

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5317930号
(P5317930)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 F 27/36 (2006.01) H O 1 F 27/36 M

請求項の数 8 (全 8 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2009-255619 (P2009-255619) | (73) 特許権者 | 502129933 |
| (22) 出願日 | 平成21年11月9日(2009.11.9) | | 株式会社日立産機システム |
| (65) 公開番号 | 特開2011-100904 (P2011-100904A) | | 東京都千代田区神田練塀町3番地 |
| (43) 公開日 | 平成23年5月19日(2011.5.19) | (74) 代理人 | 110000350 |
| 審査請求日 | 平成23年11月29日(2011.11.29) | | ポレール特許業務法人 |
| | | (72) 発明者 | 松尾 尚英 |
| | | | 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 林 則行 |
| | | | 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静止誘導電器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁性鉄心と、この磁性鉄心の周囲に装着された円筒型低圧巻線と、この円筒型低圧巻線の外周に隙間を介し同心的に複数層形成した円筒型高圧巻線と、これらを収納する収納タンクとを備えた静止誘導電器において、前記円筒型高圧巻線と電位差のある部材との間に前記磁性鉄心の周方向に不連続となる導電性シールド材を絶縁材によって支持して配置すると共に、この導電性シールド材を前記円筒型高圧巻線の長手方向全長に亘って対向させ、前記導電性シールド材と前記円筒型高圧巻線との間隔は、前記円筒型高圧巻線の各層間の間隔よりも狭く形成されていることを特徴とする静止誘導電器。

【請求項2】

前記導電性シールド材は、前記円筒型低圧巻線と前記円筒型高圧巻線との間に設置されていることを特徴とする請求項1記載の静止誘導電器。

【請求項3】

前記導電性シールド材は、前記円筒型高圧巻線と前記収納タンクとの間に設置されていることを特徴とする請求項1記載の静止誘導電器。

【請求項4】

前記導電性シールド材は、前記円筒型高圧巻線の長さを超える範囲に延在されていることを特徴とする請求項請求項1～3のいずれかに記載の静止誘導電器。

【請求項5】

前記導電性シールド材の前記円筒型高圧巻線の長さを超えた部分は、前記円筒型高圧巻

線の巻線導体角部の曲率半径よりも大きな曲率半径で巻線導体側に折り曲げて電界緩和部を形成していることを特徴とする請求項 4 記載の静止誘導電器。

【請求項 6】

前記導電性シールド材は、薄板状あるいは箔状の導電体、金属細線の編組線、あるいは基板に塗装された導電性塗料であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の静止誘導電器。

【請求項 7】

前記円筒型低圧巻線は、シート状導体であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の静止誘導電器。

【請求項 8】

磁性鉄心と、この磁性鉄心の周囲に装着された円筒型低圧巻線と、この円筒型低圧巻線の外周に隙間を介し同心的に複数層形成した円筒型高圧巻線と、これらを収納する収納タンクとを備えた静止誘導電器において、前記円筒型高圧巻線の内周と前記円筒型低圧巻線の外周との間に前記磁性鉄心の周方向に不連続となる導電性シールド材を絶縁材によって支持して配置すると共に、この導電性シールド材を前記円筒型高圧巻線の長手方向全長に亘って対向させ、かつ、前記導電性シールド材と前記円筒型高圧巻線との間隔は、前記円筒型高圧巻線の各層間の間隔よりも狭く形成したことを特徴とする静止誘導電器。

【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等の静止誘導電器に係り、特に、静止誘導巻線に対してサージ保護対策を施している静止誘導電器に関する。

【背景技術】

【0002】

変圧器等の静止誘導電器において、故障や破損に至る原因のうち最も多いものは、雷等によって発生した過電圧（サージ）が侵入した結果、静止誘導電器を構成する静止誘導巻線内部に絶縁耐力以上の過電圧が過渡的に生じ、絶縁破壊に至るというものである。サージ侵入に対して静止誘導巻線内部に発生する過渡過電圧（電位振動）は、静止誘導巻線内部の全静電容量 K に対する巻線の全対地静電容量 C の比率の平方根で表される $= ((C / K) \text{ の平方根 })$ の値が小さいほど、その最大値が小さくなるため、電位振動を抑制する方法としては、静止誘導巻線内部の静電容量を増やす方法が一般的に用いられる。

【0003】

静止誘導電器の静止誘導巻線内部の静電容量を増やす手段としては、導電性シールド材を使用して電位の離れた巻線導体同士を静電結合させ、等価的に静電容量を増加させる方法がよく用いられる。

【0004】

導電性シールド材による静止誘導巻線内部の静電容量増加方法としては、図 5 に示すように、磁性鉄心 1 と、この磁性鉄心 1 の外周に巻装された円筒型低圧巻線 2 と、この円筒型低圧巻線 2 の外周に隙間を介して複数層同心的に高圧巻線層 3 A ~ 3 D を形成した円筒型高圧巻線 3 と、これらを一括収納する収納タンク 4 とを有する変圧器において、例えば、線路端 3 T と接続している高圧巻線層 3 A の内周側に隙間を介して、線路端 3 T と電氣的に直接接続された導電性シールド材 5 を配置している。

【0005】

尚、関連する技術として特許文献として特許文献 1 が存在する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開昭 63 - 209112 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

上記背景技術に開示の変圧器においては、導電性シールド材 5 による円筒型高压巻線 3 内部の静電容量が増加するので、過渡過電圧を抑制することができる。しかしながら、導電性シールド材 5 を配置した円筒型高压巻線 3 の内径側に円筒型低压巻線 2 が存在するので、高压巻線層 3 A の線路端 3 T と同電位となる導電性シールド材 5 と円筒型低压巻線 2 との絶縁距離を確保しなければならず、その結果、円筒型高压巻線 3 と円筒型低压巻線 2 間の間隔が広くなり、その分、円筒型高压巻線 3 の外径寸法が増大し、変圧器全体を大型化する問題点があった。

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、静止誘導巻線の外径寸法の増大を抑制しつつ、過渡過電圧を抑制することができる静止誘導電器を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明は上記目的を達成するために、磁性鉄心の周囲に装着された円筒型低压巻線の外周に隙間を介し同心的に複数層形成した円筒型高压巻線と、前記円筒型高压巻線と電位差のある部材との間に前記磁性鉄心の周方向に不連続となる導電性シールド材を絶縁材によって支持して配置すると共に、この導電性シールド材を前記円筒型高压巻線の長手方向全長に亘って対向させ、前記導電性シールド材と前記円筒型高压巻線との間隔は、前記円筒型高压巻線の各層間の間隔よりも狭く形成して静止誘導電器を構成したのである。

【 0 0 1 0 】

20

上記構成とすることで、導電性シールド材は、静止誘導電器内のいずれの導電性部位とも電氣的に直接接続されておらず、導電性シールド材を配置している円筒型巻線と静電結合しているため、導電性シールド材の電位は、導電性シールド材と対向する範囲に位置する円筒型巻線の巻線導体電位の平均値となる。

【 0 0 1 1 】

その結果、導電性シールド材の電位は、円筒型巻線の線路電位よりも低くなり、導電性シールド材と対向する他巻線との絶縁距離を、導電性シールド材の電位が線路電位と同電位である場合に比べて小さくでき、円筒型巻線の外径寸法を縮小して静止誘導電器の小型化を図ることができる。

【発明の効果】

30

【 0 0 1 2 】

以上説明したように本発明によれば、静止誘導巻線の外径寸法の増大を抑制しつつ、導電性シールド材によって過渡過電圧を抑制することができる静止誘導電器を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明による静止誘導電器の第 1 の実施の形態を示す変圧器の概略縦断面図。

【図 2】第 1 の実施の形態の変形例を示す円筒型巻線の上端部近傍の拡大図。

【図 3】本発明による静止誘導電器の第 2 の実施の形態を示す変圧器の概略縦断面図。

【図 4】本発明による静止誘導電器の第 1 の実施の形態の作用を示す図 3 相当図。

40

【図 5】従来の変圧器を示す図 1 相当図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下本発明による静止誘導電器の第 1 の実施の形態を図 1 に示す変圧器に基づいて説明する。

【 0 0 1 5 】

変圧器は、磁性鉄心 1 と、この磁性鉄心 1 の外周に巻装された円筒型低压巻線 2 と、この円筒型低压巻線 2 の外周に間隔を介して配置され複数の円筒巻線層 3 A ~ 3 D を同心的に配置した円筒型高压巻線 3 と、これらを一括収納する収納タンク 4 とを備えている。

【 0 0 1 6 】

50

そして、前記円筒型低圧巻線 2 と円筒型高圧巻線 3 との間で、円筒型高圧巻線 3 の内径側に接近する位置に、筒状の導電性シールド材 5 を配置している。この導電性シールド材 5 は、前記磁性鉄心 1 の周方向に対して 1 ターンを形成しないような、言い換えれば、磁性鉄心 1 の周方向に不連続となる導電性シールド材 5 を図示しない絶縁材によって支持して配置している。即ち、導電性シールド材 5 に循環電流が流れないように、筒状の導電性シールド材 5 の周方向の少なくとも 1 箇所を切り欠いて分離させている。さらに、この導電性シールド材 5 は、円筒型高圧巻線 3 の長手方向（図 1 の場合、高さ方向）の全長に亘って対向するように配置している。

【 0 0 1 7 】

本実施の形態によれば、導電性シールド 5 が、円筒型高圧巻線 3 や変圧器のいずれの導電性部位とも電氣的に直接接続されていないので、かつ、前記円筒型低圧巻線 2 と円筒型高圧巻線 3 との間で、円筒型高圧巻線 3 の内径側に接近する位置に、筒状の導電性シールド材 5 を配置しているので、導電性シールド 5 の電位は、静電結合している円筒型高圧巻線 3 の最内径側に位置する円筒巻線層 3 A 内の長手方向の巻線導体の平均電位と等しくなる。その結果、導電性シールド 5 の効果によって、円筒型高圧巻線 3 の過渡過電圧（電位振動）が抑制されるため、その電位分布は線路端 3 T から接地端まで直線分布に近くなる。

【 0 0 1 8 】

導電性シールド 5 の電位が、静電結合している円筒型高圧巻線 3 の最内径側に位置する円筒巻線層 3 A 内の長手方向の巻線導体の平均電位と等しくなるので、当然、電位は線路端 3 T の電位よりも低くなり、導電性シールド材 5 と対向する円筒型低圧巻線 2 との電位差は、導電性シールド材 5 が線路端 3 T と電氣的に直接接続されて線路端 3 T と同電位となる場合に比べて小さくなる。その結果、導電性シールド材 5 と円筒型低圧巻線 2 の間に必要な絶縁距離を短くすることができる。

【 0 0 1 9 】

尚、導電性シールド材 5 と円筒巻線層 3 A との間には、大きな静電結合を生じさせる必要があるため、両者は近接配置させる必要がある。さらに、円筒巻線層 3 A , 3 B 間にも静電結合が生じるが、それと同程度以上の静電結合を導電性シールド材 5 と円筒巻線層 3 A の間に生じさせるため、導電性シールド材 5 と円筒巻線層 3 A との間の絶縁距離 W_1 は、円筒巻線層 3 A , 3 B の間の絶縁距離 W_2 以下にするのが適当である。また、導電性シールド材 5 の電位は円筒巻線層 3 A 内の長手方向（高さ方向）に隣接する巻線導体の電位の平均電位であり、導電性シールド材 5 と円筒巻線層 3 A の間の差電圧は、円筒巻線層 3 A , 3 B 間の差電圧の半分以下となるため、より好ましくは、絶縁距離 W_1 は絶縁距離 W_2 の半分程度が適切である。

【 0 0 2 0 】

ところで、導電性シールド材 5 の材料としては、シート状の薄板導体、箔状の導体、金属細線の編組線、絶縁物表面へ吹き付けまたは塗布された導電性塗料等が適当である。

【 0 0 2 1 】

さらに、第 1 の実施の形態においては、導電性シールド材 5 を円筒型高圧巻線 3 の長手方向に一体構造としているが、長手方向に複数に分割した構成であっても同様の効果が得られる。加えて、円筒状の導電性シールド材 5 を周方向に複数分割してもよく、これを長手方向に分割と組み合わせてもよい。

【 0 0 2 2 】

以上説明したように、第 1 の実施の形態によれば、導電性シールド材 5 と円筒型低圧巻線 2 との間に必要な絶縁距離を短くすることができ、その結果、高圧側円筒巻線 1 に発生する過電圧を抑制できるとともに、高圧側円筒巻線 1 と円筒型低圧巻線 2 との間の絶縁距離増加が抑制され、静止誘導電器の小型化が可能となる。

【 0 0 2 3 】

また、導電性シールド材 5 と、静止誘導電器内のいずれかの導電性部位とを電氣的に直接接続する必要がないため、導電性シールド材 5 の配置作業が簡略化でき、生産性の向上

10

20

30

40

50

を図ることができる。

【0024】

次に、第1の実施の形態の変形例を図2に基づいて説明する。

【0025】

本変形例において、円筒型高圧巻線3の内径側に位置する円筒巻線層3Aと間隔を介して対向する導電性シールド材6の長手方向寸法(高さ方向寸法)の両端に、円筒巻線層3Aの長手方向寸法(高さ方向寸法)を超えて延在する電界緩和部6Eを設けたのである。

【0026】

即ち、円筒巻線層3Aは絶縁層3bで被覆された巻線導体3aが巻回されて形成しており、巻線導体3aの断面を見ると、その断面角部は小曲率半径R1に形成されており、そこに電界が集中して絶縁層3bを劣化させ、強いては絶縁破壊させる虞があるために、周囲の構成部材(円筒型低圧巻線2や磁性鉄心1から延在する継鉄(図示せず))との間に所定の絶縁距離を確保していた。

10

【0027】

このような問題を解消するために、導電性シールド材6の長手方向寸法(高さ方向寸法)の両端に、円筒巻線層3Aの長手方向寸法(高さ方向寸法)を超えて延在し、巻線導体3aの断面角部の小曲率半径R1よりも大きな曲率半径R2とする電界緩和部6Eを設け、この電界緩和部6Eで円筒巻線層3Aの長手方向端部を間隔を介して覆ったのである。

【0028】

このように構成することで、巻線導体3aの断面角部に集中する電界を導電性シールド材6の電界緩和部6Eで緩和することができ、その結果、周囲の構成部材との絶縁距離を短縮することができ、変圧器の小型化を図ることができる。

20

【0029】

本変形例によれば、第1の実施の形態と同様な効果を奏することができると共に、変圧器の小型化を図ることができる。

その結果、円筒型低圧巻線2との間の絶縁距離、ならびに円筒巻線層3Aの上方に位置している鉄心ヨーク(図示していない)との間の絶縁距離を短くすることができる。

【0030】

図3は、本発明による静止誘導電器の第2の実施の形態を示す変圧器であり、第1の実施の形態と異なる構成は、円筒型低圧巻線2が複数のシート導体2A~2Cで構成されている点である。

30

【0031】

円筒型低圧巻線2をシート導体2A~2Cで構成した場合、変圧器稼動中に例えば最外周側のシート導体2Aに渦電流Iaが流れる。この渦電流Iaによって円筒型高圧巻線3側に向かう磁束(磁束反発力Faと記す)が生じ、この磁束反発力Faによって円筒型低圧巻線2と円筒型高圧巻線3との間を通過する漏洩磁束の一部を円筒型高圧巻線3側に押し出して円筒型高圧巻線3の長手方向端部に鎖交させることになる。しかしながら、円筒型高圧巻線3の長手方向端部における巻線導体に対する漏洩磁束の鎖交量が多くなると、円筒型高圧巻線3の漂遊損が増加し、変圧器性能を低下させることになる。

【0032】

40

しかしながら、本実施の形態においては、第1の実施の形態と同じように、円筒型高圧巻線3の内径側に導電性シールド材5が設置されているので、変圧器稼動中にシート導体2Aの渦電流Iaとは逆向きの渦電流Ibが導電性シールド材5に流れ、この渦電流Ibによって円筒型低圧巻線2側に向かう磁束(磁束反発力Fbと記す)を発生する。この導電性シールド材5による磁束反発力Fbがシート導体2Aによる磁束反発力Faを低減あるいは相殺することで、磁束反発力Faによる円筒型高圧巻線3の長手方向端部における漏洩磁束の鎖交量は低減され、円筒型高圧巻線3に発生する漂遊損を減少させて変圧器の性能を向上させることができる。ところで、導電性シールド材5が変圧器内のいずれの導電性部位とも電氣的に直接接続されていないことで、導電性シールド材5端部に流れる渦電流Ibは導電性シールド材5内部に限定されるため、渦電流Ibによる漂遊損の増加

50

は最小限に抑制される。

【 0 0 3 3 】

本実施の形態によれば、前述の実施の形態と同様な効果を奏するほか、円筒型高圧巻線 3 に発生する漂遊損を低減して変圧器の効率向上が可能となる。

【 0 0 3 4 】

図 4 は、図 1 に示す第 1 の実施の形態における円筒型高圧巻線 3 に対する漏洩磁束 の鎖交量が低減する効果を説明するものである。

【 0 0 3 5 】

即ち、円筒型低圧巻線 2 が円筒型高圧巻線 3 と同様に各巻線導体が絶縁されてディスク状に巻回されて形成されている場合、円筒型低圧巻線 2 には、漏洩磁束 を円筒型高圧巻線 3 側に押し出す磁束反発力は発生しない。しかしながら、円筒型高圧巻線 3 の端部に鎖交する漏洩磁束 は存在する。そこで第 1 の実施の形態によれば、上述の導電性シールド材 5 による磁束反発力 F_b によって鎖交する漏洩磁束 を円筒型低圧巻線 2 側に押し戻すことで、漏洩磁束 の円筒型高圧巻線 3 の端部への鎖交量を低減して漂遊損を減少させて変圧器の性能を向上させることができる。

【 0 0 3 6 】

以上の説明は静止誘導電器として磁性鉄心の周囲に、円筒型低圧巻線を装着し、その外周に円筒型高圧巻線を装着した変圧器について説明したが、これらに限定されるものではなく、円筒型低圧巻線と円筒型高圧巻線との間に円筒型中圧巻線を有する変圧器に対しても適用可能である。

【 0 0 3 7 】

さらに、以上の説明は、円筒型高圧巻線の内径側に導電性シールド材を配置したが、巻線の結線方式によっては、円筒型高圧巻線と収納タンクとの間に導電性シールド材を配置してもよく、また、円筒型高圧巻線の内径側と外径側の両方に導電性シールド材を配置してもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 8 】

以上に説明は静止誘導電器として変圧器を一例に説明したが、磁性鉄心に 1 つの静止誘導巻線を備えたリアクトルについても本発明を適用することができる。

【符号の説明】

【 0 0 3 9 】

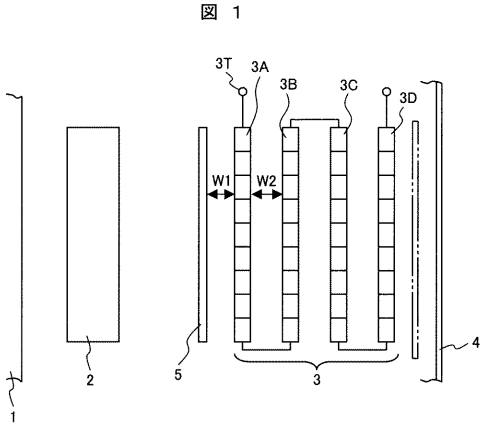
1 ... 磁性鉄心、 2 ... 円筒型低圧巻線、 2 A ~ 2 C ... シート導体、 3 ... 円筒型高圧巻線、 3 A ~ 3 D ... 円筒巻線層、 3 a ... 巻線導体、 3 b ... 絶縁層、 3 T ... 線路端、 4 ... 収納タンク、 5 , 6 ... 導電性シールド材、 6 E ... 電界緩和部。

10

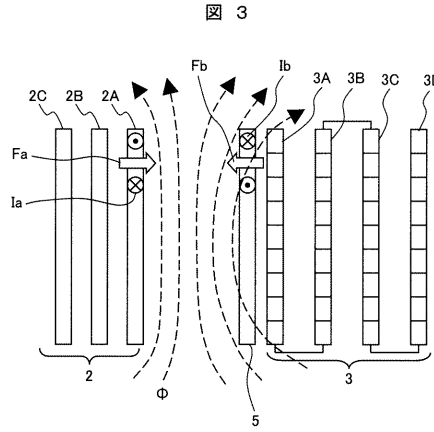
20

30

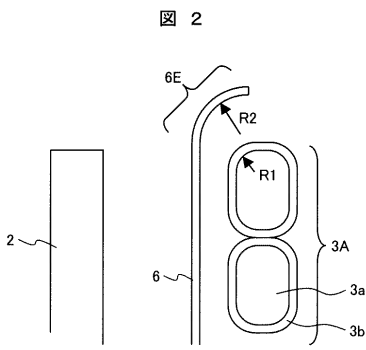
【 図 1 】



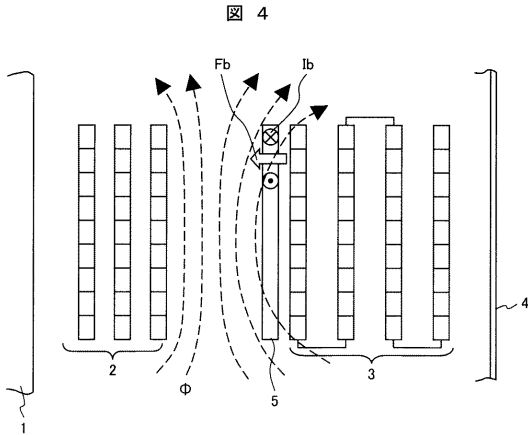
【 図 3 】



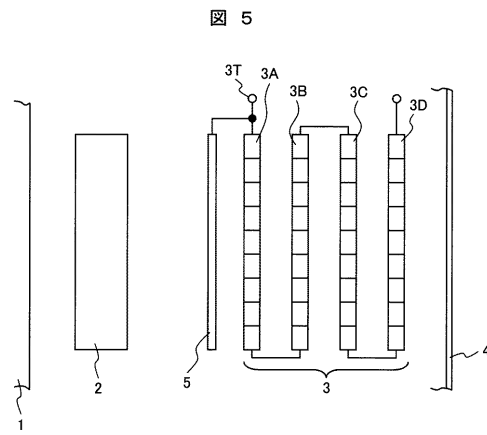
【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 竹内 正樹
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
- (72)発明者 佐藤 孝平
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 桑原 正尚
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 遠藤 博之
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

審査官 中野 浩昌

- (56)参考文献 実開平02-056423(JP,U)
実開平04-008415(JP,U)
特開2001-307931(JP,A)
実開平04-042721(JP,U)
実開昭53-024416(JP,U)
実開昭54-137812(JP,U)
実開昭59-177923(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01F 27/36