

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/065095

発行日 平成27年4月2日 (2015.4.2)

(43) 国際公開日 平成25年5月10日 (2013.5.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO 1 F 37/00 (2006.01)</b>	HO 1 F 37/00	A
<b>HO 1 F 30/00 (2006.01)</b>	HO 1 F 37/00	M
<b>HO 1 F 30/12 (2006.01)</b>	HO 1 F 31/00	A
<b>HO 1 F 27/24 (2006.01)</b>	HO 1 F 33/00	A
	HO 1 F 27/24	K

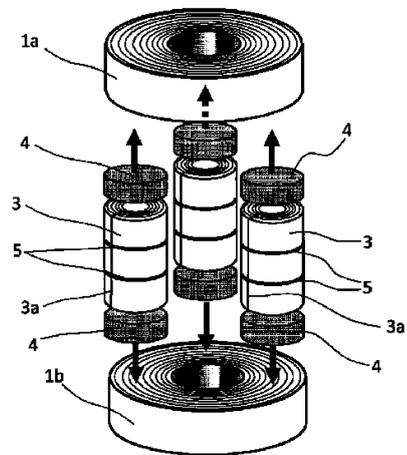
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

出願番号 特願2013-541488 (P2013-541488)	(71) 出願人 000005108
(21) 国際出願番号 PCT/JP2011/075021	株式会社日立製作所
(22) 国際出願日 平成23年10月31日 (2011.10.31)	東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN	(74) 代理人 100064414 弁理士 磯野 道造
	(74) 代理人 100111545 弁理士 多田 悦夫
	(72) 発明者 栗田 直幸 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
	(72) 発明者 井出 一正 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

(54) 【発明の名称】リアクトル、変圧器およびこれを用いた電力変換器

(57) 【要約】

【解決手段】リアクトルまたは変圧器は、2つの対向するヨーク鉄心と、コイルを巻回させ、ギャップ調整手段が設けられている複数の磁脚鉄心と、を備え、前記2つの対向するヨーク鉄心同士は、前記複数の磁脚鉄心で接続され、該接続部の少なくとも一方に、等方磁性材料からなる等方磁性体を有する。また、電力変換器は、前記リアクトルまたは変圧器を備える。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

2つの対向するヨーク鉄心と、  
 コイルを巻回させ、ギャップ調整手段が設けられている複数の磁脚鉄心と、  
 を備え、  
 前記2つの対向するヨーク鉄心同士は、前記複数の磁脚鉄心で接続され、該接続部の少なくとも一方に、等方磁性材料からなる等方磁性体を有することを特徴とするリアクトル。

## 【請求項 2】

請求の範囲第1項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記等方磁性体は、磁性金属を主成分とする圧粉磁心、またはフェライト等の焼結磁心から構成されていることを特徴とするリアクトル。

10

## 【請求項 3】

請求の範囲第1項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記等方磁性体は、略薄板状であって、かつ当該等方磁性体の前記磁脚鉄心との接触面に平行な方向における断面形状が前記磁脚鉄心の断面形状と略同一であることを特徴とするリアクトル。

## 【請求項 4】

請求の範囲第1項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記複数の磁脚鉄心は、所定の角度をもって略円周上に配置されていることを特徴とするリアクトル。

20

## 【請求項 5】

請求の範囲第1項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記ヨーク鉄心は、薄帯状磁性材料を略トロイダル状に巻いて構成されていることを特徴とするリアクトル。

## 【請求項 6】

請求の範囲第1項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記複数の磁脚鉄心は、薄帯状磁性材料を略円柱状に巻いて形成され、その円柱の長手方向に、少なくとも1ヵ所のスリットが設けられていることを特徴とするリアクトル。

## 【請求項 7】

請求の範囲第3項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記略薄板状の等方磁性体の厚さは、該等方磁性体の前記磁脚鉄心との接触面に平行な方向における断面の直径の0.29倍以上であることを特徴とするリアクトル。

30

## 【請求項 8】

請求の範囲第1項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記複数の磁脚鉄心は、薄帯状磁性材料を複数枚積層させた略直方体状であることを特徴とするリアクトル。

## 【請求項 9】

請求の範囲第1項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記複数の磁脚鉄心は、薄帯状磁性材料をトロイダル状に巻き、該トロイダル状の動径方向に切断して得られる所定の頂角を持つ略扇形状であることを特徴とするリアクトル。

40

## 【請求項 10】

請求の範囲第1項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記複数の磁脚鉄心と前記2つのヨーク鉄心は、それぞれ薄帯状磁性材料を積層して構成され、それぞれの積層方向が同一であることを特徴とするリアクトル。

## 【請求項 11】

請求の範囲第1項に記載のリアクトルにおいて、  
 前記コイルは、絶縁部材を備えた線状導体、または板状導体により構成されていることを特徴とするリアクトル。

## 【請求項 12】

50

請求の範囲第1項に記載のリアクトルが、半導体素子から構成されるブリッジ回路にコンデンサとともに接続されてフィルタ回路を構成し、該フィルタ回路は、該ブリッジ回路から発生する高調波電流成分を除去する機能を有することを特徴とするリアクトル。

【請求項13】

2つの対向するヨーク鉄心と、  
コイルを巻回させた複数の磁脚鉄心と、  
を備え、

前記2つの対向するヨーク鉄心同士は、前記複数の磁脚鉄心で接続され、該接続部の少なくとも一方に、等方磁性材料からなる等方磁性体を有することを特徴とする変圧器。

【請求項14】

請求の範囲第1項に記載の変圧器において、  
前記等方磁性体は、磁性金属を主成分とする圧粉磁心、またはフェライト等の焼結磁心から構成されていることを特徴とする変圧器。

【請求項15】

請求の範囲第14項に記載の変圧器において、  
前記複数の磁脚鉄心は、所定の角度をもって略円周上に配置されていることを特徴とする変圧器。

【請求項16】

請求の範囲第14項に記載の変圧器において、  
前記ヨーク鉄心は、薄帯状磁性材料を略トロイダル状に巻いて構成されていることを特徴とする変圧器。

【請求項17】

請求の範囲第14項に記載の変圧器において、  
前記複数の磁脚鉄心は、薄帯状磁性材料を略円柱状に巻いて形成され、その円柱の長手方向に、少なくとも1カ所のスリットが設けられていることを特徴とする変圧器。

【請求項18】

請求の範囲第14項に記載の変圧器は、固定治具によりヨーク鉄心を上下から圧着固定され、該ヨーク鉄心の同心軸上に冷却手段を備えていることを特徴とする変圧器。

【請求項19】

請求の範囲第1項乃至第12項のいずれか一項に記載の前記リアクトルを備えた電力変換器。

【請求項20】

請求の範囲第13項乃至第18項のいずれか一項に記載の前記変圧器を備えた電力変換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合鉄心によるリアクトルと変圧器、およびこれを用いた電力変換器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に大容量リアクトル装置や変圧器等の磁性部品の鉄心は、動作時の損失（鉄損）を減らすために薄い珪素鋼板やアモルファス等の薄帯状磁性材料を複数枚重ねて構成される積層鉄心から構成される。

前記磁性部品の鉄心は、複数の積層鉄心を組み合わせて磁束が通る磁路が形成され、コイルを巻回させた磁脚部と、磁脚同士を接続するヨーク部からなる。前記コイルに電流を流したとき、積層鉄心内を通る磁束の方向と、薄帯状磁性材料の面内方向が一致しない箇所があると、その箇所の薄帯の面内に渦電流が誘起される。その結果、鉄心には渦電流損失が発生し、磁性部品の鉄損が増加する。

この渦電流損失の発生を抑制する方法として、例えば特許文献1がある。特許文献1に

10

20

30

40

50

おいては、巻き線を施す脚部には方向性電磁鋼板を、ヨーク部には、圧粉磁心、焼結磁心、無方向性電磁鋼板のいずれか一つをそれぞれ用いる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-117442号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のように同一の磁性材料をヨーク鉄心と磁脚鉄心に用いれば、前記したように鉄心には渦電流損失が発生し、磁性部品の鉄損が増加するという問題がある。

また、特許文献1に示された構成のリアクトル装置（以下、「リアクトル」と適宜、簡略化して表記する）では、ヨーク鉄心と磁脚鉄心とは異なる磁性材料で構成する必要があるため、大容量のリアクトル用の鉄心、または変圧器用の鉄心として用いる場合、2種の磁性材料を大量に使用することとなり、製造コストの上昇を招くという問題がある。

また、ヨーク鉄心の材料として圧粉磁心、または焼結磁心を用いる場合には、その製作可能な大きさには限界があるため、大容量のリアクトル装置、または変圧器用鉄心に適用することが困難であるという問題がある。

【0005】

そこで、本発明はこのような問題点を解決するものであって、その目的は、製造コストが低廉で、低損失特性に優れたリアクトル、または変圧器と、それを使った電力変換器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記の目的を達成するために、各発明を以下のような構成にした。

すなわち、本発明のリアクトルは、2つの対向するヨーク鉄心と、コイルを巻回させ、ギャップ調整手段が設けられている複数の磁脚鉄心と、を備え、前記2つの対向するヨーク鉄心同士は、前記複数の磁脚鉄心で接続され、該接続部の少なくとも一方に、等方磁性材料からなる等方磁性体を有する。

また、本発明の変圧器は、2つの対向するヨーク鉄心と、コイルを巻回させ、ギャップ調整手段が設けられている複数の磁脚鉄心と、を備え、前記2つの対向するヨーク鉄心同士は、前記複数の磁脚鉄心で接続され、該接続部の少なくとも一方に、等方磁性材料からなる等方磁性体を有する。

また、本発明の電力変換器は、前記リアクトルまたは前記変圧器を備える。

また、その他の手段は、発明を実施するための形態のなかで説明する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、製造コストが低廉で、低損失特性に優れたリアクトル、または変圧器と、それを使った電力変換器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の第1実施形態のリアクトルの構造を示す斜視図である。

【図2】本発明の第1実施形態のリアクトルの構造を示す縦断面である。

【図3】本発明の第2実施形態の変圧器の構造を示す縦断面図である。

【図4】本実施形態の効果の有有限要素法による電磁界計算で検証する際の、構造と寸法、磁束特性、および座標系の定義を示した図であり、(a)はヨーク鉄心1aと、磁脚鉄心3の接続部の構造と寸法と座標系を示す図、(b)は接続部付近の磁脚鉄心3における磁束Bのベクトル図、(c)はヨーク鉄心1aと、磁脚鉄心3の接続部の座標系と斜視図である。

【図5】図4に示した構造と寸法における本実施形態の鉄心において、磁脚鉄心3と円盤

10

20

30

40

50

状の等方磁性体 4 の接続面における磁束の方向成分の分布を、有限要素法による電磁界計算で求めた特性図である。

【図 6】本発明の第 3 実施形態のリアクトルにおいて、磁脚鉄心が、複数枚の薄帯状磁性材料が絶縁を施されながら積層された略扇形状をしている構造を示す図である。

【図 7】本発明の第 4 実施形態のリアクトルにおいて、磁脚鉄心が、複数枚の薄帯状磁性材料が絶縁を施されながら積層された略直方体状をしている構造を示す図である。

【図 8】本発明の第 5 実施形態のリアクトルにおいて、リアクトルの固定装置の構造を示す図である。

【図 9】本発明の第 6 実施形態の電力変換器に、本実施形態のリアクトルを電力変換器に備えた構成を示す図である。

【図 10】従来のリアクトルの構造例の概要を示す参考図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明を実施するための形態を、図面を参照して説明する。

【0010】

(第 1 実施形態・リアクトル)

本発明の第 1 実施形態を、図 1 と図 2 を参照して説明する。

図 1 は、第 1 実施形態のリアクトル（リアクトル装置、三相リアクトル装置）の構造を示す斜視図である。また、後記する第 2 実施形態の変圧器（変圧器装置、三相変圧器装置）の構造を示す斜視図でもある。

図 2 は、第 1 実施形態のリアクトルの構造を示す縦断面図である。

【0011】

図 1 において、ヨーク鉄心 1 a、1 b は、複数枚の薄帯状磁性材料が絶縁を施されながら積層され略トロイダル状（円環状）に巻かれて形成される。

磁脚鉄心 3 は、薄帯状磁性材料が絶縁を施されながら積層され略円柱状に巻かれて形成されている。磁脚鉄心 3 には、略円柱の形状の少なくとも 1 カ所に縦方向のスリット 3 a が設けられる。また、少なくとも 1 カ所以上のギャップ調整手段 5 によるギャップ（間隙、空隙）が設けられる。

3 本の磁脚鉄心 3 は、互いに 120 度の角度をもって円周上に配置され、2 つのヨーク鉄心 1 a と 1 b を接続する。なお、3 本の磁脚鉄心 3 を前記位置関係に配置するのは、本実施形態のリアクトル装置が、3 相交流用の 3 相のリアクトルとして機能させるためであり、その際の電氣的な対称性を確保するためである。

【0012】

また、磁脚鉄心 3 とヨーク鉄心 1 a、1 b との間には、等方磁性体 4 が挟まれて備えられている。

等方磁性体 4 は、等方磁性材料からなる略薄板状の部品であり、磁性金属を主成分とする圧粉磁心、または、フェライト（ferrite）などの焼結磁心等により構成される。圧粉や焼結の工程を経た材料は、多結晶に近い形態となつて、等方性の特徴がしやすいことによる。

【0013】

なお、図 1 においては、ヨーク鉄心 1 a、1 b と、等方磁性体 4 と、磁脚鉄心 3 を分離して示している。また、図 1 における矢印は、ヨーク鉄心 1 a、1 b と、等方磁性体 4 と、磁脚鉄心 3 を組み立てて接続（接合）する際に、ヨーク鉄心 1 a、1 b と等方磁性体 4 との対応する箇所をおおよそ示すものである。

また、図 1 のリアクトルの磁脚を構成する鉄心は、前記したように、磁脚鉄心 3、スリット 3 a、等方磁性体 4、ギャップ調整手段 5 を備えた「複合鉄心」であるが、以下においても、単に「鉄心」と適宜、表記する。

なお、図 1 において、図 2 に示すコイル 2 は表記上の都合により記載を省略している。

【0014】

図 2 において、ヨーク鉄心 1 a、1 b、磁脚鉄心 3、等方磁性体 4、ギャップ調整手段

10

20

30

40

50

5は、斜視図の図1において説明したものであって、縦方向からの断面で表記したものである。

ただし、図1においては、ヨーク鉄心1a、1bと、等方磁性体4と、磁脚鉄心3を分離して示しているが、図2においては、ヨーク鉄心1a、1bと、等方磁性体4と、磁脚鉄心3はそれぞれ接して組み立てられた状態を表記している。

また、磁脚鉄心3は表記上の都合により2本のみを示している。

図2において、コイル2は、磁脚鉄心3の略円柱の形状の円周方向に巻回されている。この構成により、電気的には、透磁率の高い鉄心の周りにコイルが巻かれているリアクトルの基本構造が具現化される。

なお、コイル2は、励磁用コイルであって、絶縁部材を備えた線状導体、または板状導体から構成されている。

#### 【0015】

コイル(励磁用コイル)2に電流を流すと磁脚鉄心3の略円柱の形状の長手方向に磁束が発生するが、その磁束により磁脚鉄心3の円周方向に渦電流が流れて、リアクトルとしての損失が増加する。したがって、この渦電流が流れること、または発生することを防止するために、磁脚鉄心3の長手方向に、少なくとも1カ所に前記したスリット3aが設けられる。

また、磁脚鉄心3の磁気飽和によるインダクタンス値の変化や損失の増加を防止するため、磁脚鉄心3には図2(および図1)に示すように、少なくとも1カ所以上の前記したギャップ調整手段5が設けられる。リアクトルとしての所望の特性(飽和特性、インダクタンス値)を得るために、組み立て時において、ギャップ調整手段5のギャップは調整される。

#### 【0016】

磁脚鉄心3とヨーク鉄心1a、1bの接続部を流れる磁束は、その向きを大きく変えるため、鉄心を構成する薄帯面を磁束が貫いて走行し、薄帯面内に渦電流が誘起される。この渦電流を軽減するために、等方磁性体4が備えられる。

等方磁性体4は、磁脚鉄心3とヨーク鉄心1a、1bとの間にあって、磁脚鉄心3の磁束の方向がヨーク鉄心1a、1bの磁束の方向へ略90度変化するにあたって、等方磁性材料の特性により磁束の方向の変化を等方磁性体4内部で受け持つ。

これによって、磁脚鉄心3やヨーク鉄心1a、1bにおける磁束の変化を少なくして、磁脚鉄心3における渦電流の発生が抑制され、渦電流損失を低減することが可能となる。

等方磁性体4を磁脚鉄心3とヨーク鉄心1a、1bとの間に備えたのが、本実施形態の大きな特徴である。

なお、等方磁性体4における磁束の変化についての詳細は後述する。

#### 【0017】

##### (第2実施形態・変圧器)

本発明の第2実施形態を、図1と図3を参照して説明する。

図1は、前述したように、第2実施形態の変圧器(変圧器装置、三相変圧器装置)の構造を示す斜視図でもある。ただし、第2実施形態においては、後記する理由により、ギャップ調整手段5は必須要素ではないので図3には表記されていない。

なお、大型の変圧器の場合には、図1に示すとおりギャップ調整手段5を備えることもある。

図3は、第2実施形態の変圧器(変圧器装置、三相変圧器装置)の構造を示す縦断面図である。

図3において、ヨーク鉄心1a、1b、磁脚鉄心3、等方磁性体4は、斜視図である図1において説明したものであり、縦方向の断面で表記したものである。

#### 【0018】

また、図3において、1次コイル2aが磁脚鉄心3の略円柱の形状の円周方向に巻回されている。そして、さらにその周囲を2次コイル2bが円周方向に巻回されている。1次コイル2aと2次コイル2bは、絶縁部材を備えた線状導体、または板状導体から構成さ

10

20

30

40

50

れている。

このとき、1次コイル2 aは励磁用コイルとなるが、励磁用コイルは特に絶縁部材を備えた線状導体、または板状導体の構成が望ましい。

なお、以下においては変圧器（変圧器装置、三相変圧器装置）が装置を示す場合においても、適宜、「変圧器」と簡略化して表記する。

#### 【0019】

図3において、1次コイル2 aに電流を流すと、2次コイル2 bにはこのコイルの電極に接続される負荷の大きさに応じた、1次コイル2 aと逆向きの電流が誘起され、磁脚鉄心3内の磁束を打ち消す、または弱める作用が現れるため、磁気飽和は起こりにくい。

したがって、磁脚鉄心3にギャップ調整手段（5、図2）を必ずしも設ける必要はない。すなわち、図3において、磁脚鉄心3は、ギャップ調整手段（5、図2）がなく、一体型の略円柱状となって、ヨーク鉄心1 a、および1 bを接続するように配置されている。

ただし、前記したように大型の変圧器の場合には、ギャップ調整手段（5、図1、図2）を備えることもある。

図3の場合にも、等方磁性体4を磁脚鉄心3とヨーク鉄心1 a、1 bとの間に備えることにより、磁脚鉄心3における渦電流の発生が抑制され、渦電流損失を低減する。

#### 【0020】

等方磁性体の効果

次に第1実施形態と第2実施形態において、等方磁性体4を磁脚鉄心3とヨーク鉄心1 a、1 bとの間に備えた効果について、図4および図5を用いて説明する。

図4は、本実施形態の効果を有限要素法による電磁界計算で検証する際の、構造と寸法、磁束特性、および座標系の定義を示した図であり、(a)はヨーク鉄心1 aと、磁脚鉄心3の接続部の構造と寸法と座標系を示す図、(b)は接続部付近の磁脚鉄心3における磁束Bのベクトル図、(c)はヨーク鉄心1 aと、磁脚鉄心3の接続部の座標系と斜視図である。

#### 【0021】

図4において、ヨーク鉄心1 aの円周方向を、動径方向をr、さらに磁脚鉄心3の軸方向をzとする円筒座標系を定義する。

また、図4(a)、(c)に示すように、ヨーク鉄心1 aと磁脚鉄心3の接続部には、厚さt、直径Dの円盤状の等方磁性体4がはさまれている。なお、円盤状の等方磁性体4と、磁脚鉄心3の直径は略同一であり、ヨーク鉄心1 aの厚さは円盤状の等方磁性体4の直径Dの0.4倍、幅は前記直径Dと略同一である。また、磁脚鉄心3内部の中空部の直径は、等方磁性体4の直径Dの0.1倍である。

なお、円盤状の等方磁性体4の直径(D)とヨーク鉄心1 aの幅(D)が等しいことは、ヨーク鉄心1 aの幅に磁脚鉄心3の直径（つまり円盤状の等方磁性体4の直径）がほぼ重なることに対応している。

#### 【0022】

磁脚鉄心3からヨーク鉄心1 aに向かう磁束Bは、円盤状の等方磁性体4を貫いて図4(a)に示した矢印のような経路をたどる。この矢印で示した磁束Bの経路は、ヨーク鉄心1 a付近の磁脚鉄心3内部で方向の変化を生ずる。

つまり、図4(b)に示すように、ヨーク鉄心1 a付近の磁脚鉄心3内部の磁束Bは、その向きが変化する影響を受けるため、z方向成分の他に方向成分も持つこととなる。

磁脚鉄心3は、z方向を面内とする薄带状磁性材料を略円柱状に巻いて構成されているため、磁束Bの方向成分Bは薄帯を貫き、渦電流損失を発生させる原因となる。

これに対して、ヨーク鉄心1 a内の磁束の方向は、薄帯面に対して平行であるため、渦電流損失はほとんど発生しない。

なお、図4(a)において、磁脚鉄心3の中央に中空部分が存在しているので、「円柱状」より「円筒状」に近いが、理想としては中空部分が存在しないことが望ましいので敢えて「円柱状」と表記している。

#### 【0023】

### 有限要素法による電磁界計算結果

図5は、図4に示した構造と寸法における本実施形態の鉄心において、磁脚鉄心3と円盤状の等方磁性体4の接続面における方向の中心線a-a'に沿った磁束の方向成分の絶対値 $|B_z|$ の分布を、有限要素法による電磁界計算で求めた特性図である。

図5において、横軸は磁脚鉄心3と円盤状の等方磁性体4の接続面における方向の中心線a-a'における位置を表し、縦軸は磁束の方向成分の絶対値 $|B_z|$ （単位は[T]（T：Tesla、テスラ、磁束密度））を表している。

なお、図5のほぼ中央付近において、空白となっていてデータ値が示されていない部分は、図4における磁脚鉄心3の中央の中空部分に対応している。この中空部分においては、鉄心が存在していないので、計算から除外されている領域である。

10

#### 【0024】

本計算では、図4に示した円盤状の等方磁性体4の直径Dを一定とし、円盤状の等方磁性体4の厚さtを変化させ、円盤状の等方磁性体4が存在しない条件（ $t/D = 0.00$ ）から、 $t/D = 0.08$ 、 $t/D = 0.16$ 、 $t/D = 0.25$ 、 $t/D = 0.29$ 、 $t/D = 0.45$ まで、等方磁性体4の厚みtを次第に増加させ、 $t/D$ をパラメータとして6通りの計算（シミュレーション）結果を示している。

図5においては、この6通りの計算結果を、実線や破線や一点鎖線などの各種の表記による特性線として示している。

なお、磁脚鉄心3の内部の磁束のz方向成分 $B_z$ の平均値が $0.82$  [T]となるように、コイルの起磁力を定めている。また、磁脚鉄心3、ヨーク鉄心1a、等方磁性体4の磁気飽和特性は、すべて日立金属社製Metglasアモルファス薄帯2605SA1のそれと同一であると仮定して計算した。

20

#### 【0025】

円盤状の等方磁性体4が存在しない、つまり、 $t = 0$ 、したがって、 $t/D = 0$ の場合は、前記の6通りの計算（シミュレーション）結果において、磁束の方向成分の絶対値 $|B_z|$ の最大値が得られている。

これは、等方磁性体4が存在しないときには、磁脚鉄心3の最外周部と内部の中空部近傍での $|B_z|$ が増加し、磁束が薄帯状磁性材料の薄帯面を貫いて渦電流損失が増加する傾向が特に顕著である結果であると推定される。

それに対して、円盤状の等方磁性体4の厚さtを増やすことに相当する図5の $t/D = 0.08$ 、 $t/D = 0.16$ 、 $t/D = 0.25$ の条件では、 $t/D$ の値の増加とともに $|B_z|$ は小さくなっている。

30

これは、円盤状の等方磁性体4の厚さtを増やすことで、磁脚鉄心3と等方磁性体4の接続面における $|B_z|$ の増加が抑制されることに対応している。

#### 【0026】

そして、 $t/D = 0.29$ の条件では、磁脚鉄心の最外周部と内部の中空部近傍での $|B_z|$ の増加は、ほぼなくなり、また $t/D = 0.45$ の条件では $|B_z|$ はさらに低減していることが図5の特性図から読み取れる。

したがって、 $t/D = 0.29$ 以上では、磁脚鉄心3の渦電流損失の発生がほぼ抑制されることが期待できる。

40

つまり、等方磁性体4の厚さ（t）が大きい方が、効果が大きいことを意味している。

なお、以上の効果は、リアクトルでも変圧器でも同様に効果がある。

#### 【0027】

### （第3実施形態・リアクトル）

次に、本発明の第3実施形態（リアクトル）について述べる。

図6は、本発明の第3実施形態において、コイル2を巻回させた磁脚鉄心3が、複数枚の薄帯状磁性材料が絶縁を施されながら積層された略扇形状をしている構造を示す図である。

図6において、磁脚鉄心3が1本のみで示されているが、図1のように磁脚鉄心が3本であってもよい。図6が図1と異なるのは、磁脚鉄心3が略扇形状であることである。

50

略扇形状の磁脚鉄心 3 は、例えば薄帯状磁性材料が絶縁を施されながら積層されトロイダル状に巻いて形成されたトロイダルコア 1 c を、適当な角度をもってその動径方向に切断することにより形成される。

【 0 0 2 8 】

図 6 における磁脚鉄心 3 が略扇形状であるので、図 1 の磁脚鉄心 3 が略円柱状であるのに比較して、磁脚鉄心 3 が 3 本で構成された場合においては、3 本の中心部における磁脚鉄心 3 の占有面積効率が改善される。また、磁脚鉄心 3 が略扇形状の場合には、ヨーク鉄心 1 a、1 b と磁脚鉄心 3 との薄帯状磁性材料の積層方向が一致しやすくなり、三相リアクトル装置とした場合には、コンパクトな構造となるとともに低損失特性が得られやすいという特徴がある。

10

【 0 0 2 9 】

また、磁脚鉄心 3 が略扇形状となっていることにもない磁脚鉄心 3 とヨーク鉄心 1 a、1 b との接続部には、磁脚鉄心 3 と同一の断面形状である略扇形状で厚みのある薄板状の等方磁性体 4 が備えられる。

なお、磁脚鉄心 3 の薄帯状磁性材料の積層方向は、ヨーク鉄心 1 a、1 b の積層方向と同じとし、動径方向とするのが電気的特性を良くする観点からは望ましい。

また、第 3 実施形態はリアクトル装置として説明したが、1 次コイル 2 a ( 図 3 ) と 2 次コイル 2 b ( 図 3 ) を備えれば、同一の磁脚鉄心 3 の構造を有する変圧器または三相変圧器が構成できる。

なお、この磁脚鉄心 3 が略扇形状となっていること以外の要素は、前記したものを除いて、例えば、ヨーク鉄心 1 a、1 b や、ヨーク鉄心 1 a、1 b の円周上の略 1 2 0 度の角度で配置されることや、ギャップ調整手段 5 に係ることは、図 6 と図 1 は同じであるので重複する説明は省略する。

20

【 0 0 3 0 】

( 第 4 実施形態・リアクトル )

次に、本発明の第 4 実施形態 ( リアクトル ) について述べる。

図 7 は、本発明の第 4 実施形態において、コイル 2 を巻回させた磁脚鉄心 3 が、複数枚の薄帯状磁性材料 1 d が絶縁を施されながら積層された略直方体状をしている構造を示す図である。

図 7 において、磁脚鉄心 3 が 1 本のみで示されているが、図 7 のように磁脚鉄心が 3 本であってもよい。図 7 が図 1、図 6 と異なるのは、磁脚鉄心 3 が直方体状であることである。

30

略直方体状の磁脚鉄心 3 は、例えば薄帯状磁性材料 1 d が絶縁を施されながら積層されて形成されたものを、所定の大きさに切断することにより形成される。直方体状の形状としたことで、リアクトル装置としての小型化や製造工程における工程数の軽減、および製作コストの低減に効果をもたらす場合がある。

【 0 0 3 1 】

また、磁脚鉄心 3 が略直方体状となっていることにもない、磁脚鉄心 3 とヨーク鉄心 1 a、1 b との接続部には、磁脚鉄心 3 と同一の断面形状である略直方体状で厚みのある薄板状の等方磁性体 4 が備えられる。

40

なお、磁脚鉄心 3 の薄帯状磁性材料の積層方向は、ヨーク鉄心 1 a、1 b の積層方向と同じとし、動径方向とするのがよい。

また、第 3 実施形態はリアクトルとして説明したが、1 次コイル 2 a ( 図 3 ) と 2 次コイル 2 b ( 図 3 ) を備えれば、同一の磁脚鉄心 3 の構造を有する変圧器、または三相変圧器が構成できる。

なお、この磁脚鉄心 3 が略扇形状となっていること以外の要素は、前記したものを除いて、図 7 と図 1 は同じであるので重複する説明は省略する。

【 0 0 3 2 】

( 第 5 実施形態・リアクトル )

次に、本発明の第 5 実施形態 ( リアクトル、リアクトル装置 ) について述べる。

50

図 8 は、本発明の第 5 実施形態において、リアクトル装置の固定装置の構造を示す図である。なお、固定装置の構造以外のリアクトル装置そのものは、前記した第 1 実施形態、第 3 実施形態、第 4 実施形態が適用できる。

図 8 において、リアクトル装置 ( 1 a、1 b、2、3、4、5 ) は台座 7 に搭載され、上部から固定治具 6 をかぶせ、固定手段 8 a、8 b により圧着固定される。

台座 7、固定治具 6 はリアクトル装置を完全に覆う板状部材で構成してもよいし、リアクトル装置を完全には覆わない、フレーム状部材から構成してもよい。

また、必要に応じてヨーク鉄心 1 a、1 b の同心軸上に冷却手段 9 を設けてもよい。

なお、以上において、図 8 が磁脚鉄心 3 に複数のギャップ調整手段 5 を設けた、リアクトル装置 ( 1 a、1 b、2、3、4、5 ) を例として示しているが、本実施形態で示した固定装置の構造例は、図 3 に示した第 2 実施形態である変圧器装置についても、まったく同様の構成により適用できる。

#### 【 0 0 3 3 】

( 第 6 実施形態・電力変換器 )

次に、本発明の第 6 実施形態として、前記した実施形態のリアクトルを用いた電力変換器について述べる。

図 9 は、本発明の第 6 実施形態の電力変換器の構成を示し、第 1 実施形態、第 3 ~ 第 5 実施形態で示したリアクトルを、電力変換器に適用した回路図である。図 9 に示した回路図は、常時インバータ給電方式の三相無停電電源装置としての電力変換器の回路構成を示している。

図 9 において、電力変換器は、交流電源 1 3 と負荷 1 4 との間に設けられている。

また、電力変換器は、交流電源 1 3 の交流電力を直流電力に変換する整流回路 1 1 と、直流電力を任意の電圧と任意の周波数の交流電力に変換するインバータ回路 1 2 とを備えている。また、整流回路 1 1 の出力端子とインバータ回路 1 2 の入力端子の間には、平滑コンデンサ 2 2 と、チョッパ回路 1 5 が接続されている。

#### 【 0 0 3 4 】

整流回路 1 1 は、三相用のリアクトル 2 0 と三相用のコンデンサ 2 1 とを有するフィルタ回路 2 4 と、半導体素子である複数の I G B T ( Insulated Gate Bipolar Transistor ) のスイッチング素子 1 7 をブリッジ接続した A C / D C 変換回路 2 3 ( ブリッジ回路 ) と、を備えて構成される。

インバータ回路 1 2 は、複数の I G B T のスイッチング素子 1 7 をブリッジ接続した D C / A C 変換回路 2 7 ( ブリッジ回路 ) と、三相用のリアクトル 2 0 と三相用のコンデンサ 2 1 とを有するフィルタ回路 2 4 とを備えて構成される。

なお、A C / D C 変換回路 2 3 と D C / A C 変換回路 2 7 における複数の I G B T からなるスイッチング素子 1 7 は、それぞれゲート端子から統合的に P W M ( Pulse Width Modulation ) 制御をされて、それぞれ前記した所望の機能を果たす。

また、I G B T のスイッチング素子 1 7 には、それぞれに、過電圧を保護するダイオードが付加もしくは寄生して、逆並列に接続されている。

#### 【 0 0 3 5 】

また、整流回路 1 1 とインバータ回路 1 2 とに備えられたフィルタ回路 2 4 が有する三相用のリアクトル 2 0 に、第 1 実施形態、第 3 ~ 第 5 実施形態のいずれかのリアクトルを用いる。

また、チョッパ回路 1 5 は、2 個の I G B T ( 2 5 ) からなるスイッチング素子 2 5 が直列に接続され、平滑コンデンサ 2 2 の両端子間に接続されている。2 個のスイッチング素子 2 5 の接続点にコイルもしくはリアクトル 2 6 の一端が接続され、コイルもしくはリアクトル 2 6 の他端と 1 個のスイッチング素子 2 5 のエミッタとの間にバッテリー 1 6 が接続されている。

#### 【 0 0 3 6 】

以上の電力変換器において、通常動作時には交流電源 1 3 からの交流電力を整流回路 1 1 により直流電力に変換し、インバータ回路 1 2 により再び直流を、負荷 1 4 に適した任

10

20

30

40

50

意の電圧と任意の周波数の交流に変換して負荷 14 に送られる。

また、通常動作時ではない動作（通常時以外の動作 1）として、交流電源 13 からの給電が遮断された際には、チョッパ回路 15 の働きによりバッテリー 16 とインバータ回路 12 が接続され、負荷 14 にはインバータ回路 12 により交流電力に変換された、バッテリー 16 からの電力が供給され続ける。

また、メンテナンス時等の動作（通常時以外の動作 2）として、バイパスコンバータ回路 19 が備えられたバイパス回路 18 が接続されていて、整流回路 11 やインバータ回路 12 を介さずに、交流電源 13 からバイパス回路 18 を介して負荷 14 に交流電力が供給される。

なお、バイパスコンバータ回路 19 が備えられたバイパス回路 18 にどの程度の機能を持たせるかは、電力変換器の仕様による。

#### 【0037】

前記したように、整流回路 11 は三相交流電力を直流電力に変換する AC / DC 変換回路の機能を有し、インバータ回路 12 は、直流電力を任意の電圧と任意の周波数の三相交流電力に変換する DC / AC 変換回路の機能を有している。

これらの変換において、整流回路 11 とインバータ回路 12 は、ともに PWM 制御をする複数のスイッチング素子を動作させている。これらのスイッチング動作の過程において、高調波成分（リップル成分）を発生させる。

これらの発生した高調波成分の除去と、交流電源 13 とブリッジ回路を構成している AC / DC 変換回路 23 間、および負荷 14 とブリッジ回路を構成している DC / AC 変換回路 27 間のインピーダンス整合とにフィルタ回路 24 が用いられる。

#### 【0038】

フィルタ回路 24 は、前記したように三相用のリアクトル 20 と三相用のコンデンサ 21 を用いて構成されている。この三相用のリアクトル 20 に前記した本発明の第 1 実施形態、第 3 ~ 第 5 実施形態のいずれかのリアクトル（装置）を用いる。

本実施形態のリアクトルを用いることによって、低損失特性に優れ、製造コストが低廉な電力変換器が具現化し、提供できる。

#### 【0039】

（その他の実施形態）

本発明は前記の実施形態に限定されるものではない。以下に例をあげる。

#### 【0040】

以上の図 1 から図 3、図 6、図 7 において、等方磁性体 4 は、磁脚鉄心とヨーク鉄心 1a およびヨーク鉄心 1b の両方の間に備えられている実施形態を示したが、ヨーク鉄心 1a 側のみ、もしくはヨーク鉄心 1b 側のみ、どちらか 1 箇所等に等方磁性体 4 を備えただけでも渦電流損失の低減に効果がある。

#### 【0041】

また、図 1、図 6、図 7 の実施形態で示した磁脚鉄心 3 は、薄帯状磁性材料を積層させて構成した円柱状、扇形状、直方体状の例であるが、これらの形状の磁脚鉄心の任意の組み合わせでリアクトル装置を構成してもよい。

#### 【0042】

また、第 3 実施形態を示した図 6 において、略扇形の形状である磁脚鉄心 3 の形成方法として、「薄帯状磁性材料を、絶縁を施しながらトロイダル状に巻いて形成した鉄心を、適当な角度をもってその動径方向に切断する」としたが、図 6 に示す略扇形の形状が得られれば、他の方法でもよい。

#### 【0043】

図 6 において、第 3 実施形態、つまりリアクトルの磁脚鉄心 3 が略扇形の形状の効果について述べたが、この効果は、変圧器の磁脚鉄心でも同様の効果がある。

#### 【0044】

図 7 において、第 4 実施形態、つまりリアクトルの磁脚鉄心 3 が略直方体の形状の効果について述べたが、この効果は、変圧器の磁脚鉄心でも同様の効果がある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 5 】

また、図 1 の三相のリアクトル装置は、3本の磁脚のみを表記しているが、3本の磁脚のそれぞれの間に零相インピーダンスによる磁束を流す経路としての零相用磁脚鉄心（不図示）を備えた三相リアクトル装置においても、等方磁性体を磁脚鉄心とヨーク鉄心との間に備えることは、渦電流損失の低減に効果的である。

## 【 0 0 4 6 】

また、図 1 のリアクトル装置は、三相用として3本の磁脚を表記しているが、三相とは限らず三相を超した場合（例えば5相）には3本を超した複数本の磁脚を有するリアクトル装置においても、等方磁性体を磁脚鉄心とヨーク鉄心との間に備えることは、渦電流損失の低減に効果的である。

## 【 0 0 4 7 】

図 9 に示した電力変換器における A C / D C 変換回路 2 3、および D C / A C 変換回路 2 7 を構成する半導体素子のスイッチング素子 1 7 は、I G B T であるとしたが、I G B T のみとは限らない。

半導体素子のスイッチング素子である M O S F E T (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) やバイポーラトランジスタ (Bipolar junction transistor) や B i C M O S (Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor) で構成してもよい。

## 【 0 0 4 8 】

本発明の実施形態のリアクトル装置の応用として、図 9 においては無停電電源装置の例を示したが、これに限定されるものではない。ブリッジ回路を用いる他の用途の電力変換器のフィルタ回路に、本発明のリアクトル装置を用いることで、低損失の電力変換器を提供することが可能となる。

## 【 0 0 4 9 】

また、図 9 においては本実施形態のリアクトル装置を電力変換器に備える形態例を示したが、本実施形態の変圧器を電力変換器に備えることも可能である。

## 【 0 0 5 0 】

< 従来リアクトル装置の参考例 >

図 1 0 は、従来リアクトル (リアクトル装置) の構造の縦断面の概要を示す参考図である。

図 1 0 において、ヨーク鉄心 3 1、磁脚鉄心 3 0、ギャップ調整手段 3 2、コイル 2 によってリアクトル装置が構成されている。

磁脚鉄心 3 0 とヨーク鉄心 3 1 は直接、もしくはギャップを介して接続されている。したがって、コイル 2 に電流が流れることによって発生した磁束は、磁脚鉄心 3 0 では垂直方向であるがヨーク鉄心 3 1 において水平方向となるために、磁脚鉄心 3 0 とヨーク鉄心 3 1 の接続部分の近傍の磁脚鉄心 3 0 においては、垂直方向成分の磁束以外に、水平方向成分の磁束が生じ、磁脚鉄心 3 の円周方向に渦電流が流れて、リアクトルとしての損失が増加する。

つまり図 1 0 に示した従来リアクトル (リアクトル装置) の構造では、渦電流の発生による損失が大きかった。

## 【 0 0 5 1 】

( 本発明、本実施形態の補足 )

以上、本発明によれば、等方磁性体を磁脚鉄心とヨーク鉄心との間に備えることにより、磁脚鉄心における渦電流の発生を防止し、鉄心に発生する渦電流損失の低減を実現している。したがって、前記したように、従来複合鉄心を用いるリアクトル、または変圧器に比べて製造コストが低廉で、低損失特性に優れたリアクトル、または変圧器と、それを使った電力変換器を提供することが可能になる。

しかも、そのみならず、従来技術である特許文献 1 のようにヨーク鉄心の材料として圧粉磁心や焼結磁心を用いる必要がないので、製作が容易で、かつ大容量に対応した鉄心が製造可能であって、大容量で低損失のリアクトル装置や変圧器装置が具現化し、提供できる。

10

20

30

40

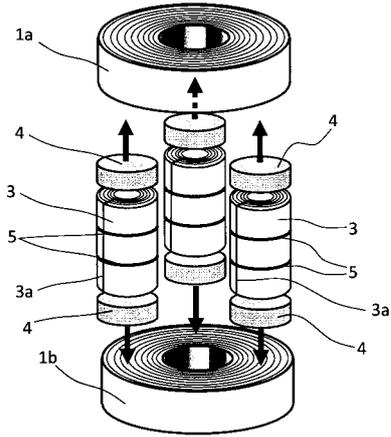
50

## 【符号の説明】

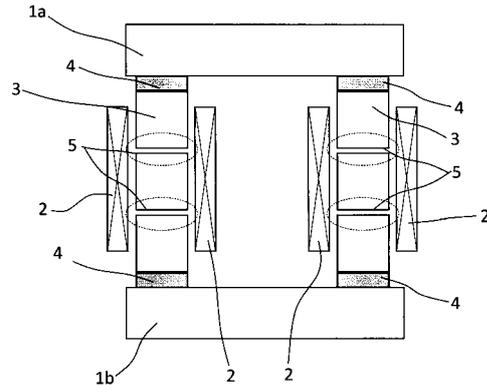
## 【0052】

1 a、1 b、3 1	ヨーク鉄心	
1 c	トロイダルコア	
1 d	薄帯状磁性体	
2	コイル	
2 a	1次コイル	
2 b	2次コイル	
3、3 0	磁脚鉄心	
3 a	スリット	10
4	等方磁性体	
5、3 2	ギャップ調整手段	
6	固定冶具	
7	台座	
8 a、8 b	固定手段	
9	冷却手段	
1 1	整流回路	
1 2	インバータ回路	
1 3	交流電源	
1 4	負荷	20
1 5	チョッパ回路	
1 6	バッテリー	
1 7、2 5	スイッチング素子、I G B T	
1 8	バイパス回路	
1 9	バイパスコンバータ回路	
2 0、2 6	リアクトル、リアクトル装置	
2 1	コンデンサ	
2 2	平滑コンデンサ	
2 3	A C / D C 変換回路 (ブリッジ回路)	
2 4	フィルタ回路	30
2 7	D C / A C 変換回路 (ブリッジ回路)	

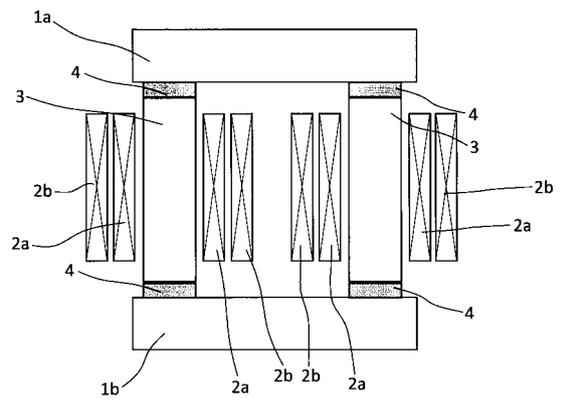
【 図 1 】



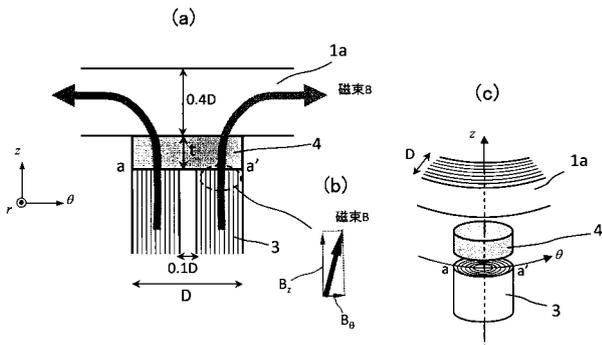
【 図 2 】



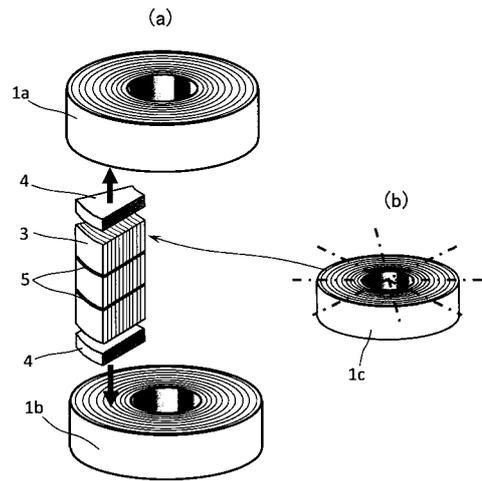
【 図 3 】



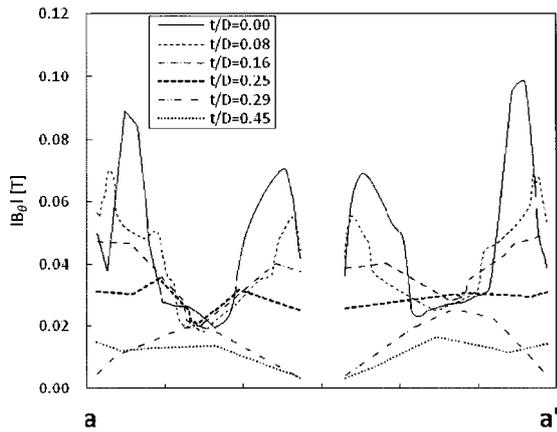
【 図 4 】



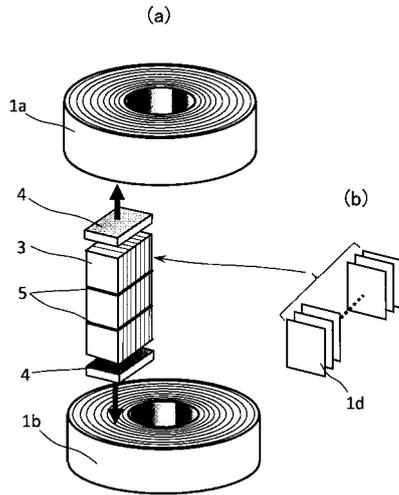
【 図 6 】



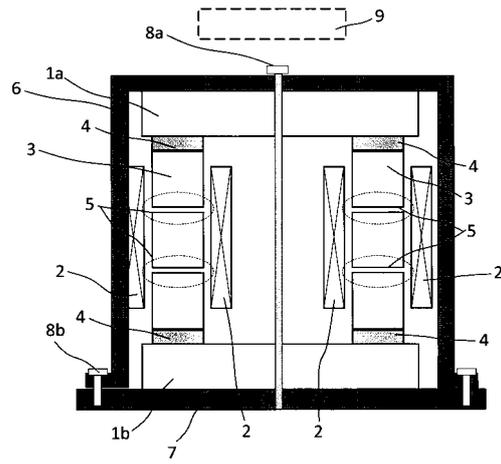
【 図 5 】



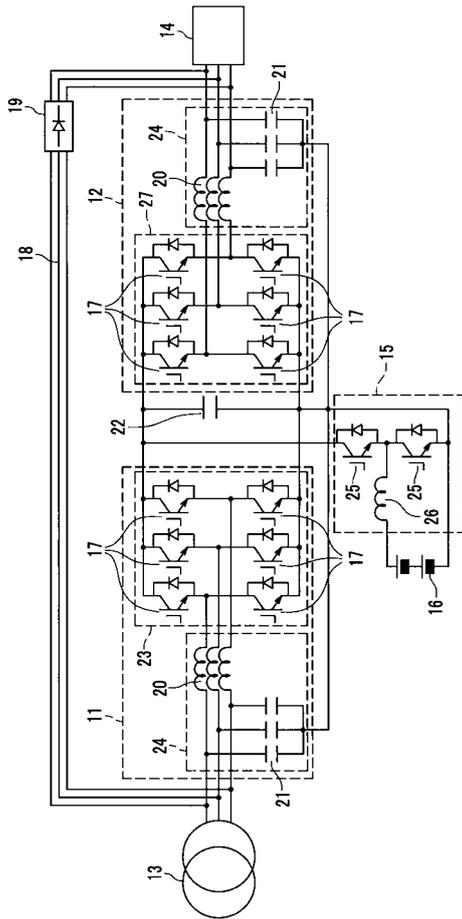
【 図 7 】



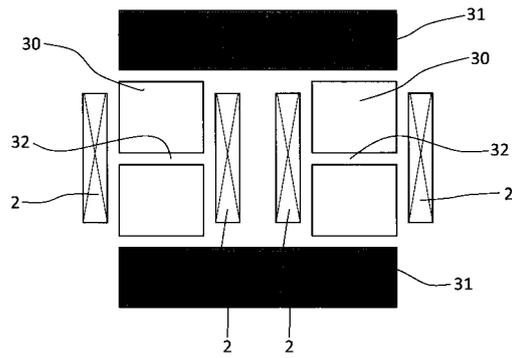
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/075021

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H01F37/00(2006.01)i, H01F27/24(2006.01)i, H01F27/25(2006.01)i, H01F30/00(2006.01)i, H01F30/12(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01F37/00, H01F27/24, H01F27/25, H01F30/00, H01F30/12		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 103653/1989(Laid-open No. 043717/1991) (Tokuden Co., Ltd.), 24 April 1991 (24.04.1991), specification, page 1, line 15 to page 2, line 3; page 3, line 4 to page 4, line 15; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-3, 11, 13, 14 4-10, 12, 15-20
Y	JP 04-345009 A (Daihen Corp.), 01 December 1992 (01.12.1992), paragraphs [0026], [0049]; fig. 1, 6 (Family: none)	4-8, 10, 15-17
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 20 January, 2012 (20.01.12)		Date of mailing of the international search report 31 January, 2012 (31.01.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/075021

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-281186 A (Hitachi Metals, Ltd.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0030] to [0033]; fig. 3, 4 (Family: none)	6-10, 17
Y	JP 2011-091932 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 06 May 2011 (06.05.2011), paragraphs [0051], [0052] & US 2011/0095642 A1 & CN 102044916 A	9
Y	WO 2010/044164 A1 (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 22 April 2010 (22.04.2010), paragraphs [0010], [0011], [0014]; fig. 1 & CA 2740765 A	12, 19, 20
Y	JP 2009-088422 A (Tokuden Co., Ltd.), 23 April 2009 (23.04.2009), paragraphs [0010], [0011]; fig. 2 (Family: none)	18
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 169944/1982 (Laid-open No. 074719/1984) (Kitashiba Electric Co., Ltd.), 21 May 1984 (21.05.1984), page 3, lines 5 to 10; page 4, lines 7 to 17 (Family: none)	1-20
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 184378/1982 (Laid-open No. 089526/1984) (Tokuden Co., Ltd.), 18 June 1984 (18.06.1984), page 2, line 11 to page 3, line 8 (Family: none)	1-20
A	JP 2008-218660 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 18 September 2008 (18.09.2008), fig. 1 (Family: none)	1-20
A	JP 2011-142149 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 21 July 2011 (21.07.2011), fig. 1 (Family: none)	1-20

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 1 / 0 7 5 0 2 1	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01F37/00(2006.01)i, H01F27/24(2006.01)i, H01F27/25(2006.01)i, H01F30/00(2006.01)i, H01F30/12(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01F37/00, H01F27/24, H01F27/25, H01F30/00, H01F30/12			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012年			
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X Y	日本国実用新案登録出願01-103653号(日本国実用新案登録出願公開03-043717号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(トクデン株式会社)1991.04.24, 明細書の第1頁第15行-第2頁第3行、第3頁第4行-第4頁第15行、第1図-第3図(ファミリーなし)	1-3, 11, 13, 14 4-10, 12, 15-20	
Y	JP 04-345009 A (株式会社ダイヘン) 1992.12.01, 段落【0026】、【0049】、【図1】、【図6】(ファミリーなし)	4-8, 10, 15-17	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 20.01.2012		国際調査報告の発送日 31.01.2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 池田 安希子	5 R 4 1 7 5
		電話番号 03-3581-1101	内線 3565

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 1 / 0 7 5 0 2 1
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-281186 A (日立金属株式会社) 2007. 10. 25, 段落【0030】-【0033】、【図3】、【図4】 (ファミリーなし)	6-10, 17
Y	JP 2011-091932 A (株式会社日立産機システム) 2011. 05. 06, 段落【0051】、【0052】 & US 2011/0095642 A1 & CN 102044916 A	9
Y	WO 2010/044164 A1 (東芝三菱電機産業システム株式会社) 2010. 04. 22, 段落【0010】、【0011】、【0014】、【図1】 & CA 2740765 A	12, 19, 20
Y	JP 2009-088422 A (トクデン株式会社) 2009. 04. 23, 段落【0010】、【0011】、【図2】 (ファミリーなし)	18
A	日本国実用新案登録出願57-169944号(日本国実用新案登録出願公開59-074719号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(北芝電機株式会社) 1984. 05. 21, 第3頁第5-10行、第4頁第7-17行 (ファミリーなし)	1-20
A	日本国実用新案登録出願57-184378号(日本国実用新案登録出願公開59-089526号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(トクデン株式会社) 1984. 06. 18, 第2頁第11行-第3頁第8行 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2008-218660 A (株式会社日立産機システム) 2008. 09. 18, 【図1】 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2011-142149 A (株式会社日立産機システム) 2011. 07. 21, 【図1】 (ファミリーなし)	1-20

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。