

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6802282号
(P6802282)

(45) 発行日 令和2年12月16日 (2020. 12. 16)

(24) 登録日 令和2年11月30日 (2020. 11. 30)

(51) Int. Cl.	F I
FO 1 D 15/10 (2006. 01)	FO 1 D 15/10 C
FO 1 D 15/08 (2006. 01)	FO 1 D 15/08 C
FO 4 D 27/00 (2006. 01)	FO 4 D 27/00 Z

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2018-541746 (P2018-541746)	(73) 特許権者	310010564
(86) (22) 出願日	平成28年9月27日 (2016. 9. 27)		三菱重工コンプレッサ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/078390		東京都港区芝五丁目34番6号
(87) 国際公開番号	W02018/061076	(74) 代理人	100149548
(87) 国際公開日	平成30年4月5日 (2018. 4. 5)		弁理士 松沼 泰史
審査請求日	平成31年3月11日 (2019. 3. 11)	(74) 代理人	100162868
			弁理士 伊藤 英輔
前置審査		(74) 代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		(74) 代理人	100189348
			弁理士 古部 智
		(74) 代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転機械の制御装置及び制御方法、並びに、制御装置を備えた回転機械ユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービンの出力であるタービン出力トルクと、誘導電動機の出力である電動機出力トルクとにより駆動される回転機械の制御装置であって、

前記回転機械を駆動するための要求トルクを設定する要求出力設定部と、

前記タービン出力トルクが前記タービンの安定出力領域内の下限以上となる時に、前記電動機出力トルクを前記誘導電動機の最小トルク以上に設定するとともに、前記タービン出力トルクを前記要求トルクから前記電動機出力トルクを減じた値に設定することで前記要求トルクを前記要求出力設定部によって設定された値から変動しないように一定に維持する駆動源指令部と、を備える回転機械の制御装置。

【請求項 2】

前記要求トルクが、前記タービンの安定出力領域内に予め設定された基準トルクより大きいとか否かを判断する出力判断部を備え、

前記駆動源指令部は、前記出力判断部により、前記要求トルクが前記基準トルクより大きいと判断された場合に、前記誘導電動機のトルクを前記最小トルクよりも大きな値に設定する請求項 1 に記載の回転機械の制御装置。

【請求項 3】

駆動源としてのタービン及び誘導電動機と、

前記タービン及び前記誘導電動機のそれぞれと接続された回転機械と、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の回転機械の制御装置と、を備える回転機械ユニット。

【請求項 4】

タービンの出力であるタービン出力トルクと、誘導電動機の出力である電動機出力トルクとにより駆動される回転機械の制御方法であって、

前記回転機械を駆動するための要求トルクを設定する工程と、

前記タービン出力トルクが少なくとも前記タービンの安定出力領域内の下限以上となる時に、前記電動機出力トルクを前記誘導電動機の最小トルク以上に設定するとともに、前記タービン出力トルクを前記要求トルクから前記電動機出力トルクを減じた値に設定することで前記要求トルクを前記設定する工程で設定された値から変動しないように一定に維持する工程と、を有する回転機械の制御方法。

【請求項 5】

前記要求トルクが、前記タービンの安定出力領域内に予め設定された基準トルクより大きいかな否かを判断する工程と、

前記要求トルクが前記基準トルクより大きいと判断された場合に、前記誘導電動機のトルクを前記最小トルクよりも大きな値に設定する工程と、を有する請求項 4 に記載の回転機械の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転機械の制御装置及び制御方法、並びに、制御装置を備えた回転機械ユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、圧縮機、遠心ファン、遠心ブロアなどの回転機械において、第一の駆動出力源としてタービンが接続されているとともに、第二の駆動出力源として電動機が接続されている構成のものが知られている。

例えば、特許文献 1 には、タービンの駆動力を圧縮機に与えるとともに、必要な場合には電動機の駆動力を圧縮機に付加する圧縮機ユニットが記載されている。圧縮機ユニットの制御装置は、圧縮機から排出される圧縮気体の圧力、圧縮比等の各出力条件に基づいてタービンに要求される出力を設定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 国際公開第 2009/084250 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、電動機の地絡を検出するためには、電動機に電力を供給して所定の最小トルクで駆動させる必要がある。

しかしながら、制御装置によって決定されたタービンのトルクでタービンを駆動した状態で、地絡を検出するために電動機を駆動させると、制御装置において設定された要求トルクと、実際のタービン及び電動機の合計トルクとの間に差異が発生するという課題があった。

【0005】

本発明は、タービンと誘導電動機を用いて駆動される回転機械の制御装置において、誘導電動機の地絡検出を可能とするとともに、圧縮機を駆動するために設定された要求トルクと実際のタービン及び電動機の合計トルクとの間の差異を少なくすることができる回転機械の制御装置及び制御方法、並びに、制御装置を備えた回転機械ユニット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】

【0006】

本発明の第一の態様によれば、回転機械の制御装置は、タービンの出力であるタービン出力トルクと、誘導電動機の出力である電動機出力トルクとにより駆動される回転機械の制御装置であって、前記回転機械を駆動するための要求トルクを設定する要求出力設定部と、前記タービン出力トルクが前記タービンの安定出力領域内の下限以上となる時に、前記電動機出力トルクを前記誘導電動機の最小トルク以上に設定するとともに、前記タービン出力トルクを前記要求トルクから前記電動機出力トルクを減じた値に設定することで前記要求トルクを前記要求出力設定部によって設定された値から変動しないように一定に維持する駆動源指令部と、を備える。

【0007】

このような構成によれば、タービン出力トルクがタービンの安定出力領域内の下限以上である場合に誘導電動機を最小トルク以上に設定することによって、誘導電動機の地絡検出が可能となる。また、タービン出力トルクを要求トルクから電動機出力トルクを減じた値に設定することによって、要求トルクと実際のタービン及び電動機の合計トルクとの間の差異を少なくすることができる。

【0008】

上記回転機械の制御装置において、前記要求トルクが、前記タービンの安定出力領域内に予め設定された基準トルクより大きいかな否かを判断する出力判断部を備え、前記駆動源指令部は、前記出力判断部により、前記要求トルクが前記基準トルクより大きいと判断された場合に、前記誘導電動機のトルクを前記最小トルクよりも大きな値に設定してよい。

【0009】

このような構成によれば、誘導電動機の駆動を開始する基準トルクは、タービンの安定出力領域内に予め設定されており、誘導電動機の駆動を開始させる際に、タービンの定格トルク近傍の不安定な状態で誘導電動機をタービンと同期させる必要がない。すなわち、タービン単独の出力から、タービンと誘導電動機とによる出力へスムーズに遷移させて、回転機械を稼働させることができ、従来のようにタービン出力を一度落として又上げるという無駄を省くことができる。

【0010】

本発明の第二の態様によれば、回転機械ユニットは、駆動源としてのタービン及び誘導電動機と、前記タービン及び前記誘導電動機のそれぞれと接続された回転機械と、上記回転機械の制御装置と、を備える。

【0011】

本発明の第三の態様によれば、回転機械の制御方法は、タービンの出力であるタービン出力トルクと、誘導電動機の出力である電動機出力トルクとにより駆動される回転機械の制御方法であって、前記回転機械を駆動するための要求トルクを設定する工程と、前記タービン出力トルクが少なくとも前記タービンの安定出力領域内の下限以上となる時に、前記電動機出力トルクを前記誘導電動機の最小トルク以上に設定するとともに、前記タービン出力トルクを前記要求トルクから前記電動機出力トルクを減じた値に設定することで前記要求トルクを前記設定する工程で設定された値から変動しないように一定に維持する工程と、を有する。

【0012】

上記回転機械の制御方法において、前記要求トルクが、前記タービンの安定出力領域内に予め設定された基準トルクより大きいかな否かを判断する工程と、前記要求トルクが前記基準トルクより大きいと判断された場合に、前記誘導電動機のトルクを前記最小トルクよりも大きな値に設定する工程と、を有してよい。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、タービン出力トルクがタービンの安定出力領域内の下限以上である場合に誘導電動機を最小トルク以上に設定することによって、誘導電動機の地絡検出が可能となる。また、タービン出力トルクを要求トルクから電動機出力トルクを減じた値に設定することによって、要求トルクと実際のタービン及び電動機の合計トルクとの間の差異を

10

20

30

40

50

少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態の圧縮機ユニットの概要を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態の圧縮機制御装置における起動方法及び運転方法を説明するフローチャートである。

【図3】本発明の実施形態の圧縮機制御装置における停止方法を説明するフローチャートである。

【図4】本発明の実施形態の圧縮機制御装置による制御の一例で、要求トルクの時間変化を表わしたグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0015】

本実施形態の回転機械ユニットである圧縮機ユニットは、例えば、天然ガスの液化プラントに適用されるユニットである。図1に示すように、圧縮機ユニット1は、圧縮機10（回転機械）と、駆動源として駆動力を発生させ圧縮機10の回転軸13を回転させるガスタービン20（タービン）及び誘導電動機30（電動機）とを備えている。

【0016】

ガスタービン20は、圧縮機10の回転軸13と接続されたタービン出力軸23を有するタービン本体21と、タービン本体21を所定の出力で駆動させるように制御するタービン制御装置22とを有している。誘導電動機30は、圧縮機10の回転軸13とカップリングを介して接続された電動機出力軸33を有する電動機本体31と、電動機本体31を所定の出力で駆動させるように制御する電動機制御装置32とを有している。

20

圧縮機10は、ガスタービン20及び誘導電動機30の出力軸23、33と接続された回転軸13を有する圧縮機本体11と、圧縮機本体11を制御する圧縮機制御装置12とを有している。

【0017】

誘導電動機30は、圧縮機10を駆動するガスタービン20を補助する補助電動機である。誘導電動機30は、巻線構造を有する固定子と回転子を備えている。誘導電動機30は、固定子に交流電圧を加えることで回転磁界を発生させ、回転磁界により回転子に誘導起電力を発生させる。回転子は、誘導起電力による電流と回転磁界の相互作用により回転磁界と同方向に回転力が生じることで回転する。

30

【0018】

電動機制御装置32は、供給される電力の周波数を変える周波数変換装置であるインバータを備えている。本実施形態のインバータは、回生機能（電源側へ電力を戻す機能）を有していない。これにより、本実施形態の誘導電動機30は、インバータの出力周波数が誘導電動機30の回転数よりも小さくなると、誘導電動機30が発電モードになるため、インバータがトリップ（停止）するようになっている。

電動機制御装置32は、誘導電動機30の地絡を検出する地絡検出部32aを備えている。

【0019】

40

圧縮機制御装置12は、圧縮機ユニット1が設置されるプラント全体を制御するプラント制御部2と接続されている。プラント制御部2には、圧縮機10から排出される圧縮気体の圧力、圧縮比、速度等の信号が入力される。圧縮機制御装置12は、プラント制御部2からの入力に基づいて圧縮機本体11を制御し、また、タービン制御装置22及び電動機制御装置32に入力を行う。

圧縮機制御装置12には、圧縮機10から排出される圧縮気体の圧力、圧縮比、速度等の各出力条件が入力信号としてプラント制御部2から入力される。圧縮機制御装置12は、入力信号等に基づいて圧縮機10を駆動するために必要な要求トルクTを設定する要求出力設定部12aを備えている。

【0020】

50

なお、要求トルク T とは、入力信号に基づく圧縮機 10 における圧縮気体の各出力条件と対応する目標速度を含むとともに、現在の速度から目標速度まで増減させる過程においてある時刻に設定されるトルクをも含む概念である。

【0021】

圧縮機制御装置 12 は、要求出力設定部 12a によって設定された要求トルク T に基づいて、誘導電動機 30 を駆動するか否か等の判断を行う出力判断部 12b を備えている。

出力判断部 12b は、ガスタービン 20 のトルクがガスタービン 20 の安定出力領域の下限 T_1 （図 4 参照）に達したか否かを判断する機能と、要求トルク T が予め設定されている基準トルク T_2 よりも大きいか否かを判断する機能とを有している。

安定出力領域とは、ガスタービン 20 が安定して出力（トルク）を変化させることができる出力の領域である。

10

【0022】

出力判断部 12b に設定されている基準トルク T_2 とは、ガスタービン 20 の定格トルク T_3 未満となるものであり、ガスタービン 20 の安定出力領域内の高出力部に設定されている。例えば、基準トルク T_2 は、ガスタービン 20 の安定出力領域内の高出力部として定格トルク T_3 の 90% に設定されている。

【0023】

ガスタービン 20 の安定出力領域内の高出力部である基準トルク T_2 を定格トルク T_3 の 90% に設定したが、ガスタービン 20 の安定出力領域はガスタービン 20 毎に定まるものであり、高出力部とはその安定出力領域の上限、もしくは多少のマージンを考慮した値が望ましい。

20

【0024】

圧縮機制御装置 12 は、出力判断部 12b の判断結果及び要求トルク T に基づいてタービン制御装置 22 及び電動機制御装置 32 それぞれに指令を行いタービン本体 21 及び電動機本体 31 を駆動させる駆動源指令部 12c を備えている。即ち、駆動源指令部 12c は、出力判断部 12b の判断結果及び要求トルク T に基づいて、ガスタービン 20 のトルク（タービン出力トルク T_t ）及び誘導電動機 30 のトルク（電動機出力トルク T_m ）を設定する。

【0025】

駆動源指令部 12c は、タービン出力トルク T_t がガスタービン 20 の安定出力領域の下限 T_1 以上である場合に誘導電動機 30 を最小トルク T_{m1} に設定する機能を有している。即ち、圧縮機制御装置 12 は、ガスタービン 20 が起動し、かつ、タービン出力トルク T_t がガスタービン 20 の安定出力領域の下限 T_1 以上である場合においては、設定された要求トルク T が低く、誘導電動機 30 の駆動力を付加する必要がない場合においても、誘導電動機 30 を最小トルク T_{m1} 以上のトルクで駆動するように電動機制御装置 32 に指令を行う。

30

ここで、誘導電動機 30 の最小トルク T_{m1} とは、誘導電動機 30 が起動した状態において、誘導電動機 30 が安定した状態で出力することができる最小のトルクである。本実施形態の誘導電動機 30 の最小トルク T_{m1} は、例えば、誘導電動機 30 の定格トルクの 10% である。

40

【0026】

また、駆動源指令部 12c は、タービン出力トルク T_t を、要求トルク T から電動機出力トルク T_m を減じたトルクに設定する機能を有している。即ち、タービン出力トルク T_t は、以下の数式（1）によって算出される。

$$T_t = T - T_m \cdots (1)$$

これにより、誘導電動機 30 が最小トルク T_{m1} で駆動された場合においても、ガスタービン 20 と誘導電動機 30 の合計トルクは、設定された要求トルク T を維持する。

【0027】

以下に、本実施形態の圧縮機ユニット 1 の作用、並びに、圧縮機制御装置 12 による制御の詳細について図 2、図 3 に示すフローチャートに基づいて説明する。

50

〔起動方法及び運転方法〕

図2に示すように、圧縮機ユニット1の運転を開始すると、要求出力設定部12aは、プラント制御部2からの入力に基づいて要求トルク T を演算する。

圧縮機制御装置12の要求出力設定部12aは、ステップS1として、ガスタービン20のトルク出力（タービントルク T_t ）を上昇させるように要求トルク T を変化させる。

次いで、圧縮機制御装置12の出力判断部12bは、ステップS2として、タービン出力トルク T_t が安定出力領域の下限 T_1 に達したか否か判断を行う。タービン出力トルク T_t が安定出力領域の下限に達していない場合（NO）、ガスタービン20の出力の上昇を続行する。

【0028】

10

タービン出力トルク T_t が安定出力領域の下限 T_1 に達したと判断された場合（YES）は、駆動源指令部12cが、ステップS3として、誘導電動機30を起動させ、電動機出力トルク T_m を最小トルク T_{m1} に設定する。

ここで、駆動源指令部12cは、タービン出力トルク T_t を要求トルク T から電動機出力トルク T_m を減じたトルクに設定する。即ち、誘導電動機30を駆動させることによって増加するトルクに対応してタービン出力トルク T_t を低下させる。これにより、誘導電動機30を駆動させてもガスタービン20と誘導電動機30の合計トルクは変化せず、設定された要求トルク T を維持する。

【0029】

20

また、ステップS3として、電動機制御装置32の地絡検出部32aは、誘導電動機30の地絡検出を有効にする。地絡検出部32aは、地絡が検出された場合、誘導電動機30をトリップさせる等の処理を行う。

【0030】

ここで、プラントの負荷が上昇することにより、圧縮機10が必要とする動力が上昇すると、ステップS4として、プラント制御部2は要求トルク T を増加させる。

次いで、出力判断部12bは、ステップS5として、要求トルク T が基準トルク T_2 よりも大きいのか否か判断を行う。そして、要求トルク T が基準トルク T_2 以下である場合（YES）、すなわち本実施形態ではガスタービン20の定格トルク T_3 の90%以下である場合には、駆動源指令部12cは、誘導電動機30の駆動力を付加させずに、タービン制御装置22にタービン本体21を駆動させるように指令を行う。

30

【0031】

一方、ステップS5において出力判断部12bによって要求トルク T が基準トルク T_2 よりも大きいと判断された場合（NO）には、駆動源指令部12cは、ステップS6として、要求トルク T をタービン出力トルク T_t と、電動機出力トルク T_m とに分配する。具体的には、タービン出力トルク T_t を基準トルク T_2 以上定格トルク T_3 以下に設定する。そして、電動機出力トルク T_m を、要求トルク T からタービン出力トルク T_t の設定値を差し引いた値に設定する。

【0032】

次いで、分配したトルクに応じてタービン制御装置22に指令を行ってタービン本体21を駆動させるとともに、電動機制御装置32にも指令を行い電動機本体31を最小トルク T_{m1} よりも大きなトルクで駆動させる。これにより圧縮機10は、ガスタービン20及び誘導電動機30により駆動源全体として要求トルク T となる駆動力を得て稼働することができ、すなわちガスタービン20の定格トルク T_3 以上の駆動力を得て稼働することができる。

40

【0033】

ここで、プラントの負荷が下がることにより要求トルク T が減少し、要求トルク T が基準トルク T_2 よりも小さくなった場合においても、駆動源指令部12cは、電動機出力トルク T_m を誘導電動機30の最小トルク T_{m1} に設定する。

【0034】

〔停止方法〕

50

図 3 に示すように、圧縮機ユニット 1 を停止させる場合は、圧縮機制御装置 12 の要求出力設定部 12a は、ステップ S7 として、タービン出力トルク T_t を減少させるように要求トルク T を変化させる。

次いで、圧縮機制御装置 12 の出力判断部 12b は、ステップ S8 として、電動機出力トルク T_m が最小トルク T_{m1} より大きいかなにか判断を行う。電動機出力トルク T_m が最小トルク T_{m1} 以下となった場合、駆動源指令部 12c は、ステップ S9 として誘導電動機 30 を停止させる。

【0035】

次いで、要求出力設定部 12a は、ステップ S10 として、タービン出力トルク T_t を減少させるように、ガスタービン 20 の回転数が 0 となるまで要求トルク T を低下させる。

10

【0036】

図 4 は、本実施形態の圧縮機ユニット 1 の駆動源であるガスタービン 20 及び誘導電動機 30 が、上記制御手順に従って制御され、プラント制御部 2 からの入力信号に応じて要求トルク T を変化させた一例を示している。

図 4 に示すように、時刻 $t = 0$ で運転を開始すると、ステップ S1 において、圧縮機制御装置 12 は、タービン出力トルク T_t をガスタービン 20 の安定出力領域の下限 T_1 まで上昇させる（ステップ S1）。

時刻 $t = t_1$ において、タービン出力トルク T_t がガスタービン 20 の安定出力領域の下限 T_1 に達したと判断されると、圧縮機制御装置 12 は、タービン出力トルク T_t を保持する（ステップ S2）。

20

【0037】

次いで、時刻 $t = t_2$ において、圧縮機制御装置 12 は、電動機出力トルク T_m を最小トルク T_{m1} に設定する。これにより、誘導電動機 30 は、最小トルク T_{m1} を出力する（ステップ S3）。

ここで、時刻 t_2 と時刻 t_1 との間には、間隔が存在するが、これに限ることはなく、タービン出力トルク T_t が安定出力領域の下限 T_1 に達した段階で、誘導電動機 30 を最小トルク T_{m1} で駆動してもよい。

また、時刻 $t = t_2$ において、駆動源指令部 12c は、最小トルク T_{m1} 分タービン出力トルク T_t を減少させる。これにより、時刻 $t = t_2$ の前後で、要求トルク T は変化しない。

30

【0038】

次いで、時刻 $t = t_5$ において、目標トルク T_4 が与えられるように各時刻における要求トルク T を演算する。そして、要求トルク T が基準トルク T_2 よりも大きくなるまではタービン出力トルク T_t を増加させるとともに、電動機出力トルク T_m を最小トルク T_{m1} に維持する（ステップ S4）。

一方、時刻 $t = t_4$ において要求トルク T が基準トルク T_2 よりも大きくなったと判断されると、要求トルク T はガスタービン 20 と誘導電動機 30 とに分配されて出力されることとなる（ステップ S5、ステップ S6）。

【0039】

40

ここで、第一の領域 A_t は、ガスタービン 20 による出力、第二の領域 A_m は誘導電動機 30 による出力を示しており、両者の合計によって要求トルク T を出力させている。

駆動源指令部 12c は、時刻 $t = t_5$ においてガスタービン 20 によるトルクが定格トルク T_3 に達すると同時に、電動機出力トルク T_m が定格トルク T_{m2} に達するようにガスタービン 20 及び誘導電動機 30 を制御する。

なお、制御方法はこれに限ることはなく、タービン出力トルク T_t が定格トルク T_3 に達する時刻と電動機出力トルク T_m が定格トルク T_{m2} に達する時刻とを異ならせてもよい。

そして、時刻 $t = t_5$ において圧縮機 10 に供給される出力がプラント制御部 2 からの入力信号に基づいて決定される目標となるトルク T_4 に達したら、要求トルク T を一定と

50

して定常運転を行う。

【0040】

以上のとおり、誘導電動機30は、基準トルク T_2 を基準として必要に応じて駆動することとなり、要求トルク T が基準トルク T_2 以下である場合にはガスタービン20単独で効率的に駆動力を与えて圧縮機10を稼働させることができる。

また、誘導電動機30の駆動を開始する基準となる基準トルク T_2 は、ガスタービン20の安定出力領域内の高出力部である定格トルク T_3 の90%に予め設定されているものである。このため、誘導電動機30の駆動を開始させる際に、ガスタービン20の定格トルク T_3 近傍の不安定な状態で誘導電動機30をガスタービン20と同期させる必要がなく、また、一度設定したタービン出力トルク T_t を減少させて安定した状態に戻す必要もない。すなわち、タービン出力トルク T_t が安定的な領域、例えば定格トルク T_3 の90%として基準トルク T_2 を設定することで、出力を増大させる際に、ガスタービン20単独の出力から、ガスタービン20と誘導電動機30とによる出力へスムーズに遷移させて、圧縮機10を稼働させることができる。

10

【0041】

一方、時刻 $t = t_6$ において、プラント制御部2から圧縮機10による圧縮気体の圧力を低下させるように指令が入力された場合には、タービン出力トルク T_t 及び電動機出力トルク T_m が減少するように、各時刻における要求トルク T を演算する(ステップS7)。

時刻 $t = t_8$ において、タービン出力トルク T_t がガスタービン20の安定出力領域の下限 T_1 に達するまでタービン出力トルク T_t を減少させる。このとき、電動機出力トルク T_m が最小トルク T_{m1} まで下がっていた場合は、誘導電動機30を停止させる(ステップS8、ステップS9)。

20

【0042】

以上のように、本実施形態の圧縮機ユニット1及び圧縮機ユニット1に搭載された圧縮機制御装置12によれば、出力判断部12b及び駆動源指令部12cを備えていることにより、所望の出力で安定的に、かつ、効率的に圧縮機10を稼働させることができる。

特に、本実施形態では、タービン出力トルク T_t が少なくともガスタービン20の安定出力領域内の下限 T_2 以上である場合に誘導電動機30を最小トルク T_{m1} 以上に設定することによって、誘導電動機30の地絡検出が可能となる。また、タービン出力トルク T_t を要求トルク T から電動機出力トルク T_m を減じたトルクに設定することによって、要求トルク T と実際のガスタービン20及び誘導電動機30の合計トルクとの間の差異を少なくすることができる。

30

【0043】

また、誘導電動機30の駆動を開始する基準トルク T_2 がガスタービン20の安定出力領域内に予め設定されており、誘導電動機30の駆動を開始させる際に、ガスタービン20の定格出力近傍の不安定な状態で誘導電動機30をガスタービン20と同期させる必要がない。すなわち、ガスタービン単独の出力から、ガスタービン20と誘導電動機30とによる出力へスムーズに遷移させて、圧縮機10を稼働させることができ、従来のようにタービン出力トルク T_t を一度落として又上げるという無駄を省くことができる。

40

【0044】

また、電動機として誘導電動機30を採用することによって、例えば、直流電動機と比較して、コストダウンが可能となる。

また、電動機制御装置32のインバータとして、回生機能を有していないものを採用することによって、コストダウンが可能となる。

【0045】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

例えば、上記実施形態においては、要求トルク T が基準トルク T_2 を超えた後に、ガスタービン20の出力を定格トルク T_3 までは増大させるように、ガスタービン20と誘導

50

電動機 30 との各出力を分配させるものとしたが、これに限るものではない。すなわち、要求トルク T が基準トルク T_2 を超えた後は、ガスタービン 20 の出力を基準トルク T_2 で一定に保ち、それ以降の要求トルク T の増加分を誘導電動機 30 で出力させるものとしても良い。

【0046】

また、上記各実施形態の圧縮機ユニット 1 においては、圧縮機 10 を稼働させるタービンとしてガスタービン 20 を搭載するものとしたが、これに限るものではなく、例えば蒸気タービンとしても良い。また、圧縮機 10、ガスタービン 20、及び、誘導電動機 30 の各制御装置は、それぞれ独立したものとしたが、これに限るものではなく、一体の制御装置として構成されているものとしても良い。さらに、圧縮機制御装置 12 は、外部のプラント制御部 2 からの指令に基づいて圧縮機 10 を制御し、また、ガスタービン 20 及び誘導電動機 30 に指令を行うものとしたが、これに限らず、例えば操作部を備え、該操作部による入力に基づいて、外部と独立して制御を行うものとしても良い。

10

【符号の説明】

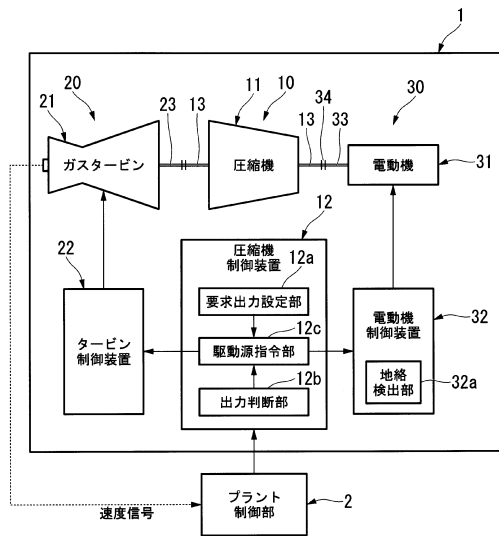
【0047】

- 1 圧縮機ユニット
- 2 プラント制御部
- 10 圧縮機
- 11 圧縮機本体
- 12 圧縮機制御装置
- 12a 要求出力設定部
- 12b 出力判断部
- 12c 駆動源指令部
- 13 回転軸
- 20 ガスタービン
- 21 タービン本体
- 22 タービン制御装置
- 23 タービン出力軸
- 30 誘導電動機
- 31 電動機本体
- 32 電動機制御装置
- 32a 地絡検出部
- 33 電動機出力軸
- T 要求トルク
- T1 安定出力領域の下限
- T2 基準トルク
- Tm 電動機出力トルク
- Tt タービン出力トルク

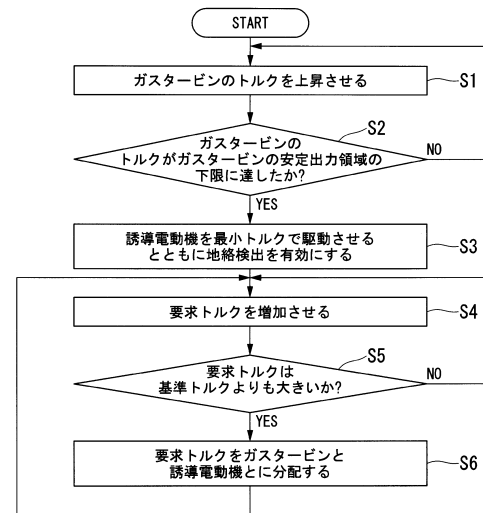
20

30

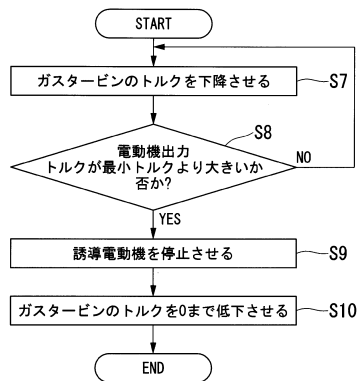
【図 1】



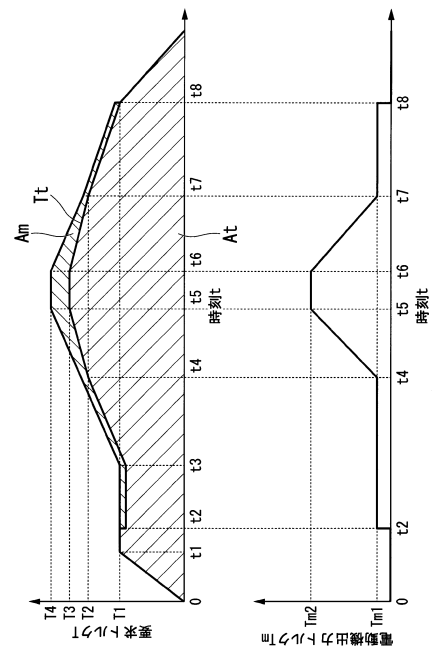
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 川原 忠

広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工コンプレッサ株式会社内

(72)発明者 岡本 義行

広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工コンプレッサ株式会社内

審査官 沼生 泰伸

(56)参考文献 特開2010-004636 (JP, A)

特開昭63-120804 (JP, A)

特開昭63-124797 (JP, A)

特開昭54-158627 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 15/10

F01D 15/08

F04D 27/00