

(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	F I			
H 0 1 F 37/00 (2006.01)	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)	(73)特許権者	395011665
(22)出願日	令和3年6月10日(2021.6.10)		株式会社オートネットワーク技術研究所
(65)公開番号	特開2022-188850(P2022-188850 A)		三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号
(43)公開日	令和4年12月22日(2022.12.22)	(73)特許権者	000183406
審査請求日	令和5年10月27日(2023.10.27)		住友電装株式会社
			三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 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 3 3 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末端部とを有し、  
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に曲げられており、  
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、  
前記第一末端部を保持する固定部とを有し、  
前記固定部は、前記第一末端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 . 1 m  
m 以上 0 . 5 m m 以下である請求項 1 に記載のリアクトル。

【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 に記載のリアクトル。

【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、  
リアクトル。

【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アクトル。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のリアクトルを備える、  
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、リアクトル、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、棒状ボビンとを備えるリアクトルを開示する。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。棒状ボビンは、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】

## 【 0 0 0 4 】

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氣的に接続する部材である。

## 【 0 0 0 5 】

特許文献 1 のリアクトルでは、コイルの端面に棒状ボビ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。棒状ボビ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ると、端末部とバスバーとが離れて溶接できなかつたり、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

## 【 0 0 0 6 】

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】

## 【 0 0 0 7 】

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

## 【 0 0 0 8 】

本開示のコンバータは、本開示のリアクトルを備える。

## 【 0 0 0 9 】

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

## 【 0 0 1 0 】

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。

## 【 0 0 1 1 】

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】

## 【 0 0 1 2 】

【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 1 0】図 1 0 は、曲げ加工部の動作を説明する別の概略図である。

【図 1 1】図 1 1 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 1 2】図 1 2 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 1 3】図 1 3 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 1 4】図 1 4 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 1 5】図 1 5 は、図 4 に示す第一保持部材の概略上面図である。

【図 1 6】図 1 6 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 1 7】図 1 7 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。

10

【図 1 8】図 1 8 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 1 9】図 1 9 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。

20

【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パの接続作業性が向上する。特に、コイルの端部とバスパとの接続作業を自動化する場合に有効である。

【0016】

30

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。

40

【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 0.1 mm 以上 0.5 mm 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。

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。

【 0 0 2 2 】

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。

【 0 0 2 3 】

( 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。

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

( 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。

【 0 0 2 6 】

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。

【 0 0 2 7 】

( 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。

【 0 0 2 8 】

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。

【 0 0 2 9 】

[ 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。

【 0 0 3 0 】

< リアクトルの概要 >

実施形態に係るリアクトル 1 0 0 の概要を説明する。リアクトル 1 0 0 は、図 1、図 2 に示すように、コイル 1 0 と磁性コア 3 0 と保持部材 4 0 とを備える。コイル 1 0 は、図 3 に示すように、本体部 1 1 0 と端末部 1 3 0 とを有する。本実施形態では、端末部 1 3 0 として、第一端末部 1 3 1 と第二端末部 1 3 2 とを有する。保持部材 4 0 は、コイル 1 0 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 4 0 として、第一保持部材 4 0 a と第二保持部材 4 0 b とを有する。リアクトル 1 0 0 の特徴の一つは、第一端末部 1 3 1 と第一保持部材 4 0 a とが特定の構造を備える点にある。以下、リアクトル 1 0 0 の構成を詳細に説明する。

【 0 0 3 1 】

( コイル )

図 3、図 5 を主に参照して、コイル 1 0 の概要を説明する。コイル 1 0 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 1 3 2 をコイル 1 0 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 1 0 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 1 0 を第一端部 1 2 1 側からコイル 1 0 の軸方向に見た図である。図 5 では、第二端末部 1 3 2 の図示を省略している。

以下の説明において、端末部 1 3 0 が設けられた側を上とする。コイル 1 0 の第一端部 1 2 1 側の端面を正面とし、コイル 1 0 の第二端部 1 2 2 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

## 【 0 0 3 2 】

## ( 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 3 mm 以上 15 mm 以下、更に 5 mm 以上 12 mm 以下である。平角線 1 の厚さは、例えば 0.5 mm 以上 5 mm 以下、更に 0.8 mm 以上 3 mm 以下である。

10

## 【 0 0 3 3 】

## ( 本体部 )

本体部 110 は、図 3 に示すように、平角線 1 をエッジワイズ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。

## 【 0 0 3 4 】

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、楕円形状も含む。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、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、台形状が含まれる。矩形には、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 の端面が矩形である。

20

## 【 0 0 3 5 】

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。

## 【 0 0 3 6 】

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

## 【 0 0 3 7 】

## ( 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、パスバー 61、62 が接続される。

## 【 0 0 3 8 】

## 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ズ曲げして、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もよい。

40

## 【 0 0 3 9 】

50

## 第二端末部

第二端末部 1 3 2 は、図 3 に示すように、本体部 1 1 0 を構成する複数のターン 2 のうち、第二端部 1 2 2 側に位置する第二端部ターン 2 b につながっている。第二端部ターン 2 b は、第二端部 1 2 2 側の端面を構成する。本実施形態では、第二端末部 1 3 2 は、第一端末部 1 3 1 とは異なり、図 2 に示すようにリアクトル 1 0 0 を組み立てる前に、本体部 1 1 0 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 1 3 2 は、第一端末部 1 3 1 と同じように、本体部 1 1 0 の第二端部 1 2 2 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 1 3 2 は、図 3 に示すように、第二端部ターン 2 b 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。

【 0 0 4 0 】

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 1 0 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 1 0 の特徴の一つは、本体部 1 1 0 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 1 0 の構成や保持部材 4 0 構成を簡略化して模式的に示している。図 7 は、保持部材 4 0 が組み付けられていないコイル 1 0 のみの状態を示している。保持部材 4 0 については後述する。

【 0 0 4 1 】

図 6 に示すように、本体部 1 1 0 を構成する複数のターン 2 の各々は、内周部 1 i と外周部 1 e とを有する。内周部 1 i 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 1 e 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 1 e は、内周部 1 i に対して本体部 1 1 0 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 1 i と外周部 1 e とは屈曲部 1 b を介してつながっている。内周部 1 i は、平角線 1 における屈曲部 1 b よりもターン 2 の内周側に位置する部分である。外周部 1 e は、平角線 1 における屈曲部 1 b 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 2 0 c 及び直線部 2 0 s 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。

20

【 0 0 4 2 】

30

内周部 1 i は、本体部 1 1 0 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 1 i 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 1 i 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。

【 0 0 4 3 】

上記第一の方向は、本体部 1 1 0 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 1 2 2 から第一端部 1 2 1 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 1 e は、内周部 1 i に対して下方に向かって傾斜している。

40

【 0 0 4 4 】

平角線 1 の幅方向における内周部 1 i の長さは、例えば、平角線 1 の幅の 3 0 % 以上 7 5 % 以下、更に 4 0 % 以上 7 0 % 以下である。平角線 1 の幅方向における外周部 1 e の長さは、例えば、平角線 1 の幅の 2 5 % 以上 7 0 % 以下、更に 3 0 % 以上 6 0 % 以下である。

【 0 0 4 5 】

### 変位置

内周部 1 i と外周部 1 e との本体部 1 1 0 の軸方向の変位置量 1 d 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。変位置量 1 d は、ターン 2 における角部での変位置量である。ターン 2 における直線部での変位置量は、角部での変位置量よりも小さくてもよい。上記角部とは、図 5 に示す角部 2 0 c である。上記直線部とは

50

、図 5 に示す直線部 2 0 s である。

【 0 0 4 6 】

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

【 0 0 4 7 】

変位量 1 d 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 1 0 を、本体部 1 1 0 の軸方向が垂直となるように水平な台に置く。第一端部 1 2 1 が下、第二端部 1 2 2 が上になるようにコイル 1 0 を配置する。コイル 1 0 の上方の基準位置から、内周部 1 i 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 1 i 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 1 e 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 1 e 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 1 d とする。そして、ターン 2 の全ての角部 2 0 c における変位量 1 d を測定する。本実施形態であれば、図 5 に示す 4 つの角部 2 0 c におけるそれぞれの変位量 1 d を測定する。測定した全ての角部 2 0 c での変位量 1 d の平均値をそのターン 2 における変位量 1 d とする。

【 0 0 4 8 】

本実施形態では、図 6 を参照して説明したように、本体部 1 1 0 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 1 2 1 において第一末端部 1 3 1 が本体部 1 1 0 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、第一末端部 1 3 1 につながる第一端部ターン 2 a が、第一端部ターン 2 a に隣り合うターン 2 から離れている。このように、第一末端部 1 3 1 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。

【 0 0 4 9 】

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 2 g を小さくすることができる。隙間 2 g 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。

【 0 0 5 0 】

隙間 2 g は、例えば 0 . 0 7 6 mm 以下、更に 0 . 0 6 mm 以下、0 . 0 5 mm 以下である。隙間 2 g 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。

【 0 0 5 1 】

隙間 2 g は、第一端部ターン 2 a を除く全てのターン 2 間の隙間 2 g の平均値として求めることができる。隙間 2 g は、 $[(L_1 - n_1 \times t) / (n_1 - 1)]$  として求められる。 $L_1$  は、第一端部ターン 2 a を含まない本体部 1 1 0 の長さ (mm) である。 $n_1$  は、第一端部ターン 2 a 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。

【 0 0 5 2 】

本体部 1 1 0 の長さ  $L_1$  は、次のように測定する。本体部 1 1 0 の外周面の周方向の任意の位置に本体部 1 1 0 の軸方向と平行な直線を採用。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 2 a を除いて本体部 1 1 0 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  $L_1$  とする。本体部 1 1 0 の長さ  $L_1$  は、本体部 1 1 0 の軸方向が水平になるようにコイル 1 0 を水平な台に置いて測定するとよい。測定は、本体部 1 1 0 に対して荷重をかけていない状態で行う。ターン 2 の数  $n_1$  は、上記直線と交差するターン 2 のうち、第一端部ターン 2 a を引いた数とする。 $(n_1 - 1)$  は、第一端部ターン 2 a を含まないターン 2 間の隙間 2 g の数を表している。

【 0 0 5 3 】

(コイルの製造方法)

図 8 から図 1 2 を主に参照して、上述したコイル 1 0 の製造方法について説明する。コ

10

20

30

40

50



イル 10 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。

【0054】

(巻線機)

巻線機は、図 8 に示す曲げ加工部 800 と、図示しない送り機構とを備える。曲げ加工部 800 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 800 は、巻線機の主要な部分の一つである。

【0055】

(曲げ加工部)

曲げ加工部 800 は、図 8、図 9 に示すように、保持部 810 とガイド部 820 とを有する。保持部 810 は、平角線 1 の内周部 1i を保持する。平角線 1 の内周部 1i 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 820 は、平角線 1 の外周部 1e を保持する。平角線 1 の外周部 1e 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

【0056】

保持部

保持部 810 は、シャフト 811 と、シャフト 811 を支持する支持体 812 とを有する。シャフト 811 は、平角線 1 における内周部 1i の側面と接触する円柱状の部材である。内周部 1i 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 812 は円筒状である。シャフト 811 は、支持体 812 の中心を貫通する。シャフト 811 は、支持体 812 に対して、シャフト 811 の軸方向にスライド可能である。シャフト 811 の先端は、支持体 812 の端面から突出する。シャフト 811 の先端には、円板状のフランジ 813 を有する。支持体 812 とフランジ 813 とは離間して配置されている。

20

【0057】

保持部 810 は、支持体 812 の端面によって構成される第一面 812f と、支持体 812 と向かい合うフランジ 813 の面によって構成される第二面 813f とを有する。第一面 812f と第二面 813f とは、平角線 1 の内周部 1i を厚さ方向に挟むように向かい合って配置される。第一面 812f と第二面 813f との間に平角線 1 の内周部 1i が通されて保持される。第一面 812f と内周部 1i との間、及び第二面 813f と内周部 1i 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

【0058】

ガイド部

ガイド部 820 は、シャフト 811 の中心軸を回転中心にして回転可能である。ガイド部 820 は、平角線 1 の外周部 1e を厚さ方向に挟むようにガイド溝 821 が形成されている。このガイド溝 821 に、平角線 1 の外周部 1e が通されて保持される。ガイド溝 821 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 1e の厚さよりも若干大きい。

【0059】

本実施形態では、保持部 810 に対してガイド部 820 がシャフト 811 の軸方向にスライド可能である。ガイド部 820 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

【0060】

図 9、図 10 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 800 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 10 を形成する場合を例に挙げて説明する。図 9、図 10 は、曲げ加工部 800 をフランジ 813 側、即ち図 8 の下側からシャフト 811 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 10 に示すように、ガイド部 820 がシャフト 811 の中心軸を回転中心にして回転する。内周部 1i の側面がシャフト 811 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°回転することによって、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  
10  
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。

#### 【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１  
20  
ｉ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。

#### 【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１  
50  
ｅ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。

## 【 0 0 6 6 】

ターン 2 を形成する間は、ガイド部 8 2 0 を変位させた状態を維持する。つまり、保持部 8 1 0 とガイド部 8 2 0 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 8 1 2 とフランジ 8 1 3 とで平角線 1 の内周部 1 i を挟むため、ターン 2 の角部 2 0 c 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 8 1 2 とフランジ 8 1 3 とは、平角線 1 の内周部 1 i 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 2 0 s では、角部 2 0 c 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、第一末端部 1 3 1 となる長さ分、及び第二末端部 1 3 2 となる長さ分、平角線 1 を送り出すときもガイド部 8 2 0 を変位させた状態を維持する。

10

## 【 0 0 6 7 】

保持部 8 1 0 に対してガイド部 8 2 0 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 2 g 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 1 d が 0 . 1 mm 以上であると、隙間 2 g を低減する効果が得られ易い。また、変位量 1 d が 0 . 5 mm 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 1 d は、例えば 0 . 2 mm 以上 0 . 4 mm 以下が好ましい。

20

## 【 0 0 6 8 】

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 1 2 1 において第一末端部 1 3 1 が本体部 1 1 0 の軸方向の第一の方向に開いた状態になる。具体的には、第一末端部 1 3 1 につながる第一端部ターン 2 a が、第一端部ターン 2 a に隣り合うターン 2 から離れる。第一末端部 1 3 1 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 2 a を形成するとき、第一末端部 1 3 1 となる長さ分、平角線 1 を送り出す。このとき、第一末端部 1 3 1 と、第一末端部 1 3 1 につながる直線部 2 0 s とは直線状になっている。第一端部ターン 2 a の角部 2 0 c 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 2 a の角部 2 0 c が次に巻回されるターン 2 の角部 2 0 c と当たる。そのため、第一端部ターン 2 a 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 2 a 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 2 a 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 1 d が 0 . 1 mm 以上であると、第一末端部 1 3 1 を第一の方向に開いた状態にし易い。ターン 2 の変位量 1 d が大きいほど、第一末端部 1 3 1 がより開いた状態になる。ターン 2 の変位量 1 d は 0 . 2 mm 以上が好ましい。

30

## 【 0 0 6 9 】

保持部 8 1 0 を基準としたガイド部 8 2 0 の変位量 G d は、例えば 0 . 1 mm 以上 0 . 5 mm 以下、更に 0 . 2 mm 以上 0 . 4 mm 以下が好ましい。ガイド部 8 2 0 の変位量 G d は、ガイド部 8 2 0 を上述した基準位置からシャフト 8 1 1 の軸方向にスライドさせた距離である。変位量 G d は、第一の方向、即ち下方への変位量である。

40

## 【 0 0 7 0 】

保持部 8 1 0 によって保持する平角線 1 の内周部 1 i の幅は、例えば、平角線 1 の幅の 3 0 % 以上 7 5 % 以下、更に 4 0 % 以上 7 0 % 以下である。ガイド部 8 2 0 によって保持する平角線 1 の外周部 1 e の幅は、例えば、平角線 1 の幅の 2 5 % 以上 7 0 % 以下、更に 3 0 % 以上 6 0 % 以下である。

## 【 0 0 7 1 】

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 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。

#### 【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。

#### 【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。

#### 【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 とが組み合わされる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。

#### 【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

10

20

30

40

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との電氣的絶縁を確保する。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は棒状の部材である。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は矩形棒状である。

#### 【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

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、第一末端部 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、第一末端部 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、第一末端部 1 3 1 とバスパ 6 1 との接続に支障がない程度にスリット 5 1 s 内で第一末端部 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 は第一末端部 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 との電氣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、第一末端部 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、第一末端部 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、第一末端部 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 との電氣的絶縁を確保する。以下、図 1 6、図 1 7

を参照して、第二保持部材 4 0 b の構成を詳しく説明する。図 1 6 は、第二保持部材 4 0 b を外側から見た斜視図である。図 1 7 は、第二保持部材 4 0 b を内側から見た図である。第二保持部材 4 0 b の内側とは、図 3 に示す本体部 1 1 0 の第二端部 1 2 2 側の端面と向かい合う側である。つまり、第二保持部材 4 0 b の内側は、第二端部ターン 2 b と向かい合う。第二保持部材 4 0 b の外側は、第二エンドコア部 3 2 0 と向かい合う。第二保持部材 4 0 b の内側は正面側である。第二保持部材 4 0 b の外側は背面側である。図 1 7 では、第二端末部 1 3 2 と第二端部ターン 2 b とを二点鎖線で示している。第二保持部材 4 0 b の構成は、上述した第一保持部材 4 0 a の構成と同様である。以下では、第二保持部材 4 0 b について、第一保持部材 4 0 a の相違点を中心に説明する。第一保持部材 4 0 a と共通する構成については、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

10

#### 【 0 0 8 9 】

図 1 6、図 1 7 に示すように、第二保持部材 4 0 b は棒状の部材である。第二保持部材 4 0 b の形状は、第一保持部材 4 0 a と同様に、矩形棒状である。

#### 【 0 0 9 0 】

##### 第一面

第二保持部材 4 0 b は第一面 4 1 を有する。第一面 4 1 は、図 1 7 に示すように、本体部 1 1 0 の第二端部 1 2 2 側の端面を構成する第二端部ターン 2 b と向かい合う。第一面 4 1 は、第一保持部材 4 0 a と同様に、第二端部ターン 2 b に接する第一領域 4 2 を有している。第一領域 4 2 は、第一面 4 1 に接する第二端部ターン 2 b を、本体部 1 1 0 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 1 2 2 から第一端部 1 2 1 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 2 b 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 4 2 は、第二端部ターン 2 b に対応するように螺旋状に傾斜している。図 1 2 に示すように第一保持部材 4 0 a をコイル 1 0 に組み付けたとき、第一領域 4 2 によって、第二端部ターン 2 b を第一の方向に押圧することが可能である。

20

#### 【 0 0 9 1 】

##### 固定部

第二保持部材 4 0 b は固定部 5 2 を有する。固定部 5 2 は第二端末部 1 3 2 を保持する。固定部 5 2 は、第二端部ターン 2 b から第二端末部 1 3 2 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 5 2 は、第二保持部材 4 0 b 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 4 0 b の左とは、例えば図 1 6 であれば、紙面右側である。図 1 7 であれば、紙面左側である。固定部 5 2 は、図 1 6 に示すように、第二保持部材 4 0 b の外側の面から軸方向に突出している。

30

#### 【 0 0 9 2 】

固定部 5 2 はスリット 5 2 s を有する。スリット 5 2 s は第二端末部 1 3 2 に貫通される。スリット 5 2 s は、本体部 1 1 0 の軸方向に沿う方向に延びている。スリット 5 2 s は、第二保持部材 4 0 b の外側の面に開口している。スリット 5 2 s 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 5 2 s は第二端末部 1 3 2 の全周を囲むように形成されている。図 1 7 に示すように、スリット 5 2 s は、第一面 4 1 にほぼ直交している。スリット 5 2 s は、第二端末部 1 3 2 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 2 は、上述した固定部 5 1 と同様に、第二端末部 1 3 2 を完全に不動に保持することを意図していない。

40

#### 【 0 0 9 3 】

##### 貫通孔・内側突起

第二保持部材 4 0 b は、第一保持部材 4 0 a と同様に、貫通孔 4 3 と内側突起 4 5 とを有する。

#### 【 0 0 9 4 】

##### ( 第二保持部材の組み付け方法 )

図 7、図 1 2 を参照して、第二保持部材 4 0 b 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 4 0 b を本体部 1 1 0 の軸方向に沿う方向に移動させて、第二端末

50

部 1 3 2 をスリット 5 2 s に挿通する。第二保持部材 4 0 b を本体部 1 1 0 の第二端部 1 2 2 に押し付けて、第二保持部材 4 0 b を第二端部 1 2 2 に嵌め込む。これにより、図 1 2 に示すように、第二保持部材 4 0 b を本体部 1 1 0 の第二端部 1 2 2 に組み付けることができる。

#### 【 0 0 9 5 】

{ 実施形態の作用効果 }

上述した実施形態のリアクトル 1 0 0 は、保持部材 4 0 によって、コイル 1 0 の端末部 1 3 0 の位置を規制できる。特に、本体部 1 1 0 の端面に沿う方向に引き出された第一端末部 1 3 1 が、第一保持部材 4 0 a の固定部 5 1 に形成されたスリット 5 1 s に挿入される。そのため、第一端末部 1 3 1 が本体部 1 1 0 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 1 3 1 の位置が十分に規制される。

10

#### 【 0 0 9 6 】

第一保持部材 4 0 a は、本体部 1 1 0 の端面に沿う方向にスライドさせて、本体部 1 1 0 の第一端部 1 2 1 に組み付けられる。第一端末部 1 3 1 がスリット 5 1 s に挿入されることで、第一保持部材 4 0 a が第一端部 1 2 1 から外れ難くなる。また、スリット 5 1 s の内周面のうち、第一面 4 1 側に位置する面が第一面 4 1 と面一になっていることで、第一面 4 1 をガイドにして、第一端末部 1 3 1 をスリット 5 1 s に挿入し易い。

#### 【 0 0 9 7 】

コイル 1 0 における本体部 1 1 0 を構成する各ターン 2 は、平角線 1 の外周部 1 e が内周部 1 i 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 1 0 のみの状態で、第一端末部 1 3 1 を本体部 1 1 0 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 4 0 a をスライドさせて第一端部 1 2 1 に組み付ける際、第一端末部 1 3 1 をスリット 5 1 s に挿入し易い。第一保持部材 4 0 a を第一端部 1 2 1 に組み付け易い。

20

#### 【 0 0 9 8 】

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 2 g を小さくできる。隙間 2 g が小さいので、本体部 1 1 0 が両端部から軸方向に押されたときに本体部 1 1 0 の全長が短くなり難い。コイル 1 0 に保持部材 4 0 を組み付けた後、第一端末部 1 3 1 の位置及び第二端末部 1 3 2 の位置がほぼ変わらない。

#### 【 0 0 9 9 】

30

ターン 2 における内周部 1 i と外周部 1 e との変位量 1 d が 0 . 1 mm 以上であることで、第一端末部 1 3 1 を第一の方向に開いた状態にし易く、また、隙間 2 g を低減し易い。変位量 1 d が 0 . 5 mm 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 1 0 とすることができる。

#### 【 0 1 0 0 】

実施形態のリアクトル 1 0 0 は、第一端末部 1 3 1 の位置精度が向上するため、第一端末部 1 3 1 に対するバスバー 6 1 の接続作業性が向上する。第一端末部 1 3 1 の位置及び第二端末部 1 3 2 の位置がほぼ変わらないため、第一端末部 1 3 1 及び第二端末部 1 3 2 の各端末部 1 3 0 と各バスバー 6 1 , 6 2 との接続作業を行い易い。

40

#### 【 0 1 0 1 】

[ 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 1 0 を製造した。製造するコイル 1 0 の仕様は次のとおりとした。本体部 1 1 0 の形状は、四角筒状とした。本体部 1 1 0 の端面の形状は矩形状である。ターン 2 の数は 1 6 ターンとした。

#### 【 0 1 0 2 】

保持部 8 1 0 によって保持する平角線 1 の内周部 1 i の幅は、平角線 1 の幅の約 6 0 % とした。ガイド部 8 2 0 によって保持する平角線 1 の外周部 1 e の幅は、平角線 1 の幅の約 3 0 % とした。保持部 8 1 0 に対してガイド部 8 2 0 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 8 2 0 の変位量 G d は 0 . 2 mm に設定した。製造したコイ

50



ル 1 0 を試料 N o . 1 とする。

【 0 1 0 3 】

試料 N o . 1 について、ターン 2 における内周部 1 i と外周部 1 e との変位量 1 d を測定した。変位量 1 d 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 2 0 c におけるそれぞれの変位量 1 d 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 2 0 c での変位量 1 d は、平均で 0 . 2 m m 程度であった。また、4 つの直線部 2 0 s 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 2 0 s の中間点は、ターン 2 の周方向に沿った直線部 2 0 s 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 2 0 s での変位量は、平均で 0 . 1 m m 程度であった。

10

【 0 1 0 4 】

直線部 2 0 s での変位量が角部 2 0 c での変位量よりも小さくなった理由は、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 1 i を支持体 8 1 2 とフランジ 8 1 3 とで挟むので、内周部 1 i が固定される。そのため、角部 2 0 c では、平角線 1 が折り曲げられ易い。これに対し、直線部 2 0 s では、支持体 8 1 2 とフランジ 8 1 3 とが内周部 1 i 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 2 0 c 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 8 1 0 及びガイド部 8 2 0 との関係により、角部 2 0 c に比べて直線部 2 0 s の変位量が小さくなるものと考えられる。

【 0 1 0 5 】

20

試料 N o . 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らなかった。また、試料 N o . 1 では、本体部 1 1 0 の第一端部 1 2 1 において、第一端部ターン 2 a と、第一端部ターン 2 a 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 1 3 1 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 2 a と隣接するターン 2 との隙間は 1 . 0 m m 程度である。この隙間は、第一端部ターン 2 a 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 N o . 1 について、本体部 1 1 0 の第一端部 1 2 1 に第一保持部材 4 0 a を組み付けたところ、容易に組み付けることができた。

【 0 1 0 6 】

試料 N o . 1 について、ターン 2 間の隙間 2 g を測定した。隙間 2 g 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 2 g は 0 . 0 3 m m であった。

30

【 0 1 0 7 】

ガイド部 8 2 0 の変位量 G d を 0 m m にした以外は、試料 N o . 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 N o . 1 0 とする。

【 0 1 0 8 】

試料 N o . 1 0 では、試料 N o . 1 に比べて、本体部 1 1 0 の第一端部 1 2 1 において、第一端部ターン 2 a と、第一端部ターン 2 a に隣り合うターン 2 との間に隙間が小さかった。そのため、第一端末部 1 3 1 が第一の方向に十分に開いていなかった。試料 N o . 1 0 について、本体部 1 1 0 の第一端部 1 2 1 に第一保持部材 4 0 a を組み付けるには、第一端末部 1 3 1 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 1 3 1 を押し広げたときに、第一端末部 1 3 1 が曲がるおそれある。

40

【 0 1 0 9 】

また、試料 N o . 1 0 について、ターン 2 間の隙間 2 g を測定した。隙間 2 g 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 2 g は 0 . 0 6 m m であった。試料 N o . 1 は、試料 N o . 1 0 に比べて、隙間 2 g が小さく、寸法安定性に優れる。

【 0 1 1 0 】

< コンバータ・電力変換装置 >

実施形態のリアクトル 1 0 0 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100A以上1000A以下程度であり、平均電圧が100V以上1000V以下程度であり、使用周波数が5kHz以上100kHz以下程度であることが挙げられる。実施形態のリアクトル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。実施形態のリアクトル100は、コイル10の末端部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ー1210と、メインバッテリー1210に接続される電力変換装置1100と、メインバッテリー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。

10

#### 【0112】

電力変換装置1100は、メインバッテリー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、200V以上300V以下程度のメインバッテリー1210の入力電圧を400V以上700V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ー1210に適合した直流電圧に降圧して、メインバッテリー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。

20

#### 【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、リアクトル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。リアクトル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。リアクトル1115として、実施形態のリアクトル100を備える。

30

#### 【0114】

車両1200は、コンバータ1110の他、メインバッテリー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ー1230とメインバッテリー1210とに接続され、メインバッテリー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のリアクトルに、実施形態のリアクトル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ア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、実施形態のリアクトル100を利用することもできる。

40

#### 【符号の説明】

#### 【0115】

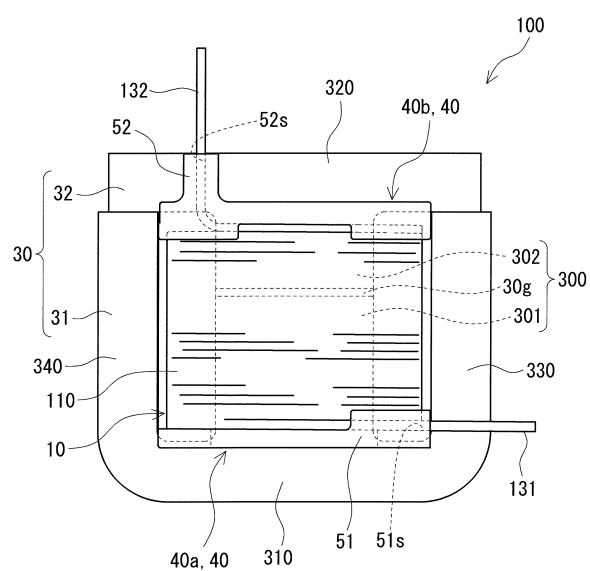
100 リアクトル

50

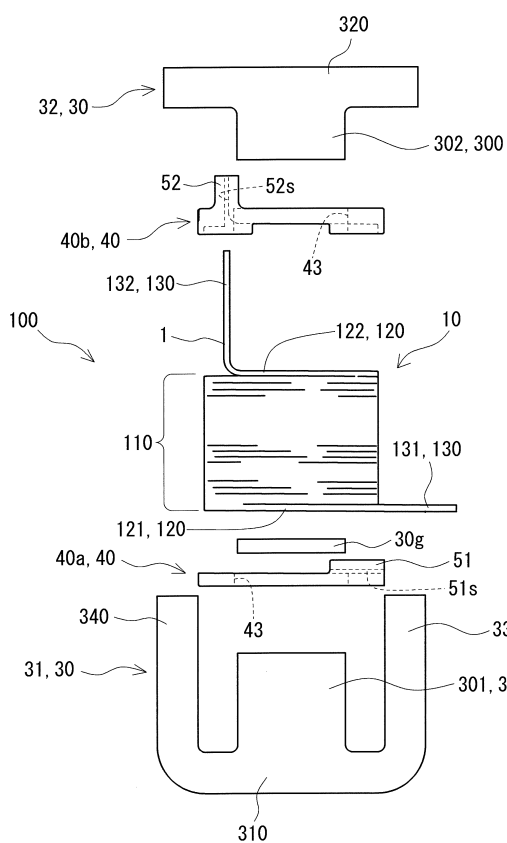
1 0	コイル	
1 1 0	本体部	
1 2 0	端部、1 2 1 第一端部、1 2 2 第二端部	
1 3 0	端末部、1 3 1 第一端末部、1 3 2 第二端末部	
1	平角線	
1 i	内周部、1 e 外周部、1 b 屈曲部	
1 d	変位置	
2	ターン、2 0 s 直線部、2 0 c 角部	
2 a	第一端部ターン、2 b 第二端部ターン	
2 g	隙間	10
3 0	磁性コア、3 1 第一コア、3 2 第二コア	
3 0 i	内側コア部、3 0 g ギャップ部	
3 0 0	ミドルコア部	
3 0 1	第一ミドルコア部、3 0 2 第二ミドルコア部	
3 1 0	第一エンドコア部、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	メインバッテリー、1 2 2 0 モータ	
1 2 3 0	サブバッテリー、1 2 4 0 補機類、1 2 5 0 車輪、1 3 0 0 エンジン	
G d	変位置	
L 1	本体部の長さ	

【図面】

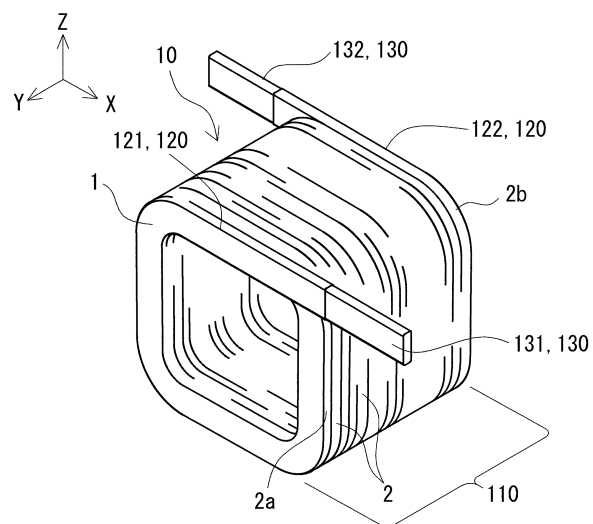
【 図 1 】



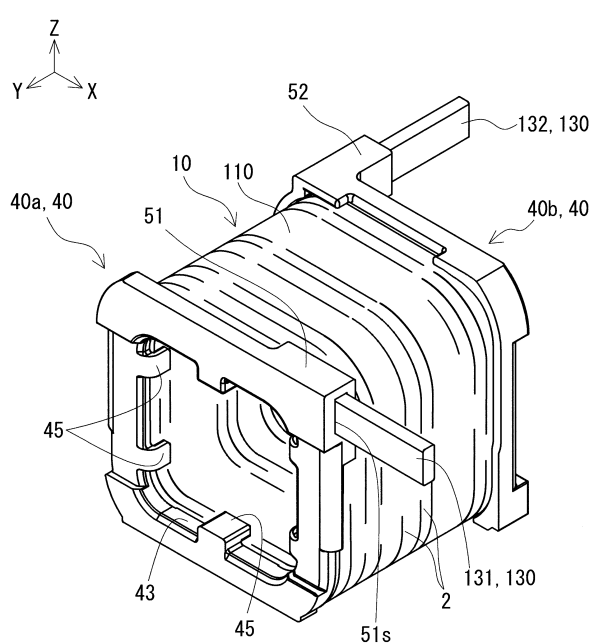
【 図 2 】



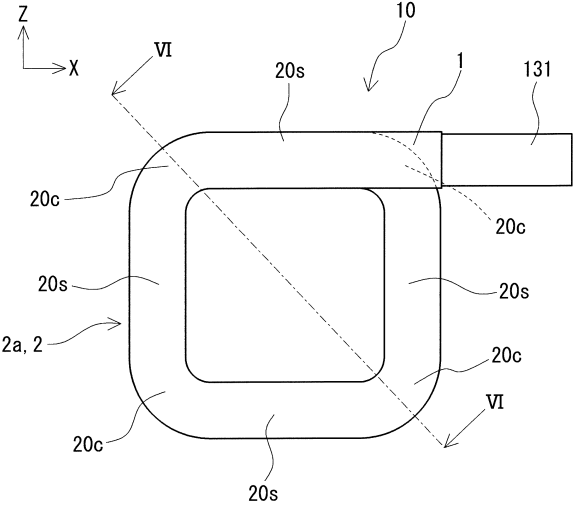
【 図 3 】



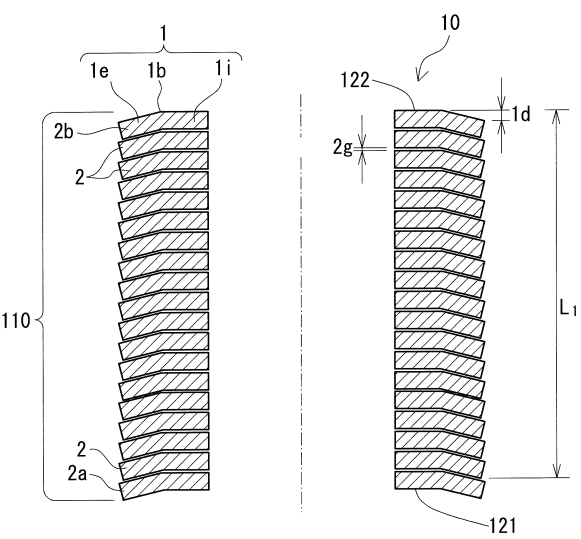
【圖 4】



【図 5】

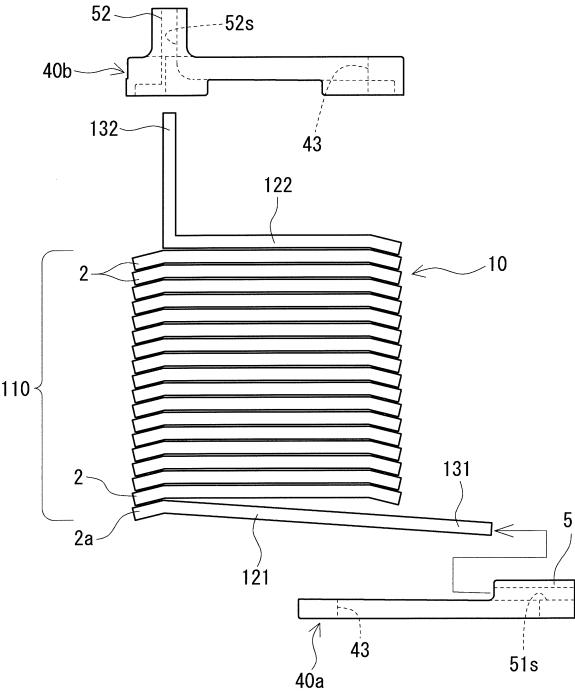


【図 6】

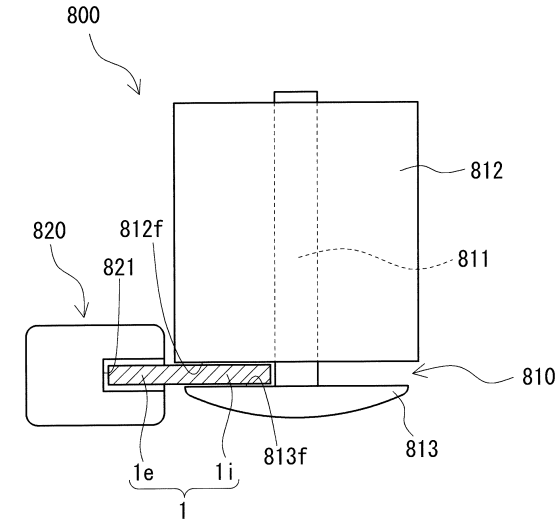


10

【図 7】



【図 8】



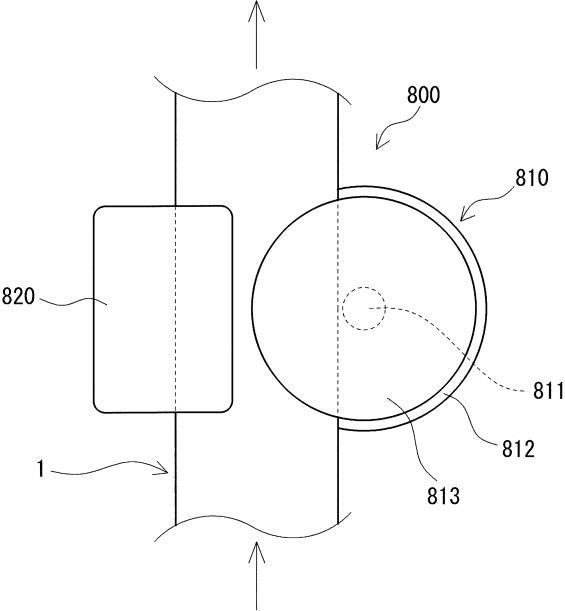
20

30

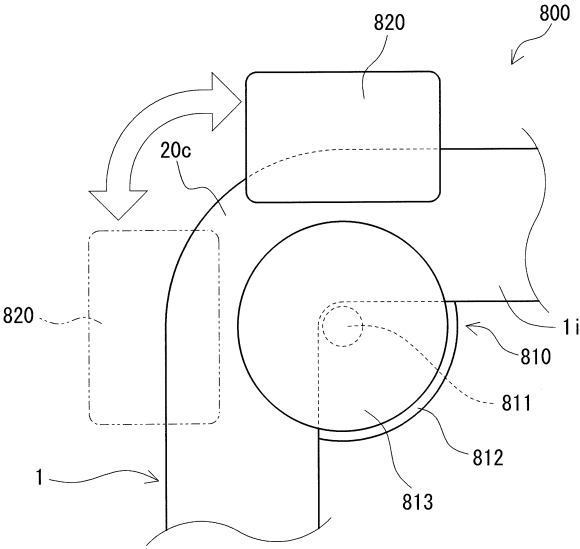
40

50

【図 9】



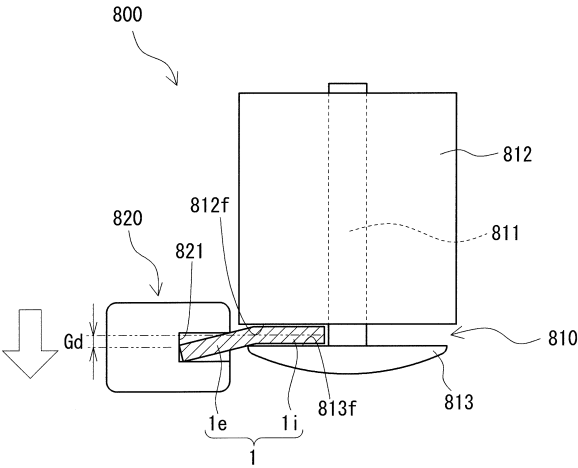
【図 10】



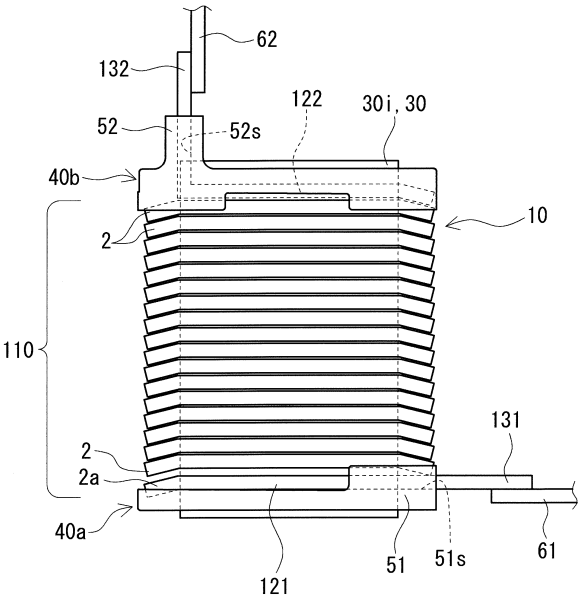
10

20

【図 11】



【図 12】

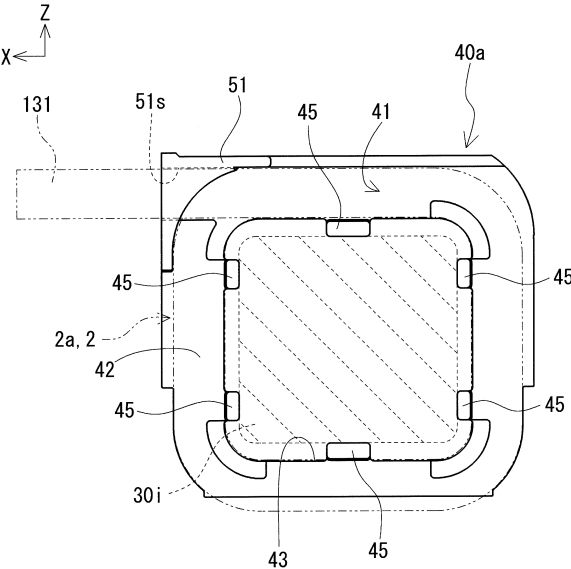


30

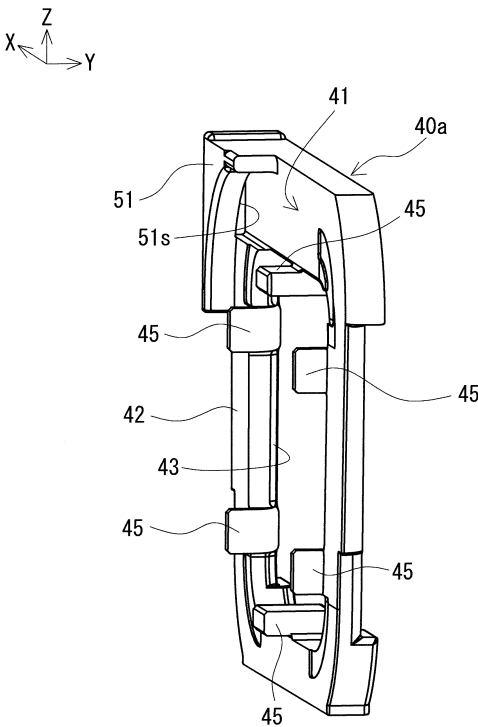
40

50

【図 1 3】



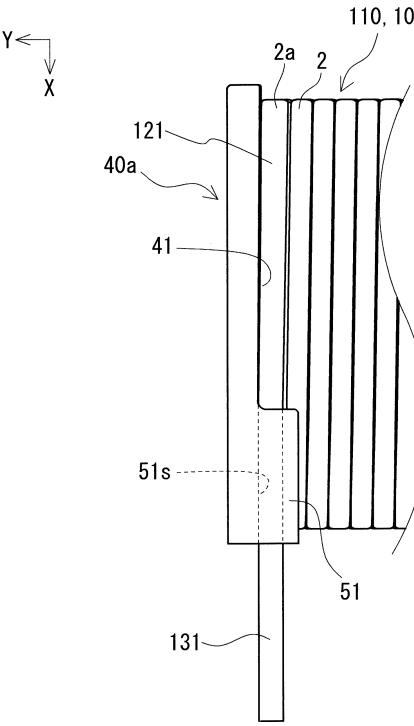
【図 1 4】



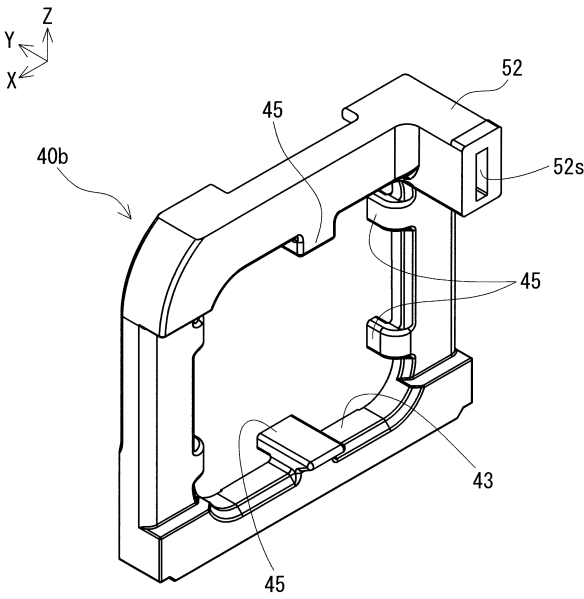
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

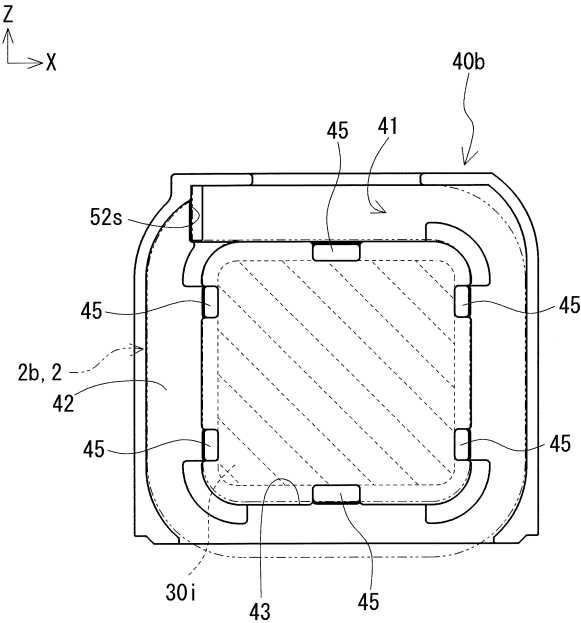


30

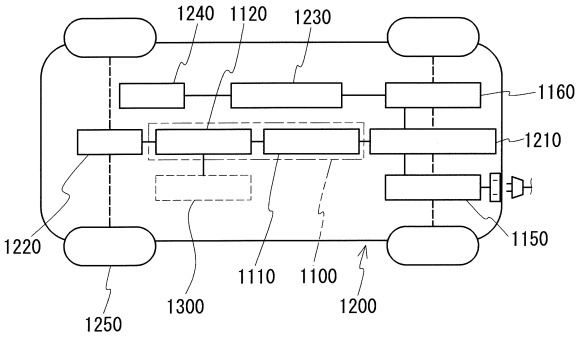
40

50

【図 17】

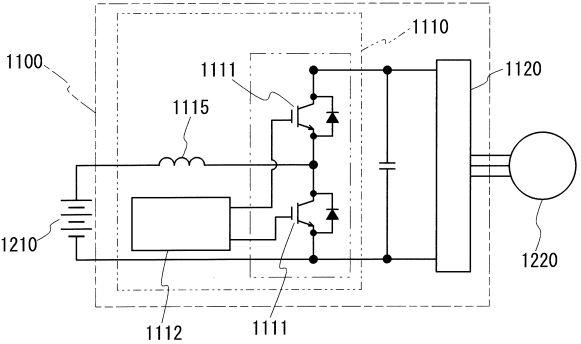


【図 18】



10

【図 19】



20

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 1 4 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 1 4 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 2 0 1 0 - 2 1 9 4 7 3 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 0 5 4 3 3 5 ( J P , A )  
特開 2 0 1 3 - 0 2 6 4 1 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 2 0 6 4 2 1 ( J P , A )  
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

- H 0 1 F 5 / 0 0 - 5 / 0 6
- H 0 1 F 1 7 / 0 0 - 2 1 / 1 2
- H 0 1 F 2 7 / 0 0
- H 0 1 F 2 7 / 0 2
- H 0 1 F 2 7 / 0 6
- H 0 1 F 2 7 / 0 8
- H 0 1 F 2 7 / 2 3
- H 0 1 F 2 7 / 2 6 - 2 7 / 3 0
- H 0 1 F 2 7 / 3 2
- H 0 1 F 2 7 / 3 6
- H 0 1 F 2 7 / 4 2
- H 0 1 F 3 0 / 0 0 - 3 8 / 1 2
- H 0 1 F 3 8 / 1 6
- H 0 1 F 3 8 / 4 2 - 4 1 / 0 4
- H 0 1 F 4 1 / 0 8
- H 0 1 F 4 1 / 1 0
- H 0 2 M 3 / 0 0 - 3 / 4 4