

(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2020-43217

(P2020-43217A)

(43) 公開日 令和2年3月19日 (2020.3.19)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H O 1 F 27/36	(2006.01)	H O 1 F 27/36	1 5 1		5 E 0 5 8
H O 1 F 27/02	(2006.01)	H O 1 F 27/02	Z		5 E 0 5 9
H O 1 F 30/12	(2006.01)	H O 1 F 30/12	G		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2018-169282 (P2018-169282)	(71) 出願人	000005234
(22) 出願日	平成30年9月11日 (2018.9.11)		富士電機株式会社
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
		(74) 代理人	100121083
			弁理士 青木 宏義
		(74) 代理人	100138391
			弁理士 天田 昌行
		(74) 代理人	100132067
			弁理士 岡田 喜雅
		(74) 代理人	100120444
			弁理士 北川 雅章
		(72) 発明者	富岡 章
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
			富士電機株式会社内
		Fターム (参考)	5E058 CC25
			5E059 BB06

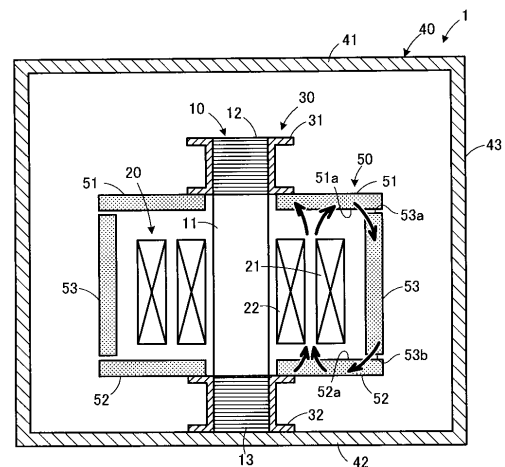
(54) 【発明の名称】 変圧器

(57) 【要約】

【課題】 漏れ磁束による損失を低減できる変圧器を提供する。

【解決手段】 変圧器 (1) は、鉄心 (10) と、鉄心の周りに巻回されて軸方向が鉛直方向に向けられた巻線 (20) と、鉄心及び巻線を収容するタンク (40) と、巻線から発生する磁束を遮蔽する磁気シールド (50) とを備えている。磁気シールドは、巻線の上端側及び下端側に配置された上部シールド (51) 及び下部シールド (52) と、上下方向に沿って延出して巻線とタンクの側壁 (43) との間に配置された側部シールド (53) とを備えている。上部シールド及び下部シールドは、側部シールドの上端面 (53a) 及び下端部 (53b) に対向する対向面 (51a、52a) を備え、これら対向面と形成面とが近傍に配置される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鉄心と、前記鉄心の周りに巻回されて軸方向が上下方向に向けられた巻線と、前記鉄心及び前記巻線を収容するタンクと、前記巻線から発生する磁束を遮蔽する磁気シールドとを備えた変圧器であって、

前記磁気シールドは、前記巻線の上端側及び下端側に配置された上部シールド及び下部シールドと、上下方向に沿って延出して前記巻線と前記タンクの側壁との間に配置された側部シールドとを備え、

前記上部シールド及び前記下部シールドは、前記側部シールドの形成面に対向する対向面を備え、該対向面と該形成面とが近傍に配置されることを特徴とする変圧器。

10

【請求項 2】

前記磁気シールドは、前記上部シールド、前記側部シールド、前記下部シールドの順序で、または、該順序と逆の順序で前記巻線から発生した磁束を流す磁束経路を形成することを特徴とする請求項 1 に記載の変圧器。

【請求項 3】

前記巻線は口出し部を備え、

前記上部シールド及び前記下部シールドは前記鉄心を挟む両側に配置され、且つ、該鉄心側に位置して相対する相対面をそれぞれ備え、

前記口出し部は少なくとも 1 つが該両側の前記上部シールドの前記相対面が位置する面の間または前記下部シールドの前記相対面が位置する面の間に配置されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の変圧器。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変圧器に関し、特に、巻線から発生する漏れ磁束がタンク等に入射することをシールドで抑制することができる変圧器に関する。

【背景技術】

【0002】

変圧器は、電磁誘導を利用して交流電力の電圧を変換する機器であり、磁気回路を構成する鉄心と、電気回路を構成する巻線とがタンク内に収容されて構成される。また、変圧器にあっては、鉄心や巻線を締め付ける際に使用されるフレーム等の構造物が、巻線の軸方向両側に設けられる。変圧器の運転時には、巻線からタンク内部に漏れ磁束が発生する。この漏れ磁束が鎖交するタンク壁では渦電流が生じ、タンク壁での局部過熱等の渦電流損失が発生する。このようなタンク壁での渦電流損失の発生を回避すべく、特許文献 1 に開示されるように、タンク壁の内面に沿って磁気シールドを設け、磁気シールドに漏れ磁束を誘導している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 6-69050 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 にあっては、磁気シールドによってタンク壁に入射する漏れ磁束の量を抑制するよう設けられる。一方、フレーム等の構造物もタンクと同様に漏れ磁束が入射すると渦電流損失が発生する。巻線から漏れる磁束は、巻線の半径方向外側であるタンク側のみならず、半径方向内側の鉄心側にも向かうので、漏れ磁束の進行方向で鉄心の手前にあるフレーム等の構造物に入射する。特許文献 1 の磁気シールドはタンク壁の内面に沿って位置するので、フレーム等の構造物に入射する漏れ磁束をあまり抑制できず、渦電流損失を低減することが困難になる、という問題がある。

50

【0005】

また、漏れ磁束による渦電流損失を抑制するため、本発明者は、種々の試行錯誤を繰り返して鋭意検討した結果、漏れ磁束が入射する磁気シールドの位置関係が影響を及ぼすことを知見した。この知見に基づき、本発明者は、以下に述べる構成によって、タンクだけでなくタンク以外の構造物でも漏れ磁束による損失をより良く低減できる技術を発明した。

【0006】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、漏れ磁束による損失を低減することができる変圧器を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明における一態様の変圧器は、鉄心と、前記鉄心の周りに巻回されて軸方向が上下方向に向けられた巻線と、前記鉄心及び前記巻線を収容するタンクと、前記巻線から発生する磁束を遮蔽する磁気シールドとを備えた変圧器であって、前記磁気シールドは、前記巻線の上端側及び下端側に配置された上部シールド及び下部シールドと、上下方向に沿って延出して前記巻線と前記タンクの側壁との間に配置された側部シールドとを備え、前記上部シールド及び前記下部シールドは、前記側部シールドの形成面に対向する対向面を備え、該対向面と該形成面とが近傍に配置されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、巻線とタンクの側壁との間に側部シールドを設け、更に巻線の上下両側に上部シールド及び下部シールドを設けたので、巻線を上下の両方向と側方から囲う位置に磁気シールドを配置することができる。これにより、巻線からタンクに向かう漏れ磁束だけでなく、巻線の上下両側に位置するフレーム等の金属構造物に向かう漏れ磁束を遮蔽でき、広範囲に亘って渦電流及び渦電流損失の発生を抑制することができる。また、側部シールドの形成面と上部シールド及び下部シールドの対向面とが近傍配置されるので、それらの間を跨いで流れる磁束が漏れ難くなり、磁気シールド全体として磁束を効率良く流して損失の発生を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施の形態に係る変圧器の要部を示す側面図である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】本実施の形態に係る変圧器の磁束の流れの説明図である。

【図4】変形例に係る変圧器の図2と同様の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の一実施の形態に係る変圧器について、添付の図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下においては、本発明を油入変圧器に適用する場合について説明する。しかしながら、本発明の適用対象は、油入変圧器に限定されるものではなく適宜変更が可能である。例えば、乾式変圧器（例えば、モールド変圧器、H種乾式変圧器等）や、ガス絶縁変圧器に適用することもできる。

【0011】

図1は、本実施の形態に係る変圧器の要部を示す側面図であり、図2は、図1のA-A線断面図である。図1及び図2に示すように、変圧器1は、磁気回路を構成する鉄心10と、電気回路を構成する巻線20と、鉄心10及び巻線20を支持するフレーム部30と、これら鉄心10、巻線20及びフレーム部30を収容するタンク40とを含んで構成されている。図1においては、直線上に配置された3つの巻線20に挿入した鉄心10の一部を上下一対のフレーム部30（31、32）に固定した3相3脚構造の変圧器1を示している。なお、本発明の適用対象となる変圧器の構造については、これに限定されるものではなく、3相5脚構造等の任意の構造を有する変圧器1に適用可能である。

10

20

30

40

50

【0012】

鉄心10は、電磁鋼板を積層及び接合する構成を例示でき、3本の脚部11と、脚部11の上下位置に接合される上ヨーク部12及び下ヨーク部13とを備えている。

【0013】

3本の脚部11の周りに巻線20がそれぞれ巻回されて配置されている。巻線20は、外側巻線21及び内側巻線22（図2では不図示）が同心に配置されている。外側巻線21及び内側巻線22は、銅やアルミニウム等の導体を絶縁物で被覆してから、コイル状に複数ループ巻回されて形成される。ここで、巻線20の軸方向とは、円筒状となる巻線20の中心軸位置が延在する方向であり、図1における上下方向となる。巻線20は、不図示のスペーサ部材を介してフレーム部30（31、32）との間で位置決めされている。巻線20の上下両側には、外側巻線21及び内側巻線22に接続される配線が延在する口出し部23（図2では不図示）が設けられる。なお、口出し部23は、巻線20の上下両側の何れか一方に設けられるようにしてもよい。

10

【0014】

フレーム部30は、鉄心10の上端部に設けられた上部フレーム31と、鉄心10の下端部に設けられた下部フレーム32とを備えている。

【0015】

上部フレーム31及び下部フレーム32は、鉄心10の図2中左右両側にそれぞれ設けられ、鉄心10の上部領域が一对の上部フレーム31によって、鉄心10の下部領域が一对の下部フレーム32によって挟み込まれるようにして支持される。各フレーム31、32は、断面がコ字状（U字状）に形成されて長手方向に延出する鋼材や板金加工材等の金属構造物により構成される。

20

【0016】

タンク40は、鉄心10及び巻線20の上下に位置する頂壁41及び底壁42と、頂壁41及び底壁42の外周間で上下方向に延出する複数の側壁43と、を備えた鉄製の箱状に形成されている。本実施の形態の変圧器1は、タンク40内に不図示の絶縁油が満たされる油入変圧器であり、鉄心10、巻線20及びフレーム部30がタンク40内にて絶縁油に含浸した状態となっている。

【0017】

図3は、本実施の形態に係る変圧器の磁束の流れの説明図であり、図2における磁気シールドを省略して図示している。図3に示すように、変圧器1にあっては、運転時に巻線20から漏れ磁束が発生し、かかる漏れ磁束がタンク40やフレーム部30に向かって入射する方向に流れるようになる（図3の太線矢印で図示。なお、図3中左半部は図示省略）。具体的には、巻線20からの漏れ磁束は、巻線20の半径方向外側と内側へ回り込むような向きとなり、半径方向外側ではタンク40の側壁43側へ、半径方向内側では上部フレーム31側へ向かって入射するようになる。漏れ磁束の入射によって、タンク40やフレーム部30に発生する渦電流損等の漂遊損や局部過熱による損失を回避或いは抑制する必要がある。そこで、本実施の形態の変圧器1は、図1及び図2に示すように、巻線20を上下両側と側方とから囲うように磁気シールド50を配置している。

30

【0018】

磁気シールド50は、3体の巻線20それぞれに同様に設けられ、ここでは、1体の巻線20に設けられた磁気シールド50について説明する。

40

【0019】

磁気シールド50は、巻線20からの磁束を遮蔽及び誘導できるものであれば特に限定されるものでないが、透磁率が数千～数万の範囲にある珪素鋼板等の磁性体によって形成されている。磁気シールド50は、巻線20の上端側に配置された上部シールド51と、巻線20の下端側に配置された下部シールド52と、巻線20の側方に配置された側部シールド53とを備えている。

【0020】

図1の左右方向において、磁気シールド50の幅は、巻線20の幅から鉄心10の脚部

50

11の幅を差し引いて $1/2$ を乗じた値より小さく形成されている。従って、磁気シールド50は、脚部11の左右両端から離れつつ巻線20の左右両端から外方にはみ出さない位置及び幅に設けられている。

【0021】

上部シールド51は、巻線20の上端側と上部フレーム31との間に水平方向に向けられて配置される。本実施の形態では、上部シールド51は、図1にて鉄心10の脚部11を挟む両側に配置され、且つ、図2にて鉄心10を挟む両側に配置されている。従って、上部シールド51は、巻線20の上方4箇所位置に配置されている。上部シールド51にて内側（脚部11側）の端部は、上部フレーム31の下方に重なる位置に配設されているが、漏れ磁束の流れ等に応じて上部フレーム31の下方に重ならないようにしてもよい。上部シールド51にて外側（脚部11と反対側）の端部は、巻線20の外方端よりはみ出る位置に配設されている。

10

【0022】

下部シールド52にあっても、上部シールド51と同様に形成、配設されるものである。具体的には、下部シールド52は、巻線20の下端側と下部フレーム32との間に水平方向に向けられて配置される。下部シールド52は、図1にて鉄心10の脚部11を挟む両側に配置され、且つ、図2にて鉄心10を挟む両側に配置されている。従って、下部シールド52は、巻線20の下方4箇所位置に配置されている。下部シールド52にて内側の端部は、下部フレーム32の上方に重なる位置に配設されているが、漏れ磁束の流れ等に応じて下部フレーム32の上方に重ならないようにしてもよい。下部シールド52にて外側の端部は、巻線20の外方端よりはみ出る位置に配設されている。

20

【0023】

側部シールド53は、巻線20とタンク40の側壁43との間で上下方向に沿って延出して配置され、且つ、上部シールド51及び下部シールド52の外側の端部間を連結する位置に設けられている。従って、側部シールド53においても、図1にて鉄心10の脚部11を挟む両側に配置され、且つ、図2にて鉄心10を挟む両側に配置されている。

【0024】

側部シールド53の形成面となる上端面53aは、上部シールド51の下面となる対向面51aに対向するように配置されている。言い換えると、上部シールド51の対向面51aと、側部シールド53の上端面53aとが若干の隙間を介して近傍に配置されている。また、側部シールド53の形成面となる下端面53bは、下部シールド52の上面となる対向面52aに対向するように配置されている。言い換えると、下部シールド52の対向面52aと、側部シールド53の下端面53bとが若干の隙間を介して近傍に配置されている。

30

【0025】

側部シールド53と、上部シールド51及び下部シールド52との間の上述した隙間には、絶縁物となる所定の樹脂材等を介在させてもよいし、タンク40内の絶縁油だけが存在する状態としてもよい。

【0026】

なお、上部シールド51は上部フレーム31に、下部シールド52は下部フレーム32等に絶縁体となる不図示の支持構造物を介して支持されている。また、側部シールド53は、タンク40の側壁43に不図示の支持構造物を介して支持されたり、不図示のスタンドを介して底壁42上に立設されたりする他、上部シールド51及び下部シールド52に支持されるようにしてもよい。

40

【0027】

このように磁気シールド50を形成及び配置することで、巻線20から矢印で示すように漏れ磁束が発生しても、漏れ磁束が上部シールド51に引き寄せられて誘導される。上部シールド51では、巻線20から漏れ磁束の向きに沿うように外側に向かって漏れ磁束が通過した後、対向面51aから近傍に位置する側部シールド53の上端面53aに漏れ磁束が跨って通過するようになる。側部シールド53では、上から下に向かって漏れ磁束

50

が通過した後、下端面 5 3 b から近傍に位置する下部シールド 5 2 の対向面 5 2 a に漏れ磁束が跨って通過するようになる。そして、下部シールド 5 2 では漏れ磁束が内側に向かって通過して巻線 2 0 の下端側に入射されるようになる。このように、磁気シールド 5 0 にあっては、上部シールド 5 1、側部シールド 5 3、下部シールド 5 2 の順序で巻線 2 0 から発生した漏れ磁束を通過させる磁束経路を形成する。なお、巻線 2 0 からの漏れ磁束の向きが上下反転した向きであれば、磁束経路を形成する順序は上述の順序と逆になる。

【0028】

上記実施の形態によれば、側部シールド 5 3 だけでなく、上部シールド 5 1 及び下部シールド 5 2 を設けたので、タンク 4 0 だけでなく巻線 2 0 の上下に位置するフレーム部 3 0 への漏れ磁束の入射を抑制することができる。これにより、渦電流及び渦電流損失の発生を抑制できる範囲が拡大され、漏れ磁束による損失をより良く低減することができる。

10

【0029】

また、上部シールド 5 1、側部シールド 5 3、下部シールド 5 2 によって磁束経路を形成するので、巻線 2 0 から発生して透磁率の高い各シールド 5 1～5 3 を通過した後、該巻線 2 0 に戻る漏れ磁束を多くすることができる。これにより、タンク 4 0 やフレーム部 3 0 での渦電流及び渦電流損失の発生を抑制でき、これによっても、漏れ磁束による損失低減を図ることができる。

【0030】

また、側部シールド 5 3 の上端面 5 3 a 及び下端面 5 3 b と、上部シールド 5 1 の対向面 5 1 a 及び下部シールド 5 2 の対向面 5 2 a とが近傍配置されるので、それらの間を跨いで流れる漏れ磁束が各シールド 5 1～5 3 の外部に漏れ難くすることができる。これにより、磁気シールド 5 0 全体として磁束を効率良く通過させることができ、損失の発生をより良好に低減することができる。

20

【0031】

また、上部シールド 5 1 及び下部シールド 5 2 の長さを短くすることで、側部シールド 5 3 と巻線 2 0 とを近付けることができる。このように近付けることで、巻線 2 0 から発生する漏れ磁束を効率良く遮蔽することができ、これによっても、漏れ磁束による損失低減を図ることができる。

【0032】

また、図 1 にて口出し部 2 3 の左右両側に離れた位置に上部シールド 5 1 及び下部シールド 5 2 を配置している。これを詳述すると、図 1 中左右両側の上部シールド 5 1 は、鉄心 1 0 側に位置して相対する相対面 5 1 c を備え、左右の相対面 5 1 c が位置する面の間に口出し部 3 2 が配置される。また、図 1 中左右両側の下部シールド 5 2 は、鉄心 1 0 側に位置して相対する相対面 5 2 c を備え、左右の相対面 5 2 c が位置する面の間に口出し部 3 2 が配置される。これにより、各シールド 5 1、5 2 と口出し部 2 3 との絶縁距離を容易に確保することができる。

30

【0033】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。上記実施の形態において、添付図面に図示されている大きさや形状、向きなどについては、これに限定されず、本発明の効果を発揮する範囲内で適宜変更することが可能である。その他、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施することが可能である。

40

【0034】

上記実施の形態では、本発明を変圧器に適用した構成について説明したが、上述した作用効果が得られるのであれば、他の電力用静止器や電力変換装置に適用することも可能である。

【0035】

また、上記実施の形態にて図示した内容は、説明用に模式的に表したものであり、上述した作用効果を発揮できれば、鉄心 1 0 や巻線 2 0、フレーム部 3 0、タンク 4 0 の形状等について変更してもよい。

50

【0036】

また、磁気シールド50の位置や形状は、上記実施の形態と同様の機能を発揮する限りにおいて、種々の変更が可能である。

【0037】

例えば、図2にて脚部11を挟んで左右に位置する2本の上部シールド51を、鉄心10の上ヨーク部12の下方を通過して一体となるように形成してもよく、下部シールド52においても同様である。

【0038】

また、上記実施の形態では、側部シールド53に対して隙間を介して上部シールド51及び下部シールド52を設けたが、それらを一体に形成してコ字状（U字状）部材により磁気シールド50を形成してもよい。更に、脚部11を挟んで左右に位置する2本の上部シールド51、下部シールド52も一体化することでロ字状部材により磁気シールド50を形成してもよい。

10

【0039】

また、図4に示すように、上部シールド51及び下部シールド52の外方端面51b、52bに、側部シールド53の形成面となる側面53cが対向しつつ近傍に配置されるようにしてもよい。この場合、外方端面51b、52bが側部シールド53の側面53cに対向する対向面とされる。また、上部シールド51と側部シールド53、下部シールド52と側部シールド53の位置関係としては、一方の端面に対向するように他方の側面を配置するような構成としていればよく、左右や上下で異なる配置を組み合わせてもよい。

20

【符号の説明】

【0040】

- 1 変圧器
- 10 鉄心
- 20 巻線
- 40 タンク
- 43 側壁
- 50 磁気シールド
- 51 上部シールド（磁束経路）
- 51a 対向面
- 52 下部シールド（磁束経路）
- 52a 対向面
- 53 側部シールド（磁束経路）
- 53a 上端面（形成面）
- 53b 下端面（形成面）

30

