

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. März 2014 (13.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/037149 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04D 27/00 (2006.01) F04D 29/12 (2006.01)  
F04D 29/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/065685

(22) Internationales Anmeldedatum:  
25. Juli 2013 (25.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 215 823.5  
6. September 2012 (06.09.2012) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: ALFES, Ludger; Im Schlatt 50, 46282 Dorsten (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

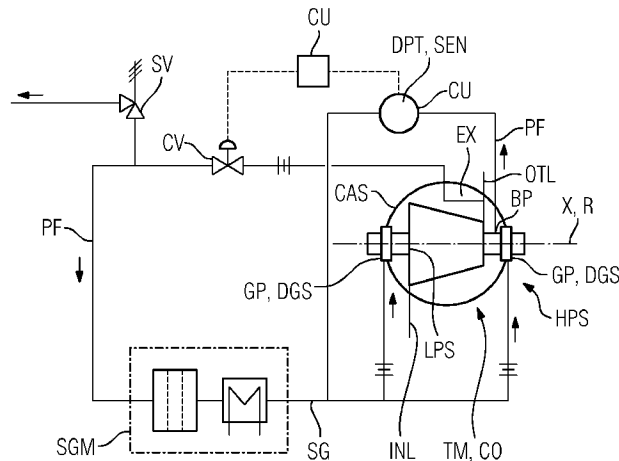
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TURBO MACHINE AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung : TURBOMASCHINE UND VERFAHREN ZUM BETRIEB



(57) Abstract: The invention relates to a turbo machine (TM), particularly a turbo compressor (CO), comprising at least one rotor (R), which extends along an axis (X), at least one gas seal (DGS), which uses a seal gas (SG) to seal a gap (GP) between the rotor (R) and a stator (CAS) of the turbo machine (TM), and a processing module (SGM), which processes process fluid (PF) taken from the high-pressure position (HPS) at a tapping (EX) into seal gas (SG), which seal gas (SG) is fed to the gas seal (DGS). In order to reduce the investment costs for processing the seal gas for the gas seal, according to the invention a control valve (CV) is provided in a first pipe (PIP1) of the turbo machine (TM) which takes the process fluid (PF) from the high-pressure position (HPS) to the processing module (SGM), the turbo machine (TM) has a control unit (CU), which controls the control valve (CV), the turbo machine (TM) has a sensor (SEN) in a second pipe (PIP2) for the seal gas (SG) between the processing module (SGM) and the gas seal (DGS), which sensor determines a pressure (PSG) of the seal gas (SG) between the processing module (SGM) and the gas seal (DGS), the control unit (CU) being designed in such a manner that the control valve (CV) controls the pressure or the mass flow or the volume flow measured by the sensor (SEN).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/037149 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Die Erfindung betrifft eine Turbomaschine (TM), insbesondere Turboverdichter (CO), umfassend mindestens einen Rotor (R), der sich entlang einer Achse (X) erstreckt, umfassend mindestens eine Gasdichtung (DGS), die mittels Sperrgas (SG) einen Spalt (GP) zwischen dem Rotor (R) und einem Stator (CAS) der Turbomaschine (TM) abdichtet, umfassend ein Aufbereitungsmodul (SGM), welches aus der Hochdruckposition (HPS) an einer Entnahme (EX) entnommenes Prozessfluid (PF) zu Sperrgas (SG) aufbereitet, welches Sperrgas (SG) der Gasdichtung (DGS) zugeführt wird. Damit der Investitionsaufwand für die Aufbereitung des Sperrgases für die Gasdichtung geringer ausfällt wird vorgeschlagen, dass in einer ersten Leitung (PIP1) der Turbomaschine (TM) die das Prozessfluid (PF) von der Hochdruckposition (HPS) zu dem Aufbereitungsmodul (SGM) leitet ein Regelventil (CV) vorgesehen ist, die Turbomaschine (TM) eine Regeleinheit (CU) umfasst, die das Regelventil (CV) ansteuert, die Turbomaschine (TM) in einer zweiten Leitung (PIP2) für das Sperrgas (SG) zwischen dem Aufbereitungsmodul (SGM) und der Gasdichtung (DGS) einen Sensor (SEN) aufweist, der einen Druck (PSG) des Sperrgases (SG) zwischen dem Aufbereitungsmodul (SGM) und der Gasdichtung (DGS) bestimmt, die Regeleinheit (CU) derart ausgebildet ist, dass Regelventil (CV) den Druck oder den Massenstrom oder den Volumenstrom gemessen von dem Sensor (SEN) regelt.

## Beschreibung

## Turbomaschine und Verfahren zum Betrieb

5

Die Erfindung betrifft eine Turbomaschine, insbesondere einen Turboverdichter, umfassend mindestens einen Rotor, der sich entlang einer Achse erstreckt, umfassend mindestens eine axiale Hochdruckposition, umfassend mindestens eine axiale Niederdruckposition, wobei ein Prozessfluid an der Hochdruckposition einen höheren Druck im Betrieb der Turbomaschine aufweist als an der Niederdruckposition, umfassend mindestens eine Gasdichtung, die mittels Sperrgas einen Spalt zwischen dem Rotor und einem Stator der Turbomaschine abdichtet, umfassend ein Aufbereitungsmodul, welches aus der Hochdruckposition an einer Endnahme entnommenes Prozessfluid zu Sperrgas aufbereitet, welches Sperrgas der Gasdichtung zugeführt wird. Weiterhin umfasst die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb der Turbomaschine.

Turbomaschinen, insbesondere Turboverdichter für brennbare und/oder toxische Gase werden häufig mit Trockengasdichtungen, insbesondere Trockengasdichtungen abgedichtet. Das Sperrgas für diese Gasdichtungen wird in der Regel aus dem Druckstutzen des Verdichters entnommen, aufbereitet, im Druck herunter geregelt und den Gasdichtungen zugeführt. Bei Verdichtern mit sehr hohem Drücken mit Trockengasdichtungen ist es schwierig Komponenten für die Funktionenaufbereitung (Flüssigkeitsabscheidung, Filtern, Heizen, Druckregelung) zu beschaffen. Weiterhin sind diese Komponenten sehr teuer.

Die Erfindung hat es sich ausgehend von der eingangs genannten Turbomaschine zur Aufgabe gemacht, den Investitionsaufwand für die Aufbereitung des Sperrgases für die Gasdichtung zu reduzieren.

Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe schlägt die Erfindung eine Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den zusätzlichen Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 vor. Weiterhin wird ein Verfahren gemäß Anspruch 5 zur Aufgabenlösung vorgeschlagen. Die rückbezogenen Unteransprüche beinhalten jeweils vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Richtungsangaben, wie axial, radial, tangential oder Umfangsrichtung beziehen sich stets - falls nicht anders angegeben - auf die Achse des Rotors der Turbomaschine.

Das anspruchsgemäße Aufbereitungsmodul umfasst einen wesentlichen Teil der Sperrgasaufbereitung von dem Prozessfluid hin zum Sperrgas. Hierzu zählt wenigstens die Flüssigkeitsabscheidung oder das Filtern oder das Heizen oder die Druckregelung des Sperrgases. Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Aufbereitung hinter dem Regelventil können die Komponenten des Aufbereitungsmoduls für einen geringeren Druck ausgelegt werden und sind deswegen zumindest preisgünstiger. Bei besonders hohen Verdichterdrücken können auf diese Weise Beschaffungsprobleme für diese Bestandteile des Aufbereitungsmoduls eliminiert werden und Sonderanfertigungen hierzu vermieden werden. Dadurch ergeben sich niedrigere Kosten, eine breitere Auswahl an Lieferanten und kürzere Lieferzeiten. Als zusätzlicher positiver Effekt ist das Gefährdungspotential aufgrund des niedrigeren Drucks in dem Aufbereitungsmodul signifikant herabgesetzt, was brennbaren oder toxischen Gasen auch hinsichtlich der Kosten eine wichtige Rolle spielt.

Besonders zweckmäßig ist die Anwendung der Erfindung für einen Verdichter, insbesondere einen Hochdruckverdichter für Drücke über 100bar.

Besonders zweckmäßig misst der Sensor entweder den Druck hinter dem Aufbereitungsmodul oder einen Differenzdruck über eine Drossel, damit der Massen- bzw. Volumenstrom an Sperrgas zu der Gasdichtung hin sicher kontrolliert ist. Zweckmäßig

befindet sich hinter dem Regelventil eine Ableitung auf ein niedrigeres Druckniveau, welche beispielsweise durch ein Sicherheitsventil absperrbar ist für den Fall, dass das in der Leitung hinter dem Regelventil befindliche vielleicht to-  
5 xische oder brennbare Prozessfluid durch Fehlfunktion der Druck- bzw. Differenzdruckregelung den maximal zulässigen Druck überschreitet und dadurch droht, in die Umgebung der Turbomaschine auszutreten. Dieses niedrige Druckniveau kann beispielsweise die Ableitung hin zu einer Fackel sein, wo das  
10 Prozessfluid - falls brennbar - abgefackelt wird.

Besonders zweckmäßig umfasst die Regeleinheit einen Differenzdrucktransmitter, der eine Druckdifferenz zwischen dem Druck der Entnahme des Prozessfluids und dem Druck des Sperrgases stromabwärts des Aufbereitungsmoduls auf einen Sollwert  
15 regelt. Dieser Sollwert kann einen momentanen von einer übergeordneten Regelung vorgegebener Sollwert sein, der von den gegenwärtigen Betriebsbedingungen der Turbomaschine abhängt.

Bevorzugt weist die Turbomaschine einen Ausgleichskolben auf, d.h. eine Abstufung im Rotor R, die mittels einer Wellendichtung dafür sorgt, dass die an der Abstufung auf den beiden  
20 Seiten angreifenden Drücke den Schub der Turbomaschine im Nennbetrieb weitestgehend ausgleichen oder reduzieren. Weiterhin ist die Kammer des Ausgleichskolbens mit der Saugseite der Turbomaschine verbunden und hierdurch sind die Abdicht-  
25 drücke der Gasdichtungen auf der Saugseite und der Druckseite nahezu identisch. Der Druck in der Kammer des Ausgleichskolbens ist nur geringfügig aufgrund der Strömungsverluste höher als der Druck auf der Saugseite und wird daher als Impuls-  
30 druck für die Regelung benutzt. Das Prozessfluid, welches zu Sperrgas mittels der Entnahme an der Hochdruckposition entnommen wird, kann bevorzugt am Druckstutzen der Turbomaschine im Bereich dieses Ausgleichskolbens entnommen werden und er-  
35 findungsgemäß über das Regelventil dem Aufbereitungsmodul zugeführt werden.

Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher beschrieben.

5   Figur 1       zeigt eine schematische Flussdiagrammdarstellung der erfindungsgemäßen Turbomaschine bzw. erfindungsgemäßen Verfahrens

Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Turbomaschine TM bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens als Flussdiagramm. Die Turbomaschine TM in dem Ausführungsbeispiel ist als Turboverdichter CO ausgebildet mit einem Rotor R, der sich entlang einer Achse X erstreckt. Entlang der Achse X weist der Turboverdichter CO eine Hochdruckposition HPS und eine Niedrigdruckposition LPS auf, an denen sich im Betrieb ein Prozessfluid PF unter einem höheren Druck bzw. unter einem niedrigeren Druck im Strömungspfad der Turbomaschine TM befindet. Zwischen dem Stator CAS und dem Rotor R der Turbomaschine TM ist ein nicht näher dargestellter Spalt GP mittels Gasdichtungen DGS auf beiden Seiten der Turbomaschine abgedichtet. Die Turbomaschine TM bzw. der Stator CAS, der als Gehäuse ausgebildet ist, weist einen Einlass INL und einen Auslass OTL auf, wobei ein Prozessfluid PF durch den Einlass INL in die Turbomaschine zur Verdichtung bis zu dem Auslass OTL auf einem höheren Druckniveau befördert, die Turbomaschine verlässt. Am Auslass OTL ist eine Entnahme EX des Prozessfluids PF vorgesehen, welches Prozessfluid PF von dieser axialen Hochdruckposition HPS mittels einer Leitung PIP1 der Turbomaschine TM zu einem Regelventil CV geleitet wird. An dem Regelventil CV wird der Druck des Prozessfluids PF abgesenkt und das Prozessfluid wird einem Aufbereitungsmodul SGM zur Aufbereitung des Prozessfluids PF zu Sperrgas SG zugeleitet. Von dem Aufbereitungsmodul SGM wird das Sperrgas SG mittels einer zweiten Rohrleitung PIP2 den Gasdichtungen DGS zugeleitet. Eine Regeleinheit CU steuert die Position des Regelventiles CV derart, dass der Entnahmedruck soweit abgesenkt wird, dass sich an den Gasdichtungen DGS der gewünschte Sperrgasdruck SG einstellt. Hierzu weist die Regeleinheit CU

einen Differenzdrucktransmitter DPT auf, der als Sensor SEN den Druck hinter dem Aufbereitungsmodul SGM mit dem Druck an einem Ausgleichskolben BP der Turbomaschine TM vergleicht und regelt in dessen Abhängigkeit mittels Ansteuerung des Regel-

5 ventils CV den Druck des Sperrgases SG vor den Gasdichtungen DGS. In der zweiten Leitung PIP2 und der jeweiligen Zuleitung zu den Gasdichtungen DGS sind Blenden TH vorgesehen, an denen ein Differenzdruck abfällt. Bevorzugt wird der Druck des Sperrgases SG mittels des Regelventils CV derart eingestellt,

10 dass der Druckabfall über die Blenden TH und der Kammer des Ausgleichskolbens PB konstant auf einen bestimmten Sollwert sich einstellt.

Bei einem Fehlverhalten des Regelventils CV kann die Situation der Vollöffnung des Regelventils CV entstehen. Hierdurch würde sehr viel mehr Prozessfluid PF in Richtung des Auf-

15 bereitungsmoduls SGM und der Blenden TH strömen und dadurch aufgrund der Widerstandskennlinie des Aufbereitungsmoduls SGM und der Blenden TH den Druck wesentlich erhöhen vor den Gas-

20 dichtungen DGS, so dass der Auslegungsdruck überschritten werden kann. Um diese Fehlfunktion abzusichern ist ein Sicherheitsventil SV stromabwärts des Regelventils CV vorgesehen, das ab einem Ansprechdruck öffnet. Der Ansprechdruck liegt etwas oberhalb des sich maximal einstellenden Drucks im

25 Betrieb hinter dem Regelventil CV. Die Komponenten der Rohrleitungen PIP1, PIP2, das Aufbereitungsmodul SGM, das Regelventil CV und die Blenden TH sind mindestens auf diesen Ansprechdruck des Sicherheitsventils SV ausgelegt.

30

## Patentansprüche

1. Turbomaschine (TM), insbesondere Turboverdichter (CO),  
5 umfassend
- mindestens einen Rotor (R), der sich entlang einer Achse (X) erstreckt,
  - umfassend mindestens eine axiale Hochdruckposition (HPS) entlang eines Strömungspfades eines Prozessfluid (PF) durch die Turbomaschine (TM),  
10 - umfassend mindestens eine axiale Niederdruckposition (LPS) entlang des Strömungspfades des Prozessfluid (PF) durch die Turbomaschine (TM), wobei das Prozessfluid (PF) an der Hochdruckposition (HPS) einen höheren Druck im Betrieb der Turbomaschine (TM) aufweist als an der Niederdruckposition (LPS),
  - umfassend mindestens eine Gasdichtung (DGS), die mittels Sperrgas (SG) einen Spalt (GP) zwischen dem Rotor (R) und einem Stator (CAS) der Turbomaschine (TM)  
15 abdichtet,
  - umfassend ein Aufbereitungsmodul (SGM), welches aus der Hochdruckposition (HPS) an einer Entnahme (EX) entnommenes Prozessfluid (PF) zu Sperrgas (SG) aufbereitet, welches Sperrgas (SG) der Gasdichtung (DGS) zugeführt  
20 wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- in einer ersten Leitung (PIP1) der Turbomaschine (TM) die das Prozessfluid (PF) von der Hochdruckposition (HPS) zu dem Aufbereitungsmodul (SGM) leitet ein Regelventil (CV) vorgesehen ist,  
25
  - die Turbomaschine (TM) eine Regeleinheit (CU) umfasst, die das Regelventil (CV) ansteuert,
  - die Turbomaschine (TM) in einer zweiten Leitung (PIP2) für das Sperrgas (SG) zwischen dem Aufbereitungsmodul (SGM) und der Gasdichtung (DGS) einen Sensor (SEN)  
30 aufweist, der einen Druck (PSG) oder Massenstrom (MSG) oder Volumenstrom (VSG) des Sperrgases (SG) zwischen dem Aufbereitungsmodul (SGM) und der Gasdichtung (DGS) be-
- 35

stimmt,

- die Regeleinheit (CU) derart ausgebildet ist, dass Regelventil (CV) den Druck oder den Massenstrom oder den Volumenstrom gemessen von dem Sensor (SEN) regelt.

5

2. Turbomaschine nach Anspruch 1,  
wobei die Turbomaschine (TM) ein Verdichter (CO) ist.

3. Turbomaschine nach Anspruch 1 oder 2,  
10 wobei der Sensor (SEN) als eine Differenzdruckmessung ausgebildet ist und den Differenzdruck zwischen der Position an einem Ausgleichskolben (BP) der Turbomaschine (TM) und dem Sperrgasdruck (SG) stromabwärts des Aufbereitungsmoduls (SGM) und den Differenzdruckwert an die  
15 Regeleinheit (CU) weiterleitet.

4. Turbomaschine nach Anspruch 3,  
wobei die Regeleinheit den Differenzdruck gemessen durch den Sensor (SEN) mittels des Regelventils (CV) auf einem  
20 Sollwert regelt.

5. Verfahren zum Betrieb einer Turbomaschine (TM), insbesondere einer Turbomaschine (TM) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4,  
25 dadurch gekennzeichnet, dass

- ein Prozessfluid (PF) an einer Entnahme (EX) an einer axialen Hochdruckposition (HPS) entlang eines Strömungspfadens durch die Turbomaschine (TM) entnommen wird  
das entnommene Prozessfluid (PF) einem Aufbereitungsmo-  
30 dul (SGM) zugeführt wird,

- das Aufbereitungsmodul (SGM) das entnommene Prozessfluid (PF) zu Sperrgas (SG) mittels Flüssigkeitsabscheidung, Filtern, Heizen und/oder Druckanpassung aufbereitet,  
35

- welches Sperrgas (SG) einer Gasdichtung (DGS) der Turbomaschine (TM) zugeführt wird,

- wobei mindestens eine axiale Niederdruckposition (LPS) entlang des Strömungspfadens des Prozess-

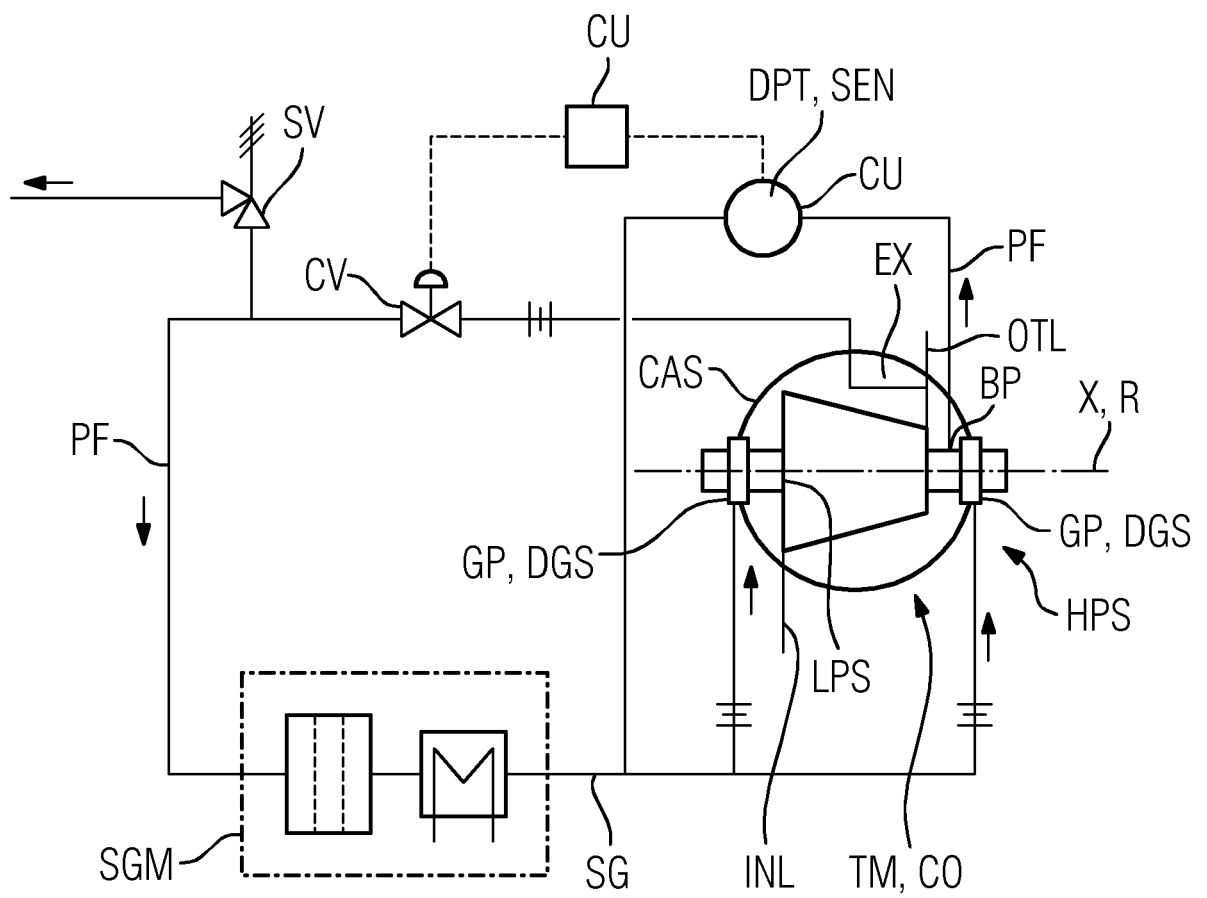
fluid (PF) durch die Turbomaschine (TM) vorgesehen ist, wobei das Prozessfluid (PF) an der Hochdruckposition (HPS) einen höheren Druck im Betrieb der Turbomaschine (TM) aufweist als an der Niederdruckposition (LPS),  
5 dadurch gekennzeichnet dass

- in einer ersten Leitung (PIP1) der Turbomaschine (TM) die das Prozessfluid (PF) von der Hochdruckposition (HPS) zu dem Aufbereitungsmodul (SGM) leitet das Prozessfluid mittels eines Regelventil (CV) gedrosselt ist,  
10 - eine Regeleinheit (CU) der Turbomaschine (TM) das Regelventil (CV) ansteuert,

das Sperrgas mittels einer zweiten Leitung (PIP2) von dem Aufbereitungsmodul (SGM) der Gasdichtung (DGS) zugeleitet wird,

15 - der Druck (PSG) oder der Massenstrom (MSG) oder der Volumenstrom (VSG) in der zweiten Leitung (PIP2) mittels eines Sensors (SEN) bestimmt wird,

- die Regeleinheit (CU) durch Ansteuerung des Regelventils (CV) den Druck oder den Massenstrom oder den Volumenstrom gemessen von dem Sensor (SEN) regelt.  
20



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2013/065685
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. F04D27/00 F04D29/10 F04D29/12 ADD.				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F04D				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
A	US 2012/093643 A1 (ALFES LUDGER [DE]) 19 April 2012 (2012-04-19) the whole document figure 1	1,5		
A	----- TCHIGIQUE B: "GARNITURES GAZ PHILOSOPHIE D'INSTRUMENTATION", PETROLE ET TECHNIQUES, ASSOCIATION FRANCAISE DES TECHNICIENS DU PETROLE. PARIS, FR, no. 370, 1 February 1992 (1992-02-01), pages 42-47, XP000263671, ISSN: 0152-5425 the whole document figure 2 ----- -/--	1,5		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents : <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;">                     "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                      "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                      "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)                      "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                      "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;">                     "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                      "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                      "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art                      "&amp;" document member of the same patent family                 </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report			
28 November 2013	04/12/2013			
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Ingelbrecht, Peter			

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No PCT/EP2013/065685
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 797 963 A (SUGIMURA S ET AL) 19 March 1974 (1974-03-19) the whole document figure 3	1,5
A	----- US 2005/100454 A1 (MEUCCI STEFANO [IT]) 12 May 2005 (2005-05-12) the whole document figure 1 -----	1,5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/065685
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012093643 A1	19-04-2012	CN 102803738 A	28-11-2012
		DE 102009017614 A1	28-10-2010
		EP 2419644 A1	22-02-2012
		US 2012093643 A1	19-04-2012
		WO 2010118977 A1	21-10-2010
-----			
US 3797963 A	19-03-1974	JP S4934211 B1	12-09-1974
		US 3797963 A	19-03-1974
-----			
US 2005100454 A1	12-05-2005	AU 2003261506 A1	03-06-2004
		EP 1420167 A2	19-05-2004
		JP 4677182 B2	27-04-2011
		JP 5139488 B2	06-02-2013
		JP 2004162714 A	10-06-2004
		JP 2011038528 A	24-02-2011
		US 2005100454 A1	12-05-2005
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/065685

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. F04D27/00 F04D29/10 F04D29/12  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 F04D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2012/093643 A1 (ALFES LUDGER [DE]) 19. April 2012 (2012-04-19) das ganze Dokument Abbildung 1	1,5
A	-----	
	TCHIGIQUE B: "GARNITURES GAZ PHILOSOPHIE D'INSTRUMENTATION", PETROLE ET TECHNIQUES, ASSOCIATION FRANCAISE DES TECHNICIENS DU PETROLE. PARIS, FR, Nr. 370, 1. Februar 1992 (1992-02-01), Seiten 42-47, XP000263671, ISSN: 0152-5425 das ganze Dokument Abbildung 2	1,5
	-----	
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. November 2013	04/12/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Ingelbrecht, Peter

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/065685

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 797 963 A (SUGIMURA S ET AL) 19. März 1974 (1974-03-19) das ganze Dokument Abbildung 3	1,5
A	----- US 2005/100454 A1 (MEUCCI STEFANO [IT]) 12. Mai 2005 (2005-05-12) das ganze Dokument Abbildung 1 -----	1,5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/065685

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012093643 A1	19-04-2012	CN 102803738 A	28-11-2012
		DE 102009017614 A1	28-10-2010
		EP 2419644 A1	22-02-2012
		US 2012093643 A1	19-04-2012
		WO 2010118977 A1	21-10-2010
-----			
US 3797963 A	19-03-1974	JP S4934211 B1	12-09-1974
		US 3797963 A	19-03-1974
-----			
US 2005100454 A1	12-05-2005	AU 2003261506 A1	03-06-2004
		EP 1420167 A2	19-05-2004
		JP 4677182 B2	27-04-2011
		JP 5139488 B2	06-02-2013
		JP 2004162714 A	10-06-2004
		JP 2011038528 A	24-02-2011
		US 2005100454 A1	12-05-2005
-----			