

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5222658号
(P5222658)

(45) 発行日 平成25年6月26日 (2013. 6. 26)

(24) 登録日 平成25年3月15日 (2013. 3. 15)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 F 30/00 (2006. 01)

H O 1 F 31/00 J

H O 1 F 27/28 (2006. 01)

H O 1 F 31/00 R

H O 5 G 1/20 (2006. 01)

H O 1 F 27/28 K

H O 5 G 1/08 (2006. 01)

H O 5 G 1/20

H O 5 G 1/08 T

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-202678 (P2008-202678)

(22) 出願日 平成20年8月6日 (2008. 8. 6)

(65) 公開番号 特開2010-40809 (P2010-40809A)

(43) 公開日 平成22年2月18日 (2010. 2. 18)

審査請求日 平成23年8月1日 (2011. 8. 1)

(73) 特許権者 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区外神田四丁目14番1号

(72) 発明者 竹内 虎之介

東京都千代田区外神田四丁目14番1号

株式会社日立メディコ内

審査官 池田 安希子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高電圧変圧器及びこれを用いたインバータ式X線高電圧装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉄心に1次巻線と2次巻線が巻かれ、前記1次巻線に入力される交流電圧を昇圧して前記2次巻線から交流の高電圧を出力する高電圧変圧器において、

前記2次巻線は、渦巻き状に形成されて多層に巻かれた第1の多層巻線と、この第1の多層巻線の巻き方向と同じ方向に連続して渦巻き状に形成されて多層に巻かれた第2の多層巻線と、から成る1組の渦巻き状多層巻線を樹脂材料による成形体内に埋め込んでモールドされた1組のモールド渦巻き状多層巻線を複数備え、

これらのモールド渦巻き状多層巻線が所定間隔毎に並列に配列されて、これらが直列に接続され、

前記成形体は、前記第1の多層巻線を巻くための第1の溝部を有する第1の成形体と、前記第2の多層巻線を巻くための第2の溝部を有する第2の成形体とを備え、

前記第1の成形体と第2の成形体との間に、前記多層巻線の径方向にスリットを有する絶縁体を設けたことを特徴とする高電圧変圧器。

【請求項2】

前記隣り合う1組のモールド渦巻き状多層巻線同士の間前記所定間隔を保つための間隔保持部材を設けたことを特徴とする請求項1に記載の高電圧変圧器。

【請求項3】

前記成形体は、開口部を有する円盤形状の成形体であることを特徴とする請求項1または2に記載の高電圧変圧器。

【請求項4】

直流電源と、この直流電源からの直流電力を交流電力に変換するインバータと、このインバータの出力電圧が入力される1次巻線及びこの1次巻線の入力電圧が昇圧されて交流の高電圧を出力する2次巻線を備えた高電圧変圧器と、この高電圧変圧器の出力電圧を直流電圧に整流する整流回路とを備えたインバータ式X線高電圧装置において、

前記高電圧変圧器が請求項1乃至3のいずれか一項に記載の高電圧変圧器であることを特徴とするインバータ式X線高電圧装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、入力電圧を高電圧に昇圧する高電圧変圧器に係り、特にインバータ式X線高電圧装置に用いる高電圧変圧器の寄生静電容量の低減及び小型化技術に関する。

【背景技術】

【0002】

X線CT装置において、X線管とX線検出器が搭載されたスキャナ回転部が連続回転されると同時に被検体が載置されたテーブルが体軸方向に移動されることによってX線管が被検体に対し相対的に螺旋運動させる螺旋CTが採用されている。この螺旋CTのスキャナ回転部への搭載物の軽量化を図るために、インバータ式X線高電圧装置のインバータの動作周波数を高くして高電圧変圧器を小型で軽量なものとしている。

【0003】

20

前記螺旋CTにより、“短時間で広い範囲のスキャンが可能”、“体軸方向に連続したデータが得られ、これによって三次元画像の生成が可能”、さらに、“X線検出器を多列化して一度に多くの断層画像の撮像が可能”であるために、心臓撮影にも適用されるようになってきた。

【0004】

このようなX線CT装置において、近年、さらなるスキャンの高速化が要求されているので、スキャナ回転部を高速に回転させる必要がある。

【0005】

そのためには、スキャナ回転部の搭載物をさらに軽量なものとしなければならない。スキャン時間が短縮されると、短時間で同じ線量のX線を被検体に照射するためには、前記X線管の陽極と陰極間に流れる管電流を大きくしなければならない。このため、高電圧変圧器に流れる電流は増大し、該高電圧変圧器が大型となって重量が増大し、スキャナの高速回転の障害要因となる。

30

【0006】

そこで、高電圧変圧器が収納される絶縁油封入型高電圧発生装置の小型、軽量化を図る必要がある。そのためには、インバータ式X線高電圧装置のインバータの動作周波数をさらに高くして高電圧変圧器の鉄心を小型化し、該高電圧変圧器を小型、軽量なものにする必要がある。

【0007】

しかし、インバータの動作周波数を高電圧変圧器の漏れインダクタンスと巻線の寄生静電容量とで発生する寄生共振周波数の近傍まで高くすると、異常電圧を発生するなどが問題となり、これを避けるためには、高電圧変圧器の巻線の寄生静電容量を大幅に低減する必要がある。

40

【0008】

また、前記巻線の寄生静電容量に流れる電流は無効電流となって、この無効電流分だけ1次巻線及び2次巻線に流れる電流は増大する。この無効電流は、管電流が大きいほど大きくなるので、この点からも巻線の寄生静電容量の低減が必要となる。

【0009】

前記巻線の寄生静電容量を低減する技術として、2次巻線を多分割し、これらを直列に接続したものが特許文献1に開示されている。

50

【0010】

また、スキャナ回転部を高速に回転させると、スキャナ回転部に搭載された絶縁油封入型高電圧発生装置にかかる遠心力が増大する。

【0011】

このため、スキャナ回転部の高速化に伴い、絶縁油封入型高電圧発生装置内部の高電圧変圧器や電気部品などの固定具やフレームなどを前記遠心力に耐えるものとしなければならないが、装置の大型化や重量の増加を招き、逆にスキャナ回転部への負担が増大する。

【0012】

そこで、高電圧発生装置の大型化や重量の増加を極力抑え、かつ機械的強度を上げるためには、高電圧変圧器の2次巻線の固定に有利な絶縁油封入型ではなく絶縁油樹脂モールド型にすることが考えられる。

10

【0013】

高電圧変圧器の小型、軽量化に関しては、2次巻線をプリント基板に実装した例が特許文献2に開示されている。また、軽量化に有利な手段として2次巻線を樹脂でモールドする技術が特許文献3に開示されている。

【0014】

【特許文献1】特開2001-85235号公報

【特許文献2】特開平9-131062号公報

【特許文献3】特開平7-106162号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

上記のように、スキャンの高速化を図るためには、インバータ式X線高電圧装置のインバータの動作周波数を高くしてスキャナ回転部に搭載される高電圧変圧器を小型、軽量とし、かつ該高電圧変圧器をスキャナ高速回転の遠心力に耐える構造にしなければならない。

【0016】

インバータの動作周波数を高くするためには、高電圧変圧器の2次巻線の寄生静電容量を大幅に低減する必要があるが、特許文献1に開示されている変圧器の2次巻線は、鉄心の軸方向に沿って1層分を巻き、その1層分の上に2層分を巻くという、通常レイヤ巻きと呼ばれる多層構造の2次巻線をブロック化し、隣接ブロック巻線間を離す構造にして静電容量を低減している。

30

【0017】

この方法では、DC-DCコンバータ(直流-直流変換)の5kHzのキャリア周波数と前記寄生共振周波数との共振を避けるための2次巻線の寄生静電容量は十分に低減できる。しかし、インバータ式X線高電圧装置のインバータの動作周波数は数十kHz以上に高くする必要があるが、特許文献1の技術では変圧器に層間絶縁を隔てて対向する電線間の1巻き当りの静電容量を小さくできないので、前記インバータの動作周波数に対応するための2次巻線の寄生静電容量は大幅に低減できない。

【0018】

40

また、高電圧変圧器の小型、軽量化を図るために、特許文献2の多分割した2次巻線をプリント基板に実装すると、2次巻線導体をパターン化するために、絶縁耐電圧は沿面距離に依存するので、該沿面距離を大きくしなければならない。

【0019】

したがって、スキャンの高速化による管電流の増大で2次巻線の導体径を太くすると、プリント基板のパターンでは厚み方向に限りがあるために幅方向に大きくしなければならないので大型となり、さらにプリント基板同士を並べて配置したときに該基板同士間の寄生静電容量も増大する。

【0020】

また、プリント基板では、基板表面のレジスト技術にもよるが、一般的なものでは、パ

50

ターン部分の絶縁性能は高電圧化ではほぼ無いに等しいので、絶縁距離を確保するためにプリント基板同士の距離を離すなどの対処をしなければならない。このため、巻数を多く必要とするものに対しては実装が複雑となり、装置が大型になる可能性がある。

【0021】

さらに、高電圧変圧器をスキャナ高速回転による遠心力に耐える構造にするために、2次巻線をモールドすると、従来のレイヤ巻きでは巻線に樹脂が入り難い。X線発生装置に用いられる高電圧変圧器は、2次側出力が高電圧・低電流のため、高電圧変圧器2次巻線には丸型の単線が用いられ、前記レイヤ巻きで多列・多層に巻いているため、層間の隙間が殆ど無く樹脂が入り難い。

【0022】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであって、高電圧変圧器の2次巻線の寄生静電容量を低減し、該2次巻線をモールドすることによってインバータの動作周波数を高くして、小型で軽量な高電圧変圧器及びこれを用いたインバータ式X線高電圧装置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】

【0023】

上記目的は、2つのブロックに分割されてモールドされた複数の渦巻き状多層巻線を所定間隔毎に並列に配列し、これらの渦巻き状多層巻線を直列に接続して2次巻線を構成することによって達成され、具体的には以下のとおりである。

【0024】

(1)鉄心に1次巻線と2次巻線が巻かれ、前記1次巻線に入力される交流電圧を昇圧して前記2次巻線から交流の高電圧を出力する高電圧変圧器において、前記2次巻線は、渦巻き状に形成されて多層に巻かれた第1の多層巻線と、この第1の多層巻線の巻き方向と同じ方向に連続して渦巻き状に形成されて多層に巻かれた第2の多層巻線と、から成る1組の渦巻き状多層巻線を樹脂材料による成形体内に埋め込んでモールドされた1組のモールド渦巻き状多層巻線を複数備え、これらのモールド渦巻き状多層巻線が所定間隔毎に並列に配列されて、これらが直列に接続されたことを特徴とする。

【0025】

(2)前記隣り合う1組のモールド渦巻き状多層巻線同士の間前記所定間隔を保つための間隔保持部材を設けた。

【0026】

(3)前記成形体は、前記第1の多層巻線を巻くための第1の溝部を有する第1の成形体と、前記第2の多層巻線を巻くための第2の溝部を有する第2の成形体とを備え、さらに前記第1の成形体と第2の成形体との間に絶縁体を設けたものである。

【0027】

(4)前記成形体は、開口部を有する円盤形状の成形体である。

【0028】

(5)前記1次巻線と2次巻線は、前記鉄心の異なる脚部に巻かれる。

【0029】

(6)前記鉄心には、2つに分割されたU型のカットコアが望ましい。

【0030】

(7)前記第1の多層巻線は、渦巻き状に外側から内側に向って多層に巻かれ、前記第2の多層巻線は、前記第1の多層巻線の巻き方向と同じ方向に連続して渦巻き状に内側から外側に向って多層に巻かれたことを特徴とする。

【0031】

(8)インバータ式X線高電圧装置の高電圧変圧器に上記(1)～(7)の高電圧変圧器を用いたことを特徴とする。具体的には以下のとおりである。

【0032】

1)直流電源と、この直流電源からの直流電力を交流電力に変換するインバータと、このインバータの出力電圧が入力される1次巻線及びこの1次巻線の入力電圧が昇圧されて交流

10

20

30

40

50

の高電圧を出力する2次巻線を備えた高電圧変圧器と、この高電圧変圧器の出力電圧を直流電圧に整流する整流回路とを備えたインバータ式X線高電圧装置において、前記高電圧変圧器の2次巻線は、渦巻き状に形成されて多層に巻かれた第1の多層巻線と、この第1の多層巻線の巻き方向と同じ方向に連続して渦巻き状に形成されて多層に巻かれた第2の多層巻線と、から成る1組の渦巻き状多層巻線を樹脂材料による成形体内に埋め込んでモールドされた1組のモールド渦巻き状多層巻線を複数備え、これらのモールド渦巻き状多層巻線が所定間隔毎に並列に配列されて、これらが直列に接続されたものである。

【0033】

2)前記隣り合う1組のモールド渦巻き状多層巻線同士の間前記所定間隔を保つための間隔保持部材を設けた。

10

【0034】

3)前記成形体は、前記第1の多層巻線を巻くための第1の溝部を有する第1の成形体と、前記第2の多層巻線を巻くための第2の溝部を有する第2の成形体とを備え、さらに前記第1の成形体と第2の成形体との間に絶縁体を設けた。

【0035】

4)前記成形体は、開口部を有する円盤形状の成形体である。

【0036】

5)前記1次巻線と2次巻線は、前記鉄心の異なる脚部に巻かれる。

【0037】

6)前記鉄心は、2つに分割されたU型のカットコアが望ましい。

20

【0038】

7)前記第1の多層巻線は、渦巻き状に外側から内側に向って多層に巻かれ、前記第2の多層巻線は、前記第1の多層巻線の巻き方向と同じ方向に連続して渦巻き状に内側から外側に向って多層に巻かれたものである。

【発明の効果】

【0039】

2つのブロックに分割された渦巻き状の多層巻線に樹脂を注入してモールドし、このモールドされた複数の渦巻き状の多層巻線を並列に配列し、これらを直列に接続して2次巻線を構成したので、高電圧変圧器の2次巻線の寄生静電容量は従来よりも大幅に低減され、また寄生静電容量に流れる無効電流も大幅に低減されるので、インバータの動作周波数を高くして高電圧変圧器及びこれを用いたインバータ式X線高電圧装置の小型、軽量化が可能となる。

30

【0040】

また、前記2次巻線がモールドされた高電圧変圧器を高電圧整流回路と共に絶縁油が満たされた高電圧タンクに収納することにより、X線CT装置のスキャナ回転部に搭載する高電圧発生装置は小型、軽量化されて、前記スキャナ回転部の遠心力は小さくなるので、さらなるスキャンの高速化が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

以下、添付図面に従って本発明の高電圧変圧器及びこれを用いたインバータ式X線高電圧装置の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

40

【0042】

なお、本発明の実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0043】

図1は、本発明による高電圧変圧器を用いたインバータ式X線高電圧装置の構成図である。このインバータ式X線高電圧装置は、直流電源1と、この直流電源1の電圧を所定の周波数の交流電圧に変換するインバータ回路(直流／交流変換手段)2と、このインバータ回路2の交流電圧を昇圧する高電圧変圧器3と、この高電圧変圧器3の電圧を整流して直流の高電圧に変換する高電圧整流回路4とを備えて構成され、前記直流高電圧を陽極が接地されたX

50

線管5の陽極5aと陰極5b間に印加してX線を発生させる。このうち高電圧変圧器3と高電圧整流回路4によって高電圧発生装置6が構成される。

【0044】

上記のように構成されたインバータ式X線高電圧装置は、X線管5の陽極5aと陰極5b間に印加される管電圧を検出して設定した管電圧になるように制御する図示省略の管電圧フィードバック制御手段と、前記X線管5の陽極5aと陰極5b間に流れる管電流を検出して設定した管電流になるように制御する図示省略の管電流フィードバック制御手段とを備えて前記管電圧及び管電流が設定値になるように制御される。

【0045】

前記直流電源1は、図示省略の商用電源電圧を直流電圧に変換して得られる直流電源、あるいはバッテリーによる直流電源等、どのような直流電源でも良い。なお、前記商用電源電圧を直流電圧に変換する回路形態も、前記商用電源電圧を全波整流回路で全波整流する形態、あるいは前記全波整流して得られた直流電圧をチョップ回路で調整する形態や前記全波整流回路に電圧可変機能を備えた形態等、その変換形態に限定されるものではない。

10

【0046】

前記インバータ回路2は、直流電源1から出力された直流電圧を受電して高周波の交流電圧に変換すると共に、高電圧発生装置6から出力してX線管に印加される管電圧が目標値となるように制御する図示省略のインバータ制御回路により管電圧が目標値となるように制御される。

20

【0047】

図2は、本発明の高電圧変圧器を用いて構成した前記高電圧発生装置6の回路の一例である。本発明の高電圧変圧器3は、図2に示すように、鉄心7と、この鉄心7に巻かれた1次巻線8と2次巻線9とを有し、該2次巻線9は、複数の巻線9a、9b、9c、・・・9nを有し、これらの巻線が直列に接続される。

【0048】

この直列に接続された複数の2次巻線9は、高電圧整流回路4の交流入力側に接続される。前記高電圧整流回路4は、直列に接続された複数の整流回路4a、4b、4c、・・・4nで構成され、これらの整流回路に前記複数の2次巻線9a、9b、9c、・・・9nの出力電圧が入力されて直流の高電圧が出力される。

30

【0049】

次に、上記のように構成されたインバータ式X線高電圧装置に用いる本発明の高電圧変圧器の実施形態について詳しく説明する。

【0050】

《第1の実施形態》

図3は、本発明による高電圧変圧器3の第1の実施形態の斜視図である。

【0051】

この高電圧変圧器3は、鉄心7と、この鉄心7に巻かれた1次巻線8と、この1次巻線8の上に巻かれた2次巻線9と、前記1次巻線8を円状に保持するための巻枠10とを備えて構成される。

40

【0052】

鉄心7は、2分割にカットされたU型のカットコアで、2分割されたコアの一方の脚部に1次巻線と2次巻線が巻かれる。

【0053】

なお、図3において、1次巻線8は、2次巻線9の下に隠れて見えないが、該1次巻線の引き出し線8aが前記インバータ回路2の出力側に接続され、2次巻線9は高電圧整流回路4の入力側に接続される。

【0054】

2次巻線9は、渦巻き状に多層に巻かれた巻線を樹脂でモールドし、このモールドされた複数の巻線を所定間隔毎に並列に配列されて高電圧整流回路4に接続される。

50

【0055】

図4は、前記渦巻き状に多層に巻かれた巻線の模式図である。渦巻き状多層巻線9aは、図4(a)に示すように、渦巻き状に外側から内側に向って多層に巻かれた第1の多層巻線9a1と、この第1の多層巻線9a1の巻き方向と同じ方向に連続して渦巻き状に内側から外側に向って多層に巻かれた第2の多層巻線9a2とから成る。前記第1の渦巻き状多層巻線9a1及び第2の渦巻き状多層巻線9a2は、図4(b)に示すように、渦巻き状に巻かれた層数mの2つのブロックから成り、適当な絶縁距離を有して並列に配列され、端部絶縁体9cにより端部の絶縁処理が施される。

【0056】

前記第1の多層巻線9a1と第2の多層巻線9a2との2組の多層巻線から成る1組の渦巻き状多層巻線9aは、図5に示すように、絶縁成形体11内に埋め込まれ、これにエポキシ等の樹脂が注入されてモールドされる(以下、モールドされた1組の渦巻き状多層巻線9a'をモールド渦巻き状多層巻線と記す)。

【0057】

図6は、前記モールド渦巻き状多層巻線9a'の構造を示す図である。モールド渦巻き状多層巻線9a'は、図6(a)に示すように、第1の多層巻線9a1が巻かれて保持される第1の多層巻線保持体(第1の成形体)9d1と、第2の多層巻線9a2が巻かれて保持される第2の多層巻線保持体(第2の成形体)9d2と、前記第1の多層巻線9a1と第2の多層巻線9a1との絶縁耐電圧を確保するための巻線絶縁体9eとを備えて構成される。

【0058】

前記第1の多層巻線保持体9d1は、図6(b)に示すように、渦巻き状の溝部(第1の溝部)9e1と、図6(a)に示す2次巻線導体9fを前記1次巻線8の上に巻回するための該1次巻線(絶縁物を含む)の径よりも大きい径の開口部9g1とを有する。前記第1の多層巻線9a1は、前記2次巻線導体9fを前記第1の多層巻線保持体9d1の溝部9e1に該溝部9e1の外側から内側に向って巻かれる。

【0059】

なお、a1は第1の多層巻線9a1の巻き始め、b1は第1の多層巻線9a1の巻き終わりである。

【0060】

同様に、前記第2の多層巻線保持体9d2は、図6(c)に示すように、渦巻き状の溝部(第2の溝部)9e2と、前記2次巻線導体9fを前記1次巻線8の上に巻回するための該1次巻線(絶縁物を含む)よりも大きい径の開口部9f2とを有する。前記第2の多層巻線9a2は、前記2次巻線導体9fが前記第2の多層巻線保持体9d2の溝部9e2に該溝部9e2の内側から外側に向って巻かれる。

【0061】

なお、a2は第2の多層巻線9a2の巻き始め、b2は第2の多層巻線9a2の巻き終わりである。

【0062】

前記2次巻線導体9fには、丸型あるいは角型の銅線が用いられるが、丸型の方が対向する第1の多層巻線と第2の多層巻線同士の面積が小さくなるために、多層巻線間同士の寄生静電容量を低減できる。

【0063】

このように、第1の多層巻線9a1と第2の多層巻線と9a2には、同じ2次巻線導体9fが用いられて1組の渦巻き状多層巻線9aが形成される。したがって、第1の多層巻線9a1の巻き終わりb1と第2の多層巻線9a2の巻き始めa2とは同じであり、第1の多層巻線9a1の巻き始めa1と第2の多層巻線9a2の巻き終りb2を引き出して、該引き出し線に端子を設ける。この端子に電圧が印加されると、渦巻き状巻線の内側では第1の多層巻線9a1と第2の多層巻線9a2との間の電位差は小さいが、渦巻き状巻線の外側では電位差は大きくなる。

【0064】

このため、前記端部絶縁体9c(図4(b)を参照)を設けて、巻き始めa1と巻き終りb2の引き出し線の絶縁耐電圧を確保する方策をとっている。

【0065】

前記巻線絶縁体9eは、図6(d)に示すように、前記第1の多層巻線保持体9d1の開口部9g1及び第2の多層巻線保持体9d2の開口部9g2と同じ径の開口部9g3と、前記第1の多層巻線9a1と第2の多層巻線9a2を連続して巻くために、2次巻線導体9fを保持するスリット9hとを有する。

【0066】

上記のように構成された第1の多層巻線を有する第1の多層巻線保持体9d1と、巻線絶縁体9eと、第2の多層巻線を有する第2の多層巻線保持体9d2とを、図6(a)のように積層してこれを絶縁成形体11内に収納し、該絶縁成形体11に樹脂を注入してモールドし、モールド渦巻き状多層巻線9a'を形成する。

【0067】

10

図3の2次巻線9は、前記モールド渦巻き状多層巻線9a'が所定間隔毎に並列に配列され、これらのモールド渦巻き状多層巻線9a'が直列に接続されて構成される。前記所定間隔は、図示省略の間隔保持体をモールド渦巻き状多層巻線間に入れて確保する。前記図示省略の間隔保持体は、絶縁物で構成されたモールド渦巻き状多層巻線と同じ径の開口部を有する。

【0068】

上記のように構成されたモールド渦巻き状多層巻線を複数用い、次の手順で高電圧変圧器を組み立てる。

【0069】

(1)2分割にカットされたU型カットコアを接着するための接着剤を塗布し、該カットコアを固定するための締め付けバンドを該カットコアに取り付ける。ただし、締め付けバンドは開放状態にしておく。

20

【0070】

(2)2分割にカットされたU型カットコアの一方の脚部に、1次巻線が巻かれた巻枠10を装着する。

【0071】

(3)1次巻線の上に絶縁処理を施し、その上に間隔保持体を挟んで複数のモールド渦巻き状多層巻線を並列に装着する。

【0072】

(4)前記締め付けバンドを締め付けて2分割にカットされたU型カットコアを接着して固定する。

30

【0073】

(5)カットコアに1次巻線及び2次巻線を固定し、該1次巻線及び2次巻線の引き出し線に端子を付ける。

【0074】

図7は、上記のようにして組み立てられた第1の実施形態における高電圧変圧器の1次巻線8及び2次巻線9の断面図である。図示のように、巻枠10の上に1次巻線8が巻かれ、該1次巻線の上に絶縁処理が施されて、その上に間隔保持体を挟んで複数のモールド渦巻き状多層巻線が並列に配列されているのが分る。

【0075】

40

このように構成された高電圧変圧器3は、その2次巻線が高電圧整流回路4に接続され、該高電圧整流回路4と共に図示省略の高電圧タンクに収納されて絶縁油に浸漬される。

【0076】

次に、上記第1の実施形態における高電圧変圧器の2次巻線間の寄生静電容量(以下、巻線容量と記す)について説明する。

【0077】

図8は、本発明の第1の実施形態における高電圧変圧器の2次巻線の多層構造を模式的に示す図である。

【0078】

図8において、2次巻線9は、渦巻き状に巻かれた層数mの2つのブロックから成るモールド

50

ド渦巻き状多層巻線9a'がn列、すなわち分割されたブロック数b=2n列の多層巻線となり、この多層巻線全体の等価巻線容量C_Tは、特許文献1の特開2001-85235号公報の(5)式を引用して、

$$C_T = c_1(k'-1)/(k'^2mb) + c_2(m-1)k'/(bm^2) + c_3(m-1)^2(b-1)/(mb^2) \quad (式1)$$

となる。ここに、

c₁; 同じ層の隣接する電線間の1巻き当りの静電容量

c₂; 層間絶縁を隔てて対向する電線間の1巻き当りの静電容量

c₃; 巻線をブロック分けしたときの隣接ブロック巻線部間の間隔を隔てて対向する電線間の1巻き当りの静電容量

k'; 各ブロック巻線部の1層分の巻き数(1層分の総巻き数はK)

である。

【0079】

本発明の巻き方では、1ブロックにおいて1層分の巻き数は1となるため、k'=1、ブロック数bは総巻き数Kと同じ数になる。したがってC_Tは、

$$C_T = c_2(m-1)/(Km^2) + c_3(m-1)^2(K-1)/(mK^2) \quad (式2)$$

となる。

【0080】

ここで、従来のブロック分割しないもの(鉄心の軸方向に沿って最上端から最下端まで順に1層分を巻き、その1層分の上に2層分を最上端から最下端まで巻く巻き方)と比較すると、前記特許文献1(特開2001-85235号公報)の(1)式より、多層構造による2次巻線容量C_nは、

$$C_n = c_1m(K-1)/(K^2m^2) + c_2K(m-1)/m^2 \quad (式3)$$

となる。

【0081】

このように、(式2)より本発明の2次巻線容量を、(式3)より従来の2次巻線容量を算出することができる。

【0082】

一例として、分割されたブロック数の1層分の巻き数K=200、層数m=10としたときに、本発明の2次巻線容量は(式4)となり、従来の2次巻線容量は(式5)となる。

【0083】

$$C_T = 4.5 \times 10^{-4}c_2 + 0.04c_3 \quad (\text{本発明の2次巻線容量}) \quad (式4)$$

$$C_n = 5.0 \times 10^{-4}c_1 + 18c_2 \quad (\text{従来の2次巻線容量}) \quad (式5)$$

となり、巻線間距離がほぼ同じ場合、近似的にc₁ c₂ c₃とすると、

$$C_T = 0.04c_2 \quad (\text{本発明の2次巻線容量}) \quad (式6)$$

$$C_n = 18c_2 \quad (\text{従来の2次巻線容量}) \quad (式7)$$

となる。

【0084】

この結果、本発明による2次巻線容量は従来の約450分の1に低減されることになる。なお、(式4)において、並列に配列されるモールド渦巻き状多層巻線9a'間を適当な距離だけ離すことによって、さらに巻線容量の低減を図ることが可能となる。

【0085】

上記第1の実施形態によれば、以下の効果が得られる。

【0086】

(1)2つのブロックに分割された渦巻き状の多層巻線に樹脂を注入してモールドし、このモールドされた複数の渦巻き状の多層巻線を並列に配列して2次巻線を構成したので、従来よりも多層巻線間の距離が短縮されて2次巻線は小型なものとなる。また、渦巻き状の多層巻線がモールドされているので、2次巻線の組み立てが簡単になる。

【0087】

(2)高電圧変圧器の2次巻線間の寄生静電容量が従来よりも大幅に低減されるので、これ

10

20

30

40

50

によって前記2次巻線間の寄生静電容量に流れる電流も大幅に低減されて1次巻線及び2次巻線には線径の小さい電線が使用でき、かつ絶縁体も小型なものとなる。

【0088】

(3)また、2次巻線間の寄生静電容量の大幅な低減により、高電圧変圧器の漏れインダクタンスと巻線の寄生静電容量とで発生する寄生共振周波数は非常に高くなるので、さらなるインバータ回路の動作周波数の高周波化が可能となり、これによって鉄心を小型にすることができる。

【0089】

(4)上記2次巻線を小さな鉄心に巻回することにより、高電圧変圧器は小型化され、かつ巻線の静電容量による無効電流も大幅に低減されるので、インバータ回路に流れる電流が低減され、インバータ回路も小型化される。これらによって、インバータ式X線高電圧装置の小型化が可能となる。

【0090】

(5)2次巻線がモールドされた高電圧変圧器を高電圧整流回路と共に高電圧タンクに収納することにより、X線CT装置のスキャナ回転部に搭載する高電圧発生装置は小型、軽量化されて、前記スキャナの遠心力は小さくなるので、さらなるスキャンの高速化が可能になる。

【0091】

《第2の実施形態》

図9は、本発明による高電圧変圧器3の第2の実施形態の斜視図である。

【0092】

この高電圧変圧器3は、前記第1の実施形態の1次巻線と2次巻線を2分割にカットされたU型カットコアの別々の脚部に巻いた構成で、一方の脚部に1次巻線8を巻き、他方の脚部に2次巻線9を巻いたものである。

【0093】

前記1次巻線8は、第1の実施形態と同様に巻枠10に巻かれ、前記2次巻線は、巻枠12の上に第1の実施形態と同様の2つのブロックから成る複数のモールドされた渦巻き状多層巻線が所定間隔毎に並列に配列されて高電圧整流器4に接続される。

【0094】

このように構成された高電圧変圧器3は、1次巻線と2次巻線がU型カットコアの別々の脚部に巻かれたので、1次巻線に絶縁油が浸漬し、第1の実施形態よりも1次巻線を効率良く冷却することができる。

【0095】

また、渦巻き状に多層に巻かれた2次巻線の円状の径は、1次巻線の円状の径の分だけ第1の実施形態よりも小さくなるので、モールドされた2次巻線を小型にすることができる。これによって高電圧変圧器の高さを低くすることができ、高電圧発生装置の高さに制限がある場所にも設置することができる。

【0096】

さらに、2次巻線の円状の径を小さくすることによって2次巻線容量も低減するので、インバータ回路に流れる電流が低減され、インバータ回路も小型化される。

【0097】

《第3の実施形態》

図10は、本発明による高電圧変圧器3の第3の実施形態の断面を含む斜視図である。この高電圧変圧器3は、前記第1の実施形態及び第2の実施形態の1次巻線と2次巻線を2分割にカットされたU型カットコアの2つの脚部に巻いた構成である。すなわち、前記第1の実施形態及び第2の実施形態の1次巻線8と同じ1次巻線81と82を2つの脚部に巻いてこれらを並列に接続し、前記第1の実施形態及び第2の実施形態の2次巻線9を2つの2次巻線91と92に分割して、それぞれ前記1次巻線81と82の上に巻いてこれらを直列に接続した構成の高電圧変圧器である。

【0098】

10

20

30

40

50

前記1次巻線81と82は、それぞれU型カットコアの2つの脚部に図示省略の巻枠に巻かれ、前記2つに分割された2次巻線91と92は、それぞれ前記1次巻線81と82の上に2つのブロックから成る複数のモールドされた渦巻き状多層巻線が所定間隔毎に並列に配列され、このように配列された2次巻線91と92は直列接続されて高電圧整流器4に接続される。

【0099】

このように構成された高電圧変圧器3は、1次巻線が並列に接続されて電流容量を確保すると同時に1次巻線側から見た漏れインダクタンスを低減できるので、高電圧変圧器の漏れインダクタンスと巻線の寄生静電容量とで発生する寄生共振周波数は非常に高くなるので、さらなるインバータ回路の動作周波数の高周波化が可能となり、高電圧変圧器を小型なものとする事ができる。

10

【0100】

以上、本発明による高電圧変圧器及びこれを用いたインバータ式X線高電圧装置について第1～第3の実施形態を用いて説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定するものではなく、本発明の技術思想である、2つのブロックに分割されてモールドされた複数の渦巻き状多層巻線を所定間隔毎に並列に配列し、これらの渦巻き状多層巻線を直列に接続して2次巻線を構成するものであれば、どのような形態でも良い。

【0101】

例えば、以下のように変形されるものでも可能である。

【0102】

(1)渦巻き状多層巻線は、多層巻線保持体に渦巻き状の溝を形成し、この溝に電線を嵌め込んで支持する方法をとったが、例えば治具を用いて多層巻線を渦巻き状の形に保ち、この状態で樹脂を注入してモールドすることにより、前記多層巻線保持体を不要にすることができる。

20

【0103】

(2)図6のモールド渦巻き状多層巻線9a'は、第1の多層巻線9a1と第2の多層巻線9a2をそれぞれモールドし、これらのモールドされた第1の多層巻線9a1'と第2の多層巻線9a2'との絶縁耐電圧を確保するための巻線絶縁体9eとを備えた構成でも良い。

【0104】

(3)第1の多層巻線9a1と第2の多層巻線9a1との絶縁耐電圧を確保するために巻線絶縁体9eを設けたが、モールドを前記第1の多層巻線9a1と第2の多層巻線9a1との絶縁耐電圧を確保できる厚さにして、前記第1の多層巻線9a1と第2の多層巻線9a1とを面を接して並べて前記巻線絶縁体9eを不要としても良い。

30

【0105】

(4)モールド渦巻き状多層巻線間に間隔保持体を挟んで所定間隔を確保する手段をとったが、モールドを前記所定間隔の厚さにして、前記モールド渦巻き状多層巻線同士の面を接して並べて前記間隔保持体を不要としても良い。

【0106】

(5)本発明は、小型化と寄生静電容量低減のために、2次巻線を多分割し、この多分割化された複数の2次巻線を直列に接続することにあることから、図2のように、一つの2次巻線に対して一つの整流回路を接続しても良いし、任意の複数の2次巻線を直列に接続したものを一つの整流回路に接続する構成でも良い。

40

【0107】

(6)本発明の高電圧変圧器を用いたインバータ式X線高電圧装置は、陰極が接地されたX線管及びX線管のハウジングを接地した中性点接地のX線管にも適用できる。

【0108】

(7)第1の多層巻線は、渦巻き状に内側から外側に向って多層に巻き、第2の多層巻線は、前記第1の多層巻線の巻き方向と同じ方向に連続して渦巻き状に外側から内側に向って多層に巻く巻き方でも良い。

【図面の簡単な説明】

【0109】

50

【図1】本発明による高電圧変圧器を用いたインバータ式X線高電圧装置の構成図。

【図2】本発明の高電圧変圧器を用いて構成した高電圧発生装置の回路の一例。

【図3】本発明による高電圧変圧器の第1の実施形態の斜視図。

【図4】渦巻き状に多層に巻かれた2次巻線の模式図。

【図5】モールドされた1組の渦巻き状多層巻線の模式図。

【図6】モールド渦巻き状多層巻線の構造を示す図。

【図7】本発明の第1の実施形態における高電圧変圧器の1次巻線及び2次巻線の断面を示す図。

【図8】本発明の第1の実施形態における高電圧変圧器の2次巻線の多層構造を模式的に示す図。

10

【図9】本発明による高電圧変圧器の第2の実施形態の斜視図。

【図10】本発明による高電圧変圧器の第3の実施形態の断面を含む斜視図。

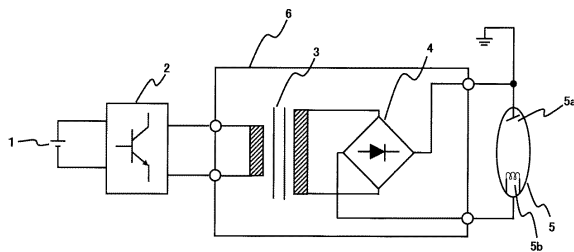
【符号の説明】

【0110】

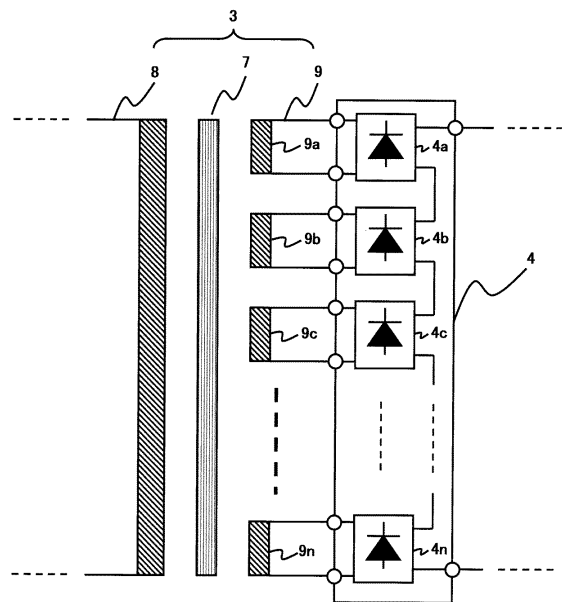
1 直流電源、2 インバータ回路、3 高電圧変圧器、4 高電圧整流回路、5 陽極接地型X線管、6 高電圧発生装置、7 高電圧変圧器の鉄心、8 高電圧変圧器の1次巻線、9 高電圧変圧器の2次巻線、9a 渦巻き状多層巻線、9a' モールド渦巻き状多層巻線、9a1 第1の渦巻き状多層巻線、9a2 第2の渦巻き状多層巻線、9d1 第1の成形体、9d2 第2の成形体、9e 巻線絶縁体、9e1 第1の溝部、9e2 第2の溝部、9g1 第1の開口部、9g2 第2の開口部、9g3 第3の開口部、11 成形体、b ブロック数、m 層数、K 1層分の総巻数

20

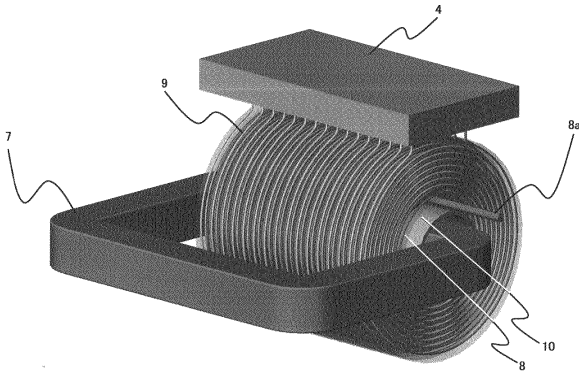
【図1】



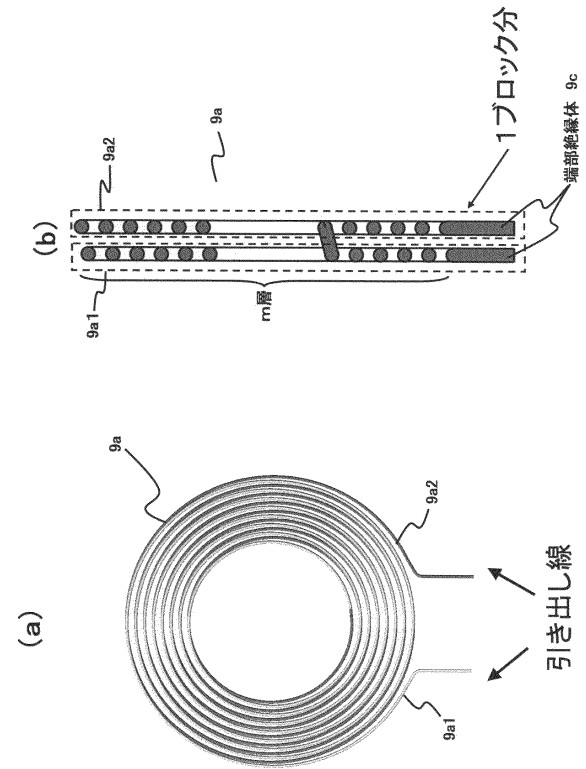
【図2】



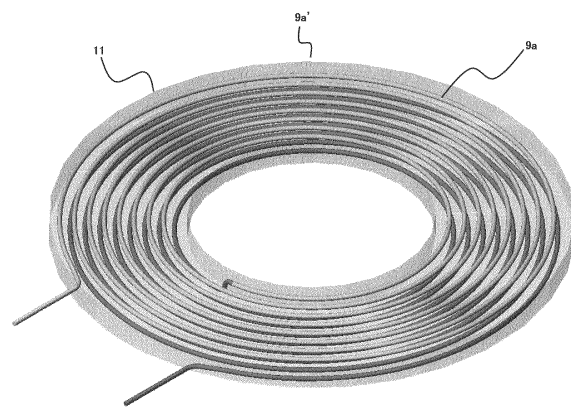
【図 3】



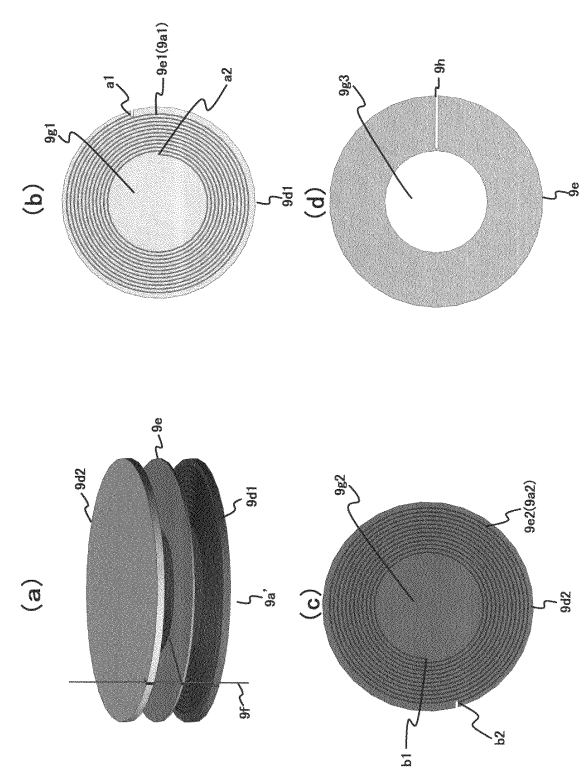
【図 4】



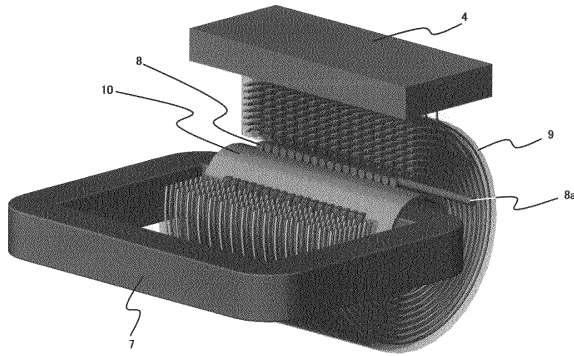
【図 5】



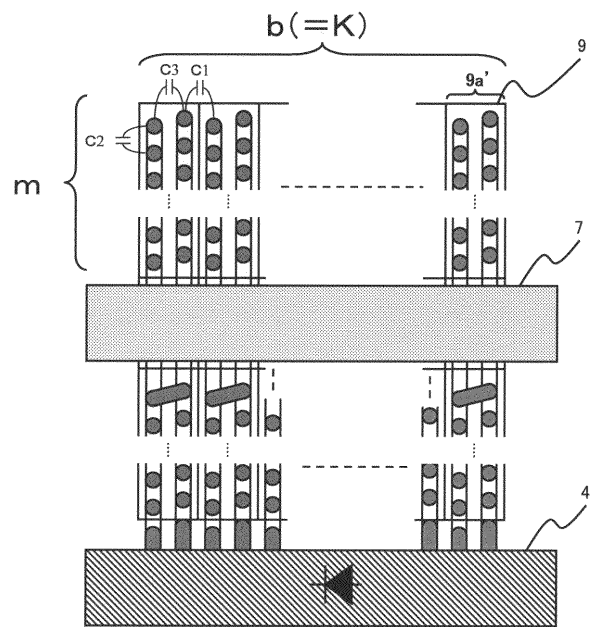
【図 6】



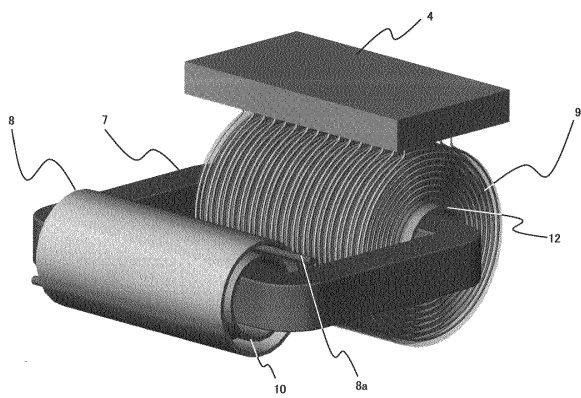
【図 7】



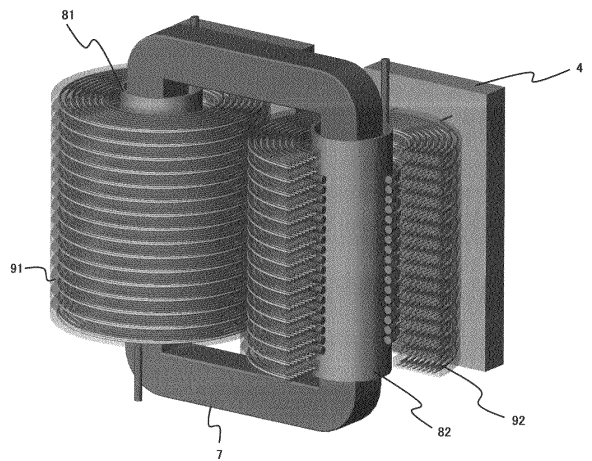
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-241956 (JP, A)
特開平08-316059 (JP, A)
特開2003-257697 (JP, A)
特開2004-172565 (JP, A)
特開平05-326309 (JP, A)
特開2002-231534 (JP, A)
特開平08-339923 (JP, A)
特開平06-224064 (JP, A)
特開2001-052938 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01F 30/00
H01F 27/28
H05G 1/08
H05G 1/20