

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6819136号  
(P6819136)

(45) 発行日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 F 27/26 (2006.01)	HO 1 F 27/26 1 3 0 S
HO 1 F 27/245 (2006.01)	HO 1 F 27/245 1 5 5
HO 1 F 30/10 (2006.01)	HO 1 F 30/10 T
	HO 1 F 30/10 A

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-163451 (P2016-163451)	(73) 特許権者	000006655
(22) 出願日	平成28年8月24日(2016.8.24)		日本製鉄株式会社
(65) 公開番号	特開2018-32703 (P2018-32703A)		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(43) 公開日	平成30年3月1日(2018.3.1)	(74) 代理人	100104499
審査請求日	平成31年4月15日(2019.4.15)		弁理士 岸本 達人
		(74) 代理人	100101203
			弁理士 山下 昭彦
		(74) 代理人	100129838
			弁理士 山本 典輝
		(72) 発明者	茂木 尚
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内
		(72) 発明者	溝上 雅人
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トランス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電磁鋼板の積層体からなり、接合部を有する矩形環状の巻鉄心と、  
前記巻鉄心の柱状部の少なくとも1つに巻回する巻線と、  
前記巻鉄心が有する全ての柱状部それぞれに配置され、当該柱状部を前記電磁鋼板の積層方向に加圧する加圧部材と、  
前記巻鉄心の少なくとも一つの柱状部に周方向の張力を付与する張力付与部材とを備え、

前記各加圧部材は、柱状部の積層方向両面に配置され、当該柱状部の外周に沿った矩形形状を有する加圧用プレート、及び、当該加圧用プレートを柱状部の積層方向両面から締め付ける加圧用ボルトと加圧用ナットを備え、

柱状部の窓部内に配置された前記加圧用プレートのうち、窓部内の向き合う位置に配置された少なくとも一対の加圧用プレートは、加圧用兼張力付与用プレートとして選ばれ、

前記張力付与部材は、柱状部の窓部内の向き合う位置に配置された少なくとも一対の前記加圧用兼張力付与用プレート、当該一対の加圧用兼張力付与用プレート間を接続する張力付与用スタッドボルト、及び、張力付与用スタッドボルトの両端に配置された一対の張力付与用ナットを備える、トランス。

【請求項2】

前記加圧部材の加圧力が0.1MPa以上である、請求項1に記載のトランス。

## 【請求項 3】

前記電磁鋼板が、張力被膜を有しない、請求項 1 又は 2 に記載のトランス。

## 【請求項 4】

前記電磁鋼板が、表面酸化層を有する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のトランス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、トランスに関する。

## 【背景技術】

10

## 【0002】

トランス（変圧器）においては、従来より、高効率化の観点から、低鉄損化が重要な課題の一つとなっており、様々な観点から低鉄損化の検討が行われている。

低鉄損化の一つの手法として、環状の鉄心の周方向に張力を発生させることが知られている。

## 【0003】

特許文献 1 には、非晶質磁性薄板で渦巻状に巻回された巻鉄心における鉄心窓枠の上方および下方に絶縁板を対向して鉄心窓部を貫通するように配設し、この上、下絶縁板間を連結材にて連結し、且つ前記絶縁板の間隔を大なるように締めあげて前記巻鉄心の鉄心レグ部に引張力が加わる状態に保持構成した巻鉄心型変圧器が開示されている。

20

## 【0004】

特許文献 2 には、コイル状に巻取った非晶質磁性薄帯の内側に、耐熱材料からなる 2 個の内型と、この内型間にわたる中心棒、及びこの中心棒を圍繞するコイルばね、並びに中心棒に沿って螺進してコイルばねを圧するナットをセットし、このナットの螺進によるコイルばねの圧縮反発により、前記 2 個の内型に互いに遠ざかる方向の力を加えて非晶質磁性薄帯に拡張力を与え、この状態で焼鈍をする巻鉄心の製造方法が開示されている。

## 【0005】

また、特許文献 3 には、ドラムに巻きつけられた複数の珪素鋼帯の先端部を巻型に固定し、更に他のドラムに巻き付けられた複数のアモルファス・シートの先端部を前記珪素鋼帯の先端部の間に差し込み、この状態で、前記珪素鋼帯に張力を加えながら前記巻型を回転して前記アモルファス・シートを前記珪素鋼帯にはさみつつ前記珪素鋼帯と共に前記巻型に巻回する、巻鉄心製作方法が開示されている。

30

## 【0006】

一方、特許文献 4 には、絶縁被膜剤によって特定の張力が付与された、磁気特性及び鉄心加工性に優れた高磁束密度方向性電磁鋼板が開示されている。特許文献 4 によれば、鋼板に高張力被膜を適用することにより、低鉄損の方向性電磁鋼板が得られるとされている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

40

【特許文献 1】特開昭 60 - 18909 号公報

【特許文献 2】特開平 4 - 311010 号公報

【特許文献 3】特開昭 58 - 57895 号公報

【特許文献 4】特開平 6 - 145998 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

非晶質磁性薄膜を用いて巻鉄心を製造する場合、特許文献 1 ~ 3 等が開示されているように、通常、非晶質磁性薄膜に張力を加えながら巻回して巻鉄心としている。そのため、非晶質磁性薄膜の巻鉄心は、接合部を有しないものであった。

50

一方、電磁鋼板を用いて巻鉄心を製造する場合、巻鉄心に巻線を挿入するための接合部が設けられる場合がある。当該接合部を一旦開放し、開放された巻鉄心の端部から巻線に挿入して、前記接合部を再接合することにより、巻鉄心に巻線を容易に巻回することができる。

【0009】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、鉄損が低減されたトランスを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係るトランスは、電磁鋼板の積層体からなり、接合部を有する矩形環状の巻鉄心と、

前記巻鉄心の柱状部の少なくとも1つに巻回する巻線と、

前記巻鉄心が有する全ての柱状部それぞれに配置され、当該柱状部を前記電磁鋼板の積層方向に加圧する加圧部材と、

前記巻鉄心の少なくとも一つの柱状部に周方向の張力を付与する張力付与部材とを備え、

前記各加圧部材は、柱状部の積層方向両面に配置され、当該柱状部の外周に沿った矩形形状を有する加圧用プレート、及び、当該加圧用プレートを柱状部の積層方向両面から締め付ける加圧用ボルトと加圧用ナットを備え、

柱状部の窓部内に配置された前記加圧用プレートのうち、窓部内の向き合う位置に配置された少なくとも一対の加圧用プレートは、加圧用兼張力付与用プレートとして選ばれ、

前記張力付与部材は、柱状部の窓部内の向き合う位置に配置された少なくとも一対の前記加圧用兼張力付与用プレート、当該一対の加圧用兼張力付与用プレート間を接続する張力付与用スタッドボルト、及び、張力付与用スタッドボルトの両端に配置された一対の張力付与用ナットを備えることを特徴とする。

本発明のトランスにおいては、前記加圧部材の加圧力が0.1MPa以上であることが好ましい。

【0011】

本発明のトランスにおいては、前記電磁鋼板が、張力被膜を有しないことが、低鉄損化の点、及び電磁鋼板の製造コストを抑制する点から好ましい。

【0012】

また、本発明のトランスにおいては、前記電磁鋼板が、表面酸化層を有することが、積層された電磁鋼板間の絶縁性が確保されて過電流が抑制され、より低鉄損化が図れる点から好ましい。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、鉄損が低減されたトランスを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明に係るトランスの一実施形態を示す模式図である。

【図2】図1の実施形態における、接合部3を含むヨーク部の一例を示す斜視図である。

【図3】図2とは別の角度から見た、ヨーク部の一例を示す斜視図である。

【図4】接合部3の開放状態3(A)と、接合状態3(B)を説明するための模式図である。

【図5】本発明に係るトランスの別の実施形態を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明に係るトランスについて詳細に説明する。

なお、本明細書において用いる、形状や幾何学的条件並びにそれらの程度を特定する、

10

20

30

40

50

例えば、「平行」、「垂直」、「同一」等の用語や長さや角度の値等については、厳密な意味に縛られることなく、同様の機能を期待し得る程度の範囲を含めて解釈することとする。

【0016】

本発明に係るトランスは電磁鋼板の積層体からなり、接合部を有する矩形環状の巻鉄心と、

前記巻鉄心の柱状部の少なくとも1つに巻回する巻線と、

前記接合部を有する柱状部を前記電磁鋼板の積層方向に加圧する加圧部材と、

前記巻鉄心の少なくとも一つの柱状部に周方向の張力を付与する張力付与部材とを備えることを特徴とする。

10

【0017】

従来より、電磁鋼板を用いた巻鉄心においては、巻線を挿入するための接合部が設けられたものが知られている。このような巻鉄心に用いられる電磁鋼板は、周方向への張力を確保するために、張力被膜が設けられていることが多かった。しかしながら、張力被膜では、周方向への十分な張力が得られなかった。

そこで本発明者らは、巻鉄心に周方向の張力を付与するための張力付与部材を設けることを検討した。しかしながら、接合部を有する巻鉄心に周方向の張力を加えると、当該接合部が張力に耐え切れずに剥がれてしまうという問題が生じた。そこで、接合部を有するヨーク部に、電磁鋼板の積層方向に加圧することにより、接合部の剥がれを解決し、鉄損が低減されたトランスを得ることができた。

20

本発明によれば、張力被膜を用いることなく巻鉄心に周方向の張力を付与することができる。そのため、張力被膜を有しない電磁鋼板を用いてもよく、電磁鋼板の製造コストを抑えることができる。更に、電磁鋼板の表面を酸化処理して表面酸化層を形成する等、簡易な方法で表面の絶縁処理を行うことにより、電磁鋼板の製造コストを抑えながら、更に電磁鋼板の積層方向に生じる渦電流も抑制できるため、より鉄損が抑制されたトランスが得られる。

【0018】

本発明のトランスについて、図を参照して説明する。図1は、本発明に係るトランスの一実施形態を示す模式図である。図2及び図3は、それぞれ、図1の実施形態における接合部3の一例を示す斜視図である。また、図4は、接合部3の解放状態3(A)及び接合状態(B)を説明するための模式図である。また、図5は、本発明に係るトランスの別の一実施形態を示す模式図である。

30

図1の例に示されるトランスは、4つの柱状部を有する矩形環状の巻鉄心1を備え、巻線2a又は巻線2bが巻回された対向する2つの柱状部と、接合部3を有する柱状部とを有している。巻線2a及び巻線2bは、巻鉄心1に巻回しているものであるが、説明の都合上、図1では柱状部付近の断面図としている。巻線が巻回された柱状部と接合部3を有する柱状部とが同一の柱状部であってもよいが、接合部3の再接合の容易性や、トランスの性能の点から、接合部3を有する柱状部に隣接する柱状部に巻線が巻回されていることが好ましい。接合部の接合方式は特に限定されず、従来公知のいずれの方式であってもよいが、接合部の機械強度の点から、バットラップ接合、又はステップラップ接合であることが好ましく、中でも図3に示されるステップラップ接合であることが好ましい。

40

【0019】

本発明においては、接合部3を有する柱状部に電磁鋼板の積層方向に加圧する加圧部材が備えている。図1の例では、加圧部材として、加圧用プレート4、4a、加圧用ボルト5及び加圧用ナット6が用いられている。図1の例では、接合部3を有する柱状部の積層方向(X軸方向の)両面に加圧用プレート4及び4aが配置され、加圧用ボルト5及び加圧用ナット6により、均一に締め付けることにより、前記電磁鋼板の積層方向に加圧する。加圧用プレートの形状は、電磁鋼板の積層方向に均一に加圧可能な形状であれば特に限定されず、例えば平板であってもよいが、強く均一に締め付けが可能な点から、図3及び図4に示されるような柱状部の外周に沿った矩形形状を有する加圧プレートを用いること

50

が好ましい。本発明においては、少なくとも接合部を有する柱状部を加圧すればよいものであるが、加圧により鉄損が改善する点から、矩形環状の巻鉄心1が有する4つの柱状部それぞれに加圧部材が配置され、加圧されていることが好ましい。

電磁鋼板の積層方向にかかる圧力は、特に限定されないが、接合部の剥がれを抑制する点から、0.1MPa以上であることが好ましく、更に鉄損を低減する点から、0.3MPa以上であることがより好ましく、0.4MPa以上であることが更により好ましい。一方、圧縮力を加える治具の小型化の点から、30MPa以下であることが好ましい。

#### 【0020】

また、本発明においては、巻鉄心の少なくとも一つの柱状部に周方向の張力を付与する張力付与部材を備えている。柱状部に周方向の張力が付与されることにより、鉄損が低減される。図1の例では、張力付与部材として、張力付与用プレート4aと、張力付与用スタッドボルト7、張力付与用ナット8が用いられている。図1の例に示されるように張力付与用プレート4aは、前記加圧用プレートと一体として用いられていてもよく、張力付与用プレートと加圧用プレートとは異なるものであってもよい。図1の例では、巻線2a及び巻線2bが巻回された対向する2つの柱状部にX軸方向の張力が付与されている。また、図5の例では、巻線を有しない対向する2つの柱状部にZ軸方向の張力が付与されている。

10

巻鉄心の柱状部にかかる張力は、特に限定されないが、鉄損を低減する点から、0.1Pa以上であることが好ましく、0.2Pa以上であることがより好ましく、0.5MPa以上であることが更により好ましい。一方、張力を加える治具の小型化の点から、10MPa以下であることが好ましい。

20

#### 【0021】

本発明において、電磁鋼板は、従来公知の電磁鋼板の中から適宜選択して用いればよく、例えばケイ素を0.1質量%以上4.5質量%以下含有するケイ素鋼よりなる電磁鋼板などが挙げられる。本発明において電磁鋼板は、無方向性電磁鋼板であっても、方向性電磁鋼板であってもよいが、一般的なトランスにおいて好ましく用いられる方向性電磁鋼板を用いることが好ましい。本発明は磁歪の変化を抑制可能であるため、磁歪が比較的大きい方向性電磁鋼板を用いても低騒音化が可能である。また、電磁鋼板の厚みは特に限定されないが、例えば、通常0.1mm以上1mm以下の電磁鋼板が好適に用いられ、中でも、0.15mm以上0.8mm以下の電磁鋼板が好ましい。

30

#### 【0022】

また、本発明において電磁鋼板は、表面が絶縁処理されていることが好ましい。表面が絶縁処理されていることにより、電磁鋼板の積層方向に生じる渦電流を抑制することができる。電磁鋼板表面の絶縁処理方法としては、従来公知の方法の中から適宜選択することができる。例えば、電磁鋼板表面に公知の張力被膜を形成してもよく、電磁鋼板の表面を酸化処理して形成された表面酸化層を有していてもよい。張力被膜としては、例えば、コロイド状シリカと、リン酸塩とを含有する処理溶液の塗膜等が挙げられ、当該処理溶液は更に有機系の樹脂を含有するものであってもよい。一方、磁気特性等の観点から、電磁鋼板の被膜は薄い方が好ましく、被膜を有しないことがより好ましい。このような観点からは、本発明のトランスに用いられる電磁鋼板は、張力被膜を有しないことが好ましい。

40

本発明のトランスに用いられる電磁鋼板は、積層方向に生じる過電流を抑制し、磁気特性にも優れる点から、中でも、表面酸化層を有するものが好ましい。

#### 【0023】

本発明のトランスにおいて巻鉄心1の大きさは特に限定されず、用途に応じて所望の大きさとすることができる。例えば、鉄心の長さ(図1におけるX軸方向の全長)は、50mm以上1000mm以下とすることができ、100mm以上500mm以下とすることが好ましい。鉄心の幅(図1におけるZ軸方向の全長)は、50mm以上1000mm以下とすることができ、100mm以上500mm以下とすることが好ましい。鉄心を構成する電磁鋼板の幅(図1におけるY軸方向の長さ)は、10mm以上400mm以下とすることができ、20mm以上300mm以下とすることが好ましい。また鉄心を構成する

50

積層体の積層厚は、10 mm以上200 mm以下とすることができ、20 mm以上150 mm以下とすることが好ましい。

例えば、20 kVAのトランスであれば、中心の窓部分が140 mm×70 mm、積層厚が60 mm、板の幅が150 mmである巻鉄心などが好ましい一実施形態として挙げられる。

また、巻鉄心のその他の構成としては、一般的にトランス用巻鉄心として用いられる公知の構成とすることができる。

#### 【0024】

また本発明において巻線は、回路に接続されて用いられるものであり、通常、電源を含む回路に接続された一次コイルと、取出し回路に接続された2次コイルとを有するものである。巻線の材質としては特に限定されないが、銅、アルミニウム等が挙げられる。巻線の構成は、一般的にトランスに用いられる公知の構成とすることができる。また、トランスのその他の構成としては、一般的にトランスに用いられる公知の構成とすることができる。

10

#### 【0025】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

以下、本発明について実施例を示して具体的に説明する。これらの記載により本発明を制限するものではない。

20

#### 【実施例】

#### 【0026】

##### (トランス1の作製)

方向性電磁鋼板を用いて、接合部を有する巻鉄心を作製した。この方向性電磁鋼板は、表面にリン酸塩とコロイダルシリカを主成分とする張力被膜を有するものである。次いで、当該接合部を一旦開放し、開放された巻鉄心の端部を巻線に挿入して、前記接合部を再接合した。前記巻鉄心の2つの脚部と、2つのヨーク部には、それぞれ電磁鋼板の積層方向に加圧する加圧部材を設け、また、巻鉄心の脚部に周方向の張力を付与する張力付与部材を設けて、図1の例に示されるトランス1を作製した。

#### 【0027】

##### (トランス2の作製)

前記トランス1の作製において、張力被膜を有する方向性電磁鋼板の代わりに、表面酸化層を有し、張力被膜を有しない方向性電磁鋼板を用いた以外は、トランス1の作成と同様にし、トランス2を作製した。

30

#### 【0028】

##### (鉄損の評価)

前記作製したトランスの積層方向の圧力と、周方向の張力とを、表1に示す組合せに調整し、それぞれ鉄損を評価した。表1中の鉄損低減率は、No.1の鉄損値を基準とし、下記式により算出された値である。

$$\text{鉄損低減率(\%)} = (P_1 - P) / P_1 \times 100$$

(式中、 $P_1$ は表1のNo.1における鉄損値、 $P$ は表1中の各条件下における鉄損値を表す。)

40

#### 【0029】

【表1】

表1

No.	周方向張力(MPa)	積層圧縮力(MPa)	鋼板表面	鉄損低減率(%)	備考
1	0	0.6	張力被膜	-	比較例
2	0.8	0.6	張力被膜	1.1	実施例
3	1.2	0.6	張力被膜	1.5	実施例
4	1.8	0.6	張力被膜	3.1	実施例
5	2.6	0.6	張力被膜	3.9	実施例
6	3.3	0.6	張力被膜	5.2	実施例
7	4.1	0.6	張力被膜	6.2	実施例
8	1.8	0.0	張力被膜	0.9	比較例
9	1.8	0.2	張力被膜	1.5	実施例
10	1.8	0.4	張力被膜	2.5	実施例
11	1.8	0.8	張力被膜	4.4	実施例
12	1.8	1.0	張力被膜	5.3	実施例
13	2.6	0.6	表面酸化層	4.3	実施例
14	3.1	0.6	表面酸化層	4.7	実施例
15	3.5	0.6	表面酸化層	5.2	実施例
16	3.8	0.6	表面酸化層	5.7	実施例
17	4.1	0.6	表面酸化層	7.5	実施例

【0030】

[結果のまとめ]

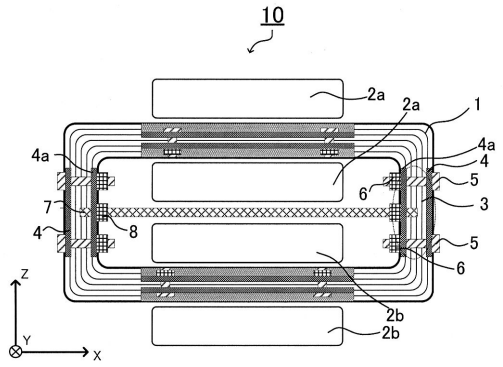
表1に示される通り、巻鉄心の周方向に張力を付与し、また、巻鉄心を構成する電磁鋼板の積層方向に加圧することにより、鉄損が低減することが明らかとなった。No. 1～No. 7の比較から、周方向の張力を強めることにより、より鉄損が低減することが明らかとなった。また、No. 9～No. 12の比較から、積層方向の圧縮力を高めることで、より鉄損が低減することが明らかとなった。また、No. 5とNo. 13との比較などから、周方向に張力を付与する張力付与部材を有する本発明の巻鉄心においては、表面酸化層を有する電磁鋼板を用いることにより、より鉄損が抑制されたトランスが製造できることが明らかとなった。

【符号の説明】

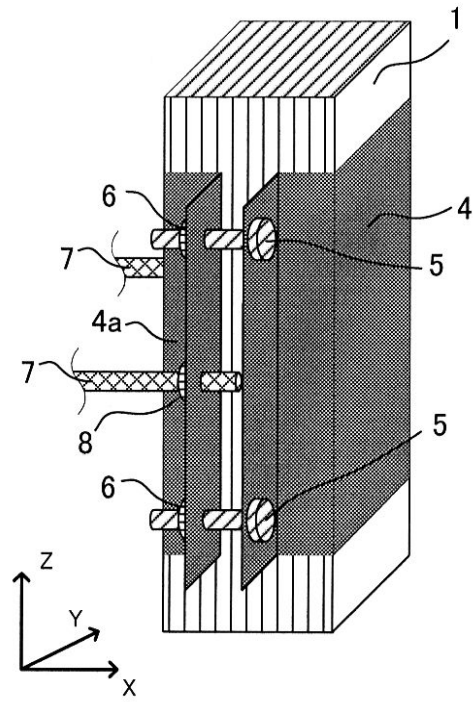
【0031】

- 1 巻鉄心
- 2 a、2 b 巻線
- 3 接合部
- 4 加圧用プレート
- 4 a 加圧用プレート、兼、張力付与用プレート
- 5 加圧用ボルト
- 6 加圧用ナット
- 7 張力付与用スタッドボルト
- 8 張力付与用ナット

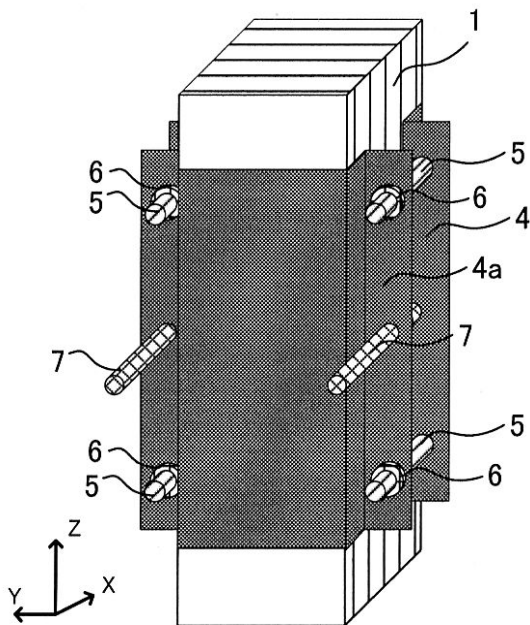
【図1】



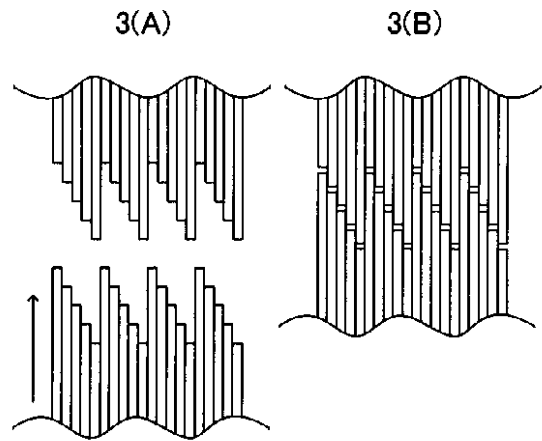
【図2】



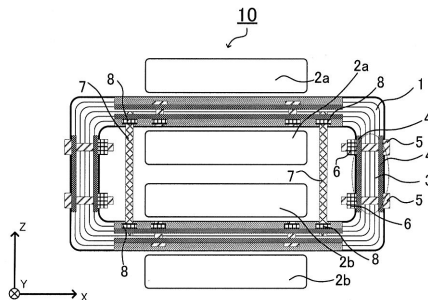
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 高橋 史明  
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
- (72)発明者 水村 崇人  
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

審査官 久保田 昌晴

- (56)参考文献 実開昭57-108322(JP,U)  
特開2001-060522(JP,A)  
特開平02-198112(JP,A)  
特開2000-114064(JP,A)  
特開2012-067330(JP,A)  
特開昭57-058304(JP,A)  
特開昭60-018909(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01F 27/24 - 27/26、30/10