



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.04.2007 Patentblatt 2007/17

(51) Int Cl.:
F15D 1/08 (2006.01) **F01D 17/10** (2006.01)
F01D 9/02 (2006.01) **F03B 11/00** (2006.01)
F01D 17/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05022932.7**

(22) Anmeldetag: **20.10.2005**

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

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

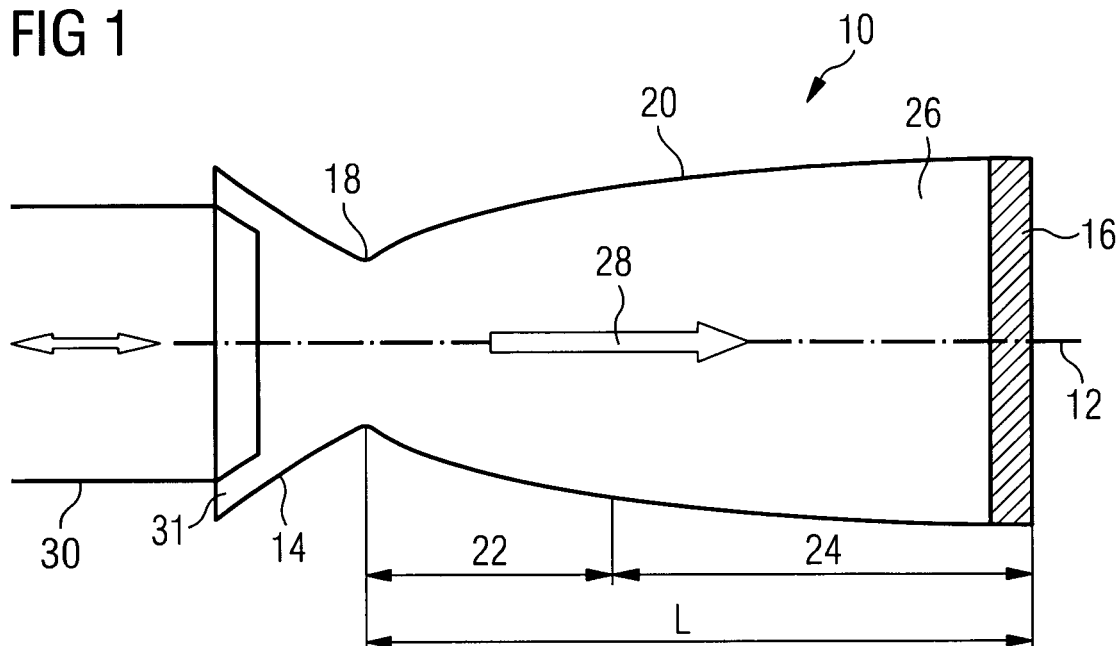
(72) Erfinder: **Thiemann, Thomas, Dr.**
45659 Recklinghausen (DE)

(54) **Diffusor**

(57) Ein Diffusor (10), insbesondere für eine Turbine eines thermischen Kraftwerks, zur Anordnung an einem Strömungsausgang eines Steliventils zum Steuern einer Flussrate eines Strömungsmediums, mit einer Diffusorwand (20), die ausgehend von einem Diffusoreintritt (18) mit einem engsten Querschnitt einer Drosselstelle (18)

einen sich in Strömungsrichtung stetig erweiternden Strömungskanal (26) begrenzt, hat eine dass die Diffusorwand (20), die in einer sich entlang der Strömungsrichtung (28) erstreckenden Längsschnittebene zumindest abschnittsweise einen nichtlinearen Verlauf aufweist.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Diffusor, insbesondere für eine Turbine eines thermischen Kraftwerks, zur Anordnung an einem Strömungsausgang eines Stellventils zum Steuern einer Flussrate eines Strömungsmediums, mit einer Diffusorwand, die ausgehend von einem Diffusoreintritt mit einem engsten Querschnitt einen sich in Strömungsrichtung stetig erweiternden Strömungskanal begrenzt. Die Erfindung betrifft ferner eine Turbine für ein thermisches Kraftwerk mit einem derartigen Diffusor. Ein derartiger Diffusor ist insbesondere für Gas- oder Dampfturbinen geeignet. Dabei wird ein solcher Diffusor zwischen dem Stellventil, das insbesondere als ein stopfengeregeltes Ausflussventil ausgeführt sein kann, und einem Schaufelabschnitt der Turbine angeordnet.

[0002] Aus dem Stand der Technik bekannte Diffusoren der oben genannten Art weisen eine konusförmige Diffusorwand auf. Der Öffnungswinkel des Konuses ist dabei auf einem bestimmten Maximalwert begrenzt, um eine möglichst verlustarme Strömung der Turbine mit gutem Druckrückgewinn zu gewährleisten. Bei einer vorgegebenen Querschnittsfläche am Austrittsende des Diffusors ergibt sich bei den vorbekannten konischen Diffusoren wegen des begrenzten Öffnungswinkels eine relativ große Diffusorlänge. Dies führt zu erheblichen Kosten bei der Herstellung des Diffusors und legt weiterhin für den Konstrukteur die Randbedingungen bezüglich der Dimensionierung der die Ventil-Diffusor-Anordnung aufnehmenden Maschine, insbesondere einer Turbine eines thermischen Kraftwerks fest. Das heißt, durch die erhebliche Länge des Diffusors muss an der Maschine ein entsprechend großer Bauraum vorgesehen werden, was zusätzliche Einschränkungen in den Randbedingungen der Konstruktion der Maschine und der Aufstellungsplanung mit entsprechenden Kostenkonsequenzen nach sich zieht.

[0003] Eine der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, einen Diffusor für eine Turbine für ein thermisches Kraftwerk derart zu verbessern, dass der Diffusor kompakter ausgeführt werden kann und dieser gleichzeitig einen hohen Wirkungsgrad bei geringen Verlusten aufweist.

[0004] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß mit einem gattungsgemäßen Diffusor gelöst, bei dem die Diffusorwand in einer sich entlang der Strömungsrichtung erstreckenden Längsschnittebene zumindest abschnittsweise einen nichtlinearen Verlauf aufweist. Die Aufgabe ist ferner mit einer Turbine für ein thermisches Kraftwerk gelöst, das zwischen einem Stellventil und einem Schaufelabschnitt der Turbine mit einem derartigen erfindungsgemäßen Diffusor versehen ist. Das heißt, der Öffnungswinkel des erfindungsgemäßen Diffusors ist nicht konstant, sondern ändert sich in geeigneter Weise in entlang der Strömungsrichtung sich erstreckender Längsrichtung des Diffusors. Damit nimmt auch die Querschnittsfläche des Diffusors auf eine Weise zu, die sich von der Zunahme der Querschnittsfläche bei einem konusförmigen

Diffusor unterscheidet.

[0005] Die erfindungsgemäße Lösung geht auf die Erkenntnis zurück, dass in einem sich unmittelbar an das Stellventil anschließenden Eintrittsabschnitt des Diffusors der Turbulenzgrad des Strömungsmediums in der Regel sehr hoch ist. Hohe Turbulenzgrade erlauben erhebliche Querschnittserweiterungen, ohne dass eine verlustreiche Strömungsablösung auftritt.

[0006] Das heißt, in dem Bereich des Eintrittsabschnitts können im Vergleich zu den im Stand der Technik verwendeten Öffnungswinkeln größere Öffnungswinkel für den Strömungskanal des Diffusors ohne Wirkungsgradverlust vorgesehen werden. Erst nach Abklingen der Turbulenz auf ein übliches Maß in einem sich an den Eintrittsabschnitt anschließenden Bereich des Diffusors gelten dann wieder die üblichen Randbedingungen für den Öffnungswinkel.

[0007] Durch das zumindest abschnittsweise Vorsehen eines nicht linearen Verlaufs der Diffusorwand in Längsrichtung des Diffusors lässt sich eine Erweiterung der Querschnittsfläche auf ein vorgegebenes Maß mittels eines Diffusors mit erheblich geringerer Diffusorlänge unter gleichzeitiger Sicherstellung eines hohen Wirkungsgrades verwirklichen. Kompakte und damit kostengünstige Diffusoren können erfindungsgemäß entwickelt werden. Damit erhält der Konstrukteur mehr Spielraum zur Gestaltung der die Ventil-Diffusor-Anordnung aufnehmenden Maschine. Auch die Gesamtkosten der Maschine können durch die kompaktere Gestaltung der Ventil-Diffusor-Anbindung erfindungsgemäß gesenkt werden.

[0008] Um den Wirkungsgrad des Diffusors weiter zu optimieren, ist es vorteilhaft, wenn der von der Diffusorwand begrenzte Strömungskanal einen in Strömungsrichtung kontinuierlich abnehmenden Öffnungswinkel aufweist. Das heißt, mit zunehmendem Abstand vom Sitz des Stellventils verringert sich der Öffnungswinkel des Diffusors.

[0009] In vorteilhafter Ausführungsform nimmt von dem Diffusoreintritt ausgehend gesehen der Öffnungswinkel in Strömungsrichtung zunächst in hohem Maße und daraufhin in geringerem Maße ab. Dabei ist der Öffnungswinkel vorteilhafterweise optimal auf den sich im Diffusor einstellenden Turbulenzgrad des vom Stellventil abgegebenen Strömungsmediums eingestellt. Das heißt, der Öffnungswinkel wird an jedem Punkt entlang der Längsrichtung des Diffusors auf einen entsprechenden Maximalwert, bei dem eine Strömungsablösung gerade noch nicht eintritt, eingestellt. Durch diese Maßnahme lässt sich die Diffusorlänge minimieren, ohne größere Strömungsverluste in Kauf nehmen zu müssen.

[0010] In zweckmäßiger Ausführungsform weist der Diffusor einen sich stromaufwärtsseitig an die Diffusorwand anschließenden Ventilsitz zur Befestigung des Stellventils auf. Dieser Ventilsitz ist vorzugsweise integral mit der Diffusorwand, die den sich in Strömungsrichtung stetig erweiternden Strömungskanal umgibt, ausgebildet. Der Ventilsitz ist vorzugsweise kegelstumpfför-

mig ausgebildet, wobei dessen erweiterte Öffnung in Strömungsgegenrichtung zeigt.

[0011] Vorteilhafterweise weist ein unmittelbar am Diffusoreintritt angrenzender Eintrittsabschnitt der Diffusorwand in der Längsschnittebene den nichtlinearen Verlauf auf. Aufgrund der hohen Turbulenzen in dem sich an die Drosselstelle anschließenden Eintrittsabschnitt kann durch ein Ausgestalten der Diffusorwand mit nichtlinearem Verlauf eine besonders große Flächenerweiterung unter Vermeidung einer Strömungsablösung erzielt werden.

[0012] Vorteilhafterweise liegt der Wert des der nichtlinearen Flächenzunahme des erfindungsgemäßen Diffusors entsprechenden halben Öffnungswinkels des Stimmungskanals in einem unmittelbar an den Diffusoreintritt angrenzenden Eintrittsabschnitt der Diffusorwand bei mehr als 10° , typischerweise bei 15° bis 40° , insbesondere bei 25° . Ein derartiger Öffnungswinkel des Diffusors ermöglicht eine optimale Flächenerweiterung unter Minimierung möglicher Wirkungsgradverluste.

[0013] Vorteilhafterweise erstreckt sich der Eintrittsabschnitt der Diffusorwand in Längsrichtung des Diffusors über einen Bereich mit erhöhtem Turbulenzgrad eines den Diffusor durchströmenden Strömungsmediums. Das Vorsehen eines nichtlinearen Verlaufes der Diffusorwand in diesem Bereich ermöglicht eine entsprechende Verkürzung der Diffusorlänge ohne Wirkungsgradverlust.

[0014] Zur Vermeidung einer den Wirkungsgrad des Diffusors verringernden Strömungsablösung erstreckt sich vorteilhafterweise der Eintrittsabschnitt der Diffusorwand in Längsrichtung des Diffusors über eine Länge von maximal 4 mal, insbesondere 2,5 mal dem Durchmesser des Diffusors an dem Diffusoreintritt. Über diese Länge stellt sich ein hochturbulentes Strömungsverhalten im Diffusor ein, weshalb sich ein erhöhter Öffnungswinkel ohne der Gefahr einer Ablösung der Strömung problemlos verwirklichen lässt. Nach diesem Eintrittsabschnitt ist die Turbulenz auf ein übliches Maß abgeklungen und der anschließende Diffusorbereich kann entsprechend dem Stand der Technik als konischer Diffusor mit einem maximalen halben Öffnungswinkel von 7° ausgeführt werden.

[0015] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Diffusors anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Längsschnittansicht eines erfindungsgemäßen Diffusors, sowie

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Turbulenzgrades eines durch den Diffusor gemäß Fig. 1 strömenden Strömungsmediums entlang der Längsachse des Diffusors.

[0016] In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Diffusors in einer sich entlang einer

Strömungsrichtung 28 eines Strömungsmediums erstreckenden Längsschnittebene dargestellt. Der Diffusor gem. Fig. 1 ist vorteilhafterweise darauf ausgelegt, in den Strömungskanal einer Turbine eines thermischen Kraftwerks, wie etwa einer Gasturbine oder einer Dampfturbine eingebaut zu werden. Dabei wird der Diffusor 10 zwischen ein einem Schnellschlussventil der Turbine nachgeordnetes Regelorgan 30 eines Stellventils und einen an die Anschlussöffnung 16 des Diffusors 10 angeschlossenen Einströmungsbereich einer Turbine mit einem nachfolgenden Schaufelabschnitt eingebaut.

[0017] Der Diffusor 10 ist um eine Längsachse 12 rotationssymmetrisch aufgebaut und weist an einem seiner beiden Enden einen Ventilsitz 14 zur Aufnahme des Regelorgans 30 des Stellventils auf. Das bewegliche Regelorgan 30 ist dabei derart angeordnet, dass zwischen dem Ventilsitz 14 und dem Regelorgan 30 eine Drosselstelle 31 gebildet ist. Der Ventilsitz 14 ist hier kegelförmig ausgebildet, wobei die erweiterte Öffnung des Kegelstumpfes nach außen zeigt. Es können jedoch auch beliebige andere Konturen, wie etwa im Stand der Technik gebräuchliche Konturen, insbesondere ein Kreisradius oder Kombinationen verschiedener Kreisradien vorgesehen werden.

[0018] An der verengten Öffnung des Kegelstumpfes schließt sich eine, von einem Diffusoreintritt 18 mit einem engsten Querschnitt 18 ausgehend, einen sich stetig erweiternden Strömungskanal 26 umschließende Diffusorwand 20 an. Ein vom Stellventil abgegebenes Strömungsmedium strömt in der Strömungsrichtung 28 in Richtung des sich stetig erweiternden Strömungskanals 26, gemäß Fig. 1 von links nach rechts. Am Ende des Strömungskanals 26 befindet sich eine erweiterte Anschlussöffnung 16, durch die das Strömungsmedium aus dem Diffusor 10 wieder austritt.

[0019] Die den Strömungskanal 26 umgebende Diffusorwand 20 weist einen sich unmittelbar am Diffusoreintritt 18 mit dem engsten Querschnitt anschließenden Eintrittsabschnitt 22 sowie einen darauf folgenden Austrittsabschnitt 24 auf. Im Eintrittsabschnitt 22 weist die Diffusorwand 20 in der sich entlang der Strömungsrichtung 28 erstreckenden Längsschnittebene einen nichtlinearen Verlauf auf. Dabei nimmt der Öffnungswinkel ausgehend von der Drosselstelle 18 in Strömungsrichtung 28 kontinuierlich und zwar zunächst in hohem Maße und daraufhin in geringerem Maße ab. Der Wert des halben Öffnungswinkels variiert dabei zwischen etwa 25° und etwa 7° . Im Austrittsabschnitt 24 kann der Öffnungswinkel in etwa konstant bleiben oder aber auch in Strömungsrichtung 28 weiterhin leicht abnehmen. Im Austrittsabschnitt 24 beträgt der halbe Öffnungswinkel zwischen 0° und 7° , vorzugsweise etwa $3,5^\circ$.

[0020] Die Länge L des Strömungskanals 26 setzt sich aus der Länge des Eintrittsabschnitts 22 und der Länge des Austrittsabschnitts 24 zusammen und ist gegenüber einem herkömmlichen konusförmigen Strömungskanal eines Diffusors verringert. Fig. 2 zeigt qualitativ den über die Länge L des Strömungskanals 26 im Diffusor 10 vor-

liegenden Turbulenzgrad des Strömungsmediums. Aufgrund der Drosselstelle 31 weist dieser im Diffusoreintritt 18 einen sehr hohen Wert auf und nimmt in Strömungsrichtung 28 ab, wobei sich der Turbulenzgrad am Ende des Eintrittsabschnitts 22 auf einem relativ niedrigen Wert, der dem einer voll entwickelten turbulenten Rohrströmung ähnlich ist, stabilisiert.

[0021] Der Verlauf der Diffusorwand 20 gemäß Fig. 1 ist an den in Fig. 2 dargestellten Turbulenzgrad angepasst. An Stellen hohen Turbulenzgrades weist der Strömungskanal 26 einen großen Öffnungswinkel auf, da in diesem Fall keine Strömungsablösung zu erwarten ist. Erst nach Abklingen der Turbulenz auf ein in etwa dem einer voll entwickelten turbulenten Rohrströmung entsprechendes „Normalmaß“ wird der Öffnungswinkel auf ein herkömmliches, dem Stand der Technik entsprechendes Maß reduziert.

Patentansprüche

1. Diffusor (10),
insbesondere für eine Turbine eines thermischen Kraftwerks, zur Anordnung an einem Strömungsausgang eines Stellventils zum Steuern einer Flussrate eines Strömungsmediums,
mit einer Diffusorwand (20), die ausgehend von einem Diffusoreintritt (18) mit einem engsten Querschnitt einen sich in Strömungsrichtung (28) stetig erweiternden Strömungskanal (26) begrenzt,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Diffusorwand (20) in einer sich entlang der Strömungsrichtung (28) erstreckenden Längsschnittebene zumindest abschnittsweise einen nichtlinearen Verlauf aufweist.
2. Diffusor nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der von der Diffusorwand (20) begrenzte Strömungskanal (26) einen in Strömungsrichtung (28) kontinuierlich abnehmenden Öffnungswinkel aufweist.
3. Diffusor nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ausgehend von dem Diffusoreintritt (18) der Öffnungswinkel in Strömungsrichtung (28) zunächst in hohem Maße und daraufhin in geringerem Maße abnimmt.
4. Diffusor nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
einen sich stromaufwärtsseitig an die Diffusorwand (20) anschließenden Ventilsitz (14) zur Befestigung des Stellventils.
5. Diffusor nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Stellventil ein bewegliches Regelorgan (30) umfasst, das derart angeordnet ist, dass zwischen dem Ventilsatz (14) und dem Regelorgan (30) eine Drosselstelle (319) gebildet ist.
6. Diffusor nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein unmittelbar am Diffusoreintritt (18) angrenzender Eintrittsabschnitt (22) der Diffusorwand (20) in der Längsschnittebene den nichtlinearen Verlauf aufweist.
7. Diffusor nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wert des halben Öffnungswinkels des Strömungskanals (26) in einem unmittelbar an den Diffusoreintritt (18) angrenzenden Eintrittsabschnitt (22) der Diffusorwand zwischen 15° und 40° liegt, insbesondere 25° beträgt.
8. Diffusor nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Eintrittsabschnitt (22) der Diffusorwand (20) sich in Längsrichtung des Diffusors (10) über einen Bereich mit erhöhtem Turbulenzgrad eines den Diffusor (10) durchströmenden Strömungsmediums erstreckt.
9. Diffusor nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Eintrittsabschnitt (22) der Diffusorwand (20) sich in Längsrichtung des Diffusors über eine Länge von maximal 4 mal, insbesondere 2,5 mal dem Durchmesser des Diffusors (10) an dem Diffusoreintritt (18) erstreckt.
10. Turbine für ein thermisches Kraftwerk mit einem zwischen einem Stellventil und einem Schaufelabschnitt der Turbine angeordneten Diffusor (10) nach einem der vorausgehenden Ansprüche.

FIG 1

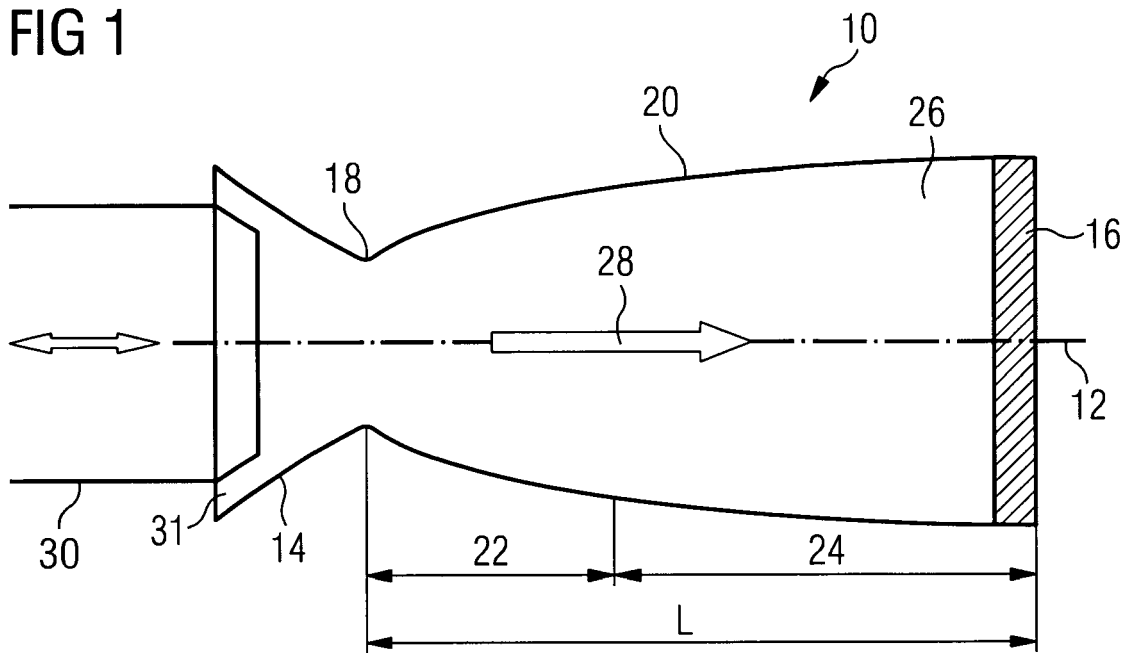
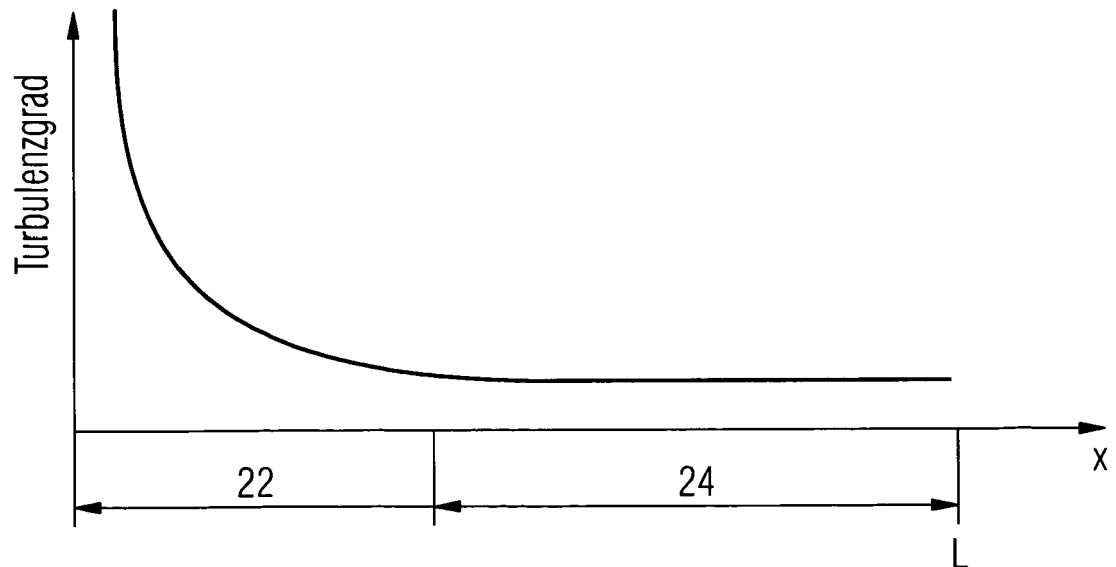


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 02 2932

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 931 941 A (FUJIKIN INC; TOKYO ELECTRON LIMITED; OHMI, TADAHIRO) 28. Juli 1999 (1999-07-28)	1-3,6-9	F15D1/08 F01D17/10 F01D9/02 F03B11/00 F01D17/14
Y	* Absatz [0023] * * Abbildungen *	4,5,10	
Y	----- DE 197 04 541 A1 (SIEMENS AG, 80333 MUENCHEN, DE) 23. April 1998 (1998-04-23) * Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 1 * * Abbildung 1 *	4,5,10	
X	----- DD 115 519 A1 (HACKESCHMIDT, PROF. DR.-ING. HABIL. MANFRED) 5. Oktober 1975 (1975-10-05) * Seite 2, Spalte 1, Zeile 13 - Zeile 24 * * Seite 2, Spalte 1, Zeile 58 - Zeile 66 * * Seite 2, Spalte 2, Zeile 13 - Zeile 18 * * Seite 2, Spalte 2, Zeile 34 - Zeile 37 * * Seite 3, Spalte 2, Zeile 38 - Zeile 56 * * Abbildungen 1,2 *	1-3,6-9	
X	----- EP 0 581 978 A (ASEA BROWN BOVERI AG) 9. Februar 1994 (1994-02-09) * Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 35 * * Spalte 8, Zeile 18 - Zeile 35 * * Spalte 10, Zeile 11 - Zeile 15 * * Spalte 10, Zeile 21 - Zeile 35 * * Anspruch 1 * * Abbildungen 1,2,4 *	1-3,6-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F15D F16K F01D F03B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. März 2006	Prüfer Mielimonka, I
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 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	

5

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

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

EP 05 02 2932

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.

29-03-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0931941	A	28-07-1999	AT	314580 T	15-01-2006
			CN	1236418 A	24-11-1999
			WO	9909324 A1	25-02-1999
			TW	410253 B	01-11-2000
			US	6158679 A	12-12-2000

DE 19704541	A1	23-04-1998	KEINE		

DD 115519	A1	05-10-1975	KEINE		

EP 0581978	A	09-02-1994	DE	59204947 D1	15-02-1996
			JP	3416210 B2	16-06-2003
			JP	6173707 A	21-06-1994
			US	5338155 A	16-08-1994

EPO FORM P0461

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