

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-127637

(P2014-127637A)

(43) 公開日 平成26年7月7日(2014.7.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 F 37/00 (2006.01)	HO 1 F 37/00 Z H V C	5 E 0 5 8
HO 1 F 27/36 (2006.01)	HO 1 F 37/00 A	5 H 7 3 0
HO 2 M 3/155 (2006.01)	HO 1 F 37/00 M	
	HO 1 F 27/36 G	
	HO 2 M 3/155 Y	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)		

(21) 出願番号	特願2012-284708 (P2012-284708)	(71) 出願人	395011665
(22) 出願日	平成24年12月27日 (2012.12.27)		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
		(71) 出願人	000183406
			住友電装株式会社
			三重県四日市市西末広町1番14号
		(71) 出願人	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
		(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
		Fターム(参考)	5E058 CC15
		最終頁に続く	

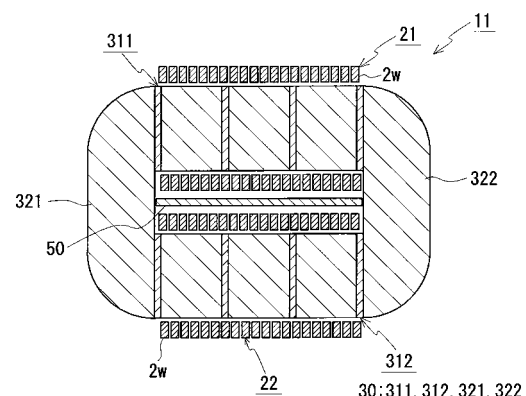
(54) 【発明の名称】 リアクトル、コンバータ、及び電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】 小型でかつ結合係数を調整することが可能なリアクトルを提供する。

【解決手段】 リアクトル11は、第1コイル21及び第2コイル22と、これら第1コイル21及び第2コイル22を互いに磁氣的に結合する環状のコア30とを備える。第1コイル21及び第2コイル22はそれぞれ、巻線2wを螺旋状に巻回してなり、軸方向が互いに平行で且つ互いの外周面が対向するように並列に配置されている。コア30は、第1コイル21及び第2コイル22を互いに磁氣的に結合する。コア30は、各コイル21,22の内側に位置し、各コイル21,22が配置される一対の磁脚部311,312と、これら磁脚部311,312の両端部に配置されると共に、各磁脚部311,312の互いの端部同士を連結する一対の連結部321,322とからなる。そして、結合係数調整手段として、各磁脚部311,312に配置された第1コイル21と第2コイル22との間に、磁気遮蔽板50が配置されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

巻線を巻回してなる複数のコイルと、これらコイルを互いに磁氣的に結合するコアとを備えるリアクトルであって、

複数の前記コイルは、隣り合う互いの外周面が対向するように並列に配置され、

前記コアは、前記各コイルが配置される複数の磁脚部と、これら前記磁脚部の両端部に配置されると共に互いに隣り合う前記各磁脚部の端部同士を連結する一対の連結部とからなり、

隣り合う前記コイル間の結合係数を調整する結合係数調整手段を備えるリアクトル。

【請求項 2】

前記結合係数調整手段は、隣り合う前記コイル間に配置される磁気遮蔽板を備える請求項 1 に記載のリアクトル。

【請求項 3】

前記結合係数調整手段は、隣り合う前記コイルのうち少なくとも一方に、巻ピッチが密な密巻部と、前記密巻部よりも巻ピッチが疎な疎巻部とを有する請求項 1 又は 2 に記載のリアクトル。

【請求項 4】

前記結合係数調整手段は、隣り合う前記コイルのうち少なくとも一方に、巻径が小さい小径部と、前記小径部よりも巻径が大きい大径部とを有する請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のリアクトル。

【請求項 5】

前記結合係数調整手段は、前記連結部の少なくとも一方に設けられた磁気ギャップ部を備える請求項 1 ～ 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 ～ 5 のいずれか一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】

本発明は、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車両に搭載される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。特に、小型でかつ結合係数を調整することが可能なリアクトルに関する。

【背景技術】

【0002】

電圧の昇圧や降圧を行う電圧変換回路の部品の一つに、リアクトルがある。例えば特許文献 1 には、コアと、コアに巻装され、互いに磁気結合された複数相のコイルとを含む複数相コンバータ用リアクトルが開示されている。特許文献 1 に記載の 2 相コンバータ用リアクトル（2 相磁気結合リアクトル）（10）では、コア（12）と、コア（12）に巻装された 2 相のコイル（14,16）とを備える。コア（12）は、基部（26）と基部（26）の中央部から突出する中央脚部（28）とを有する T 字状の一対の T 形部（20,22）と、直線状の 2 つの I 形部（24）と備える。また、各 T 形部（20,22）は、中央脚部（28）の先端同士がギャップ空間（32）を介して互に対向するように配置される。I 形部（24）は、各 T 形部（20,22）における基部（26）の両端部（端脚要素（30））にギャップ板（18）を介して結合され、互いに平行に配置される。そして、コア（12）において、中央脚部（28）を挟んで両側に位置する I 形部（24）により 2 つの端脚部（34）を構成し、各端脚部（34）にコイル（14,16）がそれぞれ配置されている。このリアクトルでは、複数のコイルを同一のコアに配置して互いに磁氣的に結合することで、単相リアクトルに比較して小型化できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-65453号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

コンバータ（電力変換装置）において、更なる小型化が求められている。特に、車載用のコンバータ（電力変換装置）では、設置スペースに厳しい制約があることから、より一層の小型化が望まれる。

【0005】

複数のコイルを同一のコアに配置して互いに磁氣的に結合するリアクトルでは、インダクタンスの他、コイル間の結合係数も重要なパラメータになっている。特許文献1に記載のリアクトルでは、上記したように、T形部の中央脚部とその両側に位置する2つの端脚部（I形部）との3つの磁脚部をコアが有し、各端脚部にコイルがそれぞれ配置される構成である。コアには、T形部の基部及び端脚部によりコイル同士を磁氣的に結合する結合磁路と、中央脚部により各コイルから生じる磁束が漏れる漏れ磁路とが形成される。そして、このリアクトルでは、中央脚部に設けられたギャップ空間により、インダクタンスや結合係数を調整することが可能である。しかし、このリアクトルでは、コイルが配置される端脚部以外に、結合係数を調整するための中央脚部をコアが有するため、更なる小型化が難しい。

【0006】

本発明の目的の一つは、小型でかつ結合係数を調整することが可能なリアクトルを提供することにある。また、本発明の別の目的は、このリアクトルを備えるコンバータ、このコンバータを備える電力変換装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のリアクトルは、巻線を巻回してなる複数のコイルと、これらコイルを互いに磁氣的に結合するコアとを備える。複数のコイルは、隣り合う互いの外周面が対向するように並列に配置される。コアは、各コイルが配置される複数の磁脚部と、これら磁脚部の両端部に配置されると共に互いに隣り合う各磁脚部の端部同士を連結する一対の連結部とからなる。そして、隣り合うコイル間の結合係数を調整する結合係数調整手段を備える。

【0008】

本発明のリアクトルによれば、コアが、コイルが配置される磁脚部と、磁脚部の端部同士を連結する連結部とからなる。つまり、本発明のリアクトルは、特許文献1に記載のリアクトルのように、結合係数を調整するためにコアに漏れ磁路を形成する中央脚部を有していない。したがって、本発明のリアクトルは、従来のリアクトルに比較して、小型化できる。また、結合係数調整手段を備えることで、コイル間の結合係数を調整することが可能である。

【0009】

上記結合係数調整手段としては、以下に示す（1）～（4）の形態が挙げられる。

（1）隣り合うコイル間に配置される磁気遮蔽板を備える形態

（2）隣り合うコイルのうち少なくとも一方に、巻ピッチが密な密巻部と、密巻部よりも巻ピッチが疎な疎巻部とを有する形態

（3）隣り合うコイルのうち少なくとも一方に、巻径が小さい小径部と、小径部よりも巻径が大きい大径部とを有する形態

（4）連結部の少なくとも一方に設けられた磁気ギャップ部を備える形態

【0010】

上記（1）の形態では、隣り合うコイル間に配置される磁気遮蔽板を備えることにより、結合係数を調整するものである。例えば、磁気結合される一対のコイルが隣り合うようにそれぞれ磁脚部に配置されている場合、一方の磁脚部からの漏れ磁束がコイルの巻線間

10

20

30

40

50

(ターン間)を通してコイル外部に漏れ、その漏れ磁束の一部がコイル間を横断して他方の磁脚部に乗り移ることがある。上記(1)の形態によれば、コイル間に配置された磁気遮蔽板により、一方の磁脚部からコイル間を横断して他方の磁脚部に乗り移る漏れ磁束を遮蔽して抑制することで、コイル間の結合係数を上げることができる。よって、結合係数を調整することができる。例えば、磁脚部にエアギャップや非磁性材料からなるギャップ材などの磁気ギャップ部を設けたり、磁脚部を低透磁率の軟磁性材料で形成するなどして、磁脚部に漏れ磁束が生じ易くしておくこと、結合係数の調整代を大きくとることができる。

【0011】

上記(2)の形態では、隣り合うコイルのうち少なくとも一方に、巻ピッチが密な密巻部と、密巻部よりも巻ピッチが疎な疎巻部とを有することにより、結合係数を調整するものである。一般に、コイルの巻ピッチが密な密巻部では、巻線の間隔(ターンの間隔)が狭く、漏れ磁束が生じ難い。一方で、コイルの巻ピッチが疎な疎巻部では、巻線の間隔(ターンの間隔)が広く、漏れ磁束が生じ易い。上記(2)の形態によれば、磁脚部の漏れ磁束が生じ易い部分に対応する箇所にコイルが密巻部を有することにより、漏れ磁束が減少することで、コイル間の結合係数を上げることができる。或いは、磁脚部の漏れ磁束が生じ易い部分に対応する箇所にコイルが疎巻部を有することにより、漏れ磁束が増加することで、コイル間の結合係数を下げることができる。よって、結合係数を調整することができる。磁脚部の漏れ磁束が生じ易い箇所としては、例えば、磁脚部が一様な軟磁性材料で形成されている場合は磁脚部の長手方向の中央部分や、磁脚部に上記した磁気ギャップ部が設けられている場合は磁気ギャップ部が挙げられる

【0012】

上記(3)の形態では、隣り合うコイルのうち少なくとも一方に、巻径が小さい小径部と、小径部よりも巻径が大きい大径部とを有することにより、結合係数を調整するものである。一般に、コイルの巻径が大きくなるほど、磁脚部を通らない漏れ磁束が生じ易い。上記(3)の形態によれば、コイルに有する大径部により、漏れ磁束が増加することで、コイル間の結合係数を下げることができる。よって、結合係数を調整することができる。

【0013】

上記(4)の形態では、連結部の少なくとも一方に設けられた磁気ギャップ部を備えることにより、結合係数を調整するものである。この形態によれば、連結部に磁気ギャップ部を設けることにより、漏れ磁束が増加することで、コイル間の結合係数を下げることができる。よって、結合係数を調整することができる。

【0014】

上記(1)～(4)の形態は、単独又は組み合わせて使用することができる。また、コイル間の結合係数は、例えば0.4～0.9に調整することが挙げられる。

【0015】

本発明のコンバータは、上記した本発明のリアクトルを備える。本発明のコンバータは、小型化が可能な本発明のリアクトルを備えることで、小型化を図ることができる。

【0016】

本発明の電力変換装置は、上記した本発明のコンバータを備える。本発明の電力変換装置は、小型化が可能な本発明のリアクトルを備える本発明のコンバータを備えることで、小型化を図ることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明のリアクトルは、コアが、コイルが配置される磁脚部と、磁脚部の端部同士を連結する連結部とからなることから、小型化が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明に係るリアクトルの基本構成の一例を説明する図であり、(A)はコイル及びコアを示す概略斜視断面図であり、(B)は、概略平面断面図である。

10

20

30

40

50

【図2】実施形態1のリアクトルを示す概略平面断面図である。

【図3】実施形態2のリアクトルを示す概略平面断面図である。

【図4】実施形態3のリアクトルを示す概略平面断面図である。

【図5】実施形態4のリアクトルを示す概略平面断面図である。

【図6】ハイブリッド自動車の電源系統を示す概略構成図である。

【図7】本発明のコンバータを備える本発明の電力変換装置の一例を示す概略回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を具体的に説明する。各図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

【0020】

ここでは、まず、本発明のリアクトルの基本構成であるコイル及びコアについて説明し、次いで、本発明のリアクトルに備える結合係数調整手段の具体的な態様について説明する。

【0021】

(リアクトルの基本構成)

図1は、本発明のリアクトルの基本構成の一例を示す。リアクトル10は、第1コイル21及び第2コイル22と、これら第1コイル21及び第2コイル22を互いに磁氣的に結合する環状のコア30とを備える。なお、図1(A)では、説明の便宜上、コイル21,22及びコア30を高き方向に略半分に切断した斜視断面図である。

【0022】

第1コイル21及び第2コイル22はそれぞれ、巻線2wを螺旋状に巻回してなり、軸方向が互いに平行で且つ互いの外周面が対向するように並列に配置されている。両コイル21,22は、同一形状のコイルであり、また、両コイル21,22は、軸方向の一端側から他端側に亘って巻ピッチ及び巻径が一樣である。巻線2wは、銅又は銅合金やアルミニウム又はアルミニウム合金からなる平角線の表面に、エナメルやポリアミドイミド樹脂などの絶縁被覆を有する被覆平角線である。そして、両コイル21,22は、被覆平角線の巻線2wをエッジワイズ巻きして角筒状に形成されたエッジワイズコイルである。両コイル21,22は、一端同士が電氣的に接続される。

【0023】

コア30は、第1コイル21及び第2コイル22を互いに磁氣的に結合する。コア30は、各コイル21,22の内側に位置し、各コイル21,22が配置される一対の磁脚部311,312と、これら磁脚部311,312の両端部に配置されると共に、各磁脚部311,312の互いの端部同士を連結する一対の連結部321,322とからなる。コア30は、並列に配置された両磁脚部311,312の各端面にそれぞれ各連結部321,322の内端面が連結されることによって環状に構成されており、これら磁脚部311,312及び連結部321,322により、コイル21,22同士を磁氣的に結合する結合磁路が形成される。

【0024】

磁脚部311,312はそれぞれ、角柱状であり、軟磁性材料からなるコア片31mと、コア片31mよりも比透磁率の小さい材料からなるギャップ材31gとを交互に積層して形成されている。コア片31mとギャップ材31gとは、例えば接着剤によって一体化することができる。連結部321,322は、略台形状(磁脚部311,312の端面に連結される内端面から外方に向かって断面積が小さくなる台形状)であり、軟磁性材料からなるコア片である。

【0025】

磁脚部311,312や連結部321,322を構成するコア片は、鉄などの鉄族金属やその合金、鉄を含む酸化物などに代表される軟磁性粉末を用いた成形体や、絶縁被膜を有する磁性薄板(例えば、ケイ素鋼板に代表される電磁鋼板)を複数積層した積層板体などで形成されている。上記成形体としては、圧粉成形体、焼結体、軟磁性粉末と樹脂とを含む混合物を射出成形や注型成形などによって成形した複合材料などが挙げられる。このような成形体、

10

20

30

40

50

特に複合材料では、例えば軟磁性粉末の含有量を減らすことで、比透磁率が5～50といった低透磁率とすることも可能である。この例では、各コア片（コア片31m及び連結部321,322）は、鉄や銅などの軟磁性粉末の圧粉成形体で形成されている。

【0026】

ギャップ材31gは、アルミナや不飽和ポリエステルなどの非磁性材料で形成されている。この例では、磁脚部311,312にギャップ材31gを設けることで、磁脚部311,312（コア30）の比透磁率を調整しているが、例えばコア片を低透磁率の複合材料で形成すれば、ギャップ材を設けずに所定の比透磁率を実現したり、磁脚部311,312をそれぞれ1つのコア片で構成することも可能である。また、各コア片を一樣な材質で同一の仕様（圧粉成形体）としているが、磁脚部311,312を構成する複数のコア片31mの磁気特性や仕様を異ならせたり、コア片31mと連結部321,322とで磁気特性や仕様を異ならせることも可能である。その他、ギャップ材31gは、コア片31mよりも低透磁率の材料、例えば軟磁性粉末の含有量が少ない複合材料などで形成することも可能である。

【0027】

次に、隣り合うコイル間の結合係数を調整する結合係数調整手段の具体的な形態について説明する。なお、以下の実施形態1～4では、リアクトルの基本構成は上記した図1に示すリアクトル10と同じであり、相違点を中心に説明する。

【0028】

[実施形態1：コイル間に磁気遮蔽板を配置する]

実施形態1では、結合係数調整手段として、隣り合うコイル間に配置される磁気遮蔽板を備える形態を説明する。図2に示す実施形態1に係るリアクトル11は、各磁脚部311,312に配置された第1コイル21と第2コイル22との間に、磁気遮蔽板50が配置されている。磁気遮蔽板50は、非磁性の金属材料で形成されており、例えば、ステンレス鋼、アルミニウム又はアルミニウム合金が好適に利用できる。この例では、両コイル21,22間にアルミニウム板（磁気遮蔽板50）を磁脚部311,312の長手方向に沿って配置している。このように、両コイル21,22間に磁気遮蔽板50を配置することで、一方の磁脚部（311又は312）からコイル21,22間を横断して他方の磁脚部（312又は311）に乗り移る漏れ磁束を磁気遮蔽板50により吸収して抑制することができる。これにより、コイル21,22間の結合係数を上げることができる。

【0029】

ここで、結合係数の調整は、磁気遮蔽板50の厚さや面積、若しくは位置を変更することで可能である。磁気遮蔽板50の厚さは、コイル21,22間に配置でき、かつ、漏れ磁束を抑制できる範囲で適宜設定することができる。一般に、コイル21,22間の間隔は2mm程度である。また、磁気遮蔽板50の厚さを厚くするほど、漏れ磁束の抑制効果が向上するが、コイル21,22に流れる電流の周波数に対する表皮厚さの2倍以上厚くしても、漏れ磁束の抑制効果の向上が小さい。よって、磁気遮蔽板50の厚さは、表皮厚さの1倍以上2倍以下であることが好ましく、例えば1mm以上2mm以下とすることが挙げられる。ここで、磁気遮蔽板50の厚さが表皮厚さと同じ（1倍）の場合、磁気遮蔽板50を通過する磁束を $1/e$ （ $e = 2.71$ ）倍、即ち約63%低減でき、表皮厚さの2倍の場合、磁束を $1/e^2$ 倍、即ち約87%低減できる。一方、磁気遮蔽板50の長さを長くするほど、漏れ磁束と鎖交する磁気遮蔽板50の面積が増えることから、磁気遮蔽板50による漏れ磁束の吸収量が増え、コイル21,22間の結合係数を上げることができる。また、磁気遮蔽板50の高さを高くしても、漏れ磁束と鎖交する磁気遮蔽板50の面積が増えることから、コイル21,22間の結合係数を上げることができる。

【0030】

さらに、磁気遮蔽板50の位置を変更することでも、結合係数を調整することが可能である。この例のように、磁脚部311,312にギャップ材31gが設けられている場合は、ギャップ材31gからの漏れ磁束が生じ易いことから、磁脚部311,312のギャップ材31gに対応する箇所磁気遮蔽板50を配置することで、漏れ磁束を効果的に抑制できる。例えば、上記したように磁脚部311,312をそれぞれ低透磁率の複合材料で形成し、1つのコア片で構成した場合などは、磁脚部311,312の長手方向の中央部分で漏れ磁束が生じ易いことから、磁脚

部311,312の中央部分に対応する箇所には磁気遮蔽板50を集中的に配置すると、漏れ磁束を効果的に抑制し易い。なお、リアクトル11をケース（図示せず）に収納する場合は、コイル21,22間に磁気遮蔽板50を配置した後、封止樹脂で封止することで、磁気遮蔽板50を固定することができる。或いは、ケースの底板に磁気遮蔽板50を絶縁性の接着剤で予め固定しておいてもよい。

【0031】

〔実施形態2：コイルに密巻部と疎巻部とを有する〕

実施形態2では、結合係数調整手段として、隣り合うコイルのうち少なくとも一方に、巻ピッチが密な密巻部と、密巻部よりも巻ピッチが疎な疎巻部とを有する形態を説明する。図3に示す実施形態2に係るリアクトル12は、各磁脚部311,312に配置された第1コイル21及び第2コイル22において、巻ピッチが密な密巻部20aと、密巻部20aよりも巻ピッチが疎な疎巻部20bとを有する。この例では、両コイル21,22において、軸方向の一端側から他端側に向かって密巻部20a、疎巻部20b、密巻部20aが順に形成されており、磁脚部311,312のギャップ材31gを含む中央部分に対応する箇所には疎巻部20bが設けられている。また、両コイル21,22において、両端部分の密巻部20aの合計巻数と中央部分の疎巻部20bの合計巻数は同じである。このように、磁脚部311,312の漏れ磁束が生じ易い部分（ギャップ材31g）に対応する箇所には各コイル21,22が疎巻部20bを有することで、漏れ磁束が増加し、コイル21,22間の結合係数を下げることができる。逆に、磁脚部311,312の漏れ磁束が生じ易い部分（ギャップ材31g）に対応する箇所には密巻部20aを集中的に設けると、漏れ磁束が減少するので、コイル21,22間の結合係数を上げることができる。

【0032】

ここで、結合係数の調整は、両コイル21,22における密巻部20a及び疎巻部20bの巻ピッチや巻数、若しくは位置を変更することで可能である。両コイル21,22における密巻部20a及び疎巻部20bの巻ピッチは、両磁脚部311,312に配置できる範囲で適宜設定することができる。一般に、コイル21,22における巻線2wの間隔（ターンの間隔）は、0.3mm程度である。これを基準の間隔とすると、例えば、疎巻部20bにおける巻線2wの間隔を例えば+0.1mm以上+0.5mm未満、密巻部20aにおける巻線2wの間隔を例えば-0.1mm以上-0.3mm未満とすることが挙げられる。つまり、疎巻部20bにおける巻線2wの間隔が密巻部20aよりも例えば0.2mm以上0.8mm未満広くなるように、疎巻部20bの巻ピッチを密巻部20aよりも疎にすることが挙げられる。なお、両コイル21,22における密巻部20a又は疎巻部20bにおいて、巻線2wの間に絶縁性のスペーサなどを介在させると、巻線2wの間隔を確実に維持することができる。例えば、両コイル21,22を筒状の絶縁性ボビン（図示せず）に巻回して、各コイル21,22と各磁脚部311,312との間にボビンを配置する場合は、このボビンの外周面にスペーサを形成しておくことが挙げられる。

【0033】

〔実施形態3：コイルに小径部と大径部とを有する〕

実施形態3では、結合係数調整手段として、隣り合うコイルのうち少なくとも一方に、巻径が小さい小径部と、小径部よりも巻径が大きい大径部とを有する形態を説明する。図4に示す実施形態3に係るリアクトル13は、各磁脚部311,312に配置された第1コイル21及び第2コイル22において、巻径が小さい小径部20mと、小径部20mよりも巻径が大きい大径部20nとを有する。この例では、一方の第1コイル21において、軸方向の一端側から他端側に向かって大径部20n、小径部20mが順に形成されており、他方の第2コイル22において、軸方向の一端側から他端側に向かって小径部20m、大径部20nが順に形成されている。つまり、第1コイル21と第2コイル22とは、小径部20mと大径部20nとの位置が互い違いになっている。また、両コイル21,22において、軸方向における小径部20mの区間と大径部20nの区間は同等である。このように、各コイル21,22が大径部20nを有することで、漏れ磁束が増加し、コイル21,22間の結合係数を下げることができる。

【0034】

ここで、結合係数の調整は、両コイル21,22における小径部20m及び大径部20nの巻径や区間を変更することで可能である。両コイル21,22における大径部20nの巻径を大きくする

ほど、漏れ磁束が増えることから、コイル21,22間の結合係数を下げることができるが、その分磁脚部311,312間の間隔が広がり、コア30（リアクトル13）が大型化する。そこで、大径部20nの巻径は、小径部20mよりも例えば1mm以上5mm未満大きくすることが挙げられる。また、両コイル21,22における大径部20nの区間を長くするほど、漏れ磁束が増えることから、コイル21,22間の結合係数を下げることができるが、各コイル21,22の軸方向の長さに対して大径部20nの区間が半分超であると、大径部20n同士が干渉し合う虞がある。この例のように、各コイル21,22における大径部20nの区間を軸方向の長さに対して半分以下とし、両コイル21,22において小径部20mと大径部20nとの位置を互い違いにすることで、大径部20n同士が干渉し合うことを回避しながら、磁脚部311,312間の間隔をできるだけ狭めることができる。

10

【0035】

〔実施形態4：連結部に磁気ギャップ部を設ける〕

実施形態4では、結合係数調整手段として、連結部の少なくとも一方に設けられた磁気ギャップ部を備える形態を説明する。図5に示す実施形態4に係るリアクトル14は、第1コイル21及び第2コイル22が配置される各磁脚部311,312の端部同士を連結する両連結部321,322の中間部に、磁気ギャップ部32gが設けられている。磁気ギャップ部32gは、磁脚部311,322のギャップ材31gと同様に、非磁性材料のギャップ材で形成されている。この例では、連結部321,322を構成する2つのコア片32mの間にギャップ材（磁気ギャップ部32g）を配置し、接着剤によって一体化している。ギャップ材には、コア片32mよりも低透磁率の材料、例えば軟磁性粉末の含有量が少ない複合材料などを用いることも可能である。その他、連結部321,322のコア片32m間に空間が形成されるように、リアクトル14が載置される板状部材（図示せず）にコイル21,22又は連結部321,322（コア片32m）の下面を例えば接着剤やボルトなどの締結部材で固定し、コア片32m間にエアギャップを設けることで、磁気ギャップ部をエアギャップとしてもよい。このように、各連結部321,322に磁気ギャップ部32gを設けることで、漏れ磁束が増加し、コイル21,22間の結合係数を下げることができる。

20

【0036】

ここで、結合係数の調整は、各連結部321,322の磁気ギャップ部32gの大きさ（ギャップ長）を変更することで可能である。また、この例では、磁気ギャップ部32gを各連結部321,322にそれぞれ1つ設けているが、連結部321,322を更に複数のコア片32mに分割すると共に、コア片32m間に磁気ギャップ部32gを設けることで、各連結部321,322に複数の磁気ギャップ部32gを設けることも可能である。さらに、両連結部321,322に磁気ギャップ部32gを設けているが、一方の連結部（321又は322）のみに磁気ギャップ部32gを設けてもよいし、両連結部321,322における磁気ギャップ部32gの大きさや数を異ならせてもよい。

30

【0037】

上記した実施形態1～4で説明した図2～5に示す各結合係数調整手段の形態は、単独で実施する他、組み合わせで実施することも可能である。また、上記した実施形態1～4のリアクトル11～14において、互いに磁気結合されるコイル21,22間の結合係数は、各結合係数調整手段により、例えば0.4～0.9に調整することが挙げられる。

【0038】

（コンバータ（電力変換装置）の構成）

実施形態1～4のリアクトル11～14は、例えば、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することができる。

40

【0039】

例えば、ハイブリッド自動車や電気自動車といった車両1200は、図6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（負荷）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に加えてエンジンを具える。なお、図6では、車両1200の充電箇所としてインレットを示すが、プ

50

ラグを具える形態とすることもできる。

【0040】

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。この例では、コンバータ1110は、車両1200の走行時、200V～300V程度のメインバッテリー1210の直流電圧（入力電圧）を400V～700V程度にまで昇圧して、インバータ1120に給電する。また、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直流電圧（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。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。

【0041】

コンバータ1110は、図7に示すように、複数のスイッチング素子Q1～Q4と、スイッチング素子Q1～Q4の動作を制御する駆動回路（図示せず）と、リアクトルLとを備え、ON/OFFの繰り返し（スイッチング動作）により入力電圧の変換（ここでは昇降圧）を行う。スイッチング素子Q1～Q4には、FET、IGBTなどのパワーデバイスを利用することができる。リアクトルL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。このリアクトルLとして、上述した実施形態1～4のリアクトル11～14を利用しており、実施形態1～4で説明した結合係数調整手段により、互いに磁気結合されるコイル21,22間の結合係数が調整されている。リアクトル11～14は、小型であるので、このリアクトル11～14を備えるコンバータ1110や電力変換装置1100を小型化できる。

【0042】

この例では、リアクトルLを構成するコイル21,22の一端側がメインバッテリー1210の正極側に接続されている。また、一方のコイル21の他端側がスイッチング素子Q1,Q2を直列に接続してなる直列スイッチング回路の midpoint に接続され、他方のコイル22の他端側がスイッチング素子Q3,Q4を直列に接続してなる直列スイッチング回路の midpoint に接続されている。そして、駆動回路によりスイッチング素子Q1～Q4をスイッチングすることによって、コイル21,22に流れる電流を互いに180度位相をずらした状態とし、両コイル21,22が互いに磁氣的に逆結合されている。

【0043】

なお、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（図6）。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、上述した実施形態1～4のリアクトル11～14と同様の構成を備え、大きさや形状などを適宜変更したリアクトルを利用することができる。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、上述した実施形態1～4のリアクトル11～14を利用することもできる。

【0044】

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、上述した実施の形態では、2つのコイル21,22を備え、互いに磁気結合された2相磁気結合リアクトルを例に挙げ説明したが、3つ以上のコイルを備えるリアクトルにも適用可能である。また、両コイル21,22に流れる電流を同相にしてもよいし、両コイル21,22を互いに磁氣的に順結合してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0045】

本発明のリアクトルは、ハイブリッド自動車、プラグインハイブリッド自動車、電気自

10

20

30

40

50

動車、燃料電池自動車といった車両に搭載される車載用コンバータ（代表的にはDC - DCコンバータ）や空調機のコンバータなどの種々のコンバータや電力変換装置の構成部品に好適に利用することができる。

【符号の説明】

【0046】

10, 11, 12, 13, 14 リアクトル

21 第1コイル 22 第2コイル

2w 巻線

20a 密巻部 20b 疎巻部

20m 小径部 20n 大径部

30 コア

311, 312 磁脚部 321, 322 連結部

31m, 32m コア片 31g ギャップ材 32g 磁気ギャップ部

50 磁気遮蔽板

1100 電力変換装置 1110 コンバータ 1120 インバータ

1200 車両 1210 メインバッテリー 1220 モータ 1250 車輪

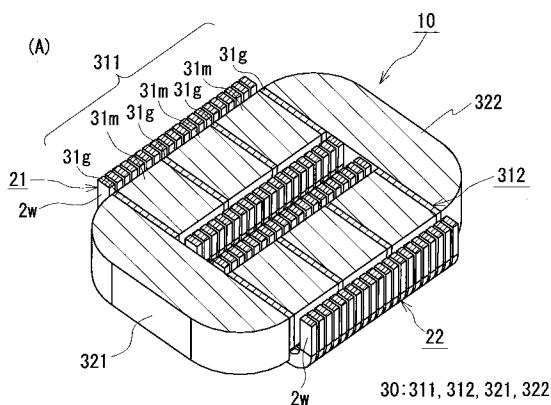
L リアクトル Q1~Q4 スイッチング素子

1150 給電装置用コンバータ 1160 補機電源用コンバータ

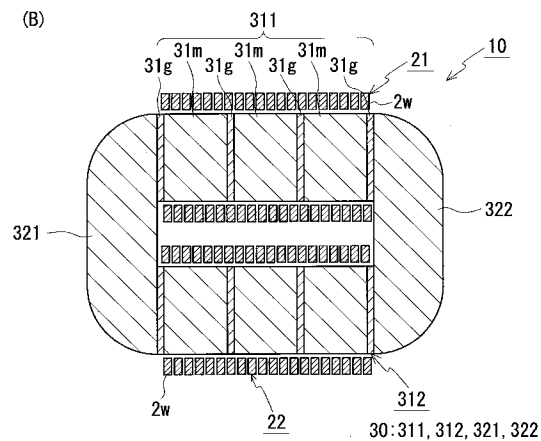
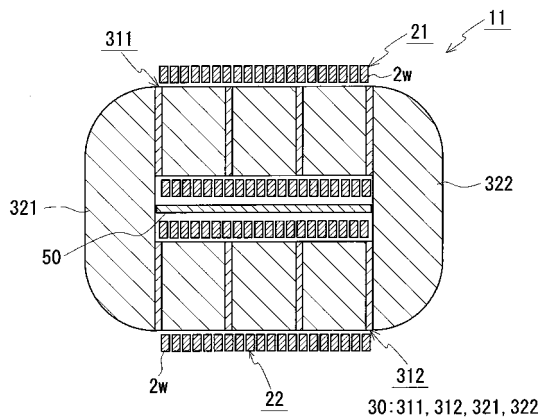
1230 サブバッテリー 1240 補機類

10

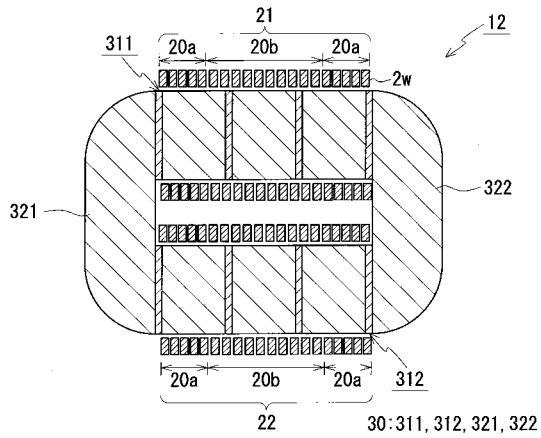
【図1】



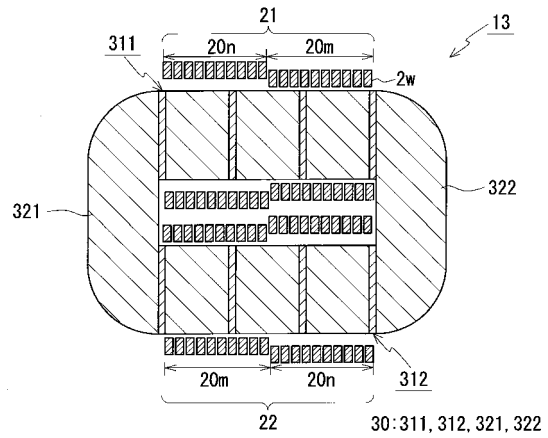
【図2】



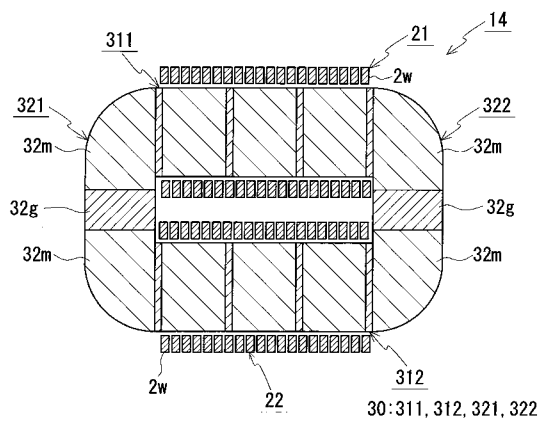
【図 3】



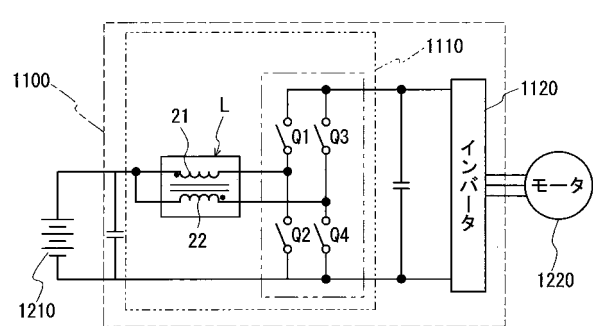
【図 4】



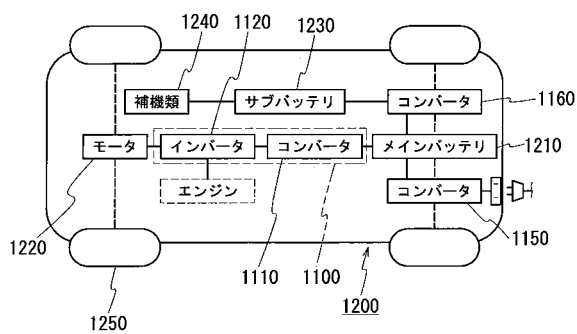
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H730 AA15 AS08 AS13 BB13 BB14 BB57 DD03 DD04 ZZ17