



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 342 953 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.09.2003 Patentblatt 2003/37

(51) Int Cl.7: **F23M 13/00, F23R 3/50**

(21) Anmeldenummer: **02005137.1**

(22) Anmeldetag: **07.03.2002**

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

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

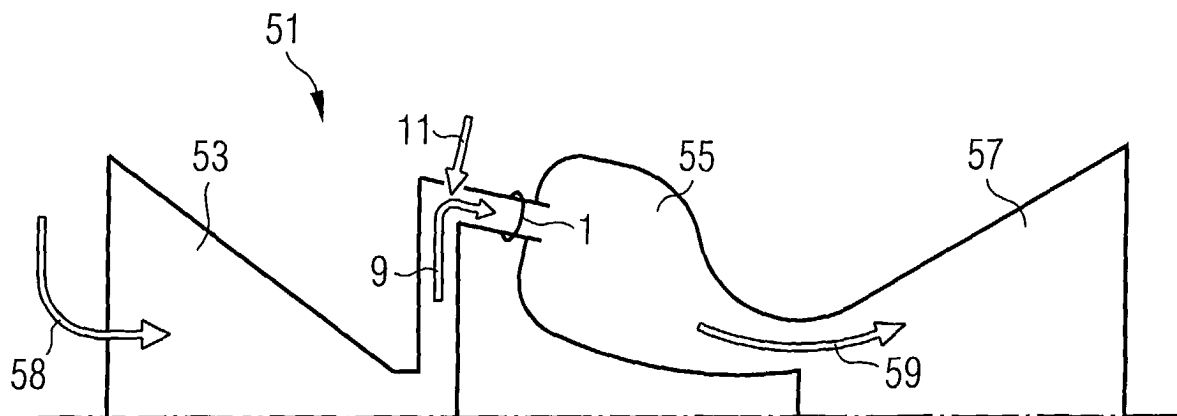
(72) Erfinder:
• **Flohr, Patrick
45478 Mülheim (DE)**
• **Krebs, Werner, Dr.
45481 Muelheim A.D. Ruhr (DE)**
• **Prade, Bernd, Dr.
45478 Mülheim (DE)**

(54) **Gasturbine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Gasturbine (51), mit einem Brenner (1), der in eine Brennkammer (55) mündet, wobei diese Mündung ringförmig von einem Helm-

holtzresonator (19) umgeben ist. Hierdurch werden Verbrennungsschwingungen durch engen Kontakt zur Flamme effektiv gedämpft, wobei gleichzeitig Temperaturungleichmäßigkeiten vermieden werden.

FIG 1



EP 1 342 953 A1

Beschreibung

Gasturbine

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gasturbine mit einem Brenner, der in eine Brennkammer mündet. Insbesondere ist die Brennkammer als Ringbrennkammer ausgebildet.

[0002] In Verbrennungssystemen wie Gasturbinen, Flugtriebwerken, Raketenmotoren und Heizungsanlagen kann es zu thermoakustisch induzierten Verbrennungsschwingungen kommen. Diese entstehen durch eine Wechselwirkung der Verbrennungsflamme und der damit verbundenen Wärmefreisetzung mit akustischen Druckschwankungen. Durch eine akustische Anregung kann die Lage der Flamme, die Flammenfrontfläche oder die Gemischzusammensetzung schwanken, was wiederum zu Schwankungen der Wärmefreisetzung führt. Bei konstruktiver Phasenlage kann es zu einer positiven Rückkopplung und Verstärkung kommen. Eine so verstärkte Verbrennungsschwingung kann zu erheblichen Lärmbelastungen und Schädigungen durch Vibrationen führen.

[0003] Wesentlich beeinflusst werden diese thermoakustisch hervorgerufenen Instabilitäten durch die akustischen Eigenschaften des Brennraumes und die am Brennraumeintritt und Brennraumaustritt sowie an den Brennkammerwänden vorliegenden Randbedingungen. Die akustischen Eigenschaften können durch den Einbau von Helmholtzresonatoren verändert werden.

[0004] Die WO 93/10401 A1 zeigt eine Einrichtung zur Unterdrückung von Verbrennungsschwingungen in einer Brennkammer einer Gasturbinenanlage. Ein Helmholtzresonator ist mit einer Brennstoffzuführleitung strömungstechnisch verbunden. Die akustischen Eigenschaften der Zuführleitung bzw. des akustischen Gesamtsystems werden hierdurch so verändert, dass Verbrennungsschwingungen unterdrückt werden. Es hat sich allerdings gezeigt, dass diese Maßnahme nicht in allen Betriebszuständen ausreicht, da es auch bei einer Unterdrückung von Schwingungen in der Brennstoffleitung zu Verbrennungsschwingungen kommen kann.

[0005] Die US-A-6 058 709 schlägt zur Vermeidung von Verbrennungsschwingungen vor, Brennstoff an axial unterschiedlichen Positionen im Brennkammerkanal eines Brenners einzuleiten. Hierdurch werden hinsichtlich der Ausbildung von Verbrennungsschwingungen konstruktive Phasenlagen in der Gemischzusammensetzung durch destruktive überlagert, so dass es insgesamt zu niedrigeren Schwankungen und damit zu einer verringerten Neigung zur Ausbildung von Verbrennungsschwingungen kommt. Diese Maßnahme ist allerdings apparativ im Vergleich zur rein passiven Maßnahme der Verwendung von Helmholtzresonatoren vergleichsweise aufwendig.

[0006] In der EP 0 597 138 A1 ist eine Gasturbinen-Brennkammer beschrieben, die im Bereich der Brenner

luftgespülte Helmholtzresonatoren aufweist. Die Resonatoren sind alternierend an der Stirnseite der Brennkammer zwischen den Brennern angeordnet. Durch diese Resonatoren wird Schwingungsenergie von in der Brennkammer auftretenden Verbrennungsschwingungen absorbiert und die Verbrennungsschwingungen werden hierdurch gedämpft.

[0007] Eine weitere Maßnahme zur Dämpfung von Verbrennungsschwingungen ist in der EP 1 004 823 A2 gezeigt. Hier ist ein Helmholtzresonator unmittelbar mit dem Mischbereich des Brenners verbunden. Der Resonator ist stromauf der Brennstoffzuführung anzubringen, da durch den Resonator im Brenner entstehende und auch durch die Zuführleitungen hervorgerufene Verbrennungsschwingungen absorbiert werden sollen.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe einer Gasturbine mit einer besonders geringen Neigung zur Ausbildung von Verbrennungsschwingungen.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch Angabe einer Gasturbine mit einer Brennkammer und einem in die Brennkammer an einer Brennermündung mündenden Brenner, wobei die Brennermündung ringförmig von einem Helmholtzresonator umgeben ist.

[0010] Erstmals wird somit vorgeschlagen, einen Helmholtzresonator um die Mündung eines Brenners herum anzuordnen. Nach Erkenntnis der Erfindung kann die Dämpfung von Verbrennungsschwingungen durch einen Resonator zu lokalen Temperaturunterschieden führen, wenn der Resonator ungleichmäßig auf das Verbrennungsgebiet einwirkt. Durch die symmetrische, ringförmige Anordnung um die Brennerflamme herum wird dies vermieden. Die daraus folgende Temperaturvergleichmäßigung erhöht die dämpfende Wirkung und führt gleichzeitig zu einer Verminderung der Stickoxidbildung. Zudem kann durch die Anordnung des Resonators unmittelbar um die Flamme herum intensiv direkt auf den Ort der höchsten Wärmefreisetzung eingewirkt werden. Auch dieser verbesserte Kontakt zur Hauptquelle von Verbrennungsschwingungen erhöht die Wirkung des Resonators.

[0011] Bevorzugt weist der Helmholtzresonator ein Resonatorvolumen auf und mündet an einer Resonatormündung in die Brennkammer, wobei die Resonatormündung mit einem Röhrchen in das Resonatorvolumen hinein fortgesetzt ist. Weiter bevorzugt ist die Resonatormündung durch mehrere Öffnungen gebildet, die jeweils über ein Röhrchen in das Resonatorvolumen hinein fortgesetzt sind. Die Röhrchen ragen also in das Resonatorvolumen hinein. Durch diese Ausföhrung ist es möglich, die Baugröße des Resonators klein zu halten. Üblicherweise besteht ein Resonator aus einem Volumen V und Bohrungen einer bestimmten Länge l sowie Querschnitt A . Diese Geometrie bestimmt zusammen mit der Schallgeschwindigkeit c die Resonanzfrequenz nach der vereinfachten Formel $f_{\text{res}} = c / (2\pi) \sqrt{A / (V \cdot l)}$. Um tiefe Frequenzen zu bekämpfen, benötigt man dementsprechend ein sehr großes Volumen. Das ist in der Praxis aufgrund des geringen zur Verfügung stehen-

den Platzangebotes allerdings mit großen Schwierigkeiten verbunden. In der hier beschriebenen Vorrichtung wird nun die Länge der Bohrungen wesentlich vergrößert. Dies wird erreicht, indem die Bohrungen als Röhren ausgeführt werden, die in das Volumen hineinragen. Das innere Volumen des Resonators wird dabei kaum geändert. Die äußeren Abmessungen des Resonators können somit klein gehalten werden. Die Röhren können dabei verwunden ausgeführt werden, um genügend Abstand zu den Wänden zu haben. Durch Veränderung der Länge der Röhren kann die Dämpfungsvorrichtung auf jede beliebige Frequenz, die im Verbrennungssystem auftritt, eingestellt werden. Dabei müssen die äußeren Abmessungen des Resonators und damit des Brenneinsatzes sowie die offene Gesamtquerschnittsfläche nicht geändert werden. Der Hauptvorteil: um tiefe Frequenzen zu dämpfen, kann mit Hilfe der hineinragenden Röhren auf eine Volumenvergrößerung des Resonators verzichtet werden.

[0012] Vorzugsweise ist das Röhren oder sind die Röhren gekrümmt oder verwunden geformt, so dass die Röhrenlänge vergrößert ist, ohne dabei einen Mindestabstand zur Resonatorwand zu unterschreiten.

[0013] Bevorzugtermassen ist das Resonatorvolumen einstellbar, etwa durch eine kolbenartige Verschiebung einer Resonatorwand. Hierdurch können die akustischen Eigenschaften, insbesondere die Impedanz, angepasst und eingestellt werden.

[0014] In bevorzugter Ausgestaltung ist die Brennkammer als Ringbrennkammer ausgebildet ist. Gerade bei Ringbrennkammern können Verbrennungsschwingungen durch ein vergleichsweise großes Brennkammervolumen und darin miteinander gekoppelter Brenner zu sehr störenden und schädigenden Verbrennungsschwingungen führen. Zudem sind die akustischen Eigenschaften einer solchen Brennkammer kaum zu berechnen.

[0015] Vorzugsweise ist der Helmholtzresonator in einen Brenneinsatz integriert, wobei über den Brenneinsatz der Brenner mit der Brennkammer verbunden ist. Der Brenneinsatz kann ein eigenes Bauteil sein, der mit der Brennkammerwand z.B. verschraubt wird und in den dann der eigentliche Brenner eingesetzt wird. Er kann aber auch mit dem Brenner verbunden sein, so dass z.B. der Brenneinsatz einen Flansch am Brenner bildet, mit dem der Brenner mit der Brennkammerwand verbunden wird. Durch die Integration des Resonators in den Brenneinsatz sind keine baulichen Maßnahmen an der Brennkammerwand erforderlich und der Resonator kann bei Bedarf in einfacher Weise ausgebaut werden.

[0016] Bevorzugtermaßen ist der Helmholtzresonator luftdurchströmbar ausgebildet. Hierdurch lässt sich die Impedanz des Resonators in einfacher Weise ändern und anpassen. Zudem wird eine Kühlung des Resonators und im Falle der Integration des Resonators in den Brenneinsatz auch eine Kühlung des gesamten Brenneinsatzes erreicht.

[0017] Die Erfindung wird beispielhaft und teilweise schematisch anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

- 5 Figur 1: eine Gasturbine
 Figur 2: einen an einer Brennkammerwand angeordneten Brenner

[0018] Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

[0019] In Figur 1 ist eine Gasturbine 51 abgebildet. Die Gasturbine 51 weist einen Verdichter 53, eine Ringbrennkammer 55 und ein Turbinenteil 57 auf. Luft 58 aus der Umgebung wird dem Verdichter 53 zugeleitet und dort hoch zu Verbrennungsluft 9 verdichtet. Anschließend wird die Verbrennungsluft 9 der Ringbrennkammer 55 zugeleitet. Über Gasturbinenbrenner 1 wird sie dort mit Brennstoff 11 zu einem Heißgas 59 verbrannt. Das Heißgas 59 treibt das Turbinenteil 57 an.

[0020] In der Ringbrennkammer 55 kann es, aus weiter oben beschriebenen Gründen, zur Ausbildung von Verbrennungsschwingungen kommen, die den Betrieb der Gasturbine 51 erheblich beeinträchtigen können. Zur Dämpfung solcher Verbrennungsschwingungen können Helmholtzresonatoren zum Einsatz kommen, wobei eine besonders wirksame Bauart im folgenden beschrieben wird:

[0021] In Figur 2 ist ein Gasturbinenbrenner 1 dargestellt, der über einen Brenneinsatz 2 mit einer Brennkammerwand 56 einer Brennkammer 55 verbunden ist und an einer Brennermündung 4 in die Brennkammer 55 mündet. Ein Brennerkanal 3 des Gasturbinenbrenners 1 umgibt als ein Ringkanal 30 einen Zentralkanal 41. Der Ringkanal 30 ist als ein Vormischkanal ausgeführt, in dem Brennstoff 11 und Verbrennungsluft 9 vor der Verbrennung intensiv vermischt werden. Dies wird als Vormischverbrennung bezeichnet. Der Brennstoff 11 wird über hohl ausgeführte Drallschaufeln 13 in den Ringkanal 30 eingeleitet. Der Zentralkanal 41 mündet in die Verbrennungszone 27 zusammen mit einer zentralen Brennstofflanze 45, die Brennstoff 47, insbesondere Öl, über eine Dralldüse 47 zuführt. In diesem Fall werden Brennstoff 11 und Verbrennungsluft 9 erst in der Verbrennungszone 27 gemischt und man spricht von einer Diffusionsverbrennung. In den Zentralkanal 41 kann aber auch stromauf der Verbrennungszone 27 Brennstoff 11, insbesondere Erdgas, über einen Brennstoffeinlass 43 zugegeben werden.

[0022] In den Brenneinsatz 2 ist ein Helmholtzresonator 19 integriert, der ein Resonatorvolumen 23 aufweist und über eine aus Bohrungen bestehende Resonatormündung 21 in die Brennkammer 55 mündet. An jede der Bohrungen schließt sich in das Resonatorvolumen 23 hinein ein Röhren 61 an, dass verwunden geformt ist. Der Helmholtzresonator 19 umgibt die Brennermündung 4 ringförmig.

[0023] Die ringförmige Umschließung der Brennermündung 4 durch den Resonator 19 führt zu einer

gleichmäßigen Einwirkung auf die Verbrennungszone 27. Hierdurch kommt es nicht zu Temperaturungleichmäßigkeiten durch den Resonator 19. Zudem wirkt der Resonator 19 sehr effektiv unmittelbar auf die Zone größter Wärmefreisetzung ein.

[0024] Die Röhren 61 ermöglichen eine vergleichsweise geringe Baugröße für den Resonator 19, so dass dieser in den Brenneinsatz 2 integrierbar ist. Über Lufteinlässe 63 wird Luft in den Resonator 19 eingeleitet, wodurch dieser einerseits in seiner Impedanz anpassbar, andererseits auch kühlbar ist.

Bezugszeichenliste

[0025]

1 Brenner	
3 Brennerkanal	
5 Brennkammer	
7 Lufteinleitungsposition	
9 Verbrennungsluft	
10 Brennstoffeinleitungsposition	
11 Brennstoff	
13 Drallschaufeln	
15 Auslassöffnungen	
17 Gemisch	
19 Helmholtzresonator	
20 Helmholtzresonator Zentralkanal	
22 Resonatormündung Zentralkanal	
21 Resonatormündung	30
23 Resonatorvolumen	
25 Kolben	
26 Resonatorposition	
27 Verbrennungszone	
29 Verbrennungsschwingung	35
30 Ringkanal	
31 Zusatzresonator	
41 Zentralkanal	
43 Brennstoffeinlass	
45 Brennstofflanze	40
47 Dralldüse	
39 Mündung Brennstofflanze	
41 Brennermaterial	
51 Gasturbine	
53 Verdichter	45
55 Ringbrennkammer	
57 Turbinenteil	
58 Luft	
59 Heißgas	50

Patentansprüche

1. Gasturbine (51) mit einer Brennkammer (55) und einem in die Brennkammer (55) an einer Brennermündung (4) mündenden Brenner (1),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Brennermündung (4) ringförmig von ei-

nem Helmholtzresonator (19) umgeben ist.

2. Gasturbine nach Anspruch 1, bei der der Helmholtzresonator (19) ein Resonatorvolumen (23) aufweist und an einer Resonatormündung (21) in die Brennkammer (55) mündet, wobei die Resonatormündung (21) mit einem Röhren (61) in das Resonatorvolumen (23) hinein fortgesetzt ist.
3. Gasturbine (51) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Röhren (61) gekrümmt oder verwunden geformt ist.
4. Gasturbine (51) nach Anspruch 1,2 oder 3, bei der das Resonatorvolumen (23) einstellbar ist.
5. Gasturbine (51) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Brennkammer (55) als Ringbrennkammer ausgebildet ist.
6. Gasturbine (51) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Helmholtzresonator (19) in einen Brenneinsatz (2) integriert ist, wobei über den Brenneinsatz (2) der Brenner (1) mit der Brennkammer (55) verbunden ist.
7. Gasturbine (51) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Helmholtzresonator (19) luftdurchströmbar ausgebildet ist.

FIG 1

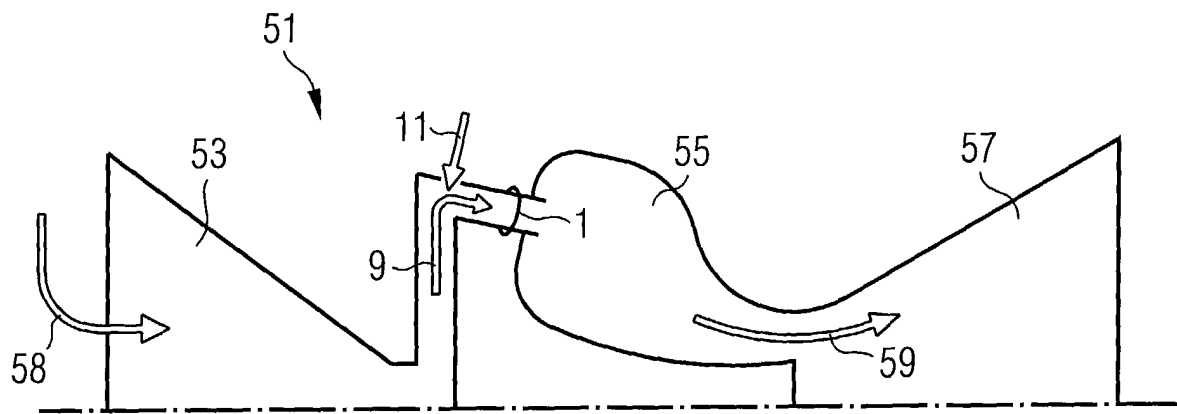
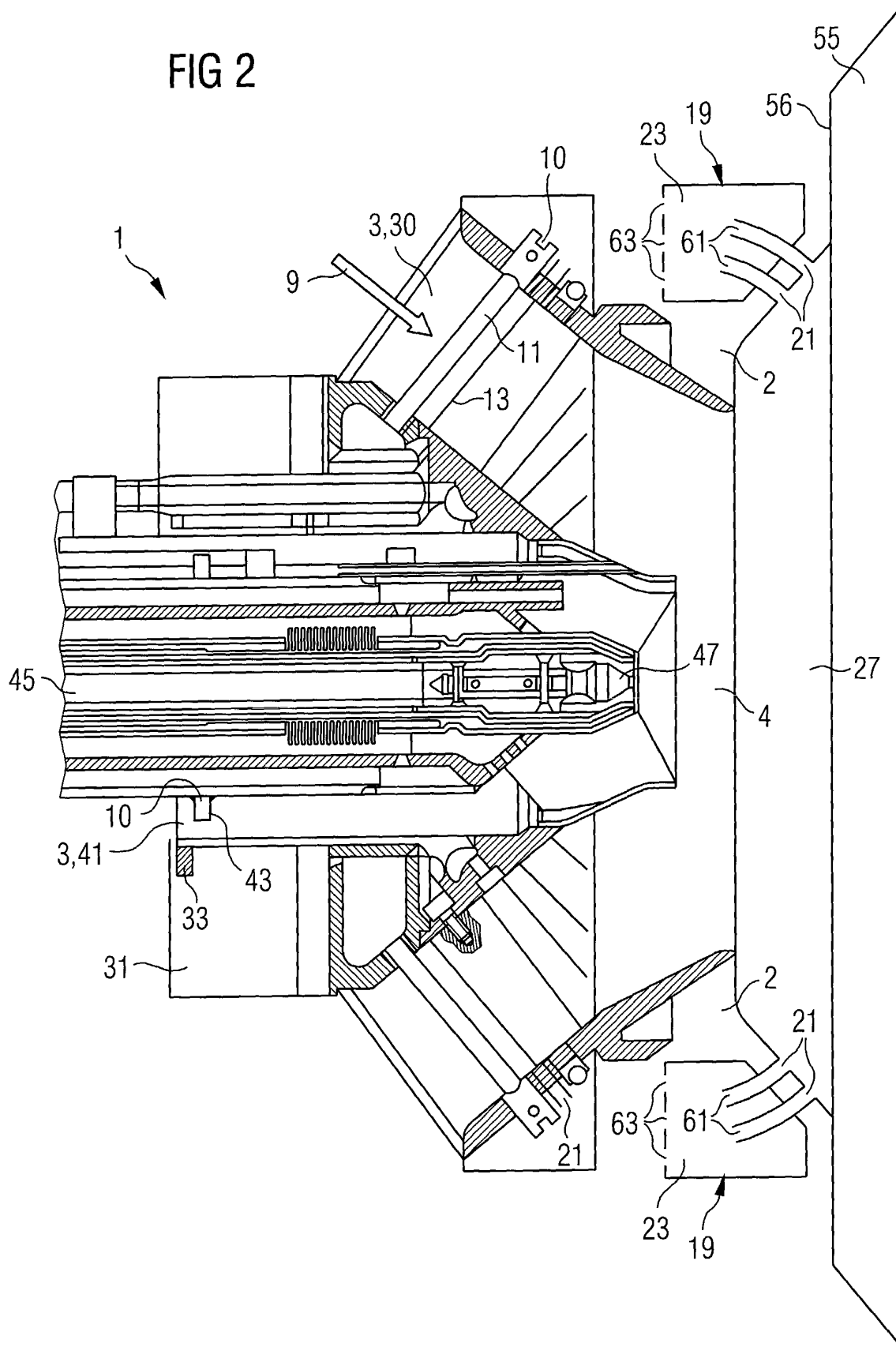


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 02 00 5137

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 644 918 A (DEAN ANTHONY JOHN ET AL) 8. Juli 1997 (1997-07-08)	1,2	F23M13/00 F23R3/50
Y	* Spalte 3, Zeile 14 - Zeile 36 * * Spalte 3, Zeile 57 - Spalte 4, Zeile 18; Abbildungen 1,2 *	4	
Y	EP 1 158 247 A (ALSTOM POWER N V) 28. November 2001 (2001-11-28) * Absatz '0013!; Abbildung 2 *	4	
X	EP 0 971 172 A (ASEA BROWN BOVERI) 12. Januar 2000 (2000-01-12) * Seite 4, Zeile 16 - Zeile 31; Abbildung 2 *	1,7	
X	US 4 122 674 A (ANDERSSON ANDERS O ET AL) 31. Oktober 1978 (1978-10-31) * Spalte 9, Zeile 30 - Spalte 10, Zeile 21; Abbildungen 1,7,8 *	1,5	
X	EP 0 577 862 A (ABB RESEARCH LTD) 12. Januar 1994 (1994-01-12) * das ganze Dokument *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A,D	EP 0 597 138 A (ASEA BROWN BOVERI) 18. Mai 1994 (1994-05-18) * das ganze Dokument *	1,2,5,7	F23M F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19. Juli 2002	Prüfer Coli, E
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	

EPO FORM 1503 03.82 (PdC03)

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

EP 02 00 5137

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.

19-07-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5644918 A	08-07-1997	KEINE	
EP 1158247 A	28-11-2001	DE 10026121 A1	29-11-2001
		EP 1158247 A2	28-11-2001
		JP 2002129982 A	09-05-2002
		US 2002000343 A1	03-01-2002
EP 0971172 A	12-01-2000	EP 0971172 A1	12-01-2000
US 4122674 A	31-10-1978	KEINE	
EP 0577862 A	12-01-1994	EP 0577862 A1	12-01-1994
		CA 2098810 A1	04-01-1994
		DE 59208193 D1	17-04-1997
		JP 6094227 A	05-04-1994
		US 5431018 A	11-07-1995
EP 0597138 A	18-05-1994	EP 0597138 A1	18-05-1994
		DE 59208715 D1	21-08-1997
		JP 6221563 A	09-08-1994
		US 5373695 A	20-12-1994

EPO FORM P0461

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