

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7367564号
(P7367564)

(45)発行日 令和5年10月24日(2023.10.24)

(24)登録日 令和5年10月16日(2023.10.16)

(51)国際特許分類	F I		
H 0 1 F 37/00 (2006.01)	H 0 1 F 37/00	A	
H 0 1 F 27/24 (2006.01)	H 0 1 F 37/00	M	
H 0 2 M 3/155(2006.01)	H 0 1 F 27/24	K	
	H 0 1 F 27/24	J	
	H 0 2 M 3/155	A	

請求項の数 14 (全27頁)

(21)出願番号	特願2020-35394(P2020-35394)	(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
(22)出願日	令和2年3月2日(2020.3.2)	(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
(65)公開番号	特開2021-141122(P2021-141122 A)	(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
(43)公開日	令和3年9月16日(2021.9.16)	(74)代理人	100100147 弁理士 山野 宏
審査請求日	令和4年9月30日(2022.9.30)	(74)代理人	100111567 弁理士 坂本 寛
		(72)発明者	山本 伸一郎

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】

コイルと、
磁性コアとを備えるリアクトルであって、
前記コイルは、巻回部を有し、
前記巻回部の数が一つであり、
前記巻回部の形状が矩形筒状であり、
前記巻回部の外周面が前記リアクトルの設置対象に接触する部分を含み、
前記磁性コアは、第一コア部と第二コア部とを組み合わせた組物であり、
前記第一コア部及び前記第二コア部は、互いに異なる材料の成形体で構成されており、
前記第一コア部は、樹脂中に軟磁性金属粉末が分散した複合材料の成形体で構成され、
前記第二コア部は、軟磁性金属粉末を含む原料粉末の圧粉成形体で構成され、
前記軟磁性金属は、純鉄及び鉄基合金の少なくとも一方を含み、
前記複合材料の成形体における前記軟磁性金属粉末の含有量は20体積%以上であり、
前記第二コア部の鉄損が、前記第一コア部の鉄損よりも大きく、
前記第二コア部の熱伝導率が、前記第一コア部の熱伝導率よりも大きい、
リアクトル。

【請求項2】

コイルと、
磁性コアとを備えるリアクトルであって、

前記コイルは、巻回部を有し、
 前記巻回部の数が一つであり、
 前記巻回部の形状が矩形筒状であり、
 前記磁性コアは、

第一コア部と第二コア部とを組み合わせた組物であり、
 前記巻回部の各端面に臨む第一エンドコア片及び第二エンドコア片と、
 前記巻回部の内部に配置される部分を有するミドルコア部と、
 前記ミドルコア部を挟むように前記巻回部の外周に配置されている第一サイドコア部及
 び第二サイドコア部とを有し、

前記第一コア部と前記第二コア部とは前記巻回部の軸方向に組み合わせられ、

10

前記第一コア部は、

樹脂中に軟磁性金属粉末が分散した複合材料の成形体で構成され、

前記第一エンドコア片と、前記ミドルコア部の一部と、前記第一サイドコア部と、前
 記第二サイドコア部と、を有するE字状の形状であり、

前記第二コア部は、

軟磁性金属粉末を含む原料粉末の圧粉成形体で構成され、

前記第二エンドコア片と、前記ミドルコア部の残部と、を有するT字状の形状であり、

前記第一サイドコア部の長さ L_{21f} と前記第二サイドコア部の長さ L_{22f} とは、同
 一の長さであり、かつ前記ミドルコア部の一部の長さ L_{1f} よりも長く、

前記ミドルコア部の残部の長さ L_{1s} は、前記ミドルコア部の一部の長さ L_{1f} よりも
 短く、かつ前記第二エンドコア片の長さ L_{3s} の2倍以下であり、

20

前記軟磁性金属は、純鉄及び鉄基合金の少なくとも一方を含み、

前記複合材料の成形体における前記軟磁性金属粉末の含有量は20体積%以上である、
 リアクトル。

【請求項3】

コイルと、

磁性コアとを備えるリアクトルであって、

前記コイルは、巻回部を有し、

前記巻回部の数が一つであり、

前記巻回部の形状が矩形筒状であり、

30

前記巻回部の外周面が前記リアクトルの設置対象に接触する部分を含み、

前記磁性コアは、

第一コア部と第二コア部とを組み合わせた組物であり、

前記巻回部の各端面に臨む第一エンドコア片及び第二エンドコア片と、

前記巻回部の内部に配置される部分を有するミドルコア部と、

前記ミドルコア部を挟むように前記巻回部の外周に配置されている第一サイドコア部及
 び第二サイドコア部とを有し、

前記第一コア部と前記第二コア部とは前記巻回部の軸方向に組み合わせられ、

前記第一コア部は、

樹脂中に軟磁性金属粉末が分散した複合材料の成形体で構成され、

40

前記第一エンドコア片と、前記ミドルコア部の一部と、前記第一サイドコア部と、前
 記第二サイドコア部と、を有するE字状の形状であり、

前記第二コア部は、

軟磁性金属粉末を含む原料粉末の圧粉成形体で構成され、

前記第二エンドコア片と、前記ミドルコア部の残部と、を有するT字状の形状であり、

前記第一サイドコア部の長さ L_{21f} と前記第二サイドコア部の長さ L_{22f} とは、同
 一の長さであり、かつ前記ミドルコア部の一部の長さ L_{1f} よりも長く、

前記ミドルコア部の残部の長さ L_{1s} は、前記ミドルコア部の一部の長さ L_{1f} よりも
 短く、かつ前記第二エンドコア片の長さ L_{3s} の2倍以下であり、

前記軟磁性金属は、純鉄及び鉄基合金の少なくとも一方を含み、

50

前記複合材料の成形体における前記軟磁性金属粉末の含有量は20体積%以上である、
リアクトル。

【請求項4】

前記第二コア部の鉄損が、前記第一コア部の鉄損よりも大きく、
前記第二コア部の熱伝導率が、前記第一コア部の熱伝導率よりも大きい請求項2または
請求項3に記載のリアクトル。

【請求項5】

前記磁性コアは、
前記巻回部の各端面に臨む第一エンドコア片及び第二エンドコア片と、
前記巻回部の内部に配置される部分を有するミドルコア部と、
前記ミドルコア部を挟むように前記巻回部の外周に配置される第一サイドコア部及び
第二サイドコア部とを有し、

前記第一コア部と前記第二コア部とは前記巻回部の軸方向に組み合わせられ、

前記第一コア部は、
前記第一エンドコア片と、
前記ミドルコア部の少なくとも一部、前記第一サイドコア部の少なくとも一部、及び
前記第二サイドコア部の少なくとも一部からなる群より選択される少なくとも一つと、を
有し、

前記第二コア部は、前記第二エンドコア片、前記ミドルコア部の残部、前記第一サイド
コア部の残部、及び前記第二サイドコア部の残部のうち、少なくとも前記第二エンドコア
片を有する請求項1に記載のリアクトル。

【請求項6】

前記第二コア部は、前記ミドルコア部の残部、前記第一サイドコア部の残部、及び前記
第二サイドコア部の残部からなる群より選択される少なくとも一つを有し、

前記ミドルコア部の残部の長さL1、前記第一サイドコア部の残部の長さL21、及び
前記第二サイドコア部の残部の長さL22は、前記第二エンドコア片の長さL3の2倍以
下である請求項5に記載のリアクトル。

【請求項7】

前記第二コア部は、前記ミドルコア部の残部、前記第一サイドコア部の残部、及び前記
第二サイドコア部の残部からなる群より選択される少なくとも一つを有し、

前記ミドルコア部の残部の長さL1、前記第一サイドコア部の残部の長さL21、及び
前記第二サイドコア部の残部の長さL22は、前記第二エンドコア片の長さL3の2倍超
である請求項5に記載のリアクトル。

【請求項8】

前記第一コア部の形状と前記第二コア部の形状は、互いに非対称である請求項5から請
求項7のいずれか1項に記載のリアクトル。

【請求項9】

前記磁性コアは、前記第一コア部と前記第二コア部との間に介在されるギャップ部を有
し、

前記ギャップ部は、前記巻回部の内部に配置される請求項1から請求項8のいずれか1
項に記載のリアクトル。

【請求項10】

前記ギャップ部における前記巻回部の軸方向に沿った長さは、2mm以下である請求項
9に記載のリアクトル。

【請求項11】

前記第一コア部の比透磁率が、前記第二コア部の比透磁率よりも小さい請求項1から請
求項10のいずれか1項に記載のリアクトル。

【請求項12】

前記第一コア部の比透磁率は、50以下であり、
前記第二コア部の比透磁率は、50以上である請求項11に記載のリアクトル。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

請求項 1 から請求項 1 2 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 1 4】

請求項 1 3 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。

10

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 のリアクトルは、コイルと、磁性コアと、ケースと、冷却管を備える。コイルは、巻線を螺旋状に巻回してなる。コイルの数は一つであり、コイルの形状は円筒状である。磁性コアは、内側コア部と外側コア部とを有する。内側コア部は、コイルの内部に配置される。外側コア部は、内側コア部の両端面と、コイルの両端面及び外周面とを覆う。内側コア部と外側コア部とは、異なる材質で構成されている。具体的には、内側コア部は圧粉成形体で構成され、外側コア部は、複合材料の成形体で構成されている。ケースは、コイルと磁性コアとの組合体を内部に収納する。ケース内への組合体の収納は、コイルと内側コア部とをケース内に配置し、複合材料の原料をケース内に充填して硬化することで行える。冷却管は、内部に冷媒が流通する。冷却管は、ケースの外周面に接するようにケースの周方向に螺旋状に巻回している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2013 - 74062 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記組合体は、内側コア部と外側コア部とが異なる材質で構成されていることで、インダクタンスを調整し易い。一方、上記組合体は、コイルと内側コア部とが外側コア部に埋設されているため、放熱性を調整し難い。上記組合体の表面は、実質的に外側コア部の構成材料のみで構成されているからである。その上、上記組合体は、放熱性が低い。外側コア部は、複合材料で構成されており、熱伝導率が比較的低いからである。そこで、上記リアクトルは、冷却管が巻きつけられたケースに上記組合体を収納することで、上記組合体の放熱性能を高めている。しかし、上記リアクトルは、ケースに冷却管が巻きつけられていることで、大型化する。

30

【0005】

そこで、本開示は、大型化することなく、インダクタンスと放熱性の調整を行い易いリアクトルを提供することを目的の一つとする。また、本開示は、上記リアクトルを備えるコンバータを提供することを別の目的の一つとする。更に、本開示は、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。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示に係るリアクトルは、
コイルと、
磁性コアとを備えるリアクトルであって、
前記コイルは、巻回部を有し、
前記巻回部の数が一つであり、
前記巻回部の形状が矩形筒状であり、

50

前記磁性コアは、第一コア部と第二コア部とを組み合わせた組物であり、
前記第一コア部及び前記第二コア部は、互いに異なる材料の成形体で構成されている。

【0007】

本開示に係るコンバータは、本開示のリアクトルを備える。

【0008】

本開示に係る電力変換装置は、本開示のコンバータを備える。

【発明の効果】

【0009】

本開示に係るリアクトルは、大型化することなく、インダクタンスと放熱性の調整を行い易い。

10

【0010】

本開示に係るコンバータ及び本開示に係る電力変換装置は、大型化することなく、放熱性に優れる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、実施形態1に係るリアクトルの全体の概略を示す斜視図である。

【図2】図2は、実施形態1に係るリアクトルを分解した状態の概略を示す斜視図である。

【図3】図3は、実施形態1に係るリアクトルの全体の概略を示す上面図である。

【図4】図4は、実施形態2に係るリアクトルの全体の概略を示す上面図である。

【図5】図5は、実施形態3に係るリアクトルの全体の概略を示す上面図である。

20

【図6】図6は、実施形態4に係るリアクトルの全体の概略を示す上面図である。

【図7】図7は、ハイブリッド自動車の電源システムを模式的に示す構成図である。

【図8】図8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】

【0012】

《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。

【0013】

(1) 本開示の一形態に係るリアクトルは、
コイルと、

30

磁性コアとを備えるリアクトルであって、

前記コイルは、巻回部を有し、

前記巻回部の数が一つであり、

前記巻回部の形状が矩形筒状であり、

前記磁性コアは、第一コア部と第二コア部とを組み合わせた組物であり、

前記第一コア部及び前記第二コア部は、互いに異なる材料の成形体で構成されている。

【0014】

上記リアクトルは、インダクタンスを調整し易い。特に、上記リアクトルは、第一コア部と第二コア部との間に大きなギャップ部を介することなくインダクタンスの調整を行い易い。磁性コアが、単一材料で構成されておらず、互いに異なる材料の成形体の第一コア部と第二コア部とで構成されているからである。

40

【0015】

上記リアクトルは、上述した従来のリアクトルに比較して、放熱性を調整し易い。従来のリアクトルの磁性コアは、熱伝導率が高いコア部を熱伝導率が比較的低いコア部に埋設してなる。即ち、この磁性コアの表面は単一材料で構成されているに等しい。これに対し、上記リアクトルは、磁性コアを構成する第一コア部と第二コア部とが互いに異なる材料の成形体で構成されることで、磁性コアの表面を異なる材料で構成できるからである。

【0016】

上記リアクトルは、上述した従来のリアクトルに比較して、放熱性を高め易い。上述し

50

た従来のリアクトルは、磁性コアの表面が上述のように熱伝導率が比較的低いコア部のみで構成される。これに対し、上記リアクトルは、上述のように磁性コアの表面を異なる材料で構成できることで、磁性コアの表面が放熱性に優れる材料で構成される面を含むことができるからである。

【0017】

上記リアクトルは、冷却性能に偏りのある冷却部材により冷却されるリアクトルに好適に利用できる。第一コア部と第二コア部のうち放熱性能の高いコア部を冷却部材の冷却性能の低い側に配置し、放熱性能の低いコア部を冷却部材の冷却性能の高い側に配置する。それにより、第一コア部と第二コア部とが均等に冷却されて、磁性コアの最高温度が低減される。このように磁性コアの最高温度が低減されるため、上記リアクトルは低損失である。

10

【0018】

上記リアクトルは、大型化し難い。上記リアクトルは、上述のように放熱性を調整し易く放熱性を高め易いため、上述した従来のリアクトルのような冷却管を設けなくてもよいからである。

【0019】

上記リアクトルは、巻回部の数が一つであることで、複数の巻回部を巻回部の軸方向と直交する方向に並列する場合に比較して、その並列方向の設置面積を小さくできる。

【0020】

上記リアクトルは、巻回部の形状が矩形筒状であるため、巻回部が同じ断面積の円筒状である場合に比較して、設置対象との接触面積を大きくし易い。そのため、上記リアクトルは、巻回部を介して設置対象に放熱し易い。その上、上記リアクトルは、巻回部を設置対象に安定して設置し易い。

20

【0021】

上記リアクトルは、上述した従来のリアクトルに比較して、製造し易い。上述した従来のリアクトルの製造は、コイルとミドルコア部とを組み合わせた組物に対して複合材料の原料を充填し硬化することで行っていた。その際、複合材料を上記組物の外周に十分に行きわたらせる必要があり、サイドコア部を作製し難かった。これに対し、上記リアクトルは、予め作製した第一コア部と第二コア部とをコイルに組み付けるだけでよい。第一コア部と第二コア部とは、コイルや他のコア部に対して充填したりしないため、作製し易い。

30

【0022】

(2) 上記リアクトルの一形態として、

前記第一コア部の比透磁率が、前記第二コア部の比透磁率よりも小さいことが挙げられる。

【0023】

上記リアクトルは、第一コア部と第二コア部とが上記比透磁率の大小関係を満たすことで、第一コア部と第二コア部との間に大きなギャップ部を介することなくインダクタンスを調整し易い。また、上記リアクトルは、第一コア部と第二コア部との間に大きなギャップ部を介さなくてもよいいため、漏れ磁束が巻回部に侵入して巻回部で発生する渦電流損を低減し易い。

40

【0024】

(3) 上記(2)のリアクトルの一形態として、

前記第一コア部の比透磁率は、50以下であり、

前記第二コア部の比透磁率は、50以上であることが挙げられる。

【0025】

上記リアクトルは、インダクタンスの調整を行い易い。

【0026】

(4) 上記リアクトルの一形態として、

前記第二コア部の鉄損が、前記第一コア部の鉄損よりも大きく、

前記第二コア部の熱伝導率が、前記第一コア部の熱伝導率よりも大きいことが挙げられ

50

る。

【0027】

上記リアクトルは、鉄損と熱伝導率とが上記大小関係を満たすことで、温度が上昇し難い。第二コア部は、鉄損が大きく発熱し易いものの、熱伝導率が大きく放熱性が高く、第一コア部は、熱伝導率が小さく放熱性が低いものの、鉄損が小さく発熱し難いからである。

【0028】

(5) 上記リアクトルの一形態として、

前記第一コア部は、樹脂中に軟磁性粉末が分散した複合材料の成形体で構成され、

前記第二コア部は、軟磁性粉末を含む原料粉末の圧粉成形体で構成されることが挙げられる。

10

【0029】

上記リアクトルは、第一コア部が複合材料の成形体で構成され、第二コア部が圧粉成形体で構成されていることで、第一コア部と第二コア部との間に大きなギャップを介することなくインダクタンスを調整し易い上に、放熱性を調整し易い。そして、上記リアクトルは、第二コア部が熱伝導率の比較的高い圧粉成形体で構成されることで、放熱性を高め易い。

【0030】

(6) 上記(5)のリアクトルの一形態として、

前記磁性コアは、

前記巻回部の各端面に臨む第一エンドコア片及び第二エンドコア片と、

前記巻回部の内部に配置される部分を有するミドルコア部と、

前記ミドルコア部を挟むように前記巻回部の外周に配置される第一サイドコア部及び第二サイドコア部とを有し、

前記第一コア部と前記第二コア部とは前記巻回部の軸方向に組み合わせられ、

前記第一コア部は、

前記第一エンドコア片と、

前記ミドルコア部の少なくとも一部、前記第一サイドコア部の少なくとも一部、及び前記第二サイドコア部の少なくとも一部からなる群より選択される少なくとも一つと、を有し、

20

前記第二コア部は、前記第二エンドコア片、前記ミドルコア部の残部、前記第一サイドコア部の残部、及び前記第二サイドコア部の残部のうち、少なくとも前記第二エンドコア片を有することが挙げられる。

30

【0031】

上記リアクトルは、インダクタンスと放熱性とをより一層調整し易い。また、上記リアクトルは、第一コア部と第二コア部とを巻回部に対して巻回部の軸方向に沿って組み合わせることで構築できるため、製造作業性に優れる。

【0032】

(7) 上記(6)のリアクトルの一形態として、

前記第二コア部は、前記ミドルコア部の残部、前記第一サイドコア部の残部、及び前記第二サイドコア部の残部からなる群より選択される少なくとも一つを有し、

前記第二コア部における前記巻回部の軸方向に沿った長さのうち、前記ミドルコア部の残部の長さを L_1 、前記第一サイドコア部の残部の長さを L_{21} 、前記第二サイドコア部の残部の長さを L_{22} 、及び前記第二エンドコア片の長さを L_3 、とするとき、

前記ミドルコア部の残部の長さ L_1 、前記第一サイドコア部の残部の長さ L_{21} 、及び前記第二サイドコア部の残部の長さ L_{22} は、前記第二エンドコア片の長さ L_3 の2倍以下であることが挙げられる。

40

【0033】

上記リアクトルは、第二ミドルコア片の密度と第一サイドコア片の密度と第二サイドコア片の密度と第二エンドコア片の密度のばらつきが小さくなり易い。その理由は、次の通りである。圧粉成形体は、原料粉末を圧縮成形してなる。成形時の加圧方向は、圧粉成形

50

体の形状やサイズによるものの、第二ミドルコア片の軸方向に沿った方向となることが多い。上記長さ L_1 、上記長さ L_{21} 、及び上記長さ L_{22} が上記長さ L_3 の2倍以下であると、第二コア部の成形時、各コア片に作用する圧力のばらつきを小さくし易い。そのため、密度のばらつきを小さい第二コア部を作製し易い。

【0034】

(8) 上記(6)のリアクトルの一形態として、

前記第二コア部は、前記ミドルコア部の残部、前記第一サイドコア部の残部、及び前記第二サイドコア部の残部からなる群より選択される少なくとも一つを有し、

前記第二コア部における前記巻回部の軸方向に沿った長さのうち、前記ミドルコア部の残部の長さを L_1 、前記第一サイドコア部の残部の長さを L_{21} 、前記第二サイドコア部の残部の長さを L_{22} 、及び前記第二エンドコア片の長さを L_3 、とすると、

前記ミドルコア部の残部の長さ L_1 、前記第一サイドコア部の残部の長さ L_{21} 、及び前記第二サイドコア部の残部の長さ L_{22} は、前記第二エンドコア片の長さ L_3 の2倍超であることが挙げられる。

【0035】

上記リアクトルは、放熱性を高め易い。その理由は、上記長さ L_1 、上記長さ L_{21} 、及び上記長さ L_{22} が上記長さ L_3 の2倍超であることで、磁性コアにおいて、熱伝導率の比較的高い圧粉成形体で構成される第二コア部の割合を多くし易いからである。成形時の加圧方向は、上述した各ミドルコア片の軸方向に沿った方向ではなく、各ミドルコア片の軸方向と両サイドコア片の並列方向の両方向に直交する方向の場合もある。この場合、上記長さ L_1 、上記長さ L_{21} 、及び上記長さ L_{22} が上記長さ L_3 の2倍超の第二コア部とすることもできる。また、成形時の加圧方向が上記直交する方向の場合、成形時に切欠部や面取部を第二コア部に設け易い。

【0036】

(9) 上記(6)から上記(8)のいずれか1つのリアクトルの一形態として、

前記第一コア部の形状と前記第二コア部の形状は、互いに非対称であることが挙げられる。

【0037】

上記リアクトルは、第一コア部と第二コア部とが非対称形状であることで、第一コア部の形状と第二コア部の形状の選択肢を広げられる。

【0038】

(10) 上記(6)から上記(9)のいずれか1つのリアクトルの一形態として、

前記磁性コアは、前記第一コア部と前記第二コア部との間に介在されるギャップ部を有し、

前記ギャップ部は、前記巻回部の内部に配置されることが挙げられる。

【0039】

上記リアクトルは、ギャップ部が巻回部の内部に配置されることで、巻回部の外部に配置される場合に比較して、漏れ磁束が巻回部に侵入して巻回部で発生する渦電流損を低減し易い。

【0040】

(11) 上記(10)のリアクトルの一形態として、

前記ギャップ部における前記巻回部の軸方向に沿った長さは、2mm以下であることが挙げられる。

【0041】

上記リアクトルは、漏れ磁束が少なく、渦電流損の低減効果が高くなり易い。

【0042】

(12) 本開示の一形態に係るコンバータは、

上記(1)から上記(11)のいずれか1つに記載のリアクトルを備える。

【0043】

上記コンバータは、上記リアクトルを備えるため、大型化することなく、放熱性に優れ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 4 4 】

(1 3) 本開示の一形態に係る電力変換装置は、
上記(1 2)のコンバータを備える。

【 0 0 4 5 】

上記電力変換装置は、上記コンバータを備えるため、大型化することなく、放熱性に優れる。

【 0 0 4 6 】

《本開示の実施形態の詳細》

本開示の実施形態の詳細を、以下に図面を参照しつつ説明する。図中の同一符号は同一名称物を示す。

10

【 0 0 4 7 】

《実施形態 1 》

[リアクトル]

図 1 から図 3 を参照して、実施形態 1 に係るリアクトル 1 を説明する。リアクトル 1 は、コイル 2 と磁性コア 3 とを備える。コイル 2 は巻回部 2 1 を有する。本形態のリアクトル 1 の特徴の一つは、以下の要件(a)から要件(c)を満たす点にある。

(a) 巻回部 2 1 の数が特定の数であり、巻回部 2 1 の形状が特定の形状である。

(b) 磁性コア 3 が第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とを組み合わせた組物である。

(c) 第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とが互いに異なる材料の成形体で構成されている。

20

以下、各構成を詳細に説明する。図 3 は、説明の便宜上、コイル 2 を二点鎖線で示している。この点は、後述する実施形態 2 から実施形態 4 でそれぞれ参照する図 4 から図 6 でも同様である。

【 0 0 4 8 】

[コイル]

コイル 2 は、中空の巻回部 2 1 を有する(図 1 , 図 2)。巻回部 2 1 の数は、一つである。本形態のリアクトル 1 は、巻回部 2 1 の数が一つであることで、複数の巻回部を巻回部の軸方向と直交する方向に並列する場合に比較して、後述する第二方向 D 2 に沿った長さを短くできる。

30

【 0 0 4 9 】

巻回部 2 1 の形状は、矩形筒状である(図 2)。矩形には、正方形が含まれる。即ち、巻回部 2 1 の端面形状は、矩形棒状としている。巻回部 2 1 の形状が矩形筒状であることで、巻回部が同じ断面積の円筒状である場合に比較して、巻回部 2 1 と設置対象との接触面積を大きくし易い。そのため、リアクトル 1 は、巻回部 2 1 を介して設置対象に放熱し易い。その上、巻回部 2 1 を設置対象に安定して設置し易い。巻回部 2 1 の角部は丸めている。

【 0 0 5 0 】

巻回部 2 1 は、接合部の無い 1 本の巻線を螺旋状に巻回して構成される。巻線は、公知の巻線を利用できる。本形態の巻線は、被覆平角線を用いている。被覆平角線の導体線は、銅製の平角線で構成されている。被覆平角線の絶縁被覆は、エナメルからなる。巻回部 2 1 は、被覆平角線をエッジワイズ巻きしたエッジワイズコイルで構成されている。

40

【 0 0 5 1 】

巻回部 2 1 の一端部 2 1 a 及び他端部 2 1 b はそれぞれ、巻回部 2 1 の軸方向の一端側及び他端側において、本形態では巻回部 2 1 の外周側へ引き伸ばされている。巻回部 2 1 の一端部 2 1 a 及び他端部 2 1 b は、図示は省略しているものの絶縁被覆が剥がされて導体線が露出している。露出した導体線には、端子部材が接続される。端子部材の図示は省略する。コイル 2 にはこの端子部材を介して外部装置が接続される。外部装置の図示は省略する。外部装置は、コイル 2 に電力供給を行なう電源などが挙げられる。

【 0 0 5 2 】

50

〔磁性コア〕

磁性コア 3 は、第一エンドコア片 3 3 f 及び第二エンドコア片 3 3 s と、ミドルコア部 3 1 と、第一サイドコア部 3 2 1 及び第二サイドコア部 3 2 2 とを有する（図 1）。磁性コア 3 において、巻回部 2 1 の軸方向に沿った方向を第一方向 D 1、ミドルコア部 3 1 と第一サイドコア部 3 2 1 と第二サイドコア部 3 2 2 の並列方向を第二方向 D 2、第一方向 D 1 と第二方向 D 2 の両方に直交する方向を第三方向 D 3 とする。

【0053】

（第一エンドコア片・第二エンドコア片）

第一エンドコア片 3 3 f は、巻回部 2 1 の一方の端面に臨む。第二エンドコア片 3 3 s は、巻回部 2 1 の他方の端面に臨む。臨むとは、コア片と巻回部 2 1 の端面とが互いに向き合うことをいう。第一エンドコア片 3 3 f の形状と第二エンドコア片 3 3 s の形状は、同一形状であり、薄い角柱状である（図 1、図 2）。

10

【0054】

（ミドルコア部）

ミドルコア部 3 1 は、巻回部 2 1 の内部に配置される部分を有する。ミドルコア部 3 1 の形状は、巻回部 2 1 の内周形状に対応した形状であることが挙げられ、本形態では四角柱状である（図 2）。ミドルコア部 3 1 の角部は、巻回部 2 1 の角部の内周面に沿うように丸めていてもよい。

【0055】

ミドルコア部 3 1 の第一方向 D 1 に沿った長さは、巻回部 2 1 の軸方向に沿った長さと同様である（図 3）。ミドルコア部 3 1 の第一方向 D 1 に沿った長さとは、後述する第一ミドルコア片 3 1 f の長さ L 1 f と第二ミドルコア片 3 1 s の長さ L 1 s の合計長さ（ $L 1 f + L 1 s$ ）である。ミドルコア部 3 1 の第一方向 D 1 に沿った長さには、後述するギャップ部 3 g の第一方向 D 1 に沿った長さ L g は含まない。他のコア部やコア片の長さについても同様の意義である。

20

【0056】

ミドルコア部 3 1 の第一方向 D 1 に沿った長さは、本形態では第一サイドコア部 3 2 1 の第一方向 D 1 に沿った長さより短い。第一サイドコア部 3 2 1 の第一方向 D 1 に沿った長さとは、後述する第一サイドコア片 3 2 1 f の長さ L 2 1 f と第一サイドコア片 3 2 1 s の長さ L 2 1 s の合計長さ（ $L 2 1 f + L 2 1 s$ ）である。第二サイドコア部 3 2 2 の第一方向 D 1 に沿った長さとは、後述する第二サイドコア片 3 2 2 f の長さ L 2 2 f と第二サイドコア片 3 2 2 s の長さ L 2 2 s の合計長さ（ $L 2 2 f + L 2 2 s$ ）である。なお、ミドルコア部 3 1 の第一方向 D 1 に沿った長さは、本形態とは異なり第一サイドコア部 3 2 1 の第一方向 D 1 に沿った長さより長い。第二サイドコア部 3 2 2 の第一方向 D 1 に沿った長さとは、後述する第二サイドコア片 3 2 2 f の長さ L 2 2 f と第二サイドコア片 3 2 2 s の長さ L 2 2 s の合計長さ（ $L 2 2 f + L 2 2 s$ ）である。なお、ミドルコア部 3 1 の第一方向 D 1 に沿った長さは、本形態とは異なり第一サイドコア部 3 2 1 の第一方向 D 1 に沿った長さより長い。第二サイドコア部 3 2 2 の第一方向 D 1 に沿った長さは、本形態とは異なり第二サイドコア部 3 2 2 の第一方向 D 1 に沿った長さより長い。

30

【0057】

ミドルコア部 3 1 は、例えば、本形態や図 5 を参照する後述の実施形態 3 のように第一ミドルコア片 3 1 f と第二ミドルコア片 3 1 s の二つのコア片で構成される場合と、図 4 を参照する後述の実施形態 2 や図 6 を参照する後述の実施形態 4 のように一つの第一ミドルコア片 3 1 f で構成される場合と、が挙げられる。

40

【0058】

（第一サイドコア部・第二サイドコア部）

第一サイドコア部 3 2 1 と第二サイドコア部 3 2 2 とは、ミドルコア部 3 1 を挟むように互いに向き合って配置される（図 1、図 2）。第一サイドコア部 3 2 1 と第二サイドコア部 3 2 2 とは、巻回部 2 1 の外周に配置される。第一サイドコア部 3 2 1 の形状と第二サイドコア部 3 2 2 の形状は、同一形状であり、薄い角柱状である。

【0059】

第一サイドコア部 3 2 1 の第一方向 D 1 に沿った長さ（ $L 2 1 f + L 2 1 s$ ）と、第二サイドコア部 3 2 2 の第一方向 D 1 に沿った長さ（ $L 2 2 f + L 2 2 s$ ）は、巻回部 2 1 の軸方向に沿った長さよりも長い（図 3）。なお、第一サイドコア部 3 2 1 の第一方向 D

50

1 に沿った長さ、第二サイドコア部 3 2 2 の第一方向 D 1 に沿った長さは、巻回部 2 1 の軸方向に沿った長さと同等でもよい。

【 0 0 6 0 】

第一サイドコア部 3 2 1 は、例えば、本形態や実施形態 4 のように第一サイドコア片 3 2 1 f と第一サイドコア片 3 2 1 s の二つのコア片で構成される場合と、実施形態 2 や実施形態 3 のように一つの第一サイドコア片 3 2 1 f で構成される場合と、が挙げられる。

【 0 0 6 1 】

第二サイドコア部 3 2 2 は、例えば、本形態や実施形態 4 のように第二サイドコア片 3 2 2 f と第二サイドコア片 3 2 2 s の二つのコア片で構成される場合と、実施形態 2 や実施形態 3 のように一つの第二サイドコア片 3 2 2 f で構成される場合と、が挙げられる。

10

【 0 0 6 2 】

本形態において、第一サイドコア部 3 2 1 の断面積と第二サイドコア部 3 2 2 の断面積との合計は、ミドルコア部 3 1 の断面積と同じである。即ち、第一サイドコア部 3 2 1 の第二方向 D 2 に沿った長さ、第二サイドコア部 3 2 2 の第二方向 D 2 に沿った長さとの合計は、ミドルコア部 3 1 の第二方向 D 2 に沿った長さに相当する。

【 0 0 6 3 】

磁性コア 3 は、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とを組み合わせた組物である。第一コア部 3 f と第二コア部 3 s の組み合わせは、第一コア部 3 f の形状と第二コア部 3 s の形状とを適宜選択することで、種々の組み合わせとすることができる。第一コア部 3 f の形状と第二コア部 3 s の形状は、対称であってもよいものの、互いに非対称であることが好ましい。対称とは、形状及びサイズが同一であることをいう。非対称とは、形状が異なることをいう。非対称であることで、第一コア部 3 f の形状と第二コア部 3 s の形状の選択肢を広げられる。本形態では、第一コア部 3 f の形状と第二コア部 3 s の形状とは非対称である。

20

【 0 0 6 4 】

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、本形態では図 2 に示すように第一方向 D 1 に分割される。第一コア部 3 f と第二コア部 3 s の組み合わせは、本形態では E - E 型としてゐる。また、上記組み合わせは、実施形態 2 のように E - I 型としてもよい。更に、上記組み合わせは、実施形態 3 のように E - T 型としてもよい。そして、上記組み合わせは、実施形態 4 のように E - U 型としてもよい。その他、図示は省略しているものの、上記組み合わせは、F - F 型、F - L 型、U - T 型などとしてもよい。これらの組み合わせとすれば、インダクタンスと放熱性とをより一層調整し易い。また、リアクトル 1 は、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とを巻回部 2 1 に対して巻回部 2 1 の軸方向に沿って組み合わせることによって構築できるため、製造作業性に優れる。

30

【 0 0 6 5 】

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s との間には、後述するギャップ部 3 g が介在されていてもよいし、ギャップ部 3 g が介在されていなくてもよい。

【 0 0 6 6 】

(第一コア部)

第一コア部 3 f は、少なくとも第一エンドコア片 3 3 f を有することが挙げられる。第一コア部 3 f は、第一エンドコア片 3 3 f に加えて、ミドルコア部 3 1 の少なくとも一部、第一サイドコア部 3 2 1 の少なくとも一部、及び第二サイドコア部 3 2 2 の少なくとも一部、からなる群より選択される少なくとも一つを有することが挙げられる。

40

【 0 0 6 7 】

例えば、第一コア部 3 f が、第一エンドコア片 3 3 f と、ミドルコア部 3 1 の少なくとも一部とを有する場合、第一コア部 3 f の形状は、T 字状である。第一コア部 3 f が、第一エンドコア片 3 3 f と、第一サイドコア部 3 2 1 の少なくとも一部又は第二サイドコア部 3 2 2 の少なくとも一部とを有する場合、第一コア部 3 f の形状は、L 字状である。第一コア部 3 f が、第一エンドコア片 3 3 f と、ミドルコア部 3 1 の少なくとも一部と、第一サイドコア部 3 2 1 の少なくとも一部又は第二サイドコア部 3 2 2 の少なくとも一部と

50

を有する場合、第一コア部 3 f の形状は、F 字状である。第一コア部 3 f が、第一エンドコア片 3 3 f と、第一サイドコア部 3 2 1 の少なくとも一部と、第二サイドコア部 3 2 2 の少なくとも一部とを有する場合、第一コア部 3 f の形状は、U 字状である。第一コア部 3 f が、第一エンドコア片 3 3 f と、ミドルコア部 3 1 の少なくとも一部と、第一サイドコア部 3 2 1 の少なくとも一部と、第二サイドコア部 3 2 2 の少なくとも一部とを有する場合、第一コア部 3 f の形状は、E 字状である。

【0068】

本形態の第一コア部 3 f の形状は、E 字状である。即ち、本形態の第一コア部 3 f は、第一エンドコア片 3 3 f と、ミドルコア部 3 1 の少なくとも一部と、第一サイドコア部 3 2 1 の少なくとも一部と、第二サイドコア部 3 2 2 の少なくとも一部とを有する。具体的には、本形態の第一コア部 3 f は、第一エンドコア片 3 3 f と、ミドルコア部 3 1 の一部と、第一サイドコア部 3 2 1 の一部と、第二サイドコア部 3 2 2 の一部とを有する。より具体的には、本形態の第一コア部 3 f は、第一エンドコア片 3 3 f と、第一ミドルコア片 3 1 f と、第一サイドコア片 3 2 1 f と、第二サイドコア片 3 2 2 f とを有する。

10

【0069】

第一コア部 3 f は、第一エンドコア片 3 3 f と第一ミドルコア片 3 1 f と第一サイドコア片 3 2 1 f と第二サイドコア片 3 2 2 f とが一体の成形体である。第一エンドコア片 3 3 f は、第一ミドルコア片 3 1 f と第一サイドコア片 3 2 1 f と第二サイドコア片 3 2 2 f とをつなぐ。第一サイドコア片 3 2 1 f と第二サイドコア片 3 2 2 f とは、第一エンドコア片 3 3 f の両端に設けられている。第一ミドルコア片 3 1 f は、第一エンドコア片 3 3 f の中央に設けられている。第一エンドコア片 3 3 f の形状は、上述したように薄い角柱状である。第一ミドルコア片 3 1 f の形状は、四角柱状である。第一サイドコア片 3 2 1 f 及び第二サイドコア片 3 2 2 f の形状は、薄い角柱状である。

20

【0070】

(第二コア部)

第二コア部 3 s は、第一コア部 3 f と同様、少なくとも第二エンドコア片 3 3 s を有する。第一コア部 3 f と第二コア部 3 s との組み合わせに応じて、第二コア部 3 s は、第二エンドコア片 3 3 s に加えて、ミドルコア部 3 1 の残部、第一サイドコア部 3 2 1 の残部、及び第二サイドコア部 3 2 2 の残部、からなる群より選択される少なくとも一つを有していてもよい。

30

【0071】

例えば、第二コア部 3 s が、一つの第二エンドコア片 3 3 s で構成される場合、第二コア部 3 s の形状は I 字状である。第二コア部 3 s が、第二エンドコア片 3 3 s と、ミドルコア部 3 1 の残部とを有する場合、第二コア部 3 s の形状は T 字状である。第二コア部 3 s が、第二エンドコア片 3 3 s と、第一サイドコア部 3 2 1 の残部又は第二サイドコア部 3 2 2 の残部とを有する場合、第二コア部 3 s の形状は L 字状である。第二コア部 3 s が、第二エンドコア片 3 3 s と、ミドルコア部 3 1 の残部と、第一サイドコア部 3 2 1 の残部又は第二サイドコア部 3 2 2 の残部とを有する場合、第二コア部 3 s の形状は F 字状である。第二コア部 3 s が、第二エンドコア片 3 3 s と、第一サイドコア部 3 2 1 の残部と、第二サイドコア部 3 2 2 の残部とを有する場合、第二コア部 3 s の形状は U 字状である。第二コア部 3 s が、第二エンドコア片 3 3 s と、ミドルコア部 3 1 の残部と、第一サイドコア部 3 2 1 の残部と、第二サイドコア部 3 2 2 の残部とを有する場合、第二コア部 3 s の形状は E 字状である。

40

【0072】

本形態の第二コア部 3 s の形状は、E 字状である。即ち、本形態の第二コア部 3 s は、第二エンドコア片 3 3 s と、ミドルコア部 3 1 の残部と、第一サイドコア部 3 2 1 の残部と、第二サイドコア部 3 2 2 の残部とを有する。具体的には、本形態の第二コア部 3 s は、第二エンドコア片 3 3 s と、第二ミドルコア片 3 1 s と、第一サイドコア片 3 2 1 s と、第二サイドコア片 3 2 2 s とを有する。

【0073】

50

第二コア部 3 s は、第二エンドコア片 3 3 s と第二ミドルコア片 3 1 s と第一サイドコア片 3 2 1 s と第二サイドコア片 3 2 2 s とが一体の成形体である。第二エンドコア片 3 3 s は、第二ミドルコア片 3 1 s と第一サイドコア片 3 2 1 s と第二サイドコア片 3 2 2 s とをつなぐ。第一サイドコア片 3 2 1 s と第二サイドコア片 3 2 2 s とは、第二エンドコア片 3 3 s の両端に設けられている。第二ミドルコア片 3 1 s は、第二エンドコア片 3 3 s の中央に設けられている。第二エンドコア片 3 3 s の形状は、上述したように薄い角柱状である。第二ミドルコア片 3 1 s の形状は、四角柱状である。第一サイドコア片 3 2 1 s 及び第二サイドコア片 3 2 2 s の形状は、薄い角柱状である。

【 0 0 7 4 】

(サイズ)

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、サイズが異なる。具体的には、第一コア部 3 f の各コア片の第一方向 D 1 に沿った長さ、第二コア部 3 s の各コア片の第一方向 D 1 に沿った長さと異なる部分がある。第一コア部 3 f の各コア片の第二方向 D 2 に沿った長さ、第二コア部 3 s の各コア片の第二方向 D 2 に沿った長さは、互いに同一である。第一コア部 3 f の各コア片の第三方向 D 3 に沿った長さ、第二コア部 3 s の各コア片の第三方向 D 3 に沿った長さは、互いに同一である。

【 0 0 7 5 】

第一コア部 3 f において、第一ミドルコア片 3 1 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L 1 f と、第一サイドコア片 3 2 1 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 1 f と、第二サイドコア片 3 2 2 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 2 f のうち、少なくとも一つの長さが異なっているとしてもよいし、全ての長さが同一であってもよい。本形態では、上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 2 f とが、同一であり、上記長さ L 1 f よりも長い。なお、第一コア部 3 f において、上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 2 f とが、同一であり、上記長さ L 1 f が、上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 2 f よりも長くてもよい。

【 0 0 7 6 】

第二コア部 3 s において、第二ミドルコア片 3 1 s の第一方向 D 1 に沿った長さ L 1 s と、第一サイドコア片 3 2 1 s の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 1 s と、第二サイドコア片 3 2 2 s の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 2 s のうち、少なくとも一つの長さが異なっているとしてもよいし、全ての長さが同一であってもよい。本形態では、上記長さ L 2 1 s と上記長さ L 2 2 s とは、同一であり、上記長さ L 1 s よりも長い。なお、第二コア部 3 s において、上記長さ L 2 1 s と上記長さ L 2 2 s とが、同一であり、上記長さ L 1 s が、上記長さ L 2 1 s と上記長さ L 2 2 s よりも長くてもよい。

【 0 0 7 7 】

上記長さ L 1 f と上記長さ L 1 s とは、本形態のように異なっているとしてもよいし、本形態とは異なり同一でもよい。本形態では、上記長さ L 1 f は、上記長さ L 1 s よりも長い。

【 0 0 7 8 】

第一ミドルコア片 3 1 f の第二方向 D 2 に沿った長さ、第二ミドルコア片 3 1 s の第二方向 D 2 に沿った長さは、上述したように互いに同一である。第一ミドルコア片 3 1 f の第三方向 D 3 に沿った長さ、第二ミドルコア片 3 1 s の第三方向 D 3 に沿った長さは、上述したように互いに同一である。

【 0 0 7 9 】

上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 1 s とは、本形態のように異なっているとしてもよいし、本形態とは異なり同一であってもよい。本形態では、上記長さ L 2 1 f は、上記長さ L 2 1 s よりも長い。

【 0 0 8 0 】

第一コア部 3 f の第一サイドコア片 3 2 1 f の第二方向 D 2 に沿った長さ、第二コア部 3 s の第一サイドコア片 3 2 1 s の第二方向 D 2 に沿った長さは、上述したように互いに同一である。第一コア部 3 f の第一サイドコア片 3 2 1 f の第三方向 D 3 に沿った長さ、第二コア部 3 s の第一サイドコア片 3 2 1 s の第三方向 D 3 に沿った長さは、上述したように互いに同一である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

上記長さL 2 2 fと上記長さL 2 2 sとは、本形態のように異なってもよいし、本形態とは異なり同一であってもよい。本形態では、上記長さL 2 2 fは、上記長さL 2 2 sよりも長い。第一コア部3 fの第二サイドコア片3 2 2 fの第二方向D 2に沿った長さ、第二コア部3 sの第二サイドコア片3 2 2 sの第二方向D 2に沿った長さとは、上述したように互いに同一である。第一コア部3 fの第二サイドコア片3 2 2 fの第三方向D 3に沿った長さ、第二コア部3 sの第二サイドコア片3 2 2 sの第三方向D 3に沿った長さとは、上述したように互いに同一である。

【 0 0 8 2 】

第一エンドコア片3 3 fの第一方向D 1に沿った長さL 3 fと第二エンドコア片3 3 sの第二方向D 1に沿った長さL 3 sとは、図3に示すように、互いに同一である。

10

【 0 0 8 3 】

第一エンドコア片3 3 fの第二方向D 2に沿った長さ、第二エンドコア片3 3 sの第二方向D 2に沿った長さとは、上述したように互いに同一であり、巻回部2 1の第二方向D 2に沿った長さよりも長い(図3)。

【 0 0 8 4 】

第一エンドコア片3 3 fの第三方向D 3に沿った長さ、と第二エンドコア片3 3 sの第三方向D 3に沿った長さは、上述したように同一であり、巻回部2 1の第三方向D 3に沿った長さよりも小さい(図1)。第一エンドコア片3 3 fの第三方向D 3に沿った長さ、と第二エンドコア片3 3 sの第三方向D 3に沿った長さは、巻回部2 1の第三方向D 3に沿った長さよりも長くてもよいし、同じでもよい。

20

【 0 0 8 5 】

本形態では、後述するように第二コア部3 sが圧粉成形体で構成される。圧粉成形体で構成される場合、上記長さL 1 s、上記長さL 2 1 s、及び上記長さL 2 2 sは、上記長さL 3 sの2倍以下であってもよいし、2倍超であってもよい。圧粉成形体は、原料粉末を圧縮成形してなる。成形時の加圧方向は、圧粉成形体の形状やサイズによるものの、第一方向D 1に沿った方向、又は第三方向D 3に沿った方向が挙げられる。

【 0 0 8 6 】

成形時の加圧方向が第一方向D 1に沿った方向の場合、上記長さL 1 s、上記長さL 2 1 s、及び上記長さL 2 2 sが上記長さL 3 sの2倍以下であると、第二コア部3 sの成形時、各コア片に作用する圧力のばらつきを小さくし易い。そのため、第二ミドルコア片3 1 sの密度と第一サイドコア片3 2 1 sの密度と第二サイドコア片3 2 2 sの密度と第二エンドコア片3 3 sの密度のばらつきが小さくなり易い。成形時の加圧方向が第一方向D 1に沿った方向の場合、上記長さL 1 s、上記長さL 2 1 s、及び上記長さL 2 2 sは、更に、上記長さL 3 sの1.8倍以下が好ましく、特に1.6倍以下が好ましい。上記長さL 1 s、上記長さL 2 1 s、及び上記長さL 2 2 sは、例えば、上記長さL 3 sの1倍以上が挙げられる。

30

【 0 0 8 7 】

成形時の加圧方向が第三方向D 3に沿った方向の場合、上記長さL 1 s、上記長さL 2 1 s、及び上記長さL 2 2 sが上記長さL 3 sの2倍以下の第二コア部3 sを製造することは勿論、上記長さL 3 sの2倍超の第二コア部3 sを製造することもできる。上記長さL 1 s、上記長さL 2 1 s、及び上記長さL 2 2 sは、上記長さL 3 sの2倍超であると、磁性コア3において、熱伝導率の比較的高い圧粉成形体で構成される第二コア部3 sの割合を多くし易いため、リアクトル1は、放熱性を高め易い。また、成形時の加圧方向が第三方向D 3に沿った方向の場合、成形時の加圧方向が第一方向D 1に沿った方向の場合に比較して、成形時に切欠部や面取部を第二コア部3 sに設け易い。成形時の加圧方向が第三方向D 3に沿った方向の場合、上記長さL 1 s、上記長さL 2 1 s、及び上記長さL 2 2 sは、更に上記長さL 3 sの2.5倍超、特に3倍超とすることができる。上記長さL 1 s、上記長さL 2 1 s、及び上記長さL 2 2 sは、例えば、上記長さL 3 sの5倍以下が挙げられる。

40

50

【 0 0 8 8 】

本形態では、上記長さ L_{1s} 、上記長さ L_{21s} 、及び上記長さ L_{22s} は、上記長さ L_{3s} の 2 倍以下である。

【 0 0 8 9 】

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、第一コア部 3 f の第一サイドコア片 3 2 1 f の端面と第二サイドコア片 3 2 2 f の端面のそれぞれと第二コア部 3 s の第一サイドコア片 3 2 1 s の端面と第二サイドコア片 3 2 2 s の端面のそれぞれとが接するように組み合わせられる。このように組み合わせられると、上記長さの関係を満たすことから、第一コア部 3 f の第一ミドルコア片 3 1 f の端面と第二コア部 3 s の第二エンドコア片 3 3 s の端面との間に間隔が設けられる。この間隔の第一方向 D_1 に沿った長さが、ギャップ部 3 g の長さ L_g に対応する。

10

【 0 0 9 0 】

勿論、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、第一コア部 3 f の第一サイドコア片 3 2 1 f の端面と第二サイドコア片 3 2 2 f の端面のそれぞれと第二コア部 3 s の第一サイドコア片 3 2 1 s の端面と第二サイドコア片 3 2 2 s の端面のそれぞれとの間に間隔が設けられるように組み合わせてもよい。このように組み合わせられると、上記長さの関係を満たすことから、第一ミドルコア片 3 1 f の端面と第二ミドルコア片 3 1 s の端面との間にも間隔が設けられる。第一ミドルコア片 3 1 f の端面と第二ミドルコア片 3 1 s の端面との間隔は、第一サイドコア片 3 2 1 f の端面と第一サイドコア片 3 2 1 s の端面との間隔、及び第二サイドコア片 3 2 2 f の端面と第二サイドコア片 3 2 2 s の端面との間隔よりも大きくなる。この場合、後述するモールド樹脂部などによって第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とを組み合わせるとよい。上記間隔に充填されるモールド樹脂部によってギャップ部が構成される。

20

【 0 0 9 1 】

(比透磁率の大小関係)

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、第一コア部 3 f の比透磁率 < 第二コア部 3 s の比透磁率、を満たすことが好ましい。リアクトル 1 は、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とが、上記比透磁率の大小関係を満たすことで、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s との間に大きなギャップ部 3 g を介することなくインダクタンスを調整し易い。また、リアクトル 1 は、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s との間に上記長さ L_g の長いギャップ部 3 g を介さなくてもよいため、漏れ磁束が巻回部 2 1 に侵入して巻回部 2 1 で発生する渦電流損を低減し易い。上記長さ L_g の長いギャップ部 3 g とは、例えば、2 mm 超をいう。

30

【 0 0 9 2 】

上記比透磁率の大小関係を満たした上で、第一コア部 3 f の比透磁率は 50 以下が好ましく、第二コア部 3 s の比透磁率は 50 以上が好ましい。その理由は、インダクタンスの調整を行い易いからである。第一コア部 3 f の比透磁率は、更に、45 以下が好ましく、40 以下、特に、30 以下が好ましい。第一コア部 3 f の比透磁率は、例えば、5 以上、更には 15 以上が挙げられる。第二コア部 3 s の比透磁率は、更に、100 以上が好ましく、特に、150 以上が好ましい。第二コア部 3 s の比透磁率は、例えば、500 以下、更には 300 以下が挙げられる。

40

【 0 0 9 3 】

(鉄損と熱伝導率の大小関係)

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、「第一コア部 3 f の鉄損 < 第二コア部 3 s の鉄損」、かつ「第一コア部 3 f の熱伝導率 < 第二コア部 3 s の熱伝導率」、を満たすことが好ましい。この大小関係を満たすことで、リアクトル 1 の温度が上昇しにくい。第二コア部 3 s は、鉄損が大きく発熱し易いものの、熱伝導率が大きくて放熱性が高く、第一コア部 3 f は、熱伝導率が小さく放熱性が低いものの、鉄損が小さく発熱し難いからである。

【 0 0 9 4 】

第一コア部 3 f の熱伝導率と第二コア部 3 s の熱伝導率の差は、例えば、 $1 \text{ w / m} \cdot \text{K}$ 以上が好ましく、更に、 $3 \text{ w / m} \cdot \text{K}$ 以上が好ましく、特に、 $5 \text{ w / m} \cdot \text{K}$ 以上が好まし

50

い。熱伝導率の差は、例えば、 $20 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下が挙げられる。第一コア部 3 f の熱伝導率は、例えば、 $1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が好ましく、更に、 $2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が好ましく、特に、 $3 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が好ましい。第一コア部 3 f の熱伝導率は、実用上、例えば、 $5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下が挙げられる。第二コア部 3 s の熱伝導率は、例えば、 $5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が好ましく、更に、 $10 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が好ましく、特に、 $15 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上が好ましい。第二コア部 3 s の熱伝導率は、実用上、例えば、 $20 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下が挙げられる。

【0095】

比透磁率は、次のようにして求める。第一コア部と第二コア部のそれぞれからリング状の測定試料を切り出す。各々の測定試料に一次側：300巻き、二次側：20巻きの巻線を施す。B-H初磁化曲線を $H=0$ (Oe)以上100(Oe)以下の範囲で測定し、このB-H初磁化曲線の傾きの最大値を求め、この最大値を比透磁率とする。なお、ここでの磁化曲線とは、いわゆる直流磁化曲線である。

10

【0096】

鉄損は、上記各々の測定試料を用いて、次のようにして求める。BHカーブトレーサを用いて、励起磁束密度 $B_m: 1 \text{ kG} (= 0.1 \text{ T})$ 、測定周波数：10kHzにおける鉄損(W/m^3)を測定する。

【0097】

熱伝導率は、第一コア部と第二コア部のそれぞれに対して温度傾斜法やレーザフラッシュ法により測定することで求められる。

【0098】

20

(材質)

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、互いに異なる材質の成形体で構成されている。互いに異なる材質とは、比透磁率が異なることをいう。成形体としては、圧粉成形体、複合材料の成形体のいずれかが挙げられる。例えば、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とが圧粉成形体で構成されていても、圧粉成形体を構成する軟磁性粉末の材質や含有量が異なれば、互いに異なる材質で構成されているとする。また、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とが複合材料の成形体で構成されていても、複合材料を構成する軟磁性粉末と樹脂の少なくとも一方の材質が異なれば、或いは、軟磁性粉末と樹脂の材質が同じであっても軟磁性粉末及び樹脂の含有量が異なれば、互いに異なる材質で構成されているとする。なお、これらのコア片は、積層体で構成してもよい。

30

【0099】

圧粉成形体は、軟磁性粉末を圧縮成形してなる。圧粉成形体は、複合材料に比較して、コア片に占める軟磁性粉末の割合を高くできる。そのため、圧粉成形体は、磁気特性を高め易い。磁気特性としては、比透磁率や飽和磁束密度が挙げられる。また、圧粉成形体は、複合材料の成形体に比較して、樹脂の量が少なく軟磁性粉末の量が多いため、放熱性に優れる。圧粉成形体中の磁性粉末の含有量は、圧粉成形体を100体積%とするとき、例えば、85体積%以上99.99体積%以下であることが挙げられる。

【0100】

複合材料は、樹脂中に軟磁性粉末が分散されてなる。複合材料は、未固化の樹脂中に軟磁性粉末を分散した流動性の素材を金型に充填し、樹脂を硬化させることで得られる。複合材料は、樹脂中の軟磁性粉末の含有量を容易に調整できる。そのため、複合材料は、磁気特性を調整し易い。その上、複合材料は、圧粉成形体に比較して、複雑な形状でも形成し易い。複合材料の成形体中の軟磁性粉末の含有量は、複合材料を100体積%とするとき、例えば、20体積%以上80体積%以下が挙げられる。複合材料の成形体中の樹脂の含有量は、複合材料を100体積%とするとき、例えば、20体積%以上80体積%以下が挙げられる。

40

【0101】

積層体は、複数の磁性薄板を積層してなる。磁性薄板は、絶縁被膜を有する。磁性薄板としては、例えば、電磁鋼板が挙げられる。

【0102】

50

軟磁性粉末を構成する粒子は、軟磁性金属の粒子や、軟磁性金属の粒子の外周に絶縁被覆を備える被覆粒子、軟磁性非金属の粒子などが挙げられる。軟磁性金属は、純鉄や鉄基合金などが挙げられる。鉄基合金としては、例えば、Fe-Si合金やFe-Ni合金などが挙げられる。絶縁被覆は、リン酸塩などが挙げられる。軟磁性非金属は、フェライトなどが挙げられる。

【0103】

複合材料の樹脂は、例えば、熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂が利用できる。熱硬化性樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シリコン樹脂、ウレタン樹脂などが挙げられる。熱可塑性樹脂は、例えば、ポリフェニレンスルフィド樹脂、ポリアミド樹脂、液晶ポリマー、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂などが挙げられる。ポリアミド樹脂としては、

10

【0104】

これらの樹脂は、セラミックスフィラーを含有していてもよい。セラミックスフィラーは、例えば、アルミナ、シリカなどが挙げられる。これらのセラミックスフィラーを含有する樹脂は、放熱性及び電気絶縁性に優れる。

【0105】

圧粉成形体中や複合材料の成形体中における軟磁性粉末の含有量は、成形体の断面における軟磁性粉末の面積割合と等価とみなす。成形体中における軟磁性粉末の含有量は、次のようにして求める。成形体の断面をSEM（走査型電子顕微鏡）で観察して観察画像を取得する。SEMの倍率は、200倍以上500倍以下とする。観察画像の取得数は、10個以上とする。総断面積は、 0.1 cm^2 以上とする。一断面につき一つの観察画像を取得してもよいし、一断面につき複数の観察画像を取得してもよい。取得した各観察画像を画像処理して粒子の輪郭を抽出する。画像処理としては、例えば、二値化処理が挙げられる。各観察画像において軟磁性粒子の面積割合を算出し、その面積割合の平均値を求める。その平均値を軟磁性粉末の含有量とみなす。

20

【0106】

本形態では、第一コア部3fが複合材料の成形体で構成され、第二コア部3sが圧粉成形体で構成されている。第一コア部3fが複合材料の成形体で構成され、第二コア部3sが圧粉成形体で構成されていることで、第一コア部3fと第二コア部3sとの間に上記長さLgの長いギャップ部3gを介することなくインダクタンスを調整し易い上に、放熱性を調整し易い。そして、リアクトル1は、第二コア部3sが熱伝導率の比較的高い圧粉成形体で構成されることで、放熱性を高め易い。

30

【0107】

（ギャップ部）

ギャップ部3gは、本形態のようにエアギャップでもよいし、本形態とは異なり第一コア部3f及び第二コア部3sよりも比透磁率が小さい材料からなる部材で構成されていてもよい。

【0108】

ギャップ部3gの配置箇所は、巻回部21の外部、及び巻回部21の内部の少なくとも一方である。即ち、ギャップ部3gの配置箇所は、本形態の磁性コア3において、第一サイドコア片321fと第一サイドコア片321sの間、第二サイドコア片322fと第二サイドコア片322sとの間、及び第一ミドルコア片31fと第二ミドルコア片31sとの間、の少なくとも一箇所が挙げられる。ギャップ部3gの配置箇所は、本形態のように巻回部21の内部であることが好ましい。即ち、ギャップ部3gは、第一ミドルコア片31fと第二ミドルコア片31sとの間に設けられることが好ましい。ギャップ部3gが巻回部21の内部に設けられることで、巻回部21の外部に設けられる場合に比較して、漏れ磁束が巻回部21に侵入して巻回部21で発生する渦電流損を低減し易い。

40

【0109】

ギャップ部3gの第一方向D1に沿った長さLgは、例えば、2mm以下が好ましい。複数のギャップ部3gを有する場合、上記長さLgは一つのギャップ部3gの長さをいう

50

。即ち、各々のギャップ部 3 g の長さ L g が 2 mm 以下であれば、複数のギャップ部 3 g の上記長さ L g の合計が 2 mm 超であってもよい。特に、巻回部 2 1 の内部に配置されるギャップ部 3 g の第一方向 D 1 に沿った長さ L g は、2 mm 以下が好ましい。上記長さ L g が 2 mm 以下であれば、漏れ磁束が少なく、渦電流損の低減効果が高くなり易い。上記長さ L g は、更に 1 . 5 mm 以下が好ましく、特に 1 . 0 mm 以下が好ましい。上記長さ L g は、例えば、0 . 1 mm 以上が挙げられる。上記長さ L g は、更に 0 . 3 mm 以上が好ましい。上記長さ L g が 0 . 1 mm 以上、更に 0 . 3 mm、特に 0 . 5 mm 以上であれば、所定のインダクタンスを確保し易い。

【 0 1 1 0 】

[その他]

リアクトル 1 は、図示は省略しているものの、ケース、接着層、保持部材、及びモールド樹脂部の少なくとも一つを備えていてもよい。ケースは、コイル 2 と磁性コア 3 との組合体を内部に収納する。ケース内の上記組合体は、封止樹脂部により埋設されていてもよい。接着層は、上記組合体を載置面、上記組合体をケースの内底面、上記ケースを載置面などに固定する。保持部材は、コイル 2 と磁性コア 3 との間に介在され、コイル 2 と磁性コア 3 との間の絶縁を確保する。モールド樹脂部は、上記組合体の外周を覆うと共にコイル 2 と磁性コア 3 との間に介在されて、コイル 2 と磁性コア 3 とを一体化する。

【 0 1 1 1 】

[作用効果]

本形態のリアクトル 1 は、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s との間のギャップ部 3 g の上記長さ L g が大きくなることなく、インダクタンスを調整できる。その上、本形態のリアクトル 1 は、放熱性を調整し易く高め易い。本形態のリアクトル 1 の磁性コア 3 が、複合材料の成形体で構成される第一コア部 3 f と圧粉成形体で構成される第二コア部 3 s とを組み合わせた組物であるからである。また、本形態のリアクトル 1 は、冷却性能に偏りのある冷却部材により冷却されるリアクトルに好適に利用できる。熱伝導率の高い第二コア部 3 s を冷却部材の冷却性能の低い側に配置し、熱伝導率の低い第一コア部 3 f を冷却部材の冷却性能の高い側に配置する。それにより、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とが均等に冷却されて、磁性コア 3 の最高温度が低減される。このように磁性コア 3 の最高温度が低減されるため、リアクトル 1 は低損失である。更に、リアクトル 1 は、大型化し難い。リアクトル 1 は、上述のように放熱性を調整し易く高め易いため、上述した従来のリアクトルのような冷却管を設けなくてもよいからである。

【 0 1 1 2 】

《 実施形態 2 》

[リアクトル]

図 4 を参照して、実施形態 2 に係るリアクトル 1 を説明する。本形態のリアクトル 1 は、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s の組み合わせが E - I 型である点が、実施形態 1 に係るリアクトル 1 と相違する。以下の説明は、実施形態 1 との相違点を中心に行う。実施形態 1 と同様の構成の説明は省略する。これらの点は、後述する実施形態 3 と実施形態 4 でも同様である。

【 0 1 1 3 】

[磁性コア]

磁性コア 3 は、実施形態 1 と同様の第一エンドコア片 3 3 f 及び第二エンドコア片 3 3 s と、実施形態 1 と異なるミドルコア部 3 1、第一サイドコア部 3 2 1、及び第二サイドコア部 3 2 2 とを有する。ミドルコア部 3 1 の第一方向 D 1 に沿った長さ L 1 f は、実施形態 1 と同様、第一サイドコア部 3 2 1 の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 1 f と第二サイドコア部 3 2 2 の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 2 f よりも短い。ミドルコア部 3 1 は、一つの第一ミドルコア片 3 1 f で構成されている。第一サイドコア部 3 2 1 は、一つの第一サイドコア片 3 2 1 f で構成されている。第二サイドコア部 3 2 2 は、一つの第二サイドコア片 3 2 2 f で構成されている。第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、実施形態 1 と同様、非対称である。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 4 】

(第一コア部)

第一コア部 3 f の形状は、E 字状である。第一コア部 3 f は、第一エンドコア片 3 3 f と第一ミドルコア片 3 1 f と第一サイドコア片 3 2 1 f と第二サイドコア片 3 2 2 f とが一体の成形体である。第一サイドコア片 3 2 1 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 1 f と第二サイドコア片 3 2 2 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 2 f とは、同一であり、第一ミドルコア片 3 1 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L 1 f よりも長い。本形態の上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 2 f はそれぞれ、実施形態 1 の上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 2 f よりも長く、巻回部 2 1 の軸方向の長さよりも長い。第一コア部 3 f は、実施形態 1 と同様、複合材料の成形体で構成されている。

10

【 0 1 1 5 】

(第二コア部)

第二コア部 3 s の形状は、I 字状である。第二コア部 3 s は、第二エンドコア片 3 3 s で構成されている。第二コア部 3 s は、実施形態 1 と同様、圧粉成形体で構成されている。

【 0 1 1 6 】

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、第一コア部 3 f の第一サイドコア片 3 2 1 f の端面及び第二サイドコア片 3 2 2 f の端面と第二コア部 3 s の第二エンドコア片 3 3 s の端面とが接するように組み合わせられる。このように組み合わせられると、上記長さの関係を満たすことから、第一コア部 3 f の第一ミドルコア片 3 1 f の端面と第二エンドコア片 3 3 s の端面との間に間隔が設けられる。

20

【 0 1 1 7 】

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s の比透磁率の大小関係、鉄損の大小関係、及び熱伝導率の大小関係は、実施形態 1 と同様である。

【 0 1 1 8 】

(ギャップ部)

ギャップ部 3 g は、実施形態 1 と同様、エアギャップで構成されている。ギャップ部 3 g の配置箇所は、実施形態 1 と異なり、第一ミドルコア片 3 1 f の端面と第二エンドコア片 3 3 s の端面との間であり、巻回部 2 1 の外部である。ギャップ部 3 g の第一方向 D 1 に沿った長さ L g は、実施形態 1 と同様、2 mm 以下である。

【 0 1 1 9 】

〔 作用効果 〕

本形態のリアクトル 1 は、実施形態 1 に係るリアクトル 1 と同様、大型化することなく、インダクタンスと放熱性の調整を行い易い。本形態のリアクトル 1 は、ギャップ部 3 g が巻回部 2 1 の外部に配置されているため、実施形態 1 に係るリアクトル 1 に比較して、漏れ磁束の低減による渦電流損の低減効果が低いものの、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とを組み合わせ易い。第二コア部 3 s は、巻回部 2 1 内で第一ミドルコア片 3 1 f の端面に臨むコア片を有していないからである。また、本形態のリアクトル 1 は、実施形態 1 に係るリアクトル 1 に比較して、第二コア部 3 s の密度分布がより一層生じ難い。第二コア部 3 s が第二エンドコア片 3 3 s のみで構成されているため、第二コア部 3 s の成形時の圧力がばらつき難いからである。

40

【 0 1 2 0 】

《 実施形態 3 》

〔 リアクトル 〕

図 5 を参照して、実施形態 3 に係るリアクトル 1 を説明する。本形態のリアクトル 1 は、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s の組み合わせが E - T 型である点が、実施形態 1 に係るリアクトル 1 と相違する。

【 0 1 2 1 】

〔 磁性コア 〕

磁性コア 3 は、実施形態 1 と同様の第一エンドコア片 3 3 f、第二エンドコア片 3 3 s、及びミドルコア部 3 1 と、実施形態 1 と異なる第一サイドコア部 3 2 1、及び第二サイ

50

ドコア部 3 2 2 とを有する。ミドルコア部 3 1 の第一方向 D 1 に沿った長さ ($L_{1f} + L_{1s}$) は、実施形態 1 と同様、第一サイドコア部 3 2 1 の第一方向 D 1 に沿った長さ L_{21f} と第二サイドコア部 3 2 2 の第一方向 D 1 に沿った長さ L_{22f} よりも短い。第一サイドコア部 3 2 1 は、一つの第一サイドコア片 3 2 1 f で構成されている。第二サイドコア部 3 2 2 は、一つの第二サイドコア片 3 2 2 f で構成されている。第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、実施形態 1 と同様、非対称である。

【0122】

(第一コア部)

第一コア部 3 f の形状は、E 字状である。第一コア部 3 f は、第一エンドコア片 3 3 f と第一ミドルコア片 3 1 f と第一サイドコア片 3 2 1 f と第二サイドコア片 3 2 2 f とが一体の成形体である。第一サイドコア片 3 2 1 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L_{21f} と第二サイドコア片 3 2 2 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L_{22f} とは、同一であり、第一ミドルコア片 3 1 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L_{1f} よりも長い。本形態の上記長さ L_{21f} と上記長さ L_{22f} は、実施形態 1 の上記長さ L_{21f} と上記長さ L_{22f} よりも長く、巻回部 2 1 の軸方向の長さよりも長い。また、上記長さ L_{1f} は、本形態のように後述する第二ミドルコア片 3 1 s の第一方向 D 1 に沿った長さ L_{1s} と異なってもよいし、本形態とは異なり上記長さ L_{1s} と同一であってもよい。本形態の上記長さ L_{1f} は、実施形態 1 の上記 L_{1f} と同様であり、本形態の上記長さ L_{1s} よりも長い。第一コア部 3 f は、実施形態 1 と同様、複合材料の成形体で構成されている。

10

【0123】

(第二コア部)

第二コア部 3 s の形状は、T 字状である。第二コア部 3 s は、第二エンドコア片 3 3 s と第二ミドルコア片 3 1 s とが一体化された成形体である。本形態の上記長さ L_{1s} は、上述したように、実施形態 1 の上記長さ L_{1s} と同様であり、本形態の上記長さ L_{1f} よりも短い。上記長さ L_{1s} は、実施形態 1 と同様、上記長さ L_{3s} の 2 倍以下である。第二コア部 3 s は、実施形態 1 と同様、圧粉成形体で構成されている。

20

【0124】

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、第一コア部 3 f の第一サイドコア片 3 2 1 f の端面及び第二サイドコア片 3 2 2 f の端面と第二コア部 3 s の第二エンドコア片 3 3 s の端面とが接するように組み合わせられる。このように組み合わせられると、上記長さの関係を満たすことから、第一コア部 3 f の第一ミドルコア片 3 1 f の端面と第二コア部 3 s の第二ミドルコア片 3 1 s の端面との間に間隔が設けられる。

30

【0125】

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s の比透磁率の大小関係、鉄損の大小関係、及び熱伝導率の大小関係は、実施形態 1 と同様である。

【0126】

(ギャップ部)

ギャップ部 3 g は、実施形態 1 と同様、エアギャップで構成されている。ギャップ部 3 g の配置箇所は、実施形態 1 と同様、巻回部 2 1 の内部で、第一ミドルコア片 3 1 f の端面と第二ミドルコア片 3 1 s の端面との間である。ギャップ部 3 g の第一方向 D 1 に沿った長さ L_g は、実施形態 1 と同様、2 mm 以下である。

40

【0127】

〔作用効果〕

本形態のリアクトル 1 は、実施形態 1 に係るリアクトル 1 と同様、大型化することなく、インダクタンスと放熱性の調整を行い易い。

【0128】

《実施形態 4》

〔リアクトル〕

図 6 を参照して、実施形態 4 に係るリアクトル 1 を説明する。本形態のリアクトル 1 は、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s の組み合わせが E - U 型である点が、実施形態 1 に係

50

るリアクトル 1 と相違する。

【 0 1 2 9 】

[磁性コア]

磁性コア 3 は、実施形態 1 と同様の第一エンドコア片 3 3 f、第二エンドコア片 3 3 s、第一サイドコア部 3 2 1、及び第二サイドコア部 3 2 2 と、実施形態 1 と異なるミドルコア部 3 1 とを有する。ミドルコア部 3 1 の第一方向 D 1 に沿った長さ L 1 f は、実施形態 1 と同様、第一サイドコア部 3 2 1 の第一方向 D 1 に沿った長さ (L 2 1 f + L 2 1 s) と第二サイドコア部 3 2 2 の第一方向 D 1 に沿った長さ (L 2 2 f + L 2 2 s) よりも短い。ミドルコア部 3 1 は、一つの第一ミドルコア片 3 1 f で構成されている。第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、実施形態 1 と同様、非対称である。

10

【 0 1 3 0 】

(第一コア部)

第一コア部 3 f の形状は、E 字状である。第一コア部 3 f は、第一エンドコア片 3 3 f と第一ミドルコア片 3 1 f と第一サイドコア片 3 2 1 f と第二サイドコア片 3 2 2 f とが一体の成形体である。

【 0 1 3 1 】

第一サイドコア片 3 2 1 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 1 f と第二サイドコア片 3 2 2 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 2 f とは、同一である。第一ミドルコア片 3 1 f の第一方向 D 1 に沿った長さ L 1 f は、上記長さ L 2 1 f と上記 L 2 2 f よりも長い。

【 0 1 3 2 】

上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 2 f はそれぞれ、本形態のように後述する第二コア部 3 s の第一サイドコア片 3 2 1 s の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 1 s と第二サイドコア片 3 2 2 s の第一方向 D 1 に沿った長さ L 2 2 s と異なってもよいし、本形態とは異なり上記長さ L 2 1 s と上記長さ L 2 2 s と同一であってもよい。本形態の上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 2 f はそれぞれ、実施形態 1 の上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 2 f と同様であり、本形態の上記長さ L 2 1 s と上記長さ L 2 2 s よりも長い。上記 L 1 f は、実施形態 1 の上記 L 1 f よりも長く、巻回部 2 1 の軸方向の長さと同様である。第一コア部 3 f は、実施形態 1 と同様、複合材料の成形体で構成されている。

20

【 0 1 3 3 】

(第二コア部)

第二コア部 3 s の形状は、U 字状である。第二コア部 3 s は、第二エンドコア片 3 3 s と第一サイドコア片 3 2 1 s と第二サイドコア片 3 2 2 s とが一体の成形体である。本形態の上記長さ L 2 1 s と上記長さ L 2 2 s はそれぞれ、上述したように、実施形態 1 の上記長さ L 2 1 s と上記長さ L 2 2 s と同様であり、本形態の上記長さ L 2 1 f と上記長さ L 2 2 f よりも短い。上記長さ L 2 1 s と上記長さ L 2 2 s は、実施形態 1 と同様、上記長さ L 3 s の 2 倍以下である。第二コア部 3 s は、実施形態 1 と同様、圧粉成形体で構成されている。

30

【 0 1 3 4 】

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とは、第一コア部 3 f の第一サイドコア片 3 2 1 f の端面と第二サイドコア片 3 2 2 f の端面のそれぞれと第二コア部 3 s の第一サイドコア片 3 2 1 s の端面と第二サイドコア片 3 2 2 s の端面のそれぞれとが接するように組み合わせられる。このように組み合わせられると、上記長さの関係を満たすことから、第一コア部 3 f の第一ミドルコア片 3 1 f の端面と第二コア部 3 s の第二エンドコア片 3 3 s の端面との間に間隔が設けられる。

40

【 0 1 3 5 】

第一コア部 3 f と第二コア部 3 s の比透磁率の大小関係、鉄損の大小関係、及び熱伝導率の大小関係は、実施形態 1 と同様である。

【 0 1 3 6 】

ギャップ部 3 g は、実施形態 1 と同様、エアギャップで構成されている。ギャップ部 3 g の配置箇所は、実施形態 1 と異なり、第一ミドルコア片 3 1 f の端面と第二エンドコア

50

片 3 3 s の端面との間であり、巻回部 2 1 の外部である。ギャップ部 3 g の第一方向 D 1 に沿った長さ L g は、実施形態 1 と同様、2 mm 以下である。

【 0 1 3 7 】

〔作用効果〕

本形態のリアクトル 1 は、実施形態 1 に係るリアクトル 1 と同様、大型化することなく、インダクタンスと放熱性の調整を行い易い。本形態のリアクトル 1 は、ギャップ部 3 g が巻回部 2 1 の外部に配置されているため、実施形態 1 に係るリアクトル 1 に比較して、漏れ磁束の低減による渦電流損の低減効果が低いものの、第一コア部 3 f と第二コア部 3 s とを組み合わせ易い。第二コア部 3 s は、巻回部 2 1 内で第一ミドルコア片 3 1 f の端面に臨むコア片を有していないからである。

10

【 0 1 3 8 】

《実施形態 5》

〔コンバータ・電力変換装置〕

実施形態 1 から実施形態 4 に係るリアクトル 1 は、以下の通電条件を満たす用途に利用できる。通電条件としては、例えば、最大直流電流が 1 0 0 A 以上 1 0 0 0 A 以下程度であり、平均電圧が 1 0 0 V 以上 1 0 0 0 V 以下程度であり、使用周波数が 5 k H z 以上 1 0 0 k H z 以下程度であることが挙げられる。実施形態 1 から実施形態 4 に係るリアクトル 1 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載置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。

【 0 1 3 9 】

ハイブリッド自動車や電気自動車などの車両 1 2 0 0 は、図 7 に示すようにメインバッテリー 1 2 1 0 と、メインバッテリー 1 2 1 0 に接続される電力変換装置 1 1 0 0 と、メインバッテリー 1 2 1 0 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 1 2 2 0 とを備える。モータ 1 2 2 0 は、代表的には、3 相交流モータであり、走行時、車輪 1 2 5 0 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 1 2 0 0 は、モータ 1 2 2 0 に加えてエンジン 1 3 0 0 を備える。図 7 では、車両 1 2 0 0 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。

20

【 0 1 4 0 】

電力変換装置 1 1 0 0 は、メインバッテリー 1 2 1 0 に接続されるコンバータ 1 1 1 0 と、コンバータ 1 1 1 0 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 1 1 2 0 とを有する。この例に示すコンバータ 1 1 1 0 は、車両 1 2 0 0 の走行時、2 0 0 V 以上 3 0 0 V 以下程度のメインバッテリー 1 2 1 0 の入力電圧を 4 0 0 V 以上 7 0 0 V 以下程度にまで昇圧して、インバータ 1 1 2 0 に給電する。コンバータ 1 1 1 0 は、回生時、モータ 1 2 2 0 からインバータ 1 1 2 0 を介して出力される入力電圧をメインバッテリー 1 2 1 0 に適合した直流電圧に降圧して、メインバッテリー 1 2 1 0 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 1 1 2 0 は、車両 1 2 0 0 の走行時、コンバータ 1 1 1 0 で昇圧された直流を所定の交流に変換してモータ 1 2 2 0 に給電し、回生時、モータ 1 2 2 0 からの交流出力を直流に変換してコンバータ 1 1 1 0 に出力している。

30

【 0 1 4 1 】

コンバータ 1 1 1 0 は、図 8 に示すように複数のスイッチング素子 1 1 1 1 と、スイッチング素子 1 1 1 1 の動作を制御する駆動回路 1 1 1 2 と、リアクトル 1 1 1 5 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 1 1 1 1 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 1 1 1 5 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 1 1 1 5 として、実施形態 1 から実施形態 4 のいずれかのリアクトル 1 を備える。大型化することなく放熱性に優れたリアクトル 1 などを備えることで、電力変換装置 1 1 0 0 やコンバータ 1 1 1 0 も、小型化と放熱性の向上とが期待できる。

40

【 0 1 4 2 】

50

車両 1 2 0 0 は、コンバータ 1 1 1 0 の他、メインバッテリー 1 2 1 0 に接続された給電装置用コンバータ 1 1 5 0 や、補機類 1 2 4 0 の電力源となるサブバッテリー 1 2 3 0 とメインバッテリー 1 2 1 0 とに接続され、メインバッテリー 1 2 1 0 の高圧を低圧に変換する補機電源用コンバータ 1 1 6 0 を備える。コンバータ 1 1 1 0 は、代表的には、DC - DC 変換を行うが、給電装置用コンバータ 1 1 5 0 や補機電源用コンバータ 1 1 6 0 は、AC - DC 変換を行う。給電装置用コンバータ 1 1 5 0 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 1 1 5 0 や補機電源用コンバータ 1 1 6 0 のリアクトルに、実施形態 1 から実施形態 4 のいずれかのリアクトル 1 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 1 から実施形態 4 のいずれかのリアクトル 1 などを利用することもできる。

10

【 0 1 4 3 】

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。

【 符号の説明 】

【 0 1 4 4 】

1 リアクトル

2 コイル

2 1 巻回部

2 1 a 一端部

2 1 b 他端部

3 磁性コア

3 f 第一コア部

3 s 第二コア部

3 1 ミドルコア部

3 1 f 第一ミドルコア片

3 1 s 第二ミドルコア片

3 2 1 第一サイドコア部

3 2 1 f 第一サイドコア片

3 2 1 s 第一サイドコア片

3 2 2 第二サイドコア部

3 2 2 f 第二サイドコア片

3 2 2 s 第二サイドコア片

3 3 f 第一エンドコア片

3 3 s 第二エンドコア片

3 g ギャップ部

D 1 第一方向

D 2 第二方向

D 3 第三方向

L 1 f、L 1 s、L 2 1 f、L 2 1 s、L 2 2 f、L 2 2 s、L 3 f、L 3 s、L g

長さ

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

20

30

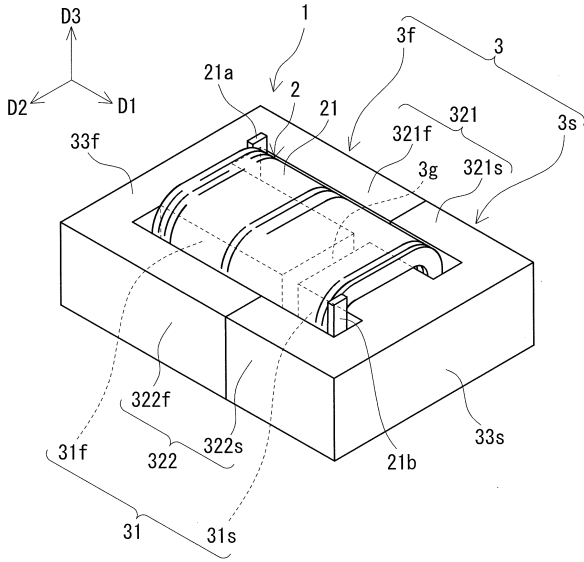
40

50

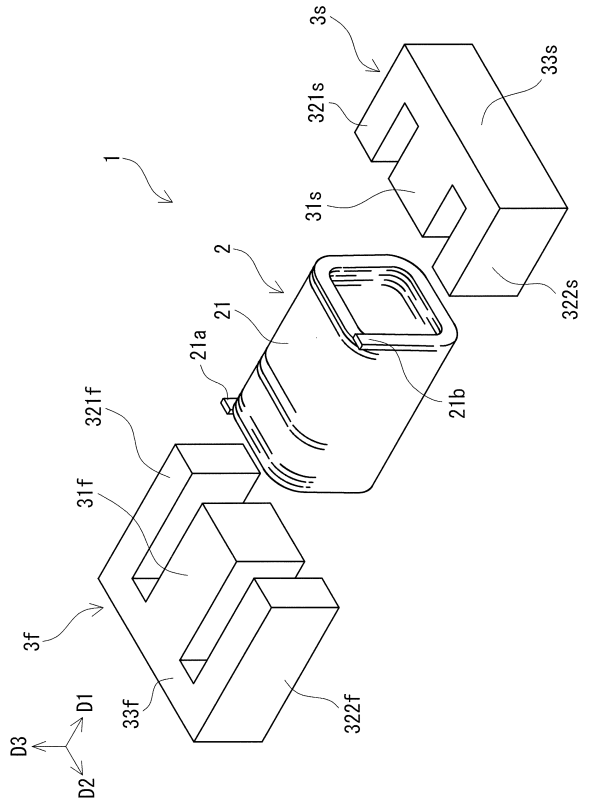
- 1 2 1 0 メインバッテリー
- 1 2 2 0 モータ
- 1 2 3 0 サブバッテリー
- 1 2 4 0 補機類
- 1 2 5 0 車輪
- 1 3 0 0 エンジン

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

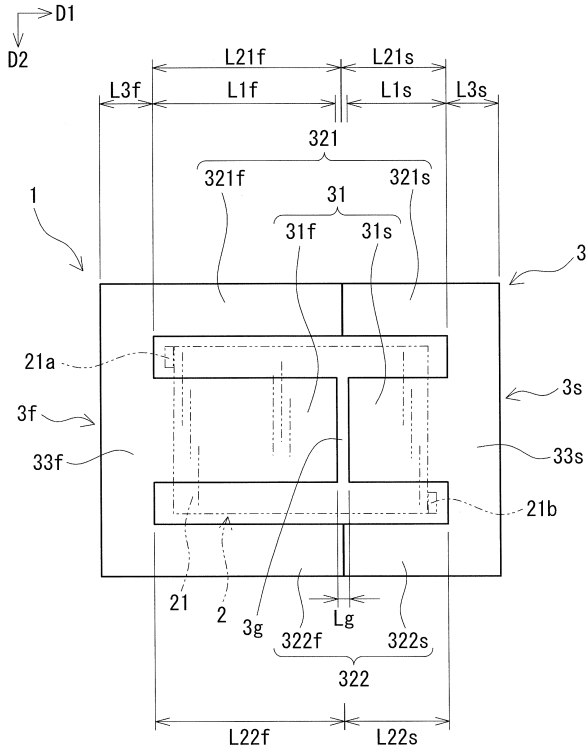
20

30

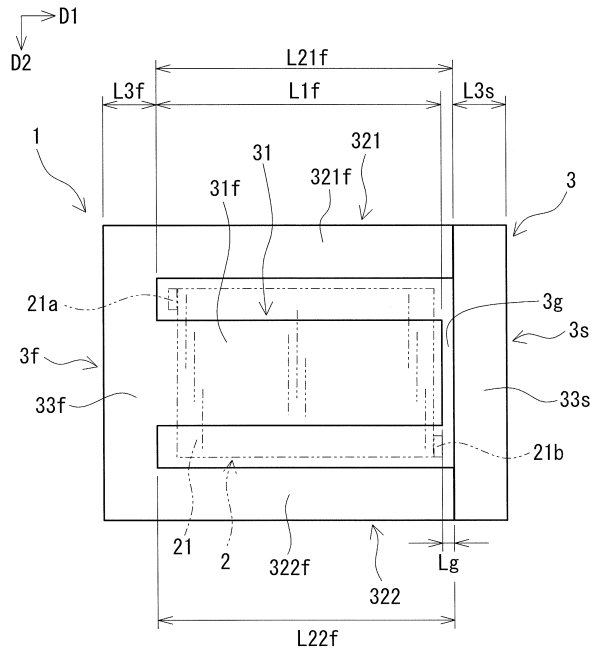
40

50

【 図 3 】



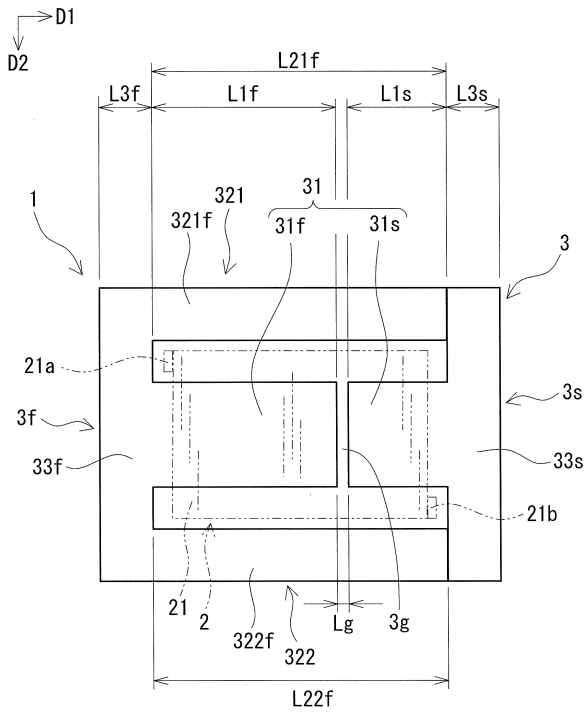
【 図 4 】



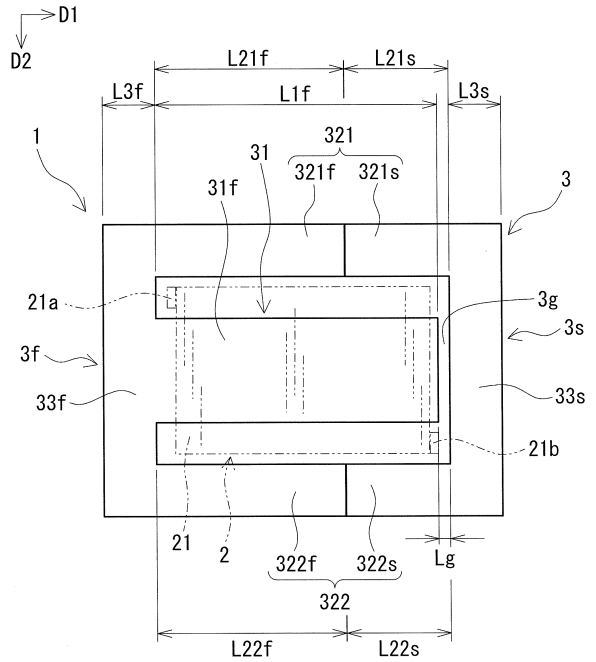
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

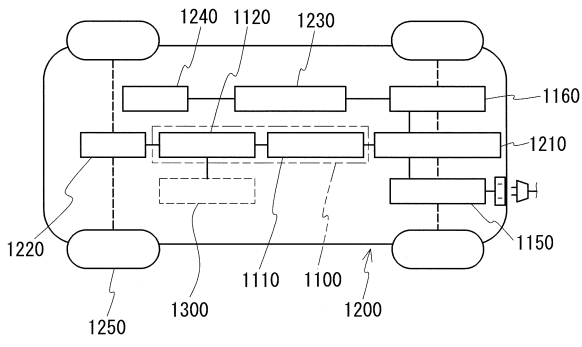


30

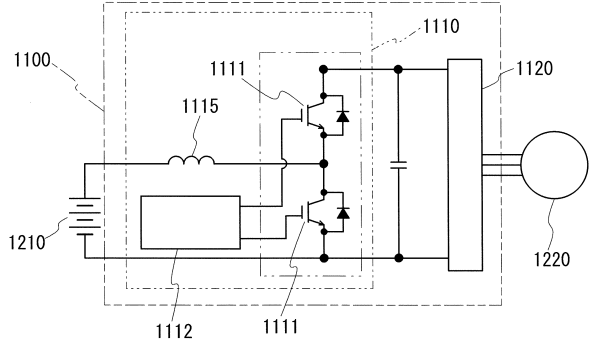
40

50

【 図 7 】



【 図 8 】



10

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

審査官 森岡 俊行

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 9 4 4 2 9 (J P , A)

特開平 0 6 - 0 1 3 2 4 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 F 3 7 / 0 0

H 0 1 F 2 7 / 2 4

H 0 2 M 3 / 1 5 5