

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 925 470 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:

**08.03.2000 Patentblatt 2000/10**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/DE97/01852**

(21) Anmeldenummer: **97918906.5**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 98/11383 (19.03.1998 Gazette 1998/11)**

(22) Anmeldetag: **26.08.1997**

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VERBRENNUNG EINES BRENNSTOFFS IN LUFT**

PROCESS AND DEVICE FOR BURNING FUEL IN AIR

DISPOSITIF ET PROCEDE POUR LA COMBUSTION D'UN COMBUSTIBLE DANS L'AIR

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**CH DE FR GB IT LI**

(72) Erfinder: **BECKER, Bernard**

**D-45481 Mülheim (DE)**

(30) Priorität: **09.09.1996 DE 19636556**

**02.10.1996 DE 19640818**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 193 838**

**WO-A-92/19913**

**WO-A-97/11311**

**DE-A- 4 415 916**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**30.06.1999 Patentblatt 1999/26**

**DE-B- 1 215 443**

**US-A- 5 345 768**

**US-A- 5 487 274**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**

**AKTIENGESELLSCHAFT**

**80333 München (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 925 470 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verbrennung eines Brennstoffs in Luft, umfassend:

einen Ringkanal zur Führung der Luft in einem bezüglich einer Achse meridionalen Strom;  
ein Drallgitter zur Aufprägung eines Dralls auf den Strom;  
und ein Mittel zur Einmischung des Brennstoffs in den Strom unter Bildung eines im wesentlichen homogenen Gemischs.

**[0002]** Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Verbrennung eines Brennstoffs in Luft, bei dem die Luft in einem eine Achse umringenden, sich bezüglich der Achse meridional und mit einem Drall fortsetzenden Strom bereitgestellt und im wesentlichen homogen mit Brennstoff vermischt wird unter Bildung eines Gemischs, das zur Verbrennung des Brennstoffs entzündet wird.

**[0003]** Eine solche Vorrichtung ist unter der Bezeichnung "Vormischbrenner" den einschlägig bewanderten und tätigen Personen bekannt, wobei die Bezeichnung bereits darauf hinweist, daß der Brennstoff erst mit einem gewissen zeitlichen Abstand nach seiner Einmischung in die zur Verbrennung bereitgestellte Luft verbrannt wird. Auch das Verfahren ist den einschlägig bewanderten und tätigen Personen bekannt als dasjenige Verfahren, welches beim Betrieb eines üblichen Vormischbrenners abläuft.

**[0004]** Beim Betrieb eines üblichen Vormischbrenners wird unter Erhöhung der Zufuhr von Brennstoff zu dem Brenner oftmals ein Zustand erreicht, bei dem die Verbrennung instabil wird und in der Anlage, in welche er eingebaut ist, akustische Schwingungen hervorruft. Diese akustischen Schwingungen sind unter dem Begriff "Verbrennungsschwingungen" bekannt. Die Verbrennungsschwingungen können so stark werden, daß sie den Betrieb des Vormischbrenners und der Anlage, deren Bestandteil der Vormischbrenner ist, gefährden. Die Neigung eines Vormischbrenners zur Ausbildung einer instabilen Verbrennung wird um so stärker, je homogener das in dem Vormischbrenner vor der Verbrennung gebildete Gemisch aus Brennstoff und Luft ist. Ein möglichst homogenes Gemisch ist allerdings erwünscht im Hinblick darauf, daß die Produktion von Stickoxiden bei der Verbrennung um so geringer ist, je homogener das Gemisch ist. Ist das Gemisch vollkommen homogen, so nimmt die bei der Verbrennung des Gemischs auftretende maximale Temperatur ein Minimum an, und es ist genau dieser Effekt, welcher für die dann besonders geringen Produktion von Stickoxiden wesentlich ist.

**[0005]** Eine solche Vorrichtung und ein solches Verfahren sind auch bekannt aus der EP 0 193 838 B1 oder der EP 0 589 520 B1.

**[0006]** Zur Stabilisierung der Verbrennung eines Vor-

mischbrenners ist vorgeschlagen worden, das dem Brenner entströmende und sich entzündende Gemisch mit einem Schleier von Luft einzuhüllen und somit zu verhindern, daß sich in Randbereichen des Gemisches Wirbel ausbilden, in denen Verbrennungsprozesse stattfinden, von denen anzunehmen ist, daß sie wesentlich zur Destabilisierung der Verbrennung beitragen. Ein Nachteil der vorgeschlagenen Maßnahme ist allerdings darin zu sehen, daß die Luft, die zur Einhüllung des Gemisches verwendet wird, dem eigentlichen Verbrennungsvorgang entzogen werden muß. Liegt die mit dem Vormischbrenner freizusetzende thermische Leistung fest, so liegt auch die dabei einzusetzende Menge an Brennstoff im wesentlichen fest, und ein Abzug von Luft zur Stabilisierung der Verbrennung bedeutet, daß die eigentliche Verbrennung in Anwesenheit einer verringerten Menge an Luft stattfinden und angesichts dessen, daß die Verbrennung in der Regel, insbesondere in einer Gasturbinenanlage, unter Luftüberschuß erfolgt, mit einer deutlich erhöhten Maximaltemperatur und damit mit einer deutlich erhöhten Bildung von Stickoxiden ablaufen muß.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Maßnahme zur Stabilisierung des Verbrennungsprozesses bei einem Vormischbrenner anzugeben, bei der es nicht erforderlich ist, dem Verbrennungsprozeß einen Teil der zur Verfügung stehenden Luft zu entziehen. Diese Maßnahme soll sowohl in einer Vorrichtung als auch in einem Verfahren verkörpert sein.

**[0008]** Zur Lösung der Aufgabe im Hinblick auf eine Vorrichtung angegeben wird erfindungsgemäß eine Vorrichtung zur Verbrennung eines Brennstoffs in Luft, umfassend: einen Ringkanal zur Führung der Luft in einem bezüglich einer Achse meridionalen Strom;

ein Drallgitter zur Aufprägung eines Dralls auf den Strom; und  
ein Mittel zur Einmischung des Brennstoffs in den Strom unter Bildung eines im wesentlichen homogenen Gemischs;

gekennzeichnet durch ein Mittel zur Verzögerung eines bezüglich der Achse radial außenliegenden Teils des Stroms gegenüber anderen Teilen des Stroms.

**[0009]** Gemäß der Erfindung wird die Verteilung der Geschwindigkeit in dem Strom, wenn dieser aus der Vorrichtung austritt, ungleichmäßig in bezüglich der Achse radialer Richtung gestaltet, dabei aber die Homogenität des Gemisches aus Luft und Brennstoff in dem Strom beibehalten. Die Ungleichmäßigkeit in der Verteilung der Geschwindigkeit in dem Strom kann dabei die meridionale Komponente der Geschwindigkeit, die tangentielle Komponente der Geschwindigkeit oder beide Komponenten der Geschwindigkeit betreffen. Dies erfolgt dadurch, daß der Strom in dem Ringkanal lokal gestört wird mittels eines entsprechenden Hindernisses in Form eines Siebes oder dergleichen, welches an entsprechender Stelle in dem Ringkanal angeordnet

wird.

**[0010]** Ob der als solche Vorrichtung im Einzelfall verkörperte Vormischbrenner einer Stabilisierung durch eine sogenannte Pilotflamme bedarf, wie aus dem zitierten Stand der Technik bekannt, und ob diese Pilotflamme im Zentrum oder am Außenumfang des Stroms angeordnet ist, oder ob der Vormischbrenner überhaupt ohne Pilotflamme auskommt, ist vorliegend von untergeordneter Bedeutung. Gleiches gilt für die Ausgestaltung des Drallgitters; dies kann entsprechend den Anforderungen des Jeweiligen Einzelfalls ein axiales, radiales oder diagonales Drallgitter sein. Auch Einzelheiten der Zufuhr des Brennstoffs sind vorliegend von untergeordneter Bedeutung; grundsätzlich kann die Zufuhr des Brennstoffs in beliebiger Weise erfolgen, beispielsweise über Düsen in Leitschaufeln des Drallgitters oder separate Mischeinrichtungen vor oder hinter dem Drallgitter.

**[0011]** Das Mittel zur Verzögerung des bezüglich der Achse radial außenliegenden Teils des Stroms gegenüber anderen Teilen des Stroms erzeugt in dem Strom einen lokalen Druckverlust, der bewirkt, daß hinter dem Mittel eine geringere Strömungsgeschwindigkeit herrscht als in den von dem Mittel unbeeinflussten Teilen des Stroms. Es versteht sich, daß das Mittel zur Einmischung des Brennstoffs in den Strom für die erforderliche Homogenität des erzeugten Gemisches ausgelegt sein muß; es kann erforderlich sein, die Zufuhr von Brennstoff zu dem verzögerten Teil des Stroms im Vergleich zur Zufuhr zu den anderen Teilen des Stroms entsprechend zu reduzieren.

**[0012]** Durch die ungleichmäßige Verteilung der Geschwindigkeit in dem Strom wird erreicht, daß das Gemisch nicht an allen Stellen des Stroms gleichzeitig zündet. Die durch die Verbrennung in dem Gemisch hervorgerufene Expansion erfolgt somit nicht schlagartig, sondern über ein gewisses Zeitintervall verteilt. Dadurch wird die Neigung zur Instabilität wesentlich reduziert.

**[0013]** Da der Strom in seinem äußeren Bereich langsamer ist als in seinem inneren, wird außerdem die Neigung zur Ausbildung von Wirbeln reduziert, was ebenfalls wesentlich beiträgt zur Stabilisierung der Verbrennung. Zu einer Erhöhung der Maximaltemperatur bei der Verbrennung kommt es allerdings nicht, da die gesamte verfügbare Luft zur Verbrennung des Brennstoffs ausgenutzt wird.

**[0014]** Eine erste besonders bevorzugte Weiterentwicklung der Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß das vorgesehene Mittel zur Verzögerung eines bezüglich der Achse radial außen liegenden Teils des Stroms bezüglich der Achse kreissymmetrisch ist, so daß der von dem Mittel verzögerte Teil des Stroms ebenfalls bezüglich der Achse kreissymmetrisch ist. Der gesamte Strom ist somit eingehüllt von einem gegenüber anderen Teilen deutlich verlangsamten Teil. Dieser verlangsamte Teil ist daher bestimmend für die aerodynamischen Verhältnisse an einer Grenzfläche zwischen dem aus der Vorrichtung ausgetretenen Strom und

brennstofffreier Luft, was aufgrund eines durch die Verzögerung bedingten verringerten Geschwindigkeitsgradienten zu einer Unterdrückung der Wirbelbildung und damit zur akustischen Stabilisierung einer in dem Strom bewirkten Verbrennung führt.

**[0015]** Das kreissymmetrische Mittel zur Verzögerung ist vorzugsweise ein in dem Ringkanal angeordneter und einen bezüglich der Achse radial außenliegenden Teil des Ringkanals überreichender Drosselring, welcher insbesondere stromaufwärts des Drallgitters angeordnet ist. Dieser Drosselring ist weiterhin vorzugsweise aus in dem Ringkanal angeordneten und um die Achse gleichmäßig verteilten Drosselementen, insbesondere Stäben, gebildet. Der Drosselring soll denjenigen Teil des Ringkanals, den er überreicht, nicht vollständig abdecken, sondern die Strömung durch diesen Teil lediglich androsseln. In jedem Fall wird der Drosselring daher funktionell wie ein Sieb auszugestalten sein.

**[0016]** Eine als Alternative besonders bevorzugte Weiterentwicklung der Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß das Mittel zur Verzögerung bezüglich der Achse gebrochen symmetrisch, insbesondere diskret symmetrisch, ausgestaltet ist. Unter einer gebrochen symmetrischen Anordnung wird dabei eine Anordnung verstanden, die von einer kreissymmetrischen Anordnung wesentlich verschieden ist und sich insbesondere dadurch auszeichnet, daß sie keine (kontinuierliche) Kreissymmetrie, sondern allenfalls eine diskrete Symmetrie, z.B. beschrieben durch eine endliche Symmetriegruppe, aufweist. Dieses gebrochen symmetrische Mittel führt also nicht dazu, daß der Strom eingehüllt wird von dem insgesamt und gleichmäßig verzögerten Teil, wie es sich bei der vorstehend beschriebenen ersten besonders bevorzugten Weiterentwicklung ergibt. Demgegenüber weist der Strom in einem außenliegenden Bereich Strähnen auf, die gegenüber anderen Teilen des Stroms verzögert sind. Diese langsamen Strähnen sind ebenfalls geeignet, die Bildung von Wirbeln, welche den Strom nach seinem Austritt aus der Vorrichtung einhüllen könnten, zu verhindern. Die langsamen Strähnen bilden nämlich lokale Störungen in dem Geschwindigkeitsfeld des Stroms aus, welche der Bildung von Wirbeln entgegenwirken und damit zu der gewünschten akustischen Stabilisierung einer in dem Strom erzeugten Flamme führen kann, wie bereits beschrieben.

**[0017]** Das gebrochen symmetrische Mittel zur Verzögerung ist vorzugsweise eine Anordnung aus ungleichmäßig um die Achse verteilten Drosselementen, insbesondere Stäben.

**[0018]** Das Mittel zur Einmischung des Brennstoffs ist vorzugsweise eine Anordnung von Düsen, wobei die Düsen in dem Drallgitter angeordnet sein können, insbesondere derart, daß sich die Düsen in Leitschaufeln des Drallgitters befinden.

**[0019]** Im Hinblick auf ein Verfahren wird zur Lösung der Aufgabe erfindungsgemäß angegeben ein Verfahren zur Verbrennung eines Brennstoffs in Luft, bei dem

die Luft in einem eine Achse umringenden, sich bezüglich der Achse meridional und mit einem Drall fortsetzenden Strom bereitgestellt und im wesentlichen homogen mit Brennstoff vermischt wird unter Bildung eines Gemisches, das zur Verbrennung des Brennstoffs entzündet wird, wobei vor der Entzündung ein bezüglich der Achse radial außenliegender Teil des Stroms gegenüber anderen Teilen des Stroms verzögert wird.

**[0020]** Die Vorzüge dieses Verfahrens erschließen sich aus den Ausführungen zur erfindungsgemäßen Vorrichtung und ihren Ausgestaltungen, worauf hiermit verwiesen wird.

**[0021]** Die Verzögerung des radial außen liegenden Teils des Stroms kann in einer bezüglich der Achse kreissymmetrischen Weise erfolgen; alternativ ist es möglich, die Verzögerung in einer bezüglich der Achse gebrochen symmetrischen Weise auszuführen. Einzelheiten dazu ergeben sich aus den vorstehenden Ausführungen zu den beiden besonders bevorzugten Weiterentwicklungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung, auf welche hiermit verwiesen wird.

**[0022]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nunmehr anhand der Zeichnung erläutert. Darin zeigen:

- FIG 1                    einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines Vormischbrenners;
- FIG 2                    einen Längsschnitt durch einen Vormischbrenner des Standes der Technik;
- FIG 3, 4 und 5        Ansichten von Ausführungsformen des Vormischbrenners.

**[0023]** In den Figuren der Zeichnung tragen einander entsprechende Komponenten der jeweils dargestellten Ausführungsbeispiele jeweils dasselbe Bezugszeichen.

**[0024]** Die Zeichnung ist nicht anzusehen als Darstellung konkret realisierter Ausführungsbeispiele und ist vereinfacht zur Herausstellung bestimmter Merkmale. Die aus der Zeichnung unmittelbar entnehmbaren Hinweise sind für die praktische Ausführung vervollständigbar im Rahmen der Kenntnisse und Fähigkeiten, die den einschlägig bewanderten und tätigen Personen zu Gebote stehen unter Berücksichtigung der diesem Hinweis vorangehenden Ausführungen.

**[0025]** Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung gemäß der Erfindung, und Figur 2 zeigt zum Vergleich eine Ausführungsform im Sinne des in der Einleitung des vorliegenden Textes abgehandelten Vorschlags. Viele Komponenten sind in beiden Ausführungsformen vorhanden, und zur Erläuterung dieser Komponenten wird zunächst auf Figur 1 und Figur 2 gemeinsam Bezug genommen.

**[0026]** Figur 1 bzw. Figur 2 zeigen jeweils einen Vormischbrenner mit einer Achse 1, einem zentrisch bezüglich der Achse 1 angeordneten Innenkörper 2 und

einem ebenfalls zentrisch bezüglich der Achse 1 angeordneten, den Innenkörper 2 umgebenden Außenkörper 3. Zwischen dem Innenkörper 2 und dem Außenkörper 3 liegt ein Ringkanal 4, durch den ein Strom 5 von Luft geführt wird. Im Ringkanal 4 wird die Luft mit Brennstoff 6 vermischt unter Bildung eines Gemisches, welches in den Brennraum 7 einströmt und dort verbrennt. Eine Zündeinrichtung zur Zündung des Gemisches ist der Übersicht halber nicht dargestellt. Im Rahmen der üblichen Praxis, die für einen Brennraum 7 mehrere Vormischbrenner bevorzugt, bedarf es nicht etwa einer Zündeinrichtung für jeden Brenner, sondern es kann eine einzige Zündeinrichtung für alle Brenner ausreichen. In diesem Sinne ist eine Zündeinrichtung somit kein Bestandteil eines einzelnen Vormischbrenners, woraus sich auch rechtfertigt, daß eine Zündeinrichtung in den Figuren nicht dargestellt ist. Der Vormischbrenner ist eingelassen in eine Brennraumwand 8, welche den Brennraum 7 stromaufwärts des Stroms 5 abschließt. In dem Ringkanal 4 angeordnet ist ein Drallgitter 9 bestehend aus Leitschaufeln 9, welches dazu dient, dem Strom 5 einen Drall 10 aufzuprägen. Zur Zuführung des Brennstoffs 6 zu dem Strom 5 vorgesehen sind Düsen 11 und 12 in den Leitschaufeln 9. Mittel zur Zuführung des Brennstoffs 6 zu diesen Düsen 11 und 12 sind der Übersicht halber nicht dargestellt. Nicht dargestellt ist auch ein eventuell zum Betrieb des Vormischbrenners nützlicher oder erforderlicher Pilotbrenner, welcher eine besondere Flamme liefert, welche zur Stabilisierung der Verbrennung des Gemisches aus Luft und Brennstoff beiträgt. Ein solcher Pilotbrenner ist unter Umständen erforderlich, wenn der Vormischbrenner unter wechselnden Mischungsverhältnissen von Luft und Brennstoff betrieben werden soll, da ein Gemisch, welches vergleichsweise arm an Brennstoff ist, unter Umständen ohne Unterstützung nicht mehr zuverlässig zünden kann. Die Verwendung oder Nichtverwendung eines Pilotbrenners steht, wie bereits ausgeführt, im Ermessen der einschlägig bewanderten und tätigen Personen.

**[0027]** In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels ist vor dem Drallgitter 9 ein Drosselring 13 aus einzelnen, am Außenkörper 3 angebrachten und in den Ringkanal 4 hineinragenden Stäben vorgesehen. Diese Stäbe verursachen lokale Druckverluste in dem Strom 5 und führen dazu, daß der außenliegende Teil des Stromes 5, welcher nahe an dem Außenkörper 3 vorbeistreicht, gegenüber anderen Teilen des Stromes 5 verlangsamt oder verzögert wird. Diese Verlangsamung setzt sich fort durch den gesamten Ringkanal 4 und führt dazu, daß die Verteilung der Geschwindigkeit in dem Gemisch, welches in den Brennraum 7 abströmt, ungleichmäßig ist. Dies hat die bereits eingehend beschriebenen stabilisierenden Wirkungen auf die in dem Brennraum 7 stattfindende Verbrennung, auf deren vorstehende Erläuterung hiermit verwiesen wird. Die Zuführung des Brennstoffs 6 zu dem Strom 5 muß der ungleichmäßigen Verteilung der Geschwindigkeit in dem

Strom 5 Rechnung tragen; deshalb sind zur Zuführung des Brennstoffs zu dem weitgehend unbeeinflussten Teil des Stroms große Düsen 11 und zur Zuführung des Brennstoffs 6 zu dem verlangsamten Teil des Stroms 5 kleine Düsen 12 vorgesehen. Die Abmessungen dieser Düsen 11 und 12 sind so zu wählen, daß eine weitgehend homogene Verteilung des Brennstoffs in dem Strom erreicht und somit eine Verbrennung unter möglichst geringer Produktion von Stickoxiden gewährleistet ist. Den einschlägig bewanderten und tätigen Personen stehen zur entsprechenden Auslegung der Vorrichtung Rechenprogramme zur numerischen Modellierung des Stroms 5 zur Verfügung, unter deren Benutzung eine entsprechende Auslegung der Düsen 11 und 12 möglich ist.

**[0028]** Figur 2 zeigt eine Vorrichtung, bei der der Ringkanal 4 frei von drosselnden Einbauten ist. Dementsprechend bedarf es zur Zuführung des Brennstoffs 6 auch keiner verschiedenen großer Düsen; es sind nur große Düsen 11 vorgesehen. Um die mit dieser Vorrichtung bewirkbare Verbrennung zu stabilisieren, ist eine den Außenkörper 3 umgebende Ringdüse 14 vorgesehen, aus welcher ein Teil der der Vorrichtung zugeführten Luft an dem Ringkanal 4 und dem Drallgitter 9 vorbei direkt in den Brennraum 7 geführt wird. Diese Luft bildet einen Schleier, welcher das Gemisch aus Luft und Brennstoff umhüllt und die Bildung von Wirbeln, welche die Verbrennung instabil machen könnten, verhindert. Nachteilig am Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ist das Erfordernis, daß ein Teil der zur Verfügung stehenden Luft nicht zur Vermischung mit Brennstoff zur Verfügung steht. Dies bedeutet letztlich, daß die Vorrichtung in erhöhtem Maße Stickoxide produzieren muß, was in jedem Fall unerwünscht ist.

**[0029]** Figur 3 zeigt eine Teilansicht eines axialen Längsschnitts durch eine Variante der Vorrichtung nach Figur 1. Viele Komponenten dieser Vorrichtung stimmen überein mit den Komponenten der Vorrichtung gemäß Figur 1 und brauchen daher nicht erneut beschrieben zu werden. Von Bedeutung in Figur 3 ist, daß zur Zuführung des Brennstoffs 6 nicht mehr die Leitschaufeln 9 benutzt werden, sondern daß dafür separate Düsenrohre 15 vorgesehen sind, welche Düsen 16 zur Zuführung des Brennstoffs 6 zu dem Strom 5 tragen. Mittel zur Zuführung des Brennstoffs zu den Düsenrohren 15 sind der Übersicht halber wiederum nicht dargestellt. Die Düsen 16 müssen nicht alle gleich groß untereinander sein; siehe dazu die Ausführungen zu den Düsen 11 und 12 in Figur 1.

**[0030]** Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch eine bevorzugte Weiterentwicklung, bei der mehrere Alternativen für das Mittel zur Verzögerung eines Teils des Stroms erkennbar sind. Außer den bereits erwähnten Stäben 13 sind dies ein Lochblech 17 sowie ein aus Draht oder dergleichen bestehendes Gewebe 18 (wobei das eigentliche Gewebe nur teilweise dargestellt ist). Unter diesen Mitteln 13, 17 und 18 sichtbar sind die Leitschaufeln 9, die sich zwischen dem Innenkörper 2 und

dem Außenkörper 3 erstrecken. Beim Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 ist von Bedeutung, daß die Verzögerung des radial außen liegenden Teils des Stroms 5 (siehe dazu Figur 1) in einer bezüglich der Achse 1 kreissymmetrischen Weise erfolgt. Der aus der Vorrichtung gemäß Figur 4 entlassene Strom hat also einen radial außen liegenden Teil, welcher gleichmäßig gegenüber anderen Teilen des Stroms 5 verzögert ist. Die damit und dadurch erzielbaren Wirkungen sind vorstehend bereits eingehend erläutert worden, worauf hiermit verwiesen wird.

**[0031]** Zu Figur 4 ist anzumerken, daß die dargestellten Mittel zur Verzögerung, insbesondere die Stäbe 13, selbstverständlich keine Anordnung bilden, die im strengsten mathematischen Sinne kreissymmetrisch ist, also eine kontinuierliche Symmetriegruppe aufweist. Jedoch ist zu bedenken, daß jeder der Stäbe 13 gewisse lokale Störungen, insbesondere Turbulenzen, in dem Strom 5 erzeugt, die aber innerhalb einer eher kurzen Distanz hinter dem jeweiligen Stab 13 abgeklungen sind. Jenseits einer gewissen Distanz hinter der Anordnung der Stäbe 13 homogenisiert der Strom 5 sich wieder und behält lediglich Eigenschaften, die bezüglich der Achse 1 effektiv kreissymmetrisch verteilt sind. Bei einer tatsächlichen Realisierung der Erfindung im Sinne des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 4 mit Stäben 13, wobei entsprechende Erwägungen selbstverständlich für Lochbleche 17 und Siebe 18 gelten, ist also die Anzahl und Geometrie der Stäbe 13 anhand der aerodynamischen Gegebenheiten der zu realisierenden Vorrichtung zu wählen; entsprechende Kenntnisse und Mittel stehen den einschlägig bewanderten und tätigen Personen zu Gebote.

**[0032]** Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch eine zweite bevorzugte Weiterentwicklung, bei der das Mittel zur Verzögerung im Gegensatz zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 bezüglich der Achse 1 nicht kreissymmetrisch, sondern gebrochen symmetrisch ausgeführt ist. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 ist die Symmetrie so weit gebrochen, daß eine diskrete, nämlich vierzählige, Symmetrie vorliegt. Die Anordnung der Stäbe 13 gemäß Figur 5 ist so gedacht, daß sie Unregelmäßigkeiten in dem Strom 5 erzeugt, die sich bis weit hinter die Stäbe 13 und das Drallgitter 9 fortsetzen und auch nach dem Austritt aus der Vorrichtung noch vorhanden sind. Nach Austritt aus der Vorrichtung liegt dementsprechend in dem Strom 5 ein effektiv ungleichmäßiges Geschwindigkeitsfeld vor, welches ebenfalls die Bildung von Wirbeln, welche den Strom 5 umgeben könnten, unterdrückt und somit zur gewünschten akustischen Stabilisierung einer in dem Strom 5 erzeugten Flamme dienen kann.

**[0033]** Alle Ausführungsformen der Erfindung sind von besonderer Bedeutung zur Verwendung in einer Gasturbine, um dort einen von einem Verdichter bereitgestellten komprimierten Luftstrom durch Verbrennung eines Brennstoffs aufzuheizen, worauf der aufgeheizte Strom in einer Turbine entspannt wird. Ausgezeichnet

ist die Erfindung insbesondere dadurch, daß sie einerseits lediglich passive Maßnahmen zur Stabilisierung einer Verbrennung vorsieht und andererseits keine Abzweigung von Luft von derjenigen Luft, die ansonsten für die Verbrennung zur Verfügung steht, erfordert.

5

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verbrennung eines Brennstoffs (6) in Luft, umfassend:

10

einen Ringkanal (4) zur Führung der Luft in einem bezüglich einer Achse (1) meridionalen Strom (5);  
ein Drallgitter (9) zur Aufprägung eines Dralls (10) auf den Strom (5); und  
ein Mittel (11,12,16) zur Einmischung des Brennstoffs (6) in den Strom (5) unter Bildung eines im wesentlichen homogenen Gemischs;

15

20

**gekennzeichnet durch** ein Mittel (13,17,18) zur Verzögerung eines bezüglich der Achse (1) radial außenliegenden Teils des Stroms (5) gegenüber anderen Teilen des Stroms (5).

25

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Mittel (13, 17, 18) zur Verzögerung bezüglich der Achse (1) kreissymmetrisch ist.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei der das Mittel (13, 17, 18) zur Verzögerung ein in dem Ringkanal (4) angeordneter und einen bezüglich der Achse (1) radial außenliegenden Teil des Ringkanals (4) überreichender Drosselring (13,17,18) ist.

35

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der der Drosselring (13,17,18) stromaufwärts des Drallgitters (9) angeordnet ist.

40

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der der Drosselring (13, 17, 18) gebildet ist aus gleichmäßig verteilten Drosselementen (13, 17, 18).

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei der der Drosselring (13,17,18) aus in dem Ringkanal (4) angeordneten Stäben (13) gebildet ist.

45

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Mittel (13, 17, 18) zur Verzögerung bezüglich der Achse (1) gebrochen symmetrisch, insbesondere diskret symmetrisch, ist.

50

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der das Mittel (13, 17, 18) gebildet ist aus ungleichmäßig um die Achse (1) verteilten Drosselementen (13, 17, 18), insbesondere Stäben (13).

55

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Mittel (11, 12) zur Einmischung des Brennstoffs (6) eine Anordnung von Düsen (11, 12, 16) umfaßt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der die Düsen (11, 12) in dem Drallgitter (9) angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der die Düsen (11, 12) in Leitschaufeln (9) des Drallgitters (9) angeordnet sind.

12. Verfahren zur Verbrennung eines Brennstoffs (6) in Luft, bei dem die Luft in einem eine Achse (1) umringenden, sich bezüglich der Achse (1) meridional und mit einem Drall (10) fortsetzenden Strom (5) bereitgestellt und im wesentlichen homogen mit Brennstoff (6) vermischt wird unter Bildung eines Gemisches, das zur Verbrennung des Brennstoffs (6) entzündet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor der Entzündung ein bezüglich der Achse (1) radial außenliegender Teil des Stroms (5) gegenüber anderen Teilen des Stroms (5) verzögert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der radial außenliegende Teil des Stroms (5) bezüglich der Achse (1) kreissymmetrisch ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der radial außenliegende Teil des Stroms (5) bezüglich der Achse (1) gebrochen symmetrisch ist.

### Claims

1. Device for burning a fuel (6) in air, comprising:

an annular passage (4) for directing the air in a meridional flow (5) with regard to an axis (1);  
a swirl cascade (9) for imposing a swirl (10) on the flow (5); and  
a means (11, 12, 16) for intermixing the fuel (6) with the flow (5) while forming an essentially homogeneous mixture;

characterized by a means (13, 17, 18) for delaying a portion of the flow (5) which lies radially on the outside with regard to the axis (1) relative to other portions of the flow (5).

2. Device according to Claim 1, in which the delaying means (13, 17, 18) is circular-symmetrical with regard to the axis (1).

3. Device according to Claim 2, in which the delaying means (13, 17, 18) is a choke ring (13, 17, 18) arranged in the annular passage (4) and extending over a part of the annular passage (4) which lies

radially on the outside with regard to the axis (1).

4. Device according to Claim 3, in which the choke ring (13, 17, 18) is arranged upstream of the swirl cascade (9). 5
5. Device according to Claim 4, in which the choke ring (13, 17, 18) is formed from uniformly distributed choke elements (13, 17, 18). 10
6. Device according to one of Claims 3 to 5, in which the choke ring (13, 17, 18) is formed from bars (13) arranged in the annular passage (4). 15
7. Device according to Claim 1, in which the delaying means (13, 17, 18) is discontinuously symmetrical, in particular discretely symmetrical, with regard to the axis (1). 20
8. Device according to Claim 7, in which the means (13, 17, 18) is formed from choke elements (13, 17, 18), in particular bars (13), distributed non-uniformly about the axis (1). 25
9. Device according to one of the preceding claims, in which the means (11, 12) for intermixing the fuel (6) comprises an arrangement of nozzles (11, 12, 16). 30
10. Device according to Claim 9, in which the nozzles (11, 12) are arranged in the swirl cascade (9). 35
11. Device according to Claim 9, in which the nozzles (11, 12) are arranged in guide blades (9) of the swirl cascade (9). 40
12. Method of burning a fuel (6) in air, in which the air is provided in a flow (5) encircling an axis (1) and continuing meridionally with regard to the axis (1) and with a swirl (10) and is essentially mixed homogeneously with fuel (6) while forming a mixture, which is ignited in order to burn the fuel (6), characterized in that a portion of the flow (5) which lies radially on the outside with regard to the axis (1) is delayed relative to other portions of the flow (5) before the ignition. 45
13. Method according to Claim 12, in which the portion of the flow (5) which lies radially on the outside is circular-symmetrical with regard to the axis (1). 50
14. Method according to Claim 12, in which the portion of the flow (5) which lies radially on the outside is discontinuously symmetrical with regard to the axis (1). 55

## Revendications

1. Dispositif de combustion d'un combustible (6) dans l'air comprenant :  
 un canal (4) annulaire pour faire passer l'air suivant un courant (5) méridien par rapport à un axe (1) ;  
 une grille (9) de mise en rotation destinée à imprimer une rotation (10) au courant (5) ; et  
 un moyen (11, 12, 16) destiné à introduire le combustible (6) dans le courant (5) en formant un mélange sensiblement homogène ;  
 caractérisé par un moyen (13, 17, 18) de ralentissement, par rapport aux autres parties du courant (5), d'une partie du courant (5) se trouvant radialement à l'extérieur par rapport à l'axe (1).
2. Dispositif suivant la revendication 1, dans lequel le moyen (13, 17, 18) de ralentissement est de symétrie circulaire par rapport à l'axe (1).
3. Dispositif suivant la revendication 2, dans lequel le moyen (13, 17, 18) de ralentissement est un anneau (13, 17, 18) d'étranglement disposé dans le canal (4) annulaire et dépassant de la partie du canal (4) annulaire qui se trouve radialement à l'extérieur par rapport à l'axe (1).
4. Dispositif suivant la revendication 3, dans lequel l'anneau (13, 17, 18) d'étranglement est disposé en amont de la grille (9) de mise en rotation.
5. Dispositif suivant la revendication 4, dans lequel l'anneau (13, 17, 18) d'étranglement, est constitué d'éléments (13, 17, 18) d'étranglement répartis de manière uniforme.
6. Dispositif suivant l'une des revendications 3 à 5, dans lequel l'anneau (13, 17, 18) d'étranglement est constitué de barreaux (13) disposés dans le canal (4) annulaire.
7. Dispositif suivant la revendication 1, dans lequel le moyen (13, 17, 18) de ralentissement est à symétrie de répétition par rapport à l'axe (1), en étant notamment en parties distinctes.
8. Dispositif suivant la revendication 7, dans lequel le moyen (13, 17, 18) de ralentissement est formé d'éléments (13, 17, 18) d'étranglement, notamment de barreaux (13), répartis de manière inégale autour de l'axe (1).
9. Dispositif suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le moyen (11, 12) d'introduction du combustible (6) en vue de le mélanger, com-

prend un agencement de buses (11, 12, 16).

10. Dispositif suivant la revendication 9, dans lequel les buses (11, 12) sont montées dans la grille (9) de mise en rotation. 5
11. Dispositif suivant la revendication 9, dans lequel les buses (11, 12) sont montées dans des aubes (9) directrices de la grille (9) de mise en rotation. 10
12. Procédé de combustion d'un combustible (6) dans l'air, dans lequel l'air est mis à disposition suivant un courant (5) entourant un axe (1) méridien par rapport à l'axe (1) et progressant avec une rotation (10), est mélangé d'une manière sensiblement homogène à du combustible (6), avec formation d'un mélange, qui est allumé pour la combustion du combustible (6), caractérisé en ce qu'avant l'allumage une partie du courant (5), se trouvant à l'extérieur radialement par rapport à l'axe (1), est ralentie par rapport à d'autres parties du courant (5). 15 20
13. Procédé suivant la revendication 12, dans lequel la partie du courant (5), se trouvant à l'extérieur radialement, est de symétrie circulaire par rapport à l'axe (1). 25
14. Procédé suivant la revendication 12, dans lequel la partie du courant (5) se trouvant à l'extérieur radialement, est à symétrie de répétition par rapport à l'axe (1). 30

35

40

45

50

55

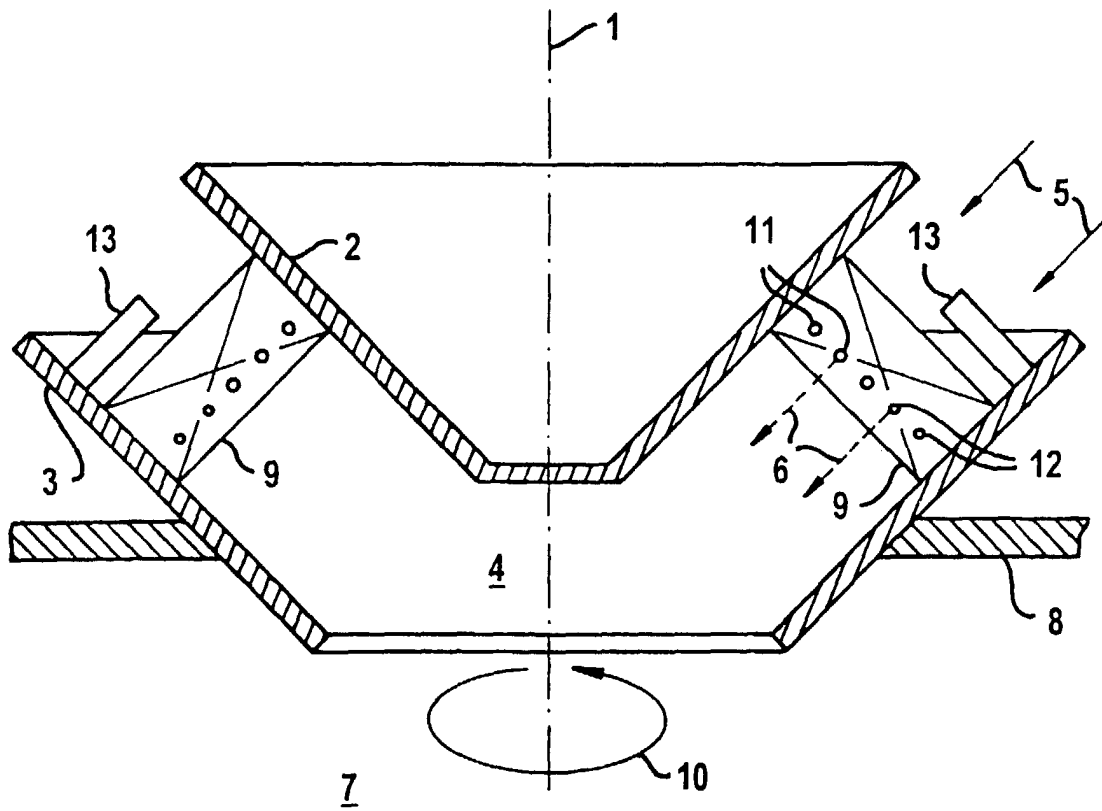


FIG 1

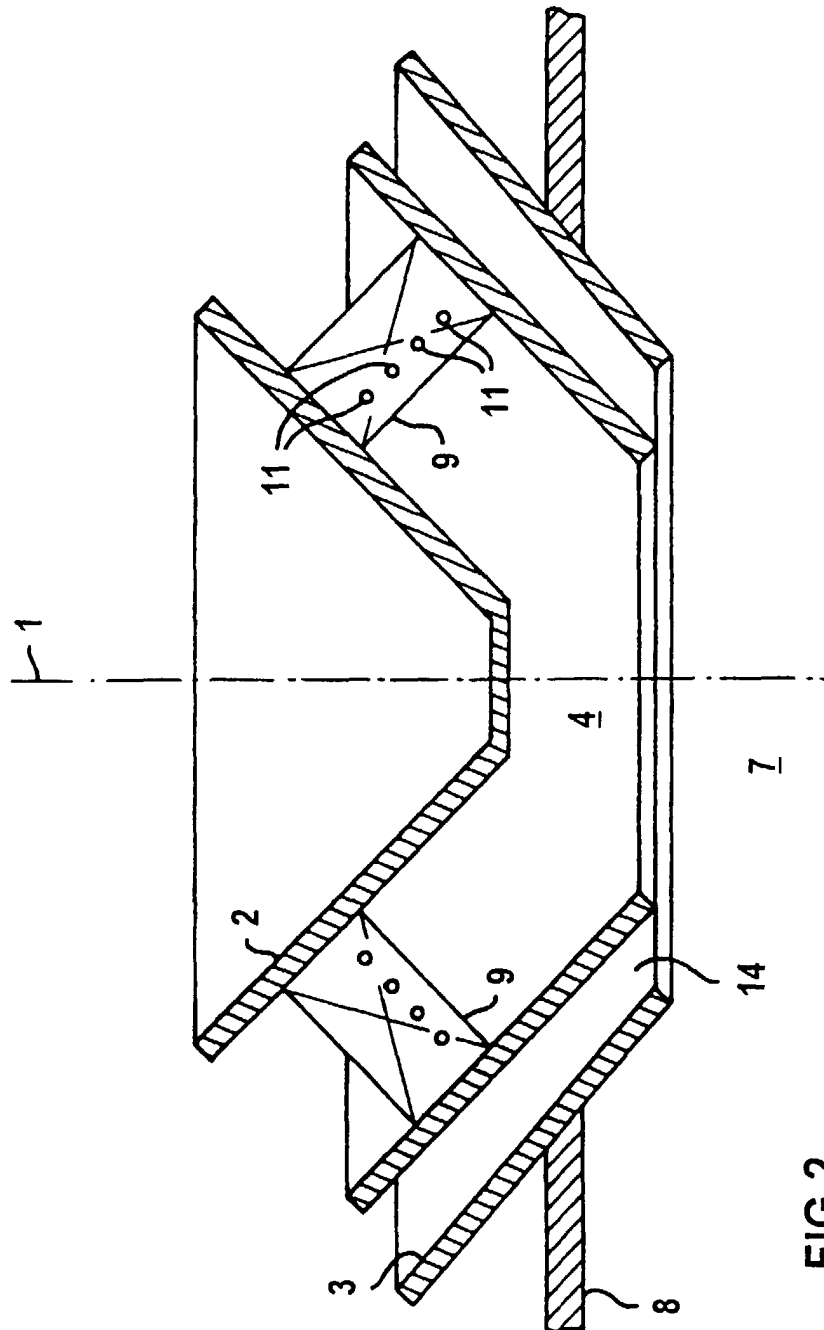
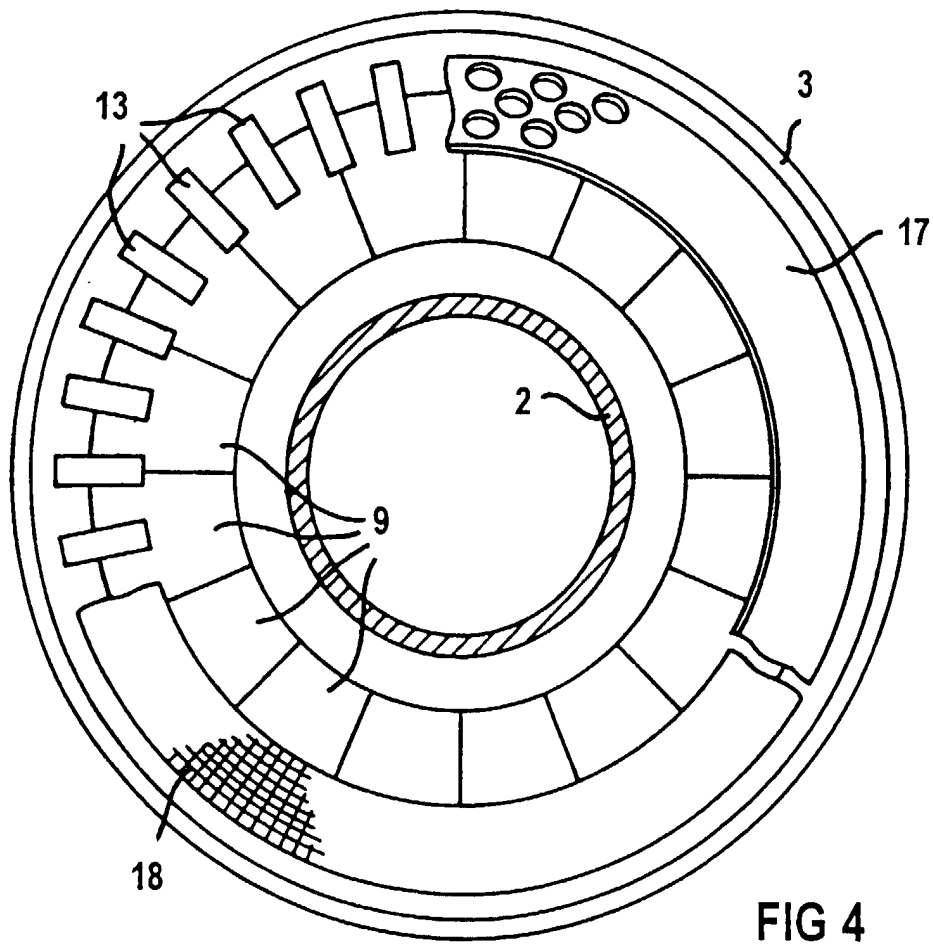
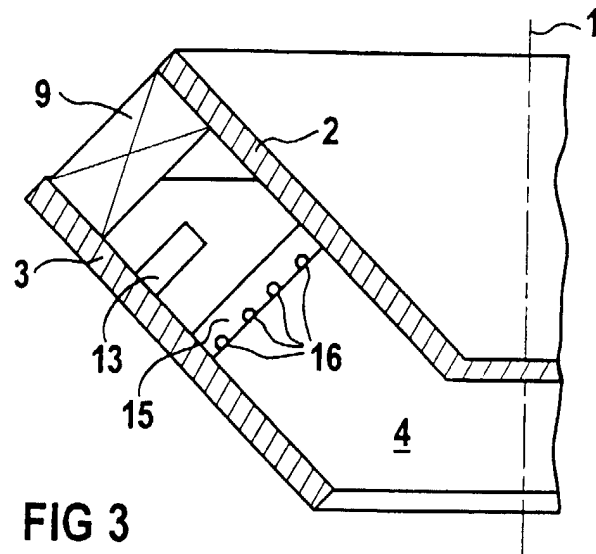


FIG 2



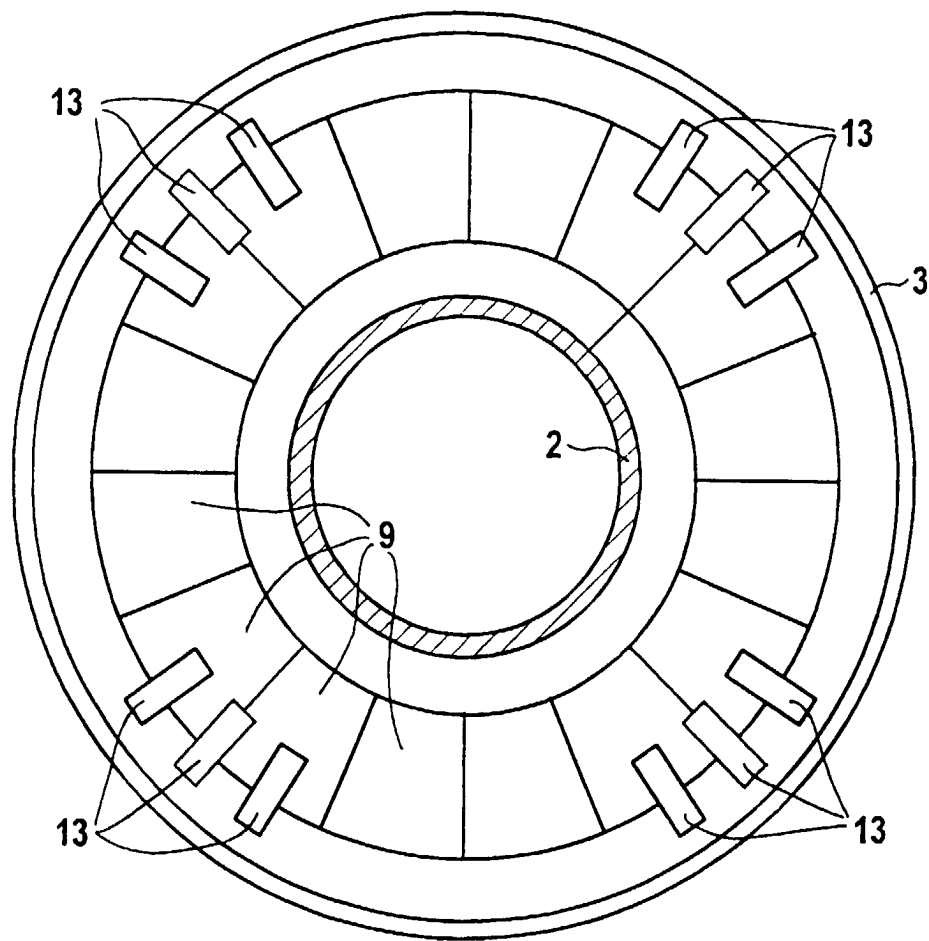


FIG 5