(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2016-125497
(P2016-125497A)
(43)公開日　平成28年7月11日(2016.7.11)

| (51)Int.Cl. | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|
| F02C 9/28 | (2006.01) | F02C | 9/28 | C | 3G071 |
| F01D 17/04 | (2006.01) | F01D | 17/04 | | |
| F01D 17/20 | (2006.01) | F01D | 17/20 | A | |
| F01D 17/24 | (2006.01) | F01D | 17/20 | M | |
| F01D 19/00 | (2006.01) | F01D | 17/24 | A | |

審査請求 未請求　請求項の数 20　ＯＬ　外国語出願　（全 16 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2015-252723 (P2015-252723)
(22)出願日　平成27年12月25日 (2015.12.25)
(31)優先権主張番号　14/590,513
(32)優先日　平成27年1月6日 (2015.1.6)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州　１２３４５、スケネクタデイ、リバーロード、１番
(74)代理人　100137545
弁理士　荒川　聡志
(74)代理人　100105588
弁理士　小倉　博
(74)代理人　100129779
弁理士　黒川　俊久
(74)代理人　100113974
弁理士　田中　拓人

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ターボ機械用の可変ランプ速度を生成するためのシステム及び方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】ターボ機械用の可変ランプ速度を生成するためのシステム及び方法を提供する。
【解決手段】システム１４は、タービンシステム１２の運転に関連する１つ又は複数の入力を受領し、タービンシステム１２用のランプ速度の組を１つ又は複数の入力に少なくとも部分的に基づいて導出し、ランプ速度の組からランプ速度を選択するように構成されたコントローラ３８を含む。ランプ速度は可変ランプ速度を含む。コントローラ３８は、選択されたランプ速度に基づいて出力信号を生成するように更に構成される。
【選択図】図１

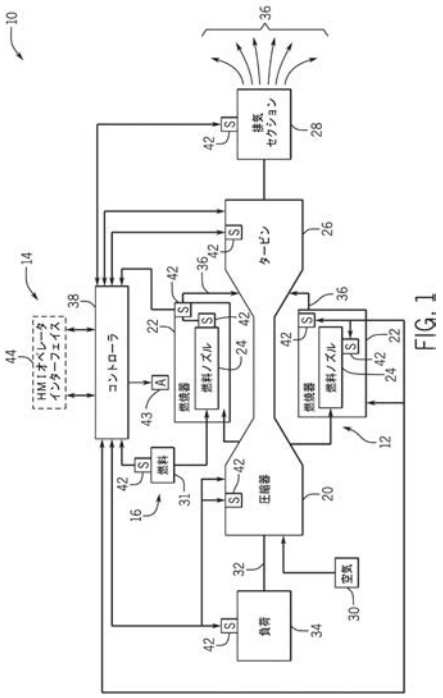



FIG. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
タービンシステム（１２）の運転に関連する１つ又は複数の入力を受領し、
前記タービンシステム（１２）用のランプ速度の組を前記１つ又は複数の入力に少なくとも部分的に基づいて導出し、
前記ランプ速度の組から可変ランプ速度を含むランプ速度を選択し、
前記選択されたランプ速度に基づいて出力信号を生成する、
ように構成されたコントローラ（３８）を備えるシステム（１４）。
【請求項２】
前記コントローラ（３８）が、ユーザ入力（５４）、最大可能ランプ速度入力（５６）、前記タービンシステム（１２）の前記動作パラメータの物理学ベースモデル入力（６６）、事象検出入力（６４）、計測された運転パラメータ入力、スケジューリングパラメータ入力（７２）、又はそれらの任意の組合せを前記１つ又は複数の入力として受領するように構成されている、請求項１に記載のシステム（１４）。
【請求項３】
前記コントローラ（３８）が、
前記タービンシステム（１２）の動作パラメータの第１の物理学ベースモデル入力（６６）、及び前記タービンシステム（１２）を備える産業用システム（１０）の動作パラメータの第２の物理学ベースモデル入力を受領し、
前記タービンシステム（１２）用の容認可能な複数のランプ速度の各々のモデルベース制御（ＭＢＣ）モデルを生成することによって、前記タービンシステム（１２）用の前記ランプ速度の組を導出する、ように構成されている、請求項１に記載のシステム（１４）。
【請求項４】
前記コントローラ（３８）が、前記タービンシステム（１２）の各構成要素のランプ速度容認性に基づいて前記タービンシステム（１２）用の前記ランプ速度の組を導出するように構成されている、請求項１に記載のシステム（１４）。
【請求項５】
前記コントローラ（３８）が、前記タービンシステム（１２）の運転期間に亘って前記ランプ速度の組から変動するランプ速度を選択するように構成されている、請求項１に記載のシステム（１４）。
【請求項６】
前記コントローラ（３８）が、前記タービンシステム（１２）の負荷中に亘って又はランピング期間に亘って前記ランプ速度の組から前記変動するランプ速度を選択するように構成されている、請求項５に記載のシステム（１４）。
【請求項７】
前記コントローラ（３８）が、前記タービンシステム（１２）の各構成要素用の各々の最大ランプ速度の組を前記ランプ速度の組として導出するように構成されている、請求項１に記載のシステム（１４）。
【請求項８】
前記コントローラ（３８）が、前記タービンシステム（１２）の各構成要素用の前記各々の最大ランプ速度の組から最低ランプ速度を前記選択されたランプ速度として選択するように構成されている、請求項７に記載のシステム（１４）。
【請求項９】
前記タービンシステム（１２）が、ガスタービン、蒸気タービン、発電機、圧縮器、又はそれらの任意の組合せを含む、請求項１に記載のシステム（１４）。
【請求項１０】
前記コントローラ（３８）が、
前記タービンシステム（１２）用の前記ランプ速度の組を前記１つ又は複数の入力に基づいて導出し、

前記ランプ速度の組から前記ランプ速度を選択するための指令を、
プログラム可能に組み込まれるように構成されている、請求項１に記載のシステム（１０）。
【請求項１１】
非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記媒体上に記憶されたコンピュータ実行可能なコードを有し、前記コードが、
コントローラ（３８）にタービンシステム（１２）の運転に関連する１つ又は複数の入力を受領させ、
前記コントローラ（３８）に前記タービンシステム（１２）用のランプ速度の組を前記１つ又は複数の入力に少なくとも部分的に基づいて導出させ、
前記コントローラ（３８）に前記ランプ速度の組から可変ランプ速度を含むランプ速度を選択させ、
前記コントローラ（３８）に前記選択されたランプ速度に基づいて出力信号を生成させるための指令を含む、非一時的なコンピュータ可読媒体。
【請求項１２】
前記コードが、前記コントローラ（３８）にユーザ入力（５４）、最大可能ランプ速度入力（５６）、前記タービンシステム（１２）の前記動作パラメータの物理学ベースモデル入力（６６）、事象検出入力（６４）、計測された運転パラメータ入力、スケジューリングパラメータ入力（７２）、又はそれらの任意の組合せを前記１つ又は複数の入力として受領させるための指令を含む、請求項１１に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。
【請求項１３】
前記コードが、
前記コントローラ（３８）に前記タービンシステム（１２）の動作パラメータの物理学ベースモデル入力（６６）、及び前記タービンシステム（１２）を備える産業用システム（１０）の動作パラメータの物理学ベースモデル入力を受領させ、
前記タービンシステム（１２）用の複数の容認可能なランプ速度の各々のモデルベース制御（ＭＢＣ）モデルを生成することによって、前記コントローラ（３８）に前記タービンシステム（１２）用の前記ランプ速度の組を導出させるための指令を含む、請求項１１に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。
【請求項１４】
前記コードが、前記コントローラ（３８）に前記タービンシステム（１２）の各構成要素により容認可能なランプ速度に基づいて前記タービンシステム（１２）用の前記ランプ速度の組を導出させるための指令を含む、請求項１１に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。
【請求項１５】
前記コードが、前記コントローラ（３８）に前記タービンシステム（１２）の運転期間に亘って前記ランプ速度の組から変動するランプ速度を選択させるための指令を含む、請求項１１に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。
【請求項１６】
前記コードが、前記コントローラ（３８）に前記タービンシステム（１２）の負荷中又はランピング期間に亘って前記ランプ速度の組から前記変動するランプ速度を選択させるための指令を含む、請求項１５に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。
【請求項１７】
前記コードが、前記コントローラ（３８）に前記タービンシステム（１２）の各構成要素用の各々の最大ランプ速度の組を前記ランプ速度の組として導出させるための指令を含む、請求項１１に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。
【請求項１８】
前記コードが、前記コントローラ（３８）に前記タービンシステム（１２）の各構成要素用の前記各々の最大ランプ速度の組から最低ランプ速度を前記選択されたランプ速度として選ばせるための指令を含む、請求項１７に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項１９】
ガスタービンシステム（１２）と、
前記ガスタービンシステム（１２）に通信可能に接続されたコントローラ（３８）とを備え、前記コントローラ（３８）が、
セレクタ装置（５２）であって、
前記ガスタービンシステム（１２）のモデルベース運転パラメータの第１の組、及び前記ガスタービンシステム（１２）の検知された運転パラメータの第２の組を含む、前記ガスタービンシステム（１２）の運転に関連する複数の入力を受領し、
前記ガスタービンシステム（１２）の各構成要素用の各々の最大容認可能なランプ速度を含む、前記ガスタービンシステム（１２）用の複数のランプ速度を前記複数の入力に基づいて導出し、
前記複数のランプ速度のうちの１つ又は複数のランプ速度を選択する、ように構成されたセレクタ装置（５２）と、
前記選択された１つ又は複数のランプ速度を受領し、前記選択された１つ又は複数のランプ速度に基づいて出力信号を生成する、ように構成されたランプコントローラ装置（８４）と、
を備えるシステム（１０）。
【請求項２０】
前記ランプコントローラ装置（８４）が、燃料流コマンドを前記出力信号として生成するように構成され、前記燃料流コマンドが、アクチュエータ（４３）を起動して前記ガスタービンシステム（１２）の負荷を制御するように構成されている、請求項１９に記載のシステム（１０）。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本明細書に開示する主題は、産業用制御システム、より具体的にターボ機械用の可変ランプ速度制御システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
産業用制御システム等の幾つかのシステムは、産業用システム（例えば発電システム）に含まれ得るタービンシステム又は発電機システム等、１つ又は複数の産業用機械の制御及び分析を可能にする性能を備え得る。例えば、産業用制御システムは、タービンシステム又は発電機システムを制御するのに使用されるデータを記憶する、コントローラ、フィールド装置、及びセンサを含み得る。制御することが特に注目され得るタービンシステムの１つの運転パラメータは、タービンシステムの負荷速度又はランプ速度である。しかし、タービンシステムのランプ速度が固定値を含み得るため、タービンシステムが最大負荷に到達し得る効率又は速度は限定され得る。タービンシステムのランプ速度制御を向上させるための方法を提供することが有用である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】米国特許出願公開第２０１２／０１３１９１７号明細書
【発明の概要】
【０００４】
当初に特許請求される発明の範囲に相応する幾つかの実施形態を以下に要約している。これらの実施形態は、特許請求される発明の範囲を限定することを意図しておらず、本発明の可能な形態の概要を提供することのみを意図している。実際に、本発明は、以下に述べる実施形態と類似し得る又は異なり得る各種の形態を包含し得る。
【０００５】
第１の実施形態において、システムは、タービンシステムの運転に関連する１つ又は複

数の入力を受領し、タービンシステム用のランプ速度の組を１つ又は複数の入力に少なくとも部分的に基づいて導出し、ランプ速度の組からランプ速度を選択するように構成されたコントローラを含む。ランプ速度は可変ランプ速度を含む。コントローラは、選択されたランプ速度に基づいて出力信号を生成するように更に構成される。

【０００６】

第２の実施形態において、非一時的なコンピュータ可読媒体は、媒体上に記憶されたコードを有し、コードは、コントローラにタービンシステムの運転に関連する１つ又は複数の入力を受領させ、コントローラにタービンシステム用のランプ速度の組を１つ又は複数の入力に少なくとも部分的に基づいて導出させ、コントローラにランプ速度の組からランプ速度を選択させるための指令を含む。ランプ速度は可変ランプ速度を含む。コードは、コントローラに選択されたランプ速度に基づいて出力信号を生成させるための更なる指令を含む。

【０００７】

第３の実施形態において、システムは、ガスタービンシステムと、ガスタービンシステムに通信可能に接続されたコントローラとを含む。コントローラは、ガスタービンシステムの運転に関連する複数の入力を受領するように構成されたセレクタ装置を含む。複数の入力は、ガスタービンシステムのモデルベース運転パラメータの第１の組、及びガスタービンシステムの検知された運転パラメータの第２の組を含む。セレクタ装置は、ガスタービンシステム用の複数のランプ速度を複数の入力に基づいて導出するようにも構成される。複数のランプ速度は、ガスタービンシステムの各構成要素用の各々の最大容認可能なランプ速度を含む。セレクタ装置は、複数のランプ速度のうちの１つ又は複数のランプ速度を選択するように次いで構成される。コントローラは、選択された１つ又は複数のランプ速度を受領し、選択された１つ又は複数のランプ速度に基づいて出力信号を生成するように構成されたランプコントローラ装置も含む。

【０００８】

本発明のこれら及び他の特徴、態様並びに利点は、図面を通して同様の文字が同様の部品を表している添付図面を参照して以下の詳細な説明が読まれるときに、より良く理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本実施形態による、１つ又は複数の産業用機械を含む産業用システムの実施形態のブロック図である。

【図２】本実施形態による可変ランプ速度コントローラを含む、図１のシステムの実施形態の線図である。

【図３】図１の１つ又は複数の産業用機械用の可変ランプ速度を生成及び選択するのに役立つ、本実施形態によるプロセスの実施形態を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

本発明の１つ又は複数の特定の実施形態を以下に説明している。これらの実施形態の正確な説明を提供しようと努めているが、実際の実施の全ての特徴が本明細書に記述されていない場合がある。このような任意の実際の実施の開発においては、任意の工学又は設計プロジェクトの場合と同様に、システム関連及びビジネス関連の制約を準拠する等、実施により異なり得る開発者固有の目標を達成するために実施固有の多数の判断を行わなければならないことを理解されたい。また、このような開発努力は、複雑かつ時間を要し得るが、この開示の利益を受ける当業者にとっては設計、製作及び製造の日常的業務であることを理解されたい。

【００１１】

本発明の各種の実施形態の要素を導入するときに、冠詞「１つの（ａ）」、「１つの（ａｎ）」、「その（ｔｈｅ）」及び「前記（ｓａｉｄ）」は、その要素の１つ又は複数の存在を意味することを意図している。用語「備える（ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ）」、「含む

（ｉｎｃｌｕｄｉｎｇ）」及び「有する（ｈａｖｉｎｇ）」は、包含することを意図しており、列挙した要素以外の追加要素が存在し得ることを意図している。

【００１２】

本実施形態は、ガスタービンシステム等のターボ機械用の可変ランプ速度を生成及び選択するのに役立つランプ速度制御システムに関する。具体的に、ランプ速度制御システムは、リアルタイム検知された動作パラメータ（例えば、リアルタイム検知された速度、温度、トルクその他）、モデル化若しくは推定されたパラメータ（例えば、速度、温度、トルクその他の予測モデル）、及びガスタービンシステムの運転に関連する入力（例えばユーザ入力）を受領することにより働き始め得る。ランプ速度制御システムは、次いで、導出されたランプ速度の組からガスタービンシステムの負荷期間に亘ってランプ速度を動的に選択し得、その場合、選択されたランプ速度は、ガスタービンシステムの各構成要素に許容された、各時間インスタンスでの最大容認可能なランプ速度の最低値に基づき得る。このように、本技術は、ガスタービンシステムの高速ランピング及びガスタービンシステムの発電出力の可変制御を可能にし得る。実際に、例えば、センサ計測値、物理学ベースモデル、及び／又はオペレータ判断に基づく各種のデータ入力を使用することによって、本技術は、固定ランプ速度のみを利用して可能となる速度よりも速い速度でガスタービンシステムが最大負荷に到達することを可能にし得る。本明細書において、「ランプ速度」又は「負荷速度」は、単位時間当りに発電機械（例えば、ガスタービン、蒸気タービン、発電機その他）にかけられ得る負荷の量（例えば、送電又は配電グリッドへの電力出力、産業用機械への機械的発電出力、その他）を指し得る。例えば、ガスタービンシステム、蒸気タービンシステム、又は他の類似の発電システムの場合、「ランプ速度」又は「負荷速度」は、単位時間当りメガワット（ＭＷ）（例えばＭＷ／ｍｉｎ）の単位で計測され得る。本明細書に記述する技術は、熱回収蒸気発生（ＨＲＳＧ）システム、蒸気タービン、圧縮器その他等、他のターボ機械に適用可能であり得る。

【００１３】

前述したことをふまえて、図１に説明される例示的な産業用システム１０等、産業用システムの実施形態を記述することが有用であり得る。実際に、本実施形態は、（例えば図１に説明するような）ガスタービンシステムの例示に関して議論され得るが、産業用システム１０は、一部の実施形態において、蒸気タービンシステム、流体タービンシステム、１つ又は複数の圧縮器システム（例えば、航空転用圧縮器、往復動圧縮器、遠心圧縮器、軸流圧縮器、ねじ圧縮器その他）、１つ又は複数の電気モータシステム、例えば、ファン、押出機、送風機、遠心ポンプ、又は産業用プラント若しくは他の産業用施設に含まれ得る各種任意の他の産業用機械を含む産業用システムを含み得ることを理解されたい。更に理解されるように、本明細書において議論する技術は、前述した産業用機械のいずれか又は産業用機械の任意の組合せを監視及び制御するために使用されてもよい。

【００１４】

図１に説明するように、産業用システム１０は、ガスタービンシステム１２、監視制御システム１４、及び燃料供給システム１６を含み得る。ガスタービンシステム１２は、圧縮器２０、燃焼システム２２、燃料ノズル２４、タービン２６、及び排気セクション２８を含み得る。運転中、ガスタービンシステム１２は、空気３０を圧縮器２０に引き込み得、圧縮器は、次いで空気３０を圧縮し空気３０を（例えば、多数の燃焼器を含み得る）燃焼システム２２に移動させ得る。燃焼システム２２において、燃料ノズル２４（又は多数の燃料ノズル２４）は、圧縮空気３０と混ざり合って、例えば混合気を形成する、燃料を噴射し得る。

【００１５】

混合気は、燃焼システム２２において燃焼して高温燃焼ガスを発生させ、高温燃焼ガスは、タービン２６へと下流に流れてタービン２６の１つ又は複数のステージを駆動する。例えば、燃焼ガスは、タービン２６を通って移動してタービン２６のブレードの１つ又は複数のステージを駆動し、ブレードは、軸３２を回転駆動し得る。軸３２は、軸３２のトルクを使用して電気を作り出す発電機等の負荷３４に結合し得る。タービン２６を通過し

た後、高温燃焼ガスは、排気セクション２８を通って環境中に排ガス３６として発散し得る。排ガス３６は、二酸化炭素（$CO_2$）、一酸化炭素（ＣＯ）、窒素酸化物（$NO_x$）その他等のガスを含み得る。

【００１６】

幾つかの実施形態において、システム１０は、コントローラ３８、多数のセンサ４２、及びヒューマンマシンインターフェイス（ＨＭＩ）オペレータインターフェイス４４も含み得る。コントローラは、システム１０の構成要素を制御するのに適した１つ又は複数のアクチュエータ４３に通信可能に接続され得る。アクチュエータ４３は、システム１０の各種の構成要素を制御するのに適した、バルブ、スイッチ、ポジショナ、ポンプその他を含み得る。コントローラ３８は、センサ４２からデータを受領し得、圧縮器２０、燃焼器２２、タービン２６、排気セクション２８、負荷３４、その他を制御するために使用され得る。コントローラ３８は、アラーム信号、運転情報信号、又は他の通知をＨＭＩオペレータインターフェイス４４に出力し得る。ＨＭＩオペレータインターフェイス４４は、コントローラ３８に提供され得るオペレータ入力を受領するために使用され得る。更に理解されるように、センサ４２のデータ及びＨＭＩオペレータインターフェイス４４を介して受領された入力に応答して、コントローラ３８は、タービン２６用の１つ又は複数のモデルベースランプ速度を導出して、例えばタービン２６の公称又は固定ランプ速度よりも速いより高い速度をタービン２６に可能にもし得る。このことは、タービン２６の運転効率（例えば燃料効率）、ひいては産業用システム１０の運転効率を増加させ得る。

【００１７】

幾つかの実施形態において、ＨＭＩオペレータインターフェイス４４は、１つ又は複数のコンピュータシステムにより実行可能であり得、コンピュータシステムは、ＨＭＩオペレータインターフェイス４４を介して産業用システム１０とインターフェイスするためにプラントオペレータにより使用され得る。これにより、ＨＭＩオペレータインターフェイス４４は、プラントオペレータがコマンド（例えば、制御及び／又は運転コマンド）をコントローラ３８に提供して、運転情報をコントローラ３８から又はセンサ４２から直接受領し得るように、各種の入出力装置（例えば、マウス、キーボード、モニタ、タッチスクリーン、又は他の適した入力及び／又は出力装置）を含み得る。同様に、コントローラ３８は、例えば、１つ又は複数のアクチュエータ、バルブ、トランスデューサその他等、産業用システム１０の構成要素（例えば、圧縮器２０、タービン２６、燃焼器２２、負荷３４その他）に接続された１つ又は複数の最終制御要素の制御を担当し得る。

【００１８】

幾つかの実施形態において、センサ４２は、例えば、圧縮器２０の圧力及び温度、タービン２６の速度及び温度、圧縮器２０及びタービン２６の振動、排ガス３６中の$CO_2$レベル、燃料３１中の炭素含有量、燃料３１の温度、圧縮器２０及びタービン２６の温度、圧力、クリアランス（例えば、圧縮器２０とタービン２６の間及び／又は産業用システム１０内に含まれ得る他の静止構成要素及び／又は回転構成要素の間の距離）、フレーム温度又は強度、振動、燃焼ダイナミクス（例えば、圧力、フレーム強度その他の変動）、負荷３４からの負荷データ、その他を含む各種の運転データをコントローラ３８に提供するのに役立つ各種任意のセンサであり得る。一部の実施形態において、コントローラ３８は、センサ４２から受領されたデータを使用して、１つ又は複数のランプ速度モデル及び／又はランプ速度設定値を生成して、ガスタービンシステム１２のランプ速度及び／又は負荷速度を能動的に制御し得る。例えば、一実施形態において、コントローラ３８は、ガスタービンシステム１２用の１つ又は複数のランプ速度モデル及び／又はランプ速度設定値を生成するための指令をプログラム可能に組み込まれ得る。コントローラ３８は、次いで、例えば、選択されたランプ速度に基づいて出力信号を生成することによって、ランプ速度を適用して制御システム１０及びその構成要素を制御し得る。出力信号は、燃料流、酸化剤流（例えば空気３０）の調節、入口ガイドベーン角度の変更その他のために、１つ又は複数のアクチュエータ４３に通信され得る。

【００１９】

幾つかの実施形態において、例えば、ガスタービンシステム１２の公称又は固定ランプ速度よりも高い速度（例えば、固定ランプ速度とは対照的に調節可能な又は可変のランプ速度）でガスタービンシステム１２をランピングさせることを可能にするために、コントローラ３８は、モデルベースの１つ又は複数のランプ速度を導出してガスタービンシステム１２用のランプパラメータを導出し得る。例えば、図２に説明するように、コントローラ３８はセレクタ５２を含み得る。セレクタ５２は、ガスタービンシステム１２の運転に関する各種の入力（例えば、センサ４２からの計測値、ガスタービンシステム１２の運転パラメータのモデルベース制御［ＭＢＣ］モデル、オペレータ又はユーザ入力その他）を受領してランプ速度に基づくガスタービンシステム１２用のランプ速度（例えば可変ランプ速度）を選択するために使用され得る、マルチプレクサ（ＭＵＸ）又は他の選択装置を含み得る。

【００２０】

例えば、幾つかの実施形態において、図２に更に示すように、セレクタ５２はオペレータ入力５４を受領し得る。オペレータ入力５４は、職員（例えば、エンジニア、フィールド技術者、オペレータその他）によるＨＭＩオペレータインターフェイス４４を介したデータ入力を含み得る。例えば、オペレータは、例えば、圧縮器２０、燃焼器２２、タービン２６、及び／又はガスタービンシステム１２の一部として含まれ得る他の構成要素の人間観察に基づき得るデータをセレクタ５２に入力し得る。同様に、セレクタ５２は、例えば、最大可能ランプ速度入力５６、並びに下定量ランプ速度入力５８及び上定量ランプ速度入力６０等、多数の定数入力を受領し得る。具体的に、最大可能ランプ速度入力５６は、個々のタービン２６用、産業用システム１０内に含まれ得る幾つかの他のタービン２６用の（例えば、エンジニアリング仕様に基づいて決定される）最大動作ランプ速度、又は他の実施形態において、ガスタービンシステム１２の各構成要素用の最大動作ランプ速度を表し得る。

【００２１】

同様に、下定量ランプ速度入力５８は、ガスタービンシステム１２のランプ速度の下限（例えばユーザ設定可能値）を表し得る、一方、上定量ランプ速度入力６０は、ガスタービンシステム１２のランプ速度の上限（例えば、最大可能ランプ速度入力５６の値よりも低くてもよいユーザ設定可能値）を表し得る。更に説明するように、スイッチブロック６２は、例えば事象検出パラメータ入力６４に基づいて、下定量ランプ速度入力５８と上定量ランプ速度入力６０の間をトグルするために設けられ得る。幾つかの実施形態において、スイッチブロック６２は、ランプ速度を切替えるときにより適当な過渡運転を可能にし得る、例えば、ヒステリシス、不感帯、遷移時間その他等の追加論理を含み得る。事象検出パラメータ入力６４は、例えば、圧縮器２０及びタービン２６に関する電気故障状態、過電圧状態、過速度及び／又は過負荷状態、燃焼器２２に関する希薄吹消（ＬＢＯ）状態、燃焼器２２によるモード移行（例えば、希薄－希薄モード移行、予混合モード移行）、或いはコントローラ３８により検出され得る各種任意の運転事象を示す入力を含み得る。

【００２２】

幾つかの実施形態において、更に説明するように、セレクタ５２は、モデルベースのガスタービンシステム１２の運転パラメータ入力６６及びモデルベースのガスタービン２６の運転パラメータ入力６８（例えば、速度、トルク、温度、圧力、振動その他の予測モデル）も受領し得る。一部の実施形態において、コントローラ３８は、１つ又は複数の物理学ベースモデルに基づいてモデルベース運転パラメータ入力６６及びモデルベースのタービン２６の運転パラメータ入力６８を導出して、例えば、ガスタービンシステム１２の発電出力、及び／又はガスタービンシステム１２の一部として含まれ得る他の構成要素（例えば、圧縮器２０、燃焼器２２、タービン２６）に対する全ての寄与を推定する１つ又は複数のリアルタイム運転境界モデル（例えば、温度、圧力、流体流、物質流、燃料タイプ、酸化剤タイプその他等の、システム１０の制約に基づく境界条件を有する微分方程式モデル）を導出し得る。コントローラ３８は、次いでモデルベース運転パラメータ入力６６及びガスタービンシステム１２のモデルベース運転パラメータ入力６８を使用して、ガス

タービンシステム１２用及び／又はガスタービンシステム１２の各個々の構成要素用の容認可能又は許容可能なランプ速度の１つ又は複数のランプ速度モデル７０を導出し得る。例えば、ランプ速度モデル７０は、例えば、低サイクル疲労（ＬＣＦ）寿命予測モデル、計算流体力学（ＣＦＤ）モデル、有限要素解析（ＦＥＡ）モデル、ソリッドモデル（例えば、パラメトリック及び非パラメトリックモデリング）、３次元（３Ｄ）から２次元（２Ｄ）へのＦＥＡマッピングモデル、或いはガスタービンシステム１２及び／又は産業用システム１０の他の構成要素の容認可能又は許容可能なランプ速度をモデル化するために使用され得る他の物理学ベースモデル等の、物理学ベースモデルを含み得る。

【００２３】

更に示すように、セレクタ５２は、スケジューリングパラメータ７２も受領し得、スケジューリングパラメータは、ランプ速度スケジューリングブロック７４（例えば計算ブロック）に提供され得る。スケジューリングパラメータ７２は、例えば、より高い又は可変のランプ速度により限定され得る、ガスタービンシステム１２の候補領域及び／又はその内部の候補領域を含み得る、ガスタービンシステム１２の１つ又は複数の運転スケジュールを特定するために、ランプ速度スケジューリングブロック７４により利用され得る。具体的に、ランプ速度スケジューリングブロック７４は、ガスタービンシステム１２用の（例えば、固定ランプ速度と比較されるような）可変ランプ速度を導出及びスケジューリングし得、ひいてはガスタービンシステム１２の発電出力を制御し得る。実際に、ランプ速度スケジューリングブロック７４は、ガスタービンシステム１２の各構成要素（例えば、圧縮器２０、燃焼器２２、タービン２６その他）により各時間インスタンスで容認可能又は許容可能である、例えば最小運転パラメータ（例えば、速度、トルク、温度、圧力、振動その他）に基づいてガスタービンシステム１２の発電出力の増加を遅くすることを含み得る、可変ランプ速度を生成し得る。よって、ランプ速度スケジューリングブロック７４により生成された可変ランプ速度は、固定ランプ速度を利用して可能となり得るよりも速い速度でガスタービンシステム１２が最大負荷（例えば、凡そ８０％～１００％の負荷）に到達することを可能にし得る。

【００２４】

更に説明するように、セレクタ５２は、フィードバックパラメータ入力７８により減算されてエラー信号を作り出し得る基準パラメータ入力７６も受領し得る。エラー信号は、次いでコントローラ８０（例えばマイクロコントローラ）に提供され、次いでセレクタ５２に渡され得る。具体的に、基準パラメータ入力７６及びフィードバックパラメータ入力７８は、タービン２６、及び／又はガスタービンシステム１２の一部として含まれ得る他の構成要素のリアルタイム制御（例えばチューニング）を実施するために使用され得る。例えば、基準パラメータ入力７６及びフィードバックパラメータ入力７８は、非限定的に、計測値、予測値、推定値、モデル、スケジュールその他を含み得る。

【００２５】

幾つかの実施形態において、各種の入力（例えば、オペレータ入力５４、最大可能ランプ速度入力５６、事象検出パラメータ入力６４、産業形態に基づく運転パラメータ入力６６、ガスタービンシステム１２のモデルベース運転パラメータ入力６８、スケジューリングパラメータ７２その他）に基づいて、セレクタ５２は、例えば、圧縮器２０、燃焼器２２、タービン２６、及び／又はガスタービンシステム１２の一部として含まれ得る他の構成要素により物理的に許容可能又は容認可能である（例えば、エンジニアリング仕様に基づいて決定される）最大ランプ速度の最低値に基づいて、１つ又は複数の期間に亘って変動し得る、ガスタービンシステム１２用の適当なランプ速度を（例えば、動的かつ可変的に）選択し得る。セレクタ５２は、次いで、選択された最大ランプ速度をランプコントローラ８４に提供し得、ランプコントローラは、現在検知されるリアルタイムのガスタービンシステム１２の運転パラメータ入力８２（例えば、速度、温度、トルク、圧力、振動、公称ランプ速度その他）も直接入力として受領し得る。

【００２６】

選択された最大ランプ速度及びリアルタイムのガスタービンシステム１２の運転パラメ

ータ入力８２に基づいて、ランプコントローラ８４は、次いで燃料流コマンド値を生成し得、コマンド値は、次いで、ガスタービンシステム１２に接続されてガスタービンシステム１２への燃料流を調節し得、ひいてはガスタービンシステム１２のランプ速度及び発電出力を能動的かつ可変的に制御し得る、１つ又は複数の制御エフェクタ（例えば、アクチュエータ４３その他）に出力され得る。このように、本技術は、ガスタービンシステムの高速ランピング及びガスタービンシステムの発電出力の可変制御を可能にし得る。実際に、例えば、センサ計測値、物理学ベースモデル、及び／又はオペレータ若しくは工学的判断に基づく各種のデータ入力を使用することによって、本技術は、固定ランプ速度のみを利用して可能となり得る速度よりも速い速度でガスタービンシステムが最大負荷に到達することを可能にし得る。

【００２７】

ここに開示する技術の例として、１つ又は複数の実施形態において、燃焼器２２は、例えば、燃焼モード移行（例えば、希薄－希薄モード移行、予混合モード移行）の後に、ランプ速度が数秒（例えば、凡そ０．１秒～５秒）に亘って限定されることを要求し得る。コントローラ３８は、タービン２６の加速を開始するために燃料流コマンド及び／又はランプ速度コマンドを提供し得る。次いで、燃焼モード移行が要求されたことをコントローラ３８が特定し得ると、セレクタ５２は、これらの運転状態に適当な（例えば、許容可能又は容認可能な）最大ランプ速度を選択してランプ速度コントローラ８４に提供し得る。コントローラ３８は、次いで、燃焼モード移行が完了したこと、並びにタービン２６及び／又はガスタービンシステム１２の他の構成要素が、より高い（例えば、より速い）ランプ速度を可能にするのに十分に安定したことをコントローラ３８が検出するまで、より低いランプ速度を維持し得る。前述した条件が満たされたことをコントローラ３８が検出すると、セレクタ５２は、より高い最大ランプ速度を選択してランプ速度コントローラ８４に提供し得、よって、より高いランプ速度がタービン２６及び／又はガスタービンシステム１２の他の構成要素により達成されることを可能にし得る。よって、前記したように、本技術は、固定ランプ速度のみを利用しても入手できない、ガスタービンシステム１２の高速ランピング及びガスタービンシステム１２の発電出力の可変制御を可能にし得る。

【００２８】

図３に移ると、例えば、図１に示した産業用システム１０に含まれるコントローラ３８を使用することによって、ガスタービンシステム用の可変ランプ速度を負荷時に生成及び選択するのに役立つプロセス８６の実施形態を説明するフローチャートが提示されている。プロセス８６は、非一時的な機械可読媒体（例えばメモリ）に記憶され、例えば、コントローラ３８に含まれる１つ又は複数のプロセッサにより実行される、コード又は指令を含み得る。プロセス８６は、コントローラ３８がタービンシステムの動作パラメータ及び入力を受領すること（ブロック８８）により始まり得る。例えば、前に議論したように、コントローラ３８は、ガスタービンシステム１２の検知された動作パラメータ、及び、例えば、オペレータ入力５４、最大可能ランプ速度入力５６、事象検出パラメータ入力６４、モデルベース運転パラメータ入力６６、ガスタービンシステム１２のモデルベース運転パラメータ入力６８、スケジューリングパラメータ７２その他を含む、各種の入力を受領し得る。

【００２９】

プロセス８６は、次いで、コントローラ３８がガスタービンシステム１２の動作パラメータ及び受領された入力に基づいてタービン制御ランプ速度の組を導出すること（ブロック９０）により継続し得る。例えば、前に議論したように、コントローラ３８は、ガスタービンシステム１２用の１つ又は複数のモデルベースランプ速度を導出して、ガスタービンシステム１２が、例えばガスタービンシステム１２の公称又は固定ランプ速度よりも速い速度で負荷をかけることを可能にする。プロセス８６は、次いで、コントローラ３８が、タービンシステムの各構成要素に許容された最大ランプ速度の最低値に基づいて、導出されたランプ速度の組からランプ速度を選択すること（ブロック９２）により継続し得る。例えば、コントローラ３８のセレクタ５２は、例えば、圧縮器２０、燃焼器２２、ター

ビン２６、及び／又はガスタービンシステム１２の一部として含まれ得る他の構成要素により物理的に容認可能又は許容可能な（例えば、エンジニアリング仕様に基づいて決定される）最大ランプ速度の最低値に基づいて、負荷時の各時間インスタンスでガスタービンシステム１２用の適当なランプ速度を選択し得る。

【００３０】

プロセス８６は、次いで、選択されたランプ速度パラメータをコントローラ３８がタービンシステムに提供すること（ブロック９４）により継続し得る。例えば、選択された最大ランプ速度及びリアルタイム検知されたガスタービンシステム１２の運転パラメータ入力８２に基づいて、コントローラ３８のランプコントローラ８４は、次いで燃料流コマンド値を生成し得る。プロセス８６は、次いで、コントローラ３８が燃料流コマンド値命令を提供して、ガスタービンシステム１２への燃料流を調節するためにガスタービンシステム１２に接続され得、ひいてはガスタービンシステム１２のランプ速度及び発電出力を能動的かつ可変的に制御し得る、１つ又は複数の制御エフェクタ（例えば、アクチュエータ４３その他）を調節すること（ブロック９６）により完結し得る。他の生成される信号（ブロック９６）は、酸化剤（例えば空気３０）流、入口ガイドベーン角度その他を調節し得る。

【００３１】

本実施形態の技術的効果は、ガスタービンシステム用の可変ランプ速度を生成及び選択するのに役立つランプ速度制御システムに関する。具体的に、ランプ速度制御システムは、リアルタイム検知された動作パラメータ（例えば、リアルタイム検知された速度、温度、トルクその他）、モデルベース制御（ＭＢＣ）パラメータ（例えば、速度、温度、トルクその他の予測モデル）、及びガスタービンシステムの運転に関連する入力（例えばユーザ入力）を受領することにより始まり得る。ランプ速度制御システムは、次いで、導出されたランプ速度の組からガスタービンシステムの負荷期間に亘ってランプ速度を動的に選択し得、選択されたランプ速度は、ガスタービンシステムの各構成要素に許容された最大容認可能なランプ速度の最低値に基づき得る。

【００３２】

この明細書は、ベストモードを含めて、本発明を開示するために、並びに、任意の装置若しくはシステムの製作及び使用、組み込まれた任意の方法の実施を含めて当業者が本発明を実践することも可能にするために例示を用いている。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲により規定されており、当業者が思い付く他の例を含み得る。そのような他の例は、特許請求の範囲の文言とは相違しない構成要素を有する場合、又は、特許請求の範囲の文言と実質的に相違しない均等な構成要素を含む場合、特許請求の範囲内であることを意図している。

【符号の説明】

【００３３】

１０　産業用システム、制御システム

１２　ガスタービンシステム

１４　監視制御システム

１６　燃料供給システム

２０　圧縮器

２２　燃焼システム、燃焼器

２４　燃料ノズル

２６　タービン

２８　排気セクション

３０　空気

３１　燃料

３２　軸

３４　負荷

３６　排ガス

３８　コントローラ

４２　センサ

４３　アクチュエータ

４４　ヒューマンマシンインターフェイス（ＨＭＩ）オペレータインターフェイス

５２　セレクタ

５４　オペレータ入力

５６　最大可能ランプ速度入力

５８　下定量ランプ速度入力

６０　上定量ランプ速度入力

６２　スイッチブロック

６４　事象検出パラメータ入力

６６　モデルベース運転パラメータ入力

６８　モデルベース運転パラメータ入力

７０　ランプ速度モデル

７２　スケジューリングパラメータ

７４　ランプ速度スケジューリングブロック

７６　基準パラメータ入力

７８　フィードバックパラメータ入力

８０　コントローラ

８２　リアルタイム運転パラメータ入力

８４　ランプコントローラ、ランプ速度コントローラ

８６　ブロック

８８　ブロック

９０　ブロック

９２　ブロック

９４　ブロック
９６　ブロック

【図１】

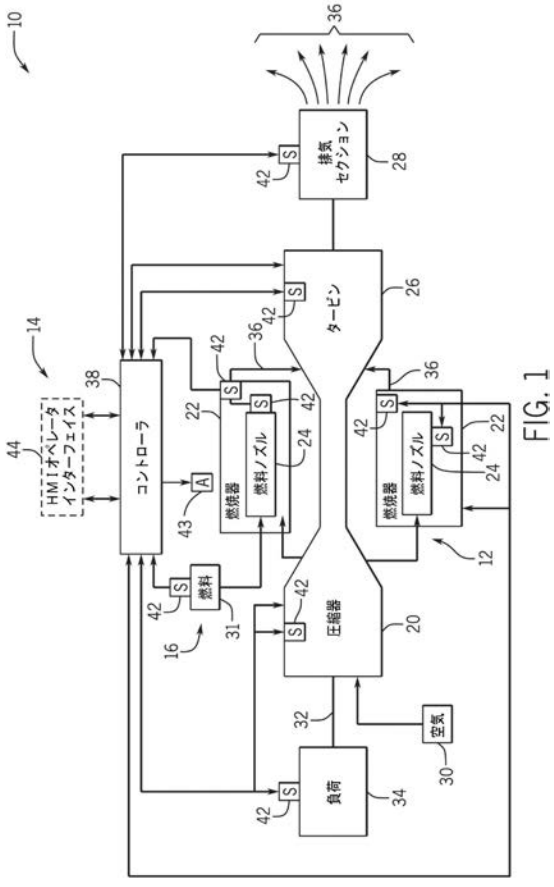



FIG. 1

【図２】

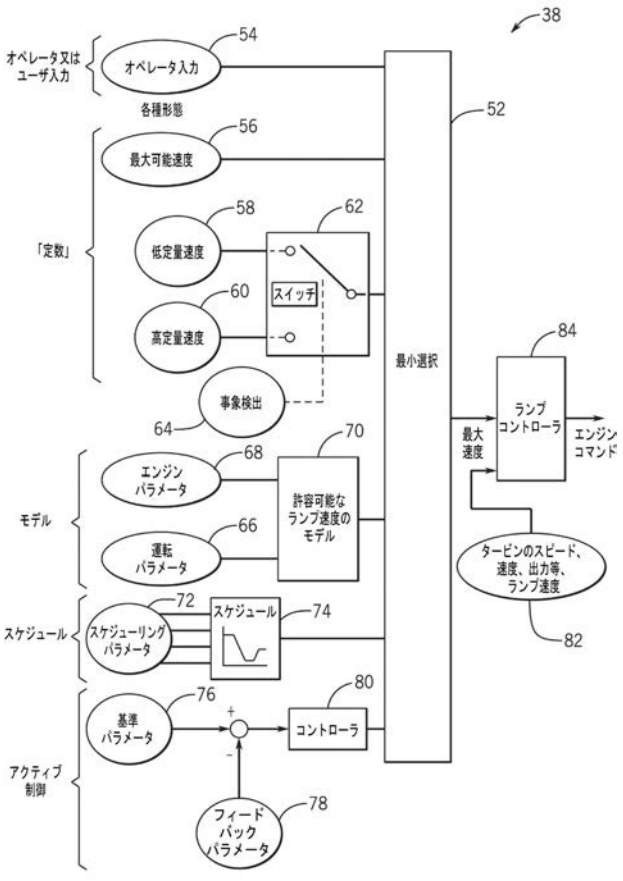



FIG. 2

【図３】

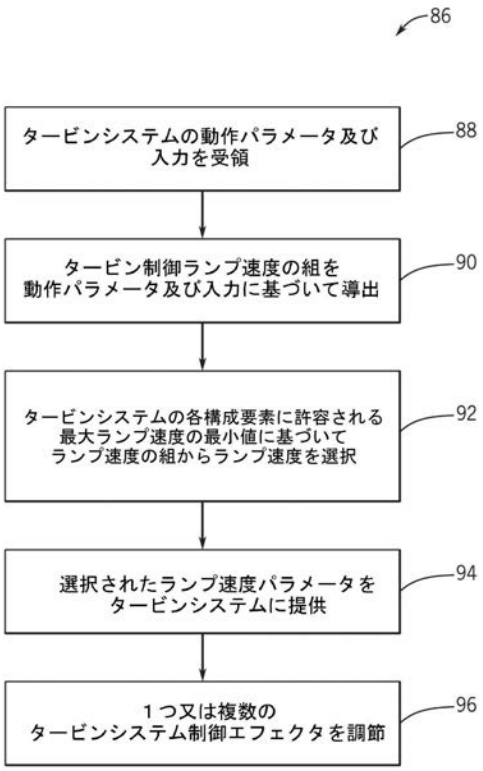

86
タービンシステムの動作パラメータ及び入力を受領
88
タービン制御ランプ速度の組を動作パラメータ及び入力に基づいて導出
90
タービンシステムの各構成要素に許容される最大ランプ速度の最小値に基づいてランプ速度の組からランプ速度を選択
92
選択されたランプ速度パラメータをタービンシステムに提供
94
１つ又は複数のタービンシステム制御エフェクタを調節
96

FIG. 3

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | ＦＩ | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|
| | Ｆ０１Ｄ | 19/00 Ｒ | |

(72)発明者　ペイジ・マリー・ソプシク
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５、グリーンビル、ガーリントン・ロード、３００
(72)発明者　ウィリアム・フォレスター・シーリー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５、グリーンビル、ガーリントン・ロード、３００
(72)発明者　ジェイソン・ディーン・フラー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５、グリーンビル、ガーリントン・ロード、３００
(72)発明者　ダニエル・リチャード・ウォー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５、グリーンビル、ガーリントン・ロード、３００

Ｆターム(参考) 3G071 AA01 AB01 BA04 CA01 FA01 GA04 HA02 JA02

【外国語明細書】
2016125497000001.pdf