

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6310949号  
(P6310949)

(45) 発行日 平成30年4月11日 (2018. 4. 11)

(24) 登録日 平成30年3月23日 (2018. 3. 23)

(51) Int. Cl.

F I

FO2C 9/00 (2006.01)  
FO2C 9/28 (2006.01)  
FO2C 9/54 (2006.01)  
FO2C 7/042 (2006.01)  
FO1D 25/00 (2006.01)

FO2C 9/00 A  
FO2C 9/00 B  
FO2C 9/28 C  
FO2C 9/54  
FO2C 7/042

請求項の数 20 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-561342 (P2015-561342)  
(86) (22) 出願日 平成26年1月24日 (2014. 1. 24)  
(65) 公表番号 特表2016-512294 (P2016-512294A)  
(43) 公表日 平成28年4月25日 (2016. 4. 25)  
(86) 国際出願番号 PCT/US2014/012886  
(87) 国際公開番号 W02014/137505  
(87) 国際公開日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)  
審査請求日 平成29年1月18日 (2017. 1. 18)  
(31) 優先権主張番号 13/791, 765  
(32) 優先日 平成25年3月8日 (2013. 3. 8)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542  
ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123  
45、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】 ガスタービンの性能を改善するためのオンライン増強

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

システム ( 1 0 ) であって、  
ターボ機械の劣化を経時的にモデル化するように構成されているターボ機械劣化モデル  
を格納するメモリ ( 3 7 ) と、  
前記メモリ ( 3 7 ) に通信可能に結合されており、フィードバック信号及び前記ターボ  
機械劣化モデルに基づいて前記ターボ機械を制御するように構成されているコントローラ  
( 3 8 ) と、  
を備え、  
前記ターボ機械劣化モデルは、前記ターボ機械を物理的にシミュレートした物理ベース  
モデルを有し、前記ターボ機械の効率の損失を予測するように構成され、  
前記ターボ機械劣化モデルは、前記ターボ機械のモデル化電力を推定することによって  
制御パラメータを導出するために目標電力 ( 6 6 ) を使用するように構成されており、  
前記コントローラ ( 3 8 ) は、前記ターボ機械を制御するために前記制御パラメータを  
使用するように構成されており、  
前記目標電力は、前記ターボ機械により生成される選択された所望の電力を含む、  
システム ( 1 0 ) 。

【請求項 2】

前記コントローラ ( 3 8 ) は、前記制御パラメータを燃料ストローク基準 ( F S R ) シ  
ステム調整 ( 1 1 6 ) 、入口案内翼 ( I G V ) システム調整 ( 1 1 8 ) 、入口抽気熱 ( I

B H) システム調整 ( 1 2 0 )、燃料タイプシステム調整、又はこれらの組み合わせに変換し、前記ターボ機械の制御のために、前記 F S R システム調整 ( 1 1 6 )、前記 I G V システム調整 ( 1 1 8 )、前記 I B H システム調整 ( 1 2 0 )、前記燃料タイプシステム調整、又はこれらの組み合わせを使用するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム ( 1 0 )。

【請求項 3】

前記制御パラメータは、燃焼温度、入口案内翼 ( I G V ) 角度、燃焼器温度上昇、排気温度、又はこれらの組み合わせを含む、請求項 1 または 2 に記載のシステム ( 1 0 )。

【請求項 4】

前記ターボ機械劣化モデルは、前記ターボ機械の前記モデル化電力及びモデル化熱消費率を推定することによって前記制御パラメータを導出するために目標熱消費率 ( 6 8 ) 及び前記目標電力 ( 6 6 ) を使用するように構成されている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のシステム ( 1 0 )。

10

【請求項 5】

前記コントローラ ( 3 8 ) は、前記ターボ機械の構成要素の推定寿命に基づいて前記ターボ機械の前記構成要素の優先順位リストを導出し、前記ターボ機械の制御中に前記優先順位リストを使用するための保守モード、前記ターボ機械によって生成される少なくとも 1 つの排出タイプを低減するための排出モード、前記ターボ機械の燃料消費量の低減を優先するための燃料節約モード、前記ターボ機械による所望の範囲の電力の生成を優先する電力生成モード、又はそれらの組み合わせを使用するように構成されている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のシステム ( 1 0 )。

20

【請求項 6】

前記コントローラ ( 3 8 ) に通信可能に結合されており、前記保守モード、前記排出モード、前記燃料節約モード、前記電力生成モード、又はそれらの組み合わせのための 1 つ又は複数のオプションを選択するように構成されている複数のグラフィカル制御を有するグラフィカルユーザインターフェース ( 7 0 ) を備える、請求項 5 に記載のシステム ( 1 0 )。

【請求項 7】

前記ターボ機械劣化モデルは、機能停止までの時間の制約、排出制約、燃料コスト制約、メンテナンス間隔制約、規制制約、経済的な制約、又はそれらの組み合わせを含む複数の制約を実質的に満たすように構成されている、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のシステム ( 1 0 )。

30

【請求項 8】

前記ターボ機械劣化モデルは、物理ベースモデル、統計モデル、ヒューリスティックモデル、又はそれらの組み合わせを含む、請求項 1 から 7 のいずれかに記載のシステム ( 1 0 )。

【請求項 9】

前記ターボ機械が、ガスタービン、蒸気タービン、ハイドロタービン、風力タービン、又はそれらの組み合わせを含む、請求項 1 から 8 のいずれかに記載のシステム ( 1 0 )。

【請求項 10】

40

前記コントローラ ( 3 8 ) に通信可能に結合されており、前記フィードバック信号を送信するように構成されているセンサ ( 4 2 ) を備え、前記フィードバック信号は、測定された電力、測定された熱消費率、又はこれらの組み合わせを表す、請求項 1 から 9 のいずれかに記載のシステム ( 1 0 )。

【請求項 11】

ターボ機械劣化モデルをメモリ ( 3 7 ) に格納するステップ ( 1 5 2 ) であって、前記ターボ機械劣化モデルは、ターボ機械の劣化を経時的にモデル化するように構成されている、格納するステップ ( 1 5 2 ) と、

1 つ又は複数のセンサ ( 3 7 ) からフィードバック信号を受信するステップ ( 1 5 4 ) と、

50

目標電力（６６）を受信するステップ（１５６）と、  
前記ターボ機械劣化モデル及び前記目標電力（６６）を使用して前記ターボ機械のモデル化電力を推定することによって制御パラメータを導出するステップ（１５８）と、  
前記制御パラメータをモデル化調整に変換するステップ（１６４）と、  
前記モデル化調整を使用して前記ターボ機械を制御するステップ（１６６）と、  
を含み、  
前記ターボ機械劣化モデルは、前記ターボ機械を物理的にシミュレートした物理ベースモデルを有し、前記ターボ機械の効率の損失を予測するように構成され、  
前記目標電力は、前記ターボ機械により生成される選択された所望の電力を含む、  
方法。

10

**【請求項１２】**

前記制御パラメータを変換するステップ（１６４）は、前記制御パラメータを、燃料ストローク基準（FSR）システム調整（１１６）、入口案内翼（IGV）システム調整（１１８）、入口抽気熱（IBH）システム調整（１２０）、燃料タイプシステム調整、又はそれらの組み合わせに変換するステップを含み、前記ターボ機械を制御するステップ（１６６）は、前記FSRシステム調整（１１６）、前記IGVシステム調整（１１８）、前記IBHシステム調整（１２０）、前記燃料タイプシステム調整、又はそれらの組み合わせを使用するステップを含む、請求項１１に記載の方法。

**【請求項１３】**

前記ターボ機械を制御し、モデル予測グラフィカルユーザインターフェース（７０）を提供するためのオンライン増強のためのモデル予測コントローラを使用するステップを含む、請求項１１または１２に記載の方法。

20

**【請求項１４】**

前記ターボ機械の１つ又は複数の構成要素のオンライン時間の期間を追跡するステップ（１６０）と、  
前記追跡されたオンライン時間及び前記ターボ機械劣化モデルに少なくとも部分的に基づいて前記制御パラメータを調整するステップ（１６２）と、  
を含む、請求項１１から１３のいずれかに記載の方法。

**【請求項１５】**

前記１つ又は複数の構成要素がメンテナンスを受ける又は交換された後に前記オンライン時間の期間をリセットすることを含む、請求項１４に記載の方法。

30

**【請求項１６】**

コントローラ（３８）であって、  
少なくとも１つのプロセッサ（３９）を備え、前記少なくとも１つのプロセッサ（３９）は、前記コントローラ（３８）に、  
メモリ（３７）内のターボ機械劣化モデルにアクセスさせ、前記ターボ機械劣化モデルは、ターボ機械の劣化を経時的にモデル化するように構成されており、  
１つ又は複数のセンサ（３７）からフィードバック信号を受信させ、  
目標電力（６６）を受信させ、  
前記ターボ機械劣化モデル及び前記目標電力（６６）を使用して前記ターボ機械のモデル化電力を推定することによって制御パラメータを導出させ、  
前記制御パラメータをモデル化調整に変換させ、  
前記モデル化調整を使用して前記ターボ機械を制御させるように構成されている命令を実行するように適合され、  
前記ターボ機械劣化モデルは、前記ターボ機械を物理的にシミュレートした物理ベースモデルを有し、前記ターボ機械の効率の損失を予測するように構成され、  
前記目標電力は、前記ターボ機械により生成される選択された所望の電力を含む、  
コントローラ（３８）。

40

**【請求項１７】**

前記制御パラメータは、燃焼温度、入口案内翼（IGV）角度、燃焼器温度上昇、排気

50

温度、又はこれらの組み合わせを含む、請求項 16 に記載のコントローラ (38)。

【請求項 18】

前記制御パラメータを変換するステップ (164) は、前記制御パラメータを、燃料ストローク基準 (FSR) システム調整 (116)、入口案内翼 (IGV) システム調整 (118)、入口抽気熱 (IBH) システム調整 (120)、燃料タイプシステム調整、又はそれらの組み合わせに変換するステップを含み、前記ターボ機械を制御するステップ (166) は、前記 FSR システム調整 (116)、前記 IGV システム調整 (118)、前記 IBH システム調整 (120)、前記燃料タイプシステム調整、又はそれらの組み合わせを使用するステップを含む、請求項 17 に記載のコントローラ (38)。

【請求項 19】

前記命令は、前記ターボ機械の構成要素の推定寿命に基づいて前記ターボ機械の前記構成要素の優先順位リストを導出し、前記ターボ機械の制御中に前記優先順位リストを使用するための保守モード、前記ターボ機械によって生成される少なくとも 1 つの排出タイプを低減するための排出モード、前記ターボ機械の燃料消費量の低減を優先するための燃料節約モード、若しくは、前記ターボ機械による所望の範囲の電力の生成を優先する電力生成モード、又はそれらの組み合わせを使用するように構成されている、請求項 18 に記載のコントローラ (38)。

【請求項 20】

前記命令は、前記プロセッサ (39) に結合されているグラフィカルユーザインターフェース (70) を介して、前記保守モード、前記排出モード、前記燃料節約モード、前記電力生成モード、又はそれらの組み合わせのための 1 つ又は複数のオプションを選択するように構成されている複数のグラフィカル制御を表示するように構成されている、請求項 19 に記載のコントローラ (38)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で開示される主題は、概してタービンエンジンに関し、より具体的には、特定のタービン運転目標を優先順位付けするためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

タービンエンジンは一般的に、圧縮機、燃焼器、及びタービンを含む。圧縮機は、空気取入口から空気を圧縮し、続いて圧縮空気を燃焼器へと導く。燃焼器内で、圧縮機から受け取られた圧縮空気が、燃料と混合されて、燃焼ガスを生成するために燃焼される。燃焼ガスはタービンに導かれる。タービン内で、燃焼ガスは、タービンブレードに対して及びその周囲を流れ、これによりタービン及び任意の外部負荷の回転を駆動する。外部負荷は、発電機を含む場合がある。タービンエンジンが動作するにつれて、構成要素が劣化及び/又は汚染し、結果としてシステムの寿命にわたって性能が低下する可能性がある。性能低下は、タービンエンジンの出力及び/又は効率並びに稼働費用の増大の形態をとる場合がある。

【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 2011/265487 号明細書

【発明の概要】

【0004】

一実施形態において、システムは、時間の経過と共にターボ機械の劣化をモデル化するように構成されたターボ機械劣化モデルを格納するメモリを含む。システムはまた、メモリに通信可能に結合されており、フィードバック信号及びターボ機械劣化モデルに基づいてターボ機械を制御するように構成されているコントローラをも含む。その上、ターボ機

械劣化モデルは、ターボ機械のモデル化電力を推定することによって制御パラメータを導出するために目標電力を使用するように構成されている。更に、コントローラは、ターボ機械を制御するために制御パラメータを使用するように構成される。

【 0 0 0 5 】

別の実施形態において、方法は、ターボ機械劣化モデルをメモリ内に格納することを含む。ターボ機械劣化モデルは、ターボ機械の劣化を経時的にモデル化するように構成されている。方法はまた、1つ又は複数のセンサからフィードバック信号を受信することを含む。方法は、目標電力を受信することを更に含む。加えて、本方法は、ターボ機械劣化モデル及び目標電力を使用してターボ機械のモデル化電力を推定することによって、制御パラメータを導出することを含む。方法はまた、制御パラメータをモデル化調整に変換することをも含む。更に、本方法は、モデル化調整を使用してターボ機械を制御することを含む。

10

【 0 0 0 6 】

別の実施形態において、コントローラは、少なくとも1つのプロセッサと、持続性コンピュータ可読媒体に格納されている命令とを含む。命令は、コントローラに、メモリ中のターボ機械劣化モデルにアクセスさせ、ターボ機械劣化モデルは、ターボ機械の劣化を経時的にモデル化するように構成されている。命令はまた、コントローラに、1つ又は複数のセンサからのフィードバック信号及び目標電力を受信させる。加えて、命令は、コントローラに、ターボ機械劣化モデル及び目標電力を使用してターボ機械のモデル化電力を推定することによって、制御パラメータを導出させる。命令は更に、コントローラに、制御パラメータをモデル化調整に変換させる。更に、命令は、コントローラに、モデル化調整を使用してターボ機械を制御させる。

20

【 0 0 0 7 】

本開示のこれらの及び他の特徴、態様、及び利点は、添付の図面を参照しながら以下の詳細な説明を読むとより良好に理解されることとなり、図面において、同様の参照符号は図面全体を通じて同様の部分を表す。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図1】タービンシステムの一実施形態のブロック図である。

【図2】図1のタービンシステムを制御するために使用することができるコントローラの一実施形態のフロー図である。

30

【図3】図2のコントローラを管理するために使用することができるグラフィカルユーザインターフェースのグラフィカル形式の図である。

【図4】図2のコントローラに使用することができるモデル調整の一実施形態のグラフ図である。

【図5】図1のタービンシステムを制御するために使用することができるプロセスのフローチャート図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

本発明の1つ又は複数の特定の実施形態について説明する。これらの実施形態を簡潔に説明するために、本明細書においては実際の実施態様のすべての特徴を説明しない場合がある。任意のそのような実際の実施態様の開発において、任意の工作又は設計計画の場合と同様に、多数の実施態様固有の決定が、実施態様間で変化する可能性がある、システム関連及びビジネス関連の制約の遵守のような開発者の特定の目標を達成するために行わなければならないことを理解されたい。更に、そのような開発努力は、複雑で時間がかかる可能性があるが、それにもかかわらず、本開示の利益を有する当業者にとって設計、作製、及び製造のための日常的な取り組みであろうことを理解されたい。

40

【 0 0 1 0 】

本発明の様々な実施形態の要素を導入するとき、冠詞「a」、「an」、「the」、及び「said」は、その要素が1つ又は複数あることを意味するものとする。「備える

50

」、「含む」、及び「有する」という用語は、包括的であり、列記した要素以外の追加の要素があり得ることを意味する。

【0011】

以下で詳細に検討するように、開示された実施形態は、タービンシステムを運用する上での複数の目的の間で優先順位付けするためのシステム及び方法を提供する。新しい清浄な状態では、タービンエンジンは、一般的に、ベース出力値と称される場合がある、最も有益な出力を生成する。タービンエンジン効率及び費用対効果を維持するためには、タービンエンジンの運転を、ベース出力値又は他の目標出力値、又はほぼその値に維持することが望ましい場合がある。例えば、いくつかの実施形態において、劣化効果を無効化するために部分負荷が維持され得る。しかしながら、部品を保守し、排出物及び／又は他の要因を低減するために、時として、エンジン効率を低下させることが望ましい場合がある。これらの目的を達成するために、様々な関連する要因に基づいて1つ又は複数の優先順位付けされた目標を達成するために少なくとも1つの補正パラメータを適用することができる。目標出力値は、優先順位付けされた目的に基づいてタービンエンジンの少なくとも1つの動作パラメータを調整することによって維持又は変更することができる。

10

【0012】

例えば、目標出力値は、目標電力出力、目標熱消費率、又はこれらの組み合わせを含み得る。タービンエンジンの電力出力は、シャフトが回転するときに生じる電力出力であり得、(メガ)ワット単位で測定され得る。タービンの熱消費率は、タービンに入る燃料のエネルギー値を、タービンによる電力出力と比較する(例えば、熱消費率は、燃料流量に燃料発熱量を乗算し、タービンの電力出力を除算した値に等しい)ため、効率測定値と同様である。更に、調節可能な制御パラメータは、燃焼温度、排気温度、燃料流量、燃料組成(例えば、1つ又は複数の燃料タイプ)、燃料発熱量、酸化剤の酸素含有量(例えば、空気、酸素富化空気、酸素を低減した空気、又は純酸素)、空燃比、燃料温度、排出物流量、入口案内翼角度、別の適切なパラメータ、又はこれらの組み合わせを含み得る。特定の実施形態において、調整は、目的の優先順位リスト(例えば、燃料効率、目標電力等)を使用して行うことができる。例えば、いくつかの実施形態において、所与のタービンエンジン構成要素の交換が、他のタービンエンジン構成要素の製品寿命の終わりの前にスケジュールされている場合、そのタービンエンジンの運転状態は、出力値は、ベース出力目標値を超えるように調整することができる。この利点利得は、他方のタービンエンジン部品の寿命が短くなるのを犠牲にして、いくつかのタービン構成要素の構成要素寿命の利用を最大にし、いくつかの構成要素を同時に交換することを可能にすることである。他の実施形態において、タービンの特定の構成要素の寿命を維持し、所与のタービン構成要素の必要な運転停止及び交換前に許容される時間を延長するために、タービンによる電力出力を低減することができる。

20

30

【0013】

ここで図面を参照すると、図1は、タービンエンジン12を有するタービンシステム10(例えば、ターボ機械)の一実施例のブロック図を示す。いくつかの実施形態において、タービンシステム10は、ガスタービン、蒸気タービン、 hidroタービン、及び／又は他の同様のタービンシステムを含んでもよい。以下に説明するように、システム10は、複数の目的を達成し、劣化／性能損失を無効化し、且つ／又は、特に、監視フィードバックに応答して所望の負荷出力、熱消費率、及び／若しくは様々な他の出力を維持するために、タービンエンジン12の諸態様を監視及び制御するように構成されている制御システム36を含む。タービンシステム10は、天然ガス及び／又は合成ガス(シンガス)のような液体又はガス燃料を使用して、タービンシステム10を駆動することができる。示されているように、いくつかの実施形態において、1つ又は複数の燃料ノズル14が燃料供給16を吸入することができる。各燃料ノズル14は、その後、燃料を酸化剤(例えば、空気)と混合し、混合気を燃焼器18内に分散させることができる。特定の実施形態において、燃料供給16からの燃料は、タービンシステム10に入る前に空気と混合されてもよい(例えば、予混合燃料)。複数の燃焼器18が、タービンエンジン12の周りで円

40

50

周方向に配置されてもよい。更に、燃焼器 18 内で燃料と空気とが混合する。燃料ノズル 14 は、燃焼器 18 の外部にあるように、又は分離しているように概略的に示されているが、燃焼器 18 内に配置してもよい。混合気は、燃焼器 18 内の燃焼室内で燃焼し、それによって高温の加圧燃焼ガスが生成される。燃焼器 18 は、タービン 20 を通じて排気口 22 に向けて燃焼ガスを導く。燃焼ガスがタービン 20 を通過すると、ガスは、タービン 20 内のブレードに、シャフト 24 をタービンシステム 10 の長手軸に沿って回転させる。

#### 【0014】

図示のように、シャフト 24 は、圧縮機 26 を含む、タービンシステム 10 の様々な構成要素に接続されている。圧縮機 26 はまた、シャフト 24 に結合されている圧縮機ブレードを含む。シャフト 24 が回転すると、圧縮機 26 内の圧縮機ブレードもまた回転し、それによって空気取入口 30 からの空気 28 が圧縮される。空気取入口 30 は、は、圧縮機 26 内に搬送される空気 28 の量を制御する一連の入口案内翼 (IGV) 32 を介して空気 28 を供給することができる。いくつかの実施形態において、空気 28 は、予混合燃料、窒素、周囲空気、他の適切な流体、又はそれらの組み合わせを含んでもよい。IGV 32 は、より少ない又はより多くの空気 28 を圧縮機 26 内に入れることを可能にするために増大又は低減することができる角度で配置することができる。加えて、タービンシステム 10 は、圧縮空気の一部を圧縮機 26 の出口及び / 又は排気口 22 から圧縮機 26 の入口に方向転換するのに使用することができる調整可能な入口抽気熱 (IBH) チャンネル 33 を含むことができる。特定の実施形態では、この方向転換された空気は、圧縮機 26 に取り込まれた周囲空気よりも幾分温かいことができる。したがって、方向転換された空気は、周囲の空気を加熱し、空気を膨張させることができ、それによって、システムを通じて流れる空気が低減し、タービンシステム 10 が、IGV 32 角変更の支援の有無にかかわらず部分負荷で動作することが可能になる。加えて、予混合燃料を使用するいくつかの実施形態では、IBH チャンネル 33 は、空気 28 中の燃料の濃度を希釈するために使用することができる。シャフト 24 はまた、負荷 34 にも結合されてもよく、負荷 34 は、例えば、発電所内の発電機又は航空機のプロペラのような、車両負荷又は定常負荷であってもよい。負荷 34 は、タービンシステム 10 の回転出力によって駆動されることが可能な任意の適切なデバイスを含んでもよい。

#### 【0015】

制御システム 36 は、タービンシステム 10 の動作効率又は出力電力を増大させるようにタービンエンジン 12 の動作を制御するために使用することができる。例えば、制御システム 36 は、タービンエンジン 12 の様々なパラメータを監視し、調整するために使用することができる。コントローラ 38 はまた、複数のセンサ 42 と通信してタービンエンジン 12 の諸態様を監視することもできる。特定の実施形態において、コントローラ 38 は、2 つ、3 つ、又は複数のプロセッサ 39 を有する二重又は三重冗長コントローラのような、工業用コントローラ 38 を含んでもよい。例えば、プロセッサ 39 は、汎用又は特定用途向けマイクロプロセッサを含んでもよい。特に、いくつかの実施形態において、コントローラ 38 は、デスクトップコンピュータ又はサーバのような任意の適切なコンピューティングデバイスを含んでもよい。同様に、メモリ 37 は、揮発性及び / 若しくは不揮発性メモリ、ランダムアクセスメモリ (RAM)、読み出し専用メモリ (ROM)、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブ (HDD)、リムーバブルディスクドライブ及び / 若しくはリムーバブルディスク (例えば、CD、DVD、ブルーレイディスク、USB ペンドライブ等)、又はそれらの任意の組み合わせを含んでもよい。加えて、特定の実施形態において、タービンシステム 10 は、ディスプレイ 40 を含むことができる。いくつかの実施形態において、ディスプレイ 40 は、(例えば、モバイルデバイスの画面) に統合されてもよく、又はコントローラ 38 とは別個 (例えば、別個のモニタディスプレイ) であってもよい。以下に説明するように、ディスプレイ 40 は、グラフィカルユーザインターフェースを使用してユーザが様々な目的を選択することを可能にする情報をユーザに提示するために使用することができる。加えて、タービンシステム 10 は、1 人又は複数

10

20

30

40

50

のユーザから選択肢の選択を受け取る１つ又は複数の入力デバイス４１を含むことができる。特定の実施形態において、入力デバイス４１は、コントローラ３８への入力を受信するためのマウス、キーボード、タッチスクリーン、トラックパッド、又は他の入力デバイスを含んでもよい。

#### 【００１６】

特定の構成要素に関係なく、メモリ３７に格納される命令は、開示される実施形態の様々な監視、分析、表示メニュー機能及び制御機能を実行するように設計することができる。示されている実施形態において、コントローラ３８は、排気温度センサ４３、外気温センサ４４、大気圧センサ４６、ＩＧＶ角度センサ４８、燃焼温度センサ４９、ＩＢＨ温度センサ５０、及び／又はＩＢＨエアフローセンサ５１を含むセンサ４２と対話することができる。センサの代わりに、１つ又は複数のセンサ入力に基づいて測定可能な量を推定するためにモデルを使用することができる。更に、コントローラ３８は、詳細に後述するように、タービンエンジン１２の動作を調整するために、作動弁５２、ＩＧＶアクチュエータ５４、ＩＢＨアクチュエータ５５、及び／又は他のアクチュエータと対話することができる。

#### 【００１７】

図２は、モデル予測制御（ＭＰＣ）５６を利用してタービンシステム１０を制御するための制御処理のフロー図である。図示されるように、モデル予測制御５６は、モデルユニット５８と、エンハンサユニット６０と、推定ユニット６２とを含む。特定の実施形態において、ＭＰＣ５６の構成要素の１つ又は複数は、メモリ３７に格納され、且つ／又はプロセッサ３９によって実行されてもよい。他の実施形態において、モデル予測制御５６の構成要素は、コントローラ３８から遠隔しているメモリに格納されてもよく、且つ／又はコントローラ３８とは別個のプロセッサによって実行されてもよい。コントローラ３８はまた、１つ又は複数の制御制約６４、目標電力６６、及び／又は目標熱消費率６８を受信する。制御制約６４は、入力デバイス４１から受信されてもよい。特定の実施形態において、制御制約６４は、様々な態様を増強することを含んでもよい（例えば、燃料効率、生成される電力、部品寿命の延長）。付加的又は代替的に、様々な制約が制御制約６４を介してコントローラ３８に入力されてもよい。例えば、制御制約６４は、機能停止までの時間、メンテナンス間隔、排出目標（例えば、窒素の酸化物、一酸化炭素等のような特定の排出物を低減する）、燃料コスト、及び／又は他の適切な制約を含んでもよい。いくつかの実施形態において、これらの制約は、ユーザから（例えば、入力デバイス４１を介して）、又は電子的に（例えば、サーバのような遠隔リソースから燃料コストを受信する）受信されてもよい。

#### 【００１８】

特定の実施形態において、モデル５８は、オンライン、リアルタイムで、構成要素／部品寿命の推定のような、タービンシステム１０の様々な構成要素の劣化をモデル化するターボ機械劣化モデル（ＴＭＤＭ）６４を含むことができる。いくつかの実施形態において、ＴＭＤＭ６４はモデル５８から明瞭に区別されず、モデル５８に統合されているモデルであってもよく、それによって、モデル５８は、基本的にはＴＭＤＭ６４でもある。他の実施形態において、ＴＭＤＭ６４及びモデル５８は、同様又は異なるモデル化タイプを使用する別個の構成要素であってもよい。例えば、いくつかの実施形態において、ＴＭＤＭ６４及び／又はモデル５８は、タービンシステム１０の１つ又は複数の機能をシミュレートしてする電力量及び／又は熱消費率を生成するために使用される様々なパラメータを算出する物理学ベースのモデルであってもよい。例えば、物理学ベースのＴＭＤＭ６４を用いるいくつかの実施形態において、ＴＭＤＭ６４のモデリングは、追跡されたオンライン時間から生じる効率の損失をモデル化するタービンシステム１０の総オンライン時間（例えば、全動作時間）に少なくとも部分的に基づいてもよい。特定の実施形態において、この追跡されたオンライン時間は、タービンシステム１０のメンテナンス時にリセットすることができる。加えて、物理ベースのモデル５８を用いるいくつかの実施形態において、モデル化は、タービンシステム１０の様々な動作パラメータ（例えば、ＩＧＶ角度）に少

10

20

30

40

50



なくとも部分的に基づいてもよい。特定の実施形態において、TMDM 6 4 及び / 又はモデル 5 8 は、様々な測定されたパラメータ（例えば、IGV 角度）及び動作条件（例えば、周囲温度、オンライン時間）から予期される応答を用いる経験的モデルを含んでもよい。他の実施形態において、モデル 5 8 及び / 又は TMDM 6 4 は、1 つ又は複数の AI モジュール（例えば、エキスパートシステムモデル）、ヒューリスティックモデル、又は、経時的なモデルへの影響並びに他の様々な動作条件及び制御パラメータをシミュレートするのに使用することができる他の適切なモデルを含んでもよい。

#### 【0019】

いくつかの実施形態において、TMDM 6 4 は、TMDM 6 4 が測定された条件下でタービンシステム 1 0 の 1 つ又は複数の部分をエミュレートするように、測定される入力（例えば、燃焼温度等）に基づいて適合される劣化モデルを含んでもよい。更に、TMDM 6 4 の特定の実施形態は、現状の劣化状態を推定し、且つ / 又は目標パラメータを維持するのに必要な調整を予測するために使用されてもよい。例えば、TMDM 6 4 は、少なくとも 1 つの構成要素についてのいくつかの「燃焼時間」に基づいてタービンシステム 1 0 の少なくとも 1 つの構成要素の現在の劣化状態を推定してもよい。言い換えれば、TMDM 6 4 は、構成要素の以前の使用に基づいて構成要素の劣化を推定してもよい。TMDM 6 4 が目標パラメータを維持するのに必要な調整を予測するために使用される特定の実施形態において、TMDM 6 4 は、タービンシステム 1 0 の少なくとも 1 つの構成要素（例えば、圧縮機 2 6）の効率を追跡し、少なくとも 1 つの構成要素の出力を維持するために行う必要がある調整を決定することができる。

#### 【0020】

特定の実施形態において、操作者に、優先順位付けされたモードに応じて制約と動作モードとの間で選択するためのオプションを与えることができる。図 3 に示す実施形態のようなグラフィカルユーザインターフェース（GUI）7 0 を、ディスプレイ 4 0 を介してユーザに提示することができる。図示されているように、GUI 7 0 は、ユーザがタービンシステム 1 0 内での様々な目的の間で選択して優先順位を付けることを可能にする優先順位付けメニュー 7 2 を含む。例えば、優先順位付けメニュー 7 2 のいくつかの実施形態は、電力優先ボタン 7 4 及び効率優先ボタン 7 6 を含む。いくつかの実施形態においては、優先順位付けメニュー 7 2 は、熱消費率優先ボタン、又は、コントローラ 3 8 に、「新しい清浄な」タービンシステムのベース負荷の達成を試みるようにタービンシステム 1 0 を動作させる新規ユニットボタンのような他のボタンを更に含んでもよい。電力優先ボタン 7 4 を有するいくつかの実施形態において、電力優先ボタン 7 4 は、コントローラ 3 8 に、上部のタービンシステム 1 0 の電力を他の要因よりも優先させる。いくつかの実施形態で、電力優先ボタン 7 4 を選択すると、コントローラ 3 8 は、介してタービンシステム 1 0 に、タービンシステム 1 0 が、負荷 3 4 によって要求され、且つ / 又は操作者によって目標電力 6 6 として選択される電力を生成しようとする電力モードに入らせる。

#### 【0021】

付加的又は代替的に、GUI 7 0 は、目標メニュー 7 8 を含んでもよい。いくつかの実施形態において、電力優先ボタン 7 4 を選択すると、メニュー 7 8 は、適切なタイトル 8 0 及び / 又は 1 つ又は複数の値セクタ 8 2 を有する、優先順位付けメニュー 7 2 で選択されたボタンに適切な表示に変化することができる。いくつかの実施形態において、値セクタ 8 2 は、スライダ、データ入力フィールド、ダイヤル、又は、数値の選択を可能にするのに適した他の GUI 要素を含んでもよい。例えば電力優先ボタン 7 4 が選択されると、タイトル 8 0 は、「目標電力」を表示してもよい。加えて、電力優先ボタン 7 4 が選択されると、値セクタ 8 2 は、電力出力セクタ 8 4 及び / 又は効率出力セクタ 8 6 として表示されてもよい。いくつかの実施形態において、電力出力セクタ 8 4 は、指定される目標電力（例えば、1 7 9 . 5 MW）を選択することを可能にし、効率出力セクタ 8 6 は、タービンシステム 1 0 の効率（例えば、熱消費率）の割合の選択（例えば、5 1 %）を可能にする。いくつかの実施形態において、対象のメニュー 7 8 内の 1 つの値セクタ 8 2 が調整されると、関連する値セクタ 8 2 も同様に調整されてもよい。例えば

、電力出力セクタ 84 が、179.5 MW を選択するために使用される場合、効率出力セクタ 86 は対応する値（例えば、51%）に自動的に調整されてもよい。加えて、1 つ値セクタ 82 への変更によって、別の値セクタ 82 が、そのそれぞれの最小限度 88 又は最大限度 90 を超えてしまう場合は、最小限度 88 及び / 又は最大限度 90 が変更されてもよい。例えば、電力出力セクタ 84 が、182 MW に調整される場合、効率出力セクタ 86 に対するそれぞれの変更は 52 よりも多い又は少ない%を必要とし得る。そのような実施形態において、最大限度 90 の効率は、そのような変化を補償するために増加させることができる。加えて、いくつかの実施形態において、最大限度 90 が増加すると、最小限度 88 は、値セクタ 82 が一定の範囲サイズ（例えば 4%）を参照するように等しく調整されてもよい。

10

#### 【0022】

GUI 70 はまた、各々がコントローラ 38 へ送信されるべき制御抑止に対応する 1 つ又は複数の値セクタ 82 を含む効率メニュー 92 をも含んでもよい。例えば、効率メニュー 92 は、燃費制約 94、メンテナンス間隔 / 機能停止までの時間への制約 98、排出制約 102、規制制約、経済的な制約、及び / 又はタービンシステム 10 の動作に対する他の適切な制御制約（例えば、操作者又は遠隔リソース / 加入サービスから受け取られる燃料コスト制約）を含んでもよい。上述したように、電力優先ボタン 74 が選択されると、電力出力が優先される。したがって、電力優先ボタン 74 が選択されると、効率メニュー 92 内の値セクタ 82 は、目標メニュー 78 内のセクタよりも低い優先度を受ける。例えば、いくつかの実施形態において、これらの制約を調整する機能は、目標電力 66 が達成されることを可能にする値に限定することができる。言い換えれば、残りの目的が操作及び / 又は優先順位付けされてもよい。例えば、いくつかの実施形態において、優先順位付けされた目的が選択された後、より低い階層の優先順位が、所望のレベルの優先順位付けが達成されるか、又は、優先順位付けされていない目的が残らなくなるまで、残りの目的に割り当てられてもよい。特定の実施形態において、電力優先ボタン 74 が選択されるとき、ユーザによる効率メニュー 92 の操作が阻止されてもよい。しかしながら、様々な実施形態において、効率メニュー 92 内の値セクタ 82 は、目標メニュー 78 の相対変化にしたがって調整されてもよい。上記の説明は、目標電力 66 に関するものであるが、目標熱消費率 68 又は任意の他のタービン出力目的が、センサ 42 を使用して測定 / 決定することができるタービンシステム 10 の様々な部品の熱消費率範囲及び / 又は温度

20

30

#### 【0023】

効率優先ボタン 74 が、電力優先ボタン 76 の代わりに選択される場合、タービンシステム 10 は、効率メニュー 92 内の値セクタ 82 を使用した値の選択に応じて、保守モード、排出モード、燃料節約モード、又は他のモードのような、複数の効率モードのうちの 1 つに入ることができる。加えて、各モードは、対応する入力セクタ 82 によって選択されてもよい。例えば、燃費コントローラ 94 は、選択することができる燃費値セクタ 96 を含んでもよい。燃費値セクタ 96 が選択されると、タービンシステム 10 は、燃料の保守を他の目的よりも優先させる燃料保守モードに入ることができる。燃料保守モードでは、コントローラ 38 は、タービンシステム 10 を、コントローラ 38 が燃料効率値セクタ 96 を介して選択されている燃料節約目標を達成すると判定するパラメータ内で動作するように制約することができ、それによって、他の値セクタ 82、最小限度 88、及び / 又は最大限度 90 は、MPC 56 が優先順位付けされた目的（例えば燃料効率）を達成すると判定する値の範囲内で調整される。その後、特定の実施形態において、残りの目標は、すべての優先度のより高い目的が達成されている限り、他の残りの目的よりも高い優先順位を付けられてもよい。

40

#### 【0024】

効率メニュー 92 はまた、メンテナンス間隔 / 機能停止までの時間に対応するメンテナンス間隔セクタ 100 を有するメンテナンス間隔制御 98 をも含んでもよい。メンテナンス間隔セクタ 100 が選択されると、タービンシステム 10 は、タービンシステム 1

50

0の様々な構成要素が次のスケジュールされたメンテナンスまで維持されることを保証するように意図されているレベルでタービンシステム10を操作する保守モードに入ることができる。例えば、以下で検討するように、タービンシステム10は、TMDM64を使用して、タービンシステム10が構成要素のオンライン時間の間操作されていた動作モードに応じて、タービンシステム10の1つ又は複数の構成要素の推定寿命を判定することができる。いくつかの実施形態において、様々な構成要素の推定残存寿命は、GUI70内に表示されてもよく、又はGUI70から分離されてもよい。例えば、メンテナンス間隔/機能停止までの時間に対応するメンテナンス間隔入力セクタ100、最小限度88、及び/又は最大限度90は、タービンシステム10内の1つ又は複数の構成要素の推定寿命に応じて調整されてもよい。したがって、メンテナンス間隔入力セクタ100内の値が選択されると、コントローラ38は、タービンシステム10を、コントローラ38が、メンテナンス間隔値セクタ100内で選択される機能停止までの時間までタービンシステム10の関連する構成要素を維持すると判定するパラメータ内で動作するように制約してもよい。

#### 【0025】

効率メニュー92は、タービンシステム10に排出モードに入らせるために選択することができる排出値セクタ104を有する排出制約102を更に含んでもよい。排出モードにあるとき、コントローラ38は、タービンシステム10を、コントローラ38が、排出値セクタ104を介して選択される排出目標を達成すると判定するパラメータ内で動作するように制約することができる。

#### 【0026】

値セクタ82のいずれかが目標メニュー78及び/又は効率メニュー92において調整されると、最小限度88及び/又は最大限度90が値設定にしたがって調整されてもよい。加えて、様々な値セクタ82が、優先順位付けされた目的として1つの値セクタ82が選択されるのに応じて調節されてもよい。例えば、効率優先ボタン76が選択され、続いて燃料効率値セクタ96上で或る値が選択されると、電力出力値セクタ84及び対応する限度88、90は、コントローラ38を使用して選択される燃料効率をもたらしることができる値に調整されてもよい。言い換えれば、目標電力/熱を優先することによって、効率メニュー92内の値は、選択される電力/熱によって制限され、効率目標を優先することによって、目標メニュー78内の値は、選択される効率目標によって制限される。更に、他の優先順位付けされた目的が選択され、すでに優先順位付けされている目的以外のすべての他の目的よりも優位に優先順位付けされてもよい。目的の優先順位付けは、を続行することができる所望のレベルの優先順位付けが達成されるか、又は、更に優先順位付けすべき目的が残らなくなるまで継続してもよい。

#### 【0027】

図2に戻って、MPC56は、モデル58、制御制約64、目標電力66、及び/又は目標熱消費率68を受信して、目標電力66、目標熱消費率68、及び/又は制御制約64を実現するように制御パラメータを調整する。いくつかの実施形態において、制御パラメータは、燃焼器内の燃焼温度、IGV角度、温度上昇、排気温度、及び/又は他の適切な制御パラメータを含んでもよい。MPC56は、制御パラメータを使用して、モデル58を使用することによる制御パラメータに対する調整からもたらされる様々な効率/電力要因(例えば、目標電力66、燃料効率、オンライン時間等)への影響を推定する。MPC56はまた、内蔵型推定器62も使用して、タービンシステム10の性能をマッチングし、且つ/又は、カルマンフィルタリングのような様々な技法を使用して測定されていないモデル状態を推定するように、モデル58を調整する。これらの推定値は、GUI70内の最小限度88、最大限度90、及び/又は値セクタ82の調整を行わせるように、コントローラ38によって使用されてもよい。これらの推定値はまた、制御パラメータに対する調整の結果もたらされるタービンシステム10の効率を増強する増強値を決定することができるエンハンサ60に渡されてもよい。言い換えれば、エンハンサユニット60は、タービンシステム10の効率を更に最適化することができる。これらの増強された制

御パラメータは、その後、このパラメータを他の制御パラメータに変換し / このパラメータを他の制御パラメータに加えるために、パラメータ変換器 106 に渡される。いくつかの実施形態において、パラメータ変換器 106 は、ニューヨーク州スケネクタディ所在の General Electric から入手可能なもののような、既存の又は現行のコントローラを含んでもよい。そのような実施形態において、MPC56 は、その後、タービンシステム 10 を操作するための既存の又は現行のコントローラの入力に加算されるバイアスを算出してもよい。様々な実施形態において、燃焼温度パラメータ 108、IGV パラメータ 110、温度上昇パラメータ 112、排気の温度 112、及び / 又は他の制御パラメータは、タービンシステム 10 の 1 つ又は複数のシステムに対する変換調整のためにパラメータ変換器 106 に供給されてもよい。いくつかの実施形態において、制御パラメータは、燃料ストローク基準 (FSR) 調整 116、IGV 翼調整 118、IBH システム調整 120、及び / 又は他の適切なシステム調整に変換されてもよい。コントローラ 38 は、その後、タービンシステム 10 にこれらの調整を供給する。更に、モデル予測制御 56 は、タービンシステム 10 のセンサ 42 を使用して決定される 1 つ又は複数の温度測定値 122 及び / 又は電力測定値 124 を受信することができる。

#### 【0028】

これらの測定値 122、124 が予測値から変動した場合、MPC56 はこれらの測定値 122、124 を使用して、予測値と測定値との間の差を低減するように、モデル 58、エンハンサ 60、推定器 62、及び / 又はパラメータ変換器 106 を調整することができる。例えば図 4 は、MPC56 の操作を示すグラフ 126 を示す。グラフ 126 は、時間の経過を表す横座標 128 と、数値 (例えば、電力又は熱消費率) を表す縦座標 130 とを含む。加えて、グラフ 126 は、目標電力 66 又は目標熱消費率 68 の変更前に行われている複数の測定されたデータ点 132 を含む。いくつかの実施形態において、これらの過去の測定値は、測定値 122、124 であってもよい。更に、グラフ 126 はまた、複数の将来の予測される応答 131 をも含む。加えて、グラフ 126 は、将来の予測される応答に対する目標値 134、及び、目標値を達成するために所望される時間 138 を含む。加えて、グラフ 126 は、目標値 134 と測定されたデータ点 132 との間の数値差である誤差 136 を示す。MPC56 は、このとき、予測される応答 131 が、所望の方法で目標値 134 に向かって移動するように、一連の制御移動を決定する。計算は、各ステップ (例えば、サンプリングされる時間) で実施される。加えて、MPC56 は、操作される変数 140 の制御区間 (M)、予測区間 (p)、及び相対的な重みを考慮に入れる。例えば、操作される変数 140 は、前述した制御パラメータを含んでもよい (例えば、IGV、温度上昇、燃焼温度、排気温度、及び / 又は他の操作可能なパラメータ)。加えて、操作される変数 140 の各々の最大値及び / 又はバイアスのような、操作される変数 140 の様々な態様が調整されてもよい。加えて、制御移動は、GUI 70 で設定された優先順位付けされた目的に基づいて算出してもよい。

#### 【0029】

図 5 は、タービンシステム 10 を制御するために使用することができるプロセス 150 を示すフロー図である。プロセス 150 は、メモリにターボ機械劣化モデルを格納することを含む (ブロック 152)。例えば、TMDM 64 が、メモリ 37 に格納されてもよい。プロセス 150 はまた、1 つ又は複数のセンサからフィードバック信号を受信することを含む (ブロック 154)。特定の実施形態において、受信されたフィードバック信号は、コントローラ 38 がセンサ 42 から受信した温度測定値 122 及び / 又は熱消費率測定値 124 であってもよい。プロセスは、目標電力を受信することを更に含む (ブロック 156)。いくつかの実施形態において、目標電力 66 及び / 又は目標熱消費率 68 は、コントローラ 38 によって受信され得る。コントローラ 38 はその後、ターボ機械モデル及び目標電力を使用してターボ機械のモデル化電力を推定することによって、制御パラメータを導出することができる (ブロック 158)。特定の実施形態において、制御パラメータは、燃焼温度、入口案内翼 (IGV) 角度、温度上昇、及び / 又は排気温度を含んでもよい。いくつかの実施形態において、コントローラ 38 は、ターボ機械の 1 つ又は複数の

構成要素のオンライン時間の期間を追跡し（ブロック１６０）、追跡されたオンライン時間及びターボ機械劣化モデルに少なくとも部分的に基づいて制御パラメータを調整することができる（ブロック１６２）。加えて、オンライン時間の追跡された期間は、タービンシステム１０の１つ又は複数の構成要素が様々な制御パラメータにどのように応答し得るかを推定するために使用することができる。更に、追跡された期間は、タービンシステム１０の１つ又は複数の構成要素の寿命の予測される終わりを決定するために使用することができる。加えて、構成要素の各々のオンライン時間のこの追跡された期間は、構成要素のメンテナンス及び／又は交換時にリセットすることができる。

#### 【００３０】

コントローラ３８は、制御パラメータをモデル化調整に変換する（ブロック１６４）。例えば、いくつかの実施形態において、制御パラメータは、燃料ストローク基準（FSR）システム調整、入口案内翼（IGV）システム調整、入口抽気熱（IBH）システム調整、及び／又は、燃料タイプシステム調整に変換されてもよい。更に、コントローラ３８は、その後、モデル化調整を利用してタービンシステム１０を制御することができる（ブロック１６６）。

#### 【００３１】

本発明の技術的効果は、発電所を運転する際に複数の目的を達成することを可能にするために、目標電力、目標熱消費率、及び／又は効率目標の優先順位付けを可能にすることを含む。ユーザが目的を優先順位付けすることを可能とすることによって、優先順位付けされた目的が達成されるときに依然として可能である他の目標の向上を提供しつつ、所望の目標を達成することができる。一度に実施することができる複数の目的をユーザに提供することによって、ユーザは、様々な異なる動作目標をより制御することができ、ユーザが優先順位付けされた目的の目標を達成しながら別の目的の効率を向上させることを可能にしながら、第１の目的を達成することが可能であり得る、

本明細書は、最良の態様を含めて本発明を開示するとともに、いかなる当業者も、任意のデバイス又はシステムの作成及び使用並びに任意の組み込まれた方法の実行を含め、本発明を実施することを可能にするために、実施例を使用する。本発明の特許可能な範囲は特許請求の範囲によって定義されるとともに、当業者に想起される他の実施例を含んでもよい。そのような他の実施例は、特許請求の範囲の文言と異なる構造要素を有する場合、又は、特許請求の範囲の文言と実質的な差のない等価の構造要素を含む場合に、特許請求の範囲内にあることが意図されている。

#### 【符号の説明】

#### 【００３２】

- １０ タービンシステム
- １２ タービンエンジン
- １４ 燃料ノズル
- １６ 燃料供給
- １８ 燃焼器
- ２０ タービン
- ２２ 排気口
- ２４ シャフト
- ２６ 圧縮機
- ２８ 空気
- ３０ 空気取入口
- ３３ IBHチャネル
- ３４ 負荷
- ３６ 制御システム
- ３７ メモリ
- ３８ コントローラ
- ３９ プロセッサ

10

20

30

40

50

4 0	ディスプレイ	
4 1	入力デバイス	
4 2	センサ	
4 3	排気温度センサ	
4 4	外気温センサ	
4 6	大気圧センサ	
4 8	I G V 角度センサ	
4 9	燃焼温度センサ	
5 0	I B H 温度センサ	
5 1	I B H エアフローセンサ	10
5 2	作動弁	
5 4	I G V アクチュエータ	
5 5	I B H アクチュエータ	
5 6	モデル予測制御	
5 8	モデルユニット、モデル	
6 0	エンハンサユニット、エンハンサ	
6 2	推定ユニット、内蔵型推定器	
6 4	制御制約	
6 6	目標電力	
6 8	目標熱消費率	20
7 0	グラフィカルユーザインターフェース ( G U I )	
7 2	優先順位付けメニュー	
7 4	電力優先ボタン	
7 6	効率優先ボタン	
7 8	目標メニュー	
8 0	タイトル	
8 2	値セクタ、入力セクタ	
8 4	電力出力値セクタ、電力出力セクタ	
8 6	効率出力セクタ	
8 8	最小限度	30
9 0	最大限度	
9 2	効率メニュー	
9 4	燃費制約、燃費コントローラ	
9 6	燃費値セクタ、燃料効率値セクタ	
9 8	メンテナンス間隔 / 機能停止までの時間への制約、メンテナンス間隔制御	
1 0 0	メンテナンス間隔セクタ、メンテナンス間隔入力セクタ、メンテナンス間隔値セクタ	
1 0 2	排出制約	
1 0 4	排出値セクタ	
1 0 6	パラメータ変換器	40
1 0 8	燃焼温度パラメータ	
1 1 0	I G V パラメータ	
1 1 2	温度上昇パラメータ、排気パラメータ	
1 1 6	調整	
1 1 8	I G V 翼調整	
1 2 0	I B H システム調整	
1 2 2	温度測定値	
1 2 4	熱消費率測定値、電力測定値	
1 2 6	グラフ	
1 2 8	横座標	50

- 1 3 0 縦座標
- 1 3 1 予測される応答
- 1 3 2 データ点
- 1 3 4 目標値
- 1 3 6 誤差
- 1 4 0 変数

【図 1】

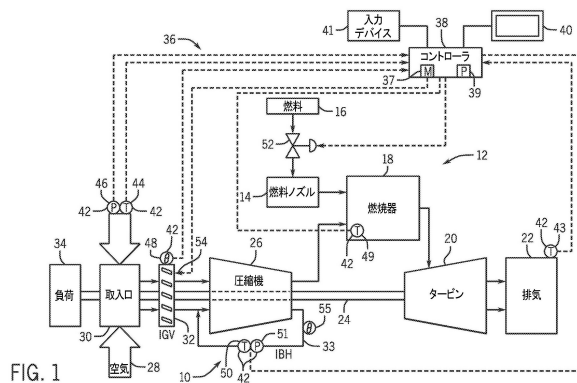


FIG. 1

【図 3】

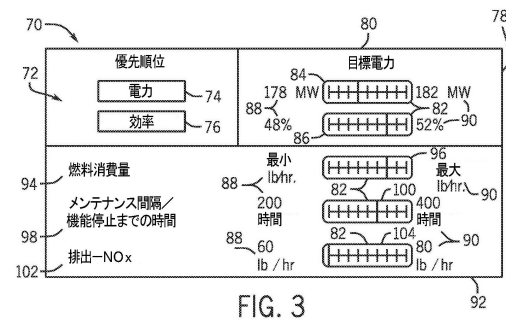


FIG. 3

【図 2】

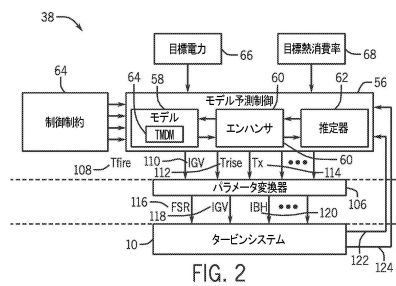


FIG. 2

【図 4】

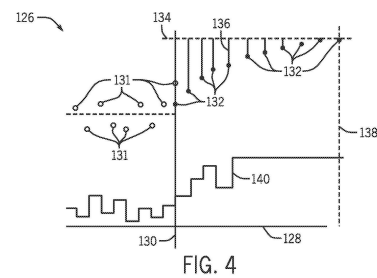


FIG. 4

## 【図 5】

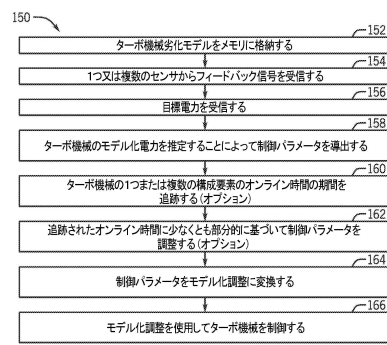


FIG. 5



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
**G 0 5 B 13/04 (2006.01)** F 0 1 D 25/00 W  
 G 0 5 B 13/04

(72)発明者 アブロル, シドハース  
 インド、カルナータカ・5 6 0 0 6 6、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フェーズ2  
 、イーピーアイピー、プロット・ナンバー1 2 2、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・セン  
 ター

(72)発明者 イーウェンス, デイヴィッド・スペンサー  
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・2 9 6 1 5、グリーンビル、ガーリントン・ロード、3 0  
 0 番

(72)発明者 トゥルーズデル, アラン・マイヤー  
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・2 9 6 1 5、グリーンビル、ガーリントン・ロード、3 0  
 0 番

審査官 瀬戸 康平

(56)参考文献 特開2 0 0 4 - 1 6 2 6 9 8 ( J P , A )  
 特開2 0 0 9 - 1 6 2 2 3 0 ( J P , A )  
 特表2 0 1 1 - 5 2 5 5 9 0 ( J P , A )  
 米国特許出願公開第2 0 0 8 / 0 2 3 4 9 9 4 ( U S , A 1 )  
 米国特許第0 6 4 6 3 3 8 0 ( U S , B 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)  
 F 0 1 D 2 5 / 0 0  
 F 0 2 C 7 / 0 0 - 7 / 3 6 , 9 / 0 0 - 9 / 5 8  
 G 0 5 B 1 / 0 0 - 7 / 0 4 , 1 1 / 0 0 - 1 3 / 0 4 ,  
 1 7 / 0 0 - 1 7 / 0 2 , 2 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2