



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 002 992 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.05.2000 Patentblatt 2000/21

(51) Int Cl.7: **F23C 7/00**

(21) Anmeldenummer: **98811144.9**

(22) Anmeldetag: **18.11.1998**

(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

- **Weisenstein, Wolfgang**
5453 Remetschwil (CH)
- **Gutmark, Ephraim, Prof.**
Baton Rouge, CA 70810 (US)
- **Döbbeling, Klaus, Dr.**
5210 Windisch (CH)

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

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

(72) Erfinder:
• **Paschereit, Christian Oliver, Dr.**
5400 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 Einstromung von Verbrennungsluft (7) in einen von den Teilkörpern (1, 2)

vorgegebenen Innenraum (8) bilden. Der Brenner weist zumindest eine Brennstoffdüse (11) auf. Zur Kontrolle von Strömungsinstabilitäten im Brenner weist die Innenseite des Brenneraustritts (17) entlang des Umfangs des Brenneraustritts (17) eine Mehrzahl von Düsen (32) zum Einbringen axialer Wirbelstärke in die Strömung auf, wobei die Düsen (32) zur Eindüsung von Luft (34) unter einem Winkel zur Strömungsrichtung (30) angeordnet sind.

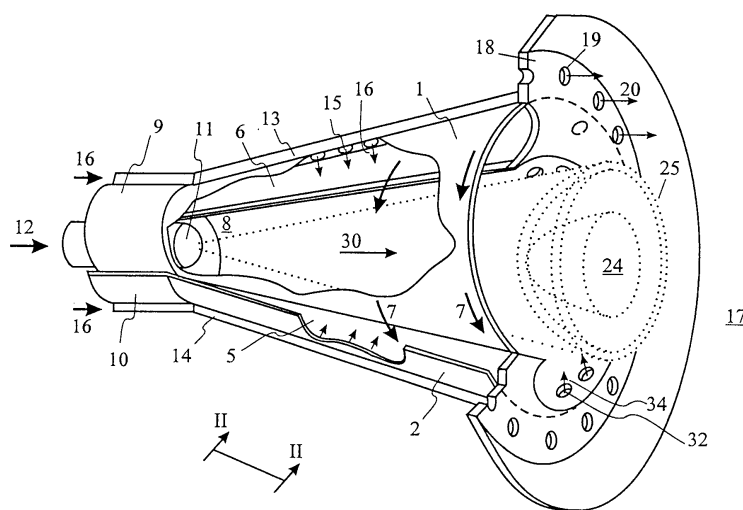


Fig. 1

EP 1 002 992 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 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 Brennkammerschwingungen erreichen. Eine solche Lösung erfordert allerdings den Anbau zusätzlicher Elemente im Bereich der Brennkammer.

[0006] Desgleichen eignet sich die Modulierung des Brennstoffmassenstroms. Hierbei wird Brennstoff phasenverschoben zu gemessenen Signalen in der Brennkammer (beispielsweise dem Druck) in den Brenner eingedüst, so daß bei einem Druckminimum zusätzlich Wärme freigesetzt wird. Dadurch wird die Amplitude der Druckschwingungen reduziert.

Darstellung der Erfindung

[0007] 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.

[0008] 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, die Ausbildung von kohärenten Wirbelstrukturen zu stören um dadurch die periodische Wärmefreisetzungsschwankung und damit die Amplitude der thermoakustischen Schwankungen zu reduzieren.

[0009] 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 tangentiale Lufteintrittskanäle für die Einströmung von Verbrennungsluft in einen von den Teilkörpern vorgegebenen Innenraum bilden. Der Brenner weist zumindest eine Brennstoffdüse auf. Zur Kontrolle von Strömungsinstabilitäten im Brenner weist die Innenseite des Brenneraustritts entlang des Umfangs des Brenneraustritts eine Mehrzahl von Düsen zum Einbringen axialer Wirbelstärke in die Strömung auf, wobei die Düsen zur Eindüsung von Luft unter einem Winkel zur Strömungsrichtung angeordnet sind.

[0010] Die Erfindung beruht also auf dem Gedanken, die Ausbildung kohärenter Wirbelstrukturen durch das Einbringen von Wirbelstärke in axialer Richtung zu stören. Bei einem gattungsgemäßen Brenner wird die Wirbelstärke erfindungsgemäß dadurch eingebracht, daß über eine Mehrzahl von Düsen Luft unter einem Winkel zur Strömungsrichtung eingedüst wird. Diese Düsen sind dabei möglichst dicht am Brenneraustritt angebracht um ihre Wirkung möglichst voll entfalten zu können.

[0011] Die relative Lage von Strömungsrichtung und Eindüsungsrichtung der Luft kann durch zwei Winkel φ , α vollständig beschrieben werden (Figuren 2,3). φ stellt dabei den Winkel zwischen der Eindüsungsrichtung der Luft und einer Ebene senkrecht zur Strömungsrichtung dar, α den Winkel zwischen der Eindüsungsrichtung der Luft und der radial zur Mittelachse weisenden Richtung. Die Düsen sind vorteilhaft so angeordnet, daß φ zwischen -45° und $+45^\circ$, bevorzugt zwischen -20° und $+20^\circ$, besonders bevorzugt bei etwa 0° liegt. α liegt vorteilhaft zwischen -45° und $+45^\circ$, bevorzugt zwischen -20° und $+20^\circ$, besonders bevorzugt bei etwa 0° . In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind φ und α jeweils etwa 0° , die Eindüsung der Luft erfolgt also in einer Ebene senkrecht zur Strömungsrichtung radial zur Mittelachse nach innen.

[0012] Der Querschnitt der Düsen ist beliebig, bevorzugt ist jedoch ein elliptischer, insbesondere eine kreisförmiger Querschnitt. Mit Vorteil können die Düsen entlang des Umfangs des Brenneraustritts nicht nur in ei-

ner, sondern in mehreren Reihen angeordnet sein.

[0013] Die Strömungsinstabilitäten im Brenner weisen zumeist eine dominante Mode auf. Die Dämpfung dieser dominanten Mode ist für die Unterdrückung thermoakustischer Schwingungen vordringlich. Die Wellenlänge λ der dominanten Mode der Instabilität ergibt sich aus ihrer Frequenz f und der Konvektionsgeschwindigkeit u_c über $\lambda = u_c/f$. Die relevanten Frequenzen liegen zwischen einigen 10 Hz und einigen kHz. Die Konvektionsgeschwindigkeit hängt vom Brenner ab und beträgt typischerweise einige 10 m/s, beispielsweise 30 m/s.

[0014] Es wurde nun gefunden, daß die dominante Mode besonders wirkungsvoll unterdrückt wird, wenn die Abstände s benachbarter Düsen entlang des Umfangs des Brenneraustritts kleiner oder etwa gleich der halben Wellenlänge der dominanten Mode sind, also $s \leq \lambda/2$.

[0015] Weiter wurde gefunden eine besonders wirkungsvolle Unterdrückung gefunden, wenn der größte Durchmesser D der Düsen größer als etwa ein Viertel der Grenzschichtdicke δ im Bereich der Düsen ist. Im Fall elliptischer Düsen ist der größte Durchmesser die doppelte große Halbachse, im Fall kreisförmiger Düsen der doppelte Radius. Die Grenzschichtdicke beträgt für eine typischen Brenner etwa 1 mm.

[0016] Ferner hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der größte Durchmesser D der Düsen kleiner als etwa ein Fünftel des Abstands s benachbarter Düsen ist. Obwohl eine signifikante Unterdrückung der thermoakustischen Schwingungen bereits bei der Erfüllung einer der drei genannten Bedingungen erreicht wird, erfüllt eine besonders bevorzugte Ausführungsform alle Bedingungen zugleich.

[0017] Falls die Randbedingungen wie etwa der vorhandene Luftmassenstrom oder das zur Verfügung stehende Platzangebot es erfordern, können die Abstände und die Durchmesser der Düsen jedoch auch an diese Randbedingungen angepaßt werden.

[0018] Das erfindungsgemäße Einbringen von Wirbelstärke in axialer Richtung zur Störung kohärenter Wirbelstrukturen durch das Eindüsen von Luft unter einem Winkel zur Strömungsrichtung läßt sich nicht nur bei dem hier beschriebenen Doppelkegelbrenner, sondern ebenso bei anderen Brennertypen anwenden.

[0019] 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. Es sind jeweils nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Dabei zeigt

von Fig. 1;

Fig. 3 eine schematische Vorderansicht eines erfindungsgemäßen Brenners aus Richtung III-III von Fig. 2;

Fig. 4 eine Vorderansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brenners;

10 Wege zur Ausführung der Erfindung

[0020] Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Brenner, 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.

[0021] Brennraumseitig 17 weist der Brenner eine kragenförmige, als Verankerung für die Teilkegelkörper 1, 2 dienende Frontplatte 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.

[0022] 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 30 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 Flammenfront 25 entstehen.

[0023] An der Innenseite des Brenneraustritts 17 ist eine Mehrzahl von Düsen 32 mit kreisförmigen Querschnitt angeordnet. Durch die Düsen 32 wird Luft 34 rechtwinklig zur Strömungsrichtung 30 in einer Ebene senkrecht zur Strömungsrichtung eingedüst. Figuren 2 und 3 zeigen die Definitionen der Winkel φ und α , durch

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brenners in perspektivischer Darstellung entsprechend aufgeschnitten;

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Brenners aus Richtung II-II

die die relative Lage der Strömungsrichtung und der Eindüsungsrichtung vollständig beschrieben werden kann.. Dabei stellt φ den Winkel zwischen der Eindüsungsrichtung der Luft und einer Ebene senkrecht zur Strömungsrichtung dar und α den Winkel zwischen der Eindüsungsrichtung der Luft und der radial zur Mittelachse nach innen weisenden Richtung. Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brenners, bei dem φ und α jeweils etwa 0° betragen. Die Strömungsrichtung der aus den in Fig. 4 nicht gezeigten Düsen 32 austretenden Störluft 34 weist in diesem Ausführungsbeispiel radial nach innen.

Bezugszeichenliste

[0024]

1,2	Teilkegelkörper
5,6	Lufteintrittskanal
7	Verbrennungsluft
8	Innenraum
9,10	zylindrische Anfangsteile
11	Brennstoffdüse
12	flüssiger Brennstoff
13,14	Brennstoffleitung
15	Öffnungen
16	gasförmiger Brennstoff
17	Brennraum
18	Frontplatte
19	Bohrungen
20	Kühlluft
24	Rückströmzone
25	Flammenfront
30	Strömungsrichtung
32	Öffnungen für Störluft
34	Störluft

Patentansprüche

1. Brenner zum Betrieb eines Aggregats zur Erzeugung eines Heißgases, wobei der Brenner im wesentlichen aus mindestens zwei hohlen, in Strömungsrichtung (30) ineinandergeschachtelten Teilkörpern (1, 2) besteht, deren Mittelachsen zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, daß benachbarte Wandungen der Teilkörper (1, 2) tangential Luft-eintrittskanäle (5, 6) für die Einströmung 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
zur Kontrolle von Strömungsinstabilitäten im Brenner die Innenseite des Brenneraustritts (17) entlang des Umfangs des Brenneraustritts (17) eine Mehrzahl von Düsen (32) zum Einbringen axialer Wirbelstärke in die Strömung aufweist, wobei die Düsen

(32) zur Eindüsung von Luft (34) unter einem Winkel zur Strömungsrichtung (30) angeordnet sind.

2. Brenner nach Anspruch 1, bei dem der Querschnitt der Düsen (32) elliptisch, bevorzugt kreisförmig ist.
3. Brenner nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem der Winkel zwischen der Strömungsrichtung (30) und der Eindüsungsrichtung der Luft (34) durch Winkel (φ , α) gegeben ist, wobei φ den Winkel zwischen der Eindüsungsrichtung der Luft (34) und einer Ebene senkrecht zur Strömungsrichtung darstellt, α den Winkel zwischen der Eindüsungsrichtung der Luft (34) und der radial zur jeweiligen Mittelachse nach innen weisenden Richtung darstellt, und die Düsen (32) so angeordnet sind, daß

φ zwischen -45° und $+45^\circ$, bevorzugt zwischen -20° und $+20^\circ$, besonders bevorzugt bei etwa 0° liegt, und
 α zwischen -45° und $+45^\circ$, bevorzugt zwischen -20° und $+20^\circ$, besonders bevorzugt bei etwa 0° liegt.

4. Brenner nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem die Düsen (32) entlang des Umfangs des Brenneraustritts (17) in mehreren Reihen angeordnet sind.
5. Brenner nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem die Strömungsinstabilitäten eine dominante Mode aufweisen und die Abstände s benachbarter Düsen (32) entlang des Umfangs des Brenneraustritts (17) kleiner oder etwa gleich der halben Wellenlänge der dominanten Mode sind.
6. Brenner nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem der größte Durchmesser D der Düsen (32) größer als etwa ein Viertel der Grenzschichtdicke δ im Bereich der Düsen (32) ist.
7. Brenner nach einem der vorigen Ansprüche, bei dem der größte Durchmesser D der Düsen (32) kleiner als etwa ein Fünftel des Abstands s benachbarter Düsen (32) ist.

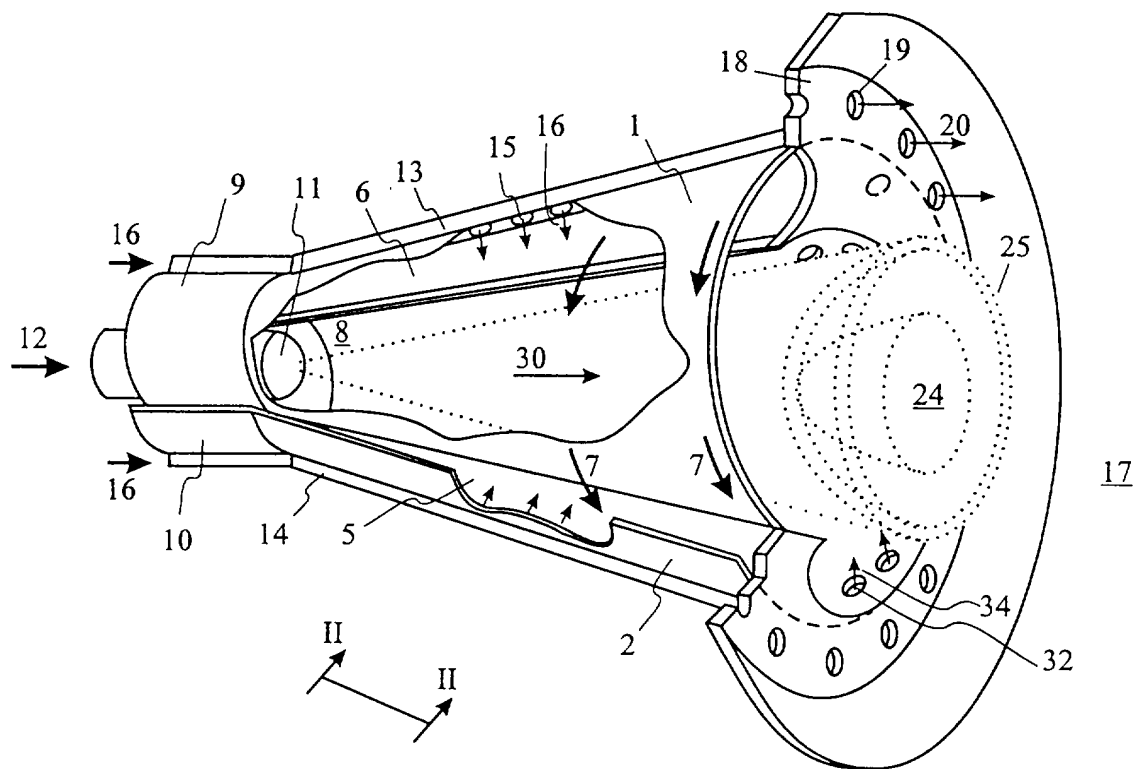


Fig. 1

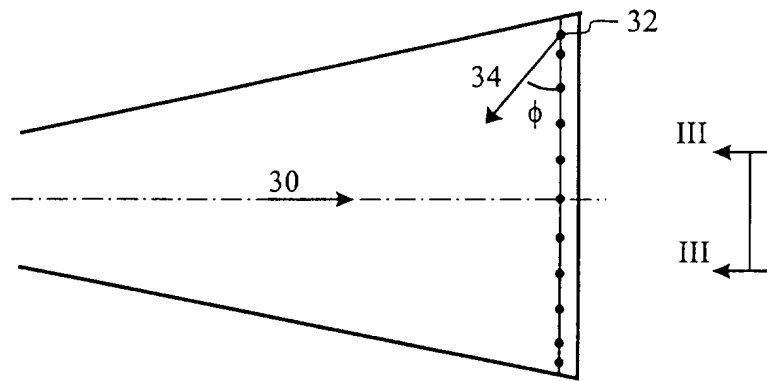


Fig. 2

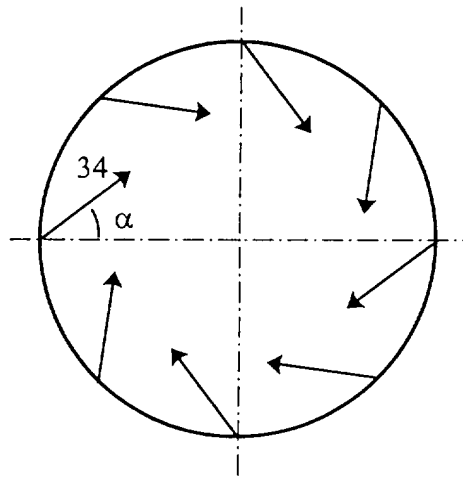


Fig. 3

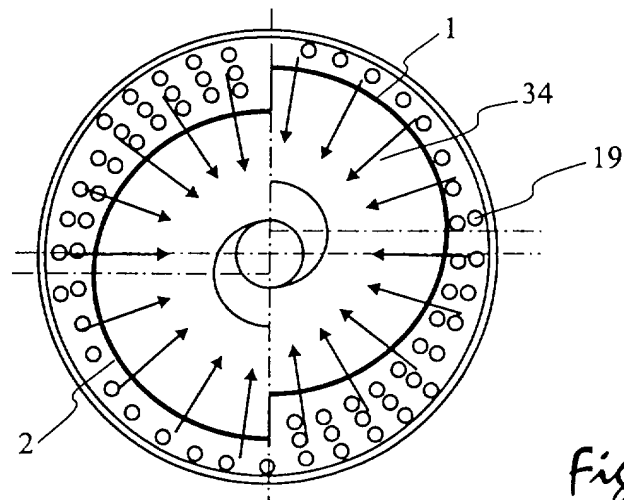


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 1144

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 3 879 939 A (MARKOWSKI STANLEY J) 29. April 1975 * Spalte 2, Zeile 62 - Spalte 3, Zeile 16 * * Spalte 14, Zeile 25 - Zeile 38 * * Spalte 15, Zeile 1 - Zeile 9; Abbildungen 1,2,34 * ---	1	F23C7/00
A	US 4 257 224 A (WYGNANSKI ISRAEL ET AL) 24. März 1981 * Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 48 * * Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 27 * ---	1	
A	US 5 169 302 A (KELLER JAKOB) 8. Dezember 1992 * das ganze Dokument * ---	1	
A	EP 0 866 268 A (ABB RESEARCH LTD) 23. September 1998 * das ganze Dokument * ---	1	
A	US 5 375 995 A (KNOEPFEL HANS P ET AL) 27. Dezember 1994 * das ganze Dokument * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F23C F23M
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 6. April 1999	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 (P04C03)

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

EP 98 81 1144

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.

06-04-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3879939 A	29-04-1975	KEINE	
US 4257224 A	24-03-1981	DE 2832798 A GB 2001859 A,B	22-02-1979 14-02-1979
US 5169302 A	08-12-1992	CH 680467 A AT 119650 T CA 2032562 A DE 59008639 D EP 0433790 A JP 4136606 A RU 2011117 C	31-08-1992 15-03-1995 23-06-1991 13-04-1995 26-06-1991 11-05-1992 15-04-1994
EP 0866268 A	23-09-1998	KEINE	
US 5375995 A	27-12-1994	DE 4304213 A DE 59402785 D EP 0610722 A JP 6241423 A	18-08-1994 26-06-1997 17-08-1994 30-08-1994

EPO FORM P0461

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