



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2009 000 753.8
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US2009/037101
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2009/148680
(86) PCT-Anmeldetag: 13.03.2009
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 10.12.2009
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 03.03.2011
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16.05.2024

(51) Int Cl.: **F23R 3/28 (2006.01)**
F23R 3/34 (2006.01)

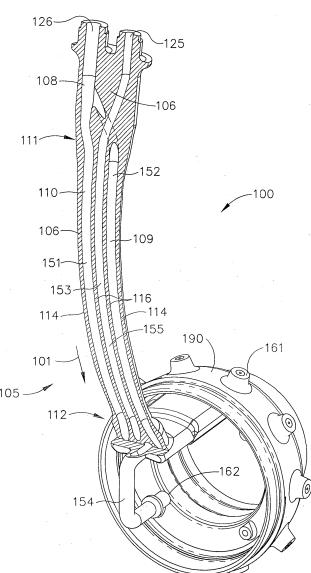
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:	61/044,116 11.04.2008 US	12/182,485 30.07.2008 US	12/182,469 30.07.2008 US
<hr/>			
(73) Patentinhaber:			
General Electric Company, Schenectady, NY, US			
<hr/>			
(74) Vertreter:			
Rüger Abel Patentanwälte PartGmbB, 73728 Esslingen, DE			
<hr/>			
(72) Erfinder:			
McMasters, Marie, Ann, Mason, Ohio, US; Benjamin, Michael A., Cincinnati, Ohio, US; Mancini, Alfred Albert, Cincinnati, Ohio, US			

(56) Ermittelter Stand der Technik:	US 6 951 227 B1
	US 7 788 927 B2
	US 2002 / 0 152 715 A1
	US 2005 / 0 205 232 A1
	US 2007 / 0 163 114 A1
	US 4 273 070 A
	US 5 501 840 A

(54) Bezeichnung: **Einheitliche Leitung zur Beförderung von Fluiden**

(57) Hauptanspruch: Einheitliche Fluidversorgungsleitung (105) zur Beförderung eines Fluids, wobei die Leitung aufweist:
einen Körper (106), der eine Außenkontur (140) aufweist;
einen Strömungskanal (108), der innerhalb des Körpers (106) angeordnet ist, wobei der Strömungskanal (108) eine Innenkontur (141), ein Einlassende (111) und ein Austrittsende (112) aufweist, wobei die Außenkontur (140) des Körpers (106) der Innenkontur (141) des Strömungskanals (108) im Wesentlichen entspricht;
wobei die Leitung (105) mehrere Strömungskanäle (108) aufweist, die innerhalb des Körpers (106) angeordnet sind, wobei die mehreren Strömungskanäle (108) durch wenigstens eine Trennwand (116), die eine Dicke aufweist, voneinander getrennt sind, wobei die Dicke der Trennwand (116) entlang einer Längsrichtung (101) variiert, und
wobei die Strömungskanäle (108) und der Körper (106) eine monolytische Konstruktion für die gesamte Komponente aufweisen.



Beschreibung

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0001] Diese Erfindung betrifft allgemein Leitungen zur Beförderung von Fluiden und insbesondere einheitliche Leitungen zur Beförderung von Brennstoff zu Brennstoffdüsen, die in Gasturbinentreibwerken (bzw. -maschinen) verwendet werden.

[0002] US 2007/0 163 114 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe mit einem Profil, wobei das Profil schichtweise aufgebaut wird.

[0003] US 6 951 227 B1 offenbart einen Schlauch mit mehreren Durchgängen.

[0004] US 7 788 927 B2 offenbart eine Brennstoffleitung mit mehreren Durchgängen.

[0005] US 5 501 840 A und US 4 273 070 A offenbaren jeweils eine Fluidversorgungsleitung zur Beförderung eines Fluids, wobei die Leitung aufweist: einen Körper, der eine Außenkontur aufweist; einen Strömungskanal, der innerhalb des Körpers angeordnet ist, wobei der Strömungskanal eine Innenkontur, ein Einlassende und ein Austrittsende aufweist, wobei die Außenkontur des Körpers der Innenkontur des Strömungskanals im Wesentlichen entspricht; wobei die Leitung mehrere Strömungskanäle aufweist, die innerhalb des Körpers angeordnet sind und durch wenigstens eine Trennwand, die eine konstante Dicke entlang ihrer Längserstreckung aufweist, voneinander getrennt sind, und wobei die Strömungskanäle und der Körper eine einteilige Konstruktion für die gesamte Komponente aufweisen.

[0006] US 5 501 840 A beschreibt ein Rapid Manufacturing Verfahren zur Herstellung einer monolytischen Komponente unter Verwendung von Stereolithografie auf der Basis eines 3D-Modells der Komponente.

[0007] Turbinentreibwerke (bzw. -maschinen) enthalten gewöhnlich mehrere Brennstoffdüsen zur Zuführung von Brennstoff zu der Brennkammer in dem Triebwerk. Der Brennstoff wird von einer Brennstoffdüse aus an dem vorderen Ende eines Brenners in Form eines stark zerstäubten Sprühstrahls eingebracht. Rings um die Brennstoffdüse strömt komprimierte Luft, die sich mit dem Brennstoff vermischt, um ein Brennstoff-Luft-Gemisch zu bilden, das durch den Brenner gezündet wird. Aufgrund der begrenzten Brennstoffdruckverfügbarkeit und eines weiten Bereiches der erforderlichen Brennstoffströmung enthalten viele Brennstoffinjektoren Pilot- und Hauptdüsen, wobei während des Starts nur die Pilotdüsen eingesetzt werden, während beide Düsen während eines Betriebes mit höherer Leistung einge-

setzt werden. Die Strömung zu den Hauptdüsen wird während des Starts und eines Betriebes mit niedriger Leistung reduziert oder unterbrochen. Derartige Injektoren können im Vergleich zu Einzeldüsen-Brennstoffinjektoren effizienter und mit saubererer Verbrennung arbeiten, da die Brennstoffströmung für die spezielle Brenneranforderung genauer gesteuert/geregelt und der Brennstoffsprühstrahl genauer gerichtet werden kann. Die Pilot- und Hauptdüsen können innerhalb derselben Düsenanordnung enthalten sein oder können in gesonderten Düsenanordnungen gehalten sein. Diese Doppel-Düsen-Brennstoffinjektoren können auch konstruiert sein, um eine weitere Steuerung des Brennstoffs für Dualbrenner zu ermöglichen, wodurch eine noch größere Brennstoffeffizienz und eine Reduktion schädlicher Emissionen erzielt werden kann. Die Temperatur des gezündeten Brennstoff-Luft-Gemisches kann Werte über 3500 Grad F (1920°C) erreichen. Es ist deshalb wichtig, dass die Brennstoffzufuhrleitungen, Strömungskanäle und Verteilungssysteme im Wesentlichen leckagefrei und gegen die Flammen und Hitze geschützt sind.

[0008] Im Laufe der Zeit kann eine fortgesetzte Einwirkung durch hohe Temperaturen während des Turbinentreibwerksbetriebes Wärmebelastungen in den Leitungen und Brennstoffdüsen hervorrufen, die die Leitungen oder Brennstoffdüsen beschädigen und ihren Betrieb nachteilig beeinflussen können. Z.B. können Wärmebelastungen Brennstoffströmungsreduktionen in den Leitungen hervorrufen und zu übermäßiger Brennstofffehlverteilung in dem Turbinentreibwerk führen. Außerdem kann ein fortgesetzter Betrieb mit beschädigten Brennstoffdüsen im Laufe der Zeit eine verringerte Turbineneffizienz, Störungen von Turbinenkomponenten und/oder eine reduzierte Sicherheitsreserve der Maschinenabgastemperatur zur Folge haben.

[0009] Eine Verbesserung des Lebenszyklus von Brennstoffdüsen, die in dem Turbinentreibwerk eingebaut sind, kann die Lebensdauer des Turbinentreibwerks verlängern. Bekannte Brennstoffdüsen enthalten ein Liefersystem und ein Trägersystem. Das Liefersystem, das Leitungen zur Beförderung von Fluiden aufweist, liefert Brennstoff zu dem Turbinentreibwerk und ist innerhalb des Turbinentreibwerks durch das Trägersystem getragen und abgeschirmt. Insbesondere umgeben bekannte Trägersysteme das Liefersystem, und sie sind als solche höheren Temperaturen ausgesetzt und haben höhere Betriebstemperaturen als die Liefersysteme, die durch ein Fluid, das durch die Brennstoffdüse strömt, gekühlt werden. Es kann möglich sein, die Wärmebelastungen in den Leitungen und Brennstoffdüsen durch Konfiguration ihrer äußeren und inneren Konturen und Dicken zu reduzieren.

[0010] Herkömmliche Gasturbinentreibwerkskomponenten, wie bspw. Brennstoffdüsen und ihre zugehörigen Leitungen, sind allgemein teuer herzustellen und/oder zu reparieren, weil die herkömmlichen Brennstoffdüsenkonstruktionen, die komplizierte Leitungen zur Beförderung von Brennstoff aufweisen, ein aufwendiges Zusammenbauen und Verbinden von mehr als dreißig Komponenten umfassen. Insbesondere kann die Verwendung von Hartlötverbindungen die Zeitspanne, die zur Herstellung derartiger Komponenten erforderlich ist, erhöhen und kann auch den Fertigungsprozess aus einem beliebigen von verschiedenen Gründen komplizierter gestalten, zu den gehören: die Notwendigkeit einer passenden Region, um die Platzierung einer Hartlötlegierung zu ermöglichen; die Notwendigkeit, ein unerwünschtes Fließen der Hartlötlegierung zu minimieren; die Notwendigkeit einer akzeptablen Prüfmethode zur Verifizierung der Hartlötqualität; und die Notwendigkeit, verschiedene Hartlötlegierungen verfügbar zu haben, um ein Wiederschmelzen vorheriger Hartlötverbindungen zu verhindern. Darüber hinaus können zahlreiche Hartlötverbindungen mehrere Hartlöt durchläufe zur Folge haben, die das Ausgangsmaterial der Komponente schwächen können. Die Existenz zahlreicher Hartlötverbindungen kann in unerwünschter Weise das Gewicht und die Herstellungskosten der Komponente erhöhen.

[0011] Demgemäß wäre es wünschenswert, Leitungen zur Beförderung von Fluiden, wie z.B. Brennstoffzuführleitungen für Brennstoffdüsen, zu haben, die zur Reduktion möglicher Leckage und anderer unerwünschter Effekte, wie sie zuvor beschrieben sind, eine einheitliche Konstruktion aufweisen. Es ist erwünscht, Fluidzuführleitungen mit komplexen Geometrien zu haben, die eine einheitliche Konstruktion aufweisen, um die Kosten zu reduzieren und den Zusammenbau zu erleichtern. Es ist erwünscht, ein Verfahren zum Herstellen einheitlicher Leitungen mit komplexen dreidimensionalen Geometrien zur Beförderung von Fluiden, wie beispielsweise Brennstoffzuführleitungen für Brennstoffdüsen, zu haben.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0012] Der vorstehend erwähnte Bedarf oder die Bedürfnisse kann/können durch eine Fluidversorgungsleitung zur Beförderung eines Fluids mit den Merkmalen des Unabhängigen Anspruch 1 erfüllt werden. Besonders bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Fluidversorgungsleitung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] Der Gegenstand, der als die Erfindung angesehen wird, ist in dem anschließenden Teil der Offenbarung besonders angegeben und deutlich beansprucht. Die Erfindung kann jedoch am besten unter

Bezugnahme auf die folgende Beschreibung verstanden werden, die in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungsfiguren angegeben ist, in denen:

Fig. 1 zeigt eine schematisierte Ansicht eines Turbofan-Gasturbinentreibwerks mit hohem Nebenstromverhältnis.

Fig. 2 zeigt eine isometrische Ansicht eines Brennstoffverteilers, der eine einheitliche Leitung aufweist, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht der in **Fig. 2** veranschaulichten einheitlichen Leitung.

Fig. 4 zeigt eine isometrische Ansicht eines Brennstoffverteilers, der eine einheitliche Leitung gemäß einer alternativen beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist.

Fig. 5 zeigt eine Querschnittsansicht der in **Fig. 4** veranschaulichten einheitlichen Leitung.

Fig. 6 zeigt eine isometrische Ansicht eines Brennstoffverteilers, der eine einheitliche Leitung gemäß einer weiteren alternativen beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist.

Fig. 7 zeigt eine Querschnittsansicht in der Nähe eines Einlassendes der in **Fig. 6** veranschaulichten einheitlichen Leitung.

Fig. 8 zeigt eine Querschnittsansicht an einer Zwischenstelle der in **Fig. 6** veranschaulichten einheitlichen Leitung.

Fig. 9 zeigt eine Querschnittsansicht in der Nähe eines Austrittsendes der in **Fig. 6** veranschaulichten einheitlichen Leitung.

Fig. 10 zeigt eine isometrische Längsschnittsansicht einer einheitlichen Leitung gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 11 zeigt eine isometrische Ansicht einer beispielhaften Brennstoffdüse, die eine einheitliche Leitung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist.

Fig. 12 zeigt eine ausschnittsweise isometrische Schnittansicht der in **Fig. 11** veranschaulichten beispielhaften Brennstoffdüse.

Fig. 13 zeigt eine ausschnittsweise isometrische Schnittansicht der in **Fig. 11** veranschaulichten beispielhaften Brennstoffdüse.

Fig. 14 zeigt ein Flussdiagramm, das eine beispielhafte Ausführungsform eines als solches nicht beanspruchten Verfahrens zum Herstellen einer erfindungsgemäßen einheitlichen Leitung veranschaulicht.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER
ERFINDUNG

[0014] Indem nun im Einzelnen auf die Zeichnungen Bezug genommen wird, in denen gleiche Bezugszeichen überall in den Figuren gleiche Elemente kennzeichnen, zeigt **Fig. 1** in schematisierter Form ein beispielhaftes Gasturbinentreibwerk 10 (der Bauart mit hohem Nebenstromverhältnis), das eine beispielhafte Ausführungsform einer einheitlichen Leitung zur Beförderung von flüssigem Brennstoff zu Brennstoffinjektoren enthält. Das beispielhafte Gasturbinentreibwerk 10 weist für Bezugszwecke eine durch dieses hindurch verlaufende axiale Mittellinienachse 12 auf. Das Triebwerk 10 enthält vorzugsweise ein Gasturbinenkerntriebwerk, das allgemein durch das Bezugszeichen 14 gekennzeichnet ist, und einen Bläserabschnitt 16, der stromaufwärts von diesem angeordnet ist. Das Kerntriebwerk 14 enthält gewöhnlich ein im Wesentlichen rohrförmiges äußeres Gehäuse 18, das einen kreisringförmigen Einlass 20 definiert. Das äußere Gehäuse 18 umschließt ferner und stützt einen Booster-Verdichter 22, der dazu dient, den Druck der Luft, die in das Kerntriebwerk 14 eintritt, auf ein erstes Druckniveau anzuheben. Ein mehrstufiger Hochdruck-Axialverdichter 24 empfängt unter Druck stehende Luft von dem Booster-Verdichter 22 und erhöht den Druck der Luft weiter. Die Druckluft strömt zu einem Brenner 26, in dem Brennstoff in den unter Druck stehenden Luftstrom injiziert und gezündet wird, um die Temperatur und das Energieniveau der Druckluft zu erhöhen. Die energiereichen Verbrennungsprodukte strömen von dem Brenner 26 zu einer ersten (Hochdruck-)Turbine 28, um den Hochdruckverdichter 24 über eine erste (Hochdruck-) Antriebswelle 30 anzutreiben, und anschließend zu einer zweiten (Niederdruck-)Turbine 32, um den Booster-Verdichter 22 und den Bläserabschnitt 16 über eine zweite (Niederdruck-) Antriebswelle 34 anzutreiben, die koaxial zu der ersten Antriebswelle 30 verläuft. Nach dem Antreiben jeder der Turbinen 28 und 32 verlassen die Verbrennungsprodukte das Kerntriebwerk 14 über eine Auslassdüse 36, um wenigstens einen Teil des Strahl-Antriebsschubs des Triebwerks 10 zu liefern.

[0015] Der Bläserabschnitt 16 enthält einen drehbaren Axialfluss-Bläserrotor 38, der von einem ringförmigen Bläsergehäuse 40 umgeben ist. Es versteht sich, dass das Bläsergehäuse 40 von dem Kerntriebwerk 14 mittels mehrerer im Wesentlichen radial verlaufender, in Umfangsrichtung voneinander beabstandeter Auslassleitschaufeln 42 abgestützt ist. Auf diese Weise umschließt das Bläsergehäuse 40 den Bläserrotor 38 und die Bläserrotorschaufeln 44. Ein stromabwärts befindlicher Abschnitt 46 des Bläsergehäuses 40 erstreckt sich über einem äußeren Abschnitt des Kerntriebwerks 14, um eine sekundäre oder Nebenstrom-Luftströmungsleitung 48 zu definieren, die zusätzlichen Strahl-Antriebsschub liefert.

[0016] Von der Strömung aus betrachtet, versteht es sich, dass ein anfänglicher Luftstrom, wie er durch einen Pfeil 50 dargestellt ist, in das Gasturbinentreibwerk 10 durch einen Einlass 52 zu dem Bläsergehäuse 40 eintritt. Der Luftstrom 50 strömt an den Bläserlaufschaufeln 44 vorbei und teilt sich in einen ersten komprimierten Luftstrom (wie er durch einen Pfeil 54 dargestellt ist), der durch eine Leitung 48 verläuft, und einen zweiten komprimierten Luftstrom (der durch einen Pfeil 56 dargestellt ist) auf, der in den Booster-Verdichter 22 eintritt.

[0017] Der Druck des zweiten komprimierten Luftstroms 56 wird erhöht, und dieser tritt in den Hochdruckverdichter 24, wie durch einen Pfeil 58 dargestellt, ein. Nachdem er in dem Brenner 26 mit Brennstoff vermischt und verbrannt wird, treten Verbrennungsprodukte 60 aus dem Brenner 26 aus und strömen durch die erste Turbine 28. Die Verbrennungsprodukte 60 strömen anschließend durch die zweite Turbine 32 und treten aus der Auslassdüse 36 aus, um wenigstens einen Teil des Schubs für das Gasturbinentreibwerk 10 zu liefern.

[0018] Der Brenner 26 enthält eine ringförmige Brennkammer 62, die zu der Längsachse 12 koaxial verläuft, sowie einen Einlass 64 und einen Auslass 66. Wie oben erwähnt, empfängt der Brenner 26 einen ringförmigen Strom unter Druck stehender Luft von einem Hochdruckverdichteraustrittsauslass 69. Ein Teil dieser Verdichterauslassluft strömt in einen (nicht veranschaulichten) Mischer. Brennstoff wird von einer Brennstoffdüsenspitzenanordnung injiziert, damit er sich mit der Luft vermischt und ein Brennstoff-Luft-Gemisch bildet, das der Brennkammer 62 zur Verbrennung zugeführt wird. Ein Zünden des Brennstoff-Luft-Gemisches wird durch eine geeignete Zündvorrichtung bewerkstelligt, und die resultierenden Verbrennungsgase 60 strömen in einer Axialrichtung zu einer ringförmigen Erststufen-Turbinendüse 72 hin und in diese hinein. Die Düse 72 ist durch einen ringförmigen Strömungskanal definiert, der mehrere sich radial erstreckende, in Umfangsrichtung voneinander beabstandete Düsenleitschaufeln 74 enthält, die die Gase derart umlenken, dass diese unter einem Winkel strömen und auf die Erststufen-Turbinenschaufeln der ersten Turbine 28 auftreffen. Wie in **Fig. 1** veranschaulicht, dreht die erste Turbine 28 vorzugsweise den Hochdruckverdichter 24 über die erste Antriebswelle 30. Die Niederdruckturbine 32 treibt vorzugsweise den Booster-Verdichter 22 und den Bläserrotor 38 über die zweite Antriebswelle 34 an.

[0019] Die Brennkammer 62 befindet sich innerhalb des Triebwerksaußengehäuses 18. Brennstoff wird in die Brennkammer durch Brennstoffdüsen geliefert, wie sie beispielsweise in den **Fig. 11, 12 und 13** veranschaulicht sind. Flüssiger Brennstoff wird durch einheitliche Leitungen 105 (d.h. Leitungen mit

einem einheitlichen, einteiligen Aufbau), befördert, wie sie zum Beispiel in den **Fig. 2, 4, 6 und 10** veranschaulicht sind. Die einheitlichen Leitungen 105 können in einem Schaft 102 angeordnet und mit einer Brennstoffverteilerspitze 190 verbunden sein. Pilot-Brennstoff und Hauptbrennstoff werden in den Brenner 26 durch Brennstoffdüsen spitzenanordnungen unter Verwendung herkömmlicher Mittel eingesprührt. Während des Betriebs des Turbinentreibwerks wird Pilot-Brennstoff zu Beginn durch den Pilot-Brennstoffdurchgang 153 (vgl. z.B. **Fig. 10**) während vorbestimmter Triebwerksbetriebsbedingungen, wie beispielsweise während eines Start- und Leerlaufbetriebs, zugeführt. Der Pilot-Brennstoff wird durch den Pilot-Brennstoffauslass 162 aus der Brennstoffverteilerspitze 190 ausgegeben. Wenn zusätzliche Leistung angefordert wird, wird Hauptbrennstoff durch Hauptbrennstoffdurchgänge 151, 152 (vgl. z.B. **Fig. 10**) zugeführt, und der Hauptbrennstoff wird unter Verwendung der Hauptbrennstoffauslässe 161 versprührt.

[0020] **Fig. 2-10** zeigen beispielhafte Ausführungsformen einer einheitlichen Leitung 105 zur Beförderung von Fluiden gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Ausdruck „einheitlich“ wird in dieser Anmeldung verwendet um auszudrücken, dass die zugehörige Komponente, wie beispielsweise die Leitung 105, wie sie hierin beschrieben ist, während der Herstellung als ein Einzelteil hergestellt wird. Somit weist eine einheitliche Komponente einen monolytischen Aufbau für die gesamte Komponente auf und unterscheidet sich von einer Komponente, die aus mehreren Komponentenstücken hergestellt worden ist, die zusammengefügt worden sind, um eine einzelne Komponente zu bilden.

[0021] **Fig. 2** zeigt eine isometrische Ansicht eines Brennstoffverteilers 100, der eine einheitliche Leitung 105 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist. Der beispielhafte Brennstoffverteiler 100, wie er in **Fig. 2** veranschaulicht ist, weist eine einheitliche Leitung 105 und eine Verteilerspitze 190 auf. Die einheitliche Leitung 105 und die Verteilerspitze 190 können eine einheitliche Konstruktion, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, aufweisen, die unter Verwendung hierin nachstehend beschriebener Verfahren erzeugt ist. Alternativ kann der Brennstoffverteiler 100 gefertigt werden, indem die Verteilerspitze 190 und die einheitliche Leitung 105 gesondert hergestellt und diese unter Verwendung geeigneter herkömmlicher Befestigungsmittel miteinander gekoppelt werden, so dass die Verteilerspitze 190 mit der einheitlichen Leitung 105 in Strömungsverbindung steht.

[0022] Wie in den **Fig. 2-10** veranschaulicht, weist die einheitliche Leitung 105 einen oder mehrere Strömungskanäle bzw. -durchgänge 108 auf, die innerhalb eines Körpers 106 angeordnet sind. Die einheit-

liche Leitung 105 weist ein Einlassende 111 und ein Austrittsende 112 auf. Ein Fluid tritt in die Leitung 105 an dem Einlassende 111 ein und strömt in einer Längsrichtung 101 zu dem Austrittsende 112 hin, und es tritt aus der Leitung 105 an dem Austrittsende 112 aus. **Fig. 3** zeigt eine Querschnittsansicht der in **Fig. 2** veranschaulichten beispielhaften einheitlichen Leitung. Wie in **Fig. 2** veranschaulicht, weist die einheitliche Leitung 105 einen Körper 106, der eine Außenkontur 140 und mehrere Strömungs kanäle bzw. -durchgänge 108 aufweist, die sich innerhalb des Körpers 106 befinden. Die Strömungs kanäle haben eine Querschnittsgestalt 120 und eine Innenkontur 141. In der in **Fig. 3** veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform sind vier Kanäle vorhanden, wobei jeder eine kreisförmige Querschnittsgestalt aufweist. Wie in **Fig. 2** veranschaulicht, können die Strömungs kanäle unterschiedliche Größen haben. Zum Beispiel sind in der beispielhaften Ausführungsform, wie sie in **Fig. 2** veranschaulicht ist, die zwei außen befindlichen Kanäle 155, 157 Pilot-Brennstoffströmungs kanäle, während die beiden inneren Kanäle 151, 152 Hauptbrennstoffströmungs kanäle sind, die in einem Brennstoffverteiler 100 verwendet werden. Jeder Strömungs kanal 108 weist eine Wand, wie beispielsweise die als Element 114 veranschaulichte, auf, die die Innenkontur 141 des Strömungs kanals 108 von der Außenkontur 140 des Körpers 106 trennt. Benachbart zueinander angeordnete Strömungs kanäle 108 innerhalb des Körpers 106 sind durch eine Trennwand voneinander getrennt, wie sie beispielsweise als das Element 116 veranschaulicht ist. In der beispielhaften Ausführungsform, wie sie in den **Fig. 2** und **3** veranschaulicht ist, haben die Hauptströmungs kanäle 151, 152 jeweils einen Durchmesser zwischen etwa 0,060 Zoll und 0,150 Zoll, und die Pilot-Strömungs kanäle 155, 157 haben jeweils einen Durchmesser zwischen etwa 0,040 Zoll und 0,150 Zoll. Die Wand 114 hat eine Dicke zwischen etwa 0,020 Zoll und 0,060 Zoll. Die Trennwand 116 hat eine Dicke zwischen etwa 0,020 Zoll und 0,060 Zoll.

[0023] Gewöhnlich werden basierend auf herstellungsbezogenen Betrachtungen kreisförmige Querschnitte in den Strömungs kanälen gewählt. Jedoch ist es in einigen Fällen, wie bspw. in Brennstoffkreis läufen, die Wärmebelastungen ausgesetzt sind, vorteilhaft, Strömungs kanäle 118 zu haben, die einen nicht kreisförmigen Querschnitt aufweisen. Es ist möglich, durch geeignete Konturierung der inneren Abschnitte des Strömungs kanals 108 und der Außenkontur 140 des Körpers 106 Belastungskonzentrationen in den Strömungs kanälen 108 zu reduzieren. Die Strömungs kanäle 108 können rund (vgl. **Fig. 3**) oder oval (**Fig. 5**) gestaltet sein. Die runden Kanäle würden eine kleinere Länge, jedoch eine größere Weite ergeben. Die ovalen Kanäle würden eine kleinere Weite, jedoch eine größere Länge ergeben. Die kleinere Weite bietet mehr Flexibilität in dem

Zufuhrabschnitt der einheitlichen Leitung 105 und ermöglicht eine Reduktion der Wärmeverluste in dem Körper 106. **Fig. 4** zeigt eine isometrische Ansicht eines Brennstoffverteilers, der eine einheitliche Leitung 105 gemäß einer alternativen beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist, wobei ein Strömungskanal 118 eine nicht kreisförmige Querschnittsgestalt 121 aufweist. **Fig. 5** zeigt eine Querschnittsansicht der in **Fig. 4** veranschaulichten einheitlichen Leitung 105. Die Innenkontur 141 jedes Strömungskanals 118 kann ausgewählt sein, um kreisförmig, nicht kreisförmig oder eine beliebige geeignete Kombination von kreisförmigen und nicht kreisförmigen Gestalten zu sein. **Fig. 5** zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer einheitlichen Leitung 105, die einen Strömungskanal mit einer kreisförmigen Kontur und drei Strömungskanäle 118 mit nicht kreisförmigen Konturen 141 aufweist. Jeder Strömungskanal 118 weist eine Wand 114 auf, die seine Innenkontur 141 von der Außenkontur 140 des Körpers 106 trennt. Benachbart zueinander befindliche Strömungskanäle 118 innerhalb des Körpers 106 sind durch eine Trennwand 116 voneinander getrennt. In der in **Fig. 5** veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform weisen die nicht kreisförmigen Strömungskanäle 118 Querschnittsflächen zwischen etwa 0,004 Quadratzoll und 0,018 Quadratzoll auf, und der kreisförmige Pilot-Strömungskanal weist eine Querschnittsfläche von etwa 0,005 Quadratzoll auf. Die Wand 114 hat eine Dicke zwischen etwa 0,020 Zoll und 0,060 Zoll. Die Trennwand 116 hat eine Dicke zwischen etwa 0,020 Zoll und 0,060 Zoll.

[0024] In den beispielhaften Ausführungsformen der einheitlichen Leitung 105, wie sie in den **Fig. 2-5** veranschaulicht sind, bleiben die Querschnittsformen 120, 121 der Strömungskanäle 108 von dem Einlassende 111 zu dem Austrittsende 112 der einheitlichen Leitung 105 im Wesentlichen konstant. In ähnlicher Weise können die Querschnittsflächen jedes Strömungskanals 108 von dem Einlassende 111 zu dem Austrittsende 112 der einheitlichen Leitung 105 im Wesentlichen konstant sein. Alternativ kann die Querschnittsfläche eines Strömungskanals 108 von dem Einlassende 111 zu dem Austrittsende 112 der Einheitsleitung 105 vorzugsweise im Wesentlichen gleichmäßig variiert werden, um geeignete Strömungscharakteristika innerhalb der Verteilerspitze 190 der Brennstoffdüse zu erreichen. Z.B. ist es möglich, das Fluid in einigen Strömungskanälen 108 innerhalb der einheitlichen Leitung 105 zu beschleunigen, indem der Strömungsquerschnitt vorzugsweise im Wesentlichen gleichmäßig zwischen dem Einlassende 111 und dem Austrittsende 112 reduziert wird.

[0025] In einigen Anwendungen ist es vorteilhaft, die Innenkontur 141 und Querschnittsfläche des Strömungskanals 108 in der einheitlichen Leitung

105 zwischen dem Einlassende 111 und dem Austrittsende 112 zu variieren. **Fig. 6-9** zeigen eine beispielhafte Ausführungsform einer einheitlichen Leitung 105, die vier Strömungskanäle 108 aufweist, die eine erste Querschnittsgestalt 131 in der Nähe des Einlassendes 111 und eine zweite Querschnittsgestalt 132 in der Nähe des Austrittsendes 112 aufweisen. Die Querschnittsgestalt 141 ändert sich im Wesentlichen gleichmäßig zwischen der ersten Querschnittsgestalt 131 in der Nähe des Einlassendes 111 und der zweiten Querschnittsgestalt 132 in der Nähe des Austrittsendes 112. **Fig. 7-9** zeigen Querschnitte der einheitlichen Leitung 105 in der Nähe des Einlassendes 111, an dem Austrittsende 112 und an einer Zwischenstelle zwischen dem Einlassende 111 und dem Austrittsende 112. Wie in den **Fig. 7-9** veranschaulicht, ist die erste Querschnittsgestalt 131 für jeden der vier Kanäle 108 kreisförmig. Die zweite Querschnittsgestalt 132 in der Nähe des Austrittsendes 112 ist für drei der Kanäle nicht kreisförmig und bleibt für den vierten Kanal (Pilot-Kanal 153) kreisförmig. **Fig. 8** zeigt den Querschnitt an einer Zwischenstelle unter Veranschaulichung des Übergangs von einem kreisförmigen Querschnitt zu einem nicht kreisförmigen Querschnitt für die drei Strömungskanäle 118.

[0026] Zusätzlich zu einer Veränderung der Querschnittsgestalten 131, 132 kann es vorteilhaft sein, die Dicken für die Wände 114 und die Trennwand 116 in der einheitlichen Leitung 105 zu variieren, um Wärmeverluste und Gewicht zu reduzieren. Z.B. kann die einheitliche Leitung 105 von einem dickeren Abschnitt von einem Ventilhartlötbereich in der Nähe des Einlassendes 111 zu einem dünneren Abschnitt in der Nähe des Austrittsendes 112, das sich in der Nähe der Verteilerspitze 190 befindet, gewandelt werden, um Wärmeverluste in der einheitlichen Leitung 105 zu reduzieren. Die Wanddicke 114 für die Strömungskanäle 108 kann bei einem bestimmten Querschnitt im Wesentlichen konstant gehalten werden, wie dies in **Fig. 7** veranschaulicht ist, um das Gewicht zu reduzieren. Alternativ können an einem bestimmten Querschnitt die Außenkontur 140 des Körpers 106 und die Wanddicke 114 für die Brennstoffkanäle 108 konturiert werden, um zwischen dem äußerst rechts und äußerst links befindlichen Brennstoffkanal eine flache Außenfläche zu erhalten, wie dies in **Fig. 5** veranschaulicht ist. Es kann vorteilhaft sein, eine Kombination der vorstehend beschriebenen Ansätze an unterschiedlichen Querschnittsstellen an der einheitlichen Leitung 105 basierend auf den Wärmeverlustprofilen an diesen Stellen zu haben. Die Querschnitte und Außenkontur 140 der einheitlichen Leitung 105 können gestaltet sein, um mit der Gestalt der Kanäle in dem Körper 106 im Wesentlichen übereinzustimmen (vgl. **Fig. 7-9**), oder sie können gestaltet sein, um eine glattere Außenfläche zu haben (vgl. **Fig. 3, 5**). In Brennstoffdüsenanwendungen der ein-

heitlichen Leitung 105 ist es möglich, einen oder mehrere Pilot-Zuführleitungen, wie nachstehend beschrieben, derart zu positionieren, dass der durch die Pilot-Zuführleitungen strömende Brennstoff den Körper 106 und die in diesem befindlichen Fluidkanäle kühlt und die Reduktion von Wärmebelastungen unterstützt.

[0027] **Fig.** 10 zeigt eine im Querschnitt dargestellte isometrische Teilansicht einer beispielhaften einheitlichen Leitung 105, die zur Beförderung flüssigen Brennstoffs in einer Brennstoffdüse verwendet wird. In der beispielhaften Ausführungsform enthält die einheitliche Leitung 105 einen in dem Körper 106 angeordneten Strömungskanal 108, der als der Hauptbrennstoffdurchgang in die Brennstoffdüse hinein dient, und einen Pilot-Brennstoffkanal 153, der sich innerhalb des Körpers 106 erstreckt. Brennstoff von dem Pilot-Brennstoffkanal 153 wird in die Brennstoffdüse durch ein Pilot-Zuführrohr 154 geleitet und tritt durch einen Pilot-Brennstoffauslass 162 aus. In einigen einheitlichen Leitungen 105 ist es vorteilhaft, einen Strömungskanal 108 zu haben, der sich in zwei oder mehrere Teikanäle 109, 110 verzweigt, wie sie z.B. in **Fig.** 10 veranschaulicht sind. Wie in **Fig.** 10 für eine Brennstoffdüsenanwendung der einheitlichen Leitung 105 veranschaulicht, verzweigt sich der Strömungskanal 108 zu einem ersten Hauptkanal 151 und einem zweiten Hauptkanal 152. Flüssiger Brennstoff wird in die Düse durch einen Hauptkanaleinlass 126 zugeführt und tritt in den Strömungskanal 108 ein. Die Brennstoffströmung teilt sich anschließend zu zwei Strömen, einem durch den ersten Hauptkanal 151 und dem anderen durch den zweiten Hauptkanal 152, auf, bevor sie in die Verteilerspitze 190 eintritt. Wie in **Fig.** 10 veranschaulicht, erstrecken sich der Hauptbrennstoffdurchgang 108, die Teikanäle 151, 152 und der Pilot-Brennstoffdurchgang 153 im Wesentlichen axial in einer Längsrichtung 101 in dem Körper 106 zwischen dem Einlassende 111 und dem Austrittsende 112.

[0028] Ein beispielhafter Brennstoffverteiler 100, der eine einheitliche Leitung 105 aufweist, wie sie hierin beschrieben ist und in einer Brennstoffdüse eines Gasturbinentreibwerks verwendet wird, ist in den **Fig.** 11-13 veranschaulicht. In der beispielhaften Ausführungsform ist die einheitliche Leitung 105 innerhalb eines Schafes 102 angeordnet, der einen Flansch 160 zur Montage in einem Gasturbinentreibwerk 10 aufweist. Die einheitliche Leitung 105 ist in dem Schaf 102 derart angeordnet, dass zwischen der Innenseite des Schafes und dem Körper 106 der einheitlichen Leitung 105 ein Zwischenraum bzw. Spalt 107 vorhanden ist. Der Zwischenraum 107 isoliert die einheitliche Leitung 105 von der Hitze und anderen schädlichen Umgebungsbedingungen, die die Brennstoffdüse in Gasturbinentreibwerken umgeben. Es kann eine zusätzliche Kühlung

der einheitlichen Leitung 105 durch Umwälzung von Luft in dem Zwischenraum 107 erzielt werden. Die einheitliche Leitung 105 ist unter Verwendung herkömmlicher Befestigungsmittel, wie bspw. durch Hartlötzung, an dem Schaf 102 befestigt. Alternativ können die einheitliche Leitung 105 und der Schaf 102 durch Rapid-Herstellungsverfahren (schnelle Herstellungsverfahren), wie bspw. direktes Laser-Metallsintern, wie hierin beschrieben, hergestellt sein. In der beispielhaften Ausführungsform erstreckt sich die Brennstoffverteilerspitze 190 von der einheitlichen Leitung 105 und dem Schaf 102 derart, dass die Hauptbrennstoffdurchgänge (der erste Hauptkanal 151 und der zweite Hauptkanal 152) und der Pilot-Brennstoffdurchgang 153 mit der Brennstoffverteilerspitze 190 in Strömungsverbindung stehen, wie dies z.B. in **Fig.** 13 veranschaulicht ist. Insbesondere sind die Hauptbrennstoffdurchgänge 151, 152 mit Hauptbrennstoffkreisläufen, die innerhalb der Brennstoffverteilerspitze 190 definiert sind, strömungsmäßig verbunden. In gleicher Weise sind der primäre Pilot-Kanal 155 und der sekundäre Pilot-Kanal 157 mit entsprechenden (nicht veranschaulichten) Pilot-Injektoren strömungsmäßig verbunden, die in der Brennstoffdüse radial innen positioniert sind.

[0029] Die beispielhafte Ausführungsform der einheitlichen Leitung 105, wie sie in den **Fig.** 2-3 veranschaulicht ist, und die alternativen Ausführungsformen der einheitlichen Leitung 105, wie sie in den **Fig.** 4-13 veranschaulicht sind, können unter Verwendung von Rapid-Herstellungsprozessen, wie bspw. des direkten Laser-Metallsinterns (DMLS), des Laser-Netto-gestalt-Herstellens (LNSM, Laser Net Shape Manufacturing), des Elektronenstrahlsinterns oder anderer bekannter Prozesse bei der Herstellung, hergestellt sein. DMLS ist ein bevorzugtes Verfahren zum Herstellen einheitlicher Brennstoffdüsenkomponenten, wie bspw. der hierin beschriebenen Brennstoffverteiler 60, 160 und des Verwirblers 50.

[0030] **Fig.** 14 zeigt ein Flussdiagramm, das eine beispielhafte Ausführungsform eines als solches nicht beanspruchten Verfahrens 200 zur Fertigung einheitlicher Leitungen 105 veranschaulicht, wie hierin beschrieben. Das Verfahren 200 enthält ein Fertigen einer einheitlichen Leitung 105 (wie in den **Fig.** 2-13 veranschaulicht) unter Anwendung des direkten Laser-Metallsinterns (DMLS). DMLS ist ein bekanntes Herstellungsverfahren, das Metallkomponenten unter Verwendung dreidimensionaler Informationen, z.B. eines dreidimensionalen Computermodells, von der Komponente erzeugt. Die dreidimensionalen Informationen werden in mehrere Schnitte umgewandelt, wobei jeder Schnitt einen Querschnitt der Komponente für eine vorbestimmte Höhe des Schnittes definiert. Die Komponente wird anschließend Schnitt-für-Schnitt oder Schicht-für-Schicht „aufgebaut“, bis sie fertiggestellt ist. Jede

Schicht der Komponente wird durch Schmelzen eines Metallpulvers unter Einsatz eines Lasers erzeugt.

[0031] Demgemäß enthält das Verfahren 200 den Schritt 205 des Bestimmens dreidimensionaler Informationen von der einheitlichen Leitung 105 und den Schritt 210 des Umwandelns der dreidimensionalen Informationen in mehrere Schnitte, die jeweils eine Querschnittsschicht der einheitlichen Leitung 105 definieren. Die einheitliche Leitung 105 wird anschließend unter Verwendung von DMLS gefertigt, oder, genauer gesagt, jede Schicht wird durch Schmelzen eines Metallpulvers unter Anwendung von Laserenergie aufeinanderfolgend gebildet, 215. Jede Schicht hat eine Größe zwischen etwa 0,0005 Zoll und etwa 0,001 Zoll. Die einheitlichen Leitungen können unter Verwendung einer beliebigen geeigneten Laser-Sintermaschine hergestellt werden. Beispiele für geeignete Laser-Sintermaschinen enthalten, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, eine EOSINT.RTM. M270 DMLS Maschine, eine PHENIX PM250 Maschine und/oder eine EOSINT.RTM. M 250 Xtended DMLS Maschine, wie sie von EOS der North America, Inc. aus Novi, Michigan, erhältlich sind. Das Metallpulver, das zur Erzeugung der einheitlichen Brennstoffdüsenkomponenten 50, 60, 160 verwendet wird, ist vorzugsweise ein Pulver, das Kobalt-Chrom enthält, kann jedoch ein beliebiges sonstiges geeignetes Metallpulver, wie beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, HS188 und INCO625, sein. Das Metallpulver kann eine Teilchengröße von zwischen etwa 10 Mikrometer und 74 Mikrometer, vorzugsweise zwischen etwa 15 Mikrometer und etwa 30 Mikrometer, aufweisen.

[0032] Obwohl die Verfahren zur Herstellung der einheitlichen Leitungen hierin unter Verwendung von DMLS als dem bevorzugten Verfahren beschrieben worden sind, werden Fachleute auf dem Gebiet der Herstellung erkennen, dass beliebige sonstige geeignete schnelle Herstellungsverfahren (Rapid-Manufacturing-Verfahren), die einen schichtweisen Aufbau oder eine additive Fertigung verwenden, ebenfalls eingesetzt werden können. Diese alternativen Rapid-Herstellungsverfahren umfassen, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, selektives Lasersintern (SLS), 3D-Drucken, wie beispielsweise mittels Tintenstrahlen und Laserstrahlen, Stereolithographie (SLS), direktes selektives Lasersintern (DSLS), Elektronenstrahlsintern (EBS), Elektronenstrahlschmelzen (EBM), technisches Laser-Nettoformen (LENS, Laser Engineered Net Shaping), Laser-Nettogestalt-Herstellen (LNSM, Laser Net Shape Manufacturing) und direkte Metallauftragsschweißung (DMD, Direct Metal Deposition).

[0033] Die einheitliche Leitung 105 für einen Brennstoffverteiler 100 in einem Turbinentreibwerk (vgl. Fig. 11-13) weist weniger Komponenten und Verbin-

dungen als bekannte Brennstoffdüsen auf. Insbesondere benötigt die vorstehend beschriebene einheitliche Leitung 105 weniger Komponenten aufgrund der Verwendung eines einstückigen Körpers 106, der einen oder mehrere Strömungskanäle aufweist, wie bspw. die als Elemente 108, 118, 155, 157, 151, 152 in den Fig. 2-13 hier veranschaulichten. In Folge dessen ergibt der beschriebene Brennstoffverteiler 100 eine leichtere, kostengünstigere Alternative zu bekannten Brennstoffverteilern. Außerdem bieten die beschriebenen einheitlichen Leitungen 105 weniger Möglichkeiten für Leckage oder Ausfall und lassen sich einfacher reparieren im Vergleich zu bekannten Leitungen.

[0034] In dem hierin verwendeten Sinne sollte ein Element oder Schritt, das bzw. der in der Einzahl angegeben und dem das Wort „ein“ oder „eine“ vorangestellt ist, derart verstanden werden, dass es mehrere derartige Elemente oder Schritte nicht ausschließt, wenn ein derartiger Ausschluss nicht ausdrücklich angegeben ist. Bei der Einführung von Elementen/Komponenten etc. der Verfahren und/oder einheitlichen Leitungen oder Brennstoffverteiler 100, wie sie hierin beschrieben und/oder veranschaulicht sind, sollen die Artikel „ein“, „eine“, „der“, „die“ und „das“ bedeuten, dass es ein(e) oder mehrere des/der Elemente(s)/Komponente(n)/etc. gibt. Die Ausdrücke „aufweisen“, „enthalten“ und „haben“ sollen im Sinne von inklusive verstanden werden und bedeuten, dass es neben dem/der/den Element (en)/Komponente(n)/etc. ein(e) oder mehrere weitere Element(e)/Komponente(n)/etc. geben kann. Außerdem sollen Bezugnahmen auf „eine Ausführungsform“ der vorliegenden Erfindung nicht derart interpretiert werden, als würden sie die Existenz weiterer Ausführungsformen ausschließen, die ebenfalls die angegebenen Merkmale enthalten.

[0035] Obwohl die einheitlichen Leitungen 105, wie hierin beschrieben, im Zusammenhang mit der Zuführung flüssigen Brennstoffs zu einem Turbinentreibwerk beschrieben sind, ist es zu verstehen, dass die einheitlichen Leitungen 105, wie sie hierin beschrieben sind, nicht auf Brennstoffverteiler oder Turbinentreibwerke begrenzt sind. Die Komponenten der einheitlichen Leitungen 105 oder des Brennstoffverteilers, wie sie veranschaulicht sind, sind nicht auf die hierin beschriebenen speziellen Ausführungsformen beschränkt, sondern können vielmehr unabhängig und gesondert von anderen hierin beschriebenen Komponenten verwendet werden.

[0036] Diese Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschließlich der besten Art, zu offenbaren und auch um jeden Fachmann auf dem Gebiet in die Lage zu versetzen, die Erfindung herzustellen und umzusetzen. Der patentierbare Umfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele enthalten, die Fach-

leuten auf dem Gebiet einfallen. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Schutzmumfang der Ansprüche enthalten sein, wenn sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem Wortsinn der Ansprüche nicht unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit gegenüber dem Wortsinn der Ansprüche unwesentlichen Unterschieden enthalten.

Patentansprüche

1. Einheitliche Fluidversorgungsleitung (105) zur Beförderung eines Fluids, wobei die Leitung aufweist:
 einen Körper (106), der eine Außenkontur (140) aufweist;
 einen Strömungskanal (108), der innerhalb des Körpers (106) angeordnet ist, wobei der Strömungskanal (108) eine Innenkontur (141), ein Einlassende (111) und ein Austrittsende (112) aufweist, wobei die Außenkontur (140) des Körpers (106) der Innenkontur (141) des Strömungskanals (108) im Wesentlichen entspricht;
 wobei die Leitung (105) mehrere Strömungskanäle (108) aufweist, die innerhalb des Körpers (106) angeordnet sind,
 wobei die mehreren Strömungskanäle (108) durch wenigstens eine Trennwand (116), die eine Dicke aufweist, voneinander getrennt sind, wobei die Dicke der Trennwand (116) entlang einer Längsrichtung (101) variiert, und
 wobei die Strömungskanäle (108) und der Körper (106) eine monolytische Konstruktion für die gesamte Komponente aufweisen.

2. Einheitliche Leitung (105) nach Anspruch 1, wobei der Strömungskanal (108) eine erste Querschnittsgestalt (131) in der Nähe des Einlassendes (111) und eine zweite Querschnittsgestalt (132) in der Nähe des Austrittsendes (112) aufweist.

3. Einheitliche Leitung (105) nach Anspruch 2, wobei die Querschnittsgestalt des Strömungskanals (108) sich von der ersten Querschnittsgestalt (131) in der Nähe des Einlassendes (111) zu der zweiten Querschnittsgestalt (132) in der Nähe des Austrittsendes (112) im Wesentlichen gleichmäßig verändert.

4. Einheitliche Leitung (105) nach Anspruch 2, wobei die erste Querschnittsgestalt (131) im Wesentlichen kreisförmig ist und die zweite Querschnittsgestalt (132) im Wesentlichen nicht kreisförmig ist.

5. Einheitliche Leitung (105) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die einheitliche Leitung (105) unter Verwendung eines Rapid-Herstellungsverfahrens hergestellt ist.

6. Einheitliche Leitung (105) nach Anspruch 5, wobei das Rapid-Herstellungsverfahren ein Lasersinterverfahren ist.

7. Einheitliche Leitung (105) nach Anspruch 6, wobei das Rapid-Herstellungsverfahren DMLS ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

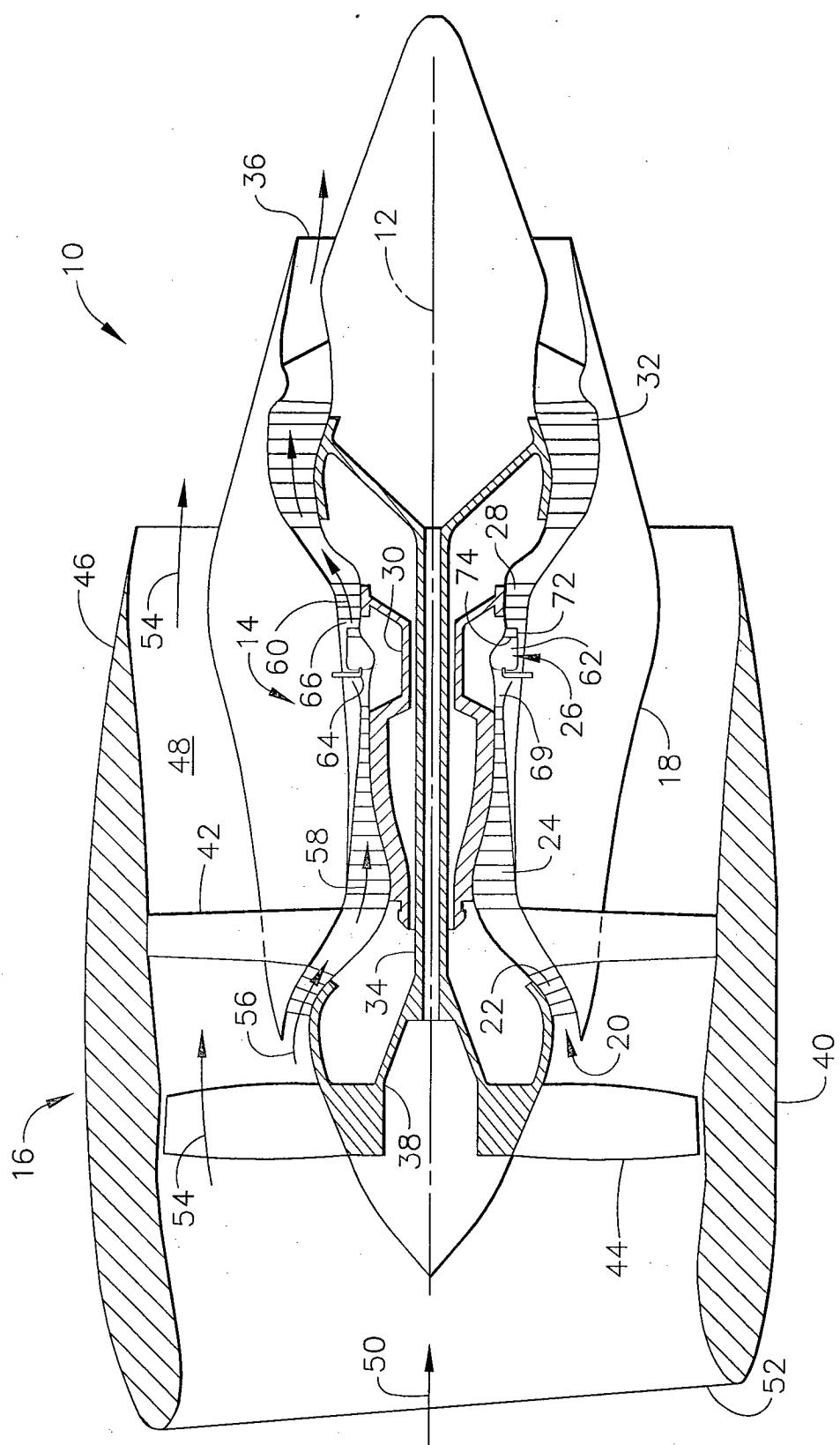
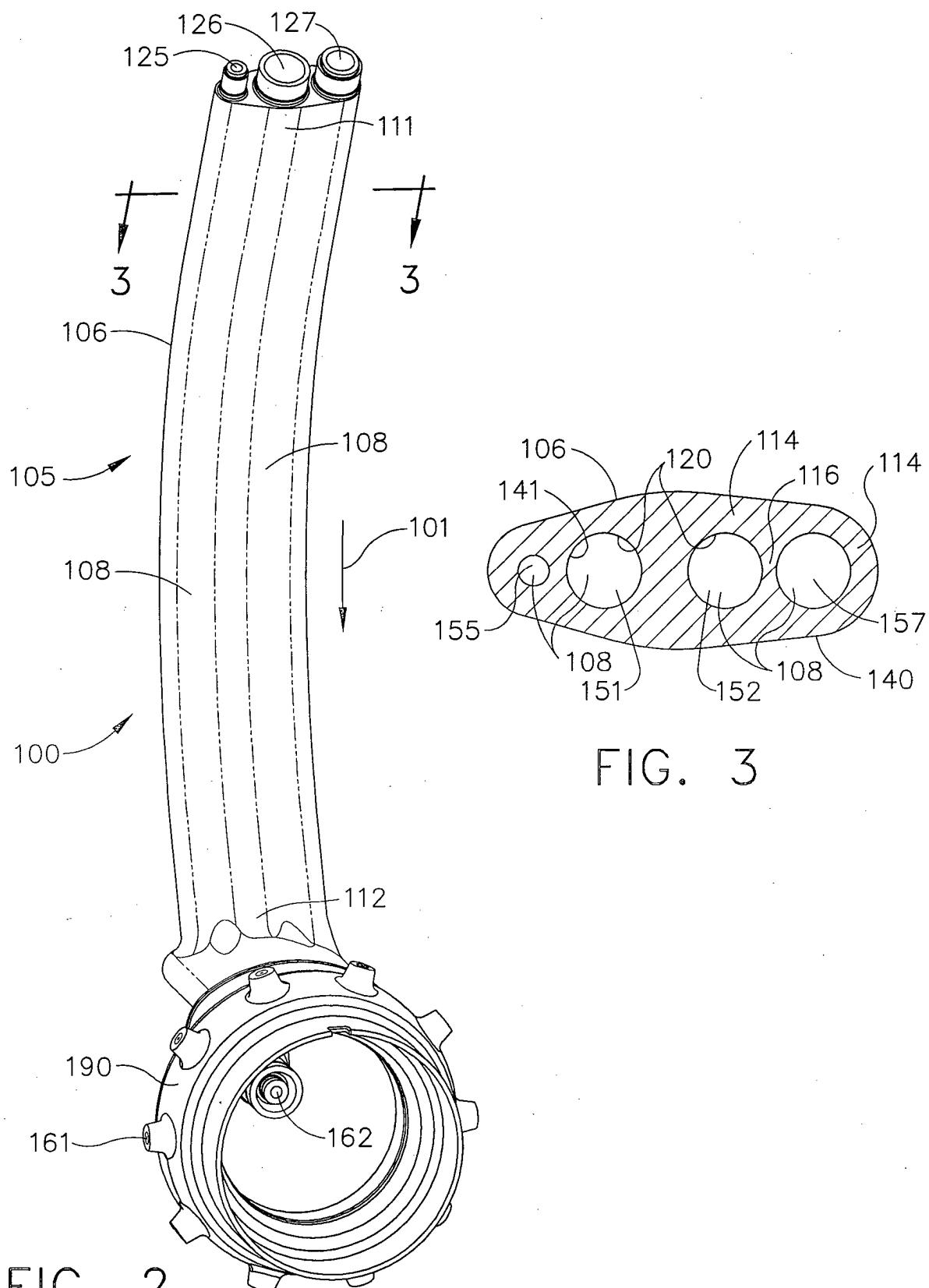
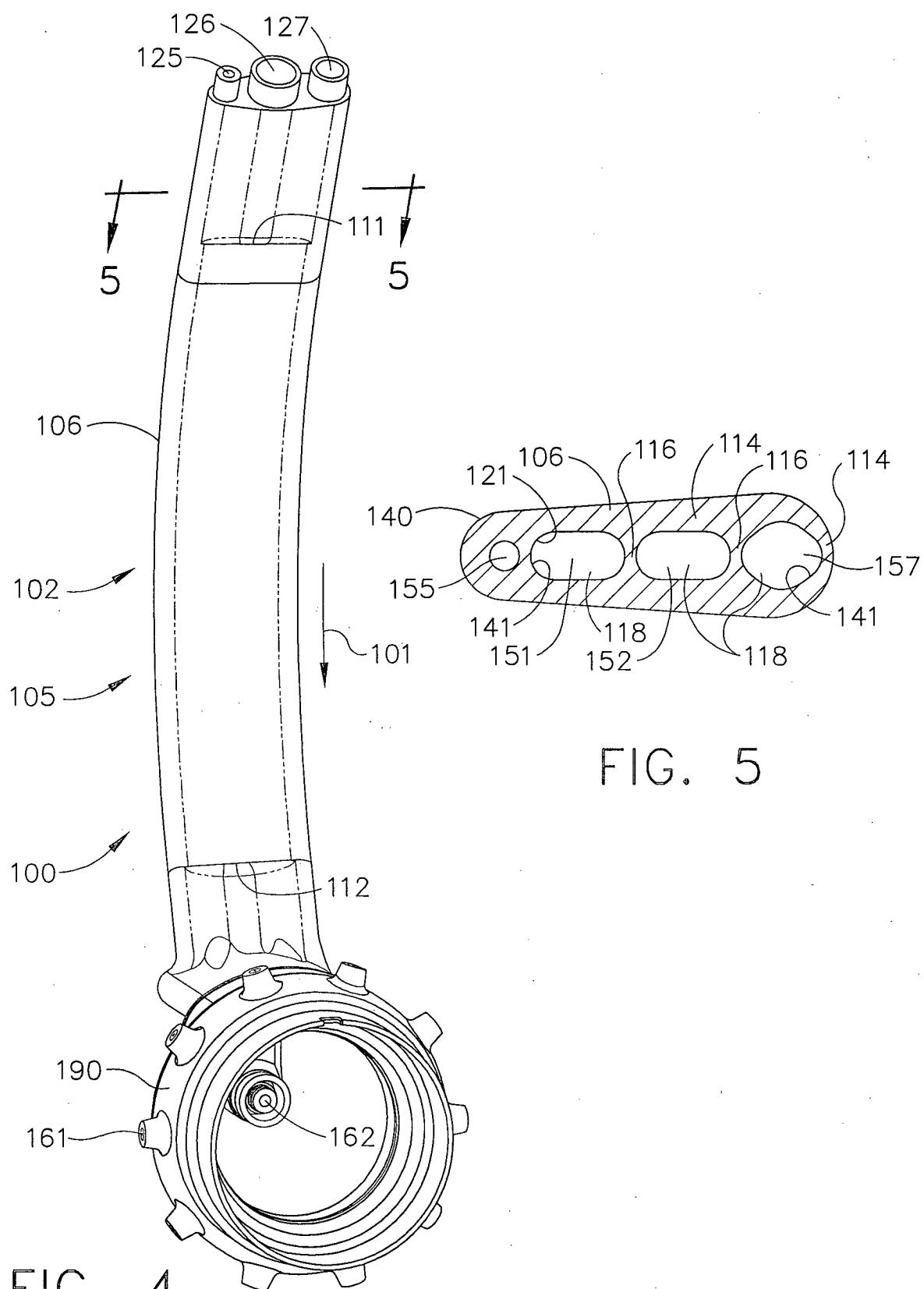


FIG. 1





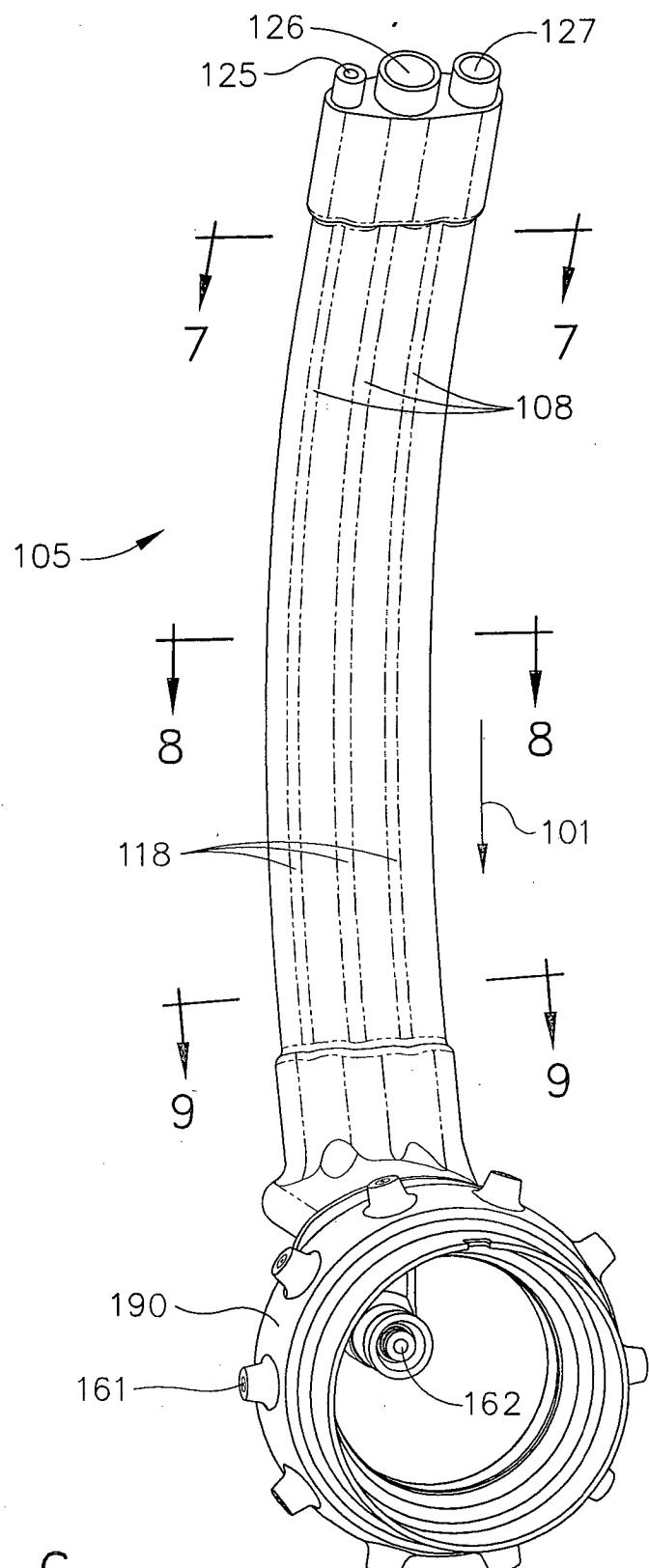


FIG. 6

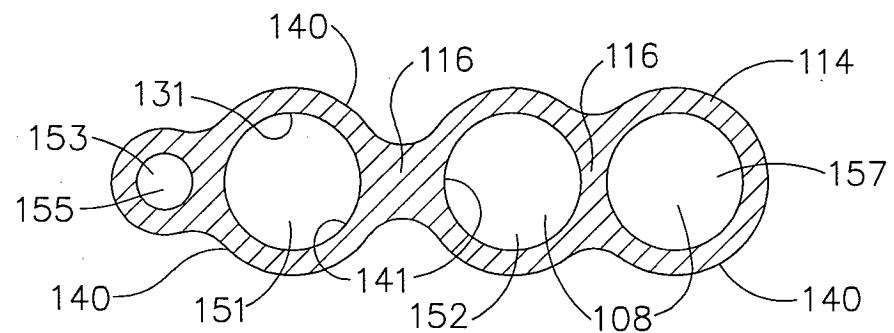


FIG. 7

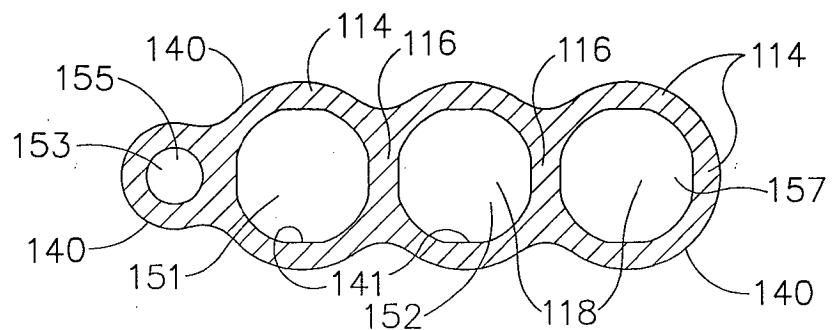


FIG. 8

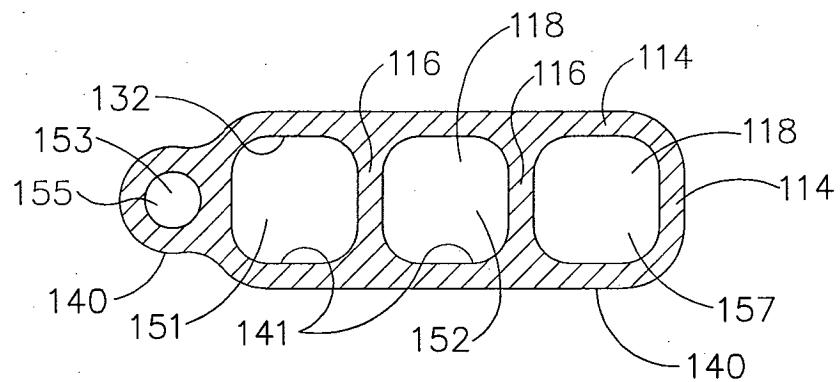


FIG. 9

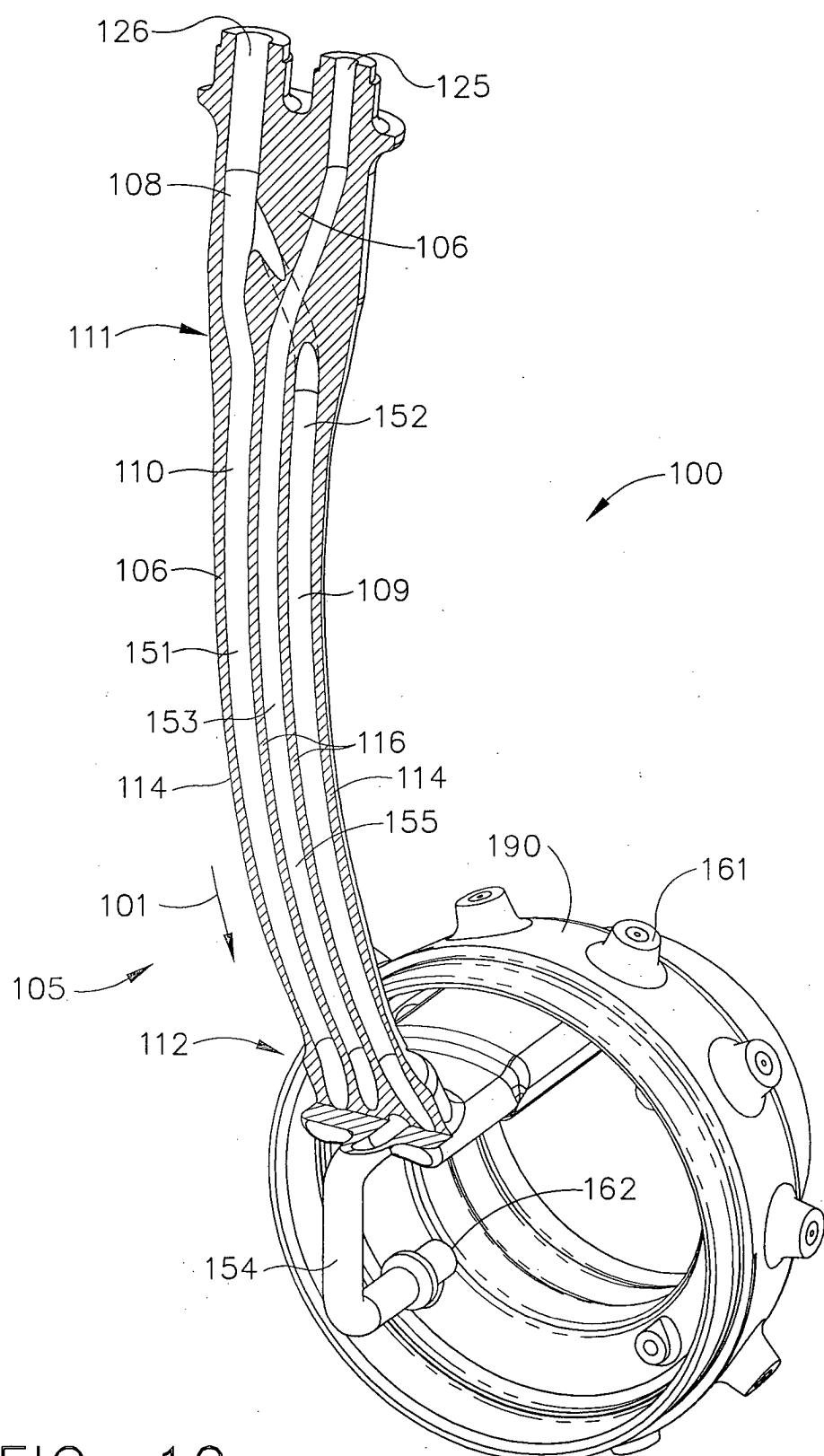


FIG. 10

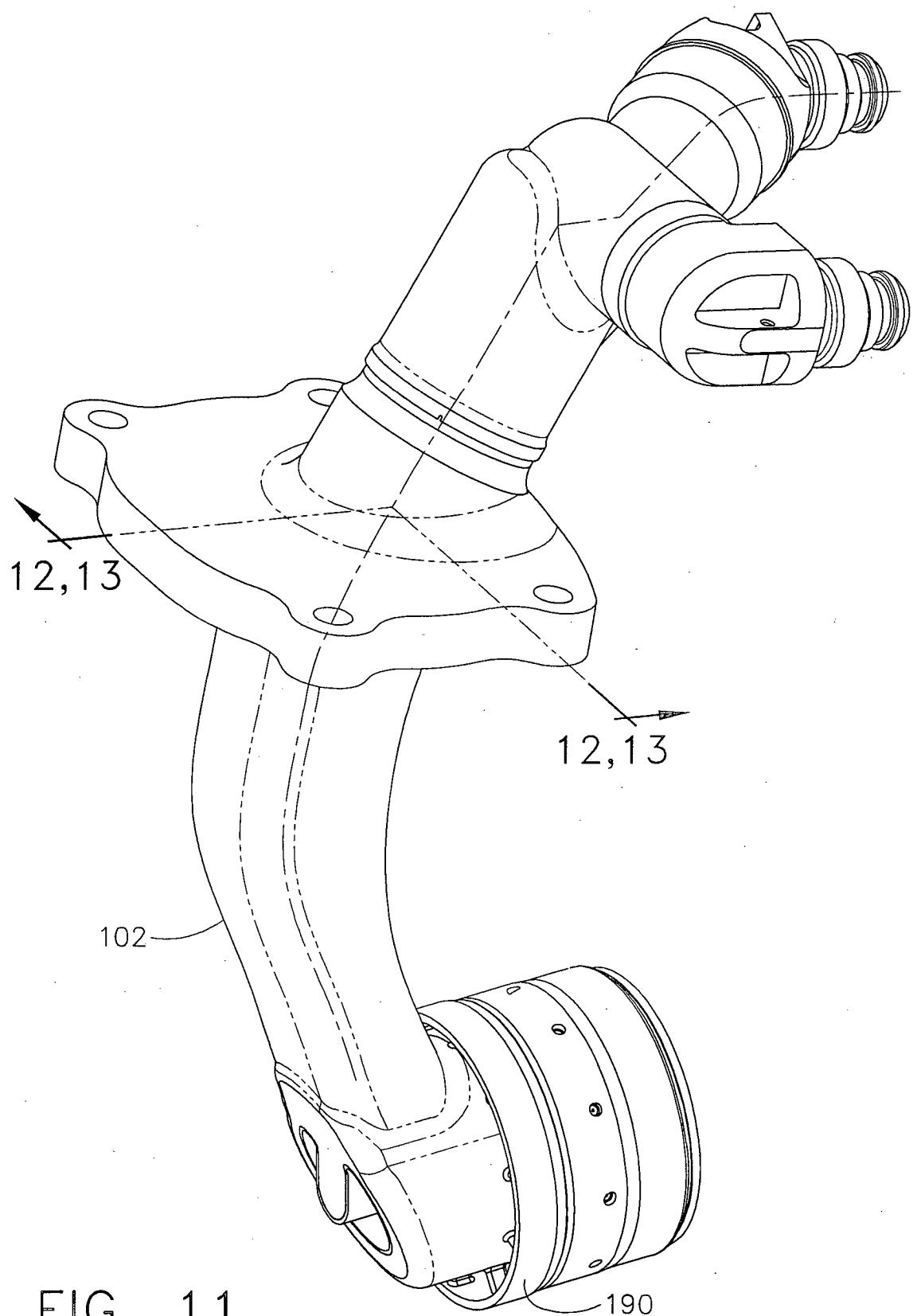


FIG. 11

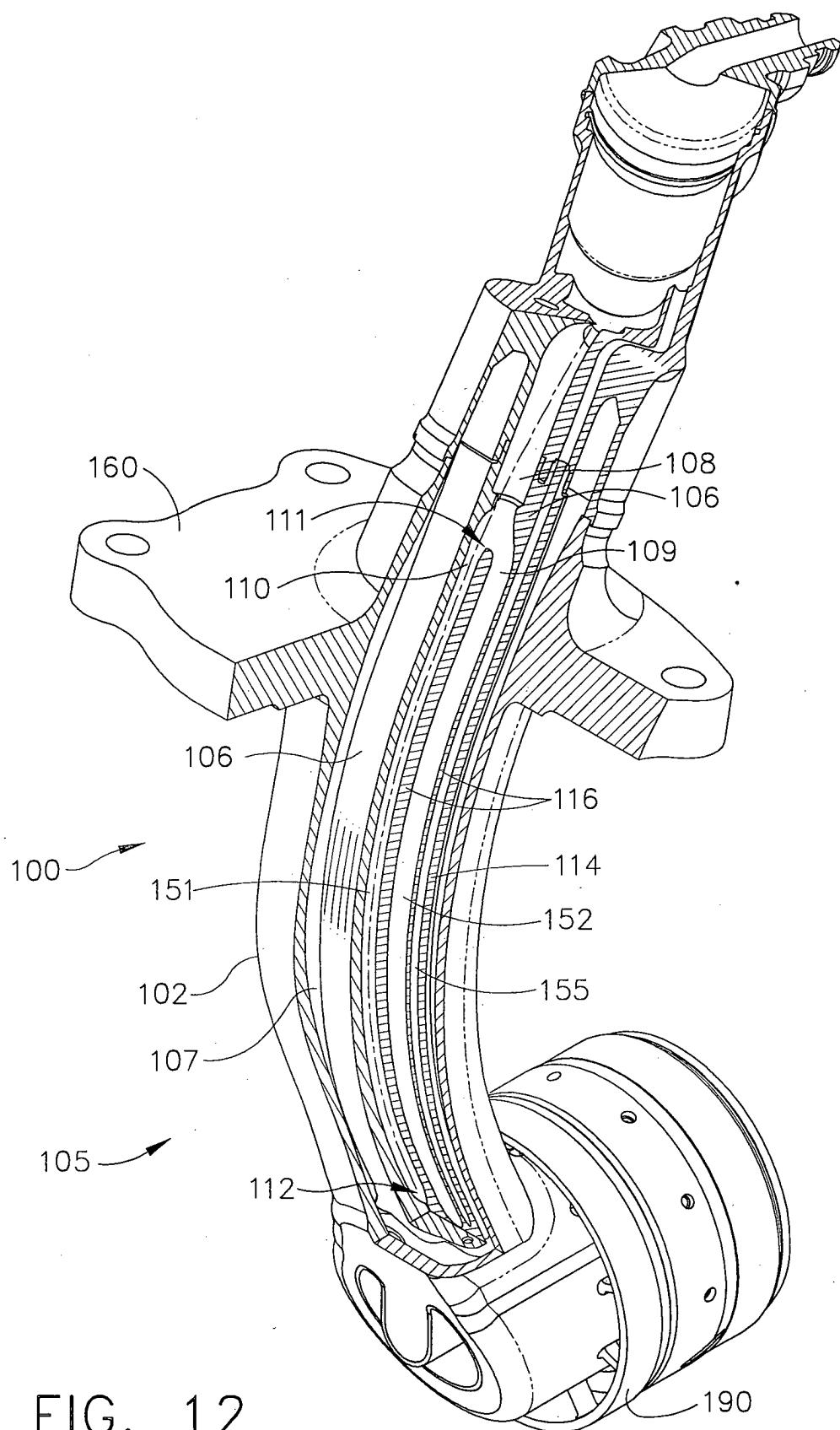


FIG. 12

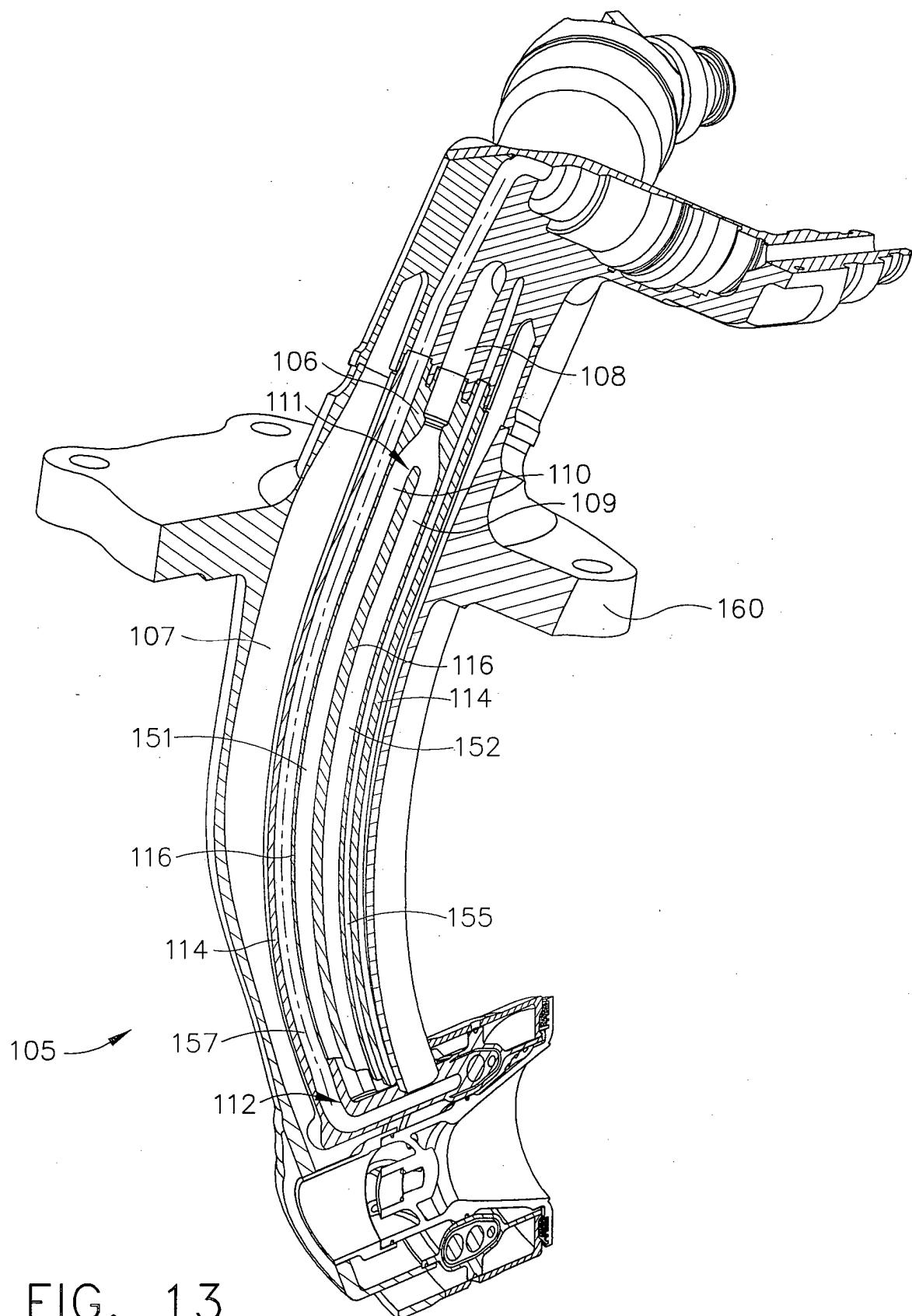


FIG. 13

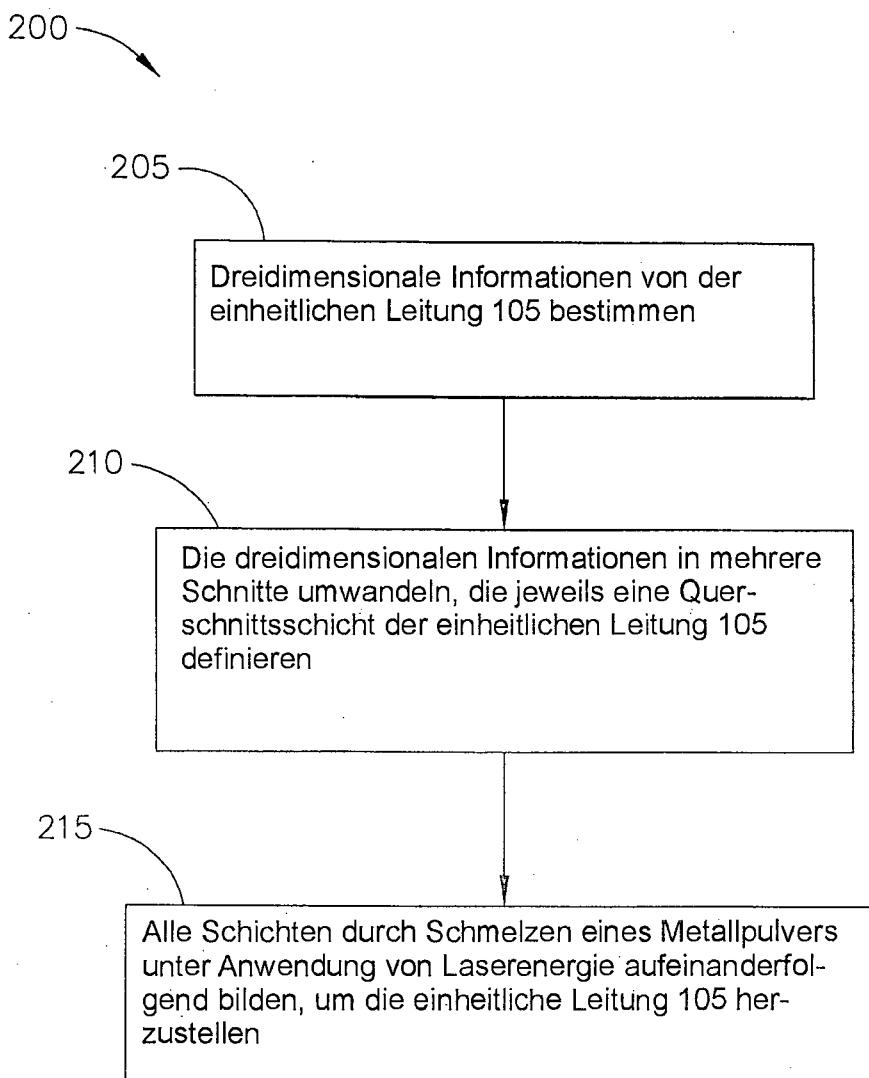


FIG. 14