



(10) **DE 10 2014 103 087 A1** 2014.09.18

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 103 087.7**

(22) Anmeldetag: **07.03.2014**

(43) Offenlegungstag: **18.09.2014**

(51) Int Cl.: **F02C 7/22 (2006.01)**  
**F23R 3/28 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**13/845,365**                      **18.03.2013**    **US**

(71) Anmelder:  
**GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady,  
N.Y., US**

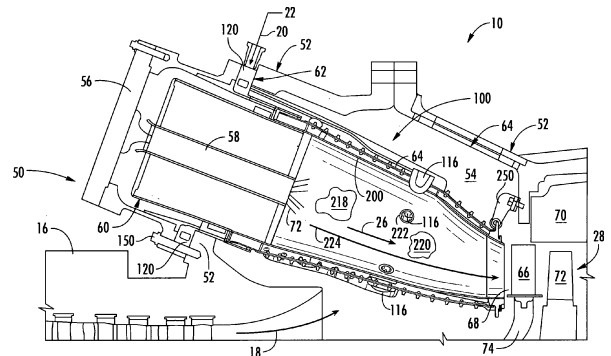
(74) Vertreter:  
**Rüger, Barthelt & Abel Patentanwälte, 73728  
Esslingen, DE**

(72) Erfinder:  
**Dicintio, Richard Martin, Greenville, S.C., US;**  
**Melton, Patrick Benedict, Greenville, S.C., US;**  
**Stoia, Lucas John, Greenville, S.C., US; Willis,  
Christopher Paul, Greenville, S.C., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **System zur Zuführung von Brennstoff zu einer Brennkammer**

(57) Zusammenfassung: Ein System zur Zuführung von Brennstoff zu einem Brenner einer Gasturbine weist einen ringförmigen Brennstoffverteiler auf, der zumindest zum Teil ein Brennstoffplenum definiert. Der Brennstoffverteiler weist auf: ein vorderes Ende, das axial von einem hinteren Ende getrennt ist, einen Flansch, der sich radial auswärts und in Umfangsrichtung um das vordere Ende herum erstreckt, und einen ringförmigen Stützring, der sich von dem Flansch aus stromabwärts erstreckt. Eine LLI-Anordnung erstreckt sich vom Brennstoffverteiler stromabwärts. Die LLI-Anordnung weist ein einteiliges Einsatzrohr auf, das zumindest zum Teil eine primäre Verbrennungszone und eine sekundäre Verbrennungszone in dem Brenner definiert. Ein LLI-Injektor erstreckt sich im Wesentlichen radial durch das einteilige Einsatzrohr hindurch in die sekundäre Verbrennungszone hinein. Eine Fluidleitung, die mit dem Brennstoffplenum in Fluidverbindung steht, erstreckt sich zwischen dem LLI-Injektor und dem Brennstoffverteiler.



**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein einen Brenner einer Gasturbine. Genauer betrifft die Erfindung ein System zur Zuführung von Brennstoff zu einer sekundären Verbrennungszone, die in dem Brenner definiert ist.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Eine typische Gasturbine, die verwendet wird, um elektrische Leistung zu erzeugen, weist einen axialen Kompressor im vorderen Teil, einen oder mehrere Brenner stromabwärts von dem Kompressor und eine Turbine im hinteren Teil auf. Umgebungsluft kann zum Kompressor geliefert werden, und rotierende Laufschaufeln und stationäre Leitschaufeln in dem Kompressor verleihen dem Arbeitsfluid (der Luft) zunehmend kinetische Energie, um ein verdichtetes Arbeitsfluid in einem energetisch hoch aufgeladenen Zustand zu erzeugen. Das verdichtete Arbeitsfluid tritt aus dem Kompressor aus und strömt zu einem Kopfende eines Brenners, wo es an einem Abschlussdeckel die Richtung wechselt und durch die eine oder mehreren Düsen in eine primäre Verbrennungszone strömt, die in einer Brennkammer jedes Brenners definiert ist. Das verdichtete Arbeitsfluid vermischt sich mit dem Brennstoff in der einen oder den mehreren Brennstoffdüsen und/oder in der Brennkammer und entzündet sich, um Verbrennungsgase zu erzeugen, die eine hohe Temperatur und einen hohen Druck aufweisen. Die Brenngase dehnen sich in der Turbine aus, um Arbeit zu erzeugen. Zum Beispiel kann durch die Ausdehnung der Brenngase in der Turbine eine Welle zum Drehen gebracht werden, die mit einem Generator verbunden ist, wodurch Elektrizität erzeugt wird.

**[0003]** Ein typischer Brenner weist auf: einen Abschlussdeckel, der mit einem Kompressorauslassgehäuse verbunden ist, eine ringförmige Kappenanordnung, die sich radial und axial innerhalb des Kompressorauslassgehäuses erstreckt, ein ringförmiges Verbrennungseinsatzrohr, das sich von der Kappenanordnung stromabwärts erstreckt, und ein Übergangsstück mit einem ringförmigen Übergangskanal, der sich zwischen dem Brennereinsatzrohr und einer ersten Stufe aus Leitschaufeln erstreckt. Die Leitschaufeln sind im Allgemeinen angrenzend an einen Einlass des Turbinenabschnitts angeordnet.

**[0004]** In einem speziellen Brenner-Design sind einer oder mehrere LLI-Injektoren, sogenannte Late-Lean- bzw. spät einspritzende Magergemischinjektoren, stromabwärts von den Brennstoffdüsen und/oder der primären Verbrennungszone umfangmäßig um das Brennereinsatzrohr herum angeordnet und angebaut. Verschiedene Fluidleitungen und Fluidkupplun-

gen erstrecken sich innerhalb des Kompressorauslassgehäuses, um Brennstoff von einer Brennstoffquelle zu den LLI-Injektoren zu leiten. Ein Teil des verdichteten Arbeitsfluids tritt aus dem Kompressor aus und wird durch die LLI-Injektoren geleitet, um es mit dem Brennstoff zu vermischen, um eine magerere Brennstoff-Luft-Mischung zu erzeugen. Die magerere Brennstoff-Luft-Mischung kann dann in die Brennkammer gespritzt werden, um in einer sekundären Verbrennungszone einer zusätzlichen Verbrennung unterzogen zu werden, um die Temperatur des Verbrennungsgases zu erhöhen und den thermodynamischen Wirkungsgrad des Brenners zu erhöhen. Die Late-Lean-Injektoren sind wirksam, um Verbrennungsgastemperaturen zu erhöhen, ohne einen entsprechenden Anstieg der Erzeugung unerwünschter Emissionen wie Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) herbeizuführen. Die Late-Lean-Injektoren sind besonders vorteilhaft wegen der Verringerung von  $\text{NO}_x$  während eines Grundlast- und/oder Teillastbetriebs der Gasturbine.

**[0005]** Ein Ein- und Ausbau eines Brenners mit Late-Lean-Einspritzungsgeräteteilen in einer räumlich begrenzten Umgebung, beispielsweise dem Kompressorauslassgehäuse der Gasturbine, stellen ein immer größeres Problem dar, teilweise wegen der Verkleinerung der Grundfläche vieler moderner Gasturbinenkonstruktionen. Zum Beispiel kann der Zugang zu den verschiedenen Fluidkupplungen, Fluidleitungen und/oder den LLI-Injektoren beschränkt sein. Außerdem können übermäßig viele wertvolle Mannstunden nötig sein, um die verschiedenen Late-Lean-Einspritzungskomponenten im Brenner einzubauen bzw. auszubauen, wenn dieser in der Gasturbine montiert ist, da ein ordnungsgemäßer Ein- und Ausbau der Late-Lean-Einspritzungsgeräteteile schwierig ist. Daher wäre ein System für die Zufuhr von Brennstoff zu dem Brenner, das die Einbauzeit verkürzt und die Komplexität des Brenners verringert, nützlich.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0006]** Aspekte und Vorteile der Erfindung werden nachstehend in der folgenden Beschreibung erläutert oder können aus der Beschreibung offenbar werden oder können durch die Umsetzung der Erfindung in die Praxis erlernt werden.

**[0007]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein System für die Zufuhr von Brennstoff zu einem Brenner einer Gasturbine. Das System weist einen ringförmigen Brennstoffverteiler auf, der zumindest zum Teil ein Brennstoffplenum definiert. Der Brennstoffverteiler weist auf: ein vorderes Ende, das axial von einem hinteren Ende getrennt ist, einen Flansch, der sich radial auswärts und in Umfangsrichtung um das vordere Ende herum erstreckt, und einen ringförmigen Stützring, der sich von dem Flansch aus stromabwärts erstreckt. Eine LLI-Injektionsanordnung erstreckt sich von dem Brennstoff-

verteiler stromabwärts. Die LLI-Injektionsanordnung weist ein einteiliges Einsatzrohr auf, das zumindest zum Teil eine primäre Verbrennungszone und eine sekundäre Verbrennungszone in dem Brenner definiert. Ein LLI-Injektor erstreckt sich im Wesentlichen radial durch das einteilige Einsatzrohr und ermöglicht eine Fluidverbindung durch das einteilige Einsatzrohr hindurch in die sekundäre Verbrennungszone hinein. Eine Fluidleitung, die mit dem Brennstoffplenum in Fluidverbindung steht, erstreckt sich zwischen dem LLI-Injektor und dem Brennstoffverteiler.

**[0008]** Die Fluidleitung des oben genannten Systems kann schlangenartig gewunden sein.

**[0009]** Der Flansch jedes der oben genannten Systeme kann aufweisen: ein Brennstoffplenum, das sich innerhalb des Flansches in Umfangsrichtung erstreckt, und eine Außenfläche, die sich in Umfangsrichtung um den Flansch herum erstreckt; einen ersten Durchlass und einen zweiten Durchlass, die eine Fluidverbindung durch die Außenfläche des Flansches in das Brennstoffplenum ermöglichen; eine Brennstoffverteilerkappe, die sich zum Teil über der Außenfläche des Flansches erstreckt und den ersten Durchlass und den zweiten Durchlass umgibt; und ein Brennstoffverteilerplenum, das zumindest zum Teil in der Brennstoffverteilerkappe definiert ist, wobei das Brennstoffverteilerplenum mit dem ersten Durchlass und dem zweiten Durchlass in Fluidverbindung steht.

**[0010]** Der Flansch jedes der oben genannten Systeme kann mehrere Bolzenlöcher aufweisen, die sich axial durch den Flansch erstrecken, wobei der erste Durchlass in Umfangsrichtung durch mindestens eines von den mehreren Bolzenlöchern von dem zweiten Durchlass getrennt ist.

**[0011]** Die Brennstoffverteilerkappe jedes der oben genannten Systeme kann einen Bodenabschnitt aufweisen, der das Brennstoffverteilerplenum zum Teil definiert, wobei die Brennstoffverteilerkappe einen ersten Auslass, der koaxial zu dem ersten Durchlass ausgerichtet ist, und einen zweiten Auslass aufweist, der koaxial zu dem zweiten Durchlass ausgerichtet ist.

**[0012]** Das System jeder der oben genannten Arten kann ferner einen Spalt aufweisen, der zwischen dem Bodenabschnitt der Brennstoffverteilerkappe und der Außenfläche des Flansches definiert ist.

**[0013]** Das System jeder der oben genannten Arten kann ferner einen ersten Durchlasseinsatz, der in dem ersten Durchlass angeordnet ist, und einen zweiten Durchlasseinsatz aufweisen, der in dem zweiten Durchlass angeordnet ist.

**[0014]** Ein Isolierspalt jedes der oben genannten Systeme kann zwischen dem ersten Durchlassein-

satz und dem ersten Durchlass und zwischen dem zweiten Durchlasseinsatz und dem zweiten Durchlass definiert sein.

**[0015]** Das einteilige Einsatzrohr jedes der oben genannten Systeme kann einen Hauptkörper, der einen konischen Abschnitt definiert, einen LLI-Injektionsabschnitt, der sich von dem konischen Abschnitt stromabwärts erstreckt, und einen Übergangabschnitt aufweisen, der sich von dem LLI-Injektionsabschnitt stromabwärts erstreckt.

**[0016]** Der Übergangabschnitt jedes der oben genannten Systeme kann einen im Wesentlichen nicht-kreisförmigen Querschnitt aufweisen.

**[0017]** Der Hauptkörper des einteiligen Einsatzrohrs jedes der oben genannten Systeme kann eine Einzelkomponente sein.

**[0018]** Das einteilige Einsatzrohr jedes der oben genannten Systeme kann aufweisen: einen Hauptkörper mit einem vorderen Ende und einem hinteren Ende, wobei der Hauptkörper einen Strömungsquerschnitt und eine axiale Strömungslänge, die zwischen dem vorderen Ende und dem hinteren Ende definiert ist, definiert, wobei der Hauptkörper ferner einen LLI-Injektionsabschnitt definiert, der stromabwärts von dem vorderen Ende und stromaufwärts von dem hinteren Ende angeordnet ist, wobei sich die LLI-Injektoren an dem LLI-Injektionsabschnitt durch den Hauptkörper erstrecken; und wobei der Strömungsquerschnitt entlang der axialen Strömungslänge zwischen dem vorderen Ende und dem LLI-Injektionsabschnitt abnimmt und zumindest entlang eines Abschnitts der axialen Strömungslänge stromabwärts von dem LLI-Injektionsabschnitt zunimmt.

**[0019]** Der Strömungsquerschnitt jedes der oben genannten Systeme kann entlang eines ersten Abschnitts der axialen Strömungslänge, der stromabwärts von dem LLI-Injektionsabschnitt definiert ist, zunehmen und nimmt entlang eines zweiten Abschnitts der axialen Strömungslänge, der stromabwärts von dem ersten Abschnitt definiert ist, ab.

**[0020]** Der Strömungsquerschnitt jedes der oben genannten Systeme kann entlang der axialen Strömungslänge stromabwärts vom LLI-Injektionsabschnitt zum hinteren Ende kontinuierlich zunehmen.

**[0021]** Der Strömungsquerschnitt jedes der oben genannten Systeme kann entlang der axialen Strömungslänge über dem LLI-Injektionsabschnitt im Wesentlichen konstant sein.

**[0022]** Der Strömungsquerschnitt jedes der oben genannten Systeme kann in Stromabwärtsrichtung entlang der axialen Strömungslänge über dem LLI-Injektionsabschnitt abnehmen.

**[0023]** Der Strömungsquerschnitt jedes der oben genannten Systeme kann in Stromabwärtsrichtung entlang der axialen Strömungslänge über dem LLI-Injektionsabschnitt zunehmen.

**[0024]** Das System jeder der oben genannten Arten kann ferner einen konischen Abschnitt, der sich zwischen dem vorderen Ende und dem LLI-Injektionsabschnitt erstreckt, und einen Übergangabschnitt aufweisen, der sich stromabwärts vom LLI-Injektionsabschnitt erstreckt und am hinteren Ende endet.

**[0025]** Das einteilige Einsatzrohr jedes der oben genannten Systeme kann ein stromabwärtiges Ende mit einem hinteren Rahmen aufweisen, der das stromabwärtige Ende umfangsmäßig umgibt, wobei der hintere Rahmen aufweist: einen inneren Abschnitt, der radial von einem äußeren Abschnitt getrennt ist, und zwei einander gegenüberliegende Seitenabschnitte, die sich zwischen dem inneren und dem äußeren Abschnitt erstrecken; einen Seitendichtungsschlitz, der sich entlang eines Seitenabschnitts der einander gegenüberliegenden Seitenabschnitte zwischen dem inneren und dem äußeren Abschnitt des hinteren Rahmens erstreckt, wobei der Seitendichtungsschlitz zumindest zum Teil zwischen einer stromabwärtigen Wand und einer stromaufwärtigen Wand definiert ist; wobei sich ein erstes Segment der stromabwärtigen Wand vom inneren Abschnitt zum äußeren Abschnitt über eine erste Auswärtsdistanz erstreckt und sich ein zweites Segment der stromaufwärtigen Wand von einem Schnittpunkt des hinteren Rahmens und des ersten Segments zum äußeren Abschnitt des hinteren Rahmens über eine zweite Auswärtsdistanz erstreckt, wobei das zweite Segment der stromaufwärtigen Wand zumindest zum Teil ein Seitendichtungs-Führungsmerkmal definiert, um eine axiale Einführung eines Bodenabschnitts einer Seitendichtung in den Seitendichtungsschlitz zu ermöglichen.

**[0026]** Die erste Auswärtsdistanz jedes der oben genannten Systeme kann größer sein als die zweite Auswärtsdistanz.

**[0027]** Das System jeder der oben genannten Arten kann ferner einen Absatz aufweisen, der zwischen einer Außenfläche des ersten Segments und einer Außenfläche des zweiten Segments definiert ist.

**[0028]** Der Absatz jedes der oben genannten Systeme kann so gestaltet sein, dass er den Bodenabschnitt der Seitendichtung in einer axialen und einer radialen Richtung in den Seitendichtungsschlitz hinein führt.

**[0029]** Die Gasturbine jedes der oben genannten Systeme kann ein Außengehäuse und ein zweites Außengehäuse aufweisen, wobei der Flansch mit einem Abschnitt des Außengehäuses verbunden ist

und der hintere Rahmen mit einem anderen Abschnitt des Außengehäuses verbunden ist.

**[0030]** Der Brennstoffverteiler jedes der oben genannten Systeme kann ferner einen ringförmigen Stützring aufweisen, der zumindest zum Teil das stromabwärtige Ende des Brennstoffverters definiert, wobei der Stützring einen inneren Seitenabschnitt aufweist, der radial von einem äußeren Seitenabschnitt getrennt ist.

**[0031]** Die LLI-Anordnung jedes der oben genannten Systeme kann ferner eine Strömungshülse aufweisen, die zumindest einen Abschnitt des einteiligen Stützrings umfangsmäßig umgibt, wobei die Strömungshülse radial vom einteiligen Einsatzrohr getrennt ist, so dass dazwischen zumindest zum Teil ein ringförmiger Kühlströmungskanal definiert ist, wobei sich der LLI-Injektor durch die Strömungshülse erstreckt.

**[0032]** Die Strömungshülse jedes der oben genannten Systeme kann zwei oder mehr halb-ringförmige Strömungshülsenabschnitte aufweisen.

**[0033]** Die Strömungshülse jedes der oben genannten Systeme kann sich kontinuierlich als einzelne Komponente zwischen dem hinteren Ende des Brennstoffverters und einem hinteren Ende der LLI-Anordnung erstrecken.

**[0034]** Die Strömungshülse jedes der oben genannten Systeme kann mehrere Kühlungslöcher aufweisen, die eine Fluidverbindung in den Kühlströmungskanal bieten.

**[0035]** Die Strömungshülse jedes der oben genannten Systeme kann mit einer radialen Distanz, die über dem einteiligen Einsatzrohr variiert, radial vom einteiligen Einsatzrohr getrennt sein.

**[0036]** Das System jeder der oben genannten Arten kann ferner eine Strömungshülse aufweisen, wobei der Stützring eine Innenfläche aufweist, wobei ein vorderer Abschnitt der Strömungshülse konzentrisch innerhalb des Stützrings positioniert ist, wobei der vordere Abschnitt verschiebbar mit der Innenfläche des Stützrings in Eingriff steht. Das System jeder der oben genannten Arten kann ferner eine Federdichtung aufweisen, die sich radial zwischen dem Stützring und dem vorderen Abschnitt der Strömungshülse erstreckt.

**[0037]** Das System jeder der oben genannten Arten kann ferner eine Außenluftabschirmung aufweisen, die zumindest einen Abschnitt des Brenneinsatzrohrs und des LLI-Injektors umfangsseitig umgibt, wobei die Außenluftabschirmung zumindest zum Teil ein Einblasluftplenum, das mit dem LLI-Injektor in Fluidverbindung steht, und einen Einlasskanal defi-

niert, der einen Strömungsweg in das Einblasluftpleum definiert.

**[0038]** Das System jeder der oben genannten Arten kann ferner eine Durchflussregulierungshülse aufweisen, die verschiebbar mit der Außenluftabschirmung in Eingriff steht, wobei die Durchflussregulierungshülse eine erste Stellung, die einen Durchfluss durch den Einlasskanal beschränkt, und eine zweite Stellung aufweist, die den Durchfluss durch den Einlasskanal vergrößert.

**[0039]** Die Durchflussregulierungshülse jedes der oben genannten Systeme kann in Bezug auf eine axiale Mittellinie des Brenners axial über die Außenluftabschirmung gleiten.

**[0040]** Die Durchflussregulierungshülse jedes der oben genannten Systeme kann in Bezug auf eine axiale Mittellinie des Brenners in Umfangsrichtung um die Außenluftabschirmung gleiten.

**[0041]** Die erste Stellung der Durchflussregulierungshülse jedes der oben genannten Systeme kann einem völlig geschlossenen Einlasskanal entsprechen, und die zweite Stellung der Durchflussregulierungshülse entspricht einem vollständig offenen Einlasskanal.

**[0042]** Der Fachmann wird nach dem Lesen der Beschreibung die Merkmale und Aspekte dieser und anderer Ausführungsformen besser würdigen können.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0043]** Eine vollständige und erklärende Offenbarung der vorliegenden Erfindung einschließlich ihrer besten Ausführungsform wird für den Fachmann im anschließenden Teil der Beschreibung unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren näher erläutert, wobei:

**[0044]** Fig. 1 ein Funktionsblockdiagramm eines Beispiels für eine Gasturbine ist, die im Bereich der vorliegenden Erfindung liegt;

**[0045]** Fig. 2 eine seitliche Querschnittsansicht eines Abschnitts eines Beispiels für eine Gasturbine, einschließlich eines Beispiels für einen Brenner ist, der verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfassen kann;

**[0046]** Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines Systems zur Zuführung von Brennstoff zu einem Brenner einer Gasturbine, wie in Fig. 2 dargestellt, gemäß mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0047]** Fig. 4 eine perspektivische Explosionsansicht des Systems, das in Fig. 3 dargestellt ist, gemäß

mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0048]** Fig. 5 eine stromabwärtige Querschnittsansicht des Systems, das in Fig. 4 dargestellt ist, gemäß mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0049]** Fig. 6 eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Abschnitts des Systems, einschließlich von zwei Durchlasseinsätzen, gemäß mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0050]** Fig. 7 eine Draufsicht auf einen Abschnitt eines einteiligen Einsatzrohrs des in Fig. 4 dargestellten Systems ist;

**[0051]** Fig. 8 eine perspektivische Querschnittsansicht des einteiligen Einsatzrohrs, das in Fig. 7 dargestellt ist, gemäß mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0052]** Fig. 9 eine normierte grafische Darstellung eines Strömungsquerschnitts des einteiligen Einsatzrohrs, das in Fig. 8 dargestellt ist, in Bezug auf eine axiale Strömungslänge über einem konischen Abschnitt, einem LLI-Injektionsabschnitt und einem Übergangabschnitt des einteiligen Einsatzrohrs gemäß mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0053]** Fig. 10 eine normierte grafische Darstellung einer Strömungsgeschwindigkeit durch das einteilige Einsatzrohr in Bezug auf eine axiale Strömungslänge im Verhältnis zum Strömungsquerschnitt, wie in Fig. 8 dargestellt, gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist;

**[0054]** Fig. 11 eine vergrößerte perspektivische Ansicht eines hinteren Rahmens des Systems, das in Fig. 4 dargestellt ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0055]** Fig. 12 eine vergrößerte Rückseitenansicht eines Abschnitts des hinteren Rahmens, der in Fig. 11 dargestellt ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0056]** Fig. 13 eine Seitenansicht des hinteren Rahmens, der in Fig. 11 dargestellt ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0057]** Fig. 14 eine Seitenansicht des hinteren Rahmens, der in Fig. 11 dargestellt ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0058]** Fig. 15 eine Rückseitenansicht von zwei aneinander angrenzenden hinteren Rahmen, wie in Fig. 11 dargestellt, gemäß mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0059]** Fig. 16 eine seitliche Querschnittsansicht des Systems, das in Fig. 3 dargestellt ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0060]** Fig. 17 eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Abschnitts des Systems, das in Fig. 3 dargestellt ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0061]** Fig. 18 eine perspektivische Ansicht des Systems, das in Fig. 3 dargestellt ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0062]** Fig. 19 eine seitliche Querschnittsansicht eines Abschnitts des Systems, das in Fig. 18 dargestellt ist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0063]** Fig. 20 eine Seitenansicht eines Abschnitts einer Außenluftabschirmung und einer Durchflussregulierungshülse, wie in Fig. 18 dargestellt, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0064]** Fig. 21 eine perspektivische Darstellung des Systems gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0065]** Fig. 22 eine Seitenansicht eines Abschnitts einer Außenluftabschirmung und einer Durchflussregulierungshülse gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist; und

**[0066]** Fig. 23 eine Seitenansicht eines Abschnitts der Außenluftabschirmung und der Durchflussregulierungshülse wie in Fig. 22 dargestellt, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0067]** Nun wird ausführlich auf vorgelegte Ausführungsformen der Erfindung Bezug genommen, für die eines oder mehrere Beispiele in den begleitenden Zeichnungen dargestellt sind. Die ausführliche Beschreibung verwendet Zahlen und Buchstaben zur Bezeichnung, um auf Merkmale in den Zeichnungen Bezug nehmen zu können. Gleiche oder ähnliche Bezugszeichen in den Zeichnungen und der Beschreibung werden verwendet, um gleiche oder ähnliche Teile der Erfindung zu benennen. Wie hierin verwendet, können die Begriffe „erster, erste, erstes“, „zweiter, zweite, zweites“ und „dritter, dritte, drittes“ austauschbar verwendet werden, um eine Komponente von der anderen zu unterscheiden, und sollen keinen Ort und keine Wichtigkeit der einzelnen Komponenten angeben. Die Begriffe „stromaufwärts“ und „stromabwärts“ bezeichnen die relative Richtung in Bezug auf einen Fluidstrom in einem Fluidweg. Zum Beispiel bezeichnet „stromaufwärts“ die Richtung, aus der das Fluid kommt, und „stromabwärts“

bezeichnet die Richtung, in die das Fluid strömt. Der Begriff „radial“ bezeichnet die relative Richtung, die im Wesentlichen senkrecht ist zu einer axialen Mittellinie einer bestimmten Komponente, und der Begriff „axial“ bezeichnet die relative Richtung, die im Wesentlichen parallel ist zur einer axialen Mittellinie einer bestimmten Komponente.

**[0068]** Jedes Beispiel wird zur Erläuterung der Erfindung, aber nicht zur Beschränkung der Erfindung angegeben. In der Tat wird es für einen Fachmann naheliegend sein, dass Modifikationen und Variationen an der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden können, ohne von ihrem Bereich oder Gedanken abzuweichen. Zum Beispiel können Merkmale, die als Teil einer Ausführungsform dargestellt oder beschrieben sind, in einer anderen Ausführungsform verwendet werden, um eine noch andere Ausführungsform zu ergeben. Somit soll die vorliegende Erfindung solche Modifikationen und Variationen abdecken, die im Bereich der beigefügten Ansprüche und deren Äquivalenten liegen. Obwohl Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung für die Zwecke der Erläuterung allgemein im Kontext eines Brenners bzw. einer Brennkammer beschrieben werden, der bzw. die Teil einer Gasturbine ist, wird ein Fachmann ohne Weiteres erkennen, dass Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung auf jeden Brenner bzw. jede Brennkammer angewendet werden können, der bzw. die Teil einer Turbomaschine ist, und nicht auf den Brenner bzw. die Brennkammer einer Gasturbine beschränkt sind, wenn in den Ansprüchen nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

**[0069]** Nun wird auf die Zeichnungen Bezug genommen, wobei gleiche Bezugszahlen in allen Figuren gleiche Elemente bezeichnen, und wo Fig. 1 ein Funktionsblockdiagramm eines Beispiels für eine Gasturbine **10** ist, in der verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verkörpert sein können. Wie dargestellt, weist die Gasturbine **10** allgemein einen Einlassabschnitt **12** auf, der eine Reihe von Filtern, Kühlschlangen, Feuchtigkeitsabscheider und/oder andere Vorrichtungen aufweisen kann, um ein Arbeitsfluid (z. B. Luft) **14**, das in die Gasturbine **10** eintritt, zu reinigen und anderweitig zu konditionieren. Arbeitsfluid **14** strömt zu einem Kompressorabschnitt, wo ein Kompressor **16** das Arbeitsfluid **14** zunehmend mit kinetischer Energie auflädt, um ein verdichtetes Arbeitsfluid **18** in einem stark energiegeladenen Zustand zu erzeugen.

**[0070]** Das verdichtete Arbeitsfluid **18** wird mit einem Brennstoff **20** aus einer Brennstoffquelle **22** vermischt, um eine brennbare Mischung in einem oder mehreren Brennern **24** zu bilden. Die brennbare Mischung wird verbrannt, um Verbrennungsgase **26** zu erzeugen, die eine hohe Temperatur und einen hohen Druck aufweisen. Die Verbrennungsgase **26** strömen durch eine Turbine **28** eines Turbinenab-

schnitts, um Arbeit zu erzeugen. Zum Beispiel kann die Turbine **28** mit einer Welle **30** verbunden sein, so dass eine Drehung der Turbine **28** den Kompressor **16** antreibt, um das verdichtete Arbeitsfluid **18** zu erzeugen. Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Welle **30** die Turbine **28** mit einem Generator **32** verbinden, um Elektrizität zu erzeugen. Abgase **34** aus der Turbine **28** strömen durch einen Abgasabschnitt **36**, der die Turbine **28** mit einem Abgaskamin **38** stromabwärts von der Turbine **28** verbindet. Der Abgasabschnitt **36** kann beispielsweise einen (nicht dargestellten) Wärmerückgewinnungs-Dampferzeuger aufweisen, der die Abgase **34** reinigt und zusätzliche Wärme daraus extrahiert, bevor sie nach außen abgegeben werden.

**[0071]** Fig. 2 ist eine seitliche Querschnittsansicht eines Abschnitts eines Beispiels für eine Gasturbine **10**, einschließlich eines Beispiels für einen Brenner **50**, der verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfassen kann. Wie dargestellt, ist der Brenner **50** zumindest zum Teil von mindestens einem Außengehäuse **52**, beispielsweise einem Kompressorauslassgehäuse und/oder einem Turbinenaußengehäuse, umgeben. Das Außengehäuse **52** steht mit dem Kompressor **16** in Fluidverbindung und definiert zumindest zum Teil ein Hochdruckplenum **54**, das zumindest einen Abschnitt des Brenners **50** umgibt. Ein Abschlussdeckel **56** ist an einem Ende des Brenners **50** mit dem Außengehäuse **52** verbunden. Der Brenner **50** weist allgemein mindestens eine sich axial erstreckende Brennstoffdüse **58**, die sich stromabwärts vom Abschlussdeckel **56** erstreckt, und eine ringförmige Kappenanordnung **60** auf, die sich radial und axial innerhalb des Außengehäuses **52** stromabwärts vom Abschlussdeckel **56** erstreckt.

**[0072]** Das Außengehäuse weist im Allgemeinen mindestens eine Öffnung **62** zum Einbauen des Brenners **50** auf. In einer Ausführungsform erstreckt sich ein Zugang oder Armkanal **64** durch das Außengehäuse **52**, um einen Zugang zu mindestens einem Abschnitt des Brenners **50** von außerhalb des Außengehäuses **52** zu bieten. In einer Ausführungsform weist die Gasturbine **10** eine Stufe aus stationären Turbinenapparaten **66** auf, die zumindest zum Teil einen Einlass **68** in die Turbine **28** definieren. Die Turbine **28** weist ein Innengehäuse **70** auf, das verschiedene Stufen von Turbinenrotorblättern **72**, die mit der Welle **30** (Fig. 1) innerhalb der Turbine **28** verbunden sind, umfangsmäßig umgibt. In bestimmten Ausführungsformen sind die stationären Turbinenleitapparate **66** mit dem Innengehäuse **70** verbunden. In weiteren Ausführungsformen sind die stationären Düsen **66** auch mit einem inneren Stützring **74** verbunden.

**[0073]** In verschiedenen Ausführungsformen weist der Brenner **50**, wie in Fig. 2 dargestellt, ein System auf, das Brennstoff zu einer sekundären Verbren-

nungszone innerhalb des Brenners **50** führt, hierin als „System **100**“ bezeichnet. Fig. 3 ist eine Ansicht des zusammengesetzten Systems **100** gemäß bestimmten Ausführungsformen, und Fig. 4 ist eine Explosionsansicht des Systems **100**, das in Fig. 3 dargestellt ist. Wie in Fig. 3 dargestellt ist, weist das System im Allgemeinen ein stromaufwärtiges oder vorderes Ende **102** und ein stromabwärtiges oder hinteres Ende **104** auf. Das vordere Ende **102** ist in Bezug auf eine axiale Mittellinie **106** des Systems **100** axial vom hinteren Ende **104** getrennt. Wie in Fig. 3 dargestellt ist, kann das System **100** als vormontiertes oder zumindest teilweise vormontiertes Verbrennungsmodul **108** bereitgestellt werden, wodurch es verschiedene Vorteile gegenüber heutigen Brennergestaltungen bietet. Zum Beispiel können Mannstunden in Bezug auf die Montage und Demontage vor Ort erheblich reduziert werden. Zusätzlich oder alternativ dazu können Überprüfungen auf Undichtigkeiten kritischer Brennstoffverbindungen vor dem Einbau in das System abgeschlossen werden, wodurch die Sicherheit und/oder die Zuverlässigkeit des Brenners **50** insgesamt verbessert wird.

**[0074]** In bestimmten Ausführungsformen weist das Verbrennungsmodul **100**, wie in Fig. 4 dargestellt, auf: einen ringförmigen Brennstoffverteiler **110**, der sich stromabwärts vom vorderen Ende **102** zum hinteren Ende **206** erstreckt, eine LLI-Injektionsanordnung **112**, die sich stromabwärts vom Brennstoffverteiler **110** erstreckt und am hinteren Ende **206** endet, und mindestens eine Fluidleitung **114**, die den Brennstoffverteiler **110** mit der LLI-Injektionsanordnung **112** verkoppelt und/oder verbindet. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, kann der Brennstoffverteiler **110** einen Abschnitt der Kappenanordnung **60** zumindest zum Teil umgeben, wenn diese im Brenner **50** installiert ist.

**[0075]** In verschiedenen Ausführungsformen sorgt die Fluidleitung **114**, wie in Fig. 3 dargestellt, für eine Fluidverbindung zwischen dem Brennstoffverteiler **110** und einem LLI-Injektor **116**, beispielsweise dem Late-Lean-Injektor der LLI-Injektionsanordnung **112**. In einer Ausführungsform ist die Fluidleitung **114** allgemein schlangenförmig. Die schlangenförmige Fluidleitung **114** ermöglicht eine relative Bewegung zwischen dem Brennstoffverteiler **110** und der LLI-Injektionsanordnung **112**, während das Außengehäuse **52** und der Brenner **50** verschiedene Temperaturübergangsbedingungen durchlaufen, beispielsweise während Start-, Abschalt- und/oder Herunterfahrbetriebszuständen der Gasturbine **10**. Außerdem kann die schlangenförmige Fluidleitung **114** Lastspannungen an einer Brennstoffverbindungsmündung **118** (Fig. 3 und Fig. 4) und/oder am LLI-Injektor **116** verringern, wodurch die Zuverlässigkeit des Systems **100** und/oder die Leistung des Brenners **50** insgesamt verbessert wird.

**[0076]** In bestimmten Ausführungsformen erstreckt sich, wie in **Fig. 4** dargestellt, ein Flansch **120** radial auswärts von einem stromaufwärtigen Ende **122** des Brennstoffverteilers **110** und umgibt dieses umfangsmäßig. Eine Brennstoffverteilerkappe **124** erstreckt sich von einer Außenfläche **126** des Flansches **120** nach außen. Die Außenfläche **126** erstreckt sich umfangsmäßig um den Flansch **120** herum. Eine ringförmige Stützhülse oder ein Stützring **128** erstreckt sich stromabwärts vom stromaufwärtigen Ende **122** des Flansches **120** in Richtung auf ein stromabwärtiges Ende **130** des Brennstoffverteilers **110**. Der Stützring **128** weist allgemein eine Innenfläche **132** auf, die radial von einer Außenfläche **134** getrennt ist. Eine Druckfederdichtung **136**, beispielsweise eine Hula-Dichtung, kann entlang der Innenfläche **132** angeordnet sein.

**[0077]** In bestimmten Ausführungsformen erstreckt sich die Brennstoffverteilerkappe **124**, wie in **Fig. 4** dargestellt, teilweise über die Außenfläche **126** des Flansches **120**. Zum Beispiel erstreckt sich die Brennstoffverteilerkappe **124** allgemein axial und umfangsmäßig über zumindest einen Abschnitt der Außenfläche **126** des Flansches **120** und radial auswärts von der Außenfläche **126** des Flansches **120**. Die Brennstoffverteilerkappe **124** kann durch Schweißen, Löten oder anhand einer anderen mechanischen Methode, die in der Technik bekannt ist und sich für die Betriebsumgebung des Brennstoffverteilers **110** eignet, mit dem Flansch **120** verbunden sein.

**[0078]** **Fig. 5** ist eine stromabwärtige Querschnittsansicht des Brennstoffverteilers **110** einschließlich der Brennstoffverteilerkappe **124** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und **Fig. 6** ist eine vergrößerte Darstellung eines Abschnitts des Brennstoffverteilers **110** einschließlich eines Abschnitts der Brennstoffverteilerkappe **124** wie in **Fig. 5** dargestellt, gemäß mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Wie in **Fig. 5** dargestellt ist, erstreckt sich ein primäres Brennstoffplenum **138** umfangsmäßig innerhalb des Flansches **120**. Das primäre Brennstoffplenum **138** kann in den Flansch **120** eingegossen sein und/oder kann aus dem Flansch **120** herausgearbeitet sein. Mehrere Bolzenlöcher **140** erstrecken sich axial durch den Flansch **120**. Die Bolzenlöcher **140** sind in Umfangsrichtung um den Flansch **120** allgemein gleichmäßig beabstandet, um für eine gleichmäßige Vorspannung um den Umfang des Flansches **120** zu sorgen, wenn dieser im Brenner **50** installiert ist, wie in **Fig. 2** dargestellt.

**[0079]** Wie in **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellt ist, erstrecken sich mindestens zwei Durchlässe **142** durch die Außenfläche **126** des Flansches **120**, um für eine Fluidverbindung mit dem primären Brennstoffplenum **138** zu sorgen. Wie in **Fig. 5** dargestellt ist, weist jeder Durchlass **142** einen Einlass **144**, der allgemein

an die Außenfläche **126** des Flansches **120** angrenzt, und einen Auslass **146** auf, der allgemein an das primäre Brennstoffplenum **138** angrenzt und mit diesem in Fluidverbindung steht. Jeder Durchlass **142** weist eine Innenfläche **148** auf, die sich zwischen dem Einlass **132** und dem Auslass **134** erstreckt. Dadurch, dass mindestens zwei von den Durchlässen **142** vorhanden sind, kann im Vergleich zu einer einzigen Düse eine zusätzliche Brennstoffeinlassfläche bereitgestellt werden, ohne den Umfangsabstand zwischen den Bolzenlöchern **140** zu verlagern. Infolgedessen kann die Brennstoffgeschwindigkeit verringert werden, wenn der Brennstoff in das primäre Brennstoffplenum **138** eintritt, was zu einer noch gleichmäßigeren Brennstoffverteilung innerhalb des primären Brennstoffplenums **138** führt. Dadurch, dass mindestens zwei Durchlässe **142** statt einer einzigen großen Düse vorhanden sind, ist außerdem die Wanddicke zwischen jedem einzelnen Durchlass **142** und einem entsprechenden Bolzenloch **140** optimiert, wodurch die Haltbarkeit des Flansches **120** verbessert ist und ein dünnerer Flansch **120** verwendet werden kann, was Gewicht und Kosten spart. Außerdem dadurch, dass mindestens zwei Durchlässe **142** vorhanden sind, eine gleichmäßige Vorspannung an jedem Ort, wo ein Bolzenloch **140** um den Flansch **120** herum vorhanden ist, wodurch eine gleichmäßige/robuste Abdichtung zwischen dem Außengehäuse **52** (**Fig. 2**) und dem Flansch **120** geschaffen wird, während ein ausreichender Massenstrom aus Brennstoff **20** im primären Brennstoffplenum **138** aufrechterhalten wird.

**[0080]** In einer Ausführungsform umfassen die mindestens zwei Durchlässe **142**, wie in **Fig. 6** dargestellt, einen ersten Durchlass **152** und einen zweiten Durchlass **154**, die sich radial durch die Außenfläche **126** des Flansches **120** erstrecken, um für eine Fluidverbindung mit dem primären Brennstoffplenum **138** zu sorgen. Sowohl der erste Durchlass **152** als auch der zweite Durchlass **154** erstrecken sich zwischen den beiden angrenzenden Bolzenlöchern **140**, ohne einen gemeinsamen Umfangsabstand zwischen jedem von den mehreren Bolzenlöchern **140** zu unterbrechen. In einer Ausführungsform weist jeder von dem ersten und zweiten Durchlass **152**, **154** einen Durchlasseinsatz **156** auf. Jeder Durchlasseinsatz **156** ist koaxial und konzentrisch zu jedem entsprechenden Durchlass **152**, **154** ausgerichtet. Die Durchlasseinsätze **156** können gleich oder verschieden groß und/oder geformt sein, um eine gewünschte Strömungsrate des Brennstoffs im primären Brennstoffplenum **138** zu erhalten.

**[0081]** In einer Ausführungsform weist jede Düse **156**, wie in **Fig. 6** dargestellt, eine Rippe **158** oder ein anderes Trennungsmerkmal auf. Die Rippe **158** positioniert den Durchlasseinsatz **156** im Allgemeinen konzentrisch und/oder koaxial in dem entsprechenden Durchlass **152**, **154**. Die Rippe **158** sorgt auch

für einen Isolierspalt **160** zwischen dem Durchlass-einsatz **156** und der entsprechenden Durchlass **152**, **154**, wodurch die konduktive Kühlung des Flansches **120** verringert wird, die dadurch bewirkt wird, dass der Brennstoff durch die entsprechenden Durchlass-einsätze **152**, **154** in das primäre Brennstoffplenum **138** strömt. Infolgedessen kann Wärmespannung, die mit den Temperaturgradienten zwischen dem Brennstoff und dem Flansch **120** assoziiert ist, verringert werden, wodurch die Haltbarkeit des Brennstoffverteilers **110** insgesamt verbessert wird.

**[0082]** In den speziellen Ausführungsformen, die in **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellt sind, erstreckt oder erweitert sich die Brennstoffverteilerkappe **124** über einem Abschnitt der Außenfläche **126** des Flansches **120**, um ein Brennstoffverteilerplenum **162** zu bilden. Die Brennstoffverteilerkappe **124** erstreckt sich im Allgemeinen über dem Einlass **144** jeder der Durchlässe **142** und sorgt für eine Fluidverbindung zwischen dem Brennstoffverteilerplenum **162** und dem Einlass **144** jeder der Durchlässe **142**. Durch die Aufweitung der Brennstoffverteilerkappe **124** wird die Druckhöhe des Brennstoffs **20** zumindest zum Teil stabilisiert, bevor er in die einzelnen Durchlässe **142** eingespeist wird. Infolgedessen kann die Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoffs **20** so reguliert werden, dass der Brennstoff **20** gleichmäßig zwischen den einzelnen Durchlässen **142** verteilt wird, wenn der Brennstoff in das primäre Brennstoffplenum **138** strömt, wodurch die Leistung des Brennstoffverteilers **110** insgesamt verbessert wird. In speziellen Ausführungsformen weist die Brennstoffverteilerkappe **124** eine Einlassmündung **164** auf, die für eine Fluidverbindung zwischen der Brennstoffquelle **22** (**Fig. 2**) und dem Brennstoffverteilerplenum **162** (**Fig. 5** und **Fig. 6**) sorgt.

**[0083]** In einer Ausführungsform weist die Brennstoffverteilerkappe **124**, wie in **Fig. 6** dargestellt, einen Bodenabschnitt **166** auf, der das Brennstoffverteilerplenum **162** teilweise definiert. Der Bodenabschnitt definiert mindestens einen Auslass **167**, der koaxial zu einem entsprechenden Durchlass **142** und/oder einem Durchlasseinsatz **156** ausgerichtet ist. Ein Isolierspalt **168** ist zwischen dem Bodenabschnitt **166** der Brennstoffverteilerkappe **124** und der Außenfläche **126** des Flansches definiert. Im Betrieb ist der Flansch **120** im Allgemeinen viel heißer als der Brennstoff **20**, der in die Brennstoffverteilerkappe **124** und in die Durchlässe **142** strömt. Der Isolierspalt **168** sorgt für eine Isolationsgrenzschicht zwischen dem Brennstoff **20** und der Außenfläche **126** des Flansches **120**, wodurch Wärmespannungen um die Brennstoffverteilerkappe **124** und entlang der Außenfläche **126** des Flansches **120** verringert werden. Infolgedessen kann die Haltbarkeit des Brennstoffverteilers **110** insgesamt verbessert sein.

**[0084]** Zurück zu **Fig. 4**: die LLI-Injektionsanordnung **112** weist im Allgemeinen ein einteiliges Einsatzrohr **200** auf, das sich zwischen dem Brennstoffverteiler und dem hinteren Ende **206** des Systems **100** erstreckt. **Fig. 7** ist eine Draufsicht auf das einteilige Einsatzrohr, das in **Fig. 4** dargestellt ist, gemäß verschiedenen Ausführungsformen. **Fig. 8** zeigt eine seitliche Querschnittsansicht des einteiligen Einsatzrohrs, das in **Fig. 7** dargestellt ist. Wie in **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellt ist, weist das einteilige Einsatzrohr **200** im Allgemeinen einen Hauptkörper **202** auf, der im Allgemeinen eine Ringform aufweist.

**[0085]** Wie in **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellt ist, weist der Hauptkörper **202** ein vorderes Ende **204** auf, das in Bezug auf eine axiale Mittellinie **208** des einteiligen Einsatzrohrs **200** axial von einem hinteren Ende **206** getrennt ist. Der Hauptkörper **202** erstreckt sich kontinuierlich vom vorderen Ende **204** zum hinteren Ende **206**, wodurch die Notwendigkeit für ein separates Verbrennungseinsatzrohr und einen Übergangskanal entfällt, wie sie traditionell in herkömmlichen Verbrennungskonstruktionen erforderlich sind. In speziellen Ausführungsformen weist der Hauptkörper **202** einen konischen Abschnitt **210**, einen LLI-Injektionsabschnitt **212**, der sich stromabwärts vom konischen Abschnitt **210** erstreckt, und einen Übergangsabschnitt **214** auf, der sich stromabwärts vom LLI-Injektionsabschnitt **212** erstreckt. In bestimmten Ausführungsformen weist das einteilige Einsatzrohr **200** ferner einen Stützabschnitt **216** auf, der sich stromaufwärts vom vorderen Ende **204** erstreckt. Das einteilige Einsatzrohr **200** kann als Komponente aus einem Stück gegossen werden oder kann aus einzelnen Komponenten gebildet werden, die miteinander verbunden werden, um einen kontinuierlichen Heißgasweg durch den Brenner zu bilden.

**[0086]** Wie in **Fig. 2** und **Fig. 8** dargestellt ist, definiert das einteilige Einsatzrohr **200** im Allgemeinen eine primäre Verbrennungszone **218** stromabwärts vom vorderen Ende **204** und im Allgemeinen innerhalb des konischen Abschnitts **210** definiert, und eine sekundäre Verbrennungszone **220**, die stromabwärts von der primären Verbrennungszone **218** und stromabwärts vom hinteren Ende **206** angeordnet ist. Die sekundäre Verbrennungszone **220** ist zumindest zum Teil innerhalb des LLI-Injektionsabschnitts **212** definiert.

**[0087]** Der konische Abschnitt **210** erstreckt sich zwischen dem vorderen Ende **204** und dem LLI-Injektionsabschnitt **212**, und der Übergangsabschnitt **214** erstreckt sich stromabwärts vom LLI-Injektionsabschnitt **212** und endet im Allgemeinen angrenzend an das hintere Ende **206**. Der LLI-Injektionsabschnitt **212** erstreckt sich im Allgemeinen über zumindest einem Abschnitt der sekundären Verbrennungszone **220**. Der konische Abschnitt **210** weist einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt in Bezug auf ei-

ne Ebene auf, die senkrecht ist zur axialen Mittellinie **208**. Der LLI-Injektionsabschnitt **212** kann einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt und/oder einen im Wesentlichen nicht-kreisförmigen Querschnitt in Bezug auf eine Ebene aufweisen, die senkrecht ist zur axialen Mittellinie **208**. Wie in **Fig. 7** dargestellt ist, weist der konische Abschnitt **214** einen im Wesentlichen nicht-kreisförmigen Querschnitt in Bezug auf eine Ebene auf, die senkrecht ist zur axialen Mittellinie **208**.

**[0088]** In speziellen Ausführungsformen, die in **Fig. 7** und **Fig. 8** dargestellt sind, erstrecken sich eine oder mehrere LLI-Injektoröffnungen **222** durch den Hauptkörper **202** stromabwärts vom vorderen Ende **204** und stromaufwärts vom hinteren Ende **206**. Die LLI-Injektoröffnungen **222** sind innerhalb des LLI-Injektionsabschnitts **212** des Hauptkörpers **202** angeordnet. Die LLI-Injektoröffnungen **222** sorgen für eine Fluidverbindung durch den Hauptkörper **202** und in einen Heißgasweg **224**, der zumindest zum Teil im Hauptkörper **202** definiert ist. In speziellen Ausführungsformen erstreckt sich jeder einzelne der LLI-Injektoren **116**, wie in **Fig. 2** dargestellt, zumindest zum Teil durch eine entsprechende eine LLI-Injektoröffnung **222**.

**[0089]** In mindestens einer Ausführungsform ist eine axiale Strömungslänge **266**, wie in **Fig. 8** dargestellt, entlang der axialen Mittellinie **208** definiert. Die axiale Strömungslänge **226** erstreckt sich durch den Hauptkörper **202** zwischen dem vorderen Ende **204** und dem hinteren Ende **206**. In speziellen Ausführungsformen definieren die LLI-Einspritzöffnungen **222** im Allgemeinen einen Schnittpunkt **228** entlang der axialen Strömungslänge **226**, wo der konische Abschnitt **210** und der LLI-Injektionsabschnitt **212** einander schneiden. Der Schnittpunkt **228** kann angrenzend an die oder stromaufwärts von den LLI-Einspritzöffnungen **222** definiert sein. Ein anderer Schnittpunkt **230** ist allgemein entlang der axialen Strömungslänge **226** definiert, wo der LLI-Injektionsabschnitt **212** und der Übergangabschnitt **214** einander schneiden. Dieser Schnittpunkt **230** ist im Allgemeinen definiert als Position entlang der axialen Strömungslänge **226**, wo der Hauptkörper **202** von einem im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt in einen im Wesentlichen nicht-kreisförmigen Querschnitt stromabwärts von den LLI-Injektoröffnungen **222** übergeht.

**[0090]** Die Schnittpunkte **228** und **230** sind im Allgemeinen innerhalb einer Ebene definiert, die im Wesentlichen senkrecht ist zur axialen Mittellinie **208**. Die Schnittpunkte **228** und **230** können sich von den in **Fig. 8** dargestellten Positionen stromaufwärts oder stromabwärts verschieben, abhängig von solchen Faktoren wie dem Durchmesser des einteiligen Einsatzrohrs **200**, einer gewünschten oder benötigten Durchflussrate durch das einteilige Einsatzrohr **200**, Betriebstemperaturen innerhalb des einteiligen

Einsatzrohrs **200**, einem Temperaturprofil des einteiligen Einsatzrohrs **200** und/oder einer Positionierung der LLI-Öffnungen **222**.

**[0091]** Wie in **Fig. 8** dargestellt ist, definiert der Hauptkörper **202** einen Strömungsquerschnitt **232**. Der Strömungsquerschnitt **232** ist allgemein in Bezug auf eine Ebene definiert, die sich senkrecht zur axialen Mittellinie **208** erstreckt. Der Strömungsquerschnitt **232** kann entlang jedes Abschnitts der axialen Strömungslänge **226** zunehmen, abnehmen oder konstant bleiben. Die Größe des Strömungsquerschnitts **232** des Hauptkörpers **202** des Körpers **100** beeinflusst im Allgemeinen eine Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsgase **26** (**Fig. 2**), die durch den Hauptkörper **202** strömen.

**[0092]** **Fig. 9** zeigt eine normierte grafische Darstellung **300** eines Strömungsquerschnitts **232** in Bezug auf eine axiale Strömungslänge **226** über dem konischen Abschnitt **210**, dem LLI-Injektionsabschnitt **212** und dem Übergangabschnitt **214** des Hauptkörpers **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200**. Wie von einer Linie **304** dargestellt, nimmt der Strömungsquerschnitt **232** entlang der axialen Strömungslänge **226** von einem maximalen Strömungsquerschnitt **232** am vorderen Ende **204** auf einen kleineren Strömungsquerschnitt **232** am Schnittpunkt **228**, der zwischen dem konischen Abschnitt **210** und dem LLI-Injektionsabschnitt **212** des Hauptkörpers **202** definiert ist, im Allgemeinen ab. Man beachte, dass die Linie **304** auch eine Querschnittsfläche eines typischen herkömmlichen Einsatzrohres (nicht dargestellt) angibt.

**[0093]** In speziellen Ausführungsformen kann der Strömungsquerschnitt **232**, wie von der Linie **306** dargestellt, zunehmen, konstant bleiben und/oder er kann entlang der axialen Strömungslänge **226** über dem LLI-Injektionsabschnitt **212** abnehmen. In speziellen Ausführungsformen nimmt der Strömungsquerschnitt **232**, wie von Linien **308**, **310** und **312** dargestellt, entlang zumindest eines Abschnitts der axialen Strömungslänge **226**, die stromabwärts vom Schnittpunkt **230** definiert ist, zu. Im Gegensatz dazu nimmt der Strömungsquerschnitt **232** des herkömmlichen Einsatzrohrs, wie von der Linie **314** dargestellt, durch den LLI-Injektionsabschnitt **212** und den Übergangabschnitt **214** weiter ab.

**[0094]** In einer Ausführungsform nimmt der Strömungsquerschnitt **232**, wie von einer Linie **308** dargestellt, stromabwärts vom Schnittpunkt **230** zwischen dem LLI-Injektionsabschnitt **212** und dem hinteren Ende **206** mit einer im Wesentlichen kontinuierlichen Rate kontinuierlich zu. In einer anderen Ausführungsform nimmt der Strömungsquerschnitt **232** entlang eines ersten Abschnitts **316** der axialen Strömungslänge **226**, die stromabwärts vom Schnittpunkt **230** definiert ist, mit einer ersten Steigerungsrate kontinuierlich zu und nimmt dann entlang eines zweiten

Abschnitts **318** der axialen Strömungslänge **226**, die stromabwärts vom ersten Abschnitt **316** definiert ist, mit einer zweiten Steigerungsrate zu. In einer anderen Ausführungsform nimmt der Strömungsquerschnitt **232** entlang des ersten Abschnitts **316** der axialen Strömungslänge **226**, die stromabwärts vom Schnittpunkt **230** definiert ist, mit einer ersten Steigerungsrate kontinuierlich zu und nimmt dann entlang eines zweiten Abschnitts **318** der axialen Strömungslänge **226**, die stromabwärts vom ersten Abschnitt **316** definiert ist, mit einer zweiten Steigerungsrate ab.

**[0095]** Fig. 10 zeigt eine normierte grafische Darstellung **400** einer Strömungsgeschwindigkeit **402** der Verbrennungsgase **26** (Fig. 2) durch den Hauptkörper **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200** einschließlich des herkömmlichen Übergangrohrs oder -kanals in Bezug auf eine axiale Strömungslänge **226** durch den konischen Abschnitt **210**, den LLI-Injektionsabschnitt **212** und den Übergangabschnitt **214** des Hauptkörpers **202** und des herkömmlichen Einsatzrohrs oder Kanals. Wie zwischen Fig. 9 und Fig. 10 dargestellt ist, korreliert die Linie **404** mit der Linie **304**, korreliert die Linie **406** mit der Linie **306**, korreliert die Linie **408** mit der Linie **308**, korreliert die Linie **410** mit der Linie **310**, korreliert die Linie **412** mit der Linie **312**, korreliert die Linie **414** mit der Linie **414**, korreliert die Linie **416** mit der **316** und korreliert **418** mit **318**.

**[0096]** Wie in Fig. 9 und Fig. 10 dargestellt und in den Linien **304** und **404** gezeigt ist, nimmt die Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsgase **26** (Fig. 2) umso mehr zu, je mehr der Strömungsquerschnitt **232** entlang der axialen Strömungslänge **226** durch den konischen Abschnitt **210** abnimmt. Wie von den Linien **306**, **314** und **406** und **414** dargestellt ist, nimmt die Strömungsgeschwindigkeit entlang der axialen Strömungslänge **226** innerhalb des LLI-Injektionsabschnitts **212** wegen des zusätzlichen Massenstroms der zweiten brennbaren Mischung und/oder der verdichteten Luft durch den Hauptkörper **202** (Fig. 8) und in den Heißgasweg **224** (Fig. 8) mit einer viel höheren Rate zu.

**[0097]** Diese erhöhte Strömungsgeschwindigkeit führt im Allgemeinen zu erhöhten Wärmeübertragungskoeffizienten am Übergangabschnitt **214**, was zu Hot Spots oder Bereichen mit hoher Wärmespannung an einer Innenfläche (nicht dargestellt) des Hauptkörpers **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200** und/oder des herkömmlichen Einsatzrohrs oder -kanals führt. In den verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung führt, wie in Fig. 9 von den Linien **308**, **310**, **312** dargestellt ist, eine Zunahme des Strömungsquerschnitts **232** am oder stromabwärts vom LLI-Injektionsabschnitt **212** zu einer Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit **402** der Verbrennungsgase **26** (Fig. 2), wie in Fig. 10 durch Linien **410**, **412** und **414** dargestellt. Durch Aufrechterhal-

ten oder Verringern der Strömungsgeschwindigkeit **402** durch den Hauptkörper **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200** am oder stromabwärts vom LLI-Injektionsabschnitt **212** sind die Wärmeübertragungskoeffizienten des Hauptkörpers **202** deutlich reduziert, wodurch die Haltbarkeit und die Gesamtleistung des Brenners verbessert sind.

**[0098]** Zurück zu Fig. 4: in speziellen Ausführungsformen umgibt ein hinterer Rahmen **250** das stromabwärtige Ende **206** des einteiligen Einsatzrohrs **200** umfangsmäßig. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, kann der hintere Rahmen **250** mit dem Außengehäuse **52** verbunden sein, um eine Stütze für das hintere Ende **104** des Systems **100** zu bieten. Eine Anbauhalterung **251** kann mit dem hinteren Rahmen **250** verbunden sein. Die Anbauhalterung **251** kann sich in einer Vorwärtsrichtung und/oder einer Rückwärtsrichtung in Bezug auf die axiale Mittellinie **106** (Fig. 3) des Systems **100** drehen. Auf diese Weise kann die Position oder Ausrichtung der Anbauhalterung **251** manipuliert werden, bevor und/oder während das System **100** installiert wird, um Stapelungsabweichungsprobleme zu bewältigen und/oder das System **100** und/oder die LLI-Anordnung **112** während des Einbaus in den Brenner **50** positionieren zu können.

**[0099]** Wie in Fig. 2 dargestellt ist, ist der hintere Rahmen **250** mit dem Außengehäuse **52** verbunden, und der Flansch **120** ist mit einem anderen Abschnitt des Außengehäuses **52** verbunden. Diese Anbauschema führt zu einer relativen Bewegung zwischen dem Brennstoffverteiler **110** und der LLI-Anordnung **112**, wenn der Brenner **50** und/oder die Gasturbine **10** verschiedene Temperaturübergangsbedingungen durchläuft bzw. durchlaufen, beispielsweise während Start-, Abschalt- und/oder Herunterfahrbetriebszuständen. Infolgedessen kann eine Verschwenkung der Anbauhalterung **251** zugelassen sein, um die relative Bewegung zwischen dem Brennstoffverteiler **110** und der LLI-Anordnung **112** bewältigen zu können.

**[0100]** In speziellen Ausführungsformen weist der hintere Rahmen **250** einen inneren Abschnitt **252**, der radial von einem äußeren Abschnitt **254** getrennt ist, und zwei einander entgegengesetzte Seiten **256** auf, die sich zwischen den inneren und äußeren Abschnitten **252** und **254** erstrecken. Fig. 11 ist eine vergrößerte perspektivische Darstellung eines Beispiels für einen Seitenabschnitt **258** der einander entgegengesetzten Seitenabschnitte **256** des hinteren Rahmens **250**, wie in Fig. 4 dargestellt, gemäß mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Fig. 12 zeigt eine vergrößerte Rückseitendarstellung des Seitenabschnitts **258**, der in Fig. 11 dargestellt ist.

**[0101]** Wie in Fig. 11 dargestellt ist, weist der hintere Rahmen **250** einen Seitendichtungsschlitz **260** auf,

der sich entlang des Seitenabschnitts **258** erstreckt. Der Seitendichtungsschlitz **260** erstreckt sich zumindest zum Teil zwischen dem inneren Abschnitt **252** und dem äußeren Abschnitt **254** des hinteren Rahmens **250**. Obwohl der Seitendichtungsschlitz **260** der Klarheit halber allgemein unter Bezugnahme auf einen Seitenabschnitt **256** beschrieben wird, wird der Durchschnittsfachmann erkennen, dass entweder einer oder beide von den einander entgegengesetzten Seitenabschnitten **256** des hinteren Rahmens **250** einen Seitendichtungsschlitz **260** wie hierin beschrieben aufweisen können.

**[0102]** Wie in **Fig. 11** dargestellt ist, ist der Seitendichtungsschlitz **260** zumindest zum Teil zwischen einer stromabwärtigen Wand oder hinteren Wand **262** und einer stromaufwärtigen Wand oder vorderen Wand **264** des hinteren Rahmens **250** definiert. Die stromaufwärtige Wand **264** und die stromabwärtige Wand **262** erstrecken sich von und im Wesentlichen senkrecht zu einer Innenfläche **266** des Seitenabschnitts **258**. Die stromaufwärtige Wand **264** und die stromabwärtige Wand **262** erstrecken sich zumindest zum Teil zwischen dem inneren Abschnitt **252** und dem äußeren Abschnitt **254** des hinteren Rahmens **250**. In speziellen Ausführungsformen erstreckt sich die stromabwärtige Wand **262** vom inneren Abschnitt **252** zum äußeren Abschnitt **254**.

**[0103]** In einer Ausführungsform weist die stromaufwärtige Wand **264**, wie in **Fig. 11** dargestellt, ein erstes Segment **268** und ein zweites Segment **270** auf. Das erste Segment **268** erstreckt sich entlang des ersten Seitenabschnitts **258** vom inneren Abschnitt **252** zum äußeren Abschnitt **254** des hinteren Rahmens **250**. Das zweite Segment **270** erstreckt sich von einem Schnittpunkt **272** mit dem ersten Segment **268** zum äußeren Abschnitt **254** des hinteren Rahmens **250**. Das erste Segment **268** definiert eine erste Außenfläche **274**, das zweite Segment **270** definiert eine zweite Außenfläche **276** und die stromabwärtige Wand **262** definiert eine dritte Außenfläche **278**.

**[0104]** In speziellen Ausführungsformen erstreckt sich das erste Segment **268** der stromaufwärtigen Wand **264**, wie in **Fig. 12** dargestellt, von der Innenfläche **266** der ersten Seite **106** des hinteren Rahmens **250** über eine erste Auswärtsdistanz **280** nach außen. Die erste Auswärtsdistanz ist zwischen der Innenfläche **266** und der ersten Außenfläche **274** des ersten Segments **268** definiert. Das zweite Segment **270** erstreckt sich von der Innenfläche **266** über eine zweite Auswärtsdistanz **282** nach außen. Die zweite Auswärtsdistanz **282** ist zwischen der Innenfläche **266** und der zweiten Außenfläche **274** des ersten Segments **270** definiert. Die stromabwärtige Wand **262** erstreckt sich von der Innenfläche **266** des hinteren Rahmens **250** über eine dritte Auswärtsdistanz **284** nach außen. Die dritte Auswärtsdistanz **284** ist

zwischen der Innenfläche **266** und der dritten Außenfläche **274** der stromabwärtigen Wand **262** definiert. Sowohl die erste Auswärtsdistanz **280** als auch die zweite Auswärtsdistanz **282** und die dritte Auswärtsdistanz **284** werden in Bezug auf eine Linie gemessen, die im Wesentlichen senkrecht ist zur Innenfläche **266**. In einer Ausführungsform ist die dritte Auswärtsdistanz **284** größer als die zweite Auswärtsdistanz **282** des zweiten Segments **270** der stromaufwärtigen Wand.

**[0105]** In speziellen Ausführungsformen ist die erste Auswärtsdistanz **280** des ersten Segments **268**, wie in **Fig. 12** dargestellt, größer als die zweite Auswärtsdistanz **282** des zweiten Segments **270**, wodurch ein Absatz **286** am Schnittpunkt **272** des ersten Segments **268** und des zweiten Segments **270** der stromaufwärtigen Wand **264** zwischen der ersten Außenfläche **274** und der zweiten Außenfläche **276** gebildet wird. Infolgedessen definiert das zweite Segment **270** zumindest zum Teil eine Führungsnut oder ein Seitendichtungs-Führungsmerkmal **288**, wie in **Fig. 11** und **Fig. 12** dargestellt, im Seitenabschnitt **258** des hinteren Rahmens **250**.

**[0106]** **Fig. 13**, **Fig. 14** und **Fig. 15** zeigen ein Verfahren zum Einbauen einer Seitendichtung **290** in den Seitendichtungsschlitz **260** unter Verwendung des Seitendichtungs-Führungsmerkmals **288**, das in **Fig. 11** und **Fig. 12** dargestellt und hierin beschrieben ist. In speziellen Ausführungsformen, die in **Fig. 11** und **Fig. 12** dargestellt sind, kann der Absatz **286** so gestaltet sein, dass er einen Bodenabschnitt **292** (**Fig. 13**) der Seitendichtung **290** in einer im Wesentlichen axialen und/oder einer radialen Richtung in Bezug auf die axiale Mittellinie **208** des einteiligen Einsatzrohrs **200** in den Seitendichtungsschlitz **260** lenkt. Der Absatz **286** kann, wie in **Fig. 12** dargestellt, zum Beispiel abgefast sein. Zusätzlich oder alternativ dazu kann der Absatz **286** gekrümmt oder gerundet sein, um den Bodenabschnitt **292** der Seitendichtung **290** während des Einbaus des Systems **100** in den Brenner **50** in den Seitendichtungsschlitz **260** zu lenken.

**[0107]** Wie in **Fig. 13** dargestellt ist, kann die Seitendichtung **290** im Allgemeinen radial durch den Armkanal **64** eingefügt werden. Wie in **Fig. 14** dargestellt ist, kann die Seitendichtung **290** abgesenkt sein, so dass der obere Abschnitt **294** der Seitendichtung **290** vom Außengehäuse **52** im Wesentlichen frei ist. Der Bodenabschnitt **292** der Seitendichtung **290** liegt im Allgemeinen auf einer Linie mit dem Seitendichtungs-Führungsmerkmal **288**. Die Seitendichtung **290** wird dann in Bezug auf die axiale Mittellinie **208** manuell in das Seitendichtungs-Führungsmerkmal **288** in Richtung auf die stromabwärtige Wand **262** und in den Seitendichtungsschlitz **260** manipuliert. **Fig. 15** ist eine Rückseitenansicht von zwei aneinander angrenzenden hinteren Rahmen **250**, wobei die Sei-

tendichtung **290** zwischen zwei aneinander angrenzenden Seitendichtungsschlitz **260** angeordnet ist, wie hierin beschrieben. Wie in **Fig. 15** dargestellt ist, wird die Seitendichtung **290** dann radial in den Seitendichtungsschlitz **260** eingeführt. Das Seitendichtungs-Führungsmerkmal verringert einen radialen Abstand **296**, der zwischen dem Außengehäuse **52** nötig ist, um die Seitendichtung **290** einzubauen, ohne die Seitendichtung **290** biegen und/oder verwinden zu müssen. Infolgedessen kann die Gefahr, dass die Seitendichtung **290** während des Einbaus beschädigt wird, stark verringert werden, wodurch die mechanische Lebensdauer der Seitendichtung **290** verlängert wird und/oder ein Austreten von verdichtetem Arbeitsfluid zwischen dem Hochdruckplenum **54** und dem Heißgasweg **224** verringert wird.

**[0108]** Zurück zu **Fig. 4**: in speziellen Ausführungsformen weist die LLI-Anordnung ferner eine Strömungshülse **500** auf, die das einteilige Einsatzrohr **200** umfangsmäßig umgibt. **Fig. 16** zeigt eine seitliche Querschnittsansicht des Systems **100**, das in **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt ist. Wie in **Fig. 4** und **Fig. 16** dargestellt ist, weist die Strömungshülse **500** ein vorderes Ende **502** und einen äußeren vorderen Abschnitt **504**, der nahe am vorderen Ende **502** angeordnet ist, und ein hinteres Ende **506** auf, das axial getrennt vom vorderen Ende **502** angeordnet ist. Die Strömungshülse **500** erstreckt sich kontinuierlich zwischen dem Brennstoffverteiler **110** und dem hinteren Rahmen **250** und/oder dem hinteren Ende **206** des Hauptkörpers **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200**, wodurch die Notwendigkeit für eine zusätzliche Aufprallhülse entfällt. Der vordere Abschnitt **504** der Strömungshülse **500** kann zumindest zum Teil eine äußere Angreiffläche **508** definieren. In speziellen Ausführungsformen, die in **Fig. 4** und **Fig. 16** dargestellt sind, erstreckt sich die Strömungshülse **500** kontinuierlich zwischen dem Brennstoffverteiler **110** und dem hinteren Rahmen **250**. In speziellen Ausführungsformen ist der vordere Abschnitt **504** der Strömungshülse **500**, wie in **Fig. 5** dargestellt, im Allgemeinen konzentrisch innerhalb des Stützrings **128** des Brennstoffverteilers **110** angeordnet.

**[0109]** **Fig. 17** ist eine vergrößerte Darstellung eines Abschnitts des Brenners **50**, einschließlich eines Abschnitts der Kappenanordnung **60** und eines Abschnitts des Systems **100**, wie in **Fig. 2** dargestellt. In speziellen Ausführungsformen ist die äußere Angreiffläche **508** des vorderen Abschnitts **504** der Strömungshülse **500**, wie in **Fig. 17** dargestellt, verschiebbar mit der Innenfläche **132** des Stützrings in Eingriff gebracht. Auf diese Weise kann sich die Strömungshülse **500** während des Betriebs des Brenners **24** entlang der Innenseite **132** des Stützrings **128** des Brennstoffverteilers **110** verschieben oder translatorisch verlagern. Wie weiter in **Fig. 17** dargestellt ist, umgibt der Stützabschnitt **216** des Hauptkörpers **202**

des einteiligen Einsatzrohrs **200** zumindest einen Abschnitt der Kappenanordnung **60**.

**[0110]** In speziellen Ausführungsformen erstreckt sich die Druck- oder Federdichtung **136**, wie in **Fig. 17** dargestellt ist, radial zwischen der äußeren Angreiffläche **508** des vorderen Abschnitts **504** der Strömungshülse **500** und der Innenseite **132** des Stützrings **128**. In speziellen Ausführungsformen kann die Federdichtung **136** mit dem Stützring **128** verbunden sein. Als Alternative kann die Federdichtung **136** mit der Strömungshülse **500** verbunden sein. Die Federdichtung **136** stellt während des Einbaus und/oder des Betriebs der Gasturbine **10** zumindest zum Teil eine strukturelle Stütze für die Strömungshülse **500** bereit, während sie trotzdem während verschiedener Betriebsmodi der Gasturbine **10**, beispielsweise während Start-, Abschalt- und/oder Herunterfahrbetriebszuständen, eine axiale Bewegung zwischen dem Brennstoffverteiler **110** und der LLI-Anordnung **112** zulässt.

**[0111]** In speziellen Ausführungsformen ist die Strömungshülse **500**, wie in **Fig. 16** dargestellt, radial vom einteiligen Einsatzrohrs **200** getrennt, so dass zwischen ihnen ein ringförmiger Kühlungsströmungsweg **510** ausgebildet ist. Der Kühlungsströmungsweg **510** erstreckt sich im Allgemeinen kontinuierlich entlang der Länge des einteiligen Einsatzrohrs **200**. Zum Beispiel erstreckt sich der Kühlungsströmungsweg **510** kontinuierlich zwischen dem hinteren Rahmen **250** und dem vorderen Ende **502** der Strömungshülse **500**.

**[0112]** In speziellen Ausführungsformen kann die Strömungshülse **500**, wie in **Fig. 4** dargestellt, mehrere Kühlungs- oder Aufpralllöcher **512** aufweisen, die während des Betriebs der Gasturbine **10** eine Fluidverbindung durch die Strömungshülse **500** in den Kühlungsströmungsweg **510** (**Fig. 17**) bereitstellen. In mindestens einer Ausführungsform weist die Strömungshülse **500**, wie in **Fig. 4** dargestellt ist, zwei halb-ringförmige Strömungshülseabschnitte **514** auf, die zumindest zum Teil um das einteilige Einsatzrohr **200** herum gewickelt sind. Wie in **Fig. 3** dargestellt ist, können die beiden halb-ringförmigen Strömungshülseabschnitte **514** unter Verwendung mehrerer Befestigungsmittel **516**, wie Bolzen oder anderer arretierender Befestigungsmittel, die für die Betriebsumgebung des Systems **100** innerhalb des Brenners **50** geeignet sind, aneinander gefügt sein. Alternativ dazu können die halb-ringförmigen Strömungshülseabschnitte **514** zusammengeschweißt oder anhand irgendeiner mechanischen Methode, die für die Betriebsumgebung innerhalb des Brenners **50** geeignet ist, aneinander gefügt sein.

**[0113]** In einer Ausführungsform ist die Strömungshülse **500**, wie in **Fig. 16** dargestellt, über eine radiale Distanz **518**, die zwischen dem hinteren Rahmen **250**

und dem vorderen Ende **204** des Hauptkörpers **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200** im allgemeinen konstant ist, vom einteiligen Einsatzrohr **200** getrennt. In einer anderen Ausführungsform variiert die radiale Distanz **518** zwischen dem einteiligen Einsatzrohr **200** und der Strömungshülse **500** entlang des Hauptkörpers/über dem Hauptkörper **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200**. Zum Beispiel kann die radiale Distanz **518** über dem konischen Abschnitt **210**, dem LLI-Injektionsabschnitt **212** und/oder dem Übergangsabschnitt **214** des Hauptkörpers des einteiligen Einsatzrohrs **200** zunehmen und/oder abnehmen, um eine Strömungsrate und/oder eine Geschwindigkeit des verdichteten Arbeitsfluids **18** (Fig. 2) an einer bestimmten Stelle am Hauptkörper **202** zu steuern, während es durch den Kühlungsströmungsweg **510** strömt, wodurch eine verbesserte lokale Steuerung des Wirkungsgrads der Kühlung durch das verdichtete Arbeitsfluid **18** in bestimmten Bereichen des Kühlungsströmungswegs **510** möglich ist.

[0114] In bestimmten Ausführungsformen ist die Strömungshülse **500** über eine erste radiale Distanz **520** in Bezug auf den konischen Abschnitt **210** und eine zweite radiale Distanz **522** in Bezug auf den Übergangsabschnitt **214** vom Hauptkörper **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200** getrennt. In speziellen Ausführungsformen ist die erste radiale Distanz **520** entlang zumindest eines Abschnitts des konischen Abschnitts **210** größer als die zweite radiale Distanz **522**, wodurch für eine effektive Aufprallkühlung am Übergangsabschnitt **214** des Hauptkörpers **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200** gesorgt ist, während ein Druckabfall des verdichteten Arbeitsfluids **18**, während es vom Hochdruckplenum **54** (Fig. 2) durch die Kühlungsöffnungen **512** (Fig. 4) in den Kühlungsströmungsweg **510** (Fig. 16) und entlang des Hauptkörpers **202** strömt, verringert ist. Alternativ dazu kann die zweite radiale Distanz **522** entlang zumindest eines Abschnitts des Übergangsabschnitts **214** größer sein als die erste radiale Distanz **520**, um eine Strömungsgeschwindigkeit des verdichteten Arbeitsfluids **18** durch den Kühlungsströmungsweg **510** über dem konischen Abschnitt **210** zu steuern.

[0115] Im Betrieb wird, wie oben beschrieben und in den verschiedenen Figuren dargestellt, ein Teil des verdichteten Arbeitsfluids **18** aus dem Kompressor **16** durch die mehreren Kühlungsöffnungen **512** in den Kühlungsströmungsweg **510** geleitet. Das verdichtete Arbeitsfluid **18** wird auf den Übergangsabschnitt **214** des Hauptkörpers **202** gerichtet, um für eine Aufprall- oder Strahlkühlung des Übergangsabschnitts **214** zu sorgen. Die radiale Distanz **518** zwischen der Strömungshülse **500** und dem konischen Abschnitt **210** und/oder dem Übergangsabschnitt **214** ist auf eine konstante Distanz und/oder eine variierende radiale Distanz eingestellt, um den Massenstrom und/oder die Geschwindigkeiten des verdichteten Arbeitsfluids **18** durch den Kühlungsströmungsweg **510** zu

steuern, wodurch der Hauptkörper **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200** effektiv gekühlt wird, insbesondere an Hot Spots, die durch erhöhte bewirkte Verbrennungstemperaturen gebildet werden, die eine Folge der späten Magereinspritzung sein können. Die sich kontinuierlich erstreckende Strömungshülse **500** macht herkömmliche Verbindungsfugen heutiger Strömungshülsenanordnungen überflüssig. Infolgedessen kann eine Undichtigkeit des Kühlungsströmungswegs **510** verringert oder eliminiert werden, wodurch der Wirkungsgrad des Brenners **50** insgesamt verbessert ist. Außerdem können durch Eliminieren der mehreren Komponenten heutiger Strömungshülsenanordnungen Zeit und Kosten im Zusammenhang mit der Montage, Demontage und Herstellung des Systems **100** verringert werden.

[0116] Wie ferner in Fig. 17 dargestellt ist, kann der Stützabschnitt **216** des Hauptkörpers **202** des einteiligen Einsatzrohrs **200** einen Abschnitt der Kappenanordnung **60** zumindest zum Teil umgeben, und eine Druck- oder Federdichtung **524** kann sich radial zwischen der Kappenanordnung **60** und dem Hauptkörper **202** erstrecken. Dies ermöglicht eine radiale Stützung des einteiligen Einsatzrohrs **200**, während eine axiale Bewegung zwischen der LLI-Anordnung **112** und dem Brennstoffverteiler während des Betriebs der Gasturbine **10** immer noch möglich ist.

[0117] Zurück zu Fig. 4: in bestimmten Ausführungsformen weist das System **100** mindestens eine Außenluftabschirmung **600** auf, die zumindest einen Abschnitt der Strömungshülse **500** zumindest zum Teil umfangsmäßig umgibt. Wie in Fig. 3 dargestellt ist, umgibt bzw. umgeben Außenluftabschirmung(en) **600** den LLI-Injektor **116**, um ein Einblasluftplenum **604** um den LLI-Injektor **116** zu bilden. In bestimmten Ausführungsformen ist bzw. sind die Außenluftabschirmung(en) **600**, wie in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellt ist, in mehrere Außenluftabschirmungen **600** segmentiert.

[0118] Fig. 18 ist eine perspektivische Ansicht des Systems **100** gemäß mindestens einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und Fig. 19 ist eine seitliche Querschnittsansicht des in Fig. 18 dargestellten Systems. Wie in Fig. 18 und Fig. 19 dargestellt ist, kann die Außenluftabschirmung **600** zwei oder mehr halb-ringförmige Außenluftabschirmungsabschnitte **602** aufweisen, die sich in Umfangsrichtung um zumindest einen Abschnitt der Strömungshülse **500** erstrecken. Wie in Fig. 19 dargestellt ist, ist die Außenluftabschirmung **600** radial von der Strömungshülse **500** getrennt, um das Einblasluftplenum **604** zwischen der Außenluftabschirmung **600** und der Strömungshülse **500** zu bilden. In bestimmten Ausführungsformen umgibt die Außenluftabschirmung **600** jeden LLI-Injektor **116** zumindest zum Teil. Der LLI-Injektor **116** steht mit dem Einblasluftplenum **604** in Fluidverbindung, um einen

Strom zwischen dem Einblasluftplenum **604** und dem Heißgasweg **224** zu ermöglichen (Fig. 2).

**[0119]** In speziellen Ausführungsformen, die in Fig. 18 und Fig. 19 dargestellt sind, erstreckt sich mindestens ein Einlasskanal **606** durch die Außenluftabschirmung **600**, um einen Strömungsweg **608** in das Einblasluftplenum **604** zu definieren. Der Einlasskanal **606** sorgt im Allgemeinen für eine Fluidverbindung zwischen dem Hochdruckplenum **54** (Fig. 2) und dem Einblasluftplenum **604** (Fig. 19). Auf diese Weise strömt das verdichtete Arbeitsfluid **18** vom Hochdruckplenum **54** (Fig. 2) durch den Einlasskanal **606** (Fig. 18 und Fig. 19) entlang des Strömungswegs **608** (Fig. 19) in das Einblasluftplenum **604**. Das verdichtete Arbeitsfluid **18** strömt dann durch den Injektor **116** und in den Heißgasweg **224**. Wie in Fig. 18 dargestellt ist, kann der Einlasskanal **606** in einer oder mehreren Reihen **610** angeordnet sein, die sich umfangsmäßig um zumindest einen Abschnitt der Außenluftabschirmung **600** erstrecken.

**[0120]** In verschiedenen Ausführungsformen, die in Fig. 18 und Fig. 19 dargestellt sind, weist das System eine Außenhülse oder Durchflussregulierungshülse **612** auf. Die Durchflussregulierungshülse **612** erstreckt sich in Umfangsrichtung um zumindest einen Abschnitt der Außenluftabschirmung **600** im Allgemeinen nahe an den Einlasskanälen **606**. In einer Ausführungsform ist die Durchflussregulierungshülse **612** in Bezug auf eine Strömungsrichtung des verdichteten Arbeitsfluids **18**, das vom Hochdruckplenum **54** (Fig. 2) in die Einlasskanäle **606** strömt, stromaufwärts von den Einlasskanälen **606** angeordnet. Anders ausgedrückt kann die Durchflussregulierungshülse **612** oberhalb der Einlasskanäle oder oben auf den Einlasskanälen **606** angeordnet sein. In speziellen Ausführungsformen steht die Durchflussregulierungshülse **612** mit einer Außenfläche **614** (Fig. 18) der Außenluftabschirmung **600** verschiebbar in Eingriff, um während des Betriebs des Brenners **50** für eine relative Bewegung zwischen der Außenluftabschirmung **600** und der Durchflussregulierungshülse **612** zu sorgen. Wie in Fig. 18 und Fig. 19 dargestellt ist, kann die Durchflussregulierungshülse **612** mit einem Kopplungsmechanismus **616** verbunden sein. Der Kopplungsmechanismus **616** kann mit einem (nicht dargestellten) Betätigungsmechanismus, wie einem linearen Stellantrieb, verbunden sein, um zu bewirken, dass die Durchflussregulierungshülse **612** axial über der und/oder umfangsmäßig um die Außenluftabschirmung **600** verschoben wird.

**[0121]** Fig. 20 zeigt eine Seitenansicht eines Abschnitts der Außenluftabschirmung **600** und der Durchflussregulierungshülse Fig. 612 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie dargestellt, wird die Durchflussregulierungshülse **612** in der axialen Richtung **618** in Bezug auf die axiale Mittellinie **106** des Systems **100** über die Au-

ßenluftabschirmung **600** verschoben bzw. translatorisch verlagert. Die Durchflussregulierungshülse **612** wird im Allgemeinen axial über den Einlasskanälen **606** durch verschiedene axiale Positionen hindurch verschoben bzw. translatorisch verlagert, um die Einlasskanäle **606** zumindest zum Teil zu öffnen oder zumindest zum Teil zu schließen, wodurch eine Durchflussrate des verdichteten Arbeitsfluids **18**, das entlang des Strömungswegs **606** (Fig. 19) durch die Einlasskanäle **606** und in das Einblasluftplenum **604** (Fig. 19) strömt, zu erhöhen oder zu beschränken. Infolgedessen kann der Strom des verdichteten Arbeitsfluids **18** (Fig. 19), das während des Betriebs des Injektors **116** in das Einblasluftplenum **604** strömt, angepasst werden, wodurch während einer späten Magereinspritzung eine aktive Steuerung des Massenstroms in den Heißgasweg **224** (Fig. 2) möglich ist, wodurch eine insgesamt bessere Leistung des Brenners **50** ermöglicht wird.

**[0122]** Fig. 21 ist eine perspektivische Ansicht des Systems **100** einschließlich der Durchflussregulierungshülse **612** gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, und Fig. 22 und Fig. 23 zeigen die Durchflussregulierungshülse **612** in verschiedenen Umfangsstellungen gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Wie dargestellt, wird die Durchflussregulierungshülse **612** in Bezug auf die axiale Mittellinie **106** des Systems **100** umfangsmäßig oder in einer Umfangsrichtung **620** um die Außenluftabschirmung **600** verschoben bzw. translatorisch verlagert. Wie in Fig. 22 und Fig. 23 dargestellt ist, wird die Durchflussregulierungshülse **612** im Allgemeinen umfangsmäßig durch verschiedene Positionen hindurch über den Einlasskanälen **606** verschoben bzw. translatorisch verlagert, um die Einlasskanäle **606** zumindest zum Teil zu öffnen oder zumindest zum Teil zu schließen, wodurch der Strom des verdichteten Arbeitsfluids **18** (Fig. 2), das auf Strömungswegen **90**, die von den Einlasskanälen **606** definiert werden, in das Einblasluftplenum **604** strömt, beschränkt oder verstärkt wird.

**[0123]** In speziellen Ausführungsformen, die in Fig. 22 und Fig. 23 dargestellt sind, weist die Durchflussregulierungshülse **612** mehrere Öffnungen **622** auf. Die Öffnungen **622** sind im Allgemeinen so angeordnet, dass sie zumindest zum Teil auf einer Linie mit den Einlasskanälen **606** liegen, während die Durchflussregulierungshülse **612** durch die verschiedenen Umfangspositionen geschoben bzw. translatorisch verlagert wird. Die Durchflussregulierungshülse **612** kann an jedem Punkt zwischen einer ersten Position **624** (Fig. 22), in der der Strom des verdichteten Arbeitsfluids **18** durch die Einlasskanäle **606** (Fig. 19) entlang der Strömungswege **608** (Fig. 19) ganz verhindert ist, und einer zweiten Position **626** (Fig. 23), in der der Strom des verdichteten Arbeitsfluids **18** (Fig. 2) durch die Einlasskanäle **606** (Fig. 19) ent-

lang der Strömungswege **608** (Fig. 19) ganz offen oder von der Durchflussregulierungshülse **612** völlig unbehindert ist, positioniert werden, um dadurch den Strom durch die Einlasskanäle **606** entlang der Strömungswege **608** und in das Einblasluftplenum **604** zu verstärken.

**[0124]** Während bestimmter Betriebsmodi der Gasturbine **10**, beispielsweise während eines Betriebs mit kaltem Fluid, eines Betriebs mit flüssigem Brennstoff und/oder während des Startbetriebs, kann die Durchflussregulierungshülse **612** so betätigt werden, dass sie über und/oder um die Außenluftabschirmung **600** herum verschoben oder translatorisch verlagert wird, um den Strom des verdichteten Arbeitsfluids **18** durch die Einlasskanäle **606** zumindest zum Teil oder vollständig zu beschränken, wodurch eine Verdünnung der Verbrennungsgase **26** (Fig. 2), die durch den Heißgasweg **224** strömen, mit Luft verringert oder verhindert wird.

**[0125]** Die Durchflussregulierungshülse **612** sorgt für eine Durchflussbarriere zwischen dem Hochdruckplenum **54** (Fig. 2) und dem Einblasluftplenum **604** (Fig. 19). Infolgedessen kann ein größerer Teil des verdichteten Arbeitsfluids **18** durch den Kühlungsströmungsweg **510** und durch die Brennstoffdüse **58** (Fig. 2) strömen, wodurch die Möglichkeit, dass eine Flamme an der Brennstoffdüse **58** gehalten wird, verringert wird. Durch Absperren oder Beschränken des Stroms des verdichteten Arbeitsfluids **18** zum Einblasluftplenum **604** kann außerdem die Verdünnung der Verbrennungsgase **26**, die durch den Heißgasweg **224** strömen, verringert oder eliminiert werden, wodurch die Emissionsleistung und/oder die mechanische Leistung des Brenners **50** verbessert werden.

**[0126]** Diese Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschließlich der besten Weise zu ihrer Ausführung, zu beschreiben und um den Fachmann in die Lage zu versetzen die Erfindung in die Praxis umzusetzen, wozu auch die Herstellung und Verwendung von Vorrichtungen und Systemen und die Ausführung enthaltener Verfahren gehören. Der schutzwürdige Bereich der Erfindung wird von den Ansprüchen definiert und kann andere Beispiele einschließen, die für den Fachmann naheliegend sein mögen. Diese anderen Beispiele sollen im Bereich der Ansprüche liegen, wenn sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich vom Wortlaut der Ansprüche nicht unterscheiden, oder wenn sie gleichwertige strukturelle Elemente aufweisen, die sich vom Wortlaut der Ansprüche nur unerheblich unterscheiden.

**[0127]** Ein System zur Zuführung von Brennstoff zu einem Brenner einer Gasturbine weist einen ringförmigen Brennstoffverteiler auf, der zumindest zum Teil ein Brennstoffplenum definiert. Der Brennstoffverteiler weist auf: ein vorderes Ende, das axial von ei-

nem hinteren Ende getrennt ist, einen Flansch, der sich radial auswärts und in Umfangsrichtung um das vordere Ende herum erstreckt, und einen ringförmigen Stützring, der sich von dem Flansch aus stromabwärts erstreckt. Eine LLI-Anordnung erstreckt sich vom Brennstoffverteiler stromabwärts. Die LLI-Anordnung weist ein einteiliges Einsatzrohr auf, das zumindest zum Teil eine primäre Verbrennungszone und eine sekundäre Verbrennungszone in dem Brenner definiert. Ein LLI-Injektor erstreckt sich im Wesentlichen radial durch das einteilige Einsatzrohr und ermöglicht eine Fluidverbindung durch das einteilige Einsatzrohr hindurch in die sekundäre Verbrennungszone hinein. Eine Fluidleitung, die mit dem Brennstoffplenum in Fluidverbindung steht, erstreckt sich zwischen dem LLI-Injektor und dem Brennstoffverteiler.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Gasturbine
<b>12</b>	Einlassabschnitt
<b>14</b>	Arbeitsfluid
<b>16</b>	Kompressor
<b>18</b>	Verdichtetes Arbeitsfluid
<b>20</b>	Brennstoff
<b>22</b>	Brennstoffzufuhr
<b>24</b>	Brenner
<b>26</b>	Verbrennungsgase
<b>28</b>	Turbine
<b>30</b>	Welle
<b>32</b>	Generator/Motor
<b>34</b>	Abgase
<b>36</b>	Abgasabschnitt
<b>38</b>	Abgaskamin
<b>39–49</b>	NICHT VERWENDET
<b>50</b>	Außengehäuse
<b>52</b>	Gehäuse
<b>54</b>	Hochdruckplenum
<b>56</b>	Abschlussdeckel
<b>58</b>	Brennstoffdüse
<b>60</b>	Kappenanordnung
<b>62</b>	Öffnung
<b>64</b>	Armkanal
<b>66</b>	Stationärer Turbinenkeitapparat
<b>68</b>	Einlass
<b>70</b>	Innengehäuse
<b>72</b>	Turbinenrotorblätter
<b>74</b>	Innerer Stützring
<b>75–99</b>	NICHT VERWENDET
<b>100</b>	System
<b>102</b>	Stromaufwärtiges/Vorderes Ende
<b>104</b>	Stromabwärtiges/Hinteres Ende
<b>106</b>	Mittellinie
<b>108</b>	Verbrennungsmodul
<b>110</b>	Brennstoffverteiler
<b>112</b>	Brennstoffinjektionsanordnung
<b>114</b>	Fluidleitung
<b>116</b>	Brennstoff-Injektor
<b>118</b>	Brennstoffverbindungsmündung

<b>120</b>	Flansch	<b>276</b>	Zweite Außenfläche
<b>122</b>	Stromaufwärtiges Ende	<b>278</b>	Dritte Außenfläche
<b>124</b>	Brennstoffverteilerkappe	<b>280</b>	Erste Auswärtsdistanz
<b>126</b>	Außenfläche	<b>282</b>	Zweite Auswärtsdistanz
<b>128</b>	Stützhülse/-ring	<b>284</b>	Dritte Auswärtsdistanz
<b>130</b>	Stromabwärtiges Ende	<b>286</b>	Absatz
<b>132</b>	Innenfläche	<b>288</b>	Führungsnut/Seitendichtungs-Führungsmerkmal
<b>134</b>	Außenfläche		Seitendichtung
<b>136</b>	Druckfederdichtung	<b>290</b>	Bodenabschnitt
<b>138</b>	primäres Brennstoffplenum	<b>292</b>	Oberer Abschnitt
<b>140</b>	Bolzenlöcher	<b>294</b>	Radialer Abstand
<b>142</b>	Durchlässe	<b>296</b>	NICHT VERWENDET
<b>144</b>	Einlass	<b>297–299</b>	Grafische Darstellung
<b>146</b>	Auslass	<b>300</b>	NICHT VERWENDET
<b>148</b>	Innenfläche	<b>302</b>	Linie
<b>149–150</b>	NICHT VERWENDET	<b>304</b>	Linie
<b>152</b>	Erster Durchlass	<b>306</b>	Linie
<b>154</b>	Zweiter Durchlass	<b>308</b>	Linie
<b>156</b>	Durchlasseinsatz	<b>310</b>	Linie
<b>158</b>	Rippe	<b>312</b>	Linie
<b>160</b>	Isolierspalt	<b>314</b>	Linie
<b>162</b>	Brennstoffverteilerplenum	<b>316</b>	Erster Abschnitt
<b>164</b>	Einlassmündung	<b>318</b>	Zweiter Abschnitt
<b>166</b>	Bodenabschnitt	<b>319–399</b>	NICHT VERWENDET
<b>167</b>	Auslass	<b>400</b>	Grafische Darstellung
<b>168</b>	Isolierspalt	<b>402</b>	Strömungsgeschwindigkeit
<b>169–199</b>	NICHT VERWENDET	<b>404</b>	Linie
<b>200</b>	Einteiliges Einsatzrohr	<b>406</b>	Linie
<b>202</b>	Hauptkörper	<b>408</b>	Linie
<b>204</b>	Vorderes Ende	<b>410</b>	Linie
<b>206</b>	Hinteres Ende	<b>412</b>	Linie
<b>208</b>	Mittellinie	<b>414</b>	Linie
<b>210</b>	Konischer Abschnitt	<b>416</b>	Erster Abschnitt
<b>212</b>	Late-Lean-Injektionsabschnitt/LLI-Injektionsabschnitt	<b>418</b>	Zweiter Abschnitt
		<b>419–499</b>	NICHT VERWENDET
<b>214</b>	Übergangsabschnitt	<b>500</b>	Strömungshülse
<b>216</b>	Stützabschnitt	<b>502</b>	Vorderes Ende
<b>218</b>	Primäre Verbrennungszone	<b>504</b>	Äußerer Abschnitt
<b>220</b>	Late-Lean-Verbrennungszone	<b>506</b>	Hinteres Ende
<b>222</b>	Brennstoff-Injektoröffnung	<b>508</b>	Äußere Angriffsfläche
<b>224</b>	Heißgasweg	<b>510</b>	Kühlströmungskanal
<b>226</b>	Axiale Strömungslänge	<b>512</b>	Kühl-/Aufpralllöcher
<b>228</b>	Schnittpunkt	<b>514</b>	Halb-ringförmiger Strömungshülsenabschnitt
<b>230</b>	Schnittpunkt		Befestigungsmittel
<b>232</b>	Strömungsquerschnitt	<b>516</b>	Radiale Distanz
<b>233–249</b>	NICHT VERWENDET	<b>518</b>	Erste radiale Distanz
<b>250</b>	Hinterer Rahmen	<b>520</b>	Zweite radiale Distanz
<b>252</b>	Innerer Abschnitt	<b>522</b>	Druck-/Federdichtung
<b>254</b>	Äußerer Abschnitt	<b>524</b>	NICHT VERWENDET
<b>256</b>	Einander entgegengesetzte Seitenabschnitte	<b>525–599</b>	Außenluftabschirmung
		<b>600</b>	Halb-ringförmiger Außenluftabschirmungsabschnitt
<b>258</b>	Seitenabschnitt	<b>602</b>	Einblasluftplenum
<b>260</b>	Seitendichtungsschlitz		Einlasskanal
<b>262</b>	Stromabwärtige/Hintere Wand	<b>604</b>	Strömungsweg
<b>264</b>	Stromaufwärtige/Fordere Wand	<b>606</b>	Reihen
<b>266</b>	Innenfläche	<b>608</b>	Durchflussregulierungshülse
<b>268</b>	Erstes Segment	<b>610</b>	Außenfläche
<b>270</b>	Zweites Segment	<b>612</b>	Kopplungsmechanismus
<b>272</b>	Schnittpunkt	<b>614</b>	
<b>274</b>	Erste Außenfläche	<b>616</b>	

<b>618</b>	Axiale Richtung
<b>620</b>	Umfangsrichtung
<b>622</b>	Öffnungen
<b>624</b>	Erste Position
<b>626</b>	Zweite Position

### Patentansprüche

1. System zur Zuführung von Brennstoff zu einem Brenner einer Gasturbine, wobei das System aufweist:

- a. einen ringförmigen Brennstoffverteiler, wobei der Brennstoffverteiler zumindest zum Teil ein Brennstoffplenum definiert, wobei der Brennstoffverteiler ein vorderes Ende, das axial von einem hinteren Ende beabstandet ist, einen Flansch, der sich radial auswärts und in Umfangsrichtung um das vordere Ende herum erstreckt, und einen ringförmigen Stützring aufweist, der sich von dem Flansch aus stromabwärts erstreckt;
- b. eine LLI-Injektionsanordnung, die sich stromabwärts von dem Brennstoffverteiler erstreckt, wobei die LLI-Injektionsanordnung ein einteiliges Einsatzrohr, das zumindest zum Teil eine primäre Verbrennungszone und eine sekundäre Verbrennungszone definiert, einen LLI-Injektor, der sich im Wesentlichen radial durch das einteilige Einsatzrohr erstreckt und der für eine Fluidverbindung durch das einteilige Einsatzrohr in die sekundäre Verbrennungszone sorgt, aufweist; und
- c. eine Fluidleitung, die sich zwischen dem LLI-Injektor und dem Brennstoffverteiler erstreckt, wobei die Fluidleitung mit dem Brennstoffplenum in Fluidverbindung steht.

2. System nach Anspruch 1, wobei die Fluidleitung schlangenförmig ist.

3. System nach Anspruch 1, wobei der Flansch aufweist:

- a. ein Brennstoffplenum, das sich längs des Umfangs innerhalb des Flansches erstreckt, und eine Außenfläche, die sich längs des Umfangs um den Flansch herum erstreckt;
- b. einen ersten Durchlass und einen zweiten Durchlass, die eine Fluidverbindung durch die Außenfläche des Flansches in das Brennstoffverteilerplenum schaffen;
- c. eine Brennstoffverteilerkappe, die sich zum Teil über der Außenfläche des Flansches erstreckt und den ersten Durchlass und den zweiten Durchlass umgibt; und
- d. ein Brennstoffverteilerplenum, das zumindest zum Teil in der Brennstoffverteilerkappe definiert ist, wobei das Brennstoffverteilerplenum mit dem ersten Durchlass und dem zweiten Durchlass in Fluidverbindung steht.

4. System nach Anspruch 3, wobei der Flansch mehrere Bolzenlöcher aufweist, die sich axial durch

den Flansch erstrecken, wobei der erste Durchlass in Umfangsrichtung durch mindestens eines von den mehreren Bolzenlöchern von dem zweiten Durchlass getrennt ist.

5. System nach Anspruch 3, wobei die Brennstoffverteilerkappe einen Bodenabschnitt aufweist, der das Brennstoffverteilerplenum zum Teil definiert, wobei die Brennstoffverteilerkappe einen ersten Auslass, der koaxial zu dem ersten Durchlass ausgerichtet ist, und einen zweiten Auslass aufweist, der koaxial zu dem zweiten Durchlass ausgerichtet ist.

6. System nach Anspruch 3, ferner einen Spalt aufweisend, der zwischen dem Bodenabschnitt der Brennstoffverteilerkappe und der Außenfläche des Flansches definiert ist.

7. System nach Anspruch 3, ferner einen ersten Durchlasseinsatz, der in dem ersten Durchlass angeordnet ist, und einen zweiten Durchlasseinsatz aufweisend, der in dem zweiten Durchlass angeordnet ist.

8. System nach Anspruch 7, wobei ein Isolierspalt zwischen dem ersten Durchlasseinsatz und dem ersten Durchlass sowie zwischen dem zweiten Durchlasseinsatz und dem zweiten Durchlass definiert ist.

9. System nach Anspruch 1, wobei das einteilige Einsatzrohr einen Hauptkörper, der einen konischen Abschnitt definiert, einen LLI-Injektionsabschnitt, der sich von dem konischen Abschnitt stromabwärts erstreckt, und einen Übergangabschnitt aufweist, der sich vom LLI-Injektionsabschnitt stromabwärts erstreckt.

10. System nach Anspruch 9, wobei der Übergangabschnitt einen im Wesentlichen nicht-kreisförmigen Querschnitt aufweist.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

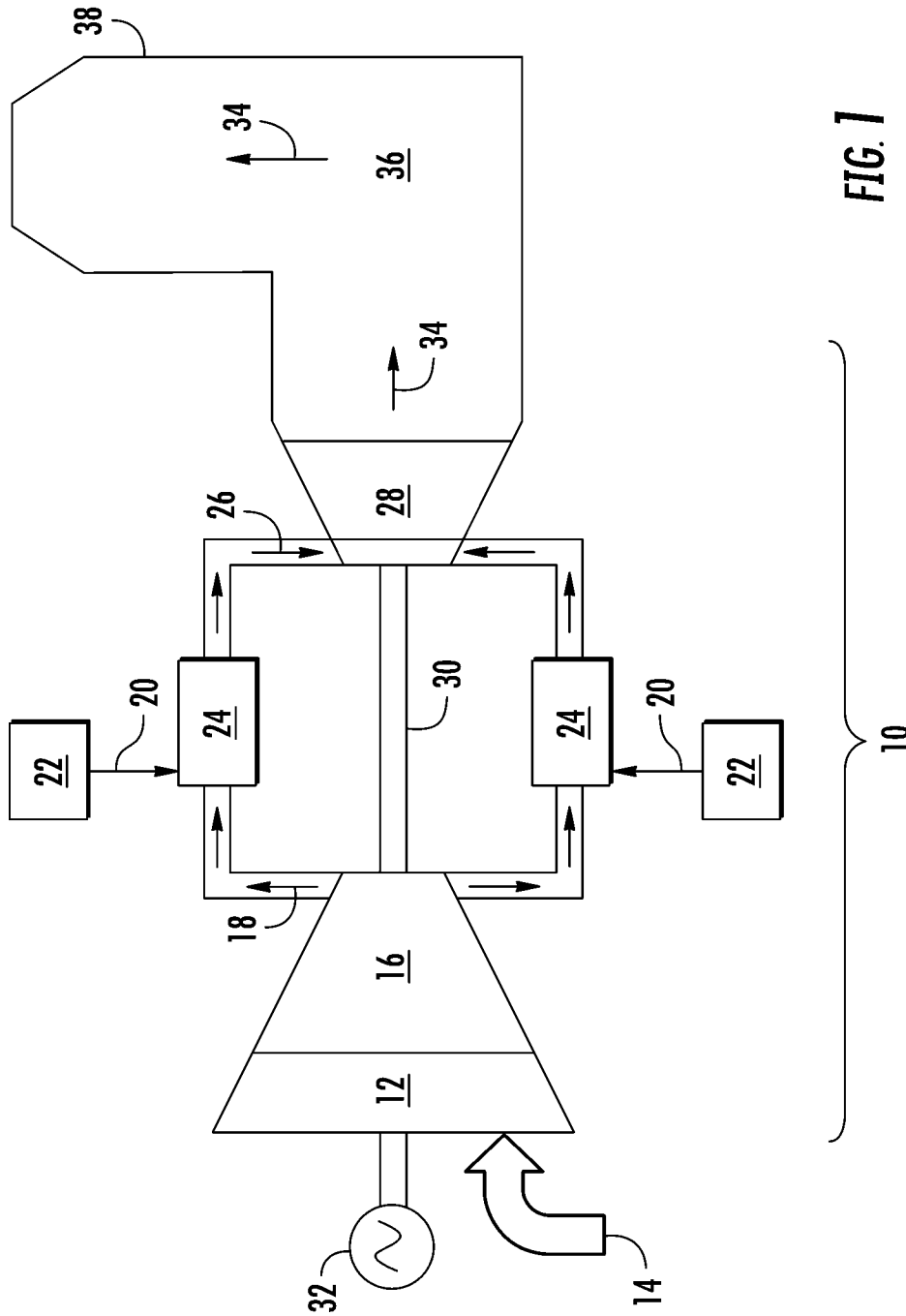


FIG. 1  
Stand der Technik

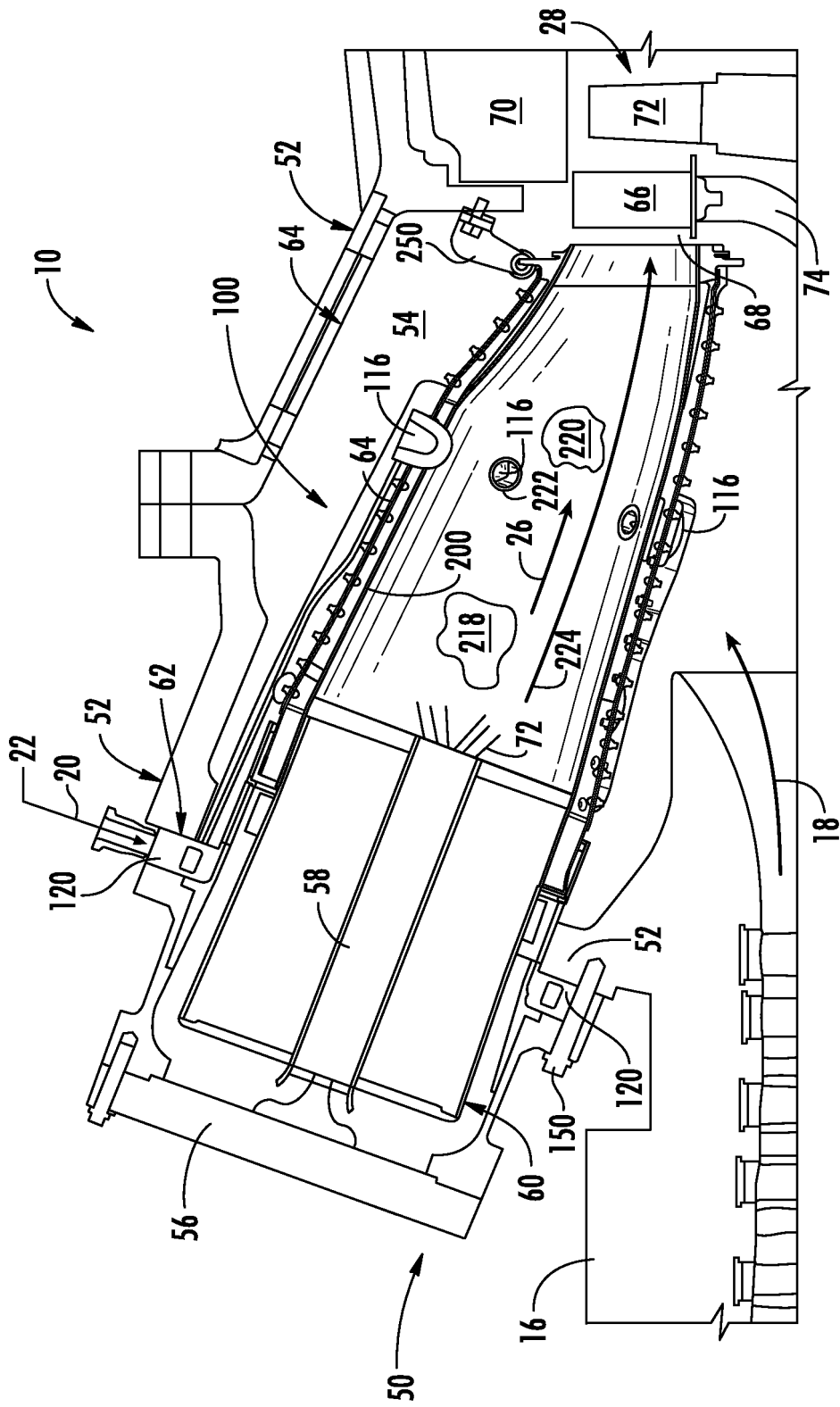
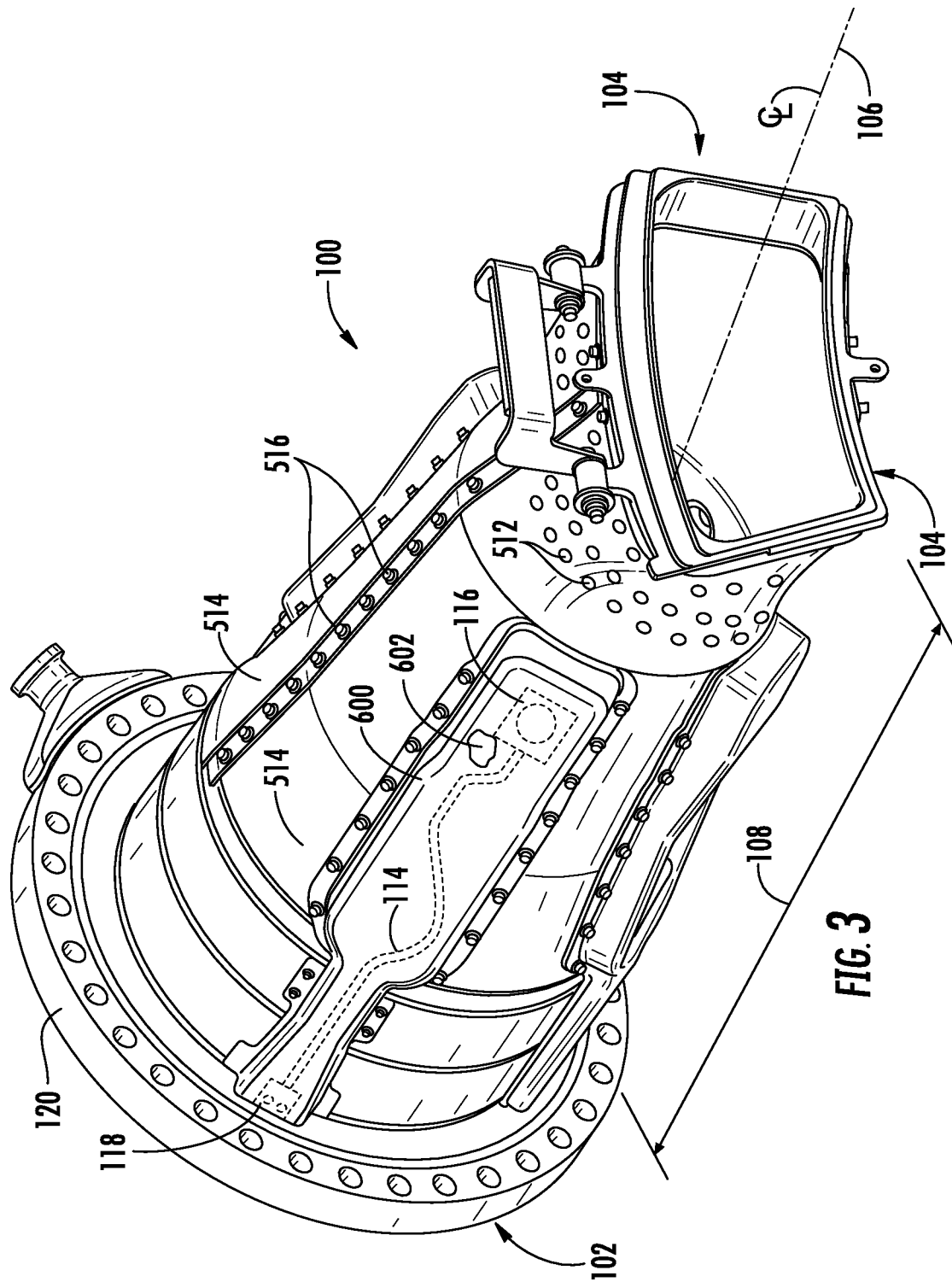


FIG. 2



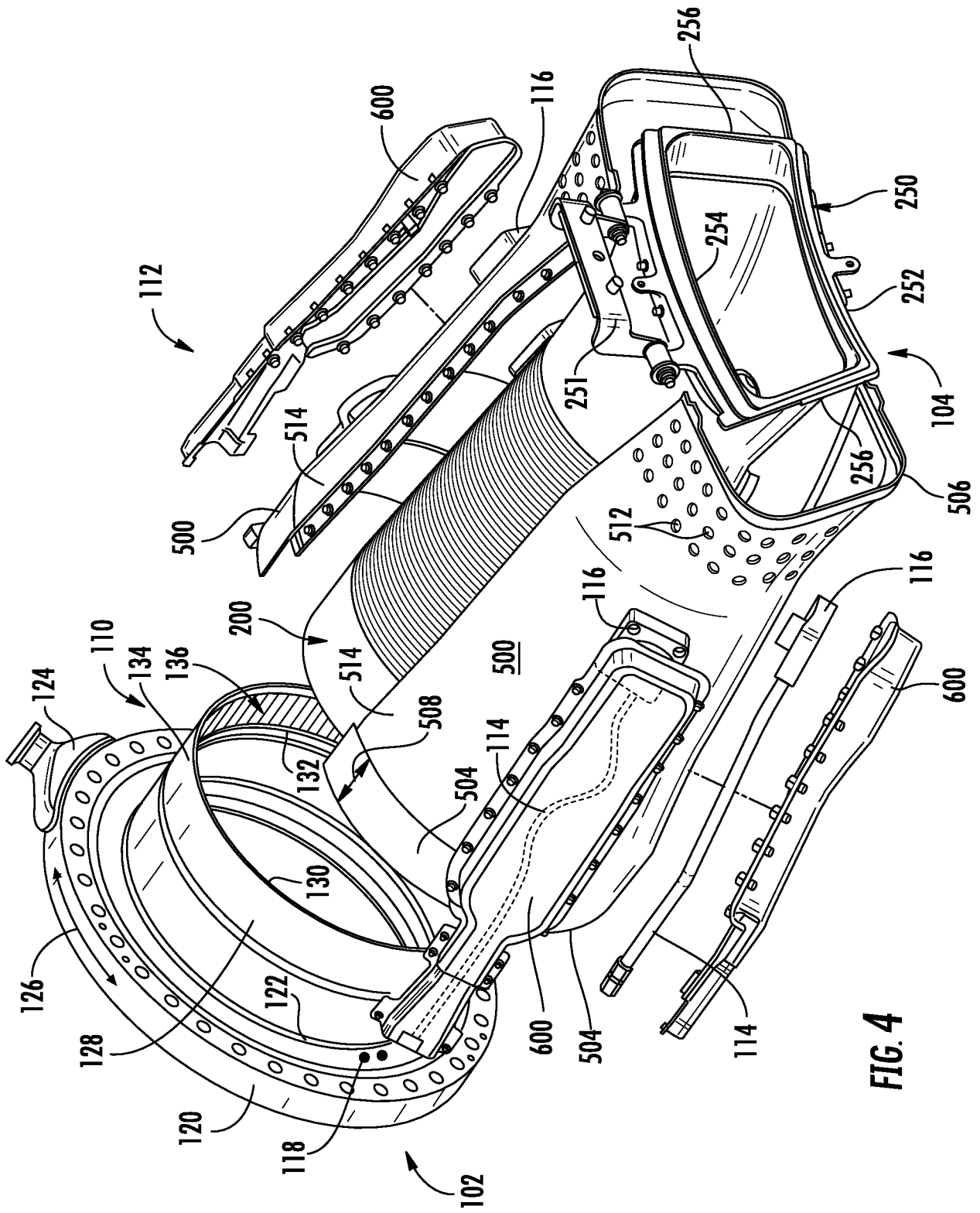
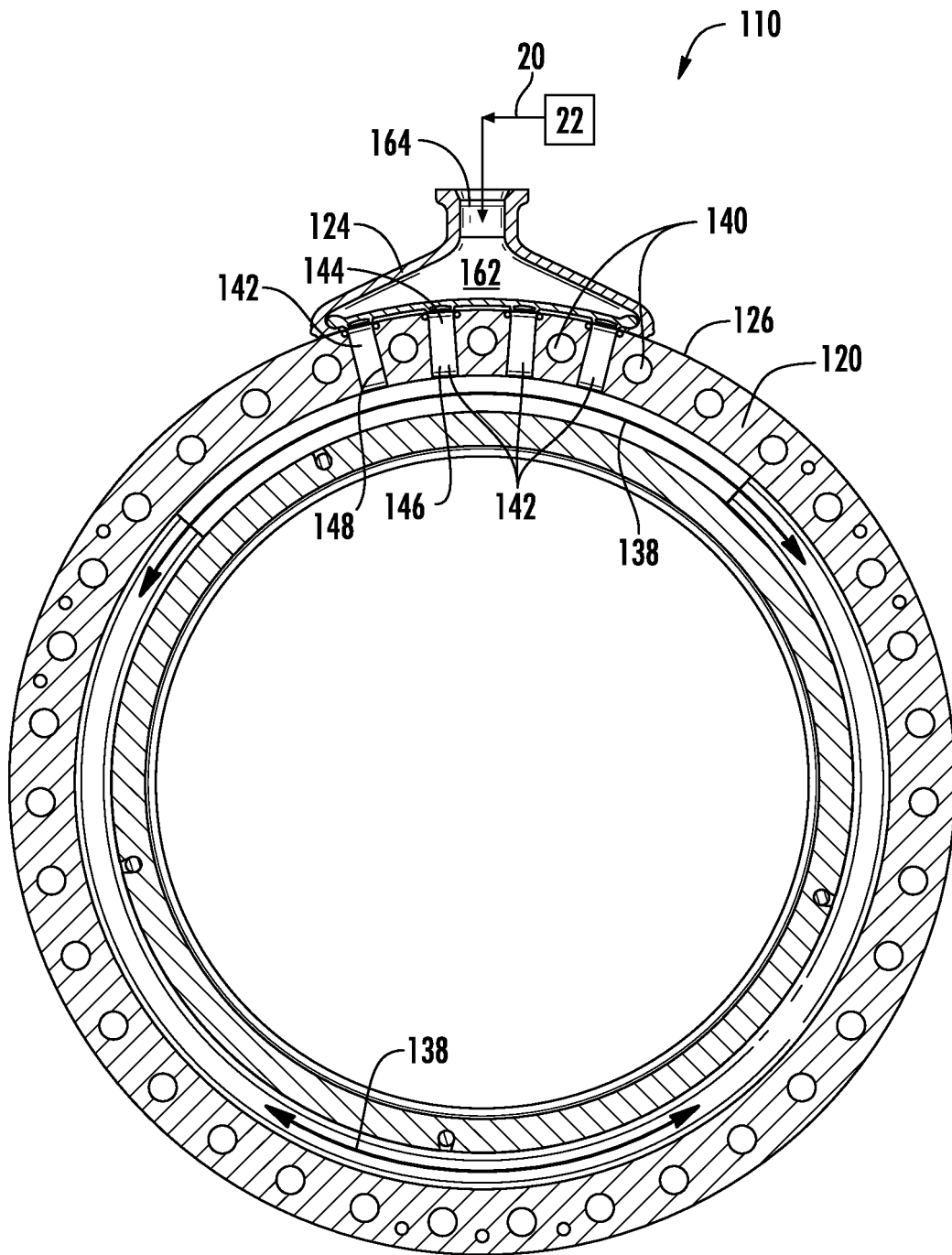


FIG. 4



**FIG. 5**

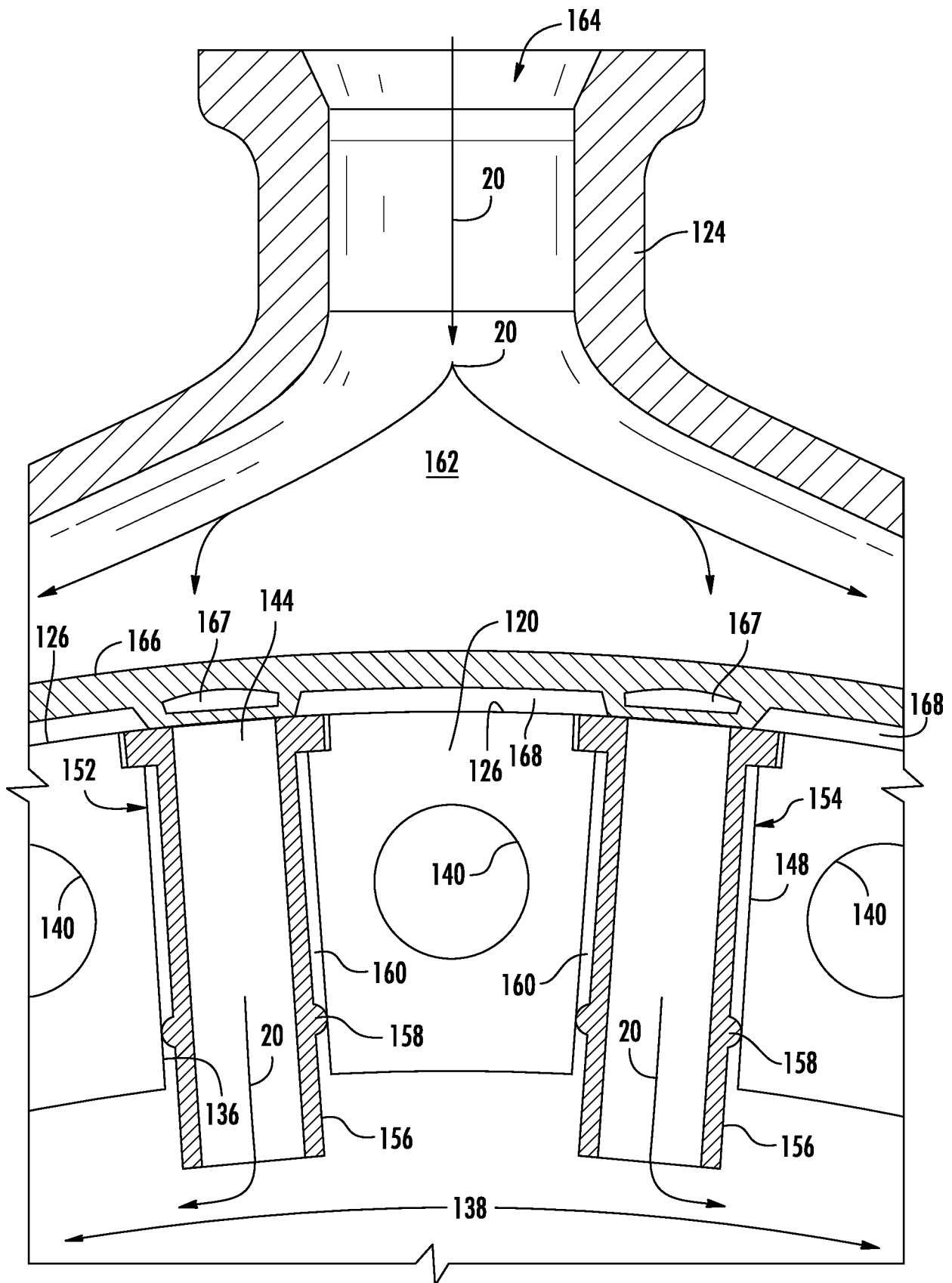


FIG. 6

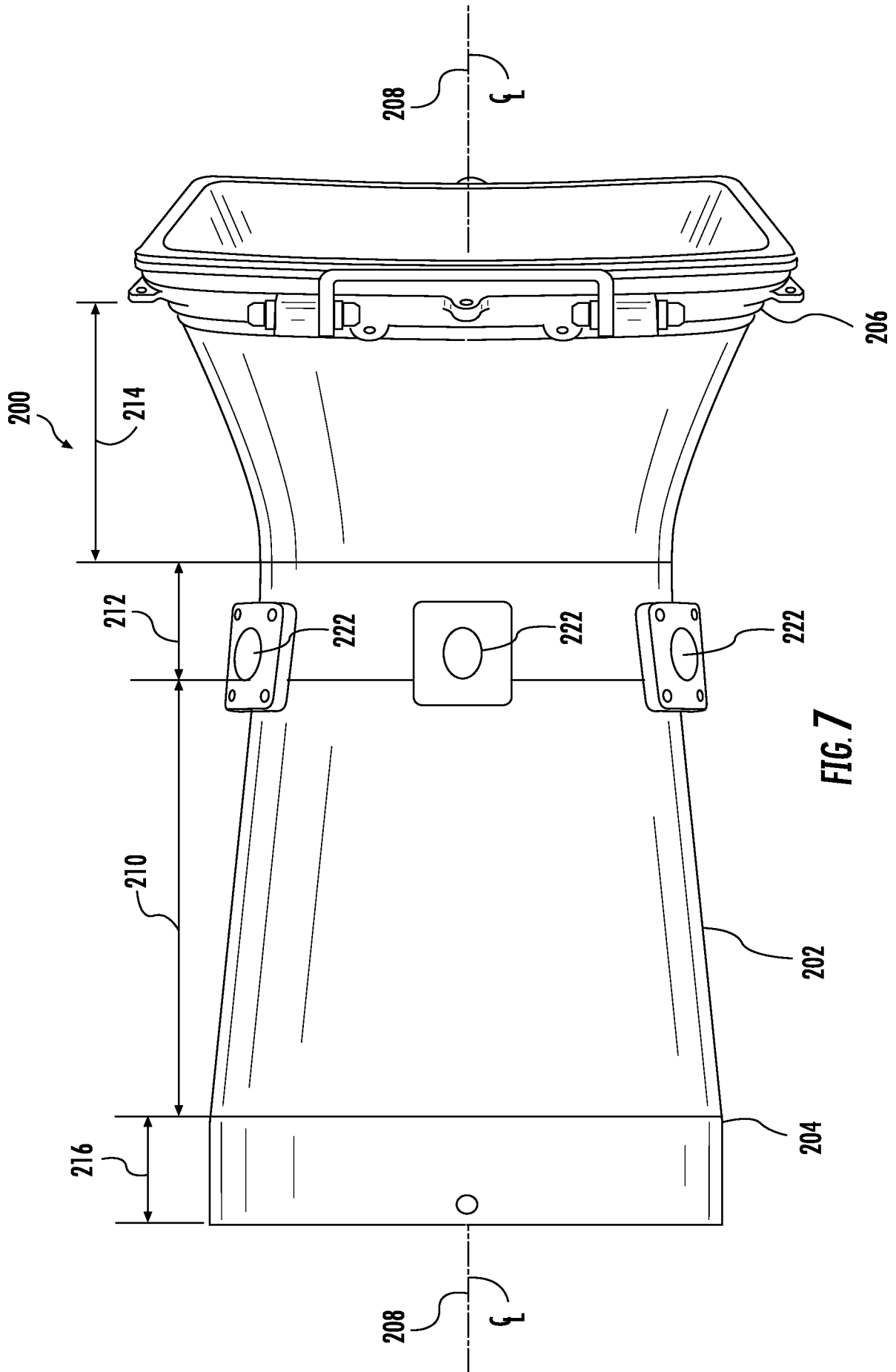


FIG. 7

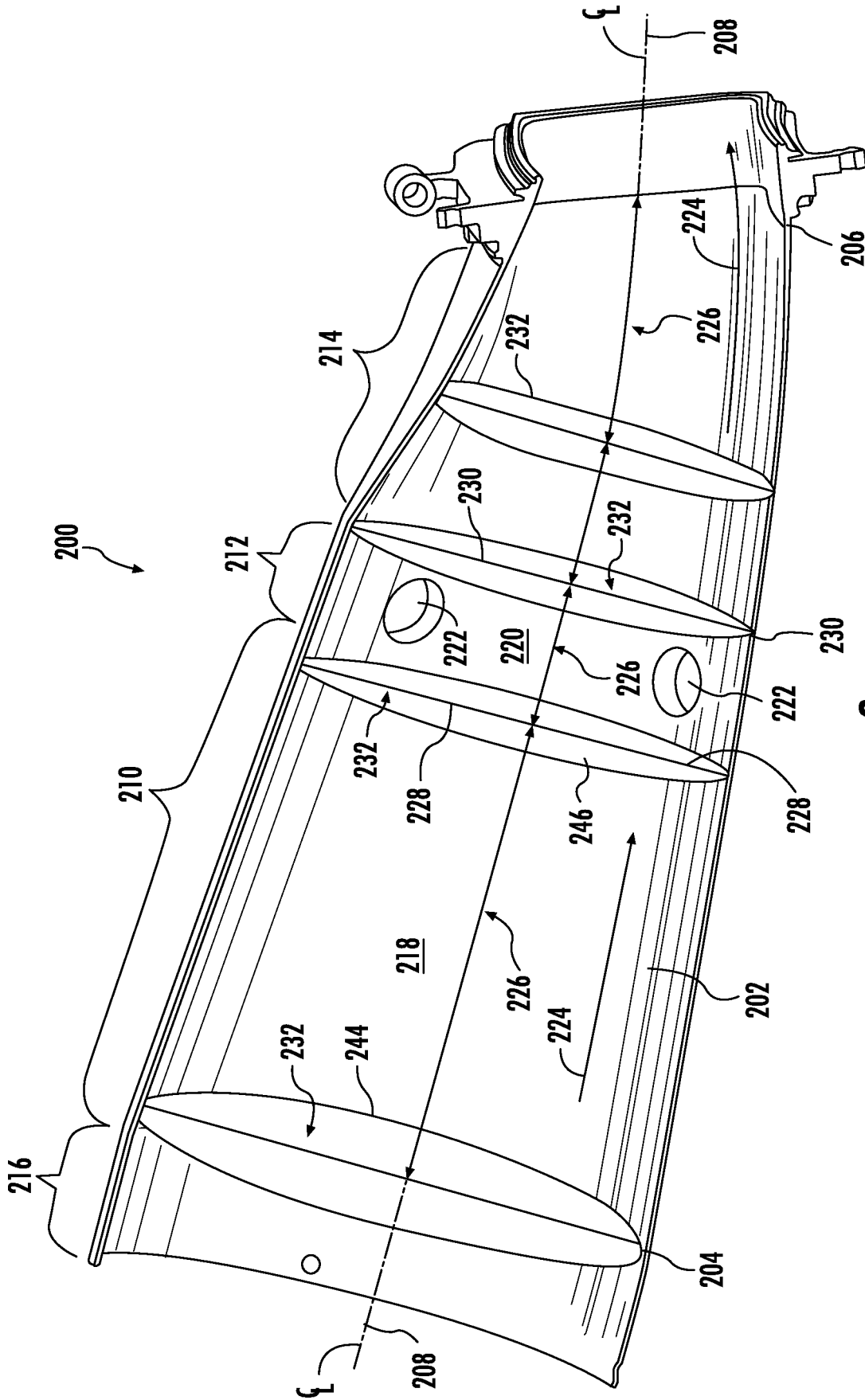


FIG. 8



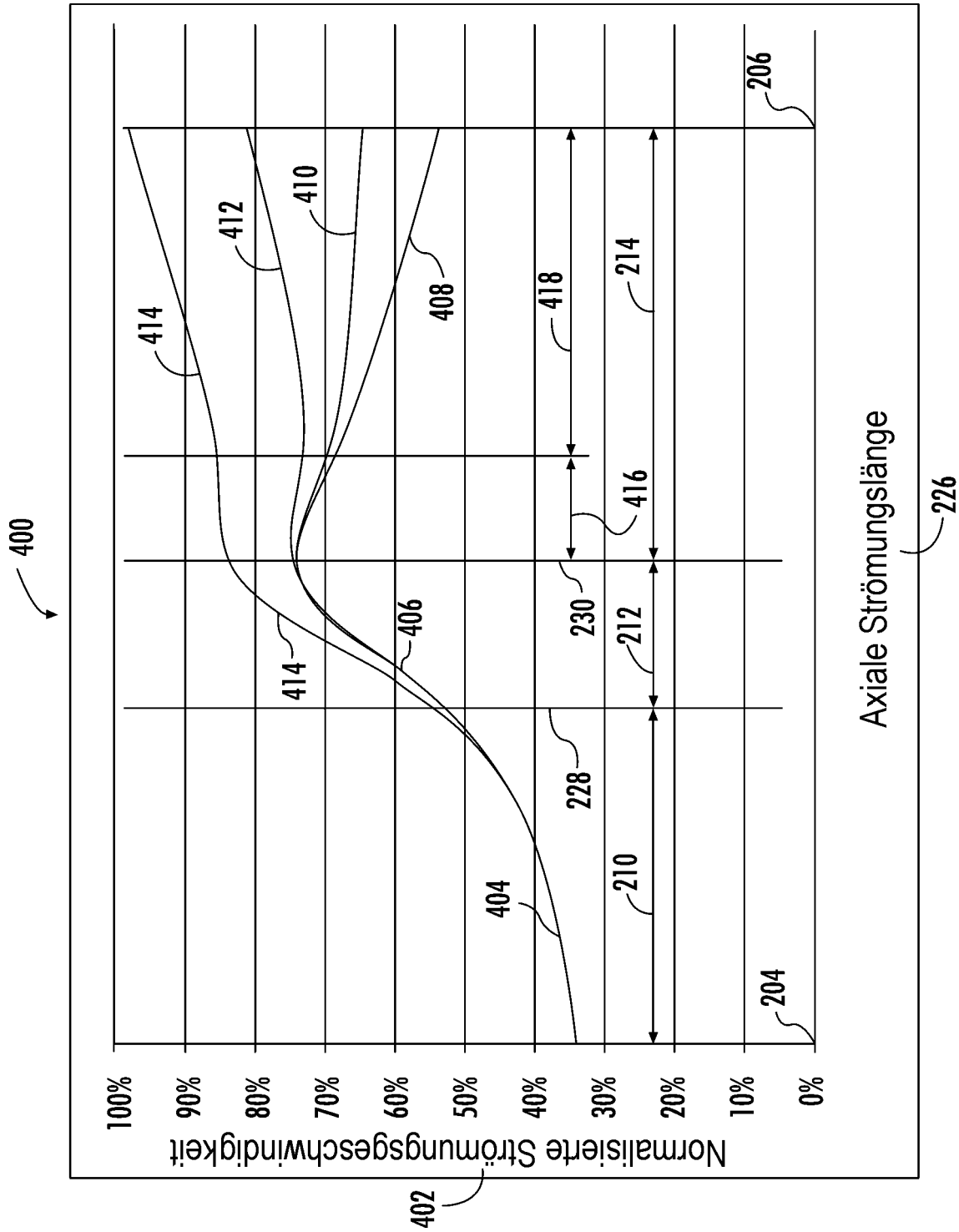


FIG. 10

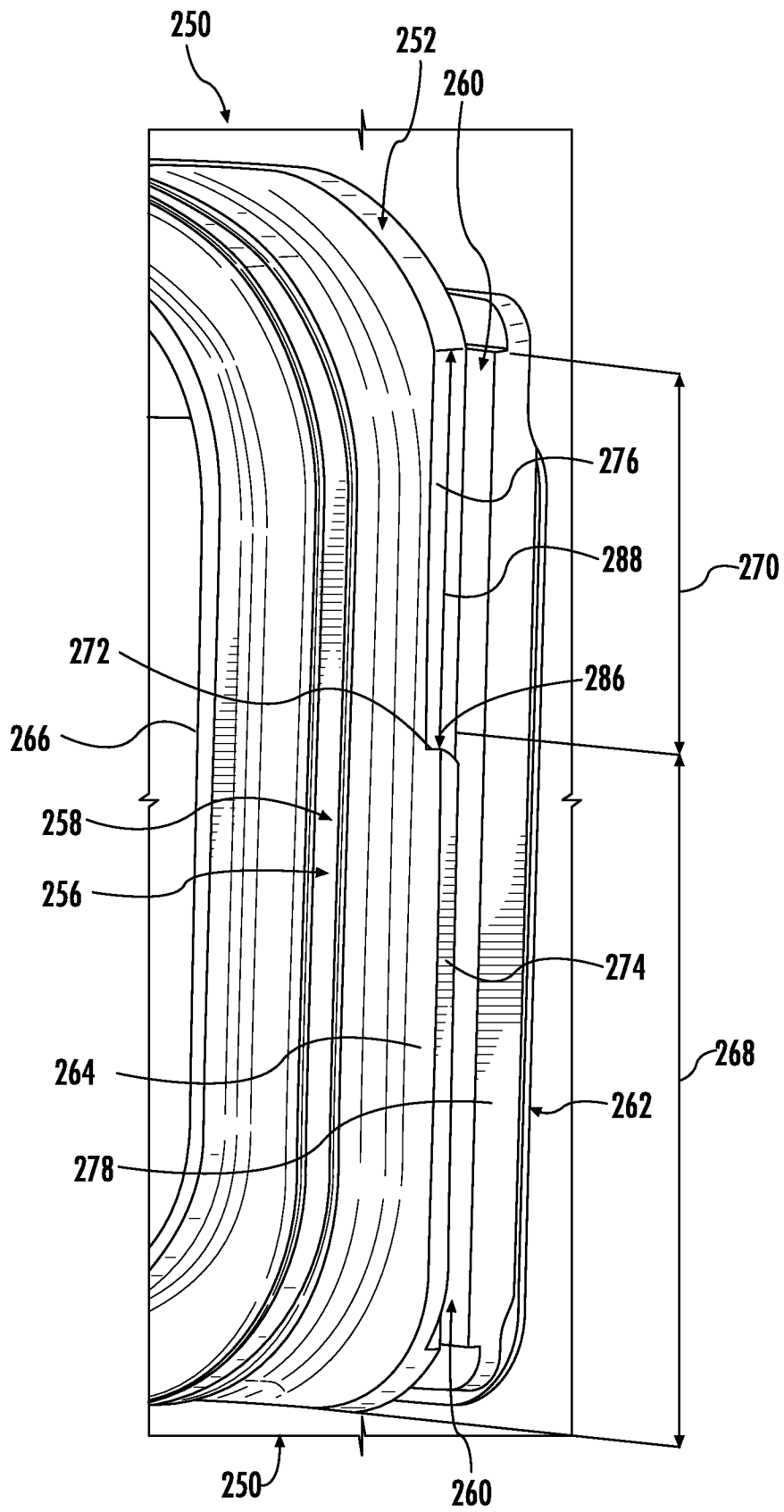
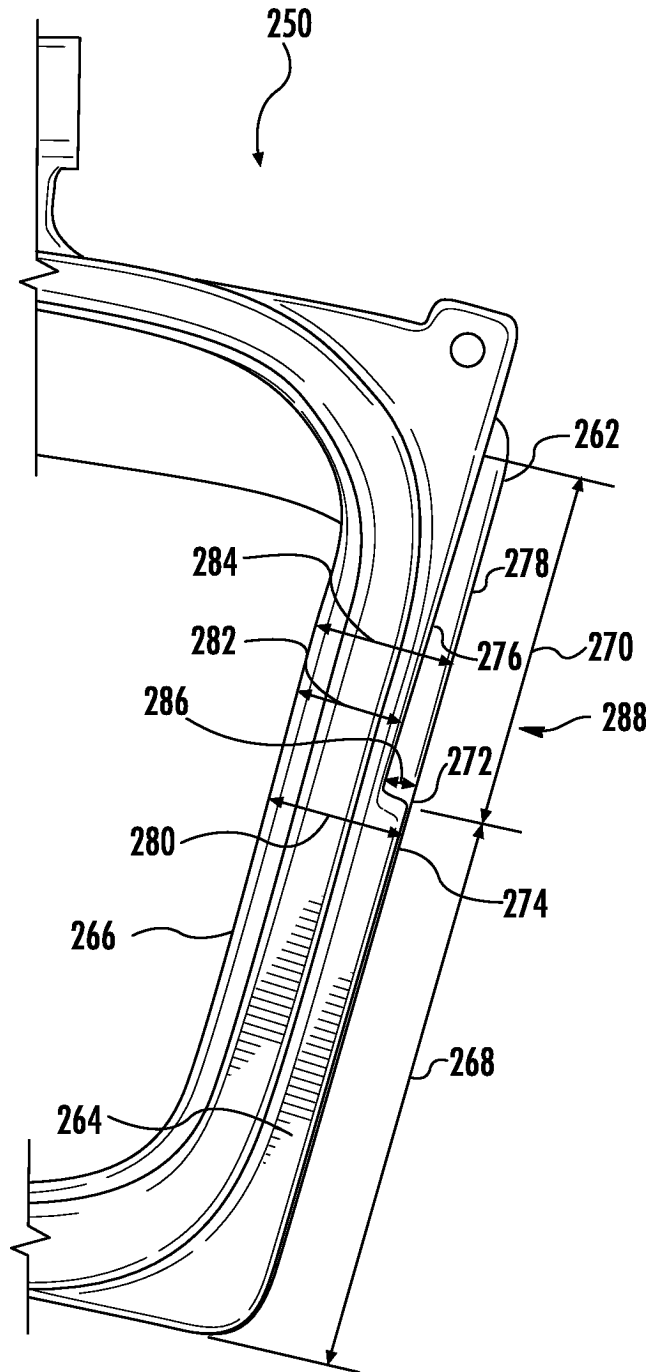
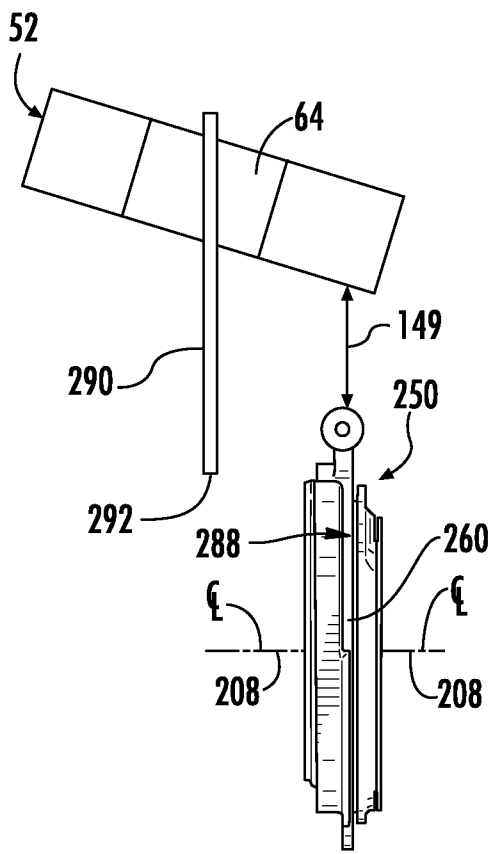


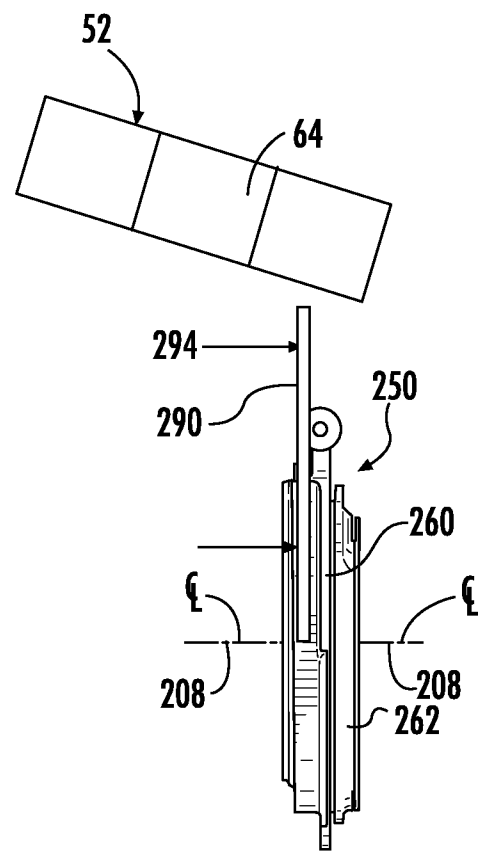
FIG. 11



**FIG. 12**



**FIG. 13**



**FIG. 14**

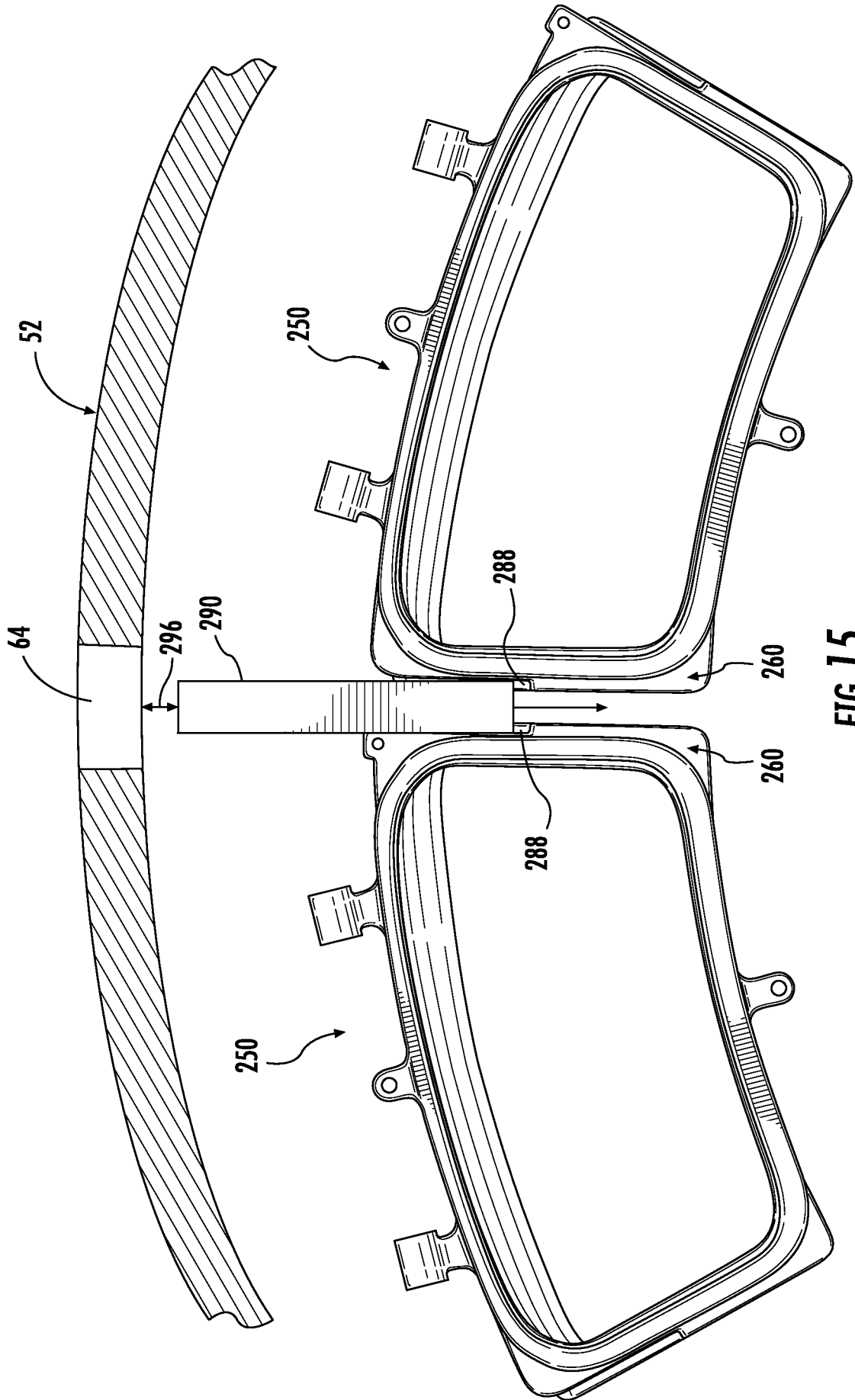


FIG. 15

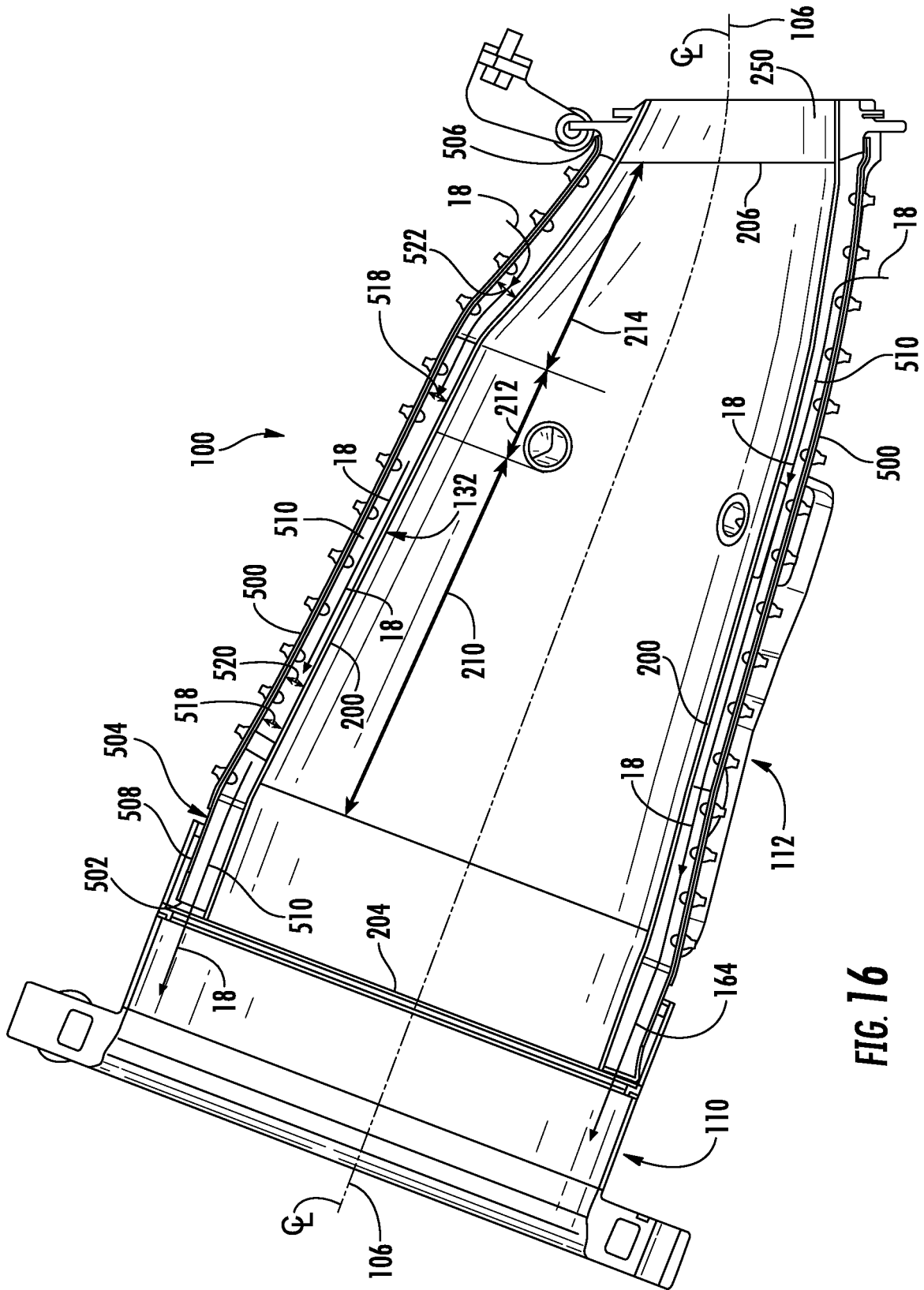


FIG. 16

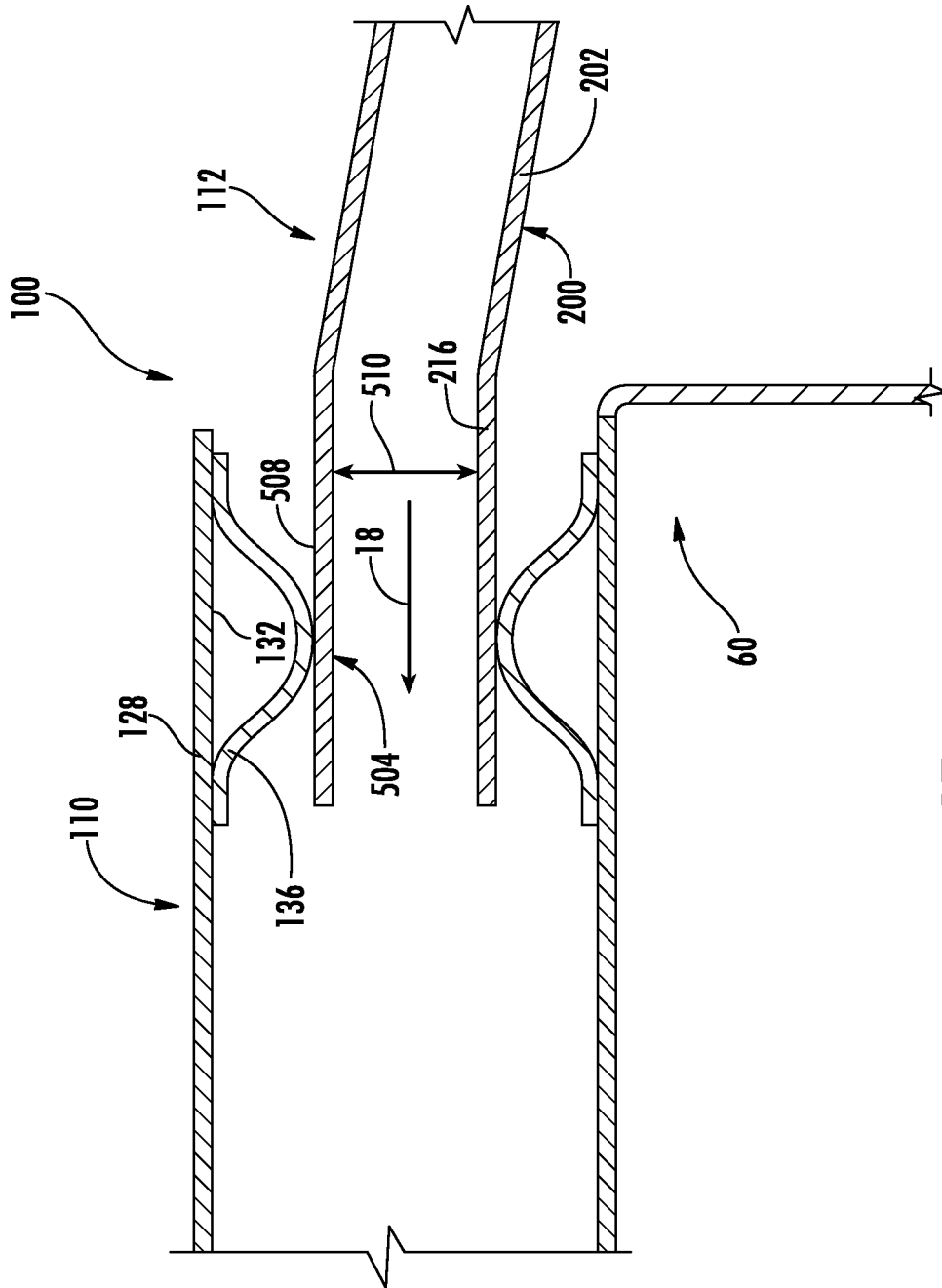
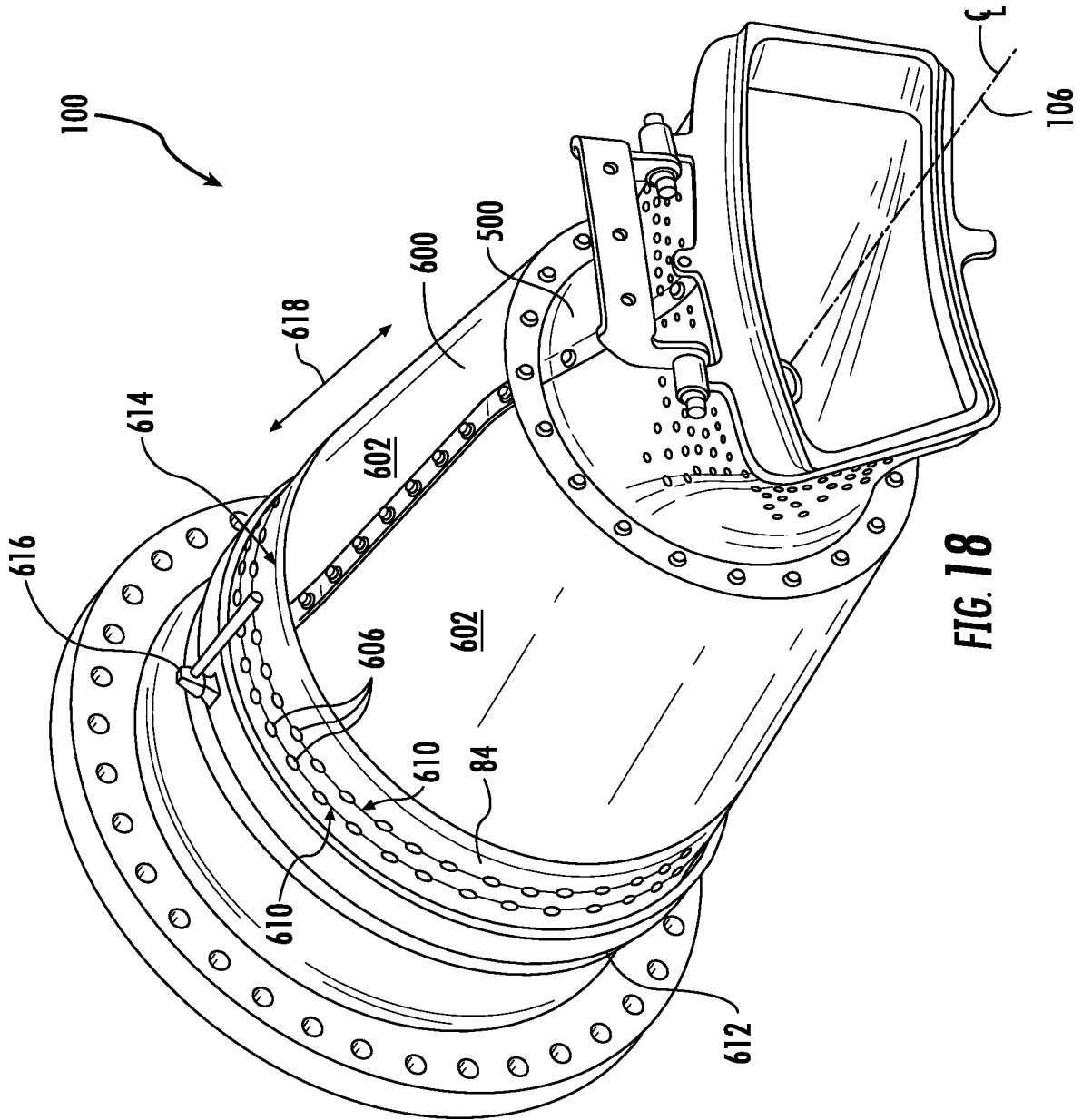


FIG. 17



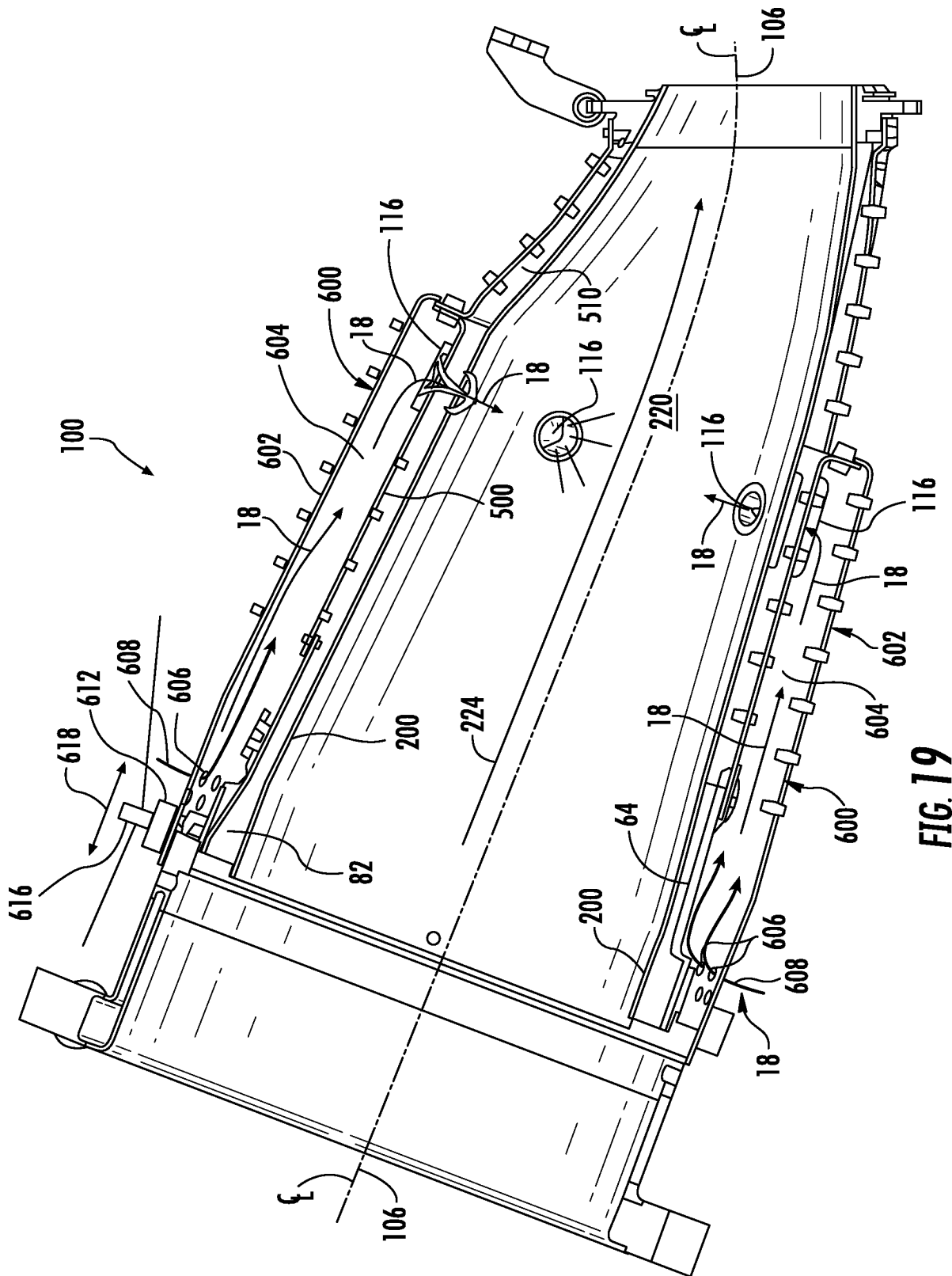
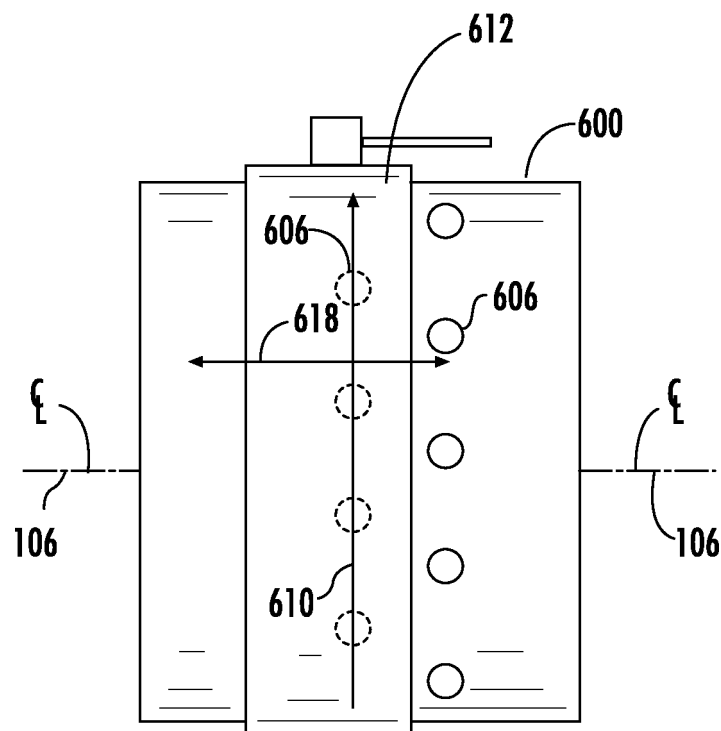


FIG. 19



**FIG. 20**

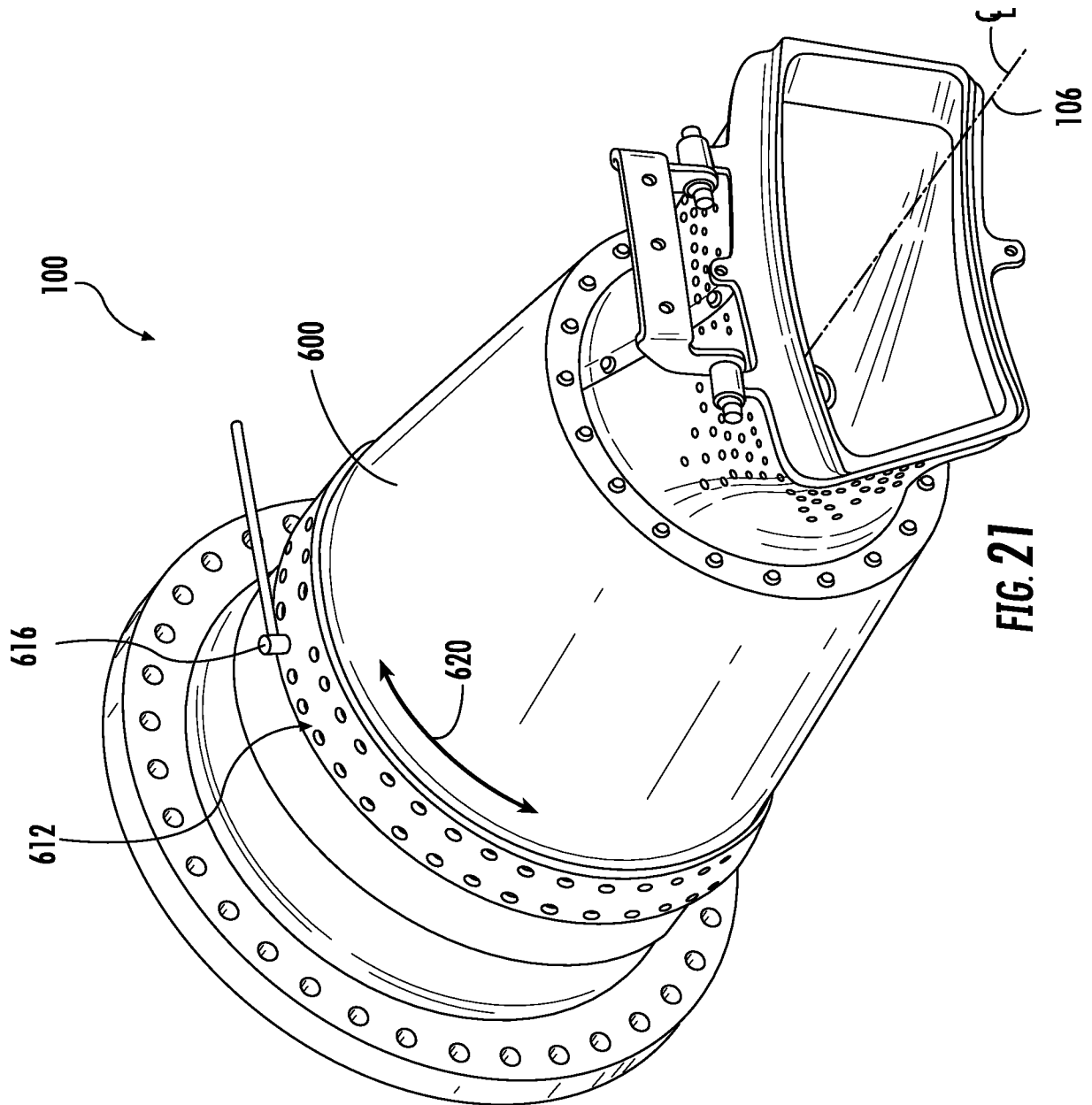
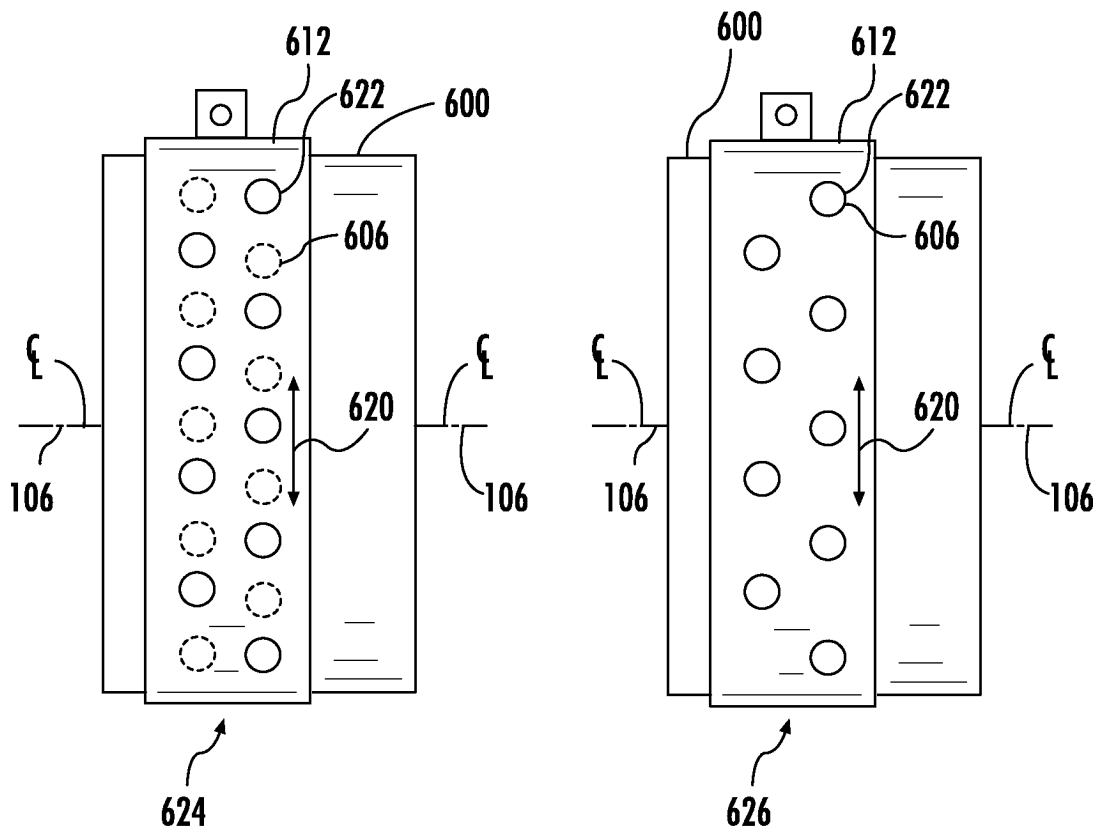


FIG. 21



**FIG. 22**

**FIG. 23**