(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-115143
(P2012-115143A)
(43)公開日　平成24年6月14日(2012.6.14)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02M 7/48	(2007.01)	H02M	7/48	M	5H007
H02P 27/06	(2006.01)	H02P	5/41	303Z	5H505

審査請求 有　請求項の数 2　ＯＬ　（全 13 頁）

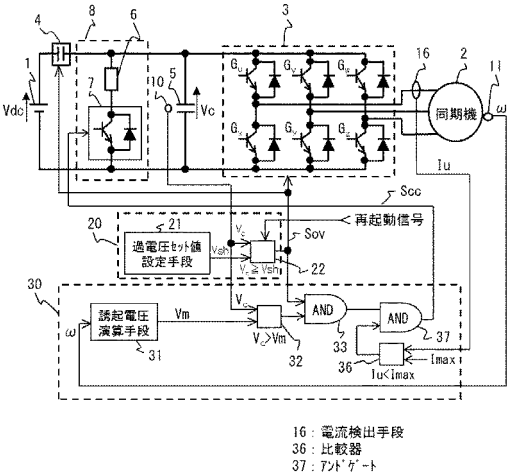
(21)出願番号　特願2012-42779(P2012-42779)
(22)出願日　平成24年2月29日(2012.2.29)
(62)分割の表示　特願2008-227788(P2008-227788)の分割
原出願日　平成20年9月5日(2008.9.5)

(71)出願人　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100094916
弁理士　村上　啓吾
(74)代理人　100073759
弁理士　大岩　増雄
(74)代理人　100127672
弁理士　吉澤　憲治
(74)代理人　100088199
弁理士　竹中　岑生
(72)発明者　河野　雅樹
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電力変換装置

(57)【要約】
【課題】電力変換器に対するエネルギ蓄積用のコンデンサが過電圧レベルを超えた際に、電力変換器の素子の損傷を防止しつつコンデンサの電荷を放電し、かつ小型、軽量化、コストダウンを図る。
【解決手段】コンデンサ５の過電圧検出に応じて過電圧検出手段２０からの過電圧検出信号Ｓｏｖで電力変換器３の動作停止、断流器４をオフし、同期機２の誘起電圧Ｖｍよりも電圧検出手段１０で検出されるコンデンサ５の充電電圧Ｖｃが大きく、かつ過電圧検出信号Ｖｏｖが出力されている場合に過電圧抑制手段３０からの過電圧抑制信号Ｓｃｃでスイッチング素子７をオンにしてコンデンサ５を放電する。また電流検出手段１６で検出される同期機２を流れる電流Ｉｕが基準値Ｉｍａｘよりも大きい場合には、上記過電圧抑制信号Ｓｃｃを強制的に遮断してスイッチング素子７をオフにしてコンデンサ５の放電を停止する。
【選択図】図８



【特許請求の範囲】
【請求項１】
直流電力を交流電力に変換して同期機に出力する電力変換器を備え、この電力変換器の直流側には、エネルギ蓄積用のコンデンサが接続されるとともに、このコンデンサと並列に過電圧抑制用抵抗および過電圧抑制用スイッチング素子からなる放電用直列回路が接続され、上記放電用直列回路の電源側に断流器が接続されている電力変換装置において、
上記同期機に流れる電流を検出する電流検出手段と、上記コンデンサの充電電圧を検出する電圧検出手段と、この電圧検出手段で検出された電圧が予め設定された過電圧セット値以上の場合には上記電力変換器の動作を停止させ、かつ、上記断流器をオフにする過電圧検出信号を出力する過電圧検出手段と、上記同期機の誘起電圧を演算し、この演算した誘起電圧よりも上記電圧検出手段の検出された電圧が大きく、かつ上記過電圧検出手段より上記過電圧検出信号が出力されている場合には上記過電圧抑制用スイッチング素子をオンにして上記コンデンサの充電電荷を放電する過電圧抑制信号を出力する過電圧抑制手段とを備え、上記過電圧抑制手段は、上記電流検出手段で検出される電流が予め設定された基準値よりも大きい場合には、上記過電圧抑制用スイッチング素子に与える上記過電圧抑制信号を強制的に遮断して当該スイッチング素子をオフにするゲート手段を含む、ことを特徴とする電力変換装置。
【請求項２】
上記過電圧抑制用スイッチング素子は、自己消弧素子からなることを特徴とする請求項１に記載の電力変換装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、例えば電気車両や電気自動車などの電気車に用いられる同期機の駆動を対象とする電力変換装置に関するものであり、特に高速運転時の同期機の誘起電圧に対応可能な電力変換装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、電気車両などに使用されるこの種の電力変換装置においては、架線からパンタグラフを介して集電された交流電力がコンバータで直流電力に変換される。もしくは、パンタグラフから直接に直流電力が集電される。その直流電力は、電源電圧の変動を抑制するためのエネルギ蓄積用のコンデンサを通して電力変換器に入力される。そして、電力変換器に入力された直流電力は、電力変換器により可変電圧・可変周波数の交流電力に変換されて永久磁石型の同期機へ供給される。
【０００３】
ここで、同期機は永久磁石を内蔵しているため、回転中も常に起電力を誘起している。この誘起電圧は速度に比例して大きくなり、電気車が高速で走行中の場合、電源電圧を超える誘起電圧を発生する。このため、力行時は電力変換器でこの誘起電圧とともに同期機の電流を制御する、いわゆる弱め磁界制御を行うことにより同期機の駆動トルクを制御し、また、回生時は同期機のブレーキトルクを制御している。
【０００４】
一方、コンバータで交流電力を直流電力に変換する際の電源電圧の変動等によって、上記エネルギ蓄積用のコンデンサの電圧が過電圧レベルを越えることがある。このようにコンデンサの電圧が過電圧レベルを越えた場合、コンデンサに並列に接続された放電用直流回路を構成するスイッチング素子をターンオンして電流が流れるようにし、コンデンサの蓄積電荷を放電させてコンデンサの電圧上昇を抑制することが行われている。
【０００５】
しかし、この過電圧抑制のためのコンデンサの放電に伴って同期機の誘起電圧がコンデンサの電圧よりも大きくなると、同期機とコンデンサとの間にインピーダンスがないために、同期機から電力変換器に向けて大電流が流れ込み、電力変換器を構成するスイッチン

グ素子を破損させる可能性がある。
【０００６】
そのため、従来技術では、電力変換器と同期機との間に負荷接触器を設け、コンデンサの電圧が過電圧レベルを超えたときには、電力変換器の変換動作を停止するとともに、電力変換器と同期機との間にある負荷接触器を開放（オフ）して電源ラインを遮断することにより、誘起電圧がコンデンサの電圧より大きくなっても回生エネルギがコンデンサに流れ込まないようにしている（例えば、下記の特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２０００－５０４１０号公報（第６頁、第１図）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
上記のように、従来は、コンデンサの電圧が過電圧レベルに達したときには、放電用直流回路のスイッチング素子をターンオンさせてコンデンサの電荷を放電することにより電圧上昇を抑制するが、その際の放電に伴って同期機の誘起電圧がコンデンサの電圧よりも大きくなると、同期機から電力変換器に向けて大電流が流れ込んでスイッチング素子を破損させる可能性があるため、負荷接触器を設けて同期機と電力変換器とを切り離すようにしている。
【０００９】
しかし、従来のように電力変換器と同期機との間に負荷接触器を設ける場合、この負荷接触器は、大きな電流を遮断するために大型のものが必要であり、そのため小型、軽量化が阻害されるとともに、コストがかかるという課題があった。
【００１０】
本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、コンデンサの充電電圧が過電圧レベルを越えた際に放電用直流回路のスイッチング素子をターンオンさせてコンデンサの電荷を放電する構成とした場合にも、従来のように同期機と電力変換器との間に負荷接触器を設ける必要がなくて小型、軽量化、およびコストダウンを図ることが可能な電力変換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】
【００１１】
本発明は、上記の課題を解決するため、直流電力を交流電力に変換して同期機に出力する電力変換器を備え、この電力変換器の直流側には、エネルギ蓄積用のコンデンサが接続されるとともに、このコンデンサと並列に過電圧抑制用抵抗および過電圧抑制用スイッチング素子からなる放電用直列回路が接続され、前記放電用直列回路の電源側に断流器が接続されている電力変換装置において、次の構成を採用している。
【００１２】
すなわち、本発明では、上記同期機に流れる電流を検出する電流検出手段と、上記コンデンサの充電電圧を検出する電圧検出手段と、この電圧検出手段で検出された電圧が予め設定された過電圧セット値以上の場合には上記電力変換器の動作を停止させ、かつ、上記断流器をオフにする過電圧検出信号を出力する過電圧検出手段と、上記同期機の誘起電圧を演算し、この演算した誘起電圧よりも上記電圧検出手段の検出された電圧が大きく、かつ上記過電圧検出手段より上記過電圧検出信号が出力されている場合には上記過電圧抑制用スイッチング素子をオンにして上記コンデンサの充電電荷を放電する過電圧抑制信号を出力する過電圧抑制手段とを備え、上記過電圧抑制手段は、上記電流検出手段で検出される電流が予め設定された基準値よりも大きい場合には、上記過電圧抑制用スイッチング素子に与える上記過電圧抑制信号を強制的に遮断して当該スイッチング素子をオフにするゲート手段を含む、ことを特徴としている。
【発明の効果】

【００１３】
本発明によれば、過電圧検出手段でコンデンサの過電圧が検出された場合には、過電圧検出信号を出力することによって電力変換器の動作を停止させ、かつ、断流器をオフにする一方、過電圧抑制手段で同期機の誘起電圧を演算し、この演算した誘起電圧よりも電圧検出手段で検出された電圧が大きく、かつ過電圧検出信号が出力されている場合には過電圧抑制用スイッチング素子をオンにしてコンデンサの充電電荷を放電する。また、電流検出手段で検出される同期機を流れる電流が予め設定された基準値よりも大きい場合には、過電圧抑制用スイッチング素子に与える上記過電圧抑制信号を強制的に遮断して当該スイッチング素子をオフにする。
【００１４】
つまり、従来は、コンデンサの過電圧が検出されたときには、無条件に同期機と電力変換器との間に設けていた負荷接触器を開放して同期機と電力変換器との電源ラインを遮断した上でコンデンサの充電電荷を放電していたのに対して、本発明では、コンデンサの過電圧が検出された場合には、コンデンサの充電電荷を放電するが、その際に同期機の誘起電圧をモニタし、コンデンサの電圧が誘起電圧よりも下回らないようにコンデンサの充電電荷を放電する。しかも、電流検出手段で検出される同期機を流れる電流が予め設定された基準値よりも大きい場合には、過電圧抑制用スイッチング素子に与える過電圧抑制信号を強制的に遮断して当該スイッチング素子をオフにする。これにより、同期機から電力変換器に向けて大電流が流れ込んでスイッチング素子を破損させるといった恐れは生じない。このため、従来、同期機と電力変換器との間に設けていた負荷接触器を不要にすることができ、電力変換装置の小型、軽量化、およびコストダウンを実現できるという顕著な効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【００１５】
【図１】本発明の実施の形態１における電力変換装置を示す構成図である。
【図２】同電力変換装置の動作説明に供するタイミングチャートである。
【図３】本発明の実施の形態１における電力変換装置の変形例を示す構成図である。
【図４】本発明の実施の形態２における電力変換装置を示す構成図である。
【図５】同電力変換装置の動作説明に供するタイミングチャートである。
【図６】本発明の実施の形態３における電力変換装置を示す構成図である。
【図７】３相交流座標系から２相交流座標へ変換する際の関係を示す説明図である。
【図８】本発明の実施の形態４における電力変換装置を示す構成図である。
【図９】同電力変換装置の動作説明に供するタイミングチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
実施の形態１．
図１は本発明の実施の形態１における電力変換装置を示す構成図である。
この実施の形態１の電力変換装置は、直流電源１から供給される直流電力を交流電力に変換して同期機２に出力する３相分のスイッチング素子Ｇｕ，Ｇｖ，Ｇｗ，Ｇｘ，Ｇｙ，Ｇｚを有する電力変換器（インバータ）３を備える。そして、この電力変換器３の直流側には、エネルギ蓄積用のコンデンサ５が接続されるとともに、このコンデンサ５と並列に過電圧抑制用抵抗６および過電圧抑制用スイッチング素子としてのサイリスタ７からなる放電用直列回路８が接続されている。直流電源１の正極側とコンデンサ５の高圧側との間には断流器４が設けられている。なお、上記の同期機２は、本例では回転子に取り付けられた永久磁石により界磁を作る永久磁石型同期機から構成されている。また、過電圧抑制用スイッチング素子としてサイリスタ７を使用すれば安価に過電圧を抑制できる利点がある。
【００１７】
また、コンデンサ５と電力変換器３との間には直流電力供給路をオン／オフするＩＧＢＴなどの自己消弧素子からなる電力経路断続用スイッチング素子９が、また、コンデンサ

５に対しては、コンデンサ５の充電電圧Ｖｃを検出する電圧検出手段１０が、さらに同期機２に対しては、その回転速度を検出する回転速度検出手段１１がそれぞれ設けられている。

【００１８】

さらにまた、この実施の形態１では、過電圧検出手段２０および過電圧抑制手段３０を備えている。

【００１９】

ここに、過電圧検出手段２０は、電圧検出手段１０で検出されたコンデンサ５の充電電圧Ｖｃが予め設定された過電圧セット値Ｖｓｈ以上（Ｖｃ≧Ｖｓｈ）の場合には電力変換器３の動作を停止させ、かつ、断流器４および電力経路断続用スイッチング素子９を共にオフにする過電圧検出信号Ｓｏｖを出力するものであって、過電圧セット値設定手段２１と比較器２２とからなる。

【００２０】

この場合、過電圧セット値設定手段２１には、コンデンサ５が過電圧になっていると判断しうる基準値となる過電圧セット値Ｖｓｈが予め設定されている。また、比較器２２は、過電圧セット値設定手段２１から与えられる過電圧セット値Ｖｓｈと電圧検出手段１０で検出されたコンデンサ５の充電電圧Ｖｃとを比較し、充電電圧Ｖｃが過電圧セット値Ｖｓｈ以上（Ｖｃ≧Ｖｓｈ）となった場合に過電圧検出信号Ｓｏｖを電力変換器３、断流器４および電力経路断続用スイッチング素子９にそれぞれ出力する。なお、比較器２２はラッチ機能を備えており、図外のコントローラから電力変換器３に対する再起動信号が与えられるまでは、過電圧検出信号Ｓｏｖの出力を維持するようになっている。

【００２１】

一方、過電圧抑制手段３０は、回転速度検出手段１１より検出された同期機２の回転速度ωの情報に基づいて同期機２の誘起電圧Ｖｍを演算し、この演算した誘起電圧Ｖｍよりも電圧検出手段１０で検出される充電電圧Ｖｃが大きく（Ｖｃ＞Ｖｍ）、かつ過電圧検出手段２０から過電圧検出信号Ｓｏｖが出力されている場合に、過電圧抑制用スイッチング素子７をオンにしてコンデンサ５の充電電荷を放電する過電圧抑制信号Ｓｃｃを出力するものであって、誘起電圧演算手段３１、比較器３２、およびアンドゲート３３からなる。

【００２２】

この場合、誘起電圧演算手段３１は、回転速度検出手段１１より検出された同期機２の回転速度ωの情報に基づいて同期機２の誘起電圧Ｖｍを演算して出力するものである。すなわち、誘起電圧演算手段３１は、例えば同期機２の回転速度ωと同期機２の特性から決まる所定の定数である永久磁石による電機子鎖交磁束の最大値φｆの値を用いて、次の（１）式より同期機２の誘起電圧Ｖｍを演算する。なお、（１）式を用いる代わりに、回転速度ωと誘起電圧Ｖｍとの関係を示すデータを予め登録したテーブルメモリを使用することも可能である。また、同期機２の誘起電圧Ｖｍは、直流電源１の電圧Ｖｄｃを越えることはあるが、コンデンサ５の過電圧の判断基準となる過電圧セット値Ｖｓｈよりも大きくなることはない。

【００２３】

【数１】

$$Vm = \omega \times \phi_f \qquad (1)$$

【００２４】

また、比較器３２は、この誘起電圧演算手段３１で演算して得られた誘起電圧Ｖｍと電圧検出手段１０で検出されるコンデンサ５の充電電圧Ｖｃとを比較し、充電電圧Ｖｃが誘起電圧Ｖｍによりも大きい場合（Ｖｃ＞Ｖｍ）に、ハイレベルのゲート開信号を出力する。アンドゲート３３は、比較器３２からゲート開信号が出力され、かつ過電圧検出手段２０の比較器２２から過電圧検出信号Ｓｏｖが出力されている場合に過電圧抑制信号Ｓｃｃを放電用直列回路８のサイリスタ７に出力する。

【００２５】
次に、上記構成を有する電力変換装置において、コンデンサ５に対して過電圧が発生した場合の動作について、図２に示すタイミングチャートを参照して説明する。
【００２６】
図２において、時刻ｔ１に達するまでの期間は、電圧検出手段１０で検出されるコンデンサ５の電圧Ｖｃは、過電圧セット値Ｖｓｈよりも小さいので（Ｖｃ＜Ｖｓｈ）、過電圧検出手段２０の比較器２２からは過電圧検出信号Ｓｏｖが出力されない。したがって、断流器４と電力経路断続用スイッチング素子９は共にオンしており、かつ電力変換器３はスイッチング動作を行なっている。また、過電圧検出手段２０の比較器２２からは過電圧検出信号Ｓｏｖが出力されないので、過電圧抑制手段３０のアンドゲート３３からは過電圧抑制信号Ｓｃｃが出力されておらず、したがって、サイリスタ７はオフの状態になっている。
【００２７】
次に、電源電圧の変動等に起因して時刻ｔ１においてコンデンサ５の充電電圧Ｖｃが過電圧レベル、すなわち、過電圧セット値Ｖｓｈを超えると（Ｖｃ≧Ｖｓｈ）、過電圧検出手段２０の比較器２２からは過電圧検出信号Ｓｏｖが出力される。この過電圧検出信号Ｓｏｖによって断流器４と電力経路断続用スイッチング素子９が共にオフされると同時に、電力変換器３の動作も停止される。これにより、コンデンサ５の過電圧検出に伴う放電によって同期機２の誘起電圧Ｖｍがコンデンサ５の充電電圧Ｖｃよりたとえ大きくなった場合でも、同期機２からの回生エネルギが電力変換器３を経由してコンデンサ５に流れ込むのが確実に阻止される。
【００２８】
また、この時刻ｔ１の時点では、同期機２の誘起電圧Ｖｍよりもコンデンサ５の充電電圧Ｖｃが大きいので（Ｖｃ＞Ｖｍ）、過電圧抑制手段３０の比較器３２からはハイレベルのゲート開信号が出力される。したがって、アンドゲート３３に対して、比較器３２からゲート開信号が入力され、かつ、過電圧検出手段２０の比較器２２から過電圧検出信号Ｓｏｖが入力されるので、アンドゲート３３からは電圧抑制信号Ｓｃｃが出力されて当該信号Ｓｃｃが放電用直列回路８のサイリスタ７に与えられる。これにより、サイリスタ７がオンするので、コンデンサ５の蓄積電荷が過電圧抑制用抵抗６およびサイリスタ７を介して放電されてコンデンサ５の充電電圧Ｖｃが次第に低下していく。
【００２９】
そして、時刻ｔ２になってコンデンサ５の充電電圧Ｖｃと同期機２の誘起電圧Ｖｍとが一致すると、過電圧抑制手段３０の比較器３２からはハイレベルのゲート開信号が出力されなくなる。その結果、アンドゲート３３からの電圧抑制信号Ｓｃｃの出力が停止され、これにより、サイリスタ７がオフされてコンデンサ５の放電が停止される。このとき、コンデンサ５の充電電圧Ｖｃは、電力変換器３が起動可能な電圧レベルまで低下している。
【００３０】
その後、時刻ｔ３において、電力変換器３を再起動するために、図外のコントローラから過電圧検出手段２０の比較器２２に再起動信号が与えられると、比較器２２のラッチが解かれて過電圧検出信号Ｓｏｖの出力が停止される。これに応じて断流器４および電力経路断続用スイッチング素子９が共にオンされるとともに、電力変換器３の動作が再開される。これにより、直流電源１から断流器４、および電力経路断続用スイッチング素子９を介して電力変換器３に直流電力の供給が再開され、電力変換器３によって直流電力が所定の周波数をもつ交流電圧に変換される。
【００３１】
以上のように、この実施の形態１では、コンデンサ５の過電圧が検出された場合には、サイリスタ７をオンにしてコンデンサ５の充電電荷を放電するが、その際に回転速度検出手段１１と過電圧抑制手段３０とで同期機２の誘起電圧Ｖｍをモニタしてコンデンサ５の充電電圧Ｖｃが誘起電圧Ｖｍよりも下回らないように監視し、充電電圧Ｖｃが誘起電圧Ｖｍに一致した時点でコンデンサ５の放電を停止させるので、同期機２から電力変換器３に

向けて大電流が流れ込んでスイッチング素子を破損させるといった恐れは生じない。このため、従来、同期機２と電力変換器３との間に設けていた負荷接触器を不要にすることができ、電力変換装置の小型、軽量化、およびコストダウンを実現することができる。また、電力が逆流することを防ぐことができるため、不要なブレーキトルクの発生も同時に防止できる効果も得られる。

【００３２】

なお、この実施の形態１では、直流電源１から電力変換器３に直流電力を供給しているが、図３に示すように、交流電源１２から供給される交流電力を直流電力に変換するＰＷＭ制御（パルス幅変調制御）を行うコンバータなどの整流回路１３を備えた構成の場合でも同様な効果を得ることができるのは勿論である。

【００３３】

実施の形態２．

図４は本発明の実施の形態２における電力変換装置を示す構成図であり、図１に示した実施の形態１と対応する構成部分には同一符号を付す。

【００３４】

この実施の形態２の特徴は、過電圧抑制手段３０において、誘起電圧演算手段３１と比較器３２との間に、モータ演算手段３１で演算された誘起電圧Ｖｍの値に対して所定の値を加算する加算器３４が設けられていることである。この場合、加算器３４により誘起電圧Ｖｍに対して加算される所定の値とは、直流電源１の電圧Ｖｄｃの１％以上～５％以下の範囲の適切な値である。したがって、加算器３４からは、Ｖｍ１＝Ｖｍ＋Ｖｄｃ×ｋ（ただし、０．０１≦ｋ≦０．０５）が出力されるようにしている。

【００３５】

その根拠は次の通りである。本発明者らは、電力変換器３の構成するスイッチング素子Ｇｕ，Ｇｖ，Ｇｗ，Ｇｘ，Ｇｙ，Ｇｚのオン抵抗によるオン電圧と、電力経路断続用スイッチング素子９のオン抵抗によるオン電圧との総和は、直流電源１の電圧Ｖｄｃの１％以上であり５％以下であることを見出している。

【００３６】

したがって、図５のタイミングチャートに示すように、コンデンサ５の過電圧検出に伴う放電時（同図の時刻ｔ１～ｔ２）において、充電電圧Ｖｃが誘起電圧ＶｍよりもＶｄｃ×ｋ分だけ高い状態になるまで放電を許容する限り、コンデンサ５の充電電圧Ｖｃを、同期機２の誘起電圧Ｖｍよりも確実に常に大きい状態に保つことができ、同期機２から電力変換器３に向けての電流の流れ込みを確実に防止することができる。

その他の構成、および作用効果は、実施の形態１と同様であるから、ここでは詳しい説明は省略する。

【００３７】

以上のように、この実施の形態２では、実施の形態１と同様、コンデンサ５の過電圧検出に伴う放電時において、同期機２からの回生エネルギが電力変換器３を経由してコンデンサ５に流れ込むのを防止できるので、従来のように同期機２と電力変換器３との間に負荷接触器を設ける必要がなく、電力変換装置の小型、軽量化、およびコストダウンを実現することができる。また、電力が逆流することを防ぐことができるため、不要なブレーキトルクの発生も同時に防止できる。

【００３８】

特に、この実施の形態２では、電力変換器３の構成するスイッチング素子Ｇｕ，Ｇｖ，Ｇｗ，Ｇｘ，Ｇｙ，Ｇｚのオン抵抗によるオン電圧と、電力経路断続用スイッチング素子９のオン抵抗によるオン電圧とを考慮して、コンデンサ５の放電時においてコンデンサ５の充電電圧Ｖｃを電圧Ｖｍ１と比較する際に、誘起電圧Ｖｍよりも常にＶｄｃ×ｋ分だけ大きなマージンを持たせるようにしているので、確実にＶｃ＞Ｖｍが補償され、同期機２の回生エネルギが電力変換器３を経由してコンデンサ５に流れ込むのを実施の形態１の場合よりも更に確実に防止することができる。

【００３９】

実施の形態３．

図６は本発明の実施の形態３における電力変換装置を示す構成図であり、図４に示した実施の形態２と対応する構成部分には同一の符号を付す。

【００４０】

この実施の形態３では、実施の形態１，２で示したような同期機２の回転速度を検出する回転速度検出手段１１は設けておらず、その代わりに、同期機２と電力変換器３との間に線間電圧検出手段１４ａ、１４ｂが設けられている。また、過電圧抑制手段３０は、線間電圧検出手段１４ａ、１４ｂで検出された線間電圧Ｖｕｖ，Ｖｖｗ（３相交流電圧）を２相交流電圧Ｖα，Ｖβに変換する３相／αβ変換手段３５が設けられており、誘起電圧演算手段３１は、この２相交流電圧Ｖα，Ｖβに基づいて同期機２の電圧実効値Ｖｍを演算し、これを同期機２の誘起電圧として出力するようにしている。

【００４１】

すなわち、一方の線間電圧検出手段１４ａは、同期機２のＵＶ間の線間電圧Ｖｕｖを検出する。また、他方の線間電圧検出手段１４ｂは、同期機２のＶＷ間の線間電圧Ｖｕｖを検出する。

【００４２】

各線間電圧検出手段１４ａ，１４ｂで検出された線間電圧Ｖｕｖ、Ｖｕｖは、３相／αβ変換手段３５に入力される。３相／αβ変換手段３５に入力された線間電圧Ｖｕｖ，Ｖｖｗは、以下の（２）式によって２相交流電圧Ｖα、Ｖβに変換される。

【００４３】

【数２】

$$\begin{bmatrix} V\alpha \\ V\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vuv \\ Vvw \end{bmatrix} \qquad (2)$$

【００４４】

なお，（２）式により３相交流電圧Ｖｕｖ，Ｖｖｗ（もしくはＶｕ，Ｖｖ，Ｖｗ）を２相交流電圧Ｖα，Ｖβに変換するが，その際、図７に示す３相交流座標（ｕ－ｖ－ｗ）系から２相交流座標（α－β）の関係を用いて変換を行う。

【００４５】

次いで、誘起電圧演算手段３１は、３相／αβ変換手段３５で演算されたα軸電圧Ｖαとβ軸電圧Ｖβとから、同期機２の線間電圧の実効値Ｖｍを以下の（３）式により算出する。

【００４６】

【数３】

$$Vm = \sqrt{V\alpha^2 + V\beta^2} \qquad (3)$$

【００４７】

こうして誘起電圧演算手段３１により演算された線間電圧の実効値Ｖｍは、同期機２における誘起電圧として比較器３２に入力される。その後の動作は、実施の形態２と同様である。

また、この実施の形態３におけるその他の構成、および作用効果は、実施の形態２と同様であるから、ここでは詳しい説明は省略する。

【００４８】

以上のように、この実施の形態３では、実施の形態２の場合と同様、コンデンサ５の過電圧検出に伴う放電時において、同期機２からの回生エネルギが電力変換器３を経由してコンデンサ５に流れ込むのを防止できるので、従来のように同期機２と電力変換器３との間に負荷接触器を設ける必要がなく、電力変換装置の小型、軽量化、およびコストダウン

を実現することができる。また、電力が逆流することを防ぐことができるため、不要なブレーキトルクの発生も同時に防止できる。

【００４９】

特に、この実施の形態３では、線間電圧検出手段１４ａ，１４ｂを設けることにより、実施の形態１，２のような回転速度検出手段１１が不要となる。一般的に回転速度検出手段１１は、線間電圧検出手段１４ａ，１４ｂよりも高価であるから、線間電圧検出手段１４ａ，１４ｂを用いることにより更に装置の低コスト化を図ることができる。

【００５０】

実施の形態４．

図８は本発明の実施の形態４における電力変換装置を示す構成図であり、図１に示した実施の形態１と対応する構成部分には同一の符号を付す。

【００５１】

この実施の形態４の特徴は、実施の形態１のように電力変換器３とコンデンサ５との間に電力経路断続用スイッチング素子９を設けてはおらず、その代わりに、放電用直列回路８において、同回路８を構成する過電圧抑制用スイッチング素子７としてＩＧＢＴなどの自己消弧素子を使用している。

【００５２】

その理由は次の通りである。実施の形態１に示したような電力変換器３とコンデンサ５の間に設けた電力経路断続用スイッチング素子９を省略する場合、電力変換器３から過渡的に回生エネルギがコンデンサ５に流れ込み、その際、放電用直列回路８の過電圧抑制用抵抗６にその容量以上の電流が流れた時にもその経路を確実にオフする必要がある。そのため、この実施の形態４では、過電圧抑制用スイッチング素子７としてサイリスタを設けるのではなく、流れている電流の大きさに影響されずにオン／オフ動作を確実に行うことができるＩＧＢＴ、ＧＴＯ、ＭＯＳＦＥＴなどの自己消弧素子を用いている。

【００５３】

さらに、この実施の形態４では、同期機２と電力変換器３の間に電流検出手段１６を設け、同期機２から電力変換器３を通じてコンデンサ５に流れ込む電流を監視している。また、過電圧抑制手段３０には、実施の形態１の構成に加えて、比較器３６とアンドゲート３７とを設け、電流検出手段１６で検出される電流Ｉｕが、過電圧抑制用抵抗６の容量に基づいて予め設定された基準値Ｉｍａｘよりも大きい場合（Ｉｕ≧Ｉｍａｘ）には、過電圧抑制用スイッチング素子７に与える過電圧抑制信号Ｓｃｃを強制的に遮断して当該スイッチング素子７をオフにするようにしている。なお、比較器３６とアンドゲート３７とが特許請求の範囲におけるゲート手段に対応している。

その他の構成は実施の形態１の場合と同様であるから、ここでは詳しい説明は省略する。

【００５４】

上記構成において、電流検出手段１６によって検出された電流Ｉｕは、過電圧抑制手段３０に入力される。比較器３６は、電流検出手段１６で検出される電流Ｉｕと過電圧抑制用抵抗６の容量に基づいて予め設定された基準値Ｉｍａｘとを比較する。

【００５５】

このとき、電流検出手段１６で検出される電流Ｉｕが基準値Ｉｍａｘよりも小さい場合（Ｉｕ＜Ｉｍａｘ）には、同期機２からコンデンサ５に電流が流れ込んでいないことを示すので、比較器３７はハイレベルのゲート開信号を出力する。これにより、アンドゲート３７のゲートが開かれ、その際、前段のアンドゲート３３から過電圧抑制信号Ｓｃｃが出力されているときには（図９の時刻ｔ１～ｔ２の間）、この過電圧抑制信号Ｓｃｃがアンドゲート３７を通過して過電圧抑制用スイッチング素子７に与えられる。その結果、過電圧抑制用スイッチング素子７がオンしてコンデンサ５の充電電荷が放電されることになる。

【００５６】

これに対して、電流検出手段１６で検出される電流Ｉｕが基準値Ｉｍａｘよりも大きい

場合（Ｉｕ≧Ｉｍａｘ）は、同期機２から電力変換器３を経由してコンデンサ５に電流が流れ込む可能性がある。このため、比較器３６はローレベルのゲート閉信号を出力する。これにより、アンドゲート３７のゲートが閉じられるので、過電圧抑制信号Ｖｃｃは出力されず、これにより過電圧抑制用スイッチング素子７はオフされる。

【００５７】

以上のように、この実施の形態４では、実施の形態１の場合と同様、コンデンサ５の過電圧検出に伴う放電時において、同期機２からの回生エネルギが電力変換器３を経由してコンデンサ５に流れ込むのを防止できるので、従来のように同期機２と電力変換器３との間に負荷接触器を設ける必要がなく、電力変換装置の小型、軽量化、およびコストダウンを実現することができる。また、電力が逆流することを防ぐことができるため、不要なブレーキトルクの発生も同時に防止できる。

【００５８】

特に、この実施の形態４では、電流検出手段１６を設けるとともに、過電圧抑制手段３０に比較器３６とアンドゲート３７とを設け、電流検出手段１６で検出される電流Ｉｕが、過電圧抑制用抵抗６の容量に基づいて予め設定された基準値Ｉｍａｘよりも大きい場合（Ｉｕ≧Ｉｍａｘ）には、過電圧抑制用スイッチング素子７に与える過電圧抑制信号Ｓｃｃを強制的に遮断して当該スイッチング素子７をオフにするようにしているので、電力が逆流するのを確実に防ぐことができ、電力変換器３とコンデンサ５との間に電力経路断続用スイッチング素子を設ける必要がなくなる。一般的にスイッチング素子は、電流検出手段１６よりも高価であるから、電流検出手段１６を用いることにより更に装置の低コスト化を図ることができる。

【００５９】

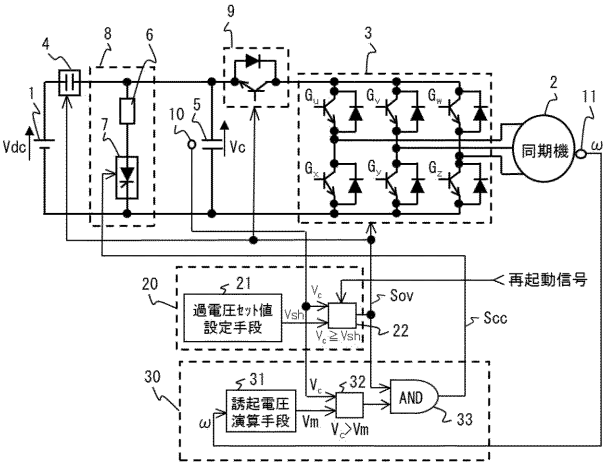
なお、この実施の形態４では、実施の形態１に示した構成を前提として、これに電流検出手段１６、比較器３６、およびアンドゲート３７を付加した構成について説明したが、これに限らず、図４および図６に示した実施の形態２，３の構成（すなわち、過電圧抑制手段３０に加算器３４を設けた構成）を前提として、これに電流検出手段１６、比較器３６、およびアンドゲート３７を付加した構成とすることも可能である。

【符号の説明】

【００６０】

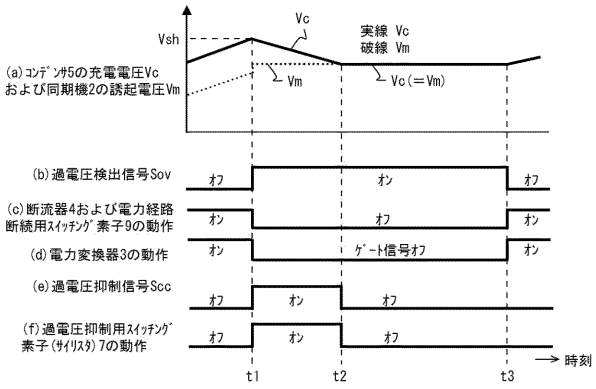
１　直流電源、２　同期機、３　電力変換器（インバータ）、４　断流器、
５　コンデンサ、６　過電圧抑制用抵抗、
７　過電圧抑制用スイッチング素子（サイリスタ、自己消弧素子）、
８　放電用直列回路、９　電力経路断続用スイッチング素子、１０　電圧検出手段、
１１　回転速度検出手段、１４ａ，１４ｂ　線間電圧検出手段、１６　電流検出手段、
２０　過電圧検出手段、３０　過電圧抑制手段、Ｓｏｖ　過電圧検出信号、
Ｓｃｃ　過電圧抑制信号。

【図１】

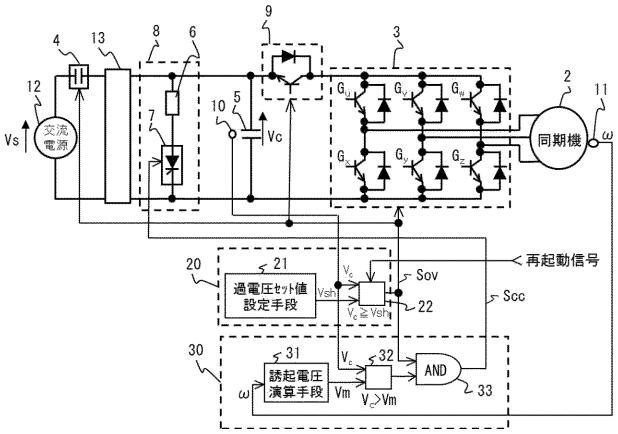


1：直流電源
2：同期機
3：電力変換器
4：断流器
5：ｺﾝﾃﾞﾝｻ
6：過電圧抑制用抵抗
7：過電圧抑制用ｽｲｯﾁﾝｸﾞ素子
8：放電用直列回路
9：電力経路断続用ｽｲｯﾁﾝｸﾞ素子
10：電圧検出手段
11：回転速度検出手段
20：過電圧検出手段
30：過電圧抑制手段

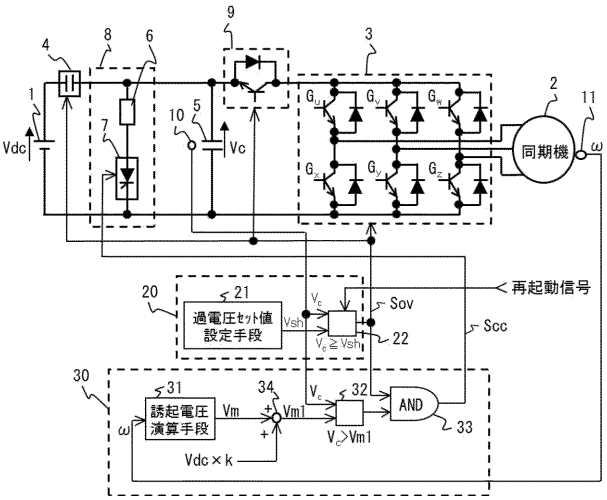
【図２】



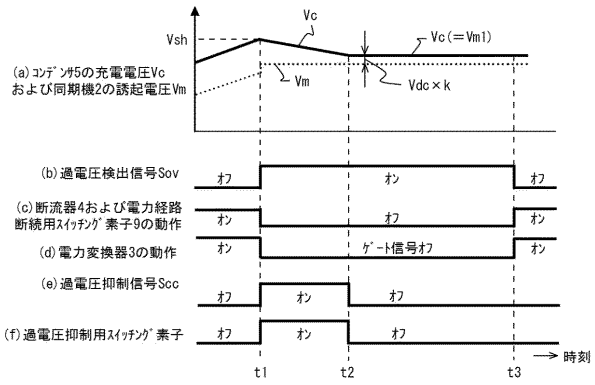
【図３】



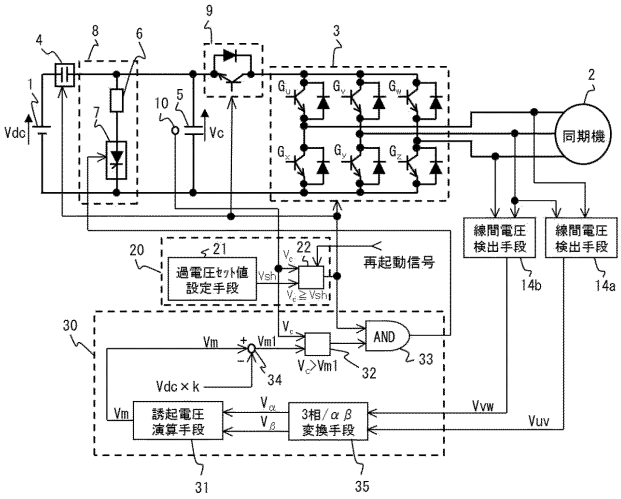
【図４】



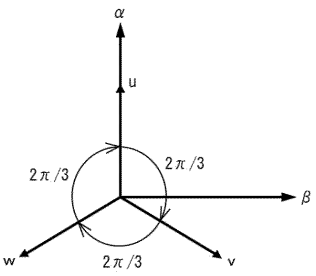
【図５】



【図６】

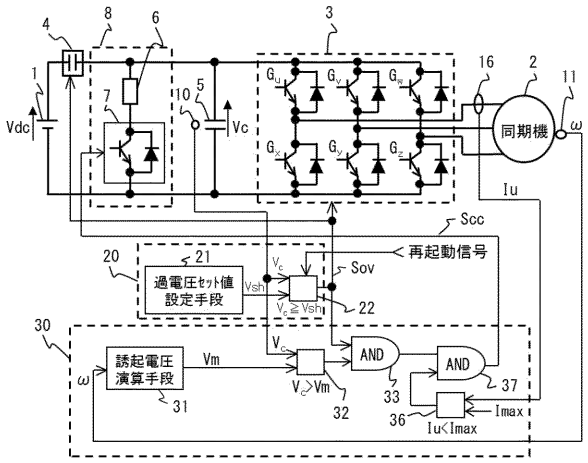


【図７】



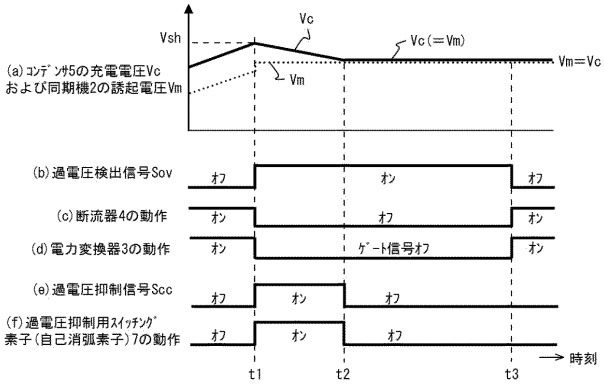
3相交流座標（u-v-w）系と2相交流座標（α-β）の関係

【図８】



16：電流検出手段
36：比較器
37：ｱﾝﾄﾞｹﾞｰﾄ

【図９】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5H007 AA17 BB01 BB06 CA01 CB05 CC23 DB02 DC02 DC05 FA01
FA12 FA19
5H505 AA16 BB06 CC04 DD06 EE41 GG02 HA08 HB01 LL16 LL22
LL25 MM03