(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5512806号
(P5512806)

(45)発行日　平成26年6月4日(2014.6.4)　(24)登録日　平成26年4月4日(2014.4.4)

(51)Int.Cl.		F I		
F01D 25/24	(2006.01)	F01D	25/24	P
F01D 25/00	(2006.01)	F01D	25/00	M
F16J 15/34	(2006.01)	F01D	25/24	T
F02C 7/28	(2006.01)	F16J	15/34	K
F16J 15/40	(2006.01)	F02C	7/28	B

請求項の数 8　(全 10 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2012-514423 (P2012-514423)
(86)(22)出願日　平成22年6月2日(2010.6.2)
(65)公表番号　特表2012-529588 (P2012-529588A)
(43)公表日　平成24年11月22日(2012.11.22)
(86)国際出願番号　PCT/EP2010/057674
(87)国際公開番号　WO2010/142584
(87)国際公開日　平成22年12月16日(2010.12.16)
審査請求日　平成23年12月7日(2011.12.7)
(31)優先権主張番号　09007625.8
(32)優先日　平成21年6月9日(2009.6.9)
(33)優先権主張国　欧州特許庁(EP)

(73)特許権者　508008865
シーメンス　アクティエンゲゼルシャフト
ドイツ国　８０３３３　ミュンヘン　ヴィッテルスバッヘルプラッツ　２
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦
(74)代理人　100089037
弁理士　渡邊　隆
(74)代理人　100110364
弁理士　実広　信哉
(72)発明者　ディルク・グリースハーバー
ドイツ・４６４８５・ヴェセル・アン・デア・グナーデンキルヒェ・１０

審査官　石黒　雄一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ターボ機械

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ターボ機械(１０)であって、
マシンハウジング(１２)と、これによってガイドされ、かつ、少なくとも一方側において、そこから外に突出するようにガイドされたシャフト(１４)と、を具備してなり、
前記シャフト(１４)と前記マシンハウジング(１２)との間に存在する、少なくとも一つの環状ギャップが、シャフトシール機構(４０)によってシールされており、
前記シャフトシール機構(４０)は、二つの本質的に半径方向に離間したシーリング面対(４８,５０)を備えた少なくとも一つのラジアル二重シール(４４)を具備してなり、その間には、環状シール流体チャンバー(５４)が形成され、それは、ラジアル二重シール(４４)が、いかなる作動ポイントにおいても、半径方向における外側および半径方向における内側において、前記ラジアル二重シール(４４)の周囲の圧力よりも高い圧力を有するように、シール流体供給ライン(５２)を介して、圧力(p_{SF1})下にあるガス状シール流体によって加圧することができ、
各シーリング面対(４８,５０)は、環状回転シーリング面(５６,５８)と、環状非回転シーリング面(６０,６２)と、を有し、これらは本質的に軸方向に互いに向き合って配置されており、かつ、両者が互いに接近する方向に付勢されており、
前記ターボ機械(１０)の軸方向における中心を基準として前記ラジアル二重シール(４４)の外側において、前記マシンハウジング(１２)内には少なくとも一つの付加的アウターシャフトシール(４６)が設けられており、かつ、前記ラジアル二重シール(４４)と、少

なくとも一つの付加的アウターシャフトシール(４６)との間の空間は、分離流体によって加圧でき、その圧力(p_{SF2})は、前記シール流体の前記圧力(p_{SF1})よりも低く、かつ、周囲圧力(P_U)よりも高いことを特徴とするターボ機械(１０)。

【請求項２】

前記非回転シーリング面(６０,６２)が共通非回転シーリング面キャリア(７０)上に設けられており、かつ／または、前記回転シーリング面(５６,５８)が共通回転シーリング面キャリア(６６)上に設けられていることを特徴とする請求項１に記載のターボ機械(１０)。

【請求項３】

前記非回転シーリング面(６０,６２)は、前記回転シーリング面(５６,５８)の方向に、スプリング力によって付勢されていることを特徴とする請求項１または請求項２に記載のターボ機械(１０)。

【請求項４】

前記シーリング面対(４８,５０)は前記シャフト(１４)に対して同軸状に配置されていることを特徴とする請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載のターボ機械(１０)。

【請求項５】

前記ターボ機械(１０)の軸方向における中心を基準として前記ラジアル二重シール(４４)の内側において、少なくとも一つの付加的インナーシャフトシール(４２)が設けられることを特徴とする請求項１ないし請求項４のいずれか１項に記載のターボ機械(１０)。

【請求項６】

前記少なくとも一つの付加的インナーシャフトシール(４２)と前記ラジアル二重シール(４４)との間に、少なくとも一つの流体ドレインライン(７４)が設けられることを特徴とする請求項５に記載のターボ機械(１０)。

【請求項７】

蒸気タービンの形態の、請求項１ないし請求項６のいずれか１項に記載のターボ機械(１０)であって、

前記シャフトシール構造体(４０)は前記マシンハウジング(１２)の後方シールシェル(１８)上に設けられていることを特徴とするターボ機械(１０)。

【請求項８】

蒸気タービンの形態の、請求項１ないし請求項７のいずれか１項に記載のターボ機械(１０)であって、

前記シャフトシール構造体(４０)は前記マシンハウジング(１２)の前方シールシェル(１６)上に設けられていることを特徴とするターボ機械(１０)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ターボ機械、特に蒸気タービンに関するものであり、これは、マシンハウジングと、これを介してガイドされかつ少なくとも一方の側でその外に突出するようにガイドされたシャフトとを備え、少なくとも一つのギャップ(これはシャフトとマシンハウジングとの間で延在する)はシャフトシール構造体によってシールされる。

【背景技術】

【０００２】

そうしたターボ機械は、さまざまな展開に関して従来公知である。圧力(これはタービン環境の大気圧以下あるいは以上である)はマシンハウジング内で支配的であり、これはターボ機械の種類に依存する。ターボ機械に関する基本的な問題は、シャフトとマシンハウジングとの間に存在する環状ギャップが、シャフト表面と隣接するマシンハウジング表面との間の相対動作のために完全にシールできないことである。この結果、環境流体がマシンハウジングの内部に侵入できるようになり、たとえば、大気圧以下の排出蒸気圧力を伴う蒸気タービンの場合、これによって、蒸気タービンの稼働および効率に関して不利な影響が生じる。コンプレッサーあるいはガスタービンの場合(こうしたものでは、マシン

ハウジング内部圧力はマシンハウジング周囲圧力よりも高い)、作動流体は、しかしながら、マシンハウジングの内部からマシンハウジング環境内へと漏れ出すことがあり、これはターボ機械の熱効率に好ましくない影響を及ぼす。

【０００３】

一般的なシャフトシール機構を備えた蒸気タービンの形態のターボ機械について、以下、図１、図２および図３を参照して説明するが、図１は蒸気タービンの概略図であり、図２は図１に示されると共に一般的なシャフトシール機構を有する蒸気タービンのマシンハウジングの後方シールシェルの概略図であり、そして図３は図２に示すシャフトシール機構において支配的な圧力を大まかに示すグラフである。

【０００４】

蒸気タービン１００はマシンハウジング１０２を備え、これを経てシャフト１０４が突出し、これは両側でマシンハウジング１０２から外に突出するようにガイドされる。マシンハウジング１０２は前方シールシェル１０６および後方シールシェル１０８を備えるが、後方シールシェル１０８は、現在のところ、マシンハウジング環境に対して、マシンハウジング１０２内に画定される圧力チャンバー１１０をシールする役割を担っている。生蒸気が、供給ライン１１２を介して蒸気タービン１００の圧力チャンバー１１０へと供給されるが、これは非常停止バルブ１１４および制御バルブ１１６を備え、これらは流動方向において直列に存在している。蒸気タービン１００内での蒸気の膨張の後、排出蒸気は、排出ライン１１８を経て、凝縮プラント１２４(これは冷却デバイス１２０を備えかつ排気デバイス１２２に機能的に接続されている)へと供給され、そして、そこで凝縮する。

【０００５】

生じる凝縮物は、ライン１２６を経て凝縮プラント１２４から排出される。

【０００６】

シャフト１０４と後方シールシェル１０８との間に存在する環状ギャップ１２５をシールするために、後方シールシェル１０８(これは、固定様式でかつシーリング作用を伴ってマシンハウジング１０２内に設置されるか、あるいはマシンハウジング１０２と協働で構造ユニットを形成する)は、図２に示すように、シャフトシール機構１２８を備える。圧力チャンバー１１０から始まって、シャフトシール機構１２８は、少なくとも三つの連続したシーリングモジュールを、特に、内側ラビリンスシール１３０、中間ラビリンスシール１３２、そして外側ラビリンスシール１３４を備え、これらは環状ギャップをシールする。

【０００７】

蒸気タービン１００の稼働中、排出蒸気が、排出蒸気圧力p_{AD}のもと、マシンハウジング１０２の後方排出蒸気領域１３８に存在する。大気圧p_U(これは排出蒸気圧力p_{AD}以上である)下の空気がマシンハウジング１０２の外部に存在する。排出蒸気領域１３８から、シール蒸気圧力p_{SD}以下のシール蒸気が、環状ギャップ１２５内に、シール蒸気供給ライン１４０を経て、内側ラビリンスシール１３０と中間ラビリンスシール１３２との間で導入され、シール蒸気圧力p_{SD}は周囲圧力p_Uを僅かに上回る。この場合、シール蒸気圧力p_{SD}、そしてまたシール蒸気の温度は、過熱あるいは後方シールシェル１０８上でのそしてシャフト１０４上での凝縮の結果として漏れあるいは損傷を防止するために、正確に制御あるいは調整される必要がある。シール蒸気の圧力勾配は、排出蒸気圧力p_{AD}の圧力レベルまで内側ラビリンスシール１３０を横切って排出蒸気領域１３８の方向に低下し、そして、環境の方向へ、中間ラビリンスシール１３２と外側ラビリンスシール１３４との間で支配的な漏れ蒸気圧力p_{WD}まで中間ラビリンスシール１３２を横切って低下するが、ここで、漏れ蒸気圧力p_{WD}は、漏れ蒸気放出ライン１４２内の排出スタックドラフト次第で、マシンハウジング周囲圧力p_Uを僅かに下回る。シール蒸気供給ライン１４０を介して供給されるシール蒸気圧力p_{SD}のレベルに依存して、シール蒸気圧力p_{SD}は、構造的な理由から、周囲圧力p_Uのレベルまで中間ラビリンスシール１３２を横切って十分に低下せず、そして蒸気が外側ラビリンスシール１３４を介して外部へ

と漏れることもまた考えられる。これを防止するために、間に、漏れ蒸気放出ラインを備えた、さらなるラビリンスシールを任意選択で下流側に接続できる(だが、これは、図２には示していない)。これに代えて、凝縮プラント(図示せず)を、吸引作用を支持するために漏れ蒸気放出ライン１４２に対して下流側で接続できる。凝縮物の蓄積量に依存して、凝縮物ドレイン１４４を個々のラビリンスシール１３０,１３２,１３４間に設けることができ、図２においては、中間ラビリンスシール１３２と外側ラビリンスシール１３４との間の、ただ一つの凝縮物ドレイン１４４が示されている。

【０００８】

図２に示す機構に付随する一つの問題は、シール流体としてのシール蒸気の使用は、非常に複雑かつ高価な構成を必要とする、ということであり、これは、特に、シール蒸気の複雑な制御ならびに漏れ蒸気放出ラインの設置に起因すると考えられる。

【０００９】

さらなるターボ機械は特許文献１に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１０】

【特許文献１】独国特許出願公開第36 12 327号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

この従来技術を出発点とすると、したがって、本発明の目的は、シャフトシール機構の耐漏出性ならびに動作信頼性に関する損失を伴わずに、シール流体としてのシール蒸気の使用を完全に省略できるターボ機械、特に冒頭で言及したタイプの蒸気タービンを創出することである。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

この目的を達成するために、本発明は、ターボ機械、特に蒸気タービンであって、マシンハウジングと、これによってガイドされ、かつ、少なくとも一方側において、そこから外に突出するようにガイドされたシャフトとを具備してなり、シャフトとマシンハウジングとの間に存在する、少なくとも一つの環状ギャップが、シャフトシール機構によってシールされており、シャフトシール機構は、二つの本質的に半径方向に離間したシーリング面対を備えた少なくとも一つのラジアル二重シールを具備してなり、その間には、環状シール流体チャンバーが形成され、それは、ラジアル二重シールが、いかなる作動ポイントにおいても両側において正の圧力差を有するように、シール流体供給ラインを介して、圧力下にあるガス状シール流体によって加圧することができ、各シーリング面対は、環状回転シーリング面と、環状非回転シーリング面とを有し、これらは本質的に軸方向に互いに向き合って配置されており、かつ、互いに付勢されているターボ機械を提供する。

【００１３】

本発明に基づくターボ機械の重要な利点は、シール蒸気流体のようなシール蒸気供給源を完全に省略できることであり、なぜなら、圧力差は、図２に示す従来型のシャフトシール機構に比べて、ラジアル二重シールを横切って低減されるからである。したがって、シール供給源全体は、漏れ蒸気放出ラインと同様に省略され、これが、本発明に基づくターボ機械のコスト効率に優れた構造を実現する。さらに、本発明に基づくターボ機械は、非実在のシール蒸気供給源のために非常に高い効率を有する。ラジアル二重シールは、両側において、入ってくるシール流体(これは、たとえば、空気あるいは窒素の形態で提供できる)の圧力勾配をもたらし、これは、マシンハウジングの排出蒸気領域の圧力がマシンハウジング周囲圧力を下回るように低下できる理由である。非常に小さなシーリングギャップ(これはラジアル二重シールによって画定される)のために、導入されるシール流体の内向き漏れ出しは、このために従来型シャフトシール機構１２８を備えた凝縮プラント１２４の(図１に示す)排気デバイス１２２が設計される空気漏れ量と比べて、極めて僅かで

ある。さらにラジアル二重シールは、シール流体の供給を介して、直にモニターできる。
【００１４】
好ましくは、非回転シーリング面が共通の、非回転シーリング面キャリア上に設けられ、かつ／または回転シーリング面が共通の回転シーリング面キャリア上に設けられる。このようにして、本発明に基づくターボ機械の構造を著しく簡素化できる。
【００１５】
非回転シーリング面は、有利なことには、回転シーリング面の方向に、スプリング力によって付勢される。このようにすることで、遠心力にさらされるローターの構成は、さほど複雑なものではなくなる。スプリング力は、たとえば、一つのスプリング要素によって、あるいは複数のスプリング要素によって提供できる。
【００１６】
シーリング面対は、有利なことには、シャフトに対して同軸状に配置され、この結果、より簡素でかつ省スペースな構造が実現される。
【００１７】
シール流体によるラジアル二重シールの加圧は、このラジアル二重シールが、いかなる作動ポイントにおいても両側に正の圧力差を持ち、この結果、シーリング面対の対向するシーリング面間に安定した流体フィルムが常に形成されるように選択される。
【００１８】
外側に向かって、ラジアル二重シールに関して、少なくとも一つの外側の付加的シャフトシールが設けられ、かつ／または、内側に、ラジアル二重シールに関して、少なくとも一つの内側の付加的シャフトシールが設けられ、ここで付加的シャフトシールが、たとえば、ラビリンスシールの形態として設計できる。このようにして、ラジアル二重シールが損傷した場合に、凝縮器内への空気の侵入が制限され、したがって緊急操作あるいはターボ機械の少なくとも制御されたシャットダウンが可能となる。
【００１９】
少なくとも一つの外側の付加的シャフトシールによるラジアル二重シールの区分化は、特に有効である。とういうのは、ラジアル二重シールと少なくとも一つの外側の付加的シャフトシールとの間の空間を分離流体によって加圧できるからである。この分離流体は、空気などの、濾過された環境媒体であってもよい。そうした構造は、シャフトシール機構全体の外部にオイルリザーバが設けられる場合に特に有利である(たとえば、そこから漏れ出すオイルミストは、シャフトシール機構内へたどり着き、そして、おそらくは危険な流体混合物を生成し得る)。
【００２０】
有利なことにはまた、好ましくは少なくとも一つの内側の付加的シャフトシールとラジアル二重シールとの間に配置された少なくとも一つの流体ドレインラインが設けられる。
【００２１】
本発明のある実施形態によれば、ターボ機械は蒸気タービンであり、シャフトシール機構はマシンハウジングの後方シールシェル(このシールシェルは好ましくは固定様式でかつシーリング作用を伴ってマシンハウジング内に設置される)の上に設けられ、あるいは、マシンハウジングと共に構造的ユニットを形成する。
【００２２】
これに代えてあるいはこれに加えて、シャフトシール機構はまた、ターボ機械の構造的および熱力学的要求に応じて、前方シールシェル１０６上に設けることができる。
【００２３】
本発明のさらなる特徴および利点について、図面を参照して、蒸気タービンの形態の本発明に基づくターボ機械の実施形態に基づいて説明する。
【図面の簡単な説明】
【００２４】
【図１】蒸気タービンの基本構造を示す概略図である。
【図２】図１に示す蒸気タービンのマシンハウジングの後方シールシェルを示す一部概略

図であり、後方シールシェルは一般的なシャフトシール機構を備えている。
【図３】図２に示す一般的なシャフトシール機構内で支配的な圧力を示す概略図である。
【図４】蒸気タービンの形態の本発明に基づくターボ機械の実施形態の概略図である。
【図５】図４に示す蒸気タービンのマシンハウジングの後方シールシェルの一部概略図であり、後方シールシェルは本発明に基づくシャフトシール機構を備える。
【図６】図５に示すシャフトシール機構において支配的な圧力を示す概略図である。
【図７】図５に示すシャフトシール機構の本発明に基づくラジアル二重シールの実施形態の断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
図４は、蒸気タービン１０の形態の本発明に基づくターボ機械を示している。この蒸気タービン１０はマシンハウジング１２を備えるが、それを貫通してシャフト１４が延在しており、それは両側でマシンハウジング１２の外に突出するようガイドされている。マシンハウジング１２は、前方シールシェル１６と後方シールシェル１８とを備え、これらは、マシンハウジング環境に関して、マシンハウジング１２内に画定された、圧力チャンバー２０をシールする役割を果たす。生蒸気が、貫流方向に直列に非常停止バルブ２４および制御バルブ２６を備えた供給ライン２２を介して蒸気タービン１０の圧力チャンバー２０に供給される。蒸気タービン１０内での蒸気の膨張後、排出蒸気は、排出ライン２８を介して、凝縮プラント３４(これは、冷却デバイス３０を備え、かつ、排気デバイス３２に機能的に接続されている)へと供給され、そして、そこで凝縮する。結果的に生じる凝縮物は、ライン３６を介して、凝縮プラント３４から排出される。
【００２６】
シャフト１４とシールシェル１６あるいは１８との間に存在する環状ギャップ３８をシールするために、シールシェル１６あるいは１８(これは、マシンハウジング１２内に固定様式でかつシーリング作用を伴って設置される)は、特に、図５に示すように、シャフトシール機構４０を備える。シャフトシール機構４０は、圧力チャンバー２０を出発点として、三つの連続したシーリングモジュール、特に、内側ラビリンスシール４２、ラジアル二重シール４４、そして外側ラビリンスシール４６を備え、これらは協働で環状ギャップ３８をシールしている。
【００２７】
ラジアル二重シール４４(これは、図７により詳しく示されている)は、二つの本質的に半径方向に離間したシーリング面対４８および５０を備え、その間には、環状シール流体チャンバー５４が形成されており、これはシール流体供給ライン５２を介して加圧できるようになっている。各シーリング面対４８,５０は環状回転シーリング面５６,５８および環状非回転シーリング面６０,６２を有し、これらは本質的に軸方向に互いに向き合って配置されている。回転シーリング面５６,５８は回転シーリング面キャリア６６上に設けられているが、これはハブ要素６８を介してシャフト１４に対して固定的に連結されている。非回転シーリング面６０および６２は非回転シーリング面キャリア７０上に設けられているが、このキャリア７０は中空円筒形マウント要素７１上に設けられ、この要素７１はシールハウジング６９に固定的に連結され、このハウジング６９は、今度は、シールシェル１６あるいは１８に対して固定的に接続されるか、あるいは、シールシェルと構造的ユニットを形成する。マウント要素７１は、回転シーリング面５６および５８を向く、その端部に、環状ホルダー７２を有し、その中には、軸方向にスライド可能な様式で、非回転シーリング面キャリア７０を挿入できる。マウント要素７１の内部に配置されているのがスプリング要素７３であり、これは、非回転シーリング面キャリア７０を回転シーリング面キャリア６６に対して付勢し、この結果、非回転シーリング面６０および６２は、シャフト１４に対して同軸状に、対応する回転シーリング面５６および５８に対して押し付けられる。
【００２８】
シャフトシール機構４０はまた凝縮物ドレインライン７４を備えるが、これは、内側ラ

ビリンスシール４２とラジアル二重シール４４との間に存在する環ならびに分離流体供給ライン７６(これは、当該環へと分離流体を供給するためにラジアル二重シール４４と外側ラビリンスシール４６との間に存在する環につながる)から凝縮物を排出する。

【００２９】

稼働中、圧力チャンバー２０の排出蒸気領域７９内の作動流体は、マシンハウジング周囲の圧力p_Uを下回る排出蒸気圧力p_{AD}未満である。内側ラビリンスシール４２とラジアル二重シール４４と間で、蓄積した凝縮物が凝縮物ドレインライン７４を介して排出される。排出蒸気が十分に過熱されるならば、内側ラビリンスシール４２はおそらく省略可能である。たとえば、過剰圧力p_{SF1}を伴った空気あるいは窒素の形態のシール流体が、シール流体供給ライン５２を介してラジアル二重シール４４内に供給され、この結果、ラジアル二重シール４４の二つのシーリング面対４８および５０を通過する流出流れが内向きおよび外向きの両方に形成される。圧力p_{SF2}を伴った分離流体が、分離流体供給ライン４６を介して、ラジアル二重シール４４と外側ラビリンスシール４６との間に供給され、そしてマシンハウジング環境の方向に漏れ出し、シャフトシール機構４０内への導入口において外部からの汚染物質をブロックする。分離流体は、たとえば、環境の浄化媒体、あるいは窒素などの不活性流体であってもよい。

【００３０】

図６に大まかに示すように、シャフトシール機構４０は、使用されるシール流体の圧力p_{SF1}が他の圧力を上回ることを保証し、したがって、稼働状態において、信頼性の高いシーリング作用が絶え間なく保証される。

【符号の説明】

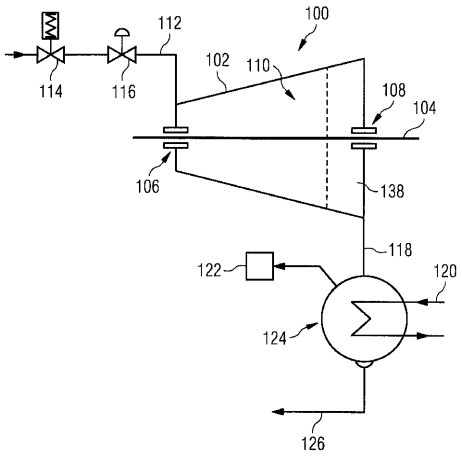
【００３１】

１０　蒸気タービン
１２　マシンハウジング
１４　シャフト
１６　前方シールシェル
１８　後方シールシェル
２０　圧力チャンバー
２２　供給ライン
２４　非常停止バルブ
２６　制御バルブ
２８　排出ライン
３０　冷却デバイス
３２　排気デバイス
３４　凝縮プラント
３６　ライン
３８　環状ギャップ
４０　シャフトシール機構
４２　内側ラビリンスシール
４４　ラジアル二重シール
４６　外側ラビリンスシール
４８,５０　シーリング面
５２　シール流体供給ライン
５４　環状シール流体チャンバー
５６,５８　環状回転シーリング面
６０,６２　環状非回転シーリング面
６６　回転シーリング面キャリア
６８　ハブ要素
６９　シールハウジング
７０　非回転シーリング面キャリア

７１　中空円筒形マウント要素
７２　環状ホルダー
７３　スプリング要素
７４　凝縮物ドレインライン
７６　分離流体供給ライン

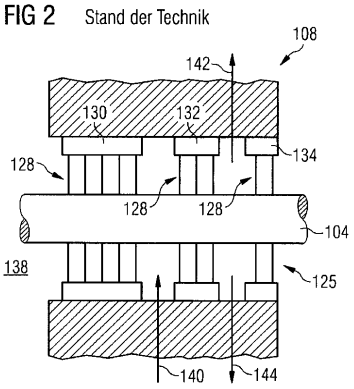
【図１】

FIG 1 Stand der Technik



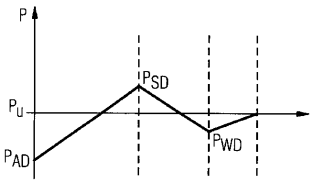
【図２】

FIG 2 Stand der Technik



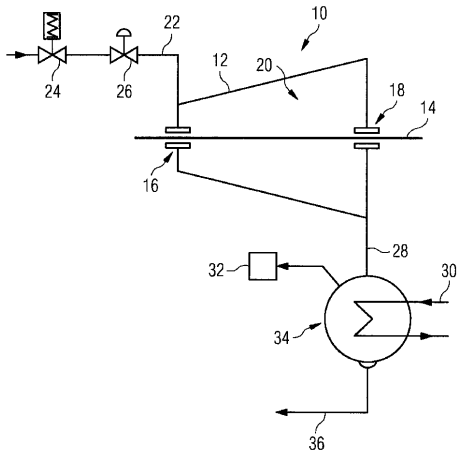
【図３】

FIG 3 Stand der Technik



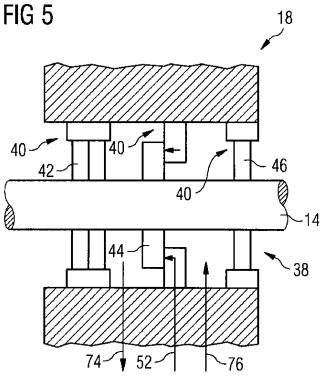
【図４】

FIG 4



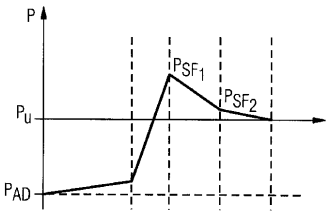
【図５】

FIG 5



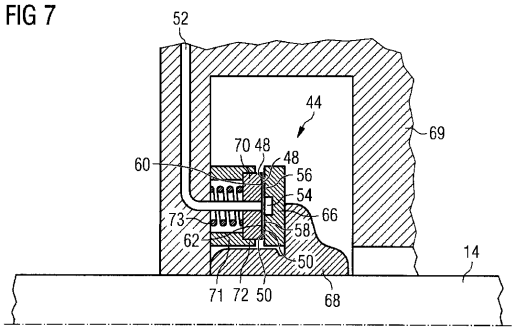
【図６】

FIG 6



【図７】

FIG 7



フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
F16J 15/40 Z

(56)参考文献 特開昭５２－０８５６０８（ＪＰ，Ａ）
実開平０３－０１７４７６（ＪＰ，Ｕ）
国際公開第９９／０２７２８１（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０１Ｄ １／００－１１／２４
Ｆ０１Ｄ １３／００－１５／１２
Ｆ０１Ｄ ２３／００－２５／３６
Ｆ０２Ｃ １／００－ ９／５８
Ｆ２３Ｒ ３／００－ ７／００
Ｆ１６Ｊ １５／３４
Ｆ１６Ｊ １５／４０