

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6453120号
(P6453120)

(45) 発行日 平成31年1月16日 (2019. 1. 16)

(24) 登録日 平成30年12月21日 (2018. 12. 21)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 F 27/24 (2006. 01)	HO 1 F 27/24 G
HO 1 F 27/25 (2006. 01)	HO 1 F 27/25
HO 1 F 30/10 (2006. 01)	HO 1 F 27/24 J
	HO 1 F 30/10 A

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-54157 (P2015-54157)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成27年3月18日 (2015. 3. 18)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2016-174113 (P2016-174113A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成28年9月29日 (2016. 9. 29)	(74) 代理人	100098660
審査請求日	平成29年8月8日 (2017. 8. 8)		弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	大野 康則
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所
			内
		(72) 発明者	宮本 直哉
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所
			内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変圧器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主脚と側脚と上部継鉄及び下部継鉄を有する鉄心と、前記鉄心の主脚の周囲を巻きまわされた巻線を、タンク内に有する変圧器であって、

前記鉄心の主脚は、アモルファス磁性薄帯を巻回してなる断面四角形状の主巻鉄心と、その4つの辺に曲率をもって積層された珪素鋼板を有し、

前記主巻鉄心の側面両側の珪素鋼板は、額縁状に積層された珪素鋼板よりなる積鉄心ユニットであって、

前記主脚の、前記巻線が配された部分の断面を略円形状としたことを特徴とする、変圧器。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記鉄心は、前記主巻鉄心と、前記主巻鉄心の内周側に巻きまわされた珪素鋼板よりなる副巻鉄心と、前記主巻鉄心の側面両側に曲率をもって、額縁状に積層された珪素鋼板よりなる積鉄心ユニットを備えることを特徴とする、変圧器。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記主脚、前記側脚及び前記下部継鉄それぞれに配された前記積鉄心ユニットそれぞれを保持部材で保持することを特徴とする、変圧器。

【請求項 4】

請求項 3 において、

さらに、前記上部継鉄に設けられた前記積鉄心ユニットは保持部材で保持されることを特徴とする、変圧器。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記上部継鉄に設けられた保持部材に、前記主巻鉄心を支持する支持部材を備えることを特徴とする、変圧器。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記支持部材は、前記主巻鉄心の高さを調整する高さ調整機構を備えることを特徴とする、変圧器。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はアモルファス磁性薄帯及び珪素鋼板で構成される変圧器鉄心を用いた変圧器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の地球温暖化問題への意識の高まり、一部地域における急速な経済発展による電力需要の急増に伴い、変圧器においては、損失の低減、特に鉄損（無負荷損）の低減に対する関心が高まっている。 20

【0003】

アモルファス磁性薄帯の無負荷損が、方向性珪素鋼板の $1/3 \sim 1/4$ であることを利用して、配電用の変圧器として実用化されている。アモルファス磁性薄帯を用いた変圧器では、通常、磁性薄帯を巻回して形成した巻鉄心と呼ばれている鉄心が用いられる。

【0004】

しかし、磁性薄帯の巻鉄心は、珪素鋼板を積層して形成した積鉄心に比較して剛性が低く、固定が困難である。更に、巻鉄心にかかる力が大きくなると、鉄損が増加するという問題がある。これに対し、種々の提案がなされている。

【0005】

30

本技術分野の背景技術としては、特開平 05-144646 号公報（特許文献 1）がある。この公報には、アモルファス磁性薄帯からなる巻鉄心であって、その外周に珪素鋼板からなる保護材を取り付け、同巻鉄心を上部金具と下部金具で支持された変圧器鉄心が記載されている。

【0006】

また、特開昭 62-238612 号公報（特許文献 2）がある。この公報には、アモルファス磁性薄帯を鉄心巻枠に巻回して形成され、矩形の額縁状をした一对の側板が、鉄心を取り囲むように配置された変圧器鉄心が記載されている。

【0007】

さらに、実開昭 63-15022 号公報（特許文献 3）がある。この公報には、アモルファス磁性薄帯からなる巻鉄心であり、側部クランプに固定された変圧器鉄心が記載されている。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】 特開平 05-144646 号公報

【特許文献 2】 特開昭 62-238612 号公報

【特許文献 3】 実開昭 63-15022 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0009】

近時は、アモルファス磁性薄帯の適用を大容量変圧器へ拡大することが望まれている。変圧器を大容量化するためには、前述したアモルファス磁性薄帯による巻鉄心の重量も増加し、その支持方法が課題となる。また、巻鉄心の支持構造物は、十分な強度を得るため、金属の支持構造物を用いるが、巻線からの漏れ磁場により、支持構造物に渦電流が流れ、損失が発生することが懸念される。支持構造物における損失の低減も課題の一つとなる。

【0010】

特許文献1の構造では、巻鉄心は上部金具と下部金具で支持されているが、巻鉄心重量が増加した場合、十分な強度が得られない可能性があるばかりでなく、上部金具と下部金具および上下連結板における損失低減の手法については開示されていない。

10

【0011】

特許文献2の構造では、額縁状をした一对の側板により、重量の大きな巻鉄心を保持することが可能であるが、側板の損失低減については開示されていない。

【0012】

特居文献3の構造では、巻鉄心は側部クランプで固定されるが、巻鉄心重量が増加した場合、十分な強度が得られない可能性があるばかりでなく、側部クランプにおける損失低減手段については開示されていない。

【0013】

なお、大容量内鉄形変圧器においては、コンパクトな絶縁、十分な機械力尤度の確保のため、円形の巻線を用いることが通常行われる。その際、鉄心の断面形状（巻線を含む水平断面）は、できるだけ円形に近づけることが望ましい。すなわち、鉄心占積率（円形の断面積に対する、実際の鉄心断面積の比率）をできるだけ1に近づけることがもう一つの課題となる。

20

【0014】

本発明は以上の問題点を鑑みてなされたもので、大容量変圧器用の鉄心であって、アモルファス磁性薄帯を巻回して形成した巻鉄心において巻鉄心に鉄損を増加するような過剰な力を加えることのない支持構造物を有し、その支持構造物における損失は小さく、かつ高い鉄心占積率が得られる変圧器鉄心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】

30

【0015】

上記課題を解決するために、本発明の変圧器は、主脚と側脚と継鉄を有する鉄心と、前記鉄心の主脚の周囲を巻きまわされた巻線（5）を、絶縁媒体で充填されたタンク（40）内に有する変圧器であって、前記鉄心の主脚は、アモルファス磁性薄帯を巻回してなる断面四角形状の主巻鉄心（1）と、その4つの辺に曲率をもって積層された珪素鋼板を有し、前記主巻鉄心（1）の面両側の珪素鋼板は、額縁状に積層された珪素鋼板よりなる積鉄心ユニットであって、前記主脚の、巻線（5）が配された部分の断面を略円形状としたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

40

本発明によれば、大形のアモルファス磁性薄帯巻鉄心を用いた変圧器であっても鉄損増加を低く抑えることができる。また、積鉄心ユニットは珪素鋼板を積層して形成するため、漏れ磁束により発生する損失を低く抑えることができる。さらに、鉄心の占積率を高くすることができ（すなわち占積率を1に近い値にすることができるので）、電線のコストを抑えることで、経済的な変圧器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1の実施例における、変圧器の概略構造を示す水平断面図である。

【図2】第1の実施例における、珪素鋼板を積層して形成した積鉄心ユニットを示す側面図である。

50

【図3】第1の実施例における、巻鉄心の概略構造を示す縦断面図である。

【図4】第1の実施例における、積鉄心ユニットの固定方法および巻鉄心の支持構造を示す水平断面図である。

【図5】第1の実施例における、巻鉄心の保持部材を示す図である。

【図6】第1の実施例における、巻鉄心の詳細な支持構造を示す縦断面図である。

【図7】第1の実施例における、仕切構造物を示す水平断面図である。

【図8】第1の実施例における、仕切構造物を示す縦断面図である。

【図9】第1の実施例における、変圧器主要部の製作・組立方法を示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

10

以下、実施例を図面を用いて説明する。なお、以下はあくまでも実施の例であって、発明の内容を下記具体的態様に限定することを意図する趣旨ではない。発明自体は、特許請求の範囲の記載を満たす範囲内で種々の態様に變形することが可能である。

【実施例1】

【0019】

本実施例では、油入単相変圧器の例を説明する。

【0020】

図1は、実施例1に係る変圧器の概略構造を示す水平断面図である。本実施例の変圧器の鉄心は、アモルファス磁性薄帯を巻回して形成した主巻鉄心1と、所定の幅に切断した珪素鋼板を巻回して形成した副巻鉄心2と、主巻鉄心1の側面両側に珪素鋼板を積層して額縁状、すなわち、階段状にずらして積層し曲率をもたせた状態に形成した一対の積鉄心ユニット3で構成される。

20

【0021】

以上の構成により、本実施例の鉄心の主脚は、アモルファス磁性薄帯を巻回してなる断面四角形状の主巻鉄心1と、その4つの辺に曲率をもって積層された珪素鋼板を有し、主脚の巻線5が配された部分の断面を略円形状とするものである。

【0022】

図1において、中央に主脚（C1～C4で構成される主巻鉄心1、副巻鉄心2、及び積鉄心ユニット3で構成される。）が設けられ、その両側に側脚（C1、C2又はC3、C4で構成される主巻鉄心1、副巻鉄心2、及び積鉄心ユニット3で構成される。）が設けられる。主脚の周囲には巻線5が配置される。図1には示されないが、主脚と側脚をつなぐ部分が継鉄を構成する（図2、図3参照）。

30

【0023】

なお、図1において、主巻鉄心1はC1及びC2（又は、C3及びC4）のように2つのアモルファス磁性薄帯を用いて構成しているが、これは、変圧器が大型である場合の作業性を考慮した構成であり、それぞれ1つのアモルファス磁性薄帯により一体の鉄心構成することも可能である。

【0024】

主巻鉄心1と副巻鉄心2の主脚部を囲むように巻線5が配置される。巻線5は、図では省略するが、同心状に巻回された1次巻線と2次巻線で円柱状に構成される。前記鉄心と巻線5は、タンク40内に収納され、タンク内は絶縁および冷却のため鉱油50が注入される。以下の説明では、タンクおよび鉱油についての説明は省略する。

40

【0025】

図2は、珪素鋼板を積層して形成した積鉄心ユニット3を示す側面図である。積鉄心ユニット3は、珪素鋼板を所定の形状に切断したものを積層して形成したものであり、額縁状の構造、すなわち、階段状にずらして積層し曲率をもたせた状態となっている。

【0026】

積鉄心ユニット3は、積鉄心ユニット主脚部31、積鉄心ユニット継鉄部32、積鉄心ユニット側脚部33で構成される。積鉄心ユニット主脚部31には、巻線5が巻回されている。積鉄心ユニット3の水平断面形状は円形に近い形状をしており、鉄心占積率向上に

50

効果がある。

【0027】

図3は巻鉄心の概略構造を示す縦断面図である(図1のIII-III断面)。巻線5の周囲に副巻鉄心2が配置され、さらにその副巻鉄心2の外周に主巻鉄心1が配置されている。III-III断面での主巻鉄心1はレーストラック状であるが、図3の水平断面(I-I断面)は、四角形状である(図1参照)。

【0028】

図では省略しているが、主巻鉄心1、及び副巻鉄心2の上部には、ラップ部が設けられている。巻線設置時には、主巻鉄心1、副巻鉄心2の該当する全てのラップを開放し、巻線を挿入した後、全てのラップを閉じる作業を行う。

10

【0029】

次に、積鉄心ユニット3の固定方法や主巻鉄心1の支持方法について説明する。図4は積鉄心ユニットの固定方法および巻鉄心の支持構造を示す水平断面図である。図5は巻鉄心の保持部材を示す図である。図6は、巻鉄心の支持構造の詳細を示す縦断面図である。

【0030】

積鉄心ユニット3のうち、積鉄心ユニット主脚部31、積鉄心ユニット側脚部33、および下部の積鉄心ユニット継鉄部32は、図6に示すように、下部鉄心保持部材7および脚保持部材4に積鉄心固定部材11(例えば、ボルト等)を用いて固定される。

【0031】

所定の構造物を付加された一对の積鉄心ユニットは、積鉄心ユニット支柱8、連結構造物9、仕切構造物10により、重量物を支持可能な構造物となる。なお、連結構造物9の主巻線側にはプレスボード(不図示)が設けられており、機械的に脆いアモルファス材により構成される主巻鉄心1を機械的に保護している。

20

【0032】

図6に示すように、積鉄心ユニット支柱8の上部には、上部鉄心保持部材6が固定される。一对の上部鉄心保持部材6の間に上部の積鉄心ユニット継鉄部32配置し、上部鉄心保持部材固定部61(図4参照)で締付けることにより、上部積鉄心ユニット継鉄部32を強固に固定できる。また、上部鉄心保持部材6により、上部の積鉄心ユニット継鉄部32を介して主巻鉄心1の上部を挟み込むように保持する。

【0033】

図4、5、6に示すように、上部鉄心保持部材6には、保持部材張出部12が設けられており、巻鉄心保持部材20は各部材(詳細は後述)を介して、保持部材張出部12に固定されている。なお、保持部材張出部12上には高さ調節機構23が設けられ、巻鉄心保持部材20の高さ位置を調整できる。

30

【0034】

巻鉄心保持部材20は、図5に示すように、横固定部材21、縦固定部材22を経て、上部鉄心保持部材6に設けられた保持部材張出部12に固定される。巻鉄心保持部材20の高さ位置は、高さ調節機構23で主巻鉄心の鉄損を低減するよう調整された後、所望の位置で固定される。巻鉄心保持部材20、横固定部材21、縦固定部材22は、非磁性材料で作製し、渦電流による損失の発生を抑制している。

40

【0035】

巻鉄心保持部材20は珪素鋼板による主巻鉄心1の内側に配置され、主巻鉄心1をつりさげるような状態で主巻鉄心1を支持する。こうすることで、アモルファス材で構成された主巻鉄心1には過剰な締付け力を加えることがないため、鉄心に生じる鉄損を低減することが可能となる。

【0036】

図1のIII-III断面において、主巻鉄心については、2つの巻鉄心(C2, C4)が隣接することになるが、鉄心の保護と冷却特性向上のため、2つの主巻鉄心の間に仕切構造物10を設けている(図4参照)。

【0037】

50

図7は仕切構造物10を示す水平断面図であり、図8はその縦断面図である。仕切構造物10は、一定間隔で配置した仕切横構造物101の両側に縦長の仕切縦構造物102を一定間隔で設け、仕切縦構造物102の巻鉄心側にプレスボード103を設けたものである。この構造によれば、隣接する主巻鉄心間に冷却流路が形成され、十分な鉄心の冷却が可能である。

【0038】

つぎに、本実施例の変圧器の製作・組立方法を説明する。図9は変圧器主要部の製作・組立方法を示す流れ図である。

【0039】

まず、アモルファス磁性薄帯を複数重ねて巻回して形成した巻鉄心を製作し、焼鈍を行う。更に、珪素鋼板を所定の寸法に切断、巻回して巻鉄心を製作する(301)。アモルファス磁性薄帯による巻鉄心が主巻線1に、珪素鋼板による巻鉄心が副巻線2となる。

【0040】

一方、珪素鋼板を所定の寸法に切断し、図2に示すような額縁状に積層することで、積鉄心ユニット3を製作する(302)。さらに、上部継鉄部を除く、積鉄心ユニット3に、下部保持部材7、積鉄心ユニット支柱8、連結構造物9等を装着する(303)。

【0041】

工程303で作製した構造物に、主巻鉄心1を挿入し、そのラップ部を開放する(304)。さらに、ラップ部が開放された主巻鉄心1の内側に副巻鉄心2を挿入し、そのラップ部を開放する(305)。その後、巻線5を挿入する(306)。

【0042】

次に、副巻鉄心2の開放していたラップを閉じ(307)、主巻鉄心1については、巻鉄心保持部材20を挿入した後、開放していたラップを閉じる(308)。

【0043】

その後、積鉄心ユニット3の継鉄部について、所定の寸法に切断しておいた珪素鋼板を挿入する(309)。さらに、上部鉄心保持部材6(図6参照)を装着する(310)。

【0044】

上部鉄心保持部材6の保持部材張出部12に設けられている高さ調節機構23を用いて、巻鉄心保持部材20の高さを調整することにより、アモルファス磁性薄帯からなる主巻鉄心1の鉄損を最小化する位置で固定する(311)。

【0045】

本実施例によれば、円筒形状の巻線に囲まれた、主巻鉄心と副巻鉄心と積鉄心ユニットの水平断面形状がほぼ円形となっているため、アモルファス磁性薄帯による巻鉄心を複数組み合わせる鉄心を形成した場合(水平断面四角形状の場合)に比較して、鉄心占積率は25%程向上する効果がある。

【0046】

さらに、アモルファス磁性薄帯による巻鉄心は、珪素鋼板のみで鉄心を構成した場合に比較して騒音がやや大きいことが知られているが、本実施例の構造では、アモルファス磁性薄帯による巻鉄心の周囲の多くが珪素鋼板積鉄心ユニットで覆われているため、アモルファス磁性薄帯による巻鉄心だけで鉄心を構成する場合に比較して、騒音を低く抑えられる利点がある。

【0047】

本実施例では、副巻鉄心2は珪素鋼板で形成しているが、鉄心の寸法によっては、副巻鉄心2をアモルファス磁性薄帯で形成してもよい。この場合は、珪素鋼板を用いる場合と比べて鉄損を低減できる利点がある。なお、本実施例は、単相変圧器について説明したが、三相変圧器についても適用することが可能である。

【符号の説明】

【0048】

1・・・主巻鉄心、2・・・副巻鉄心、3・・・積鉄心ユニット、4・・・脚保持部材
脚保持部材5・・・巻線、6・・・上部鉄心保持部材、7・・・下部鉄心保持部材、8・

10

20

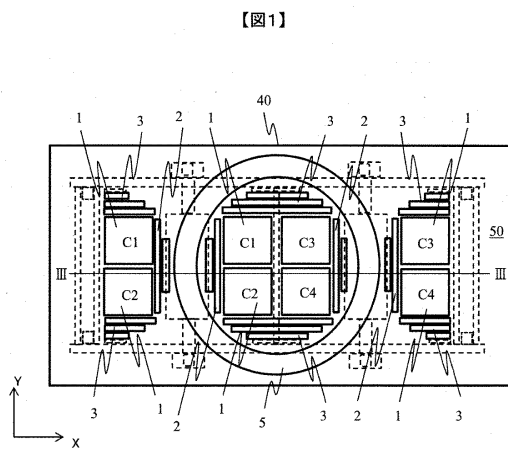
30

40

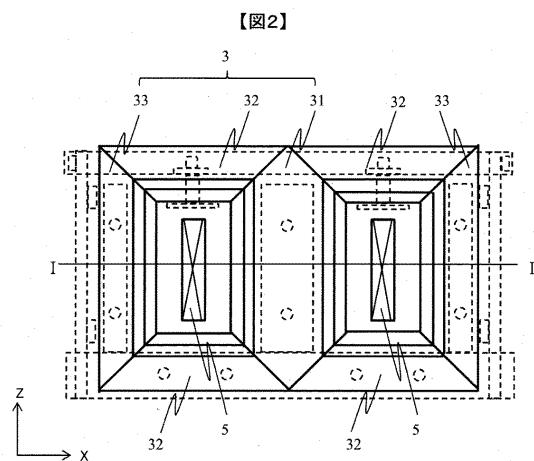
50

・・積鉄心ユニット支柱、９・・・連結構造物、１０・・・仕切構造物、１１・・・積鉄心固定部材、１２・・・保持部材張出部、２０・・・巻鉄心保持部材、２１・・・横固定部材、２２・・・縦固定部材、２３・・・高さ調整機構、３１・・・積鉄心ユニット主脚部、３２・・・積鉄心ユニット継鉄部、３３・・・積鉄心ユニット側脚部、４０・・・タンク、５０・・・鉱油、６１ 上部鉄心保持部材固定部、１０１・・・仕切横構造物、１０２・・・仕切縦構造物、１０３・・・プレスボード

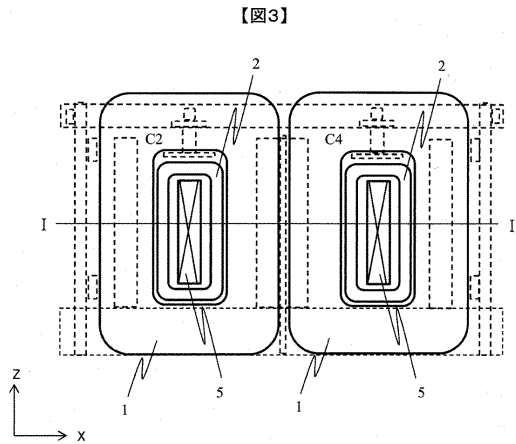
【図１】



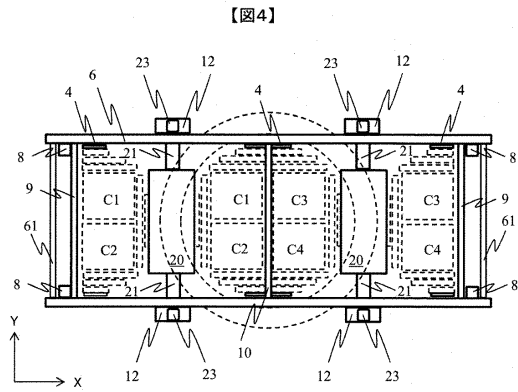
【図２】



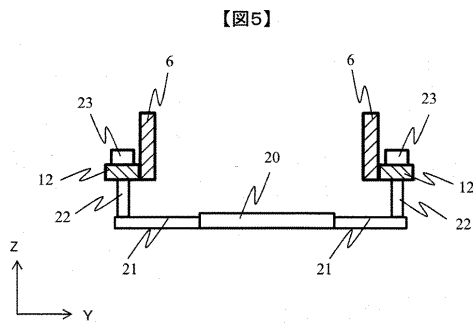
【図 3】



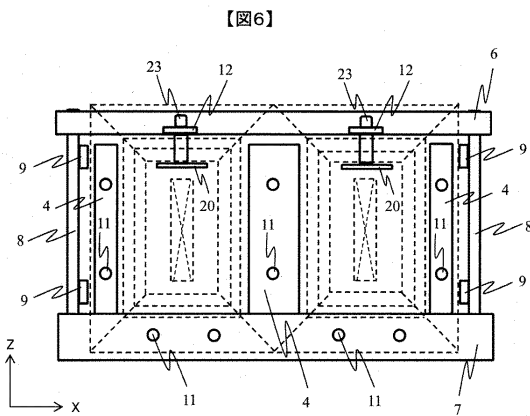
【図 4】



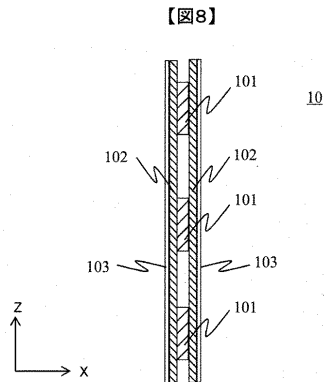
【図 5】



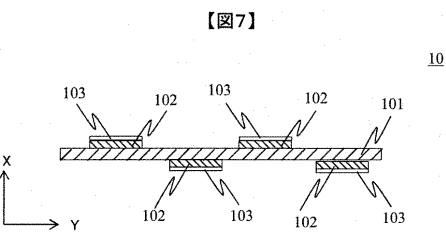
【図 6】



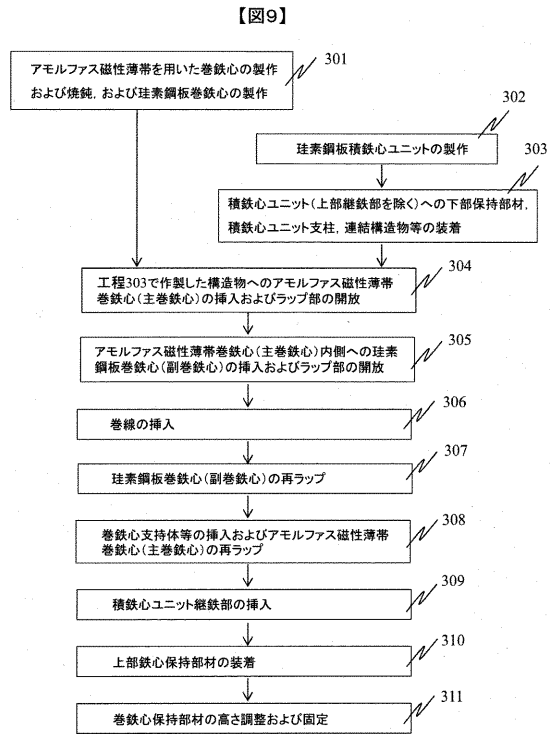
【図 8】



【図 7】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 山岸 明

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

審査官 池田 安希子

(56)参考文献 登録実用新案第3097268(JP, U)

特開昭57-143808(JP, A)

特開2012-069943(JP, A)

実開昭62-002224(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 27/24

H01F 27/25

H01F 30/10