

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5745642号
(P5745642)

(45) 発行日 平成27年7月8日(2015.7.8)

(24) 登録日 平成27年5月15日(2015.5.15)

(51) Int.Cl.

F 1

FO 1 K 25/00 (2006.01)

FO 1 K 25/00

W

FO 1 K 25/08 (2006.01)

FO 1 K 25/08

FO 2 C 1/08 (2006.01)

FO 2 C 1/08

請求項の数 11 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2013-545111 (P2013-545111)
 (86) (22) 出願日 平成23年12月21日 (2011.12.21)
 (65) 公表番号 特表2014-500438 (P2014-500438A)
 (43) 公表日 平成26年1月9日 (2014.1.9)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2011/006492
 (87) 國際公開番号 WO2012/084242
 (87) 國際公開日 平成24年6月28日 (2012.6.28)
 審査請求日 平成25年7月2日 (2013.7.2)
 (31) 優先権主張番号 10016063.9
 (32) 優先日 平成22年12月23日 (2010.12.23)
 (33) 優先権主張国 歐州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 512287285
 オーカン エナジー ゲーエムベーハー
 ドイツ連邦共和国 81379 ミュンヘン、ルパートーマイヤーシュトラーセ
 44
 (74) 代理人 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (72) 発明者 シュスター、アンドレアス
 ドイツ連邦共和国 86874 トゥッセンハウゼン、ヒンターム シュレッスル
 3
 (72) 発明者 シシェルト、アンドレアス
 ドイツ連邦共和国 81379 ミュンヘン、アム イーカナル 24

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】膨張機関の生蒸気の決定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

膨張機関を有するデバイスを開ループまたは閉ループ制御するおよび/または監視する方法であって、前記膨張機関には作動媒体の生蒸気が供給され、その生蒸気は前記膨張機関において膨張して排蒸気となり、本方法は、

前記排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータを決定するステップと、

決定された前記排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づいて前記生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータを決定するステップと、

決定された前記生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づいて前記デバイスを開ループまたは閉ループ制御するおよび/または監視するステップと、

前記膨張機関の等エントロピー効率を決定するステップとを含み、

前記生蒸気の前記少なくともひとつの物理的パラメータは、決定された前記膨張機関の前記効率に基づいて決定され、

(a) 本方法は、前記膨張機関に与えられる前記作動媒体の圧縮比と前記作動媒体の質量流量とを決定するステップをさらに含み、前記膨張機関の前記等エントロピー効率は、決定された前記作動媒体の付与圧縮比および前記作動媒体の質量流量に基づいて決定される

、
または、

(b) 本方法は、前記膨張機関の回転速度を決定するステップをさらに含み、前記膨張機関の前記等エントロピー効率は、決定された前記膨張機関の前記回転速度に基づいて決定

され、前記膨張機関は変位型機関である、方法。

【請求項 2】

前記膨張機関は、ピストン膨張機関、スクロール型膨張機またはスクリュー型膨張機である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

熱力学の方程式および経験的に決定されたパラメータ値に基づいて前記作動媒体を伴う前記膨張機関の動作をモデル化するステップを含み、

前記膨張機関の前記等エントロピー効率は、前記膨張機関の動作のモデル化の結果に基づいて決定される、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

決定された前記排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータは、前記排蒸気の温度および／または圧力を含む、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5】

決定された前記排蒸気の温度および圧力に基づいて前記生蒸気の温度を決定するステップを含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

決定された前記排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づき決定された前記生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータとは異なる、前記生蒸気の圧力を決定するステップをさらに含み、

前記生蒸気の前記少なくともひとつの物理的パラメータは、決定された前記生蒸気の圧力に基づいて決定される、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

決定された前記生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータは、前記生蒸気の温度および／または前記生蒸気のエンタルピーおよび／または前記生蒸気のエントロピーおよび／または前記生蒸気の気相と液相との体積比および／または前記生蒸気の蒸気成分および／または前記生蒸気の気相と液相との密度比を含む、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 8】

前記作動媒体として有機作動媒体が提供され、前記膨張機関は電気エネルギーを生成するための有機ランキンサイクル（O R C）プロセスのフレームワークの中で動作する、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の方法。

【請求項 9】

前記有機作動媒体の前記生蒸気は超臨界状態にあるかまたは湿り蒸気領域にある、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記デバイスは、有機ランキンサイクル蒸気発電所などの蒸気発電所であるかまたはその一部である、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の方法。

【請求項 11】

作動媒体の生蒸気が供給される膨張機関であって前記膨張機関においてその生蒸気が膨張して排蒸気となる膨張機関と、

開ループまたは閉ループ制御デバイスと、を備え、

前記開ループまたは閉ループ制御デバイスは、

前記排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータを決定し、

決定された前記排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づいて前記生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータを決定し、

決定された前記生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づいて本火力発電所を開ループまたは閉ループ制御するおよび／または監視し、

前記膨張機関の等エントロピー効率を決定し、

前記生蒸気の前記少なくともひとつの物理的パラメータは、決定された前記膨張機関の前記効率に基づいて決定されるよう設計され、

10

20

30

40

50

(a) 前記開ループまたは閉ループ制御デバイスは、前記膨張機関に与えられる前記作動媒体の圧縮比と前記作動媒体の質量流量とを決定するようさらに設計され、前記膨張機関の前記等エントロピー効率は、決定された前記作動媒体の付与圧縮比および前記作動媒体の質量流量に基づいて決定される。

または、

(b) 前記開ループまたは閉ループ制御デバイスは、前記膨張機関の回転速度を決定するようさらに設計され、前記膨張機関の前記等エントロピー効率は、決定された前記膨張機関の前記回転速度に基づいて決定され、前記膨張機関は変位型機関である、火力発電所。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、作動媒体の生蒸気が供給される膨張機関であって該膨張機関において生蒸気が膨張して排蒸気となる膨張機関を伴うデバイスを開ループまたは閉ループ制御するおよび／または監視することに関する。

【背景技術】

【0002】

蒸気タービンなどの膨張機関の動作、および有機ランキンサイクル(ORC)法を使用して電気エネルギーを生成することが知られている。有機ランキンサイクル法は、低い蒸発温度を有する有機媒体などの有機媒体を使用することによるものである。そのような有機媒体は一般に、作動媒体としての水と比較して同じ温度でより高い蒸気圧を有する。ORCシステムはランキンサイクルを実現する。ランキンサイクルでは基本的に、例えば作動媒体の状態の断熱変化および等圧変化によって電気エネルギーが得られる。作動媒体の蒸発、膨張およびそれに続く凝縮によって機械的エネルギーが生成され、そのように生成された機械的エネルギーは電気エネルギーに変換される。特に、フィードポンプによって作動媒体の圧力は動作圧力まで高められ、燃焼または排熱流によって提供される熱の形でエネルギーが供給される熱交換器に入る。作動媒体は蒸発器から圧力パイプを通じてORCタービンへと流れ、そこでより低い圧力へと膨張する。続いて膨張した作動媒体蒸気はコンデンサを通じて流れる。コンデンサでは、蒸気作動媒体と冷媒との間での熱交換が行われる。その後、サイクルプロセスにおいて、凝縮された作動媒体はフィードポンプによって蒸発器へと戻される。

20

【0003】

30

効率的な運用のためには膨張機関を正確に監視し制御することが肝要であり、またこれは作動媒体およびその熱力学的パラメータに依存して特に困難である。この点で、膨張機関に供給される作動媒体の生蒸気の物理的パラメータを決定することは特に重要である。従来、生蒸気のエントロピーや生蒸気のエンタルピーなどの生蒸気のパラメータは、決定された生蒸気の温度および／または圧力の関数として決定される。しかしながら、ORCシステムでは、膨張機関における作動媒体の膨張の開始においてこの作動媒体は2相状態にあることが効率に関して有利となりうる。

【0004】

40

熱交換器内の作動媒体が部分的にのみ気化している場合、そのような部分的に気化した作動媒体の圧力および温度からエンタルピーを直接的に決定することはできない。生蒸気の湿り蒸気領域におけるエンタルピーおよびエントロピーは、圧力および／または温度に加えて蒸気成分にも依存するからである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、蒸気成分は簡単には決定できない。一方、臨界点の近傍において、蒸気の密度および液体の密度は同じ温度において漸近的に互いに近づく。膨張機関が臨界点の近くの超臨界領域において動作する場合、圧力および／または温度から決定される生蒸気のパラメータはかなり不正確とならざるを得ない。臨界点における等圧線はほぼ水平

50

に走るからである。臨界点の近くでは、温度の僅かな変化が非常に大きなエンタルピー変化およびエントロピー変化を引き起こす。

【0006】

したがって、上述の課題が克服されるよう、信頼性高く、2相作動媒体によって作用される膨張機関の開ループ制御、閉ループ制御をそれぞれ開ループ制御または閉ループ制御するまたは監視する必要があり、したがってそうすることが本発明の目的である。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の目的は、請求項1に係る膨張機関を有するデバイスを開ループまたは閉ループ制御するおよび／または監視する方法によって達成される。膨張機関には作動媒体の生蒸気が供給され、その生蒸気は膨張機関において膨張して排蒸気となる。本方法は、排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータを決定するステップと、決定された排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づいて生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータを決定するステップと、決定された生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づいてデバイスを開ループまたは閉ループ制御するおよび／または監視するステップと、を含む。10

【0008】

本発明のひとつの特徴は、排蒸気について得られたパラメータ（の大きさ）が生蒸気のパラメータ（の大きさ）を決定するために使用されることである。この生蒸気のパラメータはデバイスの開ループ／閉ループ制御または監視について関心のあるものである。これにより、特に湿り蒸気領域においてまたは超臨界蒸気パラメータに関して、温度および圧力に基づいて生蒸気のパラメータを決めるのは技術的に不可能であるかまたは不正確となるという上述の課題をバイパスするまたは避けることができる。20

【0009】

デバイスは特に生蒸気を膨張機関へ供給する装置を含むことができ、閉ループ制御／開ループ制御／監視は特に膨張機関への生蒸気を閉ループ制御すること／開ループ制御すること／監視することを含むことができる。デバイスは特に蒸気発電所の一部であるかまたは蒸気発電所であってもよい。そこでは、蒸発器を通過した後の作動媒体は膨張機関に入力される。そのような膨張機関は特にタービンであってもよい。例えば、これはデバイスと、蒸発器と、蒸発器への供給装置および膨張機関への供給装置と、を含んでもよい。デバイスはさらに、排蒸気を凝縮するための凝縮器と、液化された作動媒体を蒸発器へ供給するためのフィードポンプと、を含んでもよい。したがって、開ループ制御／閉ループ制御は全体的に、デバイス内の作動媒体の輸送を開ループ制御すること／閉ループ制御することに関連しうる。そこでは、特に、例えばフィードポンプをそれぞれ制御することによって、作動媒体の質量流量レートが開ループ制御／閉ループ制御される。本発明の方法によると、膨張機関および／または蒸発器の動作もまた、決定された生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づいて開ループ制御／閉ループ制御されてもよい。30

【0010】

特に、作動媒体は有機媒体であってもよい。この有機媒体は有機ランキンサイクル（O R C）プロセスのフレームワークにおける蒸発器において気化され、膨張機関に供給される。本発明に係る方法はO R Cシステムについて特に重要である。この場合、作動媒体は膨張機関に2相的にまたは超臨界領域において供給されうるので有利であるからである。しかしながら、臨界点近傍では、作動媒体の液相の密度と気相の密度とは漸近的に互いに近づく。

【0011】

本発明に係る方法のさらなる実施の形態によると、膨張機関の等エントロピー効率が決定され、そのように決定された膨張機関の等エントロピー効率に基づいて生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータが決定される。すなわち、排蒸気のパラメータを決定（例えば、測定）した後に、決定された膨張機関の等エントロピー効率の知識を有しつつ、開ループ制御／閉ループ制御／監視に関するパラメータに関する結論を引き出すことがで4050

きる。したがって、排蒸気の状態から生蒸気の状態を決定することができる。このため、膨張機関の等エントロピー効率が要求される。しかしながら、それは排蒸気の状態に依存するということに起因して、反復的アプローチが必要である。

【0012】

この文脈で、方法は、膨張機関に付与されている作動媒体の圧縮比および作動媒体の質量流量を決定するステップを含んでもよい。この場合、決定された作動媒体に与えられる圧縮比および作動媒体の質量流量に基づいて膨張機関の等エントロピー効率が決定される。膨張機関の設計によっては、等エントロピー効率は膨張機関の回転速度に依存しうる。したがって、方法はさらに、膨張機関の回転速度を決定するステップを含み、この場合、決定された膨張機関の回転速度に基づいて膨張機関の等エントロピー効率が決定される。これは、特に膨張機関がピストン膨張機関、スクロール型膨張機またはスクリュー型膨張機である場合に有利である。10

【0013】

上述のこれらの例のそれぞれにおいて、方法は、熱力学の方程式および経験的に決定されたパラメータ値に基づいて作動媒体を伴う膨張機関の動作をモデル化することを含んでもよい。膨張機関の等エントロピー効率は、膨張機関の動作のモデル化の結果に基づいて決定されうる。

【0014】

デバイスを開ループ制御／閉ループ制御／監視するために使用される生蒸気の少なくともひとつの決定された物理的パラメータは、生蒸気の温度および／または生蒸気のエンタルピー（比エンタルピー）および／または生蒸気のエントロピー（比エントロピー）および／または生蒸気の気相から液相への体積比および／または生蒸気の気相から液相への密度比を含んでもよい。特に、蒸気部分の質量と全体質量との比である蒸気成分および生蒸気の温度を導くことができ、またそれを使用して生蒸気のエントロピー／エンタルピーを導くことができる。したがって、開ループ制御／閉ループ制御／監視に関して特に適した生蒸気のパラメータが得られる。20

【0015】

決定された排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータは排蒸気の温度および／または圧力を含んでもよい。特に、生蒸気の温度を決定するステップは、決定された排蒸気の温度および圧力に基づいて実行されうる。30

【0016】

さらなる発展によると、本発明に係る方法は、決定された排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づき決定された生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータとは異なる、生蒸気の圧力を決定する（例えば、測定する）ステップを含む。生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータは、決定された生蒸気の圧力（このパラメータとは異なる）に基づいて決定される。

【0017】

上述の通り、作動媒体として有機作動媒体が提供されてもよく、膨張機関は電気エネルギーを生成するための有機ランキンサイクル（O R C）プロセスのフレームワークの中で動作してもよい。この点で、有機作動媒体の生蒸気は超臨界状態にあってもよいし、湿り蒸気領域にあってもよい。作動媒体としては、従来のO R Cシステムで使用されるR 2 4 5 f aなどの全ての「ドライ媒体」を考慮することができ、またエタノールなどの「湿り」媒体またはR 1 3 4 aなどの「等エントロピー媒体」も考慮することができる。G L 1 6 0などのシリコンベースの合成作動媒体を使用してもよい。デバイスは蒸気発電所であってもよく、特に有機ランキンサイクル蒸気発電所またはその一部であってもよい。O R Cプラントそのものは例えば、地熱プラントまたは太陽熱プラントであってもよく、または熱源として化石燃料の燃焼を含んでもよい。40

【0018】

上述の例において、排蒸気のパラメータはデバイスの各測定点において測定を行うことで決定されてもよい。50

【0019】

さらに、上述の目的を達成するために、本発明は、作動媒体の生蒸気が供給される膨張機関であって膨張機関においてその生蒸気が膨張して排蒸気となる膨張機関と、開ループまたは閉ループ制御デバイスと、を備え、開ループまたは閉ループ制御デバイスは、排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータを決定し、決定された排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づいて生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータを決定し、決定された生蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータに基づいて火力発電所を開ループまたは閉ループ制御するおよび／または監視する、よう設計される、火力発電所を提供する。

【0020】

10

本発明に係る方法の上記の例において説明されたような、作動媒体および物理的パラメータの性質およびそれらの決定に関する全ての事項は火力発電所のさらなる改良において実装されうる。火力発電所は特にO R C発電所であってもよい。O R C発電所では、O R C回路のフレームワークにおいて、有機作動媒体は熱交換器において気化し、膨張機関に供給され、そこで膨張した後に凝縮器を使用して液化され、フィードポンプによって熱交換器へと再度供給される。この点で、熱交換器は例えば化石燃料の燃焼によって生成された煙によって作用されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0021】

20

さらなる特徴および実施の形態は、本発明の利点と共に、例示を目的として図面を用いて以下に説明されるであろう。実施の形態は本発明の範囲を言い尽くしていないことは理解される。ここで説明されるいくつかまたは全ての特徴は他のやり方で組み合わせられることはさらに理解される。

【0022】

【図1】本発明に係る方法の一例に係る、生蒸気の物理的パラメータを決定するために使用される物理的パラメータであってその生蒸気の物理的パラメータとは異なる物理的パラメータを決定するための測定点を示す図である。

【図2】本発明に係る方法の一例に係る、膨張機関の効率を決定し、最終的には決定された排蒸気パラメータから生蒸気パラメータを決定するための膨張機関のモデル化を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明によると、排蒸気の少なくともひとつの物理的パラメータを決定し、それによって生蒸気の物理的パラメータを決定してもよい。図1に示されるように、ある実施の形態によると、排蒸気の圧力および温度を測定点において測定することができる、または電源エレクトロニクス／プロセス測定制御技術（M S R）からの情報として直接得ることができる。生蒸気1の形の作動媒体はタービンなどの膨張機関2に供給される。作動媒体の生蒸気の膨張によって得られた機械エネルギーはジェネレータ3によって電気エネルギーに変換される。

【0024】

40

図1は追加的に種々のパラメータを測定するための測定点を示す。一方では、図示の例によると、生蒸気圧力測定点4において生蒸気1の圧力が測定される。排蒸気圧力測定点6および排蒸気温度測定点6はそれぞれ作動媒体の膨張した排蒸気1'の圧力および温度を提供する。さらに、測定点7において膨張機関の回転速度が測定される。このように得られた測定データから、膨張機関の等エントロピー効率と、例えば膨張機関への生蒸気の供給を開ループ制御するまたは閉ループ制御するために必要な生蒸気の物理的パラメータと、を決定することができる。例えば、測定点4から7において測定されたパラメータを使用して、生蒸気のエンタルピーや生蒸気の気相から液相への体積比および／または生蒸気の蒸気成分（蒸気部分の質量と全体質量との比）や生蒸気の気相から液相への密度比を決定することができる。生蒸気の物理的パラメータを決定することによって、特に、飽和

50

蒸気のみが膨張プロセスの端部に到達するように、熱交換器（蒸発器）への作動媒体の質量流を開ループ制御または閉ループ制御することが可能となる。

【0025】

図2は、膨張機関の準経験的なモデル化についての本発明の一例を示す。そのモデル化によって、例えば排蒸気の物理的パラメータの決定に基づいて、生蒸気の関連する物理的パラメータの決定が可能とされる。この目的のために、膨張機関を通じた作動媒体の流れは、その作動媒体の異なるタイプの状態変化に分割される。これは、異なるパラメータによって決定される。

【0026】

示される例では、膨張機関は、経験的に決定されるべき7つのパラメータを使用してモデル化されうる。

【0027】

まず、作動媒体の生蒸気の断熱圧力降下10(FD -> FD1)が存在する。これは膨張機関の入口において

【数1】

$$\dot{m}_{FD}$$

の質量レートで供給される。この断熱圧力降下10は実質的に入口の断面積によって決定される。したがって、これはモデル化のための第1の経験的パラメータとして使用される。第2の経験的パラメータとしての作動媒体の等圧的冷却(FD1 -> FD2)は、生蒸気の熱伝達容量にしたがって生じる。作動媒体は次に(20)第1ステージAにおいて、ビルトインの体積比にしたがって等エントロピー膨張を行う。この体積比は第3の経験的パラメータとして考慮されるべきものである。体積動作型膨張機関はいわゆるビルトイン体積比を有する。蒸気はチャンバの中に閉じ込められ、そのチャンバが開放されると膨張しつつ排出される。体積比は、チャンバが開放されたときの蒸気の体積とチャンバが閉じられたときの蒸気の体積との比である。

【0028】

設計に関する排蒸気の後膨張やリターン圧縮(->AD2)は第2ステージBにおいて考慮される。

【0029】

第4の経験的パラメータとしての排蒸気の熱伝達容量によって、膨張した蒸気の加熱または冷却(AD2 -> AD1)が存在する。等圧的冷却(FD2)後の生蒸気の一部は膨張後の作動媒体の流れに寄与する。等圧的冷却後の生蒸気の一部は、第5の経験的パラメータとしての漏洩断面積にしたがう

【数2】

$$\dot{m}_{leakage}$$

のレートを有する漏洩質量流として、膨張ステージを通過して流れる。この漏洩質量流について、熱損失

【数3】

$$\dot{Q}_{FD}$$

は、等圧的に冷却された生蒸気(FD2)の熱伝達容量にしたがう膨張機関の等温ケーシングを介して得られる。この熱伝達容量は第6の経験的パラメータとして考慮されるべきものである。最後に、膨張機関の機械的トルク損失

【数4】

$$\dot{W}_{mech}$$

10

20

30

40

50

は第 7 の経験的パラメータとして考慮される。作動媒体は最終的には排蒸気 A D として膨張機関を出る。

【 0 0 3 0 】

経験的パラメータを決定するために、関係する動作領域において測定値が記録される。異なる回転速度について、膨張機関の等エントロピー効率を、生蒸気の圧力および排蒸気パラメータから決定することができる。これは例えば図 1 において熱力学的モデル方程式に基づいて決定されるのと同様である。そのような方程式は当業者にはなじみがあるものである。決定された効率を使用して、エントロピーやエンタルピーや温度などの生蒸気の関連パラメータを導くことができる。

【 0 0 3 1 】

特に、以下の反復法は生蒸気の関連パラメータを決定するものである。第 1 ステップでは、排蒸気の圧力および温度が決定される、例えば測定される。これにより、排蒸気のエントロピーを決定することができる。第 2 ステップでは、生蒸気の温度や生蒸気の蒸気成分や生蒸気のエントロピーなどの生蒸気のパラメータを、等エントロピー効率の初期値 (1) を使用して決定する。第 3 ステップでは、回転速度と生蒸気の蒸気成分と生蒸気および排蒸気の両方の温度および圧力を使用して、反復等エントロピー効率 $(1 + n)$ を決定する。第 4 ステップでは、生蒸気の温度や生蒸気の蒸気成分や生蒸気のエントロピーなどの生蒸気のパラメータの新たな値を、今度は反復等エントロピー効率 $(1 + n)$ を使用して決定する。決定されるべき生蒸気のパラメータについての所望の所定の正確さが達成されるまで、ステップ 3 および 4 が繰り返される。

10

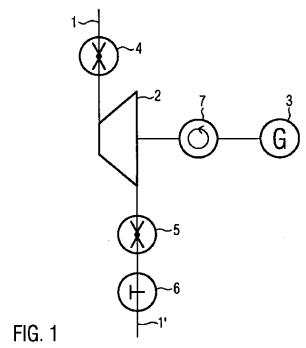
【 0 0 3 2 】

等エントロピー効率は一般にいくつかのパラメータに依存する。回転速度と、生蒸気のパラメータと、排蒸気のパラメータと、の関数として等エントロピー効率を決定することができるが、また当業者に知られている通り、等エントロピー効率は膨張機関のジオメトリの関数である。例えば数値シミュレーションによって、特に流体シミュレーション計算によって、等エントロピー効率を決定することができる。代替的に、測定値に基づく平滑化関数によって経験的に等エントロピー効率を決定することができる。また、条件式のパラメータ化によって準経験的に等エントロピー効率を決定することができる。そこでは、パラメータは測定値から生成される。等エントロピー効率を決定するためのこれらの方

20

30

【 四 1 】



【 四 2 】

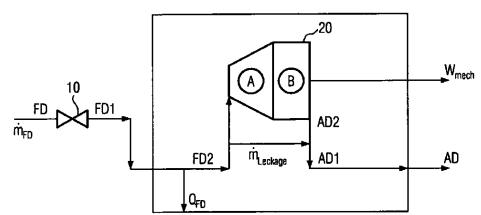


FIG. 2

フロントページの続き

(72)発明者 オーマン、リチャード

ドイツ連邦共和国 80796 ミュンヘン、ハーゼグシュトラーセ 81

審査官 齊藤 公志郎

(56)参考文献 特開昭64-019102(JP,A)

国際公開第2009/098471(WO,A2)

特表2003-535251(JP,A)

特許第4707927(JP,B2)

国際公開第2007/008225(WO,A2)

特表2011-511209(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01K 25/00

F01K 25/08

F02C 1/08