

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6651879号
(P6651879)

(45) 発行日 令和2年2月19日(2020.2.19)

(24) 登録日 令和2年1月27日(2020.1.27)

(51) Int.Cl.

F I

H 0 1 F 37/00 (2006.01)

H 0 1 F 37/00

J

H 0 1 F 37/00

M

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-19195 (P2016-19195)
 (22) 出願日 平成28年2月3日(2016.2.3)
 (65) 公開番号 特開2017-139327 (P2017-139327A)
 (43) 公開日 平成29年8月10日(2017.8.10)
 審査請求日 平成30年5月30日(2018.5.30)

前置審査

(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 100111567
 弁理士 坂本 寛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リアクトル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

巻線を巻回してなる巻回部を有するコイルと、前記巻回部の内部に配置される内側コア部と前記巻回部の外部に配置される外側コア部とで閉磁路を形成する磁性コアと、を備えるリアクトルであって、

前記巻回部の内周面と前記内側コア部の外周面とを接合する内側樹脂部を備え、

前記内側コア部は、前記巻回部の軸方向に沿って配置される複数のコア片を備え、

前記コア片の間、および前記コア片と前記外側コア部との間に、前記内側樹脂部の一部で構成されるギャップ部を備え、

前記コア片は、

前記ギャップ部に対向するギャップ対向面と、

前記巻回部の内周面に対向するコイル対向面と、

前記ギャップ対向面と前記コイル対向面との角部に設けられた切欠き状の樹脂流れ部と、を備え、

前記巻回部の軸方向に直交する方向から見たとき、前記樹脂流れ部の幅が前記ギャップ部の幅よりも広い、

リアクトル。

【請求項2】

前記ギャップ対向面の外周縁部の全周に亘って前記樹脂流れ部が形成されている請求項1に記載のリアクトル。

10

20

【請求項 3】

前記コイルは、前記内側樹脂部とは別に設けられ、前記巻回部の各ターンを一体化させる一体化樹脂を備える請求項 1 又は請求項 2 に記載のリアクトル。

【請求項 4】

前記コア片は、軟磁性粉末の圧粉成形体である請求項 1 から 請求項 3 のいずれか 1 項に記載のリアクトル。

【請求項 5】

前記コア片は、樹脂と、前記樹脂中に分散した軟磁性粉末と、を含む複合材料である請求項 1 から 請求項 3 のいずれか 1 項に記載のリアクトル。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド自動車などの電動車両に搭載される車載用 DC - DC コンバータや電力変換装置の構成部品などに利用されるリアクトルに関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド自動車のコンバータの構成部品の一つにリアクトルがある。リアクトルは、巻回部を有するコイルと、閉磁路を形成する磁性コアと、コイルと磁性コアとの間の絶縁を確保する絶縁介在部材と、を備える。磁性コアは、巻回部の内部に配置される内側コア部と、巻回部の外部に配置される外側コア部と、を備える。例えば特許文献 1 のリアクトルでは、一對のボビンを組み合わせることで絶縁介在部材を構成している。当該ボビンは、巻回部の内周面と内側コア部との間に介在される内側介在部材と、巻回部の軸方向端面と外側コア部との間に介在される端面介在部材と、に分けることができる。

20

【0003】

上記特許文献 1 には、コイルと磁性コアと絶縁介在部材とを組み合わせた後、コイルの巻回部の内部に樹脂を充填したリアクトルが開示されている。このような構成とすることで、磁性コアを構成する複数のコア片を樹脂で被覆し、その被覆コア片をコイルと組み合わせるよりも、リアクトルの製造工程を簡素化できると考えられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 003125 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 の構成では、巻回部の内部に充填した樹脂でコア片間にギャップ部を形成する場合、コア片間の隙間に十分に樹脂を充填することができない場合がある。コア片間への樹脂の充填が不十分であると、巻回部の内部でコア片ががたつき易く、騒音が発生したり、コア片同士が接触したり、コア片が巻回部の内周面に接触したりする虞がある。

【0006】

40

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的の一つは、巻回部の内部に充填した樹脂でコア片間にギャップ部を形成した場合でもコア片間に十分に樹脂が充填されたリアクトルを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様に係るリアクトルは、巻線を巻回してなる巻回部を有するコイルと、前記巻回部の内部に配置される内側コア部と前記巻回部の外部に配置される外側コア部とで閉磁路を形成する磁性コアと、を備えるリアクトルである。このリアクトルは、前記巻回部の内周面と前記内側コア部の外周面とを接合する内側樹脂部を備え、リアクトルに備わる前記内側コア部は、複数のコア片と前記内側樹脂部の一部で構成されるギャップ部とを

50

備える。前記コア片は、前記ギャップ部に対向するギャップ対向面と、前記巻回部の内周面に対向するコイル対向面と、前記ギャップ対向面と前記コイル対向面との角部に設けられた切欠き状の樹脂流れ部と、を備える。

【発明の効果】

【0008】

本発明の一態様に係るリアクトルによれば、巻回部の内部に充填した樹脂でコア片間にギャップ部を形成した場合でも、コア片間に十分に樹脂（内側樹脂部）が充填されたりリアクトルとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

10

【図1】実施形態1に係るリアクトルの概略斜視図である。

【図2】図1のII-II断面図である。

【図3】内側樹脂部および外側樹脂部を除く、実施形態1に示す組合体の分解斜視図である。

【図4】図2の部分拡大図である。

【図5】内側樹脂部および外側樹脂部を形成する前の実施形態1に示す組合体の概略正面図である。

【図6】実施形態1に示す内側コア部を構成するコア片の概略斜視図である。

【図7】図6とは別形態のコア片の概略斜視図である。

【図8】実施形態2に係るリアクトルの概略斜視図である。

20

【図9】図8のIX-IX断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

・本発明の実施形態の説明

最初に本発明の実施態様を列記して説明する。

【0011】

<1>実施形態のリアクトルは、巻線を巻回してなる巻回部を有するコイルと、前記巻回部の内部に配置される内側コア部と前記巻回部の外部に配置される外側コア部とで閉磁路を形成する磁性コアと、を備えるリアクトルである。このリアクトルは、前記巻回部の内周面と前記内側コア部の外周面とを接合する内側樹脂部を備え、リアクトルに備わる前記内側コア部は、複数のコア片と前記内側樹脂部の一部で構成されるギャップ部とを備える。前記コア片は、前記ギャップ部に対向するギャップ対向面と、前記巻回部の内周面に対向するコイル対向面と、前記ギャップ対向面と前記コイル対向面との角部に設けられた切欠き状の樹脂流れ部と、を備える。

30

【0012】

コア片のギャップ対向面とコイル対向面との角部に樹脂流れ部を形成することで、内側樹脂部となる樹脂を巻回部の内部に充填する際、ギャップ部となるコア片間の隙間（コア片と外側コア部との隙間を含む）に樹脂が十分に回り込み易くなる。その結果、リアクトルにおけるギャップ部の位置に大きな空隙が形成され難くなる。つまり、コア片に樹脂流れ部を備えるリアクトルは、ギャップ部の位置に大きな空隙が形成されていないリアクトルとなる。

40

【0013】

<2>実施形態のリアクトルとして、前記ギャップ対向面の外周縁部の全周に亘って前記樹脂流れ部が形成されている形態を挙げることができる。

【0014】

コア片のギャップ対向面の外周縁部の全周に亘って樹脂流れ部を形成することで、内側樹脂部となる樹脂を巻回部の内側に充填する際、ギャップ部となるコア片間の隙間に樹脂が十分に回り込み易くなる。その結果、リアクトルにおけるギャップ部の位置に大きな空隙が形成され難くなる。

【0015】

50

< 3 > 実施形態のリアクトルとして、前記巻回部の軸方向に直交する方向から見たとき、前記樹脂流れ部の幅が前記ギャップ部の幅よりも広い形態を挙げることができる。

【 0 0 1 6 】

ギャップ部となるコア片間の間隔よりも樹脂流れ部の幅を広くすることで、内側樹脂部となる樹脂を巻回部の内側に充填する際、ギャップ部となるコア片間の隙間に樹脂が十分に回り込み易くなる。その結果、ギャップ部の位置に大きな空隙が形成され難くなる。

【 0 0 1 7 】

< 4 > 実施形態のリアクトルとして、前記コイルは、前記内側樹脂部とは別に設けられ、前記巻回部の各ターンを一体化させる一体化樹脂を備える形態を挙げることができる。

【 0 0 1 8 】

一体化樹脂で巻回部を一体化することで、内側樹脂部となる樹脂を巻回部の内部に充填する際、ターン間から樹脂が漏れることを抑制することができる。ターン間からの樹脂漏れを抑制できれば、ギャップ部となるコア片間の隙間に樹脂が十分に回り込み易く、その結果、ギャップ部の位置に大きな空隙が形成され難くなる。

【 0 0 1 9 】

< 5 > 実施形態のリアクトルとして、前記コア片は、軟磁性粉末の圧粉成形体である形態を挙げることができる。

【 0 0 2 0 】

圧粉成形体は、軟磁性粉末を加圧成形することで生産性良く製造することができるので、この圧粉成形体のコア片を用いたリアクトルの生産性も向上することができる。また、コア片を圧粉成形体で構成することで、コア片に占める軟磁性粉末の割合を高くできるので、コア片の磁気特性（比透磁率や飽和磁束密度）を高めることができる。そのため、圧粉成形体のコア片を用いたリアクトルの性能を向上させることができる。

【 0 0 2 1 】

< 6 > 実施形態のリアクトルとして、前記コア片は、樹脂と、前記樹脂中に分散した軟磁性粉末と、を含む複合材料である形態を挙げることができる。

【 0 0 2 2 】

複合材料は、樹脂中の軟磁性粉末の含有量を調整し易い。そのため、複合材料のコア片を用いたリアクトルの性能を調整し易い。

【 0 0 2 3 】

・ 本発明の実施形態の詳細

以下、本発明のリアクトルの実施形態を図面に基づいて説明する。図中の同一符号は同一名称物を示す。なお、本発明は実施形態に示される構成に限定されるわけではなく、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の全ての変更が含まれることを意図する。

【 0 0 2 4 】

< 実施形態 1 >

実施形態 1 では、図 1 ~ 図 7 に基づいてリアクトル 1 の構成を説明する。図 1 に示すリアクトル 1 は、コイル 2 と磁性コア 3 と絶縁介在部材 4 とを組み合わせた組合体 10 と、組合体 10 を載置する載置板 9 と、を備える。組合体 10 はさらに、コイル 2 の巻回部 2A, 2B の内部に配置される内側樹脂部 5（図 2 参照）と、磁性コア 3 の一部を構成する外側コア部 32 を覆う外側樹脂部 6 と、を備える。以下、リアクトル 1 に備わる各構成を詳細に説明する。

【 0 0 2 5 】

組合体

コイル 2、磁性コア 3、および絶縁介在部材 4 を備える組合体 10 の説明には主として図 3 の分解斜視図、および図 2 の概略縦断面図を用いる。図 2 では、コア片 31m は断面ではなく、側面を示している（この点は、図 9 においても同様）。

【 0 0 2 6 】

[コイル]

10

20

30

40

50

図3に示すように、本例のコイル2は、一本の巻線2wで構成されており、一对の巻回部2A, 2Bと、両巻回部2A, 2Bを連結する連結部2Rと、を備える。各巻回部2A, 2Bは、互いに同一の巻数、同一の巻回方向で中空筒状に形成され、各軸方向が平行になるように並列されている。別々の巻線により作製した巻回部2A, 2Bを連結することでコイル2を製造しても良い。

【0027】

本例の各巻回部2A, 2Bは角筒状に形成されている。角筒状の巻回部2A, 2Bとは、その端面形状が四角形状（正形状を含む）の角を丸めた形状の巻回部のことである。もちろん、巻回部2A, 2Bは円筒状に形成しても構わない。円筒状の巻回部とは、その端面形状が閉曲面形状（楕円形状や真円形状、レーストラック形状など）の巻回部のことである。

10

【0028】

巻回部2A, 2Bを含むコイル2は、銅やアルミニウム、マグネシウム、あるいはその合金といった導電性材料からなる平角線や丸線などの導体の外周に、絶縁性材料からなる絶縁被覆を備える被覆線によって構成することができる。本実施形態では、導体が銅製の平角線（巻線2w）からなり、絶縁被覆がエナメル（代表的にはポリアミドイミド）からなる被覆平角線をエッジワイズ巻きにすることで、各巻回部2A, 2Bを形成している。

【0029】

コイル2の両端部2a, 2bは、巻回部2A, 2Bから引き延ばされて、図示しない端子部材に接続される。両端部2a, 2bではエナメルなどの絶縁被覆は剥がされている。この端子部材を介して、コイル2に電力供給を行なう電源などの外部装置が接続される。

20

【0030】

上記構成を備えるコイル2は、図2に示すように樹脂によって一体化されていることが好ましい。本例の場合、コイル2の巻回部2A, 2Bはそれぞれ、一体化樹脂20によって個別に一体化されている。本例の一体化樹脂20は、巻線の外周（エナメルなどの絶縁被覆のさらに外周）に形成される熱融着樹脂の被覆層を融着させることで構成されており、非常に薄い。そのため、巻回部2A, 2Bが一体化樹脂で一体化されていても、巻回部2A, 2Bのターンの形状や、ターンの境界が外観上から分かる状態になっている。一体化樹脂20の材質としては、熱によって融着する樹脂、例えば、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、不飽和ポリエステルなどの熱硬化性樹脂を挙げることができる。

30

【0031】

図2では一体化樹脂20を誇張して示しているが、実際には非常に薄く形成されている。一体化樹脂20は、巻回部2B（巻回部2Aでも同様）を構成する各ターンを一体化し、巻回部2Bの軸方向の伸縮を抑制する。本例では、巻線2wに形成される熱融着樹脂を融着させて一体化樹脂20を形成しているため、各ターン間の隙間にも均一的に一体化樹脂20が入り込んでいる。ターン間における一体化樹脂20の厚さt1は、巻回前の巻線2wの表面に形成される熱融着樹脂の厚さの約二倍であり、具体的には20μm以上2mm以下とすることが挙げられる。厚さt1を厚くすることで、各ターンを強固に一体化させることができ、厚さt1を薄くすることで巻回部2Bの軸方向長さが長くなり過ぎることを抑制できる。

40

【0032】

ここで、角筒状のコイル2の巻回部2A, 2Bは、巻線2wが曲げられることで形成される四つの角部と、巻線2wが曲げられていない平坦部と、に分けられる。図1, 2では巻回部2A, 2Bの角部においても平坦部においても各ターン同士を一体化樹脂20で一体化した構成である。これに対して、巻回部2A, 2Bの一部、例えば角部においてのみ各ターン同士が一体化樹脂20で一体化されている構成としても良い。

【0033】

巻線2wをエッジワイズ巻きすることで形成される巻回部2A, 2Bの角部では、曲げの内側が曲げの外側よりも厚くなり易い。このような曲げの内側が厚くなった巻回部2A, 2Bを熱処理し、巻線2w表面の熱融着樹脂を溶融させると、曲げの内側では各ターン

50

を一体化樹脂 20 で一体化させることができ、曲げの外側では各ターンを離隔させることができる。この場合、巻回部 2 A , 2 B の平坦部では、巻線 2 w の外周に熱融着樹脂があるが、各ターン間は一体化されずに離隔する。この平坦部における隙間が十分に小さければ、巻回部 2 A , 2 B の内部に樹脂を充填してもその樹脂は表面張力によって平坦部の隙間を通過できない。

【 0 0 3 4 】

[磁性コア]

磁性コア 3 は、複数のコア片 3 1 m , 3 2 m を組み合わせて構成されており、便宜上、内側コア部 3 1 , 3 1 と、外側コア部 3 2 , 3 2 と、に分けることができる (図 1 , 2 を合わせて参照) 。

10

【 0 0 3 5 】

内側コア部 3 1 は、図 2 に示すようにコイル 2 の巻回部 2 B (巻回部 2 A でも同様) の内部に配置される部分である。ここで、内側コア部 3 1 とは、磁性コア 3 のうち、コイル 2 の巻回部 2 A , 2 B の軸方向に沿った部分を意味する。例えば、図 2 では、巻回部 2 A , 2 B の軸方向に沿った部分の端部が巻回部 2 A , 2 B の端面よりも巻回部 2 A , 2 B の外側に突出しているものの、その突出する部分も内側コア部 3 1 の一部である。

【 0 0 3 6 】

本例の内側コア部 3 1 は、三つのコア片 3 1 m と、各コア片 3 1 m の間に形成されるギャップ部 3 1 g と、コア片 3 1 m と後述するコア片 3 2 m との間に形成されるギャップ部 3 2 g と、で構成されている。本例のギャップ部 3 1 g , 3 2 g は、後述する内側樹脂部 5 によって形成されている。この内側コア部 3 1 の形状は、巻回部 2 A (2 B) の内部形状に沿った形状であって、本例の場合、略直方体状である。

20

【 0 0 3 7 】

一方、外側コア部 3 2 は、巻回部 2 A , 2 B の外部に配置される部分であって、一对の内側コア部 3 1 , 3 1 の端部を繋ぐ形状を備える (図 1 参照) 。本例の外側コア部 3 2 は、上面と下面が略ドーム形状の柱状のコア片 3 2 m で構成されている。この外側コア部 3 2 の下面 (コア片 3 2 m の下面) は、コイル 2 の巻回部 2 A , 2 B の下面とほぼ面一になっている (図 2 参照) 。

【 0 0 3 8 】

コア片 3 1 m , 3 2 m は、軟磁性粉末を含む原料粉末を加圧成形してなる圧粉成形体である。軟磁性粉末は、鉄などの鉄族金属やその合金 (Fe - Si 合金、Fe - Ni 合金など) などで構成される磁性粒子の集合体である。原料粉末には潤滑剤が含有されていても良い。本例とは異なり、コア片 3 1 m , 3 2 m は、軟磁性粉末と樹脂とを含む複合材料の成形体で構成することもできる。複合材料の軟磁性粉末と樹脂には、圧粉成形体に使用できる軟磁性粉末と樹脂と同じものを利用することができる。磁性粒子の表面には、リン酸塩などで構成される絶縁被覆が形成されていても良い。

30

【 0 0 3 9 】

ここで、本例のコア片 3 1 m は、従来とは異なる特徴的な形状を備える。その特徴的な形状について、図 4 (図 2 の部分拡大図) を参照して説明する。本例のコア片 3 1 m は、一对のギャップ対向面 3 1 X , 3 1 X と、巻回部 2 B (図 2) の内周面に対向するコイル対向面 3 1 Y と、を備える。紙面右側のギャップ対向面 3 1 X は、隣接するコア片 3 1 m とコア片 3 1 m との間に形成されるギャップ部 3 1 g に対向する面であり、紙面左側のギャップ対向面 3 1 X は、コア片 3 1 m とコア片 3 2 m (外側コア部 3 2) との間に形成されるギャップ部 3 2 g に対向する面である。本例のコア片 3 1 m はさらに、ギャップ対向面 3 1 X とコイル対向面 3 1 Y との角部に設けられる切欠き状の樹脂流れ部 3 1 Z を備える。樹脂流れ部 3 1 Z は図示するような傾斜面でも良いし湾曲面でも良い。この樹脂流れ部 3 1 Z が形成されていることで、ギャップ部 3 1 g , 3 2 g に大きな空隙が形成され難くなり、実際、本例のギャップ部 3 1 g , 3 2 g には大きな空隙が形成されていない。樹脂流れ部 3 1 Z による空隙の抑制のメカニズムについては、リアクトルの製造方法の項目で説明する。

40

50

【 0 0 4 0 】

次に、樹脂流れ部 3 1 Z を有するコア片 3 1 m の全体形状を図 6 に基づいて説明する。図 6 のコア片 3 1 m は、略直方体状であって、互いに平行な平坦面 3 1 A , 3 1 B と、四つの周面 3 1 C ~ 3 1 F と、を備える。このコア片 3 1 m には、平坦面 3 1 A (3 1 B) を正面視したとき、平坦面 3 1 A (3 1 B) の外周縁部の全周に亘って周面 3 1 C ~ 3 1 F 側に傾斜する傾斜部 3 1 G が形成されている (クロスハッチングで示す部分を参照) 。また、このコア片 3 1 m には、周方向に隣接する周面 3 1 C , 3 1 D (3 1 D , 3 1 E) (3 1 E , 3 1 F) (3 1 F , 3 1 C) の稜線を丸めた丸め部 3 1 H が形成されている (1 3 5 ° の斜めハッチングで示す) 。図 2 , 4 では、このような構成を備えるコア片 3 1 m を、平坦面 3 1 A (3 1 B) がギャップ対向面 3 1 X となるように並べている。つまり、コア片 3 1 m の傾斜部 3 1 G が、図 4 の樹脂流れ部 3 1 Z として機能する。傾斜部 3 1 G は湾曲形状であっても構わない。

10

【 0 0 4 1 】

リアクトル 1 のコア片 3 1 m として、図 7 に示す形状のコア片 3 1 m を利用することもできる。図 7 のコア片 3 1 m は、図 6 のコア片 3 1 m と同様に、平坦面 3 1 A , 3 1 B 、周面 3 1 C ~ 3 1 F 、傾斜部 3 1 G 、および丸め部 3 1 H を備える。このコア片 3 1 m はさらに、傾斜部 3 1 G と周面 3 1 C ~ 3 1 F との間を繋ぐ環状部 3 1 J を備える。環状部 3 1 J は、平坦面 3 1 A (3 1 B) に平行に設けられる。

【 0 0 4 2 】

[絶縁介在部材]

20

絶縁介在部材 4 は、図 2 , 3 に示すように、コイル 2 と磁性コア 3 との間の絶縁を確保する部材であって、端面介在部材 4 A , 4 B と、内側介在部材 4 C , 4 D と、で構成されている。絶縁介在部材 4 は、例えば、ポリフェニレンスルフィド (P P S) 樹脂、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) 樹脂、液晶ポリマー (L C P) 、ナイロン 6 やナイロン 6 6 といったポリアミド (P A) 樹脂、ポリブチレンテレフタレート (P B T) 樹脂、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン (A B S) 樹脂などの熱可塑性樹脂で構成することができる。その他、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂などの熱硬化性樹脂などで絶縁介在部材 4 を形成することができる。上記樹脂にセラミックスフィラーを含有させて、絶縁介在部材 4 の放熱性を向上させても良い。セラミックスフィラーとしては、例えば、アルミナやシリカなどの非磁性粉末を利用することが

30

【 0 0 4 3 】

[[端面介在部材]]

端面介在部材 4 A , 4 B の説明には主として図 3 を用いる。端面介在部材 4 A , 4 B のコイル側の面には、巻回部 2 A , 2 B の軸方向端部の少なくとも一部を収納する二つのターン収納部 4 1 が形成されている (端面介在部材 4 A のターン収納部は見えない位置にある) 。ターン収納部 4 1 は、巻回部 2 A , 2 B の軸方向端面全体を、端面介在部材 4 A に面接触させるために形成されている。より具体的には、各ターン収納部 4 1 は、後述する貫通孔 4 2 の周囲を取り囲む四角環状に形成されており、巻回部 2 A , 2 B の端面の凹凸に対応する凹凸形状を備えている。ターン収納部 4 1 によって巻回部 2 A , 2 B の軸方向端面と端面介在部材 4 A とを面接触させることで、接触部分からの樹脂漏れを抑制することができる。

40

【 0 0 4 4 】

端面介在部材 4 A , 4 B は、上述したターン収納部 4 1 の他に、一對の貫通孔 4 2 , 4 2 と、嵌合部 4 3 (端面介在部材 4 A を参照) と、を備える。貫通孔 4 2 は、内側介在部材 4 C , 4 D とコア片 3 1 m との組物を嵌め込むための孔である。一方、嵌合部 4 3 は、外側コア部 3 2 となるコア片 3 2 m を嵌め込むための凹部である。

【 0 0 4 5 】

上記貫通孔 4 2 の中央寄りの下部と外側寄りの上方には、上記組物を当て止めするための当て止め部 4 4 が形成されている。この当て止め部 4 4 によって、組物とコア片 3 2 m

50

とが直接接触することなく離隔される。

【 0 0 4 6 】

上記貫通孔 4 2 の側方寄りの部分、および上方寄りの部分には、外方に向って凹んでいる。この凹んでいる部分は、図 5 に示すように、端面介在部材 4 A の嵌合部 4 3 (図 3) にコア片 3 2 m を嵌め込んだときに、コア片 3 2 m の側縁および上縁の位置に樹脂充填孔 4 5 を形成する。樹脂充填孔 4 5 は、紙面手前の外側コア部 3 2 (コア片 3 2 m) 側から紙面奥側の巻回部 2 A , 2 B の軸方向端面側に向って端面介在部材 4 A の厚み方向に貫通する孔であり、紙面奥側で巻回部 2 A , 2 B の内周面と内側コア部 3 1 (コア片 3 1 m) の外周面との間の空間に連通している (図 2 を合わせて参照) 。

【 0 0 4 7 】

[[内側介在部材]]

内側介在部材 4 C , 4 D は、後述する内側樹脂部 5 となる樹脂を巻回部 2 A , 2 B に充填する際、隣接するコア片 3 1 m , 3 1 m の間隔を所定値とすると共に、コア片 3 1 m と巻回部 2 A , 2 B の内周面との間隔を所定値に保持できる形態であれば特に限定されない。例えば、本例の内側介在部材 4 C , 4 D は同一形状を備える籠状の部材であって、内側介在部材 4 C を 1 8 0 ° 水平方向に回転させれば内側介在部材 4 D となる。内側介在部材 4 C , 4 D の内部は、その軸方向に 3 つに区画されており、その区画された部分にコア片 3 1 m を収納できるようになっている。内側介在部材 4 C , 4 D に収納された各コア片 3 1 m は互いに離隔された状態になる。

【 0 0 4 8 】

[内側樹脂部]

内側樹脂部 5 は、図 2 に示すように、巻回部 2 B (図示しない巻回部 2 A でも同様) の内部に配置され、巻回部 2 B の内周面とコア片 3 1 m (内側コア部 3 1) の外周面とを接合する。

【 0 0 4 9 】

内側樹脂部 5 は、巻回部 2 B が一体化樹脂 2 0 によって一体化されているため、巻回部 2 B の各ターンの内周面と外周面との間に跨ることなく、巻回部 2 B の内部に留まっている。また、この内側樹脂部 5 の一部は、コア片 3 1 m とコア片 3 1 m との間、およびコア片 3 1 m とコア片 3 2 m との間に入り込み、ギャップ部 3 1 g , 3 2 g を形成している。

【 0 0 5 0 】

内側樹脂部 5 は、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シリコン樹脂、ウレタン樹脂などの熱硬化性樹脂や、P P S 樹脂、P A 樹脂、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂などの熱可塑性樹脂、常温硬化性樹脂、あるいは低温硬化性樹脂を利用することができる。これらの樹脂にアルミナやシリカなどのセラミックスフィラーを含有させて、内側樹脂部 5 の放熱性を向上させても良い。内側樹脂部 5 は、端面介在部材 4 A , 4 B および内側介在部材 4 C , 4 D と同じ材料で構成することが好ましい。三つの部材を同じ材料で構成することで、三つの部材の線膨張係数を同じにすることができ、熱膨張・収縮に伴う各部材の損傷を抑制することができる。

【 0 0 5 1 】

[外側樹脂部]

外側樹脂部 6 は、図 1 , 2 に示すように、コア片 3 2 m (外側コア部 3 2) の外周全体を覆うように配置され、コア片 3 2 m を端面介在部材 4 A , 4 B に固定すると共に、コア片 3 2 m を外部環境から保護する。ここで、コア片 3 2 m の下面は、外側樹脂部 6 から露出していても構わない。その場合、コア片 3 2 m の下方部分を、端面介在部材 4 A , 4 B の下面とほぼ面一となるように延設することが好ましい。後述する載置板 9 にコア片 3 2 m の下面を直接接触させる、あるいは載置板 9 とコア片 3 2 m の下面との間に接着剤や絶縁シートを介在させることで、コア片 3 2 m を含む磁性コア 3 の放熱性を高めることができる。

【 0 0 5 2 】

本例の外側樹脂部 6 は、端面介在部材 4 A , 4 B におけるコア片 3 2 m が配置される側に設けられ、巻回部 2 A , 2 B の外周面に及んでいない。コア片 3 2 m の固定と保護を行なうという外側樹脂部 6 の機能に鑑みれば、外側樹脂部 6 の形成範囲は図示する程度で十分であり、樹脂の使用量を低減できる点で好ましいと言える。もちろん、図示する例とは異なり、外側樹脂部 6 が巻回部 2 A , 2 B 側に及んでいても構わない。

【 0 0 5 3 】

本例の外側樹脂部 6 は、図 2 に示すように、端面介在部材 4 A , 4 B の樹脂充填孔 4 5 を介して内側樹脂部 5 と繋がっている。つまり、外側樹脂部 6 と内側樹脂部 5 とは同じ樹脂で一度に形成されたものである。本例と異なり、外側樹脂部 6 と内側樹脂部 5 とを個別に形成することも可能である。外側樹脂部 6 は、内側樹脂部 5 の形成に利用できる樹脂と同様の樹脂で構成することができる。本例のように外側樹脂部 6 と内側樹脂部 5 とが繋がっている場合、両樹脂部 6 , 5 は同じ樹脂で構成される。

10

【 0 0 5 4 】

その他、図 1 に示すように、外側樹脂部 6 には、組合体 1 0 を載置板 9 などに固定するための固定部 6 0 (図 1 参照) が形成されている。例えば、高剛性の金属や樹脂で構成されるカラーを外側樹脂部 6 に埋設することで、組合体 1 0 を載置板 9 にボルトで固定するための固定部 6 0 を形成することができる。

【 0 0 5 5 】

載置板

図 1 に示すように、本実施形態のリアクトル 1 はさらに、組合体 1 0 を載置する載置板 9 を備える。載置板 9 と組合体 1 0 との間には、両者 9 , 1 0 を接合させる接合層 8 が形成されている。載置板 9 は、機械的強度と熱伝導性に優れる材料で構成することが好ましく、例えばアルミニウムやその合金で構成することができる。接合層 8 は、絶縁性に優れる材料で構成することが好ましく、例えばエポキシ樹脂、シリコン樹脂、不飽和ポリエステルなどの熱硬化性樹脂や、P P S 樹脂、L C P などの熱可塑性樹脂で構成することができる。これら絶縁性樹脂に、セラミックスフィラーなどを含有させることで、接合層 8 の放熱性を向上させても良い。

20

【 0 0 5 6 】

リアクトルの製造方法

次に、実施形態 1 に係るリアクトル 1 を製造するためのリアクトルの製造方法の一例を説明する。リアクトルの製造方法は、大略、次の工程を備える。リアクトルの製造方法の説明にあたっては主として図 3 を参照する。

30

- ・ コイル作製工程
- ・ 一体化工程
- ・ 組付工程
- ・ 充填工程
- ・ 硬化工程

【 0 0 5 7 】

[コイル作製工程]

この工程では、巻線 2 w を用意し、巻線 2 w の一部を巻回することでコイル 2 を作製する。巻線 2 w の巻回には、公知の巻線機を利用することができる。巻線 2 w の外周には、図 2 を参照して説明した一体化樹脂 2 0 となる熱融着樹脂の被覆層を形成することができる。被覆層の厚さは適宜選択することができる。

40

【 0 0 5 8 】

[一体化工程]

この工程では、コイル作製工程で作製したコイル 2 のうち、巻回部 2 A , 2 B を一体化樹脂 2 0 (図 2 参照) で一体化する。巻線 2 w の外周に熱融着樹脂の被覆層を形成している場合、コイル 2 を熱処理することで、一体化樹脂 2 0 を形成することができる。これに対して、巻線 2 w の外周に被覆層を形成していない場合、コイル 2 の巻回部 2 A , 2 B の外周や内周に樹脂を塗布し、樹脂を硬化させることで一体化樹脂 2 0 を形成すると良い。

50

この一体化工程は、次に説明する組付工程の後で、かつ充填工程の前に行なうこともできる。

【 0 0 5 9 】

〔 組付工程 〕

この工程では、コイル 2 と、磁性コア 3 を構成するコア片 3 1 m , 3 2 m と、絶縁介在部材 4 と、を組み合わせる。例えば、内側介在部材 4 C , 4 D の各収納部にコア片 3 1 m を配置した第一組物を作製し、その第一組物を巻回部 2 A , 2 B の内部に配置する。そして、端面介在部材 4 A , 4 B を巻回部 2 A , 2 B の軸方向の一端側端面と他端側端面に当接させ、一对のコア片 3 2 m で挟み込んで、コイル 2 とコア片 3 1 m , 3 2 m と絶縁介在部材 4 とを組み合わせた第二組物を作製する。

10

【 0 0 6 0 】

ここで、図 5 に示すように、コイル 2 の巻回部 2 A , 2 B の軸方向から第二組物を見たときに、コア片 3 2 m (外側コア部 3 2) の側縁と上縁には、巻回部 2 A , 2 B の内部に樹脂を充填するための樹脂充填孔 4 5 が形成されている。樹脂充填孔 4 5 は、端面介在部材 4 A , 4 B の貫通孔 4 2 と、嵌合部 4 3 に嵌め込まれた外側コア部 3 2 と、の隙間によって形成される (図 3 を合わせて参照) 。

【 0 0 6 1 】

〔 充填工程 〕

充填工程では、第二組物における巻回部 2 A , 2 B の内部に樹脂を充填する。本例では、第二組物を金型内に配置し、金型内に樹脂を注入する射出成形を行なう。樹脂の注入は、いずれかの一方のコア片 3 2 m の端面側 (コイル 2 の反対側) から行なう。金型内に充填された樹脂は、コア片 3 2 m の外周を覆い、樹脂充填孔 4 5 (図 2 , 5) を介して巻回部 2 A , 2 B の内部に流入する。その際、巻回部 2 A , 2 B 内の空気は、他方のコア片 3 2 m 側の樹脂充填孔 4 5 から外部に排気される。

20

【 0 0 6 2 】

巻回部 2 A , 2 B の内部に充填された樹脂は、図 2 に示すように、巻回部 2 B の内周面とコア片 3 1 m の外周面との間に入り込むだけでなく、隣接する二つのコア片 3 1 m , 3 1 m の間、およびコア片 3 1 m と外側コア部 3 2 (コア片 3 2 m) との間にも入り込み、ギャップ部 3 1 g , 3 2 g を形成する。ここで、本例のコア片 3 1 m には、図 4 に示すように、樹脂流れ部 3 1 Z が形成されているため、コア片 3 1 m とコア片 3 1 m 間の隙間、およびコア片 3 1 m とコア片 3 2 m との隙間に樹脂が入り込み易くなっている。そのため、当該隙間への樹脂の充填が十分となっており、ギャップ部 3 1 g , 3 2 g に大きな空隙が形成され難い、もしくは全く形成されない。図 4 に示すように、ギャップ部 3 1 g (3 2 g) となるコア片 3 1 m , 3 1 m (3 1 m , 3 2 m) 間の間隔よりも樹脂流れ部 3 1 Z の幅 W を広くすることで、ギャップ部 3 1 g (3 2 g) となるコア片 3 1 m , 3 1 m (3 1 m , 3 2 m) 間の隙間に樹脂が回り込み易くなる。

30

【 0 0 6 3 】

射出成形によって圧力をかけて樹脂充填孔 4 5 から巻回部 2 A , 2 B 内に充填された樹脂は、巻回部 2 A , 2 B と内側コア部 3 1 との狭い隙間に十分に行き渡るが、巻回部 2 A , 2 B の外部に漏れることは殆どない。図 2 に示すように、巻回部 2 B の軸方向端面と端面介在部材 4 A , 4 B とが面接触すると共に、巻回部 2 B が一体化樹脂 2 0 で一体化されているからである。

40

【 0 0 6 4 】

ここで、巻回部 2 A , 2 B の説明の際に述べたように、角筒状の巻回部 2 A , 2 B の曲げの角部において各ターンを一体化し、平坦部に微小な隙間が形成されるようにしたコイル 2 を利用する場合、一方のコア片 3 2 m の外側と他方のコア片 3 2 m の外側の両方から樹脂を充填することができる。その場合、平坦部に形成される微小な隙間から巻回部 2 A , 2 B の外に排気される。樹脂は、その粘度と表面張力によって、平坦部の微小な隙間から巻回部 2 A , 2 B の外側に漏れることは殆どない。

【 0 0 6 5 】

50

〔硬化工程〕

硬化工程では、熱処理や時間経過などで樹脂を硬化させる。硬化した樹脂のうち、巻回部 2 A , 2 B の内部にあるものは図 2 に示すように内側樹脂部 5 となり、コア片 3 2 m を覆うものは外側樹脂部 6 となる。

【 0 0 6 6 】

以上説明したリアクトルの製造方法によれば、図 1 に示すリアクトル 1 の組合体 1 0 を製造することができる。内側樹脂部 5 と外側樹脂部 6 とを一体に形成することで、充填工程と硬化工程が 1 回ずつで済むので、生産性良く組合体 1 0 を製造することができる。完成した組合体 1 0 は、接合層 8 を介して載置板 9 上に固定すれば良い。

【 0 0 6 7 】

リアクトルの効果

本例のリアクトル 1 では、コア片 3 1 m に樹脂流れ部 3 1 Z を形成したことにより、ギャップ部 3 1 g , 3 2 g に大きな空隙が形成されていない。そのため、巻回部 2 A , 2 B の内部で内側コア部 3 1 , 3 1 がたつくことを抑制でき、騒音の発生や、巻回部 2 A , 2 B と内側コア部 3 1 , 3 1 との接触を抑制できる。

【 0 0 6 8 】

また、本例のリアクトル 1 では、コイル 2 の巻回部 2 A , 2 B の外周が樹脂でモールドされておらず、外部環境に直接曝された状態となっているため、本例のリアクトル 1 は放熱性に優れたリアクトル 1 となる。リアクトル 1 の組合体 1 0 を液体冷媒に浸漬された状態とすれば、リアクトル 1 の放熱性をより向上させることができる。

【 0 0 6 9 】

< 実施形態 2 >

実施形態 2 では、コア片 3 1 m の連結の仕方が実施形態 1 と異なるリアクトル 1 を図 8 , 9 に基づいて説明する。

【 0 0 7 0 】

図 8 に示すように、実施形態 2 のリアクトル 1 は、実施形態 1 のリアクトル 1 の巻回部 2 A , 2 B よりも軸方向長さが長い巻回部 2 A , 2 B を備える。この実施形態 2 のリアクトル 1 では、図 9 の部分断面図に示すように、図 6 のコア片 3 1 m よりも厚みが大きいコア片 3 1 m を横向きに連結して内側コア部 3 1 を形成している。より具体的には、図 9 の丸囲み拡大図に示すように、コア片 3 1 m の平坦面 3 1 A が、巻回部 2 B の軸方向と直交する方向（紙面手前側）に向くようにコア片 3 1 m を並べている（図 6 を合わせて参照）。この構成では、コア片 3 1 m の周面 3 1 F がギャップ部 3 1 g に対向するギャップ対向面 3 1 X となり、平坦面 3 1 A と周面 3 1 E がコイル対向面 3 1 Y となる。そして、傾斜部 3 1 G と丸め部 3 1 H とで、樹脂流れ部 3 1 Z が形成される。

【 0 0 7 1 】

実施形態 2 のリアクトル 1 において、図 7 のコア片 3 1 m の厚みを大きくしたコア片 3 1 m を利用することもできる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 2 】

本発明のリアクトルは、ハイブリッド自動車や電気自動車、燃料電池自動車といった電動車両に搭載される双方向 D C - D C コンバータなどの電力変換装置の構成部材に利用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 3 】

- 1 リアクトル
- 1 0 組合体
- 2 コイル 2 w 巻線
 - 2 A , 2 B 巻回部 2 R 連結部 2 a , 2 b 端部
- 2 0 一体化樹脂
- 3 磁性コア

10

20

30

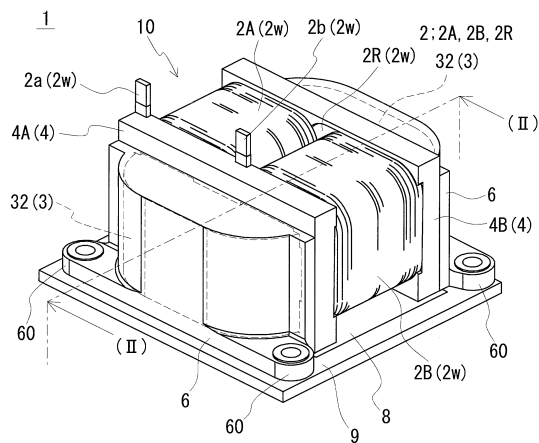
40

50

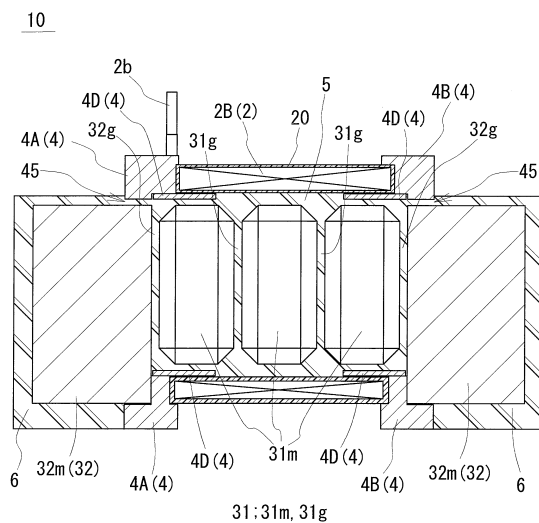
- 3 1 内側コア部 3 2 外側コア部
 3 1 m , 3 2 m コア片 3 1 g , 3 2 g ギャップ部
 3 1 X ギャップ対向面 3 1 Y コイル対向面 3 1 Z 樹脂流れ部
 3 1 A , 3 1 B 平坦面 3 1 C , 3 1 D , 3 1 E , 3 1 F 周面
 3 1 G 傾斜部 3 1 H 丸め部 3 1 J 環状部
 4 絶縁介在部材
 4 A , 4 B 端面介在部材
 4 1 ターン収納部 4 2 貫通孔 4 3 嵌合部 4 4 当て止め部
 4 5 樹脂充填孔
 4 C , 4 D 内側介在部材
 5 内側樹脂部
 6 外側樹脂部 6 0 固定部
 8 接合層
 9 載置板

10

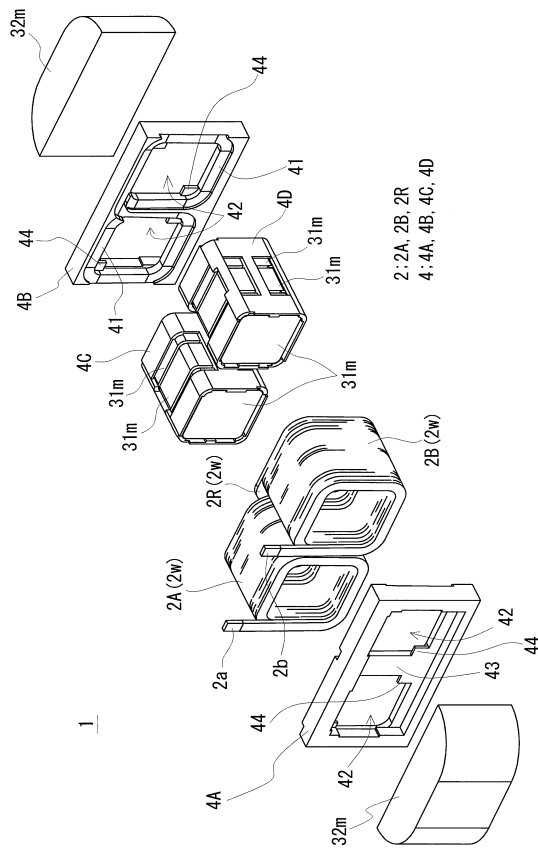
【図 1】



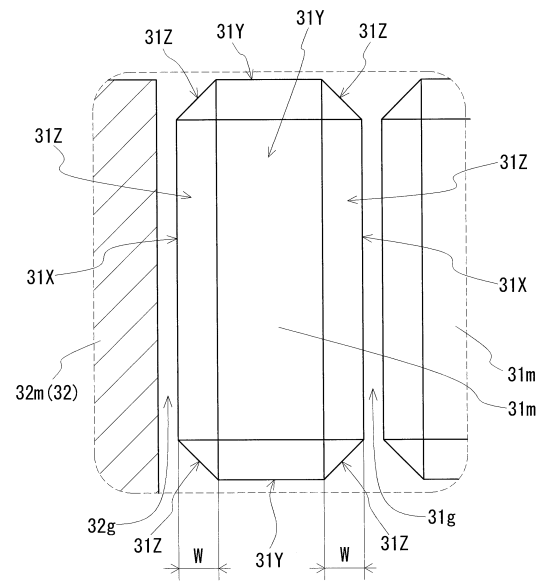
【図 2】



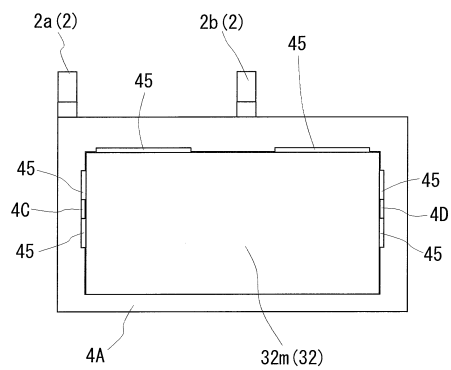
【 図 3 】



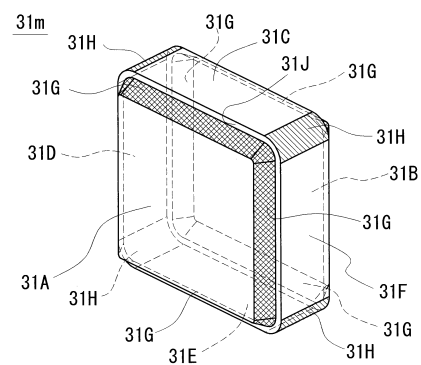
【 図 4 】



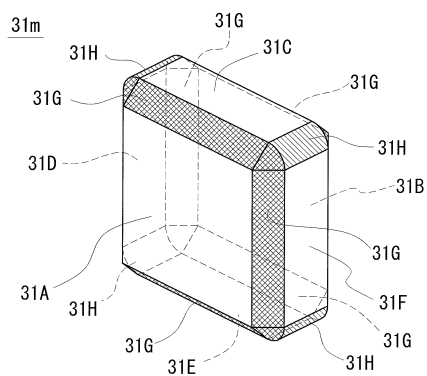
【 図 5 】



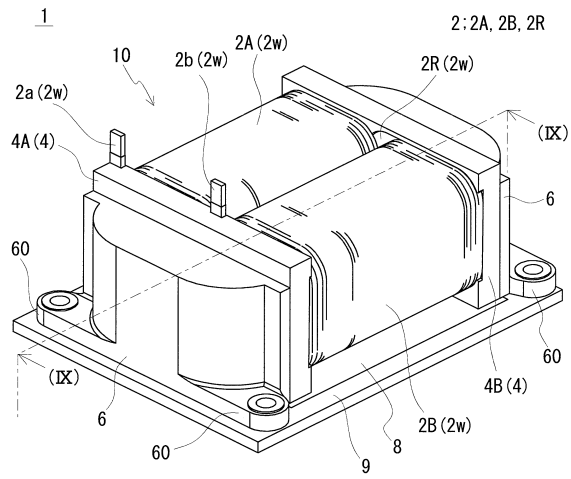
【圖 7】



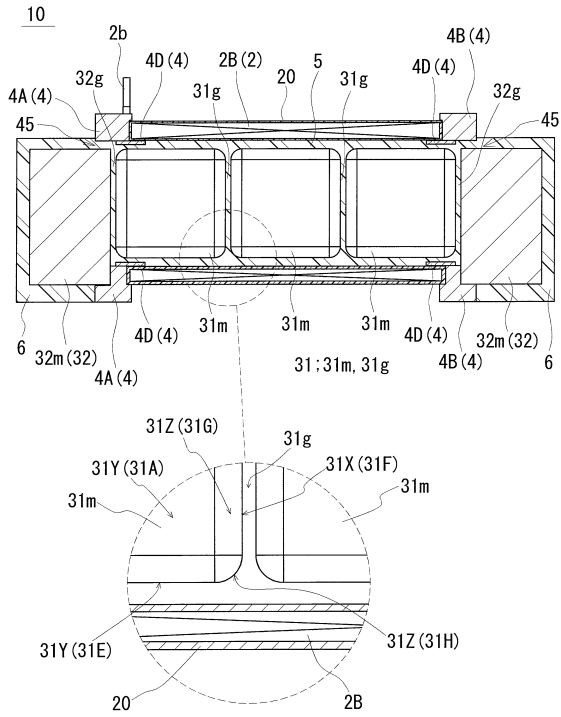
【 図 6 】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 伸一郎

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 鈴木 孝章

(56)参考文献 特開2016-015389(JP,A)

国際公開第2014/115672(WO,A1)

特開2011-071485(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01F 37/00