

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7558491号
(P7558491)

(45)発行日 令和6年10月1日(2024.10.1)

(24)登録日 令和6年9月20日(2024.9.20)

(51)国際特許分類

H 0 1 F	37/00 (2006.01)	F I	H 0 1 F	37/00	M
H 0 1 F	27/28 (2006.01)		H 0 1 F	37/00	F
H 0 2 M	3/155(2006.01)		H 0 1 F	37/00	A
			H 0 1 F	27/28	1 5 2
			H 0 2 M	3/155	Y

請求項の数 7 (全25頁)

(21)出願番号 特願2021-97095(P2021-97095)
 (22)出願日 令和3年6月10日(2021.6.10)
 (65)公開番号 特開2022-188850(P2022-188850)
 A)
 (43)公開日 令和4年12月22日(2022.12.22)
 審査請求日 令和5年10月27日(2023.10.27)

(73)特許権者 395011665
 株式会社オートネットワーク技術研究所
 三重県四日市市西末広町1番14号
 (73)特許権者 000183406
 住友電装株式会社
 三重県四日市市西末広町1番14号
 (73)特許権者 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74)代理人 100100147
 弁理士 山野 宏
 (74)代理人 100116366
 弁理士 二島 英明
 (72)発明者 小林 健人

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 リアクトル、コンバータ、及び電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

平角線で構成されたエッジワイズ型のコイルと、
 前記コイルが配置された磁性コアと、
 前記コイルの少なくとも一方の端部に配置された保持部材とを備え、
 前記コイルは、
 複数のターンで構成された本体部と、
 前記本体部の一方の端部から前記本体部の端面に沿う方向に引き出された第一端末部とを有し、
 前記複数のターンの各々は、

前記平角線における前記ターンの内周側を構成する内周部と、
 前記平角線における前記ターンの外周側を構成する外周部とを有し、
 前記外周部は、前記内周部に対して前記本体部の軸方向の第一の方向に向かって傾くよう曲げられており、

前記保持部材は、
 前記本体部の端面と向かい合う第一面と、
 前記第一端末部を保持する固定部とを有し、
 前記固定部は、前記第一端末部に貫通されるスリットを有する、
 リアクトル。

【請求項2】

前記複数のターンの各々は、前記平角線が屈曲された角部を有し、前記角部における前記内周部と前記外周部との前記本体部の軸方向の変位量が0.1m以上0.5mm以下である請求項1に記載のリクトル。

【請求項3】

前記第一面は、第一領域を有し、

前記第一領域は、前記複数のターンのうちの前記第一面に接するターンを、前記本体部の軸方向の第二の方向に押圧する請求項1又は請求項2に記載のリクトル。

【請求項4】

平角線で構成されたエッジワイズ型のコイルと、

前記コイルが配置された磁性コアと、

前記コイルの少なくとも一方の端部に配置された保持部材とを備え、

前記コイルは、

複数のターンで構成された本体部と、

前記本体部の一方の端部から前記本体部の端面に沿う方向に引き出された第一端末部とを有し、

前記保持部材は、

前記本体部の端面と向かい合う第一面と、

前記第一端末部を保持する固定部とを有し、

前記固定部は、前記第一端末部に貫通されるスリットを有し、

前記第一面は、第一領域を有し、

前記第一領域は、前記複数のターンのうちの前記第一面に接するターンを、前記本体部の軸方向の第二の方向に押圧する、

リクトル。

【請求項5】

前記磁性コアは、前記本体部の内側に配置される内側コア部を有し、

前記保持部材は、

前記内側コア部の端部が挿入された貫通孔と、

前記本体部と前記内側コア部との間に配置された内側突起とを有する請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のリクトル。

【請求項6】

請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のリクトルを備える、

コンバータ。

【請求項7】

請求項6に記載のコンバータを備える、

電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、リクトル、コンバータ、及び電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1は、コイルと、コアと、枠状ボビンとを備えるリクトルを開示する。コイルは、平角線で構成されたエッジワイズコイルである。枠状ボビンは、コイルの両端部に配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2009-246220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

【0004】

コイルの端末部に対するバスバーの接続作業性を向上することが望まれる。コイルの両端部には、バスバーと接続される端末部が設けられている。端末部は、コイルの端部からコイルの軸方向と直交する方向に引き出される場合がある。バスバーは、外部の電気回路とコイルとを電気的に接続する部材である。

【0005】

特許文献1のリアクトルでは、コイルの端面に杵状ボピンが接しているだけであるため、コイルの端末部の位置が十分に規制されないことがある。杵状ボピンにおけるコイル端面との接触面の構造によっては、接触面から端末部が離れる方向にずれることがある。端末部の位置が定まらないと、端末部とバスバーとが離れて溶接できなかったり、仮に溶接できたとしても接合強度が不足したりするおそれがある。コイルの端末部とバスバーとの接続作業性の悪化は、リアクトルを備えるコンバータなどの装置の生産性の低下を招き得る。

10

【0006】

本開示は、コイルの端末部の位置を規制できるリアクトルを提供することを目的の一つとする。本開示は、上記リアクトルを備えるコンバータ、及び上記コンバータを備える電力変換装置を提供することを他の目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本開示のリアクトルは、平角線で構成されたエッジワイズ型のコイルと、前記コイルが配置された磁性コアと、前記コイルの少なくとも一方の端部に配置された保持部材とを備え、前記コイルは、複数のターンで構成された本体部と、前記本体部の一方の端部から前記本体部の端面に沿う方向に引き出された第一端末部とを有し、前記保持部材は、前記本体部の端面と向かい合う第一面と、前記第一端末部を保持する固定部とを有し、前記固定部は、前記第一端末部に貫通されるスリットを有する。

20

【0008】

本開示のコンバータは、本開示のリアクトルを備える。

【0009】

本開示の電力変換装置は、本開示のコンバータを備える。

【発明の効果】

30

【0010】

本開示のリアクトルは、コイルの端末部の位置を規制できる。

【0011】

本開示のコンバータ、及び本開示の電力変換装置は、生産性に優れる。

【図面の簡単な説明】**【0012】**

【図1】図1は、実施形態に係るリアクトルの一例を示す概略上面図である。

【図2】図2は、実施形態に係るリアクトルの一例を示す概略分解上面図である。

【図3】図3は、実施形態に係るリアクトルに用いられるコイルの一例を示す概略斜視図である。

40

【図4】図4は、実施形態に係るリアクトルに用いられるコイルと保持部材とが組み付けられた状態を示す概略斜視図である。

【図5】図5は、実施形態に係るリアクトルに用いられるコイルを軸方向から見た概略端面図である。

【図6】図6は、図5のV I - V I断面を模式的に示す概略断面図である。

【図7】図7は、実施形態に係るリアクトルに用いられるコイルと保持部材とが分離した状態を模式的に示す概略上面図である。

【図8】図8は、実施形態に係るリアクトルに用いられるコイルの製造に用いる巻線機における曲げ加工部の構成を説明する概略図である。

【図9】図9は、曲げ加工部の動作を説明する概略図である。

50

【図10】図10は、曲げ加工部の動作を説明する別の概略図である。

【図11】図11は、実施形態に係るリアクトルに用いられるコイルの製造方法を説明するための概略図である。

【図12】図12は、実施形態に係るリアクトルに用いられるコイルと磁性コアと保持部材とが組み付けられた状態を模式的に示す概略上面図である。

【図13】図13は、図4に示す第一保持部材を第一面側から見た概略端面図である。

【図14】図14は、図4に示す第一保持部材を第一面側から見た概略斜視図である。

【図15】図15は、図4に示す第一保持部材の概略上面図である。

【図16】図16は、図4に示す第二保持部材を図4の反対側から見た概略斜視図である。

【図17】図17は、図4に示す第二保持部材を第一面側から見た概略端面図である。

【図18】図18は、ハイブリッド自動車の電源系統を模式的に示す構成図である。

【図19】図19は、コンバータを備える電力変換装置の一例の概略を示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

[本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

【0014】

(1) 本開示の実施形態に係るリアクトルは、平角線で構成されたエッジワイズ型のコイルと、前記コイルが配置された磁性コアと、前記コイルの少なくとも一方の端部に配置された保持部材とを備え、前記コイルは、複数のターンで構成された本体部と、前記本体部の一方の端部から前記本体部の端面に沿う方向に引き出された第一端末部とを有し、前記保持部材は、前記本体部の端面と向かい合う第一面と、前記第一端末部を保持する固定部とを有し、前記固定部は、前記第一端末部に貫通されるスリットを有する。

【0015】

本開示のリアクトルは、保持部材によって、コイルの第一端末部の位置を規制できる。コイルの本体部の端部において、第一端末部が固定部に形成されたスリットに挿入されることで、第一端末部の位置が規制される。これにより、第一端末部の位置精度が向上するため、第一端末部に対するバスバーの接続作業性が向上する。特に、コイルの端末部とバスバーとの接続作業を自動化する場合に有効である。

【0016】

保持部材は、本体部の端面に沿う方向にスライドさせて、本体部の端部に容易に組み付けられる。保持部材をスライドさせることによって、第一端末部をスリットに挿入することができる。

【0017】

(2) 本開示のリアクトルの一形態として、前記複数のターンの各々は、前記平角線における前記ターンの内周側を構成する内周部と、前記平角線における前記ターンの外周側を構成する外周部とを有し、前記外周部は、前記内周部に対して前記本体部の軸方向の第一の方向に向かって傾くように曲げられていてもよい。

【0018】

上記形態は、コイルのみの状態で、本体部の端部において第一端末部を第一の方向に開いた状態にできる。保持部材をスライドさせて本体部の端部に組み付ける際、第一端末部をスリットに挿入し易い。よって、コイルへの保持部材の組み付け作業性が向上する。

【0019】

(3) 上記(2)に記載のリアクトルの一形態として、前記複数のターンの各々は、前記平角線が屈曲された角部を有し、前記角部における前記内周部と前記外周部との前記本体部の軸方向の変位量が0.1mm以上0.5mm以下であってもよい。

【0020】

上記形態は、第一端末部を本体部の軸方向の第一の方向に開いた状態にし易い。

【0021】

(4) 本開示のリアクトルの一形態として、前記第一面は、第一領域を有してもよい。

10

20

30

40

50

前記第一領域は、前記複数のターンのうちの前記第一面に接するターンを、前記本体部の軸方向の第二の方向に押圧する。

【0022】

上記形態は、第一面に接するターンが第二の方向に押圧されることで、第一端末部が本体部の端面に沿う方向に矯正される。これにより、第一端末部の位置精度が向上する。

【0023】

(5) 本開示のリアクトルの一形態として、前記磁性コアは、前記本体部の内側に配置される内側コア部を有し、前記保持部材は、前記内側コア部の端部が挿入された貫通孔と、前記本体部と前記内側コア部との間に配置された内側突起とを有してもよい。

【0024】

上記形態は、内側突起によって、本体部と内側コア部との間隔を保持できる。

【0025】

(6) 本開示の実施形態に係るコンバータは、上記(1)から(5)のいずれか1項に記載のリアクトルを備える。

【0026】

本開示のコンバータは、上記リアクトルを備えることで、コイルの端末部とバスバーとの接続作業が容易である。よって、本開示のコンバータは生産性に優れる。

【0027】

(7) 本開示の実施形態に係る電力変換装置は、上記(6)に記載のコンバータを備える。

【0028】

本開示の電力変換装置は、上記コンバータを備えることで、生産性に優れる。

【0029】

[本開示の実施形態の詳細]

本開示のリアクトル、コンバータ、及び電力変換装置の具体例を、図面を参照して説明する。図中の同一符号は同一又は相当部分を示す。

なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0030】

<リアクトルの概要>

実施形態に係るリアクトル100の概要を説明する。リアクトル100は、図1、図2に示すように、コイル10と磁性コア30と保持部材40とを備える。コイル10は、図3に示すように、本体部110と端末部130とを有する。本実施形態では、端末部130として、第一端末部131と第二端末部132とを有する。保持部材40は、コイル10の端部に配置される。本実施形態では、図4に示すように、保持部材40として、第一保持部材40aと第二保持部材40bとを有する。リアクトル100の特徴の一つは、第一端末部131と第一保持部材40aとが特定の構造を備える点にある。以下、リアクトル100の構成を詳細に説明する。

【0031】

(コイル)

図3、図5を主に参照して、コイル10の概要を説明する。コイル10は、平角線1で構成されたエッジワイズ型のコイルである。図3では、第二端末部132をコイル10の軸方向にフラットワイズ曲げする前であって、図2に示すコイル10の形状とする前の状態を示している。図5は、図3に示すコイル10を第一端部121側からコイル10の軸方向に見た図である。図5では、第二端末部132の図示を省略している。

以下の説明において、端末部130が設けられた側を上とする。コイル10の第一端部121側の端面を正面とし、コイル10の第二端部122側の端面を背面とする。正面から背面に向かう方向から見て右側を右とし、左側を左とする。図中、矢印Xは右方向、矢印Yは軸方向、矢印Zは上方向をそれぞれ示している。

10

20

30

40

50

【0032】

(平角線)

平角線1は、断面が矩形の巻線である。上記断面とは、平角線1の長手方向に直交する断面である。上記矩形は、図8に示す平角線1のように、一对の短辺と一对の長辺とを有する。平角線1の幅は、向かい合う短辺同士の距離であり、長辺の長さに相当する。平角線1の幅方向は、実質的に矩形の長辺に沿う方向である。平角線1の厚さは、向かい合う長辺同士の距離であり、短辺の長さに相当する。平角線1の厚さ方向は、実質的に矩形の短辺に沿う方向である。平角線1の幅及び厚さは適宜選択できる。平角線1の幅は、例えば3mm以上15mm以下、更に5mm以上12mm以下である。平角線1の厚さは、例えば0.5mm以上5mm以下、更に0.8mm以上3mm以下である。

10

【0033】

(本体部)

本体部110は、図3に示すように、平角線1をエッジワイス巻きして螺旋状に形成された部分である。本体部110は複数のターン2によって構成される。本体部110は、第一端部121と第二端部122とを含む。第一端部121は、本体部110の軸方向の一方の端部である。第二端部122は、本体部110の軸方向の他方の端部である。

【0034】

本体部110の形状は、円筒状でもよいし、角筒状でもよい。円筒状とは、本体部110を軸方向から見た端面の形状が、円形状であるものをいう。円形状には、真円形状のみならず、橢円形状も含む。角筒状とは、上記端面の形状が、多角形状であるものをいう。多角形状としては、例えば、三角形状、四角形状、六角形状、八角形状などがある。四角形状には、矩形状、台形状が含まれる。矩形状には、正方形が含まれる。本実施形態では、本体部110が角筒状である。本体部110の端面が矩形状である。

20

【0035】

各ターン2の形状は、上述した本体部110の端面の形状と実質的に同じである。ターン2の形状とは、ターン2の軸方向から見た形状である。本実施形態では、図5に示すように、ターン2の形状が矩形状である。ターン2は、平角線1が直線状に配置された4つの直線部20sと、平角線1が屈曲された4つの角部20cとを有する。

【0036】

ターン2の数は適宜選択できる。ターン2の数は、例えば10ターン以上60ターン以下、更に20ターン以上50ターン以下である。

30

【0037】

(端末部)

端末部130は、図3に示すように、本体部110の軸方向における端部120から平角線1が引き出された部分である。端末部130は、本体部110の輪郭から外側に突出する。端末部130のうち、第一端末部131は、第一端部121から引き出されている。第二端末部132は、第二端部122から引き出されている。第一端末部131及び第二端末部132には、図12に示すように、バスバー61, 62が接続される。

【0038】

第一端末部

第一端末部131は、図3に示すように、本体部110の第一端部121側の端面に沿う方向に引き出されている。本体部110の端面に沿う方向は、本体部110の軸方向と交差する。第一端末部131は、本体部110を構成する複数のターン2のうち、第一端部121側に位置する第一端部ターン2aにつながっている。第一端部ターン2aは、第一端部121側の端面を構成する。本実施形態では、図5に示すように、第一端末部131は第一端部ターン2aにおける上側の直線部20sの延長方向に沿って引き出されている。第一端末部131は直線部20sに連続して右方向に延びている。本実施形態とは異なり、第一端末部131を本体部110の軸方向と直交する方向にエッジワイス曲げして、第一端末部131が直線部20sの延長方向と直交するように引き出されていてよい。

40

【0039】

50

第二端末部

第二端末部 132 は、図 3 に示すように、本体部 110 を構成する複数のターン 2 のうち、第二端部 122 側に位置する第二端部ターン 2b につながっている。第二端部ターン 2b は、第二端部 122 側の端面を構成する。本実施形態では、第二端末部 132 は、第一端末部 131 とは異なり、図 2 に示すようにリアクトル 100 を組み立てる前に、本体部 110 の軸方向に沿う方向に引き出される。本実施形態とは異なり、第二端末部 132 は、第一端末部 131 と同じように、本体部 110 の第二端部 122 側の端面に沿う方向に引き出されてもよい。この場合、第二端末部 132 は、図 3 に示すように、第二端部ターン 2b における上側の直線部に連続して左方向に引き出される。

【0040】

10

《コイルの詳細》

図 6、図 7 を参照して、本実施形態におけるコイル 10 の構成を詳しく説明する。図 6 は、図 5 の V I - V I 断面における切断面のみを示している。図 6 では、切断面より奥に見える構成は省略している。図 5 の V I - V I 線は、ターン 2 の対角線である。コイル 10 の特徴の一つは、本体部 110 において、ターン 2 を形成する平角線 1 が特定の形状を有している点にある。図 6、図 7 では、コイル 10 の構成や保持部材 40 構成を簡略化して模式的に示している。図 7 は、保持部材 40 が組み付けられていないコイル 10 のみの状態を示している。保持部材 40 については後述する。

【0041】

20

図 6 に示すように、本体部 110 を構成する複数のターン 2 の各々は、内周部 1i と外周部 1e とを有する。内周部 1i は、平角線 1 におけるターン 2 の内周側を構成する。外周部 1e は、平角線 1 におけるターン 2 の外周側を構成する。外周部 1e は、内周部 1i に対して本体部 110 の軸方向の第一の方向に向かって傾くように曲げられている。換言すれば、ターン 2 を形成する平角線 1 が平角線 1 の幅方向の途中で屈曲されている。内周部 1i と外周部 1e とは屈曲部 1b を介してつながっている。内周部 1i は、平角線 1 における屈曲部 1b よりもターン 2 の内周側に位置する部分である。外周部 1e は、平角線 1 における屈曲部 1b よりもターン 2 の外周側に位置する部分である。本実施形態では、図 5 に示す角部 20c 及び直線部 20s のいずれにおいても、ターン 2 における平角線 1 が幅方向の途中で屈曲されている。

【0042】

30

内周部 1i は、本体部 110 の軸方向に沿った断面を見たとき、ターン 2 の内周側から外周側に向かって実質的に径方向に沿って延びている。つまり、内周部 1i は、ターン 2 の径方向と実質的に平行に延びている。内周部 1i が平角線 1 の巻きピッチによって径方向からずれている分については、径方向に沿っているとみなす。

【0043】

上記第一の方向は、本体部 110 の軸方向の他方の端部から一方の端部に向かう方向である。即ち、第一の方向は、第二端部 122 から第一端部 121 に向かう方向である。第一の方向は、背面から正面に向かう方向と一致する。図 6 では、第一の方向は上から下に向かう方向である。つまり、外周部 1e は、内周部 1i に対して下方に向かって傾斜している。

【0044】

40

平角線 1 の幅方向における内周部 1i の長さは、例えば、平角線 1 の幅の 30% 以上 75% 以下、更に 40% 以上 70% 以下である。平角線 1 の幅方向における外周部 1e の長さは、例えば、平角線 1 の幅の 25% 以上 70% 以下、更に 30% 以上 60% 以下である。

【0045】

変位量

内周部 1i と外周部 1e との本体部 110 の軸方向の変位量 1d は、例えば 0.1 mm 以上 0.5 mm 以下、更に 0.2 mm 以上 0.4 mm 以下である。変位量 1d は、ターン 2 における角部での変位量である。ターン 2 における直線部での変位量は、角部での変位量よりも小さくてもよい。上記角部とは、図 5 に示す角部 20c である。上記直線部とは

50

、図5に示す直線部20sである。

【0046】

複数のターン2において、全ての変位量1dが同じであってもよい。複数のターン2のうち、一部のターン2における変位量1dが、残りのターン2の少なくとも一部における変位量1dと異なってもよい。

【0047】

変位量1dは、例えば、レーザ距離計を用いて、次のようにして測定することができる。コイル10を、本体部110の軸方向が垂直となるように水平な台に置く。第一端部121が下、第二端部122が上になるようにコイル10を配置する。コイル10の上方の基準位置から、内周部1iの上面と側面との交点までの距離を測定する。この距離を第一の距離とする。内周部1iの側面は、ターン2の内周面であり、平角線1の断面における矩形の一方の短辺に対応する面である。上記基準位置から外周部1eの上面と側面との交点までの距離を測定する。この距離を第二の距離とする。外周部1eの側面は、ターン2の外周面であり、平角線1の断面における矩形のもう一方の短辺に対応する面である。第一の距離と第二の距離との差を変位量1dとする。そして、ターン2の全ての角部20cにおける変位量1dを測定する。本実施形態であれば、図5に示す4つの角部20cにおけるそれぞれの変位量1dを測定する。測定した全ての角部20cでの変位量1dの平均値をそのターン2における変位量1dとする。

10

【0048】

本実施形態では、図6を参照して説明したように、本体部110において、ターン2を形成する平角線1が幅方向の途中で屈曲されている。これにより、図7に示すように、第一端部121において第一端末部131が本体部110の軸方向の第一の方向に開いた状態になっている。具体的には、第一端末部131につながる第一端部ターン2aが、第一端部ターン2aに隣り合うターン2から離れている。このように、第一端末部131が第一の方向に開く理由については、後述するコイルの製造方法で説明する。

20

【0049】

更に、本実施形態では、図6に示すように、ターン2を形成する平角線1が幅方向の途中で屈曲されていることで、ターン2間の隙間2gを小さくすることができる。隙間2gが小さくなる理由については、後述するコイルの製造方法で説明する。

【0050】

30

隙間2gは、例えば0.076mm以下、更に0.06mm以下、0.05mm以下である。隙間2gは小さいほど好ましいので、下限は設けない。即ち下限はゼロである。

【0051】

隙間2gは、第一端部ターン2aを除く全てのターン2間の隙間2gの平均値として求めることができる。隙間2gは、 $[(L_1 - n_1 \times t) / (n_1 - 1)]$ として求められる。L₁は、第一端部ターン2aを含まない本体部110の長さ(mm)である。n₁は、第一端部ターン2aを除くターン2の数である。tは、平角線1の厚さ(mm)である。

【0052】

本体部110の長さL₁は、次のように測定する。本体部110の外周面の周方向の任意の位置に本体部110の軸方向と平行な直線を探る。この直線は、ターン2の外周面に接する仮想の直線である。直線上のターン2のうち、第一端部ターン2aを除いて本体部110の両端に位置するターン2間の距離を求める。この距離を長さL₁とする。本体部110の長さL₁は、本体部110の軸方向が水平になるようにコイル10を水平な台に置いて測定するとよい。測定は、本体部110に対して荷重をかけていない状態で行う。ターン2の数n₁は、上記直線と交差するターン2のうち、第一端部ターン2aを引いた数とする。(n₁ - 1)は、第一端部ターン2aを含まないターン2間の隙間2gの数を表している。

40

【0053】

(コイルの製造方法)

図8から図12を主に参照して、上述したコイル10の製造方法について説明する。コ

50

イル 1 0 は巻線機を使用して製造できる。巻線機には、公知の巻線機を利用できる。

【 0 0 5 4 】

(巻線機)

巻線機は、図 8 に示す曲げ加工部 8 0 0 と、図示しない送り機構とを備える。曲げ加工部 8 0 0 は、平角線 1 をエッジワイズ曲げ加工する。送り機構は、平角線 1 を送り出す。曲げ加工部 8 0 0 は、巻線機の主要な部分の一つである。

【 0 0 5 5 】

(曲げ加工部)

曲げ加工部 8 0 0 は、図 8、図 9 に示すように、保持部 8 1 0 とガイド部 8 2 0 とを有する。保持部 8 1 0 は、平角線 1 の内周部 1 i を保持する。平角線 1 の内周部 1 i は、平角線 1 をエッジワイズ曲げする際に、平角線 1 における曲げの内周側に位置する部分である。ガイド部 8 2 0 は、平角線 1 の外周部 1 e を保持する。平角線 1 の外周部 1 e は、平角線 1 における曲げの外周側に位置する部分である。

10

【 0 0 5 6 】

保持部

保持部 8 1 0 は、シャフト 8 1 1 と、シャフト 8 1 1 を支持する支持体 8 1 2 とを有する。シャフト 8 1 1 は、平角線 1 における内周部 1 i の側面と接触する円柱状の部材である。内周部 1 i の側面は、平角線 1 の断面における矩形の一方の短辺に対応する面である。支持体 8 1 2 は円筒状である。シャフト 8 1 1 は、支持体 8 1 2 の中心を貫通する。シャフト 8 1 1 は、支持体 8 1 2 に対して、シャフト 8 1 1 の軸方向にスライド可能である。シャフト 8 1 1 の先端は、支持体 8 1 2 の端面から突出する。シャフト 8 1 1 の先端には、円板状のフランジ 8 1 3 を有する。支持体 8 1 2 とフランジ 8 1 3 とは離間して配置されている。

20

【 0 0 5 7 】

保持部 8 1 0 は、支持体 8 1 2 の端面によって構成される第一面 8 1 2 f と、支持体 8 1 2 と向かい合うフランジ 8 1 3 の面によって構成される第二面 8 1 3 f とを有する。第一面 8 1 2 f と第二面 8 1 3 f とは、平角線 1 の内周部 1 i を厚さ方向に挟むよう向かい合って配置される。第一面 8 1 2 f と第二面 8 1 3 f との間に平角線 1 の内周部 1 i が通されて保持される。第一面 8 1 2 f と内周部 1 i との間、及び第二面 8 1 3 f と内周部 1 i との間は、平角線 1 を送り出した際に平角線 1 が通過できるように、若干のクリアランスが設けられている。

30

【 0 0 5 8 】

ガイド部

ガイド部 8 2 0 は、シャフト 8 1 1 の中心軸を回転中心にして回動可能である。ガイド部 8 2 0 は、平角線 1 の外周部 1 e を厚さ方向に挟むようにガイド溝 8 2 1 が形成されている。このガイド溝 8 2 1 に、平角線 1 の外周部 1 e が通されて保持される。ガイド溝 8 2 1 の幅は、平角線 1 を送り出した際に平角線 1 が通過できるように、平角線 1 の外周部 1 e の厚さよりも若干大きい。

【 0 0 5 9 】

本実施形態では、保持部 8 1 0 に対してガイド部 8 2 0 がシャフト 8 1 1 の軸方向にスライド可能である。ガイド部 8 2 0 の位置は、例えば図示しない駆動装置によって制御される。駆動装置としては、例えばサーボモータなどが利用できる。

40

【 0 0 6 0 】

図 9、図 1 0 を参照して、平角線 1 をエッジワイズ曲げする際の曲げ加工部 8 0 0 の動作を説明する。ここでは、図 3、図 5 に示す四角筒状のコイル 1 0 を形成する場合を例に挙げて説明する。図 9、図 1 0 は、曲げ加工部 8 0 0 をフランジ 8 1 3 側、即ち図 8 の下側からシャフト 8 1 1 の軸方向に見ている。図 9 に示すように、図示しない送り機構によって平角線 1 を直線状に送り出す。図 9 中の矢印は、平角線 1 の送り方向を示す。次に、図 1 0 に示すように、ガイド部 8 2 0 がシャフト 8 1 1 の中心軸を回転中心にして回動する。内周部 1 i の側面がシャフト 8 1 1 の外周面に押し付けられて、平角線 1 がシャフト

50

811の外周面に沿って曲がる。これにより、平角線1がエッジワイズ曲げされた角部が形成される。本実施形態では、ガイド部820が90°回動することによって、平角線1を90°曲げる。この動作を繰り返すことによって、1つのターン2を形成する。平角線1の送り出しとエッジワイズ曲げ加工とを4回繰り返すことにより、矩形状のターン2を形成する。そして、ターン2の形成を複数回繰り返し行うことにより、複数のターン2を形成することで、コイル10が形成される。

【0061】

平角線1の送り出し時は、図8に示すように、支持体812とフランジ813とは、平角線1の内周部1iとの間に隙間が形成されるような間隔に保持される。平角線1のエッジワイズ曲げ加工時は、支持体812とフランジ813とは、平角線1の内周部1iを上下から挟むような間隔に閉じられる。平角線1をエッジワイズ曲げしたとき、曲げの内周側が厚さ方向に膨らむように変形して、内周部1iが厚くなる。支持体812とフランジ813とで平角線1の内周部1iを平角線1の厚さ方向から挟むことで、エッジワイズ曲げ加工時に平角線1の内周部1iが厚くなることを抑制できる。

10

【0062】

一般に、巻線機を使用してコイルを作製する場合、保持部810とガイド部820との位置関係は、図8に示すように、シャフト811の軸方向において、平角線1の内周部1iを保持する位置と、平角線1の外周部1eを保持する位置とが略一致するように設定されている。つまり、平角線1における内周部1iと外周部1eとが平坦になるように、保持部810に対してガイド部820が位置する。このときのガイド部820の位置をガイド部820の基準位置とする。基準位置とは、保持部810が平角線1の内周部1iを保持したときの第一面812fと第二面813fとの間の中心線と、ガイド部820のガイド溝821の幅の中心線とが揃う位置である。

20

【0063】

上述したコイル10の製造方法の詳細を説明する。コイル10の製造方法は、上述した曲げ加工部800を備える巻線機を使用する。コイル10の製造方法は、平角線1を螺旋状にエッジワイズ巻きして複数のターン2を形成する工程を備える。コイル10の製造方法の特徴の一つは、図11に示すように保持部810に対してガイド部820を特定の方向に変位させた状態で、ターン2を形成する点にある。以下の説明では、図5から図7を適宜参照するものとする。

30

【0064】

本実施形態では、本体部110の第一端部121側から巻き始める。つまり、初めに、第一端部ターン2aを形成する。第一端部ターン2aを形成するときは、図5、図7に示す第一端末部131となる長さ分、平角線1を送り出す。このときの平角線1の送り量は、第一端末部131と1つの直線部20sとを含む長さである。平角線1を直線状に送り出した後、平角線1をエッジワイズ曲げして角部20cを形成する。その後、図9、図10を参照して説明したように、平角線1の送り出しとエッジワイズ曲げ加工とを繰り返すことにより、第一端部ターン2aを形成する。次いで、この動作を繰り返して、ターン2を連続して形成する。所定の数のターン2を形成することにより、本体部110を形成する。最終のターン2となる第二端部ターン2bを形成した後、第二端末部132となる長さ分、平角線1を送り出す。

40

【0065】

ターン2を形成する工程は、図11に示すように、保持部810に対してガイド部820をシャフト811の軸方向の第一の方向に変位させた状態で行う。具体的には、保持部810を基準としてガイド部820を下方にスライドさせることにより、保持部810に対してガイド部820を下方に変位させる。つまり、第一の方向は、図11の上から下に向かう方向である。保持部810に対してガイド部820を下方に変位させることで、平角線1における外周部1eが内周部1iに対して下方に傾斜するように平角線1を屈曲させることができる。この状態でターン2を形成することにより、図6に示すように、外周部1eが内周部1iに対して下方に向かって傾斜したターン2を形成できる。

50

【0066】

ターン2を形成する間は、ガイド部820を変位させた状態を維持する。つまり、保持部810とガイド部820との位置関係は維持される。エッジワイズ曲げ加工時は支持体812とフランジ813とで平角線1の内周部1iを挟むため、ターン2の角部20cでは、平角線1が折り曲げられる。一方、平角線1を送り出すときは、支持体812とフランジ813とは、平角線1の内周部1iとの間に隙間が形成されるような間隔で保持される。そのため、ターン2の直線部20sでは、角部20cに比べて平角線1を折り曲げる力が加わり難く、平角線1の曲げが小さくなる場合があると考えられる。本実施形態では、第一端末部131となる長さ分、及び第二端末部132となる長さ分、平角線1を送り出すときもガイド部820を変位させた状態を維持する。

10

【0067】

保持部810に対してガイド部820を変位させることによって、ターン2を形成する平角線1を幅方向の途中で屈曲させる。ターン2を形成するとき、平角線1を幅方向の途中で屈曲させることで、ターン2間の隙間2gを小さくすることができる。この理由は明らかではないが、次のように考えられる。平角線1が幅方向に折り曲げられることによって、平角線1を曲げた方向に引っ張られる力がターン2に加わることで、ターン2間が狭くなるものと推測される。上述したターン2の変位量1dが0.1mm以上であると、隙間2gを低減する効果が得られ易い。また、変位量1dが0.5mm以下であれば、平角線1が幅方向の途中で折れ曲がっていることが一見して分かり難い。つまり、従来と遜色ない見栄えのよいコイルを得易い。変位量1dは、例えば0.2mm以上0.4mm以下が好ましい。

20

【0068】

更に、平角線1を幅方向の途中で屈曲させることで、図7に示すように、第一端部121において第一端末部131が本体部110の軸方向の第一の方向に開いた状態になる。具体的には、第一端末部131につながる第一端部ターン2aが、第一端部ターン2aに隣り合うターン2から離れる。第一端末部131が開いた状態になる理由は、次のように考えられる。最初の第一端部ターン2aを形成するとき、第一端末部131となる長さ分、平角線1を送り出す。このとき、第一端末部131と、第一端末部131につながる直線部20sとは直線状になっている。第一端部ターン2aの角部20cで平角線1が幅方向に折り曲げられることによって、第一端部ターン2aの角部20cが次に巻回されるターン2の角部20cと当たる。そのため、第一端部ターン2aと次のターン2との間に隙間が形成される。第一端部ターン2aより時系列で後に巻回される複数のターン2の各々は、各ターン2の直前に巻回されたターン2が平角線1の幅方向に曲げられることによって、直前に巻回されたターン2側に引っ張られる。この引っ張りが隣り合うターン2間に作用することから、ターン2間が狭くなる。最初のターン2である第一端部ターン2aは、直前に巻回されたターン2の影響を受けないため、次に巻回されたターン2から離れた状態になる。上述したターン2の変位量1dが0.1mm以上であると、第一端末部131を第一の方向に開いた状態にし易い。ターン2の変位量1dが大きいほど、第一端末部131がより開いた状態になる。ターン2の変位量1dは0.2mm以上が好ましい。

30

【0069】

保持部810を基準としたガイド部820の変位量Gdは、例えば0.1mm以上0.5mm以下、更に0.2mm以上0.4mm以下が好ましい。ガイド部820の変位量Gdは、ガイド部820を上述した基準位置からシャフト811の軸方向にスライドさせた距離である。変位量Gdは、第一の方向、即ち下方への変位量である。

40

【0070】

保持部810によって保持する平角線1の内周部1iの幅は、例えば、平角線1の幅の30%以上75%以下、更に40%以上70%以下である。ガイド部820によって保持する平角線1の外周部1eの幅は、例えば、平角線1の幅の25%以上70%以下、更に30%以上60%以下である。

【0071】

50

(磁性コア)

図1、図2を参照して、磁性コア30の構成を説明する。磁性コア30には、コイル10が配置される。本実施形態における磁性コア30は、全体としてE状に構成されている。磁性コア30は、ミドルコア部300と、第一エンドコア部310と、第二エンドコア部320と、第一サイドコア部330と、第二サイドコア部340とを有する。本実施形態では、磁性コア30は、第一コア31と第二コア32との組物である。第一コア31と第二コア32については、後述する。

【0072】

(ミドルコア部)

ミドルコア部300は、磁性コア30のうち、コイル10の内側に配置される部分である。つまり、ミドルコア部300は内側コア部に相当する。本実施形態では、ミドルコア部300は、ミドルコア部300の長手方向に二分割されており、第一ミドルコア部301と第二ミドルコア部302とを有する。ミドルコア部300の長手方向の途中に、ギャップ部30gが設けられている。ギャップ部30gは、第一ミドルコア部301と第二ミドルコア部302との間に配置されている。ギャップ部30gは、エアギャップであってもよいし、樹脂やセラミクスなどの非磁性材料の板材であってもよい。本実施形態とは異なり、ミドルコア部300にはギャップ部30gが設けられていなくてもよい。

10

【0073】

(第一エンドコア部・第二エンドコア部)

第一エンドコア部310は、磁性コア30のうち、コイル10の第一端部121と向かい合う部分である。第二エンドコア部320は、コイル10の第二端部122と向かい合う部分である。第一エンドコア部310と第二エンドコア部320とは、コイル10を軸方向から挟むように間隔をあけて配置される。

20

【0074】

(第一サイドコア部・第二サイドコア部)

第一サイドコア部330及び第二サイドコア部340は、磁性コア30のうち、ミドルコア部300を挟むように、コイル10の外側に配置される部分である。第一サイドコア部330と第二サイドコア部340とは、コイル10の軸方向に沿う両側面を挟むように間隔をあけて配置される。第一サイドコア部330及び第二サイドコア部340は、第一エンドコア部310と第二エンドコア部320とをつなぐ長さを有している。

30

【0075】

(第一コア・第二コア)

磁性コア30は、第一コア31と第二コア32とが組み合わされことで構成されている。第一コア31及び第二コア32の各々の形状は、種々の組み合わせから選択できる。本実施形態では、磁性コア30は、E字状の第一コア31と、T字状の第二コア32とを組み合わせたE-T型である。その他の組み合わせとしては、例えば、E-U型、E-I型、T-U型などがある。

【0076】

本実施形態では、第一コア31は、第一エンドコア部310と、ミドルコア部300の一部である第一ミドルコア部301と、第一サイドコア部330及び第二サイドコア部340の各々の全部とを含む。第一エンドコア部310と、第一ミドルコア部301と、第一サイドコア部330と、第二サイドコア部340とは一体に形成されている。第二コア32は、第二エンドコア部320と、ミドルコア部300の残部である第二ミドルコア部302とを含む。第二エンドコア部320と、第二ミドルコア部302とは一体に成形されている。

40

【0077】

(保持部材)

図4、図7及び図12を参照して、保持部材40の概要を説明する。以下の説明では、コイル10の構成については図3、図5を適宜参照するものとする。磁性コア30の構成については、図1、図2を適宜参照するものとする。図12では、コイル10、保持部材

50

40、及び磁性コア30の構成を簡略化して模式的に示している。図12では、磁性コア30のうち、コイル10の内側に配置される内側コア部30iのみを示している。内側コア部30iは、磁性コア30のミドルコア部300に相当する。本実施形態では、コイル10の両端部にそれぞれ、保持部材40が配置されている。第一保持部材40aは、本体部110の第一端部121に配置される。第二保持部材40bは、コイル10の第二端部122に配置される。

【0078】

(第一保持部材)

第一保持部材40aは、図2に示すように、本体部110の第一端部121側の端面と磁性コア30の第一エンドコア部310との間に配置される。第一保持部材40aは、本体部110と第一エンドコア部310との電気的絶縁を確保する。以下、図13から図15を参照して、第一保持部材40aの構成を詳しく説明する。図13は、第一保持部材40aを内側から見た図である。図14は、第一保持部材40aを内側から見た斜視図である。第一保持部材40aの内側とは、図3に示す本体部110の第一端部121側の端面と向かい合う側である。つまり、第一保持部材40aの内側は、第一端部ターン2aと向かい合う。第一保持部材40aの外側は、第一エンドコア部310と向かい合う。第一保持部材40aの内側は背面側である。第一保持部材40aの外側は正面側である。図13では、第一端末部131と第一端部ターン2aとを二点鎖線で示している。図15では、第一端部ターン2aを含む一部のターン2を実線で示している。

【0079】

図13、図14に示すように、第一保持部材40aは枠状の部材である。第一保持部材40aの形状は、本体部110の端面に対応した形状である。本実施形態では、第一保持部材40aは矩形枠状である。

【0080】

第一面

第一保持部材40aは第一面41を有する。第一面41は、図13に示すように、本体部110の第一端部121側の端面を構成する第一端部ターン2aと向かい合う。

【0081】

第一面41は第一領域42を有する。第一領域42は、第一面41のうち、第一端部ターン2aに接する領域である。第一領域42は、第一面41に接する第一端部ターン2aを、本体部110の軸方向の第二の方向に押圧する。第二の方向は、上述した第一の方向とは逆向きである。即ち、第二の方向は、第一端部121から第二端部122に向かう方向である。換言すれば、第二の方向は、第一端部ターン2aを隣り合うターン2に近づける方向である。第二の方向は、正面から背面に向かう方向と一致する。本実施形態では、図14に示すように、第一領域42が、第一端部ターン2aに対応するように螺旋状に傾斜している。図12に示すように第一保持部材40aをコイル10に組み付けたとき、第一領域42によって、第一端部ターン2aを第二の方向に押圧することが可能である。第一端部ターン2aが押圧されることで、第一端末部131が本体部110の軸方向と直交する方向に矯正される。

【0082】

固定部

第一保持部材40aは固定部51を有する。固定部51は第一端末部131を保持する。固定部51は、第一端部ターン2aから第一端末部131が引き出される部分に形成されている。本実施形態では、図4に示すように、固定部51は、第一保持部材40aを正面から見たときの右上角部に設けられている。第一保持部材40aの右とは、例えば図4であれば、紙面右側である。図13であれば、紙面左側である。固定部51は、本体部110の第一端部121の外周面の一部を覆う。

【0083】

固定部51はスリット51sを有する。スリット51sは第一端末部131に貫通される。スリット51sは、本体部110の軸方向と直交する方向に延びている。スリット5

10

20

30

40

50

1 s は、第一保持部材 4 0 a の側面に開口している。スリット 5 1 s の開口形状は、平角線 1 の断面に対応した形状である。スリット 5 1 s の開口形状とは、スリット 5 1 s の軸方向から見た、スリット 5 1 s の輪郭の形状である。本実施形態では、スリット 5 1 s の開口形状が矩形状である。スリット 5 1 s は、第一端末部 1 3 1 を挿入するためのクリアランスを有することを許容する。固定部 5 1 は、第一端末部 1 3 1 を完全に不動に保持することを意図していない。つまり、第一端末部 1 3 1 とバスバー 6 1 との接続に支障がない程度にスリット 5 1 s 内で第一端末部 1 3 1 が本体部 1 1 0 の軸方向に移動することは許容される。

【 0 0 8 4 】

スリット 5 1 s は第一端末部 1 3 1 の全周を囲むように形成されている。図 1 5 に示すように、スリット 5 1 s の内周面のうち、第一面 4 1 側に位置する面は第一面 4 1 と面一になっている。

【 0 0 8 5 】

貫通孔

第一保持部材 4 0 a は貫通孔 4 3 を有する。貫通孔 4 3 には、図 1 2 に示す内側コア部 3 0 i の端部が挿入される。貫通孔 4 3 の形状は、内側コア部 3 0 i の端部の外周形状に概ね対応した形状である。本実施形態では、貫通孔 4 3 の形状が矩形状である。

【 0 0 8 6 】

内側突起

更に、第一保持部材 4 0 a は内側突起 4 5 を有する。内側突起 4 5 は、本体部 1 1 0 と内側コア部 3 0 i との間に配置される。内側突起 4 5 は、貫通孔 4 3 を構成する第一保持部材 4 0 a の内周面から貫通孔 4 3 の軸方向に突出する。図 1 3 に示すように本体部 1 1 0 の内側に内側コア部 3 0 i が配置されたとき、内側突起 4 5 によって、本体部 1 1 0 の内周面と内側コア部 3 0 i の外周面との間に隙間が形成される。その隙間により、本体部 1 1 0 とミドルコア部 3 0 0 との電気的絶縁を確保することができる。また、第一保持部材 4 0 a をコイル 1 0 に組み付けたとき、内側突起 4 5 によって、コイル 1 0 に対して第一保持部材 4 0 a を位置決めできる。内側突起 4 5 の数や位置は特に限定されない。内側突起 4 5 は、本体部 1 1 0 の内周面の各辺に対応する箇所に形成されていることが好ましい。本実施形態では、内側突起 4 5 は、第一保持部材 4 0 a の内周面のうち、上下の辺に 1 つずつ、両側の辺に 2 つずつ設けられている。

【 0 0 8 7 】

(第一保持部材の組み付け方法)

図 7、図 1 2 を参照して、第一保持部材 4 0 a の組み付け方法を説明する。図 7 に示すように、本体部 1 1 0 の第一端部 1 2 1 に対して、第一保持部材 4 0 a を本体部 1 1 0 の端面に沿う方向にスライドさせる。第一保持部材 4 0 a をスライドさせることによって、第一端末部 1 3 1 をスリット 5 1 s に挿通する。第一保持部材 4 0 a をスライドさせた後、第一保持部材 4 0 a を本体部 1 1 0 の第一端部 1 2 1 に押し付けて、第一保持部材 4 0 a を第一端部 1 2 1 に嵌め込む。これにより、図 1 2 に示すように、第一保持部材 4 0 a を本体部 1 1 0 の第一端部 1 2 1 に組み付けることができる。第一端部ターン 2 a が隣り合うターン 2 と離れていることで、第一端末部 1 3 1 をスリット 5 1 s に挿通し易い。第一保持部材 4 0 a をコイル 1 0 に組み付けた状態では、第一端部ターン 2 a が第一保持部材 4 0 a に押圧されることによって弾性変形し、第一端末部 1 3 1 が閉じた状態になる。図 1 2 では、第一端部ターン 2 a が隣り合うターン 2 と離れているように図示されているが、実際には、第一端部ターン 2 a が第一保持部材 4 0 a に押圧されることによって、第一端部ターン 2 a が隣り合うターン 2 と接している。

【 0 0 8 8 】

(第二保持部材)

第二保持部材 4 0 b は、図 2 に示すように、本体部 1 1 0 の第二端部 1 2 2 側の端面と磁性コア 3 0 の第二エンドコア部 3 2 0 との間に配置される。第二保持部材 4 0 b は、本体部 1 1 0 と第二エンドコア部 3 2 0 との電気的絶縁を確保する。以下、図 1 6、図 1 7

10

20

30

40

50

を参照して、第二保持部材 40b の構成を詳しく説明する。図 16 は、第二保持部材 40b を外側から見た斜視図である。図 17 は、第二保持部材 40b を内側から見た図である。第二保持部材 40b の内側とは、図 3 に示す本体部 110 の第二端部 122 側の端面と向かい合う側である。つまり、第二保持部材 40b の内側は、第二端部ターン 2b と向かい合う。第二保持部材 40b の外側は、第二エンドコア部 320 と向かい合う。第二保持部材 40b の内側は正面側である。第二保持部材 40b の外側は背面側である。図 17 では、第二端末部 132 と第二端部ターン 2b とを二点鎖線で示している。第二保持部材 40b の構成は、上述した第一保持部材 40a の構成と同様である。以下では、第二保持部材 40b について、第一保持部材 40a の相違点を中心に説明する。第一保持部材 40a と共に構成については、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

10

【0089】

図 16、図 17 に示すように、第二保持部材 40b は枠状の部材である。第二保持部材 40b の形状は、第一保持部材 40a と同様に、矩形枠状である。

【0090】

第一面

第二保持部材 40b は第一面 41 を有する。第一面 41 は、図 17 に示すように、本体部 110 の第二端部 122 側の端面を構成する第二端部ターン 2b と向かい合う。第一面 41 は、第一保持部材 40a と同様に、第二端部ターン 2b に接する第一領域 42 を有している。第一領域 42 は、第一面 41 に接する第二端部ターン 2b を、本体部 110 の軸方向の第一の方向に押圧する。第一の方向は、第二端部 122 から第一端部 121 に向かう方向である。換言すれば、第一の方向は、第二端部ターン 2b を隣り合うターン 2 に近づける方向である。ここでは、図示していないが、第一領域 42 は、第二端部ターン 2b に対応するように螺旋状に傾斜している。図 12 に示すように第一保持部材 40a をコイル 10 に組み付けたとき、第一領域 42 によって、第二端部ターン 2b を第一の方向に押圧することが可能である。

20

【0091】

固定部

第二保持部材 40b は固定部 52 を有する。固定部 52 は第二端末部 132 を保持する。固定部 52 は、第二端部ターン 2b から第二端末部 132 が引き出される部分に形成されている。本実施形態では、図 4 に示すように、固定部 52 は、第二保持部材 40b を正面から見たときの左上角部に設けられている。第二保持部材 40b の左とは、例えば図 16 であれば、紙面右側である。図 17 であれば、紙面左側である。固定部 52 は、図 16 に示すように、第二保持部材 40b の外側の面から軸方向に突出している。

30

【0092】

固定部 52 はスリット 52s を有する。スリット 52s は第二端末部 132 に貫通される。スリット 52s は、本体部 110 の軸方向に沿う方向に延びている。スリット 51s は、第二保持部材 40b の外側の面に開口している。スリット 52s の開口形状は、平角線 1 の断面に対応した形状、即ち矩形状である。スリット 52s は第二端末部 132 の全周を囲むように形成されている。図 17 に示すように、スリット 52s は、第一面 41 にほぼ直交している。スリット 52s は、第二端末部 132 を挿入するためのクリアランスを有することを許容する。固定部 52 は、上述した固定部 51 と同様に、第二端末部 132 を完全に不動に保持することを意図していない。

40

【0093】

貫通孔・内側突起

第二保持部材 40b は、第一保持部材 40a と同様に、貫通孔 43 と内側突起 45 とを有する。

【0094】

(第二保持部材の組み付け方法)

図 7、図 12 を参照して、第二保持部材 40b の組み付け方法を説明する。図 7 に示すように、第二保持部材 40b を本体部 110 の軸方向に沿う方向に移動させて、第二端末

50

部 132 をスリット 52s に挿通する。第二保持部材 40b を本体部 110 の第二端部 122 に押し付けて、第二保持部材 40b を第二端部 122 に嵌め込む。これにより、図 12 に示すように、第二保持部材 40b を本体部 110 の第二端部 122 に組み付けることができる。

【0095】

{ 実施形態の作用効果 }

上述した実施形態のリアクトル 100 は、保持部材 40 によって、コイル 10 の端末部 130 の位置を規制できる。特に、本体部 110 の端面に沿う方向に引き出された第一端末部 131 が、第一保持部材 40a の固定部 51 に形成されたスリット 51s に挿入される。そのため、第一端末部 131 が本体部 110 の軸方向にずれることを効果的に抑制できる。よって、第一端末部 131 の位置が十分に規制される。

10

【0096】

第一保持部材 40a は、本体部 110 の端面に沿う方向にスライドさせて、本体部 110 の第一端部 121 に組み付けられる。第一端末部 131 がスリット 51s に挿入されることで、第一保持部材 40a が第一端部 121 から外れ難くなる。また、スリット 51s の内周面のうち、第一面 41 側に位置する面が第一面 41 と面一になっていることで、第一面 41 をガイドにして、第一端末部 131 をスリット 51s に挿入し易い。

20

【0097】

コイル 10 における本体部 110 を構成する各ターン 2 は、平角線 1 の外周部 1e が内周部 1i に対して第一の方向に傾斜する。ターン 2 を形成する平角線 1 が幅方向の途中で屈曲されていることで、コイル 10 のみの状態で、第一端末部 131 を本体部 110 の軸方向の第一の方向に開いた状態にできる。第一保持部材 40a をスライドさせて第一端部 121 に組み付ける際、第一端末部 131 をスリット 51s に挿入し易い。第一保持部材 40a を第一端部 121 に組み付け易い。

【0098】

更に、ターン 2 を形成する平角線 1 が幅方向の途中で屈曲されていることで、ターン 2 間の隙間 2g を小さくできる。隙間 2g が小さいので、本体部 110 が両端部から軸方向に押されたときに本体部 110 の全長が短くなり難い。コイル 10 に保持部材 40 を組み付けた後、第一端末部 131 の位置及び第二端末部 132 の位置がほぼ変わらない。

30

【0099】

ターン 2 における内周部 1i と外周部 1e との変位量 1d が 0.1mm 以上であることで、第一端末部 131 を第一の方向に開いた状態にし易く、また、隙間 2g を低減し易い。変位量 1d が 0.5mm 以下であることで、平角線 1 が幅方向の途中で折れ曲がっていることが一見して分かり難い。つまり、従来と遜色ない見栄えのよいコイル 10 とすることができます。

40

【0100】

実施形態のリアクトル 100 は、第一端末部 131 の位置精度が向上するため、第一端末部 131 に対するバスバー 61 の接続作業性が向上する。第一端末部 131 の位置及び第二端末部 132 の位置がほぼ変わらないため、第一端末部 131 及び第二端末部 132 の各端末部 130 と各バスバー 61, 62 との接続作業を行い易い。

【0101】

[試作例]

実施形態で説明したコイルの製造方法によって、コイル 10 を製造した。製造するコイル 10 の仕様は次のとおりとした。本体部 110 の形状は、四角筒状とした。本体部 110 の端面の形状は矩形状である。ターン 2 の数は 16 ターンとした。

【0102】

保持部 810 によって保持する平角線 1 の内周部 1i の幅は、平角線 1 の幅の約 60% とした。ガイド部 820 によって保持する平角線 1 の外周部 1e の幅は、平角線 1 の幅の約 30% とした。保持部 810 に対してガイド部 820 を下方に変位させた状態でターン 2 の形成を行った。ガイド部 820 の変位量 Gd は 0.2mm に設定した。製造したコイ

50

ル10を試料No.1とする。

【0103】

試料No.1について、ターン2における内周部1iと外周部1eとの変位量1dを測定した。変位量1dの測定は、実施形態で説明した測定方法を用いて行った。そして、4つの角部20cにおけるそれぞれの変位量1dを測定して、その平均値を求めた。その結果、ターン2における角部20cでの変位量1dは、平均で0.2mm程度であった。また、4つの直線部20sの中間点におけるそれぞれの変位量を測定して、その平均値を求めた。直線部20sの中間点は、ターン2の周方向に沿った直線部20sの長さの中間点とした。その結果、ターン2における直線部20sでの変位量は、平均で0.1mm程度であった。

10

【0104】

直線部20sでの変位量が角部20cでの変位量よりも小さくなつた理由は、次のように考えられる。エッジワイズ曲げ加工時に平角線1の内周部1iを支持体812とフランジ813とで挟むので、内周部1iが固定される。そのため、角部20cでは、平角線1が折り曲げられ易い。これに対し、直線部20sでは、支持体812とフランジ813とが内周部1iとの間に隙間が形成されるような間隔で保持されているため、角部20cに比べて平角線1を折り曲げる力が加わり難い。このような、平角線1と、保持部810及びガイド部820との関係により、角部20cに比べて直線部20sの変位量が小さくなるものと考えられる。

【0105】

試料No.1の外観を目視で検査した。その結果、ターン2における平角線が幅方向の途中で折れ曲がっていることが一見して分からなかった。また、試料No.1では、本体部110の第一端部121において、第一端部ターン2aと、第一端部ターン2aに隣り合うターン2との間に隙間が形成されていた。つまり、第一端末部131が第一の方向に開いた状態になっていた。第一端部ターン2aと隣接するターン2との隙間は1.0mm程度である。この隙間は、第一端部ターン2aと隣接するターン2との隙間のうち、最も広い部分の隙間である。試料No.1について、本体部110の第一端部121に第一保持部材40aを組み付けたところ、容易に組み付けることができた。

20

【0106】

試料No.1について、ターン2間の隙間2gを測定した。隙間2gの測定は、実施形態で説明した測定方法を用いて行った。その結果、隙間2gは0.03mmであった。

30

【0107】

ガイド部820の変位量Gdを0mmにした以外は、試料No.1と同じ製造条件でコイルを製造した。このコイルを試料No.10とする。

【0108】

試料No.10では、試料No.1に比べて、本体部110の第一端部121において、第一端部ターン2aと、第一端部ターン2aに隣り合うターン2との間に隙間が小さかつた。そのため、第一端末部131が第一の方向に十分に開いていなかった。試料No.10について、本体部110の第一端部121に第一保持部材40aを組み付けるには、第一端末部131を隣接するターン2から離れる方向に押し広げる必要があるなど、組み付け作業性が悪かった。第一端末部131を押し広げたときに、第一端末部131が曲がるおそれある。

40

【0109】

また、試料No.10について、ターン2間の隙間2gを測定した。隙間2gの測定は、実施形態で説明した測定方法を用いて行った。その結果、隙間2gは0.06mmであった。試料No.1は、試料No.10に比べて、隙間2gが小さく、寸法安定性に優れる。

【0110】

<コンバータ・電力変換装置>

実施形態のリアクトル100は、以下の通電条件を満たす用途に利用できる。通電条件

50

としては、例えば、最大直流電流が 100 A 以上 1000 A 以下程度であり、平均電圧が 100 V 以上 1000 V 以下程度であり、使用周波数が 5 kHz 以上 100 kHz 以下程度であることが挙げられる。実施形態のリクトル 100 は、代表的には電気自動車やハイブリッド自動車などの車両などに搭載されるコンバータの構成部品や、このコンバータを備える電力変換装置の構成部品に利用できる。実施形態のリクトル 100 は、コイル 10 の端末部 130 とバスバー 61, 62 との接続作業性に優れるため、コンバータや電力変換装置の生産性を向上できる。

【0111】

ハイブリッド自動車や電気自動車などの車両 1200 は、図 18 に示すようにメインバッテリ 1210 と、メインバッテリ 1210 に接続される電力変換装置 1100 と、メインバッテリ 1210 からの供給電力により駆動して走行に利用されるモータ 1220 とを備える。モータ 1220 は、代表的には、3 相交流モータであり、走行時、車輪 1250 を駆動し、回生時、発電機として機能する。ハイブリッド自動車の場合、車両 1200 は、モータ 1220 に加えてエンジン 1300 を備える。図 18 では、車両 1200 の充電箇所としてインレットを示すが、プラグを備える形態とすることができる。

【0112】

電力変換装置 1100 は、メインバッテリ 1210 に接続されるコンバータ 1110 と、コンバータ 1110 に接続されて、直流と交流との相互変換を行うインバータ 1120 とを有する。この例に示すコンバータ 1110 は、車両 1200 の走行時、200 V 以上 300 V 以下程度のメインバッテリ 1210 の入力電圧を 400 V 以上 700 V 以下程度にまで昇圧して、インバータ 1120 に給電する。コンバータ 1110 は、回生時、モータ 1220 からインバータ 1120 を介して出力される入力電圧をメインバッテリ 1210 に適合した直流電圧に降圧して、メインバッテリ 1210 に充電させている。入力電圧は、直流電圧である。インバータ 1120 は、車両 1200 の走行時、コンバータ 1110 で昇圧された直流を所定の交流に変換してモータ 1220 に給電し、回生時、モータ 1220 からの交流出力を直流に変換してコンバータ 1110 に出力している。

【0113】

コンバータ 1110 は、図 19 に示すように複数のスイッチング素子 1111 と、スイッチング素子 1111 の動作を制御する駆動回路 1112 と、リクトル 1115 とを備え、ON/OFF の繰り返しにより入力電圧の変換を行う。入力電圧の変換とは、ここでは昇降圧を行う。スイッチング素子 1111 には、電界効果トランジスタ、絶縁ゲートバイポーラトランジスタなどのパワーデバイスが利用される。リクトル 1115 は、回路に流れようとする電流の変化を妨げようとするコイルの性質を利用し、スイッチング動作によって電流が増減しようとしたとき、その変化を滑らかにする機能を有する。リクトル 1115 として、実施形態のリクトル 100 を備える。

【0114】

車両 1200 は、コンバータ 1110 の他、メインバッテリ 1210 に接続された給電装置用コンバータ 1150 や、補機類 1240 の電力源となるサブバッテリ 1230 とメインバッテリ 1210 とに接続され、メインバッテリ 1210 の高圧を低圧に変換する補機電源用コンバータ 1160 を備える。コンバータ 1110 は、代表的には、DC-DC 変換を行うが、給電装置用コンバータ 1150 や補機電源用コンバータ 1160 は、AC-DC 変換を行う。給電装置用コンバータ 1150 のなかには、DC-DC 変換を行うものもある。給電装置用コンバータ 1150 や補機電源用コンバータ 1160 のリクトルに、実施形態のリクトル 100 などと同様の構成を備え、適宜、大きさや形状などを変更したリクトルを利用できる。また、入力電力の変換を行うコンバータであって、昇圧のみを行うコンバータや降圧のみを行うコンバータに、実施形態のリクトル 100 を利用することもできる。

【符号の説明】

【0115】

100 リクトル

10

20

30

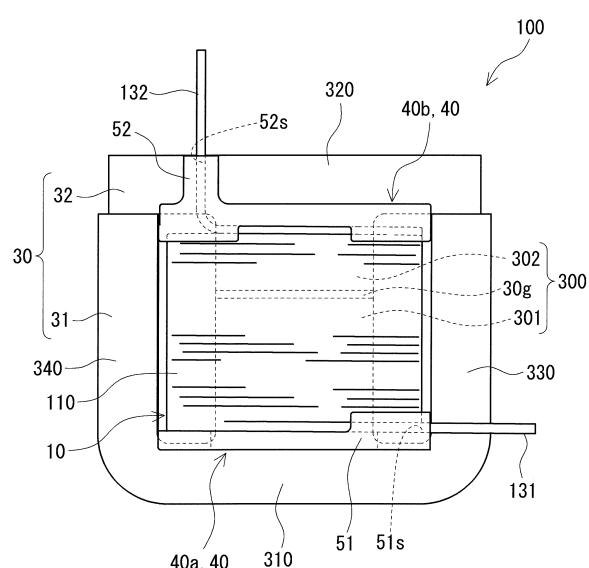
40

50

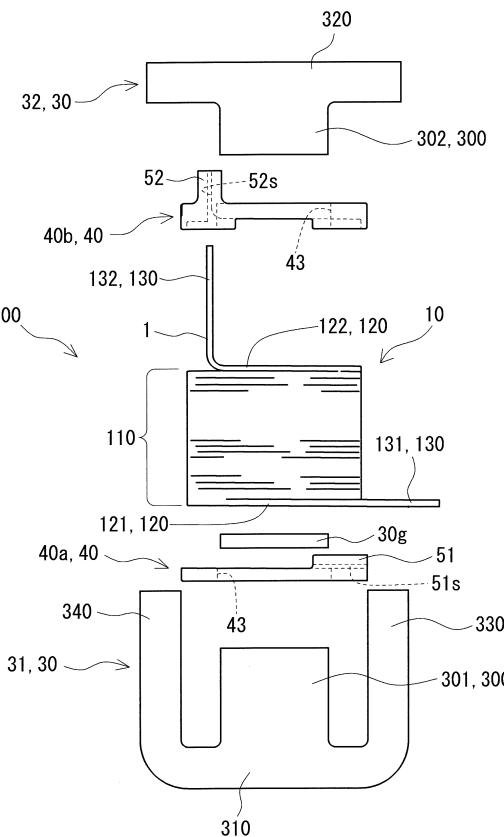
1 0 コイル	
1 1 0 本体部	
1 2 0 端部、1 2 1 第一端部、1 2 2 第二端部	
1 3 0 端末部、1 3 1 第一端末部、1 3 2 第二端末部	
1 平角線	
1 i 内周部、1 e 外周部、1 b 屈曲部	
1 d 变位量	
2 ターン、2 0 s 直線部、2 0 c 角部	
2 a 第一端部ターン、2 b 第二端部ターン	
2 g 隙間	10
3 0 磁性コア、3 1 第一コア、3 2 第二コア	
3 0 i 内側コア部、3 0 g ギャップ部	
3 0 0 ミドルコア部	
3 0 1 第一ミドルコア部、3 0 2 第二ミドルコア部	
3 1 0 第一エンドコア部、3 2 0 第二エンドコア部	
3 3 0 第一サイドコア部、3 4 0 第二サイドコア部	
4 0 保持部材、4 0 a 第一保持部材、4 0 b 第二保持部材	
4 1 第一面、4 2 第一領域	
4 3 貫通孔、4 5 内側突起	
5 1、5 2 固定部、5 1 s、5 2 s スリット	20
6 1、6 2 バスバー	
8 0 0 曲げ加工部	
8 1 0 保持部、8 1 1 シャフト、8 1 2 支持体、8 1 3 フランジ	
8 1 2 f 第一面、8 1 3 f 第二面	
8 2 0 ガイド部、8 2 1 ガイド溝	
1 1 0 0 電力変換装置、1 1 1 0 コンバータ	
1 1 1 1 スイッチング素子、1 1 1 2 駆動回路	
1 1 1 5 リアクトル、1 1 2 0 インバータ	
1 1 5 0 給電装置用コンバータ、1 1 6 0 補機電源用コンバータ	
1 2 0 0 車両	30
1 2 1 0 メインバッテリ、1 2 2 0 モータ	
1 2 3 0 サブバッテリ、1 2 4 0 補機類、1 2 5 0 車輪、1 3 0 0 エンジン	
G d 变位量	
L 1 本体部の長さ	

【四面】

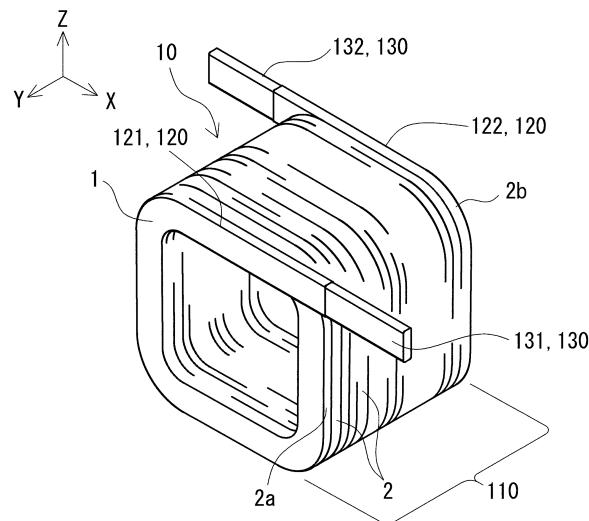
【 义 1 】



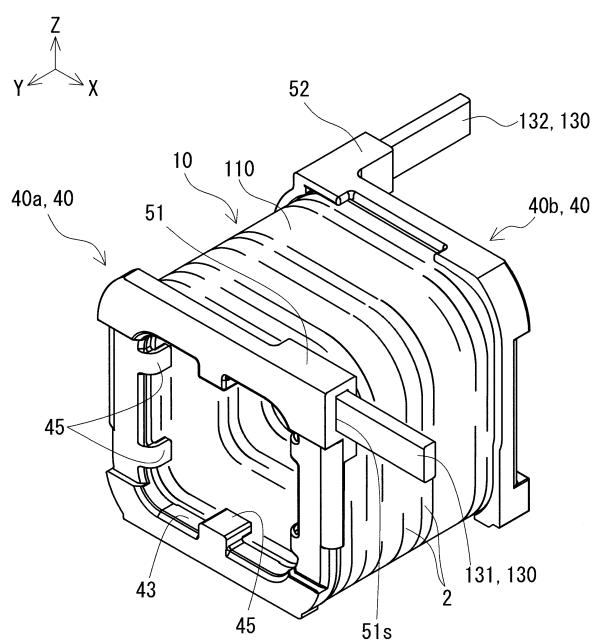
【 図 2 】



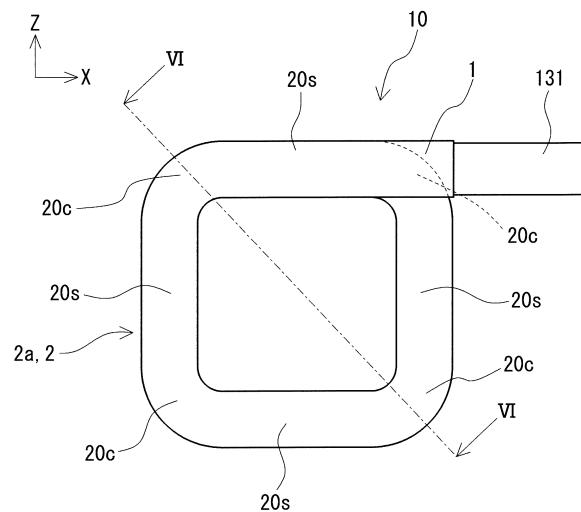
【 四 3 】



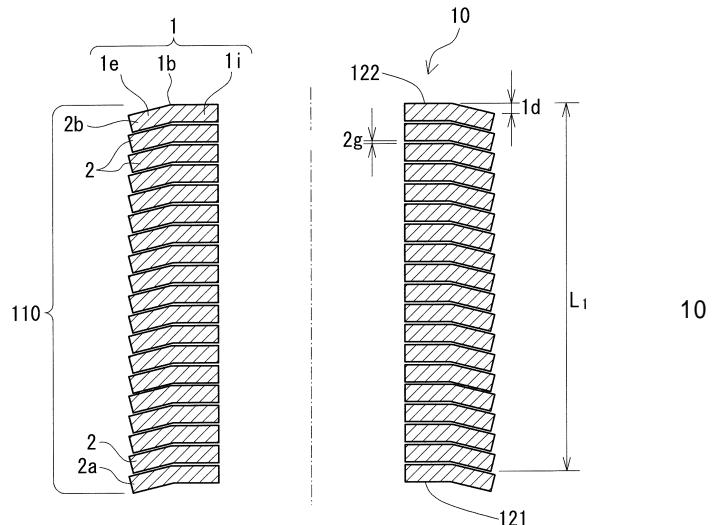
【図4】



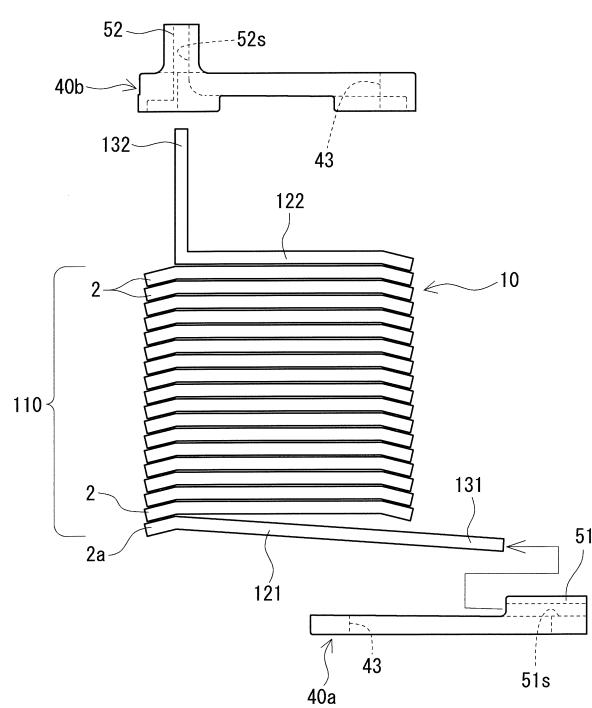
【図5】



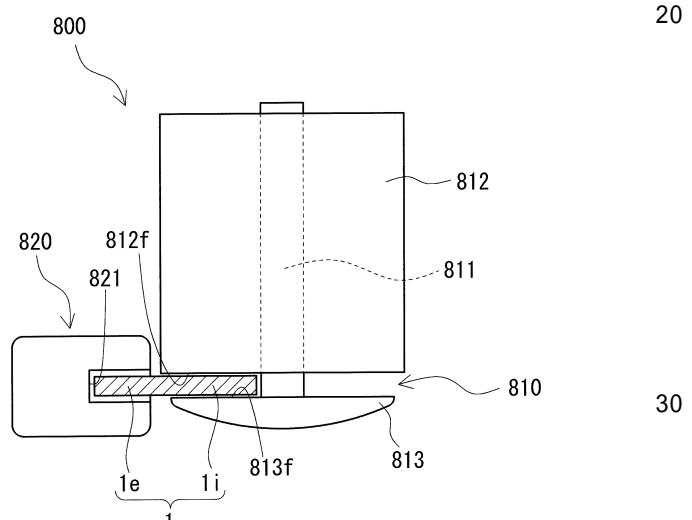
【図6】



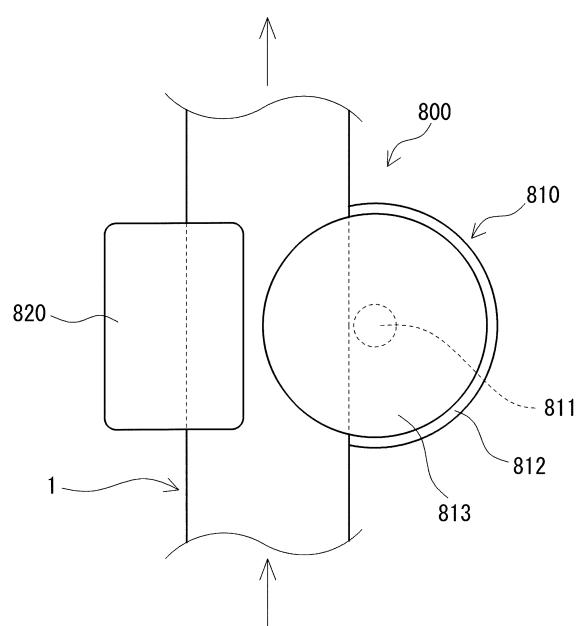
【図7】



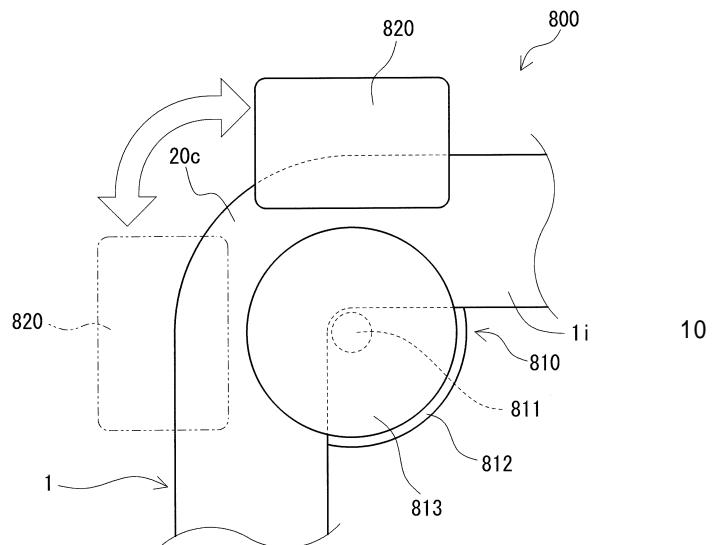
【図8】



【図 9】



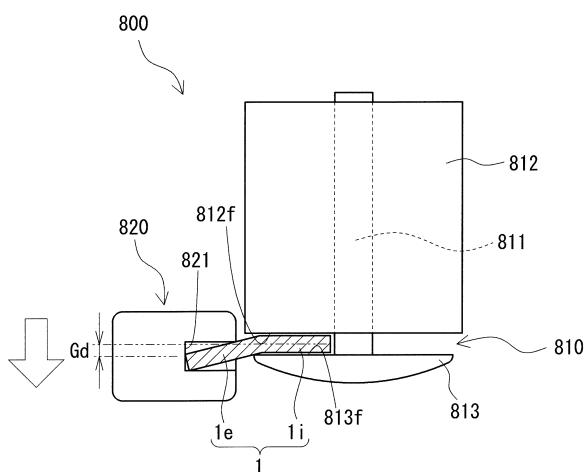
【図 10】



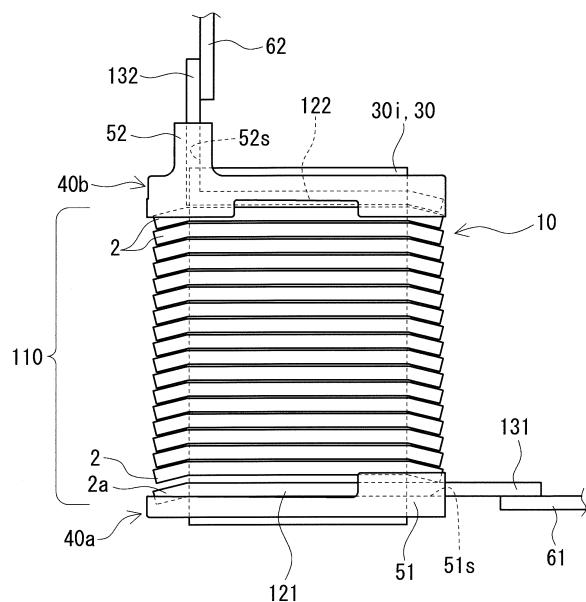
10

20

【図 11】



【図 12】

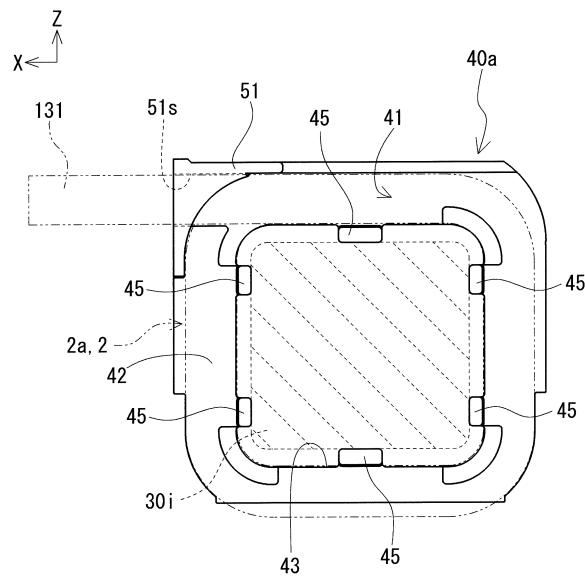


30

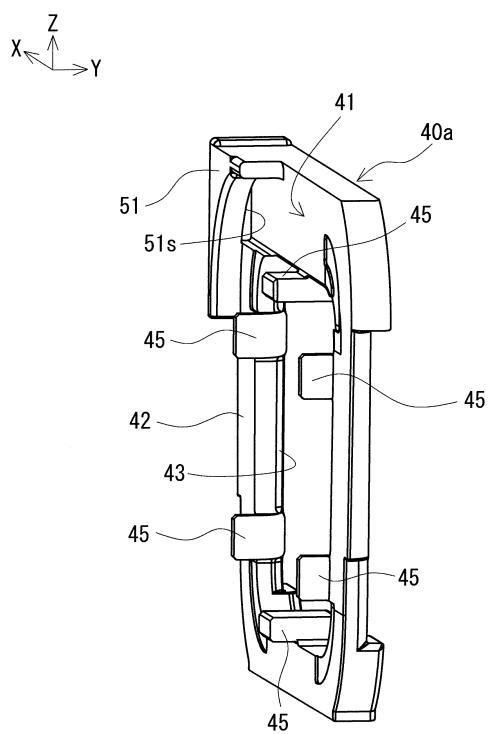
40

50

【図 1 3】



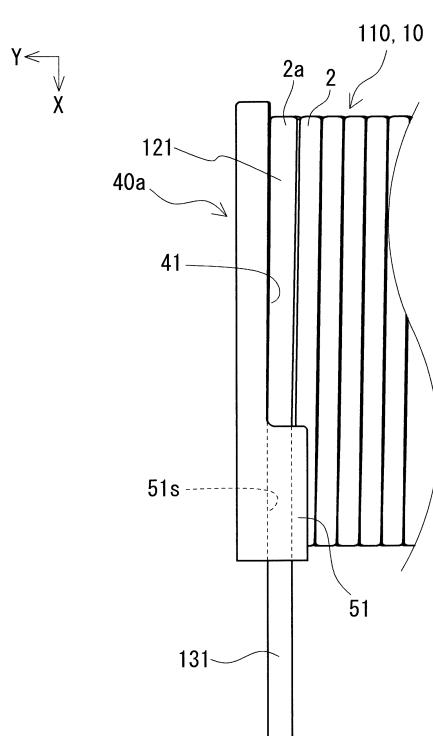
【図 1 4】



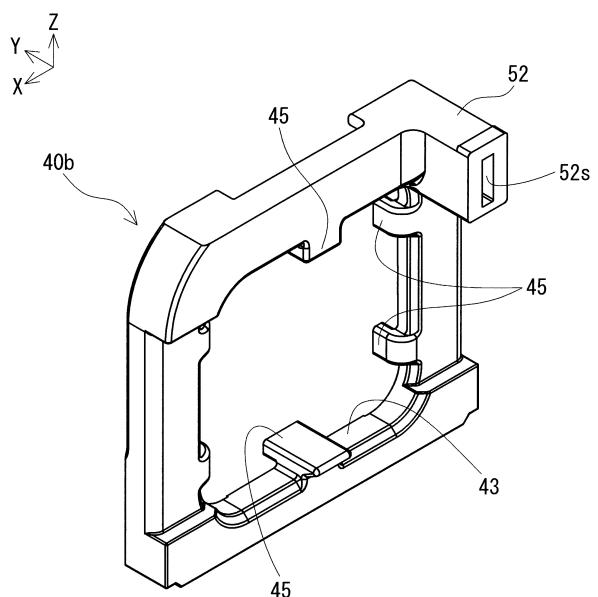
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

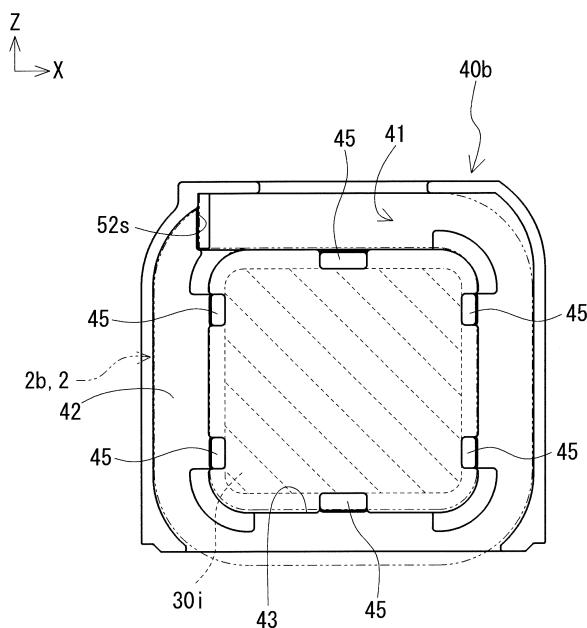


30

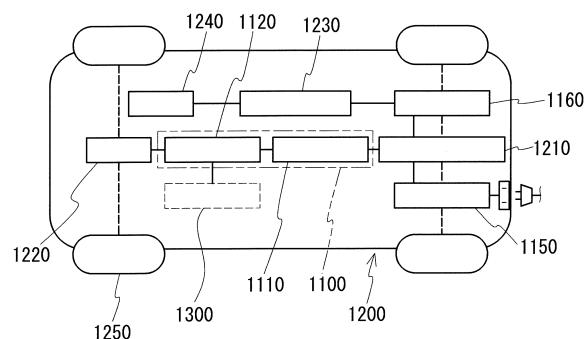
40

50

【図17】



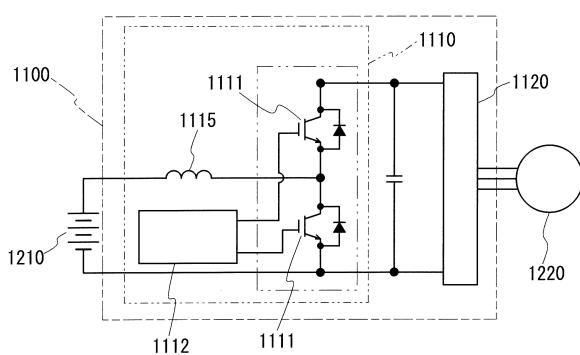
【図18】



10

20

【図19】



30

40

50

フロントページの続き

三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内

(72)発明者 稲葉 和宏

三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内

審査官 古河 雅輝

(56)参考文献 特開2010-219473(JP,A)

特開平11-054335(JP,A)

特開2013-026419(JP,A)

特開2009-206421(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01F 5/00 - 5/06

H01F 17/00 - 21/12

H01F 27/00

H01F 27/02

H01F 27/06

H01F 27/08

H01F 27/23

H01F 27/26 - 27/30

H01F 27/32

H01F 27/36

H01F 27/42

H01F 30/00 - 38/12

H01F 38/16

H01F 38/42 - 41/04

H01F 41/08

H01F 41/10

H02M 3/00 - 3/44