



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum

(11) CH 708 946 A2

(51) Int. Cl.: F23D 14/62 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

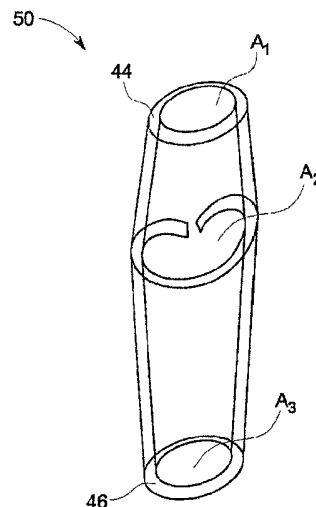
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer:	01846/14	(71) Anmelder:	General Electric Company, 1 River Road Schenectady, New York 12345 (US)
(22) Anmeldedatum:	01.12.2014	(72) Erfinder:	William David York, Greenville, SC 29615 (US) Thomas Edward Johnson, Greenville, SC 29615 (US) Christopher Paul Keener, Greenville, SC 29614 (US)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	15.06.2015	(74) Vertreter:	R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14 6300 Zug (CH)
(30) Priorität:	02.12.2013 US 14/094,098		

(54) Vormischeranordnung zur Vermischung von Luft und Brennstoff zur Verbrennung.

(57) Eine Vormischeranordnung zur Vermischung von Luft und Brennstoff zur Verbrennung enthält mehrere Rohre, die an einem Kopfende einer Brennkammeranordnung angeordnet sind. Es ist auch ein Rohr (50) der mehreren Rohre enthalten, wobei das Rohr (50) ein Einlassende (44) und ein Auslassende (46) enthält. Ferner ist wenigstens ein nicht kreisförmiger Abschnitt (A₂) des Rohrs (50) enthalten, der sich entlang einer Länge des Rohrs (50) erstreckt, wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt (A₂) einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweist und wobei das Rohr (50) eine im Wesentlichen konstante Querschnittsfläche (A₁, A₂, A₃) entlang seiner Länge aufweist.



Beschreibung

ERKLÄRUNG ZUR US-BUNDESFORSCHUNG

[0001] Diese Erfindung wurde mit Unterstützung der US-Regierung unter dem von dem US-Energieministerium erteilten Auftrag Nr. DE-FC26-05N T42 643 geschaffen. Die US-Regierung hat bestimmte Rechte an dieser Erfindung.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft Turbinensysteme und insbesondere eine Vormischeranordnung zur Vermischung von Luft und Brennstoff zur Verbrennung innerhalb einer Brennkammeranordnung einer Gasturbine.

[0003] Die primären Luftschadstoffemissionen, die üblicherweise von Gasturbinen, die herkömmliche Kohlenwasserstoffbrennstoffe verbrennen, erzeugt werden, sind Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid und unverbrannte Kohlenwasserstoffe. Es ist im Fachgebiet allgemein bekannt, dass die Oxidation von molekularem Stickstoff in Luft atmenden Maschinen stark von der maximalen Heissgastemperatur in der Reaktionszone des Verbrennungssystems abhängt. Ein Verfahren zur Steuerung der Temperatur der Reaktionszone einer Wärmemaschinenbrennkammer unter das Niveau, bei dem thermisches NO_x erzeugt wird, besteht in der Vorvermischung von Brennstoff und Luft zu einem mageren Gemisch vor der Verbrennung.

[0004] Die Effizienz der Vorvermischung von Brennstoff und Luft ist ein wichtiger Faktor für die Emissionsniveaus. Die Länge der Rohre die zur Vermischung des Brennstoffs mit der Luft verwendet werden, ist durch die Vermischungseffizienz bestimmt. Obwohl längere Rohre eine bessere Vermischung ergeben, erfordert eine Verlängerung des Rohrs in unerwünschter Weise zusätzliche Kosten, die mit der Herstellung des Rohrs verbunden sind, und sie vergrößert die Gesamtgrösse der Brennkammer und der Gasturbine.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0005] Gemäss einem Aspekt der Erfindung enthält eine Vormischeranordnung zur Vermischung von Luft und Brennstoff zur Verbrennung mehrere Rohre, die an einem Kopfe einer Brennkammeranordnung angeordnet sind. Es ist auch ein Rohr der mehreren Rohre enthalten, wobei das Rohr ein Einlassende und ein Auslassende aufweist. Ferner ist wenigstens ein nicht kreisförmiger Abschnitt des Rohrs enthalten, der sich entlang einer Länge des Rohrs erstreckt, wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweist.

[0006] Die zuvor erwähnte Vormischeranordnung kann ferner wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung aufweisen, die in einer Brennstoffeinspritzebene angeordnet ist, die sich zwischen dem Einlassende und dem Auslassende des Rohrs befindet.

[0007] Ferner kann der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs in der Nähe des Einlassendes des Rohrs angeordnet sein.

[0008] Noch weiter kann sich der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs bis zu einer Stelle zwischen der Brennstoffeinspritzebene und dem Auslassende erstrecken.

[0009] Alternativ oder zusätzlich kann die Vormischeranordnung ferner einen Abschnitt mit kreisförmigem Querschnitt aufweisen, der in der Nähe des Auslassendes des Rohrs angeordnet ist.

[0010] In der Vormischeranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs einen ersten nicht kreisförmigen Abschnitt und einen zweiten nicht kreisförmigen Abschnitt aufweisen, wobei der erste nicht kreisförmige Abschnitt in der Nähe des Einlassendes des Rohrs angeordnet ist und einen ersten geometrischen Querschnitt aufweist, wobei der zweite nicht kreisförmige Abschnitt einen zweiten geometrischen Querschnitt aufweist, der sich von dem ersten geometrischen Querschnitt unterscheidet.

[0011] In der Vormischeranordnung der zuvor erwähnten Art kann der zweite nicht kreisförmige Abschnitt in der Nähe des Auslassendes des Rohrs angeordnet sein.

[0012] In der Vormischeranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art, die die wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung aufweist, kann der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs in der Nähe der Brennstoffeinspritzebene angeordnet sein.

[0013] Zusätzlich kann die Vormischeranordnung der zuvor erwähnten Art ferner wenigstens einen Abschnitt mit kreisförmigem Querschnitt aufweisen, der in der Nähe des Einlassendes des Rohrs angeordnet ist.

[0014] Alternativ kann die Vormischeranordnung ferner wenigstens einen Abschnitt mit kreisförmigem Querschnitt aufweisen, der in der Nähe des Auslassendes des Rohrs angeordnet ist.

[0015] Die Vormischeranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art, die die wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung aufweist, kann ferner wenigstens einen kreisförmigen Querschnitt aufweisenden Abschnitt des Rohrs aufweisen, der sich ausgehend von einer Nähe zu dem Einlassende des Rohrs bis zu einer Stelle zwischen der Brennstoffeinspritzebene und dem Auslassende des Rohrs erstreckt.

[0016] Zusätzlich kann der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs in der Nähe des Auslassendes des Rohrs angeordnet sein.

[0017] In der Vormischeranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann eine Querschnittsfläche des Rohrs über eine gesamte Länge des Rohrs hinweg im Wesentlichen konstant bleiben.

[0018] In der Vormischeranordnung einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs eine Geometrie aufweisen, die wenigstens eines von im Wesentlichen oval, im Wesentlichen dreieckig, im Wesentlichen vierseitig und einem Paar von halbkreisförmigen Enden, die durch ein Paar paralleler Wände verbunden sind, aufweist, wobei Ecken einer im Wesentlichen dreieckigen und einer im Wesentlichen vierseitigen Geometrie an einer Kantenschnittstelle Ausrundungen aufweisen.

[0019] Alternativ kann der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs eine Geometrie aufweisen, die eine im Wesentlichen kardioidale Gestalt, wobei eine Spitze der im Wesentlichen kardioiden Gestalt eine Ausrundung aufweist.

[0020] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung enthält eine Vormischeranordnung zur Vermischung von Luft und Brennstoff zur Verbrennung mehrere Rohre, die an einem Kopfende einer Brennkammeranordnung angeordnet sind. Es ist auch ein Rohr der mehreren Rohre enthalten. Ferner ist ein Einlassabschnitt des Rohrs enthalten, der einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweist. Noch weiter ist ein Auslassabschnitt des Rohrs enthalten, der einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt aufweist, wobei eine Querschnittsfläche des Rohrs über eine gesamte Länge des Rohrs hinweg im Wesentlichen konstant bleibt. Ferner ist wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung enthalten, die in einer Brennstoffeinspritzebene angeordnet ist, die sich zwischen einem Einlassende des Rohrs und einem Auslassende des Rohrs befindet.

[0021] In der zuvor erwähnten Vormischeranordnung kann der nicht kreisförmige Querschnitt sich bis zu einer Stelle zwischen der Brennstoffeinspritzebene und dem Auslassende erstrecken.

[0022] Ferner kann der nicht kreisförmige Querschnitt eine Geometrie aufweisen, die wenigstens eines von im Wesentlichen oval, im Wesentlichen dreieckig, im Wesentlichen vierseitig und einem Paar halbkreisförmiger Enden, die durch ein Paar paralleler Wände verbunden sind, aufweist, wobei Ecken einer im Wesentlichen dreieckigen und einer im Wesentlichen vierseitigen Geometrie an einer Kantenschnittstelle Ausrundungen aufweisen.

[0023] Alternativ kann der nicht kreisförmige Querschnitt eine Geometrie aufweisen, die eine im Wesentlichen kardioidale Gestalt aufweist, wobei eine Spitze der im Wesentlichen kardioiden Gestalt eine Ausrundung aufweist.

[0024] Gemäss einem noch weiteren Aspekt der Erfindung enthält eine Gasturbine einen Verdichterabschnitt, einen Turbinenabschnitt und eine Brennkammeranordnung. Die Brennkammeranordnung enthält mehrere Rohre, die in der Nähe eines Kopfendes der Brennkammeranordnung angeordnet und eingerichtet sind, um Luft und Brennstoff zur Verbrennung in einem Verbrennungsbereich der Brennkammeranordnung zu vermischen, der stromabwärts von den mehreren Rohren angeordnet ist. Die Brennkammeranordnung enthält ferner ein Rohr der mehreren Rohre, das ein Einlassende und ein Auslassende enthält. Die Brennkammeranordnung enthält ferner wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung, die in einer Brennstoffeinspritzebene angeordnet ist, die sich zwischen dem Einlassende und dem Auslassende des Rohrs befindet. Die Brennkammeranordnung enthält noch weiter einen nicht kreisförmigen Abschnitt des Rohrs, der einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweist, wobei der nicht kreisförmige Abschnitt sich an der Brennstoffeinspritzebene befindet.

[0025] Diese und weitere Vorteile und Merkmale werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen offenkundiger.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026] [0026] Der Gegenstand, der als die Erfindung angesehen wird, ist in den Ansprüchen am Schluss der Beschreibung besonders angegeben und deutlich beansprucht. Das Vorstehende sowie weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung erschliessen sich aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, in denen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Gasturbine von der Mittellinie bis zum Aussenumfang;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Brennkammeranordnung der Gasturbine;
- Fig. 3 eine Perspektivansicht einer Vormischeranordnung der Brennkammeranordnung;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung, die die Geometrie eines Einlassendes und eines Auslassendes eines Rohrs der Vormischeranordnung gemäss einer ersten Ausführungsform gegenüberstellt;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung, die die Geometrie des Einlassendes und des Auslassendes des Rohrs der Vormischeranordnung gemäss einer zweiten Ausführungsform gegenüberstellt;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung, die die Geometrie des Einlassendes und des Auslassendes des Rohrs der Vormischeranordnung gemäss einer dritten Ausführungsform gegenüberstellt;
- Fig. 7 eine schematische Darstellung, die die Geometrie des Einlassendes und des Auslassendes des Rohrs der Vormischeranordnung gemäss einer vierten Ausführungsform gegenüberstellt;

- Fig. 8 eine schematische Darstellung, die die Geometrie des Einlassendes und des Auslassendes des Rohrs der Vormischanordnung gemäss einer fünften Ausführungsform gegenüberstellt;
- Fig. 9 eine schematische Darstellung der Brennstoffeinspritzung in verschiedene geometrische Konfigurationen des Rohrs der Vormischanordnung;
- Fig. 10 eine Perspektivansicht des Rohrs unter Veranschaulichung eines Bereichs mit im Wesentlichen konstantem Querschnitt entlang der Länge des Rohrs.

[0027] Die detaillierte Beschreibung erläutert Ausführungsformen der Erfindung gemeinsam mit Vorteilen und Merkmalen anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0028] Bezugnehmend auf Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer beispielhaften Gasturbine 10 veranschaulicht. Die Gasturbine 10 enthält einen Verdichter 11 und eine Brennkammeranordnung 14. Die Brennkammeranordnung 14 enthält eine Brennkammeranordnungswand 16, die wenigstens teilweise eine Brennkammer 12 definiert. Eine Vormischanordnung 20 erstreckt sich von der Brennkammeranordnungswand 16 aus und führt in die Brennkammer 12 hinein. Die Vormischanordnung 20 kann hierin auch als eine «Vormischeranordnung» bezeichnet werden. Wie nachstehend in grösseren Einzelheiten erläutert, empfängt die Vormischanordnung 20 ein erstes Fluid, wie beispielsweise einen Brennstoff, durch einen Brennstoffeinlass 22 und ein zweites Fluid, wie beispielsweise verdichtete Luft, von dem Verdichter 11. Der Brennstoff und die verdichtete Luft werden anschliessend miteinander vermischt, in die Brennkammer 12 übergeben und gezündet, um ein Verbrennungsprodukt oder einen Verbrennungsgasstrom mit hoher Temperatur und hohem Druck zu erzeugen. Obwohl lediglich eine einzelne Brennkammeranordnung 14 in der beispielhaften Ausführungsform veranschaulicht ist, kann die Gasturbine 10 mehrere Brennkammeranordnungen 14 enthalten. In jedem Fall enthält die Gasturbine 10 auch eine Turbine 24 und eine Welle 26, die den Verdichter 11 und die Turbine 24 betriebsmässig miteinander verbindet. Die Turbine 24 ist auf eine in dem Fachgebiet bekannte Weise mit der Welle 26 verbunden und treibt die Welle 26 an, die wiederum den Verdichter 11 antreibt.

[0029] Im Betrieb strömt Luft in den Verdichter 11 hinein, und sie wird zu einem Hochdruckgas verdichtet. Das Hochdruckgas wird zu der Brennkammeranordnung 14 geliefert und mit einem Brennstoff, z.B. Prozessgas und/oder synthetischem Gas (Synthesegas), in der Vormischanordnung 20 vermischt. Das Brennstoff/Luft- oder brennbare Gemisch wird in die Brennkammer 12 geleitet und gezündet, um einen Hochdruck-Verbrennungsgasstrom hoher Temperatur zu erzeugen. Alternativ kann die Brennkammeranordnung 14 Brennstoffe verbrennen, zu denen einschliesslich, jedoch nicht darauf beschränkt, Erdgas und/ oder Brennöl gehören. Anschliessend leitet die Brennkammeranordnung 14 den Verbrennungsgasstrom zu der Turbine 24, die Wärmeenergie in mechanische Rotationsenergie umsetzt.

[0030] Indem nun auf Fig. 2 Bezug genommen wird, ist eine rohringförmige Anordnung von Brennkammeranordnungen in einer längs des Umfangs beabstandeten Weise um eine axiale Mittellinie der Gasturbine 10 herum angeordnet. Zur Übersichtlichkeit der Darstellung ist eine Teilansicht einer einzelnen Brennkammeranordnung der rohringförmigen Anordnung veranschaulicht, und sie enthält die Brennkammer 12 und ein Kopfende 28. Das Kopfende 28 ist an einer angrenzenden stromaufwärtigen Stelle der Brennkammer 12 angeordnet und enthält die Vormischanordnung 20. Die Vormischanordnung 20 enthält mehrere Rohre 32 oder Rohrleitungen, die in einzelne Abschnitte, die zusammenpassen, unterteilt sein können. In einer beispielhaften Ausführungsform enthält die Vormischanordnung 20 sechs Abschnitte, wobei jeder Sektor etwa 20 bis etwa 200 Rohre aufweist. Es versteht sich jedoch, dass die tatsächliche Anzahl von Abschnitten und Anzahl von Rohren innerhalb jedes Abschnitts abhängig von der verwendungsgemässen Anwendung variieren können. Jedes der mehreren Rohre 32 kann hinsichtlich der Abmessung variieren. Obwohl sie überall in der Beschreibung als die mehreren Rohre 32 bezeichnet werden, versteht es sich, dass bei einer monolithischen Anordnung mehrere Durchgänge verwendet werden. Deshalb wird hierin zur Bezugnahme zwecks Klarheit der Beschreibung der Ausdruck Rohr oder Rohrleitung verwendet, wobei verstanden werden soll, dass der Ausdruck synonym mit Durchgang verwendet werden soll.

[0031] Die Brennkammer 12 ist durch ein Flammrohr 34, wie beispielsweise eine weiter innen angeordnete Auskleidung, definiert. Eine Hülse 38, wie z.B. eine Strömungshülse, ist von dem Flammrohr 34 radial nach aussen beabstandet und umgibt das Flammrohr 34 umschliessend. Eine Luftströmung 40 strömt in eine stromaufwärtige Richtung innerhalb eines Ringraums 42, der durch das Flammrohr 34 und die Hülse 38 definiert ist, zu dem Kopfende 28 der Brennkammeranordnung 14 hin. Die Luftströmung 40 macht eine 180-Grad-Drehung in Einlasse der mehreren Rohre 32 hinein, um sich mit einem Brennstoff zu vermischen, bevor das Gemisch der Brennkammer 12 zugeführt wird.

[0032] Bezugnehmend auf Fig. 3 ist die Vormischanordnung 20 in grösseren Einzelheiten veranschaulicht. Jedes der mehreren Rohre 32 der Vormischanordnung 20 enthält ein Einlassende 44 und ein Auslassende 46. Zwischen dem Einlassende 44 und dem Auslassende 46 befindet sich wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung 48 zum Leiten von Brennstoff aus einer Sammelkammer 45, die rings um die Rohre 32 angeordnet ist, zu einem inneren Bereich jedes der mehreren Rohre 32. Die wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung 48 befindet sich in einer Brennstoffeinspritzebene zwischen dem Einlassende 44 und dem Auslassende 46. Wenn sich die Luftströmung 40 der verdichteten Luft dem Kopfende 28 der Brennkammeranordnung 14 nähert, wird sie dann in Richtung auf das Einlassende 44 jedes der mehreren Rohre 32

zu und in das Einlassende 44 hinein umgelenkt. Der Brennstoff, der durch die wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung 48 eintritt, und die Luftströmung 40 der verdichteten Luft, die durch das Einlassende 44 eintritt, werden innerhalb der mehreren Rohre 32 vermischt.

[0033] Bezugnehmend auf die Fig. 4–8 sind mehrere Ausführungsformen eines Rohrs 50 der mehreren Rohre 32 in schematischer Weise dargestellt. Insbesondere sind das Einlassende 44 des Rohrs 50 und das Auslassende 46 des Rohrs 50 der Übersichtlichkeit wegen in einer übereinander liegenden Anordnung veranschaulicht. Das Rohr 50 jeder Ausführungsform enthält einen nicht kreisförmigen Abschnitt 52. Der nicht kreisförmige Abschnitt 52 ist eine nicht kreisförmige Querschnittsgeometrie auf, die sich entlang wenigstens eines Abschnitts des Rohrs 50 erstreckt. Obwohl der nicht kreisförmige Abschnitt 52 in den dargestellten Ausführungsformen als an dem Einlassende 44 des Rohrs 50 befindlich veranschaulicht ist, sollte verstanden werden, dass der nicht kreisförmige Abschnitt 52 alternativ oder in Kombination an dem Auslassende 46 des Rohrs 50 oder an einer Zwischenstelle zwischen dem Einlassende 44 und dem Auslassende 46 angeordnet sein kann, wie in grösseren Einzelheiten nachstehend beschrieben. Ausserdem sind die Brennstoffeinspritzöffnungen 48 für Veranschaulichungszwecke an dem Einlassende 44 gezeichnet, wobei jedoch erkannt werden sollte, dass die Brennstoffeinspritzöffnungen nicht notwendigerweise an dem äussersten Einlassende angeordnet sind, sondern vielmehr an irgendeiner Stelle stromabwärts von dem Einlassende 44 angeordnet sein können.

[0034] In einer Ausführungsform ist der nicht kreisförmige Abschnitt 52 in der Nähe des Einlassendes 44 angeordnet, und er erstreckt sich stromabwärts durch die Brennstoffeinspritzebene hindurch, die die wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung 48 aufweist. Der nicht kreisförmige Abschnitt 52 geht dann allmählich entweder in eine Geometrie mit kreisförmigen Querschnitt oder in eine andere nicht kreisförmige Geometrie stromaufwärts von dem Auslassende 46 des Rohrs 50 über. An sich kann der Bereich des Rohrs 50 in der Nähe des Auslassendes 46 in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform kreisförmig oder nicht kreisförmig sein.

[0035] In einer Ausführungsform mit einem nicht kreisförmigen Einlassende und Auslassende enthält das Rohr 50 einen ersten nicht kreisförmigen Abschnitt, der sich in der Nähe des Einlassendes 44 befindet, und einen zweiten nicht kreisförmigen Abschnitt, der sich in der Nähe des Auslassendes 46 befindet. Der erste nicht kreisförmige Abschnitt und der zweite nicht kreisförmige Abschnitt haben unterschiedliche Querschnitts Geometrien. Es ist vorgesehen, dass mehr als zwei Querschnitts Geometrien entlang der Längserstreckung des Rohrs 50 enthalten sind.

[0036] In einer weiteren Ausführungsform sind das Einlassende 44 und das Auslassende 46 beide im Wesentlichen kreisförmig mit allmählichen Übergängen zu dem nicht kreisförmigen Abschnitt 52, der sich an der Brennstoffeinspritzebene befindet, die die wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung 48 aufweist.

[0037] Wie anhand der nachstehenden Beschreibung erkannt wird, ist es gewöhnlich vorteilhaft, den nicht kreisförmigen Abschnitt 52 in der Nähe der Brennstoffeinspritzebene zu positionieren, wobei es jedoch in einigen Ausführungsformen vorgesehen ist, dass das Einlassende 44 mit einem im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt ausgebildet ist, der sich stromabwärts durch die Brennstoffeinspritzebene hindurch erstreckt, bevor er allmählich in den nicht kreisförmigen Abschnitt 52 übergeht. Die bestimmte Brennstoffart, die verwendet wird, und die gewünschten Verbrennungseigenschaften der Brennkammeranordnung 14 können zur Folge haben, dass es vorteilhaft ist, den kreisförmigen Querschnitt allmählich in den nicht kreisförmigen Abschnitt 52 stromabwärts von der Brennstoffeinspritzebene übergehen zu lassen.

[0038] Unabhängig von der genauen Lage des nicht kreisförmigen Abschnitts 52 oder der nicht kreisförmigen Abschnitte sollte erkannt werden, dass die nicht kreisförmige Geometrie eine beliebige nicht kreisförmige Gestalt sein kann. Veranschaulichende Ausführungsformen des nicht kreisförmigen Abschnitts 52 sind in den Fig. 4–8 dargestellt. Insbesondere sind eine im Wesentlichen quadratische oder rechteckige Gestalt (Fig. 5), eine im Wesentlichen dreieckige Gestalt (Fig. 6), eine ovale Gestalt (Fig. 7) oder eine «rennbahn»-förmige oder «stadion»-förmige Gestalt (Fig. 8) dargestellt. Bei jeder dargestellten Gestalt sind die Ecken des Vierecks oder Dreiecks zu einer Ausrundung gerundet. Die dargestellten und vorstehend beschriebenen Formen sind lediglich beispielhaft und nicht dazu bestimmt, beschränkend zu sein. Es sollte verstanden werden, dass eine beliebige nicht kreisförmige Gestalt verwendet werden kann. Eine bestimmte Ausführungsform, die sich als besonders vorteilhaft zur Vermischung von Brennstoff und verdichteter Luft erwiesen hat, ist in Fig. 4 veranschaulicht. Die veranschaulichte nicht kreisförmige Gestalt wird als eine im Wesentlichen kardioidale Gestalt bezeichnet. Eine Kardioidale ist ein Typ einer Epizykloide mit einer einzigen Spitze. Die Spitze ist zu einer Ausrundung gerundet.

[0039] Wie ausdrücklich oben erwähnt, kann jede beliebige nicht kreisförmige Gestalt für den nicht kreisförmigen Abschnitt 52 des Rohrs 50 verwendet werden. Unabhängig davon, wo sich der (die) nicht kreisförmige(n) Abschnitt(e) entlang der Längserstreckung des Rohrs 50 befindet (befinden), wird ein allmählicher Übergang von einer bestimmten Geometrie (z.B. kreisförmigen oder nicht kreisförmigen) zu einer anderen geschaffen. In anderen Worten werden abrupte oder schnelle Übergänge gewöhnlich vermieden, um eine Strömungsablösung und/oder signifikante Sekundärströmungen innerhalb des Rohrs 50 zu reduzieren oder zu beseitigen. Obwohl es vorgesehen ist, dass ein beliebiger herkömmlicher Herstellungsprozess verwendet werden kann, um die mehreren Rohre 32 zu erzeugen, ist eine Herstellungsprozesskategorie zur Erzeugung der allmählichen Formübergänge entlang der Längserstreckung des Rohrs 50 besonders nützlich. Insbesondere kann additive Fertigung zur Erzeugung des Rohrs 50 verwendet werden. Der Ausdruck «additiv gefertigt» sollte derart verstanden werden, dass er Komponenten beschreibt, die durch Bildung und Festigung aufeinanderfolgender Materialschichten eine über der anderen aufgebaut werden. Insbesondere wird eine Schicht eines Pulvermaterials auf ein Substrat aufgebracht und durch Anwendung von Hitze, eines Lasers oder eines Elektronenstrahls oder irgendeines

anderen Prozesses aufgeschmolzen und anschliessend erstarren lassen. Sobald sie erstarrt ist, wird eine neue Schicht aufgebracht, erstarren lassen und mit der vorherigen Schicht verschmolzen, bis die Komponente erzeugt ist. Ein beispielhaftes additives Fertigungsverfahren umfasst Direktes Metall-Laser-Sintern (DMLS).

[0040] In all den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen des Rohrs 50 wird eine im Wesentlichen konstante Querschnittsfläche über den Grossteil des Rohrs 50 hinweg aufrechterhalten. Insbesondere ist die Querschnittsfläche über im Wesentlichen die gesamte Länge des Rohrs 50 konstant. Das Aufrechterhalten einer konstanten Querschnittsfläche über die Länge des Rohrs 50 hinweg erhält die mittlere Geschwindigkeit des (der) Fluid(e) innerhalb des Rohrs aufrecht, wodurch die Wahrscheinlichkeit eines Flammenrückschlags oder Flammenhaltens bei bestimmten sehr reaktionsfreudigen Brennstoffen reduziert wird. Die konstante Querschnittsfläche ist in Fig. 10 veranschaulicht, indem A1, A2 und A3 Querschnittsflächen an drei Stellen entlang der Länge des Rohrs 50 repräsentieren. A1, A2 und A3 sind einander im Wesentlichen gleich, wobei in der veranschaulichten Ausführungsform A1 die Querschnittsfläche an dem Einlassende 44 repräsentiert, während A2 die Querschnittsfläche an der Brennstoffeinspritzebene repräsentiert und A3 die Querschnittsfläche an dem Auslassende 46 repräsentiert.

[0041] In bestimmten vorstehend beschriebenen Ausführungsformen weist der Bereich des Rohrs 50 in der Nähe der Brennstoffeinspritzebene eine nicht kreisförmige Querschnittsgeometrie auf. Durch Vermeidung einer kreisförmigen Geometrie an der Brennstoffeinspritzebene kann eine effizientere Vermischung zwischen dem Brennstoff und der verdichteten Luft erreicht werden. Insbesondere wird eine effizientere Nutzung des verfügbaren inneren Bereiches des Rohrs 50 dadurch erreicht, dass Brennstoff näher an der Mitte des Rohrs eingespritzt wird oder dass die Brennstoffeinspritzstrahlen 49 (Fig. 9) über den inneren Bereich verteilt werden, was dadurch zu einer schnelleren Ausbreitung und/oder turbulenteren Vermischung des Brennstoffs mit verrichteter Luft, die innerhalb des Rohrs 50 strömt, führt. Ein Vergleich zwischen einem kreisförmigen Querschnittsbereich und beispielhaften nicht kreisförmigen Querschnittsbereichen an der Brennstoffeinspritzebene ist in Fig. 9 dargestellt. Die nicht kreisförmigen Konfigurationen reduzieren oder vermeiden eine Koaleszenz von Brennstoffeinspritzstrahlen dort, wo Brennstoffeinspritzstrahlen 49 gegeneinander gerichtet sind. Ausserdem werden die Brennstoffeinspritzstrahlen 49 nicht direkt in eine Wand eingespritzt. Diese Kombination hat eine ausgeglichene und/oder mehr zentrierte Einspritzung von Brennstoff, damit sich dieser darin mit der verdichteten Luft vermischt, zur Folge. Diese Art einer Füllung des Rohrs 50 hat eine effizientere Vermischung zur Folge und kann geringere Emissionen von Stickoxiden zur Folge haben oder alternativ dabei unterstützen, ein kürzeres Rohr zu erreichen, das für ein bestimmtes Emissionsniveau erforderlich ist, was den Vorteil kleinerer, kostengünstigerer Komponenten und eines geringeren Druckverlustes umfasst.

[0042] Wie veranschaulicht kann eine oder können mehr als eine Brennstoffeinspritzöffnung 48 jedem Rohr zugeordnet sein. Die genaue Anzahl von Brennstoffeinspritzöffnungen hängt von der speziellen Querschnittsgeometrie des Rohrs 50 ab. In manchen Ausführungsformen, wie beispielsweise dem im Wesentlichen kardioidisch gestalteten Rohr (Fig. 4), ist eine einzige Brennstoffeinspritzöffnung, die an der Spitze der Querschnittsgestalt positioniert ist, von Vorteil. Die anderen veranschaulichten Konfigurationen können von einer strategischen Positionierung mehrerer Brennstoffeinspritzöffnungen zur effizienten Nutzung des verfügbaren inneren Bereichs des Rohrs 50 profitieren. Unabhängig davon, welche nicht kreisförmige Gestalt entlang eines Abschnitts des Rohrs 50 verwendet wird, sollte verstanden werden, dass eine oder mehrere Brennstoffeinspritzöffnungen aufgenommen werden können und dass die Positionierung der Brennstoffeinspritzöffnung(en) variieren kann. Zum Beispiel können, obwohl die Brennstoffeinspritzöffnungen an den Ausrundungen der Gestalten gemäss den Fig. 5 und 6 veranschaulicht sind, einige der oder alle Brennstoffeinspritzöffnungen entlang der Längerstreckung einer der Seiten der Gestalten, wie beispielsweise in der Mitte der Spannweite von diesen, positioniert sein. Ein weiterer Vorteil der Rohrkonfigurationen liegt darin, dass die Brennstoffeinspritzöffnungen in der Brennstoffsammelkammer besser, mit mehr Zwischenraum zwischen benachbarten Rohren positioniert sind. Numerische Analyse hat gezeigt, dass dann, wenn die Brennstofföffnungseinlässe sich in der Nähe eines «offenen» Raums in der Sammelkammer befinden und nicht der Öffnung eines benachbarten Rohrs gegenüberliegen, die Brennstoffverteilung (und Emissionen) verbessert werden kann (können).

[0043] Vorteilhafterweise erzielen die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen eine effizientere und/oder schnellere Vermischung von Brennstoff und Luft in der Vormischanordnung 20 sowie eine bessere Verteilung von Brennstoff in den Brennstoffeinspritzöffnungen. Infolgedessen kann die gesamte Länge der Vormischanordnung 20 reduziert werden, während dabei die gleichen oder bessere NOx-Emissionsniveaus erhalten werden. Eine verkürzte Anordnung ist typischerweise auch kostengünstiger und leichter in die Brennkammeranordnung 14 einzubauen und kann zu einem geringeren Druckverlust der Brennkammer führen, was einen Vorteil bei dem Wirkungsgrad der Gasturbine ergeben kann.

[0044] Während die Erfindung in Verbindung mit lediglich einer begrenzten Anzahl von Ausführungsformen im Detail beschrieben ist, sollte ohne weiteres verstanden werden, dass die Erfindung nicht auf derartige offenbarte Ausführungsformen beschränkt ist. Vielmehr kann die Erfindung modifiziert werden, um eine beliebige Anzahl von Veränderungen, Modifizierungen, Ersetzungen oder äquivalenten Anordnungen aufzunehmen, die hier vorstehend nicht beschrieben sind, die jedoch dem Rahmen und Umfang der Erfindung entsprechen. Ausserdem sollte verstanden werden, dass, obwohl verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben sind, Aspekte der Erfindung lediglich einige von den beschriebenen Ausführungsformen umfassen können. Demgemäss ist die Erfindung nicht als durch die vorstehende Beschreibung beschränkt anzusehen, sondern ist nur durch den Umfang der beigefügten Ansprüche beschränkt.

[0045] Eine Vormischeranordnung zur Vermischung von Luft und Brennstoff zur Verbrennung enthält mehrere Rohre, die an einem Kopfende einer Brennkammeranordnung angeordnet sind. Es ist auch ein Rohr der mehreren Rohre enthalten, wobei das Rohr ein Einlassende und ein Auslassende enthält. Ferner ist wenigstens ein nicht kreisförmiger Abschnitt des Rohrs enthalten, der sich entlang einer Länge des Rohrs erstreckt, wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweist und wobei das Rohr eine im Wesentlichen konstante Querschnittsfläche entlang seiner Länge aufweist.

Bezugszeichenliste

[0046]

- 10 Gasturbine
- 11 Verdichter
- 12 Brennkammer
- 14 Brennkammeranordnung
- 16 Brennkammeranordnungswand
- 20 Vormischeranordnung
- 22 Brennstoffeinlass
- 24 Turbine
- 26 Welle
- 28 Kopfende
- 32 Mehrere Rohre
- 34 Flammrohr
- 38 Hülse
- 40 Luftströmung
- 42 Ringraum
- 44 Einlassende
- 45 Sammelkammer
- 46 Auslassende
- 48 Brennstoffeinspritzöffnung
- 50 Rohr
- 52 Nicht kreisförmiger Abschnitt

Patentansprüche

1. Vormischeranordnung zur Vermischung von Luft und Brennstoff zur Verbrennung, die aufweist: mehrere Rohre, die an einem Kopfende einer Brennkammeranordnung angeordnet sind; ein Rohr der mehreren Rohre, wobei das Rohr ein Einlassende und ein Auslassende enthält; und wenigstens einen nicht kreisförmigen Abschnitt des Rohrs, der sich entlang einer Länge des Rohrs erstreckt, wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweist.
2. Vormischeranordnung nach Anspruch 1, die ferner wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung aufweist, die in einer Brennstoffeinspritzebene angeordnet ist, die sich zwischen dem Einlassende und dem Auslassende des Rohrs befindet.
3. Vormischeranordnung nach Anspruch 2, wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs in der Nähe des Einlassendes des Rohrs angeordnet ist; wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs sich vorzugsweise bis zu einer Stelle zwischen der Brennstoffeinspritzebene und dem Auslassende erstreckt; und/oder

wobei die Vormischeranordnung vorzugsweise ferner einen kreisförmigen Querschnittsabschnitt aufweist, der sich in der Nähe des Auslassendes des Rohrs befindet.

4. Vormischeranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs einen ersten nicht kreisförmigen Abschnitt und einen zweiten nicht kreisförmigen Abschnitt aufweist, wobei der erste nicht kreisförmige Abschnitt in der Nähe des Einlassendes des Rohrs angeordnet ist und einen ersten geometrischen Querschnitt aufweist, wobei der zweite nicht kreisförmige Abschnitt einen zweiten geometrischen Querschnitt aufweist, der sich von dem ersten geometrischen Querschnitt unterscheidet; wobei der zweite nicht kreisförmige Abschnitt vorzugsweise in der Nähe des Auslassendes des Rohrs angeordnet ist.
5. Vormischeranordnung nach Anspruch 2, wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs in der Nähe der Brennstoffeinspritzebene angeordnet ist; wobei die Vormischeranordnung vorzugsweise ferner wenigstens einen Abschnitt mit kreisförmigem Querschnitt aufweist, der in der Nähe des Einlassendes des Rohrs oder in der Nähe des Auslassendes des Rohrs angeordnet ist.
6. Vormischeranordnung nach Anspruch 2, die ferner wenigstens einen kreisförmigen Querschnitt aufweisenden Abschnitt des Rohrs aufweist, der sich ausgehend von nahe dem Einlassende des Rohrs bis zu einer Stelle zwischen der Brennstoffeinspritzebene und dem Auslassende des Rohrs erstreckt; wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs vorzugsweise in der Nähe des Auslassendes des Rohrs angeordnet ist.
7. Vormischeranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Querschnittsfläche des Rohrs über eine gesamte Länge des Rohrs hinweg im Wesentlichen konstant bleibt.
8. Vormischeranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs eine Geometrie aufweist, die wenigstens eine der folgenden aufweist: im Wesentlichen oval, im Wesentlichen dreieckig, im Wesentlichen vierseitig und einem Paar von halbkreisförmigen Enden, die durch ein Paar paralleler Wände verbunden sind, wobei Ecken einer im Wesentlichen dreieckigen und einer im Wesentlichen vierseitigen Geometrie an einer Kantenschnittstelle Ausrundungen aufweisen; oder wobei der wenigstens eine nicht kreisförmige Abschnitt des Rohrs eine Geometrie aufweist, die eine im Wesentlichen kardioiden Gestalt aufweist, wobei eine Spitze der im Wesentlichen kardioiden Gestalt eine Ausrundung aufweist.
9. Vormischeranordnung zur Vermischung von Luft und Brennstoff zur Verbrennung, die aufweist: mehrere Rohre, die an einem Kopfende einer Brennkammeranordnung angeordnet sind; ein Rohr der mehreren Rohre; einen Einlassabschnitt des Rohrs, der einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweist; einen Auslassabschnitt des Rohrs, der einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt aufweist, wobei eine Querschnittsfläche des Rohrs über eine gesamte Länge des Rohrs hinweg im Wesentlichen konstant bleibt; und wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung, die in einer Brennstoffeinspritzebene angeordnet ist, die sich zwischen einem Einlassende des Rohrs und einem Auslassende des Rohrs befindet.
10. Gasturbine, die aufweist: einen Verdichterabschnitt; einen Turbinenabschnitt; und eine Brennkammeranordnung, die aufweist: mehrere Rohre, die in der Nähe eines Kopfendes der Brennkammeranordnung angeordnet und eingerichtet sind, um Luft und Brennstoff zur Verbrennung in einem Verbrennungsbereich der Brennkammeranordnung, der stromabwärts der mehreren Rohre angeordnet ist, zu vermischen; wobei ein Rohr der mehreren Rohre ein Einlassende und ein Auslassende enthält; wenigstens eine Brennstoffeinspritzöffnung, die in einer Brennstoffeinspritzebene angeordnet ist, die sich zwischen dem Einlassende und dem Auslassende des Rohrs befindet; und einen nicht kreisförmigen Abschnitt des Rohrs, der einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweist, wobei der nicht kreisförmige Abschnitt an der Brennstoffeinspritzebene angeordnet ist.

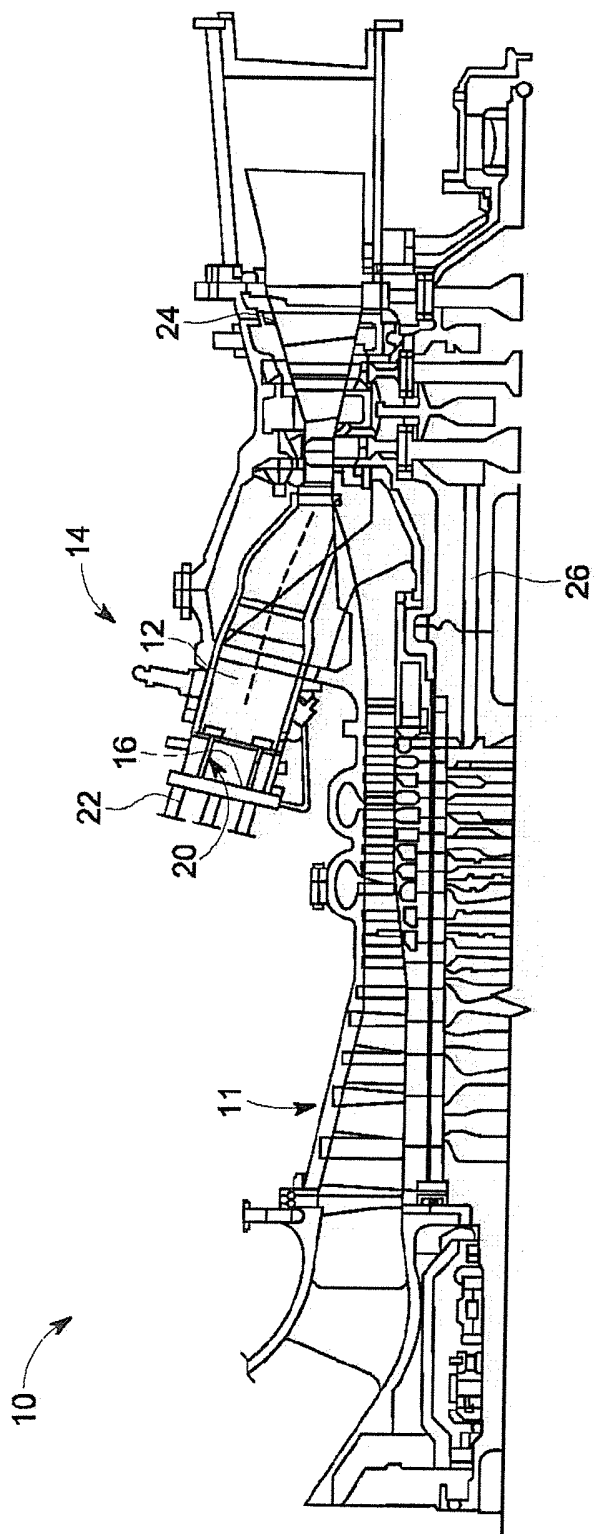


FIG. 1

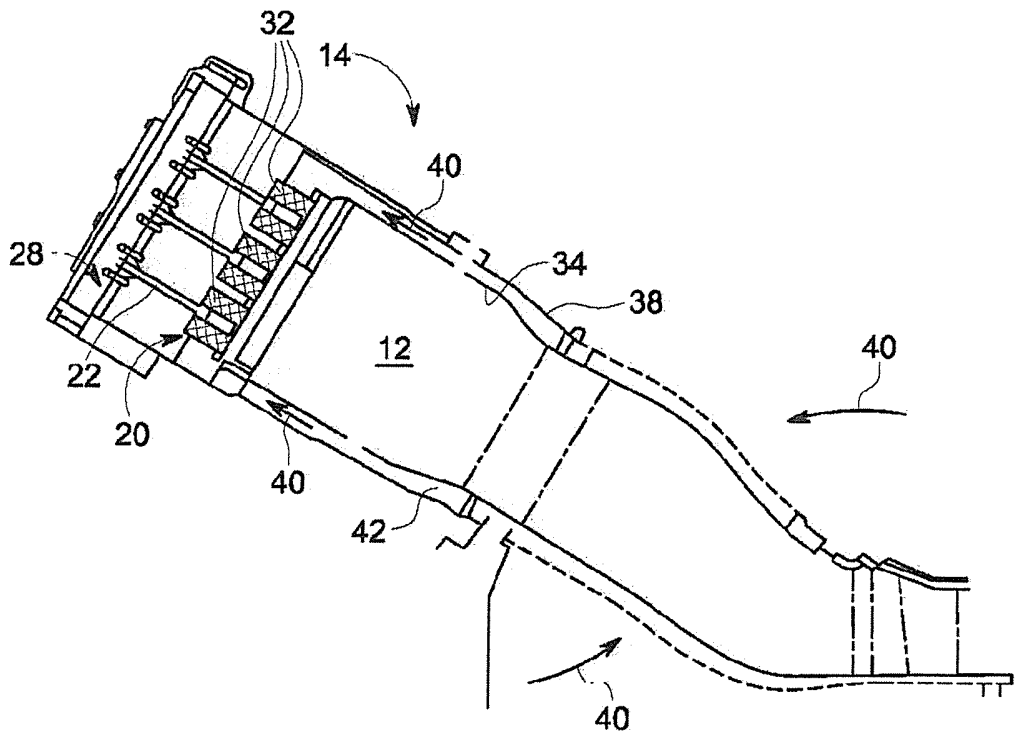


FIG. 2

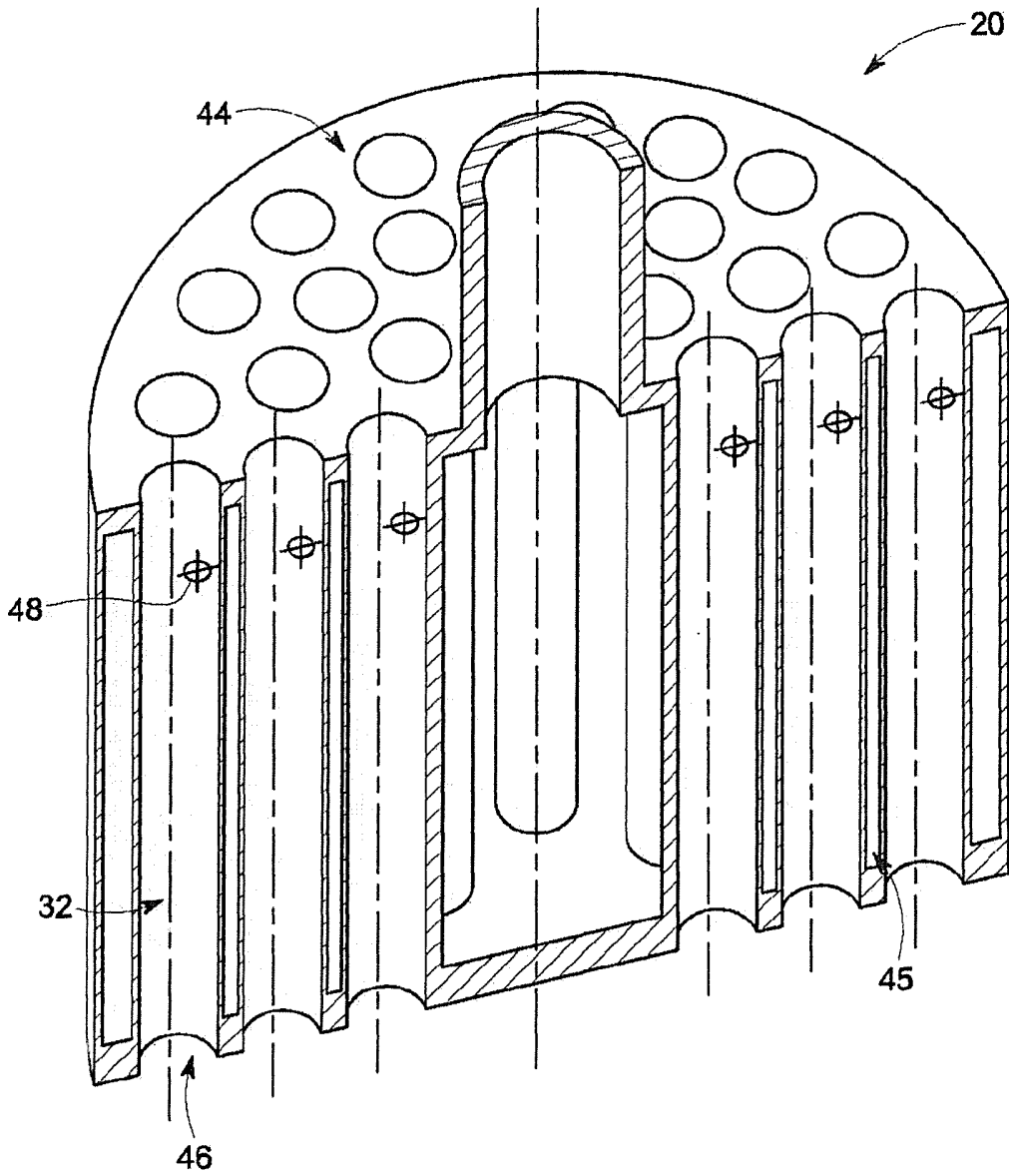
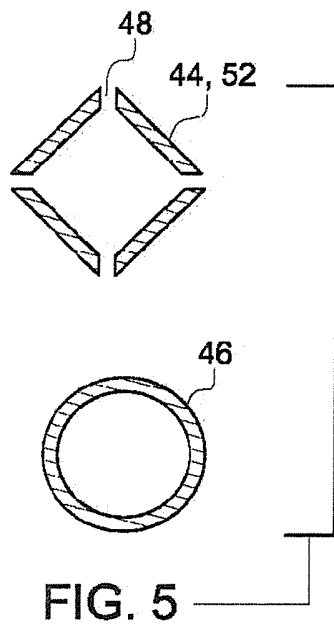
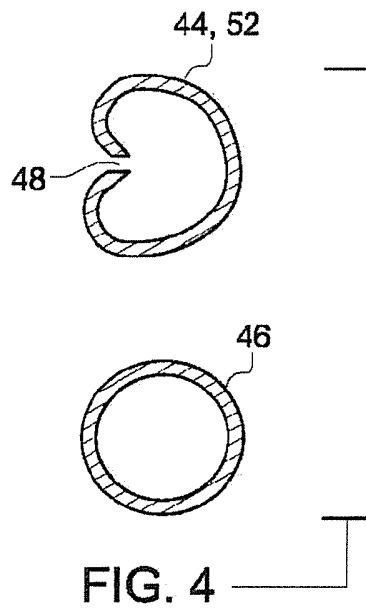
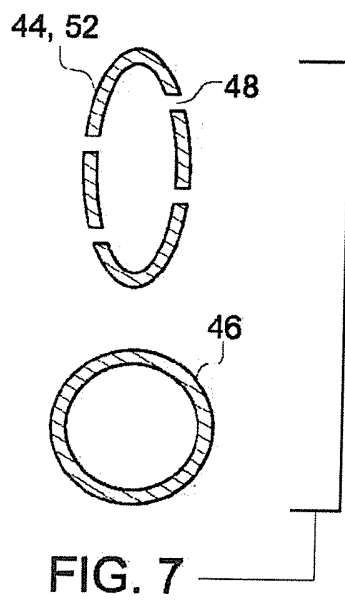
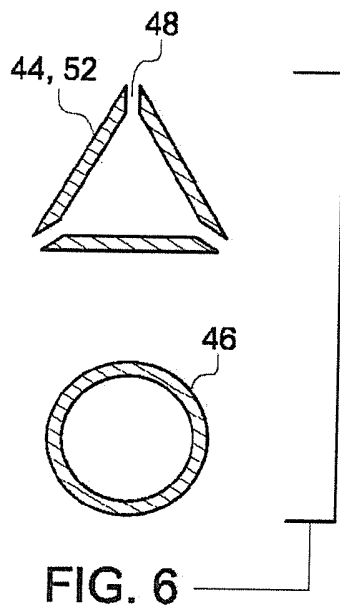


FIG. 3





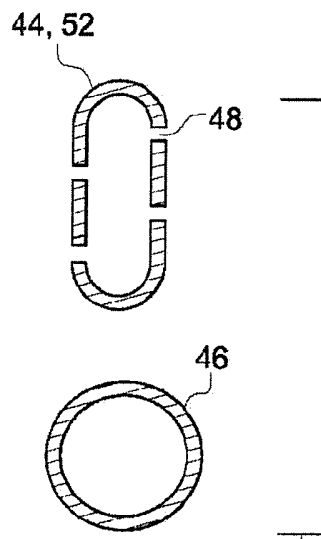


FIG. 8

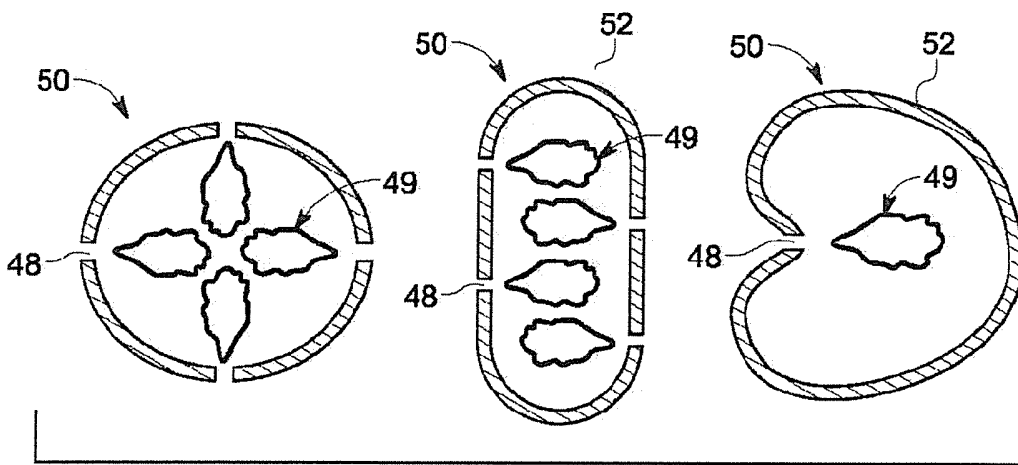


FIG. 9

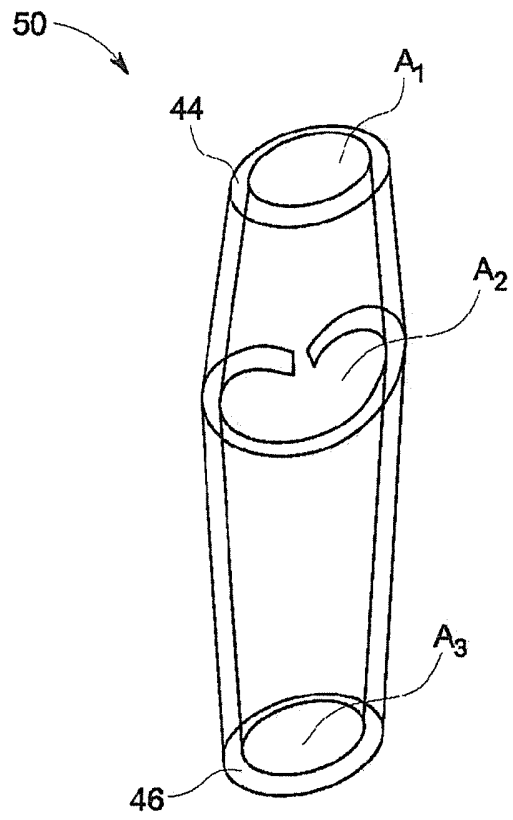


FIG. 10