

(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2008-8291

(P2008-8291A)

(43) 公開日 平成20年1月17日(2008.1.17)

(51) Int. Cl.

F 0 1 D 25/00 (2006.01)

F I

F 0 1 D 25/00

W

F 0 1 D 25/00

X

F 0 1 D 25/00

V

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-163246 (P2007-163246)  
 (22) 出願日 平成19年6月21日 (2007.6.21)  
 (31) 優先権主張番号 11/427, 507  
 (32) 優先日 平成18年6月29日 (2006.6.29)  
 (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  
 GENERAL ELECTRIC CO  
 MPANY  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
 クタデイ、リバーロード、1 番  
 (74) 代理人 100093908  
 弁理士 松本 研一  
 (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 100137545  
 弁理士 荒川 聡志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンの望ましくない運転を検出するためのシステム及び方法

## (57) 【要約】

【課題】1つ又はそれ以上のセンサ装置(130、160、165)をモニタすることによって、タービン(105、110)の望ましくない運転を検出しかつ是正するシステム及び方法を提供する。

【解決手段】本システム及び方法では、各センサ装置(130、160、165)は、様々なタービン構成要素に関連した1つ又はそれ以上の作動パラメータ値をモニタする。センサ装置(130、160、165)のいずれかが、1つ又はそれ以上のタービン構成要素に関連した特定の作動パラメータが許容不能リスクの範囲内にあることを検出した場合には、タービン(105、110)のその特定の作動パラメータが最早や許容不能リスクの範囲内ではなくなるまで、入口パイプ(170、175)に関連した蒸気弁(150、155)の1つ又はそれ以上を開く及び/又は閉じることを含むことができる是正措置が講じられる。

【選択図】 図1

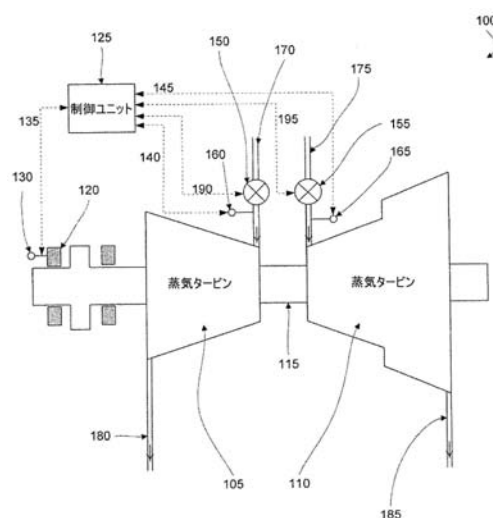


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

タービンシステムの望ましくない運転を検出しかつ是正する方法であって、  
複数のセンサ装置（１３０、１６０、１６５）の少なくとも１つが高压タービンボウル圧力に関連した少なくとも１つの作動パラメータに関連し、複数のセンサ装置（１３０、１６０、１６５）の少なくとも他の１つが中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも１つの作動パラメータに関連する、複数のセンサ装置（１３０、１６０、１６５）をモニタする段階と、

前記高压タービンボウル圧力に関連した少なくとも１つの作動パラメータ及び前記中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも１つの作動パラメータが、許容不能リスクの範囲内にあるか否かを判定する段階と、 10

前記判定する段階に少なくとも部分的に基づいて、前記高压タービンボウル圧力に関連した少なくとも１つの作動パラメータ及び前記中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも１つの作動パラメータが許容不能リスクの範囲内にあると判定したときに、入口パイプ（１７０、１７５）に関連した少なくとも１つの蒸気弁を調整することによって継続して標準負荷に運転を戻す段階と、  
を含む、方法。

**【請求項 2】**

スラスト軸受金属温度センサを用いてスラスト軸受金属温度をモニタする段階をさらに含む、請求項 1 記載の方法。 20

**【請求項 3】**

前記許容不能リスクに関連した温度範囲への前記スラスト軸受金属温度の上昇を判定する段階と、

前記スラスト軸受金属温度が前記許容不能リスクに関連した温度範囲以下に低下するまで、継続して前記標準負荷に運転を戻す段階と、  
をさらに含む、請求項 2 記載の方法。

**【請求項 4】**

前記高压タービンボウル圧力が前記高压タービンボウルに関連した定格圧力の所定のパーセンテージよりも高いと共に前記中圧タービンボウル圧力が前記中圧タービンボウルに関連した定格圧力の所定のパーセンテージよりも低いときに、前記許容不能リスクの範囲であるとされる、請求項 1 記載の方法。 30

**【請求項 5】**

警報を発すること、警報信号を送信すること、前記蒸気弁を閉じること、前記蒸気タービンに流入する蒸気の温度を変更すること、前記蒸気タービンに流入する蒸気の圧力を変更すること及び前記システムを完全に停止することの少なくとも１つを含む是正のための動作を行う段階をさらに含む、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 6】**

前記センサ装置（１３０、１６０、１６５）の少なくとも１つが、前記許容不能リスクの範囲内で作動する１つ又はそれ以上のタービン構成要素を検出した事例を記録する段階をさらに含む、請求項 1 記載の方法。 40

**【請求項 7】**

タービン（１０５、１１０）のスラスト過荷重を検出しかつ是正する方法であって、  
その少なくとも１つが高压タービンボウル圧力値を測定している複数の蒸気圧力センサをモニタする段階と、

前記高压タービンボウル圧力値が、許容不能リスクの範囲内にあるか否かを判定する段階と、

前記高压タービンボウル圧力値が、前記許容不能リスクの範囲内にあると判定したときに、是正のための動作を行う段階と、  
を含む方法。

**【請求項 8】**

前記許容不能リスクの範囲が、前記高圧タービンボウルに関連した定格圧力値の所定のパーセンテージよりも高い、請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】

前記是正のための動作を行う段階が、入口パイプ（170、175）に関連した少なくとも 1 つの蒸気弁を調整する段階を含む、請求項 7 記載の方法。

【請求項 10】

タービン（105、110）の望ましくない運転を検出しかつ是正するためのシステムであって、

その少なくとも 1 つが高圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも 1 つの作動パラメータに関連した少なくとも他の 1 つが中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも 1 つの作動パラメータに関連する、制御ユニットと通信する複数のセンサ装置を含み、

前記制御ユニットがプロセッサを含み、前記プロセッサが、

前記複数のセンサ装置（130、160、165）をモニタする段階と、

前記高圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも 1 つの作動パラメータ及び前記中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも 1 つの作動パラメータが、許容不能リスクの範囲内にあるか否かを判定する段階と、

前記判定する段階に少なくとも部分的に基づいて、前記高圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも 1 つの作動パラメータ及び前記中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも 1 つの作動パラメータが許容不能リスクの範囲内にあると判定したときに、入口パイプ（170、175）に関連した少なくとも 1 つの蒸気弁を調整することによって継続して標準負荷に運転を戻す段階と、を行うためのソフトウェア命令を実行する、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、総括的にはタービン又は同様な機械における望ましくない運転を判定するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

タービン運転時に、タービンの様々な構成要素の作動パラメータをモニタすることがしばしば必要である。タービン及びその構成要素の適正な作動を保証するためには、作動パラメータに対する限界値が存在する。例えば、蒸気タービンの運転では、タービン内の蒸気圧力のような様々な作動パラメータに対する制御限界値を設定することが必要である。

【0003】

一般的に、パラメータは、短時間の場合には設定限界値を越えた作動を不都合な結果を伴うことなしに認めることができるが、パラメータが長期間にわたり限界値を越えた場合には、タービンが損傷するおそれがある。パラメータの限界値の超過を測定する現在の方法は、パラメータ限界値に到達した又はパラメータ限界値を越えた瞬間を検出する。次に、この時点において、パラメータが限界値を越えている持続時間を測定するためにタイマーが起動される。是正措置は一般的に、パラメータがその大きさの限界値を越えた状態で、タイマーが所定の期間にわたって継続した後にのみ講じられる。

【0004】

しかしながら、タービンが作動パラメータ限界値を越えた運転モードで運転されているときには、タイマーが所定の期間にわたって継続したか否かに拘わりなく発生する可能性がある或る程度のリスクが存在する。そのような望ましくない運転は、対向するタービンの対向スラスト力の自然な均衡を不均衡な状態にする可能性がある。対向するタービンのスラスト力のそのような不均衡は、タービン構成要素上に大きな荷重を生じ、このことは、1つ又はそれ以上のタービン構成要素の過度な磨耗又は破損を招くおそれがある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

従って、当技術分野では、対向するタービンの対向スラスト力の不均衡に起因したタービン構成要素の損傷及び／又は破損を先制してかつ積極的に防止するためのシステム及び方法に対する必要性が存在する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 6 】

本発明の実施形態によると、タービンシステムの望ましくない運転を検出しかつ是正する方法を開示しており、本方法は、その少なくとも1つが高圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータに関連した少なくとも他の1つが中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータに関連する1つ又はそれ以上のセンサ装置をモニタする段階を含む。本方法はさらに、高圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータ及び中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータが、許容不能リスクの範囲内にあるか否かを判定する段階を含む。本方法はまた、高圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータ及び中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータが許容不能リスクの範囲内にあると判定したときに、入口パイプに関連した少なくとも1つの蒸気弁を調整することによって継続して標準負荷に運転を戻す段階を含む。

10

## 【 0 0 0 7 】

本発明の1つの態様によると、本方法はさらに、スラスト軸受金属温度センサを用いてスラスト軸受金属温度をモニタする段階を含む。本発明の別の態様によると、本方法はさらに、スラスト軸受金属温度センサを用いてスラスト軸受金属温度をモニタする段階と、許容不能リスクに関連した温度範囲へのスラスト軸受金属温度の上昇を判定する段階と、スラスト軸受金属温度が許容不能リスクに関連した温度範囲以下に低下するまで、継続して標準負荷に運転を戻す段階とを含む。本発明のさらに別の態様によると、許容不能リスクの範囲は、高圧タービンボウル圧力が高圧タービンボウルに関連した定格圧力の所定のパーセンテージよりも高いと共に中圧タービンボウル圧力が中圧タービンボウルに関連した定格圧力の所定のパーセンテージよりも低いときに、発生する。

20

## 【 0 0 0 8 】

本発明のさらに別の態様によると、本方法はさらに、警報を発すること、警報信号を送信すること、蒸気弁を閉じること、蒸気タービンに流入する蒸気の変更にすること、蒸気タービンに流入する蒸気の圧力を変更すること、及びシステムを完全に停止することの少なくとも1つを含む是正のための動作を行う段階を含む。本発明の別の態様によると、本方法はさらに、センサ装置の少なくとも1つが、許容不能リスクの範囲内で作動する1つ又はそれ以上のタービン構成要素を検出した事例を記録する段階を含む。

30

## 【 0 0 0 9 】

本発明の別の実施形態によると、タービンのスラスト過荷重を検出しかつ是正する方法を開示しており、本方法は、その少なくとも1つが高圧タービンボウル圧力値を測定している1つ又はそれ以上の蒸気圧力センサをモニタする段階を含む。本方法はまた、高圧タービンボウル圧力値が、許容不能リスクの範囲内にあるか否かを判定する段階と、高圧タービンボウル圧力値が許容不能リスクの範囲内にあるときに、是正のための動作を行う段階とを含む。

40

## 【 0 0 1 0 】

本発明の1つの態様によると、許容不能リスクの範囲は、高圧タービンボウルに関連した定格圧力値の所定のパーセンテージよりも高い。本発明の別の態様によると、本方法はさらに、中圧タービンボウル圧力値が中圧タービンボウルに関連した定格圧力値の所定のパーセンテージよりも低い場合を判定する段階を含むことができる。本発明のさらに別の態様によると、是正のための動作を行う段階は、所定の速度で標準負荷に運転を戻す段階を含む。本発明のさらに別の態様によると、本方法はさらに、少なくとも1つのスラスト軸受金属温度センサをモニタする段階と、少なくとも1つのスラスト軸受金属温度センサが所定の温度以上の作動温度を検出したときにタービンを停止する段階とを含むことが

50

できる。

【0011】

本発明の別の態様によると、是正のための動作を行う段階は、入口パイプに関連した少なくとも1つの蒸気弁を調整する段階を含む。本発明のさらに別の態様によると、是正のための動作を行う段階は、警報を発すること、警報信号を送信すること、蒸気弁を閉じること、蒸気タービンに流入する蒸気の温度を変更すること、蒸気タービンに流入する蒸気の圧力を変更すること、及びシステムを完全に停止することの少なくとも1つを含む。本発明の別の態様によると、本方法は、センサ装置の少なくとも1つが、許容不能リスクの範囲内で作動する1つ又はそれ以上のタービン構成要素を検出した事例を記録する段階を含むことができる。

10

【0012】

本発明のさらに別の態様によると、タービンの望ましくない運転を検出しかつ是正するためのシステムを開示しており、本システムは、その少なくとも1つが高圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータに関連した少なくとも他の1つが中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータに関連する、制御ユニットと通信する1つ又はそれ以上のセンサ装置を含む。制御ユニットは、プロセッサを含み、プロセッサは、センサ装置をモニタすることと、高圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータ及び中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータが、許容不能リスクの範囲内にあるか否かを判定することとを行うためのソフトウェア命令を実行する。さらに、その判定に少なくとも部分的に基づいて、制御ユニットのプロセッサは、高圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータ及び中圧タービンボウル圧力に関連した少なくとも1つの作動パラメータが許容不能リスクの範囲内にあると判定したときに、入口パイプに関連した少なくとも1つの蒸気弁を調整することによって継続して標準負荷に運転を戻す。

20

【0013】

本発明の1つの態様によると、プロセッサは、スラスト軸受金属温度センサを用いてスラスト軸受金属温度をモニタすることを行うための付加的なソフトウェア命令を実行する。本発明の別の態様によると、プロセッサは、スラスト軸受金属温度センサを用いてスラスト軸受金属温度をモニタすることと、許容不能リスクに関連した温度範囲へのスラスト軸受金属温度の上昇を判定することと、スラスト軸受金属温度が許容不能リスクに関連した温度範囲以下に低下するまで、継続して標準負荷に運転を戻すこととを行うための付加的なソフトウェア命令を実行する。本発明のさらに別の態様によると、許容不能リスクの範囲は、高圧タービンボウル圧力が高圧タービンボウルに関連した定格圧力の所定のパーセンテージよりも高いと共に中圧タービンボウル圧力が中圧タービンボウルに関連した定格圧力の所定のパーセンテージよりも低いときに、発生する。

30

【0014】

本発明のさらに別の態様によると、プロセッサは、警報を発すること、警報信号を送信すること、蒸気弁を閉じること、蒸気タービンに流入する蒸気の温度を変更すること、蒸気タービンに流入する蒸気の圧力を変更すること、及びシステムを完全に停止することの少なくとも1つを含む是正のための動作を行うことを行うための付加的なソフトウェア命令を実行する。本発明のさらに別の態様によると、プロセッサは、センサ装置の少なくとも1つが、許容不能リスクの範囲内で作動する1つ又はそれ以上のタービン構成要素を検出したときはいつでも、制御ユニットに関連したメモリ位置内に事例を記録することを行うための付加的なソフトウェア命令を実行する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以上において本発明を総括的な表現で説明したので、次に添付図面を参照するが、これら図面は必ずしも縮尺通りには表していない。

【0016】

本発明は、測定した作動パラメータを利用してタービンが望ましくない運転域に入った

50

否かを判定するシステム及び方法に関するものである。望ましくない状態が存在する場合には、タービン制御システムは、部品に対する損傷を回避するための是正措置を開始する。本発明の例示的な実施形態では、蒸気圧力及び軸受金属温度センサを使用して、蒸気タービン制御システム保護論理でプログラムされた蒸気タービン制御システムの使用により蒸気タービンの運転状態をモニタする。センサによって得られた情報に基づいて、蒸気タービン制御システムは、一般的には1つ又は複数の蒸気タービン構成要素がその閾値限界値を越えたときに発生する蒸気タービン構成要素への過度な磨耗又は損傷を防止するための先制措置を開始することができる。より具体的には、蒸気タービン制御システムは、特定の蒸気タービン構成要素に関連した設定限界値に達する前に発生する許容不能リスクの運転域（例えば、望ましくない流量不均衡な運転モード）に蒸気タービンが入る時点を検出することになる。蒸気タービン制御システムの制御ユニットは、蒸気タービンが許容不能リスク域を越えてその特定の蒸気タービン構成要素に関係した設定限界閾値に達する前に、蒸気タービンを高いリスク運転域から移行させ、それによってタービン構成要素への過度な磨耗又はタービン破損を回避するための必要な措置を講じることになる。

10

#### 【0017】

次に、本発明の全てではないが幾つかの実施形態を示す添付図面を参照しながら、以下において本発明をより十分に説明する。実際には、これらの発明は、多くの異なる形態で具現化することができ、本明細書に記載した実施形態に限定されるものではないと解釈されたく、むしろこれらの実施形態は、本開示が適用可能な法的要件を満たすこととなるようにするために提示している。全体を通して、同じ参照符号は、同様な要素を表している。

20

#### 【0018】

本発明の実施形態によるシステム、方法、装置及びコンピュータプログラム製品のブロック図を参照しながら、本発明を以下に説明する。ブロック図の各ブロック及びブロック図内のブロックの組合せはそれぞれ、コンピュータプログラム命令によって実行することができることが理解されるであろう。これらのコンピュータプログラム命令は、汎用コンピュータ、専用コンピュータ又はその他のプログラム可能データ処理装置にロードして、コンピュータ又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、以下の説明において詳述するブロック図の各ブロック又はブロック図内のブロックの組合せの機能を実行するための手段を形成するような機械を作り出すことができる。

30

#### 【0019】

これらのコンピュータプログラム命令はまた、コンピュータ読取可能メモリ内に記憶させることもでき、それによってコンピュータ又はその他のプログラム可能データ処理装置を、コンピュータ読取可能メモリ内に記憶させた命令が、1つ又は複数のブロック内に指定した機能を実行する命令手段を含む製品を作り出すような特定の方式で機能するようにすることができる。コンピュータプログラム命令はまた、コンピュータ又はその他のプログラム可能データ処理装置上にロードして一連の演算ステップを該コンピュータ又はその他のプログラム可能データ処理装置上で実行させて、コンピュータ又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1つ又は複数のブロック内に指定した機能を実行するためのステップを行うようなコンピュータ実行プロセスを作り出すことができる。

40

#### 【0020】

従って、ブロック図のブロックは、指定した機能を実行するための手段の組合せ、指定した機能を実行するためのステップの組合せ、及び指定した機能を実行するためのプログラム命令手段に対応している。また、ブロック図の各ブロック及びブロック図内のブロックの組合せは、指定した機能又はステップを実行する専用ハードウェアベースのコンピュータシステム、或いは専用ハードウェアとコンピュータ命令との組合せによって実行することができることも理解されるであろう。

#### 【0021】

本発明は、コンピュータのオペレーティングシステム上で実行されるアプリケーションプログラムによって実行することができる。本発明はまた、ハンドヘルド装置、マルチプ

50

ロセッサシステム、マイクロプロセッサベース又はプログラム可能大衆消費電子製品、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ等々を含むその他のコンピュータシステム構成で実施することもできる。

#### 【0022】

本発明の構成要素であるアプリケーションプログラムは、特定の抽象データ型を実行するルーチン、プログラム、構成要素、データ構造等々を含み、特定のタスク、作業又は仕事を行うことができる。分散コンピューティング環境においては、アプリケーションプログラム（全体としての又は一部としての）は、ローカルメモリ内に又はその他の記憶装置内に置くことができる。それに加えて、又はそれに代えて、アプリケーションプログラム（全体としての又は一部としての）は、本発明の実施を可能にする、通信ネットワークを介してリンクした遠隔処理装置によってタスクが実行されるような遠隔メモリ内に又は遠隔記憶装置内に置くことができる。この後、図を参照しながら本発明の例示的な実施形態について説明することにするが、図では、幾つかの図を通して同じ参照符号は同様な要素を示している。

10

#### 【0023】

図1は、本発明の例示的な実施形態による、望ましくない運転を検出する方法を実施した蒸気タービンシステム100の概略図である。図1に示す蒸気タービンシステム100における本発明の使用は、本発明の1つの代表的な適用例として示しているに過ぎない。本発明は、システムパラメータがその大きさ限界値を有し、またパラメータの大きさが時間の経過と共に変化するあらゆる同様なシステムにおいて実施することができることは、当業者には理解されるであろう。これらのシステムには、それに限定されないが、産業機械、蒸気タービン、ガスタービン、その他の燃焼システム及び油圧システムが含まれる。

20

#### 【0024】

図1によると、蒸気タービンシステム100内には、蒸気タービン105及び110を示している。図1の例示的な実施形態では、蒸気タービン105は、高圧用であり、蒸気タービン110は、中圧（又は低圧）用である。一般的な運転において、蒸気は、それぞれ蒸気入口パイプ170及び175によって蒸気タービン105及び110に流入する。蒸気入口パイプ170及び175を通る蒸気の流量は、それぞれ蒸気弁150及び155によって制御される。蒸気弁150及び155が開いている場合には、蒸気は、蒸気入口パイプ170及び175を流れることが可能になる。それに代えて、蒸気弁150及び155が閉じている場合には、蒸気は、蒸気入口パイプ170及び175を通して蒸気タービン105及び110内に流入することができないことになる。当業者には分かるように、弁150及び155は、様々な増分で部分的に開くことができ、それによって、蒸気タービン105及び110内への蒸気流入量を変化させることができる。さらに、蒸気は、それぞれ蒸気出口パイプ180及び185によってセクション105及び110から流出する。

30

#### 【0025】

センサ装置は、蒸気タービン構成要素及びその作動の様々なパラメータをモニタするために使用することができる。図1に示す例示的なセンサ装置は、タービン105及び110に流入する蒸気の圧力をモニタする蒸気圧力センサ160及び165と、タービンロータ115に結合された1つ又は複数のスラスト軸受120の温度を測定する金属温度センサ130とである。それに限定されないが、蒸気温度、タービンシステム100内で使用するその他の軸受、又はそれに対して限界値を設けることができるその他のあらゆる可変パラメータを含む蒸気タービンシステム100のその他の作動パラメータは、その他のセンサ装置によってモニタすることができることは、当業者には理解されるであろう。

40

#### 【0026】

制御ユニット125は、モニタ線135、140及び/又は145を介してセンサ装置（例えば、130、160及び165）から作動パラメータデータを受信し、検出した作動パラメータデータが、該パラメータが1つ又は複数の特定の蒸気タービン構成要素についての許容不能リスクに関連した望ましくない作動値にあることを表している場合には、

50

是正のための動作を行うことができる。具体的には、図 1 の例示的な実施形態では、制御ユニット 125 は、モニタ線 135、140 及び 145 を介して蒸気圧力センサ 160 及び 165 並びに金属温度センサ 130 によって作動パラメータをモニタし、それらの作動パラメータをメモリ内に記憶した許容限界値と比較する。作動パラメータが許容不能リスクに関連した望ましくない作動範囲に入った（又は、本発明の別の実施形態では、接近した）場合には、制御ユニット 125 は、作動パラメータがより望ましい範囲内にあるように戻るまで、制御信号線 190 又は 195 を介して蒸気弁 150 及び 155 を開くか又は閉じる。本発明の例示的な実施形態における制御ユニット 125 の特有な動作については、図 2 及び図 3 に関してさらに詳しく後述する。

#### 【0027】

10

本発明の例示的な実施形態によると、制御ユニット 125 によって検出することができる望ましくない状態は、スラスト過荷重のような不均衡スラスト状態である。スラスト過荷重は、高圧蒸気タービン 105 内の高い流量及び中圧タービン 110 を通る非常に低いか又はゼロである流量によって発生する可能性がある。例えば、タービンシステム 100 が全負荷（全流量）で運転しておりかつ蒸気弁 150 が閉じている場合かつ / 或いは中圧タービンバイパスが開かれておりかつ流れが中圧タービン 110 の周りで迂回している場合には、中圧タービンボウル圧力は低下すると同時に高圧蒸気タービンボウル圧力は定格圧力又はその近くに留まることになる。このスラスト過荷重状態においては、高圧蒸気タービン 105 によって発生したスラストは、中圧タービン 110 によって均衡化されることはなく、それによってスラスト軸受 120 に過荷重が加わる。

20

#### 【0028】

制御ユニット 125 は、高圧タービンボウル圧力及び中圧タービンボウル圧力を測定する蒸気圧力センサ 160 及び 165、並びにスラスト軸受 120 の過荷重を測定する金属温度センサ 130 のようなセンサ装置の使用によって、そのようなスラスト過荷重状態を検出することができる。金属温度センサ 130 によってモニタされたスラスト軸受金属温度は、スラスト不均衡状態の結果としてスラスト軸受 120 に問題がある可能性があることの付加的な指標となる。

#### 【0029】

本発明の例示的な実施形態では、制御ユニット 125 は、高圧タービンボウル圧力が定格圧力の所定のパーセンテージよりも高いときと定義されるスラスト過荷重を検出することができる。例えば、高圧タービンボウル圧力の所定のパーセンテージは、その定格圧力の 85% とすることができ、また中圧タービンボウル圧力の所定のパーセンテージは、その定格圧力の 10% 未満とすることができ、本発明の別の実施形態では、定格圧力の様々な所定のパーセンテージを使用することができる。本発明の例示的な実施形態では、中圧タービン 110 を通って流れる低い流量がある（又は、感知できるほどの流量がない）ことの指標として、中圧タービンボウル圧力の場合には 10% が選定される。本発明のこの例示的な実施形態では、高圧タービンボウル圧力がその定格圧力の 85% 又はそれ以下である状態での非常に低い又はゼロの中圧タービン流量は、85% 以下では高圧タービン 105 がスラスト軸受 120 に過荷重を加えるのに十分なほどのスラストを発生しないので、一般的に許容可能である。

30

40

#### 【0030】

スラスト過荷重状態が検出された場合には、制御ユニット 125 は、高スラスト状態から抜け出させる適切な是正措置を講じる。本発明の例示的な実施形態では、制御ユニット 125 は、蒸気弁 150 及び 155 を調整して、高圧タービンボウル圧力が定格圧力の 85% 以下に低下するまで、継続して標準負荷に運転を戻す。本発明の例示的な実施形態では、制御ユニット 125 は、そのような圧力低下が達成されるまで、毎分 20% ずつ継続して標準負荷に運転を戻すことができる。しかしながら、金属温度センサ 130 の使用により、制御ユニット 125 は、高スラスト状態を検出し続けながら、スラスト軸受金属温度をモニタする。本発明の例示的な実施形態では、スラスト軸受金属温度がスラスト軸受又はタービンシステム 100 のその他の構成要素に対する許容不能リスクに関連した温度

50



範囲まで上昇した場合には、タービンシステム 100 は、切り離されるか又は停止される。従って、そのような例示的な実施形態では、システム停止は、スラスト不均衡状態及び許容不能スラスト軸受温度上昇が検出された場合に、起こることになる。

#### 【0031】

図 2 は、本発明の例示的な実施形態による、タービン構成要素の望ましくない作動を検出する方法で使用する制御ユニット 125 のブロック図である。制御ユニット 125 は、本発明によるプログラム化論理 215（例えば、ソフトウェア）を記憶するメモリ 205 を含む。メモリ 205 はまた、本発明の実施及びオペレーティングシステム 225 において利用する許容限界値データ 220（例えば、構成要素の作動の定格限界値、作動の好ましい範囲及び / 又は許容不能リスクに関連した作動範囲等々）を含む。プロセッサ 230 は、オペレーティングシステム 225 を利用してプログラム化論理 215 を実行し、またそうする際に許容限界値データ 220 を利用する。データバス 235 は、メモリ 205 とプロセッサ 230 との間の通信を行う。

10

#### 【0032】

ユーザは、制御ユニット 125 によって制御されるタービンシステムの様々な構成要素のコンフィギュレーション及び / 又は制御のために制御ユニット 125 に対してデジタルデータを通信することができるキーボード、マウス、コントロールパネル又はその他のあらゆる装置のような 1 つ又は複数のユーザ入力装置 245 と通信するユーザ入力装置インタフェース 240 を介して、制御ユニット 125 と通信する / 制御ユニット 125 を制御する。制御ユニット 125 は、I/O インタフェース 250 を介して、蒸気タービン、センサ装置（例えば、圧力又は軸受温度センサ）、及び幾つかのケースでは蒸気タービンシステムに関連した外部装置に関連した弁と通信状態になっている。本発明の例示的な実施形態では、制御ユニット 125 は、蒸気タービンシステムと共同設置するか或いは一体化することさえできるが、それに代えて制御ユニット 125 は、蒸気タービンシステムに対して遠隔位置に設置することもできる。さらに、制御ユニット 125 及びそれによって実行されるプログラム化論理 215 は、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア又はそれらのあらゆる組合せを含むことができる。

20

#### 【0033】

図 3 は、本発明の例示的な実施形態による、望ましくない運転を検出する方法を実行する制御ユニットの制御論理の例示的なフロー図である。ステップ 305 において、制御ユニットは、蒸気弁を開いて、蒸気が蒸気入口パイプを通して蒸気タービンセクション内に流入するのを可能にする。次にステップ 310 において、蒸気圧力センサ装置、スラスト軸受金属温度センサ装置、これら 2 つのセンサ装置の組合せ、又は蒸気タービンの構成要素又は特定の作動をモニタするその他の装置とすることができるセンサ装置は、継続して蒸気タービンシステムの作動パラメータをモニタする。本発明の態様によると、センサ装置は、許容限界値データを検出し、そのデータを制御ユニットに送信することができる。従って、制御ユニットは、ステップ 310 に示すように、継続して作動パラメータをモニタする。この許容限界値データは、例えば作動パラメータの実測値又は作動パラメータの変化を表す絶対値とすることができる。作動パラメータに関連した他の形態のデータをセンサ装置によって制御ユニットに提供することができることは、当業者には分かるであろう。

30

40

#### 【0034】

ステップ 315 において、制御ユニットは、蒸気タービンの作動パラメータが許容不能リスクの範囲に入ったか否かを判定する。蒸気タービンが許容可能限界値の範囲内で運転している場合には、制御ユニットは、ステップ 310 におけるその作動パラメータモニタ状態に戻る。しかしながら、蒸気タービンが許容可能限界値の範囲内で運転されておらず、許容不能である特定のリスクレベルに関連した運転範囲に入った場合には、制御ユニットは、ステップ 320 に示すように、是正のための動作を行うことになる。本発明の実施形態によると、ステップ 320 におけるこの是正措置は、例えば入口パイプに関連した蒸気弁を調整することとすることができる。制御動作には、それに限定されないが、警報を

50

発すること、警報信号を送信すること、蒸気弁を閉じること、蒸気タービンに流入する蒸気の温度を変更すること、蒸気タービンに流入する蒸気の圧力を変更すること、又はシステムを完全に停止することを含むことができる。さらに、あらゆる発した警報又は許容可能限界値外のシステム運転の事例は、制御システムのメモリ内に記録することができる。言い換えると、センサ装置の少なくとも１つが許容不能リスクの範囲内で作動している１つ又はそれ以上のタービン構成要素を検出した場合には、そのような検出データは、将来の分析のためにデータベース内に記録しかつ保管することができる。

#### 【 0 0 3 5 】

図４は、本発明の例示的な実施形態による、スラスト過荷重状態が存在するときには是正のための動作を行う方法を実行する制御ユニットの制御論理の例示的なフロー図である。制御ユニットによって検出することができる望ましくない状態の一例は、スラスト過荷重のような不均衡なスラスト状態である。スラスト過荷重状態においては、高圧蒸気タービンによって発生したスラストは、中圧タービンによっては均衡化されず、それによってスラスト軸受に過荷重が加わる。

10

#### 【 0 0 3 6 】

本発明の例示的な実施形態では、制御ユニットは、ステップ４０５を実行して、蒸気圧力センサのようなセンサ装置をモニタし、高圧タービンボウル圧力及び中圧タービンボウル圧力を測定すると共に、スラスト軸受の過荷重を測定している金属温度センサをモニタする。次に、制御ユニットは、ステップ４１０を実行して、高圧タービンボウル圧力が定格圧力の所定のパーセンテージよりも高いか否かを判定する。例えば、図４の例示的な実施形態では、高圧タービンボウル圧力の所定のパーセンテージは、その定格圧力の８５％とすることができる。その定格圧力の８５％よりも高くない場合には、制御ユニットは、ステップ４０５においてセンサ装置をモニタし続ける。高圧タービンボウル圧力がその定格圧力の８５％よりも高い場合には、ステップ４１５が実行されて、中圧タービンボウル圧力が定格圧力の所定のパーセンテージよりも低いかなかを判定する。例えば、図４の例示的な実施形態では、中圧タービンボウル圧力の所定のパーセンテージは、その定格圧力の１０％未満とすることができる。

20

#### 【 0 0 3 7 】

本発明の例示的な実施形態では、中圧タービンを通して流れる低い流量がある（又は、感知できるほどの流量がない）ことの指標として、中圧タービンボウル圧力の場合には１０％が選定される。中圧タービンボウル圧力がその定格圧力の１０％よりも低くない場合には、制御ユニットは、ステップ４０５においてセンサ装置をモニタし続ける。本発明のこの例示的な実施形態では、高圧タービンボウル圧力がその定格圧力の８５％又はそれ以下である状態での非常に低い又はゼロの中圧タービン流量は、８５％以下では高圧タービンがスラスト軸受に過荷重を加えるのに十分なほどのスラストを発生しないので、許容可能である。中圧タービンボウル圧力がその定格圧力の１０％よりも低い場合には、スラスト過荷重状態が検出され、ステップ４２０が実行される。本発明の別の実施形態では、高圧タービンボウル及び中圧タービンボウルの定格圧力値に関連したパーセンテージは、変化させることができる。さらに、本発明の他の実施形態では、高圧タービンボウル及び中圧タービンボウルの定格圧力値に関連したパーセンテージは、相関させる（例えば、反比例する等々）ことができる。

30

40

#### 【 0 0 3 8 】

ステップ４２０において、制御ユニットは、高スラスト状態から抜け出させる適切な是正措置を講じ始める。本発明の例示的な実施形態では、制御ユニットは、蒸気弁を調整して継続して標準負荷に運転を戻す。本発明のこの例示的な実施形態では、制御ユニットは、毎分２０％ずつ標準負荷に運転を戻すことができるが、他の実施形態では、別の運転戻し速度を実行することができる。またステップ４２０において、制御ユニットは、高スラスト状態を検出し続けながら、金属温度センサの使用により、スラスト不均衡状態の結果としてスラスト軸受に問題があることの付加的な指標としてのスラスト軸受金属温度をモニタする。

50

## 【 0 0 3 9 】

次に、高圧タービンボウル圧力が定格圧力の 85 % 以下に低下しているか否かを判定するために、ステップ 425 が実行される。高圧タービンボウル圧力が定格圧力の 85 % 以下に低下した場合には、スラスト過荷重状態は軽減されており、制御ユニットは、ステップ 405 において次の望ましくない状態をモニタし続ける。高圧タービンボウル圧力が定格圧力の 85 % 以下に低下していない場合には、制御ユニットは、そのような圧力低下が達成されるまで継続して標準負荷に運転を戻し続け（例えば、毎分 20 % の速度で）、ステップ 430 を実行して、スラスト軸受金属温度がスラスト軸受又はタービンシステムのその他の構成要素に対する許容不能リスクに関連した温度範囲まで上昇しているか否かを判定する。そのような温度範囲に達していない場合には、制御ユニットは、ステップ 420 において標準負荷に運転を戻し続ける。スラスト軸受金属温度が許容不能リスクに関連した温度範囲まで上昇している場合には、タービンシステムは、ステップ 435 において切り離されるか又は停止される。従って、そのような例示的な実施形態では、スラスト不均衡状態及び許容不能スラスト軸受温度上昇が検出された場合には、システム停止が起こることになる。

## 【 0 0 4 0 】

これらの発明に関わりのある当業者には、上述の説明及び関連する図面に示した教示の助けを借りて、本明細書に記載した本発明の多くの変更形態及びその他の実施形態が想起されるであろう。従って、本発明は、開示した特定の実施形態に限定されるべきではなく、また様々な変更形態及びその他の実施形態は、特許請求の範囲の技術的範囲内に含まれることになることを意図していることを理解されたい。本明細書では特殊な用語を使用しているが、それらは専ら包括的かつ説明としての意味で使用しており、限定の目的で使用しているものではない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 4 1 】

【図 1】本発明の例示的な実施形態による、タービン構成要素の望ましくない作動を検出する方法を実施した蒸気タービンシステムの概略図。

【図 2】本発明の例示的な実施形態による、タービン構成要素の望ましくない作動を検出する方法で使用する制御ユニットのブロック図。

【図 3】本発明の例示的な実施形態による、タービン構成要素の望ましくない作動を検出する方法を実行する制御ユニットの制御論理の例示的なフロー図。

【図 4】本発明の例示的な実施形態による、スラスト過荷重状態が存在するときには是正のための動作を行う方法を実行する制御ユニットの制御論理の例示的なフロー図。

## 【符号の説明】

## 【 0 0 4 2 】

- 100 蒸気タービンシステム
- 105 蒸気タービン
- 110 蒸気タービン
- 115 タービンロータ
- 120 スラスト軸受
- 125 制御ユニット
- 130 金属温度センサ
- 135 モニタ線
- 140 モニタ線
- 145 モニタ線
- 150 蒸気弁
- 155 蒸気弁
- 160 蒸気圧力センサ
- 165 蒸気圧力センサ
- 170 蒸気入口パイプ

10

20

30

40

50

1 7 5 蒸気入口パイプ  
1 8 0 蒸気出口パイプ  
1 8 5 蒸気出口パイプ  
1 9 0 制御信号線  
1 9 5 制御信号線  
2 0 5 メモリ  
2 1 5 プログラム化論理  
2 2 0 許容限界値データ  
2 2 5 オペレーティングシステム  
2 3 0 プロセッサ  
2 3 5 データバス  
2 4 0 ユーザ入力装置インタフェース  
2 4 5 ユーザ入力装置

【図 1】

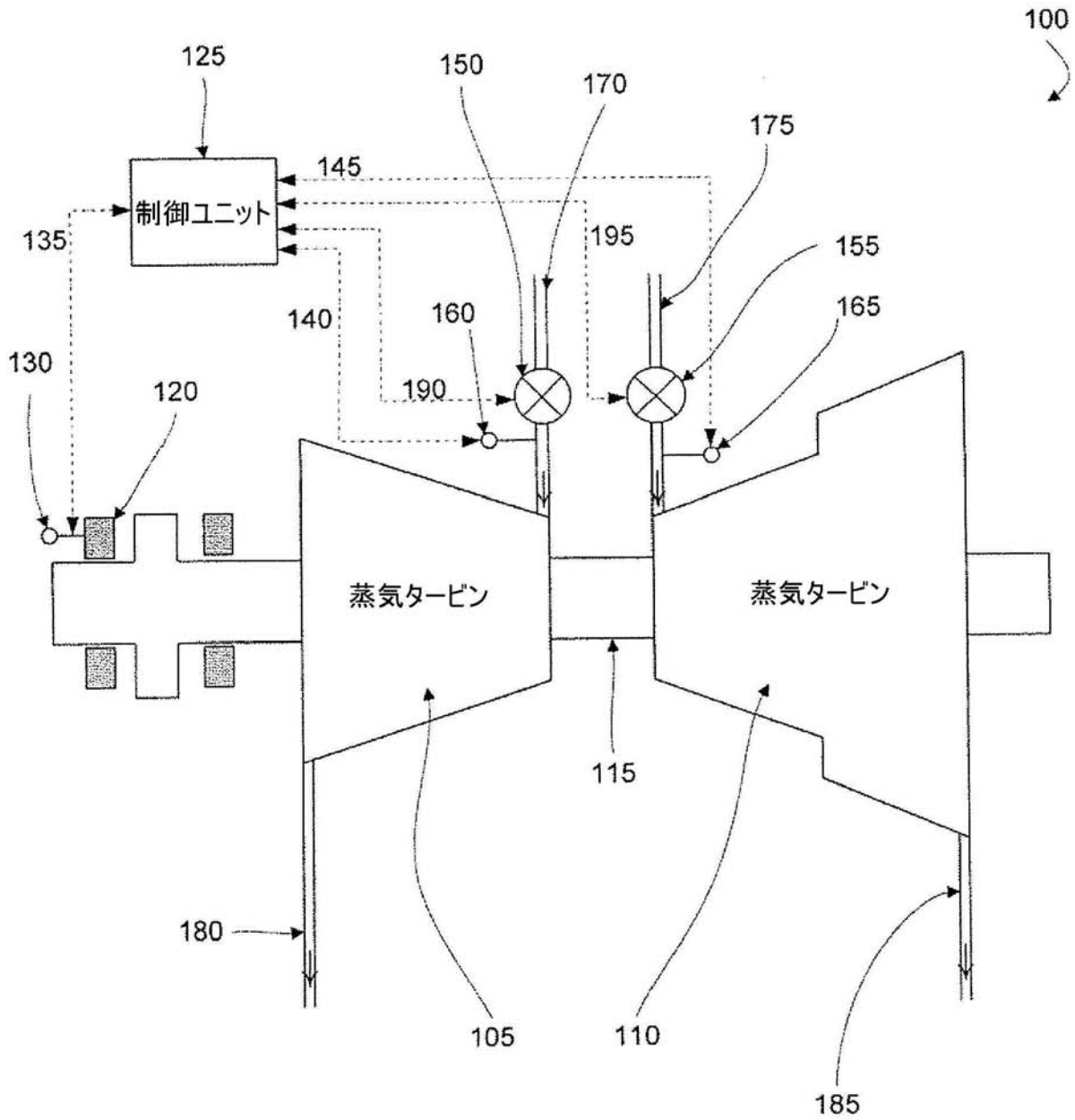


FIG. 1

【 図 2 】

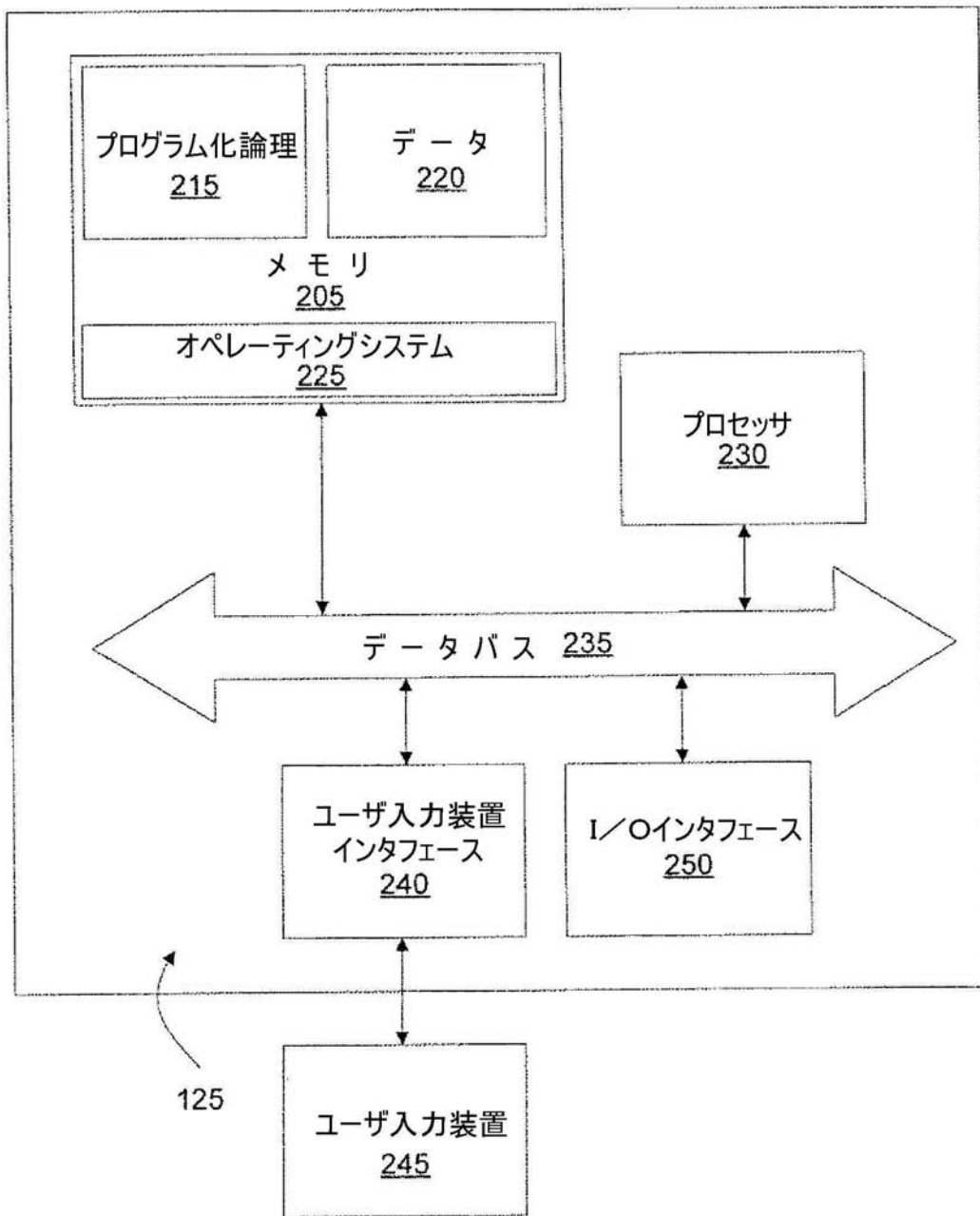


FIG. 2

【 図 3 】

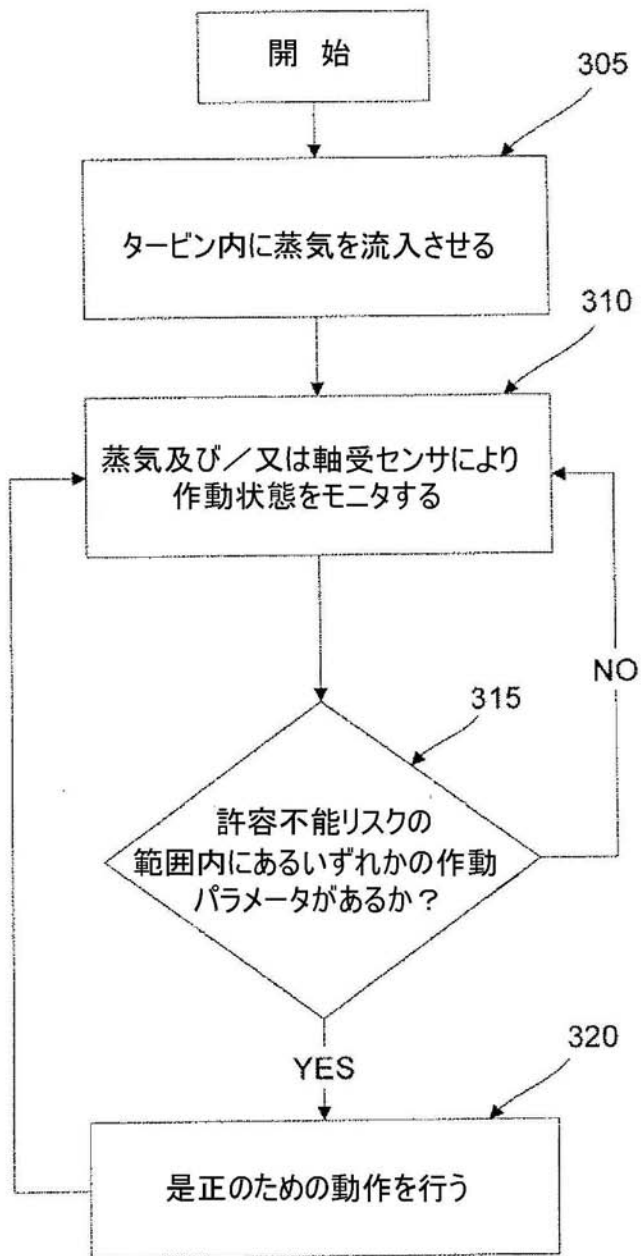


FIG. 3

【 図 4 】

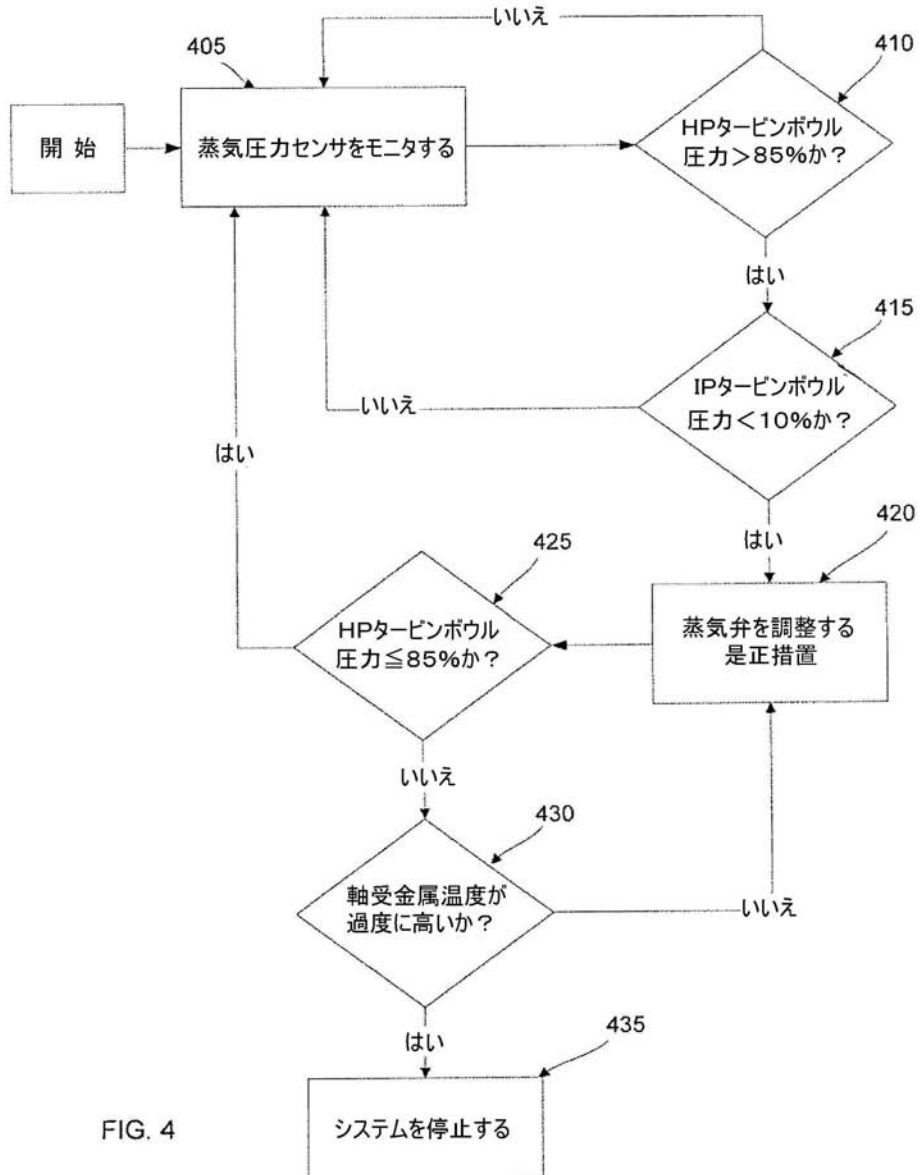


FIG. 4



---

フロントページの続き

(72)発明者 ニコラス・エイ・ティセンチェク

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、ロリ・レーン、5番

(72)発明者 エドワード・アーサー・デューハースト

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ウエストモアランド・ドライブ、774番