



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2014 Patentblatt 2014/07

(51) Int Cl.:
F04D 19/02 (2006.01) F04D 27/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12179977.9**

(22) Anmeldetag: **10.08.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder: **Hiller, Sven, Dr.**
85244 Röhrmoos (DE)

(54) **Reduzieren eines Gasturbinenverdichterpumpens**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gasturbinenverdichter, insbesondere Flugtriebwerkverdichter, mit wenigstens zwei Verdichterstufen (10, 11, 12), einer Umblaspassage zur Rückführung von Arbeitsfluid von einer stromabwärtigen zu einer stromaufwärtigen Stufe, und einem Regler zum Öffnen und Schließen der Umblaspassage, um ein Verdichterpumpen zu reduzieren, wobei der Regler wenigstens ein, insbesondere durch das Arbeitsfluid, fluidmechanisch betätigbares Verarbeitungsglied (100; 200, 300, 301, 400, 401, 500; 201, 302) aufweist.

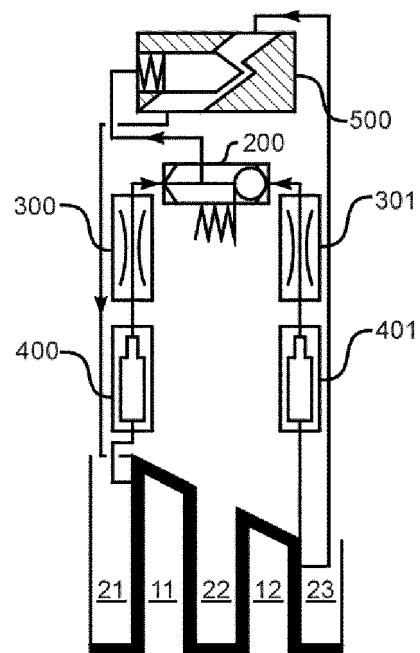


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Regler zum Reduzieren eines Verdichterpumpens in einem Gasturbinenverdichter.

[0002] Das Verdichterkennfeld eines Gasturbinenverdichters wird durch die sogenannte Pumpgrenze in einen stabilen und einen instabilen Bereich geteilt. Liegt, insbesondere durch Verminderung der Fördermenge oder Anstieg der Förderhöhe, der Betriebspunkt des Verdichters in dem instabilen Bereich, kann Arbeitsfluid entgegen der Förderrichtung des Verdichters, insbesondere zyklisch, in eine stromaufwärtige Stufe zurückströmen und von dieser wieder gefördert werden. Durch dieses sogenannte (Verdichter)Pumpen kann die Gasturbine belastet werden.

[0003] Aus betriebsinterner Praxis ist eine Pumpverhütungs- bzw. Pumpschutzregelung bekannt, die auf Basis des Betriebspunkts des Verdichters bei Annäherung an die Pumpgrenze bzw. infolge eines Pumpdruckstoßes ein Entlastungsventil öffnet. Solche Pumpverhütungs- und Pumpschutzregelungen arbeiten elektronisch und werden extern durch einen Gasturbinenregler gesteuert. Diese ausfallsicher auszubilden, ist, insbesondere bei den hohen Sicherheitsanforderungen von Flugtriebwerken, aufwändig.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Verdichterpumpen in einem Gasturbinenverdichter in vorteilhafter Weise zu reduzieren, insbesondere zu verhindern.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Gasturbinenverdichter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale weitergebildet. Anspruch 11 stellt ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Gasturbinenverdichters unter Schutz, die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen.

[0006] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Gasturbinenverdichter, insbesondere ein Flugtriebwerkverdichter, zwei oder mehrere Verdichterstufen sowie eine oder mehrere Umblaspassagen zur Rückführung von Arbeitsfluid von einer oder mehreren stromabwärtigeren zu einer oder mehreren stromaufwärtigeren Stufen, und einen Regler zum Öffnen und Schließen dieser Umblaspassage(n), um ein Verdichterpumpen zu reduzieren, insbesondere zu verhindern, auf.

[0007] Durch eine ganz oder teilweise geöffnete Umblaspassage kann Arbeitsfluid von einer oder mehreren stromabwärtigen Stufen zu einer oder mehreren stromaufwärtigen Stufen strömen. In einer Ausführung kann eine Umblaspassage zwei, insbesondere benachbarte bzw. aufeinanderfolgende, Verdichterstufen verbinden. Zusätzlich oder alternativ können eine oder mehrere weitere Umblaspassagen dieselbe und/oder eine andere stromabwärtige Stufe mit derselben und/oder einer anderen stromaufwärtigen Stufe verbinden.

[0008] Der Regler kann dazu ausgebildet sein, eine oder mehrere Umblaspassagen, insbesondere gekoppelt bzw. synchron, zu öffnen und zu schließen.

[0009] In einer Ausführung kann der Regler eine oder mehrere Umblaspassagen ausschließlich vollständig öffnen bzw. schließen. In einer anderen Ausführung kann der Regler eine oder mehrere Umblaspassagen auch teilweise öffnen bzw. schließen, insbesondere in vorgegebenen diskreten Schritten oder kontinuierlich.

[0010] Eine oder mehrere Umblaspassagen können in axialer Richtung vor, bei oder nach einem Laufgitter einer Verdichterstufe in diese münden, vorzugsweise radial außen oder innen.

[0011] Der Regler weist ein oder mehrere fluidmechanisch betätigbare Verarbeitungsglieder auf. Ein oder mehrere Verarbeitungsglieder sind in einer Ausführung durch das Arbeitsfluid pneumatisch betätigbar. Zusätzlich oder alternativ können ein oder mehrere Verarbeitungsglieder durch ein anderes Fluid betätigbar sein.

[0012] Unter einem fluidmechanisch betätigbaren Verarbeitungsglied im Sinne der vorliegenden Erfindung wird insbesondere ein Bauteil verstanden, dass eine oder mehrere Eingangsgrößen in logischer und/oder arithmetischer Weise fluidmechanisch auf eine oder mehrere Ausgangsgrößen, insbesondere eine Stellgröße, abbildet, insbesondere zwei oder mehrere Eingangsgrößen fluidmechanisch miteinander verknüpft bzw. verschaltet. Zwei oder mehr Verarbeitungsglieder können ihrerseits fluidmechanisch miteinander verknüpft bzw. verschaltet sein, indem eine oder mehrere Ausgangsgrößen eines Verarbeitungsgliedes als Eingangsgröße(n) einem anderen Verarbeitungsglied fluidmechanisch zugeführt werden. "Fluidmechanisch" im Sinne der vorliegenden Erfindung kann insbesondere "mechanisch durch ein Fluid" bedeuten.

[0013] Indem ein oder mehrere, vorzugsweise alle Verarbeitungsglieder des Reglers nicht elektronisch sondern fluidmechanisch betätigbar ausgebildet sind, kann auf einfache Weise ein zuverlässiger Regler zum Reduzieren eines Gasturbinenverdichterpumpens zur Verfügung gestellt werden.

[0014] Das bzw. die Verarbeitungsglieder des Reglers bilden dessen Regelstrecke bzw. verknüpfen in einer oder mehreren durch je ein Verarbeitungsglied implementierten Stufen eine oder mehrere Regeleingänge, insbesondere fluidmechanische Größen, vorzugsweise Druck und/oder Volumenstrom, des Arbeitsmediums, insbesondere einer oder mehrerer stromaufwärtiger Verdichterstufen, zu einer oder mehreren Stellgrößen, die insbesondere ein Öffnen bzw. Schließen der Umblaspassage(n) bewirken. Dementsprechend kann ein Verarbeitungsglied im Sinne der vorliegenden Erfindung auch ein durch das Arbeitsmedium einer oder mehrerer Verdichterstufen fluidmechanisch beaufschlagtes Erfassungsglied und/oder ein fluidmechanisch betätigtes Stellglied zum Öffnen bzw. Schließen der Umblaspassage(n) aufweisen. Beispielsweise bildet ein federbelastetes Rückschlagventil in einer Umblaspassage ein fluidmechanisch betätigbares Verarbeitungsglied, das von dem Arbeitsfluid der stromabwärtigen Stufe beaufschlagt wird (Erfassungsglied) und dessen Druck mit der Feder-

vorspannung derart regelungstechnisch verknüpft ist, dass bei einem Überschreiten eines - durch die Federvorspannung vorgegebenen - Wertes die Umblaspassage geöffnet bzw. bei Unterschreiten dieses Wertes geschlossen wird (Stellglied).

[0015] In einer Ausführung ist der Regler fluidmechanisch ausgebildet. Hierunter wird insbesondere verstanden, dass der Regler rein fluidmechanisch arbeitet, d.h. seine gesamte Regelstrecke von der bzw. den Eingangsgrößen bis zu dem bzw. den Stelleingriffen, die die Umblaspassage(n) öffnen bzw. schließen, ausschließlich fluidmechanisch, insbesondere durch das Arbeitsfluid des Verdichters pneumatisch, implementiert ist, ohne dass der Regler elektronische Signale zum Regeln verwendet. Hierdurch kann der Regler insbesondere bei Stromausfall weiterarbeiten. Zusätzlich oder alternativ kann der Regler autonom ausgebildet sein. Hierunter wird insbesondere verstanden, dass der Regler nur auf Basis des Arbeitsfluids, insbesondere in einer oder mehreren stromaufwärtigen Stufen, als Eingangsgrößen regelt, bzw. dass der Regler nur auf Basis einer oder mehrerer fluidmechanischer Größen einer oder mehrerer Verdichterstufen arbeitet.

[0016] In einer Ausführung weisen ein oder mehrere Verarbeitungsglieder des Reglers einen oder mehrere fluidmechanische, insbesondere pneumatische, Addierer, Subtrahierer, Vergleicher, Integratoren, Differenzierer, Dämpfer, Filter und/oder Begrenzer auf. Dabei wird unter einem Filter insbesondere ein Mittel verstanden, welches regelungstechnisch als Filter fungiert und vorgegebene Frequenzen einer fluidmechanischen Größe dämpft. Zusätzlich oder alternativ kann ein Filter auch ein Mittel sein, welches strömungstechnisch als Filter fungiert und Fremdstoffe einer vorgegebenen Größe aus dem Fluid entfernt, mit dem der Regler betätigt wird. Insbesondere kann ein Filter hierzu ein oder mehrere Siebe, Netze oder dergleichen aufweisen.

[0017] Zusätzlich oder alternativ können ein oder mehrere Verarbeitungsglieder des Reglers einen oder mehrere fluidmechanische, insbesondere pneumatische, Speicher, insbesondere Durchschnichts- und/oder Extremalwertspeicher, aufweisen. Hierdurch kann vorteilhaft der Betriebsverlauf des Gasturbinenverdichters dokumentiert und/oder ausgewertet werden.

[0018] Zusätzlich oder alternativ können ein oder mehrere Verarbeitungsglieder des Reglers einen oder mehrere fluidmechanisch betätigbare Ventile, insbesondere, vorzugsweise vorgespannte, Rückschlag- oder Stellventile aufweisen. Unter einem Ventil wird vorliegend insbesondere ein Mittel verstanden, durch das eine Fluidpassage vergrößert bzw. geöffnet und/oder verkleinert bzw. geschlossen werden kann, unter einem Rückschlagventil entsprechend ein Mittel, das ein Durchströmen einer Fluidpassage nur in einer Strömungsrichtung gestattet.

[0019] In einer Ausführung ist der Regler temperaturabhängig regelnd ausgebildet. Hierzu kann er beispielsweise eine oder mehrere temperaturabhängige Ventile aufweisen, die bei Erreichen einer vorgegebenen Tem-

peratur öffnen oder schließen.

[0020] In einer Ausführung ist der Regler zur Ausgabe eines elektrischen Signals, insbesondere an einen elektronischen Gasturbinenregler, ausgebildet. Auch ein solcher Regler kann autonom im Sinne der vorliegenden Erfindung arbeiten, sofern er nur elektrische Signale ausgibt bzw. eingehende elektrische Signale keinen Einfluss auf die durch ihn implementierte Regelstrecke haben.

[0021] Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen und den Ausführungsbeispielen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1: einen Teil eines Gasturbinenverdichters nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung im Meridianschnitt;

Fig. 2: einen Teil eines Gasturbinenverdichters nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung in Fig. 1 entsprechender Darstellung; und

Fig. 3: einen Teil eines Gasturbinenverdichters nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung in Fig. 1, 2 entsprechender Darstellung.

[0022] Fig. 1 zeigt einen Teil eines Gasturbinenverdichters nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung im Meridianschnitt mit einer stromaufwärtigen (links in Fig. 1) Verdichterstufe mit dem Laufgitter 11 und dem ihm vorgelagerten Leitgitter 21 und einer stromabwärtigen (rechts in Fig. 1) Verdichterstufe mit dem Laufgitter 12 und dem ihm nachgelagerten Leitgitter 23 sowie einem zwischen beiden Stufen angeordneten Leitgitter 22, wobei eine Drehachse des Verdichterrotors, der die Laufgitter 11, 12 trägt, strichpunktirt angedeutet ist.

[0023] Zwischen der stromaufwärtigen und der stromabwärtigen Verdichterstufe ist eine Umblaspassage ausgebildet, die im Ausführungsbeispiel exemplarisch radial außen und in Axialrichtung vor dem Laufgitter 11 bzw. hinter dem Laufgitter 12 mit dem Arbeitsfluid kommuniziert. Die Umblaspassage kann beispielsweise in einem Verdichtergehäuse oder Verdichterrotor wenigstens teilweise integral ausgebildet und/oder durch Schlauchleitungen oder dergleichen definiert sein.

[0024] In der Umblaspassage ist ein vorgespanntes Rückschlagventil 100 angeordnet, das die Umblaspassage für das Arbeitsfluid des Verdichters öffnet, wenn der Druck der stromabwärtigen Verdichterstufe den Druck der stromaufwärtigen Verdichterstufe um mehr als einen vorgegebenen Wert überschreitet, der durch die vorgespannte Druckfeder des Rückschlagventils 100 vorgegeben ist.

[0025] Das Rückschlagventil 100 bildet das einzige Verarbeitungsglied eines Reglers zum Öffnen und Schließen der Umblaspassage, durch den Verdichterpumpen reduziert wird: sinkt die Druckdifferenz zwischen stromauf- und stromabwärtiger Verdichterstufe unter den

durch die Druckfeder vorgegebenen Wert, da beispielsweise der Druck in der stromaufwärtigen Verdichterstufe zu stark absinkt oder in der stromabwärtigen Verdichterstufe zu stark ansteigt, d.h. die Förderhöhe sich zu stark erhöht, wird selbsttätig solange Arbeitsfluid mit höherem Druck von der stromabwärtigen Verdichterstufe durch die Umblaspassage zu der stromaufwärtigen Verdichterstufe geführt, bis der Verdichter wieder im stabilen Bereich arbeitet.

[0026] Dabei wird das Verarbeitungsglied rein fluidmechanisch betätigt, der Regler arbeitet fluidmechanisch autonom ohne Stromversorgung oder Steuersignale eines Gasturbinenreglers. Hierdurch kann schnell und zuverlässig, auch bei Stromausfall, auf, insbesondere transiente, Betriebszustände des Verdichters reagiert werden.

[0027] Das Verarbeitungsglied verknüpft die beiden Eingangsgrößen "Druck der stromabwärtigen Verdichterstufe" und "Druck der stromaufwärtigen Verdichterstufe" fluidmechanisch als Subtrahierer und vergleicht sie fluidmechanisch mit dem durch die Druckfeder vorgegebenen Wert. Es fungiert zusätzlich als Erfassungsglied zur Erfassung der beiden fluidmechanischen Größen "Druck der stromabwärtigen Verdichterstufe" und "Druck der stromaufwärtigen Verdichterstufe" und als fluidmechanisch betätigtes Stellglied, das die Umblaspassage öffnet bzw. schließt.

[0028] Fig. 2 zeigt in Fig. 1 entsprechender Darstellung einen Teil eines Gasturbinenverdichters nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung. Mit der vorstehend beschriebenen Ausführung übereinstimmende Merkmale sind durch identische Bezugszeichen bezeichnet, so dass auf die obigen Ausführungen Bezug genommen und nachfolgend nur auf die Unterschiede zur Ausführung nach Fig. 1 eingegangen wird.

[0029] In Fig. 2 ist der Regler ebenfalls rein fluidmechanisch und autonom ausgebildet, jedoch komplexer als in Fig. 1, insbesondere weist er mehrere fluidmechanisch betätigbare Verarbeitungsglieder auf: Arbeitsfluid der stromaufwärtigen Verdichterstufe beaufschlagt zunächst einen fluidmechanischen Dämpfer 400 und wird anschließend durch eine Drossel 300 einem vorgespannten Stellventil 200 zugeführt. Analog beaufschlagt Arbeitsfluid der stromabwärtigen Verdichterstufe einen fluidmechanischen Dämpfer 401 und wird durch eine Drossel 301 dem Stellventil 200 zugeführt.

[0030] Das vorgespannte Stellventil 200 ist als sogenanntes "inverse shuttle valve" ausgebildet, wie es beispielsweise von der Firma The Lee Company (USA) vertrieben wird, auf die auch bezüglich anderer fluidmechanisch betätigbarer Verarbeitungsglieder ergänzend verwiesen wird. Es ist durch eine Druckfeder vorgespannt und derart ausgebildet, dass es in dem in Fig. 2 dargestellten Zustand einen fluidmechanisch betätigbaren Verstärker 500 mit Arbeitsfluid der stromabwärtigen Verdichterstufe beaufschlagt, das durch den Dämpfer 401 und die Drossel 301 geführt wurde, solange der Druck der stromabwärtigen Verdichterstufe nach Dämpfer 401 und

Drossel 301 den Druck der stromaufwärtigen Verdichterstufe nach Dämpfer 400 und Drossel 300 um mehr als einen vorgegebenen Wert überschreitet, der durch die vorgespannte Druckfeder des Stellventils 200 vorgegeben ist. Hierdurch wird der Verstärker 500 geschlossen, der seinerseits die Umblaspassage zwischen stromaufwärtiger und stromabwärtiger Verdichterstufe schließt.

[0031] Sinkt diese Druckdifferenz unter den durch die Druckfeder vorgegebenen Wert, da beispielsweise der Druck in der stromaufwärtigen Verdichterstufe zu stark absinkt oder in der stromabwärtigen Verdichterstufe zu stark ansteigt, d.h. die Förderhöhe sich zu stark erhöht, wird umgekehrt der Verstärker 500 mit Arbeitsfluid der stromaufwärtigen Verdichterstufe beaufschlagt, das durch den Dämpfer 400 und die Drossel 300 geführt wurde. Entsprechend öffnet der Verstärker 500 nun die Umblaspassage zwischen stromaufwärtiger und stromabwärtiger Verdichterstufe, so dass selbsttätig solange Arbeitsfluid mit höherem Druck von der stromabwärtigen Verdichterstufe durch die Umblaspassage zu der stromaufwärtigen Verdichterstufe geführt wird, bis der Verdichter wieder im stabilen Bereich arbeitet.

[0032] Durch die miteinander fluidmechanisch verknüpft bzw. verschalteten, ihrerseits fluidmechanisch betätigbaren Verarbeitungsglieder 200, 300, 301, 400, 401 und 500 ist ein fluidmechanisch autonomer mehrstufiger Regler implementiert. Dabei kann durch die Dämpfer 400, 401, die Drosseln 300, 301, die Abstimmung insbesondere der Federn und/oder Flächen des Stellventils 200 und/oder Verstärkers 500 die Regelstrecke, die durch diesen Regler implementiert ist, optimal auf das Betriebsverhalten des Gasturbinenverdichters abgestimmt werden.

[0033] Fig. 3 zeigt in Fig. 1, 2 entsprechender Darstellung einen Teil eines Gasturbinenverdichters nach einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung. Mit den vorstehend beschriebenen Ausführungen übereinstimmende Merkmale sind durch identische Bezugszeichen bezeichnet, so dass auf die obigen Ausführungen Bezug genommen und nachfolgend nur auf die Unterschiede zu den Ausführungen nach Fig. 1, 2 eingegangen wird.

[0034] In der Ausführung nach Fig. 3 ist zwischen der stromabwärtigen Verdichterstufe mit dem Laufgitter 12 und dem ihm nachgelagerten Leitgitter 23 und der stromaufwärtigen Verdichterstufe mit dem Laufgitter 11 und dem ihm vorgelagerten Leitgitter 21 außer dem Leitgitter 22 eine mittlere Verdichterstufe mit einem Laufgitter 10 und einem ihm vorgelagerten Leitgitter 20 angeordnet.

[0035] Ein Stellventil 201 ist durch eine Druckfeder vorgespannt und derart ausgebildet, dass es in dem in Fig. 3 dargestellten Zustand eine Umblaspassage zwischen der stromabwärtigen Verdichterstufe mit dem Laufgitter 12 und dem ihm nachgelagerten Leitgitter 23 und der stromaufwärtigen Verdichterstufe mit dem Laufgitter 11 und dem ihm vorgelagerten Leitgitter 21 sperrt, solange der Druck der stromabwärtigen Verdichterstufe den Druck der mittleren Verdichterstufe mit dem Laufgitter 10

und dem ihm vorgelagerten Leitgitter 20 nach einer Drossel 302 um mehr als einen vorgegebenen Wert überschreitet, der durch die vorgespannte Druckfeder des Stellventils 201 vorgegeben ist.

[0036] Sinkt diese Druckdifferenz unter den durch die Druckfeder vorgegebenen Wert, da beispielsweise der Druck in der mittleren Verdichterstufe zu stark absinkt oder in der stromabwärtigen Verdichterstufe zu stark ansteigt, d.h. die Förderhöhe sich zu stark erhöht, öffnet das Stellventil 201 nun die Umblaspassage zwischen stromaufwärtigen und stromabwärtiger Verdichterstufe, so dass selbsttätig solange Arbeitsfluid mit höherem Druck von der stromabwärtigen Verdichterstufe durch die Umblaspassage zu der stromaufwärtigen Verdichterstufe geführt wird, bis der Verdichter wieder im stabilen Bereich arbeitet. Durch das Einblasen von Arbeitsfluid von der stromabwärtiger Verdichterstufe in die stromaufwärtige Verdichterstufe wird insbesondere ein Verdichterpumpen in der mittleren Verdichterstufe verhindert oder reduziert, das aus einem Abfall der Druckdifferenz zwischen mittlerer und stromabwärtiger Verdichterstufe resultiert.

Bezugszeichenliste

[0037]

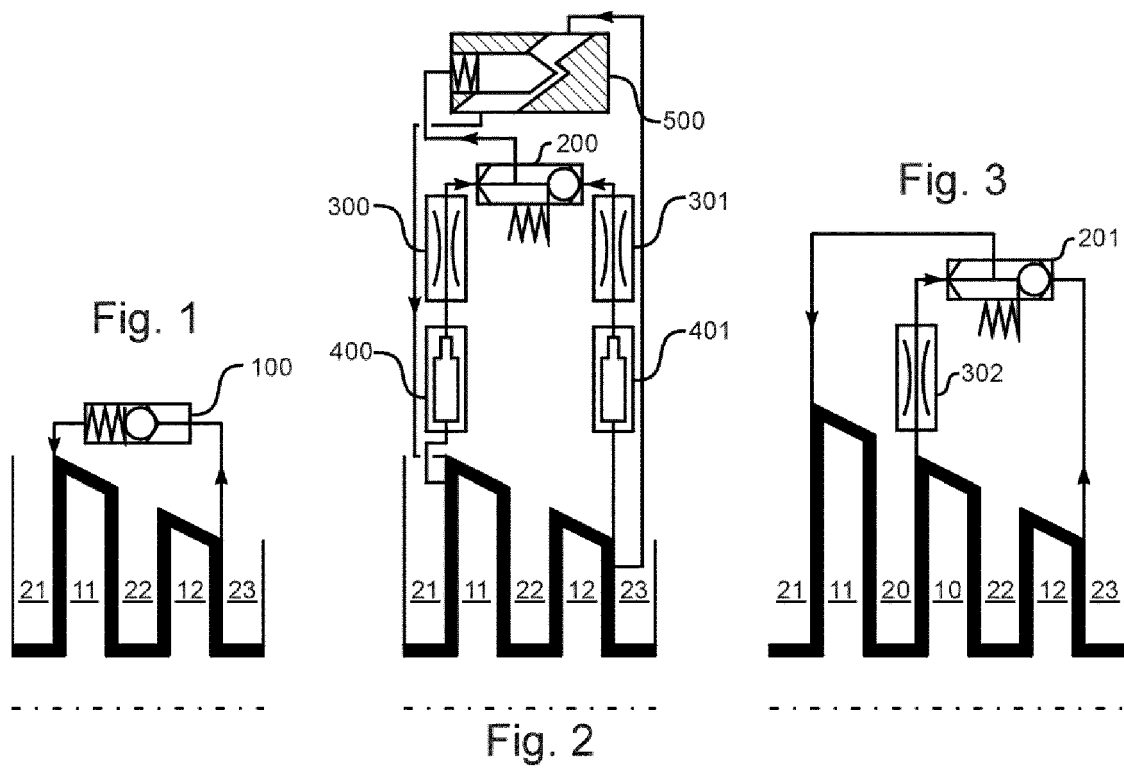
10, 11, 12	Laufgitter
20,21,22,23	Leitgitter
100	vorgespanntes Rückschlagventil
200; 201	vorgespanntes Stellventil ("shuttle valve")
300, 301; 302	Drossel
400, 401	fluidmechanischer Dämpfer
500	fluidmechanischer Verstärker

Patentansprüche

1. Gasturbinenverdichter, insbesondere Flugtriebwerkverdichter, mit wenigstens zwei Verdichterstufen (10, 11, 12), einer Umblaspassage zur Rückführung von Arbeitsfluid von einer stromabwärtigen zu einer stromaufwärtigen Stufe, und einem Regler zum Öffnen und Schließen der Umblaspassage, um ein Verdichterpumpen zu reduzieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler wenigstens ein, insbesondere durch das Arbeitsfluid, fluidmechanisch betätigbares Verarbeitungsglied (100; 200, 300, 301, 400, 401, 500; 201, 302) aufweist.
2. Gasturbinenverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler fluidmechanisch autonom ausgebildet ist.
3. Gasturbinenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Regler zur Erfassung und fluidmechanischen Verarbeitung wenigstens einer fluidmechanischen Größe wenigstens einer Verdichterstufe ausgebildet ist.

4. Gasturbinenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler einen fluidmechanischen Addierer, Subtrahierer, Vergleicher, Integrator, Differenzierer, Dämpfer (400, 401), Filter und/oder Begrenzer aufweist.
5. Gasturbinenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler einen fluidmechanischen Speicher, insbesondere einen Durchschnichts- und/oder Extremalwertspeicher, aufweist.
6. Gasturbinenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler ein fluidmechanisch betätigbares Ventil, insbesondere ein, insbesondere vorgespanntes, Rückschlag- oder Stellventil (100; 200; 201) und/oder eine Drossel (300, 301; 302) aufweist.
7. Gasturbinenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch eine durch** den Regler öffnen- und schließbare Umblaspassage zur Rückführung von Arbeitsfluid von einer stromabwärtigen (12) zu einer dieser benachbarten stromaufwärtigen Stufe (11).
8. Gasturbinenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch eine durch** den Regler öffnen- und schließbare Umblaspassage zur Rückführung von Arbeitsfluid von einer stromabwärtigen (12) zu einer stromaufwärtigen Stufe (11), wobei der Regler **durch** Arbeitsfluid einer zwischen dieser stromabwärtigen und stromaufwärtigen Stufe (11, 12) angeordneten mittleren Stufe (10) betätigt wird.
9. Gasturbinenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler temperaturabhängig regelnd ausgebildet ist.
10. Gasturbinenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler zur Ausgabe eines elektrischen Signals, insbesondere an einen elektronischen Gasturbinenregler, ausgebildet ist.
11. Verfahren zum Reduzieren eines Verdichterpumpens in einem Gasturbinenverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler fluidmechanisch autonom arbeitet.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 17 9977

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 28 53 340 A1 (PRATT & WHITNEY AIRCRAFT) 5. Juli 1979 (1979-07-05) * Abbildung 1 * * Seite 5 - Seite 6 * -----	1-6,9-11	INV. F04D19/02 F04D27/02
X	US 2 837 269 A (TORELL BRUCE N) 3. Juni 1958 (1958-06-03) * Abbildung 1 * * Spalte 2, Zeile 67 - Zeile 71 * -----	1-4,6,7,9,11	
X	US 3 073 511 A (KNIGHT EDWARD J ET AL) 15. Januar 1963 (1963-01-15) * Abbildung 1 * * Spalte 1, Zeile 61 - Spalte 2, Zeile 2 * * Spalte 3, Zeile 27 - Zeile 28 * -----	1-4,6,9,11	
A	DE 10 2004 055439 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 24. Mai 2006 (2006-05-24) * Abbildung 1 * * Absatz [0011] * * Absatz [0037] * -----	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. Dezember 2012	Prüfer de Verbigier, L
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 17 9977

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-12-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2853340	A1	05-07-1979	BR	7803397 A	10-07-1979
			CA	1093318 A1	13-01-1981
			DE	2853340 A1	05-07-1979
			FR	2411984 A1	13-07-1979
			GB	2009854 A	20-06-1979
			US	4222703 A	16-09-1980

US 2837269	A	03-06-1958	KEINE		

US 3073511	A	15-01-1963	GB	915083 A	09-01-1963
			US	3073511 A	15-01-1963

DE 102004055439	A1	24-05-2006	DE	102004055439 A1	24-05-2006
			EP	1659293 A2	24-05-2006
			US	2006153673 A1	13-07-2006

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82