

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4005143号

(P4005143)

(45) 発行日 平成19年11月7日(2007.11.7)

(24) 登録日 平成19年8月31日(2007.8.31)

(51) Int. Cl.	F I
<b>FO1D 25/00 (2006.01)</b>	FO1D 25/00 V
<b>FO1K 13/00 (2006.01)</b>	FO1D 25/00 W
<b>GO6N 7/02 (2006.01)</b>	FO1D 25/00 N
<b>GO6N 3/02 (2006.01)</b>	FO1K 13/00 D
	GO6N 7/02 554L

請求項の数 5 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平10-526807	(73) 特許権者	シーメンス コーポレート リサーチ インコーポレイテッド
(86) (22) 出願日	平成9年12月5日(1997.12.5)		アメリカ合衆国 08540 ニュージャージー プリンストン カレッツジロードイースト 755
(65) 公表番号	特表2002-501584(P2002-501584A)	(74) 代理人	弁理士 矢野 敏雄
(43) 公表日	平成14年1月15日(2002.1.15)	(74) 代理人	弁理士 山崎 利臣
(86) 国際出願番号	PCT/US1997/022159	(74) 代理人	弁理士 久野 琢也
(87) 国際公開番号	W01998/026336		
(87) 国際公開日	平成10年6月18日(1998.6.18)		
審査請求日	平成16年12月3日(2004.12.3)		
(31) 優先権主張番号	08/764,381		
(32) 優先日	平成8年12月13日(1996.12.13)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸気タービンにおける羽根温度推定方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

入口及び出口段のうちの少なくとも1つにおける個所で圧力及び温度を含む測定パラメータ値を利用して、蒸気タービンにおける羽根温度の推定を行う方法において、下記のステップを有し、即ち、

水/蒸気サイクル分析プログラムを使用することにより、及び指向された、方向づけられた実験により羽根温度値をシミュレートすること；

人工ニューラルネットワーク(ANN)に前記測定値及び前記羽根温度値を与えることにより、前記人工ニューラルネットワーク(ANN)をトレーニングすること；

実時間測定値を前記ANNに供給することを特徴とする蒸気タービンにおける羽根温度推定方法。 10

## 【請求項2】

前記測定値は数が4であることを特徴とする請求の範囲1記載の方法。

## 【請求項3】

前記ANNは、直接、動作時羽根温度値を導出するため使用されることを特徴とする請求の範囲1記載の方法。

## 【請求項4】

下記のステップを有する、即ち、

前記パラメータ値の第1のサブセットを生成すること；

前記の第1のサブセットを、前記ANNをトレーニングするため利用すること； 20

前記パラメータ値の第2サブセットを生成すること；  
 中間パラメータを導出するための計算を実施するため、前記の第2のサブセットを利用すること；  
 前記の中間パラメータ及び前記の測定パラメータ値のうちの1つを利用して、羽根温度値を計算することを特徴とする請求の範囲3記載の方法。

【請求項5】

5つの測定されたパラメータ値が利用され、前記の第1のサブセットは、4つの測定パラメータを有するようにしたことを特徴とする請求の範囲4記載の方法。

【発明の詳細な説明】

ターボ発電機におけるような蒸気タービンの作動中、作動パラメータがスタートアップ及び停止 (shutdown) フェーズを含めて適当な及び安全な動作のため所定の限界内に保持されることが重要である。不安定な作動は、人身の怪我に対し重大な影響を及ぼし得る。ここで参照的に言及されるのは発明者により同時に出願されている名称 A GRAPHICAL USER INTERFACE SYSTEM FOR STEAM TURBINE OPERATING CONDITIONS - その開示は本発明と抵触しない程度でなされている - である。

典型的には蒸気タービン - 発電機ではタービンは、ほぼフルパワーで作動されるか、又はパワーの要求が不十分であった場合停止 (shutdown) された。特に大型のパワーグリッドの一部として動作中フルロード全負荷より僅かな負荷での作動可能性が要求され得る。そのような条件のもとで、温度、圧力、蒸気の湿り度、再熱、膨張及び圧縮が過度のタービン羽根温度を生じさせることが起こり得る。そのような条件は、多分に悲惨な災害的な結末を招来して羽根の故障を必然的にもたらし得る。吸気蒸気圧力が出口圧力以下におかれるような条件のもとでの作動を監視することは、實際上重要なことである。背景技術手段の資料文献として下記の著書がある；

W. W. Bathie, "Fundamentals of gas turbines", John Wiley and Sons, 1996; and H. Herlock, "Axial flow turbines: Fluid mechanics and thermodynamics", Butterworth, London, 1960.

タービン中で蒸気挙動特性をその全体的な動作領域でシミュレートするための良好な数学的モデルは、容易に得られるものでない、殊に、そこにて、主 - 蒸気圧が排気圧力に近いが、又はそれより低い期間に関して容易に利用可能でない。そのような期間中流体流動フロー挙動特性は、著しく複雑である、それというのは、速度の半径方向成分が、速度の軸方向成分に比して著しいものであるからである。通常の負荷作動の際の蒸気挙動特性をシミュレートするための利用可能な簡単化された数学的モデルは吸気圧力が出口圧力に近いが、又はそれより低い場合適正には動作しない。

新規な大型の蒸気タービンでは、温度測定装置が、HP及びLPケーシングのそれぞれの段に設置される。それらの測定によっては、羽根温度がその限界を超えるといつも、担当の監視検査エンジニア又はオペレータに指示が与えられる。比較的的小型及び旧型のタービンに対する温度監視のニーズのみならず、温度プローブ設置よりも実際的で、コスト上有効な手法に対するニーズが、次のような要請、必要性を生じさせている、即ち、実時間でタービン羽根温度を推定し、作動中タービン羽根温度を監視する - ここでも認識されている - 要請、必要性を生じさせている。

本発明は、有利にはプログラマブルコンピュータを適用して実施されるべきである。

本発明の1つの側面によれば、蒸気タービンにおける羽根温度の推定を行う方法が、羽根の直ぐそば以外の個所にて、主に、入口、出口段にて、圧力及び温度を含む測定パラメータを利用する。初期的に、水/蒸気サイクル分析プログラムを使用することにより、及び指向された、方向づけられた実験により羽根温度がシミュレートされる。人工ニューラルネットワーク (ANN) に前記測定値及び前記羽根温度値を与えることにより、前記人工ニューラルネットワーク (ANN) がトレーニングされる。本発明の1つの実施形態によ

10

20

30

40

50

れば、4つの値が1つの満足のゆく結果を与える。1つの方法の発展形態では、ANNは直接的に作動羽根温度値を導出するため使用される。

本発明の別の側面のハイブリッドアプローチによれば、人工ニューラルネットワークに前記測定値及び前記羽根温度値を与えることにより、前記人工ニューラルネットワークがトレーニングされる。ハイブリッドアプローチでは5つの測定値が利用される。例えば、4つのパラメータ値から成る1つのサブセットがANNのトレーニングのため使用され、そして、例えば、3つの値の他の1つのサブセットが、他の中間パラメータに対する計算を実施するため使用されるのである。中間パラメータ及び5つの測定値のうちの1つを用いて、羽根温度が計算される。

本発明のなおさらなる別の側面によれば、ユーザインターフェースは、タービン作動を担当する監視エンジニア向けの実時間情報ディスプレイを与え、その結果クリティカルなパラメータ値及び作動条件の不都合な組合せが、容易に観測され、偏差が明示され、その結果補正動作を迅速に開始できる。パラメータのグラフプロットを容易に提示できるけれども、そのようなフォーマットは、一般に、温度の分布及び結合、組み合わせ、圧力、蒸気湿度又は過熱 (Superheat) 及びタービュレンス乱流効果に関して、タービンの状態の全体的像を容易には与えない。

本発明によれば、作動状況のオーバービューを次のようにして一層容易に明示できる、即ち、モリエル (Mollier) のエンタルピ/エントロピの線図上のラインにより作動時の膨張及び圧縮作動プロセスを表示することにより一層容易に明示できる。組合せにおいて、実時間パラメータ値及びパラメータトレンドも提示される。トレンド及び実時間情報に關連してモリエル (Mollier) 線図を用いて、検査エンジニアは一層迅速に、不都合な、潜在的に障害要因と成る作動条件を識別し、補正できる。

本発明の1つの側面によれば、通常利用可能な他の測定値から羽根温度を推定するため、ハイブリッドANN (artificial neural network) - アルゴリズムをベースとするスキームを利用する、ここで通常利用可能な測定値が利用される。ANNに対するトレーニングデータは、数学モデル及び実験により発生されたデータ双方を含む。

本発明を図に關連して以下の説明から一層良好に理解し易く明示する。

図1には、本発明によるウィンデージ (windage) に対するモジュールアーキテクチャを示し、

図2は、本発明による羽根温度推定のため人工的ニューラルネットワークを示し、

図3は本発明により人工的ニューラルネットワークに対するトレーニング手順を示し、

図4は本発明に關連して適用可能なグラフィックユーザインターフェース構造を示し、

図5は本発明に關連して適用可能なグラフィックインターフェースビューを示す。

蒸気タービンの作動中ウィンデージ (windage) に基づく加熱を作動モードにより許容可能な限界内に維持しなければならない。本発明によるHP及びLPタービンに対するウィンデージ (windage) モジュールは、オペレータに、それぞれのタービン段にて羽根温度の推定をさせるものである。ここで、開示されているインターラクティブユーザインターフェースは、モリエル (Mollier) 線図ないしh-s線図内で実時間値、それらの値のトレンドグラフ及びそれぞれのステート状態をディスプレイ表示する。推奨されるべき監視検査情報が推定及び他のアクセス利用可能な測定値から引き出され得る。

風の影響、風の修整量ないし爆風を表わすウィンデージ (windage) (本文中単にウィンデージとも称する) に係わる現象の例について次に説明する。HPタービンではトリップ引き外しにつづいてタービンを通っての蒸気流がないのでエネルギー伝達の程度が、タービンにおける圧力及び蒸気密度に依存する。フルロードひき外し、トリップの際、相応の高いコールドの再熱器圧力が初期的に存在する。風損 (windage loss) による許容されない加熱を回避するため、適当な圧力消滅又は所定の冷却蒸気流が要求される。モリエル (Mollier) 線図における膨張線ラインは、フルロードが除かれてからゼロロードへの十分なHPタービン流の利点を指示する。オペレータは、そのような図形により遙かに一層良好な情報が得られる。

10

20

30

40

50

膨張/圧縮線のオンライン視覚化が、殊にタービンの他の部分 - 該部分は当該の所定の事例ではウィンデージ (windage) 現象に基づき過熱を受ける - にとって有用である。制御弁が例えば2つの低い方のヒータに対するクロスオーバーラインにおいて、閉じられるとき蒸気タービンを加熱するにはLPタービンは、最終段におけるウィンデージ (windage) により惹起される温度上昇を許容限界内に保持すべく蒸気を冷却することを要求する。当該の作動モードにて、LPタービンにおける蒸気は、風損 - これは最終段内で支配的に生じる - に基因、由来するエネルギーを吸収する。

一般にウィンデージ (windage) モジュールは、DIGESTシステムとして知られているシステムにて使用されたシステムアーキテクチャに従う。DIGESTは、ドイツ連邦共和国の企業体 (a corporation of Germany) シーメンス社 Siemens Aktiengesellschaft (Siemens AG) のKWU - FTP - アクティビティ活動 (KWU - FTP activity of Siemens Aktiengesellschaft) により開発されたパワーシステムプラントに対するモジュラ式監視システムである。DIGESTは、6つの異なるレベルに分割され得る1つのモジュラシステムアーキテクチャーこれについては以下簡略説明する - により特徴づけられる。モジュールコンポーネントは任意の選択的構造の構築において多分のフレキシビリティをもったものがCに記載されている。

提案されたウィンデージ (windage) モジュールシステムアーキテクチャが図1に示してある。最初の2つのレベルが既にDIGESTの部分としてアクセス利用可能である。モディフィケーション修正変更は、管理的及びデータレベルに対してなされた。通信及びデータの双方のレベルにおけるモディフィケーションは、データベースを介してモジュール特有のデータをリクエスト要求するために必要とされ、また、データサーバ及びデータベースを生成するため必要とされるパラメータスペシフィケーションを含む。主なウィンデージ (windage) モジュール開発は、主にアクション及びプレゼンテーションレベルでなされる。

図1に示されているように、ウィンデージ (windage) モジュールにおける6つのレベルは次の通りである；

1. アクイジションレベル：このレベルは、データアクイジションプロセスをマネージし、このデータアクイジションプロセスは、シーメンスタイプ type siemens Simatic 5. の幾つかの programmable logic controllers (PLC) 2 プログラマブルロジックコントローラ (PLC) 2 を含む。Simatic 5 におけるドキュメンテーションは、Siemens Industrial Automation から利用可能である。その容量ケイパビリティ capabilities は、信号サンプリング、A/D変換、限定された計算、シーケンスプロセスアクションの実行、サイクルタイミング及び開いた通信機能を包含する。これは当該の関連でデータアクイジション装置デバイスとして使用され、ここで所定のレートで測定データをサンプルし、それをデジタル化し、データをイーサネットワークを介して非同期的に転送する。

2. 通信レベル；このレベルは、基本的に通信サーバ6であり、この通信サーバは、ネットワークとDEC (Digital Equipment Corporation)、デジタルワークステーションマシン間の情報の転送をマネージする。通信問題タスクを処理する標準DECモジュールはOmni Server / DECnet Phase V と称される。データ転送をマネージするDEC内のプロセスは、DEC - S5, 8, 及び S5 - DEC 10 により表わされたデータ転送をマネージする。DEC - S5 は、管理レベルからS5への転送をマネージし、そして、S5 - DEC はS5から管理レベルへのデータ転送をマネージする。

管理レベル

コントロールの管理レベルは、適正フォーマットでリクエストを通信レベルへ伝搬する - このことは、テレグラム ディストリビュータ (telegram distributor) module 12 によりなされる - ことにより、ウィンデージ (windag

10

20

30

40

50

e) プロセスコントロールからのデータリクエストをハンドリング処理する。前記レベルは亦、所定のフォーマットで入来データをマネージし、データの記憶のためプロセスコントロールへ送り返す。このことは、テレグラムレシーバ (telegram receiver) module によりなされる。他の機能は、バッファ容量 (de-log) をマネージすること、16, セルフチェックプロセス (watchdog), 18, 及び割込中断目的のための幾つかのタイマ/クロック (タイム-コントロール), 20 を包含する。セルフチェックプロセスは、主に、システム内でのすべてのプロセスのステータスをチェックし、必要ならばシステムをリブート (reboot) するべきものである。

アクションレベル;

アクションレベルは、連続的バックグラウンドプロセス及び計算をマネージする。それらは、データリクエストの開始起動 (RQTS 送信)、入来データのマネージメント (RDTs)、データ記憶、すべての計算プロセス及び結果の記憶を包含する。当該レベルの1層詳細な説明を次のセクションにて行う。このレベルは、亦、計算結果の妥当性をテストするアウトプットマネージメントを含み得る。このスキームにおいて、ハイブリッド人工的ニューラルネットワーク (ANN) 推定器の結果が、常に、分析モジュールの結果と比較される。当該妥当性検証は、可能性のある悪い結果 - これは通常、ANN トレーニング期間中、提示されたすべてのサンプルから遠く離れている入力値により惹起される - を検出するために要求される。大きな偏差があれば、さらなるリトレーニング (re-training) が正常であることが指示される。

5. データレベル

データレベルは、データ記憶及びアクセスに関するすべてのプロセスを処理する。これは、データサーバ 22 及びデータベース 24 を含む。データベースに対するすべてのアクセスは、データサーバ 22 を介してなされなければならない。データは一旦適正なフォーマットでデータベース 24 内に記憶されると、すべてのレベルで容易にアクセスされ得る。

6. プリゼンテーションレベル

プリゼンテーションレベルは、ユーザが、すべての必要な情報を、幾つかの異なる要領作法で、ビュー監視し、即ち、現行値、トレンドダイヤグラム及びモリエル (Mollier) 線図をビュー監視し得るようにする GUI を与えるものである。前記プリゼンテーションレベルは、ウインディージ GUI インターフェースに必要とされる中間パラメータ値を記憶するための共用メモリ 30 から成る。フリーグラフィックスは、データベース内に記憶された任意のパラメータ値をプロットするための独立のグラフィックツールである。このツールは、オリジナル DIGEST システムの部分として開発される。

情報は主要ウインディージスクリーン (windage screen) でスタートする幾つかの層で提示される。後続の層は、各タービンセクションに対する詳細条件を示す。それらの層は、タービン作動に関する適正な判定をするためオペレータにとって重要なすべてのパラメータ値に関しての情報を与える。当該のレベル内でのプロセスに関するさらなる詳細は次のセクションにて与えられる。開発スクリーンは、幾つかの内部モジュール及びシステムパラメータ又はプロセスをアクセスするため設けられる; 然し乍ら、主に、セキュリティ、安全保全上の理由の故に、当該の特性的事項、フィーチャは、実際の作動バージョンでは有利に省かれ得る。

監視プロセスは、必ずしも常に同じレートにてサイクル動作する必要はない; それは、タービン作動条件に依存すべきものである。幾つかのシナリオをそれぞれの特定のタービンに対して予め設定できる。例えば、無負荷、フルロード全負荷、スロー停止 (slow shutdown) の際の低負荷、スタートアップ及び負荷除去。監視サイクルは、クリティカルな事情に応じて異なる条件に対して、自動的に調節されるべきであり、そして、それぞれのディスプレイを、オペレータをアシスト援助するようにポップアップするように配置構成し得る。

ウインディージモジュールは基本的に2つの主要プロセス、バックグラウンドプロセス及びインタラクティブディスプレイプロセスを有する。バックグラウンドプロセスは、所要のパラメータ値を得ることに対して、所定レート羽根温度を計算することに対して、及び関連情

10

20

30

40

50

報を適当な共用メモリ及びデータベース内にて記憶することに対して責務がある。インタラクティブディスプレイプロセスは、任意の時点でグラフィックに必要な又は要求された情報を示す。プロセスレートはすべての測定が安定化する前に、最小の所要時間だけ制限され、そして、タービン条件の厳しさに基づき変化する。クリティカルな羽根温度の近くでの作動は、一層速いプロセスレートを必要とし得る。

監視プロセス前に、ANNはトレーニングされねばならない。トレーニングサブ構造は、監視モジュールにて使用される適当なウエイト及びパラメータを生じさせることに対して責務がある。当該のプロセスはオフラインでなされ、GUIインターフェースを介して可制御でない。ネットワークは、予期された通常の作動領域に対して分析手段を使用して、推定された温度を計算することにより得られたシミュレートデータを使用してトレーニングされ、そして、実際のデータがフィールド実験で得られる。実験は、特定の低い蒸気流条件、例えば、停止 (shutdown)、負荷のロス、及びスタートアップのような当該の条件にてデータを生成することに集中する。この配置構成は、全体的なタービン作動領域に対して羽根温度を推定し得るべきものである。推定器に対する最小入力は、主蒸気の圧力の測定値、主蒸気の温度、第3段の圧力及び排気圧力である。付加的な入力は、任意に設定され、評価され得る。

バックグラウンドプロセスは、測定データを取得し、羽根温度及び他の必要な値を計算し、適当な位置個所でそれらの値を記憶する。プロセスシーケンスは次のようなものである：

通信レベル (DEC-S5 プロトコルを用いて) を介して及び管理レベル (テレグラムディストリビュータ) を介して、アキュジションレベルに対する所要の測定データに対するリクエスト要求すること。

データアキュジションシステム Simatic 5 (Siemens PLC) からの測定データを受信すること。リクエスト要求は、イーサネットワークを介して伝搬され、S5-DEC プロトコルを用いて通信され、管理レベル内のテレキャプチャ (tele-capture) によりマネージされる。測定パラメータのリストは、下記を包含する：

Pms = 主蒸気の圧力 (bar)

Tms = 主蒸気の温度 (°C)

P1 = ブレーディング (blading; 羽根植付) 前の蒸気圧 (bar)

T1 = ブレーディング (blading; 羽根植付) 前の温度 (°C)

P3 = 第3段での圧力

Pex = 再熱器後の排気圧 (bar)

PeH = 再熱器前の排気圧 (bar)

Tch = 再熱器前の排気温度 (°C)

Tcb = 底部ケーシング温度 (°C)

Tcu = 上部ケーシング温度 (°C)

Tci = 内部ケーシング温度 (°C)

Tco = 外部ケーシング温度 (°C)

N = 回転速度 (RPM)

Power = 出口パワー (MW)

入力データを所望のフォーマットにプリプロセスすること (インタープリタ)。このプロセスは、基本的に入力データストリングを読み出し、これを標準ASCIIフォーマットにリフォーマットする。

更なるプロセッシングのため中間ファイル内にデータを記憶すること。

推定器は測定値を用いて羽根温度を計算する。少なくともHPタービンに対して、羽根温度を推定するため用いられる入力測定値は次の通りである：

主蒸気の圧力 (Pms) ,

主蒸気の温度 (Tms) ,

第3段における圧力 (P3rd) , 及び

排気圧力 (Pex) .

回転速度

1つのアプローチはストレートな3層ANN、図2Aを用いて羽根温度を直接的に推定する。第2のアプローチは中間パラメータの分解により、ハイブリッド技術図2Bを使用する、但し；

a. 1つの中間パラメータ ( $T_3$ ) が下記方程式の関係式1を用いて分析的に計算される

$$T_3 = \frac{T_{ms}}{\left(\frac{P_{ms}}{P_3}\right)^{\frac{n_0-1}{n_0}}} \quad \text{関係式 1}$$

ここで  $n_0$  は特定のタービンサイズに関連する与えられた定数である。

b. 他の中間定数 ( $n$ ) は、現行の入力値に基づくトレーニングされたANNにより計算される。

c. 次いで2つの中間値を用いて現行の羽根温度が下記方程式の関係式2を用いて計算される。

$$T_{blade} = \frac{T_3}{\ln\left(\frac{P_3}{P_{ex}}\right)^{\frac{n-1}{n}}} \quad \text{関係式 2}$$

このようにして(数学的に)未知のモデルと公知モデルとの分離が維持される。このようにして“ブラックボックス”ANNモデル内での複雑性及び非直線性が低減される。更に、このことも亦、特定のタービンパラメータへのANN依存性を低減することに役立つ。このことは、種々のタービン間の汎化、一般化を含めて全体的な推定スキームの正確性及びロバストネスを改善する。このことは方法メソッドをして新しい知識に照らして中間パラメータの変更におけるようなフレキシビリティを保持し得ることを可能にし、そのことは亦、入力パラメータにて適用される。ここで、そのような適合性が図られる。

次いで羽根温度推定及び他の測定パラメータは2つの異なった場所で記憶される：データベース及び中間共用メモリ

a. すべての値がデータサーバを介してデータベース中に記憶される。

b. GUI内でのディスプレイに必要とされる値は、亦一時的共用メモリ内に記憶される。

次いでそれらの値は、GUIプロセスにより読取できるようにしてアクセス利用可能である。

図3は、直接的アプローチ、又はハイブリッドアプローチにおいてANNモジュールに適用可能な一般的トレーニングプロセスを示す。唯一の差異は、バックグラウンドプロセスにおいて指示されているような入力パラメータである、当該のプロセスを、次のように記述できる：

第1のステップは、水/蒸気サイクル分析及び実験から得られたデータを用いてシミュレートから得られた各データを結合する。そのような分析は、例えばDIGESTシステム内での熱力学系内に含まれている。水/蒸気サイクル分析はDIGESTシステムにおける熱力学系内に使用されている。前述のようにDIGEST監視システムは、SIEMENS AGの市販品として現在利用可能である。

次いでデータはリフォーマットされ、而して、ANNの入力フォーマットに適合せしめられる。次いで、データは、データを2つの別個のデータファイルに分けることにより再構成され、ここで、1つは、トレーニング及び検証目的のため使用され、もう1つはテスト目的のため使用される。利用可能なデータをリグルーピングするための所定のルールは存在しないけれども、データは、すべての作動領域が良好に表されるように再構成されるべきである。本発明の実施形態によれば、利用可能データの80%がトレーニング及び妥当性検証のため利用され、そして、残りがテストのため利用される。

ANN構造は1つの隠れレイヤを有する標準マルチレイヤである。隠れユニットの数は、4~10であり、パフォーマンス性能の点で大した改善は得られない；比較的長いトレー

10

20

30

40

50

ニング期間が、比較的多数の隠れユニットに対して必要とされ、オーバーフィティング過適合のリスクがある。

図3に参照して言及すれば、最適化アルゴリズム、起動励振関数のタイプ、隠れユニットの数、エラー限界値を含めたトレーニングパラメータの初期のセットからスタートして、トレーニングプロセスがスタートされる。使用された最適化アルゴリズムは、種々の最適化又はニューラルネットワークテキストブック中でアクセス利用可能な標準技術である。下記文献を参照のこと。

例えば Hertz, A. Krogh, and R. G. Palmer, "Introduction to the theory of neural computation", A lecture notes volume in the Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, Addison-Wesley Publishing Company, July 1991; and D. Rumelhart, J. L. McClelland, and the PDP Research Group, "Parallel distributed processing: Exploration in the microstructure of cognition, Volume 1: Foundations", MIT press, Cambridge 1987.

10

幾つかの技術を勾配降下法、及び僅かの共役的勾配技術を含めて、本発明に関連して調べた。

20

妥当性検証限界値が満足されるようにシステムが収束すれば、ANNパラメータ(コネクションウエイト及びユニットの限界値)はテストのため記憶される。システムが収束しないならば、トレーニングパラメータは、解が得られるまでモデファイしなければならない。

前述のプロセスは繰り返してなされ得る、それというのはシステムが、異なる初期条件及びトレーニングパラメータを以て、異なる解に収束し得ることが一般に知られているからである。相当な数の解を得ることはグローバルな最適解を見出す可能性を増大させ得る。次いで各解は、データテストファイルを用いてテストされる。最小のエラーを有する解が、バックグラウンドプロセス1中推定プロセスにて使用される。

現在の値及びトレンドダイヤグラムのほかに、GUIも亦蒸気挙動特性 - モリエル線図内でタービン条件を示すことができるのである。モリエル線図とも称される当該のダイヤグラム、エントロピー/エンタルピー線図又はトータルの熱/エントロピーダイヤグラムは、任意の熱力学関係エンジニアにとってのなじみのある環境として、また、すべての既知のクリティカルな作動境界条件に関しての一層良好な表現として用いられる。従って、当該のオンラインタービン条件視覚化は適当なコントロールアクションをとる上でユーザに役立つものである。

30

一般的にGUIプロセスはユーザにより開始起動させねばならない。これは必要に応じてバックグラウンドプロセスにより記憶される値をアクセスする。GUIプロセスは次のようなステップに従う(図4中の相応の図解)。

ウインデイズ(windage) GUIモジュールを独立的に、又はDIGEST内から開始起動され得る。このことにより共用メモリユニットへのコネクションが開始起動される。共用メモリユニットは、基本的に次のようなルーチンである、即ち、GUIと、その外部にある任意のプロセス - これは主にバッファを含む - との間のデータの転送及びアクセスをマネージするルーチンである。

40

フロントページ、図5Aから、ユーザはタービンメニューを介して選択セレクトでき、下記のタービンウインドウのうちの任意のものをビューできる：

- HP タービン
- LP1 タービン
- LP2 タービン、又は
- 任意の他のタービン(適用可能なもののうち)

50

各タービンに対して、3つのビューウィンドウがあり、それらの3つのビューウィンドウは、“ダイアグラム”メニューを介して選択セレクトできる：

- タービンオーバービューウィンドウ (図5 (b) - 5 (d))
- モリエル線図 (図5 (e) - 5 (g))、又は
- トレンドダイアグラムウィンドウ (図5 (h) - 5 (j))。

“タービンオーバービューウィンドウ”は、羽根温度の現在値及び他の情報 - これはタービンのコントロールに関してユーザが任意の判定をする上で重要なものであり得る - を与えるものである。

モリエル線図は前述の著書のような任意の熱力学テキストブックにてアクセス利用、知得可能な、標準的熱力学計算に基づいて生成される。ここでルーチンが使用され、このルーチンは、バックグラウンドモリエルグリッド (background Mollier grid) を生成し、次いで、膨張データ - これはグリッドのトップ上部における現行の測定値から計算される - を重畳する。例えば、そのようなルーチンは、Siemens AG社のVISUM, a user manual, Version 3, October 1992. から利用可能である。

10

モリエル線図ウィンドウ内に構築された幾つかのフィーチャ特性的事項は下記の内容を含む：

1. マウスにより所望の領域を囲んでボックスをリクエストすることにより、エンタルピー/エントロピーグラフ内でズームし得ること。
2. インスタント瞬時のミニトレンドダイアグラム。これは、相応のパラメータ値テーブル/ボックスのところをクリックすることにより起動され得る。
3. モリエルオプションインターフェースは、ユーザの任意選択的なビューパラメータを個人化する手法手段を提供するものである。このことにより、亦、温度限界値設定がなされ得、この温度限界値設定によっては、ユーザが、警告ウオーミングラベルを起動して、アラーム信号をオペレータに送るための所定の限界値の調整セッティングをなし得るようになるものである。

20

トレンドダイアグラムは、同時に示されるべき10までのパラメータの選択を可能にする。示し得るパラメータの最大数は実質上限られていない；然しながら、10より大の任意の数はグラフ自体をビューする上で困難性を生じさせる。それはモリエル線図におけるフィーチャ#2と同じフィーチャ、特性的事項を有する。グラフ内での精確な値を、所望のポイント上でのクリックにより見出し得る、精確な値は相応の軸のもとでディスプレイされる。

30

トレンドダイアグラムウィンドウから、ユーザは、さらに“FREE GRAPHICS”をセレクトすることによりデータを分析でき、前記の“FREE GRAPHICS”は、完全なデータベースに対してのユーザアクセスを与えるものである。このコンポーネントは、DIGESTシステム内に設けられる。

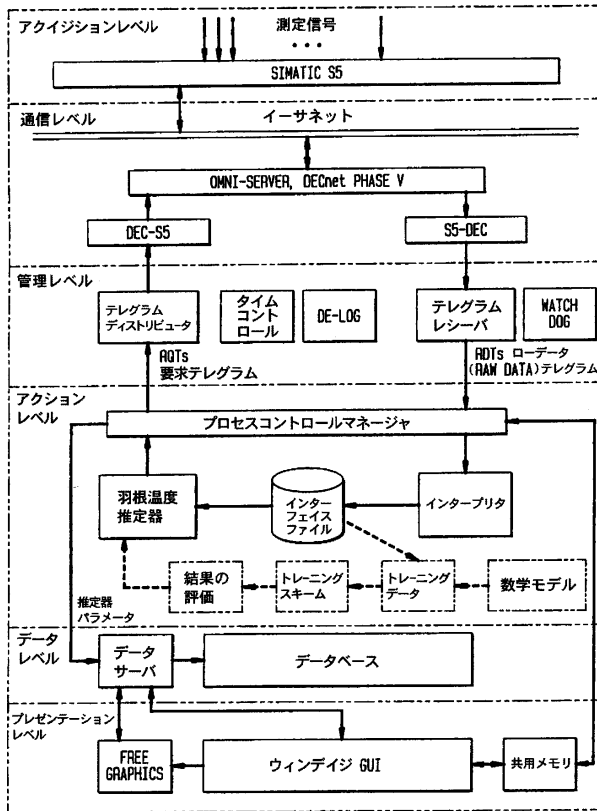
GUIディスプレイプロセスは、“FREE GRAPHICS”ルーチンを除いて共用メモリから必要なデータをアクセスするものであり、前記“FREE GRAPHICS”はデータサーバを介してデータベースからのデータにアクセスするものである。

本発明は幾つかの実施例について説明してきたが種々の変更、モディフィケーションが本発明の技術水準に通暁する当業者にとって可能である。例えば、ここでなされるパラメータの選択は、選択又は設計上の事項として変更し得るものである。それらの、そして類似の変更は請求の範囲の構成要件により規定される本発明の精神を逸脱することなく範囲内に入るものである。

40

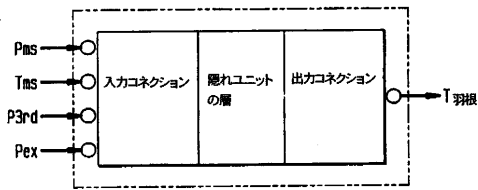
【 図 1 】

FIG. 1



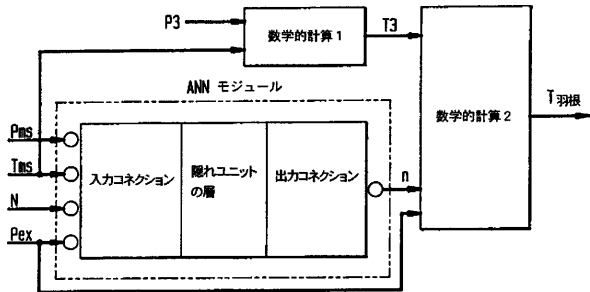
【 図 2 A 】

FIG. 2A



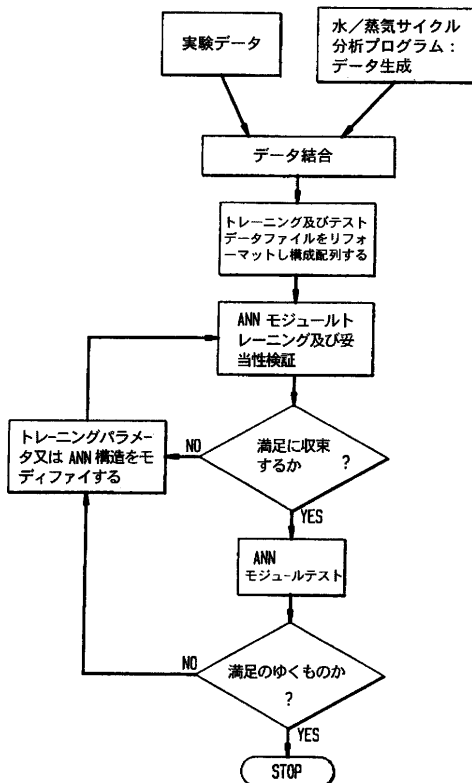
【 図 2 B 】

FIG. 2B



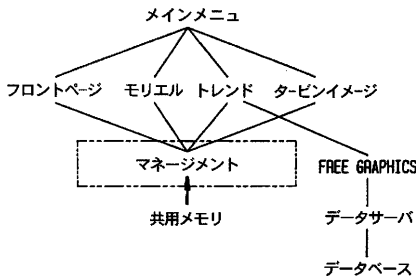
【 図 3 】

FIG. 3



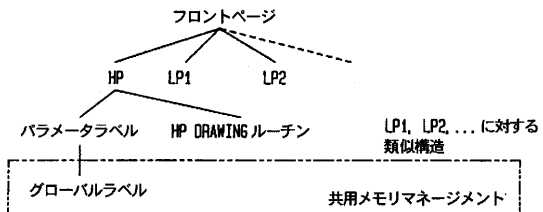
【 図 4 A 】

FIG. 4A



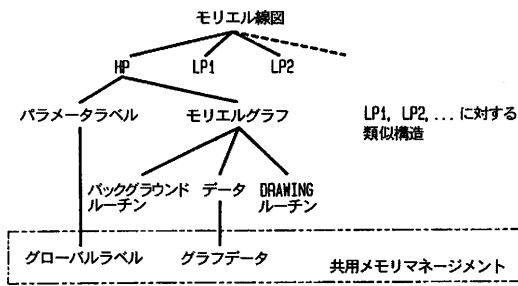
【 図 4 B 】

FIG. 4B



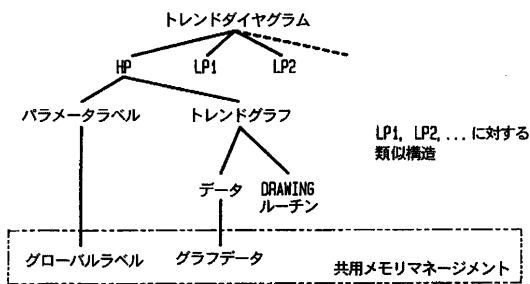
【 図 4 C 】

FIG. 4C



【 図 4 D 】

FIG. 4D



【 図 5 A 】

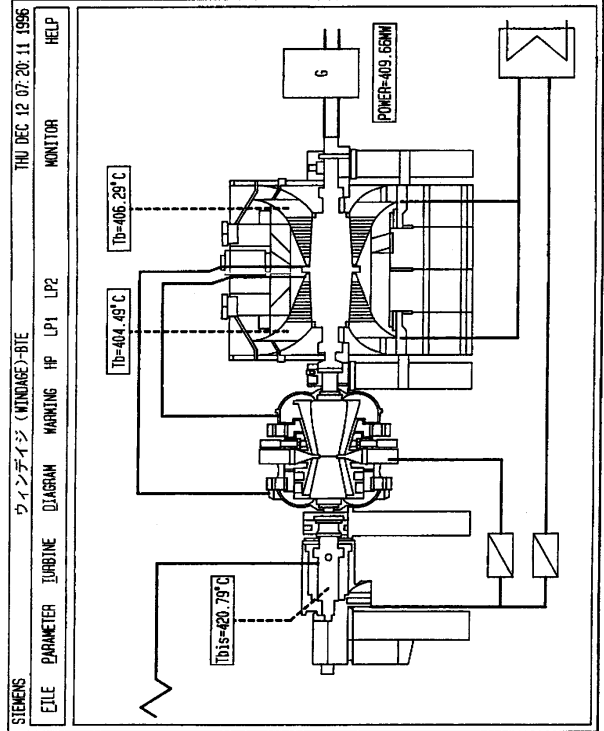
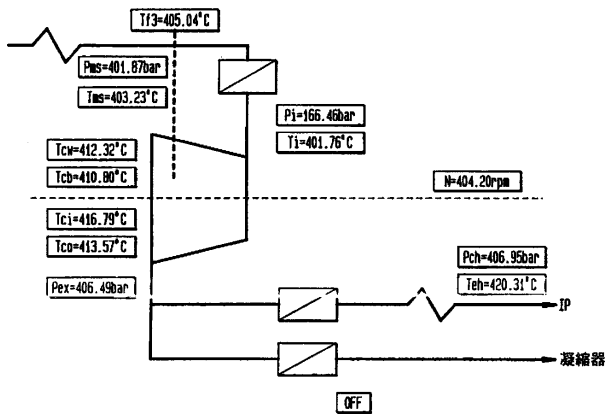


FIG. 5A

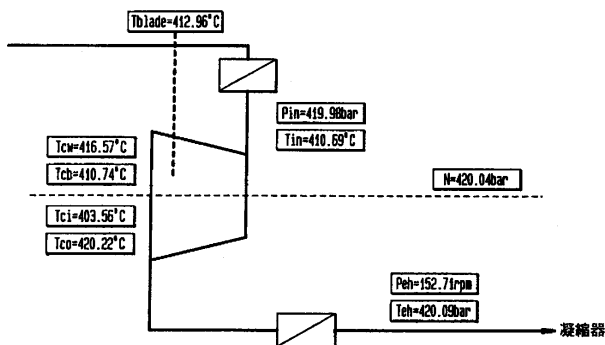
【 図 5 B 】

FIG. 5B



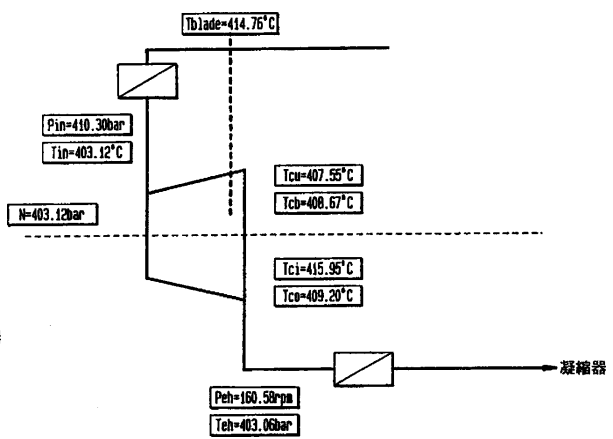
【 図 5 C 】

FIG. 5C



【 図 5 D 】

FIG. 5D



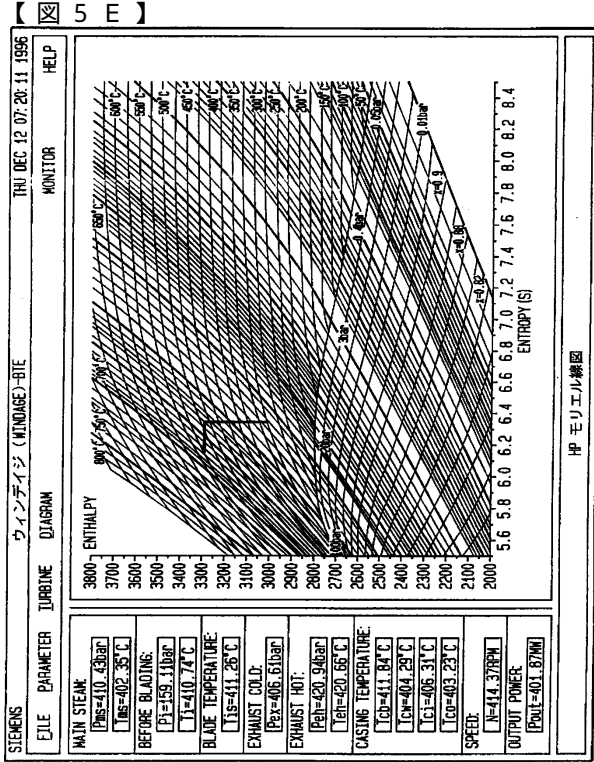


FIG. 5E

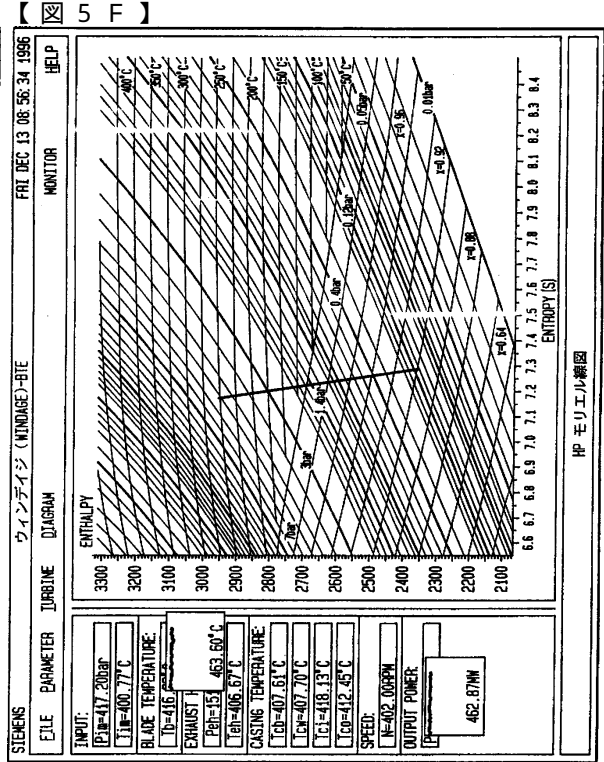


FIG. 5F

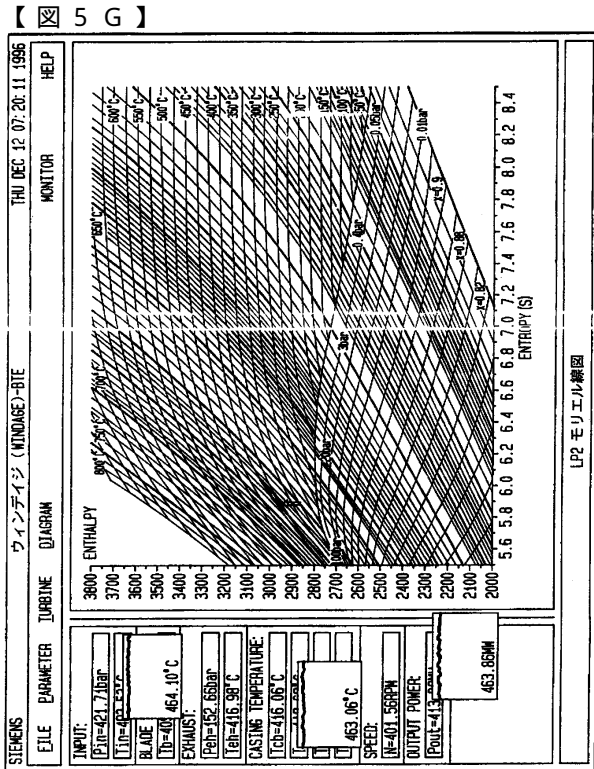


FIG. 5G

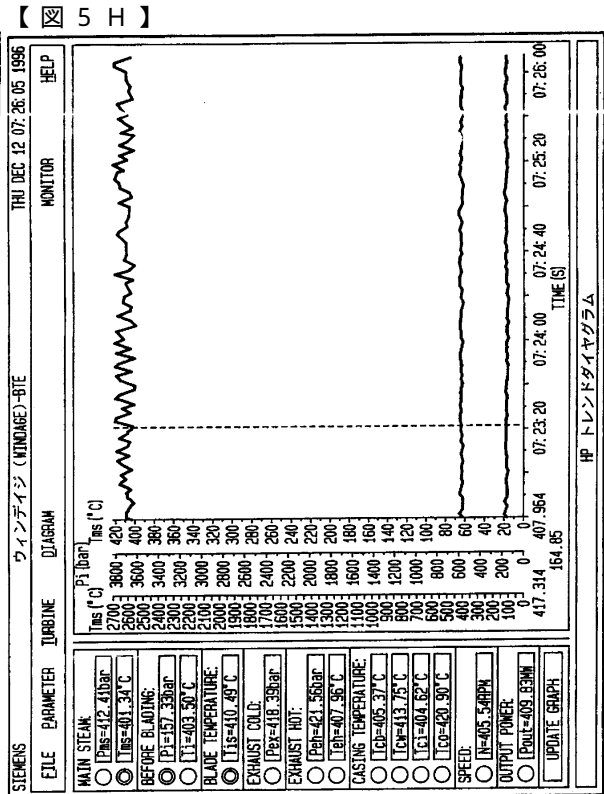


FIG. 5H

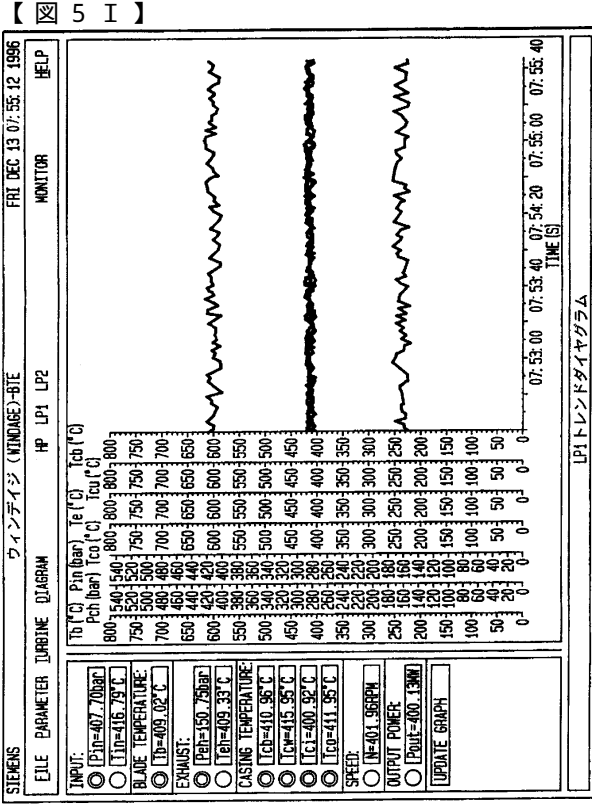


FIG. 5I

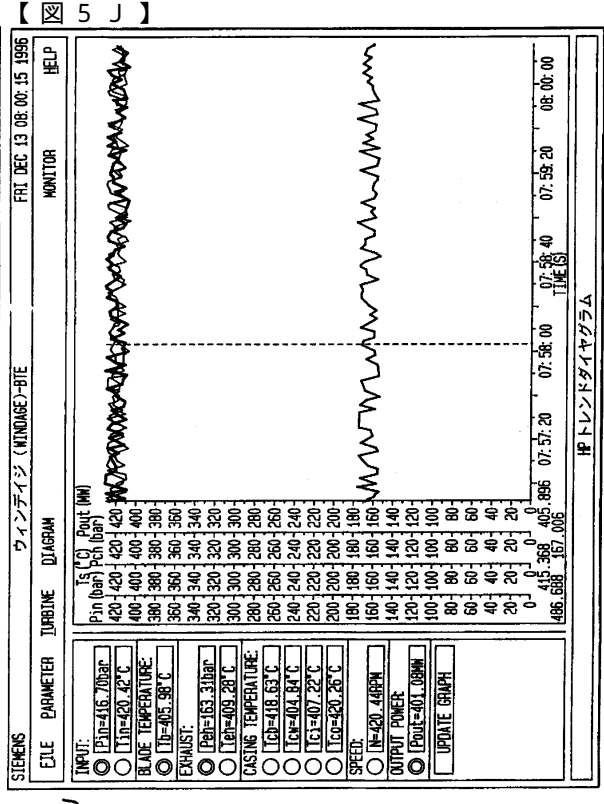


FIG. 5J

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 6 N 3/02

(72)発明者 ヌグロホ イワン サントソ

アメリカ合衆国 0 8 5 1 2 ニュージャージー クランベリー ペティー ロード 2

(72)発明者 トーマス ペッシェ

アメリカ合衆国 0 8 8 5 3 ニュージャージー ネシャニック ステーション ヴァン アース  
デイル ドライヴ 1 1 0 2

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 米国特許第5 3 0 6 0 8 8 (US, A)

米国特許第4 2 2 7 0 9 3 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 25/00

F01K 13/00

G06N 7/02

G06N 3/02