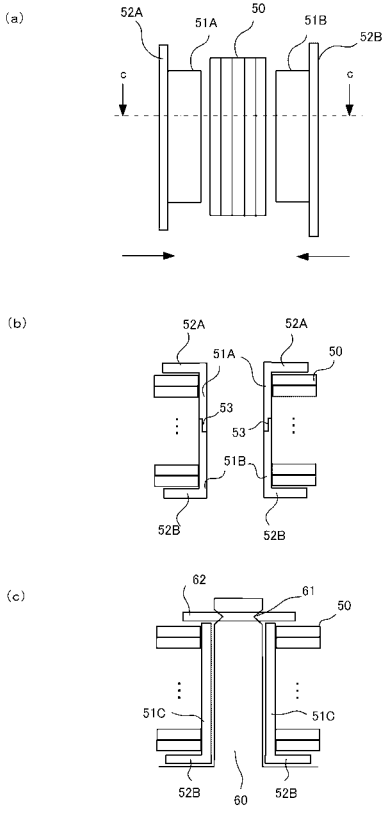
【 図 1 3 】



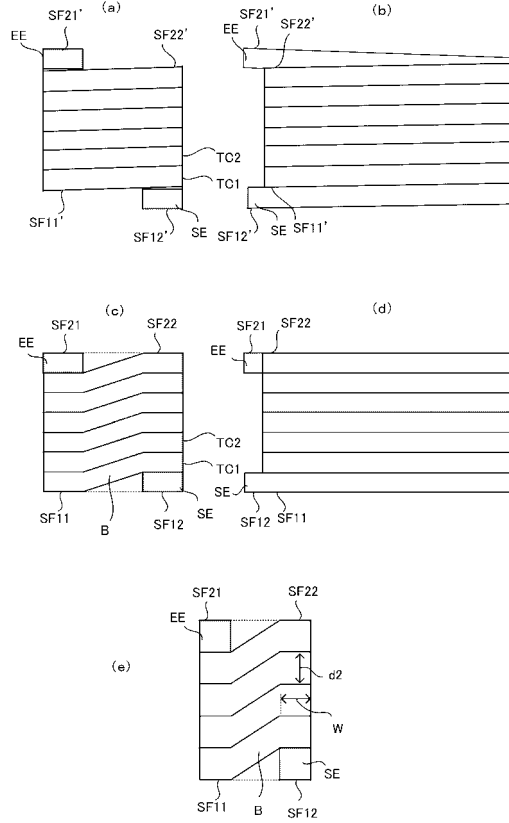
【 図 1 4 】



【 15 】



【 16 】



【 17 】

