



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 707 770 A2

(51) Int. Cl.: F23D 14/64 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00371/14

(22) Anmeldedatum: 12.03.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.09.2014

(30) Priorität: 12.03.2013 US 13/798,012

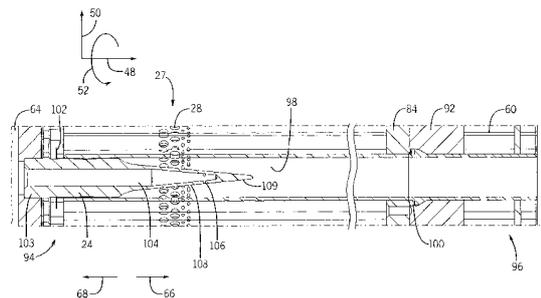
(71) Anmelder:  
General Electric Company, 1 River Road  
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:  
Patrick Benedict Melton, Greenville, SC 29615 (US)  
Ronald James Chila, Schenectady, New York 12345 (US)  
Gregory Allen Boardman, Greenville, SC 29615 (US)  
James Harold Westmoreland, Greenville, SC 29615 (US)

(74) Vertreter:  
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14  
6300 Zug (CH)

(54) System zur Luftkonditionierung auf Rohrniveau in einer Mehrrohrbrennstoffdüse.

(57) Ein System beinhaltet eine Mehrrohrbrennstoffdüse. Die Mehrrohrbrennstoffdüse beinhaltet mehrere Rohre. Jedes Rohr hat ein erstes Ende (94), ein zweites Ende (96) und eine um einen zentralen Durchgang (98) angeordnete ringförmige Wand. Das erste Ende (94) ist zur Anordnung um einen Brennstoffinjektor (24) konfiguriert. Jedes Rohr beinhaltet auch eine Luftkonditioniereinrichtung (27) mit mehreren Luftdurchlassöffnungen (28), die benachbart zu dem ersten Ende (94) angeordnet sind. Die mehreren Luftdurchlassöffnungen (28) verlaufen durch die Wand in den zentralen Durchgang (98).



## Beschreibung

### Allgemeiner Stand der Technik

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft die Luftkonditionierung auf Rohrniveau für Turbinensysteme.

[0002] Gasturbinensysteme beinhalten allgemein eine oder mehrere Brennkammern, die ein Gemisch aus verdichteter Luft und Brennstoff verbrennen, um heisse Verbrennungsgase zu erzeugen. Leider können vorhandene Brennkammern Brennstoff und Luft mit Drücken und/oder Volumenströmen erhalten, die aufgrund verschiedener Einschränkungen der Brennkammern, Brennstoffdüsen und zugehöriger Ausrüstung schwanken. Diese Luft- und Brennstoffschwankungen können im Verhältnis von Brennstoff zu Luft Schwankungen fördern oder verursachen, wodurch die Möglichkeit von Flammenhalten, Flammenrückschlag und/oder erhöhten Emissionen (z.B. Stickoxiden) erhöht wird. Konventionelle Systeme können auch beim Erreichen der Vermischung langsamer sein, wodurch die Effizienz des Systems insgesamt verringert wird. Es besteht daher ein Bedarf an einem System, das eine schnellere und gleichmässige Brennstoff-Luft-Vermischung erreichen kann, während es gleichzeitig auch dauerhaft und leicht zu warten ist.

### Kurze Beschreibung der Erfindung

[0003] Nachstehend werden gewisse Ausführungsformen zusammengefasst, deren Umfang dem der ursprünglich beanspruchten Erfindung entspricht. Es ist nicht vorgesehen, dass diese Ausführungsformen den Umfang der beanspruchten Erfindung beschränken, vielmehr sollen diese Ausführungsformen nur eine Kurzdarstellung möglicher Formen der Erfindung bereitstellen. Tatsächlich kann die Erfindung mehrere verschiedene Formen umfassen, die den unten dargelegten Ausführungsformen ähnlich sein können oder sich von ihnen unterscheiden können.

[0004] Gemäss einer ersten Ausführungsform beinhaltet ein System eine Mehrrohrbrennstoffdüse. Die Mehrrohrbrennstoffdüse beinhaltet mehrere Rohre. Jedes Rohr hat ein erstes Ende, ein zweites Ende und eine um einen zentralen Durchgang angeordnete ringförmige Wand. Das erste Ende ist zur Anordnung um einen Brennstoffinjektor konfiguriert. Jedes Rohr beinhaltet auch eine Luftkonditioniereinrichtung mit mehreren Luftdurchlassöffnungen, die benachbart zu dem ersten Ende angeordnet sind. Die mehreren Luftdurchlassöffnungen verlaufen durch die Wand hindurch in den zentralen Durchgang hinein.

[0005] Die mehreren Luftdurchlassöffnungen des Systems können in Umfangsrichtung um die ringförmige Wand angeordnet sein.

[0006] Die mehreren Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems können einen ersten Satz Luftdurchlassöffnungen und einen zweiten Satz Luftdurchlassöffnungen umfassen, wobei der zweite Satz Luftdurchlassöffnungen sich relativ zu dem ersten Ende stromabwärts des ersten Satzes Luftdurchlassöffnungen befindet.

[0007] Ein erster Gesamtquerschnitt jeder Luftdurchlassöffnung des ersten Satzes Luftdurchlassöffnungen eines oben erwähnten Systems kann grösser als ein zweiter Gesamtquerschnitt jeder Luftdurchlassöffnung des zweiten Satzes Luftdurchlassöffnungen sein.

[0008] Der erste Satz Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems kann eine erste Reihe und eine zweite Reihe von Luftdurchlassöffnungen umfassen, die in Umfangsrichtung um die ringförmige Wand angeordnet sind, und die erste Reihe von Luftdurchlassöffnungen ist in einer Umfangsrichtung zu der zweiten Reihe von Luftdurchlassöffnungen versetzt.

[0009] Der zweite Satz Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems kann eine dritte Reihe und eine vierte Reihe von Luftdurchlassöffnungen umfassen, die in Umfangsrichtung um die ringförmige Wand angeordnet sind, und die dritte Reihe von Luftdurchlassöffnungen ist in der Umfangsrichtung zu der vierten Reihe von Luftdurchlassöffnungen versetzt.

[0010] Der erste Satz Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems kann zum Führen des Luftstroms in einer radialen Richtung in den zentralen Durchgang konfiguriert sein.

[0011] Der zweite Satz Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems kann konfiguriert sein, um die Luft mit einer Drallbewegung um eine zentrale Achse des zentralen Durchgangs zu führen.

[0012] Die mehreren Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems können mehrere Grössen, Formen, Winkel, Abstände oder eine beliebige Kombination davon aufweisen.

[0013] Jedes Rohr der mehreren Rohre eines beliebigen oben erwähnten Systems kann konfiguriert sein, um eine gleiche Verteilung des Luftstroms über der Luftkonditioniereinrichtung zu erhalten.

[0014] Das System eines beliebigen oben erwähnten Typs kann eine Gasturbine oder eine Brennkammer mit der Mehrrohrbrennstoffdüse aufweisen.

[0015] Gemäss einer zweiten Ausführungsform beinhaltet ein System eine Brennkammerendabdeckungsbaugruppe und eine mit der Endabdeckungsbaugruppe der Brennkammer gekoppelte Mehrrohrbrennstoffdüse. Die Mehrrohrbrennstoffdüse beinhaltet eine Halteplatte und mehrere Rohre, die zwischen der Endabdeckungsbaugruppe und der Halteplatte angeordnet sind. Jedes Rohr enthält ein erstes Ende benachbart zu der Endabdeckungsbaugruppe, ein zweites Ende

benachbart zu der Halteplatte und eine um einen zentralen Durchgang angeordnete ringförmige Wand. Das erste Ende ist zur Anordnung um einen Brennstoffinjektor konfiguriert. Jedes Rohr beinhaltet auch eine Luftkonditioniereinrichtung mit mehreren Luftdurchlassöffnungen, die benachbart zu dem ersten Ende angeordnet sind. Die mehreren Luftdurchlassöffnungen verlaufen durch die Wand hindurch in den zentralen Durchgang hinein.

**[0016]** Jedes Rohr der mehreren Rohre eines beliebigen oben erwähnten Systems kann so konfiguriert sein, dass es einzeln von der Endabdeckungsbaugruppe und der Halteplatte entfernt oder dazwischen eingebaut werden kann.

**[0017]** Die Halteplatte eines beliebigen oben erwähnten Systems kann so konfiguriert sein, dass sie nach Entfernen der Endabdeckungsbaugruppe von der Mehrrohrbrennstoffdüse entfernt werden kann, indem die Halteplatte an den mehreren Rohren entlang von dem ersten Ende zu dem zweiten Ende jedes Rohrs verschoben wird.

**[0018]** Die mehreren Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems können in Umfangsrichtung um die ringförmige Wand angeordnet sein.

**[0019]** Die mehreren Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems können einen ersten Satz Luftdurchlassöffnungen und einen zweiten Satz Luftdurchlassöffnungen aufweisen, wobei der zweite Satz Luftdurchlassöffnungen sich stromabwärts des ersten Satzes Luftdurchlassöffnungen relativ zu dem ersten Ende befindet.

**[0020]** Ein erster Gesamtquerschnitt jeder Luftdurchlassöffnung des ersten Satzes Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems kann grösser als ein zweiter Gesamtquerschnitt jeder Luftdurchlassöffnung des zweiten Satzes Luftdurchlassöffnungen sein.

**[0021]** Der erste Satz Luftdurchlassöffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems kann zum Führen des Luftstroms in einer radialen Richtung in den zentralen Durchgang konfiguriert sein.

**[0022]** Der zweite Satz Öffnungen eines beliebigen oben erwähnten Systems kann konfiguriert sein, um die Luft mit einer Drallbewegung um eine zentrale Achse des zentralen Durchgangs zu lenken.

**[0023]** Gemäss einer dritten Ausführungsform beinhaltet ein Verfahren zum Entfernen von Rohren aus einer Mehrrohrbrennstoffdüse ein Entfernen der Mehrrohrbrennstoffdüse, die mehrere Rohre aufweist, die zwischen einer Halteplatte und einer Endabdeckung angeordnet sind, von einer Gasturbine. Jedes Rohr enthält ein benachbart zu der Endabdeckung und um einen Brennstoffinjektor angeordnetes erstes Ende, ein benachbart zu der Halteplatte angeordnetes zweites Ende und eine um einen zentralen Durchgang angeordnete ringförmige Wand. Das Verfahren beinhaltet auch ein Entfernen der Endabdeckung von der Mehrrohrbrennstoffdüse, Entfernen der Halteplatte von der Mehrrohrbrennstoffdüse, indem die Halteplatte an den mehreren Rohren entlang vom zweiten Ende zum ersten Ende jedes Rohrs verschoben wird, und Entfernen von wenigstens einem Rohr aus der Mehrrohrbrennstoffdüse.

**[0024]** Dementsprechend kann das System umfassen: eine Endabdeckungsbaugruppe einer Brennkammer, eine mit der Endabdeckungsbaugruppe der Brennkammer gekoppelte Mehrrohrbrennstoffdüse, umfassend: eine Halteplatte und ein Rohr, das zwischen der Endabdeckungsbaugruppe und der Halteplatte angeordnet sind, wobei das Rohr aufweist: ein erstes Ende benachbart zu der Endabdeckungsbaugruppe, ein zweites Ende benachbart zu der Halteplatte, eine um einen zentralen Durchgang angeordnete ringförmige Wand, wobei das erste Ende zur Anordnung um einen Brennstoffinjektor konfiguriert ist, und eine Luftkonditioniereinrichtung mit mehreren Luftdurchlassöffnungen, die benachbart zu dem ersten Ende angeordnet sind, wobei die mehreren Luftdurchlassöffnungen durch die Wand hindurch in den zentralen Durchgang hinein verlaufen.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0025]** Diese und andere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden beim Lesen der folgenden ausführlichen Beschreibung mit Bezug auf die Begleitzeichnungen besser verständlich, wobei in den Zeichnungen durchgehend gleiche Bezugszeichen gleiche Teile darstellen. Es zeigt:

- Fig. 1 ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Gasturbinensystems, das eine Mehrrohrbrennstoffdüse innerhalb einer Brennkammer hat, wobei die Rohre zur gleichmässigen Luftverteilung konfiguriert sind,
- Fig. 2 eine ausgeschnittene Seitenansicht der Ausführungsform eines Gasturbinensystems von Fig. 1,
- Fig. 3 eine ausgeschnittene Seitenansicht einer Ausführungsform der Brennkammer von Fig. 2 innerhalb der Linie 3–3, die eine Mehrrohrbrennstoffdüse veranschaulicht, die mit einer Endabdeckungsbaugruppe der Brennkammer gekoppelt ist,
- Fig. 4 eine perspektivische Explosivdarstellung der Mehrrohrbrennstoffdüse und Endabdeckungsbaugruppe nach Fig. 3,
- Fig. 5 eine Seitenansicht, teilweise im Querschnitt, der Brennkammer von Fig. 3, die mehrere Rohre und Brennstoffinjektoren der Mehrrohrbrennstoffdüse veranschaulicht,

- Fig. 6 eine seitliche Querschnittsansicht einer Ausführungsform des ersten und zweiten Endes eines einzelnen Rohrs und jeweiligen Brennstoffinjektors der Mehrrohrbrennstoffdüse von Fig. 5,
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines einzelnen Mischrohrs, die eine Luftkonditioniereinrichtung mit Luftdurchlassöffnungen im Mischrohr veranschaulicht,
- Fig. 8 eine teilweise perspektivische Ansicht einer Ausführungsform des Mischrohrs von Fig. 7 innerhalb Linie 8–8, die Details einer Luftkonditioniereinrichtung mit Luftdurchlassöffnungen an dem ersten Ende des Mischrohrs entlang veranschaulicht,
- Fig. 9 eine teilweise Seitenansicht einer Ausführungsform des ersten Endes des Mischrohrs von Fig. 7, die eine Luftkonditioniereinrichtung mit Luftdurchlassöffnungen veranschaulicht,
- Fig. 10 eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform des Mischrohrs von Fig. 9 entlang Linie 10–10 durch Luftdurchlassöffnungen der Luftkonditioniereinrichtung,
- Fig. 11 eine seitliche Querschnittsansicht einer Ausführungsform des Mischrohrs von Fig. 9 entlang Linie 11–11 durch Luftdurchlassöffnungen der Luftkonditioniereinrichtung,
- Fig. 12 eine seitliche Querschnittsansicht einer Ausführungsform des Mischrohrs von Fig. 9 entlang Linie 12–12 durch Luftdurchlassöffnungen der Luftkonditioniereinrichtung und
- Fig. 13–16 eine Reihe von Ansichten einer Ausführungsform einer Mehrrohrbrennstoffdüse und einer Brennkammerendabdeckung, die ein Verfahren zum Entfernen von Rohren der Mehrrohrbrennstoffdüse veranschaulichen.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0026]** Im Folgenden werden eine oder mehrere spezifische Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Im Bemühen, eine prägnante Beschreibung dieser Ausführungsformen zu geben, werden in der Patentbeschreibung eventuell nicht alle Merkmale einer tatsächlichen Implementierung beschrieben. Es ist zu beachten, dass bei der Entwicklung einer derartigen tatsächlichen Implementierung wie bei jedem Bau- oder Planungsprojekt zahlreiche implementierungsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um die spezifischen Zielsetzungen der Entwickler zu erzielen, wie z.B. die Einhaltung systembezogener und geschäftsbezogener Beschränkungen, die bei jeder Implementierung verschieden sein können. Es ist daher zu beachten, dass ein derartiges Entwicklungsvorhaben komplex und zeitraubend sein kann, trotzdem aber für den von dieser Offenbarung profitierenden Durchschnittsfachmann bezüglich Entwurf, Fertigung und Herstellung eine Routineangelegenheit wäre.

**[0027]** Beim Vorstellen von Elementen der diversen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist beabsichtigt, dass die Artikel «ein», «eine», «der/die/das» und «genannte» bedeuten, dass es eines oder mehrere der Elemente gibt. Es ist vorgesehen, dass die Begriffe «aufweisen», «beinhalten» und «haben» einschliesslich sind und bedeuten, dass es ausser den angeführten Elementen noch zusätzliche Elemente geben kann.

**[0028]** Die vorliegende Offenbarung richtet sich auf Systeme zur Luftkonditionierung innerhalb einer Mehrrohrbrennstoffdüse eines Turbinensystems. Das Turbinensystem kann eine oder mehrere Mehrrohrbrennstoffdüsen beinhalten. Jede Mehrrohrbrennstoffdüse beinhaltet mehrere Rohre (z.B. Vormischrohre), wobei jedes Rohr eine Luftkonditioniereinrichtung und einen Brennstoffinjektor hat. In der Mehrrohrbrennstoffdüse kann Druckluft durch eine Luftkonditioniereinrichtung, die mehrere Luftdurchlassöffnungen beinhalten kann, die durch eine ringförmige Wand des Mischrohrs verlaufen, in jedes Mischrohr eintreten. Die ringförmige Wand jedes Rohrs ist um einen zentralen Durchgang angeordnet. Die einzelnen Mischrohre sind jeweils zur Anordnung um einen Brennstoffinjektor konfiguriert, der Brennstoff in den zentralen Durchgang des Mischrohrs zerstreut, so dass das Luft-Brennstoff-Gemisch geschaffen wird. Die Luftdurchlassöffnungen der Luftkonditioniereinrichtungen sind zur Konditionierung der in die Mischrohre eintretenden Luft konfiguriert, um die in die Mischrohre eintretende Luft auf spezifische Druckabfälle abzielend zu konditionieren und Luft und Brennstoff gleichmässiger zu vermischen, bevor sie anschliessend in die Brennregion geleitet werden. Die Luftdurchlassöffnungen jeder Luftkonditioniereinrichtung können mit verschiedenen Merkmalen ausgebildet sein, um luftseitige Systemdruckabfälle zu optimieren und einen gleichmässigen Luftstrom am besten bereitzustellen. Dementsprechend können die Luftdurchlassöffnungen jeder Luftkonditioniereinrichtung in Umfangsrichtung um die ringförmige Wand angeordnet sein, um ein Luftdruckprofil auszunutzen, das in Umfangsrichtung im Wesentlichen gleichmässig ist. Die Luftkonditioniereinrichtung an jedem Mischrohr kann einen ersten Satz und einen zweiten Satz Luftdurchlassöffnungen beinhalten, wobei der zweite Satz Luftdurchlassöffnungen stromabwärts des ersten Satzes Luftdurchlassöffnungen liegt. Der zweite Satz Luftdurchlassöffnungen kann einen Gesamtquerschnitt haben, der grösser als der Querschnitt des ersten Satzes Luftdurchlassöffnungen ist, um für eine Region mit einem Querschnitt für niedrigeren Luftdruck stromabwärts im Brennstoffdüsenluftraum zu kompensieren. Die Luftdurchlassöffnungssätze jeder Luftkonditioniereinrichtung können mehrere Reihen beinhalten, die in einer Umfangsrichtung voneinander versetzt sind, um bei der Stromabwärtsbewegung der verdichteten Luft den Luftdruck gleichmässiger zu verteilen. Die Luftdurchlassöffnungen jeder Luftkonditioniereinrichtung können konfiguriert sein,

um den Luftstrom in einer im Wesentlichen radialen Richtung in die Mischrohre zu führen, in anderen Ausführungsformen könnten sie aber konfiguriert sein, um den Luftstrom in einer Richtung zu führen, die verschiedene Richtungskomponenten hat (z.B. radial, abgewinkelt axial stromaufwärts, abgewinkelt axial stromabwärts, abgewinkelt in Umfangsrichtung im Uhrzeigersinn, abgewinkelt in Umfangsrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn oder ein beliebige Kombination davon). Diese abgewinkelten Luftdurchlassöffnungen (z.B. in Umfangsrichtung im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn abgewinkelt) können die in den zentralen Durchgang der Mischrohre gerichtete Luft Drall verleihen, was die Gleichmässigkeit des Brennstoff-Luft-Gemischs erhöhen kann. Die Rohre können jeweils auf Basis ihrer Lage innerhalb der Mehrrohrbrennstoffdüse zur Aufnahme einer im Wesentlichen gleichen Luftstromverteilung konfiguriert sein.

**[0029]** Jetzt Bezug auf die Zeichnungen nehmend und zunächst in Bezug auf Fig. 1 wird ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Gasturbinensystems 10 veranschaulicht. Das Gasturbinensystem 10 beinhaltet eine oder mehrere Brennstoffdüsen 12 (z.B. Mehrrohrbrennstoffdüsen), eine Brennstoffzufuhr 14 und eine Brennkammer 16. Die Brennstoffdüse 12 erhält an 18 verdichtete Luft von einem Luftverdichter 20 und Brennstoff von einer Brennstoffzufuhr 14. Die vorliegenden Ausführungsformen werden zwar im Zusammenhang von Luft als ein Oxidationsmittel besprochen, die vorliegenden Ausführungsformen können aber auch Sauerstoff, Sauerstoffangereicherte Luft, Sauerstoffreduzierte Luft, Sauerstoffgemische oder eine beliebige Kombination davon verwenden. Wie unten ausführlicher besprochen wird, beinhaltet die Brennstoffdüse 12 mehrere Brennstoffinjektoren 24 (z.B. 10 bis 1000) und zugeordnete Mischrohre 26 (z.B. 10 bis 1000), wobei jedes Mischrohr 26 eine Luftkonditioniereinrichtung 27 mit Luftdurchlassöffnungen 28 (z.B. 1 bis 100) zum Leiten und Konditionieren eines Luftstroms in das jeweilige Rohr 26 hat und jedes Mischrohr 26 einen jeweiligen Brennstoffinjektor 24 (z.B. in einer koaxialen oder konzentrischen Anordnung) zur Injektion von Brennstoff in das jeweilige Rohr 26 hat. Jedes Mischrohr 26 mischt die Luft und den Brennstoff entlang seiner Länge und gibt dann ein Luft-Brennstoff-Gemisch 30 in die Brennkammer 16 aus. In gewissen Ausführungsformen können die Mischrohre 26 als Mikromischrohre beschrieben werden, die Durchmesser zwischen etwa 0,5 bis 2, 0,75 bis 1,75 oder 1 bis 1,5 Zentimeter haben. Die Mischrohre 26 können in einem oder mehreren Bündeln (z.B. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr) von eng beabstandeten Rohren allgemein in einer parallelen Anordnung relativ zueinander angeordnet sein. In dieser Konfiguration ist jedes Mischrohr 26 zum Mischen (z.B. Mikromischen) in relativ kleinem Massstab innerhalb jedes Mischrohrs 26 konfiguriert, das dann ein Brennstoff-Luft-Gemisch 30 in den Brennraum ausgibt. Die Luftkonditioniereinrichtung 27 (z.B. mit Durchlassöffnungen 28) der offenbarten Ausführungsformen sieht die Luftkonditionierung auf Rohrniveau vor (d.h. für jedes einzelne Mischrohr 26), so dass der Strom und/oder Druck von Luft in jedes Rohr 26 und unter den mehreren Rohren 26 geregelt werden kann, um eine bessere Vermischung von Brennstoff und Luft zu ergeben.

**[0030]** Die Brennkammer 16 entzündet das Brennstoff-Luft-Gemisch 30, wodurch unter Druck stehende Abgase 32 erzeugt werden, die in eine Turbine 34 strömen. Die unter Druck stehenden Abgase 32 strömen gegen die und zwischen den Schaufeln in der Turbine 34, wobei sie die Turbine 34 zum Drehen antreiben. Die Turbinenschaufeln sind mit einer Welle 36 gekoppelt, die sich beim Entweichen der Abgase 32 in die Brennkammer 16 wiederum ebenfalls dreht. Das Abgas 32 des Verbrennungsprozesses verlässt das Turbinensystem 10 schliesslich über einen Abgasauslass 38. Schaufeln innerhalb des Verdichters 20 sind zusätzlich mit der Welle 36 gekoppelt und drehen sich, während die Welle 36 von der Turbine 34 zum Drehen angetrieben wird. Die Drehung der Schaufeln innerhalb des Verdichters 20 verdichtet Luft 40, die von einem Lufteintritt 42 in den Verdichter 20 gezogen wurde. Die resultierende verdichtete Luft 18 wird dann in die Mehrrohrbrennstoffdüse 12 der Brennkammern 16 gespeist, wie oben besprochen, wo sie mit Brennstoff 22 vermischt und entzündet wird, was einen im Wesentlichen selbsterhaltenden Prozess entstehen lässt. Ferner kann die Welle 36 mit der Last 44 gekoppelt sein. Wie erkennbar ist, kann die Last 44 eine beliebige geeignete Vorrichtung sein, die über den Rotationsausgang eines Turbinensystems 10 Energie erzeugen kann, wie eine Stromerzeugungsanlage oder eine externe mechanische Last. Die Beziehung zwischen der Zusammensetzung des Brennstoff-Luft-Gemischs 30 und dem effizienten Betrieb des Gasturbinensystems lässt sich daher erkennen. Die Ausformung der mehreren Mischrohre 26, die jeweils eine Luftkonditioniereinrichtung 27 mit mehreren Luftdurchlassöffnungen 28 zur Konditionierung von Luft 18 haben, wird unten ausführlicher besprochen.

**[0031]** Fig. 2 zeigt eine seitliche Schnittansicht der Ausführungsform des Gasturbinensystems 10 von Fig. 1. Wie abgebildet, beinhaltet die Ausführungsform einen Verdichter 20, der mit einer ringförmigen Anordnung von Brennkammern 16 gekoppelt ist. Jede Brennkammer 16 beinhaltet wenigstens eine Brennstoffdüse 12 (z.B. eine Mehrrohrbrennstoffdüse), die das Brennstoff-Luft-Gemisch 30 einem in jeder Brennkammer 16 befindlichen Brennraum 46 zuführt. Wie unten ausführlich beschrieben wird, beinhalten gewisse Ausführungsformen der Mischrohre 26 der Brennstoffdüse 12 einzigartige Merkmale, um die verdichtete Luft 18 gleichmässiger zu verteilen, was ein gleichmässigeres Brennstoff-Luft-Gemisch 30 entstehen lässt. Die Gleichmässigkeit des Brennstoff-Luft-Gemischs 30 sorgt für eine effizientere Verbrennung, wodurch die Leistung gesteigert wird und Emissionen reduziert werden. Die Verbrennung des Brennstoff-Luft-Gemischs 30 in den Brennkammern 16, wie oben in Bezug auf Fig. 1 erwähnt, veranlasst, dass die Laufschaufeln oder Schaufeln innerhalb der Turbine 24 sich beim Durchströmen von Abgasen 22 (z.B. Verbrennungsgasen) zu einem Abgasauslass 38 hin drehen. Während der Besprechung wird durchgehend auf einen Satz Achsen Bezug genommen. Diese Achsen basieren auf einem zylindrischen Koordinatensystem und zeigen in eine axiale Richtung 48, eine radiale Richtung 50 und eine Umfangsrichtung 52. Zum Beispiel verläuft die axiale Richtung 48 an einer Längen- oder Längsachse 54 der Brennstoffdüse 12 entlang, die radiale Richtung 50 erstreckt sich von der Längsachse 54 weg und die Umfangsrichtung 53 verläuft um die Längsachse 54.

**[0032]** Fig. 3 ist eine ausgeschnittene Seitenansicht der Brennkammer 16 des Gasturbinensystems 10 von Fig. 2 und innerhalb Linie 3–3 von Fig. 2 entnommen. Wie gezeigt, beinhaltet die Brennkammer 16 ein Kopfende 56 und einen Brennraum 46. Die Brennstoffdüse 12 ist innerhalb des Kopfendes 56 der Brennkammer 16 positioniert. Innerhalb der Brennstoffdüse 12 sind die mehreren Mischrohre 26 (z.B. Luft-Brennstoff-Vormischrohre) aufgehängt. Veranschaulicht wird eine Ausführungsform der Mischrohre 26 mit Luftkonditioniereinrichtungen 27 mit Luftdurchlassöffnungen 28, die verdichtete Luft 18 eintreten und sich mit Brennstoff 22 vermischen lassen. Die Mischrohre 26 verlaufen allgemein axial zwischen einer Endabdeckungsbaugruppe 58 der Brennkammer 16 und einer Kappenseitenbaugruppe 60 der Brennstoffdüse 12. Die Mischrohre 26 können mit der Endabdeckungsbaugruppe 58 und der Kappenseitenbaugruppe 60 gekoppelt sein, wie unten weiter beschrieben wird. Die Endabdeckungsbaugruppe 58 kann einen Brennstoffeinlass 62 und einen Brennstoffraum 64 zum Versorgen von mehreren Brennstoffinjektoren 24 mit Brennstoff 22 beinhalten. Wie oben besprochen, ist jeder einzelne Brennstoffinjektor 24 mit einem einzelnen Mischrohr 26 gekoppelt. Während des Verbrennungsprozesses bewegt sich der Brennstoff 22 axial durch jedes der Mischrohre 26 von der Endabdeckungsbaugruppe 58 (durch die Brennstoffinjektoren 24) durch die Kappenseitenbaugruppe 60 und zum Brennraum 46. Die Richtung dieser Bewegung an der Längsachse 54 der Brennstoffdüse 12 entlang wird als die Stromabwärtsrichtung 66 bezeichnet. Die entgegengesetzte Richtung wird als die Stromaufwärtsrichtung 68 bezeichnet.

**[0033]** Wie oben beschrieben, verdichtet der Verdichter 20 aus dem Lufteintritt 42 erhaltene Luft 40. Der resultierende Strom von verdichteter Druckluft 18 wird den im Kopfende 56 der Brennkammer 16 liegenden Brennstoffdüsen 12 zugeführt. Die Luft tritt durch Lufteinlässe 70 in die Brennstoffdüsen 12 ein, um im Verbrennungsprozess verwendet zu werden. Speziell strömt die Druckluft 18 vom Verdichter 20 in einer Stromaufwärtsrichtung 68 durch einen Ringraum 72, der zwischen einer Auskleidung 74 (z.B. einer ringförmigen Auskleidung) und einer Strömungshülle 76 (z.B. einer ringförmigen Strömungshülle) der Brennkammer 16 ausgebildet ist. Am Ende dieses Ringraums 72 wird die verdichtete Luft 18 in die Lufteinlässe 70 der Brennstoffdüse 12 gezwungen und füllt einen Luftraum 78 innerhalb der Brennstoffdüse 12. Die Druckluft 18 im Luftraum 78 tritt dann durch die Luftdurchlassöffnungen 28 der Luftkonditioniereinrichtung 27 in die mehreren Mischrohre 26 ein. Zusätzlich dazu, dass sie die Luft 18 in die Mischrohre 26 eintreten lassen, können die Luftdurchlassöffnungen 28 der Luftkonditioniereinrichtung 27 die Luft auf verschiedene Weisen konditionieren, wie unten weiter besprochen wird. Im Inneren der Mischrohre 26 wird die Luft 18 dann mit dem von den Brennstoffinjektoren 24 bereitgestellten Brennstoff 22 vermischt. Das Brennstoff-Luft-Gemisch 30 strömt in einer Stromabwärtsrichtung 66 von den Mischrohren 26 in den Brennraum 46, wo es entzündet und zum Bilden der Verbrennungsgase 22 (z.B. Abgase) verbrannt wird. Die Verbrennungsgase 32 strömen vom Brennraum 46 in der Stromabwärtsrichtung 66 zu einem Übergangsstück 80. Die Verbrennungsgase 22 strömen dann vom Übergangsstück 80 zur Turbine 34, wo die Verbrennungsgase 22 die Drehung der Schaufeln innerhalb der Turbine 34 antreiben.

**[0034]** Fig. 4 veranschaulicht eine perspektivische Explosivdarstellung der Mehrrohrbrennstoffdüse 12 innerhalb Linie 4–4 von Fig. 3. Diese Figur veranschaulicht ferner die einigen Ausführungsformen gemäße Anordnung der mehreren Brennstoffinjektoren 24 an der Endabdeckung 58 und ihre Beziehung zu den mehreren Mischrohren 26. Die Brennstoffräume 64 verteilen den Brennstoff 22 an die Brennstoffinjektoren 24. Wie oben beschrieben, sind die Mischrohre 26 so angeordnet, dass sie zwischen der Endabdeckungsbaugruppe 58 und der Kappenseitenbaugruppe 60 angeordnet sind. Die einzelnen Mischrohre 26 sind jeweils mit einem einzelnen Brennstoffinjektor 24 gepaart und zur Anordnung um diesen Brennstoffinjektor 24 (z.B. in einer koaxialen oder konzentrischen Anordnung) konfiguriert. Die Luftdurchlassöffnungen 28 befinden sich auf dieser stromaufwärtigen 68 Seite der Mischrohre 26 am nächsten zu den Brennstoffinjektoren 24. In gewissen Ausführungsformen können die Brennstoffinjektoren 24 entferntbar mit der Endabdeckungsbaugruppe 58 gekoppelt sein.

**[0035]** Ausserdem veranschaulicht Fig. 4 eine Stützkonstruktion 82 (z.B. ringförmige Trommel, Brennstoffdüsenkappe) der Brennstoffdüse 12, welche die Mischrohre 26 und andere Gebilde innerhalb der Brennstoffdüse 12 umgibt. Die Stützkonstruktion 82 verläuft von der Endabdeckungsbaugruppe 58 zur Kappenseitenbaugruppe 60, schützt und stützt die innerhalb der Brennstoffdüse 12 positionierten Gebilde allgemein und definiert den Luftraum 78 innerhalb der Brennstoffdüse 12. Die Lufteinlässe 70 befinden sich an der Stützkonstruktion 82 und leiten die verdichtete Luft 18 radial in den Luftraum 78 am Inneren der Brennstoffdüse 12. Stromaufwärts 68 und am nächsten zur entfernbaren Kappenseitenbaugruppe 60 befindet sich eine Halteplatte 84. In gewissen Ausführungsformen beinhaltet die Düse 12 einen die Lufteinlässe 70 umgebenden ringförmigen Luftstromkonditionierungsdiffusor 86.

**[0036]** Fig. 5 ist eine Seitenansicht, teilweise im Querschnitt, der Brennkammer 16 innerhalb Linie 5–5 von Fig. 3. Das Kopfende 56 der Brennkammer 16 enthält einen Teil der Mehrrohrbrennstoffdüse 12. Die Stützkonstruktion 82 umgibt die Mehrrohrbrennstoffdüse 12 und die mehreren Mischrohre 26. Wie oben besprochen kann in einigen Ausführungsformen jedes Mischrohr 26 axial zwischen der Endabdeckungsbaugruppe 58 und der Kappenseitenbaugruppe 60 verlaufen. Die Mischrohre 26 können sich ferner durch die Kappenseitenbaugruppe 60 erstrecken, um das Brennstoff-Luft-Gemisch direkt dem Brennraum 46 zuzuführen. Jedes Mischrohr 26 ist so positioniert, dass es einen Brennstoffinjektor 24 umgibt (z.B. koaxiale oder konzentrische Anordnung), so dass der Injektor 24 Brennstoff 22 aus dem Brennstoffraum 64 erhält und den Brennstoff in das Rohr 26 leitet. Der Brennstoffraum 64 wird mit in den Brennstoffeinlass 62, der sich an der Endabdeckungsbaugruppe 58 befindet, eintretendem Brennstoff gespeist.

**[0037]** Wie oben beschrieben, tritt verdichtete Luft 18 durch die Lufteinlässe 70, die von einem Diffusor 86 umgeben sein können, in die Brennstoffdüse 12 ein. Der Diffusor 86 kann ringförmig und zur Vorkonditionierung und Verteilung der Druckluft über die Mischrohre 26 in verschiedenen Richtungen in die Brennstoffdüse 12 konfiguriert sein. Die Richtung

des Luftstroms innerhalb der Brennstoffdüse 12 ist im Wesentlichen radial einwärts 88, kann aber eine stromaufwärtige 68 Komponente oder eine stromabwärtige 66 Komponente haben. Der Luftstrom variiert über die Mischrohre 26, die sich an radial weiter aussen 90 gelegenen Stellen innerhalb der Brennstoffdüse 12, näher an den Lufteinlässen 70, befinden. Nach dem Eintreten in die Brennstoffdüse 12 durch den Lufteinlass 70 und dem Bewegen über die Mischrohre 26 tritt die Druckluft 18 durch einen oder mehrere Luftdurchlassöffnungen 28 einer Luftkonditioniereinrichtung 27 in jedes Mischrohr 26 ein. In gewissen Ausführungsformen ist die Konfiguration von Luftdurchlassöffnungen 28 der Luftkonditioniereinrichtung 27 unter einzelnen Mischrohren 26 auf Basis ihrer radialen 50 Lage innerhalb des Luftraums 78 der Brennstoffdüse verschieden. Diese spezifische Anpassung kann die Schwankungen von Luftdruck und -bewegung über die Mischrohre 26, nämlich den Druckabfall, der in der radial einwärts gehenden 88 Richtung stattfindet, ausgleichen. In gewissen Ausführungsformen können die axialen 48 Positionen der Luftdurchlassöffnungen 28 entlang der Mischrohre 26 unterschiedlich sein, um axiale 48 Luftdruckschwankungen auszugleichen. Zur zusätzlichen Regulierung des Druckluftstroms 18 können die Luftdurchlassöffnungen 28 der Luftkonditioniereinrichtung 27 so konfiguriert sein, dass sie verschiedene Formen, Grössen und Anordnungen haben, wie unten weiter besprochen wird. In einigen Ausführungsformen, wie ebenfalls in Fig. 5 gezeigt, können die Halteplatte 84 und/oder eine Prallplatte 92 innerhalb der Brennstoffdüse 12 positioniert sein, die das stromabwärtige 66 Ende der Mischrohre 26 allgemein am nächsten zur Kappenseitenbaugruppe 60 umgibt. Die Prallplatte 92 kann mehrere Prallkühlungsaussparungen beinhalten, die Luftstrahlen zum Aufprallen auf eine hintere Oberfläche der Kappenseitenbaugruppe 60 lenken können, um für Prallkühlung zu sorgen.

**[0038]** In Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht eines einzelnen Mischrohrs 26 und Brennstoffinjektors 24 innerhalb Linie 6–6 von Fig. 5 veranschaulicht. Der zentrale Teil des Rohrs 26 wurde weggelassen, um mehr Details des ersten und des zweiten Endes 94 und 96 zu zeigen. Der Brennstoffinjektor 24 kann allgemein innerhalb eines zentralen Durchgangs 98 am ersten Ende 94 (z.B. stromaufwärtigen 68 Ende) jedes Mischrohrs 26 positioniert sein. Dieses erste Ende 94 befindet sich auf der stromaufwärtigen 68 Seite der Mehrrohrbrennstoffdüse 12 benachbart zu der Endabdeckungsbaugruppe 58. In gewissen Ausführungsformen befinden sich die Luftdurchlassöffnungen 28 der Luftkonditioniereinrichtung 27 an oder nahe diesem ersten Ende 94 allgemein am nächsten zum Brennstoffinjektor 24. In anderen Ausführungsformen liegen die Luftdurchlassöffnungen 28 der Luftkonditioniereinrichtung 27 an Stellen weiter stromaufwärts 68 oder stromabwärts 66 vom Brennstoffinjektor 24. Die Lage der Luftdurchlassöffnungen 28 kann konfiguriert sein, um die Luft 28 selektiv in verschiedene Wege zu leiten, je nach dem Strom von Brennstoff 22 und Druckluft 28 an einer spezifischen Stelle innerhalb der Brennstoffdüse 12. In einigen Ausführungsformen kann die Halteplatte 84 ein zweites Ende 96 der Mischrohre 26 abstützen, das sich auf der stromabwärtigen 66 Seite befindet. In gewissen Ausführungsformen kann die Halteplatte 84 ausserdem zur Befestigung des zweiten Endes 96 der Mischrohre 26 an der Prallplatte 82 beitragen.

**[0039]** Fig. 6 veranschaulicht auch eine Ausführungsform der räumlichen Beziehung unter den Mischrohren 26, der Kappenseitenbaugruppe 60 und/oder der Endabdeckungsanordnung 58. In einigen Ausführungsformen können die Mischrohre 26 mit verschiedenen Befestigungselementen oder Verbindungen, wie Schweißung, Hartlötverbindungen, Halterungen, Gewindefestigungsteilen, Schnappverbindungen, Verbindungsstücken oder anderen Verbindungen, an Bauteilen innerhalb des Kopfendes 56 der Brennkammer 16 angebracht werden, wie der Kappenseitenbaugruppe 60, der Halteplatte 84 und/oder der Prallplatte 92. In anderen Ausführungsformen werden die Mischrohre 26 in einer schwimmenden Konfiguration gehalten und werden lediglich von einer oder mehreren der Kappenseitenbaugruppe 60, der Halteplatte 84, der Prallplatte 92, verschiedenen Federn oder anderen Stützkonstruktionen getragen. Derartige schwimmende Konfigurationen können vorteilhaft eine Wärmeausdehnung der Mischrohre 18 und anderer Bauteile der Brennkammer 14 aufnehmen. Schwimmende Konfigurationen ermöglichen auch die leichtere Durchführung von spezifischer Anpassung und Konfiguration von Mischrohren 26 mit diversen Konfigurationen von Luftdurchlassöffnungen 28. Wenn festgestellt wird, dass Brennstoff-Luft-Gemische 20 nicht gleichmässig sind, können leicht einzelne Rohre 26 entfernt und durch Rohre 26 ersetzt werden, die andere Konfigurationen der Luftdurchlassöffnungen 28 (z.B. Luftkonditioniereinrichtung 27) haben, die Luftdruckschwankungen in der Brennstoffdüse 12 besser ausgleichen. Die schwimmenden Konfigurationen können ausserdem durch den Einbau einer axialen Feder 100 implementiert werden, um federnde axiale 48 Unterstützung und Einschränkung der Bewegung der Mischrohre 26 bereitzustellen. Gemäss der veranschaulichten Ausführungsform kann die axiale Feder 100 zwischen einer Halteplatte 84 und einer Prallplatte 92 positioniert sein. Ferner kann eine radiale Feder 102 zwischen dem Brennstoffinjektor 24 und dem ersten Ende 94 des Mischrohrs 26 liegen und kann eine federnde radiale 50 Einschränkung der Bewegung und Wärmeausdehnung des Mischrohrs 26 bereitstellen. Es kann ferner Merkmale wie zusätzliche Federn, Kanäle und/oder Führungen zum Sperren einer Bewegung der Mischrohre 26 in Umfangsrichtung 52 geben.

**[0040]** Wie ferner in Fig. 6 veranschaulicht, hat der Brennstoffinjektor 24 eine ringförmige Wand 103 um einen inneren Brennstoffdurchgang 104, der zu einer oder mehreren Brennstoffdurchlassöffnungen 106 in einem abgeschrägten Teil 108 des Brennstoffinjektors 24 führt, der im Inneren des Mischrohrs 26 angeordnet ist (z.B. in einer coaxialen oder konzentrischen Anordnung). Im Betrieb lässt der Brennstoffinjektor 24 Brennstoff 22 aus dem Brennstoffraum 64 über den einen oder die mehreren Brennstoffdurchlassöffnungen 106 stromabwärts 66 zu einer Region im Inneren des Mischrohrs 26 strömen. In gewissen Ausführungsformen können die Brennstoffdurchlassöffnungen 106 relativ zu den Luftdurchlassöffnungen(n) 28 axial stromaufwärts 69, axial stromabwärts 66, axial fluchtend mit oder in einer Kombination davon positioniert sein. In der veranschaulichten Ausführungsform befinden sich die Brennstoffdurchlassöffnungen 106 am abgeschrägten Teil 108, der eine lineare oder gekrümmte Abschrägung in der Stromabwärtsrichtung 66 haben kann. Zum Beispiel kann der abgeschrägte Teil 108 als eine konische Wand, eine einwärts gekrümmte ringförmige Wand (z.B.

einwärts in Richtung auf die Achse des Injektors 24 gekrümmt), eine nach aussen gekrümmte ringförmige Wand (z.B. von der Achse des Injektors 24 weg nach aussen gekrümmt) oder eine Kombination davon ausgebildet sein. In der veranschaulichten Ausführungsform verläuft der abgeschrägte Teil 108 von einer ersten Position stromaufwärts 68 der Luftdurchlassöffnungen 28 zu einer zweiten Position stromabwärts 66 der Luftdurchlassöffnungen 28 des Mischrohrs 26. Wie veranschaulicht, nimmt der Durchmesser des abgeschrägten Teils 108 des Brennstoffinjektors 24 in der Stromabwärtsrichtung 66 allmählich ab (d.h. er konvergiert), wodurch die Querschnittsfläche zwischen dem Brennstoffinjektor 24 und dem Mischrohr 26 in der Stromabwärtsrichtung 66 allmählich vergrössert wird. Auf diese Weise ergibt die veranschaulichte Ausführungsform einen allmählichen Druckabfall zwischen dem Brennstoffinjektor 24 und dem Mischrohr 26, wodurch zur Verbesserung der Strömung und Vermischung von Brennstoff und Luft beigetragen wird. In der veranschaulichten Ausführungsform sind die Luftkonditioniereinrichtung 27 (z.B. Luftdurchlassöffnungen 28) am Mischrohr 26 entlang und die Brennstoffdurchlassöffnungen 106 am Brennstoffinjektor 24 (z.B. abgeschrägten Teil 108) beide stromaufwärts einer Spitze 109 des Brennstoffinjektors 24 angeordnet, so dass die Luft und der Brennstoff sich an der abnehmenden Querschnittsfläche zwischen dem Brennstoffinjektor 24 und dem Mischrohr 26 wenigstens teilweise vermischen. Des Weiteren sind die veranschaulichten Luftdurchlassöffnungen 28 stromaufwärts der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 angeordnet, um den Druck stromaufwärts der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 zu erhöhen.

**[0041]** In gewissen Ausführungsformen können die Brennstoffdurchlassöffnungen 106 und die Luftdurchlassöffnungen 28 (z.B. Achsen der Öffnungen) in der radialen Richtung 50, der axialen Richtung 48, einem axial stromaufwärtigen Winkel, einem axial stromabwärtigen Winkel, der Umfangsrichtung 52 (z.B. im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn) oder einer Kombination davon ausgerichtet sein. Des Weiteren können die Brennstoff- und Luftdurchlassöffnungen 106 und 28 in derselben Richtung und/oder in verschiedenen Richtungen ausgerichtet sein. Zum Beispiel können die Brennstoffdurchlassöffnungen 106 radial nach aussen ausgerichtet sein, während die Luftdurchlassöffnungen 28 radial nach aussen ausgerichtet sein können, und die Brennstoffdurchlassöffnungen 106 können in derselben und/oder entgegengesetzten Umfangsrichtung 52 wie die Luftdurchlassöffnungen 28 ausgerichtet sein. Die Umfangsrichtung der Öffnungen 28 und 106 kann verwendet werden, um einen Drallstrom zu ermöglichen. Die Ausrichtung der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 und Luftdurchlassöffnungen 28 können auch in Umfangsrichtung 52 um jedes Rohr 26, axial an jedem Rohr 26 entlang oder in einer Kombination davon variieren. Des Weiteren kann auch die Ausrichtung der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 und der Luftdurchlassöffnungen 28 unter den mehreren Mischrohren 26 von einem Rohr 26 zu einem anderen Rohr 26 verschieden sein. Auf diese Weise kann die Ausrichtung der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 und der Luftdurchlassöffnungen 28 verwendet werden, um die Brennstoff-Luft-Vermischung in jedem Rohr 26 zu verbessern, während Durchfluss- und Druckschwankungen innerhalb der Mehrrohrbrennstoffdüse 12 ausgeglichen werden. Diese Fähigkeit, die Ausrichtung von Öffnungen 28 und 106, speziell der Luftdurchlassöffnungen 28, zu verändern, ermöglicht die Luftkonditionierung auf Rohrbasis unter den mehreren Mischrohren 26.

**[0042]** Die Zahl, Grösse und/oder Form der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 und der Luftdurchlassöffnungen 27 können dieselbe und/oder voneinander verschieden sein. In gewissen Ausführungsformen können die Luftdurchlassöffnungen 28 Lochdurchmesser haben, die so gross wie, grösser als und/oder kleiner als Lochdurchmesser der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 sind. Zum Beispiel können die Luftdurchlassöffnungen 28 einen Durchmesser mit dem 0,1- bis 10-fachen, 0,2 bis 5-fachen, 0,3- bis 4-fachen, 0,4- bis 3-fachen oder 0,5- bis 2-fachen des Durchmessers der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 haben. In gewissen Ausführungsformen kann die Zahl der Luftdurchlassöffnungen 28 so gross wie, grösser als und/oder kleiner als die Zahl der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 sein. Als Beispiel kann die Zahl der Luftdurchlassöffnungen etwa das 0,5- bis 50-fache, 0,5 bis 25-fache, 1- bis 10-fache oder 2- bis 5-fache der Zahl der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 sein. Als Beispiel kann die Luftkonditioniereinrichtung 27 jedes Mischrohrs 265 bis 500, 10 bis 100 oder 15 bis 50 Luftdurchlassöffnungen 28 haben. In gewissen Ausführungsformen kann die Form der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 und der Luftdurchlassöffnungen 28 kreisförmige Öffnungen, rechteckige Öffnungen, ovale Öffnungen, dreieckige Öffnungen, mehreckige Öffnungen oder eine beliebige Kombination davon beinhalten. Zusammen mit der Variation der Ausrichtung, Zahl, Grösse und/oder Form können die Brennstoffdurchlassöffnungen 106 und Luftdurchlassöffnungen 28 auch in Umfangsrichtung 52 um jedes Rohr 26, axial an jedem Rohr 26 entlang oder in einer Kombination davon verschieden sein. Des Weiteren kann die Zahl, Grösse und/oder Form der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 oder Luftdurchlassöffnungen 28 auch von einem Rohr 26 zu einem anderen Rohr 26 unter den mehreren Mischrohren 26 verschieden sein. Auf diese Weise kann die Zahl, Grösse und/oder Form der Brennstoffdurchlassöffnungen 106 und der Luftdurchlassöffnungen 28 verwendet werden, um die Brennstoff-Luft-Vermischung in jedem Rohr 26 zu verbessern, während Durchfluss- und Druckschwankungen innerhalb der Mehrrohrbrennstoffdüse 12 ausgeglichen werden. Diese Fähigkeit, die Zahl, Grösse und/oder Form der Öffnungen 28 und 106, speziell der Luftdurchlassöffnungen 28, zu verändern, ermöglicht die Luftkonditionierung auf Rohrbasis unter den mehreren Mischrohren 26.

**[0043]** Fig. 7 ist eine Veranschaulichung eines einzelnen, von der Brennstoffdüse 12 getrennten Mischrohrs 26. In gewissen Ausführungsformen können die Mischrohre 26 zur Reparatur, zur Überprüfung oder zum Auswechseln aus der Brennstoffdüse 12 ausbaubar sein. Wie oben besprochen, können die Mischrohre 26 innerhalb von Mischrohren, die andere Konfigurationen von Luftdurchlassöffnungen 28 haben, die Druckabfälle innerhalb der Brennstoffdüse 12 möglicherweise besser ausgleichen, selektiv entfernt und ersetzt werden. Ein Verfahren zum Entfernen und Ersetzen der Mischrohre 26 wird unten ausführlicher besprochen. Fig. 7 veranschaulicht ausserdem ein vollständiges Mischrohr 26 mit einem ersten Ende 94, in dem in einigen Ausführungsformen allgemein die Luftdurchlassöffnungen 28 liegen, und einem zweiten Ende 96, an dem das Mischrohr 26 mit der Kappenseitenbaugruppe 60, einer Halteplatte 84 und/oder einer Prallplatte 92 ge-

koppelt ist. Jedes Mischrohr 26 kann ferner eine beliebige verschiedener Formen und Grössen haben. In einigen Ausführungsformen kann jedes Mischrohr 26 eine allgemein zylindrische Form haben und kann beispielsweise einen allgemein kreisförmigen Querschnitt haben. Ausserdem kann das Mischrohr 26 in einigen Ausführungsformen einen Durchmesser von etwa 5 bis 20 mm, 5 bis 10 mm, 10 bis 15 mm und allen Untergruppen dazwischen haben. Zum Beispiel kann ein Mischrohr 26 einen Durchmesser von 5, 10, 15 oder 20 Millimetern oder einen anderen Durchmesser haben. In gewissen Ausführungsformen kann das Mischrohr 26 einen Durchmesser von etwa 6,35 Millimetern haben. Es ist zu beachten, dass alle Mischrohre 26 innerhalb der Brennkammer 16 einen im Wesentlichen ähnlichen Durchmesser haben können, dass es aber in gewissen Ausführungsformen vorteilhaft sein kann, wenn die Mischrohre 26 verschiedene Durchmesser haben. Des Weiteren kann jedes Mischrohr 26 eine axiale Länge von etwa 10 bis 300 cm, 20 bis 200 cm, 30 bis 150 cm oder eine(n) beliebige (n) inkrementelle(n) Länge oder Bereich innerhalb dieser Bereiche haben. Zum Beispiel kann jedes Mischrohr 26 eine axiale Länge von 10, 15, 20, 35, 30, 75, 80, 85, 90 oder 150 cm oder eine beliebige andere Länge haben. In gewissen Ausführungsformen können die Mischrohre 26 innerhalb der Brennkammer 16 im Wesentlichen ähnliche Längen haben, obwohl die Mischrohre 26 in einigen Ausführungsformen zwei oder mehr verschiedene Längen haben können. Des Weiteren kann die Luftkonditioniereinrichtung 27 (z.B. Luftdurchlassöffnungen 28) an einem beliebigen axialen Teil jedes Rohrs 26 entlang liegen, wie innerhalb von 0 bis 10, 0 bis 20, 0 bis 30, 0 bis 40 oder 0 bis 50 Prozent der Länge jedes Rohrs 26, gemessen vom stromaufwärtigen Ende 94 des Rohres 26. Die Luftkonditioniereinrichtung 27 kann auch eine oder mehrere Gruppen von eng beabstandeten Luftdurchlassöffnungen 28 an einer oder mehreren axialen Regionen an jedem Rohr 26 entlang beinhalten.

**[0044]** Fig. 8 ist eine ausführliche Ansicht des ersten Endes 94 des Mischrohrs 26 von Fig. 7, die eine Ausführungsform der Luftkonditioniereinrichtung 27 (z.B. Luftdurchlassöffnungen 28) an einem Mischrohr 26 veranschaulicht. Wie unten besprochen, können die Luftdurchlassöffnungen 28 verschiedene Formen, Grössen, Ausrichtungen, Zahlen und Konfigurationen haben. Fig. 8 veranschaulicht eine Konfiguration mit zwei Sätzen 110 und 112 elliptischer Luftdurchlassöffnungen 28, die in Umfangsrichtung 52 um das Mischrohr 26 angeordnet sind, wobei der erste Satz 110 Luftdurchlassöffnungen 28 axial stromaufwärts 68 des zweiten Satzes 112 Luftdurchlassöffnungen 28 liegt. In dieser Ausführungsform haben die einzelnen Luftdurchlassöffnungen 28 des ersten Satzes 110 eine Querschnittsfläche 114, die im Wesentlichen grösser als die Querschnittsfläche 114 der Luftdurchlassöffnungen 28 des zweiten Satzes 112 ist. Der grössere Querschnitt 114 der weiter stromabwärts befindlichen Luftdurchlassöffnungen 28 kann den stromabwärtigen Druckabfall ausgleichen, der über die Rohre 26 innerhalb des Luftraums 78 erfahren wird. In anderen Ausführungsformen können die Luftdurchlassöffnungen 28 eine kreisförmige, tropfenförmige oder rechteckige Querschnittsform oder eine beliebige andere Form haben. Jeder veranschaulichte Satz 110 und 112 Luftdurchlassöffnungen 28 beinhaltet mehrere Reihen 116 und 118 (z.B. zwei Reihen) von Luftdurchlassöffnungen 28, die in Umfangsrichtung 52 um das Mischrohr 26 gleichmässig voneinander beabstandet angeordnet sind, wobei die Luftdurchlassöffnungen 28 der ersten Reihe 116 in der axialen Richtung 48 und der Umfangsrichtung 52 von den Luftdurchlassöffnungen 28 in der zweiten Reihe 118 versetzt (z.B. gestaffelt) sind. In einigen Ausführungsformen können nachfolgende Reihen 118 nicht in Umfangsrichtung 52 versetzt (z.B. gestaffelt) sein, sondern können stattdessen in Umfangsrichtung mit vorhergehenden Reihen 116 von Luftdurchlassöffnungen 28 fluchten (z.B. in einer axialen Linie). In anderen Ausführungsformen können nachfolgende Reihen 118 teilweise voneinander versetzt sein. In einigen Ausführungsformen können die Luftdurchlassöffnungen 28 einen Querschnitt 114 in einem Bereich von etwa 1 mm<sup>2</sup> bis 100 mm<sup>2</sup>, 10 mm<sup>2</sup> bis 50 mm<sup>2</sup>, 25 mm<sup>2</sup> bis 75 mm<sup>2</sup> oder einer beliebigen Untergruppe dazwischen haben. Zum Beispiel können die einzelnen Luftdurchlassöffnungen 28 einen Querschnitt von 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 75, 80, 85, 90, 95 oder 100 Quadratmillimeter (n) oder einen beliebigen anderen Querschnitt haben. In der veranschaulichten Ausführungsform beinhaltet die Luftkonditioniereinrichtung 27 zwei Reihen 116 und 118 von Luftdurchlassöffnungen 28 in zwei Sätzen 110 und 112 Luftdurchlassöffnungen 28. In anderen Ausführungsformen kann die Luftkonditioniereinrichtung 271 bis 1000, 2 bis 500, 3 bis 250, 4 bis 100 oder 5 bis 25 oder mehr Sätze und Reihen von Luftdurchlassöffnungen 28 mit verschiedenen Grössen, Formen, Ausrichtungen, Mustern oder einer Kombination davon beinhalten. Zum Beispiel kann die Luftkonditioniereinrichtung 271 bis 100 Sätze verschieden grosser Luftdurchlassöffnungen 28 beinhalten, wobei jeder Satz 1 bis 100 Reihen gleich oder verschieden beabstandeter, abgewinkelter oder geformter Luftdurchlassöffnungen 28 hat. Weiter kann beispielsweise die Grösse, die Zahl und/oder der Winkel der Luftdurchlassöffnungen 28 der gleiche sein, in der axialen Richtung 48 und/oder der Umfangsrichtung 52 an jedem Mischrohr 26 entlang zunehmen und/oder abnehmen. In gewissen Ausführungsformen kann der Durchmesser der Luftdurchlassöffnungen 28 allmählich von einer Reihe zu einer weiteren am Mischrohr 26 entlang zunehmen oder abnehmen (oder abwechseln).

**[0045]** Fig. 9 ist eine Ausführungsform der Luftkonditioniereinrichtung 27 (z.B. Luftdurchlassöffnungen 28) am ersten Ende 94 eines Mischrohrs 26, wobei die Luftdurchlassöffnungen 28 im Wesentlichen die gleiche Form und Querschnittsfläche 114 haben. Eine Ausführungsform von Luftdurchlassöffnungen 28 wie diese kann einen Querschnitt ausnutzen, bei dem in der axialen 48 oder Umfangsrichtung 52 ein unerheblicher Druckabfall erwartet wird. Die Luftdurchlassöffnungen 28 dieser Ausführungsform sind in sechs Reihen 116 angeordnet. Der axiale 48 Abstand zwischen den Reihen 116 ist jeweils gleich und die Luftdurchlassöffnungen 28 jeder Reihe 116 sind in Umfangsrichtung 52 um das Mischrohr 26 gleichmässig voneinander beabstandet. Ausserdem ist jede Reihe 116 in der Umfangsrichtung 52 von der nächsten Reihe 118 vollständig versetzt, d.h. gestaffelt.

**[0046]** Fig. 10 ist ein Querschnitt des Mischrohrs 26 von Fig. 9 durch Linie 10–10 von Fig. 9. Wie veranschaulicht, sind die Luftdurchlassöffnungen 28 direkt einwärts in Richtung auf eine zentrale Achse 119 des Mischrohrs 26 ausgerichtet, wodurch eine Luftinjektion radial einwärts in das Mischrohr 26 ermöglicht wird, wie durch die Pfeile angezeigt. Wie oben

besprochen, tritt die verdichtete Luft 18 über den Luftraum 78 der Brennstoffdüse 12 in die Mischrohre 26 ein. Die Luft 18 wird von einem Diffusor 86 und einem Lufteinlass 70 in einer im Wesentlichen radialen Einwärtsrichtung 74 in den Luftraum 78 geleitet. Beim Eintreten der Luft 18 in die Mischrohre 26 tragen die Luftdurchlassöffnungen 28 der Luftkonditioniereinrichtung 27 zum Leiten, Verteilen und allgemeinen Konditionieren des Luftstroms in das Mischrohr 26 zur Verbesserung der Vermischung mit dem Brennstoff 22 vom Brennstoffinjektor 24 bei. In dieser Ausführungsform sind die Luftdurchlassöffnungen 28 zur radialen Achse 48 parallel und verleihen so der in die Mischrohre 26 eintretenden Luft 18 keine Drallbewegung.

**[0047]** Fig. 11 ist ein Querschnitt des Mischrohrs 26 von Fig. 9 durch Linie 11–11 von Fig. 9. Die Luftdurchlassöffnungen 28 sind, wie von den Pfeilen veranschaulicht, radial einwärts hin zur zentralen Achse 119 des Mischrohrs 26, aber davon versetzt, ausgerichtet. Das heisst, die Luftdurchlassöffnungen 28 sind allgemein relativ zur radialen Achse 50 abgewinkelt, wie von einem Winkel 120 angedeutet wird, so dass die Luftdurchlassöffnungen 28 in der Umfangsrichtung 52 um die zentrale Achse 119 des Rohrs 26 einen Drallstrom verleihen. Wie veranschaulicht, ist der Winkel 120 der Luftdurchlassöffnung 28 in Bezug auf die radiale Achse 50 grösser als null. Der Winkel 120 einzelner Luftdurchlassöffnungen 28 kann im Bereich zwischen etwa 0 und 45 Grad, 0 und 30 Grad, 15 und 45 Grad, 15 und 30 Grad oder in einer beliebigen Untergruppe dazwischen liegen. Zum Beispiel kann der Winkel 120 einiger Luftdurchlassöffnungen 28 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 oder 45 Grad betragen oder ein beliebiger anderer Winkel sein und der Winkel 120 anderer Luftdurchlassöffnungen 28 kann 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 oder 45 Grad betragen oder ein beliebiger anderer Winkel sein. In einigen Ausführungsformen können die Luftdurchlassöffnungen 28 konfiguriert sein, um der Luft im Uhrzeigersinn Drall zu verleihen, während andere Luftdurchlassöffnungen 28 konfiguriert sein können, um die Luft entgegen dem Uhrzeigersinn Drall zu verleihen. Diese Variation kann auf der Basis der Umfangs- und axialen Lage des einzelnen Mischrohrs 26 in Bezug auf den Lufteinlass 70 der Brennstoffdüse 12 erfolgen, um den Strom verdichteter Luft 18 im Luftraum 78 der Brennstoffdüse 12 besser zu erfassen.

**[0048]** Fig. 12 ist ein Querschnitt des Mischrohrs 26 von Fig. 9 durch Linie 12–12 von Fig. 9. Wie von den Pfeilen veranschaulicht, sind die Luftdurchlassöffnungen 28 radial einwärts hin zur zentralen Achse 119 des Mischrohrs 26, aber davon versetzt, ausgerichtet. Das heisst, die Luftdurchlassöffnungen 28 sind allgemein relativ zur radialen Achse 50 abgewinkelt, wie von dem Winkel 120 angedeutet wird, so dass die Luftdurchlassöffnungen 28 in der Umfangsrichtung 52 um die zentrale Achse 119 des Rohrs 26 einen Drallstrom verleihen. Im Gegensatz zu Fig. 11 ist der Winkel 120 der Luftdurchlassöffnungen 28 in Fig. 12 grösser, um einen stärkeren Drallstrom bereitzustellen. Das heisst, der Winkel 120 der Luftdurchlassöffnung 28 in Bezug auf eine radiale Achse 50 ist ein grösserer Wert als der Winkel 120 in Fig. 11. Zum Beispiel kann der Winkel 120 der Luftdurchlassöffnungen 28 im Bereich zwischen etwa 45 und 90 Grad, 60 und 90 Grad, 45 und 75 Grad oder 60 und 75 Grad oder in einer beliebigen Untergruppe dazwischen liegen. Es wird auch erörtert, dass einzelne Luftdurchlassöffnungen 28 innerhalb eines Satzes Luftdurchlassöffnungen 28 mit verschiedenen Winkeln 120 konfiguriert sein können, um den Strom verdichteter Luft 18 innerhalb der Brennstoffdüse 12 spezifisch anzupassen. Zum Beispiel können Mischrohre 26, die in einigen Ausführungsformen innerhalb der Brennstoffdüse 12 an Stellen eingebaut sind, die radial weiter aussen und näher am Lufteinlass 70 liegen, konfiguriert sein, so dass sie Luftdurchlassöffnungen 28 haben, die grössere Winkel 120 als die Luftdurchlassöffnungen an Mischrohren 26 haben, die innerhalb der radial weiter einwärts liegenden Stellen innerhalb der Brennstoffdüse 12, weiter vom Lufteinlass 70 weg, liegen. In einigen Ausführungsformen können Luftdurchlassöffnungen 28 an den Mischrohren 26 abgewinkelt sein, so dass sie die Luft in Richtungen mit einer axialen 48 Komponente leiten. Das heisst, die Luftdurchlassöffnung 28 kann für noch grössere Kontrolle über den Strom verdichteter Luft 18 innerhalb der Mischrohre 26 so konfiguriert sein, dass sie die verdichtete Luft in einer Richtung mit einer stromabwärtigen 66 oder stromaufwärtigen 68 Komponente leitet. Diese Variationen in der Winkelkonfiguration der Luftdurchlassöffnungen 28 kann Schwankungen des Flusses verdichteter Luft innerhalb des Mischrohrs 26, Schwankungen der Feinverteilung von eingespritztem Brennstoff 22 von den Brennstoffinjektoren 24 oder andere variierende Bedingungen der Umgebung innerhalb der Brennstoffdüse 12 ausgleichen, welche die Gleichmässigkeit des Brennstoff-Luft-Gemischs 30 beeinträchtigen können.

**[0049]** Die Figuren 13–16 sind Perspektivansichten der Brennstoffdüse 12, die eine Reihe von Schritten eines Verfahrens zum Entfernen von wenigstens einem Mischrohr 26 gemäss gewissen Ausführungsformen veranschaulichen. Wie in Fig. 13 veranschaulicht, ist die Mehrrohrbrennstoffdüse 12 vom Kopfende 56 der Brennkammer 16 entfernt und mit der Endabdeckungsbaugruppe 58 gekoppelt. Die Endabdeckungsbaugruppe 58 mit Brennstoffeinlass 62 ist mit der Stützkonstruktion 82 und der Kappenseitenbaugruppe 60 gekoppelt veranschaulicht. Um die Mischrohre 26 freizulegen, wie in Fig. 14 gezeigt, wird die Endabdeckungsbaugruppe 58 von der Stützkonstruktion 82 und der Kappenseitenbaugruppe 60 getrennt. Fig. 14 zeigt die Brennstoffinjektoren 24 auf, die mit der Endabdeckungsbaugruppe 58 der Brennstoffdüse 12 gekoppelt sind. Als nächstes wird, wie in Fig. 15 gezeigt, die Halteplatte 84 von der Kappenseitenbaugruppe 60 entfernt, indem die Halteplatte 84 in einer Stromaufwärtsrichtung 68 vom zweiten Ende 96 zum ersten Ende 94 der Mischrohre 26 an den Mischrohren 26 entlang geschoben wird. Wie in Fig. 16 gezeigt, können dann die Mischrohre 26 aus ihrer Lage an der Kappenseitenbaugruppe 60 entfernt werden. Das Entfernen von einem oder mehreren Mischrohren 26 kann die Überprüfung, das Ersetzen, die Reparatur oder beliebige andere Zwecke ermöglichen, die sich im Verlauf der Herstellung, der Montage und des Betriebs der Brennstoffdüse 12 zeigen. Der Einbau von Mischrohren 26 wird durch Befolgen der in den Fig. 13 bis 16 veranschaulichten Schritte in umgekehrter Reihenfolge erreicht. Das eine oder die mehreren Mischrohre 26 können nämlich an der Kappenseitenbaugruppe 60 (Fig. 16) in ihre Sollage eingesetzt werden, dann kann die Halteplatte 84 durch Aufschieben über die Mischrohre 26 vom ersten Ende 94 zum zweiten Ende 96, bis die Rohre 26 mit der Kappenseitenbaugruppe 60 und/oder der Prallplatte 92 (Fig. 15) bündig sind, eingebaut werden. Die Stützkonstruktion

82 wird dann mit der Endabdeckungsbaugruppe 58 gekoppelt, indem die Mischrohre 26 auf ihre jeweiligen Brennstoffinjektoren 24 (Fig. 14) ausgerichtet werden. Die zusammengebaute Brennstoffdüse 12 (Fig. 13) kann dann in das Kopfende 56 der Brennkammer 12 eingebaut werden.

**[0050]** Technische Ergebnisse der offenbaren Ausführungsformen beinhalten Systeme und Verfahren zum Verbessern der Vermischung der Luft und des Brennstoffs innerhalb von Mehrrohrbrennstoffdüsen 12 eines Gasturbinensystems. Speziell ist die Brennstoffdüse 12 mit mehreren Mischrohren 26 bestückt, die Luftdurchlassöffnungen 28 (z.B. Luftkonditioniereinrichtung 27) haben, durch welche verdichtete Druckluft 18, die in die Brennstoffdüse 12 eintritt, geleitet wird und sich mit Brennstoff 22 vermischt, der von mehreren Brennstoffinjektoren 24 eingespritzt wird. Die Luftdurchlassöffnungen 28 können mit verschiedenen Formen, Grössen, räumlichen Anordnungen konfiguriert sein und konfiguriert sein, um die Luft in verschiedenen Winkeln zu leiten. Die schwankenden Drücke von Luft 18 und Brennstoff 22 unter den mehreren Brennstoffinjektoren 24 in der Mehrrohrbrennstoffdüse 12 ausgleichend, erhöht diese spezifische Anpassung die Vermischung und Gleichmässigkeit. Die erhöhte Vermischung der Luft 18 und des Brennstoffs 22 erhöht die Flammenstabilität innerhalb der Brennkammer 16 und reduziert die Menge unerwünschter Nebenprodukte der Verbrennung. Das Verfahren zum Entfernen und Einbauen der einzelnen Mischrohre 26 ermöglicht die kosteneffektive und -effiziente Reparatur der Brennstoffdüse 12.

**[0051]** In der vorliegenden Offenbarung werden oben zwar einige typische Grössen und Abmessungen vorgesehen, es ist aber zu beachten, dass die verschiedenen Bauteile der beschriebenen Brennkammer massstäblich vergrössert oder verkleinert werden können und auch individuell auf diverse Brennkammertypen und diverse Anwendungen angepasst werden können. Diese schriftliche Beschreibung verwendet Beispiele zur Offenbarung von Ausführungsformen der Erfindung, einschliesslich der besten Art der Ausführung, und auch, um einer Fachperson die Ausübung der Erfindung zu ermöglichen, einschliesslich der Herstellung und Benutzung jedweder Vorrichtungen oder Systeme und der Durchführung eingebundener Verfahren. Der patentfähige Umfang der Erfindung wird durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele beinhalten, die fachkundigen Personen einfallen werden. Es ist vorgesehen, dass derartige weitere Beispiele in den Umfang der Ansprüche fallen, wenn sie strukturelle Elemente haben, die sich nicht von der wörtlichen Sprache der Ansprüche unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden von den wörtlichen Sprachen der Ansprüche beinhalten.

**[0052]** Ein System beinhaltet eine Mehrrohrbrennstoffdüse. Die Mehrrohrbrennstoffdüse beinhaltet mehrere Rohre. Jedes Rohr hat ein erstes Ende, ein zweites Ende und eine um einen zentralen Durchgang angeordnete ringförmige Wand. Das erste Ende ist zur Anordnung um einen Brennstoffinjektor konfiguriert. Jedes Rohr beinhaltet auch eine Luftkonditioniereinrichtung mit mehreren Luftdurchlassöffnungen, die benachbart zu dem ersten Ende angeordnet sind. Die mehreren Luftdurchlassöffnungen verlaufen durch die Wand in den zentralen Durchgang.

### Bezugszeichenliste

#### [0053]

- 10 Gasturbinensystem
- 12 Brennstoffdüse
- 14 Brennstoffzufuhr
- 16 Brennkammer
- 18 verdichtete Luft
- 20 Verdichter
- 22 Brennstoff
- 24 Brennstoffinjektor
- 26 Mischrohre
- 27 Luftkonditioniereinrichtung
- 28 Luftdurchlassöffnung
- 30 Brennstoff-Luft-Gemisch
- 32 unter Druck stehende Abgase
- 34 Turbine
- 36 Welle

38	Abgasauslass
40	Luft
42	Lufteintritt
44	Last
46	Brennraum
48	axial
50	radial
52	in Umfangsrichtung
54	Längsachse
56	Kopfende
58	Endabdeckungsbaugruppe
60	Kappenseitenbaugruppe
62	Brennstoffeinlass in der Endabdeckung
64	Brennstoffräum in der Endabdeckung
66	Stromabwärtsrichtung
68	Stromaufwärtsrichtung
70	Lufteinlass
72	Ringraum
74	Auskleidung
76	Strömungshülle
78	Luftraum
80	Übergangsstück
82	Stützkonstruktion
84	Halteplatte
86	Diffusor
88	radial einwärts gehende Richtung
90	radial nach aussen
92	Prallplatte
94	erstes Ende des Mischrohrs
96	zweites Ende des Mischrohrs
98	zentraler Mischrohrdurchgang
100	axiale Feder
102	radiale Feder
103	ringförmige Wand des Brennstoffinjektors
104	innerer Brennstoffdurchgang des Brennstoffinjektors
106	Brennstoffdurchlassöffnungen am Brennstoffinjektor

- 108 abgeschrägter Teil
- 109 Spitze des Brennstoffinjektors
- 110 erster Satz Luftdurchlassöffnungen
- 112 zweiter Satz Luftdurchlassöffnungen
- 114 Luftdurchlassöffnungsquerschnitt
- 116 erste Reihe von Luftdurchlassöffnungen
- 118 zweite Reihe von Luftdurchlassöffnungen
- 120 Winkel

#### Patentansprüche

1. System, umfassend:  
eine Mehrrohrbrennstoffdüse, umfassend:  
mehrere Rohre, wobei jedes Rohr aufweist: ein erstes Ende, ein zweites Ende,  
eine um einen zentralen Durchgang angeordnete ringförmige Wand, wobei das erste Ende zur Anordnung um einen Brennstoffinjektor konfiguriert ist, und  
eine Luftkonditioniereinrichtung mit mehreren Luftdurchlassöffnungen, die benachbart zu dem ersten Ende angeordnet sind, wobei sich die mehreren Luftdurchlassöffnungen durch die Wand in den zentralen Durchgang erstrecken.
2. System nach Anspruch 1, wobei die mehreren Luftdurchlassöffnungen in Umfangsrichtung um die ringförmige Wand angeordnet sind und/oder  
wobei die mehreren Luftdurchlassöffnungen einen ersten Satz Luftdurchlassöffnungen und einen zweiten Satz Luftdurchlassöffnungen umfassen, wobei der zweite Satz Luftdurchlassöffnungen sich relativ zu dem ersten Ende stromabwärts des ersten Satzes Luftdurchlassöffnungen befindet.
3. System nach Anspruch 2, wobei ein erster Gesamtquerschnitt jeder Luftdurchlassöffnung des ersten Satzes Luftdurchlassöffnungen grösser als ein zweiter Gesamtquerschnitt jeder Luftdurchlassöffnung des zweiten Satzes Luftdurchlassöffnungen ist.
4. System nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Satz Luftdurchlassöffnungen eine erste Reihe und eine zweite Reihe von Luftdurchlassöffnungen umfasst, die in Umfangsrichtung um die ringförmige Wand angeordnet sind, und die erste Reihe von Luftdurchlassöffnungen in einer Umfangsrichtung zu der zweiten Reihe von Luftdurchlassöffnungen versetzt ist, und/oder  
wobei der erste Satz von Luftdurchlassöffnungen zum Führen des Luftstroms in einer radialen Richtung in den zentralen Durchgang konfiguriert ist.
5. System nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zweite Satz Luftdurchlassöffnungen eine dritte Reihe und eine vierte Reihe von Luftdurchlassöffnungen umfasst, die in Umfangsrichtung um die ringförmige Wand angeordnet sind, und die dritte Reihe von Luftdurchlassöffnungen in der Umfangsrichtung zu der vierten Reihe von Luftdurchlassöffnungen versetzt ist, und/oder wobei der zweite Satz Luftdurchlassöffnungen konfiguriert ist, um die Luft mit einer Drallbewegung um eine zentrale Achse des zentralen Durchgangs zu führen.
6. System nach Anspruch 1, wobei die mehreren Luftdurchlassöffnungen mehrere Grössen, Formen, Winkel, Anstände oder eine beliebige Kombination davon aufweisen.
7. System nach Anspruch 1, wobei jedes Rohr der mehreren Rohre konfiguriert ist, um eine gleiche Verteilung des Luftstroms über der Luftkonditioniereinrichtung zu erhalten.
8. System nach Anspruch 1, das eine Gasturbine oder eine Brennkammer mit der Mehrrohrbrennstoffdüse aufweist.
9. System, umfassend:  
eine Brennkammerendabdeckungsbaugruppe,  
eine mit der Brennkammerendabdeckungsbaugruppe gekoppelte Mehrrohrbrennstoffdüse, umfassend:  
eine Halteplatte und  
mehrere Rohre, die zwischen der Endabdeckungsbaugruppe und der Halteplatte angeordnet sind, wobei jedes Rohr aufweist:  
ein erstes Ende benachbart zu der Endabdeckungsbaugruppe,  
ein zweites Ende benachbart zu der Halteplatte,  
eine um einen zentralen Durchgang angeordnete ringförmige Wand, wobei das erste Ende zur Anordnung um einen Brennstoffinjektor konfiguriert ist, und

## CH 707 770 A2

eine Luftkonditioniereinrichtung mit mehreren Luftdurchlassöffnungen, die benachbart zu dem ersten Ende angeordnet sind, wobei die mehreren Luftdurchlassöffnungen durch die Wand in den zentralen Durchgang verlaufen.

10. System nach Anspruch 9, wobei jedes Rohr der mehreren Rohre derart konfiguriert ist, dass es einzeln von der Endabdeckungsbaugruppe und der Halteplatte entfernt oder dazwischen eingebaut werden kann, und/oder wobei die Halteplatte konfiguriert ist, um nach Entfernen der Endabdeckungsbaugruppe von der Mehrrohrbrennstoffdüse entfernt zu werden, indem die Halteplatte an den mehreren Rohren entlang von dem ersten Ende zu dem zweiten Ende jedes Rohrs verschoben wird.

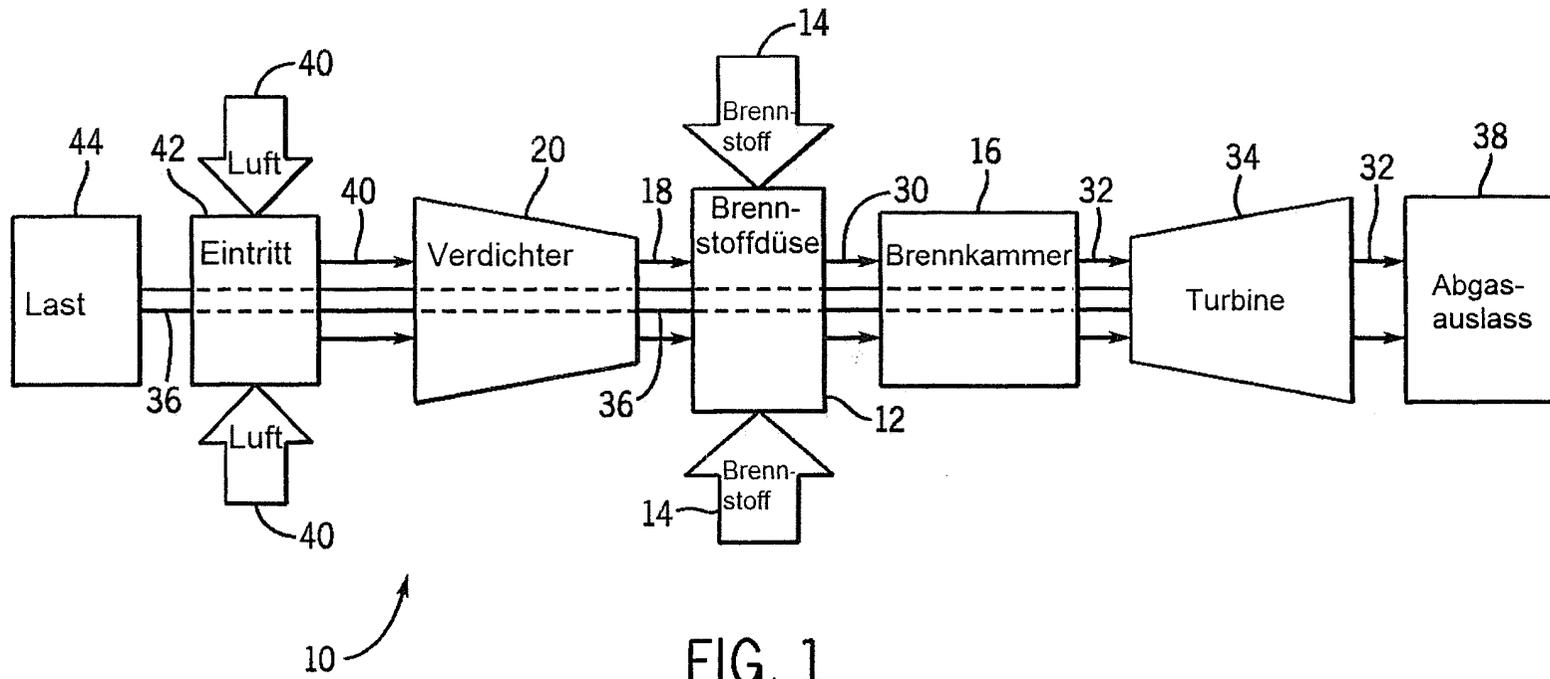


FIG. 1

16

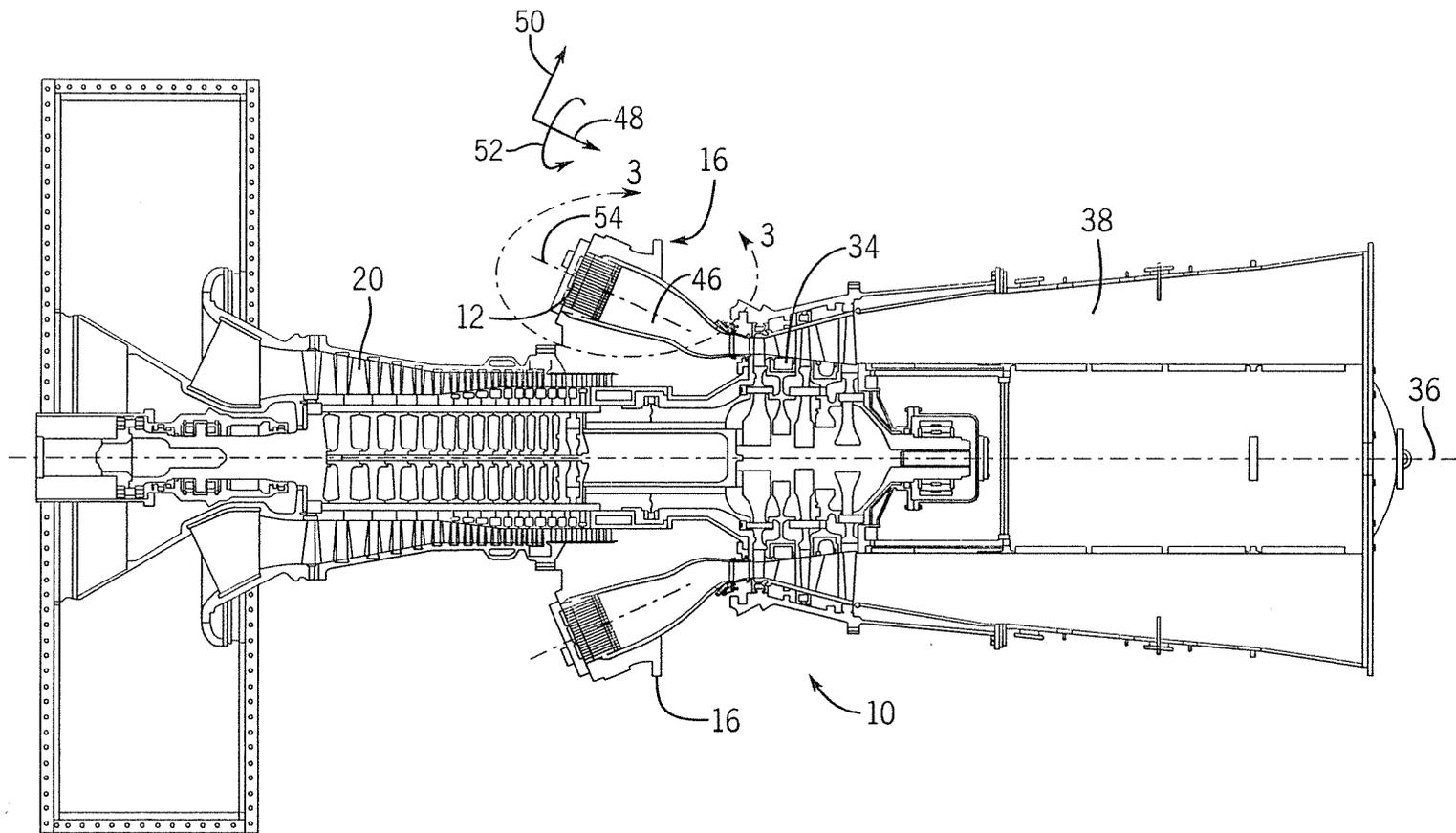


FIG. 2

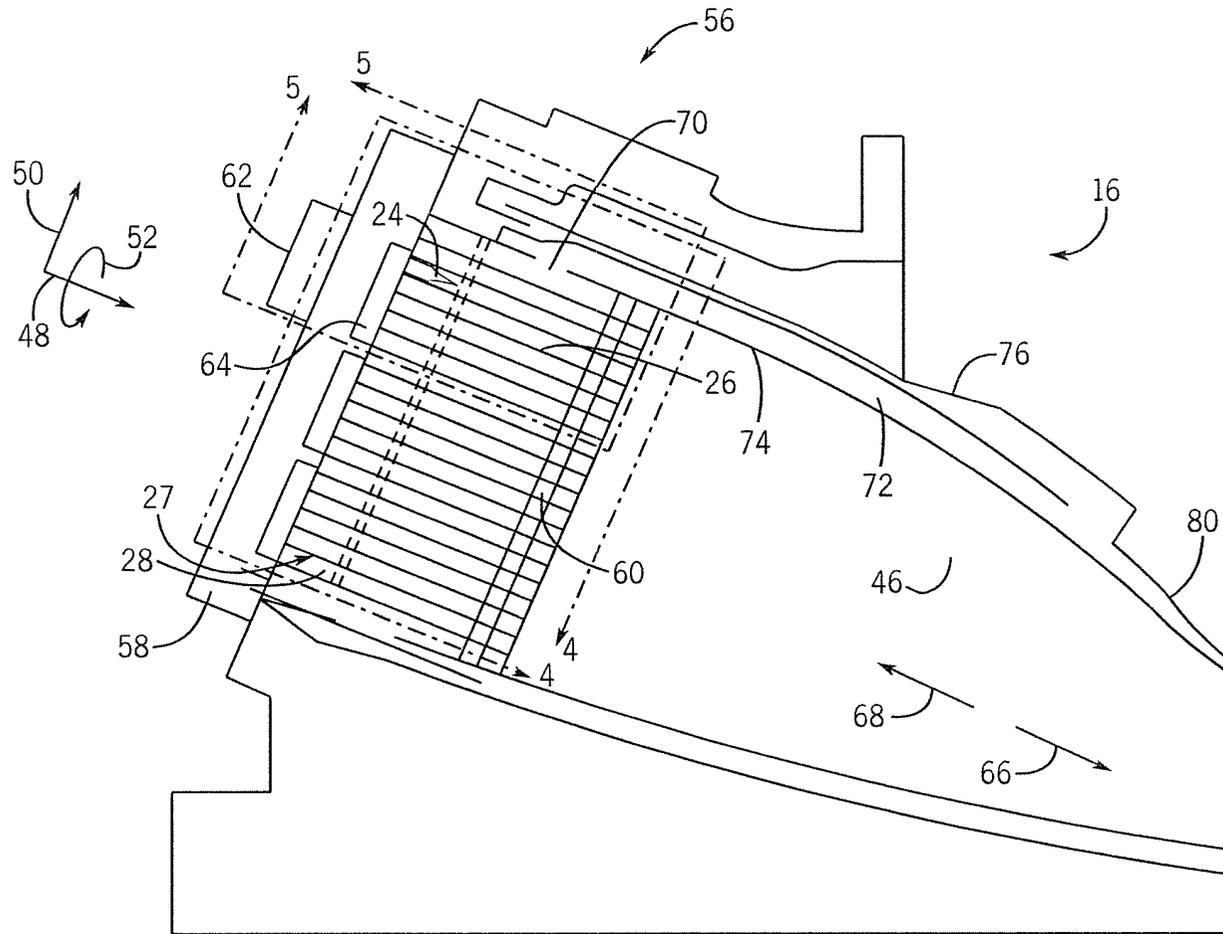


FIG. 3

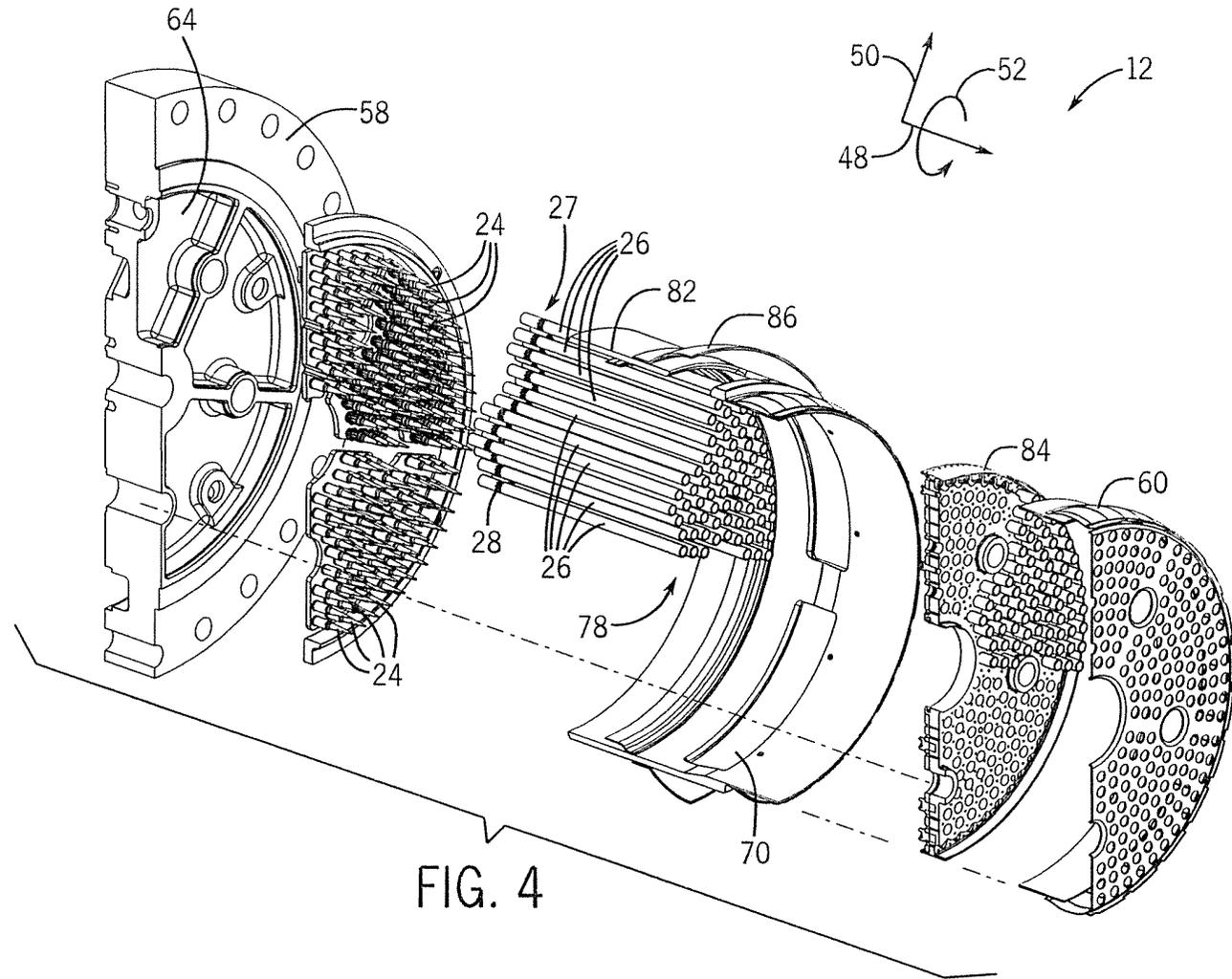


FIG. 4

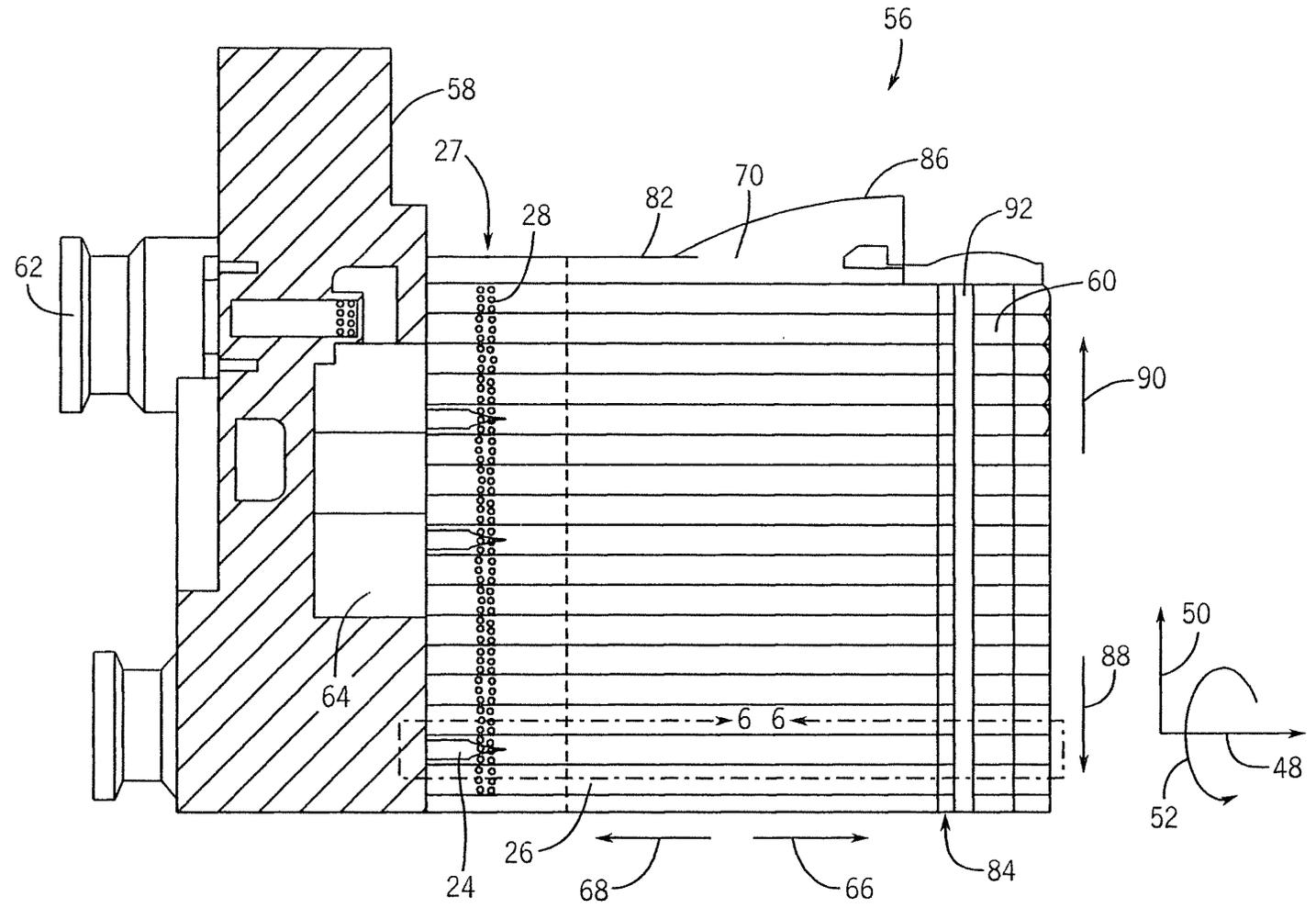
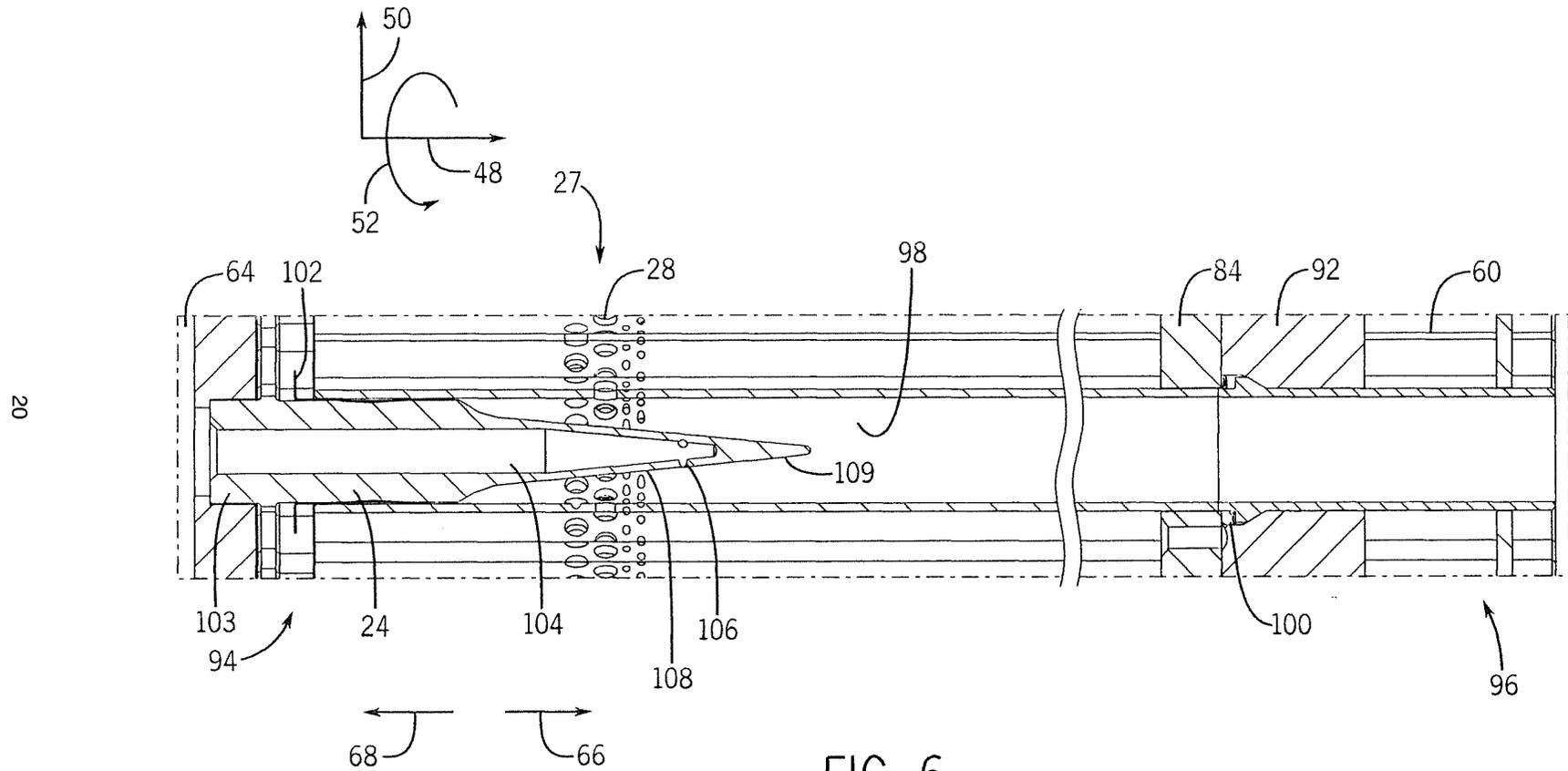


FIG. 5



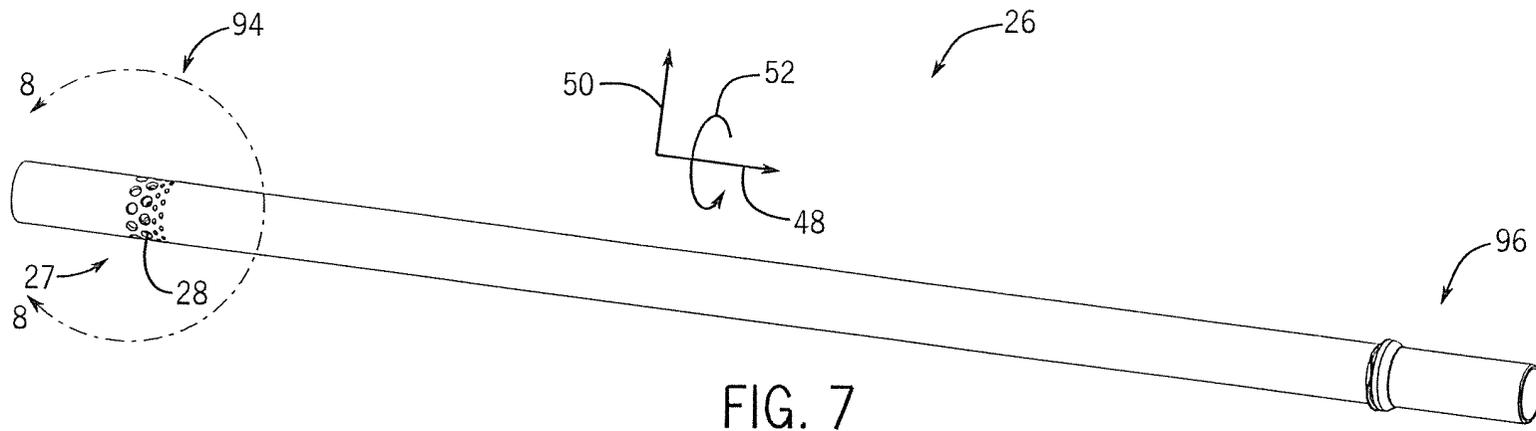


FIG. 7

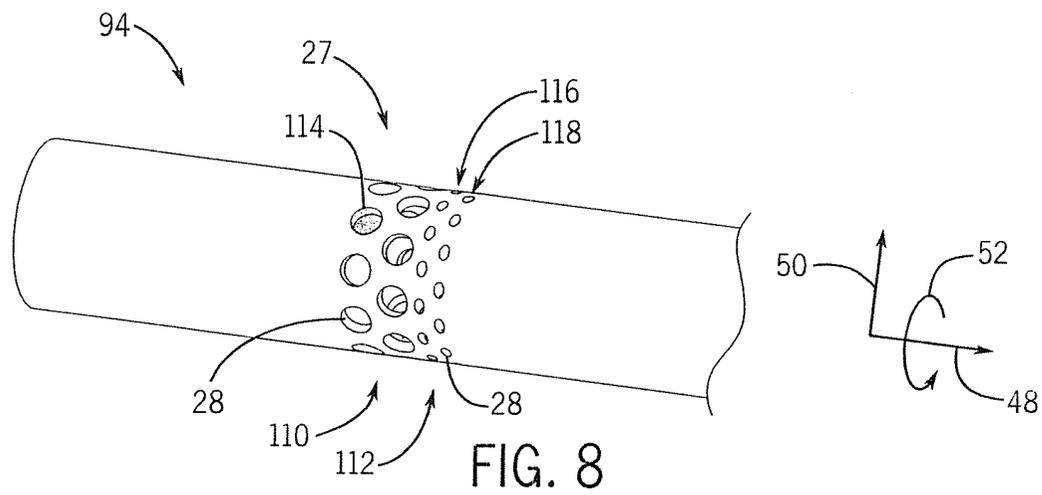


FIG. 8

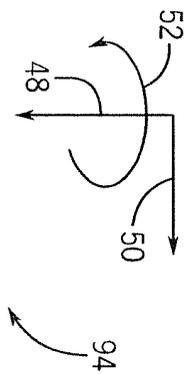


FIG. 9

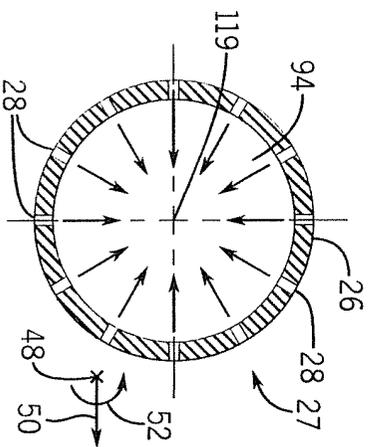


FIG. 10

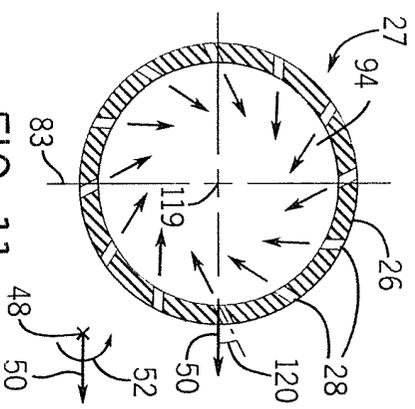


FIG. 11

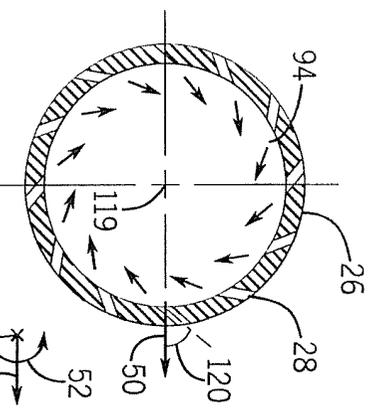
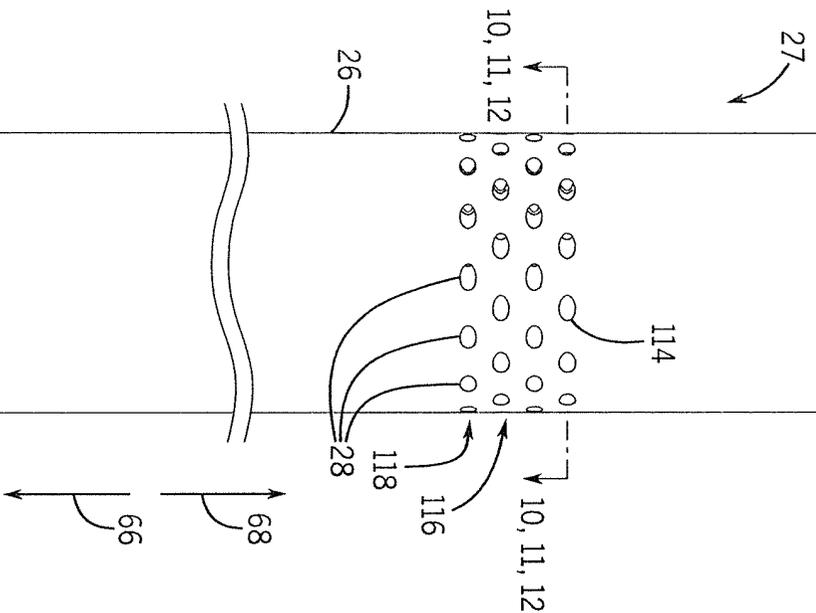


FIG. 12

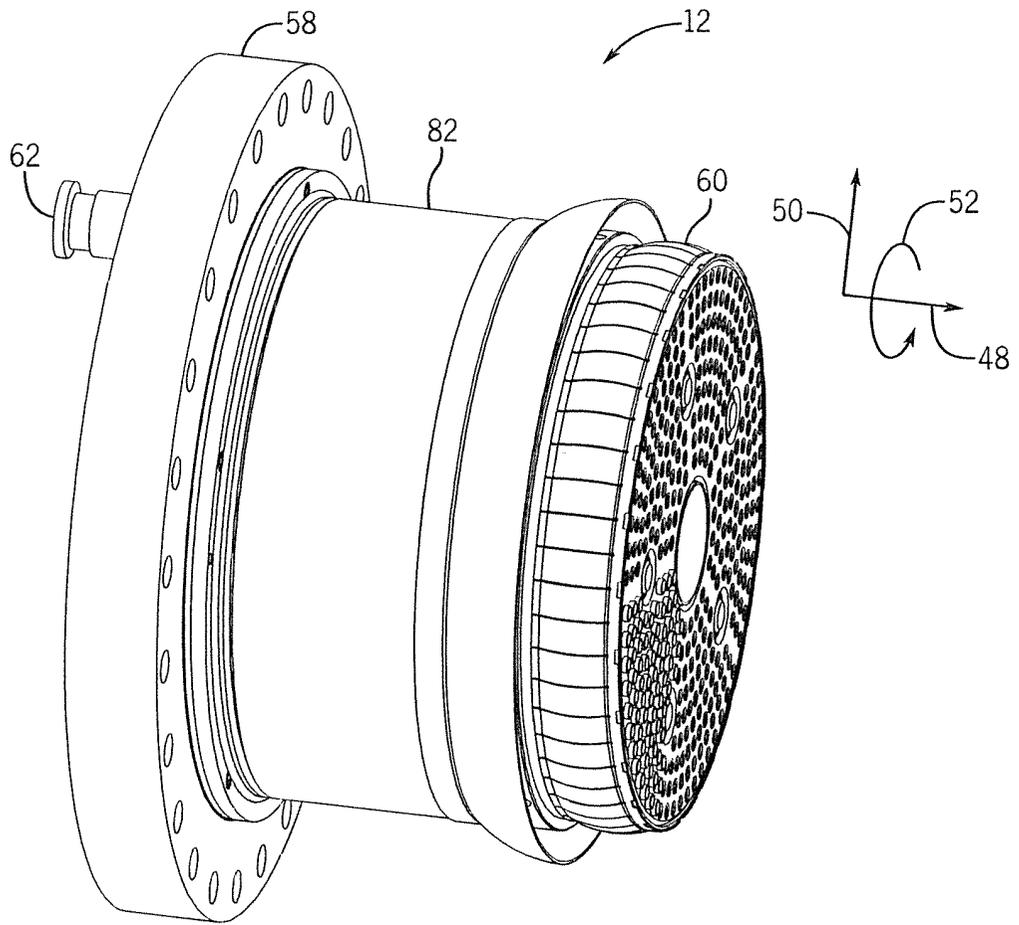


FIG. 13

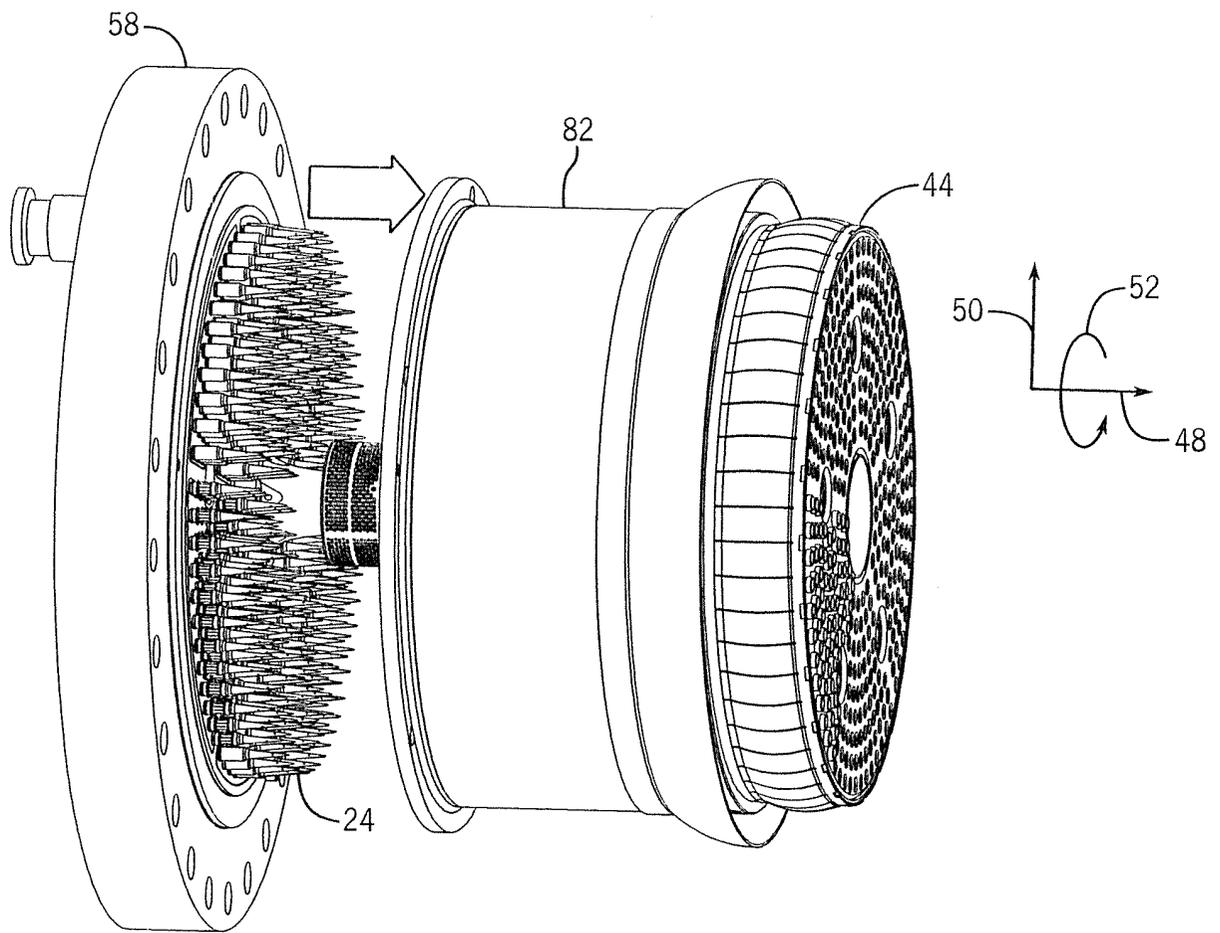


FIG. 14

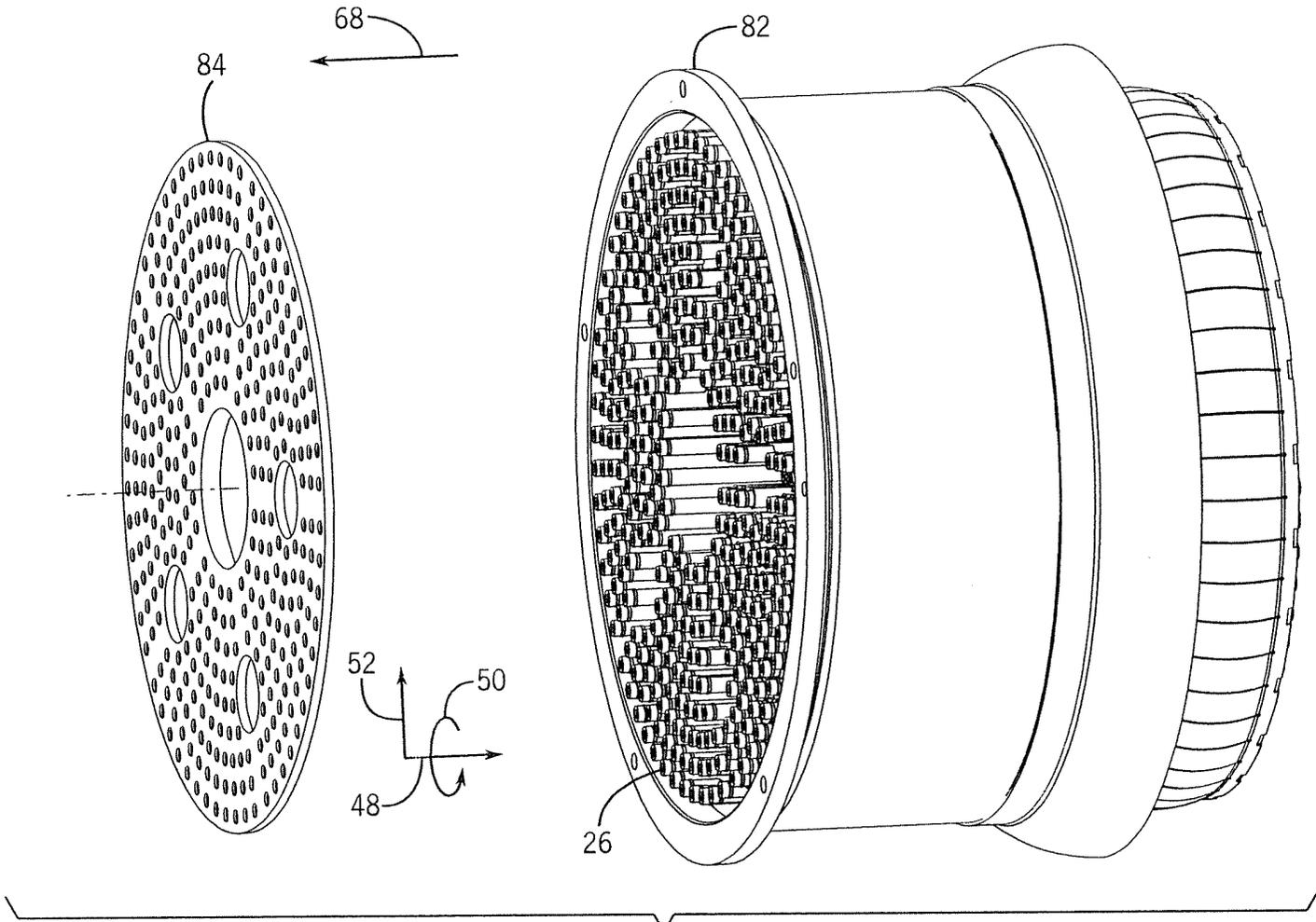


FIG. 15

26

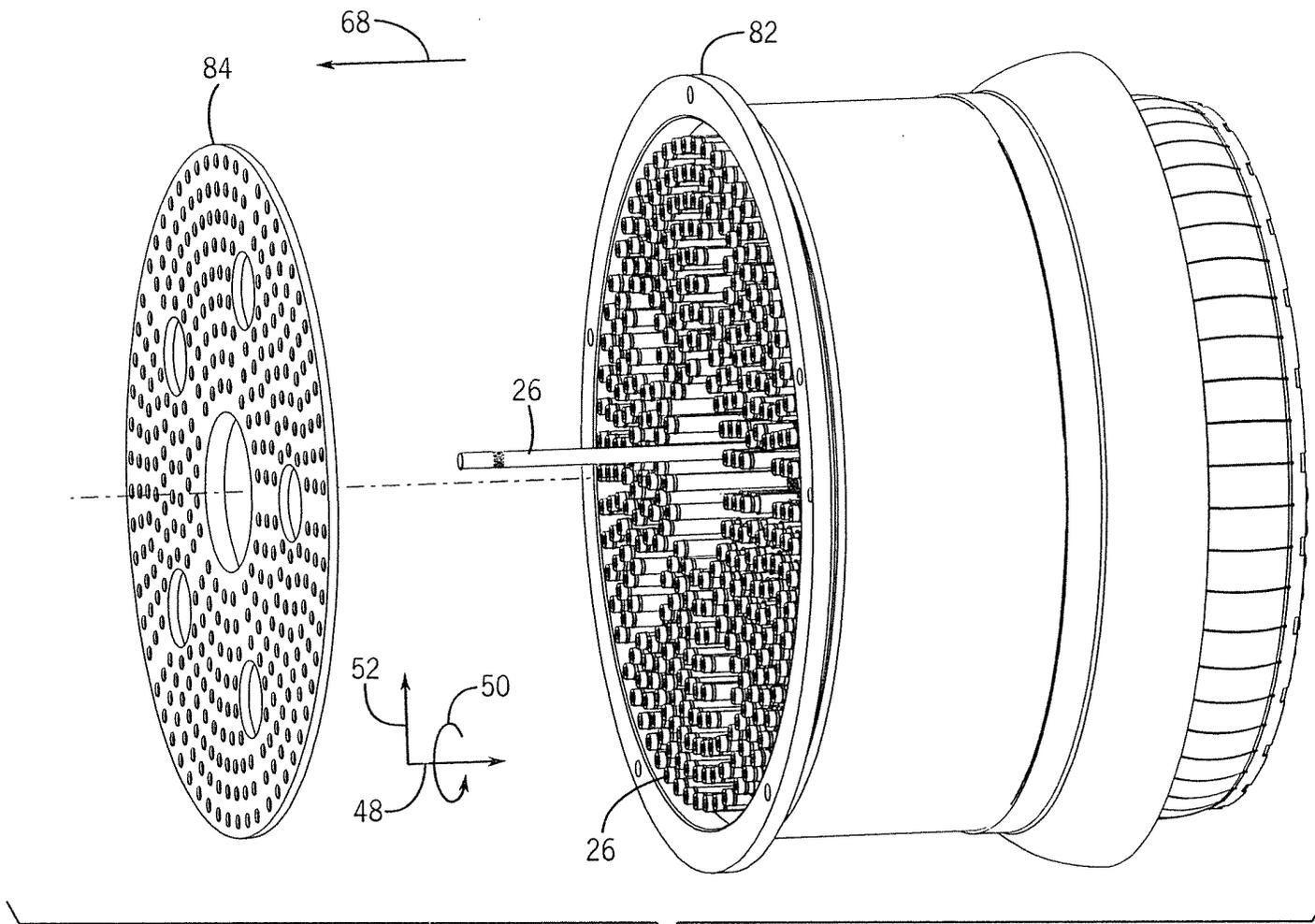


FIG. 16