



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 985 876 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.03.2000 Patentblatt 2000/11

(51) Int. Cl.⁷: **F23C 7/00**, F23D 17/00,
F23D 14/02, F23D 11/40

(21) Anmeldenummer: **98810902.1**

(22) Anmeldetag: **10.09.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
Die Erfindernennung liegt noch nicht vor

(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al**
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht(TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(54) **Brenner**

(57) Ein Brenner zum Betrieb eines Aggregats zur Erzeugung eines Heißgases besteht im wesentlichen aus mindestens zwei hohlen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (1, 2), deren Mittelachsen zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, daß benachbarte Wandungen der Teilkörper (1, 2) tangentielle Lufteintrittskanäle (5, 6) für die Einströmung von Verbrennungsluft (7) in einen von den Teilkörpern

(1, 2) vorgegebenen Innenraum (8) bilden. Der Brenner weist zumindest eine Brennstoffdüse (11) auf. Jeder der ineinandergeschachtelten Teilkörper (1, 2) weitet sich kegelartig entlang der Brennerachse zum Brenneraustritt (17) hin auf und weist senkrecht zur Brennerachse einen nichtkreisförmigen Querschnitt auf.

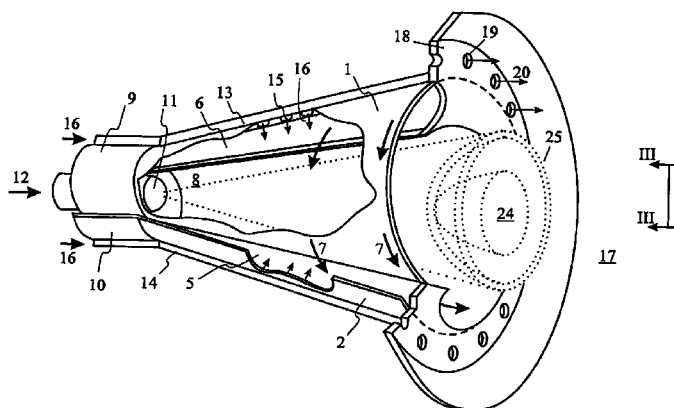


Fig. 1

EP 0 985 876 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brenner zum Betrieb eines Aggregats zur Erzeugung eines Heißgases.

Stand der Technik

[0002] Thermoakustische Schwingungen stellen eine Gefahr für jede Art von Verbrennungsanwendungen dar. Sie führen zu Druckschwankungen hoher Amplitude, zu einer Einschränkung des Betriebsbereiches und können die mit der Verbrennung verbundenen Emissionen erhöhen. Diese Probleme treten besonders in Verbrennungssystemen mit geringer akustischer Dämpfung, wie sie moderne Gasturbinen oft darstellen, auf.

[0003] In herkömmlichen Brennkammern wirkt die in die Brennkammer einströmende Kühlluft schalldämpfend und trägt damit zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen bei. Um niedrige NO_x -Emissionen zu erzielen, wird in modernen Gasturbinen ein zunehmender Anteil der Luft durch die Brenner selbst geleitet und der Kühlluftstrom reduziert. Durch die damit einhergehende geringere Schalldämpfung treten die eingangs angesprochenen Probleme in solchen modernen Brennkammern demnach verstärkt auf.

[0004] Eine Möglichkeit der Schalldämpfung besteht im Ankoppeln von Helmholtz-Dämpfern in der Brennkammerhaube oder im Bereich der Kühlluftzuführung. Bei engen Platzverhältnissen wie sie für moderne, kompakt gebaute Brennkammern typisch sind, kann die Unterbringung solcher Dämpfer jedoch Schwierigkeiten bereiten und ist mit großem konstruktiven Aufwand verbunden.

[0005] Eine weitere Möglichkeit besteht in einer Kontrolle thermoakustischer Schwingungen durch aktive akustische Anregung. Dabei wird die sich im Bereich des Brenners ausbildende Scherschicht akustisch angeregt. Bei geeigneter Phasenlage zwischen den thermoakustischen Schwingungen und der Anregung läßt sich dadurch eine Dämpfung der Brennkammer-schwingungen erreichen. Eine solche Lösung erfordert allerdings den Anbau zusätzlicher Elemente im Bereich der Brennkammer.

Darstellung der Erfindung

[0006] Hier setzt die Erfindung an. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die eine wirkungsvolle Unterdrückung thermoakustischer Schwingungen ermöglicht und mit möglichst geringem konstruktiven Aufwand verbunden ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Brenner gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0007] Kohärente Strukturen spielen eine entscheidende Rolle bei Mischungsvorgängen zwischen Luft

und Brennstoff. Die räumliche und zeitliche Dynamik dieser Strukturen beeinflusst die Verbrennung und die Wärmefreisetzung. Der Erfindung liegt nun die Idee zugrunde, der Ausbildung kohärenter Strukturen entgegenzuwirken. Wird die Entstehung von Wirbelstrukturen am Brenneraustritt reduziert oder verhindert, so wird dadurch auch die periodische Wärmefreisetzungsschwankung reduziert. Da die periodischen Wärmefreisetzungsschwankungen die Grundlage für das Auftreten thermoakustischer Schwingungen sind, wird die Amplitude der thermoakustischen Schwingungen dadurch reduziert.

[0008] Ein erfindungsgemäßer Brenner zum Betrieb eines Aggregats zur Erzeugung eines Heißgases, besteht im wesentlichen aus mindestens zwei hohlen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern, deren Mittelachsen zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, daß benachbarte Wandungen der Teilkörper tangential Lufteintrittskanäle für die Einströmung von Verbrennungsluft in einen von den Teilkörpern vorgegebenen Innenraum bilden. Der Brenner weist zumindest eine Brennstoffdüse auf. Jeder der ineinandergeschachtelten Teilkörper weitet sich kegelförmig entlang der Brennerachse zum Brenneraustritt hin auf und weist senkrecht zur Brennerachse einen nicht-kreisförmigen Querschnitt auf.

[0009] Die Erfindung beruht also auf dem Gedanken, den Brenner so zu gestalten, daß die Ausbildung kohärenter Strukturen unterdrückt oder verhindert wird. Es wurde nun durch Experimente der Erfinder gefunden, daß die Ausbildung kohärenter Wirbelstrukturen durch Formen, die von einer axialsymmetrischen Gestalt abweichen, gestört wird. So zeigen Freistahlen, die aus elliptischen Düsen ausströmen, eine wesentlich geringere Erstreckung von strömungsmechanischen Instabilitätswellen in Strömungsrichtung als Freistahlen, die ihren Ursprung in axialsymmetrischen Düsen haben. Darüber hinaus ist die Kohärenz der Strömung um den Umfang wesentlich geringer und auch die Mischung verbessert. Die Geometrie ist dabei nicht auf elliptische Formen eingeschränkt. Jede Abweichung von der axialsymmetrischen Gestalt führt zu einer reduzierten Ausbildung kohärenter Strukturen und damit zu einer Unterdrückung unerwünschter thermoakustischer Schwingungen.

[0010] Bei einem gattungsgemäßen Brenner wird die Axialsymmetrie erfindungsgemäß dadurch gestört, daß jeder der Teilkörper senkrecht zur Brennerachse einen nichtkreisförmigen Querschnitt aufweist. Die erfindungsgemäße Form des Brenners führt zu einer höheren Durchmischung und verringert die Kohärenz der Querschnittswirbel.

[0011] Bevorzugt bildet der Querschnitt jedes der Teilkörper jeweils ein Ellipsensegment, bei dem das Verhältnis von kleiner zu großer Hauptachse zwischen 1 und 0.1 liegt. Vorteilhaft ist insbesondere ein Verhältnis zwischen 0.9 und 0.5, als besonders vorteilhaft wird ein Verhältnis von etwa 0.7 angesehen.

[0012] Es kann auch zweckmäßig sein, wenn der Querschnitt der Teilkörper jeweils ein Segment einer Eikurve bildet. Eine solche Eikurve konstruiert man beispielsweise über zwei konzentrische Ellipsen, wobei die Eikurve entlang eines halben Umfangs gleichförmig von der inneren in die äußere Ellipse übergeht (Fig. 3). Weiter kann es vorteilhaft sein, wenn der Querschnitt der Teilkörper jeweils durch Geradenstücke verbundene Korbbögen bildet.

[0013] Bevorzugt nimmt der Durchflussquerschnitt des von den Teilkörpern gebildeten Innenraums entlang der Brennerachse zum Brenneraustritt hin gleichförmig zu. Im Bereich der tangentialen Lufteintrittskanäle in Längserstreckung des Brenners sind zweckmäßig zueinander beabstandete Brennstoffdüsen angeordnet.

[0014] Eine erfindungsgemäße Brechung kohärenter Strukturen durch nicht-kreisförmige, insbesondere elliptische Geometrien, läßt sich ebenso bei anderen Brennertypen anwenden. Auch eine solche Ausgestaltung einzelner Brennteile reduziert die unerwünschten thermoakustischen Schwingungen. Für eine nichtkreisförmige und insbesondere elliptische Gestaltung kommen dabei beispielsweise der Brenneraustritt, dabei Haupt- und Nebenluft, Brennstoffeindüsen, Flammhalter, Kühllöcher, Löcher zur zusätzlichen Luftein-
düsung (Verdünnungsluft) und der Eintritt und Austritt von Mischkammern in Betracht.

[0015] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und der Zeichnungen. Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen

- Fig. 1 einen Brenner nach dem Stand der Technik in perspektivischer Darstellung entsprechend aufgeschnitten;
- Fig. 2 den Brenner gemäß Figur 1, jedoch aus einer anderen Perspektive und in vereinfachter Darstellung;
- Fig. 3a eine Vordersicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brenners;
- Fig. 3b eine Vordersicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brenners;
- Fig. 4 eine Auftragung der relativen Druckamplitude gegen die Luftzahl λ für kreisförmige und elliptische Düsen;
- Fig. 5 eine logarithmische Auftragung der relativen Druckamplitude gegen die Vorheiztemperatur für kreisförmige und elliptische Düsen bei verschiedenen Leistungen;

[0016] Es sind jeweils nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0017] Die Figuren 1 und 2 zeigen einen bekannten Vormischbrenner, der aus zwei halben hohlen Teilkegelkörpern 1, 2, besteht, die versetzt zueinander angeordnet sind. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse der Teilkegelkörper 1, 2 zueinander schafft auf beiden Seiten in spiegelbildlicher Anordnung jeweils einen tangentialen Lufteintrittskanal 5, 6, durch welchen die Verbrennungsluft 7 in den Innenraum 8 des Brenners strömt. Die Teilkegelkörper 1, 2 weisen zylindrische Anfangsteile 9, 10 auf, die eine Brennstoffdüse 11 beinhalten durch die flüssiger Brennstoff 12 eingedüst wird. Weiter weisen die Teilkegelkörper 1, 2 nach Bedarf je eine Brennstoffleitung 13, 14 auf, die mit Öffnungen 15 versehen sind, durch welche gasförmiger Brennstoff 16 der durch die tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 strömenden Verbrennungsluft 7 zugemischt wird.

[0018] Brennraumseitig 17 weist der Brenner eine kragenförmige, als Verankerung für die Teilkegelkörper 1, 2 dienende Abschlußplatte 18 mit einer Anzahl von Bohrungen 19 auf, durch welche bei Bedarf Verdünnungsluft oder Kühlluft 20 dem vorderen Teil des Brennraumes bzw. dessen Wand zugeführt werden kann.

[0019] Bei der Brennstoffeindüsung kann es sich um eine luftunterstützte Düse oder um eine nach dem Druckzerstäubungsprinzip arbeitende Düse handeln. Das kegelige Spraybild wird von den tangential einströmenden Verbrennungsluftströmen 7 umschlossen. Die Konzentration des eingedüsten Brennstoffs 12 wird in Strömungsrichtung fortlaufend durch die Verbrennungsluftströme 7 abgebaut. Wird ein gasförmiger Brennstoff 16 im Bereich der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 eingebracht, beginnt die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft 7 bereits in diesem Bereich. Beim Einsatz eines flüssigen Brennstoffs 12 wird im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im Bereich der Rückströmzone 24 am Ende des Vormischbrenners die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Die Zündung des Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisches beginnt an der Spitze der Rückströmzone 24. Erst an dieser Stelle kann eine stabile Flammfront 25 entstehen.

[0020] Figuren 3a und 3b zeigen Vorderansichten von Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Brenners aus Richtung III-III von Fig. 1. Die Teilkörper 1, 2 weisen bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3a im Gegensatz zu dem kreisförmigen Querschnitt der Figuren 1 und 2 einen elliptischen Querschnitt auf. Selbstverständlich können die Teilkörper, wie etwa in Fig. 2 gezeigt, auch überlappen. Ebenso liegt das Vorhandensein von mehr als zwei Teilkörpern im Rahmen der Erfindung. Das Längenverhältnis der beiden Hauptachsen der Ellipsen beeinflusst das Ausmaß der Unterdrück-

kung der thermoakustischen Schwankungen. Obwohl jede Abänderung der Axialsymmetrie zu einer Dämpfung der Druckamplituden führt, konnte etwa bei einem Achsenverhältnis von kleiner zu großer Hauptachse von 0.7 eine stärkere Unterdrückung beobachtet werden als bei einem Verhältnis von 0.8. Als vorteilhaft wird gegenwärtig ein Verhältnis zwischen 0.9 und 0.5, insbesondere ein Verhältnis von etwa 0.7 betrachtet.

[0021] Die Axialsymmetrie kann auch durch eine nicht-elliptische Ausgestaltung der Teilkörper gestört werden. Figur 3b zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Teilkörper senkrecht zur Brennerachse im Querschnitt je ein Segment einer Eikurve bilden. Eine Eikurve ergibt sich aus zwei konzentrische Ellipsen, wobei die Eikurve entlang eines halben Umfangs gleichförmig von der inneren in die äußere Ellipse übergeht. Die zur Konstruktion benutzten Ellipsensegmente 1a, 1b und 2a, 2b sind in Fig. 3b gestrichelt eingezeichnet.

[0022] Figur 4 zeigt die Ergebnisse einer experimentellen Bestimmung der Druckschwankungen im 100 Hz Bereich bei Verwendung von konventionellen Brennern ("kreisförmige Düsen", volle Quadrate) und von Brennern gemäß eines Ausführungsbeispiels der Erfindung ("elliptische Düsen", offene Kreise) als Funktion der Luftzahl λ . Die Luftzahl λ ist ein Maß für das Verhältnis der in den Verbrennungsraum eingeführten zu der zur vollständigen Verbrennung theoretisch benötigten Luftmenge. Durch die vorliegende Erfindung konnte im besonders relevanten Bereich $1.8 \leq \lambda \leq 2.2$ die Amplitude der Druckschwingungen auf weniger als 10% des ursprünglichen Wertes reduziert werden.

[0023] Auch bei thermoakustischen Schwingungen im kHz-Bereich erweist sich die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Brenners als äußerst wirksam. Figur 5 zeigt die gemessene Druckamplitude als Funktion der Vorheiztemperatur für konventionelle Brenner (kreisförmige Düsen bei 500 kW, volle Quadrate) und zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung (elliptische Düsen bei 600 kW, offene Kreise, und elliptische Düsen bei 550 kW, offene Dreiecke). Die Amplitude der Druckschwingungen wird gegenüber den konventionellen Brennern um ein bis zwei Größenordnungen reduziert.

Bezugszeichenliste

[0024]

1,2	Teilkegelkörper
1a,1b,2a,2b	Ellipsensegmente
5,6	Lufteintrittskanal
7	Verbrennungsluft
8	Innenraum
9,10	Anfangsteile
11	Brennstoffdüse
12	flüssiger Brennstoff
13,14	Brennstoffleitung
15	Öffnungen

16	gasförmiger Brennstoff
17	Brennraumseite
18	Abschlußplatte
19	Bohrungen
20	Kühlluft
24	Rückströmzone
25	Flammfront

Patentansprüche

1. Brenner zum Betrieb eines Aggregats zur Erzeugung eines Heißgases, wobei der Brenner im wesentlichen aus mindestens zwei hohlen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (1, 2) besteht,

deren Mittelachsen zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, daß benachbarte Wandungen der Teilkörper (1, 2) tangentiale Luftertrittskanäle (5, 6) für die Einstromung von Verbrennungsluft (7) in einen von den Teilkörpern (1, 2) vorgegebenen Innenraum (8) bilden, und wobei der Brenner zumindest eine Brennstoffdüse (11) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, daß sich jeder der ineinandergeschachtelten Teilkörper (1, 2) kegelartig entlang der Brennerachse zum Brenneraustritt (17) hin aufweitet und daß jeder der Teilkörper (1, 2) senkrecht zur Brennerachse einen nichtkreisförmigen Querschnitt aufweist.

2. Brenner nach Anspruch 1,

bei dem der Querschnitt der Teilkörper (1, 2) jeweils ein Ellipsensegment bildet, bei dem das Verhältnis von kleiner zu großer Hauptachse zwischen 1 und 0.1, bevorzugt zwischen 0.9 und 0.5, besonders bevorzugt bei etwa 0.7 liegt.

3. Brenner nach Anspruch 1,

bei dem der Querschnitt der Teilkörper (1, 2) jeweils ein Segment einer Eikurve bildet.

4. Brenner nach Anspruch 1,

bei dem der Querschnitt der Teilkörper (1, 2) jeweils durch Geradenstücke verbundene Korbbögen bildet.

5. Brenner nach einem der vorigen Ansprüche,

bei dem der Durchflussquerschnitt des von den Teilkörpern (1, 2) gebildeten Innenraums (8) entlang der Brennerachse zum Brenneraustritt (17) hin gleichförmig zunimmt.

6. Brenner nach einem der vorigen Ansprüche,

bei dem im Bereich der tangentialen Lufteintrittskanäle (5, 6) in Längserstreckung des Brenners zueinander beabstandete Brennstoffdüsen (15) angeordnet sind. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

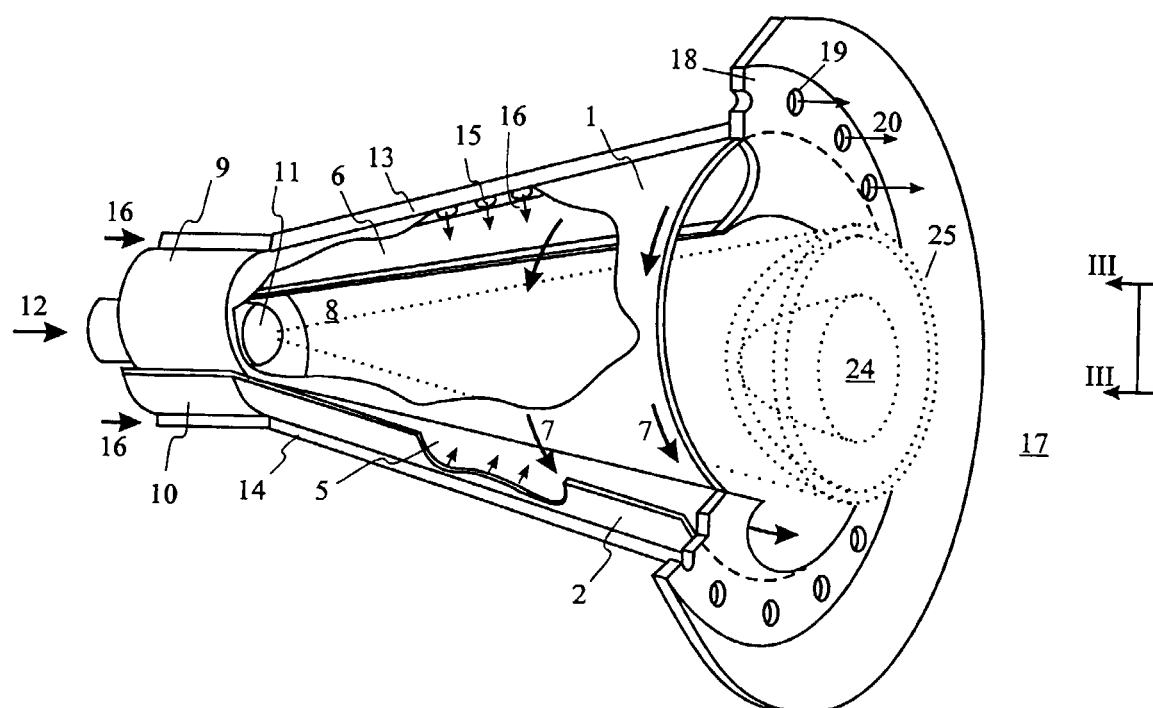


Fig. 1

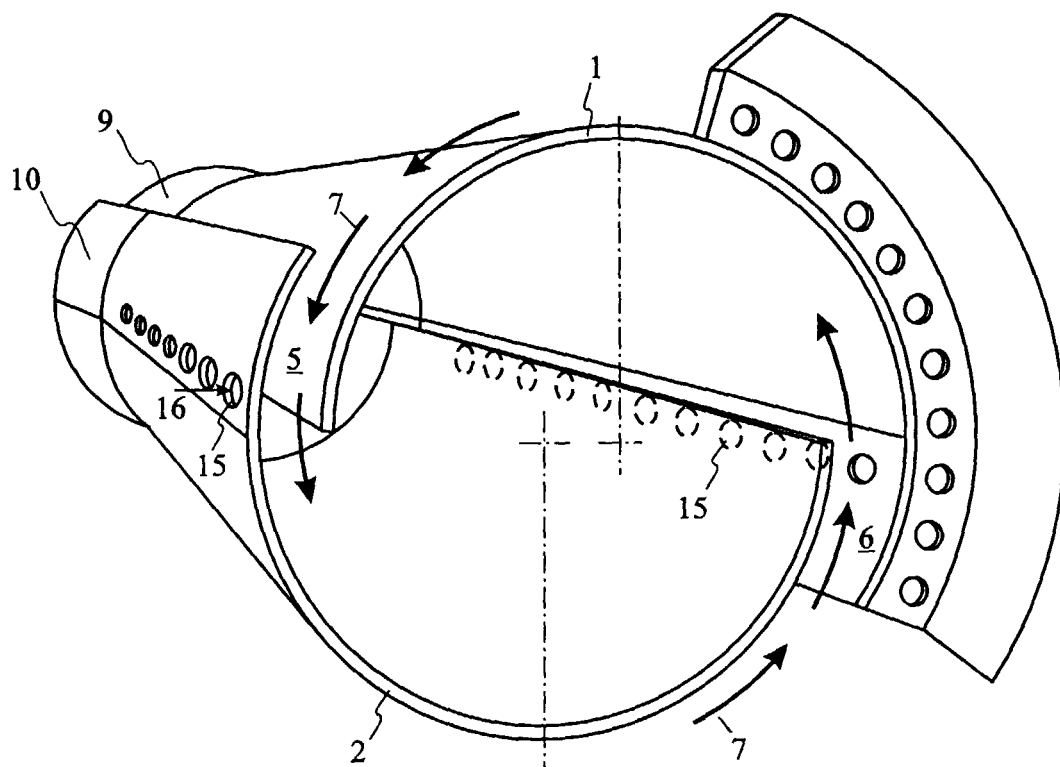


Fig. 2

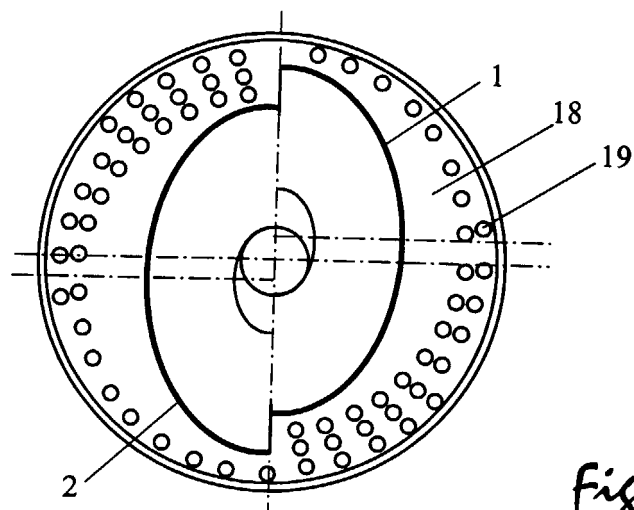


Fig. 3a

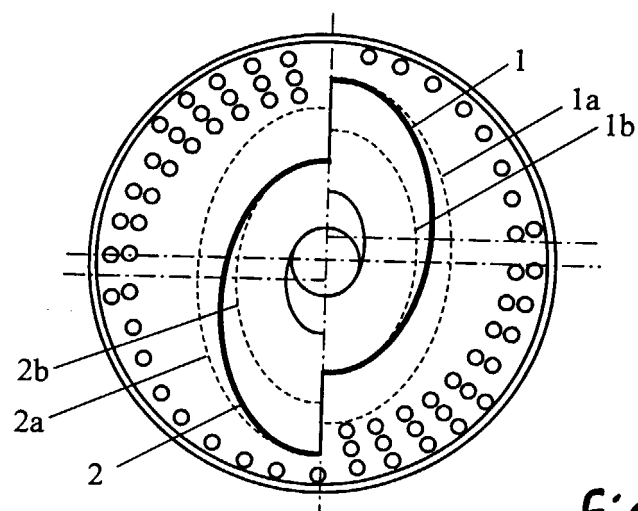


Fig. 3b

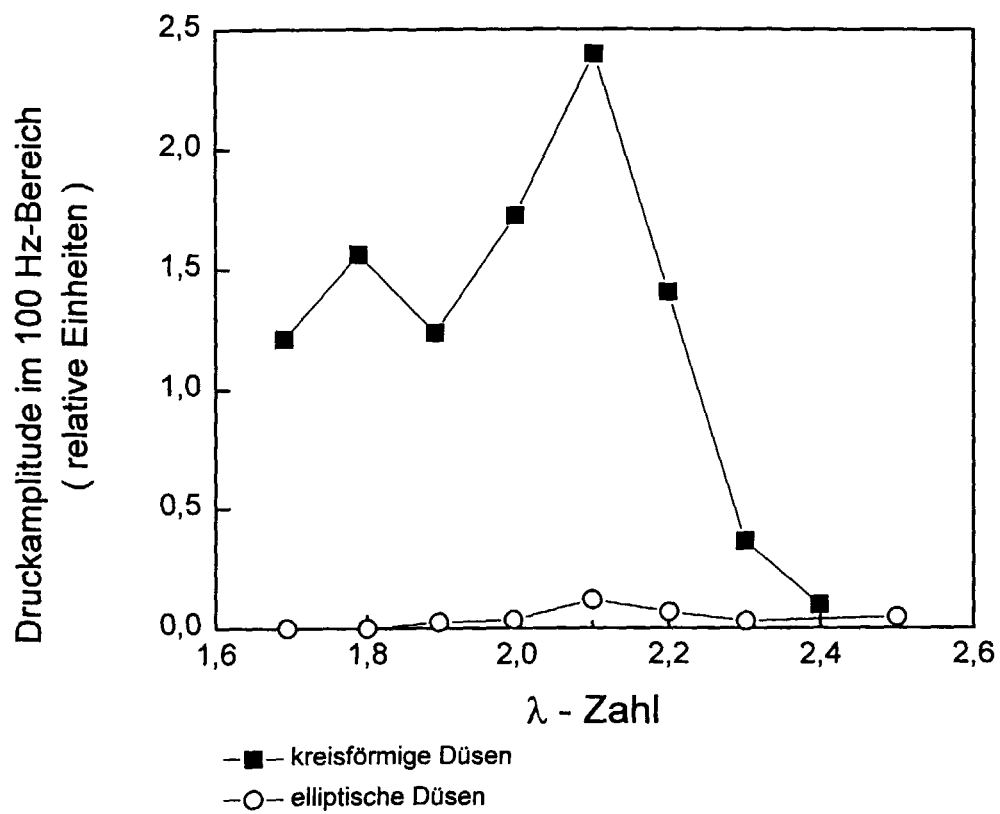


Fig. 4

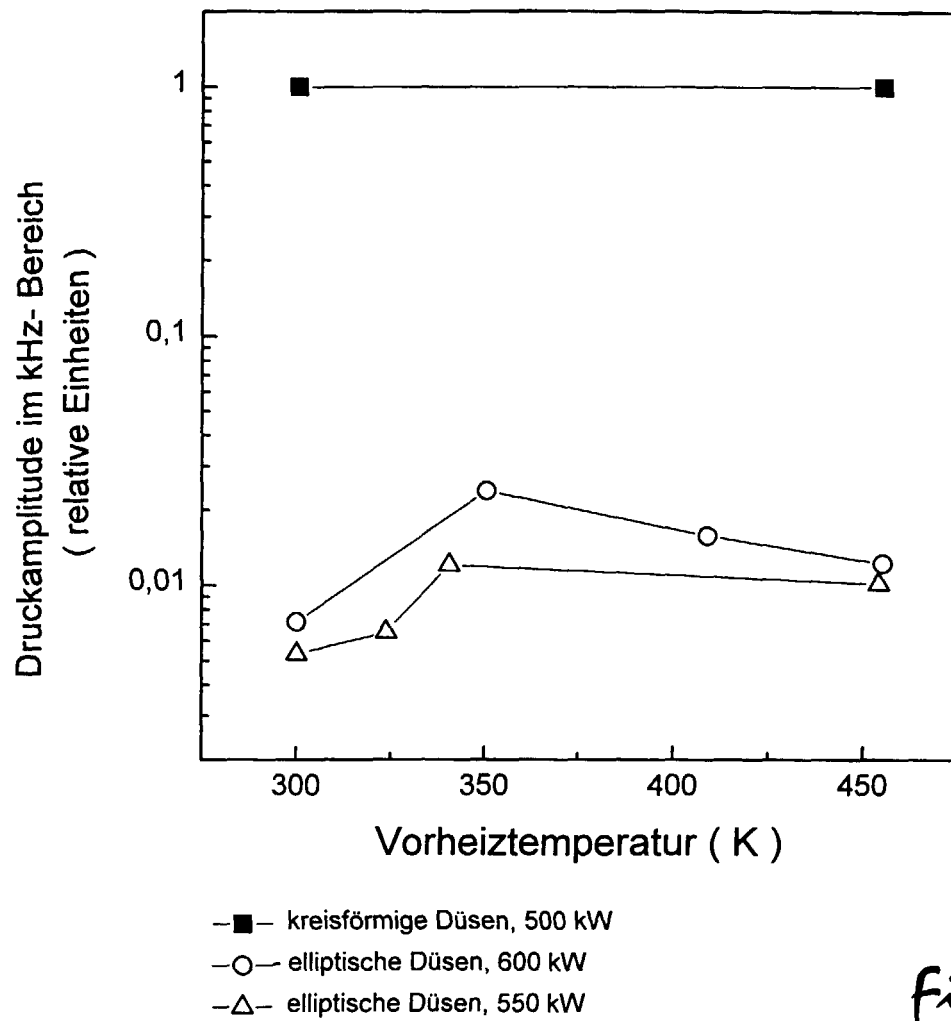


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0902

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 851 176 A (ABB RESEARCH LTD) 1. Juli 1998 * Ansprüche 1-6; Abbildungen 1,2 * ---	1,5,6	F23C7/00 F23D17/00 F23D14/02 F23D11/40
A	EP 0 433 790 A (ASEA BROWN BOVERI) 26. Juni 1991 * Seite 2, Zeile 6 - Zeile 25 * * Seite 2, Zeile 42 - Zeile 53 * * Seite 3, Zeile 21 - Zeile 40 * * Abbildung 1 * ---	1,5,6	
A	EP 0 849 531 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 24. Juni 1998 -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F23C F23D F23M
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		29. Januar 1999	
		Prüfer	
		Phoa, Y	
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P4/C03)

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

EP 98 81 0902

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.

29-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0851176 A	01-07-1998	DE 19654741 A	02-07-1998
EP 0433790 A	26-06-1991	CH 680467 A	31-08-1992
		AT 119650 T	15-03-1995
		CA 2032562 A	23-06-1991
		DE 59008639 D	13-04-1995
		JP 4136606 A	11-05-1992
		RU 2011117 C	15-04-1994
		US 5169302 A	08-12-1992
EP 0849531 A	24-06-1998	CA 2225376 A	20-06-1998
		CN 1190717 A	19-08-1998
		JP 10196954 A	31-07-1998

EPO FORM P0461

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