

(19)



(11)

EP 2 078 821 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.07.2009 Patentblatt 2009/29

(51) Int Cl.:
F01D 1/02 (2006.01) **F01D 9/02 (2006.01)**
F01D 9/04 (2006.01) **F01D 17/18 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08000385.8**

(22) Anmeldetag: **10.01.2008**

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

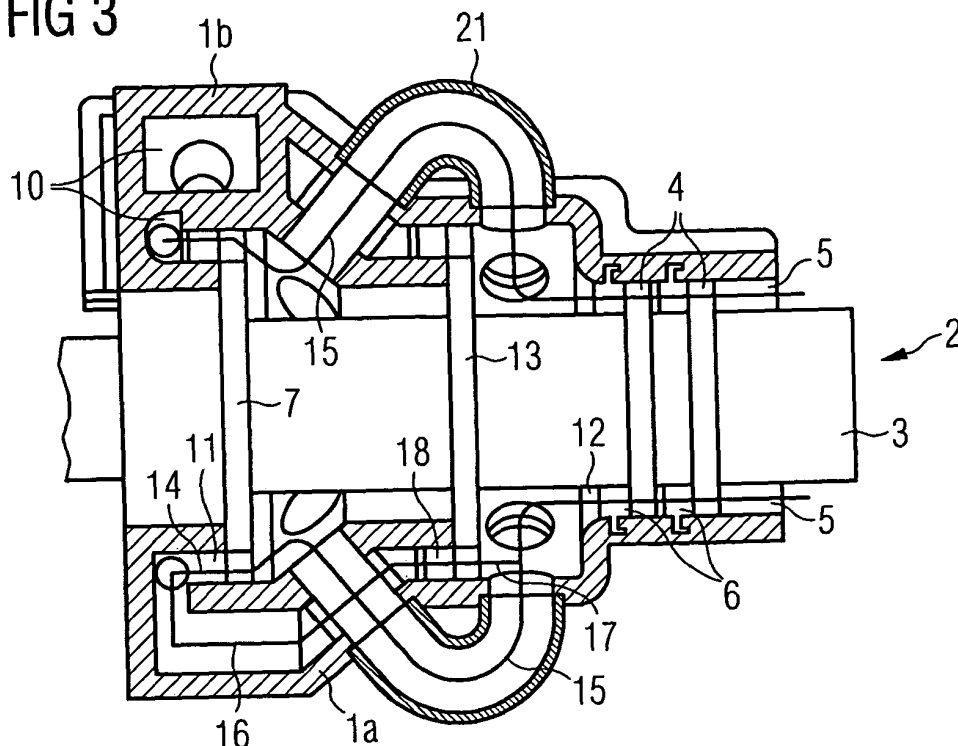
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Schmidt, Olaf**
02826 Görlitz (DE)

(54) Dampfturbine

(57) Eine Dampfturbine weist einen Rotor (2), auf dem ein mit Schaufeln versehenes erstes Regelrad (7) und ein Reaktionsteil (3) mit einem oder mehreren mit Laufschaufeln versehenen Laufrädern (4) angeordnet sind, und ein aus Oberteil (1b) und Unterteil (1a) bestehendes Innengehäuse (1) auf, das mit einer Dampfzuführung versehen ist. Dabei ist die Dampfzuführung über einen ersten Strömungspfad (14) mit dem Anströmquerschnitt (11) des ersten Regelrades (7) verbunden, und der Abströmquerschnitt des ersten Regelrades (7) ist über einen zweiten Strömungspfad (15) mit dem Anströmquerschnitt (12) des Reaktionsteiles (3) verbunden.

den. Auf dem Rotor (2) ist zwischen dem ersten Regelrad (7) und dem Reaktionsteil (3) mindestens ein zweites mit Schaufeln versehenes Regelrad (13) angeordnet. Der Anströmquerschnitt (18) des zweiten Regelrades (13) ist über einen dritten Strömungspfad (16) parallel zu dem zu dem ersten Regelrad (7) führenden ersten Strömungspfad (14) mit der Dampfzuführung verbunden. Der Abströmquerschnitt des zweiten Regelrades (13) ist zusammen mit dem Abströmquerschnitt des ersten Regelrades (7) über einen vierten Strömungspfad (17) mit dem Anströmquerschnitt (12) des Reaktionsteiles (3) verbunden.

FIG 3**EP 2 078 821 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dampfturbine mit einem Rotor, auf dem ein erstes Regelrad und ein Reaktionsteil angeordnet sind gemäß den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1

[0002] In derartigen Industriedampfturbinen ist der maximal mögliche Volumenstrom unter anderem durch die mechanische Festigkeit der Komponenten des Regelrads begrenzt. Der für viele Anwendungen erforderliche Volumenstrom bei vorgegebener Drehzahl kann nur bei maximalem Druckverhältnis über das Regelrad erzielt werden. Wenn das maximale Druckverhältnis nicht erreicht wird, dann führt das zu Wirkungsgradverlusten im Regelrad und damit zu einem erhöhten Dampfverbrauch, da das Regelrad nicht mehr im Wirkungsgradoptimum betrieben werden kann. Wird stattdessen die Drehzahl reduziert, führt das entweder zur Kostensteigerung, weil für die Dampfturbine wie auch die angetriebene Maschine, zum Beispiel den Kompressor, mehr Stufen erforderlich werden und/oder ebenfalls zu einem vergrößerten Dampfverbrauch, da die angetriebene Maschine, z. B. der Kompressor, nicht mit optimaler Drehzahl betrieben werden kann.

[0003] Bei Gegendruckturbinen mit hohem Gegendruck von größer 40 bar und Turbinen mit Entnahmedruck von größer 40 bar führen die oben aufgezeigten Schwierigkeiten hinsichtlich des erforderlichen Volumenstromes zur eingeschränkten Baubarkeit von Anwendungen mit hoher Drehzahl und gleichzeitig hoher Leistung und/oder Entnahmemenge, weil das Verhältnis der Drücke am Dampfeintritt und Dampfaustritt bzw. der Entnahmestelle relativ klein ist und somit große Strömungsquerschnitte, damit relativ große Laufschaufeln im Regelrad erfordern. Damit treten gleichzeitig hohe Fliehkräfte und hohe Dampfbiegespannungen im Regelrad in solchen Anwendungen auf.

[0004] Bisher werden Industriedampfturbinen mit hohem Gegendruck von größer 40 bar und Turbinen mit Entnahmedruck von größer 40 bar mit Innengehäuse und einem oder gar keinem Regelrad ausgeführt. Der mögliche Volumenstrom bei gegebener Leistung ist wie erwähnt durch die Festigkeit des Regelrades begrenzt. Die Maschinen werden an der Obergrenze für den Volumenstrom bei gegebener Drehzahl betrieben, was zu einem erhöhten Dampfverbrauch führt, wenn das maximale Druckverhältnis nicht erreicht wird oder bei verringerter Drehzahl mit den erforderlichen zusätzlichen Stufen für Dampfturbine und angetriebene Maschine für gesteigerte Anlagenkosten und/oder verringerte Energiewirkungsgrade sorgt. Wird auf das Regelrad verzichtet, sind im Teillastbereich relativ mäßige Wirkungsgrade zu erzielen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Dampfturbine so zu gestalten, dass der Volumenstrom bei gleichem Wirkungsgrad erhöht werden kann, ohne dass der Dampfverbrauch oder die Anlagenkosten erhöht werden.

[0006] Die Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Dampfturbine durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Verglichen mit der bisherigen Lösung mit einem Regelrad kann durch den erfindungsgemäßen Einsatz von zwei und mehr Regelrädern der zweifache oder mehrfache Volumenstrom bei gleichem Wirkungsgrad durchgesetzt werden. Das ermöglicht den Antrieb von Arbeitsmaschinen mit hoher Leistung bei hohen Drehzahlen und damit den Bau kompakter und dadurch kostengünstiger Maschinen und/oder Wirkungsgradverbesserungen in den angetriebenen Maschinen. In den meisten Fällen ist jedoch die Ausnutzung des Limits nicht erforderlich, und die Dampfturbine kann mit optimal beaufschlagten Regelstufen und nachgeschalteten Stufen, auch bei Turbinen mit hohem Gegendruck oder Entnahmedruck, mit einem deutlich geringeren Dampfverbrauch betrieben werden.

[0008] Zwei besondere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 perspektivisch eine Dampfturbine mit einem Innengehäuse;

Fig. 2 den Schnitt II-II nach Fig. 1;

Fig. 3 den Schnitt III-III nach Fig. 1;

Fig. 4 perspektivisch eine Dampfturbine mit einem Innengehäuse gemäß einer anderen Ausführungsform;

Fig. 5 den Schnitt V-V nach Fig. 4 und

Fig. 6 den Schnitt VI-VI nach Fig. 4.

[0009] Die Dampfturbine weist ein Innengehäuse 1 und einen in dem Innengehäuse 1 rotierenden Rotor 2 auf. Auf dem Rotor 2 ist ein Reaktionsteil mit mehreren mit Laufschaufeln versehenen Laufrädern 4 angeordnet, die in einem durch das Gehäuse begrenzten Strömungsringkanal 5 umlaufen. Vor jedem Kranz von Laufrädern 4 ist ein Kranz von gehäusefesten Leiträdern 6 angeordnet. Auf dem Rotor 2 ist vor dem Reaktionsteil 3 ein erstes Regelrad 7 angeordnet, das auf seinem Umfang mit Schaufeln versehen ist.

[0010] Das Innengehäuse 1 besteht aus einem Unterteil 1a und einem Oberteil 1b, die längs einer horizontalen Trennfuge miteinander verbunden sind. Das Innengehäuse 1 ist mit einem als Dampfzuführung dienenden Einstromteil 8 versehen, das mehrere Einstrombohrungen 9 aufweist, die mit nicht gezeigten mit Dampfventilen versehenen Zufuhrkanälen verbunden sind.

[0011] Die Einstrombohrungen 9 sind innerhalb des Innengehäuses 1 mit einer Einstromsegmentierung 10 verbunden, die mit dem durch Düsen gebildeten Anströmquerschnitt 11 des ersten Regelrades 7 in Verbindung stehen. Der Abströmquerschnitt des ersten Regelrades 7 steht seinerseits mit dem Anströmquerschnitt 12 des Strömungsringkanals 5 in Verbindung. Der Anströmquerschnitt 12 des Strömungsringkanals 5 ist durch den

ersten Kranz der Leiträder 6 gebildet.

[0012] Zwischen dem ersten Regelrad 7 und dem Reaktionsteil 3 ist auf dem Rotor 2 ein zweites gleichartiges Regelrad 13 angeordnet. Anstelle eines Regelrades können auch mehrere Regelräder vorgesehen werden. Hinsichtlich der Strömung des Dampfes innerhalb des Innengehäuses 1 sind die Regelräder 7, 13 parallel geschaltet. Dazu sind vier Strömungspfade gebildet, die im Zusammenhang mit zwei in den Fig. 1 bis 3 und 4 bis 6 gezeigten Varianten nachfolgend beschrieben werden:

- Der 1. Strömungspfad 14 verläuft von der Dampfzuführung oder dem Einströmteil 8 zu dem Anströmquerschnitt 11 des ersten Regelrades 7;
- der 2. Strömungspfad 15 verläuft vom Abströmquerschnitt des ersten Regelrades 7 zum Strömungsringkanal 5;
- der 3. Strömungspfad 16 verläuft von der Dampfzuführung oder dem Einströmteil 8 zu dem Anströmquerschnitt 18 des zweiten Regelrades 13 und
- der 4. Strömungspfad 17 verläuft vom Abströmquerschnitt des zweiten Regelrades 13 zum Strömungsringkanal 5.

[0013] In beiden Varianten sind der 1. Strömungspfad 14 und der 3. Strömungspfad 16 zwischen der Dampfzuführung oder dem Einströmteil 8 und den Anströmquerschnitten 12, 18 der beiden Regelräder 7, 13 parallel geführt. Der 2. Strömungspfad 15 und der 4. Strömungspfad 17 vereinigen sich hinter den Abströmquerschnitten und münden gemeinsam in den Anströmquerschnitt 12 des Strömungsringkanals 5 ein.

[0014] Bei der in den Fig. 1 bis 3 dargestellten ersten Variante ist der 2. Strömungspfad 15 aus dem Innengehäuse 1 herausgeführt, außen um das erste Regelrad 7 herumgeführt und hinter dem ersten Regelrad 7 wieder in das Innengehäuse 1 hineingeführt, wo der 2. Strömungspfad sich mit dem 4. Strömungspfad 17 vereinigt und in den Anströmquerschnitt 12 des Strömungsringkanals 5 einmündet. Der 3. Strömungspfad 16 ist getrennt von dem 2. Strömungspfad 15 durch das Innengehäuse 1 geführt.

[0015] Gemäß den Fig. 1 bis 3 ist in der Einströmsegmentierung 10 ein radial innerer Ringkanal 19 und ein radial äußerer Ringkanal 20 gebildet, die zu dem Anströmquerschnitt 11, 18 oder den Düsen des ersten und des zweiten Regelrades 7, 13 führen und die den 1. Strömungspfad 14 und den 3. Strömungspfad 16 darstellen. Hinter dem ersten Regelrad 7 sind mehrere gleichmäßig über den Umfang verteilte Überströmröhre 21 unter Durchdringung des äußeren Ringkanals 20 abgedichtet aus dem Innengehäuse 1 herausgeführt. Die Überströmröhre 21 sind hinter dem zweiten Regelrad 13 wieder in das Innengehäuse 1 hineingeführt. Der Gesamtquerschnitt der Überströmröhre 21 ist ausreichend groß bemessen, so dass die Strömungsverluste gering bleiben. Die Überströmröhre 21 sind so angeordnet, dass auch Strömungsverluste in der Anströmung der Düsen des

zweiten Regelrades 13 klein bleiben. Die Überströmröhre 21 sind auf der Hochdruckseite abzudichten, z. B. einzuschweißen, und es sind geeignete Maßnahmen z. B. Bundsitze vorzusehen, um Leckagen zu minimieren. Die Überströmröhre 21 müssen wärmeelastisch mit Spiel durch die Gusskontur des Innengehäuses 1 geführt werden.

[0016] Der Frischdampf wird durch den inneren Ringkanal 19 der Einströmsegmentierung 10 und die Düsen am Anströmquerschnitt 11 auf das erste Regelrad 7 geleitet und entspannt. Nach dem Entspannen strömt der Dampf über die Überströmröhre 21 hinter das zweite Regelrad 13. Die Frischdampfzuführung für das zweite Regelrad 13 erfolgt innerhalb des äußeren Ringkanal 20 der Einströmsegmentierung 10 vorbei an den Überströmröhren 21 hin zu dem Anströmquerschnitt 18 des zweiten Regelrades 13. Nach der Entspannung vereinigen sich die Dampfströme des ersten und des zweiten Regelrades 7, 13, strömen durch die nachgeschalteten Stufen des Reaktionsteiles 3 der Dampfturbine und entspannen weiter. Bezogen auf die bisherige Lösung mit einem einzigen Regelrad wird durch die erfindungsgemäße Lösung eine Gesamtbeaufschlagung der Regelstufe von 200% erreicht.

[0017] Bei der in den Fig. 4 bis 6 dargestellten zweiten Variante sind der Oberteil 1b und der Unterteil 1a des Innengehäuses 1 strömungsmäßig voneinander getrennt. Der 2. Strömungspfad 15 ist durch den Unterteil 1a des Innengehäuses 1 zu dem unteren Teil des Anströmquerschnittes 18 des zweiten Regelrades 13 und der 3. Strömungspfad 16 ist durch den Oberteil 1b des Innengehäuses 1 zu dem oberen Teil des Anströmquerschnittes 18 des zweiten Regelrades 13 geführt.

[0018] Gemäß den Fig. 4 bis 6 ist wiederum in der Einströmsegmentierung 10 ein innerer Kanal 22 gebildet, der zu dem Anströmquerschnitt 11 oder den Düsen des ersten Regelrades 7 führt und der den 1. Strömungspfad 14 darstellt. Im Oberteil 1b des Innengehäuses 1 ist ein Kanal 23 von halbkreisförmigem Querschnitt angeordnet, der das erste Regelrad 7 überbrückt und zu dem oberen Teil des Anströmquerschnittes 18 des zweiten Regelrades 13 führt. Im Unterteil 1a des Innengehäuses 1 ist ein Zwischenraum 24 von halbkreisförmigem Querschnitt zwischen dem Rotor 2 und der Innenwand des Innengehäuses 1 vorgesehen, der zu dem unteren Teil des Anströmquerschnittes 18 des zweiten Regelrades 13 führt.

[0019] Wie bei der ersten Variante gelangt der Frischdampf durch den inneren Kanal 22 der Einströmsegmentierung 10 zum Anströmquerschnitt 11 des ersten Regelrades 7. Der entspannte Dampf wird im Oberteil 1b des Innengehäuses 1 gezwungen, den Rotor 2 tangential zu umströmen, um so in den Unterteil 1a des Innengehäuses 1 zu gelangen. Der entspannte Dampf des ersten Regelrades 7 strömt also ausschließlich im Unterteil 1a des Innengehäuses 1 und gelangt zum zweiten Regelrad 13, wobei hier keine Arbeit verrichtet wird. Das zweite Regelrad 13 wird ausschließlich im Oberteil 1b des In-

nengehäuses 1 mit Frischdampf beaufschlagt. Erst nachdem die Expansion am zweiten Regelrad 13 vollzogen ist, können sich die Dampfströme vereinigen und in Richtung der nachgeschalteten Stufen des Reaktionsteiles 3 der Dampfturbine weiter entspannen.

[0020] Das erste Regelrad 7 ist voll beaufschlagt, während das zweite Regelrad 13 nur halbbeaufschlagt ist. Daher geht man von einer Gesamtbeaufschlagung von ca. 150% aus, bezogen auf die bisher existierende Lösung mit einem einzigen Regelrad. Der Vorteil dieser 2. Variante gegenüber der ersten Variante ist, dass die besondere Umlenkung des Dampfes mittels der Überströmröhre 21 entfällt. Jedoch wird dieser Vorteil zu Lasten einer um 50% geringeren Beaufschlagung der Regelstufe erreicht.

Patentansprüche

1. Dampfturbine mit einem Rotor (2), auf dem ein mit Schaufeln versehenes erstes Regelrad (7) und ein Reaktionsteil (3) mit einem oder mehreren mit Laufschaufeln versehenen Laufrädern (4) angeordnet sind, und mit einem aus einem Oberteil (1b) und einem Unterteil (1a) bestehenden Innengehäuse (1), das mit einer Dampfzuführung versehen ist, wobei die Dampfzuführung über einen ersten Strömungspfad (14) mit dem Anströmquerschnitt (11) des ersten Regelrades (7) verbunden ist und wobei der Abströmquerschnitt des ersten Regelrades (7) über einen zweiten Strömungspfad (15) mit dem Anströmquerschnitt (12) des Reaktionsteiles (3) verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf dem Rotor (2) zwischen dem ersten Regelrad (7) und dem Reaktionsteil (3) mindestens ein zweites mit Schaufeln versehenes Regelrad (13) angeordnet ist,
dass der Anströmquerschnitt (18) des zweiten Regelrades (13) über einen dritten Strömungspfad (16) parallel zu dem zu dem ersten Regelrad (7) führenden ersten Strömungspfad (14) mit der Dampfzuführung verbunden ist und
dass der Abströmquerschnitt des zweiten Regelrades (13) zusammen mit dem Abströmquerschnitt des ersten Regelrad (7) über einen vierten Strömungspfad (17) mit dem Anströmquerschnitt (12) des Reaktionsteiles (3) verbunden ist.
2. Dampfturbine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite, von dem Abströmquerschnitt des ersten Regelrades (7) zu dem Anströmquerschnitt (12) des Reaktionsteiles (3) führende Strömungspfad (15) aus dem Innengehäuse (1) herausgeführt und um das erste Regelrad (7) herum wieder in das Innengehäuse (1) hineingeführt ist und dass der dritte, von der Dampfzuführung zu dem Anströmquerschnitt

(18) des zweiten Regelrades (13) führende Strömungspfad (16) getrennt von dem zweiten Strömungspfad (15) durch den Oberteil (1b) und den Unterteil (1a) des Innengehäuses (1) geführt ist.

3. Dampfturbine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite, von dem Abströmquerschnitt des ersten Regelrades (7) ausgehende Strömungspfad (15) durch den Unterteil (1a) des Innengehäuses (1) zu dem unteren Teil des Anströmquerschnittes (18) des zweiten Regelrades (13) geführt ist und dass der dritte, von der Dampfzuführung zu dem Anströmquerschnitt (18) des zweiten Regelrades (13) führende Strömungspfad (16) um das erste Regelrad (7) herum durch den Oberteil (1b) des Innengehäuses (1) geführt ist.
4. Dampfturbine nach Anspruch 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite von dem Abströmquerschnitt des ersten Regelrades (7) ausgehende Strömungspfad (15) durch mehrere Überströmröhre (21) gebildet ist, die aus dem Oberteil (1b) und Unterteil (1a) des Innengehäuses (1) herausgeführt sind und hinter dem zweiten Regelrad (13) wieder in das Oberteil (1b) und Unterteil (1a) des Innengehäuses (1) hineingeführt sind.
5. Dampfturbine nach Anspruch 1 und 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite, von dem Abströmquerschnitt des ersten Regelrades (13) ausgehende Strömungspfad (15) durch einen Zwischenraum (24) zwischen dem Rotor (2) und der Wand des Unterteils (1a) des Innengehäuses (1) gebildet ist und dass der dritte von der Dampfzuführung zu dem Anströmquerschnitt (18) des zweiten Regelrades (13) führende Strömungspfad (16) durch einen Kanal (23) gebildet ist, der im Oberteil (1b) des Innengehäuses (1) unter Überbrückung des ersten Regelrades (7) angeordnet ist.
6. Dampfturbine nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
der dritte Strömungspfad (16) durch den Kanal (23) mit einem halbringförmigen Querschnitt ausgebildet ist.

FIG 1

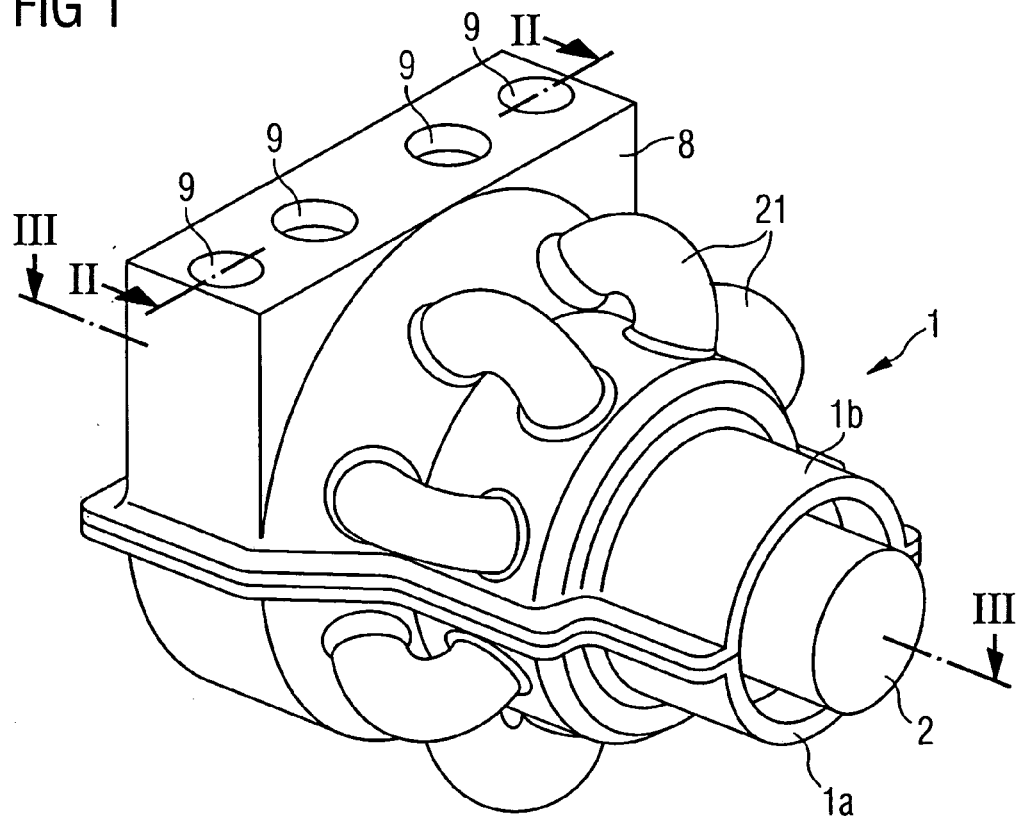


FIG 2

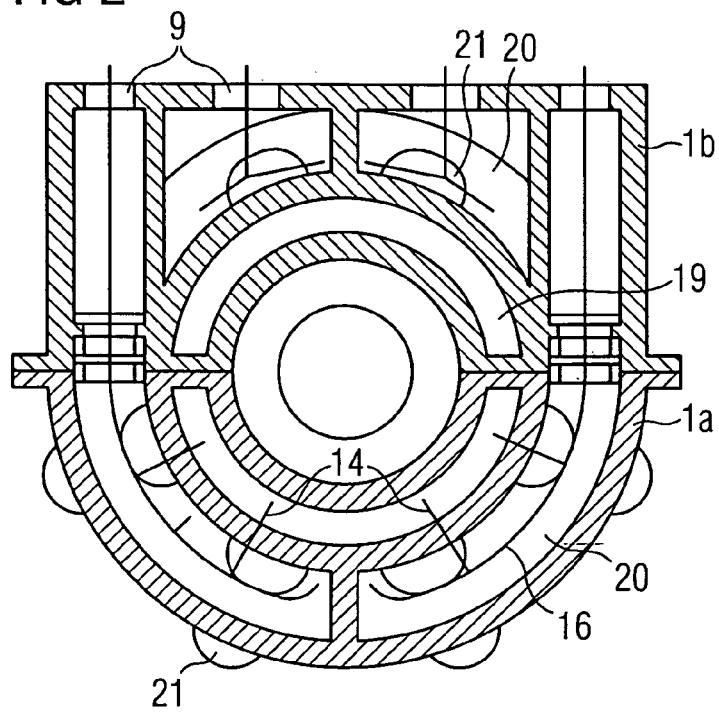


FIG 3

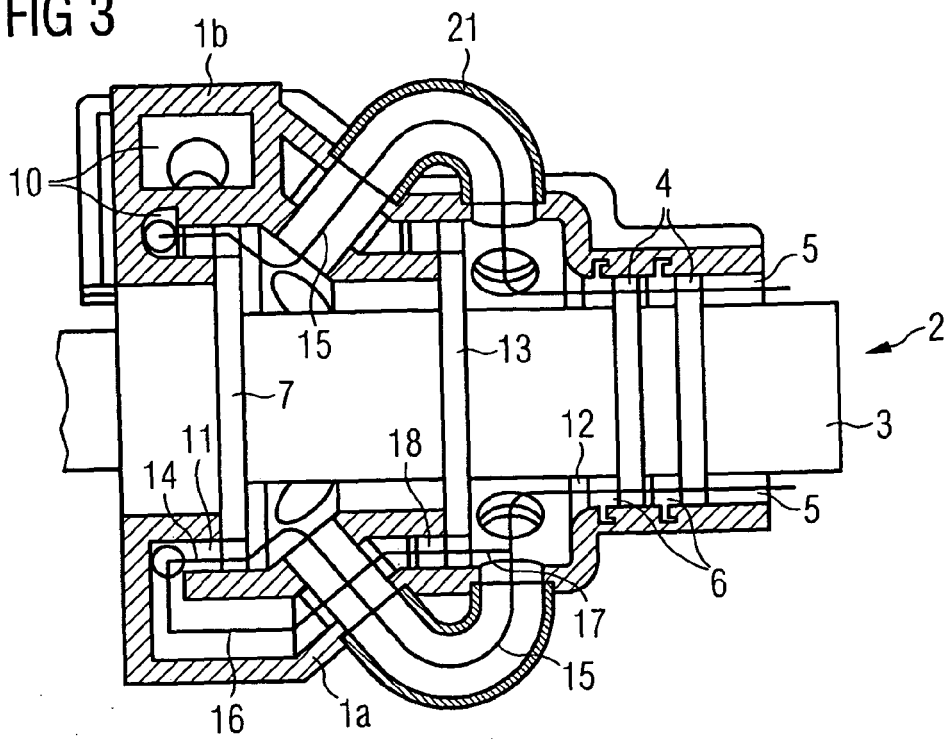


FIG 4

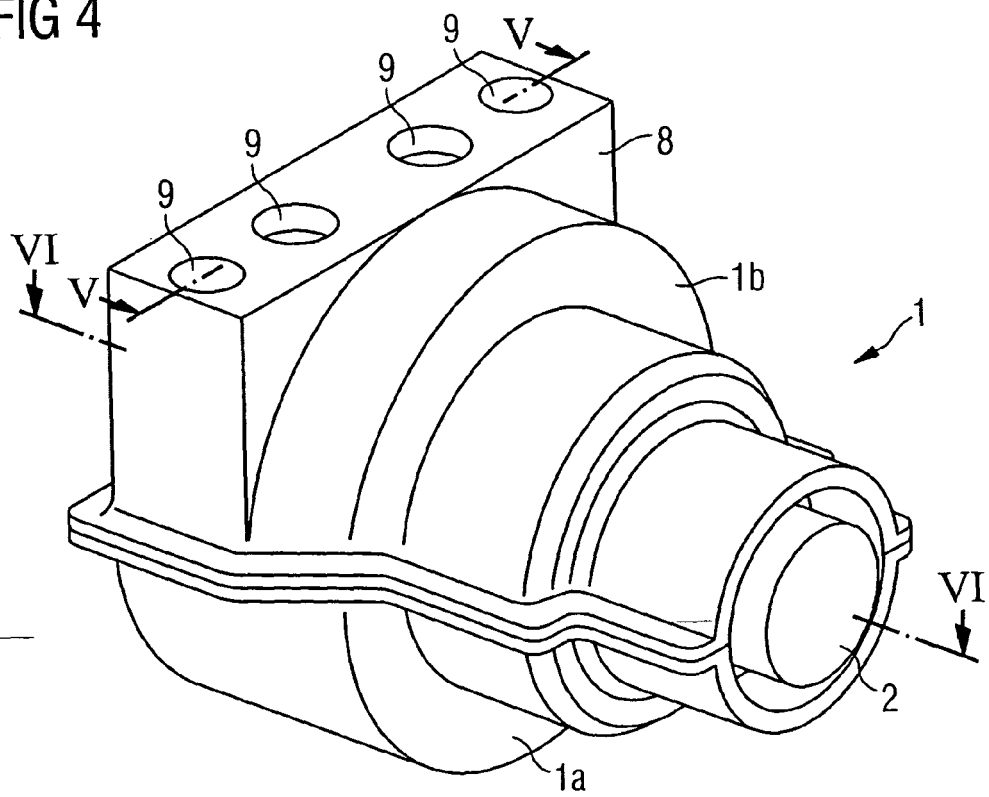


FIG 5

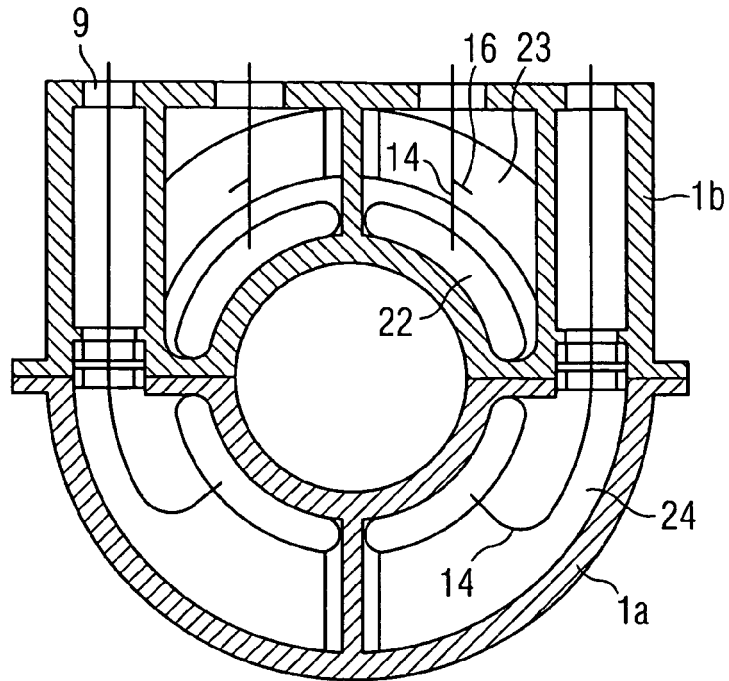
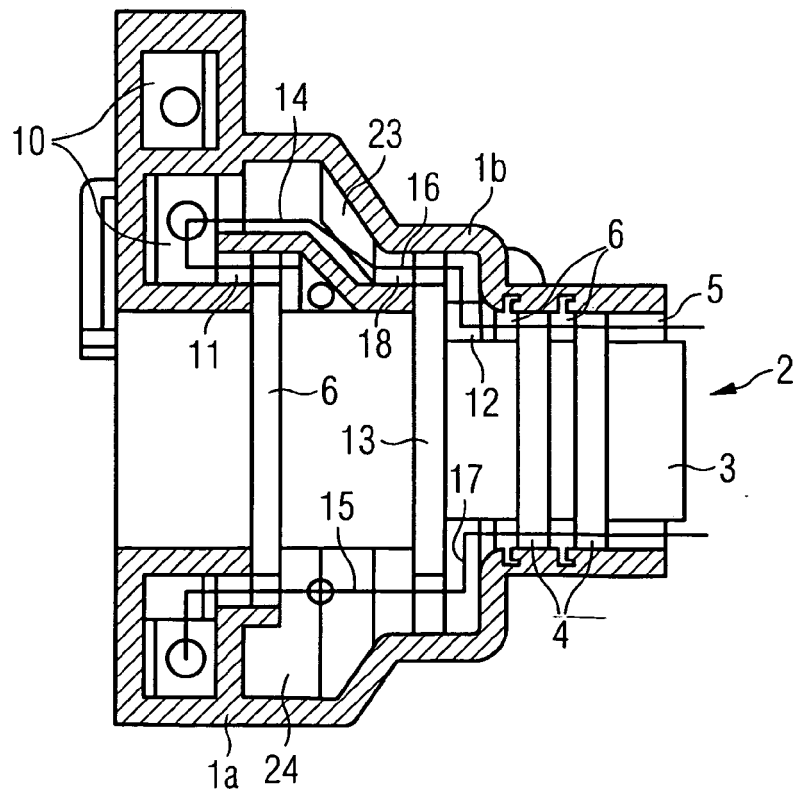


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 00 0385

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 43 44 070 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 28. Juli 1994 (1994-07-28) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 * -----	1-6	INV. F01D1/02 F01D9/02 F01D9/04 F01D17/18
A	EP 1 632 650 A (SIEMENS AG [DE]) 8. März 2006 (2006-03-08) * Zusammenfassung *	1-6	
A	EP 0 575 659 A (ASEA BROWN BOVERI [CH]) 29. Dezember 1993 (1993-12-29) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1	
A	DD 290 703 A5 (BERGMANN BORSIG VEB [DE]) 6. Juni 1991 (1991-06-06) * das ganze Dokument * -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. November 2008	Prüfer Chatziapostolou, A
KATEGORIE DER GENANTEN 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 Patentdokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 08 00 0385

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.

14-11-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4344070 A1	28-07-1994	KEINE	
EP 1632650 A	08-03-2006	BR PI0514816 A	24-06-2008
		CN 101010490 A	01-08-2007
		WO 2006024597 A1	09-03-2006
EP 0575659 A	29-12-1993	JP 6058103 A	01-03-1994
DD 290703 A5	06-06-1991	KEINE	

EPO FORM P0461

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