(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 252 315**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **87108265.7**

(22) Anmeldetag: **08.06.87**

(51) Int. Cl.4: **F23C 3/00** , F23C 6/04 , F23C 7/02

(30) Priorität: **08.07.86 CH 2748/86**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **13.01.88 Patentblatt 88/02**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **CH DE GB LI NL SE**

(71) Anmelder: **BBC Brown Boveri Aktiengesellschaft**

CH-5401 Baden(CH)

(72) Erfinder: **Keller, Jakob, Dr.**
Plattenstrasse 8
CH-5705 Dottikon(CH)

(54) Brennkammereinrichtung mit einer Vorbrennkammer für unterstöchiometrische Verbrennung.

(57) Die Vorbrennkammer (1), in der flüssiger Brennstoff unterstöchiometrisch verbrannt wird, ist einer Nachbrennkammer (16) vorgeschaltet, in der überstöchiometrisch die vollständige Verbrennung erfolgt. Die unterstöchiometrische Verbrennungsluftmenge (11) für die Vorbrennkammer (2) wird wandnah vom Austrittskanal (3) aus nach oben in das Gehäuse (2) eingeblasen, dessen Axialschnitt herzförmig ist. Die Einspritzdüsen (7) für den Brennstoff sind so angeordnet, dass die Brennstoffstrahlen (8) die wandnahe Verbrennungsluftschicht gegen das durch den Austrittskanal (3) in die Nachbrennkammer (16) überströmende, teilverbrannte Brenngemisch abschirmen. Am Ende des Austrittskanals (3) wird dem teilverbrannten BrennGemisch die für eine vollständige Verbrennung in der Nachbrennkammer (16) erforderliche Zusatzluftmenge zugemischt.

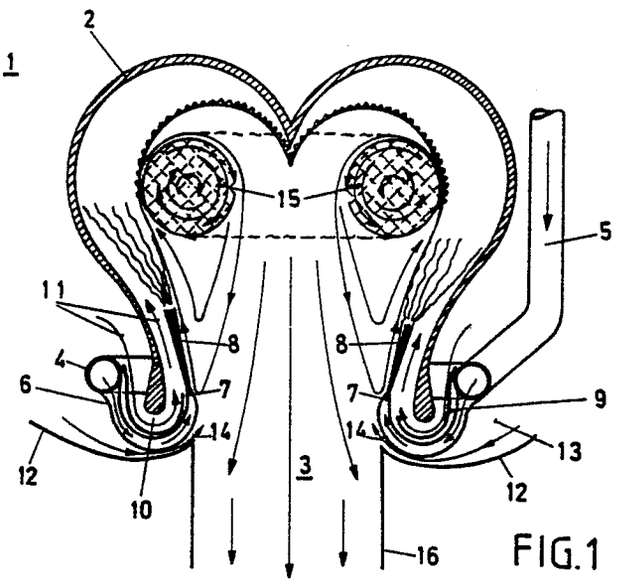


FIG.1

EP 0 252 315 A1

Brennkammereinrichtung mit einer Vorbrennkammer für unterstöchiometrische Verbrennung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkammereinrichtung mit einer Vorbrennkammer für unterstöchiometrische Verbrennung, wobei das in einem Gehäuse der Vorbrennkammer unvollständig verbrannte Brenngemisch in einer Nachbrennkammer mit grossem Luftüberschuss vollständig verbrannt wird.

Stand der Technik

Bei hohen Temperaturen ablaufende Verbrennungsvorgänge verursachen unzulässig hohe N O_x-Emissionen, deren Vermeidung bzw. Verringerung heutzutage aus Gründen des Umweltschutzes in gewissen Ländern behördlicherseits vorgeschrieben wird. Davon betroffen sind hauptsächlich industrielle Feuerungsanlagen und insbesondere auch Gasturbinen. Für letztere sind bei Gasfeuerungen daher Vormischbrenner entwickelt worden. Diese Technik der Vormischverbrennung ist die aussichtsreichste Methode für eine namhafte Verringerung der NO_x-Bildung bei gasförmigen Brennstoffen.

Für flüssige Brennstoffe ist diese Technik wegen der kurzen Zündverzugszeiten - bei hohem Druck tritt eine Dieselzündung auf - praktisch nicht anwendbar. Für eine schadstoffarme Verbrennung flüssiger Brennstoffe mussten daher andere Möglichkeiten gefunden werden. Ein aussichtsreiches Verfahren scheint darin zu bestehen, dass man die Verbrennung in zwei Phasen ablaufen lässt. Bei dieser sogenannten Zweistufenverbrennung wird der Brennstoff in einer Vorbrennkammer bei unterstöchiometrischen Gemischbedingungen vorverbrannt, z.B. bei einer Luftzahl $\lambda = 0{,}7$. Bei einer solchen, stark unterstöchiometrischen Verbrennung entsteht nur sehr wenig NO_x, wogegen bei einem annähernd stöchiometrischen Gemisch, d.h., mit λ in der Nähe von 1, sehr viel NO_x gebildet wird. Bei Verbrennungsvorgängen mit $\lambda > > 1$, also mit grossem Luftüberschuss und entsprechend kühler Flamme, entsteht ebenfalls nur wenig NO_x.

Die bei der Bildung von NO_x beteiligten Reaktionen laufen relativ langsam ab, so dass eine hohe Produktionsrate von NO_x, die bei $\lambda = 1$ auftritt, durch sehr rasche Zumischung von Luft in das am Ende der Vorbrennkammer ausströmende Gemisch aus Verbrennungsgasen und noch unverbranntem Brennstoff vermieden werden kann. Das dadurch gebildete überstöchiometrische Brennstoff/Luft-Gemisch mit $\lambda > > 1$ wird dann in einer zweiten Brennkammer nachverbrannt. Die damit angestrebte Reduktion der NO_x-Bildung durch eine solche zweistufige Verbrennung hat sich experimentell bestätigt, siehe hiezu den Aufsatz von R.E.Johns "Gasturbine Engines Emissions-Problems, Progress and Future" in der Zeitschrift "Progr. Energy Combust. Sci.", Vol. IV, 1978, pp. 73-113. Bei der praktischen Anwendung dieser Idee tritt jedoch die Schwierigkeit auf, dass die Vorverbrennung extrem hohe Temperaturen mit entsprechend sehr hoher Erhitzung der Vorbrennkammerwände erzeugt. Die bei normalen Brennkammern üblichen Kühlmethoden, wie Filmkühlung und Konvektionskühlung, sind für solche Vorbrennkammern ungeeignet, weil die dabei in das Brenngemisch gelangende Kühlluft die Luftzahl in den nahestöchiometrischen Bereich bringt, was wiederum zu stärkerer NO_x -Bildung führt, die ja aber durch die unvollständige Vorverbrennung verringert werden soll.

Darstellung der Erfindung

Mit der vorliegenden Erfindung soll dieser Nachteil vermieden werden, indem durch eine spezielle Gestaltung der Vorbrennkammer durch eine Luft-und Brennstoffschicht eine Abschirmung ihrer Wandung gegenüber dem entzündeten Brenngemisch erreicht und dadurch die Temperatur in Wandnähe auf Werte reduziert wird, die für den Werkstoff der Brennkammerwände zulässig sind.

Die erfindungsgemässe Vorbrennkammer für unterstöchiometrische Verbrennung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse der Vorbrennkammer im wesentlichen ein Rotationskörper ist, der durch Drehung einer herzförmigen Erzeugenden mit abgeschnittener Spitze um ihre Symmetrieachse oder um eine zu dieser Symmetrieachse parallele und ausserhalb der Erzeugenden liegende Drehachse gebildet wird, wobei sich durch das Abschneiden der Herzspitze bei der Drehung der Erzeugenden ein kreiszylindrischer oder kreisringzylindrischer Austrittskanal ergibt, dass ein sich über die Berandung dieses Austrittskanals erstreckender Verbrennungsluftkanal vorhanden ist, dessen Austrittsöffnungen längs der genannten Berandung des Austrittskanals so angeordnet sind, dass die Verbrennungsluft im Randbereich des Austrittskanals tangential zur inneren Begrenzung des Gehäuses in dieses einströmen kann, dass Einspritzdüsen für einen flüssigen Brennstoff vorhanden sind, wobei die Achsen der Düsen derart orientiert sind, dass die Brennstoffstrahlen die in das Gehäuse einströmende Verbrennungsluft ge-

genüber dem entzündeten Brenngemisch abschirmt, und dass Mittel zur Zufuhr von Zusatzluft in das vorverbrannte Brenngemisch nach dessen Austritt aus dem Austrittskanal vorhanden sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform einer solchen Brennkammereinrichtung sind die Einspritzdüsen am Ende von Einspritzleitungen angeordnet, welche von einer den Austrittskanal umgebenden Brennstoffringleitung abzweigen und unmittelbar radial einwärts der Austrittsöffnung des Verbrennungsluftkanals in das Gehäuse einmünden, wobei die Achsen der Einspritzdüsen im wesentlichen parallel zur Tangente an den jeweils benachbarten Wandteil des Gehäuses gerichtet sind, und wobei für die Zufuhr von Zusatzluft ein am Ende des Austrittskanals angeordneter, ringförmiger Zusatzluftkanal vorhanden ist.

Bei einer baulich einfacheren Ausführung sind die Einspritzdüsen am Ende einer Brennstoffleitung angeordnet, die koaxial zur Symmetrieachse des Gehäuses in dieses einmündet, wobei die Achsen der Einspritzdüsen so gerichtet sind, dass die Brennstoffstrahlen die in das Gehäuse eingeblasene Verbrennungsluft gegenüber dem entzündeten Brenngemisch abschirmen, und wobei die Zusatzluft der für die Nachbrennkammer bestimmten Verbrennungsluft entnommen wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden wird die Erfindung anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Vorbrennkammer mit einer am Austrittskanal angeordneten Ringleitung für die Brennstoffzuführung, und die

Fig. 2 ebenfalls schematisch eine erfindungsgemässe Brennkammereinrichtung mit einer Vorbrennkammer mit zentraler Brennstoffeinspritzung und einer für Gasbetrieb eingerichteten Nachbrennkammer.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Das Gehäuse 2 der in Fig. 1 schematisch dargestellten Vorbrennkammer 1 zeigt in einem durch die Drehachse des Rotationskörpers gelegten Axialschnitt die Form eines Herzens mit abgeschnittener Spitze. An deren Stelle endet das Gehäuse in einem Austrittskanal 3 für das im Gehäuse 2 erzeugte, unvollständig verbrannte Brenngemisch.

Im unteren Teil des Gehäuses 2 ist mit einem Abstand zu demselben eine Brennstoffringleitung 4 für den flüssigen Brennstoff vorgesehen. Dieser gelangt aus einem nicht dargestellten Brennstofftank über eine Zuführleitung 5 in die Ringleitung 4. Von dieser Ringleitung zweigt eine Anzahl gleichmässig über den Umfang verteilter, hakenförmig gekrümmter Einspritzleitungen 6 ab, die innerhalb des Austrittskanals 3 in Einspritzdüsen 7 enden, aus denen Brennstoffstrahlen 8 annähernd parallel zur Innenfläche des Gehäuses 2 austreten. Radial einwärts der Einspritzleitungen 6 befindet sich ein als Rotations körper ausgebildetes Leitblech 9, das zusammen mit der Aussenfläche des Gehäuses 2 in dessen unterem Teil einen ringförmigen Verbrennungsluftkanal 10 begrenzt. Die Strömungspfeile 11 versinnbildlichen die Verbrennungsluft, die im Kanal 10 vorgewärmt wird und nach einer Umlenkung am unteren Ende des Gehäuses 2 innerhalb desselben etwa parallel zur Gehäusewand nach oben strömt und sich mit dem Brennstoffstrahl 8 vermischt.

Ein weiteres rotationssymmetrisches Leitblech 12, das die Einspritzleitungen 6 umschliesst, begrenzt mit dem erstgenannten Leitblech 9 einen ringförmigen Zusatzluftkanal 13, durch den dem vorverbrannten Brenngemisch im Bereich des Austrittskanals 3 Luft, dargestellt durch die Strömungspfeile 14, in überstöchiometrischem Verhältnis zugemischt wird. Dieses Gemisch gelangt dann in einer Nachbrennkammer 16, von der ein Teil des Gehäuses dargestellt ist, zur vollständigen Verbrennung.

Der Mechanismus der Abschirmung der Wand des Gehäuses 2 gegen die hohen Verbrennungstemperaturen, die bei der unterstöchiometrischen Vorverbrennung auftreten, beruht auf der über den ganzen inneren Umfang des Gehäuses 2 stattfindenden, tangentialen Einblasung der Verbrennungsluft, die einen Wirbelring erzeugt mit einem torusförmigen Wirbelkern 15, dessen Querschnitt in Fig. 1 durch die beiden Kreise mit strichlierter Doppelschraffur symbolisiert wird. Dieser Wirbelkern enthält bei gezündetem Brennstoff sehr heisse Gase, wobei die Zentrifugalwirkung eine Schichtung der Verbrennungsgase von unterschiedlicher Temperatur bzw. Dichte verursacht, die sich nur sehr langsam von innen nach aussen ausgleichen können. Ein solcher Ausgleich der Temperatur bzw. Dichte von innen nach aussen wird jedoch im stationären Betrieb durch das ständig nachgelieferte Brennstoff/Luft-Gemisch unterdrückt. Es findet also eine stationäre Selbstabschirmung statt, die den Gehäusewerkstoff vor unzulässiger Ueberhitzung schützt. Der Wirbelkern 15 wirkt im stationären Betrieb auch als Zündquelle, durch die das unterstöchiometrische Brennstoff/Luft-Gemisch entflammt wird. Durch Brennstoffeinspritzung radial einwärts der wandnahen Verbrennungsluftschicht wird diese etwa bis zur unteren Hälfte des Gehäuses 2 vom Kern des unvollständig verbrannten Brenngemisches isoliert,

so dass letzteres nicht mit Luft aus der wandnahen Schicht weiterbrennen kann und erst nach Zumischung von Zusatzluft aus dem Zusatzluftkanal 13 wieder zündfähig wird, wodurch es in der Nachbrennkammer 16 vollständig verbrannt werden kann.

Die Geschwindigkeit der Lufteinblasung in die Vorbrennkammer 1 soll wesentlich höher sein als die Flammenausbreitungsgeschwindigkeit, was eine spiralförmige Flammenfront erzeugt, die im Idealfall nicht auf die Innenfläche des Gehäuses 2 trifft. Zum Zeitpunkt der Zündung ist der Mischvorgang bereits so weit fortgeschritten, dass keine mageren Gemischzonen mehr auftreten.

Wie bereits oben erwähnt, wird dem nur teilweise verbrannten Brenngemisch im Bereich des Austrittskanals 3 aus dem Zusatzluftkanal 13 soviel Luft zugemischt, dass die vollständige Verbrennung in einer Nachbrennkammer stark überstöchiometrisch mit $\lambda > > 1$ stattfinden kann. In den so verdünnten Abgasen ist dadurch eine NO_x-Bildung weitgehend unterdrückt.

Die Fig. 2 zeigt eine Vorbrennkammer 17 vereinfachter Bauart, bei der der flüssige Brennstoff durch eine zur Symmetrieachse des Gehäuses 18 koaxiale Brennstoffleitung 19 den am Ende derselben angeordneten Einspritzdüsen 20 zugeführt wird. Während die Luft für die Vorverbrennung gleich wie bei der Ausführung nach Fig. 1 von unten her wandnah in das Gehäuse 18 eingeblasen wird, erfolgt die Brennstoffeinspritzung in umgekehrter Richtung von oben her mit grosser Geschwindigkeit. Die Düsenachsen sind dabei so gerichtet, dass ebenfalls eine Abschirmung der wandnahen Luftstrahlen gegen das im Zentrum entflammte Brenngemisch stattfindet. Eine solche Vorbrennkammer 17 kann vorteilhaft mit über den Umfang gleichmässig verteilt angeordneten Gasbrennern kombiniert werden, von denen in Fig. 2 zwei mit 21 bezeichnete dargestellt sind. Das durch die Gasbrenner zuströmende Brenngas ist dabei durch die Pfeile 22, die Verbrennungsluft durch die Pfeile 23 angedeutet. Der Verbrennungsluftstrom ist so bemessen, dass er mindestens zur vollständigen Verbrennung des Gases und zur Nachverbrennung des aus der Vorbrennkammer ausströmenden, unvollständig verbrannten Brenngemisches in der Nachbrennkammer 24 genügt.

Ansprüche

1. Brennkammereinrichtung mit einer Vorbrennkammer für unterstöchiometrische Verbrennung, wobei das in einem Gehäuse (2; 18) der Vorbrennkammer (1; 17) unvollständig verbrannte Brenngemisch in einer Nachbrennkammer (16; 24) mit grossem Luftüberschuss vollständig verbrannt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (2, 18) der Vorbrennkammer (1; 17) im wesentlichen ein Rotationskörper ist, der durch Drehung einer herzförmigen Erzeugenden mit abgeschnittener Spitze um ihre Symmetrieachse oder um eine zu dieser Symmetrieachse parallele und ausserhalb der Erzeugenden liegende Drehachse gebildet wird, wobei sich durch das Abschneiden der Herzspitze bei der Drehung der Erzeugenden ein kreiszylindrischer oder kreisringzylindrischer Austrittskanal (3) ergibt, dass ein sich über die Berandung dieses Austrittskanals (3) erstreckender Verbrennungsluftkanal (10) vorhanden ist, dessen Austrittsöffnungen längs der genannten Berandung des Austrittskanals (3) so angeordnet sind, dass die Verbrennungsluft im Randbereich des Austrittskanals (3) tangential zur inneren Begrenzung des Gehäuses (2; 18) in dieses einströmen kann, dass Einspritzdüsen (7; 20) für einen flüssigen Brennstoff vorhanden sind, wobei die Achsen der Düsen derart orientiert sind, dass die Brennstoffstrahlen die in das Gehäuse (2; 18) einströmende Verbrennungsluft gegenüber dem entzündeten Brenngemisch abschirmt, und dass Mittel zur Zufuhr von Zusatzluft in das vorverbrannte Brenngemisch nach dessen Austritt aus dem Austrittskanal (3) vorhanden sind.

2. Brennkammereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspritzdüsen (7) am Ende von Einspritzleitungen (6) angeordnet sind, welche von einer den Austrittskanal (3) umgebenden Brennstoffringleitung (4) abzweigen und unmittelbar radial einwärts der Austrittsöffnung des Verbrennungsluftkanals (10) in das Gehäuse (2) einmünden, dass die Achsen der Einspritzdüsen (7) im wesentlichen parallel zur Tangente an den jeweils benachbarten Wandteil des Gehäuses (2) gerichtet sind, und dass für die Zufuhr von Zusatzluft ein am Ende des Austrittskanals (3) angeordneter, ringförmiger Zusatzluftkanal (13) vorhanden ist.

3. Brennkammereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspritzdüsen (20) am Ende einer Brennstoffleitung (19) angeordnet sind, die koaxial zur Symmetrieachse des Gehäuses (18) in dieses einmündet, dass die Achsen der Einspritzdüsen (20) so gerichtet sind, dass die Brennstoffstrahlen die in das Gehäuse (18) eingeblasene Verbrennungsluft gegenüber dem entzündeten Brenngemisch abschirmen, und dass die Zusatzluft der für die Nachbrennkammer (24) bestimmten Verbrennungsluft (23) entnommen wird.

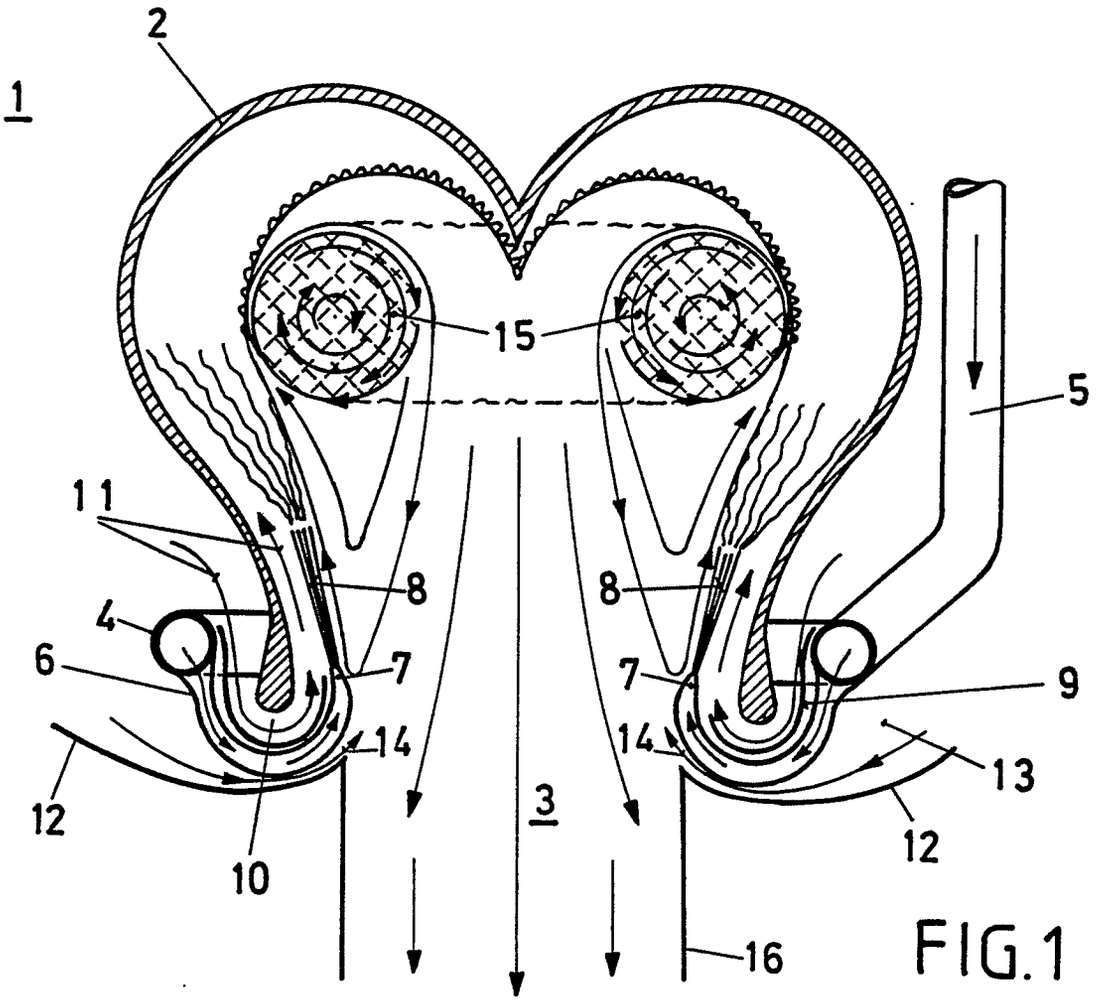

1
2
15
5
11
8
8
4
6
7
7
9
14
14
13
12
12
3
10
16

FIG.1

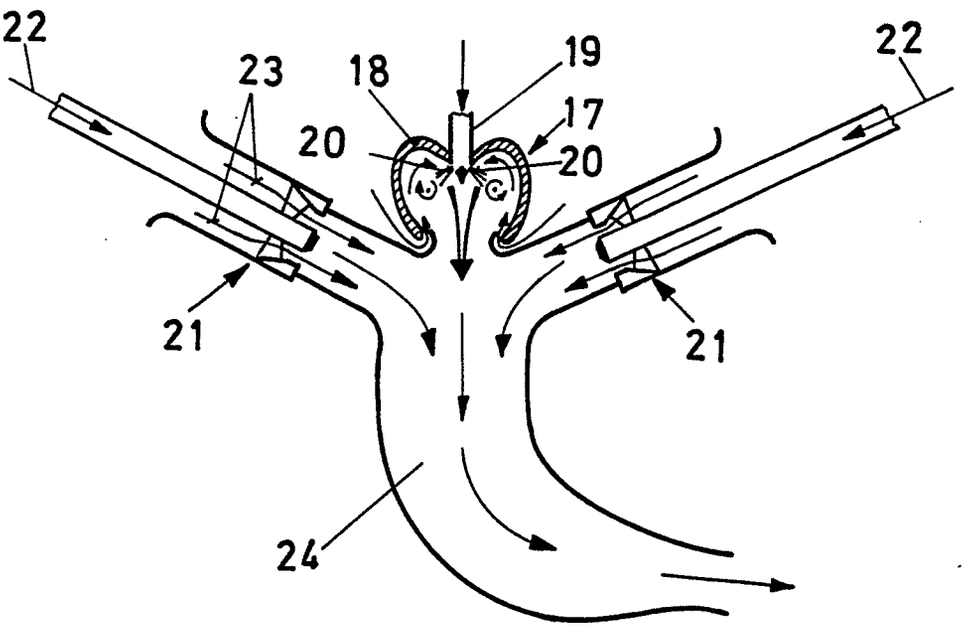

22
23
18
19
22
17
20
20
21
21
24

FIG.2

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 10 8265

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
Y	CH-A- 163 686 (FRICKER) * Seite 3, Absatz 1; Figuren *	1,3	F 23 C 3/00 F 23 C 6/04 F 23 C 7/02
A		2	

Y	DE-B-1 021 646 (GENERAL ELECTRIC) * Spalte 1, Zeilen 44-51; Spalte 2, Zeilen 35-54; Spalte 4, Zeilen 3-39; Figuren *	1,3	
A		2	

A	FR-A-2 203 023 (O.N.E.R.A.) * Seite 3, Zeilen 10-20; Figuren *	1,2,3	
	---		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
A	US-A-2 715 816 (THORN et al.)		F 23 C F 23 R

A	FR-A-2 241 005 (MOTOREN-UND TURBINEN-UNION MÜNCHEN)		

A	US-A-2 651 913 (HODGSON)		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	16-10-1987	BORRELLI R.M.G.A.

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 andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument