

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5286292号
(P5286292)

(45) 発行日 平成25年9月11日 (2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月7日 (2013.6.7)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 F 27/24 (2006.01)

H O 1 F 27/24 J

H O 1 F 27/25 (2006.01)

H O 1 F 27/24 B

H O 1 F 27/245 (2006.01)

H O 1 F 27/24 R

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2010-7698 (P2010-7698)
 (22) 出願日 平成22年1月18日 (2010.1.18)
 (62) 分割の表示 特願2005-289510 (P2005-289510)
 の分割
 原出願日 平成17年10月3日 (2005.10.3)
 (65) 公開番号 特開2010-87536 (P2010-87536A)
 (43) 公開日 平成22年4月15日 (2010.4.15)
 審査請求日 平成22年1月18日 (2010.1.18)
 審判番号 不服2012-8626 (P2012-8626/J1)
 審判請求日 平成24年5月11日 (2012.5.11)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-199545 (P2005-199545)
 (32) 優先日 平成17年7月8日 (2005.7.8)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 502129933
 株式会社日立産機システム
 東京都千代田区神田練堀町 3 番地
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (72) 発明者 遠藤 博之
 新潟県胎内市富岡 4 6 番地 1 株式会社日
 立産機システム内
 (72) 発明者 篠原 誠
 新潟県胎内市富岡 4 6 番地 1 株式会社日
 立産機システム内
 (72) 発明者 桑原 正尚
 新潟県胎内市富岡 4 6 番地 1 株式会社日
 立産機システム内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静止機器用巻鉄心、及び三相三脚巻鉄心

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電磁鋼板を積層して成る静止機器用巻鉄心において、
 磁路長が短く磁気抵抗が小さい内周側に外周側よりも磁気特性の劣る電磁鋼板を、
 磁路長が長く磁気抵抗が大きい外周側には内周側よりも磁気特性の優れた電磁鋼板を配置
 し、

前記磁気特性の劣る電磁鋼板と前記磁気特性の優れた電磁鋼板との積厚比率を、
鉄損の励磁特性試験の結果として、
磁気特性の優れた電磁鋼板のみからなる巻鉄心の鉄損値よりも鉄損値が改善される積厚
比率とする

ことを特徴とする静止機器用巻鉄心。

【請求項 2】

請求項1の静止機器用巻鉄心において、
前記巻鉄心の内周側の電磁鋼板を高配向性ケイ素鋼板とし、その外周側の電磁鋼板を磁
区制御ケイ素鋼板とし、

内周側に外周側よりも磁気特性の劣る電磁鋼板を巻鉄心の積層全厚さの 4 0 % 以下とな
るように配置することを特徴とする静止機器用鉄心。

【請求項 3】

2 脚の内鉄心、1 脚の外鉄心からなる三相三脚巻鉄心において、
U脚、V脚、W脚のうち少なくとも1脚は、

磁路長が短く磁気抵抗が小さい内周側に外周側よりも磁気特性の劣る電磁鋼板を、
磁路長が長く磁気抵抗が大きい外周側には内周側よりも磁気特性の優れた電磁鋼板を配
置し、

前記U脚、V脚、W脚のうち少なくとも1脚を請求項1、又は請求項2の静止機器用巻鉄心
として成形したことを特徴とする三相三脚巻鉄心。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は変圧器やリアクトルなどの静止機器用巻鉄心に関り、磁気特性（以下、鉄損、透磁率を示す）を有する電磁鋼板を任意の積厚配分比で同一鉄心内に積層した巻鉄心を有する静止機器に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

変圧器用巻鉄心には、同一鉄心内に同一の磁気特性を有する同種の電磁鋼板を積層している。近年、地球温暖化対策の一環として、変圧器は低損失化の方向に向かっており鉄心で発生する鉄損（無負荷損）、またコイルで発生する銅損（負荷損）を低減するために、前者は電磁鋼板投入量を増大し鉄心の断面積を多く確保することでの低磁束密度化、または高価な低損失電磁鋼板を使用する設計となっており、鉄心の大型化、及びコストアップを招いている。

【0003】

20

また特許文献1（特開平10-270263号公報）にはアモルファスシートブロック材の成形において磁気特性の比較的低質の材料を内側に、比較的良好の材料を外側にしたアモルファスシートブロック材を用いてアモルファス鉄心を成形することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平10-270263号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

静止機器用巻鉄心内の磁束分布は、積層される電磁鋼板の磁路長が短く磁気抵抗が小さい内周側に磁束が偏っていることが一般的に知られている。よって磁束が集中している巻鉄心の内周側は高磁束密度となり鉄損が悪化することから、低損失化を図るには、巻鉄心内の磁束分布を均一化することが重要である。

【0006】

本発明の目的は、同一巻鉄心内で磁束分布を均一化するため、磁気特性の異なる電磁鋼板を任意の積厚比率で配置した静止機器用巻鉄心、及び三相三脚巻鉄心を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

上記課題を解決するために、本発明では、電磁鋼板を積層して成る静止機器用巻鉄心において、磁路長が短く磁気抵抗が小さい内周側に外周側よりも磁気特性の劣る電磁鋼板を、磁路長が長く磁気抵抗が大きい外周側には内周側よりも磁気特性の優れた電磁鋼板を配置し、前記磁気特性の劣る電磁鋼板と前記磁気特性の優れた電磁鋼板との積厚比率を、鉄損の励磁特性試験の結果として、磁気特性の優れた電磁鋼板のみからなる巻鉄心の鉄損値よりも鉄損値が改善される積厚比率とするようにする。

また、前記巻鉄心の内周側の電磁鋼板を高配向性ケイ素鋼板とし、その外周側の電磁鋼板を磁区制御ケイ素鋼板とし、内周側に外周側よりも磁気特性の劣る電磁鋼板を巻鉄心の積層全厚さの40%以下となるように配置するようにする。

50

また、2脚の内鉄心、1脚の外鉄心からなる三相三脚巻鉄心において、U脚、V脚、W脚のうち少なくとも1脚は、磁路長が短く磁気抵抗が小さい内周側に外周側よりも磁気特性の劣る電磁鋼板を、磁路長が長く磁気抵抗が大きい外周側には内周側よりも磁気特性の優れた電磁鋼板を配置し、前記U脚、V脚、W脚のうち少なくとも1脚を前記静止機器用巻鉄心とするようにする。

【発明の効果】

【0008】

鉄心の鉄損は、各電磁鋼板固有の鉄損(W/Kg)特性と使用質量(Kg)の積で求まる。同一鉄心内に磁気特性が異なる電磁鋼板を積層した場合においても、理論上では各電磁鋼板固有の鉄損(W/Kg)特性と使用質量(Kg)の積の和で求まると考えられる。

10

【0009】

しかし、本発明によれば巻鉄心内周側に、外周側よりも磁気特性の劣る電磁鋼板を任意の積厚比率で配置することで、前記計算の鉄損理論値より小さい鉄損値を得ることができ、安価で磁気特性の劣る電磁鋼板を使用しながらも鉄損増加率を抑えた低価格な巻鉄心を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の巻鉄心構造斜視図である。

【図2】従来の巻鉄心構造斜視図である。

20

【図3】従来の巻鉄心における磁束分布図である。

【図4】本発明に関わる特性検証用鉄心の正面図である。

【図5】本発明に関わる鉄損特性検証結果である。

【図6】本発明に関わる1.70Tにおける鉄損特性比較図である。

【図7】本発明に関わる三相三脚巻鉄心の一実施例を示す正面図である。

【図8】本発明に関わる三相三脚巻鉄心の一実施例を示す正面図である。

【図9】本発明に関わる三相三脚巻鉄心の一実施例を示す正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明に関わる巻鉄心構造の実施例について図を用いて説明する。

30

【0012】

従来、変圧器用巻鉄心は図2に示すように、同一鉄心内に同一の磁気特性を有する同種の電磁鋼板を積層して製造され、この巻鉄心4内の磁束分布は、図3に示すように積層される電磁鋼板の磁路が短く磁気抵抗が小さい内周側に磁束が偏っている。よって磁束が集中している巻鉄心の内周側は高磁束密度となり鉄損が増加する。

【0013】

そこで本発明では、巻鉄心において磁路長が短い内周側に磁気特性の劣る電磁鋼板を、磁路長が長い外周側に内周側よりも磁気特性の優れた電磁鋼板を配置することで、鉄心の断面積内の磁束分布を均一化する構造とする。

【実施例1】

40

【0014】

図1は磁気特性の異なる2種類の電磁鋼板から製造した巻鉄心1であり、巻鉄心1の内周側には高配向性けい素鋼板2を、外周側には高配向性けい素鋼板2より磁気特性の優れた磁区制御けい素鋼板3を配置した巻鉄心である。ここで高配向性けい素鋼板とは、材料の圧延方向と磁束の通る方向が揃っているけい素鋼板である。磁区制御けい素鋼板とは、高配向性けい素鋼板を素材とし、その表面に浅い溝を造り磁区を細分化したけい素鋼板であり、その磁気特性は高配向性けい素鋼板よりも優れている。この巻鉄心構造において、各電磁鋼板2、3の積厚比率を変えたものを図4のNo.1~No.4に示す。図4のNo.1の巻鉄心は鉄損特性比較のために磁区制御けい素鋼板3のみより製造したものである。これに対しNo.2の巻鉄心は内周側に高配向性けい素鋼板2を積厚比率25%にな

50

るように配置し、外周側には高配向性けい素鋼板 2 より磁気特性の優れた磁区制御けい素鋼板 b を積厚比率 75 % になるように配置したものである。No. 3、No. 4 の巻鉄心においては、No. 2 同様に内周側の高配向性けい素鋼板 2 の積厚比率がそれぞれ 50 %、75 % になるように配置したものである。以下にこれらの巻鉄心における鉄損特性を検証した結果について説明する。

【0015】

図 5 は、図 4 の No. 1 ~ No. 4 の各鉄心における鉄損の励磁特性試験結果を示し、横軸は磁束密度、縦軸は鉄損の相対値である。図 5 において磁束密度 1.55 T から 1.85 T まで変化させたとき、鉄損の特性は、No. 2、No. 1、No. 3、No. 4 の順に劣化していることが分かる。

10

【0016】

また、図 6 は、磁束密度 1.70 T における各鉄損値の比較で、No. 1 の鉄損値を 100 % とした場合の各鉄損の相対値(測定周波数 50 Hz)を示している。図 6 のにおいて、最も良好な鉄損値を示したのは No. 2 の巻鉄心であり、No. 1 の磁区制御けい素鋼板 3 のみから成る巻鉄心の鉄損値よりも磁束密度 1.70 T で約 2 % 改善されている。また内周側の高配向性けい素鋼板 2 の積厚比率が 50 % 以上になると鉄損は大きく増加傾向を示している。

【0017】

巻鉄心内の磁束は、全積厚に対し磁路が短く磁気抵抗が小さい内周側に偏ることが一般的に知られている。本検証では巻鉄心の内周側に高配向性けい素鋼板 2 を配置し、外周側には高配向性けい素鋼板 2 より磁気特性の優れたすなわち透磁率が高い磁区制御けい素鋼板 3 を配置することにより、鉄心の断面積内の磁束分布が均一化され鉄損が改善されている。しかし、本試験結果より内周側に外周側よりも磁気特性の劣る高配向性けい素鋼板 2 を配置しても、その積厚比率を 50 % 以上とした巻鉄心では、高配向性けい素鋼板 2 の投入量が多くなり鉄損は増加傾向を示すことが確認できる。以上のことより内周側に配置する外周側よりも磁気特性の劣る高配向性けい素鋼板 b の積厚比率は 40 % 以下になることが望ましい。

20

【0018】

鉄心の鉄損は、各電磁鋼板固有の鉄損(W/Kg)特性と使用質量(Kg)の積で求まる。同一鉄心内に磁気特性が異なる電磁鋼板を積層した場合においても、理論上では各電磁鋼板固有の鉄損(W/Kg)特性と使用質量(Kg)の積の和で求まると考えられる。しかし、巻鉄心内周側に、外周側よりも磁気特性の劣る電磁鋼板を適切な積厚比率で配置することで、鉄心断面積内の磁束分布が均一化され、前記の鉄損理論値より小さい鉄損値を得ることが検証できた。よって、巻鉄心の内周側には安価で磁気特性の劣る電磁鋼板を使用しながらも、鉄損増加率を抑えた低価格な巻鉄心を製造することが可能である。

30

【実施例 2】

【0019】

図 7 は 2 個の内側巻鉄心 5 a と、それらを囲むように配置された 1 個の外側巻鉄心 6 a からなる三相三脚巻鉄心であり、各巻鉄心の内周側には方向性けい素鋼板 7 a、9 a を、外周側には方向性けい素鋼板よりも磁気特性の優れた高配向性けい素鋼板 8 a、10 a を配置した巻鉄心である。図 7 の三相三脚巻鉄心は内側鉄心 5 a、外側鉄心 6 a 共に各巻鉄心の内周側の方向性けい素鋼板 7 a、9 a の積厚比率が 25 % になるように配置したものである。また図 7 の三相三脚巻鉄心においての U 脚、V 脚、W 脚全体での積厚比率は、どの脚においても方向性けい素鋼板が 25 % となる。

40

【0020】

図 8 の三相三脚巻鉄心は、2 個の内側巻鉄心 5 b と、それらを囲むように配置された 1 個の外側巻鉄心 6 b からなり、内側巻鉄心 5 b の内周側には方向性けい素鋼板 7 b を、外周側には高配向性けい素鋼板 8 b を配置し、外側巻鉄心 6 b の内周側には高配向性けい素鋼板配置 10 b を、外周側には方向性けい素鋼板 9 b を配置したものである。図 8 の三相三脚巻鉄心は内側巻鉄心 5 b の内周側に配置された方向性けい素鋼板 7 b の積厚比率が 2

50

5 %に、外側巻鉄心 6 b の外周側に配置された方向性けい素鋼板 9 b の積厚比率が 2 5 % になるように配置したものである。また図 8 の三相三脚巻鉄心においての U 脚、V 脚、W 脚全体での積厚比率は、どの脚においても方向性けい素鋼板が 2 5 % となる。

【 0 0 2 1 】

図 9 の三相三脚巻鉄心は、2 個の内側巻鉄心 5 c と、それらを囲むように配置された 1 個の外側巻鉄心 6 c からなり、内側巻鉄心 5 c の内周側には方向性けい素鋼板 7 c を、外周側には高配向性けい素鋼板 8 c を配置し、外側巻鉄心 6 c には全て高配向性けい素鋼板 1 0 c を配置したものである。尚、この内側巻鉄心 5 c は、内周側に配置された方向性けい素鋼板 7 c の積厚比率が 5 0 % になるように配置したものである。また図 9 の三相三脚巻鉄心においての U 脚、V 脚、W 脚全体での積厚比率は、方向性けい素鋼板の積厚比率で U 脚 2 5 %、V 脚 5 0 %、W 脚 2 5 % となる。

10

【符号の説明】

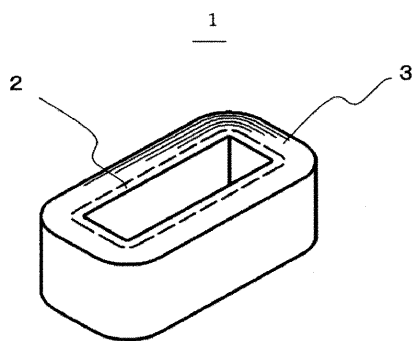
【 0 0 2 2 】

- 1・・・巻鉄心
- 2・・・高配向性けい素鋼板
- 3・・・磁区制御けい素鋼板
- 4・・・従来構造の巻鉄心
- 5 a、5 b、5 c・・・三相三脚巻鉄心の内側巻鉄心
- 6 a、6 b、6 c・・・三相三脚巻鉄心の外側巻鉄心
- 7 a、7 b、7 c、9 a、9 b、9 c・・・方向性けい素鋼板
- 8 a、8 b、8 c、1 0 a、1 0 b、1 0 c・・・高配向性けい素鋼板

20

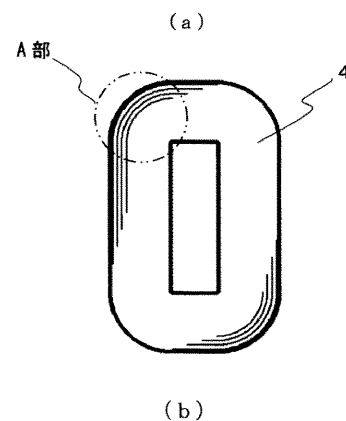
【図 1】

図 1



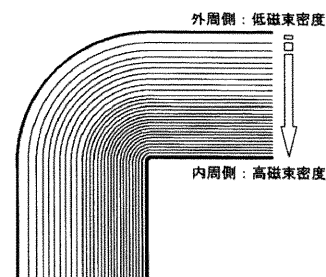
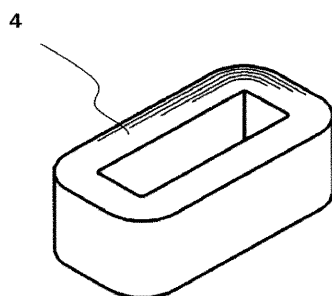
【図 3】

図 3



【図 2】

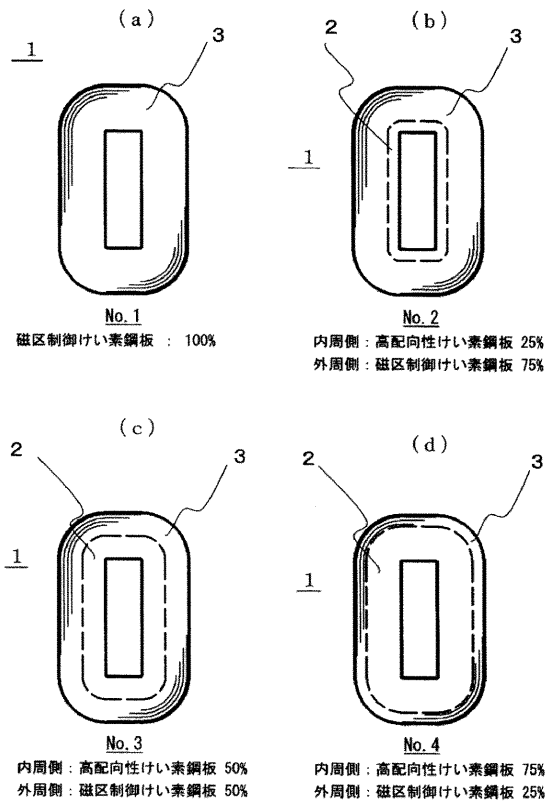
図 2



A 部詳細図 (巻鉄心磁束分布図)

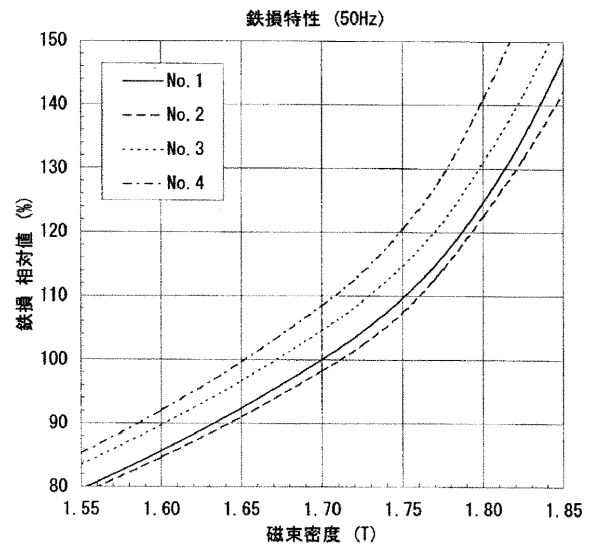
【図 4】

図 4



【図 5】

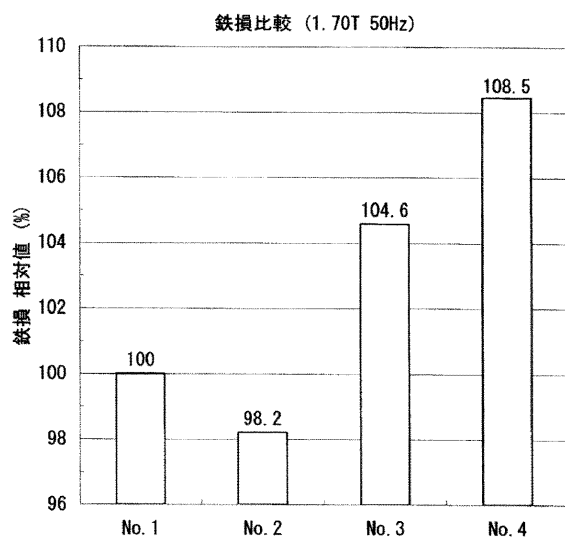
図 5



※ No. 1 の巻鉄心における磁束密度 1.70T の鉄損を 100% とする。

【図 6】

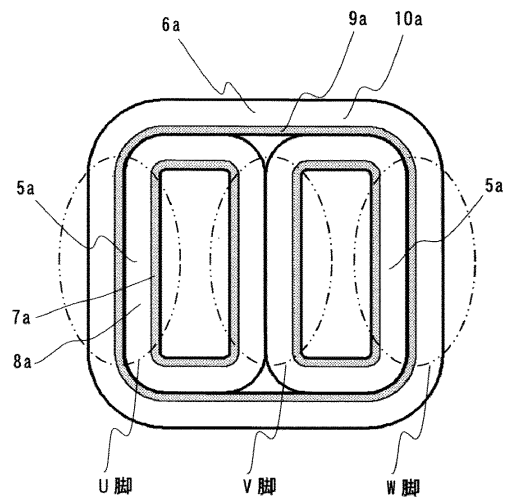
図 6



※ No. 1 の巻鉄心における鉄損を 100% とする。

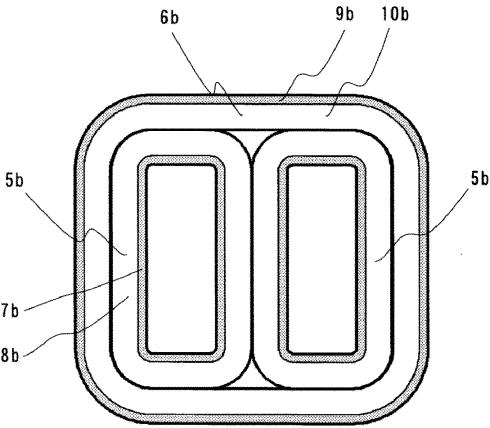
【図 7】

図 7



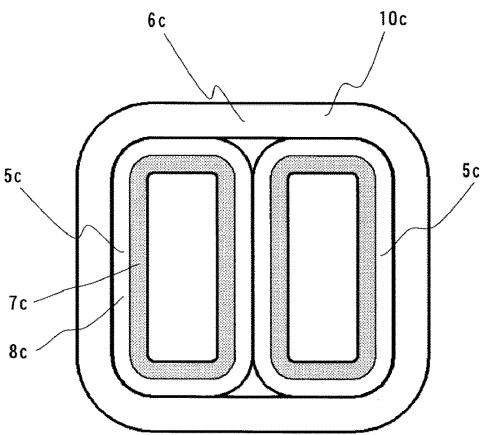
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



フロントページの続き

- (72)発明者 天兒 洋一
新潟県胎内市富岡4番地1 株式会社日立産機システム内
- (72)発明者 白畑 年樹
新潟県胎内市富岡4番地1 株式会社日立産機システム内

合議体

審判長 乾 雅浩
審判官 萩原 義則
審判官 石井 研一

- (56)参考文献 特開平5-101943(JP,A)
特開平6-120044(JP,A)
特開2003-142318(JP,A)
特開昭61-15309(JP,A)