

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 632 650 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.03.2006 Patentblatt 2006/10**

(51) Int Cl.:  
**F01K 7/18 (2006.01) F01K 7/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **04020807.6**

(22) Anmeldetag: **01.09.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL HR LT LV MK**

(72) Erfinder:  
• **Arndt, Olaf**  
**90482 Nürnberg (DE)**  
• **Tielcke, Udo**  
**90455 Nürnberg (DE)**

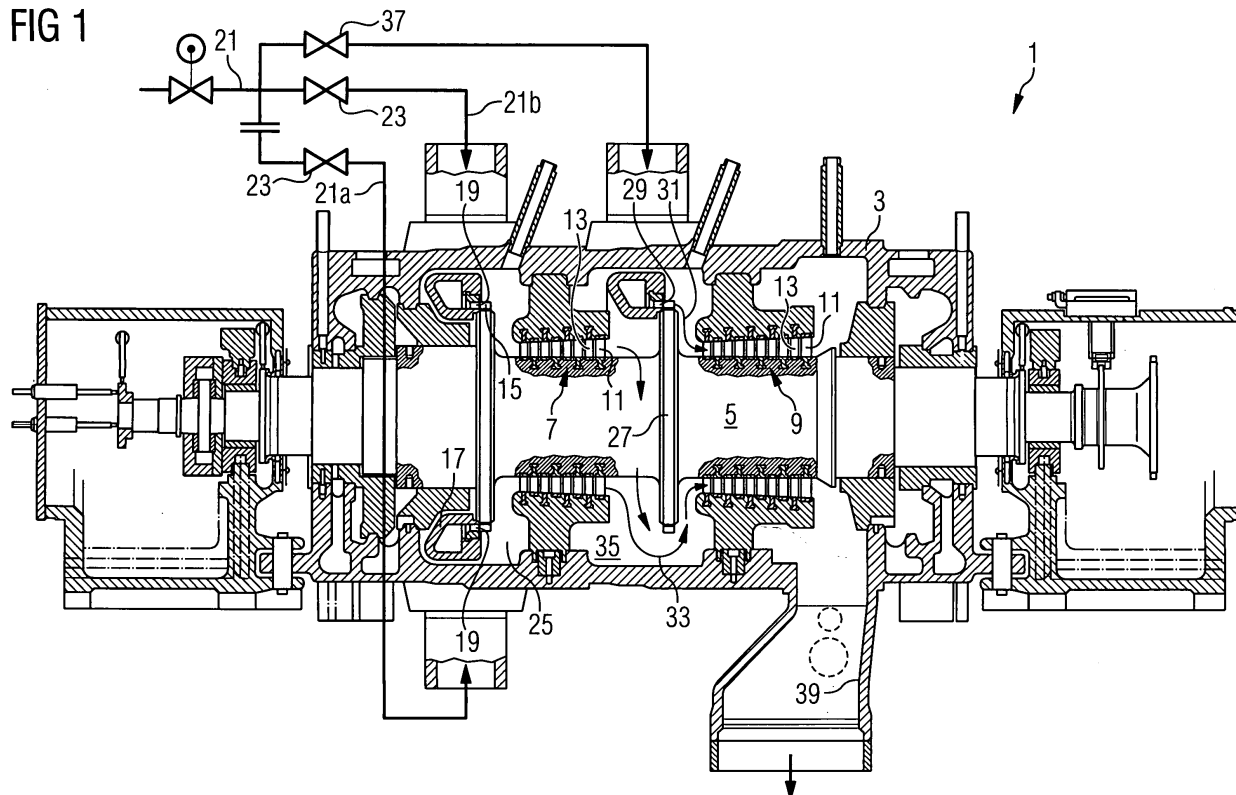
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

### (54) Dampfturbine

(57) Es wird eine mehrstufige Dampfturbine (1) vorgeschlagen, die hinter ihrem ersten Stufenteil (7) ein zweites MD-Regelrad (27) aufweist, das im Überlastbetrieb mit Zusatzdampf (31) beaufschlagt werden kann.

Die erfindungsgemäße Dampfturbine (1) kann sowohl im Teillastbereich als auch im Nennpunkt und bei hoher Überlast mit gleichmäßig hohem Wirkungsgrad betrieben werden.

FIG 1



EP 1 632 650 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Dampfturbine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Dampfturbinen sollen über einen möglichst großen Leistungsbereich zuverlässig und mit konstant hohem Wirkungsgrad betrieben werden können. Diese Anforderungen können von Dampfturbinen herkömmlicher Bauart nicht in vollem Umfang erfüllt werden.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Dampfturbine bereitzustellen, die sowohl im Normalbetrieb als auch im Teillastbereich mit Leistungen, die deutlich unter der Nennleistung liegen, mit guten Wirkungsgraden betreibbar ist. Außerdem soll die erfindungsgemäße Dampfturbine auch im Betrieb mit Überlast einen guten Wirkungsgrad aufweisen.

**[0004]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0005]** Dadurch, dass im Überlastbetrieb zusätzlicher Dampf in die Dampfturbine eingebracht werden kann und mit diesem zusätzlichen Dampf das zweite MD-Regelrad beaufschlagt wird, kann die Leistung der erfindungsgemäßen Dampfturbine ohne nennenswerte Einbußen beim Wirkungsgrad signifikant erhöht werden.

**[0006]** Die Optimierung des Prozesses wird durch eine problemlose Mischung des wieder eingegliederten Dampfes nach dem MD-Regelrad beeinflusst. Es zeigt sich, dass bei hohen Frischdampfzuständen (HD-Dampf) der vierfache Massenstrom im Überlastbetrieb verarbeitet werden kann, ohne nennenswerte Einbußen im Wirkungsgrad bei normalen und Teillastbetrieben.

**[0007]** Dies wird vor allem dann erreicht werden, wenn eine geeignete Aufteilung der beiden Dampfströme vorgenommen wird und die Regelräder und Stufengruppen so ausgelegt werden, dass in der Kammer des MD-Regelrades die beiden Dampfströme annähernd die gleichen Dampfdaten besitzen. Unterschiedliche Dampftemperaturen aus den beiden Dampfströmen sind akzeptabel.

**[0008]** Die Konstruktion der Turbine mit dem optimierten zusätzlichen MD-Regelrad mit Zuspiesung über Düsen ist bei hohen Dampfpesometer sinnvoll, sodass das HD-Regelrad voll zum Einsatz kommen kann, allerdings ohne aufwendige Innengehäusekonstruktionen.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Anordnung eines zweiten Regelrades mit den zugehörigen steuerbaren Düsen in einer Kammer zwischen dem ersten Stufenteil Teil der Dampfturbine und dem zweiten Stufenteil Teil der Dampfturbine kann sowohl bei Trommelturbinen als auch bei Kammerturbinen erfolgreich eingesetzt werden.

**[0010]** Die Erfindung kann bei Turbinen mit Gleichdruckbeschaufelung und bei Turbinen mit Überdruckbeschaufelung in den mehreren Stufen der Dampfturbine gleichermaßen erfolgreich eingesetzt werden.

**[0011]** Das HD-Regelrad sowie das MD-Regelrad kann sowohl einkränzig wie auch zweikränzig (Curtisrad) ausgeführt werden.

**[0012]** Die Konstruktion der Turbine mit HD-Regelrad und nachfolgendem Stufenteil ist oftmals optimal. Allerdings ist diese Konstruktion nicht erfindungsnotwendig. Das HD-Regelrad kann auch als Stufenteil mit einem eventuellen Innengehäuse und einer Drosselregelung im Bypass-/innerem Bypassbetrieb oder als Kombination aus beiden, HD-Regelrad und Bypassbetrieb im Innengehäuse ersetzt werden. Das Grundprinzip ändert sich deshalb nicht, da das MD-Impulsrad mit Düse über das Druckgefälle zwischen HD-Eintrittszustand zum gewählten, optimierten MD-Zustand zusätzlich bei Bedarf leistungssteigernd in Betrieb gesetzt werden kann. Das Prinzip des MD-Impulsrades mit Düsen kann auch als Nachrüstung oder Umbau in einer bestehenden Turbine ausgeführt werden.

Wenn die Dampfturbine im Überlastbetrieb gefahren werden soll, wird erfindungsgemäß die geforderte oder gewünschte Überlastleistung durch den erforderlichen HD-Dampf über die nachgeschaltete zusätzlich integrierte Impulsstufe eingebracht. Die Einspeisung dieses zusätzlichen HD-Dampfes erfolgt über herkömmliche Düsensteuerungen, sodass das Impulsrad wie ein freies Regelrad über die Düsen in Gleitdruckbetrieb zusätzliche Leistung einbringt. Die Zusatzleistung ergibt sich aus der Enthalpiedifferenz zwischen HD-Dampfzustand und dem örtlichen Dampfzustand nach dem MD-Regelrad und der zu optimierenden Dampfmenge.

**[0013]** Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar. Alle in der Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen offenbarte Merkmale können sowohl einzeln als auch in Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

## Zeichnung

**[0014]** Es zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Dampfturbine und

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines Regelrades mit einer Gruppe von steuerbaren Düsen.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0015]** Die Figur 1 zeigt eine Dampfturbine mit einem Gehäuse 3 und einem Rotor 5 im Längsschnitt. Die Dampfturbine 1 weist einen ersten Stufenteil 7 und einen zweiten Stufenteil 9 auf.

**[0016]** Jede der Stufen 7 und 9 besteht aus einer Gruppe von Laufschaufeln 11, die am Rotor 5 befestigt sind und einer Gruppe von Leitschaufeln 13, die üblicherweise über Leitschaufelträger am Gehäuse 3 der Dampfturbine 1 befestigt sind. In Figur 1 sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht alle Laufschaufeln und nicht alle

Leitschaufeln mit dem Bezugszeichen versehen worden. In Strömungsrichtung vor dem ersten Stufenteil 7 ist ein erstes Regelrad 15 am Rotor 5 befestigt. Die in Figur 1 nicht einzeln dargestellten Laufschaufeln des Regelrades 15 sind als Gleichdruckschaufeln ausgeführt.

**[0017]** In unmittelbarer Nähe des ersten Regelrades 15 ist ein Düsenring 17 vorgesehen, welcher über den Umfang verteilt mehrere Düsen 19 aufweist. Der Düsenring 17 wird über eine Frischdampfleitung 21 mit den Teilleitungen 21a und 21b mit Dampf beaufschlagt. In den Teilleitungen 21a und 21b ist jeweils ein erstes Regelventil 23 vorgesehen. Über die steuerbaren Düsen 19 wird der dem Düsenring 17 zugeführte Frischdampf auf das erste Regelrad 15 geleitet und gelangt anschließend in einen ersten Radraum 25, welcher vom Rotor 5 und vom Gehäuse 3 begrenzt wird.

**[0018]** Daran anschließend gelangt der Frischdampf (nicht dargestellt in Figur 1) in den ersten Stufenteil 7 der Dampfturbine 1 und wird dort entspannt.

**[0019]** Im Anschluss an den ersten Stufenteil 7 ist am Rotor 5 ein zweites MD-Regelrad 27 vorgesehen. Das MD-Regelrad 27 ist bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ebenfalls als Impulsrad ausgebildet. Das zweite MD-Regelrad 27 wird von einer oder mehreren Düsen 29, von denen in Figur 1 nur eine dargestellt ist, mit zusätzlichem Dampf beaufschlagt und wirkt dadurch wie eine Regelradstufe im Gleitdruckbetrieb. Dieser Zusatzdampf, welcher in Figur 1 durch einen Pfeil 31 angedeutet ist, vermischt sich vor dem Eintritt in den zweiten Stufenteil 9 mit dem teilweise entspannten Frischdampf, der aus dem ersten Stufenteil 7 ausgetreten ist. Dieser teilweise entspannte Frischdampf ist in Figur 1 mit dem Bezugszeichen 33 versehen worden. Der zwischen erstem Stufenteil 7 und zweitem Stufenteil 9 vorhandene Raum, in dem sich das zweite MD-Regelrad 27 befindet, wird im Folgenden als zweiter Radraum 35 bezeichnet.

**[0020]** Die Düse 29 ist ebenfalls steuerbar und kann beispielsweise über ein zweites Regelventil 37 oder eine nicht dargestellte Ventilgruppe optimiert werden. Über dieses zweite Regelventil 37 kann die Zufuhr von Zusatzdampf in die Dampfturbine 1 durch die Düse 29 geregelt werden.

**[0021]** Nachdem die gesamte Dampfmenge durch den zweiten Stufenteil geströmt ist und sich dabei entspannt hat, wird der Abdampf über einen Auslass 39 aus der Dampfturbine 1 abgeführt.

**[0022]** Im Normalbetrieb, das heißt wenn die Dampfturbine mit ihrer Nennleistung oder im Teillastbereich betrieben wird, ist das zweite Regelventil 37 oder die Ventilgruppe geschlossen und die Dampfturbine 1 arbeitet wie eine konventionelle Dampfturbine. Die Leistungsregelung der Dampfturbine 1 erfolgt ausschließlich über das erste Regelrad 15 beziehungsweise die Ansteuerung der Düsen 19, welche die Beaufschlagung des ersten Regelrades 15 steuern. Die Leistungsregelung der Dampfturbine 1 im Nenn- oder Normalbetrieb und im Teillastbetrieb ist hinlänglich aus dem Stand der Technik bekannt und wird deshalb im Zusammenhang mit der Er-

findung nicht im Detail erläutert. Vorteilhaft an dieser Leistungsregelung ist der gleichbleibend gute Wirkungsgrad der Dampfturbine 1 bei Nennlast ebenso wie im Teillastbetrieb ohne erheblichen Konstruktionsmehraufwand wie z. B. Innengehäuse, Turbinen mit Mitteneinströmung oder ähnliches.

**[0023]** Wenn nun die Dampfturbine 1 mit Überlast betrieben werden soll, wird erfindungsgemäß das zweite Regelventil 37 oder die nicht dargestellte Ventilgruppe geöffnet, so dass Zusatzdampf über die Düse 29 auf das zweite Regelrad 27 strömen kann. Dabei wird die Düse 29 so ausgeführt und optimiert, dass der Dampfzustand des Zusatzdampfes 31 möglichst dem Dampfzustand des teilweise entspannten Frischdampfes 33 entspricht, so dass im zweiten Radraum 35 eine gute und problemlose Mischung dieser beiden Teildampfströme erfolgen kann. Der teilweise entspannte Frischdampf 33 kann wegen eines vorzusehenden größeren Abstandes zwischen zweitem MD-Regelrad 27 und dem Gehäuse 3 der Dampfturbine 1 das zweite MD-Regelrad 27 mehr oder weniger ungehindert umströmen.

**[0024]** Die Ventilströmungsverluste im Umströmungsbetrieb werden durch eine übliche Ventilationsschutzeinrichtung gemindert. Falls die Ventilationsschutzeinrichtung nicht ausreicht, wird ein Beimischen über das zweite Regelventil 37 empfohlen.

**[0025]** Beide Teildampfströme 31 und 33 strömen nun durch den zweiten Stufenteil 9 und geben dort Arbeit beziehungsweise Leistung an den Rotor 5 ab. Bei geeigneter Auslegung sowohl des ersten Stufenteils 7 und des zweiten Stufenteils 9 als auch des ersten Regelrades 15 mit seinen Düsen 19 und des zweiten Regelrades 27 mit seinen Düsen 29 kann im Überlastbetrieb der vierfache Dampfstrom verglichen mit dem Auslegungspunkt der Dampfturbine 1 umgesetzt werden. Dies führt zu einer entsprechend wesentlich verbesserten Leistungssteigerung der Dampfturbine, ohne nennenswerte Wirkungsgradeinbußen der Dampfturbine.

**[0026]** Deshalb ist es mit der erfindungsgemäßen Dampfturbine 1 möglich, die Dampfturbine 1 vom Teillastbetrieb über den Betrieb bei Nennlast bis zum Überlastbetrieb mit einem guten annähernd konstanten Wirkungsgrad zu betreiben.

**[0027]** In Figur 2 sind das zweite Regelrad 27 sowie die Düsen 29 schematisch in einer Ansicht von vorne dargestellt. Das zweite Regelrad 27 weist Laufschaufeln 39 auf, die in Figur 2 nur schematisch dargestellt sind. Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind drei Düsen 29, die in der Literatur auch als Düsensegmente bezeichnet werden, so angeordnet, dass durch die Austritte der Düse 29 die Laufschaufel 39 des zweiten MD-Regelrades 27 mit zusätzlichem Dampf beaufschlagt werden können. Dazu ist zwischen einem Einstromkasten 41 und den Düsen 29 jeweils ein Ventil 43 vorgesehen. Je nachdem wie viele der Ventile 43 geöffnet werden, strömt eine mehr oder minder große Menge von Zusatzdampf über die Düsen 29 auf das zweite MD-Regelrad 27 und vermischt sich anschließend mit

dem teilweise entspannten Frischdampf (siehe Bezugszeichen 33 in Figur 1).

#### Bezugszeichenliste

#### [0028]

1	Dampfturbine	
3	Gehäuse	
5	Rotor	
7	erster Stufenteil	
9	zweiter Stufenteil	
11	Laufschaufel	
13	Leitschaufel	
15	erstes Regelrad	
17	Düsenring	
19	Düse	
21	Frischdampfleitung	
23	Regelventil	
25	erster Radraum	20
27	zweites MD-Regelrad	
29	Düse	
31	Zusatzdampf	
33	teilweise entspannter Frischdampf	
35	zweiter Radraum	25
37	zweites Regelventil	
39	Laufschaufel	
41	Einströmkasten	
43	Ventil	30

#### Patentansprüche

1. Dampfturbine mit mehreren Stufenteilen (7, 9) und mit einer vor dem ersten Stufenteil (7) angeordneten Vorrichtung zur Leistungsregelung der Dampfturbine,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
nach dem ersten Stufenteil (7) ein zweites MD-Regelrad (27) mit Düsen (29) vorgesehen ist. 35 40
2. Dampfturbine nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das die vor dem ersten Stufenteil (7) angeordnete Vorrichtung zur Leistungsregelung der Dampfturbine als Regelrad (15) mit einem Düsenring (17) und mit mehreren steuerbaren Düsen (19) ausgeführt ist. 45
3. Dampfturbine nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** 50  
das erste Regelrad (15) und/oder das zweite MD-Regelrad (27) als Gleichdrucklaufrad, insbesondere in Curtis-Bauweise, oder als Impulsrad ausgeführt ist.
4. Dampfturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Regelrad (27) über eine Gruppe von steuerbaren Düsen (29) mit zusätzlichem Dampf aus einer 55

Frischdampfleitung (21) beaufschlagbar ist.

5. Dampfturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Dampfturbine (1) als Kammerturbine ausgeführt ist. 5
6. Dampfturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Stufenteile (7, 9) der Dampfturbine (1) eine Gleichdruckbeschaufelung oder eine Überdruckbeschaufelung aufweisen. 10 15

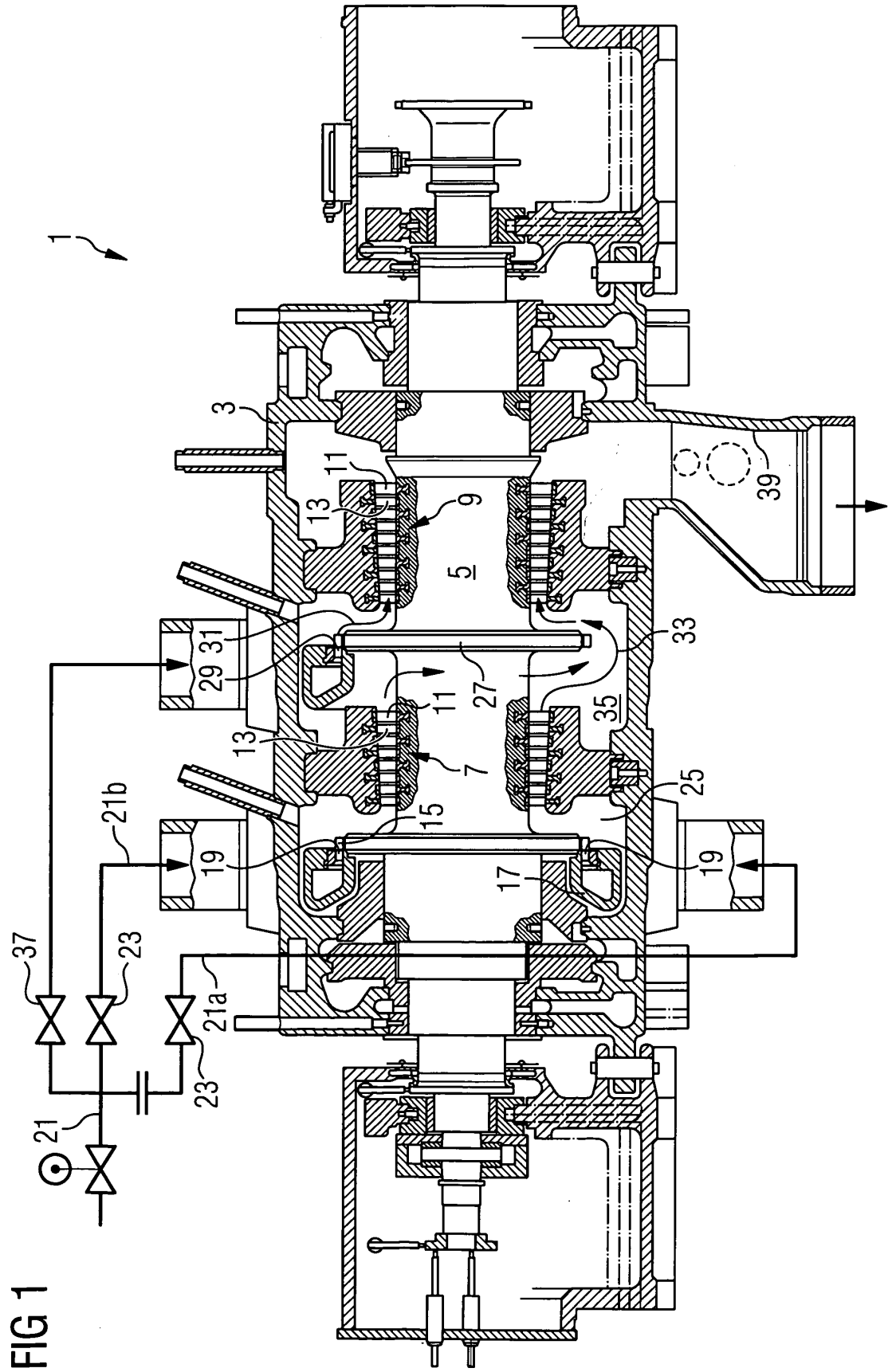
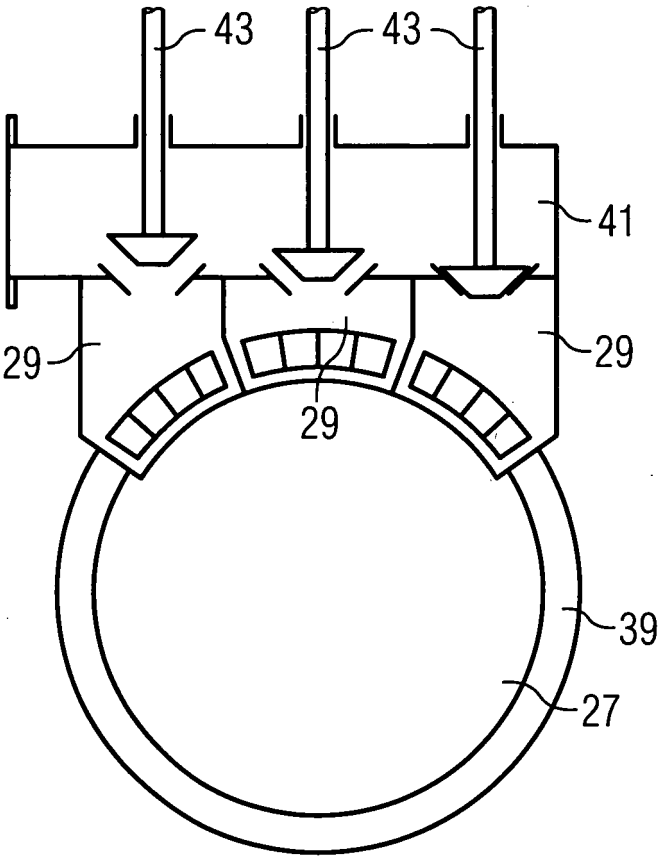


FIG 2





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 02 0807

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 6 308 407 B1 (GRAF PETER ET AL) 30. Oktober 2001 (2001-10-30) * Spalte 1, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 48 * * Seite 3; Abbildungen * -----	1-6	F01K7/18 F01K7/20
Y	US 4 658 590 A (HIGASHI ET AL) 21. April 1987 (1987-04-21) * Spalte 2, Zeile 25 - Spalte 4, Zeile 54 * * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-6	
Y	US 2002/081191 A1 (TREMMELE ALEXANDER ET AL) 27. Juni 2002 (2002-06-27) * Absatz [0055] - Absatz [0061] * * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-6	
Y	GB 228 920 A (INTERNATIONAL GENERAL ELECTRIC COMPANY INCORPORATED) 24. September 1925 (1925-09-24) * Seite 1, Zeile 85 - Seite 2, Zeile 57; Abbildungen * -----	1-6	
Y	US 5 215 436 A (PUZYREWSKI ET AL) 1. Juni 1993 (1993-06-01) * Spalte 2, Zeile 51 - Spalte 5, Zeile 17 * * Zusammenfassung; Abbildung * -----	1-6	F01K F01D
A	US 4 953 355 A (POULAIN ET AL) 4. September 1990 (1990-09-04) * Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 27 * * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>28. Februar 2005</b>	Prüfer <b>Zerf, G</b>
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 : mündliche 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	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 02 0807

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

28-02-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6308407 B1	30-10-2001	EP 1010857 A1 DE 59808650 D1 JP 2000179301 A	21-06-2000 10-07-2003 27-06-2000
US 4658590 A	21-04-1987	KEINE	
US 2002081191 A1	27-06-2002	DE 10042317 A1 IT T020010833 A1	14-03-2002 28-02-2002
GB 228920 A	24-09-1925	KEINE	
US 5215436 A	01-06-1993	AT 125903 T CA 2055710 A1 CN 1062578 A ,C CS 9103845 A3 DE 4100777 A1 DE 59106154 D1 DK 491134 T3 EP 0491134 A1 HU 59736 A2 JP 4287804 A PL 292591 A1 RU 2069769 C1 ZA 9109881 A	15-08-1995 19-06-1992 08-07-1992 15-07-1992 25-06-1992 07-09-1995 11-12-1995 24-06-1992 29-06-1992 13-10-1992 21-09-1992 27-11-1996 25-11-1992
US 4953355 A	04-09-1990	FR 2635561 A1 DE 68902198 D1 DE 68902198 T2 EP 0355545 A1 ES 2034532 T3 JP 2081906 A	23-02-1990 27-08-1992 21-01-1993 28-02-1990 01-04-1993 22-03-1990

EPO FORM P0461

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