

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6000835号
(P6000835)

(45) 発行日 平成28年10月5日(2016.10.5)

(24) 登録日 平成28年9月9日(2016.9.9)

(51) Int. Cl.			F I		
G05F	1/20	(2006.01)	G05F	1/20	Z
H01F	29/04	(2006.01)	H01F	29/04	502Z
H02J	3/12	(2006.01)	H02J	3/12	

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-268325 (P2012-268325)	(73) 特許権者	000156938
(22) 出願日	平成24年12月7日(2012.12.7)		関西電力株式会社
(65) 公開番号	特開2014-115770 (P2014-115770A)		大阪府大阪市北区中之島三丁目6番16号
(43) 公開日	平成26年6月26日(2014.6.26)	(73) 特許権者	000000262
審査請求日	平成27年11月4日(2015.11.4)		株式会社ダイヘン
			大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
		(74) 代理人	100064469
			弁理士 菊池 新一
		(74) 代理人	100099612
			弁理士 菊池 徹
		(74) 代理人	100073450
			弁理士 松本 英俊
		(72) 発明者	松浦 康雄
			大阪府大阪市北区中之島3丁目6番16号
			関西電力株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動電圧調整装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二次巻線が配電線路に直列に接続される直列変圧器と、低圧巻線に複数のタップを有し、高圧巻線が前記配電線路に並列に接続される調整変圧器と、前記調整変圧器の低圧巻線と直列変圧器の一次巻線との間にそれぞれ設けられて直列変圧器に接続するタップを切り換えるタップ切換動作を複数のタップ切換用スイッチに行わせるタップ切換装置とをそれぞれ三相分備えた自動電圧調整装置であって、

前記三相のタップ切換装置にそれぞれ設けられる三相分のタップ切換用スイッチはそれぞれ、サイリスタからなる三相の主回路スイッチと、前記三相の主回路スイッチの一端側又は他端側の線間電圧又は対地電圧を整流して直流電圧を出力する制御用電源部と、前記制御用電源部から得られる直流電圧を電源電圧として前記三相の主回路スイッチをそれぞれ構成するサイリスタにトリガ信号を与える制御部とを一体化した構造を有する気中仕様の三相用交流サイリスタスイッチの前記三相の主回路スイッチにより構成され、

各相の調整変圧器の低圧巻線は、各相のタップ切換装置を通して各相の直列変圧器に接続されるタップとは別に、接地電位部に接続される接地専用タップを有し、

前記三相のタップ切換装置によりそれぞれ選択される三相の調整変圧器の対応するタップ間の線間電圧のすべてを、前記三相用交流サイリスタスイッチの動作を保証することができる最小動作保証電圧以上に維持するように、各相の調整変圧器の低圧巻線の接地専用タップが設けられていること、

を特徴とする自動電圧調整装置。

【請求項 2】

各相の調整変圧器の低圧巻線の接地専用タップは、各相のタップ切換装置を通して各相の直列変圧器に接続されるタップの中から選定された隣り合う2つのタップの間に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の自動電圧調整装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タップ選択スイッチや限流素子を開閉するスイッチを含むタップ切換用スイッチとして交流サイリスタスイッチを用いた配電用の自動電圧調整装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

間接切換方式とよばれる自動電圧調整装置は、二次巻線が配電線路に直列に接続される直列変圧器と、高圧の一次巻線及び複数のタップが設けられた二次巻線を有して高圧の一次巻線が配電線路に並列に接続される調整変圧器と、前記調整変圧器の二次巻線と直列変圧器の一次巻線との間に設けられて、調整変圧器から直列変圧器に供給される調整電圧を調整するために調整変圧器のタップを切り換えるタップ切換装置と、配電線の電圧を目標範囲に保つべく、タップ切換装置を制御する制御部とを備えている。

【0003】

タップ切換装置は、調整変圧器の二次巻線の各タップと直列変圧器の一次巻線との間に設けられて直列変圧器の一次巻線に接続するタップを選択するタップ選択スイッチや、タップ切換を行う過程で流れるタップ間短絡電流を制限する限流抵抗器などの限流素子の投入及び切り離しを行う限流素子投入・開放スイッチの他、必要に応じて、調整変圧器から直列変圧器の一次巻線に印加する電圧の極性を切り換える極性切換用タップ選択スイッチ等を備えていて、これらのスイッチを所定のシーケンスでオンオフすることにより選択するタップを切り換えて、調整変圧器から直列変圧器の一次巻線に印加する調整電圧を切り換える。本明細書では、種々の機能を果たすためにタップ切換装置に設けられる各種のスイッチを総称する言葉として「タップ切換用スイッチ」の語を用いる。

20

【0004】

特許文献 1 や特許文献 2 に示されているように、タップ切換用スイッチとしてサイリスタにより主回路を構成する交流サイリスタスイッチ（双方向性を有して交流をオンオフできるスイッチ）を用いて、タップ切換装置の無接点化を図った配電用自動電圧調整装置が知られている。一般的にサイリスタスイッチは低圧仕様であることから、この種の自動電圧調整装置においては調整変圧器の二次巻線及び直列変圧器の一次巻線は低圧巻線とされ、タップ切換装置が低圧回路に設けられるが、タップ切換装置は、調整変圧器及び直列変圧器を通して高圧配電線路に接続されることから、タップ切換装置が設けられる低圧回路に接地点が設けられる。従来は、三相の直列変圧器の一次巻線の一端を接地点として、該接地点を接地電位部に接続していた。

30

【0005】

タップ切換用スイッチとして交流サイリスタスイッチを用いた自動電圧調整装置においては、限流抵抗器や交流サイリスタスイッチで多くの発熱を生じるため、従来は、タップ切換装置を油中仕様（充電部を有する部品を絶縁油中に浸漬した状態で配置する仕様）として、限流抵抗器及び交流サイリスタスイッチを、タップ切換装置のケース内に充填した絶縁油中に配置していた。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 8 - 335119 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 335121 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のように、タップ切換用スイッチとして交流サイリスタスイッチを用いた自動電圧調整装置においては、タップ切換装置を油中仕様として、限流抵抗器及び交流サイリスタスイッチを、タップ切換装置のケース内に充填した絶縁油中に配置していた。しかしながら、油中仕様のサイリスタをタップ切換用スイッチとして用いて、サイリスタとその制御部とを絶縁油中に収容したタップ切換装置は、タップ切換用スイッチとして機械式スイッチを用いたタップ切換装置に比べて非常に高価であるため、コストが高くなるという問題があった。またタップ切換装置を油中仕様とすると、半導体スイッチ素子やその制御部のメンテナンスを行う際にタップ切換装置のケース内の絶縁油を抜いたり、ケースを解体したりする必要があるので、メンテナンスの際に面倒な作業を必要とするという問題を有していた。これらの理由により、タップ切換用スイッチとして交流サイリスタスイッチを用いた自動電圧調整装置は余り普及していなかった。

10

【0008】

そこで、交流サイリスタスイッチとして気中仕様のものを用いて、タップ切換装置のコストの低減を図るとともに、メンテナンスを容易にすることが考えられる。気中仕様の交流サイリスタスイッチとしては、例えば、ソリッドステートコンタクタ(SSC)の商品名で市販されているものがある。このような気中仕様の交流サイリスタスイッチをタップ切換用スイッチとして用いることができれば、油中仕様の交流サイリスタスイッチを用いる場合に比べて、コストの低減を図ることができる。

20

【0009】

ソリッドステートコンタクタとしては、単一の主回路を備えた単極のソリッドステートコンタクタと、3つの主回路を備えた三相用の三極のソリッドステートコンタクタとが市販されている。三相用のソリッドステートコンタクタは、サイリスタにより構成された三相の(3つの)主回路スイッチと、三相の主回路スイッチの一端側又は他端側の線間電圧又は対地電圧を整流して直流電圧を出力する制御用電源部と、制御用電源部から得られる直流電圧を電源電圧として三相の主回路スイッチをそれぞれ構成するサイリスタにトリガ信号を与える制御部とを共通のハウジング内に収容することにより一体化した構造を有していて、1つのソリッドステートコンタクタで、三相分の交流スイッチを構成することができるようになっている。

30

【0010】

ソリッドステートコンタクタのような気中仕様の交流サイリスタスイッチは、油中仕様の交流サイリスタスイッチに比べて安価であり、また一つの交流サイリスタスイッチにより三相分の交流スイッチを構成することができる上に、主回路スイッチを構成するサイリスタをトリガするための制御用電源部を別途用意する必要がないため、この種の交流サイリスタスイッチをタップ切換用スイッチとして用いることができれば、タップ切換装置のコストの大幅な低減を図ることができる。

【0011】

しかしながら、調整変圧器の低圧巻線と直列変圧器の一次巻線との間の低圧回路に接地点を有する自動電圧調整装置においては、接地回路につながるタップの三相の線間電圧が交流サイリスタスイッチを安定に動作させるために必要な電圧値を下回ってしまうため、接地回路につながるタップに接続されるタップ切換用スイッチとして、ソリッドステートコンタクタのような制御用電源部内蔵タイプの交流サイリスタスイッチを用いた場合には、該交流サイリスタスイッチを安定に動作させることができないという問題があった。そのため、ソリッドステートコンタクタのような気中仕様の制御用電源部内蔵タイプの交流サイリスタスイッチをタップ切換用スイッチとして用いたタップ切換装置は未だ実用化されていない。

40

【0012】

本発明の目的は、すべてのタップ切換用スイッチとして制御用電源部内蔵タイプの三相用交流サイリスタスイッチを用いるとともに、三相の調整変圧器のすべての通電タップの

50

線間電圧が交流サイリスタスイッチを安定に動作させるために必要な最小動作保証電圧を下回るのを防いで安定な動作を保証し、コストの低減と、メンテナンス容易性の向上とを図ることができるようにした自動電圧調整装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、二次巻線が配電線路にそれぞれ直列に接続される直列変圧器と、低圧巻線に複数のタップを有し、高圧巻線が配電線路にそれぞれ並列に接続される調整変圧器と、調整変圧器の低圧巻線と直列変圧器の一次巻線との間に設けられて直列変圧器に接続するタップを切り換えるタップ切換動作を複数のタップ切換用スイッチに行わせるタップ切換装置とをそれぞれ三相分備えた自動電圧調整装置を対象とする。

10

【0014】

本発明においては、三相のタップ切換装置にそれぞれ設けられる三相分のタップ切換用スイッチがそれぞれ、サイリスタからなる三相の主回路スイッチと、三相の主回路スイッチの一端側又は他端側の線間電圧又は対地電圧を整流して直流電圧を出力する制御用電源部と、制御用電源部から得られる直流電圧を電源電圧として三相の主回路スイッチをそれぞれ構成するサイリスタにトリガ信号を与える制御部とを一体化した構造を有する気中仕様の三相用交流サイリスタスイッチの前記三相の主回路スイッチにより構成される。

【0015】

本発明においてはまた、各相の調整変圧器の低圧巻線が、各相のタップ切換装置を通して各相の直列変圧器に接続されるタップとは別に、接地電位部に接続される接地専用タップを有し、三相のタップ切換装置によりそれぞれ選択される三相の調整変圧器の対応するタップ間の線間電圧のすべてを、三相用交流サイリスタスイッチの動作を保証することができる最小動作保証電圧以上に維持するように、各相の調整変圧器の低圧巻線の接地専用タップが設けられている。

20

【0016】

上記のように構成すると、三相のタップ切換装置によりそれぞれ選択される三相の調整変圧器の対応するタップ間の線間電圧のすべてを、三相用交流サイリスタスイッチの動作を保証することができる最小動作保証電圧以上に維持することができるため、タップ切換用スイッチを低コストの気中仕様の三相用交流サイリスタスイッチにより構成して、コストの低減を図ることができる。また上記のように構成すると、タップ切換用スイッチのメンテナンスや故障の修理を行う際に絶縁油の回収を行う必要がないため、タップ切換用スイッチの修理やメンテナンスを行う際に自動電圧調整装置を電柱から降ろす作業や、工場での作業を極力省略して、修理及びメンテナンスに要するコストの低減を図ることができる。

30

【0017】

本発明の好ましい態様では、各相の調整変圧器の低圧巻線の接地専用タップが、各相のタップ切換装置を通して各相の直列変圧器に接続されるタップの中から選定された隣り合う2つのタップの間に設けられる。

【0018】

このように接地専用タップを設けると、三相の調整変圧器の対応するタップ間の線間電圧のすべてを三相用交流サイリスタスイッチの安定な動作を保証する最小動作保証電圧よりも十分に高い電圧値に維持することができるため、タップ切換用スイッチを構成する交流サイリスタスイッチの動作の安定化を確実に図ることができる。

40

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、自動電圧調整装置の三相のタップ切換装置にそれぞれ設けられる三相分の各タップ切換用スイッチを制御用電源部内蔵タイプの気中仕様の三相用交流サイリスタスイッチ内に設けられた三相の主回路スイッチにより構成するとともに、各相の調整変圧器の低圧巻線に、各相のタップ切換装置を通して各相の直列変圧器に接続されるタップとは別に接地専用タップを設けて、三相のタップ切換装置によりそれぞれ選択されて直列

50

変圧器に接続される三相の調整変圧器の各タップの線間電圧のすべてを、三相用交流サイリスタスイッチの安定な動作を保證する最小動作保證電圧以上に維持するようにしたので、タップ切換装置を構成するタップ切換用スイッチを低コストの気中仕様の三相用交流サイリスタスイッチにより構成して、コストの低減を図ることができる。

【0020】

また本発明によれば、タップ切換用スイッチのメンテナンスや故障の修理を行う際に絶縁油の回収を行う必要がなくなるため、タップ切換用スイッチの修理やメンテナンスを行う際に自動電圧調整装置を電柱から降ろす作業や、工場での作業を極力省略して、修理及びメンテナンスに要するコストの低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0021】

【図1】本発明の一実施形態の構成を示した回路図である。

【図2】本発明の実施形態で用いるソリッドステートコンタクタの構成を示した回路図である。

【図3】本実施形態の自動電圧調整装置の1相分の構成を、各部の線間電圧及び対地電圧の測定結果とともに示した回路図である。

【図4】本発明の他の実施形態の自動電圧調整装置の1相分の構成を、各部の線間電圧及び対地電圧の測定結果とともに示した回路図である。

【図5】従来の自動電圧調整器のタップ切換用スイッチをソリッドステートコンタクタで置き換えた場合の1相分の構成を、各部の線間電圧及び対地電圧の測定結果とともに示した回路図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態について詳細に説明する。図1は本発明に係る自動電圧調整装置の第1の実施形態を示したものである。同図において、1uないし1wはそれぞれ系統電流 I_u ないし I_w が流れるU、V、W三相の高圧配電線、2uないし2wは三相の直列変圧器、3uないし3wは三相の調整変圧器、4uないし4wは三相のタップ切換装置である。

【0023】

各相の直列変圧器は、一次巻線201及び二次巻線202を有し、三相の直列変圧器2uないし2wの二次巻線202が高圧配電線1uないし1wに直列に接続されている。また各相の調整変圧器は、高圧巻線301と低圧巻線302とを備え、三相の調整変圧器3uないし3wの高圧巻線301が、高圧配電線1uないし1wに並列に接続されている。三相の調整変圧器3uないし3wの高圧巻線301は、それぞれの配電線と反対側の端子が中性点Nに接続されることによりY結線されている。

30

【0024】

各相の調整変圧器の低圧巻線302は、その一端及び他端からそれぞれ引き出された最高タップta及び接地専用タップteと、接地専用タップteの手前の位置から引き出された最低タップtdと、最高タップtaと最低タップtdとの間から引き出された中間タップtb、tcとを有し、三相の調整変圧器3uないし3wの低圧巻線302のタップtaないしtdがそれぞれ三相のタップ切換装置4uないし4wを通して直列変圧器2uないし2wの一次巻線201に接続されている。本実施形態では、各相の調整変圧器の低圧巻線302のタップtaないしtdが負荷電流を流す通電用タップとして用いられ、接地専用タップteは接地電位部に接続されている。

40

【0025】

各相のタップ切換装置は、調整変圧器のタップtaないしtcに一端が接続され、他端が共通接続されたタップ選択スイッチA、B及びCと、一端が最低タップtdに接続された第1の極性切換用タップ選択スイッチT1と、一端が最高タップtaに接続され、他端が第1の極性切換用タップ選択スイッチT1の他端に共通接続された第2の極性切換用タップ選択スイッチT2と、タップ選択スイッチA、B及びCの共通接続点に一端が接続さ

50

れた限流抵抗器 R と、限流抵抗器 R の他端と極性切換用タップ選択スイッチ T 1 及び T 2 の共通接続点との間に接続された限流抵抗器投入・開放スイッチ S とを有し、タップ選択スイッチ A ~ C の共通接続点及び極性切換用タップ選択スイッチ T 1 及び T 2 の共通接続点がそれぞれ直列変圧器 2 の一次巻線 2 0 1 の一端及び他端に接続されている。本実施形態では、タップ選択スイッチ A , B 及び C と、極性切換用タップ選択スイッチ T 1 及び T 2 と、限流抵抗器投入・開放スイッチ S とがタップ切換用スイッチとして設けられ、これらのタップ切換用スイッチによりタップ選択スイッチ回路が構成されている。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示された自動電圧調整装置にはまた、調整変圧器 3 u ないし 3 w により検出された配電線電圧 V u ないし V w を目標範囲に保つようにタップ選択スイッチ A , B 及び C と、極性切換用タップ選択スイッチ T 1 及び T 2 とを制御する制御装置（図示せず。）が設けられる。この制御装置は、調整変圧器 3 u ないし 3 w の低圧巻線 3 0 2 のタップに接続されたスイッチのうち、タップ選択スイッチ A ないし C の内の一つと、極性切換用タップ選択スイッチ T 1 及び T 2 の何れか一方との 2 つのスイッチをオン状態にして、調整変圧器 3 u ないし 3 w の低圧巻線 3 0 2 から直列変圧器 2 を通して配電線に調整電圧を印加することにより、配電線電圧を調整する。オン状態にするタップ選択スイッチ A ~ C を切り換え、オン状態にする極性切換用タップ選択スイッチ T 1 , T 2 を切り換えることにより、合計 6 種類の調整電圧を高圧配電線に印加することができる。従って、調整変圧器 3 u ないし 3 w は 6 タップの調整変圧器として機能する。限流抵抗器投入・開放スイッチ S は、タップ切換中に流れるタップ間短絡電流を抑制する限流抵抗器 R の投入・開放を行うスイッチで、限流抵抗器 R を投入する短時間の間だけオン状態にされ、定常状態ではオフ状態に保持される。

【 0 0 2 7 】

本実施形態においては、三相のタップ切換装置 4 u ないし 4 w にそれぞれ設ける三相分のタップ切換用スイッチを、気中仕様の三相用交流サイリスタスイッチとして市販されているソリッドステートコンタクタ（SSC）により構成する。図 2 は、ソリッドステートコンタクタ 5 の構成の一例を概略的に示したものである。図示のソリッドステートコンタクタ 5 は、制御整流素子により構成された三相分の主回路スイッチ 5 0 1 u , 5 0 1 v 及び 5 0 1 w と、三相の主回路スイッチがそれぞれ挿入される三相回路の線間電圧を整流して一定の直流電圧を出力する制御用電源部 5 0 2 と、該制御用電源部 5 0 2 から得られる直流電圧を電源電圧として三相の主回路スイッチを構成するサイリスタにトリガ信号を与える制御部 5 0 3 とを共通のハウジング 5 0 4 内に収容して一体化した構造を有する。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示した例では、主回路スイッチ 5 0 1 u , 5 0 1 v 及び 5 0 1 w がそれぞれ、逆並列接続されたサイリスタ（Thu1, Thu2）, （Thv1, Thv2）及び（Thw1, Thw2）からなっていて、三相の主回路スイッチ 5 0 1 u ないし 5 0 1 w の一端からそれぞれ一次端子 5 R , 5 S 及び 5 T が引き出され、三相の主回路スイッチ 5 0 1 u ないし 5 0 1 w の他端からそれぞれ二次端子 5 U , 5 V 及び 5 W が引き出されている。また図示してないが、外部から制御部 5 0 3 に制御指令（各主回路スイッチをオンオフする指令）を与える制御指令信号入力端子が設けられている。

【 0 0 2 9 】

ソリッドステートコンタクタ 5 は、3 相分の主回路スイッチを有するため、1 つのソリッドステートコンタクタ 5 により、三相のタップ切換装置の各タップ切換用スイッチを構成することができる。本実施形態では、三相のタップ切換装置 4 u ないし 4 w のそれぞれに設けられる三相分の各タップ切換用スイッチが、一つのソリッドステートコンタクタ 5 の三相の主回路スイッチ 5 0 1 u ないし 5 0 1 w により構成されている。即ち、タップ切換装置 4 u ないし 4 w にそれぞれ設けられる 3 つのタップ選択スイッチ A が一つのソリッドステートコンタクタの主回路スイッチ 5 0 1 u ないし 5 0 1 w により構成され、タップ切換装置 4 u ないし 4 w にそれぞれ設けられる 3 つのタップ選択スイッチ B が他の一つのソリッドステートコンタクタの主回路スイッチ 5 0 1 u ないし 5 0 1 w により構成される

。同様に、タップ切換装置 4 u ないし 4 w にそれぞれ設けられる 3 つのタップ選択スイッチ C が他の一つのソリッドステートコンタクタの 3 つの主回路スイッチ 5 0 1 u ないし 5 0 1 w により構成され、タップ切換装置 4 u ないし 4 w のそれぞれに設けられる 3 つの極性切換用タップ選択スイッチ T 1 及び T 2 がそれぞれ他の一つのソリッドステートコンタクタ及び更に他の一つのソリッドステートコンタクタの 3 つの主回路スイッチ 5 0 1 u ないし 5 0 1 w により構成される。またタップ切換装置 4 u ないし 4 w の限流抵抗器投入・開放スイッチ S が更に他の一つのソリッドステートコンタクタの 3 つの主回路スイッチにより構成され、合計 6 個のソリッドステートコンタクタ 5 と限流抵抗器 R とによりタップ切換装置 4 u ないし 4 w が構成される。

【 0 0 3 0 】

10

上記のように、本実施形態においては、タップ切換用スイッチとして気中仕様のソリッドステートコンタクタを用いるが、限流抵抗器 R は気中仕様のものでもよく、油中仕様のものでもよい。限流抵抗器 R として気中仕様のもの（例えばメタルクラッド抵抗器）を用いる場合には、タップ切換装置 4 u ないし 4 w のすべての構成要素を共通の収納箱内に収納して三相分のタップ切換装置をユニット化し、このユニットの収納箱を調整変圧器が収容されたタンクに外付けする。また限流抵抗器として油中仕様のものを用いる場合には、限流抵抗器のみを調整変圧器が収容されたタンク内の油中に配置し、タップ切換装置 4 u ないし 4 w の構成要素のうち、限流抵抗器 R を除くスイッチ回路の構成要素を共通の収納箱内に収納して、該収納箱を調整変圧器が収容されたタンクに外付けする。

【 0 0 3 1 】

20

直列変圧器 2 u ないし 2 w は、調整変圧器 3 u ないし 3 w を収容したタンク 3 0 1 と同一のタンク内に収容してもよく、調整変圧器 3 u ないし 3 w を収容したタンクとは別のタンクに収容して、調整変圧器を収容したタンクの近傍に配置するようにしてもよい。

【 0 0 3 2 】

ソリッドステートコンタクタ 5 は、三相の主回路スイッチ 5 0 1 u ないし 5 0 1 w の一端側又は他端側から取り入れた三相の線間電圧を整流して一定の直流電圧を出力する制御用電源部 5 0 2 から得られる直流電圧で三相の主回路スイッチを制御する制御部 5 0 3 を動作させるように構成されているため、開閉しようとする三相回路の線間電圧が少なくとも制御用電源部 5 0 2 から一定の直流電圧を出力させるために必要な最小動作電圧以上ないと動作させることができない。図 2 に示したソリッドステートコンタクタは、一次端子 5 R , 5 S 及び 5 T を通して取り入れた三相回路の線間電圧を整流することにより制御用の直流電圧を得ているため、一次端子 5 R , 5 S 及び 5 T 相互間の電圧（線間電圧）が最小動作電圧以上でないと、動作させることができない。従って、ソリッドステートコンタクタをタップ切換用スイッチとして用いてタップ切換装置を構成するためには、各ソリッドステートコンタクタが開閉する三相回路の線間電圧を最小動作電圧以上に保つことができるように工夫をする必要がある。また当然のことながら、各ソリッドステートコンタクタが開閉する三相回路の線間電圧は、その破壊を防止するために、許容される最大動作電圧以下でなければならない。

30

【 0 0 3 3 】

下記の表 1 は、日本国内の A 社及び B 社から市販されているソリッドステートコンタクタの最小動作電圧及び最大動作電圧の公称値と、最小動作電圧の実測値の一例とを示したものである。最小動作電圧の実測値は、ソリッドステートコンタクタを一応投入することが可能な電圧値であり、安定な動作を保証することができる電圧ではない。ソリッドステートコンタクタの安定な動作を保証するためには、各ソリッドステートコンタクタが挿入される三相回路の線間電圧を最小動作電圧の実測値よりも十分に高い最小動作保証電圧（好ましくは最小動作電圧の公称値）以上に維持する必要がある。

40

【表 1】

	A社製	B社製
最小動作電圧の公称値	85V	85V
最大動作電圧の公称値	528V	528V
最小動作電圧の実測値 (例)	14V	28V

10

【0034】

ここで、表 1 に示された A 社のソリッドステートコンタクタを用いて各タップ切換用スイッチを構成するものとする、各タップ切換用スイッチを挿入する三相回路の線間電圧を 14 ボルトよりも十分に高い値に保つ必要がある。例えば、図 1 のタップ切換装置 4 u ないし 4 w においては、接地回路に最も近い最低タップ t d の三相の線間電圧が最も低くなる可能性があるため、すべてのタップ切換用スイッチをソリッドステートコンタクタにより構成して、タップ切換装置を支障なく動作させるためには、三相の調整変圧器の最低タップ t d の線間電圧をソリッドステートコンタクタの最小動作電圧よりも高くしておく必要がある。

【0035】

20

本発明においては、各相の調整変圧器の低圧巻線の適当な位置に、各相のタップ切換装置により選択されるタップとは別に、接地専用タップ t e を設けて、この接地専用タップ t e を接地電位部に接続することにより、三相のタップ切換装置によりそれぞれ選択される三相の調整変圧器の対応するタップ間の線間電圧のすべてを常にソリッドステートコンタクタの安定な動作を保証する電圧値以上に維持することができるようにし、これにより、すべてのタップ切換用スイッチをソリッドステートコンタクタにより構成することを可能にする。

【0036】

本発明の効果を検証するため、従来の自動電圧調整装置と、本発明に係る自動電圧調整装置とについて、各所の線間電圧及び対地電圧を測定する実験を行った。図 5 は、図 1 に示した自動電圧調整装置と同じ電圧調整機能を有する従来の自動電圧調整装置の一相分のみの構成を示しており、図 5 において、図 1 の各部と同等な部分には同一の符号が付されている。図 5 に示された状態では、斜線を施して示したタップ選択スイッチ C と極性切換用タップ選択スイッチ T 1 とがオン状態にされ、他のタップ切換用スイッチはすべてオフ状態にされている。図 5 に示されているように、図 1 に示した自動電圧調整機能と同等の機能を有する従来の自動電圧調整装置においては、極性切換用タップ選択スイッチ T 1 が接続されるタップ t d を最端タップとし、直列変圧器 2 の一次巻線 2 0 1 の一端を低圧回路の接地点としていた。図 5 に示した従来の自動電圧調整装置のその他の構成は、図 1 に示した自動電圧調整器のそれと同様である。

30

【0037】

40

図 5 に示した自動電圧調整装置を 6000 ボルトの模擬高圧配電線に接続して、低圧回路の各所の U、V 相間の線間電圧と、対地電圧とを実測したところ、その測定値 (単位はボルト) は、同図に記入された数値の通りであった。図 5 の各所に括弧をつけずに示した数値は、隣接相である V 相の対応箇所との間の線間電圧であり、括弧でくくって示した数値は、各所の対地電圧である。またタップ t a、t b 間の電圧は 95 ボルト、タップ t a、t c 間の電圧は 190 ボルト、タップ t a、t d 間の電圧は 283 ボルトである。図 5 において、極性切換用タップ選択スイッチ T 1、T 2 及び限流抵抗器投入・開放スイッチ S のそれぞれの接地点側の端子に付された「？」マークは、電圧が大きく変動するために測定不能であったことを示している。なお各所の電圧を測定する際には、高圧配電線電圧が若干変動しており、理論上は同電位であるはずの箇所でも電圧の測定値が異なっている

50

箇所が存在しているが、本発明の効果を検証する上では何ら支障がない。

【0038】

図5に示されているように、極性切換用タップ選択スイッチT1の一次側電圧は、A社のソリッドステートコンタクタの最小動作電圧14ボルトよりも僅かに高い15ボルトであった。ここで、極性切換用タップ選択スイッチT1をA社のソリッドステートコンタクタにより構成したところ、一応投入は可能であったが、投入と開放とが不安定に繰り返されたため、接地点につながっているはずの極性切換用タップ選択スイッチT1、T2及び限流抵抗器投入・開放スイッチSの二次側の電圧が不安定に変動(測定不能)した。このように、タップ切換用スイッチが接続される主回路に接地点を設けた従来の自動電圧調整装置においては、接地点につながるタップ切換用スイッチが挿入される三相の回路の線間電圧が最小動作電圧に達しないか、又は最小動作電圧付近まで低下してソリッドステートコンタクタの動作を不安定にするため、ソリッドステートコンタクタを用いてタップ切換装置を構成することはできない。

10

【0039】

これに対し、本実施形態に係る自動電圧調整装置を6000ボルトの模擬高圧配電線に接続して、低圧回路の各所のU、V相間の線間電圧と、対地電圧とを実測したところ、その測定値は、U相の構成を示す図3に記入された数値の通りであった。図3の各所に括弧をつけずに示した数値は、隣接相であるV相の対応箇所との間の線間電圧であり、括弧でくくって示した数値は、各所の対地電圧である。またタップta、tb間の電圧は95ボルト、タップta、tc間の電圧は190ボルト、タップta、td間の電圧は285ボルト、タップta、te間の電圧は303ボルトであった。

20

【0040】

図1に示した実施形態のように、調整変圧器の低圧巻線の最端タップteを接地専用タップとした場合には、図3に示したように、接地回路に最も近い最低タップtdの線間電圧を30ボルトまで上昇させることができた。この場合、最低タップtdに接続される極性切換用タップ選択スイッチT1としてA社のソリッドステートコンタクタを用いることにより、安定な動作を行わせることができた。従って、図3に示した例では、極性切換用タップ選択スイッチT1、T2及び限流抵抗器投入・開放スイッチSの二次側電圧が不安定に変動することなく、一定の電圧値を示している。

【0041】

A社のソリッドステートコンタクタもB社のソリッドステートコンタクタも、最小動作電圧の公称値が85ボルトであることから、図3に示された調整変圧器の最低タップtdの線間電圧を85ボルトとするように調整変圧器を設計することが考えられる。図3に示された最高タップtaの線間電圧は526ボルトであり、ソリッドステートコンタクタの最大動作電圧528ボルトに対する余裕が殆どないため、最低タップtdの線間電圧を85ボルトまで高めるように調整変圧器を設計するためには、最高タップtaの電圧を高めるのではなく、最高タップと最低タップとの間の電位差を下げなければならない。しかしながら、最高タップと最低タップとの間の電位差を下げると、調整変圧器の定格電流が大きくなり、それに伴ってタップ切換装置の定格電流も大きくする必要があるので、設計上の制約が増え、好ましくない。

30

40

【0042】

上記の問題を解決する本発明の第2の実施形態の一相分の構成を図4に示した。この実施形態では、各相の調整変圧器の低圧巻線の接地専用タップが、各相のタップ切換装置に接続される複数のタップの中から選定された隣り合う2つのタップの間に設けられる。

【0043】

図4に示した例では、極性切換用タップ選択スイッチT1の一次端子が接続される最低タップtdが最高タップtaと反対側の最端タップとして設けられている。また、最高タップtaと最低タップtdとの間に設けられた通電用のタップtbとtcとの間から接地専用タップteが引き出されて、この接地専用タップteが接地電位部に接続されている。その他の構成は図1に示した実施形態と同様であり、各タップ切換用スイッチはソリッ

50

ドステートコンタクタからなっている。図4に示した状態では、タップ選択スイッチCと極性切替用タップ選択スイッチT1とがオン状態にされて、タップtc, td間の電圧が直列変圧器に入力されている。

【0044】

図4に示した実施形態に係る自動電圧調整装置を6000ボルトの模擬高圧配電線に接続して、低圧回路の各所のU, V相間の線間電圧と対地電圧とを実測した結果を図中に書き込んで示した。図4の各所に括弧をつけずに示した数値は、隣接相であるV相の対応箇所との間の線間電圧を示し、括弧でくくって示した数値は、各所の対地電圧を示している。タップta, tb間の電圧は95ボルト、タップta, tc間の電圧は194ボルト、タップta, td間の電圧は290ボルト、タップtb, te間の電圧は49ボルト、タップte, tc間の電圧は48ボルトであった。

10

【0045】

図4に示した実施形態では、接地専用タップを挟んだ両側のタップtb及びtcの対地電圧はその極性が逆であるが、電圧の測定は一般的な電圧計を用いて行ったため、図4においては、接地点に対して反対側にあるタップta, tbの電圧もタップtc, tdの電圧も同じ正の電圧として示されている。そのため、オフ状態にあるソリッドステートコンタクタの一次側電圧及び二次側電圧がオン状態にあるソリッドステートコンタクタの一次側電圧及び二次側電圧とほぼ同じ電圧値で示されている箇所があるが、実際には、オフ状態にあるソリッドステートコンタクタの一次側及び二次側には、図中に表示された電圧値の2倍の電圧値を有する電圧が印加されている。

20

【0046】

本実施形態では、接地回路に近いタップtbのU, V相間の線間電圧が87ボルト、タップtcのU, V相間の線間電圧が89ボルトであり、いずれのタップの線間電圧も、A社及びB社のソリッドステートコンタクタの最小動作電圧の公称値85ボルトよりも高い値を示した。従って、本実施形態では、接地回路に近いタップに接続されるタップ選択スイッチB及びCをそれぞれ構成するソリッドステートコンタクタとして、A社の製品を用いた場合も、B社の製品を用いた場合も安定な動作を行わせることができた。

【0047】

上記のように、各相の調整変圧器の低圧巻線の接地専用タップを、各相のタップ切替装置に接続される複数のタップの中から選定された隣り合う2つのタップの間から引き出すようにすると、最端タップを接地専用タップとした場合よりも、接地点に近いタップ(線間電圧が最も低くなるタップ)の線間電圧をより高くすることができ、接地点に近いタップに接続するタップ選択スイッチを構成するソリッドステートコンタクタの一次端子の線間電圧を最小動作電圧の公称値よりも高い値に維持することができるため、各タップ切替用スイッチをソリッドステートコンタクタにより構成して安定な動作を保證することができる。

30

【0048】

上記の実施形態では、交流サイリスタスイッチとしてソリッドステートコンタクタの商品名で市販されているものを用いたが、サイリスタからなる三相の主回路スイッチと、三相の主回路スイッチの一端側又は他端側の線間電圧又は対地電圧を整流して直流電圧を出力する制御用電源部と、制御用電源部から得られる直流電圧を電源電圧として三相の主回路スイッチをそれぞれ構成するサイリスタにトリガ信号を与える制御部とを一体化した構造を有する気中仕様の(大気中で使用される)三相用交流サイリスタスイッチであれば、如何なるものを用いてもよい。

40

【産業上の利用可能性】

【0049】

本発明によれば、ソリッドステートコンタクタのような市販されている安価な気中仕様の交流サイリスタスイッチを用いてタップ切替装置を構成することができるため、高コストであるという理由で普及が妨げられていた無接点式の自動電圧調整装置の普及を図ることができ、産業上の利用可能性が大である。

50

【符号の説明】

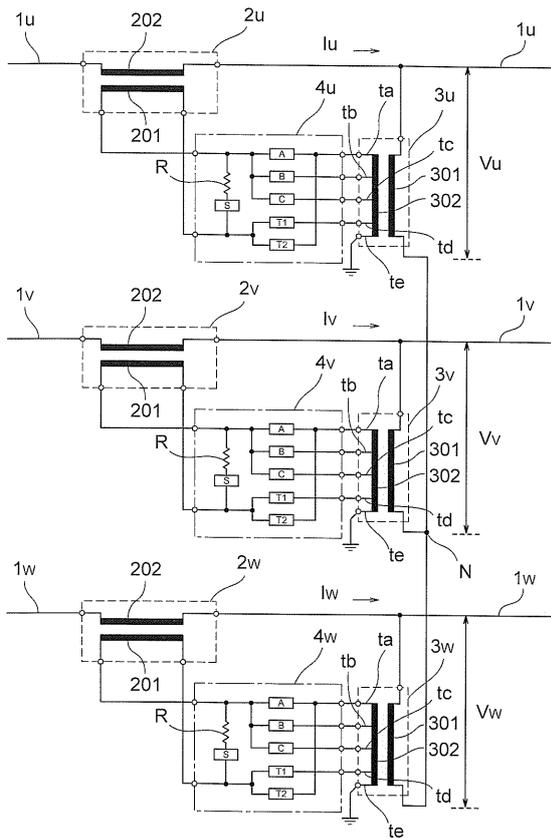
【0050】

- 1u ~ 1w 高圧配電線
- 2u ~ 2w 直列変圧器
- 201 直列変圧器の一次巻線
- 202 直列変圧器の二次巻線
- 3u ~ 3w 調整変圧器
- 301 調整変圧器の高圧巻線
- 302 調整変圧器の低圧巻線
- 4u ~ 4w タップ切換装置
- 5 ソリッドステートコンタクタ
- 501u ~ 501w 主回路スイッチ
- 502 制御用電源部
- 503 制御部
- A ~ C タップ選択スイッチ（タップ切換用スイッチ）
- T1, T2 極性切換用タップ選択スイッチ（タップ切換用スイッチ）
- S 限流抵抗器投入・開放スイッチ（タップ切換用スイッチ）
- ta 最高タップ
- tb 中間タップ
- tc 中間タップ
- td 最低タップ
- te 接地専用タップ

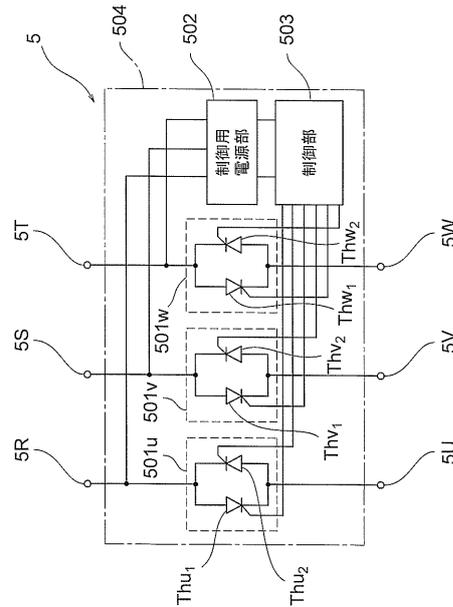
10

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 森田 智比古
大阪府大阪市北区中之島3丁目6番16号 関西電力株式会社内
- (72)発明者 神社 昭次
大阪府大阪市北区中之島3丁目6番16号 関西電力株式会社内
- (72)発明者 白土 紀明
大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内
- (72)発明者 庄司 健一
大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内
- (72)発明者 久富 和郎
大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

審査官 柳下 勝幸

- (56)参考文献 特開2004-88929(JP,A)
特開平8-335119(JP,A)
特開平8-335121(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05F 1/20
H01F 29/04
H02J 3/12