

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6606046号
(P6606046)

(45) 発行日 令和1年11月13日(2019. 11. 13)

(24) 登録日 令和1年10月25日(2019. 10. 25)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 F 30/10 (2006.01)	H O 1 F 30/10 C
H O 5 G 1/08 (2006.01)	H O 5 G 1/08 T
H O 1 F 27/28 (2006.01)	H O 1 F 27/28 K
	H O 1 F 30/10 H
	H O 1 F 30/10 S
請求項の数 5 (全 11 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2016-194636 (P2016-194636)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成28年9月30日 (2016. 9. 30)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2018-56523 (P2018-56523A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成30年4月5日 (2018. 4. 5)	(74) 代理人	110001807
審査請求日	平成31年2月20日 (2019. 2. 20)		特許業務法人磯野国際特許商標事務所
		(72) 発明者	森田 裕
			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	茂木 亮
			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	初見 智
			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】 変圧器およびその変圧器を用いたX線装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鉄心と、

前記鉄心に巻回され、交流電圧が入力される1次巻線と、

前記鉄心に巻回され、交流電圧を出力する2次巻線と、

を備え、

前記2次巻線に、前記1次巻線に入力される交流電圧の変動値および前記2次巻線から出力される交流電圧の変動値のいずれの変動値よりも大きな直流電圧が印加される変圧器において、

前記鉄心に前記1次巻線が巻回され、前記鉄心の前記1次巻線が巻回された外周部に前記2次巻線が巻回され、前記鉄心の前記1次巻線および前記2次巻線が巻回された外周部に前記1次巻線がさらに巻回され、

前記1次巻線は、前記2次巻線が巻回された前記鉄心の位置とほぼ同じ位置に巻回された第1の1次巻線部と、前記2次巻線が巻回された前記鉄心の位置と異なる位置に巻回された第2の1次巻線部とにより構成され、

前記第2の1次巻線部を構成する被膜線の被膜部の厚みは、前記第1の1次巻線部を構成する被膜線の被膜部の厚みよりも薄いこと

を特徴とする変圧器。

【請求項 2】

請求項1に記載の変圧器において、

10

20

前記 1 次巻線を構成する被覆線の被覆部および前記 2 次巻線を構成する被覆線の被覆部は、いずれもほぼ同じ厚みを有し、同じ絶縁材で構成されていることを特徴とする変圧器。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の変圧器において、

前記鉄心に巻回された前記 1 次巻線とその外周部に巻回された前記 2 次巻線との間、および、前記 2 次巻線とその外周部に巻回された前記 1 次巻線との間には、シート状絶縁材が設けられていること

を特徴とする変圧器。

【請求項 4】

鉄心と、

前記鉄心に巻回され、交流電圧が入力される 1 次巻線と、

前記鉄心に巻回され、交流電圧を出力する 2 次巻線と、

を備え、

前記 2 次巻線に、前記 1 次巻線に入力される交流電圧の変動値および前記 2 次巻線から出力される交流電圧の変動値のいずれの変動値よりも大きな直流電圧が印加される変圧器において、

前記鉄心に前記 1 次巻線が巻回され、前記鉄心の前記 1 次巻線が巻回された外周部に前記 2 次巻線が巻回され、

前記 1 次巻線を構成する被覆線の被覆部および前記 2 次巻線を構成する被覆線の被覆部は、いずれもほぼ同じ厚みを有し、同じ絶縁材で構成され、

前記 1 次巻線は、前記 2 次巻線が巻回された前記鉄心の位置とほぼ同じ位置に巻回された第 1 の 1 次巻線部と、前記 2 次巻線が巻回された前記鉄心の位置と異なる位置に巻回された第 2 の 1 次巻線部とにより構成され、

前記第 2 の 1 次巻線部を構成する被膜線の被膜部の厚みは、前記第 1 の 1 次巻線部を構成する被膜線の被膜部の厚みよりも薄いこと

を特徴とする変圧器。

【請求項 5】

X 線を発生する X 線管と、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の変圧器と、を少なくとも備え、

前記変圧器の 2 次側出力端子が前記 X 線管の陰極端子に接続されていること

を特徴とする X 線装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1 次巻線と 2 次巻線との間に大きな電位差が発生する装置での用途に好適な変圧器およびその変圧器を用いた X 線装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図 2 は、X 線装置を構成する X 線管のフィラメントを加熱する電気回路の例を示した図である。ここで、X 線装置とは、X 線発生装置、X 線撮影装置、X 線 CT 装置など、X 線を発生する装置である X 線管を含む装置をいう。図 2 に示すように、X 線管 101 の陰極 102 と陽極 103 との間には、直流発生装置 104 により発生された電位差 140 kV 程度の直流高電圧が印加される。また、陰極 102 は、熱電子発生用のフィラメントにより構成され、その両端には、変圧器 105 の 2 次側出力の交流電圧が印加される。

【0003】

陰極 102 のフィラメントは、変圧器 105 から供給される交流により加熱され、加熱されたフィラメントからは熱電子 111 が放出される。フィラメントから放出された熱電子 111 は、陰極 102 と陽極 103 との間の直流高電圧によって加速され、陽極 103 に衝突し、その衝突により X 線 112 が発生する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

ここで、変圧器 1 0 5 の 1 次巻線 2 1 1 には交流電源 1 0 6 が接続される。すなわち、1 次巻線 2 1 1 の入力端子間には、一般的な商用の電圧に由来する数 1 0 V ~ 数 1 0 0 V 程度の交流電圧が印加される。そして、X 線管 1 0 1 の陰極 1 0 2 に接続される 2 次巻線 2 1 2 の出力端子からは、1 次側と同程度の数 1 0 V ~ 数 1 0 0 V の電圧、または、それよりも低い交流電圧が出力される。

【 0 0 0 5 】

以上のように、X 線管フィラメント加熱用の変圧器 1 0 5 では、1 次巻線 2 1 1 および 2 次巻線 2 1 2 それぞれの入力端子間または出力端子間には、それほどの高電圧は印加されない。一方で、1 次巻線 2 1 1 と 2 次巻線 2 1 2 との間には直流発生装置 1 0 4 による電位差 1 4 0 k V 程度の高電圧が印加される。すなわち、1 次側からみれば、2 次側の電圧は、数 1 0 V ~ 数 1 0 0 V の交流電圧と 1 4 0 k V の直流高電圧とが重畳されたものとなる。そのため、変圧器 1 0 5 においては、1 次巻線 2 1 1 と 2 次巻線 2 1 2 との間などに高信頼の絶縁構造が求められる。

【 0 0 0 6 】

なお、図 2 に示した電気回路は、陰極 1 0 2 に - 1 4 0 k V 程度の負電圧を印加する陽極接地型と呼ばれる回路であるが、陰極 1 0 2 に負電位を印加し、陽極 1 0 3 に正電位を印加する中性点接地型と呼ばれる回路も存在する。いずれにしても、変圧器 1 0 5 における 1 次巻線 2 1 1 と 2 次巻線 2 1 2 との間に数 1 0 k V を超える高電圧が印加されることには変わらない。

【 0 0 0 7 】

例えば、特許文献 1 や特許文献 2 には、同様なフィラメント加熱用の変圧器の絶縁構造の例が開示されている。特許文献 1 には、沿面距離を確保するための溝、巻線表面の絶縁材、シールド構造などにより絶縁信頼性を高めることができることが記載されている。また、特許文献 2 には、1 次巻線および 2 次巻線を樹脂モールドし、さらに、端子の構造を工夫することにより絶縁信頼性を高めることができることが記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 米国特許 第 7 4 9 5 5 3 9 号明細書

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 3 - 0 7 3 8 7 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

安価で簡単な構造で絶縁信頼性の高い変圧器を実現するには、高い絶縁耐圧と可とう性を有する被覆線を巻線として用いればよい。しかしながら、絶縁耐圧が 1 4 0 k V 程度の被覆線は、被覆厚さが 1 0 mm を超えるため、可とう性はあっても曲げにくく、直径の小さな鉄心に巻き付けにくい。また、絶縁耐圧が 1 4 0 k V 程度の被覆線のほとんどは受注生産品であり、高価である。しかしながら、引用文献 1 , 2 に開示された発明では、このような変圧器を製造する上での課題については全く言及されていない。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明の目的は、高い絶縁耐圧を確保しつつ、製造コストを低減することが可能な変圧器およびその変圧器を用いた X 線装置を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

前記目的を達成するために、本発明に係る変圧器は、鉄心と、前記鉄心に巻回され、交流電圧が入力される 1 次巻線と、前記鉄心に巻回され、交流電圧を出力する 2 次巻線と、を備え、前記 2 次巻線に、前記 1 次巻線に入力される交流電圧の変動値および前記 2 次巻線から出力される交流電圧の変動値のいずれの変動値よりも大きな直流電圧が印加される変圧器において、前記鉄心に前記 1 次巻線が巻回され、前記鉄心の前記 1 次巻線が巻回さ

10

20

30

40

50

れた外周部に前記 2 次巻線が巻回され、前記鉄心の前記 1 次巻線および前記 2 次巻線が巻回された外周部に前記 1 次巻線がさらに巻回され、前記 1 次巻線は、前記 2 次巻線が巻回された前記鉄心の位置とほぼ同じ位置に巻回された第 1 の 1 次巻線部と、前記 2 次巻線が巻回された前記鉄心の位置と異なる位置に巻回された第 2 の 1 次巻線部とにより構成され、前記第 2 の 1 次巻線部を構成する被膜線の被膜部の厚みは、前記第 1 の 1 次巻線部を構成する被膜線の被膜部の厚みよりも薄いことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、高い絶縁耐圧を確保しつつ、製造コストを低減することが可能な変圧器およびその変圧器を用いた X 線装置が提供される。

10

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る変圧器の断面構造の例を模式的に示した図。

【図 2】X 線装置を構成する X 線管のフィラメントを加熱する電気回路の例を示した図。

【図 3】本発明の第 2 の実施形態に係る変圧器の断面構造の例を模式的に示した図。

【図 4】本発明の第 3 の実施形態に係る変圧器の断面構造の例を模式的に示した図。

【図 5】第 3 の実施形態に係る変圧器を用いて構成した X 線管のフィラメントを加熱する電気回路の例を示した図。

【図 6】本発明の第 4 の実施形態に係る変圧器の断面構造の例を模式的に示した図。

【発明を実施するための形態】

20

【0014】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図面において、共通する構成要素には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

【0015】

第 1 の実施形態

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る変圧器 105 a の断面構造の例を模式的に示した図である。すなわち、図 1 に示された変圧器 105 a は、図 2 に示された電気回路の中に組み込まれている変圧器 105 の一実施形態である。

【0016】

本実施形態に係る変圧器 105 a では、鉄心 201 に絶縁材で構成されたボビン 202 を介して 1 次巻線 211 および 2 次巻線 212 が巻回されている。このとき、鉄心 201 に巻回される巻線の断面構造は、図 1 に示すように、3 重構造であるとする。すなわち、鉄心 201 には、ボビン 202 を介して、まず、1 次巻線 211 が巻回され、その 1 次巻線 211 の外周部に 2 次巻線 212 が巻回され、さらに、その 2 次巻線 212 の外周部に再度 1 次巻線 211 が巻回される。

30

【0017】

ここで、1 次巻線 211 および 2 次巻線 212 は、いずれも Cu などからなる導線を絶縁材で被覆した被覆線により構成されたとするが、1 次巻線 211 および 2 次巻線 212 それぞれの絶縁耐圧は、ほぼ同等であるものとする。その場合、1 次巻線 211 および 2 次巻線 212 の絶縁耐圧を同等とするには、被覆材が同じで、径が同じ被覆線を用いるのが手っ取り早い。つまり、同じ仕様の被覆線を用いるのがよい。なお、ここでいう径が同じ被覆線とは、被覆材の厚みが同じ被覆線を意味するものとする。

40

【0018】

被覆線の被覆材としては、可とう性を有することが必須であり、変圧器 105 a が絶縁油中に配置される場合には、絶縁油による劣化を受けにくい塩化ビニル、フッ素樹脂、フッ素ゴム、シリコンゴムなどを主材料とした絶縁材であることが好ましい。また、変圧器 105 a が大気中に配置される場合、絶縁材には特段の制限はなく、前記の材料の他、ポリエチレン、エチレンプロピレンゴム、スチレンブタジエンゴムなどを主材料とした絶縁材であってもよい。

【0019】

50

図 1 に示した 1 次巻線 2 1 1 および 2 次巻線 2 1 2 の巻線構造を有する変圧器 1 0 5 a は、図 2 に示したフィラメント加熱用の変圧器 1 0 5 として用いられる。この場合、1 次巻線 2 1 1 と 2 次巻線 2 1 2 とは絶縁されており、両者の間には、直流発生装置 1 0 4 で発生された、例えば、1 4 0 k V の直流高電圧が印加される。また、1 次巻線 2 1 1 の両端には交流電源 1 0 6 による、例えば、数 1 0 V ~ 数 1 0 0 V 程度の交流電圧が印加され、さらに、2 次巻線 2 1 2 の両端からは、例えば、数 1 0 V ~ 数 1 0 0 V 程度の交流電圧が出力される。従って、1 次巻線 2 1 1 と 2 次巻線 2 1 2 との間に実際に印加される電圧は、直流発生装置 1 0 4 で発生される直流電圧に、1 次巻線 2 1 1 および 2 次巻線 2 1 2 それぞれの両端に印加される交流電圧が重畳されたものとなる。

【 0 0 2 0 】

10

しかしながら、1 次巻線 2 1 1 および 2 次巻線 2 1 2 それぞれの両端に印加される数 1 0 V ~ 数 1 0 0 V 程度の交流電圧が変動する変動値（ピーク - ピーク値）は、1 4 0 k V という直流高電圧に比べると無視できるほど小さな値である。そのため、1 次巻線 2 1 1 と 2 次巻線 2 1 2 との間には、常に 1 4 0 k V 程度の直流高電圧が印加されている状態にあるといえることができる。

【 0 0 2 1 】

図 1 に示した 1 次巻線 2 1 1 および 2 次巻線 2 1 2 の巻線構造によれば、両者の巻線が接する絶縁材部分には、この 1 4 0 k V 程度の直流高電圧により強い電界が発生する。本実施形態では、1 次巻線 2 1 1 および 2 次巻線 2 1 2 として、同じ絶縁耐圧を有する被覆線、例えば、絶縁材が同じで径が同じ被覆線を用いているので、その電界は、それぞれの巻線の絶縁材部分に等分配される。

20

【 0 0 2 2 】

すなわち、1 次巻線 2 1 1 と 2 次巻線 2 1 2 との間に、例えば、1 4 0 k V の電圧が印加されるとすれば、それぞれの巻線の絶縁耐圧は 7 0 k V あればよい。2 次巻線 2 1 2 の絶縁耐圧が 1 4 0 k V である必要はない。ちなみに、1 4 0 k V の絶縁耐圧を得るには、被覆線の絶縁材被膜の厚さは 1 0 m m を超えるが、絶縁耐圧 7 0 k V であれば、その被膜の厚さは 5 ~ 6 m m 程度で済む。被膜線の被膜の厚さが薄くなれば、当然ながら曲げやすくなるので、径の小さな巻線構造を実現するのが容易となる。また、絶縁耐圧 7 0 k V 程度の被覆線であれば、特注することなく、標準品として市販されている。

【 0 0 2 3 】

30

つまり、本実施形態に係る変圧器 1 0 5 a では、例えば、1 4 0 k V という高い絶縁耐圧を確保した上で、1 次巻線 2 1 1 および 2 次巻線 2 1 2 巻線の製造が容易化されるとともに、変圧器 1 0 5 a 自体の大きさも小型化される。よって、本実施形態は、変圧器 1 0 5 a の製造コストを低減する効果を奏する。

【 0 0 2 4 】

さらに、本実施形態では、2 次巻線 2 1 2 が 1 次巻線 2 1 1 に囲まれた構造となっている。したがって、2 次巻線 2 1 2 に印加される直流高電圧は、1 次巻線 2 1 1 によって遮蔽される。その結果、直流高電圧が印加される 2 次巻線 2 1 2 と鉄心 2 0 1 との間、さらには、2 次巻線 2 1 2 と変圧器 1 0 5 a の外側に配置される部品や筐体との間の絶縁信頼性を向上させることができる。

40

【 0 0 2 5 】

また、特許文献 1 に開示された変圧器、すなわち、沿面距離を確保した特殊な形状のボビンで 1 次巻線と 2 次巻線を分離し、さらにシールドや絶縁材で 1 次巻線と 2 次巻線との間の絶縁性能を補強した変圧器に比べると、次のような効果を期待することができる。すなわち、特許文献 1 に開示された変圧器では、1 次巻線および 2 次巻線がそれぞれ定められた空間に巻回され、かつ、絶縁材などで覆われた構造となっているので、熱伝導が阻害され、巻線の冷却性能が低下する。それに対し、本実施形態では、ボビン 2 0 2 は、開放的な構造となっているため、とくに変圧器 1 0 5 a が絶縁油中に設置されるような場合には、1 次巻線 2 1 1 と 2 次巻線 2 1 2 との間に絶縁油が流動する隙間を設けることが可能となる。その場合、巻線の冷却性能を向上させることができるので、1 次巻線 2 1 1 およ

50

び2次巻線212に使用する被覆線の絶縁材として、耐熱温度の低い絶縁材でも使用可能となる。

【0026】

第2の実施形態

図3は、本発明の第2の実施形態に係る変圧器105bの断面構造の例を模式的に示した図である。図3に示すように、第2の実施形態に係る変圧器105bの構造は、図1に示した第1の実施形態に係る変圧器105aの構造から、2次巻線212の外側に巻回された1次巻線211を省略したものとなっている。しかしながら、本実施形態でも、1次巻線211と2次巻線212との間には、第1の実施形態の場合と同様に、例えば、140kV程度の高電圧が印加されることには変わりがない。

10

【0027】

従って、本実施形態でも、第1の実施形態の場合と同様に、1次巻線211および2次巻線212それぞれの絶縁耐圧は、ほぼ同等であるものとし、それぞれの巻線として、例えば、被覆材が同じで、径が同じ被覆線を用いるものとする。こうすることにより、1次巻線211と2次巻線212との間に、例えば140kVの高電圧が印加される場合であっても、絶縁耐圧が70kVの被覆線を使用することができる。

【0028】

すなわち、第2の実施形態でも、第1の実施形態と同様に、所定の絶縁耐圧を確保した上で、1次巻線211および2次巻線212として、被覆の厚みができるだけ薄い被覆線の使用が可能となる。よって、変圧器105bの製造コストを低減することができる。

20

【0029】

ただし、第2の実施形態では、2次巻線212の外側には1次巻線211が巻回されていないため、2次巻線212に印加される直流高電圧は、必ずしも遮蔽される構造とはなっていない。したがって、その分、絶縁耐圧の信頼性は低下するが、一方で、巻線構造が簡略化される利点により、変圧器105bの製造コストがより大きく低減される。

【0030】

なお、2次巻線212の外側に1次巻線211が巻回されないことに伴う絶縁耐圧の信頼性の低下を防止するために、2次巻線212の外側にシート状の絶縁材(図示せず)を巻回してもよい。その絶縁材としては、例えば、塩化ビニル、フッ素樹脂、フッ素ゴム、シリコンゴム、絶縁紙、エポキシ樹脂を主材料とした絶縁材を用いることができる。

30

【0031】

第3の実施形態

図4は、本発明の第3の実施形態に係る変圧器105cの断面構造の例を模式的に示した図、また、図5は、第3の実施形態に係る変圧器105cを用いて構成したX線管のフィラメントを加熱する電気回路の例を示した図である。

【0032】

図4に示すように、第3の実施形態に係る変圧器105cの構造は、第1の実施形態に係る変圧器105a(図1参照)の構造において、2次巻線212が巻回された鉄心201の位置とは異なる位置に追加1次巻線211bが巻回された構造となっている。すなわち、1次巻線211は、2次巻線212が巻回された鉄心20の位置とほぼ同じ位置に2次巻線212を囲むように巻回された主1次巻線211aと、前記の追加1次巻線211bとに分割されて構成されるものとしている。したがって、当然ではあるが、主1次巻線211aと追加1次巻線211bとは、図5に示すように、直列に接続される。なお、このような構造の変圧器105cは、2次巻線212を囲んで巻回された主1次巻線211aだけでは必要な巻回数に達しない場合に採用される。

40

【0033】

本実施形態では、主1次巻線211aと2次巻線212との間には、第1の実施形態の場合と同様に、例えば、140kV程度の高電圧が印加される。したがって、本実施形態でも、第1の実施形態の場合と同様に、主1次巻線211aおよび2次巻線212それぞれの絶縁耐圧は、ほぼ同等であるものとし、それぞれの巻線として、例えば、被覆材が同

50

じで、径が同じ被覆線を用いるものとする。一方、追加１次巻線２１１ｂには高電圧が印加されることはない。そこで、追加１次巻線２１１ｂを構成する被覆線は、主１次巻線２１１ａを構成する被覆線と同等のものである必要はなく、被覆材の厚みが小さい、すなわち、被覆材の径が小さいものであってもよい。

【００３４】

なお、主１次巻線２１１ａと追加１次巻線２１１ｂとの接続箇所は、追加１次巻線２１１ｂの外部に設けることが好ましい。また、その接続箇所は、塩化ビニル、フッ素樹脂、フッ素ゴム、シリコンゴム、絶縁紙、エポキシ樹脂を主材料とした絶縁材料で絶縁補強することが好ましい。

【００３５】

以上、本実施形態でも、第１の実施形態の場合と同様に、所定の高い絶縁耐圧を確保した上で、変圧器１０５ｃの製造コストを低減することができる。

【００３６】

なお、以上に説明した変圧器１０５ｃは、第１の実施形態に係る変圧器１０５ａの鉄心２０１に追加１次巻線２１１ｂを追加したものとなっているが、第２の実施形態に係る変圧器１０５ｂの鉄心２０１に追加１次巻線２１１ｂを追加したものであってもよい。

【００３７】

第４の実施形態

図６は、本発明の第４の実施形態に係る変圧器１０５ｄの断面構造の例を模式的に示した図である。図６に示すように、第４の実施形態に係る変圧器１０５ｄの構造は、図４に示した第３の実施形態に係る変圧器１０５ｃの構造における主１次巻線２１１ａと２次巻線２１２との間にシート状絶縁材２０３を追加したものとなっている。

【００３８】

シート状絶縁材２０３は、変圧器１０５ｄが絶縁油中に配置される場合には、絶縁油による劣化を受けにくい塩化ビニル、フッ素樹脂、フッ素ゴム、シリコンゴムなどを主材料とした絶縁材であることが好ましい。また、変圧器１０５ｄが大気中に配置される場合には、その絶縁材に特段の制限はない。

【００３９】

本実施形態では、主１次巻線２１１ａと２次巻線２１２との間にシート状絶縁材２０３を追加したことにより、主１次巻線２１１ａと２次巻線２１２の間にかかる電圧に対する絶縁耐圧を、シート状絶縁材２０３にも分担させることができる。したがって、主１次巻線２１１ａおよび２次巻線２１２をそれぞれ構成する被覆線の被覆材の厚み、すなわち、被覆線の径をより小さくすることができる。

【００４０】

本実施形態でも、第１の実施形態の場合と同様に、所定の高い絶縁耐圧を確保した上で、変圧器１０５ｄの製造コストを低減することができる。

【００４１】

なお、以上の変圧器１０５ｄは、第３の実施形態に係る変圧器１０５ｃ（図４参照）における主１次巻線２１１ａと２次巻線２１２との間にシート状絶縁材２０３を追加したものとなっているが、シート状絶縁材２０３を追加する対象はこれに限定されない。第１の実施形態に係る変圧器１０５ａ（図１参照）または第２の実施形態に係る変圧器１０５ｂ（図３参照）における１次巻線２１１と２次巻線２１２との間にシート状絶縁材２０３を追加したものであってもよい。

【００４２】

第５の実施形態

第５の実施形態に係る変圧器１０５（図示省略）は、前記第１～第４の実施形態のいずれにも適用可能なものであり、１次巻線２１１および２次巻線２１２の両方またはその一方の巻線を構成する被覆線は、さらに円筒状の絶縁チューブで覆われた構造をしている。すなわち、この場合に用いられる巻線は、Ｃｕなどからなる導線が第１の被覆材によって被覆され、その導線を被覆した第１の被覆材がさらに第２の被覆材（絶縁チューブ）によ

10

20

30

40

50

って被覆されるという２重構造をしていることを特徴とする。

【００４３】

このとき、第１の被覆材と第２の被覆材は、材料や材質は同じであってもよいが、物理的には別々のものであるとする。そして、第１の被覆材と第２の被覆材とは、互いに接着すること、融着することもしないものであることが好ましい。ここで、導線と第１の被覆材と第２の被覆材とを合わせた被覆線の径が例えば６ｍｍであったとする。この被覆線を、導線が１つの被覆材によって被覆され、径が同じ６ｍｍの被覆線と比較する。なお、このとき、被覆材の材料は、いずれも同じであるとする

【００４４】

この場合、被覆材の材料および厚みが同じであることから、両者の絶縁耐圧は、ほぼ同じになる。しかしながら、本実施形態のように被覆材が２重構造をしている被覆線では、その被覆線を曲げたとき、第１の被覆材と第２の被覆材との接触面が容易にズレあうことができるので、被覆材が１重構造をしている被覆線よりも曲げやすい。すなわち、本実施形態に係る２重構造の被覆線を１次巻線２１１および２次巻線２１２の少なくとも一方に用いた場合には、その巻線製造が容易となり、また小型化も可能となる。

【００４５】

よって、第５の実施形態に係る変圧器１０５は、所定の高絶縁耐圧を確保した上で、変圧器１０５の製造コストを低減することができるという効果を奏する。

【００４６】

以上、第１の実施形態～第５の実施形態に係る変圧器１０５（１０５ａ～１０５ｄ）は、Ｘ線管１０１のフィラメントを加熱する電気回路（図２、図５参照）で用いられる。さらに、これらの変圧器１０５（１０５ａ～１０５ｄ）、Ｘ線管１０１およびＸ線管１０１のフィラメントを加熱する電気回路は、Ｘ線撮影装置、Ｘ線ＣＴ装置などＸ線が発生する装置であるＸ線装置の一部を構成することとなる。

【００４７】

なお、第１の実施形態～第５の実施形態に係る変圧器１０５（１０５ａ～１０５ｄ）は、以上のようにＸ線装置で用いられるだけでなく、２次巻線に直流高電圧が印加される変圧器であれば、どのような用途でも用いることができる。例えば、電子顕微鏡のフィラメント加熱用の電気回路で用いることもできるし、また、インバータなど電力変換器の電気回路でも用いることができる。

【００４８】

本発明は、以上に説明した実施形態および変形例に限定されるものではなく、さらに、様々な変形例が含まれる。例えば、前記した実施形態および変形例は、本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態や変形例の構成の一部を、他の実施形態や変形例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態や変形例の構成に他の実施形態や変形例の構成を加えることも可能である。また、各実施形態や変形例の構成の一部について、他の実施形態や変形例に含まれる構成を追加・削除・置換することも可能である。

【符号の説明】

【００４９】

- １０１ Ｘ線管
- １０２ 陰極（フィラメント）
- １０３ 陽極
- １０４ 直流発生装置
- １０５，１０５ａ，１０５ｂ，１０５ｃ，１０５ｄ 変圧器
- １０６ 交流電源
- １１１ 熱電子
- １１２ Ｘ線
- ２０１ 鉄心

10

20

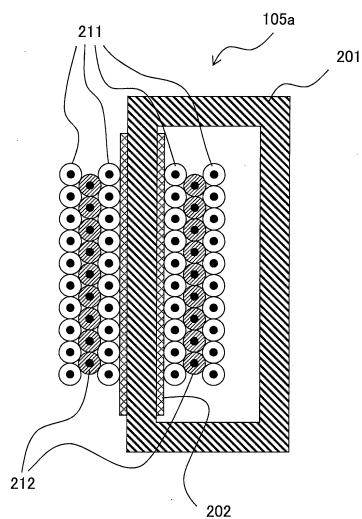
30

40

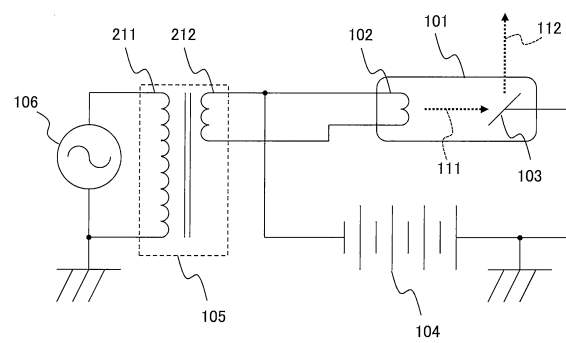
50

- 202 ボビン
- 203 シート状絶縁材
- 211 1次巻線
- 211a 主1次巻線（第1の1次巻線部）
- 211b 追加1次巻線（第2の1次巻線部）
- 212 2次巻線

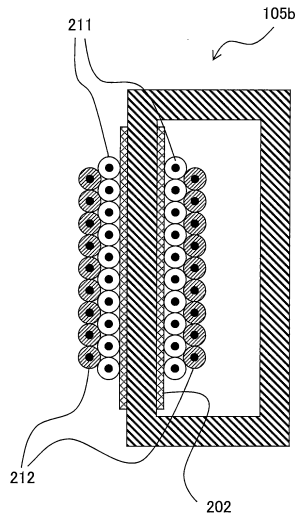
【図1】



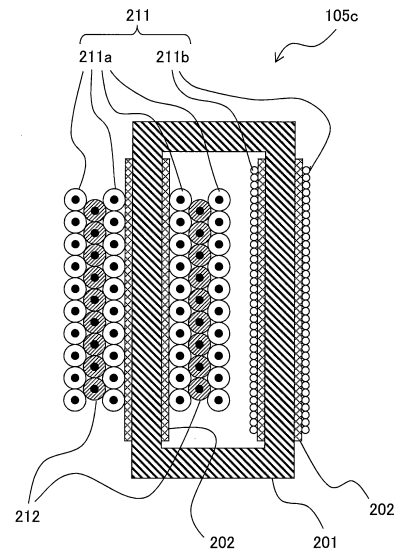
【図2】



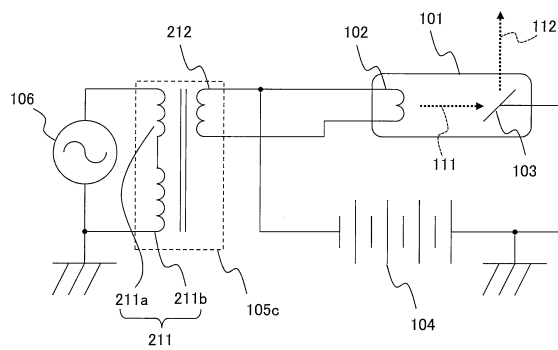
【図 3】



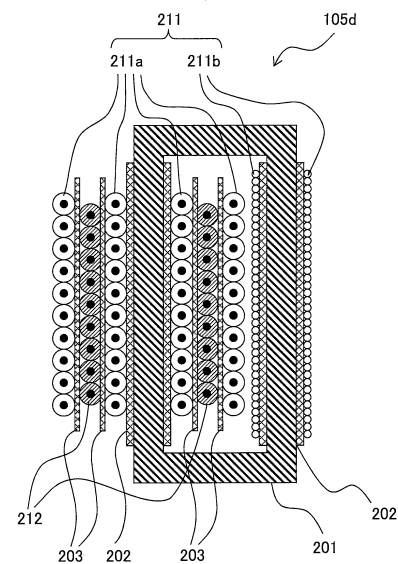
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 F 30/10

審査官 田中 崇大

(56)参考文献 国際公開第2015/001619(WO,A1)
国際公開第2014/147740(WO,A1)
実開昭61-153991(JP,U)
実開平03-120016(JP,U)
特開昭59-111314(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
G21K1/00-3/00
5/00-7/00
H01F27/28
27/32
30/00-38/12
38/16
41/12
H05G1/00-2/00