

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4372845号  
(P4372845)

(45) 発行日 平成21年11月25日(2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月11日(2009.9.11)

(51) Int.Cl.

F I

H 0 1 F 27/34 (2006.01)

H 0 1 F 27/34

請求項の数 16 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平10-532796	(73) 特許権者	エービービー エービー
(86) (22) 出願日	平成10年2月2日(1998.2.2)		スウェーデン、エスー721 83 ヴェ
(65) 公表番号	特表2001-509958(P2001-509958A)		ステロス
(43) 公表日	平成13年7月24日(2001.7.24)	(74) 代理人	弁理士 岡部 正夫
(86) 国際出願番号	PCT/SE1998/000154		
(87) 国際公開番号	W01998/034246	(74) 代理人	弁理士 加藤 伸晃
(87) 国際公開日	平成10年8月6日(1998.8.6)		
審査請求日	平成17年1月21日(2005.1.21)	(74) 代理人	弁理士 産形 和央
(31) 優先権主張番号	9700337-0		
(32) 優先日	平成9年2月3日(1997.2.3)	(74) 代理人	弁理士 白井 伸一
(33) 優先権主張国	スウェーデン(SE)		
(31) 優先権主張番号	9704413-5	(74) 代理人	弁理士 藤野 育男
(32) 優先日	平成9年11月28日(1997.11.28)		
(33) 優先権主張国	スウェーデン(SE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変圧器／誘導器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つの巻線を備える電力変圧器／誘導器であって、巻線が、電気導体を備えた高圧ケーブル(10)で構成され、導体の周囲に第1半導体層(14)が配置され、第1半導体層(14)の周囲に絶縁層(16)が配置され、絶縁層(16)の周囲に第2半導体層(18)が配置されて、これにより第2半導体層(18)が各巻線(22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>)の両端で直接接地され、両端の間の少なくとも1カ所で非線形電圧電流特性を有する少なくとも1つの素子又はコンデンサを介して間接接地されることを特徴とする電力変圧器／誘導器。

【請求項 2】

高圧ケーブル(10)が、導体面積を80から3,000mm<sup>2</sup>、ケーブル外径を20～250mmにして製造されることを特徴とする、請求項1に記載の電力変圧器／誘導器。

10

【請求項 3】

直接接地(36)がアースへのガルヴァーニ電気接続によって実行されることを特徴とする、請求項1から2のいずれか1項に記載の電力変圧器／誘導器。

【請求項 4】

間接接地が、アースと第2半導体層(18)との間に挿入されたコンデンサ(32; 32<sub>1</sub>～32<sub>3</sub>)によって実行されることを特徴とする、請求項1から3のいずれか1項に記載の電力変圧器／誘導器。

【請求項 5】

間接接地が、第2半導体層(18)とアースとの間に挿入された非線形電圧電流特性を有する

20

素子(34)によって実行されることを特徴とする、請求項1から3のいずれか1項に記載の電力変圧器/誘導器。

【請求項6】

間接接地が、第2半導体層(18)とアースとの間に挿入された回路によって実行され、回路が、コンデンサ(40)に並列の非線形電圧電流特性を有する素子を備えることを特徴とする、請求項1から3の何れか1項に記載の電力変圧器/誘導器。

【請求項7】

間接接地が、火花ギャップ又はファントロン等の非線形電圧電流特性を有する素子、コンデンサに並列な非線形電圧電流特性を有する素子、及びコンデンサによる選択肢の組合せによって実行されることを特徴とする、請求項1乃至3の何れか1項に記載の電力変圧器/誘導器。

10

【請求項8】

非線形電圧電流特性を有する素子が、火花ギャップ(36)、ファントロン、ツェナー・ダイオード又はバリスタを構成することを特徴とする、請求項5から7のいずれか1項に記載の電力変圧器/誘導器。

【請求項9】

電力変圧器/誘導器が磁芯を備えることを特徴とする、請求項1から8の何れか1項に記載の電力変圧器/誘導器。

【請求項10】

電力変圧器/誘導器が磁芯を備えず構築されることを特徴とする、請求項1から8の何れか1項に記載の電力変圧器/誘導器。

20

【請求項11】

巻線が可撓性(a)であり、前記第1半導体層(14)、前記絶縁層(16)、及び前記第2半導体層(18)が互いに付着することを特徴とする、請求項1に記載の電力変圧器/誘導器。

【請求項12】

前記第1半導体層(14)、前記絶縁層(16)、及び前記第2半導体層(18)が、作動中に温度変動による体積変化が材料の弾性によって吸収され、したがって作動中に現れる温度変動の間も層が互いに付着し続けるような弾性および材料の熱膨張係数の関係を有する材料でできていることを特徴とする、請求項11に記載の電力変圧器/誘導器。

【請求項13】

前記第1半導体層(14)、前記絶縁層(16)、及び前記第2半導体層(18)の材料が高い弾性、好ましくは500MPa未満、最も好ましくは200MPa未満の弾性率を有することを特徴とする、請求項12に記載の電力変圧器/誘導器。

30

【請求項14】

前記第1半導体層(14)、前記絶縁層(16)、及び前記第2半導体層(18)の材料の熱膨張係数が実質的に等しいことを特徴とする、請求項12に記載の電力変圧器/誘導器。

【請求項15】

層間の付着が、少なくとも最も弱い材料と同じ大きさであることを特徴とする、請求項12に記載の電力変圧器/誘導器。

【請求項16】

各半導体層が実質的に同電位面を構成することを特徴とする、請求項11又は12の何れか1項に記載の電力変圧器/誘導器。

40

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は電力変圧器/誘導器に関する。

あらゆる電気エネルギーの伝達および配電において、変圧器は、通常は異なる電圧レベルを有する2つ以上の電気系間の交換を可能にするために使用される。変圧器は、V A領域から1000MV A領域までの電力に使用することができる。電圧領域は、今日使用されている最高伝達電圧までの範囲を有する。電磁誘導は、電気系間のエネルギー伝達に使用される。

50

誘導器も、例えば位相補償およびフィルタリングなどで電気エネルギーを伝達するのに基本的な構成要素である。

本発明に関する変圧器／誘導器は、数百kVAから1000MVA超までの定格出力および3～4kVから非常に高い送電電圧までの定格電圧を有する、いわゆる電力変圧器／誘導器に属する。

#### 背景技術

概して、電力変圧器の主な目的は、大抵は同じ周波数で電圧が異なる2つ以上の電気系間で電気エネルギーを交換できるようにすることである。

従来通りの電力変圧器／誘導器は、例えばスウェーデンのThe Royal Institute of Technologyが1996年に出版したFredrik Gustavson著の「Electriska Maskiner」の3 - 6から3 - 12ページに記載されている。

10

従来通りの電力変圧器／誘導器は変圧器芯を備え、これは以下では芯と呼び、積層状で共通方向の、通常はシリコン鉄の薄板で形成される。芯は、ヨークで接続された幾つかの芯脚で構成される。芯脚の周囲には幾つかの巻線が設けられ、これは通常、1次、2次および調整巻線と呼ばれる。電力変圧器では、これらの巻線は、実際には常に同心円形状に配置され、芯脚の長さに沿って分布する。

他のタイプの芯構造は、例えばいわゆる外鉄型変圧器またはリング芯変圧器で生じることがある。芯変圧器に関する例が、ドイツ特許第40414号で検討されている。芯は、前記指向性薄板などの従来通りの磁化可能な材料およびフェライト、アモルファス材料、ワイヤ撚り線または金属テープなどの他の磁化可能な材料で構成することができる。磁化可能な芯は、周知のように、誘導器には不必要である。

20

上述した巻線は、直列に接続された1つまたは幾つかのコイルで構成され、そのコイルは直列に接続された幾つかの巻を有する。単一コイルの巻は、通常、残りのコイルから物理的に分離された幾何学的な連続単位を構成する。

米国特許第5 036 165号で、熱分解された半導体ガラスファイバの内外層で絶縁された導体が知られている。例えば米国特許第5 066 881号に記載されているように、このように絶縁したダイナモエレクトリック機械に導体を設けることも知られ、ここでは熱分解した半導体ガラスファイバ層が、導体を形成する2本の平行な棒と接触し、固定子スロット内の絶縁体が熱分解半導体ガラスファイバの外層に囲まれている。熱分解されたガラスファイバ材料が適切とされるのは、含浸処理の後にも抵抗率を維持するからである。

30

部分的にコイル／巻線の内部にあり、部分的にコイル／巻線間にある絶縁システムおよび残りの金属部品は、通常、固体またはワニス系絶縁体の形態であり、外側にある絶縁システムは、固体セルローズ絶縁体、流体絶縁体の形態、および場合によっては気体の形態でもある。絶縁体および場合によっては嵩張った部品を有する巻線は、このように、変圧器に属する能動電磁気部品中またはその周囲に発生する高強度の電界に影響される大きい体積になる。発生する誘電場の強度を予め求め、放電の危険が最小になるよう寸法を決定するためには、絶縁材の特性を詳細に知る必要がある。絶縁特性を変化させたり低下させたりしない周囲環境を達成することが重要である。

従来通りの高電圧電力変圧器／誘導器に現在主に使用されている外部絶縁システムは、固体絶縁体としてのセルローズ材料および流体絶縁体としての変圧器オイルで構成される。変圧器オイルは、いわゆる鉱物油をベースとする。

40

従来通りの絶縁システムは、例えばスウェーデンのThe Royal Institute of Technologyが1996年に出版したFredrik Gustavson著の「Electriska Maskiner」の3 - 6から3 - 12ページに記載されている。

また、従来通りの絶縁システムは、構築するのが比較的複雑であり、そのうえ絶縁システムの優れた絶縁特性を利用するために、製造中に特別な措置を執る必要がある。システムは水分含有率が低くなくならず、絶縁システムの固体相は、気体ポケットの危険性が最小になるよう、周囲のオイルを十分含浸する必要がある。製造中に、下げてタンクに入れる前に、巻線付きの完全な芯で乾燥プロセスを実行する。芯を下げてタンクを密封した後、特殊な真空処理によってタンクの空気を全部空にしてから、オイルを充填する。この

50

プロセスは、全体の製造プロセスから見て比較的時間がかかり、そのうえ作業場の資源を大量に使用する。

変圧器を囲むタンクは、完全な真空に耐えられるような方法で構築しなければならない。というのは、プロセスで、ほぼ絶対真空まで全てのガスを抜く必要があり、これには過剰な材料を消費し、製造時間がかかるからである。

さらに、設備は、検査のために変圧器を開くたびに、真空処理を繰り返す必要がある。

#### 発明の概要

本発明によると、電力変圧器／誘導器は、大抵の場合は様々な幾何学的形状を有することができる磁化可能な芯の周囲に配置される、少なくとも1つの巻線を備える。以下の明細書を単純化するため、以下では「巻線」という用語を使用する。巻線は、固体絶縁体を有する高圧ケーブルで構成される。ケーブルは、中心に配置された少なくとも1つの電気導体を有する。導体の周囲には第1半導体層が配置され、半導体層の周囲には固体絶縁層が配置され、固体絶縁層の周囲には第2外部半導体層が配置される。

このようなケーブルを使用することは、高い電気応力がかかる変圧器／誘導器の領域が、ケーブルの固体絶縁体に限定されることを示唆する。変圧器／誘導器の残りの部分は、高圧に関して、あまり極端でない電界強度にしか曝されない。さらに、このようなケーブルを使用すると、本発明の背景の項で述べた幾つかの問題領域がなくなる。したがって、絶縁手段や冷却剤のタンクが不必要である。絶縁材も、全体として非常に単純になる。製造する時間も、従来通りの電力変圧器／誘導器と比較して非常に短くなる。巻線は別個に製造することができ、電力変圧器／誘導器を現場で組み立ててもよい。

しかし、このようなケーブルを使用すると、解決しなければならない新しい問題が生じる。通常の動作電圧中および過渡状態進行中の両方で生じる電気応力が、主にケーブルの固体絶縁体のみを負荷をかけるよう、ケーブルの両端またはその近傍でのみ、第2半導体層を直接接地しなければならないのである。半導体層およびその直接接地部はともに、操作中に電流が誘導される閉回路を形成する。層の抵抗率は、層中に発生する抵抗損が無視できるほど十分に大きくなければならない。

この磁気誘導電流以外に、容量性電流がケーブルの直接接地した両端を通して層に流れ込む。層の抵抗率が大きすぎると、容量性電流が非常に限られるので、交番応力中に巻線の固体絶縁体以外の電力変圧器／誘導器の領域に電気応力がかかる程度まで、層の部分の電位が接地電位から異なってもよい。半導体層の幾つかの点、好ましくは巻線の巻ごとに1カ所を直接接地することにより、層の導電性が十分高ければ、外層全体が接地電位にあり、上記の問題がなくなることが確保される。

このように外層の巻ごとに1カ所接地することは、接地点が巻線の母線上にあり、巻線の軸長に沿った点が、その後に通接地電位に接続される導電性接地トラックに電氣的に直接接続されるような方法で実行される。

極端な場合、巻線は非常に急速な過渡的過電圧に曝されることがあるので、外部半導体層の部分が、ケーブルの絶縁体以外の電力変圧器の区域が望ましくない電気応力を受けるような電位を有することになる。このような状況を防止するため、例えば火花ギャップ、ファントロン、ツェナー・ダイオードまたはバリスターなどの幾つかの非線形エレメントを、巻線の巻ごとに外部半導体層とアース間に接続する。また、コンデンサを外部半導体層とアースとの間に接続することにより、非線形電気応力の上昇を防止することができる。コンデンサは50Hzでも電圧を低下させる。この接地原理を、以下では「間接接地」と呼ぶ。

本発明による電力変圧器／誘導器では、第2半導体層を各巻線の両端で直接接地し、両端間の少なくとも1カ所で間接接地する。

個々に接地された接地トラックは、以下のいずれかを介してアースに接続される。

- 1．火花ギャップまたはファントロンなどの非線形エレメント。
- 2．コンデンサに平行な非線形エレメント。
- 3．コンデンサ。

または3つの選択肢全部の組合せ。

本発明による電力変圧器／誘導器では、巻線はX L P Eケーブルのように、現在配電に使用されているタイプの固体押出し絶縁体を有するケーブル、またはE P A絶縁体を有するケーブルで構成することが好ましい。このようなケーブルは可撓性であり、これはこの状況では重要な特性である。というのは、本発明による装置のテクノロジーが、主に、巻線が組立中に曲げられるケーブルから形成される巻線システムをベースとするからである。X L P Eケーブルの可撓性は、通常、直径30 mmのケーブルの場合は約20 cmの曲率半径に、直径80 mmのケーブルの場合は約65 cmの曲率半径に相当する。本出願では、「可撓性」という用語は、巻線がケーブル直径の4倍、好ましくはケーブル直径の8倍から12倍のオーダーで曲率半径まで撓むことができることを示す。

本発明の巻線は、使用中に曲げられ、熱応力がかかった場合でも、その特性を維持するよう構築される。ケーブルの層が、この状況で互いに対する付着力を保持することがきわめて重要である。ここでは層の材料特性、特にその弾性および相対熱膨張率が非常に重要である。例えばX L P Eケーブルでは、絶縁層が架橋低密度ポリエチレンで構成され、半導体層が、煤および金属粒子を混合したポリエチレンで構成される。温度変動の結果生じる体積の変化は、ケーブルの半径の変化として完全に吸収され、これらの材料は弾性に対して層の熱膨張係数の差が比較的わずかであるので、層間の付着が失われることなく半径方向に膨張することができる。

上述した材料の組合せは、例証にすぎないと考えられる。規定された状態を満たす他の組合せ、および半導性である、つまり抵抗率が $10^{-1} \sim 10^{-6} \text{ cm}$ 、例えば $1 \sim 500 \text{ cm}$ または $10 \sim 200 \text{ cm}$ の範囲である状態も、当然、本発明の範囲に入る。

絶縁層は、例えば低密度ポリエチレン(L D P E)、高密度ポリエチレン(H D P E)、ポリプロピレン(P P)、ポリブチレン(P B)、ポリメチルペンタン(P M P)などの固体熱可塑性材料、架橋ポリエチレン(X L P C)などの架橋材料、またはエチレンプロピレンゴム(E P R)またはシリコンゴムなどのゴムで構成することができる。

内部および外部半導体層は、同じ基本的材料でもよいが、煤や金属粉などの導電材料の粒子が混入される。

これらの材料の機械的性質、特にその熱膨張係数は、煤または金属粉が混入されているか否かには、少なくとも本発明により必要な導電性を達成するのに必要な割合では、それほど影響されない。したがって、絶縁層および半導体層は、ほぼ同じ熱膨張係数を有する。エチレン酢酸ビニル共重合体／ニトリル・ゴム、ブチル・グラフト・ポリエチレン、エチレン酢酸ブチル共重合体およびエチレンエチルアクリレート共重合体も、半導体層の適切な重合体を構成することができる。

種々の層のベースとして異なるタイプの材料を使用する場合でも、その熱膨張係数がほぼ同じであることが望ましい。上に挙げた材料の組合せは、これに当てはまる。

上に挙げた材料は弾性が比較的良好で、弾性率が $E < 500 \text{ MPa}$ 、好ましくは $< 200 \text{ MPa}$ である。弾性率は、層の材料の熱膨張係数にわずかな差があっても、ひび割れや他の損傷が現れず、層が互いから剥離しないよう、半径方向の弾性率に吸収されるのに十分である。層の材料は弾性であり、層間の付着力は、少なくとも最も弱い材料と同じ大きさである。

2つの半導体層の導電性は、各層に沿って電位をほぼ等しくするのに十分である。外部半導体層の導電性は、ケーブル内に電界を含むのに十分なほど大きい、層の縦方向に誘導された電流によって有意の損失が生じることがないほど十分に小さい。

したがって、2つの半導体層はそれぞれ、基本的に1つの等電位表面を備え、これらの層はその間に電界をほぼ封じ込める。

言うまでもなく、絶縁層内に1つまたは複数の追加の半導体層を配置するのは差し支えない。

上記およびその他の本発明の有利な実施形態は、請求の範囲の従属項に記載される。

次に、本発明について、添付図面類を参照しながら、好ましい実施形態に関する以下の記述で、さらに詳細に述べる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

図 1 は、高圧ケーブルの断面図を示す。

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態により巻線の巻ごとに 3 つの間接接地点がある巻線の斜視図を示す。

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態により巻線の巻ごとに 1 つの直接接地点および 2 つの間接接地点がある巻線の斜視図を示す。

図 4 は、本発明の第 3 の実施形態により巻線の巻ごとに 1 つの直接接地点および 2 つの間接接地点がある、巻線の斜視図を示す。

図 5 は、本発明の第 4 の実施形態により巻線の巻ごとに 1 つの直接接地点および 2 つの間接接地点がある、巻線の斜視図を示す。

#### 本発明の実施形態の詳細な説明

図 1 は、従来から電気エネルギーの伝達に使用されている高圧ケーブル 10 の断面図を示す。図示の高圧ケーブルは、例えば、標準の X L P E ケーブル 145 k V でもよいが、外被と遮壁はない。高圧ケーブル 10 は電気導体を備え、これは例えば銅 ( C u ) の円形断面の 1 本または数本の撚り線 12 を備えることができる。これらの撚り線 12 は、高圧ケーブル 10 の中心に配置される。撚り線 12 の周囲には第 1 半導体層 14 が配置される。第 1 半導体層 14 の周囲には、例えば X L P E 絶縁体の第 1 絶縁層 16 が配置される。第 1 絶縁層 16 の周囲には第 2 半導体層 18 が配置される。

図 1 に示す高圧ケーブル 10 は、導体面積が 80 から 3000 mm<sup>2</sup>、ケーブル外径が 20 から 250 mm で製造される。

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態により巻線の巻ごとに 3 つの間接接地点がある巻線の斜視図を示す。図 2 は、電力変圧器または誘導器の中にあり数字 20 で指定される芯脚を示す。2 本の巻線 22<sub>1</sub> および 22<sub>2</sub> が、図 1 に示す高圧ケーブル ( 10 ) から形成された芯脚 20 の周囲に配置される。巻線 22<sub>1</sub> および 22<sub>2</sub> を固定するため、この場合は巻線の巻ごとに 6 つの半径方向に配置されたスペーサ部材 24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、24<sub>3</sub>、24<sub>4</sub>、24<sub>5</sub>、24<sub>6</sub> がある。図 2 に示すように、外部半導体層は巻線 22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub> ごとに両端 26<sub>1</sub>、26<sub>2</sub>、28<sub>1</sub>、28<sub>2</sub> で接地される。スペーサ部材 24<sub>1</sub>、24<sub>3</sub>、24<sub>5</sub> は、黒で強調されているが、この場合は巻線の巻ごとに 3 つの間接接地点を獲得するのに使用される。巻線 22<sub>2</sub> の周囲で、かつ巻線 22<sub>2</sub> の軸方向の長さに沿って、スペーサ部材 24<sub>1</sub> が第 1 設置要素 30<sub>1</sub> に直接接続され、スペーサ部材 24<sub>3</sub> が第 2 接地要素 30<sub>2</sub> に直接接続され、スペーサ部材 24<sub>5</sub> が第 3 接地要素 30<sub>3</sub> に直接接続される。接地要素 30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>、30<sub>3</sub> は、例えば接地トラック 30<sub>1</sub> ~ 30<sub>3</sub> の形態でよい。図 2 で示すように、接地点は巻線の母線上にある。接地要素 30<sub>1</sub> ~ 30<sub>3</sub> はそれぞれ 1 つずつ、そのコンデンサ 32<sub>1</sub>、32<sub>2</sub>、32<sub>3</sub> を介してアースに接続されるという点で、直接接地される。この方法で間接的に接地することにより、望ましくない電気応力の発生を防止することができる。

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態により巻線の巻ごとに 1 つの直接接地点および 2 つの間接接地点がある巻線の斜視図を示す。図 2 および図 3 では、図をさらに明瞭にするために、同じ部品には同じ数字が割り当てられている。この場合も、図 1 に示す高圧ケーブル 10 から形成された 2 本の巻線 22<sub>1</sub> および 22<sub>2</sub> は、芯脚 20 の周囲に配置される。巻線 22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub> は、巻線の巻ごとに 6 つのスペーサ部材 24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、24<sub>3</sub>、24<sub>4</sub>、24<sub>5</sub>、24<sub>6</sub> によって固定される。各巻線 22<sub>1</sub> および 22<sub>2</sub> の両端 26<sub>1</sub>、26<sub>2</sub>、28<sub>1</sub>、28<sub>2</sub> で、第 2 半導体層 ( 図 1 と比較すると ) は図 2 に従って接地される。スペーサ部材 24<sub>1</sub>、24<sub>3</sub>、24<sub>5</sub> は、黒で印されているが、この場合は巻線の巻ごとに 1 つの直接接地点および 2 つの間接接地点を獲得するために使用される。図 2 で示したのと同じ方法で、スペーサ部材 24<sub>1</sub> は第 1 接地要素 30<sub>1</sub> に直接接続され、スペーサ部材 24<sub>3</sub> は第 2 接地要素 30<sub>2</sub> に直接接続され、スペーサ部材 24<sub>5</sub> は第 3 接地要素 30<sub>3</sub> に直接接続される。図 3 に示すように、接地要素 30<sub>1</sub> はアース 36 に直接接続され、接地要素 30<sub>2</sub>、30<sub>3</sub> は間接的に接地される。接地要素 30<sub>3</sub> は、コンデンサ 32 を介してアースに直列に接続されるという点で、間接的に接地される。接地要素 30<sub>2</sub> は、火花ギャップ 34 を介してアースに直列に接続されるという点で、間接的に接地される。火花ギャップは非線形素子、つまり非線形電圧電流特性を有する素子の一例である。

10

20

30

40

50

図4は、本発明の第3の実施形態により巻線の巻ごとに1つの直接接地点および2つの間接接地点がある巻線の斜視図を示す。図2から図4では、図をさらに明瞭にするために、同じ部品には同じ数字が割り当てられている。図4は、図3で示したのと同じ方法で配置された巻線22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>、芯脚20、スペーサ部材24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、24<sub>3</sub>、24<sub>4</sub>、24<sub>5</sub>、24<sub>6</sub>および接地要素30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>、30<sub>3</sub>を示し、したがってここではこれ以上詳細には説明しない。接地要素30<sub>1</sub>はアースに直接接続され、接地要素30<sub>2</sub>、30<sub>3</sub>は間接的に接地される。接地要素30<sub>2</sub>、30<sub>3</sub>は、そのコンデンサを介して直列に接続されるという点で、間接的に接地される。

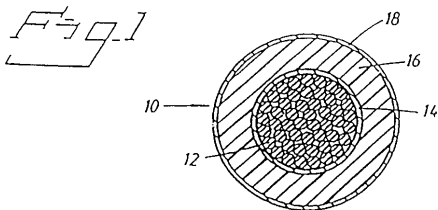
図5は、本発明の第4の実施形態により、巻線の巻ごとに1つの直接接地点および2つの間接接地点がある巻線の斜視図を示す。図5は、図3および図4で示したのと同じ方法で配置された巻線22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>、芯脚20、スペーサ部材24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、24<sub>3</sub>、24<sub>4</sub>、24<sub>5</sub>、24<sub>6</sub>および接地要素30<sub>1</sub>、30<sub>2</sub>、30<sub>3</sub>を示し、したがってここではこれ以上詳細には説明しない。接地要素30<sub>1</sub>はアース36に直接接続され、接地要素30<sub>2</sub>、30<sub>3</sub>は間接的に接地される。接地要素30<sub>2</sub>は、火花ギャップを介してアースに直列に接続されるという点で、間接的に接地される。接地要素30<sub>3</sub>は、コンデンサ40に並列接続された火花ギャップ38を備える回路を介してアースに直列に接続されるという点で、間接的に接地される。

本発明の上記で示した実施形態の火花ギャップは、例示的に示したのみである。

上に示した図の電力変圧器／誘導器は、磁化可能な芯を備える。しかし、電力変圧器／誘導器は磁鉄芯なしでも設計できることを理解されたい。

本発明は、添付請求の範囲の枠内で幾つかの変形が可能であるので、示した実施形態に限定されるものではない。

【図1】



【図2】

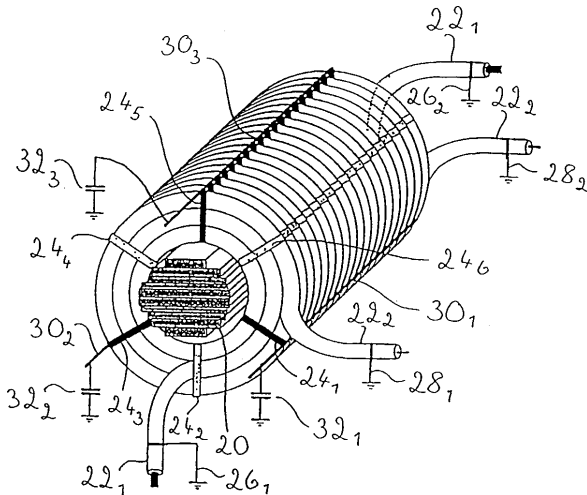


Fig. 2

【図3】

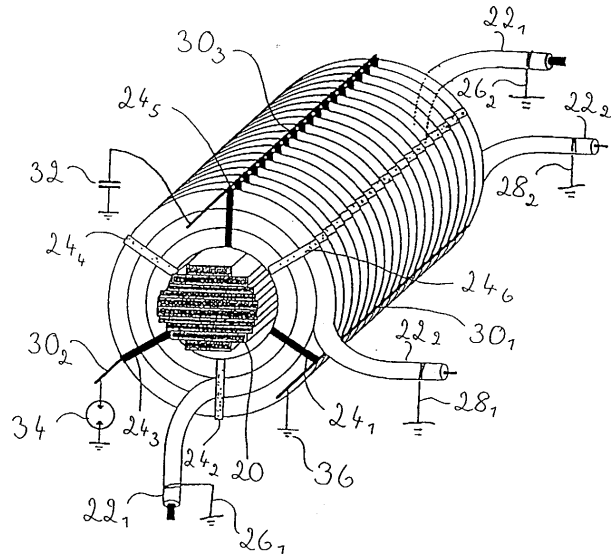


Fig. 3

10

20

【図4】

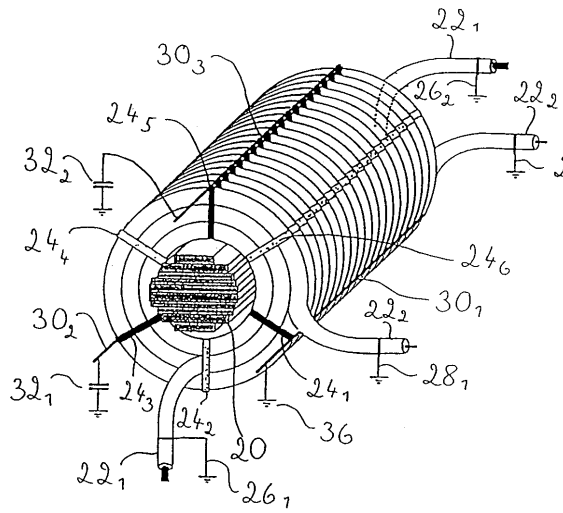


Fig. 4

【図5】

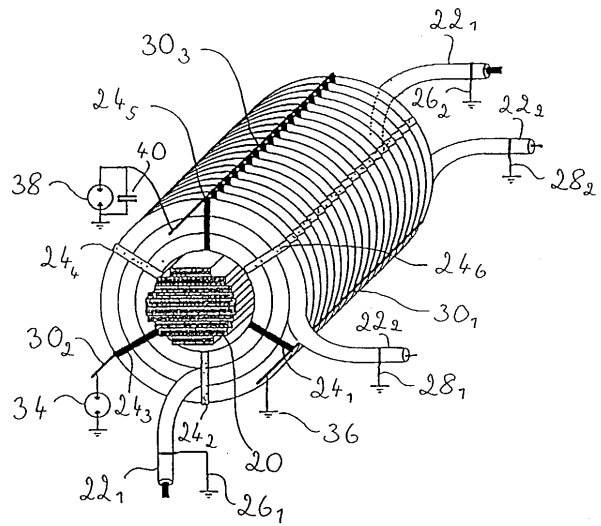


Fig. 5



---

 フロントページの続き

(74)代理人

弁理士 越智 隆夫

(74)代理人

弁理士 本宮 照久

(74)代理人

弁理士 高梨 憲通

(74)代理人

弁理士 朝日 伸光

(74)代理人

弁理士 高橋 誠一郎

(74)代理人

弁理士 吉澤 弘司

(72)発明者 フロム, ウド

スウェーデン . エス 7 2 4 6 7 ヴェステロス, リーガタン 3 3

(72)発明者 ヘルンフェルト, スヴェン

スウェーデン . エス 7 2 4 6 2 ヴェステロス, ゲートガタン 4 エー

(72)発明者 ホルムベルグ, ペー

スウェーデン . エス 7 2 1 7 8 ヴェステロス, ハガ パークガタ 6 シー

(72)発明者 キュランダー, グンナー

スウェーデン . エス 7 2 3 4 3 ヴェステロス, ステントルプスガタン 1 6 エー

(72)発明者 ミング, リ

スウェーデン . エス 7 2 3 4 1 ヴェステロス, ヘグピュスコグスヴェグ 1

(72)発明者 レイジョン, マッツ

スウェーデン . エス 7 2 3 3 5 ヴェステロス, ヒュヴラーガタン 5

審査官 久保田 昌晴

(56)参考文献 特開平 0 6 - 1 3 2 1 4 5 ( J P , A )

特開平 0 4 - 1 4 1 9 1 2 ( J P , A )

特開平 0 3 - 0 6 4 0 0 9 ( J P , A )

特公昭 4 0 - 0 1 2 8 4 8 ( J P , B 1 )

特開昭 5 7 - 1 5 2 6 2 2 ( J P , A )

特開昭 5 6 - 1 3 4 7 1 9 ( J P , A )

特開平 0 1 - 1 1 1 3 1 4 ( J P , A )

特開昭 6 2 - 0 8 0 9 0 8 ( J P , A )

実開平 0 2 - 1 3 6 3 1 6 ( J P , U )

特開昭 5 8 - 0 4 6 8 1 6 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01F 5/00 - 5/06, 27/28, 27/30 - 27/42

H01F 30/00 - 38/12, 38/16

H01B 9/00 - 9/06