



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 697 709 B1

(51) Int. Cl.: F23R 3/02 (2006.01)  
F02C 7/18 (2006.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01092/08

(22) Anmeldedatum: 14.07.2008

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.01.2009

(30) Priorität: 16.07.2007 US 11/778,345

(24) Patent erteilt: 31.01.2012

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.01.2012

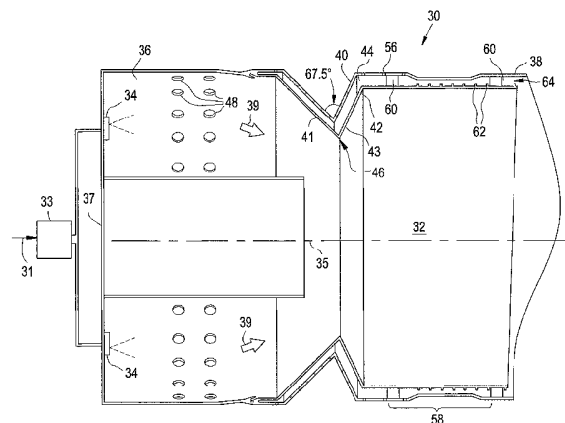
(73) Inhaber:  
General Electric Company, 1 River Road  
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:  
Derrick Walter Simons, Greer, SC 29651 (US)  
William Kirk Hessler, 29650 Greer, South Carolina (US)  
Neal William Grooms,  
Simpsonville, South Carolina 29681 (US)  
Jeffrey Scott Lebegue,  
Simpsonville, South Carolina 29681 (US)

(74) Vertreter:  
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4  
8008 Zürich (CH)

(54) **Brennkammer mit gekühltem Venturirohr.**

(57) Eine Brennkammer (30) zur Verbrennung mit niedrigen Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Emissionen schliesst eine Vormischkammer (36) zum Mischen von Kraftstoff (31) und Kühlgas und eine Verbrennungskammer (32), die stromabwärts von der Vormischkammer (36) angeordnet ist, für die Verbrennung des vorgemischten Kraftstoffs und Kühlgases, ein. Die Brennkammer (30) schliesst ferner ein Venturirohr (46) ein, das im Allgemeinen ringförmige Wände hat, die zusammenlaufende (41) und auseinanderlaufende (43) Wandabschnitte einschliessen, die einen eingegengten und zwischen der Vormischkammer (36) und der Verbrennungskammer (32) angeordneten Abschnitt definieren, durch den der vorgemischte Kraftstoff und Kühlgas zu der Verbrennungskammer (32) hindurchgehen. Die Wände definieren einen Durchgang (44) für einen Kühlgasstrom, der sich in Axialrichtung längs der Verbrennungskammer (32) erstreckt und einen Auslass (64) hat, um das Kühlgas zu der Verbrennungskammer (32) strömen zu lassen. Mehrere Einlässe (56) an den zusammenlaufenden (41) und auseinanderlaufenden (43) Wandabschnitten nehmen Kühlgas in den Durchgang (44) auf, um eine Aufprallkühlwirkung zu erzeugen. Mehrere stromabwärts von den Einlässen (56) angeordnete Turbulenzgeneratoren (62) treten in Wechselwirkung mit dem Kühlgas, um eine Turbulenzkühlwirkung zu erzeugen. Die Brennkammer (30) kann wirksam befeuert werden, um die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Brennkammer (30) zu verringern.



## Beschreibung

### Allgemeiner Stand der Technik

[0001] Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen eine Brennkammer zur Verbrennung mit niedrigen Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Emissionen. Es ist gut bekannt, dass die Temperatur der Turbine den Wirkungsgrad eines Gasturbinenriebwerks beeinflusst. Dadurch gibt es eine wachsende Neigung, höhere Temperaturen zu verwenden, was zu einer Steigerung der Wärmebelastung an der Turbine sowie zu höheren NO<sub>x</sub>-Emissionen führt. Es ist ebenfalls bekannt, dass die NO<sub>x</sub>-Emissionen exponentiell zunehmen, wenn die Einlasstemperatur der Brennkammer zunimmt. Diese Wärmebelastung an der Turbine wird durch das enorme Ausmass des Ausgesetztseins gegenüber dem Wärmestrom von dem Kraftstoff-Luft-Gemisch, der aus der Verbrennungskammer kommt, verursacht.

[0002] Regierungsvorschriften zu Emissionen haben sich in den letzten Jahren zunehmend mit der Schadstoffemission von Gasturbinen befasst. Dass Stickoxid einen Beitrag zur Luftverschmutzung leistet, machte es zu einem spezifischen Anliegen.

[0003] Die US-Patentschrift Nr. 5 117 636 beschäftigt sich mit einer Vorrichtung zum Kühlen der Verbrennungskammer und der Venturirohrwände. Dabei verwendet die Vorrichtung Druckluft aus einem einzigen Einlass zum Kühlen der Venturirohrwände, die danach in der Richtung stromabwärts in die Verbrennungskammer austritt. Es hat sich gezeigt, dass zum Aufrechterhalten einer wirksamen Brennkammer die gekühlte Luft in einer angemessenen Entfernung weg von dem Venturirohr abgelassen werden müsste. Sonst wird sich die Kühlluft stromaufwärts in die Brennkammer bewegen, was als Rückstrom bekannt ist und eine stabile Flamme beeinträchtigt.

[0004] Die US-Patentschrift Nr. 6 446 438 beschäftigt sich ebenfalls mit einer Vorrichtung zum Kühlen der Verbrennungskammer und der Venturirohrwände. In diesem Fall verwendet die Vorrichtung jedoch einen stromaufwärts gerichteten Strom, der die gekühlte Luft in die Vormischkammer umleitet, folglich wird keine Luft in die Verbrennungskammer abgelassen.

[0005] Diese Erfindung befasst sich mit dem Verbessern der Kühlung der Verbrennungskammer, welche die Venturirohrwände einschliesst, während zur gleichen Zeit die Stickoxidemissionen verringert werden.

### Kurzbeschreibung

[0006] Es wird eine Brennkammer zur Verbrennung mit niedrigen Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Emissionen vorgestellt, die eine Vormischkammer zum Mischen von Kraftstoff und Kühlgas und eine Verbrennungskammer, die stromabwärts von der Vormischkammer angeordnet ist, für die Verbrennung des vorgemischten Kraftstoffs und Kühlgases, einschliesst. Die Brennkammer schliesst ferner ein Venturirohr ein, das im Allgemeinen ringförmige Wände hat, die zusammenlaufende und auseinanderlaufende Wandabschnitte einschliessen, die einen eingeeengten und zwischen der Vormischkammer und der Verbrennungskammer angeordneten Abschnitt definieren, durch den der vorgemischte Kraftstoff und Kühlgas zu der Verbrennungskammer hindurchgehen. Die Wände definieren einen Durchgang für einen Kühlgasstrom, der sich in Axialrichtung längs der Verbrennungskammer erstreckt und einen Auslass hat, um das Kühlgas zu der Verbrennungskammer strömen zu lassen. Mehrere Einlässe an den zusammenlaufenden und auseinanderlaufenden Wandabschnitten nehmen Kühlgas in den Durchgang auf, um eine Aufprallkühlwirkung zu erzeugen. Mehrere stromabwärts von den Einlässen angeordnete Turbulenzgeneratoren treten in Wechselwirkung mit dem Kühlgas, um eine Turbulenzkühlwirkung zu erzeugen. Die Brennkammer kann wirksam befeuert werden, um die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Brennkammer zu verringern.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

#### [0007]

- Fig. 1 ist eine vereinfachte Darstellung eines Querschnitts eines Gasturbinen-Brennkammersystems des Standes der Technik,
- Fig. 2 ist eine vereinfachte Darstellung eines Querschnitts einer Brennkammer eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, und
- Fig. 3 ist ein Querschnitt eines vorderen Integrierings der Brennkammer von Fig. 2.

### Ausführliche Beschreibung

[0008] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 wird allgemein eine vorhandene Gasturbinen-Brennkammer 10 gezeigt. Die Brennkammer 10 schliesst ein Venturirohr 12, eine ringförmige Vormischkammer 14 zum Mischen von Luft als Kühlgas und Kraftstoff und eine Verbrennungskammer 16 ein. Ein Turbinenverdichter (nicht gezeigt) liefert einen Luftstrom in die Vormischkammer 14, die danach mit eingeleitetem Kraftstoff ein Kraftstoff-Luft-Gemisch erzeugt. Kraftstoff 11 wird durch ein Kraftstoffstrom-Steuergerät 13 einer oder mehreren Kraftstoffdüsen 15 zugeführt. Luft wird durch eine oder mehrere Einlassöffnungen 17 eingeleitet. Die Verbrennungskammer 16 hat im Allgemeinen eine zylindrische Form um eine Brennkammer-Mittellinie 19 und wird durch eine Wand 21 und eine Hauptverkleidung oder -wand 23 eingeschlossen. Dieses Kraftstoff-Luft-Gemisch bewegt sich, wie durch die Pfeile 25 angezeigt, in einer Richtung stromabwärts hin zu der Ver-

brennungskammer 16, wobei der Strom des Kraftstoff-Luft-Gemischs durch die zusammenlaufenden/auseinanderlaufenden Wände 27 und 29 eingeengt wird, die einen Kegel definieren, der einen Kegelwinkel von etwa 112,5 Grad hat. Diese Einengung bewirkt, dass sich das Kraftstoff-Luft-Gemisch in die Verbrennungskammer 16 beschleunigt, wo es verbrennen wird, wobei dies ein enormes Ausmass an Wärmestrom an dem Venturirohr 12 erzeugt. Der Turbinenverdichter (nicht gezeigt) liefert die Kühlluft durch den Einlass 24, damit sie zwischen einer oberen Wand 18 und einer unteren Wand 20 in einen Kanal 22 eintritt, was eine Rückseiten-Aufprallkühlung bewirkt. Danach wird sich die Kühlluft stromabwärts durch den Kanal 22 des Venturirohres bewegen, wobei sie die Wände des Kanals 22 kühlt. Die Kühlluft tritt längs der Verbrennungskammerwand durch eine Ablassöffnung 26 aus. Danach wird die Luft bei dem Kühl- und Verbrennungsvorgang innerhalb der Verbrennungskammer 16 verwendet.

**[0009]** Unter Bezugnahme auf Fig. 2 wird allgemein bei 30 eine Brennkammer einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Die Brennkammer 30 schliesst im Allgemeinen eine Verbrennungskammer 32, Kraftstoffdüsen 34 (einige Gasturbinen setzen, wie hier illustriert, mehrere Düsen in jeder Brennkammer ein), eine ringförmige Vormischkammer 36 und ein Venturirohr 46 ein. Ein Turbinenverdichter (nicht gezeigt) liefert einen Luftstrom in die Vormischkammer 36, die danach mit eingeleitetem Kraftstoff ein Kraftstoff-Luft-Gemisch erzeugt. Kraftstoff 31 wird durch ein Kraftstoffstrom-Steuergesetz 33 den Kraftstoffdüsen 34 zugeführt. Luft wird durch eine oder mehrere Einlassöffnungen 48 eingeleitet. Die Verbrennungskammer 32 hat im Allgemeinen eine zylindrische Form um eine Brennkammer-Mittellinie 35 und wird durch eine Wand 37 und eine Hauptverkleidung oder -wand 38 eingeschlossen. Die im Wesentlichen zylindrische Hauptverkleidung 38 umfasst eine obere Wand 40 und eine untere Wand 42, welche die Verbrennungskammer 32 definieren. Der radiale Raum zwischen der oberen Wand 40 und der unteren Wand 42 definiert einen Luftstromdurchgang oder -kanal 44.

**[0010]** Das Kraftstoff-Luft-Gemisch bewegt sich, wie durch die Pfeile 39 angezeigt, in einer Richtung stromabwärts hin zu der Verbrennungskammer 32, wobei der Strom des Kraftstoff-Luft-Gemischs durch die zusammenlaufenden/auseinanderlaufenden Wände 41 und 43 eingeengt wird, die einen Kegel definieren, der einen Kegelwinkel von etwa 67,5 Grad hat. Es wird jedoch angenommen, dass ein Kegelwinkel innerhalb eines Bereichs von etwa 60 Grad bis etwa 90 Grad eine gute Leistung und eine angemessene Kühlung gewährleistet. Die durch das Venturirohr 46 eingeführte Einengung wird eine Beschleunigung des Gemisches bewirken, wenn es die zusammenlaufende Wand passiert, auf der Grundlage des Bernoullischen Prinzips, wobei eine Zunahme der Geschwindigkeit mit einer Abnahme des Drucks verbunden ist. Dementsprechend bewirkt dies, dass sich das Kraftstoff-Luft-Gemisch in die Verbrennungskammer 32 beschleunigt, wo es verbrennen wird, wobei dies ein enormes Ausmass an Wärmestrom an dem Venturirohr 46 erzeugt, dessen Kühlung erwünscht ist.

**[0011]** Das Venturirohr 46 stellt mehrere Mittel zum Kühlen bereit. Ein Mittel zum Kühlen schloss die Rückseiten-Aufprallkühlung ein, wobei der Turbinenkompressor (nicht gezeigt) die Kühlluft durch mehrere Einlässe 56 liefert, damit sie zwischen der oberen Wand 40 und der unteren Wand 42 in den Kanal 44 eintritt. Die Einlässe 56 sind an der oberen Wand 40 der Hauptverkleidung 38 ausgerichtet und längs der zusammenlaufenden und auseinanderlaufenden Wände des Venturirohres 46 konzentriert. Danach wird sich die Kühlluft stromabwärts durch den Kanal 44 des Venturirohres zu einem Turbulenzkühlungsabschnitt 58 bewegen.

**[0012]** Der Turbulenzkühlungsabschnitt 58 ist eingeengt, wobei die obere Wand 40 nach innen zusammenläuft. Um diese Form aufrechtzuerhalten, sind Stützstreifen 60 an dem Einlass und dem Auslass des Turbulenzkühlungsabschnitts 58 angeordnet. Innerhalb des Turbulenzkühlungsabschnitts 58 sind Turbulenzgeneratoren 62 in Längsrichtung mit gleichem Abstand längs der unteren Wand 42 angeordnet, nach innen zu der oberen Wand 40 hin innerhalb des Venturikanals 44 gerichtet. Die Turbulenzgeneratoren 62 erzeugen mehr Berührung zwischen der Kühlluft und dem Metall der oberen Wand 40 und der unteren Wand 42, wodurch ein besserer Wärmeaustausch auf Grund der Turbulenz bewirkt wird.

**[0013]** Die Kühlluft aus dem Turbulenzkühlungsabschnitt 58 wird sich danach durch den Kanal 44 zu der Ablassöffnung 64 bewegen. Die Ablassöffnung 64 entlässt danach die Kühlluft in die Verbrennungskammer 32, wo sie dazu beiträgt, bei dem Verbrennungsvorgang eine stabile Flamme zu gewährleisten sowie eine Kühlung für die Verbrennungskammer 32 bereitzustellen.

**[0014]** Unter Bezugnahme ebenfalls auf Fig. 3 wird ein vorderer Integrierring 50 eingeführt, um die thermischen Beanspruchungen an dem vorderen Innenkegel-Verbindungspunkt an dem Kanal 44 zu verringern, während ein wirksames Kühlmuster beibehalten wird. Durch den vorderen Integrierring 50 wird ebenfalls eine lecksichere Verbindung bereitgestellt. Der vordere Integrierring 50 hat einen massiven Körper 52 und eine abgewinkelte Rippe 54, die ein kleines Segment des Kanals 44 abschirmt, das ein begrenztes Ausmass an Kühlung empfängt, wodurch dazu beigetragen wird, die Emissionen zu vermindern. Die Rippe 54 erstreckt sich in Axialrichtung weg von dem massiven Körper 52, wobei sie einen ausreichenden Anteil des Kanals 44 abdeckt, um die thermischen Beanspruchungen zu verringern.

**[0015]** Diese verbesserten zuvor erwähnten mehrfachen Mittel zum Kühlen der Luft in der Brennkammer 30 verringern die NO<sub>x</sub>-Emissionen, während eine stabile Flamme aufrechterhalten wird. Ferner trägt das Beseitigen von Leckwegen mit dem Einführen des vorderen Integrierrings 50 und dem Integrieren des Venturirohres 46 in die Hauptverkleidung 38 bei dem zuvor erwähnten Mittel bedeutend zum Steuern der Durchflussvariation bei. Noch weiter trägt ein Venturikegelwinkel von 67,5 Grad ebenfalls zum Kühlen bei, ohne Leistung zu opfern. Die Verwendung der mehrfachen Kühlmittel, d.h., des Aufpralls und der Turbulenzerzeugung, spart Kühlluft ein. Eine Verringerung der NO<sub>x</sub>-Emissionen trägt zur Erfüllung von Regierungsvorschriften bei.

[0016] Während vorstehend bevorzugte Ausführungsformen gezeigt und beschrieben worden sind, können an denselben verschiedene Modifikationen und Substitutionen im Rahmen des unabhängigen Anspruchs vorgenommen werden.

#### Patentansprüche

1. Brennkammer (30) zur Verbrennung mit niedrigen Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Emissionen, die Folgendes umfasst:  
eine Vormischkammer (36) zum Mischen von Kraftstoff (11) und Kühlgas,  
eine Verbrennungskammer (32), die stromabwärts von der Vormischkammer (36) angeordnet ist, für die Verbrennung des vorgemischten Kraftstoffs und Kühlgases, und  
ein Venturirohr (46), das im Allgemeinen ringförmige Wände hat, die zusammenlaufende (41) und auseinanderlaufende (43) Wandabschnitte einschliessen, die einen eingeeengten und zwischen der Vormischkammer (36) und der Verbrennungskammer (32) angeordneten Abschnitt definieren, durch den der vorgemischte Kraftstoff und Kühlgas zu der Verbrennungskammer (32) gelangen, wobei die Wände einen Durchgang (44) für einen Kühlgasstrom definieren, der sich in Axialrichtung längs der Verbrennungskammer (32) erstreckt und einen Auslass hat, um das Kühlgas zu der Verbrennungskammer (32) strömen zu lassen, mehrere Einlässe (56) an den zusammenlaufenden (41) und auseinanderlaufenden (43) Wandabschnitten Kühlgas in den Durchgang (44) aufnehmen, um eine Aufprallkühlwirkung zu erzeugen, mehrere stromabwärts von den Einlässen (56) angeordnete Turbulenzgeneratoren (62) in Wechselwirkung mit dem Kühlgas treten, um eine Turbulenzkühlwirkung zu erzeugen,  
wodurch die Brennkammer (30) wirksam befeuert werden kann, um die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Brennkammer (30) zu verringern.
2. Brennkammer (30) nach Anspruch 1, wobei die zusammenlaufenden (41) und die auseinanderlaufenden (43) Wandabschnitte einen Kegelwinkel zwischen 60 Grad und 90 Grad definieren.
3. Brennkammer (30) nach Anspruch 2, wobei der Kegelwinkel 67,5 Grad beträgt.
4. Brennkammer (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Venturirohr (46) ferner einen vorderen Integrierring (50) einschliesst, der einen massiven Körper (52) mit einer Rippe (54) hat.
5. Brennkammer (30) nach Anspruch 4, wobei sich die Rippe (54) in Axialrichtung weg von dem massiven Körper (52) des vorderen Integrierrings (50) erstreckt.
6. Brennkammer (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Venturirohr (46) in eine Hauptverkleidung (38) der Brennkammer (30) integriert ist.
7. Brennkammer (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Durchgang (44) an jener Stelle im Durchmesser verringert ist, an welcher die Turbulenzgeneratoren (62) angeordnet sind.

FIG. 1

Stand der Technik

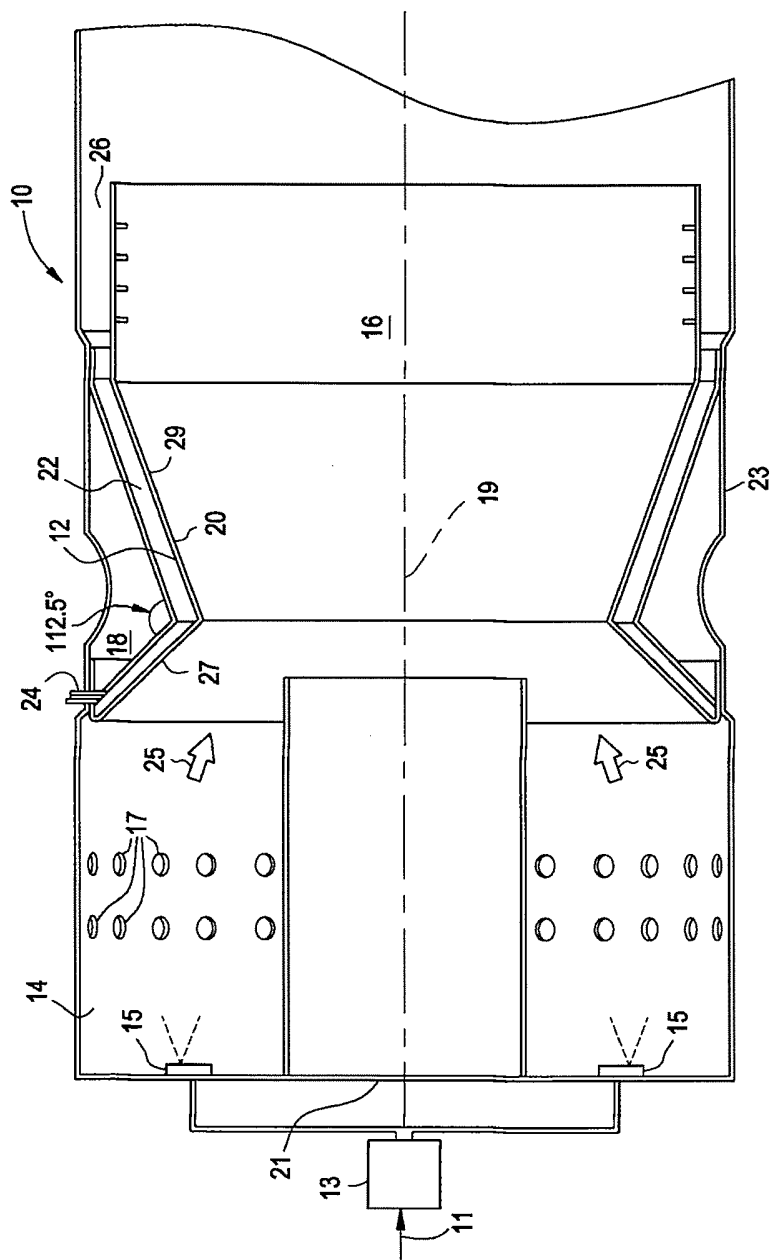


FIG. 2

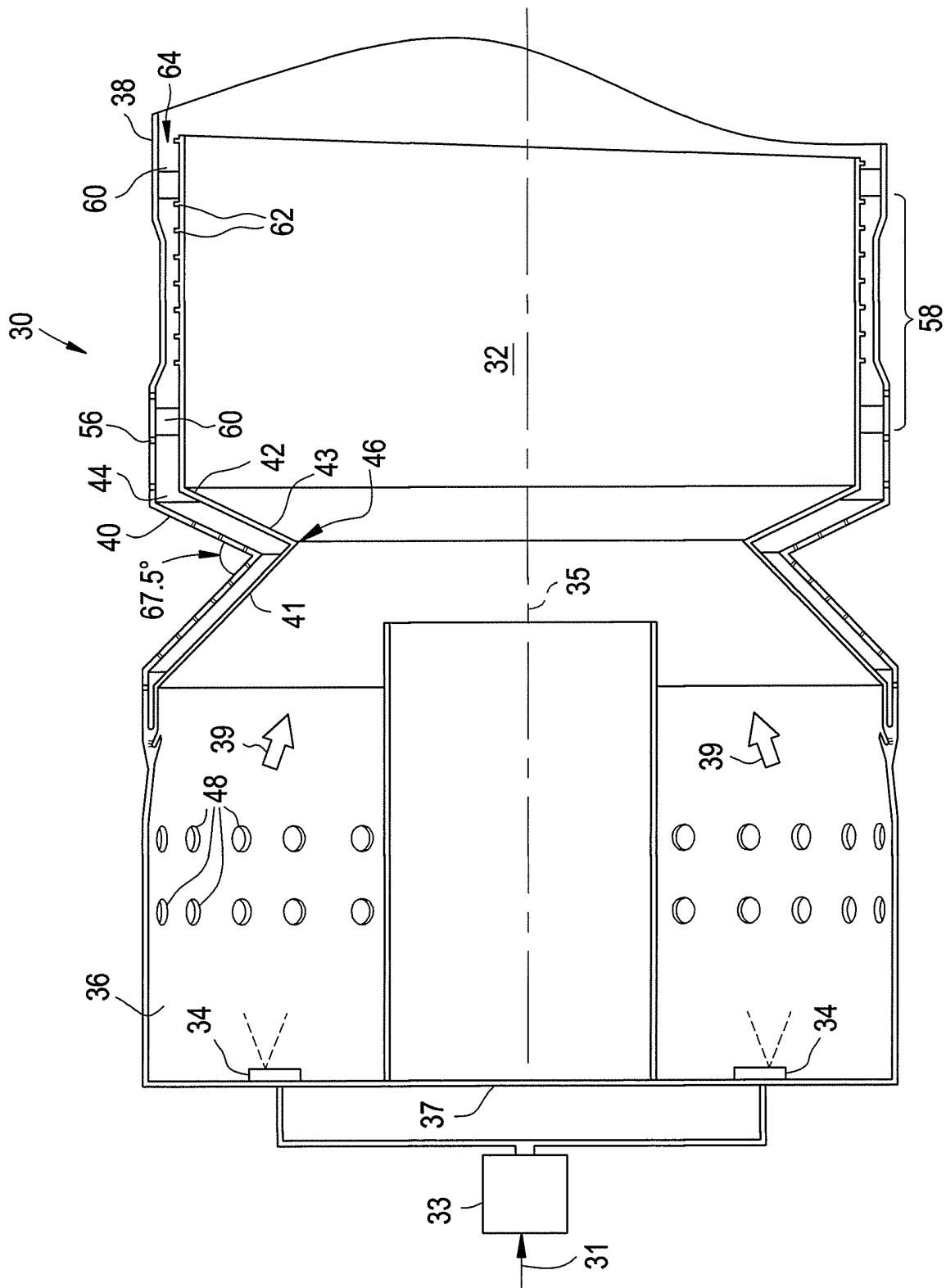


FIG. 3

