(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3556817号
(P3556817)
(45)発行日　平成16年8月25日(2004.8.25)　(24)登録日　平成16年5月21日(2004.5.21)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01F 29/04　H01F 29/04　502M

請求項の数 3　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平9-358029
(22)出願日　平成9年12月25日(1997.12.25)
(65)公開番号　特開平11-186071
(43)公開日　平成11年7月9日(1999.7.9)
審査請求日　平成12年7月31日(2000.7.31)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目６番地
(74)代理人　100068504
弁理士　小川　勝男
(74)代理人　100061893
弁理士　高橋　明夫
(74)代理人　100086656
弁理士　田中　恭助
(72)発明者　山本　正一
茨城県日立市国分町一丁目１番１号　株式会社日立製作所　国分工場内
(72)発明者　三瓶　宏幸
茨城県日立市国分町一丁目１番１号　株式会社日立製作所　国分工場内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】負荷時タップ切換単巻変圧器

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
直列巻線と分路巻線とを中性点端子側のタップ巻線に接続して高圧側のタップ電圧を切換える負荷時タップ切換単巻変圧器において、上記タップ巻線を内側タップ巻線と外側タップ巻線とに分割すると共に、前記内側タップ巻線と外側タップ巻線との巻回数をほぼ等しくし、鉄心脚に内側タップ巻線、分路巻線、直列巻線及び外側タップ巻線を順次配置し、前記内側及び外側タップ巻線の１タップを第１タップ巻線と第２タップ巻線とで構成し、１タップの内側タップ巻線に第１タップ巻線を外側タップ巻線に第２タップ巻線を配置し、第１及び第２タップ巻線間を直列接続することにより１タップを構成したことを特徴とする負荷時タップ切換単巻変圧器。
【請求項２】
直列巻線と分路巻線とを中性点端子側のタップ巻線に接続して高圧側のタップ電圧を切換える負荷時タップ切換単巻変圧器において、上記タップ巻線を内側タップ巻線と外側タップ巻線とに分割すると共に、前記内側タップ巻線と外側タップ巻線との巻回数をほぼ等しくし、鉄心脚に内側タップ巻線、分路巻線、直列巻線及び外側タップ巻線を順次配置し、前記内側及び外側タップ巻線を第１タップ巻線と第２タップ巻線とで構成し、これを１タップとし、前記１タップ毎に交互に内側タップ巻線及び外側タップ巻線を接続して構成することを特徴とする負荷時タップ切換単巻変圧器。
【請求項３】
直列巻線と分路巻線とを中性点端子側のタップ巻線に接続して高圧側のタップ電圧を切換

える負荷時タップ切換単巻変圧器において、上記タップ巻線を内側タップ巻線と外側タップ巻線とに分割すると共に、前記内側タップ巻線と外側タップ巻線との巻回数をほぼ等しくし、鉄心脚に内側タップ巻線、分路巻線、直列巻線及び外側タップ巻線を順次配置したことを特徴とする負荷時タップ切換単巻変圧器。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は負荷時タップ切換単巻変圧器に係り、特に中性点端子側にタップ巻線を接続して中圧側の電圧を一定に保ち、高圧側のタップ電圧を切換える負荷時タップ切換単巻変圧器に関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来タップ巻線を有する負荷時タップ切換単巻変圧器において、巻通したタップ巻線を主巻線である直列巻線及び分路巻線の内径側、中間もしくは外径側に配置する巻線配置や巻線の外径側に上下２分割配置する巻線配置が一般に採用されている。

【０００３】

図５（ａ）はタップ巻線を主巻線である直列巻線及び分路巻線の内径側に配置した従来の巻線配置を示した巻線配置図及び同図（ｂ）は巻線の漏れ磁束量を示す磁束分布図である。同図（ａ）の巻線配置図は、鉄心脚１の外周に内径側からタップ巻線１２、分路巻線３及び直列巻線４が順次配置され、タップ巻線１２は分路巻線３と電気的に直列結線した状態を示している。

【０００４】

同図（ｂ）の磁束分布図は、横軸は巻線径方向の位置及び寸法を表わし、縦軸は漏れ磁束量を表わしている。また、磁束分布図中の実線はタップ巻線１２に電流が流れていない場合の漏れ磁束量Φ_1を、点線はタップ巻線１２に分路巻線
３と同一方向の電流が流れている場合の漏れ磁束量Φ_2を示している。

【０００５】

図５における巻線配置は主巻線である直列巻線４及び分路巻線３が隣接した配置となっており、その巻線間寸法が絶縁性能上必要な距離を保持できれば、巻線間寸法を小さくすることができるため、鉄心体格を小さくし巻線重量及び鉄心重量を併せた中身重量を比較的軽量とすることができる。

【０００６】

一般にＫ：定数，Ａ：電流，Ｔ：ターン数（巻回数），ｅ：１ターン当たりの誘起電圧，Ｈ：巻線高さ，Lm_0：一次巻線と二次巻線間の平均周長，d_0：一次巻線と二次巻線間の寸法，Lm_1：一次巻線の平均周長，d_1：一次巻線の巻幅，Lm_2：二次巻線の平均周長，d_2：二次巻線の巻幅とすると変圧器のインピーダンス％ＩＸは（１）式で表わされる。

【０００７】

【数１】

$$\%IX = KAT/e \times 1/H\left[\left(Lm_0\, d_0\right) + \left(Lm_1\, d_1 + Lm_2\, d_2\right)/3\right] \cdots (1)$$

（１）式よりインピーダンスの大きさは、ターン数と１ターン当たりの誘起電圧が一定であれば、電流，巻線高さの逆数及び巻線径方向の位置及び寸法、に比例して大きくなることが分かる。

【０００８】

また磁束分布図において、横軸が表わす巻線径方向の位置及び寸法が大きくなるほど、また縦軸が表わす電流に比例する漏れ磁束が大きくなるほど漏れ磁束量を示す面積が大きくなる。つまりインピーダンスと磁束分布図の漏れ磁束量とは比例関係になっている。但し、磁束分布図中横軸より下側に示された漏れ磁束を負側の磁束とすると、負側の磁束は上側の漏れ磁束：正側の磁束を打ち消すため、その差分による漏れ磁束量がインピーダンス

と比例することになる。

【０００９】

ここで図５におけるインピーダンスの変化をその漏れ磁束量変化によって評価すると、実線から点線へと変化するに従って正側の磁束量８が大きくなるため、漏れ磁束量の面積は大きくなり、タップ切換時のインピーダンス変化が比較的大きくなってしまう。

【００１０】

図６（ａ）はタップ巻線を主巻線である直列巻線及び分路巻線の中間に配置した従来の巻線配置を示した巻線配置図及び同図（ｂ）は巻線の漏れ磁束量を示す磁束分布図である。同図（ａ）の巻線配置図は、鉄心脚１の外周に内径側から分路巻線３、タップ巻線１２及び直列巻線４が順次配置され、タップ巻線１２は分路巻線３と電気的に直列に結線した状態を示している。

【００１１】

同図（ｂ）の磁束分布図は、図５と同様に横軸は巻線径方向の位置及び寸法を、縦軸は漏れ磁束量を表わし、磁束分布図中の実線はタップ巻線１２に電流が流れていない場合の漏れ磁束量Φ_1を、点線はタップ巻線１２に分路巻線３と同一方向の電流が流れている場合の漏れ磁束量Φ_2を示している。

【００１２】

図６（ｂ）の磁束分布図において磁束分布は実線から点線へと変化するに従って、漏れ磁束量の面積は分路巻線側で小さくなり、また直列巻線側では大きくなる。この変化における磁束分布の相対面積の変化は小さく、つまりインピーダンスの変化量は比較的小さくなる。

【００１３】

しかし、図６（ａ）の巻線配置は主巻線である直列巻線４及び分路巻線３の中間にタップ巻線１２を配置しているため、主巻線間寸法が大きくなり、主巻線である直列巻線４及び分路巻線３が隣接した巻線配置時のインピーダンスと比較すると、（１）式からも分かるように高インピーダンスとなる。

【００１４】

主巻線である直列巻線４及び分路巻線３が隣接した巻線構成時のインピーダンスと同程度のインピーダンスとするためには、巻回数を少なくする必要があり、巻回数を少なくすることによって、発生端子電圧を一定に保持するため巻回数に反比例して、鉄心断面積が大きくなってしまう。また巻線高さを大きくすることにより、インピーダンスを低くすることもできるが、巻線高さを大きくした分だけ、鉄心の体格は大きくなり、いずれも鉄心重量が増加する。

【００１５】

特開平６－４５１６１号公報に記載された公知例では２回路の二次巻線を有する内鉄形変圧器において、図７に示すように鉄心脚１の外側に内側二次巻線１３、内側一次主巻線１４、一次タップ巻線１５、外側一次主巻線１６、外側二次巻線１７の順に巻回して配置し、一次タップ巻線１５、内側一次主巻線１４、外側一次主巻線１６を直列に接続して一次巻線を構成し、内側二次巻線１３及び外側二次巻線１７をそれぞれ独立の回路とした構成となっている。

【００１６】

これは低インピーダンスで、インピーダンス変化量が微小且つ一次分離インピーダンスを零にできる構成であるが、巻線配置数を最低でも５つ必要とし、主巻線である一次巻線１４，１６及び二次巻線１３，１７がそれぞれ２分割されており、絶縁距離を最も必要とする一次巻線及び二次巻線間を２箇所有している。このことから、最外巻線径が大きくなり変圧器自体が大形になる。

【００１７】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように従来の巻線配置では、比較的軽量な変圧器ではインピーダンスの変化が大きくなってしまう。またインピーダンス変化の小さい変圧器では重量が大きくなってしま

う。
【００１８】
そこで本発明の目的は、鉄心脚の周囲に主巻線とは別にタップ巻線を有する負荷時タップ切換単巻変圧器において、タップを切換えたときのインピーダンス変化が少ない上、鉄心重量と巻線重量を併せた中身重量の軽量化及び鉄心体格と巻線構成の小形化が可能な変圧器の巻線配置を提供することにある。
【００１９】
【課題を解決するための手段】
本発明は前述した目的を達成するために、請求項１の負荷時タップ切換単巻変圧器は、直列巻線と分路巻線とを中性点端子側のタップ巻線に接続して高圧側のタップ電圧を切換える負荷時タップ切換単巻変圧器において、上記タップ巻線を内側タップ巻線と外側タップ巻線とに分割し、鉄心脚に内側タップ巻線、分路巻線、直列巻線及び外側タップ巻線を順次配置し、前記両タップ巻線の１タップを第１タップ巻線と第２タップ巻線とで構成し、１タップの内側タップ巻線に第１タップ巻線を外側タップ巻線に第２タップ巻線を配置し、両タップ巻線間を直列接続することにより１タップを構成したことを特徴とする。
【００２０】
請求項２の負荷時タップ切換単巻変圧器は、直列巻線と分路巻線とを中性点端子側のタップ巻線に接続して高圧側のタップ電圧を切換える負荷時タップ切換単巻変圧器において、上記タップ巻線を内側タップ巻線と外側タップ巻線とに分割し、鉄心脚に内側タップ巻線、分路巻線、直列巻線及び外側タップ巻線を順次配置し、前記両タップ巻線を第１タップ巻線と第２タップ巻線とで構成し、これを１タップとし、前記１タップ毎に交互に接続して内側タップ巻線及び外側タップ巻線を構成することにある。
【００２１】
請求項３の負荷時タップ切換単巻変圧器は、直列巻線と分路巻線とを中性点端子側のタップ巻線に接続して高圧側のタップ電圧を切換える負荷時タップ切換単巻変圧器において、上記タップ巻線を内側タップ巻線と外側タップ巻線とに分割し、鉄心脚に内側タップ巻線、分路巻線、直列巻線及び外側タップ巻線を順次配置したことにある。
【００２２】
【発明の実施の形態】
図１（ａ）は本発明のタップ巻線を主巻線の内径側及び外径側に２分割して配置した巻線配置を用いた負荷時タップ切換単巻変圧器における巻線配置図、及び及び同図（ｂ）は巻線の漏れ磁束量を示す磁束分布図の一実施例である。同図（ａ）において、巻線配置図は鉄心脚１の外周に内径側から内側タップ巻線２、分路巻線３、直列巻線４及び外側タップ巻線５を順次配置している。Ｖは中性点端子である。
【００２３】
同図（ｂ）の磁束分布図は、横軸は巻線径方向の位置及び寸法を表わし、縦軸は漏れ磁束量を表わしている。また、磁束分布図中の実線はタップ巻線２，５に電流が流れていない場合の漏れ磁束量Φ_1を、点線はタップ巻線２，５に分路
巻線３と同一方向の電流が流れている場合の漏れ磁束量Φ_2を示している。
【００２４】
図１の磁束分布図において、磁束分布は実線から点線へと変化するに従って、漏れ磁束量の面積は内側タップ巻線２と分路巻線３間では正側の磁束量８が増加しており、また直列巻線４と外側タップ巻線５間では負側の磁束量９が増加している。このとき内側タップ巻線２と外側タップ巻線５の巻回数がほぼ等しければ、内側タップ巻線２と分路巻線３間の正側の磁束量と直列巻線４と外側タップ巻線５間の負側の磁束量はほぼ等しく、その差分による全漏れ磁束量はタップ位置の如何に関わらずほぼ一定となり、タップ切換時のインピーダンスの変化量は微小となる。
【００２５】
またこの巻線構成は、主巻線である直列巻線４及び分路巻線３が隣接しているため、主巻線間寸法が絶縁性能上必要な距離を保持できれば、主巻線間寸法を小さくすることができ

ること、また巻線配置数が最低４つであることから、同程度の性能を持つ従来の巻線配置による変圧器と比較して、鉄心の体格及び断面積を小さくすることで、変圧器の小形化、軽量化を図ることができる。

【００２６】

図２に上述した図１の回路結線図の巻線配置において、両タップ巻線２，５の１タップを第１タップ巻線２０と第２タップ巻線２１とに分割し、第１タップ巻線２０を内側タップ巻線２に設け、第２タップ巻線２１を外側タップ巻線５に設け、両タップ巻線２０，２１間を直列接続することにより、１タップＮｏ．１を構成し、更に同じように２タップＮｏ．２，３タップＮｏ．３…，ｎタップＮｏ．ｎを上述と同様に構成する。

【００２７】

即ち内側及び外側タップ巻線２，５の１タップ毎に内側の第１タップ巻線２０と外側の第２タップ巻線２１とに分割し、分割した１タップを第１タップ巻線２０と第２タップ巻線２１とで直列に接続することにより、１タップを構成した回路結線図である。

【００２８】

また図３に図１の巻線配置において外側タップ巻線５と内側タップ巻線２の全タップ点数を２分割し、外側タップ巻線５と内側タップ巻線２とに振り分けて、外側タップと内側タップを１タップ毎交互に接続した一実施例の回路結線図を示す。

【００２９】

即ち、タップ巻線の１タップ毎に内側タップ巻線２と外側タップ巻線５とに分割し、１タップの内側タップ巻線２と外側タップ巻線５とで直列に接続することにより１タップを構成している。また内側タップ巻線２及び外側タップ巻線５は分路巻線３と電気的に直列結線し、各内側タップ巻線２及び外側タップ巻線５は第１タップ巻線２０と第２タップ巻線２１とより構成し、これを１タップとし、前記１タップ毎に交互に内側タップ巻線２及び外側タップ巻線５を接続して構成する。

【００３０】

図４に図１の巻線配置における図２に示すタップ結線の場合のインピーダンス変化１０を実線で、また図３に示すタップ結線の場合のインピーダンス変化１１を点線で示す。図４において横軸はタップ位置を示し、縦軸はインピーダンス値を示している。横軸のタップ位置は左端がタップ巻線に電流が流れていない状態とし、順次１タップ毎に電流が流れ、右端ではタップ巻線の全巻回数に電流が流れている状態を示す。

【００３１】

図１の巻線配置における図２に示すタップ結線の場合のインピーダンス変化１０は、その変化が極めて微小なやや右上がりの直線で示される。また図１の巻線配置における図３に示すタップ結線の場合のインピーダンス変化１１は、タップの切換毎に鋸歯状の変化となるが、インピーダンスの最低値と最大値との差は微小であり、変圧器の性能上に支障をきたすことはない。

【００３２】

この外側タップ巻線５と内側タップ巻線２を第１タップ巻線２０と第２タップ巻線２１とより構成し、これを１タップとし、前記１タップ毎に交互に内側タップ巻線２及び外側タップ巻線５を電気的に各タップ毎に交互結線した実施例の図３は、インピーダンスの変化量が微小且つ同程度の性能を持つ従来の巻線構成による変圧器と比較して、鉄心の体格及び断面積が小さく、変圧器の小形化、軽量化が図れ、上述した効果を得ることができる。

【００３３】

また図２の実施例と比較して内側タップ巻線及び外側タップ巻線のリード線の引出し本数が全タップ点数の半分にすることができ、製作上の作業工数の低減が図れる。更に第１タップ巻線２０と第２タップ巻線２１とは同じタップ巻線２，５内で接続でき、巻線作業が容易に出来る。

【００３４】

【発明の効果】

本発明により、鉄心脚の周囲に主巻線とは別にタップ巻線を有する中性点切換方式の負荷

時タップ切換単巻変圧器において、タップ切換時のインピーダンスの変化量が微小且つ同程度の性能を持つ従来の巻線配置による変圧器と比較して鉄心の体格及び断面積が小さく、小形化、軽量化が可能な変圧器とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】（ａ）及び（ｂ）は本発明の一実施例として示した負荷時タップ切換単巻変圧器の巻線配置図及び同図（ａ）の磁束分布図。

【図２】本発明の一実施例として示した巻線配置におけるタップ結線の回路結線図。

【図３】本発明の一実施例として示した巻線配置におけるタップ結線の回路結線図。

【図４】図２及び図３におけるインピーダンスとタップ変化との関係を示す特性図。

【図５】（ａ）及び（ｂ）は従来の負荷時タップ切換単巻変圧器の巻線配置における巻線配置図及び同図（ａ）の磁束分布図。

【図６】（ａ）及び（ｂ）は従来の負荷時タップ切換単巻変圧器の巻線配置における巻線配置図及び同図（ａ）の磁束分布図。

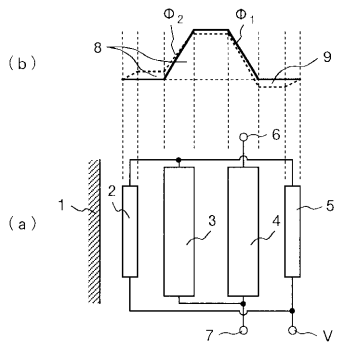
【図７】従来の負荷時タップ切換単巻変圧器の巻線配置における巻線配置図。

【符号の説明】

１…鉄心脚、２…内側タップ巻線、３…分路巻線、４…直列巻線、５…外側タップ巻線、６…一次端子、７…二次端子、８…正側の磁束量、９…負側の磁束量、１０…インピーダンス変化、１１…インピーダンス変化、１２…タップ巻線、１３…内側二次巻線、１４…内側一次主巻線、１５…一次タップ巻線、１６…外側一次主巻線、１７…外側二次巻線、２０…第１タップ巻線、２１…第２タップ巻線。

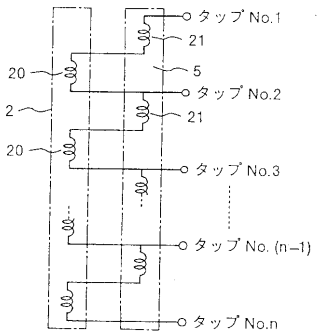
【図１】

図　1



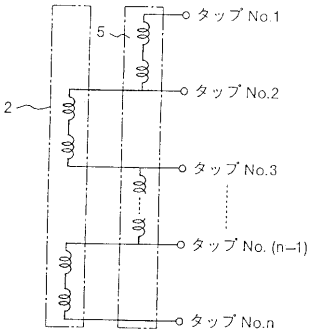
【図２】

図　2



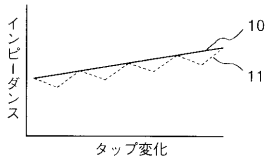
【図３】

図 3



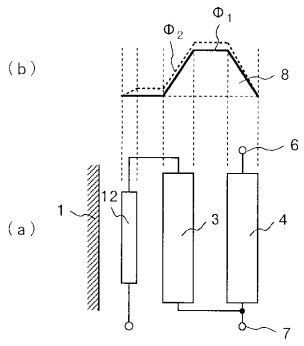
【図４】

図 4



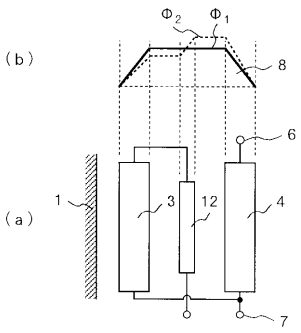
【図５】

図 5



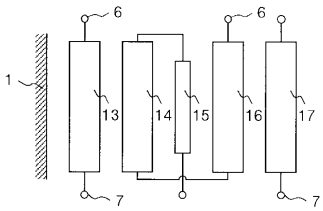
【図６】

図 6



【図７】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者　松田　紀彦
茨城県日立市国分町一丁目１番１号　株式会社日立製作所　国分工場内

審査官　田中　貞嗣

(56)参考文献　特開昭６３－２５２４０９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01F 29/04　502