

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5898415号
(P5898415)

(45) 発行日 平成28年4月6日 (2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月11日 (2016.3.11)

(51) Int.Cl.
F 1
F O 2 C 9/54 (2006.01)

F O 2 C 9/54

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-111934 (P2011-111934)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成23年5月19日 (2011.5.19)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2011-247256 (P2011-247256A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成23年12月8日 (2011.12.8)		4 5、スケネクタディ、リバーロード、1
審査請求日	平成26年5月12日 (2014.5.12)		番
(31) 優先権主張番号	12/784, 667	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成22年5月21日 (2010.5.21)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	カール・ディーン・ミントー
			アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
			クタディ、リバー・ロード、1 番
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 一体型動力伝達系を制御するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つのトルクコンバータ(326)を備えるガスタービン動力伝達系(100)を制御するための方法であって、

前記動力伝達系(100)に関連付けられている速度(311)を測定するステップと、

少なくとも部分的に速度コマンド(506)および前記測定された速度(311)に基づいてタービン(328)への燃料流量を制御するステップと、

少なくとも部分的に前記速度コマンド(506)および前記トルクコンバータ(326)の予想電力出力(514)に基づいて前記トルクコンバータ(326)に関連付けられている1つまたは複数のガイドベーンを制御するステップであって、前記1つまたは複数のガイドベーンの位置を調整することを含む、ステップと、

前記トルクコンバータ(326)および前記タービン(328)からのそれぞれのトルク寄与を選択的に調整するステップであって、過渡的動作(216)中にタービン加速(408)と等しいかまたはそれよりも大きいトルクコンバータ加速(406)にバイアスをかけることを含む、ステップと、
を含む、方法。

【請求項 2】

前記トルクコンバータ(326)に関連付けられている1つまたは複数のガイドベーンを制御するステップがさらに、電力コマンド(502)に基づく請求項1に記載の方法。

10

20

【請求項 3】

前記トルクコンバータ(326)の前記予想電力出力(514)が、少なくとも部分的に前記測定された速度(311)およびガイドベーンコマンド(325)に基づく請求項1または2に記載の方法。

【請求項 4】

前記ガイドベーンコマンド(325)が前記測定された速度(311)に少なくとも部分的に基づく請求項3に記載の方法。

【請求項 5】

前記ガスタービン(328)への燃料流量を制御するステップが、動力伝達系が前記ガスタービン(328)に結合されているとき、および前記ガスタービン(328)がアクティブであるときに燃料流量を制御するステップを備える請求項1から4のいずれかに記載の方法。

10

【請求項 6】

前記トルクコンバータ(326)の前記予想電力出力(514)が、トルクコンバータ電力モデル(512)に少なくとも部分的に基づく、請求項1から5のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

前記トルクコンバータ電力モデル(512)が、少なくとも部分的に前記測定された速度(311)および前記1つまたは複数のガイドベーンに関連付けられているパラメータに基づく前記出力を生成する、請求項6に記載の方法。

20

【請求項 8】

トルクコンバータ(106)と、
ガスタービン(114)と、
動力伝達系(111)と、
少なくとも1つのプロセッサ(122)と、
を備え、
前記少なくとも1つのプロセッサ(122)が、
前記動力伝達系(111)に関連付けられている測定された速度(311)を受信し、

少なくとも部分的に速度コマンド(506)および前記測定された速度(311)に基づいて前記ガスタービン(114)への燃料流量を制御し、

30

少なくとも部分的に前記速度コマンド(506)および前記トルクコンバータの予想電力出力(514)に基づいて前記トルクコンバータ(106)に関連付けられている1つまたは複数のガイドベーンを制御し、該ガイドベーンを制御は前記1つまたは複数のガイドベーンの位置を調整することを含み、

前記トルクコンバータ(106)および前記ガスタービン(114)からのそれぞれのトルク寄与を選択的に調整し、該選択的な調整は過渡的動作(216)中にタービン加速(408)と等しいかまたはそれよりも大きいトルクコンバータ加速(406)にバイアスをかけることを含む、

工程を行うためのコンピュータ実行可能命令を実行するように構成されている、システム。

40

【請求項 9】

前記少なくとも1つのプロセッサ(122)が、電力コマンド(502)に少なくとも部分的に基づいて前記トルクコンバータ(106)に関連付けられている1つまたは複数のガイドベーンを制御するようにさらに構成される請求項8に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般に、発電に関し、特に、一体型動力伝達系を制御するためのシステムおよ

50

び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

動力伝達系は、しばしばガスタービンエネルギー変換施設およびタービン圧縮機テスト施設において、動力伝達系に接続された構成部品との間でトルクを伝達するために使用される。一体型動力伝達系は、始動モータ、ギヤボックス、圧縮機、軸などのような構成部品を含むことができる。動力伝達系の構成部品の多くは、たとえばギヤボックスを介して、共通の回転軸に接続されるか、または結合される。動力伝達系の構成部品には、トルクを供給することができるものもあれば、トルクを消費するものもある。たとえば、電動機は、動力伝達系の始動トルクを供給するために使用することができ、一方、圧縮機は、電動機によって提供されたトルクの一部を消費することもある。厄介なことに、たとえば、ガスタービンは、最高速度までの立ち上がり中、および点火前にトルクを消費することがあるが、燃焼器が十分な速度で燃料を燃焼させ始めると、動力伝達系にトルクを供給し始めることができる。

10

【0003】

大規模な一体型動力伝達系の複数のトルク生成構成部品から動力伝達系への正（供給）または負（消費）のトルクの調整は、従来、トルクの変動、および中立安定（marginally stable）の稼働を引き起こし、手動による調整が必要になることも多かった。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第4734628号公報

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の必要性の一部または全部は、本発明の特定の実施形態によって対処することができる。本発明の特定の実施形態は、一体型動力伝達系において速度および負荷を制御するためのシステムおよび方法を含むことができる。

【0006】

30

本発明の例示的な実施形態によれば、ガスタービン動力伝達系を制御するための方法が提供される。方法は、動力伝達系に関連付けられている速度を測定するステップと、速度コマンドおよび測定された速度に少なくとも部分的に基づいてガスタービンへの燃料流量を制御するステップと、速度コマンドおよびトルクコンバータの予想電力出力に少なくとも部分的に基づいてトルクコンバータに関連付けられている1つまたは複数のガイドベーンを制御するステップと、トルクコンバータおよびガスタービンからのそれぞれのトルク寄与を選択的に調整するステップとを含む。

【0007】

もう1つの例示的な実施形態によれば、システムが提供される。システムは、駆動モータと、トルクコンバータと、圧縮機と、ガスタービンと、動力伝達系と、少なくとも1つのプロセッサとを含む。プロセッサは、動力伝達系に関連付けられている測定された速度を受信し、速度コマンドおよび測定された速度に少なくとも部分的に基づいてガスタービンへの燃料流量を制御し、速度コマンドおよびトルクコンバータの予想電力出力に少なくとも部分的に基づいてトルクコンバータに関連付けられている1つまたは複数のガイドベーンを制御し、トルクコンバータおよびガスタービンからのそれぞれのトルク寄与を選択的に調整するためのコンピュータ実行可能命令を実行するように構成される。

40

【0008】

もう1つの例示的な実施形態によれば、ガスタービン動力伝達系を制御するための装置が提供される。装置は、動力伝達系に関連付けられている測定された速度を受信し、速度コマンドおよび測定された速度に少なくとも部分的に基づいてガスタービンへの燃料流量

50

を制御し、速度コマンドおよびトルクコンバータの予想電力出力に少なくとも部分的に基づいてトルクコンバータに関連付けられている１つまたは複数のガイドペーンを制御し、トルクコンバータおよびガスタービンからのそれぞれのトルク寄与を選択的に調整するためのコンピュータ実行可能命令を実行するように構成された少なくとも１つのプロセッサを含むことができる。

【０００９】

本発明のその他の実施形態および態様は、本明細書において詳細に説明され、請求項に係る発明の一部と見なされる。その他の実施形態および態様は、後段の詳細な説明、添付の図面、および特許請求の範囲を参照することにより理解することができる。

【００１０】

以下、添付の表および図面が参照されるが、これらは必ずしも原寸に比例して示されていない。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の例示的な実施形態による例示的な動力伝達系および制御システムを示すブロック図である。

【図２】本発明の例示的な実施形態による例示的な動力伝達系のダイナミックスを示すグラフである。

【図３】本発明の例示的な実施形態による例示的な動力伝達系の加速制御システムを示すブロック図である。

【図４】本発明の例示的な実施形態による例示的な加速基準スケジュールを示すグラフである。

【図５】本発明の例示的な実施形態による例示的な動力伝達系速度および負荷制御システムを示すブロック図である。

【図６】本発明の例示的な実施形態による例示的な簡略化された動力伝達系速度および負荷制御システムを示すブロック図である。

【図７】本発明の例示的な実施形態による例示的な方法を示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

本発明の実施形態は、以下、本発明の実施形態が示される添付の図面を参照してさらに詳細に説明される。しかし、本発明は、多種多様な形態で実施することができるので、本明細書において示される実施形態に限定的であると見なされるべきではなく、むしろ、これらの実施形態は、本開示が徹底的かつ完全となるよう、また本発明の範囲を当業者に完璧に伝えるように提供される。全体を通じて、類似する番号は同様の要素を参照する。

【００１３】

本発明の特定の実施形態により、動力伝達系に関連付けられているさまざまな構成部品は、動力伝達系の比較的円滑な安定した動作を維持するように監視され制御されることができる。本発明の例示的な実施形態による動力伝達系を制御するためのさまざまな構成部品およびシステムは、以下、添付の図面を参照して説明される。

【００１４】

図１は、本発明の例示的な実施形態による動力伝達系および制御システム１００のブロック図を示す。動力伝達系および制御システム１００は、たとえば、圧縮機テストにおいて使用されてもよい。この配置において、ガスタービン１１４および負荷圧縮機１１０は、第１の軸１１２を介してギヤボックス１０８の高速側に結合されてもよく、一方、トルクコンバータ１０６および駆動モータ１０４は、第２の軸１１１によりギヤボックス１０８の低速側に連結されてもよい。例示的な実施形態において、始動モータ１０２は、軸１１１を始動させて、駆動モータ１０４の同期速度まで加速するために提供されてもよい。

【００１５】

本発明の例示的な実施形態によれば、コントローラ１１８は、速度を監視し、動力伝達系に関連付けられているさまざまな構成部品を制御して、ガスタービン１１４、負荷圧縮

10

20

30

40

50

機 1 1 0、トルクコンバータ 1 0 6、および / または始動モータ 1 0 2 および駆動モータ 1 0 4 からの軸 1 1 1、1 1 2 に与えられるトルクを制御することによって動力伝達系の速度を規制するために使用されてもよい。

【 0 0 1 6 】

本発明の例示的な実施形態によれば、コントローラ 1 1 8 は、メモリ 1 2 0、1 つまたは複数のプロセッサ 1 2 2、および 1 つまたは複数の入出力インターフェイス 1 2 4 を含むことができる。コントローラはまた、1 つまたは複数のネットワークインターフェイス 1 2 6 も含むことができる。本発明の特定の例示的な実施形態において、メモリ 1 2 0 は、オペレーティングシステム 1 2 8、データ 1 3 0、ならびにさまざまな動力伝達系構成部品の速度および / もしくは加速を制御するための 1 つまたは複数のモジュール 1 3 2 を含むことができる。

10

【 0 0 1 7 】

本発明の例示的な実施形態によれば、コントローラ 1 1 8 は、動力伝達系が加速しているかまたは減速しているか、動力伝達系が定常状態で動作しているかどうか、およびガスタービンが動力伝達系に結合されているかどうかに応じて、さまざまなモードで動作することができる。たとえば、動力伝達系が全速力に達しつつあるとき、コントローラ 1 1 8 は、動力伝達系をゼロ速度から圧縮機 1 1 0 のテストまたはマップの開始に適切な速度まで加速するため、始動モータ 1 0 2、ガスタービン 1 1 4、トルクコンバータ 1 0 6、および / または負荷圧縮機 1 1 0 のアクションを調整することができる。特定の圧縮機テストに望ましい動作速度が得られると、次いでコントローラ 1 1 8 は別の動作モードに切り替えて、圧縮機 1 1 0 の負荷が変更される間、動力伝達系の速度を一定に保持することができる。

20

【 0 0 1 8 】

さらに複雑に、動力伝達系は、複数の異なる構成において動作することもできる。1 つの実施形態において具体的に、動力伝達系が負荷圧縮機 1 1 0、ギヤボックス 1 0 8、トルクコンバータ 1 0 6、および電動機 1 0 4 だけと動作するように、ガスタービン 1 1 4 と負荷圧縮機 1 1 0 との間の結合が切断されてもよい。もう 1 つの例示的な実施形態において、ガスタービン 1 1 4 と負荷圧縮機 1 1 0 との間の結合 1 1 3 は接続されてもよいが、ガスタービン 1 1 4 が点火されず、そのため動力伝達系に追加のトルク負荷をもたらしてもよい。

30

【 0 0 1 9 】

本発明の例示的な実施形態によれば、プロセッサ 1 2 2 はさらに、図 5 の 5 0 2 のような、電力コマンドに少なくとも部分的に基づいてトルクコンバータ 1 0 6 に関連付けられている 1 つまたは複数のガイドベーンを制御するように構成されてもよい。本発明の 1 つの実施形態の態様において、トルクコンバータ 1 0 6 の図 5 の 5 1 4 のような予想電力出力は、図 3 の 3 1 1 のような測定された速度、および図 3 の 3 2 5 のようなガイドベーンコマンドに少なくとも部分的に基づいてもよい。ガイドベーンコマンド 3 2 5 は、測定された速度 3 1 1 に少なくとも部分的に基づいてもよい。本発明の特定の例示的な実施形態において、ガスタービン 1 1 4 への燃料流量は、動力伝達系 1 1 1 がガスタービン 1 1 4 に結合されているとき、およびガスタービン 1 1 4 がアクティブであるときに制御することが

40

【 0 0 2 0 】

本発明の例示的な実施形態において、トルクコンバータ 1 0 6 およびガスタービン 1 1 4 からのトルク寄与は、選択的に調整されてもよい。調整は、トルクコンバータが制御を支配できるように、図 2 の 2 1 6 のような過渡的動作中に、図 4 の 4 0 8 のようなガスタービン加速基準と等しいかまたはそれよりも大きい、図 4 の 4 0 6 のようなトルクコンバータ加速基準にバイアスをかけることを含むことができる。その他の実施形態において、ガスタービンは、過渡的動作中に、加速制御を支配できるようにすることができる。本発明の例示的な実施形態において、トルクコンバータ 1 0 6 の 5 1 4 のような予想電力出力は、図 5 の 5 1 2 のようなトルクコンバータ電力モデルに少なくとも部分的に基づいても

50

よく、ここでトルクコンバータ電力モデル 5 1 2 は、3 1 1 のような測定された速度、および 1 つまたは複数のガイドベーンに関連付けられているパラメータに少なくとも部分的に基づいてもよい。

【0021】

図 2 は、本発明の実施形態による一体型動力伝達系制御システムにおける例示的な過渡的動作領域 2 1 6 および定常状態動作領域 2 1 8 を表す、動力伝達系ダイナミックスグラフ 2 0 0 を示す。例示的な動力伝達系負荷曲線 2 0 2 は、負荷圧縮機質量流量 2 0 4 を動力伝達系の速度 2 0 6 に関連付けて示されている。グラフ 2 0 0 は、動力伝達系が、ゼロ速度からフル稼働速度範囲 2 1 4 内の速度までの過渡的領域 2 1 6 を通じて加速できることを示す。グラフ 2 0 0 は、最高速度無負荷点 2 0 8 を含み、ここで公称速度のほぼ 1 0 0 % に達したが、動力伝達系に測定可能な負荷はない。タービンまたは動力伝達系は、負荷 2 1 2 が全面的な全負荷点 2 1 0 まで変化する間、定常状態動作領域 2 1 8 内で引き続き動作することができる。定常状態動作領域 2 1 8 は、動作範囲 2 1 4 内で動作している動力伝達系速度 2 0 6 によって定義される可能性があるが、負荷 2 1 2 は、たとえば質量流量 2 0 4 または圧縮機の圧力比により変わることがある。

10

【0022】

図 3 は、本発明の例示的な実施形態による動力伝達系加速制御 3 0 0 を示す概念ブロック図表現である。この制御構成は、図 2 の 2 1 6 のような過渡的動作領域において動力伝達系構成部品を制御するために適用されてもよく、ここで過渡的速度制御は、動力伝達系がゼロ速度から最高速度無負荷 (F S N L) 2 0 8 まで加速する際に必要とされる。

20

【0023】

図 3 の破線に囲まれたブロックは、動力伝達系システム 3 3 8 の一部を表し、加速制御 3 0 0 の動作を分かりやすく説明するために含まれている。たとえば、動力伝達系構成部品のトルク生成または消費の態様は、トルクコンバータ 3 2 6、ガスタービン 3 2 8、および負荷圧縮機 3 3 0 によって表される。動力伝達系軸慣性 3 3 6 に作用する正味トルクは、結果として動力伝達系の加速、減速、または定常状態速度動作をもたらすことがある。たとえば、負荷圧縮機 3 3 0 は、動力伝達系への負のトルクとしての機能を果たすことができ、図 1 の 1 1 1、1 1 2 のような軸の速度を減少させる働きをする。負荷圧縮機 3 3 0 の出力トルクは、多数のパラメータを伴う複素関数であってもよいが、簡略化された表現が図 3 に示されており、ここで空気流 3 3 2 および圧力比 3 3 4 の寄与は、負荷圧縮機 3 3 0 の出力トルクを制御するための入力として示される。同様に、ガスタービン 3 2 8 の出力トルクは、タービンに関連付けられている燃焼器の点火状態、および / または燃焼器への燃料流量 3 2 7 に応じて、動力伝達系への正または負のトルクのいずれかに寄与することができる。この場合も同様に、ガスタービン 3 2 8 の出力トルクの表現はかなり簡略化され、図はガスタービン 3 2 6 の出力トルクへの燃料流量 3 2 5 の影響のみを示している。同様に、トルクコンバータ 3 2 6 の出力トルクは、軸を加速するように動作することができ、主としてトルクコンバータ 3 2 6 に関連付けられている 1 つまたは複数のガイドベーン 3 2 5 の位置に支配されてもよい。

30

【0024】

したがって、動力伝達系の主なトルク生成構成部品（たとえば、ガスタービン 3 2 8、トルクコンバータ 3 2 6、および負荷圧縮機 3 3 0）は、動力伝達系の速度に影響を及ぼすように、動力伝達系軸慣性 3 3 6 に対して正または負のいずれかに寄与することができる。軸に適用される正味トルクが正である場合、動力伝達系軸は加速する。正味トルクが負である場合、軸は減速し、軸に適用される正味トルクがゼロである場合、軸速度は一定の状態を保つ。言い換えれば、負荷圧縮機 3 3 0 によって消費されるトルクが、ガスタービン 3 2 8 およびトルクコンバータ 3 2 6 によって生成されるトルクにより平衡を保たれている場合、動力伝達系の速度は一定の状態を保つ。

40

【0025】

図 3 に指示されるように、動力伝達系加速制御 3 0 0 は、2 つの並列フィードバックループを含むことができる。ループの 1 つは、トルクコンバータ 3 2 6 の出力トルクを制御

50

するためのガイドベーン位置 3 2 5 を含むことができ、もう一方のループは、ガスタービン 3 2 8 の出力トルクを制御するための燃料流量 3 2 7 を含むことができる。本発明の例示的な実施形態によれば、1 つまたは複数のフィルタ 3 1 2 は、速度フィードバック信号 3 1 1 を調節するために使用されてもよい。たとえば、フィルタ 3 1 2 は、特定範囲の周波数が通過できるようにするか、もしくは不連続または雑音の多い信号の平滑化に役立つことができる。本発明の特定の実施形態によれば、フィルタ 3 1 2 は、速度フィードバック信号 3 1 1 を区別して、動力伝達系軸加速 3 4 0 を計算することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、軸加速 3 4 0 は、トルクコンバータ 3 2 6 および / またはガスタービン 3 2 8 の制御信号 3 2 5、3 2 7 を導出するために使用されてもよい。たとえば、トルクコンバータ加速制御 3 0 8 および / またはガスタービン加速制御 3 1 0 はそれぞれ、比例制御アルゴリズム (P)、比例 + 積分 (P I)、または比例 + 積分 + 微分 (P I D) アルゴリズムを含むことができる。本発明の実施形態によるその他の類似するアルゴリズムは、これらのブロックに含まれてもよいが、もしくはこれらのブロックにおいて、またはこれらのブロックにより実施されてもよい。

10

【 0 0 2 6 】

本発明の特定の実施形態によれば、トルクコンバータ加速制御 3 0 8 は、軸加速 3 4 0 を、基準または目標加速 3 4 2 と比較して、トルクコンバータ制御信号 3 4 6 を導出することができる。例において、ガスタービン加速制御 3 1 0 は、軸加速 3 4 0 を、バイアス基準加速 3 4 4 と比較して、ガスタービン制御信号 3 4 8 を導出することができる。

【 0 0 2 7 】

20

本発明の例示的な実施形態によれば、最少関数ブロック 3 1 4、3 2 0 はさらに、その他の制御目標が動力伝達系加速制御 3 0 0 に組み入れられるように、トルクコンバータ制御信号 3 4 6 およびガスタービン制御信号 3 4 8 を変更することができる。たとえば、3 1 6、3 1 8、3 2 2、3 2 4 のような 1 つまたは複数の安全保護制限は、トルクコンバータ制御信号 3 4 6 またはガスタービン制御信号 3 4 8 のいずれかをオーバーライドしてシステムをさらに保護するために使用されてもよい。

【 0 0 2 8 】

たとえば、トルクコンバータ加速制御 3 0 8 は、基準加速 3 4 2 と実際の軸加速 3 4 0 との間の誤差に比例してトルクコンバータの 1 つまたは複数のガイドベーンを調整するようにトルクコンバータ制御信号 3 4 6 を生成することができる。軸加速 3 4 0 が基準加速 3 4 2 よりも小さい場合、トルクコンバータのガイドベーンは、さらに多くの出力トルクを生成して軸加速を増大させるために、さらに開くよう命令されてもよい。例示的な実施形態によれば、ガスタービン加速制御 3 1 0 は、バイアス基準加速 3 4 4 と実際の軸加速 3 4 0 との間の誤差に基づいてガスタービンへの燃料流量 3 2 7 を調整して、同様に動作することができる。

30

【 0 0 2 9 】

バイアス基準加速 3 4 4 について、以下図 3 および図 4 を参照して説明する。本発明の態様によれば、加速スケジュール 3 0 4 は、トルクコンバータ加速制御 3 0 8 に提供されてもよい。例示的な実施形態において、個々の、同一ではないか、またはバイアスがかけられた基準加速 3 4 4 信号は、ガスタービン加速制御 3 1 0 に対して導出されてもよい。たとえば、基底加速基準 3 4 2 信号は、トルクコンバータ加速制御 3 0 8 に直接提供されてもよいが、一方、ガスタービン加速制御 3 1 0 に適用されるバイアス基準加速 3 4 4 信号は、基準加速 3 4 2 の修正バージョンであってもよい。たとえば、ガスタービン加速制御 3 1 0 は、トルクコンバータ加速スケジュール 3 0 4 からガスタービン加速バイアス 3 0 6 を減算することにより、少なくとも部分的に導出されてもよい。

40

【 0 0 3 0 】

図 4 は、本発明の実施形態によればトルクコンバータ加速基準 4 0 6 およびバイアスがかけられたガスタービン加速基準 4 0 8 に対する加速 4 0 2 と速度 4 0 4 の関係を示す例示的な加速スケジュール 4 0 0 を表す。特定の実施形態において、異なる加速スケジュールは、トルクコンバータが加速中に動力伝達系の制御を支配できるようにすることができ

50

る。本発明の１つの実施形態のこの態様は、動力伝達系の加速を安定させて平滑化することができる。

【００３１】

図５は、動力伝達系が動作速度に到達したとき、およびガスタービンが動力伝達系に接続されているときに、動力伝達系速度を制御して、トルクコンバータおよびガスタービンからのトルク寄与の平衡を保つように構成されてもよい実施形態による例示的な動力伝達系および負荷制御５００を示す。本発明の実施形態によれば、動力伝達系速度および負荷制御５００は、図３の３３８のような動力伝達系システム、および図３に関して上記で説明した３１４、３２０のような最小関数を含むことができる。

【００３２】

本発明の例示的な実施形態によれば、ＰＩ制御ブロック５１０は、図３の３１１のような実際の軸速度と速度基準信号５０６との差に基づいて公称燃料信号５２２を生成するために使用されてもよい。公称燃料信号５２２は、ガスタービン燃料流量を調整するために使用されてもよい。３１１のような軸速度が基準５０６よりも小さい場合、システムは、ガスタービンにさらに多くの燃料を送り込むよう命令して、その出力トルクを増大させることができるか、またはその逆を行うことができる。

【００３３】

同様に、もう１つのＰＩ制御ブロック５０８は、３１１のような軸速度と基準速度５０６との差に基づいてトルクコンバータガイドベーンを調整することができる。本発明の実施形態によれば、トルクコンバータ電力モデル５１２によって推定されるトルクコンバータ電力出力信号５１４と電力基準コマンド５０２との評価された差（scaled difference）に基づいて、追加の信号を速度制御ループ内で使用することができる。本発明の例示的な実施形態によれば、トルクコンバータ電力モデル５１２を含むフィードバックループは、推定されたトルクコンバータ電力出力に基づいてもよく、２つの目的にかなうように動作することができる。第１に、フィードバックループは、内部トルクコンバータ速度制御ループを安定化させ、ガスタービンとトルクコンバータとの間の不要なトルク出力変動を回避または最小化するために役立つことができる。第２に、フィードバックループは、動作中またはテスト中に必要に応じて、ガスタービントルク出力とトルクコンバータトルク出力との間の相対的な平衡を調整するための機構を提供することができる。

【００３４】

図６は、本発明の例示的な実施形態による簡略化された動力伝達系速度および負荷制御６００を示す。簡略化された動力伝達系速度および負荷制御６００は、動力伝達系が、ガスタービンを接続していないかまたは点火していない状態で稼働されるとき、図示されるように構成されてもよい。この場合、簡単にするため、ガスタービン速度を制御する（および図５に示されている）制御システムの一部は使用不可であってもよい。例示的な実施形態によれば、ガスタービンは、結合されていても点火されていないとき、動力伝達系にドラッグトルク（負のトルク）を与えることができる。この場合、ガスタービンが動力伝達系から完全に切り離されるとき、そのトルク寄与はゼロであってもよい。

【００３５】

動力伝達系が、１１４のようにガスタービンを接続していないかまたは点火していない状態で稼働されるとき、トルクコンバータ速度および垂下負荷制御を制御するコントローラの一部は、（トルクコンバータ電力モデル５１２を含む）外部フィードバックループを使用不可にすることにより簡略化されてもよい。したがって、例示的な実施形態によれば、接続されていないかまたは点火されていないタービンの制御方法は、公称トルク制御信号５２０を生成するように軸速度誤差５２４に作用するＰＩブロック５０８に簡略化されてもよい。上記の例示的な実施形態におけるように、安全保護制限３１６、３１８は、公称トルク制御信号５２０をオーバーライドしてシステムをさらに保護するために使用されてもよい。

【００３６】

1つの実施形態によるガスタービン動力伝達系を制御するための例示的な方法700は、以下図7の流れ図を参照して説明される。方法は、動力伝達系に関連付けられている速度が測定されるブロック702で開始する。ブロック704において、速度コマンドおよび測定された速度に少なくとも部分的に基づいてガスタービンへの燃料流量が制御される。ブロック706において、速度コマンドおよびトルクコンバータの予想電力出力に少なくとも部分的に基づいてトルクコンバータに関連付けられている1つまたは複数のガイドベーンが制御される。ブロック708において、トルクコンバータおよびガスタービンからのそれぞれのトルク寄与は選択的に調整される。方法700は、ブロック708の後に終了する。

【0037】

本発明の例示的な実施形態によれば、図3の326のようなトルクコンバータに関連付けられている1つまたは複数のガイドベーンを制御するステップはさらに、図5の502のような電力基準コマンドに基づいてもよい。例示的な実施形態において、図3の326のようなトルクコンバータの図5の514のような予想電力出力は、図3の311のような測定された速度、および図3の325のようなガイドベーンコマンドに少なくとも部分的に基づいてもよい。本発明の態様において、325のようなガイドベーンコマンドは、311のような測定された速度に少なくとも部分的に基づいてもよい。例示的な実施形態によれば、図3の328のようなタービンへの燃料流量を制御するステップは、動力伝達系がタービン328に結合されているとき、およびタービン328がアクティブであるときに燃料流量を制御するステップを含むことができる。特定の例示的な実施形態において、326のようなトルクコンバータおよびタービン328からのそれぞれのトルク寄与を選択的に調整するステップは、図2の216のような過渡的動作中に、タービン加速408と等しいかまたはそれよりも大きい図4の406のようなトルクコンバータ加速にバイアスをかけるステップを含むことができる。さらに、本発明の特定の例示的な実施形態において、326のようなトルクコンバータの514のような予想電力出力は、図5の512のようなトルクコンバータ電力モデルに少なくとも部分的に基づいてもよく、ここでトルクコンバータ電力モデル512は、311のような測定された速度、および1つまたは複数のガイドベーンに関連付けられているパラメータに少なくとも部分的に基づいてもよい。

【0038】

したがって、本発明の例示的な実施形態は、動力伝達系に関連付けられているさまざまな構成部品が、動力伝達系の比較的円滑な安定した動作を維持するように監視され制御されることができる特定のシステムおよび方法を創案する技術的效果を提供することができる。本発明の例示的な実施形態はさらに、圧縮機テストに機械的動力伝達系制御をもたらす特定のシステムおよび方法を創案する技術的效果を提供することができる。本発明の例示的な実施形態はさらに、過渡的および動作領域の速度、加速、および/または負荷を制御するためのシステムおよび方法、ならびに圧縮機テストベッドのための動力伝達系の典型的な構成を提供する技術的效果を提供することができる。本発明の例示的な実施形態はさらに、トルク生成構成部品として比較的大型の電動機および/またはトルクコンバータにより動力伝達系を構成するためのシステムおよび方法を提供する技術的效果を提供する

【0039】

本発明の例示的な実施形態において、動力伝達系および制御システム100、動力伝達系加速制御システム300、動力伝達系速度および負荷制御システム400、動力伝達系速度および負荷制御システム500、ならびに/または簡略化された動力伝達系速度および負荷制御システム600は、操作のいずれかを容易にするために実行される任意の数のソフトウェアおよび/またはハードウェアアプリケーションを含むことができる。

【0040】

例示的な実施形態において、1つまたは複数の入出力インターフェイスは、動力伝達系および制御システム100、動力伝達系加速制御システム300、動力伝達系速度および

10

20

30

40

50

負荷制御システム 400、動力伝達系速度および負荷制御システム 500、ならびに / または簡略化された動力伝達系速度および負荷制御システム 600、ならびに 1 つまたは複数の入出力デバイスの間の通信を容易にすることができる。たとえば、ユニバーサルシリアルバスポート、シリアルポート、ディスクドライブ、CD-ROM ドライブ、および / またはディスプレイ、キーボード、キーパッド、マウス、コントロールパネル、タッチスクリーンディスプレイ、マイクロフォンなどのような 1 つもしくは複数のユーザインターフェイスデバイスは、動力伝達系および制御システム 100、動力伝達系加速制御システム 300、動力伝達系速度および負荷制御システム 400、動力伝達系速度および負荷制御システム 500、ならびに / または簡略化された動力伝達系速度および負荷制御システム 600 との間のユーザの対話を容易にすることができる。1 つまたは複数の入出力インターフェイスは、多種多様な入力デバイスからのデータおよび / またはユーザ命令を受信または収集するために使用されてもよい。受信されたデータは、本発明のさまざまな実施形態において望ましい 1 つもしくは複数のコンピュータプロセッサおよび / または 1 つもしくは複数のメモリデバイスに格納されている、1 つまたは複数のコンピュータプロセッサによって処理されてもよい。

10

【0041】

1 つまたは複数のネットワークインターフェイスは、1 つまたは複数の適切なネットワークへの動力伝達系および制御システム 100、動力伝達系加速制御システム 300、動力伝達系速度および負荷制御システム 400、動力伝達系速度および負荷制御システム 500、ならびに / または簡略化された動力伝達系速度および負荷制御システム 600 の入力ならびに出力の接続、ならびに / または、たとえばシステムに関連付けられている任意の数のセンサーとの通信を容易にする接続を容易にすることができる。1 つまたは複数のネットワークインターフェイスはさらに、外部デバイスおよび / またはシステムと通信するために、たとえばローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、インターネット、セルラーネットワーク、無線周波数ネットワーク、ブルートゥース（商標）対応ネットワーク、Wi-Fi（商標）対応ネットワーク、衛星ベースのネットワーク、任意の有線ネットワーク、任意の無線ネットワークなどのような 1 つまたは複数の適切なネットワークへの接続を容易にすることができる。

20

【0042】

望むなら、本発明の実施形態は、動力伝達系および制御システム 100、動力伝達系加速制御システム 300、動力伝達系速度および負荷制御システム 400、動力伝達系速度および負荷制御システム 500、ならびに / または簡略化された動力伝達系速度および負荷制御システム 600 を、添付の図面に示される多少の構成部品と共に含むことができる。

30

【0043】

本発明は、本発明の例示的な実施形態によるシステム、方法、装置、および / またはコンピュータプログラム製品のブロック図および流れ図を参照して、上記で説明されている。ブロック図および流れ図の 1 つまたは複数のブロック、ならびにブロック図および流れ図のブロックの組み合わせは、それぞれ、コンピュータ実行可能プログラム命令により実施できることが理解されるであろう。同様に、本発明の一部の実施形態によっては、ブロック図および流れ図の一部のブロックは、必ずしも提示されている順序で実行する必要はないか、または必ずしも実行する必要がまったくない場合もある。

40

【0044】

これらのコンピュータ実行可能プログラム命令は、コンピュータ、プロセッサ、またはその他のプログラム可能データ処理装置上で実行する命令が流れ図の 1 つのブロックまたは複数のブロックで指定された 1 つまたは複数の機能を実施するための手段を作り出すように、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、プロセッサ、または特定のマシンを生成するその他のプログラム可能データ処理装置にロードされてもよい。これらのコンピュータプログラム命令はまた、コンピュータ可読メモリに格納された命令が流れ図の 1 つのブロックまたは複数のブロックで指定された 1 つまたは複数の機能を実施する命令手段を含む

50

製造品を製造するように、特定の方法で機能するようにコンピュータまたはその他のプログラム可能データ処理装置を指示することができるコンピュータ可読メモリに格納されてもよい。一例として、本発明の実施形態は、コンピュータ可読プログラムコードまたはプログラム命令が組み入れられているコンピュータ使用可能媒体を備えるコンピュータプログラム製品を提供することができ、前記コンピュータ可読プログラムコードは流れ図の1つのブロックまたは複数のブロックで指定された1つまたは複数の機能を実施するために実行されるよう適合される。コンピュータプログラム命令はさらに、コンピュータまたはその他のプログラム可能データ処理装置にロードされて、一連の動作可能な要素またはステップをコンピュータまたはその他のプログラム可能装置上で実行させ、コンピュータまたはその他のプログラム可能装置上で実行する命令が流れ図の1つのブロックまたは複数のブロックで指定された機能を実施するための要素またはステップを提供するようにコンピュータ実施のプロセスを生成することもできる。

10

【0045】

したがって、ブロック図および流れ図のブロックは、指定された機能を実行する手段の組み合わせ、指定された機能を実行する要素またはステップの組み合わせ、および指定された機能を実行するプログラム命令手段をサポートする。また、ブロック図および流れ図の各ブロック、ならびにブロック図および流れ図のブロックの組み合わせは、指定された機能、要素もしくはステップ、または専用ハードウェアおよびコンピュータ命令の組み合わせを実行する専用のハードウェアベースのコンピュータシステムによって実施されてもよいことが理解されよう。

20

【0046】

本発明は、最も実地的なさまざまな実施形態であると現在見なされているものに関連して説明されてきたが、本発明は開示される実施形態に限定されることはなく、一方、添付の特許請求の範囲内に含まれるさまざまな変更および等価の配列を対象とすることを意図していることを理解されたい。本明細書において特定の用語が採用されているが、これらは一般的かつ説明的な意味でのみ使用されており、限定的であることを目的としてはいない。

【0047】

本書では、例を使用して、最良の形態を含む本発明を開示し、また任意の当業者が、任意のデバイスまたはシステムの作成および使用、ならびに任意の組み入れられている方法の実行を含め、本発明を実施できるようにしている。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲において定義され、当業者に考案されるその他の例を含むことができる。そのようなその他の例は、それらが特許請求の範囲の字義とは異なっていない構造的要素を有する場合、またはそれらが特許請求の範囲の字義とわずかしが異ならない等価の構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内にあるものと見なされる。

30

【符号の説明】

【0048】

- 100 動力伝達系および制御システム
- 102 始動モータ
- 104 駆動モータ
- 106 トルクコンバータ
- 108 ギヤボックス
- 110 圧縮機
- 111 第2の軸
- 112 第1の軸
- 113 結合
- 114 ガスターピン
- 118 コントローラ
- 120 メモリ
- 122 プロセッサ

40

50

1 2 4	入出力インターフェイス	
1 2 6	ネットワークインターフェイス	
1 2 8	オペレーティングシステム	
1 3 0	データ	
1 3 2	速度 / 加速モジュール	
2 0 0	動力伝達系ダイナミックスグラフ	
2 0 2	動力伝達系負荷曲線	
2 0 4	質量流量	
2 0 6	速度	
2 0 8	最高速度無負荷 (F S N L)	10
2 1 0	最高速度全負荷 (F S F L)	
2 1 2	負荷範囲 (0 から 1 0 0 %)	
2 1 4	動作範囲	
2 1 6	過渡的動作 (増加 / 減少)	
2 1 8	定常状態動作	
2 2 0	線形速度 / 流れ線	
3 0 0	動力伝達系加速制御	
3 0 2	速度コマンド	
3 0 4	トルクコンバータ加速スケジュール	
3 0 6	ガスタービン加速バイアス	20
3 0 8	トルクコンバータ加速制御	
3 1 0	ガスタービン加速制御	
3 1 1	測定された速度 (速度フィードバック)	
3 1 2	フィルタ (速度を加速に変換)	
3 1 4	最小関数 1	
3 1 6	制限 1	
3 1 8	制限 2	
3 2 0	最小関数 2	
3 2 2	制限 3	
3 2 4	制限 4	30
3 2 5	ガイドベーン位置	
3 2 6	トルクコンバータ (の出力トルク)	
3 2 7	燃料流量	
3 2 8	ガスタービン (の出力トルク)	
3 3 0	負荷圧縮機 (の出力トルク)	
3 3 2	空気流	
3 3 4	圧力比	
3 3 6	動力伝達系軸慣性	
3 3 8	動力伝達系システム	
3 4 0	軸加速	40
3 4 2	基準加速	
3 4 4	バイアス基準加速	
3 4 6	トルクコンバータ制御信号	
3 4 8	ガスタービン制御信号	
4 0 0	加速基準スケジュール	
4 0 2	加速	
4 0 4	速度	
4 0 6	トルクコンバータ加速基準	
4 0 8	ガスタービン加速基準	
5 0 0	動力伝達系速度および負荷制御	50

- 5 0 2 電力基準コマンド
- 5 0 4 ゲイン
- 5 0 6 速度基準（速度コマンド）
- 5 0 8 比例 - 積分制御
- 5 1 0 比例 - 積分制御
- 5 1 2 トルクコンバータ電力モデル
- 5 1 4 トルクコンバータ電力出力信号
- 5 1 6 トルク修正基準
- 5 1 8 燃料修正基準
- 5 2 0 公称トルク制御信号
- 5 2 2 公称燃料信号
- 5 2 4 軸速度誤差
- 6 0 0 簡略化された動力伝達系速度および負荷制御
- 7 0 0 方法
- 7 0 2 ブロック
- 7 0 4 ブロック
- 7 0 6 ブロック

10

【図 1】

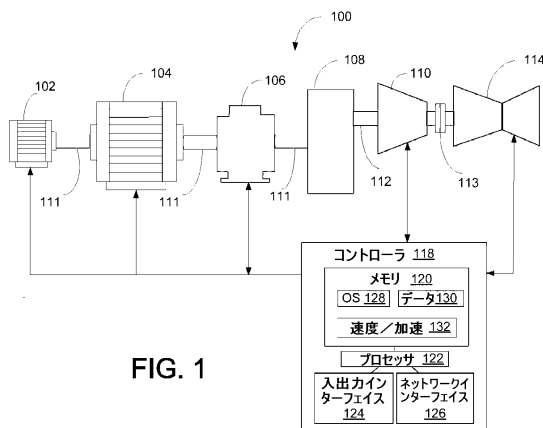


FIG. 1

【図 2】

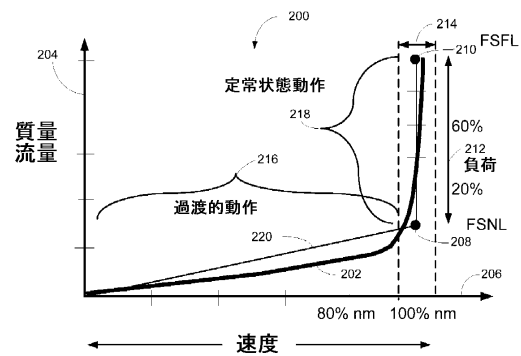


FIG. 2

【図 3】

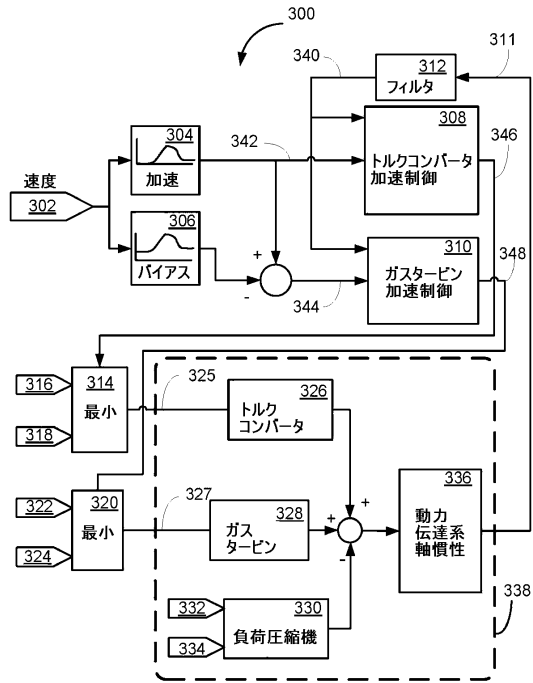


FIG. 3

【図 4】

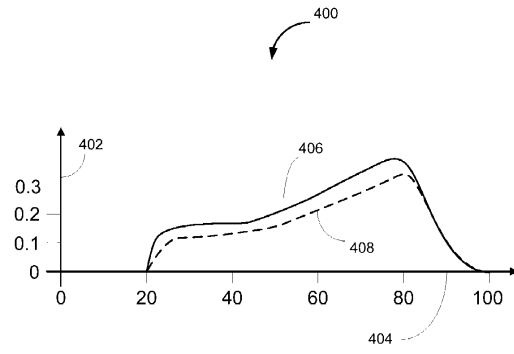


FIG. 4

【図 5】

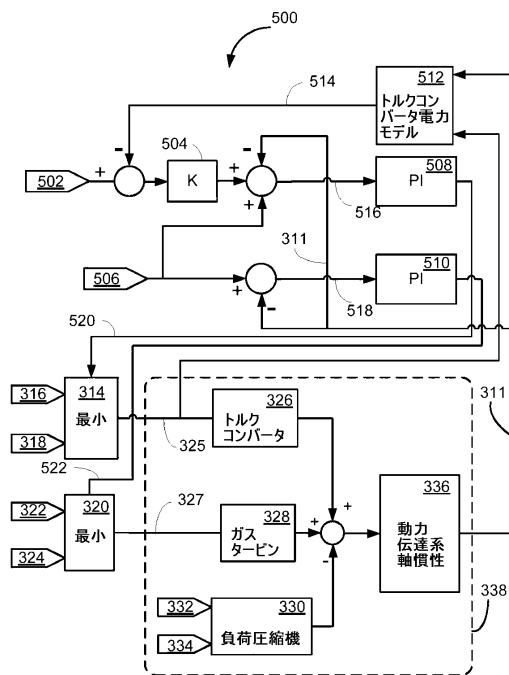


FIG. 5

【図 6】

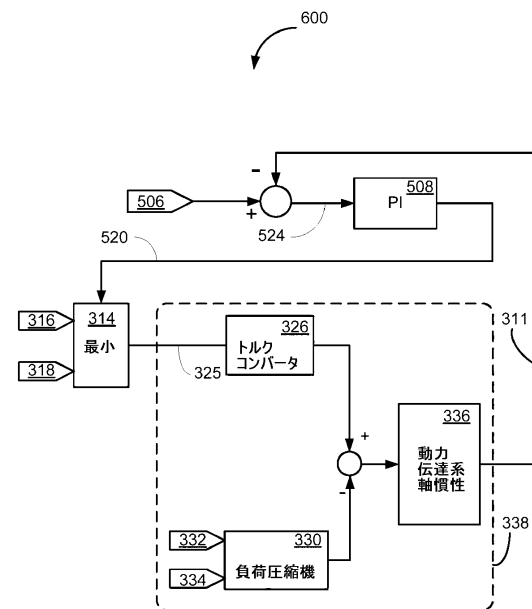


FIG. 6

【図 7】

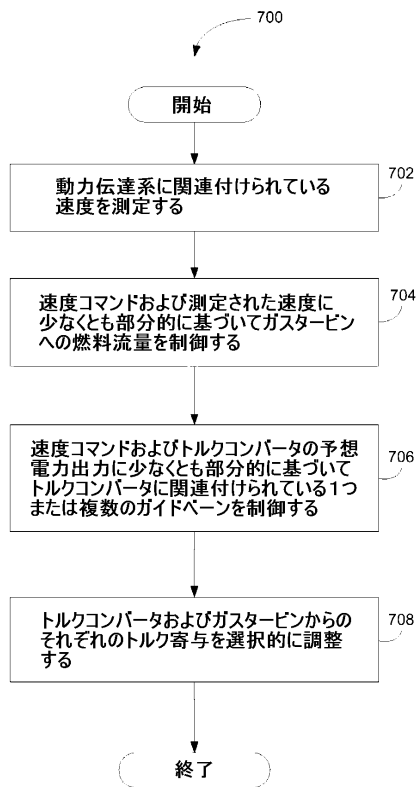


FIG. 7

フロントページの続き

(72)発明者 ジャスティン・アーロン・アレン

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特開平10-8999(JP,A)

特開平10-37762(JP,A)

国際公開第2008/140517(WO,A1)

特開平8-326869(JP,A)

特開2006-105282(JP,A)

特開平10-169466(JP,A)

特開平3-275906(JP,A)

特開昭61-258930(JP,A)

特表2004-506116(JP,A)

特開2005-168288(JP,A)

特開昭63-161887(JP,A)

米国特許第4734628(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 9/54