

(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2014-93850

(P2014-93850A)

(43) 公開日 平成26年5月19日 (2014.5.19)

(51) Int.Cl.
H02P 9/30 (2006.01)F I
H02P 9/30 Lテーマコード (参考)
5H590

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-242649 (P2012-242649)
(22) 出願日 平成24年11月2日 (2012.11.2)(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(74) 代理人 110000350
ポレール特許業務法人
(72) 発明者 宮川 純一
茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株
式会社日立製作所インフラシステム社内
(72) 発明者 難波 茂昭
茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株
式会社日立製作所インフラシステム社内
(72) 発明者 田原 康人
茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株
式会社日立製作所インフラシステム社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 同期機の励磁制御装置

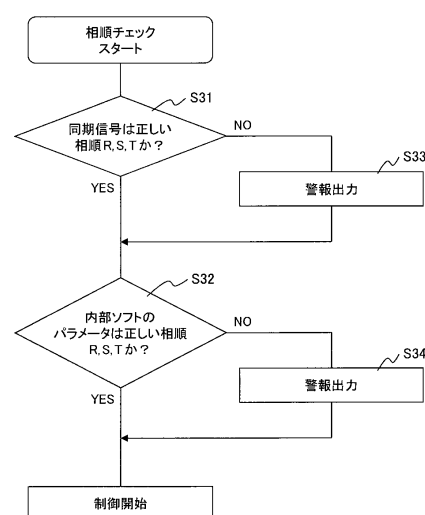
(57) 【要約】

【課題】ハード・ソフト両面でのヒューマンエラーに起因する相順誤りの可能性を除去することができる同期機の励磁制御装置を提供することにある。

【解決手段】交流系統に接続された同期機の端子から得た三相交流を整流回路において直流に変換して同期機の界磁回路に与えるように構成された同期機の励磁制御装置であって、励磁制御装置は、整流回路を構成する整流素子を所定の相順で点弧するとともに、三相交流の相順を求め、これが所定の相順と整合することを確認する機能を備えていることを特徴とする。

【選択図】 図 1

図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

三相交流を整流回路において直流に変換して前記同期機の励磁回路に与えるように構成された同期機の励磁制御装置であって、

励磁制御装置は、前記整流回路を構成する整流素子を所定の相順で点弧するとともに、前記三相交流の相順を求め、これが前記所定の相順と整合することを確認する機能を備えていることを特徴とする同期機の励磁制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の同期機の励磁制御装置であって、

前記同期機起動時の三相交流電圧の各相の相順の整合性を確認した後、実質起動を可能とする機能を組み込んだことを特徴とする同期機の励磁制御装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載の同期機の励磁制御装置であって、

前記三相交流の相順の整合性を確認するために、あるべき正しい相順の教師データを準備しておき、同期機の端子から得た三相交流の計測結果から、そのデータパターンとの比較結果によって、相順の正逆を判定することを特徴とする同期機の励磁制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の同期機の励磁制御装置であって、

前記のあるべき正しい相順の教師データとは、励磁電源の元電源出力の計測信号を基に作成された信号であること、または、波形開始点（時刻開始点）と共に規定された固定パターンの各相若しくは、線間電圧信号であることを特徴とする同期機の励磁制御装置。

20

【請求項 5】

請求項 3 または請求項 4 に記載の同期機の励磁制御装置であって、

前記のあるべき正しい相順の教師データとは、三相交流の電圧相展開順と、その展開された各相の電圧強度の対応関係をもって定められることを特徴とする同期機の励磁制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の同期機の励磁制御装置であって、

相順の整合性を確認結果、不整合であることを検出した場合には、起動手順を止め、警報を発することで運転員に告知することを特徴とする同期機の励磁制御装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載の同期機の励磁制御装置であって、

起動手順を止め、警報を発することと共に、定められた時間後に、制御装置内部の相順認識を反転させる機構を備える機能を組み込んだ同期機の励磁制御装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の同期機の励磁制御装置であって、

前記三相交流の相順が、前記所定の相順と整合しないときに、前記整流回路を構成する整流素子を現に求めた前記三相交流の相順に従い点弧することを特徴とする同期機の励磁制御装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の同期機の励磁制御装置であって、

前記三相交流は、交流系統に接続された前記同期機の端子から得ることを特徴とする同期機の励磁制御装置。

40

【請求項 10】

請求項 1 に記載の同期機の励磁制御装置であって、

前記三相交流は、前記同期機以外の別電源から得ることを特徴とする同期機の励磁制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

50

本発明は同期機の励磁制御装置に係り、特に交流回路の誤接続を考慮した同期機の励磁制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

サイリスタを用いた同期機（例えば同期発電機）の励磁制御装置は、電圧変成器 V T (Voltage Transformer) により発電機端子電圧を検出して自動電圧調整装置 A V R (Automatic Voltage Regulator) に取り込み、発電機端子電圧が自動電圧調整装置 A V R 内部にもっている電圧目標値に等しくなるように界磁電流を制御する。

【0003】

またサイリスタを用いた静止型励磁方式においては、励磁変圧器が励磁電源供給用に用いられるが、この励磁変圧器 E x T r (Exciter Transformer) の入力側の発電機主回路より、同期制御用に三相各相 (R, S, T 相) の電圧信号を自動電圧調整器 A V R に取り込み、サイリスタの点弧角を自動電圧調整装置 A V R で決定し、ゲートドライブによりサイリスタを点弧することで界磁電流を制御する。

【0004】

ここで、上記三相交流は、構成上相順は予め決定されており、その決定事項どおりに電気品の相順を考慮した回路接続がなされている。これにより相順が相違することによる使用上の不都合がないようにしてあり、それこそが、今日の世界の電気（発電）技術を支える実際上の背景技術であり、常識でもある。

【0005】

三相交流回路を電気接続することに関し、特許文献 1 では三相電気機器である誘導電動機の制御に関して相順判定するための考え方を示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 3 0 0 7 7 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 には相順判定の一例が述べられているが、同じ回転機であっても、誘導機と同期機では、励磁装置の有無を筆頭に構成が相違する。また機能的にみても、系統に電力を送り込む発電機（同期機）の場合は、その不調影響は系統に及ぶが、電動機単品では、不調影響が負荷側プロセスの範囲に限定されるという相違がある。

【0008】

通常、上記の常識的事実である相順に関する「技術」は、発電所の計画、設計、検証などの各段階でのチェックが、幾重にも入るところであり、試運転においても確認されるところであるので、一見何の技術的な課題がないかのごとくに見える。

【0009】

しかし、三相交流同期発電機を用いる発電所では、電路構成として、発電機からはじまり、相分離母線 I P B、遮断器（場合による）、励磁変圧器 E x T r、電圧変成器 V T までの電気品構成群、またその後流の励磁装置の内部回路の中での、各種母線、とりわけサイリスタ素子回路部分とそれらの制御を行う自動電圧制御装置 A V R の内部回路に至るまでの相識別を正確に反映した設計結果であるべきが、発電所運転開始後に、ヒューマンエラーに基づく一つの認識誤りで、可能性論議の上では相順の逆転を起してしまうことがありうる。

【0010】

付带的には、一箇所の配線間違い等により、励磁装置に正しい相順で同期信号が取りこめなかった場合（逆相）、正しい制御を行うことは出来ない。

【0011】

10

20

30

40

50

この正しい制御が行えない、ということの意味は重要である。三相の正しい相順が逆転するということが発生すれば、発電機の界磁に与える励磁電流の適切な量が大幅に狂うことになる。なぜなら、自動電圧制御装置 A V R の内部認識の誤りが、交流直流変換を行う変換機構であるサイリスタの制御角制御の位相を誤ることになるからである。結果として過剰なまたは異常な界磁回路上の電流電圧現象が発生することとなり、電機子反作用の結果として、固定子回路側に誘導される電流電圧も異常になる。起動当初にこのような異常運転を発生させる可能性は誰しも望まない。

【 0 0 1 2 】

また、自動電圧制御装置 A V R 内部のソフトにて、正しい相順 R , S , T 相を決定付けるパラメータを持っているが、このパラメータの試験時変更復旧漏れ等によっても、正しい制御を行うことは出来ない。

10

【 0 0 1 3 】

本発明は、ハード・ソフト両面でのヒューマンエラーに起因する相順誤りの可能性を除去することができる同期機の励磁制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

以上のことから本発明においては、三相交流を整流回路において直流に変換して同期機の界磁回路に与えるように構成された同期機の励磁制御装置であって、励磁制御装置は、整流回路を構成する整流素子を所定の相順で点弧するとともに、三相交流の相順を求め、これが所定の相順と整合することを確認する機能を備えていることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、規定どおりの手順を踏んだはずの、ソフトウェアの書き換えなどの処置の後に、いざユニットの再起動を行う場合に、実機運転段階での想定外の不整合を残したままでの運転突入を未然に防止することが可能となる。ヒューマンエラー混在を可能性として想定しての予防措置を図れることで、制御装置の総合的な信頼性レベルを向上させることが可能である。特に発電所の運転では重要な位置づけの制御機構でもある励磁系統トラブルの未然防止となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

30

【図 1】自動電圧調整装置内に具備された本発明の相順確認手法を示す図。

【図 2】同期発電機の主回路構成とその励磁制御装置の概略構成を示す図。

【図 3】同期発電機の主回路とその周辺機器における 3 相線の接続具体例を示した図。

【図 4】サイリスタを用いた一般的な整流回路の構成を示す図。

【図 5】図 4 のサイリスタ構成における点弧すべきサイリスタの関係を示す図。

【図 6】図 2 の同期信号取込部における正しい相順での処理波形を示す図。

【図 7】図 2 の同期信号取込部における誤った相順での処理波形を示す図。

【図 8】自動電圧調整装置内に具備された本発明の相順確認および自動相順修正手法を示す図。

40

【図 9】正しい接続の場合のサイリスタの点弧順番を示す図。

【図 10】誤接続の場合のサイリスタの点弧する順番を示す図。

【図 11】他励式の励磁制御装置の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の実施例について図面を用いて詳細に説明するが、本発明の着眼点並びに概要について説明すると以下のようなものである。

【 0 0 1 8 】

まず本発明の前提として、目に見える電気品ハードウェアの電気接続の誤り可否については、試運転現場での検証フェーズで誤りの存在は摘出される可能性が高い。このことから本発明ではヒューマンエラーの可能性は、比較的単純に人為介入可能な部分であり、設

50

定変更の可能なところに起こりやすいと考え、自動電圧制御装置 A V R に取り込んだ信号処理プロセスにも着目する。

【 0 0 1 9 】

具体的には、自動電圧制御装置 A V R の同期信号取込部で取り込んだ信号を、弱電回路プロセスのなかで、内部演算回路を用いて、R , S , T の相順であることを判定し、もし相順が逆であれば、起動操作を停止し警報を出力する。または、実質的な不都合がない場合には、同期信号の相順を R , T , S などと読みかえた上で警報（告知）を発するとし、但し制御継続を許容する。

【 0 0 2 0 】

また上記自動電圧制御装置 A V R の内部ソフトのパラメータの相順が R , S , T であることを判定する方式として、自動電圧制御装置 A V R の内部に、書き換え禁止の「正しい相順データ」を保持させておき、そのデータを参照して電圧入力された 3 信号の増減順が、規定のピッチ時間内で正規に繰り返されているか否かで判定するものである。一周期の波形トレースで行う方法もあるが、ここでは増減傾向の検出順で必要十分としている。

【実施例】

【 0 0 2 1 】

図 2 に一般的な同期機として同期発電機の主回路構成とその励磁制御装置の概略構成を示している。図 2 に明らかなように、同期発電機 1 7 の主回路 1 3 は、発電機の固定子巻線が主変圧器 1 5 を介して電力系統若しくは送電系統 1 1 に接続され、発生した 3 相交流電力を電力系統若しくは送電系統 1 1 に供給している。

【 0 0 2 2 】

また同期発電機 1 7 の発電機界磁回路 2 4 に直流電流を供給するために励磁制御装置 2 1 を備えている。励磁制御装置 2 1 は、同期発電機 1 7 の主回路 1 3 に設けた励磁変圧器 1 8 から交流電力を得、また電圧変成器 1 9 から同期発電機 1 7 の端子電圧を得る。

【 0 0 2 3 】

励磁制御装置 2 1 は、交流を直流に変換するために整流素子（例えばサイリスタ S R ）で構成された整流回路 2 3 と、自動電圧調整装置 2 2 を備えている。自動電圧調整装置 2 2 では、同期発電機 1 7 の端子電圧を所定値とすべく、整流回路 2 3 のサイリスタ S R の点弧位相を制御し、発電機界磁回路 2 4 に直流電流を供給している。図 2 に示す上記の構成により、同期発電機の自励式励磁制御装置を構成している。なお本発明は自励式励磁制御装置を備える同期電動機にも適用可能であるが、ここでは同期発電機の例で説明する。

【 0 0 2 4 】

自動電圧調整装置 2 2 は同期信号取り込み部 2 2 1、制御処理部 2 2 2、ゲートドライブ部 2 2 3 で構成されている。これらにより、サイリスタ 2 3 に供給される励磁変圧器 1 8 からの励磁電源に位相を同期させるために、同期信号取り込み部 2 2 1 にて同期信号を取り込み、ゲートドライブ部 2 2 3 によりサイリスタ 2 3 を点弧することで、発電機界磁巻線 2 4 に流れる界磁電流を制御する。

【 0 0 2 5 】

図 2 において、各機器間を接続する電力線に 3 本の斜線記号を付しているのは、この線が 3 相の線であることを表しており、本発明ではこの 3 相線の相順が仮に誤った場合であっても正しく動作できることを課題として掲げている。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、同期発電機の主回路とその周辺機器における 3 相線の接続具体例を示した図である。図 3 に示す回路構成の図では、励磁制御装置 2 1 への各相の電圧信号取り込みに関係して、発電機 1 7 の出口から励磁制御装置 2 1 の入口までの 3 相結線の模式を示している。図 2 では簡略に記述して詳細を省いたが、発電機 1 7 の出口に、相分離母線 I P B (I s o l a t e d p h a s e b u s :) を構成してここから発電機主回路遮断器盤 3 0 を接続している。また発電機主回路遮断器盤 3 0 の電力系統側も相分離母線 I P B を構成し、ここから分岐回路により励磁変圧器 1 8 への系統と主変圧器 1 5 の系統に分離する。主変圧器 1 5 の系統を経て、送電系統 1 1 に接続されている。

【 0 0 2 7 】

ここでは、3相結線について各相をR, S, Tとして表記している。これらの回路においては、電機機器の空間的配置の制約を鑑み、R, S, Tの順序を前提に、機器の配置との整合を考慮して接続される。この機器配置に属する部分では、相順の接続誤りの可能性は低いものと考えられる。なお、図3の発電機主回路盤30における回路分岐により電圧変成器19を配置し、ここで発電機端子電圧の計測を行い、RS, ST, TRの各線間電圧の値を自動電圧調整装置22の中に取り込み、電圧制御用途に供する。

【 0 0 2 8 】

図4にサイリスタを用いた一般的な整流回路の構成を示している。図4の構成の整流回路23では、直列接続した2組のサイリスタSRによりアームを形成し、3組のアームの両端をそれぞれ正の直流端子T+, 負の直流端子T-に接続し、かつ各アームのサイリスタSRの接続点間に交流系統のR, S, T相の端子を接続している。

【 0 0 2 9 】

なお図4において、各アームのサイリスタの記号SRに付した「R, S, T」は、このサイリスタSRが接続された交流側の相、あるいは端子を表しており、さらに付した「+、-」の記号はこのサイリスタSRが接続された直流端子の正負を表している。これにより図4の整流回路23は、いわゆる3相グレース結線とされているが、本発明は3相グレース結線以外の回路構成を採用する整流回路にも適用可能である。

【 0 0 3 0 】

なお図4に示すように、整流回路23の交流入力側から、図2の自動電圧調整装置22で使用する同期信号を作成するために各相の電圧が取り込まれる。

【 0 0 3 1 】

図5には図4のサイリスタ構成における点弧すべきサイリスタの関係を示している。ここでは整流回路23の入力電圧は3相の交番正弦波形であり、サイリスタが通電するためには、順電圧がかかっていることと、ゲートパルスが与えられることが必要である。このため、例えばR相交流端子に接続される正側のサイリスタSR R+は、R相電圧が他の2電圧(S相電圧、T相電圧)よりも高い正電位にある期間を導通可能期間とする。同様に例えばR相交流端子に接続される負側のサイリスタSR R-は、R相電圧が他の2電圧(S相電圧、T相電圧)よりも低い負電位にある期間を導通可能期間とする。

【 0 0 3 2 】

図5では、各サイリスタに順電圧がかかるタイミングを「点弧すべきサイリスタ」と表現して記載している。この点弧すべきサイリスタの順番は、交流端子の相順に従い交番しており、正側と負側のサイリスタの点弧順番は整流回路の構成(例えば3相グレース結線)に応じて一義的に決定することができる。

【 0 0 3 3 】

図6は、図2の同期信号取込部221における処理内容を示す波形図である。この図で、サイリスタの入力電圧と点弧すべきサイリスタの関係は図5に示したと同じものである。図2の同期信号取り込み部221では、R, S, Tの各相における相電圧が正の期間を検知して、これを各相の同期信号として得る。同期信号は、交流電圧の正負の180度期間ごとに反転してレベル1とレベル0をとるが、点弧すべきサイリスタの導通可能期間(順電圧期間)は、相電圧が他の2電圧よりも絶対値が大きい正(または負)電位にある120度の期間であるので、3相の同期信号を用いて各サイリスタの点弧タイミングの期間に相当するパルス信号を得る。これにより点弧するサイリスタが定まる。

【 0 0 3 4 】

なお、各サイリスタの導通可能期間(順電圧期間)の導出手法は種々知られているが、例えばR相交流端子に接続される正側のサイリスタSR R+の場合には、当該の交流相(R相)の電圧(R相同期信号)が正に立ち上がった時点でセットし、次の相(S相)の電圧(S相同期信号)が正に立ち上がった時点でリセットするフリップフロップ回路により、120度の期間の信号を得ることができる。なお、例えばR相交流端子に接続される負側のサイリスタSR R-の場合には、同期信号を移相反転した信号について、上記と同様

10

20

30

40

50

の処理により 120 度の期間を定めればよい。

【0035】

図2の自動電圧調整装置22では、サイリスタに印加される入力電圧を同期信号取込部221で取り込み、演算処理の結果としてR、S、Tの各相の同期信号を得る。制御処理部222では、前記各サイリスタの導通可能期間（順電圧期間）を基準のタイミングとし、電圧偏差信号に基づいてサイリスタの点弧タイミングを演算し、ゲートドライブ部223からゲートパルスを出力することで、正しい制御を行うことができる。なおこの場合に正しい制御とは、図6の点弧すべきサイリスタの各期間と、点弧するサイリスタの各期間が合致することを意味している。

【0036】

以上の図6の波形例は、相順が正しい時の各部波形を前提として示している。これに対し、相順が誤って接続されたあるいは誤って認識された場合には図7の波形のようになると考えられる。

【0037】

図7において、まずサイリスタの入力電圧と点弧すべきサイリスタの関係は図5、図6に示したものと同一である。励磁制御装置21の設計時点では、点弧すべきサイリスタの相順の関係で点弧順序が定まることを期待している。

【0038】

これに対し、同期信号取込部221の配線誤りなどにより、R相はそのままにS相とT相の相順が入れ替わった逆相状態（R、T、S）になったものとする。この場合、図6と図7の各相同期信号の波形を比較して明らかなように、同期信号取込部221に得られる相順は、S相同期信号の発生位置（発生タイミング）にT相同期信号が現出し、T相同期信号の発生位置（発生タイミング）にS相同期信号が現出した波形として把握される。

【0039】

また、誤って認識された各相同期信号の波形を用いて作成された順電圧期間は、S相とT相の相順が入れ替わった逆相状態（R、T、S）での相順を反映している。この結果、点弧するサイリスタの相順は、点弧すべきサイリスタの相順と相違してくる。具体的にはS相のタイミングでT相のサイリスタを点弧し、あるいはその逆にT相のタイミングでS相のサイリスタを点弧することになる。なお言うまでもないことであるが、このタイミングでの点弧信号によって当該のサイリスタは導通することはない。R相のみが導通可能であり、界磁回路24に直流電流を供給することができない。

【0040】

上記不具合を阻止すべく、自動電圧調整装置22内に具備された本発明の相順確認手法においては、図1のように処理している。

【0041】

具体的な図1の相順チェック手法では、最初に処理ステップS31において相順を判定する。ここでは予め保持している相順（例えばR、S、T）と検知した相順が合致するかを判定する。もし、配線間違い等のハード的なヒューマンエラーにより、自動電圧調整装置22に誤った相順の信号が入力された場合は、処理ステップS33にて警報出力する。

【0042】

ここで予め保持している相順とは、点弧すべきサイリスタの順番であり、例えば同期信号について、R相の電圧立ち上がりから120度後にS相の電圧が立ち上がり、さらに120度後にT相の電圧が立ち上がることを期待している。これに対し実際に同期信号取込部221に表れる同期信号がこの関係を満足することを判定すればよい。図7の事例では、同期信号について、R相の電圧立ち上がりから120度後にT相の電圧が立ち上がり、さらに120度後にS相の電圧が立ち上がることになるので、相順の相違が検知できる。

【0043】

ここで予め保持している相順について別の表現をすると、これはあるべき正しい相順のことである。あるべき正しい相順は、いわゆる教師データと称されることもある。これらの基準とする相順は、励磁電源の元電源出力の計測信号を基に作成された信号、または、

10

20

30

40

50

波形開始点（時刻開始点）と共に規定された固定パターンの各相若しくは、線間電圧信号として予め準備しておくことができる。このように教師データは、3相交流の電圧相展開順と、その展開された各相の電圧強度の対応関係を持って定められている。

【0044】

次に、設定間違いおよび設定の復旧漏れ等のソフト的なヒューマンエラーにより、自動電圧調整装置22内部ソフトのパラメータ相順が正しい相順ではなくなった場合の処理について説明する。この場合には、処理ステップS32により相順を判定し、もし相順が誤っている場合は処理ステップS34にて警報出力する。なおソフト的な判断の場合には、RAMなどの書き換え可能な記憶装置に記憶された相順を、ROMなどの書き換え不可能な記憶装置に記憶した相順と対比することで把握可能である。通常の計算機では各種設定をRAMに対して実行し、RAMを参照して各種処理を実行するので、何らかの事情でRAMの記憶内容を誤設定する恐れがあるが、図1のようにROMの記憶内容を基準値とするソフトの相順チェックをユニットの起動前に実施することで未然に阻止できる。ここではROMの記憶内容が、あるべき正しい相順（教師データ）として採用されている。

【0045】

このように、図1に示す相順確認手法は、相順間違いがハードまたはソフトにて発生した場合に、相順間違いを検出して警報を出力することで、ユニットの起動前に励磁系統トラブルの未然防止とするための解決方法である。

【0046】

この手法によれば、未然防止が可能であるが、その後に作業員によるエラー箇所確認と、エラー原因の除去という事後処理が発生することになる。図8には、事後処理を不要とするさらなる改善策を示している。ここでは、自動電圧調整装置22内に相順確認および自動相順修正手法を具備する。

【0047】

図8に示す相順確認および自動相順修正のソフトウェアフローチャートは、相順間違いがハードまたはソフトにて発生した場合に、相順間違いを検出して警報を出力するのではなく、自動的に相順を修正することで、相順が誤った状態であっても、ユニットを正常起動させるための解決方法である。

【0048】

具体的な図8の相順確認および自動相順修正手法では、最初に処理ステップS41において相順を判定する。ここでは予め保持している相順（例えばR, S, T）と検知した相順が合致するかを判定する。もし、配線間違い等のハード的なヒューマンエラーにより、自動電圧調整装置22に誤った相順の信号が入力された場合は、処理ステップS43にて正しい相順に読みかえて、処理ステップS44にて変更したことを告知出力する。

【0049】

ここで正しい相順に読みかえることの意味について図9、図10を用いて説明する。まず図9の整流回路23を構成するサイリスタSRは、図6の正しい相順の場合には、1(SRR+) 2(SRT-) 3(SRS+) 4(SRR-) 5(SRT+) 6(SRS-) 1(SRR+)の順番で点弧される。図6の点弧すべきサイリスタの順番と、点弧するサイリスタの順番はこの順番に合致する。

【0050】

これに対し、S, T相が機械的に入替わった図10の状態では、サイリスタSRSがT相に接続されてT相の電圧が印加され、サイリスタSRTがS相に接続されてS相の電圧が印加されている。またサイリスタ入力電圧はR, T, Sの順番で交番している。

【0051】

この状態で前記の順番での点弧を実施すると、サイリスタが通電するための点弧条件（順電圧がかかっていることと、ゲートパルスが与えられる）が成立していない状態が現出する。本発明では、予め定めた順番に頼らず、実際に得られた同期信号から求めた点弧するサイリスタの相順に従って、点弧するものである。この場合には、点弧するサイリスタの相順に従い、1(SRR+) 2(SRS-) 3(SRT+) 4(SRR-) 5

10

20

30

40

50

(S R S +) 6 (S R T -) 1 (S R R +) の順番で点弧することにしてしまう。

【 0 0 5 2 】

つまり、相順を予定するにしても、実際に検出される相順が相違している場合には実際に現れた相順に従って、サイリスタの点弧順序を定めていくというのが本発明の考え方である。

【 0 0 5 3 】

次に、設定間違いおよび設定の復旧漏れ等のソフト的なヒューマンエラーにより、自動電圧調整装置 2 2 内部ソフトのパラメータ相順が正しい相順ではなくなった場合について説明する。この場合には、処理ステップ S 4 2 により相順を判定し、もし相順が誤っている場合は処理ステップ S 4 5 にて自動電圧調整装置 A V R 内部のパラメータを正しい相順となる様変更し、処理ステップ S 4 6 にて変更したことを告知出力する。

10

【 0 0 5 4 】

上記手法により、主回路の相接続は正しいが制御（計測）回路内の相接続が不正であるという判断の結果を受けて、ソフトロジック上の相順設定切り替え操作を実施し、点弧すべきサイリスタを点弧できるように指令を変更（制御系内における対応関係割付情報の書き換え）を実行する。

【 0 0 5 5 】

なお図 8 の実施例のソフト的な処理の場合には、前記の図 1 で用いた R O M の記憶内容が絶対的な記憶内容にはなりえない。このため実際に検知した相順を最新の相順として記憶する R A M を用いて最新値を記憶し、記憶した最新の相順に従って点弧制御するように構成する必要がある。

20

【 0 0 5 6 】

以上の実施例では、例えば図 2 に典型的に示されているように、いわゆる自励式の励磁制御装置 2 1 での本発明の適用について説明した。然しながら本発明は図 1 1 に示す他励式の励磁制御装置 2 1 にもそのまま適用することができる。自励式では、発電機端子電圧を取り込むが、他励式では一般の三相交流系統（当該同期機以外の別電源）の電圧を取り込む点で相違しているのみであり、相順判定の考え方はそのままに適用可能である。

【 0 0 5 7 】

以上説明したように本発明によれば、ハード・ソフト両面でのヒューマンエラーに起因する相順誤りの可能性を除去することができる。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

1 1 : 電力系統若しくは送電系統

1 3 : 発電機主回路

1 5 : 主変圧器

1 7 : 発電機

1 8 : 励磁変圧器

1 9 : 電圧検出器

2 1 : 励磁制御装置

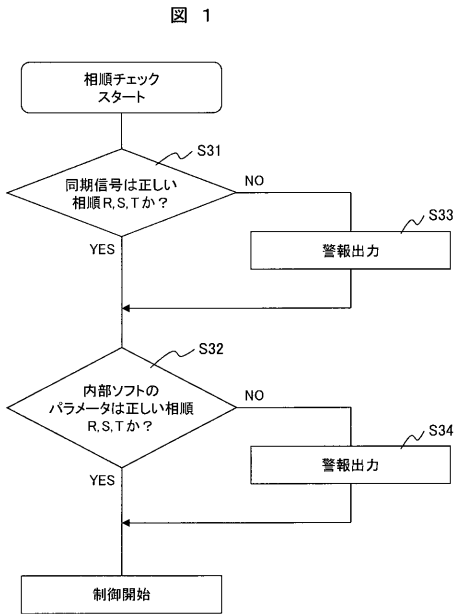
2 2 : 自動電圧調整装置

2 3 : 整流回路

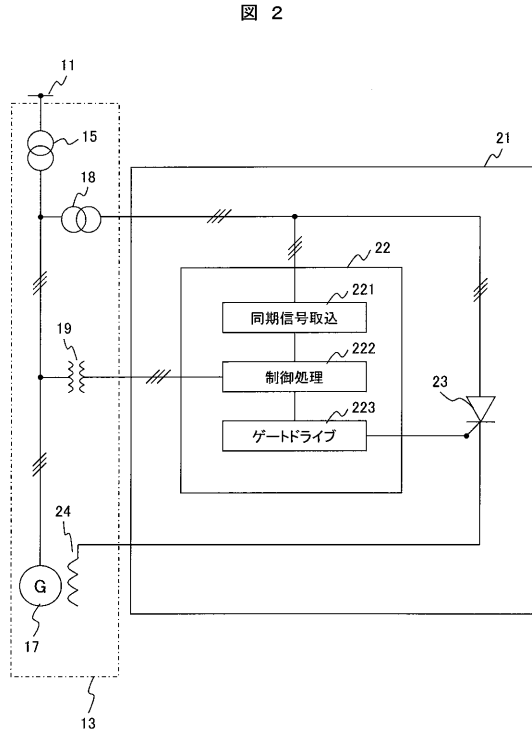
2 4 : 発電機界磁回路

40

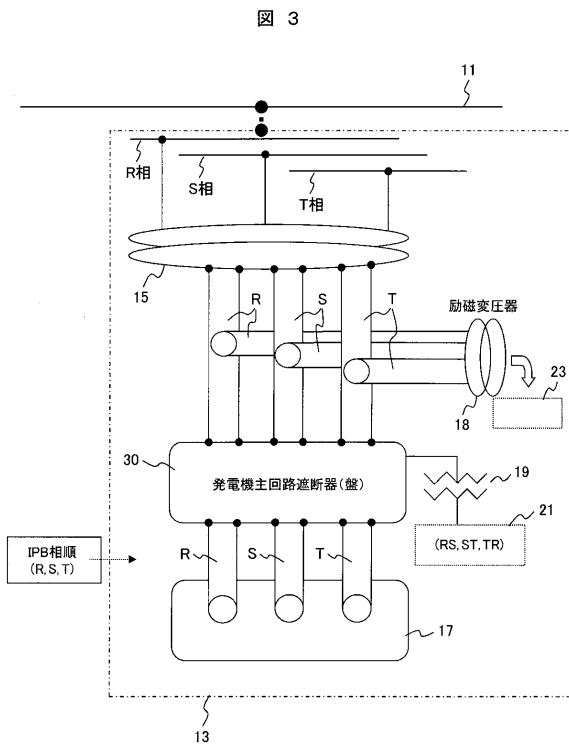
【図 1】



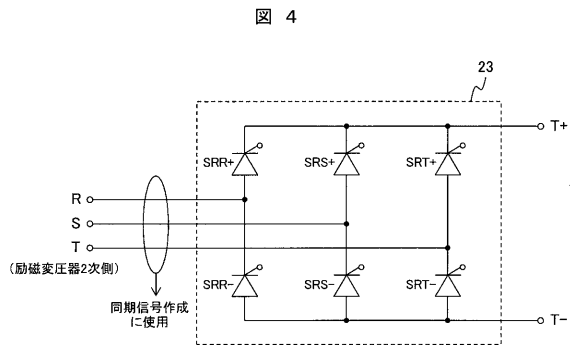
【図 2】



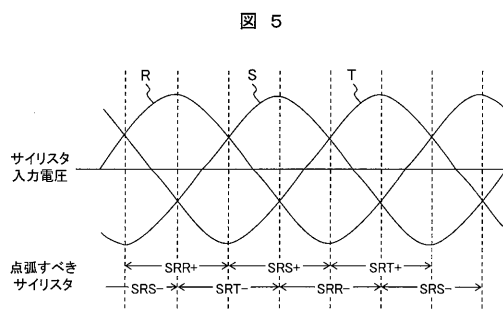
【図 3】



【図 4】

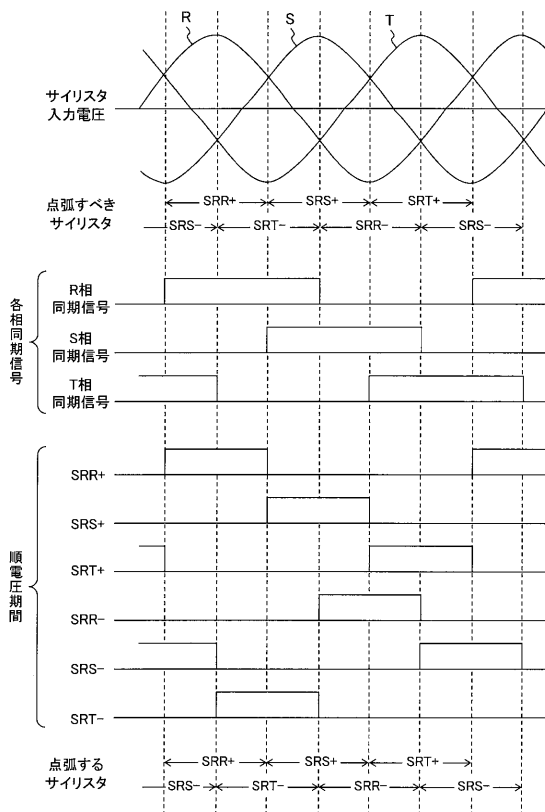


【図 5】



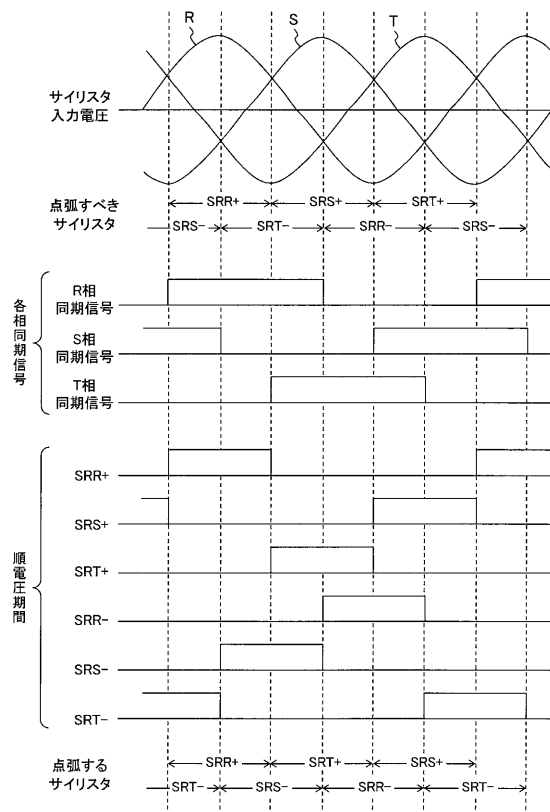
【図 6】

図 6



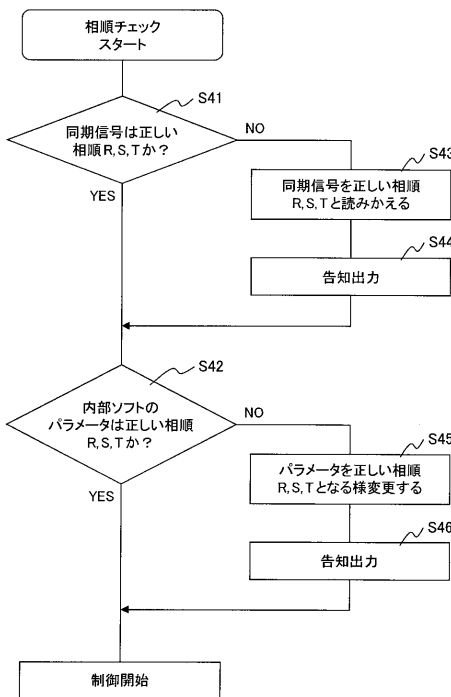
【図 7】

図 7



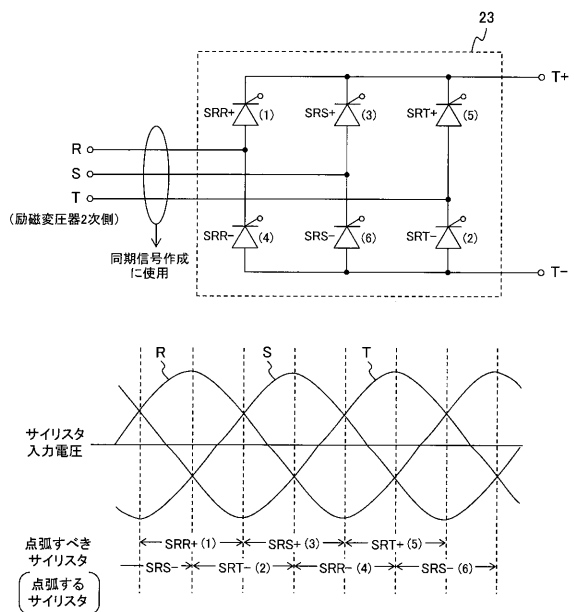
【図 8】

図 8



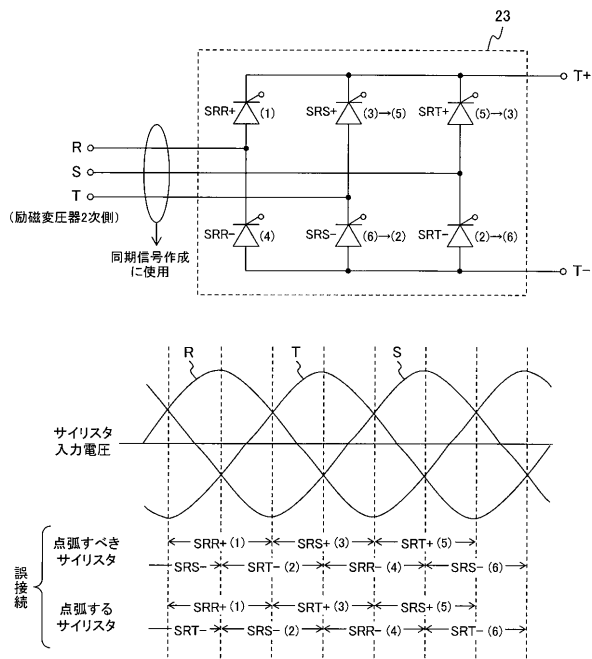
【図 9】

図 9



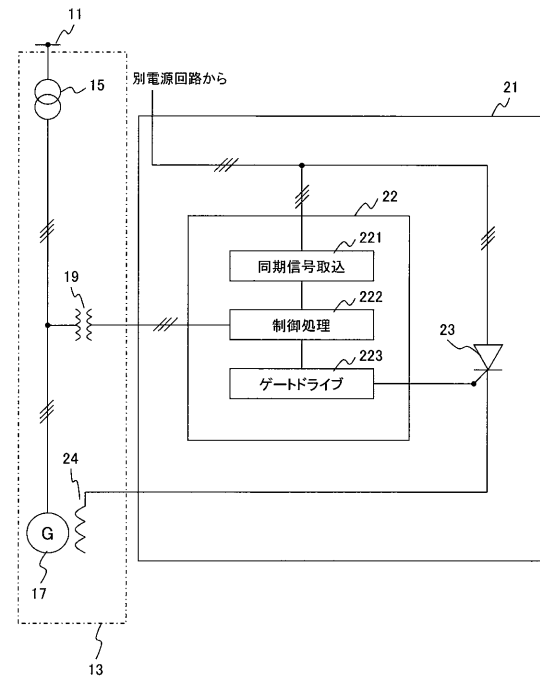
【図 10】

図 10



【図 11】

図 11



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 陽一

茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所インフラシステム社内

F ターム(参考) 5H590 AA01 AB00 CC01 CC18 CC24 CC29 CD01 CE01 DD16 DD24

DD64 EA01 FA06 FB05 FC15 HA02 JB06 KK01 KK04