

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-521036

(P2017-521036A)

(43) 公表日 平成29年7月27日(2017.7.27)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H02P 9/14 (2006.01) H02P 9/14 G 5H590

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2017-501179 (P2017-501179)
 (86) (22) 出願日 平成27年7月17日 (2015.7.17)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年1月10日 (2017.1.10)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/066396
 (87) 国際公開番号 W02016/012360
 (87) 国際公開日 平成28年1月28日 (2016.1.28)
 (31) 優先権主張番号 102014214720.4
 (32) 優先日 平成26年7月25日 (2014.7.25)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
 (31) 優先権主張番号 102015208302.0
 (32) 優先日 平成27年5月5日 (2015.5.5)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 501125231
 ローベルト ボッシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシュレンクテル ハフツング
 ドイツ連邦共和国 70442 シュトゥ
 ットガルト ポストファッハ 30 02
 20
 (74) 代理人 100177839
 弁理士 大場 玲児
 (74) 代理人 100172340
 弁理士 高橋 始
 (72) 発明者 メーリンガー, パウル
 ドイツ連邦共和国 70569 シュトゥ
 ットガルト ブランデンコップフヴェーク
 9

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 少なくとも発電機で作動可能な電気機械の作動方法およびその実施手段

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、少なくとも発電機で作動可能な多相電気機械(1)を制御する方法(100)に関する。

【解決手段】 前記電気機械の相接続部(U-Y)が、アクティブブリッジ整流器(2)内で、それぞれ、オンオフ可能で制御可能な第1の電流弁(UL-YL)を介して第1の直流電圧接続部(B-)に接続され、且つ第2の電流弁(UH-YH)を介して第2の直流電圧接続部(B+)に接続され、前記方法が、前記電気機械(1)の発電機作動において負荷遮断の発生後に前記第1の電流弁(UL-YL)を介して前記相接続部(U-Y)の相短絡を複数回導入および中止することを含んでいる、前記方法に関する。前記電気機械(1)の固有振動数を特徴づける量を検出し、前記相短絡の導入および中止のために、前記第1の電流弁(UL-YL)を、前記電気機械(1)の前記固有振動数を特徴づける前記量をベースにして切換え振動数で制御することが設定されている。

【選択図】 図7

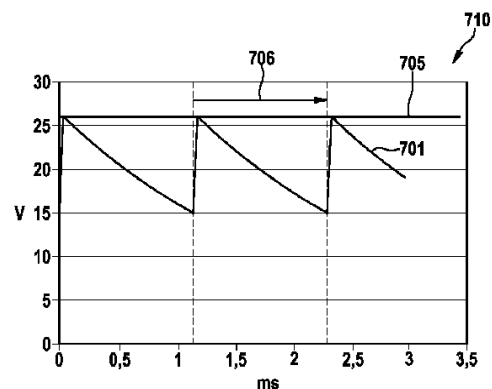


Fig. 7

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも発電機で作動可能な多相電気機械(1)を制御する方法(100)であって、前記電気機械の相接続部(U-Y)が、アクティブブリッジ整流器(2)内で、それぞれ、オンオフ可能で制御可能な第1の電流弁(U_L-Y_L)を介して第1の直流電圧接続部(B-)に接続され、且つ第2の電流弁(U_H-Y_H)を介して第2の直流電圧接続部(B+)に接続され、前記方法が、前記電気機械(1)の発電機作動において負荷遮断の発生後に前記第1の電流弁(U_L-Y_L)を介して前記相接続部(U-Y)の相短絡を複数回導入および中止することを含んでいる、前記方法において、前記電気機械(1)の固有振動数を特徴づける量を検出し、前記相短絡の導入および中止のために、前記第1の電流弁(U_L-Y_L)を、前記電気機械(1)の前記固有振動数を特徴づける前記量をベースにして切換え振動数で制御することを特徴とする方法(100)。

10

【請求項 2】

前記切換え振動数が次のような振動数範囲内にあり、すなわちその下限が、予め与えられている公差値を差し引いて前記固有振動数の整数倍であり、且つその上限が、前記予め与えられている公差値を加算して前記固有振動数の整数倍であるような振動数範囲内にある、請求項1に記載の方法(100)。

【請求項 3】

前記電気機械(1)の固有振動数が f_E であり、前記切換え振動数が $(f_E \times m) \pm (k \times f_E)$ であり、ここで m は1ないし5の値を持つ整数の倍数であり、 k は前記予め与えられた公差を定義する0ないし0.4の値である、請求項2に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記切換え振動数の周期が次のような時間範囲内にあり、すなわちその下限が、公差値を差し引いて前記固有振動数の周期の整数倍であり、且つその上限が、前記公差値を加算して前記固有振動数の周期の整数倍であるような時間範囲内にある、請求項1に記載の方法(100)。

【請求項 5】

前記電気機械(1)の前記固有振動数を特徴づける前記量として、前記方法を実施する時点で検出した前記電気機械(1)の回転数を使用し、または、これから導出される値を使用する、上記請求項のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記方法を実施する前記時点での前記電気機械(1)の回転数を使用し、且つ前記電気機械(1)のポールペア数を使用して、前記固有振動数および/またはその周期を特定する、請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

前記電気機械(1)のロータ(12)を流れる電流または前記電気機械の少なくとも1つの他の電流信号が最初に閾値以下になったときに、前記相短絡の複数回の導入を終了させる、上記請求項のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

前記第1の電流弁(U_L-Y_L)を、前記相短絡を導入するために、オン条件をベースにしてオンにし、前記相短絡を中止するために、オフ条件をベースにしてオフにさせ、前記オン条件および/または前記オフ条件を、前記電気機械(1)の前記固有振動数を特徴づける前記量をベースにして設定する、上記請求項のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 9】

前記オン条件は、少なくとも、前記第1の直流電圧接続部(B-)と前記第2の直流電圧接続部(B+)との間の出力電圧が上側閾値を上回ったことを含んでおり、前記上側閾値の閾値設定を、前記電気機械(1)の前記固有振動数を特徴づける前記量に依存して行う、請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

前記オフ条件は、少なくとも、前記第1の直流電圧接続部(B-)と前記第2の直流電

50

圧接続部（B+）との間の出力電圧が下側閾値を下回ったことを含んでおり、前記下側閾値の閾値設定を、前記電気機械（1）の前記固有振動数を特徴づける前記量に依存して行う、請求項8または9に記載の方法。

【請求項11】

前記閾値設定を、さらに、前記第1および/または第2の直流電圧接続部（B+，B-）と結合されている容量性要素の放電流およびその容量とに依存して行う、請求項9または10に記載の方法。

【請求項12】

前記オン条件は、少なくとも、所定のオン時点に到達したこと、および/または、前記オフ条件は、少なくとも、所定のオフ時点に到達したことを含んでいる、請求項8から11までのいずれか一つに記載の方法。

10

【請求項13】

前記相接続部（U-Y）内に流れる電流が合計で0Aに達したとき、または、所定の閾値以下にあるときに、前記相接続部の導入および中止を阻止する、上記請求項のいずれか一項に記載の方法。

【請求項14】

上記請求項のいずれか一項に記載の方法を実施するために設置されている制御装置。

【請求項15】

請求項1から13までのいずれか一項に記載の方法を請求項14に記載の制御装置で実行するときに該制御装置をして前記方法を実施させるコンピュータプログラム。

20

【請求項16】

請求項15に記載のコンピュータプログラムを記憶した、機械で読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも発電機で作動可能な、アクティブブリッジ整流器を備えた電気機械の作動方法およびその実施手段に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、乗用車では、パッシブなブリッジ整流器を備えたクローポール型発電機が使用される。このような発電機のパワーは励磁磁場を介して調整され、該励磁磁場は励磁電流によって調整される。励磁磁場を制御することによって、発電機によりブリッジ整流器を介して提供される出力電圧は電源負荷、回転数、温度とは独立に一定に保持することができる。

30

【0003】

以下で簡単に発電機について述べる場合、発電機でもモータでも作動可能な電気機械、たとえばいわゆるスタータダイナモを問題とし得る。本発明はクローポール型発電機に対してのみ適しているのではなく、少なくとも発電機で作動可能なすべての電気機械に対しても指摘している。乗用車では、通常のように構成された3相、4相または5相の発電機に対応して、通常では6パルス、8パルスまたは10パルス型のブリッジ整流器が使用される。しかし、本発明は他の相数のブリッジ整流器に対しても適している。

40

【0004】

たとえば消費装置をオンオフすることによる、接続された電源ネット内での負荷飛躍により、発電機で負荷飛躍が発生する。しかし、励磁磁場の誘導性により発電機の放出パワーを任意に迅速に変えることはできないので、発電機電流は当初一定状態を維持し、このことは、負荷遮断の際に出力電圧を著しく大きくさせ得る。励磁磁場の減衰には数百ミリ秒を必要とすることがある。

【0005】

搭載電源内にバッテリーがあれば、バッテリーは過度な発電機パワーを通常は消費する

50

ことができ、よって過度な電圧上昇を阻止することができる。しかしバッテリーがなければ、出力電圧は非常に迅速に上昇し、搭載電源構成要素および/または発電機を損傷させることがある。

【0006】

パッシブブリッジ整流器を備えた発電機の場合、これは、整流器ダイオードとしてツェナーダイオードを使用することで阻止される。そのツェナーダイオードはその降伏電圧よりも上の出力電圧をクランピングし、それ故過剰電流を消費して熱に変換することができる。このようにして、発電機のより安定な作動が保証されている。

【0007】

ダイオードの代わりに、オンオフ可能で制御可能な電流弁、特にMOSFETもブリッジ整流器内で使用することができ、この場合、対応するブリッジ整流器はアクティブブリッジ整流器と呼ばれる。利点はオン状態でのそのパワーロスがより少ないこと、よって特に部分負荷作動において効率がより優れていることである。

【0008】

電流弁の制御は集中的にまたは非集中的に行うことができる。集中的な制御とは、1つの共通の制御ユニットがすべての交流相を監視して、すべての電流弁およびオプションでは発電機の励磁磁場をも制御するという意味である。非集中的な制御とは、それぞれ1つの制御ユニットが発電機相を監視して、相電圧に依存して、それぞれの相に割り当てられている電流弁のみを、すなわちブリッジ整流器のそれぞれ1つのハーフブリッジの電流弁のみを制御するという意味である。典型的には、個々の非集中的制御ユニットの間で通信は行われない。

【0009】

アクティブブリッジ整流器の場合、負荷遮断の際に搭載電源内での電圧尖状化を阻止する可能性は、上側または下側の整流器分岐部の電流弁（すなわちすべてのハイサイド電流弁またはすべてのローサイド電流弁）をそれぞれすべてのハーフブリッジにおいてオンにすることにある。このようにして電気機械は内部で短絡されるが、しかしそれぞれ他の整流器分岐部の電流弁がオンにされていないので、接続されている電源網は短絡されない。

【0010】

上述の処置を以下では相短絡と記すことにする。すなわち、ここで使用している用語法によれば、相短絡は、それぞれの整流器分岐部のすべての電流弁をオンにする（導通させる）ことによって導入され、相対的にこれら電流弁をオフにすることによって再び中止される。その際、半導体弁がそのゲート接続部に適当な制御電圧を供給する（制御する）ことによってオンにされ、これによって半導体弁のドレイン・ソース区間が導通状態または低抵抗状態になる。対応的に、制御電圧の供給を終了させ、よってドレイン・ソース区間が非導通状態または高抵抗状態になることで、半導体弁がオフにされる。相短絡以外では、正規の整流器作動が行われる。

【0011】

相短絡は、たとえば、複数のブリッジ整流器直流電圧接続部（通常、B+およびB-と呼ばれる）間の電圧、または、電圧を誘導する直流電圧接続部とアースとの間の電圧が、上側閾値を越えたときに、導入することができる。その後この電圧が下側閾値を下回ったときに相短絡を再び終了させることができる。時間制御も使用することができる。

【0012】

相短絡が終了した時点で励磁磁場がまだ十分に減衰されていなければ、ブリッジ整流器の直流電圧接続部間の電圧は相短絡終了後に新たに上昇し、再び上側閾値を越える。それ故、励磁磁場が完全にまたは十分に減衰するまで相短絡が何度も導入され、終了せしめられる。すでに述べたように、励磁磁場の減衰には数百ミリ秒必要とすることがあり、これに対して相短絡の導入および終了の切換え段階は、典型的には数ミリ秒であるにすぎない。それ故、励磁磁場が減衰するまでかなりの時間（以下では消磁時間とも記す）にわたって相短絡と正規の整流との間で往復的に切換えが行われる。この場合、特に相短絡の間にかかなりのパワーロスが発生する。これにより、関与する電流弁のかかなりの負荷および早期

10

20

30

40

50

の故障を生じさせ得る。

【0013】

それ故、消磁時間の間の対応する電流弁の負荷を低減させるのが望ましい。

【発明の概要】

【0014】

この背景に対し、独立請求項の構成を備えた、少なくとも発電機で作動可能でアクティブブリッジ整流器を備えた電気機械の作動方法およびその実施手段が提案される。種々の構成は従属項および以下の説明の対象である。

【0015】

本発明は、少なくとも発電機で作動可能な多相電気機械を制御する方法であって、前記電気機械の相接続部が、アクティブブリッジ整流器内で、それぞれ、オンオフ可能で、制御可能な第1の電流弁を介して第1の直流電圧接続部に接続され、且つ第2の電流弁を介して第2の直流電圧接続部に接続され、前記方法が、前記電気機械の発電機作動において負荷遮断の発生後に前記第1の電流弁を介して前記相接続部の相短絡を複数回導入および中止することを含んでいる、前記方法に由来する。すでに述べたように、相短絡の導入および中止は、対応するオンオフ可能で、制御可能な電流弁を制御することによって行う。負荷遮断は、特に、複数の直流電圧接続部の間に印加される電圧を評価することによって検知される。この電圧がたとえば上側閾値よりも上にあれば、負荷遮断が存在する。

10

【0016】

本発明によれば、電気機械の固有振動数を特徴づける量を検出し、相短絡の導入および中止のために、第1の電流弁を、電気機械の固有振動数を特徴づける前記量をベースにして切換え振動数で制御するように構成されている。これは、以下に説明するように、特に閾値を適当に調整することにより行われ得るが、しかし場合によっては時間制御を付加的に使用して、または、もっぱら時間制御のみを使用して行われる。

20

【0017】

電気機械の固有振動数を特徴づける前記量は、算出した固有振動数値であってよく、たとえば電気機械のロータの現在の回転数または電気機械の回転時間およびポールペア数から導出される固有振動数値であってよい。しかし、以下に説明するように、電流信号または電圧信号から検出される値であってもよい。しかし、電気機械の固有振動数は、同様に電気機械のロータの回転数または電気機械の回転時間およびポールペア数から検出することができる、固有振動数の周期によっても特徴づけられている。本発明による方法を実施する時点での、電気機械のロータの回転数も、(以下で述べるようにポールペア数とともに)固有振動数を既に特徴づけているので、適宜検出される回転数値または導出される量は、すでに固有振動数を特徴づける量である。本発明による方法を実施する時点で検出される電気機械の回転数から、ポールペア数とともに、固有振動数またはその周期を特定することができる。

30

【0018】

本発明は、基本的には、相短絡の導入および中止を、電気機械の固有振動数と整合または同期させて行うことを提案する。これにより、以下でも説明するように、切換え振動数が固有振動数に正確に対応しない、本発明による方法の利点が必然的に生じる。たとえば、切換え振動数が次のような振動数範囲内であれば、すなわちその下限が、予め与えられている公差値を差し引いて固有振動数の整数倍であり、且つその上限が、予め与えられている公差値を加算して固有振動数の整数倍である振動数範囲内であれば、十分である。具体的な数値は以下で説明する。さらに、切換え振動数の周期も次のような時間範囲内であってよく、すなわちその下限が、公差値を差し引いて固有振動数の周期の整数倍であり、且つその上限が、公差値を加算して固有振動数の周期の整数倍である時間範囲内であってよい。適当な公差値は、より簡単でコスト上より好ましい制御を可能にする。これに対応する方法は、好適には、第1の電流弁が、相短絡を導入するために、オン条件をベースにしてオンにされ、そして相短絡を中止するために、オフ条件をベースにしてオフにされ、この場合オン条件および/またはオフ条件は電気機械の固有振動数を特徴づける量をベー

40

50

スにして設定される。

【0019】

オン条件は、少なくとも、第1の直流電圧接続部と第2の直流電圧接続部との間の出力電圧が上側閾値を上回ったことを含んでおり、上側閾値は、（少なくとも）電気機械の固有振動数を特徴づける前記量に依存して設定され、すなわち増減される。

【0020】

対応的に、オフ条件は、少なくとも、第1の直流電圧接続部と第2の直流電圧接続部との間の出力電圧が下側閾値を下回ったことを含んでおり、下側閾値は、（少なくとも）電気機械の固有振動数を特徴づける前記量に依存して設定され、すなわち増減される。閾値を介しての整合は、以下で一例に基づいて説明するように、たとえば既知の機械パラメータをベースにして行うことができる。

10

【0021】

使用するブリッジ整流器の正の直流電圧接続部 B + での容量 C_{B+} が短絡段階の間に一定の電流 I_V を介して放電すると仮定すると、コンデンサ C_{B+} の電圧は等式 1 にしたがって一定に低下する。

【0022】

$$U_{B+} = U_{B+,0} + t \times I_V / C_{B+} \quad (1)$$

【0023】

その導関数は、値 D_U を生じさせる。

【0024】

$$D_U = I_V \times D_t / C_{B+} \quad (2)$$

20

【0025】

さらに、電気機械のロータの回転数 n （ここでは $1/s$ で記載するが、他の時間基準を関係づけてもよい）により、或いは、その逆数、すなわち回転時間 T により、および、ポールペア数 P により、発電機の電気固有振動数 f_E またはその周期 T_E は、 $f_E = n \times P$ 、または、 $T_E = 1 / (n \times P) = P / T$ (3) を介して与えられている。

【0026】

ところで、電気回転振動数に対する時間と、正の直流電圧接続部 B + における電圧の降下の時間とは、同期させる必要がある。等式 3 の T_E を等式 2 に入れると、

30

$$D_U = I_V \times T_E / C_{B+} \quad (4)$$

が得られる。

【0027】

このケースでは、値 D_U は、短絡を起動させる際の電圧と短絡を再び解消させる際の電圧との間の差の第1次近似に相当する。したがって、例えば短絡を解消させる際の電圧値、すなわち下側閾値を変えることによって、所望の状態を得ることができる。

【0028】

本発明の好適な1実施態様によれば、調整は、すでに述べた電気機械の固有振動数を特徴づける量に依存することに加えて、第1および/または第2の直流電圧接続部と結合されている容量性要素の放電電流またはその容量に依存しても行われる。他の量を考慮することもできる。

40

【0029】

これとは択一的に、時間制御または混合方法もダイレクトに使用することができる。これは、オン条件が、少なくとも、所定のオン時点に達したことを含んでいてよいこと、および/または、オフ条件が、少なくとも、所定のオフ時点に達したことを含んでいてよいことを意味している。対応する時点は特に機械振動数をベースにして設定することができる。

【0030】

本出願の範囲内では、オンオフ可能で制御可能な電流弁とは、その間に低抵抗結合または導電結合を提供し、その間にこのために設けられる接続部に制御電圧が印加される半導

50

体スイッチであると理解される。特に、この種のオンオフ可能で制御可能な電流弁とは、そのゲート接続部を介して制御され、ドレイン・ソース区間を介して低抵抗結合または導電結合を提供するMOSFETおよび/またはIGBTのような半導体スイッチである。本発明の対象ではない、オン可能だけの制御可能な電流弁は、たとえばサイリスタである。ダイオードも電流弁であるが、制御可能ではない。

【0031】

本発明は、相短絡と正規の整流器作動との間で往復的に切換えられる時間の継続が、発電機の励磁磁場または励磁電流の減衰によってあらかじめ与えられており、励磁磁場または励磁電流に振動を印加または増幅させることによってかなり減少させることができるという認識に依拠している。振動の印加または増幅は、以下に説明するように、特に、第1の電流弁のオンスイッチおよび/またはオフスイッチの切換え振動数が前述した電流弁の制御によってこの振動数と少なくとも部分的に同期させる場合に効果的である。すなわち本発明は、使用するシステムの固有振動を利用して、対応する時間を短縮させ、よって関与する電流弁の負荷を軽減させるものである。電流弁の負荷は、瞬間的に低い相電流が印加される時点でロスを伴う切換え過程を行うことによって著しく軽減される。

10

【0032】

したがって、対応する時間の著しい短縮と低相電流の時点での切換え過程との双方を可能にする本発明による処置により、関与する電流弁内でのパワーロスの低減が可能になり、結局は対応するシステムの頑強性の向上が可能になる。

【0033】

ここでは主に、特に非バッテリー作動中での負荷カットから生じる負荷遮断に関し説明しているが、本発明による方法は、基本的には、対応する負荷遮断がたとえばブリッジ整流器の正の直流電圧接続部でのケーブル亀裂から生じるケースに対しても適している。前者のケースでは、すなわち非バッテリー作動中での負荷遮断のケースでは、発電機は、1秒以下の移行時間の間に電源網が消費する電流よりも多くの電流を提供する。このため、冒頭で述べたように過電圧が生じ、特に接続された制御器を破損させることがある。しかし、場合によっては電源網にさらに給電せねばならない。というのは、非バッテリー作動時には、移行解決手段としてのバッテリー給電は不可能だからである。ケーブル破壊の場合も発電機は電流を提供し続けるが、危険をもたらし得る消費装置は接続されていない。もしバッテリーが設けられていれば、消費装置には移行的にこれから給電することができる。しかし、他の対抗処置がなければ、この場合も発電機は電流を提供し続け、たとえば正の直流電圧接続部での電圧が上昇し、発電機のパワーエレクトロニクスが破壊することがある。

20

30

【0034】

添付の図4にも示したように、正規の整流と相短絡との間での往復的に切換えられる時間の継続は、フリーランニングにおいて第1次近似で指数減衰曲線に従う励磁電流の推移に依存している。同様に図4からわかるように、減衰曲線の継続時間、または、この種の減衰曲線がゼロ値に達するか、十分にゼロ値に近くなるまでの継続時間は、まず第1に、対応する電流の初期値に従っている。

【0035】

励磁巻線がたとえば2の抵抗値と400mHの誘導率を備えたコイルで、その電流をダイオードを介して消失させると仮定すると、突発短絡の適用の際に、ステータからロータへ振動を作用させることができ、この振動は、励磁電流が最初にゼロ値(0A)に達する時点を著しく短くさせ、よって早期に正規の整流へ移行させることができると指摘することができる。振動がなければ、この値は約400msではじめて達成され、振動の重畳があればすでに約80ms後に達成される。前記時点は、重畳される振動の振幅が大きければ大きいほど早く達成される。この振幅はまた、以下で説明する共振条件がいかに良好に満たされているかに依存している。

40

【0036】

なお、関与する電流弁内での高いパワーロスエネルギーは、励磁コイル内に蓄積された

50

エネルギーによって生じるのではなく、むしろ励磁電流が完全に消失しない限りは、連続的な電流発生によって生じることを指摘しておく。

【0037】

通常とおり励磁コイル内に蓄積されるエネルギー E は、 6 A および 400 mH の場合の説明している例では、たとえば $3\text{ A}^2 \times 400\text{ mH} = 3.6\text{ J}$ である。これに対し、関与している電流弁内に負荷遮断時に発生するエネルギーは、これよりも複数倍高い。出力電流が 100 A の発電機を想定し、これを 36 V に対しクランピングすると、上記 3.6 J はすでに 1 ms 時間後に達成されている。

【0038】

以下に説明する図2でも明らかであり、そこで詳細に説明するように、アクティブな整流での時間内には、発電機の理論的放出電流が減少し、これに対し相短絡の間では、相電流の飛躍が観察される。励磁電流は相電流と同じ振動数および同じ位相位置で振動する。これは、固有振動数 $f_E = (n \times P)$ (式3参照) を持つ強制固有振動であり、ここで n は1秒当たりの回転における発電機回転数、 P はポールペア数である。1分当たりの回転 (rpm) における発電機回転数に対しては、固有振動数は $f_E = (n \times P) / 60$ である。

10

【0039】

関与する電流弁でのパワーロスを可能な限り少なくするには、相電流が低い時点で切換え過程を行わねばならない。相短絡の導入および中止により生じる、整流器の出力電圧での、すなわち整流器の正の直流電圧接続部の間に印加される電圧での振動の振動数 f_{B+} は、直流電圧接続部に接続されている容量 C_{B+} と、容量から引き出される放電電流 I_E と、相短絡の導入および中止のためにファイルされている切換え閾値 U_S (本出願の範囲内では、上側閾値および下側閾値と記す) の差電圧とによって特定され、これは $f_{B+} = f(C_{B+}, I_E, U_S)$ で表すことができる。

20

【0040】

直流電圧接続部に接続されている容量と、この容量から引き出される電流とは作動中に変化することはできないので、本出願の範囲内では、とりわけ、相短絡の起動および停止のために切換え閾値を、すなわち上側閾値および/または下側閾値を適宜変化させ、その結果整流器の出力電圧の振動の振動数 f_{B+} は、固有振動の振動数 f_E に整合させることが提案される。なお、以下で述べるように、条件 $f_E = f_{B+}$ 、または、 $f_E < f_{B+}$ 、または、 $\times f_E = f_{B+}$ 、または、 $\times f_E < f_{B+}$ が満たされていなければならない (\times はたとえば1ないし5の整数である)。これとは択一的に、相短絡の継続時間またはその切換え振動数を時間制御して経過させる混合方法も適用できる。

30

【0041】

以下で説明する図3にも示したように、相短絡の適時の、すなわち実質的に位相同期の起動および停止により、整流される電流の強い減衰を達成できる。これにより、正規の整流と相短絡との間で往復的に切換えが行われる時間を、すでに非常に短時間後に、たとえば約 4 ms 後に、終了させることができるよう保証することができる。この種の時点は、すべての相電流が加算されて値ゼロになる場合に達成されている。この時点では発電機はすでに完全に消磁されている。しかし、従来使用されているアルゴリズムに基づき、再度相短絡を導入し、発電機の残留電流は、 0 V の逆電圧に対し 0 V 以上の相電流を再度生じさせる。

40

【0042】

アクティブな整流器作動の間に、相電圧推移に基づき、常に基本的な回転数を継続させることができ、対応する所望の切換え振動数の算出を行うことができる。正の直流電圧接続部 $B+$ での電圧に基づき、負荷遮断があることが認識されるとすぐに、整流器相の間での切換え振動数を所望の切換え振動数に整合させる。このとき、適切な負荷遮断作動の間に、相電流または励磁電流がある時点で (総計で) 0 A に達したことが認識されると、この時点以降は電気機械は十分に消磁されるので、相短絡の更なる起動を省略することができる。

50

【0043】

このように、本発明の範囲内では、電気機械の固有振動数を特徴づける量、すなわち相短絡の導入および中止の切換え振動数を少なくとも部分的に同期させる振動数を備えた前記量を測定し、或いは、電気機械の回転数から特定できるので、好適である。

【0044】

本発明による方法は、すでに述べたように、特に好適であることを実証している。というのは、本ケースでは強制振動を問題にしているので、共振条件 $f_E = f_{B+}$ を厳格に維持する必要がないからである。すでに述べたように、本発明による方法の利点は、条件 $f_E = f_{B+}$ 、または、 $\times f_E = f_{B+}$ 、または、 $\times f_E > f_{B+}$ が満たされているだけで得られる。換言すれば、本発明による少なくとも部分的な同期は、電気機械の固有振動数が切換え振動数前後の振動数範囲または切換え振動数の複数倍の振動数範囲にあるように行うことができる。すなわち切換え振動数（または複数倍）は、すでに述べたように固有振動数によって正確に実現する必要はなく、またその逆も言える。相短絡とアクティブな整流との間での切換えも、或いは、固有振動数信号のそれぞれ2番目ごと、3番目ごと、4番目ごとなどの最小値への戻りだけでも、本発明によれば好適だと認識された固有振動数の増大を可能にする。それ故「同期」とは、本発明の範囲内では、必ずしも上記2つの振動数を同一視したものではない。むしろ同期は、固有振動数がオプションの公差を加算してまたは差し引いて相短絡の切換え振動数に等しいか、またはその整数倍であるように行うこともできる。

【0045】

もう一度換言して表現すれば、好適には、電気機械の固有振動数は f_E であり、第1の電流弁の切換え振動数は $(f_E \times m) \pm (k \times f_E)$ であり、ここで m は1ないし5の整数であり、 k は0ないし0.4の範囲内である。値 m は、1よりも大きな値では前記整数の倍数であり、値 m はオプションの公差値を定義する値である。

【0046】

本発明による演算ユニット、たとえば自動車の制御器は、本発明による方法を実行するために特にプログラム技術で設置されている。

【0047】

本発明による方法をソフトウェアの形態で実行することも好適である。というのは、特に実施する制御器が他の課題のためにも利用され、それ故いずれにしろ設けられていれば、特に低コストを生じさせるからである。コンピュータプログラムを提供するために適したデータキャリアは、特にフロッピーディスク、ハードディスク、フラッシュメモリー、EEPROM、CD-ROM、DVDなどである。コンピュータネット（インターネット、イントラネットなど）を介したプログラムのダウンロードも可能である。

【0048】

本発明の他の利点および構成は、以下の説明および添付の図面から明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】発電機とアクティブブリッジ整流器とを備えた配置構成の簡略図である。

【図2】本発明の1実施形態による方法の基本を説明するための信号推移図である。

【図3】本発明の1実施形態による方法を説明するための信号推移図である。

【図4】本発明の1実施形態による方法を説明するための信号推移図である。

【図5】本発明の1実施形態による方法の作用原理を構成図の形態で説明する図である。

【図6】本発明の1実施形態による方法を構成図の形態で説明する図である。

【図7】本発明の1実施形態による方法を説明するための信号推移を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0050】

図において、互いに対応している要素には同じ参照符号を付し、説明は反復しない。

【0051】

図1には、発電機1と、本発明の1実施形態の基本を成すことができるアクティブブリ

10

20

30

40

50

ッジ整流器 2 とを備えた配置構成が図示されている。

【0052】

発電機 1 は、5 相で星形回路内に形成されているステータ 1 1 と、ロータ 1 2 とを含んでいる。ステータ 1 1 の個々のステータ巻線部と、ロータ 1 2 のロータ巻線部とは、通常の回路記号で図示されているが、別個に特徴づけていない。

【0053】

発電機 1 は、5 つの相接続部 U ないし Y でもってそれぞれ、オンオフ可能な、制御可能な電流弁（ここでは U L ないし Y L および U H ないし Y H で示されている）を介して、第 1 の直流電圧接続部 B - または第 2 の直流電圧接続部 B + に接続されている。直流電圧接続部 B - は典型的にはアースしてよい。

【0054】

次に、本発明による方法を、整流器下側分岐部（「ロウサイド」の電流弁 U L ないし Y L に相短絡を導入することをもとにして説明するが、整流器上側分岐部（「ハイサイド」）の電流弁 U H ないし Y H を用いて実施してもよい。その都度関与する電流弁は、本出願の範囲内で「第 1 の」電流弁と記すことにする。少なくともこの第 1 の電流弁はオンオフ可能で且つ制御可能であり、たとえば M O S F E T として構成されている。オンオフ可能で制御可能な電流弁 U L ないし Y L および U H ないし Y H は、図では簡単に、ツェナーダイオードを並列に接続したスイッチとして図示されている。なお、ツェナーダイオードは、ある特定のドレイン・ソース電圧以降の M O S F E T の典型的な降伏特性と、M O S F E T 内にあるインバースダイオードとの双方をシンボル化したものである。電流弁 U L ないし Y L および U H ないし Y H は、慣用されているように、相接続部の数量に対応する数量の半ブリッジ内に配置されている。電流弁 U L ないし Y L および U H ないし Y H は、ここで破線の制御矢印で示したように、分散型制御装置 2 1 ないし 2 5 によってそれぞれ制御可能である。

【0055】

さらに、電流弁 U H ないし Y H および / または電流弁 U L ないし Y L は、たとえば 3 0 V の電圧クランピングを可能にするために、典型的には適当な付加配線部を含んでいる。

【0056】

発電機制御器 1 3 は、直流電圧接続部 B + と B - の間に印加される電圧を評価して制御する。たとえばロータ 1 2 の励磁巻線部のパルス幅変調通電を介して発電機 1 の出力を制御する。

【0057】

図 2 には、共通の横軸の時間 (m s) に対しそれぞれの縦軸に電流推移および電圧推移が A または V でプロットされている。図 2 に示した電流推移および電圧推移は、アクティブブリッジ整流器を付設した 5 相発電機において、本発明に従って作動しない配置構成で発生するものであるが、その他の点では図 1 に示した配置構成に対応してよい。電流推移および電圧推移は、グラフ 2 1 0 , 2 2 0 , 2 3 0 , 2 4 0 , 2 5 0 , 2 6 0 の形態で示してある。

【0058】

グラフ 2 1 0 において、2 0 1 はブリッジ整流器の直流電圧接続部の間に印加される電圧である。さらに、グラフ 2 1 0 では、アクティブブリッジ整流器に接続されている電源に供給される電流が推移 2 0 2 の形態で示してある。

【0059】

アクティブブリッジ整流器は約 7 3 . 4 ないし 7 3 . 8 m s の時間内で正規の整流器作動状態にある。7 3 . 8 m s の時点で、図示した例では、たとえば消費装置をオフにすることによって負荷遮断が発生する。これにより、アクティブブリッジ整流器の直流電圧接続部の間に印加される電圧 2 0 1 は、急速に上昇する。アクティブブリッジ整流器の直流電圧接続部の間に印加される電圧 2 0 1 が（図示していない）上側閾値を越えると、何度も説明した処置が導入され、たとえば整流器下側分岐部の電流弁をオンにする。

【0060】

10

20

30

40

50

これにより、発電機の対応する相は短絡され、その結果アクティブブリッジ整流器の直流電圧接続部の間に印加される電圧201はこれ以上上昇しない。明らかに見て取れるように、アクティブブリッジ整流器の直流電圧接続部の間に印加される電圧201は、短時間同じ状態を維持した後、平坦域へ再び低下し、約74.4msの時点で最小値に到達する。アクティブブリッジ整流器の直流電圧接続部の間に印加される電圧201により、(同様に図示していない)下側閾値を下回ると、整流器は再び正規の整流器作動へ移行する。

【0061】

発電機がまだ十分に消磁されていなければ、アクティブブリッジ整流器の直流電圧接続部の間に印加される電圧201は新たに上昇し、上側閾値を越え、新たに相短絡が生じ、図示した例では約74.6msで生じる。相短絡の導入と終了との反復は、電流が十分に消失するまで継続する。

10

【0062】

図2のグラフ220では、発電機とアクティブブリッジ整流器とから成る対応する配置構成の相電圧の1つの推移が図示されており、203が付されている。発電機は、図示した例では、すでに述べたように5相発電機として構成され、その結果個々の相電圧を重畳すると、グラフ230で示した全推移204が生じる。図からわかるように、約73.8msでの負荷遮断結果の前の相電圧204の最大値は、励磁電流の制御のために約15Vである。約73.8msでの負荷遮断結果の後では、この相電圧204は30V弱へ対応的に上昇する。これは、図1に対し説明した電圧クランピングのためである。発電機相が短絡されている時間では、すべての相電圧は0Vへ低下する。

20

【0063】

グラフ240では、対応する電気機械内またはアクティブブリッジ整流器内での複数の相電流が推移205の形態で図示されている。特にアクティブ整流(グラフ230に図示した相電圧204から明らかである)の相では、相電流205の包絡線は減少しており、したがって発電機の理論的な放出電流も減少しており、短絡段階の間に相電流のはね上がりが行われることがわかる。

【0064】

グラフ250では、電気機械によって、または、対応する電気機械とアクティブブリッジ整流器とから成る配置構成によって理論的に放出される電流が図示されており、この放出される電流は、アクティブブリッジ整流器が連続的に正規の整流器作動で作動する場合に発生する。グラフ260は、推移207の形態で励磁電流を示しており、すなわち電気機械のロータを流れる電流を示している。

30

【0065】

図3には、本発明の特に好適な実施形態による発電機とアクティブブリッジ整流器とから成る対応する配置構成の制御から生じる電流推移および電圧推移が図示されている。以前に図示した図2で対応しているグラフ、推移等は、100を加算した参照符号で示してある。図2のグラフ220でのような個々の相電圧203の図示と、図2のグラフ260でのような励磁電流推移207の図示とは省略した。残りのグラフ310, 330, 340, 350の配置と、これらグラフ内に示されている電流および電圧推移301, 302, 304, 305, 306とは、図2のそれらに対応している。図3の時間スケールは図2のそれとは異なっている。

40

【0066】

図3による、約6.0ms以降のケースでのように、相短絡の導入と終了とが、グラフ350で推移306の形態で図示されている発電機の理論的な放出電流に同期して行われるならば、したがって電気機械の固有振動数と整合していれば、図示した例では、グラフ340で推移305の形態で図示したように、すでに約9msの時点で0Aの値に相電流が加えられる。相短絡の相同期導入および終了により(特にグラフ330とグラフ350とを総合的に参照)、存在する固有振動がより強く励起され、したがって励磁電流内で累積相電流におけるゼロ点が達成される。

50

【 0 0 6 7 】

すでに説明したように、相短絡の同期導入および終了を必ずしも行う必要がないことは明らかである。相短絡の導入および終了の振動数が励磁電流の振動数の複数倍に対応しているか、或いは、近似的にのみ同期性が設定されるようにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

図3のグラフ310による電圧推移は、図7にもう一度図示してある。それ故、すでにこの個所で最後の説明を指摘しておく。

【 0 0 6 9 】

図4には、本発明の1実施形態による方法を説明するための信号推移が図示されている。この場合、著しい振動のない励磁電流401と、適宜に大きくなった振動を備える励磁電流402とが、横軸の時間sに対する縦軸にAでプロットされている。403は、推移402が最初に値0Aに達する時点である。この値は、励磁電流401がゼロ値に達する(別々に表示していない)時点よりもかなり前にある。更なる詳細はすでに述べたとおりである。

【 0 0 7 0 】

図5には、本発明の1実施形態による方法の作用原理が構成図の形態で示してある。

【 0 0 7 1 】

すでに述べたように、相短絡の起動(ブロック501)により、複数の相に、電気機械のロータ(たとえば図1のロータ12を参照)へトランス伝送される(ブロック502)同一成分が生じる。励磁電流が低い時点では、相電流も非常に低く(ブロック503)、その結果アクティブブリッジ整流器の電流弁内のパワーロス(ブロック505)を減少させるためには、好ましくはこの時点で相短絡を動作不能(ブロック504)にする必要がある。これによって好ましい時点で相短絡が終了すると、好ましくは少なくとも部分的に励磁電流または電気機械の固有振動と同期して、或いは、整流器の出力電圧が所定の閾値を越えたときに、相短絡が再び導入され(ブロック501)、その結果再び出発点に到達する。

【 0 0 7 2 】

図6は、本発明の1実施形態による方法を構成図の形態で示している。

【 0 0 7 3 】

この方法では、ブロック601で示したように、回転数と相関関係にある相電圧推移に基づいて、或いは、たとえば回転数および角度位置に基づいて、電気機械の固有振動数またはその周期の連続的な算出が行われる。

【 0 0 7 4 】

ブロック602で示したように、アクティブブリッジ整流器の直流電圧接続部間の出力電圧が上側閾値を越えているかどうかを、連続的にまたは周期的にチェックする。もし越えていない(-)場合は、前述のブロック601と602で示したステップで方法をサイクル的に継続させる。もし越えている(+)場合には、ブロック603で示したように、相短絡を導入する。

【 0 0 7 5 】

ブロック604で示したように、時計を始動させ、ブロック601によるステップで特定された周期(または、すでに述べたようにその複数倍)が経過した後に相短絡を解除する。これはブロック605に示されている。相短絡は、アクティブブリッジ整流器の直流電圧接続部間の出力電圧が所定の下側閾値をまだ下回っていない場合も、解除させる。

【 0 0 7 6 】

この時点で、ブロック606で示したように、相電圧または励磁電流(すなわち、もう一度一般的に述べれば、電気機械のロータを流れる電流)が所定の最小値を下回ったかどうかをチェックする。もしno(-)であれば、すなわちブロック607で示したように、相短絡作動または整流器作動のいずれかを続行し、アクティブブリッジ整流器の直流電圧接続部間の出力電圧が前記上側の閾値を上回ったときに相短絡を再び導入し、ブロック604に従った時間測定を再び始動させ、すでに述べたようにブロック606で示したチ

10

20

30

40

50

ェックステップまで方法を続行させる。もし $y e s (+)$ であれば、励磁電流または相電流は十分に減衰しており、その結果ブロック 608 で示したように、さらに正規の整流を、すなわち更なる相短絡なしの状態を維持することができる。その後は、ブロック 601 に対応するステップで方法を続行させることができる。

【0077】

すでに述べたように、図3のグラフ310による電圧推移が図7に再度図示されている。図3の301で示した電圧推移は、図7で701を付されており、ここでもグラフ710において横軸の時間 $m s$ が縦軸の電圧 V に対しプロットされている。加えて、ここではブリッジ整流器の出力電圧の上側閾値に705が付されている。

【0078】

ブリッジ整流器の出力電圧、すなわち電圧推移701が上側閾値705に達すると、何度も説明したように、相短絡を導入する。図示した例では、相短絡は、所定の時間が経過した後に再び終了させる。本発明による方法は、この時間を、少なくとも部分的に、電気機械の固有振動数と同期させ、或いは、対応する信号、たとえば電気機械のロータを流れる電流の推移と同期させ、その結果図7の706で示した時間が、(場合によってはずれがある場合もあるが) 電気機械のロータを流れる電流の周期(またはその複数倍)に対応するように構成されている。このようにして固有振動が励起される。

【符号の説明】

【0079】

- 1 電気機械
- 2 アクティブブリッジ整流器
- 12 ロータ
- B - 第1の直流電圧接続部
- B + 第2の直流電圧接続部
- U - Y 相接続部
- U H - Y H 第2の電流弁
- U L - Y L 第1の電流弁

10

20

【 図 1 】

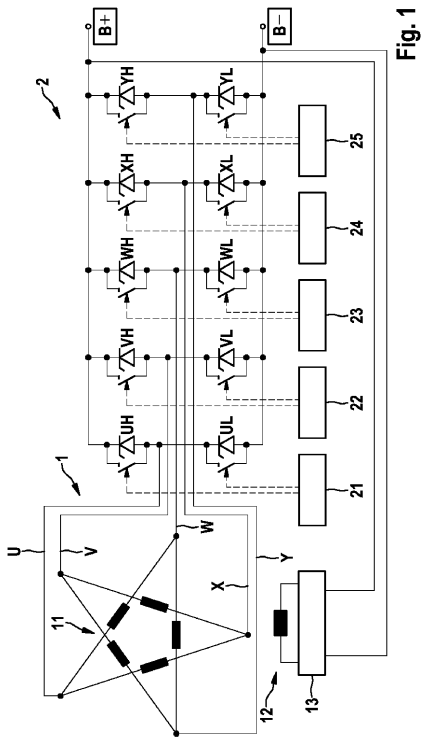


Fig. 1

【 図 2 】

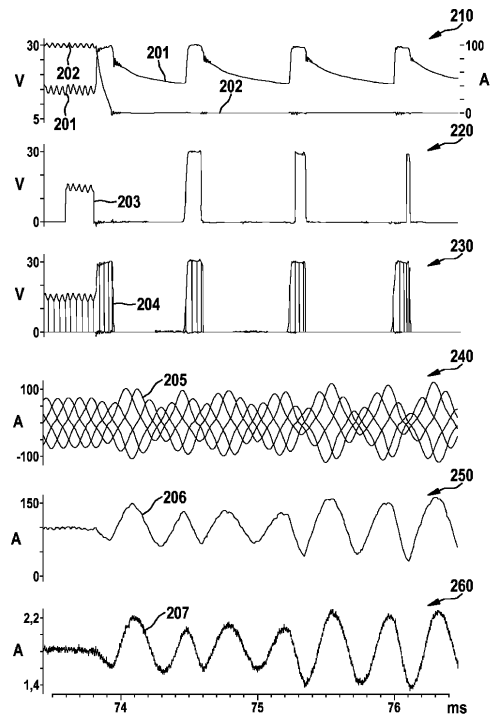


Fig. 2

【 図 3 】

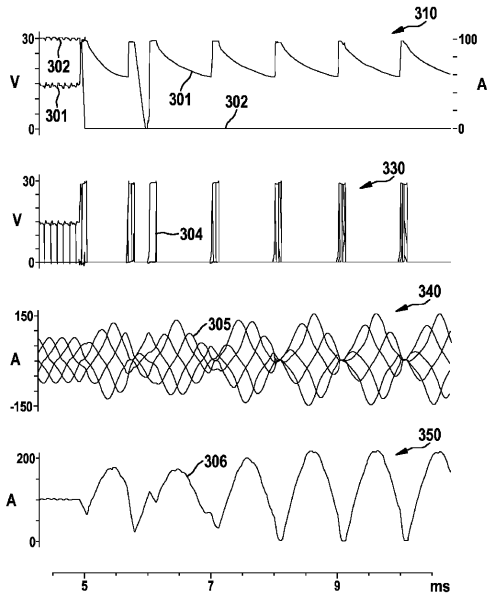


Fig. 3

【 図 4 】

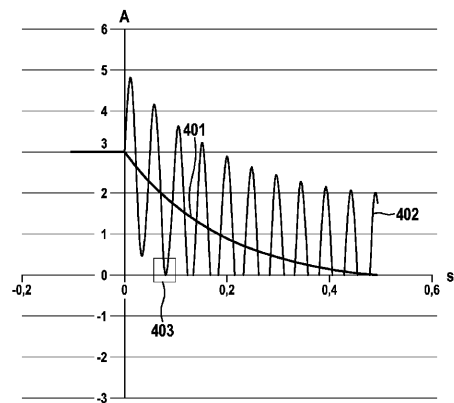


Fig. 4

【 図 5 】

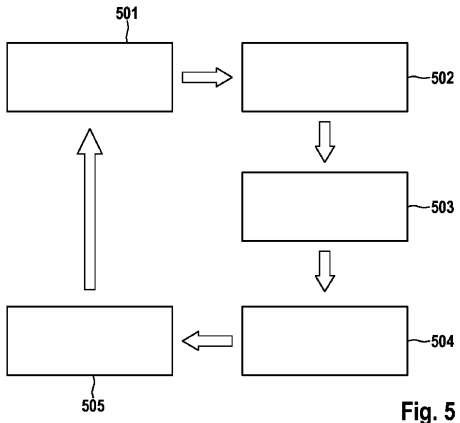


Fig. 5

【 図 6 】

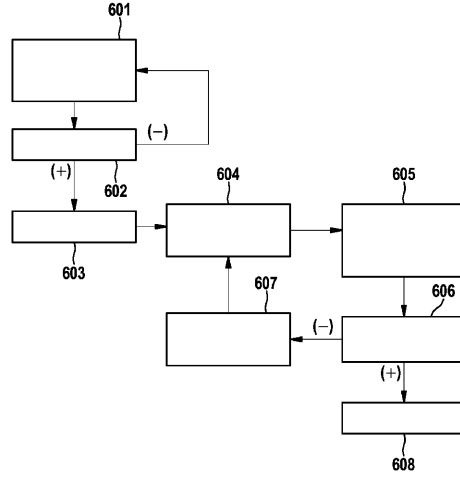


Fig. 6

【 図 7 】

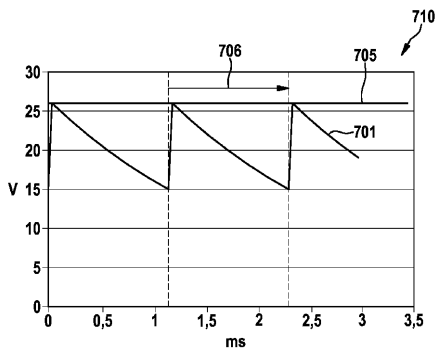


Fig. 7

【手続補正書】

【提出日】平成29年1月10日(2017.1.10)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも発電機で作動可能な多相電気機械(1)を制御する方法(100)であって、前記電気機械の相接続部(U-Y)が、アクティブブリッジ整流器(2)内で、それぞれ、オンオフ可能で制御可能な第1の電流弁(UL-YL)を介して第1の直流電圧接続部(B-)に接続され、且つ第2の電流弁(UH-YH)を介して第2の直流電圧接続部(B+)に接続され、前記方法が、前記電気機械(1)の発電機作動において負荷遮断の発生後に前記第1の電流弁(UL-YL)を介して前記相接続部(U-Y)の相短絡を複数回導入および中止することを含んでいる、前記方法において、前記電気機械(1)の固有振動数を特徴づける量を検出し、前記相短絡の導入および中止のために、前記第1の電流弁(UL-YL)を、前記電気機械(1)の前記固有振動数を特徴づける前記量をベースにして切換え振動数で制御することを特徴とする方法(100)。

【請求項2】

前記切換え振動数が次のような振動数範囲内にあり、すなわちその下限が、予め与えられている公差値を差し引いて前記固有振動数の整数倍であり、且つその上限が、前記予め与えられている公差値を加算して前記固有振動数の整数倍であるような振動数範囲内にある、請求項1に記載の方法(100)。

【請求項3】

前記電気機械(1)の固有振動数が f_E であり、前記切換え振動数が $(f_E \times m) \pm (k \times f_E)$ であり、ここで m は1ないし5の値を持つ整数の倍数であり、 k は前記予め与えられた公差を定義する0ないし0.4の値である、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記切換え振動数の周期が次のような時間範囲内にあり、すなわちその下限が、公差値を差し引いて前記固有振動数の周期の整数倍であり、且つその上限が、前記公差値を加算して前記固有振動数の周期の整数倍であるような時間範囲内にある、請求項1に記載の方法(100)。

【請求項5】

前記電気機械(1)の前記固有振動数を特徴づける前記量として、前記方法を実施する時点で検出した前記電気機械(1)の回転数を使用し、または、これから導出される値を使用する、請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

前記方法を実施する前記時点での前記電気機械(1)の回転数を使用し、且つ前記電気機械(1)のポールペア数を使用して、前記固有振動数および/またはその周期を特定する、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記電気機械(1)のロータ(12)を流れる電流または前記電気機械の少なくとも1つの他の電流信号が最初に閾値以下になったときに、前記相短絡の複数回の導入を終了させる、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記第1の電流弁(UL-YL)を、前記相短絡を導入するために、オン条件をベースにしてオンにし、前記相短絡を中止するために、オフ条件をベースにしてオフにさせ、前記オン条件および/または前記オフ条件を、前記電気機械(1)の前記固有振動数を特徴づける前記量をベースにして設定する、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記オン条件は、少なくとも、前記第 1 の直流電圧接続部 (B -) と前記第 2 の直流電圧接続部 (B +) との間の出力電圧が上側閾値を上回ったことを含んでおり、前記上側閾値の閾値設定を、前記電気機械 (1) の前記固有振動数を特徴づける前記量に依存して行う、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記オフ条件は、少なくとも、前記第 1 の直流電圧接続部 (B -) と前記第 2 の直流電圧接続部 (B +) との間の出力電圧が下側閾値を下回ったことを含んでおり、前記下側閾値の閾値設定を、前記電気機械 (1) の前記固有振動数を特徴づける前記量に依存して行う、請求項 8 または 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記閾値設定を、さらに、前記第 1 および / または第 2 の直流電圧接続部 (B + , B -) と結合されている容量性要素の放電流およびその容量とに依存して行う、請求項 9 または 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記オン条件は、少なくとも、所定のオン時点に到達したこと、および / または、前記オフ条件は、少なくとも、所定のオフ時点に到達したことを含んでいる、請求項 8 から 11 までのいずれか一つに記載の方法。

【請求項 13】

前記相接続部 (U - Y) 内に流れる電流が合計で 0 A に達したとき、または、所定の閾値以下にあるときに、前記相接続部の導入および中止を阻止する、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 14】

請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の方法を実施するために設置されている制御装置。

【請求項 15】

請求項 1 から 13 までのいずれか一項に記載の方法を請求項 14 に記載の制御装置で実行するときに該制御装置をして前記方法を実施させるコンピュータプログラム。

【請求項 16】

請求項 15 に記載のコンピュータプログラムを記憶した、機械で読み取り可能な記憶媒体。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2015/066396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02P9/00 H02P9/10 H02P29/024 H02P3/22 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 706 657 A1 (SHINDENGEN ELECTRIC MFG [JP]) 12 March 2014 (2014-03-12) abstract paragraph [0001] paragraphs [0001], [0013] - [0016], [0066] - [0079], [0123] figures 4,5,7B	1-16
A	DE 10 2009 046955 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 May 2011 (2011-05-26) paragraphs [0001], [0006] - [0007]	1-16
A	DE 10 2006 003254 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 July 2007 (2007-07-26) abstract paragraph [0030] claims 1,5 figure 2	1-16
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
29 February 2016		10/03/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Vanata, Daniela

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066396

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 40 38 301 A1 (HITACHI LTD [JP]) 6 June 1991 (1991-06-06) abstract column 8; claim 1 -----	1-16
A	WO 2013/065512 A1 (HITACHI LTD) 10 May 2013 (2013-05-10) abstract paragraph [0032] -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/066396

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2706657	A1	12-03-2014	CN 103518320 A 15-01-2014
			EP 2706657 A1 12-03-2014
			US 2014070769 A1 13-03-2014
			WO 2012153637 A1 15-11-2012

DE 102009046955	A1	26-05-2011	CN 102668364 A 12-09-2012
			DE 102009046955 A1 26-05-2011
			EP 2504918 A1 03-10-2012
			JP 2013511957 A 04-04-2013
			US 2012281446 A1 08-11-2012
			WO 2011061200 A1 26-05-2011

DE 102006003254	A1	26-07-2007	CN 101371431 A 18-02-2009
			DE 102006003254 A1 26-07-2007
			EP 1980015 A1 15-10-2008
			JP 2009524401 A 25-06-2009
			KR 20080087131 A 30-09-2008
			US 2010202089 A1 12-08-2010
			WO 2007085566 A1 02-08-2007

DE 4038301	A1	06-06-1991	DE 4038301 A1 06-06-1991
			JP H03178599 A 02-08-1991

WO 2013065512	A1	10-05-2013	CN 103907282 A 02-07-2014
			EP 2802072 A1 12-11-2014
			JP 5856438 B2 09-02-2016
			JP 2013099131 A 20-05-2013
			US 2014340005 A1 20-11-2014
			WO 2013065512 A1 10-05-2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2015/066396

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 40 38 301 A1 (HITACHI LTD [JP]) 6. Juni 1991 (1991-06-06) Zusammenfassung Spalte 8; Anspruch 1 -----	1-16
A	WO 2013/065512 A1 (HITACHI LTD) 10. Mai 2013 (2013-05-10) Zusammenfassung Absatz [0032] -----	1-16

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/066396

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2706657	A1	12-03-2014	CN 103518320 A	15-01-2014
			EP 2706657 A1	12-03-2014
			US 2014070769 A1	13-03-2014
			WO 2012153637 A1	15-11-2012

DE 102009046955	A1	26-05-2011	CN 102668364 A	12-09-2012
			DE 102009046955 A1	26-05-2011
			EP 2504918 A1	03-10-2012
			JP 2013511957 A	04-04-2013
			US 2012281446 A1	08-11-2012
			WO 2011061200 A1	26-05-2011

DE 102006003254	A1	26-07-2007	CN 101371431 A	18-02-2009
			DE 102006003254 A1	26-07-2007
			EP 1980015 A1	15-10-2008
			JP 2009524401 A	25-06-2009
			KR 20080087131 A	30-09-2008
			US 2010202089 A1	12-08-2010
			WO 2007085566 A1	02-08-2007

DE 4038301	A1	06-06-1991	DE 4038301 A1	06-06-1991
			JP H03178599 A	02-08-1991

WO 2013065512	A1	10-05-2013	CN 103907282 A	02-07-2014
			EP 2802072 A1	12-11-2014
			JP 5856438 B2	09-02-2016
			JP 2013099131 A	20-05-2013
			US 2014340005 A1	20-11-2014
			WO 2013065512 A1	10-05-2013

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

Fターム(参考) 5H590 AA02 AB01 CA23 CC01 CC23 CD03 CE02 CE05 DD23 FC14
FC17 HA02 HA04 HA19 JA02 JB02