



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 709 500 A2

(51) Int. Cl.: F23D 14/78 (2006.01)
F23R 3/28 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00469/15

(22) Anmeldedatum: 01.04.2015

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.10.2015

(30) Priorität: 08.04.2014 US 14/247,523

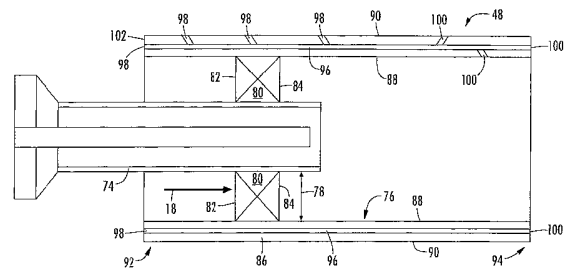
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Richard Martin Dicintio, Greenville, SC 29615 (US)
Patrick Benedict Melton, Greenville, SC 29615 (US)

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

(54) Brennstoffdüse mit einem Kühlkanal in einem Hauptkörper eines Aussenmantels.

(57) Eine Brennstoffdüse (48) enthält einen Mittelkörper (74), der wenigstens teilweise von einem Aussenmantel (76) umgeben ist. Der Aussenmantel (76) ist radial von dem Mittelkörper (74) beabstandet, um dazwischen einen Vormischströmungsdurchgang zu definieren. Der Aussenmantel (76) enthält einen Hauptkörper (86), der einen Innenseitenabschnitt (88), einen Aussenseitenabschnitt (90) und einen vorderen Endabschnitt (92) definiert, der axial von einem hinteren Endabschnitt (94) getrennt ist. Der Hauptkörper (86) definiert ferner einen Kühlkanal (96), der vollständig zwischen dem Innenseitenabschnitt (88) und dem Aussenseitenabschnitt (90) eingegrenzt ist und der sich wenigstens teilweise zwischen dem vorderen Endabschnitt (92) und dem hinteren Endabschnitt (94) erstreckt. Der Hauptkörper (86) definiert ferner einen Kühllufteinlass (98), der sich mit dem Kühlkanal (96) in Fluidverbindung befindet, und einen Kühlluftauslass (100), der sich mit dem Kühlkanal (96) stromabwärts von dem Kühllufteinlass (98) in Fluidverbindung befindet.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung beinhaltet allgemein ein Brennstoffdüsenkühlsystem. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Brennstoffdüse mit Kühlkanälen, die von einem Aussenmantel- oder einem Brennerrohrabschnitt der Brennstoffdüse definiert sind, und ein Verfahren zur Herstellung wenigstens eines Abschnitts der Brennstoffdüse.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Gasturbinen sind in Industrie-, Schiffs-, Flugzeug- und Energieerzeugungsanwendungen weit verbreitet. Eine Gasturbine enthält im Allgemeinen einen Verdichterabschnitt, einen Brennkammerabschnitt, der stromabwärts von dem Verdichterabschnitt angeordnet ist, und einen Turbinenabschnitt, der stromabwärts von dem Brennkammerabschnitt angeordnet ist.

[0003] Um während des Betriebs der Gasturbine Emissionen zu senken und/oder Emissionen niedrig zu halten, enthalten bestimmte Brennkammern eine zentrale oder primäre Brennstoffdüse, die mit einer Endabdeckung verbunden ist, und mehrere sekundäre Brennstoffdüsen, die ebenfalls mit der Endabdeckung verbunden und in einer kreisringförmigen Anordnung um die zentrale Brennstoffdüse herum angeordnet sind. Jede Brennstoffdüse steht über die Endabdeckung mit einer Brennstoffversorgung und/oder mit einer Brennstoffkartusche in Fluidverbindung. Wenn sich die Last oder Anforderung an der Gasturbine ändert, kann die Brennstoffströmungsrate zu den verschiedenen Brennstoffdüsen reguliert und/oder zu- und aufgedreht werden, um die Leistungsausgabe der Gasturbine zu steigern oder zu verringern. Diese Konfiguration sorgt gewöhnlich für einen verbesserten oder erweiterten Teillastbereich, in dem die Gasturbine in einem Zustand mit weniger als der vollen Drehzahl betrieben werden kann, während sie innerhalb eines vordefinierten Emissionserzeugungsbereichs bleibt.

[0004] In herkömmlichen Konfigurationen endet ein stromabwärtiges Ende oder Auslass jeder Brennstoffdüse an oder neben einer heißen Seite einer Kappen- oder Effusionsplatte. Die Kappenplatte erstreckt sich in Radialrichtung und in Umfangsrichtung innerhalb der Brennkammer im Wesentlichen benachbart zu einem Brennraum, der innerhalb der Brennkammer definiert ist. Die Kappenplatte dient gewöhnlich als ein Hitzeschild für die Brennstoffdüsen, insbesondere für die stromabwärtigen Enden der zentralen und sekundären Brennstoffdüsen, wodurch sie die thermische Belastung reduziert, die durch die Nähe der stromabwärtigen Enden zu der Verbrennungsflamme in der Brennkammer verursacht wird.

[0005] In bestimmten Brennkammerkonstruktionen enthält die zentrale Brennstoffdüse einen Aussenmantel oder ein Brennerrohr, der oder das wenigstens teilweise einen Vormischströmungsdurchgang zur Vermischung von Brennstoff und Luft definiert, bevor diese in den Brennraum eingeführt werden. Es wurde gezeigt, dass der Teillastbereich erhöht oder erweitert werden kann, indem der Aussenmantel oder das Brennerrohr von der heißen Seite der Kappenplatte aus axial stromabwärts in Richtung der Brennkammer verlängert wird. Eine Herausforderung besteht darin, das stromabwärtige Ende des Aussenmantels ausreichend zu kühlen. Deshalb wäre eine verbesserte Brennstoffdüse von Nutzen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0006] Aspekte und Vorteile der Erfindung werden in der folgenden Beschreibung dargelegt oder sind aus der Beschreibung offensichtlich, oder sie können bei der Ausführung der Erfindung gelernt werden.

[0007] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Brennstoffdüse. Die Brennstoffdüse enthält einen Mittelkörper und einen Aussenmantel, der von dem Mittelkörper radial beabstandet ist, um dazwischen einen Vormischströmungsdurchgang zu definieren. Der Aussenmantel enthält einen Hauptkörper, der einen Innenseitenabschnitt, einen Aussenseitenabschnitt und einen vorderen Endabschnitt definiert, der von einem hinteren Endabschnitt axial getrennt ist. Der Hauptkörper definiert einen Kühlkanal, der vollständig zwischen dem Innenseitenabschnitt und dem Aussenseitenabschnitt eingegrenzt ist und der sich wenigstens teilweise zwischen dem vorderen Endabschnitt und dem hinteren Endabschnitt erstreckt. Der Hauptkörper definiert ferner wenigstens einen Kühllufteinlass, der mit dem Kühlkanal in Fluidverbindung steht, und wenigstens einen Kühlluftauslass, der mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühllufteinlass in Fluidverbindung steht.

[0008] In der zuvor erwähnten Brennstoffdüse kann sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals innerhalb des Hauptkörpers in einem serpentinartigen Muster und/oder einem spiralförmigen Muster erstrecken.

[0009] Zusätzlich oder alternativ kann sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals im Wesentlichen axial innerhalb des Hauptkörpers erstrecken.

[0010] In der Brennstoffdüse einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann der Hauptkörper ein oder mehrere Strömungsmerkmale definieren, die entlang des Kühlkanals angeordnet sind.

[0011] In einer Konfiguration kann sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals innerhalb des Hauptkörpers wenigstens teilweise um den hinteren Endabschnitt herum erstrecken.

[0012] In einer weiteren Konfiguration kann der Kühllufteinlass für eine Fluidverbindung in den Kühlkanal hinein durch entweder den Aussenseitenabschnitt des Hauptkörpers und/oder einen vorderen Endabschnitt des Hauptkörpers sorgen.

[0013] Die Brennstoffdüse einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner mehrere Umlenkschaufeln aufweisen, die sich von dem Hauptkörper stromaufwärts von dem hinteren Endabschnitt des Hauptkörpers aus radial nach aussen erstrecken, wobei jede der Umlenkschaufeln eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweist, wobei der Kühllufteinlass entlang des Aussenseitenabschnitts an einer Stelle zwischen den Hinterkanten der Umlenkschaufeln und dem hinteren Endabschnitt des Hauptkörpers angeordnet sein kann.

[0014] In einer Konfiguration kann der Kühlluftauslass für eine Fluidverbindung von dem Kühlkanal durch den Innenwandabschnitt in den Vormischdurchgang hinein sorgen.

[0015] In einer weiteren Konfiguration kann der hintere Endabschnitt des Hauptkörpers an einer hinteren Wand enden, wobei der Kühlluftauslass für eine Fluidverbindung von dem Kühlkanal durch die hintere Wand sorgen kann.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist eine Brennkammer. Die Brennkammer enthält ein Aussengehäuse und eine primäre Brennstoffdüse, die einen Mittelkörper aufweist, der sich von einer Endabdeckung innerhalb des Aussengehäuses axial stromabwärts erstreckt. Die primäre Brennstoffdüse enthält ferner einen Aussenmantel, der koaxial zu dem Hauptkörper ausgerichtet ist und der radial von dem Mittelkörper beabstandet ist, um dazwischen einen Vormischströmungsdurchgang zu definieren. Wenigstens eine sekundäre Brennstoffdüse erstreckt sich innerhalb des Gehäuses im Wesentlichen parallel zu der primären Brennstoffdüse. Die sekundäre Brennstoffdüse endet an einem Auslassende. Der Aussenmantel enthält einen ringförmigen Hauptkörper, der einen Innenseitenabschnitt, einen Aussenseitenabschnitt und einen vorderen Endabschnitt definiert, der von einem hinteren Endabschnitt axial getrennt ist, wobei sich der hintere Endabschnitt axial über das Auslassende der sekundären Brennstoffdüse hinaus erstreckt. Der Hauptkörper definiert ferner einen Kühlkanal, der innerhalb des Hauptkörpers vollständig eingegrenzt ist, einen Kühllufteinlass, der mit dem Kühlkanal in Fluidverbindung steht, und einen Kühlluftauslass, der stromabwärts von dem Kühllufteinlass mit dem Kühlkanal in Fluidverbindung steht.

[0017] In der zuvor erwähnten Brennkammer kann sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals innerhalb des Hauptkörpers in entweder einem serpentinartigen Muster und/ oder einem spiralförmigen Muster erstrecken.

[0018] Zusätzlich oder alternativ dazu kann sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals innerhalb des Hauptkörpers wenigstens teilweise um den hinteren Endabschnitt herum erstrecken.

[0019] Weiter zusätzlich oder in einer weiteren Alternative kann der Kühllufteinlass für eine Fluidverbindung in den Kühlkanal hinein durch entweder den Aussenseitenabschnitt des Hauptkörpers und/oder einen vorderen Endabschnitt des Hauptkörpers sorgen.

[0020] Die Brennkammer einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner mehrere Umlenkschaufeln aufweisen, die sich von dem Mittelkörper aus stromaufwärts von dem hinteren Endabschnitt des Hauptkörpers radial nach aussen erstrecken, wobei jede der Umlenkschaufeln eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweist, wobei der Kühllufteinlass entlang des Aussenseitenabschnitts an einer Stelle zwischen den Hinterkanten der Umlenkschaufeln und dem hinteren Endabschnitt des Hauptkörpers angeordnet sein kann.

[0021] Zusätzlich oder alternativ kann der hintere Endabschnitt des Hauptkörpers an einer hinteren Wand enden, die sich zwischen Abschnitten dem Innen- und dem Aussenseitenabschnitt erstreckt, wobei der Kühlluftauslass für eine Fluidverbindung von dem Kühlkanal durch entweder die hintere Wand von dem Vormischdurchgang radial nach aussen und/oder den Innenseitenabschnitt in den Vormischdurchgang hinein sorgt.

[0022] Die Brennkammer einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann ferner eine Kappenplatte aufweisen, die sich in Radialrichtung und in Umfangsrichtung innerhalb des Aussengehäuses erstreckt, wobei die Kappenplatte eine erste Seite, die von einer zweiten Seite axial getrennt ist, und wenigstens einen Brennstoffdüsendurchgang definiert, wobei sich der Aussenmantel durch den Brennstoffdüsendurchgang hindurch erstreckt, wobei der stromabwärtige Endabschnitt axial über die zweite Seite hinaus positioniert ist.

[0023] Die vorliegende Erfindung umfasst auch eine Gasturbine. Die Gasturbine enthält einen Verdichter, eine Brennkammer, die stromabwärts von dem Verdichter angeordnet ist, und eine Turbine, die stromabwärts von der Brennkammer angeordnet ist. Die Brennkammer enthält eine Endabdeckung, die mit einem Aussengehäuse gekoppelt ist, und eine Brennstoffdüse. Die Brennstoffdüse enthält einen Mittelkörper, der sich axial stromabwärts von der Endabdeckung innerhalb des Aussengehäuses erstreckt, und einen Aussenmantel, der koaxial zu dem Hauptkörper ausgerichtet ist. Der Aussenmantel ist von dem Hauptkörper radial beabstandet, um dazwischen einen Vormischströmungsdurchgang zu definieren. Der Aussenmantel enthält einen ringförmigen Hauptkörper, der einen Innenseitenabschnitt, einen Aussenseitenabschnitt und einen vorderen Endabschnitt definiert, der von einem hinteren Endabschnitt axial getrennt ist. Der hintere Endabschnitt ist in der Nähe einer Brennzonenzone angeordnet, die innerhalb der Brennkammer definiert ist. Der Hauptkörper definiert ferner einen Kühlkanal, der innerhalb des Hauptkörpers vollständig eingegrenzt ist, einen Kühllufteinlass in Fluidverbindung mit dem Kühlkanal und einen Kühlluftauslass in Fluidverbindung mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühllufteinlass.

[0024] In der zuvor erwähnten Gasturbine kann sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals innerhalb des Hauptkörpers in entweder einem serpentinartigen Muster und/oder einem spiralförmigen Muster erstrecken.

[0025] Zusätzlich oder alternativ kann sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals innerhalb des Hauptkörpers wenigstens teilweise um den hinteren Endabschnitt herum erstrecken.

[0026] Weiter zusätzlich oder in einer weiteren Alternative kann der Kühllufteinlass für eine Fluidverbindung in den Kühlkanal hinein durch entweder den Aussenseitenabschnitt des Hauptkörpers und/oder ein vorderes Ende des Hauptkörpers sorgen. Ausserdem kann der hintere Endabschnitt des Hauptkörpers an einer hinteren Wand enden, wobei der Kühlluftauslass für eine Fluidverbindung von dem Kühlkanal durch entweder die hintere Wand und/oder den Innenseitenabschnitt und/oder den Aussenseitenabschnitt sorgt.

[0027] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält ein Verfahren zur Herstellung eines Hauptkörpers eines Aussenmantelabschnitts einer Brennstoffdüse, wobei der Hauptkörper einen Kühlkanal definiert, der innerhalb des Hauptkörpers vollständig eingegrenzt ist. Das Verfahren weist die Schritte des Bestimmens von dreidimensionalen Informationen über den Hauptkörper, einschliesslich den Kühlkanal, des Umwandelns der dreidimensionalen Information in mehrere Scheiben auf, die eine Querschnittsschicht des Hauptkörpers definieren, wobei ein Leerraum innerhalb wenigstens einiger der Scheiben definiert ist, wodurch der Kühlkanal definiert ist. Das Verfahren enthält ferner das sukzessive Ausbilden jeder Schicht des Hauptkörpers durch Aufschmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung von entweder Laserenergie und/oder Elektronenstrahlenergie.

[0028] In dem zuvor erwähnten Verfahren kann das Bestimmen der dreidimensionalen Informationen des Hauptkörpers ferner das Erzeugen eines dreidimensionalen Modells des Hauptkörpers aufweisen.

[0029] Weiter kann das Bestimmen der dreidimensionalen Informationen des Hauptkörpers ferner das Erzeugen eines dreidimensionalen Modells des Hauptkörpers, einschliesslich eines Kühllufteinlasses, der mit dem Kühlkanal in Fluidverbindung steht, und eines Kühlluftauslasses, der mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühllufteinlass in Fluidverbindung steht, aufweisen.

[0030] Noch weiter kann das Bestimmen der dreidimensionalen Informationen des Hauptkörpers ferner das Erzeugen eines dreidimensionalen Modells des Hauptkörpers, einschliesslich eines Kühllufteinlasses, der mit dem Kühlkanal in Fluidverbindung steht, und eines Kühlluftauslasses, der mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühllufteinlass in Fluidverbindung steht, aufweisen, wobei der Kühllufteinlass in der Nähe eines vorderen Endabschnitts des Hauptkörpers definiert ist und der Kühlluftauslass entlang eines von einem inneren Oberflächenabschnitt, einem äusseren Oberflächenabschnitt oder einem hinteren Wandabschnitt des Hauptkörpers definiert ist.

[0031] In dem Verfahren einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann das Bestimmen der dreidimensionalen Informationen des Hauptkörpers ferner das Erzeugen eines dreidimensionalen Modells des Hauptkörpers, einschliesslich wenigstens eines Strömungsmerkmals aufweisen, das innerhalb des Hauptkörpers entlang des Kühlkanals definiert ist.

[0032] In dem Verfahren einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann das sukzessive Ausbilden jeder Schicht des Hauptkörpers durch Aufschmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung von Laserenergie ferner das Schmelzen eines metallischen Pulvers aufweisen, das wenigstens eines von Kobalt-Chrom, HS188 und INCO 625 aufweist.

[0033] Zusätzlich oder alternativ dazu kann das sukzessive Ausbilden jeder Schicht des Hauptkörpers durch Aufschmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung von Laserenergie ferner das Schmelzen eines metallischen Pulvers aufweisen, das eine Partikelgrösse zwischen ungefähr 10 Mikrometern und ungefähr 75 Mikrometern aufweist.

[0034] Insbesondere kann das sukzessive Ausbilden jeder Schicht des Hauptkörpers durch Aufschmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung von Laserenergie ferner das Schmelzen eines metallischen Pulvers aufweisen, das eine Partikelgrösse zwischen ungefähr 15 Mikrometern und ungefähr 30 Mikrometern aufweist.

[0035] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält eine Brennstoffdüse. Die Brennstoffdüse enthält einen Aussenmantel, der einen ringförmig gestalteten Hauptkörper und einen Kühlkanal aufweist, der innerhalb des Hauptkörpers vollständig eingegrenzt ist, wobei der Hauptkörper durch einen additiven Herstellungsprozess hergestellt ist. Der additive Herstellungsprozess kann aufweisen: Bestimmen dreidimensionaler Informationen über den Hauptkörper, einschliesslich den Kühlkanal; Umwandeln der dreidimensionalen Informationen in mehrere Schichten, die eine Querschnittsschicht des Hauptkörpers definieren, wobei ein Leerraum innerhalb wenigstens einiger der Schichten definiert ist, die den Kühlkanal definieren; und sukzessives Ausbilden jeder Schicht des Hauptkörpers durch Aufschmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung von Laserenergie oder Elektronenstrahlenergie.

[0036] Der additive Herstellungsprozess kann ein Laser-Sinter-Prozess sein.

[0037] Alternativ kann der additive Herstellungsprozess ein Direkter-Laser-Sinter-Prozess (DMLS) sein.

[0038] In jeder beliebigen Brennstoffdüse der zuletzt erwähnten Ausführungsform kann der Hauptkörper einen Kühllufteinlass, der in der Nähe eines vorderen Endabschnitts des Hauptkörpers definiert ist, und einen Kühlluftauslass definieren, der entlang eines von einem Innenseitenabschnitt, einem Aussenseitenabschnitt oder einer hinteren Wand des Hauptkörpers definiert ist.

[0039] Ausserdem kann der Kühllufteinlass für eine Fluidverbindung in den Kühlkanal hinein durch entweder einen Aussenseitenabschnitt des Hauptkörpers und/oder eine vordere Wand des Hauptkörpers sorgen.

[0040] In jeder beliebigen Brennstoffdüse der zuletzt erwähnten Ausführungsform kann sich der Kühlkanal innerhalb des Hauptkörpers in einem im Wesentlichen spiralförmigen Muster erstrecken.

[0041] Zusätzlich oder alternativ kann sich der Kühlkanal innerhalb des Hauptkörpers in einem im Wesentlichen serpentinförmigen Muster erstrecken.

[0042] Weiter zusätzlich oder alternativ kann sich der Kühlkanal innerhalb des Hauptkörpers von einem vorderen Abschnitt des Hauptkörpers in Richtung eines hinteren Abschnitts des Hauptkörpers erstrecken.

[0043] Der Hauptkörper kann ein oder mehrere Strömungsmerkmale definieren, die entlang des Kühlkanals angeordnet sind.

[0044] Fachleute auf dem Gebiet werden die Merkmale und Aspekte derartiger Ausführungsformen und weiterer nach einer Durchsicht der Beschreibung besser erkennen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0045] Eine umfassende und befähigende Offenbarung der vorliegenden Erfindung, einschliesslich ihrer besten Ausführungsart, für einen Fachmann ist ausführlicher in dem Rest der Beschreibung dargelegt, die eine Bezugnahme auf die beigefügten Figuren enthält, in denen zeigen:

- Fig. 1 eine funktionale Blockdarstellung einer beispielhaften Gasturbine, die verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfassen kann;
- Fig. 2 eine querschnittene Seitenansicht eines Abschnittes einer beispielhaften rohrförmigen Brennkammer, wie sie in der vorliegenden Erfindung enthalten sein kann;
- Fig. 3 eine stromaufwärtige Ansicht eines Abschnitts der Brennkammer, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist, einschliesslich einer beispielhaften primären Brennstoffdüse und mehrerer beispielhafter sekundärer Brennstoffdüsen, gemäss einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 4 eine vergrösserte querschnittene Seitenansicht einer beispielhaften primären Brennstoffdüse gemäss wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 5 eine stromaufwärtige Ansicht der primären Brennstoffdüse, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist, gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 6 eine Querschnittsansicht eines beispielhaften Kühlkanals, der verschiedene Strömungsmerkmale enthält, gemäss einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 7 eine perspektivische Teilansicht eines Abschnitts eines Aussenmantels der primären Brennstoffdüse, die mehrere Kühlkanäle enthält, gemäss verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 8 eine perspektivische Teilansicht eines Abschnitts eines Aussenmantels einer primären Brennstoffdüse, die mehrere Kühlkanäle enthält, gemäss verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 9 eine querschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer Brennkammer, die die primäre Brennstoffdüse enthält, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist, gemäss einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 10 eine querschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer Brennkammer, die eine beispielhafte Ausführungsform der primären Brennstoffdüse enthält, gemäss einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung; und
- Fig. 11 ein Flussdiagramm, das eine beispielhafte Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung eines Hauptkörperabschnitts eines Aussenmantels einer Brennstoffdüse veranschaulicht, wie sie in verschiedenen Ausführungsformen in Fig. 4–10 gezeigt ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0046] Es wird nun im Detail auf vorliegende Ausführungsformen der Erfindung Bezug genommen, wovon ein oder mehrere Beispiele in den Zeichnungen dargestellt sind. Die detaillierte Beschreibung verwendet Zahlen- und Buchstabenbezeichnungen, um sich auf Merkmale in den Zeichnungen zu beziehen. Gleiche oder ähnliche Bezeichnungen in den Zeichnungen oder in der Beschreibung wurden verwendet, um gleiche oder ähnliche Teile der Erfindung zu bezeichnen. So wie hierin verwendet, können die Begriffe «erste», «zweite» und «dritte» austauschbar verwendet werden, um eine Komponente von einer anderen zu unterscheiden, und sie sollen keine Lage oder Bedeutung der individuellen Komponenten anzeigen. Die Begriffe «stromaufwärts» und «stromabwärts» beziehen sich auf die relative Richtung in Bezug auf eine

Fluidströmung in einem Fluidstrompfad. Beispielsweise bezieht sich «stromaufwärts» auf die Richtung, aus welcher das Fluid strömt, und «stromabwärts» auf die Richtung, in welche das Fluid strömt.

[0047] Jedes Beispiel wird im Rahmen einer Erläuterung der Erfindung und nicht einer Einschränkung der Erfindung angegeben. Tatsächlich wird es für den Fachmann ersichtlich sein, dass verschiedene Modifikationen und Veränderungen an der vorliegenden Erfindung ohne Abweichung von dem Schutzzumfang oder Wesen der Erfindung vorgenommen werden können. Beispielsweise können als Teil einer Ausführungsform dargestellte oder beschriebene Merkmale bei einer anderen Ausführungsform verwendet werden, um eine noch weitere Ausführungsform der Erfindung zu ergeben. Somit soll die vorliegende Erfindung derartige Modifikationen und Varianten beinhalten, soweit sie in den Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche und deren Äquivalente fallen. Obwohl beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung allgemein in dem Kontext mit einer Brennstoffdüse für eine Brennkammer einer landgestützten energieerzeugenden Gasturbine zum Zwecke der Veranschaulichung beschrieben sind, wird der Fachmann leicht erkennen, dass Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung auf jede beliebige Brennkammer für jede Art einer Gasturbine, wie z.B. eine Schiffs- oder Flugzeuggasturbine, angewendet werden können und nicht auf Brennkammern oder Verbrennungssysteme für landgestützte energieerzeugende Gasturbinen beschränkt sind, sofern dies nicht speziell in den Ansprüchen angegeben ist.

[0048] Indem nun auf die Zeichnungen Bezug genommen wird, in welchen identische Bezugszeichen dieselben Elemente durchgängig durch die Figuren darstellen, stellt Fig. 1 eine funktionale Blockdarstellung einer exemplarischen Gasturbine 10 dar, die verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beinhalten kann. Gemäss Darstellung enthält die Gasturbine 10 allgemein einen Einlassabschnitt 12, der eine Reihe von Filtern, Kühlspiralen, Feuchtigkeitsabscheidern und/oder anderen Vorrichtungen zum Reinigen und anderweitigen Konditionieren eines Arbeitsfluids (z.B. Luft) 14 haben kann, das in die Gasturbine 10 eintritt. Das Arbeitsfluid 14 strömt zu einem Verdichterabschnitt, in dem ein Verdichter 16 dem Arbeitsfluid 14 progressiv kinetische Energie verleiht, um ein verdichtetes Arbeitsfluid 18 in zu erzeugen.

[0049] Das verdichtete Arbeitsfluid 18 wird mit einem Brennstoff 20 aus einem Brennstoffzufuhrsystem 22 in einer oder mehreren Brennkammern 24 vermischt, um ein brennbares Gemisch auszubilden. Das brennbare Gemisch wird verbrannt, um Verbrennungsgase 26 mit hoher Temperatur, hohem Druck und hoher Geschwindigkeit zu erzeugen. Die Verbrennungsgase 26 strömen durch eine Turbine 28 eines Turbinenabschnitts, um Arbeit zu verrichten. Beispielsweise kann die Turbine 28 mit einer Welle 30 dergestalt verbunden sein, dass die Rotation der Turbine 28 den Verdichter 16 zum Erzeugen des verdichteten Arbeitsfluids 18 antreibt. Alternativ oder zusätzlich kann die Welle 30 die Turbine 28 mit einem Generator 32 zum Erzeugen von Elektrizität verbinden. Abgase 34 aus der Turbine 28 strömen durch einen Auslassabschnitt 36, der die Turbine 28 mit einem Abgasschacht 38 stromabwärts von der Turbine 28 verbindet. Der Auslassabschnitt 36 kann beispielsweise einen (nicht dargestellten) Abhitzedampfperzeuger zum Reinigen und Entziehen zusätzlicher Wärme aus den Abgasen 34 vor der Freisetzung in die Umgebung enthalten.

[0050] Die Brennkammer 24 kann eine Brennkammer jeder beliebigen Bauart sein, die in der Technik bekannt ist, und die vorliegende Erfindung ist nicht auf irgendeine bestimmte Brennkammerkonstruktion beschränkt, solange dies in den Ansprüchen nicht ausdrücklich anderes angegeben ist. Zum Beispiel kann die Brennkammer 24 von einem Rohrbrennkammertyp oder einem Ringrohrbrennkammertyp sein. Fig. 2 zeigt eine seitliche Querschnittsansicht eines Abschnitts einer beispielhaften Brennkammer 24 des Rohrbrennkammertyps. Wie in 2 dargestellt, umgibt ein Aussengehäuse 40 wenigstens einen Teil der Brennkammer 24. Eine Endabdeckung 42 ist an einem Ende der Brennkammer 24 mit dem Aussengehäuse 40 verbunden. Die Endabdeckung 42 und das Aussengehäuse 40 definieren allgemein eine Hochdruckplenumkammer 44, die wenigstens teilweise die Brennkammer 24 umgibt. Die Hochdruckplenumkammer 44 empfängt im Betrieb das verdichtete Arbeitsfluid 18 von dem Verdichter 16.

[0051] In bestimmten Ausführungsformen enthält die Brennkammer 24 eine oder mehrere Brennstoffdüsen 46. In einer Ausführungsform enthält die Brennkammer eine primäre Brennstoffdüse 48, die sich im Wesentlichen axial bezüglich einer axialen Mittellinie 50 innerhalb der Brennkammer 24 erstreckt. Beispielsweise erstreckt sich in einer Konfiguration die primäre Brennstoffdüse 48 stromabwärts von einer Innenfläche der Endabdeckung 42 aus. Fig. 3 zeigt eine stromaufwärtige Ansicht eines Abschnitts der Brennkammer 24, die die primäre Brennstoffdüse 48 und mehrere beispielhafte sekundäre Brennstoffdüsen 52 gemäss einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthält. In verschiedenen Ausführungsformen, wie sie in den Fig. 2 und 3 gezeigt sind, sind mehrere sekundäre Brennstoffdüsen 52 ringförmig um die primäre Brennstoffdüse 48 herum angeordnet. In einer Ausführungsform, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist, erstrecken sich die sekundären Brennstoffdüsen 52 innerhalb der Brennkammer 24 im Wesentlichen parallel zu der primären Brennstoffdüse 48.

[0052] Wie in den Fig. 2 und 3 gezeigt, können die sekundären Brennstoffdüsen 52 Brennstoffdüsen der Bündelrohrbauart enthalten, die mehrere Rohre 54 für die Zufuhr einer Mischung aus Brennstoff und Luft zu einer Brennzone 56 (Fig. 2) aufweisen, die innerhalb der Brennkammer 24 definiert ist. In anderen Ausführungsformen können die sekundären Brennstoffdüsen 52 herkömmliche (nicht gezeigte) Vormischer-Brennstoffdüsen enthalten, die teilweise ähnlich wie die primäre Brennstoffdüse 50 eingerichtet sein können. Die sekundären Düsen 52 sind jedoch weder auf Bündelrohr- noch auf herkömmliche Vormischer-Brennstoffdüsen 52 beschränkt, sofern dies nicht speziell in den Ansprüchen angegeben ist. Jede der sekundären Brennstoffdüsen 52 und/oder jedes der Rohre 54 endet an einem Auslassende 58, das für eine Fluidverbindung zwischen den sekundären Brennstoffdüsen 52 und der Brennzone 56 sorgt.

[0053] Wie in Fig. 2 gezeigt, kann die Brennzone 56 wenigstens teilweise innerhalb eines ringförmig gestalteten Flammrohrs 60 definiert sein, das sich stromabwärts von der primären und den sekundären Brennstoffdüsen 48, 52 in Richtung eines Einlasses in die Turbine 28 erstreckt. Das Flammrohr 60 definiert wenigstens teilweise einen Heissgaspfad 62 zur Leitung der Verbrennungsgase 26 durch die Brennkammer 24 hindurch.

[0054] Wie in den Fig. 2 und 3 gezeigt, erstreckt sich eine Kappen- oder Effusionsplatte 64 radial und in Umfangsrichtung innerhalb der Brennkammer 24 stromabwärts von der Endabdeckung 42 (Fig. 2). Die Kappenplatte 64 kann eine einzige durchgehende Platte aufweisen oder kann in bogenförmige oder anders geformte Abschnitte (Fig. 3) aufgeteilt sein. Die Kappenplatte 64 kann wenigstens teilweise einen primären Brennstoffdüsendurchgang 66 definieren. Die Kappenplatte 64 kann ferner mehrere sekundäre Brennstoffdüsendurchgänge 68 definieren. Wie in Fig. 3 gezeigt, kann die Kappenplatte 64 beispielsweise einen entsprechenden sekundären Brennstoffdüsendurchgang 68 für jedes der Rohre 54 einer Bündelrohr-Brennstoffdüse definieren.

[0055] Das Auslassende 58 jeder der sekundären Brennstoffdüsen 52 und/oder der Rohre 54 endet allgemein an, in der Nähe oder neben der Kappenplatte 64, um so eine Fluidverbindung durch die Kappenplatte 64 hindurch und in die Brennzone 56 hinein zu schaffen. Die Kappenplatte 64 ist mit einem Endabschnitt einer Aussenhülse 70 verbunden. Die Kappenplatte 64 und die Aussenhülse 70 können Komponenten einer Kappenanordnung sein. In bestimmten Ausführungsformen kann/können die Kappenplatte 64 und/oder die Aussenhülse 70 wenigstens teilweise eine Kühlluftplenumkammer 72 (Fig. 2) innerhalb der Brennkammer 24 definieren. Die Kühlluftplenumkammer 72 kann mit der Hochdruckplenumkammer 44 (Fig. 2) und/oder einer anderen (nicht gezeigten) Kühlluft- oder Kühlungsmediumquelle in Fluidverbindung stehen.

[0056] Fig. 4 zeigt eine vergrösserte querschnittene Seitenansicht einer beispielhaften primären Brennstoffdüse 48 gemäss wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In einer Ausführungsform, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist, enthält die primäre Brennstoffdüse 48 einen Mittelkörper 74, einen Aussenmantel 76, der von dem Mittelkörper 74 radial beabstandet ist, und einen Vormischströmungsdurchgang 78, der wenigstens teilweise zwischen dem Mittelkörper 74 und dem Aussenmantel 76 definiert ist. Der Mittelkörper 74 kann eingerichtet sein, um mittels eines Flansches und eines Bolzens oder einer anderen Verbindung an der Endabdeckung 42 montiert zu sein. Der Mittelkörper 74 kann mit der Endabdeckung 42 (Fig. 2) und/oder mit einer Brennstoffversorgung in Fluidverbindung stehen. In bestimmten Ausführungsformen kann der Mittelkörper 74, wie in Fig. 4 gezeigt, eingerichtet sein, um eine Brennstoff- und/oder Verdünnungsmittelkartusche aufzunehmen.

[0057] In einer Ausführungsform, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist, enthält die primäre Brennstoffdüse 48 mehrere Umlenk- oder Drallerzeugeterleitschaufeln 80, die sich innerhalb des Vormischströmungsdurchgangs 78 zwischen dem Mittelkörper 74 und dem Aussenmantel 76 erstrecken. Wie in Fig. 4 gezeigt, enthalten die Umlenk-schaufeln 80 allgemein einen Vorderkantenabschnitt 82 und einen Hinterkantenabschnitt 84. Der Vorderkantenabschnitt 82 ist im Allgemeinen in Richtung einer Strömung des verdichteten Arbeitsfluids 18 gerichtet.

[0058] Wie in Fig. 4 gezeigt, weist der Aussenmantel 76 einen kreisringförmig gestalteten Hauptkörper 86, der einen Innenseitenabschnitt 88, einen Aussenseitenabschnitt 90 und einen vorderen Endabschnitt 92 auf, der von einem hinteren Endabschnitt 94 axial getrennt ist. In wenigstens einer Ausführungsform definiert der Hauptkörper 86 wenigstens einen Kühlkanal 96. Der Kühlkanal 96 ist zwischen dem Innenseitenabschnitt 88 und dem Aussenseitenabschnitt 90 vollständig eingegrenzt. Der Kühlkanal 96 erstreckt sich wenigstens teilweise zwischen dem vorderen Endabschnitt 92 und dem hinteren Endabschnitt 94 des Hauptkörpers 86. In bestimmten Ausführungsformen definiert der Hauptkörper 86 mehrere Kühlkanäle 96. Der ringförmig gestaltete Hauptkörper 86 wird während der Fertigung in einem einzigen Stück hergestellt. Somit weist der Hauptkörper 86 einen monolithischen Aufbau auf, und er unterscheidet sich von einer Komponente, die aus mehreren Komponententeilen hergestellt ist, die mittels Hartlötens o-der eines anderen Verbindungsprozesses zur Bildung einer einzigen Komponente miteinander verbunden werden.

[0059] In bestimmten Ausführungsformen kann der Hauptkörper 86, der den Kühlkanal 96 oder die Kühlkanäle 96 enthält, durch additive Herstellungsverfahren oder -prozesse erzeugt sein. Wie hierin verwendet, umfassen die Begriffe «additiv hergestellt», oder «additive Herstellungsverfahren oder -prozesse» verschiedene bekannte 3D-Druck-Herstellungsverfahren, wie z.B. Extrusionsabscheiden, drahtrohmaterialbasiertes 3D-Drucken, 3D-Drucken durch Verbinden von Granulatomaterialien, Pulverbett- und Druckkopf-3D-Drucken, Lamination und Photopolymerisation, sind aber nicht auf diese beschränkt.

[0060] Der Hauptkörper 86 definiert ferner wenigstens einen Kühlluft einlass 98, der sich mit dem Kühlkanal 96 in Fluidverbindung befindet, und einen Kühlluftauslass 100, der sich mit dem Kühlkanal 96 stromabwärts von dem Kühlluft einlass 98 in Fluidverbindung befindet. Der Kühlluft einlass 98 kann entlang einer beliebigen Wand, Seite oder eines beliebigen Abschnitts des Hauptkörpers 86 definiert oder angeordnet sein. Z.B. ist in verschiedenen Ausführungsformen, wie in Fig. 4 gezeigt, der Kühlluft einlass 98 in der Nähe des vorderen Endabschnitts 92 des Hauptkörpers 86 definiert. In einer Ausführungsform ist der Kühlluft einlass 98 innerhalb einer vorderen Wand 102 des Hauptkörpers 86 angeordnet oder definiert und schafft somit eine Fluidverbindung durch die vordere Wand 102 hindurch und in den Kühlkanal 96 hinein. In einer Ausführungsform sorgt der Kühlluft einlass 98 für eine Fluidverbindung durch den Aussenseitenabschnitt 90 des Hauptkörpers 86 hindurch in den Kühlkanal 96 hinein.

[0061] In einer Ausführungsform ist der Kühllufteinlass 98 entlang des Aussenseitenabschnitts 90 stromaufwärts von den Drallerzeugetleitschaufeln 80 definiert. In einer Ausführungsform ist der Kühllufteinlass 98 entlang des Aussenseitenabschnitts 90 stromabwärts von den Drallerzeugetleitschaufeln 80 zwischen den Hinterkanten 84 der Umlenkschaufeln 80 und dem hinteren Endabschnitt 94 des Hauptkörpers 86 definiert. In einer Ausführungsform ist der Kühllufteinlass 98 zwischen dem Vorderkantenabschnitt 82 und dem Hinterkantenabschnitt 84 der Drallerzeugetleitschaufeln 80 definiert oder angeordnet. In bestimmten Ausführungsformen sind mehrere Kühllufteinlässe 98 entlang einer/eines oder mehrerer von der Vorderwand 102 und dem Aussenseitenabschnitts 90 des Hauptkörpers 86 definiert oder angeordnet.

[0062] Fig. 5 zeigt eine stromaufwärtige Ansicht der primären Brennstoffdüse 48, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist, gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Kühlluftauslass 100 oder die Kühlluftauslässe 100 können irgendwo entlang des Hauptkörpers 86 definiert oder angeordnet sein. In einer Ausführungsform, wie sie in den Fig. 4 und 5 gezeigt ist, endet beispielsweise ein hinterer Endabschnitt 94 des Hauptkörpers 86 an einer hinteren Wand 104, die sich zwischen dem Innen- und dem Aussenseitenabschnitt 88, 90 erstreckt, und der Kühlluftauslass 100 oder wenigstens einige der Kühlluftauslässe 100 sind an der hinteren Wand 106 definiert oder angeordnet, wodurch eine Fluidverbindung von dem Kühlkanal 96 durch die Hinterwand 106 hindurch geschaffen ist. In verschiedenen Ausführungsformen können, wie in Fig. 4 gezeigt, der Kühlluftauslass 100 oder wenigstens einige der Kühlluftauslässe 100 an dem Aussenseitenabschnitt 90 des Hauptkörpers 86 definiert oder angeordnet sein. Zusätzlich oder alternativ dazu kann der Kühlluftauslass 100 oder können wenigstens einige der Kühlluftauslässe 100 an dem Innenseitenabschnitt 88 des Hauptkörpers 86 definiert oder angeordnet sein, wodurch eine Fluidverbindung von dem Kühlkanal 96 durch die innere Wand 88 hindurch in den Vormischströmungsdurchgang 78 hinein stromaufwärts von der hinteren Wand 106 geschaffen ist.

[0063] Fig. 6 zeigt eine Querschnittsansicht eines beispielhaften Kühlkanals 96 gemäss einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 6 gezeigt, kann ein oder können mehrere Strömungsmerkmale 106 innerhalb des Kühlkanals 96 definiert sein. Das Strömungsmerkmal kann oder die Strömungsmerkmale 106 können konkave oder konvexe Grübchen 108, Rippen 110, Schlitze 112, Nuten 114 oder andere Merkmale zur Verstärkung der Kühlleistung des verdichteten Arbeitsfluids 18 enthalten, wenn es durch den zugehörigen Kühlkanal 96 strömt. In verschiedenen Ausführungsformen ist das Strömungsmerkmal oder sind die Strömungsmerkmale 106 mittels einer oder mehrerer vorstehend beschriebener additiver Herstellungsverfahren, -techniken oder -prozessen erzeugt, wodurch eine höhere Genauigkeit und/oder kompliziertere Details innerhalb des Kühlkanals 96 geformt werden, als sie früher durch herkömmliche Herstellungsprozesse herstellbar waren.

[0064] Fig. 7 und 8 zeigen perspektivische Teilansichten des Aussenmantels 76 gemäss verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 4 gezeigt, erstreckt sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals 96 oder der Kühlkanäle 96 im Wesentlichen axial innerhalb des Hauptkörpers 86. In einer Ausführungsform, wie sie in Fig. 7 gezeigt ist, erstreckt sich der Kühlkanal 96 oder erstrecken sich wenigstens einige der Kühlkanäle 96 innerhalb des Hauptkörpers 86 in einem im Wesentlichen schrauben- bzw. spiralförmigen oder umlaufenden Muster, wodurch die Länge des Kühlkanals 96 durch den Hauptkörper 86 verlängert wird. In einer Ausführungsform erstreckt sich der Kühlkanal 96 oder erstrecken sich wenigstens einige der Kühlkanäle 96 wenigstens teilweise um den hinteren Endabschnitt 94 herum.

[0065] In einer Ausführungsform, wie sie in Fig. 8 gezeigt ist, erstreckt sich der Kühlkanal 96 oder erstrecken sich wenigstens einige der Kühlkanäle 96 innerhalb des Hauptkörpers 86 in einem im Wesentlichen serpentinartigen oder gewundenen Muster, wodurch die Länge des Kühlkanals 96 durch den Hauptkörper 86 verlängert wird. Die serpentinartigen oder gewundenen Muster und/oder die schrauben- bzw. spiralförmigen oder umlaufenden Muster erhöhen die Verweil- oder Strömungsdauer des verdichteten Arbeitsfluids 18, während dieses durch den Kühlkanal 96 oder die Kühlkanäle 96 strömt, die von dem Hauptkörper 86 definiert sind, wodurch die Kühlleistung des verdichteten Arbeitsfluids 18 erhöht wird und thermische Beanspruchungen an dem Aussenmantel 76 reduziert werden. Der Kühlkanal kann oder die Kühlkanäle 96 können sich in mehreren Mustern innerhalb des Hauptkörpers 86 des Aussenmantels 76 erstrecken und ist bzw. sind nicht auf irgendein einzelnes oder bestimmtes Muster beschränkt, sofern dies nicht speziell in den Ansprüchen angegeben ist.

[0066] Fig. 9 ist eine querschnittene Seitenansicht eines Abschnitts der Brennkammer 24, die eine primäre Brennstoffdüse 48 gemäss einer oder mehrerer Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthält. Wie in Fig. 9 gezeigt, erstreckt sich der Aussenmantel 76 durch den primären Brennstoffdüsendurchgang 66 hindurch, der innerhalb der Kappenplatte 64 definiert ist. Wie gezeigt, erstreckt sich der hintere Endabschnitt 94 axial über das Auslassende 58 der sekundären Brennstoffdüse 52 hinaus in Richtung der Brennzonen 56, so dass der hintere Endabschnitt 94 näher an der Brennzonenzone 56 als die Auslassenden 58 der sekundären Brennstoffdüsen 52 positioniert ist. Wie gezeigt, kann der Kühllufteinlass 98 oder können wenigstens einige der Kühllufteinlässe 98 mit der Kühlluftplenumkammer 72 in Fluidverbindung stehen.

[0067] Wie in den verschiedenen in den Fig. 2–9 veranschaulichten Ausführungsformen gezeigt, wird im Betrieb ein Teil des verdichteten Arbeitsfluids 18 in den Kühlkanal 96 über einen oder mehrere Kühllufteinlässe 98 geleitet. In einer Ausführungsform kann das verdichtete Arbeitsfluid 18 von der Hochdruckplenumkammer 44 in die Kühlluftplenumkammer 72 und dann in den Kühllufteinlass 98 oder die Kühllufteinlässe 98 geleitet werden. Das verdichtete Arbeitsfluid 18 strömt dann durch den Kühlkanal 96 oder die Kühlkanäle 96 hindurch, wodurch entweder eine konvektive und/oder eine Aufprallkühlung an dem Innenseitenabschnitt 88 und/oder dem Aussenseitenabschnitt 90 des Hauptkörpers 86, insbesondere an dem hinteren Endabschnitt 94 des Aussenmantels 76 oder in seiner Nähe erzielt wird.

[0068] Wie vorstehend beschrieben, erhöhen die serpentinartigen, umlaufenden, axialen und/oder schrauben- bzw. spiralförmigen Muster des Kühlkanals 96 oder der Kühlkanäle 96 die Verweil- oder Strömungsdauer des verdichteten Arbeitsfluids 18 innerhalb des Kühlkanals 96 oder der Kühlkanäle 96, wodurch die gesamte Kühleffektivität des verdichteten Arbeitsfluids 18 erhöht wird. In bestimmten Ausführungsformen kann das Strömungsmerkmal 106 oder können die Strömungsmerkmale 106 ferner die Kühleffektivität des verdichteten Arbeitsfluids 18 verbessern, wodurch die mechanische Gesamtleistung der primären Brennstoffdüse 48 verbessert wird.

[0069] Das verdichtete Arbeitsfluid 18 verlässt den Kühlkanal 96 oder die Kühlkanäle 96 durch den Kühlluftauslass 100 oder die Kühlluftauslässe 100. Wenn es durch die hintere Wand 104 heraustritt, kann das verdichtete Arbeitsfluid 18 in die Brennzonen 56 einströmen. Wenn das verdichtete Arbeitsfluid 18 durch den Kühlluftauslass 100 oder die Kühlluftauslässe 100, die an dem Innenseitenabschnitt 88 angeordnet sind, herausströmt, kann das verdichtete Arbeitsfluid 18 eine Filmkühlung des Innenseitenabschnitts 88 erzielen. Wenn das verdichtete Arbeitsfluid 18 durch den Kühlluftauslass 100 oder die Kühlluftauslässe 100, die an dem Aussenseitenabschnitt 90 angeordnet sind, herausströmt, kann das verdichtete Arbeitsfluid 18 eine Filmkühlung des Aussenseitenabschnitts 90 erzielen.

[0070] Fig. 10 ist eine querschnittene Seitenansicht eines Abschnitts der Brennkammer 24, die eine beispielhafte Ausführungsform der primären Brennstoffdüse 48 gemäss einer oder mehreren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthält. Wie in Fig. 10 gezeigt, kann der Aussenmantel 76 einen vorderen Hülsenabschnitt 116 und ein koaxial ausgerichtetes Brennerrohr oder einen Verlängerungsrohrabschnitt 118 aufweisen, das/der sich axial stromabwärts von dem vorderen Hülsenabschnitt 116 erstreckt. Der vordere Hülsenabschnitt 116 und der Brennerrohrabschnitt 118 definieren einen Vormischströmungsdurchgang 78. Der Brennerrohrabschnitt 118 enthält einen Hauptkörper 120. Der Hauptkörper 120 des Brennerrohrabschnitts 118 definiert die Kühlkanäle 96, wie sie vorstehend beschrieben und veranschaulicht sind.

[0071] Der Kühlkanal 96 oder die Kühlkanäle 96 sind innerhalb des Hauptkörpers 120 vollständig eingegrenzt. Der Hauptkörper 120 des Brennerrohrabschnitts 118 definiert ferner den Kühlluft einlass 98 oder die Kühlluft einlässe 98 an einem stromaufwärtigen Ende 122 des Brennerrohrabschnitts 118 oder in dessen Nähe. Ausserdem definiert der Hauptkörper 120 ferner den Kühlluftauslass 100 oder die Kühlluftauslässe 100 entlang wenigstens eines bzw. einer von einem Innenseitenabschnitt 124, einem Aussenseitenabschnitt 126 oder einer hinteren Wand 128 des Hauptkörpers 120. Wie in Fig. 10 gezeigt, erstreckt sich der Brennerrohrabschnitt 118 durch den primären Brennstoffdüsendurchgang 66 hindurch. Die Kühlkanaleinlässe 98 können mit der Kühlluftplenumkammer 72 in Fluidverbindung stehen.

[0072] Wie vorstehend angegeben, kann der kreisringförmig gestaltete Hauptkörper 86 des Aussenmantels 76 unter Verwendung eines additiven Herstellungsprozesses erzeugt sein. In einer Ausführungsform ist der additive Herstellungsprozess des Direct Metal-Laser-Sintering (DMLS) das bevorzugte Verfahren zur Herstellung des hierin beschriebenen ringförmig gestalteten Hauptkörpers 86.

[0073] Fig. 11 zeigt ein Flussdiagramm, das eine beispielhafte Ausführungsform eines Verfahrens 200 zur Herstellung des ringförmig gestalteten Hauptkörpers 86 veranschaulicht, wie er hierin beschrieben und in den Fig. 4–10 gezeigt ist. Das Verfahren 200 enthält ein Herstellen wenigstens des ringförmig gestalteten Hauptkörpers 86 unter Verwendung des Direct Metal-Laser-Sintering (DMLS)-Prozesses. DMLS ist ein bekannter Herstellungsprozess, der Metallkomponenten unter Verwendung dreidimensionaler Informationen, z.B. eines dreidimensionalen Computermodells der Komponente, fertigt. Die dreidimensionalen Informationen werden in mehrere Schichten umgewandelt, wobei jede Schicht einen Querschnitt der Komponente für eine vorbestimmte Höhe der Schicht definiert. Die Komponente wird dann Schicht für Schicht oder Schicht für Schicht «aufgebaut», bis sie fertiggestellt ist. Jede Schicht der Komponente wird durch Schmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung eines Lasers gebildet.

[0074] Dementsprechend enthält das Verfahren 200 den Schritt 202 des Bestimmens dreidimensionaler Informationen über den ringförmig gestalteten Hauptkörper 86 und den Schritt 204 des Umwandelns der dreidimensionalen Informationen in mehrere Schichten, wobei jede Schicht eine Querschnittsschicht des ringförmig gestalteten Hauptkörpers 86 definiert. Der ringförmig gestalteten Hauptkörper 86 wird dann unter Verwendung von DMLS hergestellt, oder spezieller jede Schicht wird sukzessive gebildet 206, indem ein metallisches Pulver unter Verwendung von Laserenergie geschmolzen wird. Jede Schicht weist eine Grösse zwischen ungefähr 0,0005 Zoll und ungefähr 0,001 Zoll auf. Demzufolge kann ein Kühlkanal 96 oder können die Kühlkanäle 96 vollständig innerhalb des Hauptkörpers 86 eingegrenzt definiert werden. Zusätzlich kann der Kühlkanal 96 oder können die Kühlkanäle 96 und/oder können die Kühlmerkmale 106 in komplizierten, früher nicht herstellbaren Mustern und/oder Formen erzeugt werden.

[0075] Der ringförmig gestaltete Hauptkörper 86 kann unter Verwendung einer beliebigen geeigneten Laser-Sinter-Maschine hergestellt werden. Beispiele geeigneter Laser-Sinter-Maschinen umfassen eine EOSINT.RTM. M 270 DMLS-Maschine, eine PHENIX PM250-Maschine und/oder eine EOSINT.RTM. M 250 Xtended DMLS-Maschine, die von EOS of North America, Inc. aus Novi, Michigan verfügbar sind, sind auf diese aber nicht beschränkt. Das für die Herstellung des ringförmig gestalteten Hauptkörpers 86 verwendete metallische Pulver ist vorzugsweise ein Pulver, das Kobalt-Chrom enthält, kann aber ein beliebiges anderes geeignetes metallisches Pulver sein, wie z.B. HS 1888 und INCO625. Das metallische Pulver kann eine Partikelgrösse zwischen ungefähr 10 Mikrometern und ungefähr 74 Mikrometern, vorzugsweise zwischen ungefähr 15 Mikrometern und ungefähr 30 Mikrometern, aufweisen.

[0076] Obwohl die Verfahren zur Herstellung des ringförmig gestalteten Hauptkörpers 86, der den Kühlkanal 96 oder die Kühlkanäle 96 und die Kühlmerkmale enthält, hierin unter Verwendung von DMLS als das bevorzugte Verfahren beschrieben sind, werden Fachleute auf dem Gebiet der Herstellung erkennen, dass beliebige andere geeignete schnelle Herstellungsverfahren (Rapid Manufacturing-Verfahren) verwendet werden können, die einen schichtweisen Aufbau oder eine additive Fertigung verwenden. Diese alternativen Rapid Manufacturingverfahren umfassen Selektives Lasersintern (SLS), 3D Drucken, wie z.B. durch Tintenstrahlen und Laserstrahlen, Stereolithographie (SLS), Direktes Selektives Lasersintern (DLS), Elektronenstrahl-Sintern (EBS), Elektronenstrahl-Schmelzen (EBM), technisches Laser-Nettoformen (LENS, Laser Engineered Net Shaping), Laser-Nettogestalt-Herstellen (LNSM, Laser Net Shape Manufacturing) und Direkte Metal-lauftragschweissung (DMD, Direct Metal Deposition), sind aber nicht auf diese beschränkt.

[0077] Die verschiedenen hierin bereitgestellten Ausführungsformen ergeben verschiedene technische Vorteile gegenüber existierenden Brennstoffdüsen und/oder Brennkammern. Zum Beispiel ermöglicht der Kühlkanal 96 oder ermöglichen die Kühlkanäle 96, die vollständig innerhalb des Hauptkörpers 86 eingegrenzt und durch diesen definiert sind, während verschiedener Betriebsmodi der Brennkammer ein tieferes Vordringen der vorgemischten Mischung aus Brennstoff und Luft in die Brennzona 56 hinein, wodurch die betriebliche Flexibilität erhöht wird, während gleichzeitig die mechanische Lebensdauer der primären Brennstoffdüse 48 verlängert wird. Zusätzlich oder alternativ dazu ermöglicht das Herstellen des Hauptkörpers 86 mittels des additiven Herstellungsprozesses kompliziertere und komplexere Kühlkanalmuster, als sie mit Hilfe herkömmlicher Verfahren herstellbar waren. Ausserdem reduziert der additiv hergestellte Hauptkörper 86 eine potentielle Leckage und andere mögliche unerwünschte Wirkungen, die daraus resultieren, dass mehrere Komponenten miteinander verlötet oder anderweitig verbunden sind, um den Kühlkanal 96 zu bilden.

[0078] Diese schriftliche Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung zu offenbaren, einschliesslich der besten Ausführungsart, und auch um irgendeinem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung auszuführen, wozu ein Herstellen und Verwenden jeglicher Vorrichtungen oder Systeme und Durchführen jeglicher enthaltener Verfahren gehören. Der patentierbare Schutzzumfang der Erfindung wird durch die Ansprüche definiert und kann andere Beispiele umfassen, die Fachleute erkennen. Derartige andere Beispiele sollen innerhalb des Schutzzumfangs der Ansprüche fallen, falls sie strukturelle Elemente umfassen, die sich nicht von dem genauen Wortlaut der Ansprüche unterscheiden, oder falls sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden von dem genauen Wortlaut der Ansprüche umfassen.

[0079] Eine Brennstoffdüse enthält einen Mittelkörper, der wenigstens teilweise von einem Aussenmantel umgeben ist. Der Aussenmantel ist radial von dem Mittelkörper beabstandet, um dazwischen einen Vormischströmungsdurchgang zu definieren. Der Aussenmantel enthält einen Hauptkörper, der einen Innenseitenabschnitt, einen Aussenseitenabschnitt und einen vorderen Endabschnitt definiert, der axial von einem hinteren Endabschnitt getrennt ist. Der Hauptkörper definiert ferner einen Kühlkanal, der vollständig zwischen dem Innenseitenabschnitt und dem Aussenseitenabschnitt eingegrenzt ist und der sich wenigstens teilweise zwischen dem vorderen Endabschnitt und dem hinteren Endabschnitt erstreckt. Der Hauptkörper definiert ferner einen Kühllufteinlass, der sich mit dem Kühlkanal in Fluidverbindung befindet, und einen Kühlluftauslass, der sich mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühllufteinlass in Fluidverbindung befindet.

Bezugszeichenliste

[0080]

Bezugszeichen	Komponente
10	Gasturbine
12	Einlassabschnitt
14	Arbeitsfluid
16	Verdichter
18	Verdichtetes Arbeitsfluid
20	Brennstoff
22	Brennstoffquelle
24	Brennkammer
26	Verbrennungsgase
28	Turbine
30	Welle
32	Generator/Motor

CH 709 500 A2

Bezugszeichen	Komponente
34	Abgase
36	Auslassabschnitt
38	Abgasschacht
40	Aussengehäuse
42	Endabdeckung
44	Hochdruckplenumkammer
46	Brennstoffdüse
48	Primäre Brennstoffdüse
50	Mittellinie
52	Sekundäre Brennstoffdüse
54	Rohre
56	Brennzone
58	Auslassende
60	Flammrohr
62	Heissgaspfad
64	Kappen-/Effusionsplatte
66	Primärer Brennstoffdüsendurchgang
68	Sekundärer Brennstoffdüsendurchgang
70	Aussenhülse
72	Kühlluftplenumkammer
74	Mittelkörper
76	Aussenmantel
78	Vormischströmungsdurchgang
80	Umlenk-/Drallerzeugerschaukeln
82	Vorderkantenabschnitt
84	Hinterkantenabschnitt
86	Hauptkörper
88	Innenseitenabschnitt
90	Aussenseitenabschnitt
92	Vorderer Endabschnitt
94	Hinterer Endabschnitt
96	Kühlkanal
98	Kühlufteinlass
100	Kühluftauslass
102	Vordere Wand

Bezugszeichen	Komponente
104	Hinterwand
106	Strömungsmerkmal
108	Grübchen
110	Rippe
112	Schlitz
114	Nut
116	Vordere Hülse
118	Brennerrohr
120	Hauptkörper
122	Stromaufwärtiges Ende
124	Innenseitenabschnitt
126	Aussenseitenabschnitt
128	Hintere Wand
129–199	NICHT VERWENDET
200	Verfahren
202	Schritt
204	Schritt
206	Schritt

Patentansprüche

1. Brennstoffdüse, die aufweist:
 einen Mittelkörper;
 einen Aussenmantel, der von dem Mittelkörper radial beabstandet ist, um dazwischen einen Vormischströmungsdurchgang zu definieren, wobei der Aussenmantel einen ringförmigen Hauptkörper aufweist, der einen Innenseitenabschnitt, einen Aussenseitenabschnitt und einen vorderen Endabschnitt aufweist, der von einem hinteren Endabschnitt axial getrennt ist; und
 wobei der Hauptkörper einen Kühlkanal definiert, der vollständig zwischen dem Innenseitenabschnitt und dem Aussenseitenabschnitt eingegrenzt ist und der sich wenigstens teilweise zwischen dem vorderen Endabschnitt und dem hinteren Endabschnitt erstreckt, wobei der Hauptkörper ferner einen Kühllufteinlass in Fluidverbindung mit dem Kühlkanal und einen Kühlluftauslass in Fluidverbindung mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühllufteinlass definiert.
2. Brennstoffdüse gemäss Anspruch 1, wobei sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals innerhalb des Hauptkörpers in entweder einem serpentinartigen Muster und/oder einem spiralförmigen Muster erstreckt; und/oder wobei sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals im Wesentlichen axial innerhalb des Hauptkörpers erstreckt; und/oder wobei sich wenigstens ein Abschnitt des Kühlkanals innerhalb des Hauptkörpers wenigstens teilweise um den hinteren Endabschnitt herum erstreckt.
3. Brennstoffdüse gemäss Anspruch 1 oder 2, wobei der Hauptkörper einen oder mehrere Strömungsmerkmale definiert, die entlang des Kühlkanals angeordnet sind; und/oder wobei die Brennstoffdüse ferner mehrere Umlenkschaufeln aufweist, die sich von dem Hauptkörper stromaufwärts von dem hinteren Endabschnitt des Hauptkörpers radial nach aussen erstrecken, wobei jede der Umlenkschaufeln eine Vorderkante und eine Hinterkante aufweist, wobei der Kühllufteinlass entlang des Aussenseitenabschnitts an einer Stelle zwischen den Hinterkanten der Umlenkschaufeln und dem hinteren Endabschnitt des Hauptkörpers angeordnet ist.

4. Brennstoffdüse gemäss einem beliebigen der Ansprüche 1–3, wobei der Kühlluft einlass für eine Fluidverbindung in den Kühlkanal hinein durch wenigstens entweder den Aussenseitenabschnitt des Hauptkörpers und/oder einen vorderen Endabschnitt des Hauptkörpers sorgt; und/oder wobei der Kühlluftauslass für eine Fluidverbindung von dem Kühlkanal durch den Innenwandabschnitt hindurch in den Vormischströmungsdurchgang hinein sorgt.
5. Brennstoffdüse gemäss einem beliebigen der Ansprüche 1–4, wobei der hintere Endabschnitt des Hauptkörpers an einer hinteren Wand endet, wobei der Kühlluftauslass für eine Fluidverbindung von dem Kühlkanal durch wenigstens eine(n) von der hinteren Wand, dem Innenseitenabschnitt und dem Aussenseitenabschnitt sorgt.
6. Brennkammer, die aufweist:
 - ein Aussengehäuse;
 - eine primäre Brennstoffdüse, die einen Mittelkörper, der sich innerhalb des Aussengehäuses axial erstreckt, und einen Aussenmantel aufweist, der koaxial zu dem Hauptkörper ausgerichtet ist, wobei der Aussenmantel von dem Mittelkörper radial beabstandet ist, um dazwischen einen Vormischströmungsdurchgang zu definieren;
 - wenigstens eine sekundäre Brennstoffdüse, die sich im Wesentlichen parallel zu der primären Brennstoffdüse erstreckt, wobei die sekundäre Brennstoffdüse an einem Auslassende endet;
 - wobei der Aussenmantel einen ringförmigen Hauptkörper enthält, der einen Innenseitenabschnitt, einen Aussenseitenabschnitt und einen vorderen Endabschnitt definiert, der von einem hinteren Endabschnitt axial getrennt ist, wobei sich der hintere Endabschnitt axial über das Auslassende der sekundären Brennstoffdüse hinaus erstreckt; und
 - wobei der Hauptkörper ferner einen Kühlkanal, der vollständig innerhalb des Hauptkörpers eingegrenzt ist, einen Kühlluft einlass in Fluidverbindung mit dem Kühlkanal und einen Kühlluftauslass in Fluidverbindung mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühlluft einlass definiert.
7. Brennkammer gemäss Anspruch 6, die ferner eine Kappenplatte aufweist, die sich radial und in Umfangsrichtung innerhalb des Aussengehäuses erstreckt, wobei die Kappenplatte eine erste Seite, die von einer zweiten Seite axial getrennt ist, und wenigstens einen Brennstoffdüsendurchgang definiert, wobei sich der Aussenmantel durch den Brennstoffdüsendurchgang erstreckt, wobei der stromabwärtige Endabschnitt axial über die zweite Seite hinaus positioniert ist.
8. Gasturbine, die aufweist:
 - einen Verdichter;
 - eine Brennkammer, die stromabwärts von dem Verdichter angeordnet ist;
 - eine Turbine, die stromabwärts von der Brennkammer angeordnet ist;
 - wobei die Brennkammer aufweist:
 - eine Endabdeckung, die mit einem Aussengehäuse gekoppelt ist;
 - eine Brennstoffdüse, die einen Mittelkörper, der sich axial stromabwärts von der Endabdeckung innerhalb des Aussengehäuses erstreckt, und einen Aussenmantel aufweist, der koaxial zu dem Hauptkörper ausgerichtet ist, wobei der Aussenmantel von dem Hauptkörper radial beabstandet ist, um dazwischen einen Vormischströmungsdurchgang zu definieren;
 - wobei der Aussenmantel einen ringförmigen Hauptkörper enthält, der einen Innenseitenabschnitt, einen Aussenseitenabschnitt und einen vorderen Endabschnitt definiert, der von einem hinteren Endabschnitt axial getrennt ist, wobei der hintere Endabschnitt in der Nähe einer Brennzonenzone angeordnet ist, die innerhalb der Brennkammer definiert ist; und
 - wobei der Hauptkörper ferner einen Kühlkanal, der vollständig innerhalb des Hauptkörpers eingegrenzt ist, einen Kühlluft einlass in Fluidverbindung mit dem Kühlkanal und einen Kühlluftauslass in Fluidverbindung mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühlluft einlass definiert.
9. Verfahren zur Herstellung eines Hauptkörpers eines Aussenmantelabschnitts einer Brennstoffdüse, wo der Hauptkörper einen Kühlkanal definiert, der vollständig innerhalb des Hauptkörpers eingegrenzt ist, wobei das Verfahren aufweist:
 - Bestimmen von dreidimensionalen Informationen über den Hauptkörper, einschliesslich den Kühlkanal;
 - Umwandeln der dreidimensionalen Informationen in mehrere Schichten, die eine Querschnittsschicht des Hauptkörpers definieren, wobei ein Leerraum innerhalb wenigstens einiger der Schichten definiert ist, der den Kühlkanal definiert; und
 - sukzessives Bilden jeder Schicht des Hauptkörpers durch Schmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung von Laserenergie und/oder Elektronenstrahlenergie.
10. Verfahren gemäss Anspruch 9, wobei das Bestimmen der dreidimensionalen Informationen des Hauptkörpers ferner wenigstens eines der folgenden aufweist:
 - Erzeugen eines dreidimensionalen Modells des Hauptkörpers;
 - Erzeugen eines dreidimensionalen Modells des Hauptkörpers, einschliesslich eines Kühlluft einlasses, der mit dem Kühlkanal in Fluidverbindung steht, und eines Kühlluftauslasses, der mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühlluft einlass in Fluidverbindung steht; und/oder
 - Erzeugen eines dreidimensionalen Modells des Hauptkörpers, einschliesslich eines Kühlluft einlasses, der mit dem Kühlkanal in Fluidverbindung steht, und eines Kühlluftauslasses, der mit dem Kühlkanal stromabwärts von dem Kühlluft einlass in Fluidverbindung steht.

lufteinlass in Fluidverbindung steht, wobei der Kühlluftreinlass in der Nähe eines vorderen Endabschnitts des Hauptkörpers definiert ist und wobei der Kühlluftauslass entlang eines von einem Innenflächenabschnitt, einem Aussenflächenabschnitt oder einem hinteren Wandabschnitt des Hauptkörpers definiert ist.

11. Verfahren gemäss Anspruch 9 oder 10, wobei das Bestimmen der dreidimensionalen Informationen des Hauptkörpers ferner ein Erzeugen eines dreidimensionalen Modells des Hauptkörpers aufweist, der wenigstens ein Strömungsmerkmal enthält, das innerhalb des Hauptkörpers entlang des Kühlkanals definiert ist.
12. Verfahren gemäss einem beliebigen der Ansprüche 9–11, wobei das sukzessive Bilden jeder Schicht des Hauptkörpers durch Schmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung von Laserenergie ferner ein Schmelzen eines metallischen Pulvers aufweist, das wenigstens eines von Kobalt-Chrom, HS188 und INCO 625 aufweist.
13. Verfahren gemäss einem beliebigen der Ansprüche 9–12, wobei das sukzessive Bilden jeder Schicht des Hauptkörpers durch Schmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung von Laserenergie ferner ein Schmelzen eines metallischen Pulvers aufweist, das eine Partikelgrösse zwischen ungefähr 10 Mikrometern und ungefähr 75 Mikrometern, vorzugsweise zwischen ungefähr 15 Mikrometern und ungefähr 30 Mikrometern, aufweist.
14. Brennstoffdüse, die aufweist:
 - einen Aussenmantel, der einen ringförmig gestalteten Hauptkörper und einen Kühlkanal aufweist, der vollständig innerhalb des Hauptkörpers eingegrenzt ist; und
 - wobei der Hauptkörper durch einen additiven Herstellungsprozess erzeugt ist, wobei der additive Herstellungsprozess aufweist:
 - Bestimmen von dreidimensionalen Informationen über den Hauptkörper, der den Kühlkanal enthält;
 - Umwandeln der dreidimensionalen Informationen in mehrere Schichten, die eine Querschnittsschicht des Hauptkörpers definieren, wobei ein Leerraum innerhalb wenigstens einiger der Schichten definiert ist, der den Kühlkanal definiert; und
 - sukzessives Ausbilden jeder Schicht des Hauptkörpers durch Schmelzen eines metallischen Pulvers unter Verwendung von Laserenergie und/oder Elektronenstrahlenergie.
15. Brennstoffdüse gemäss Anspruch 14, wobei der additive Herstellungsprozess ein Laser-Sinter-Prozess oder ein Direct Metal-Laser-Sintering(DMLS)-Prozess ist.

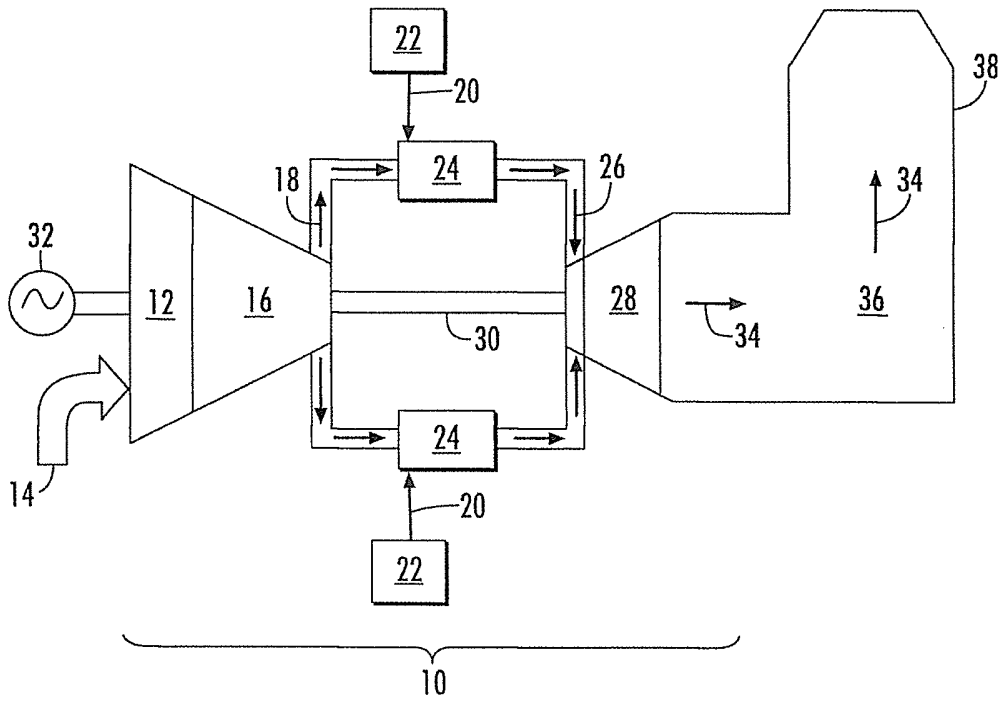


FIG. 1
(Stand der Technik)

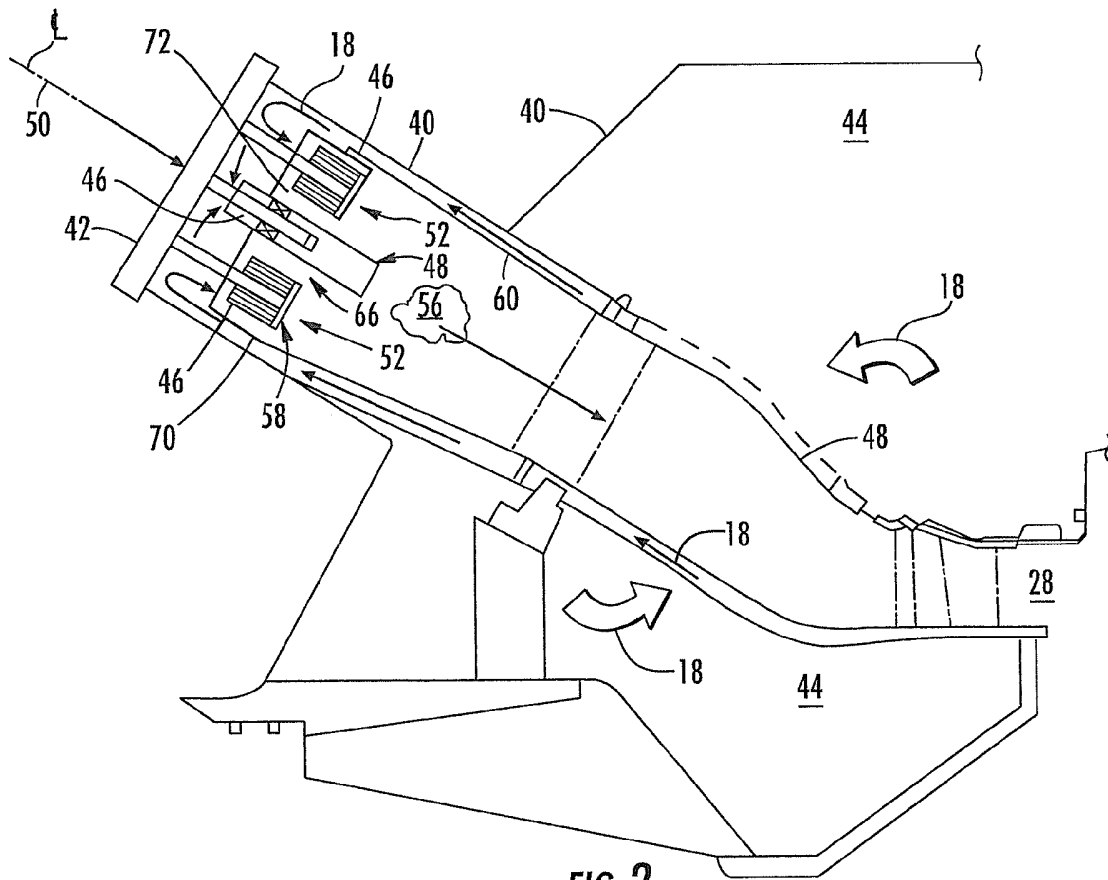


FIG. 2

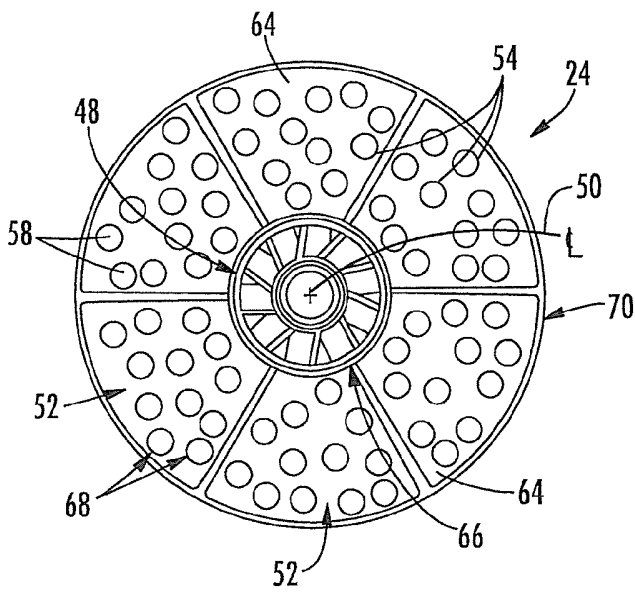


FIG. 3

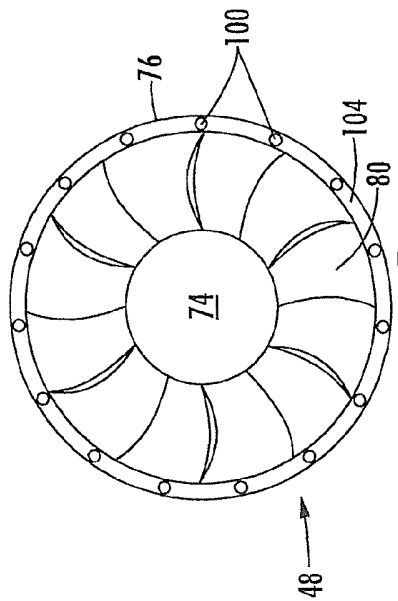
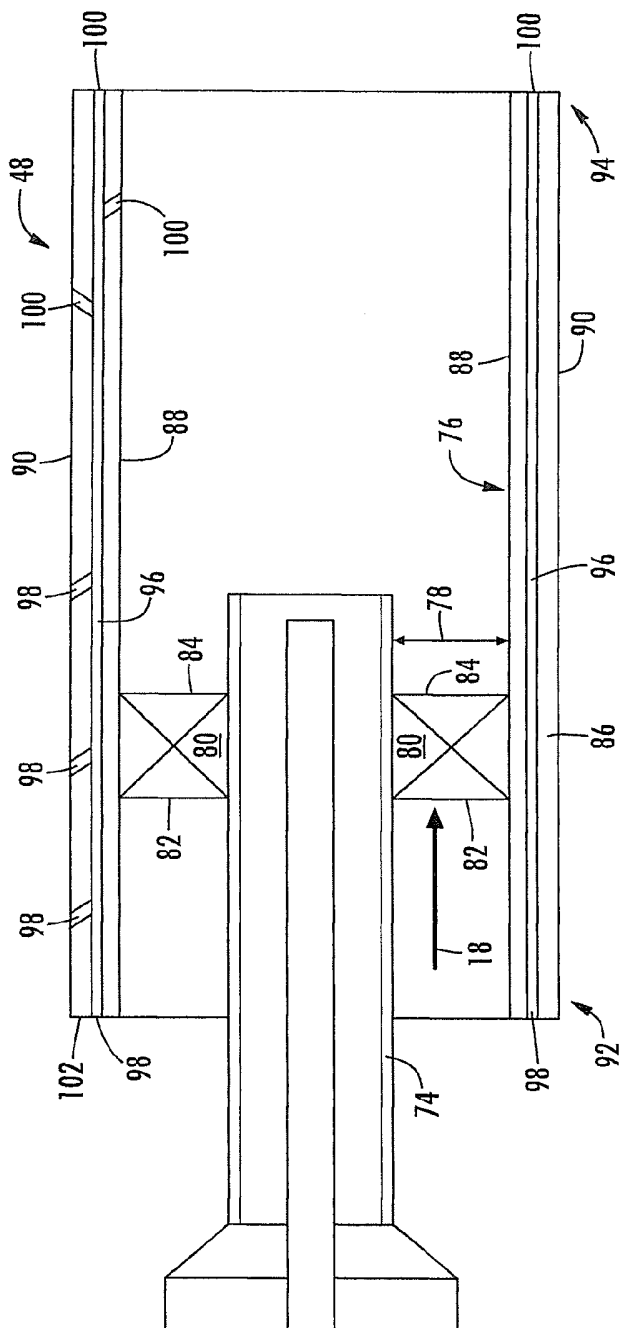


FIG. 4

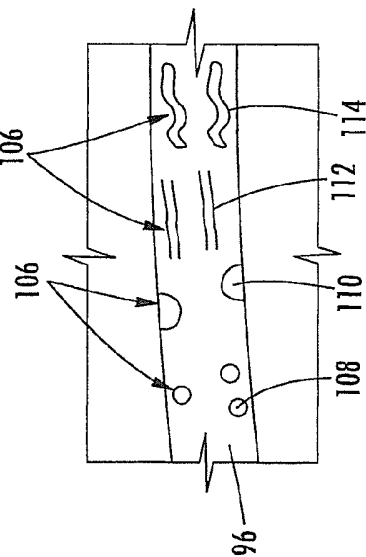
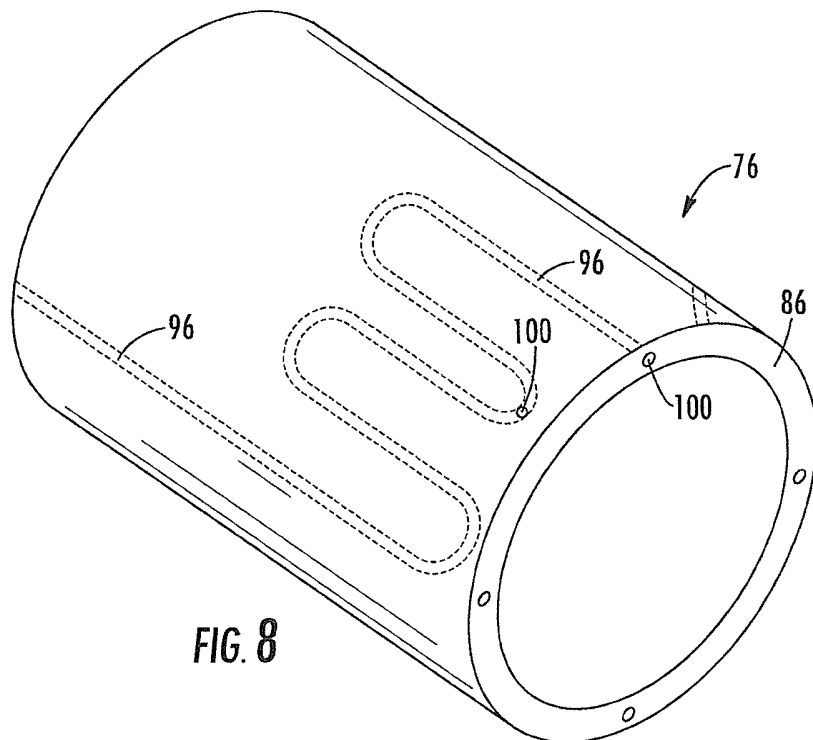
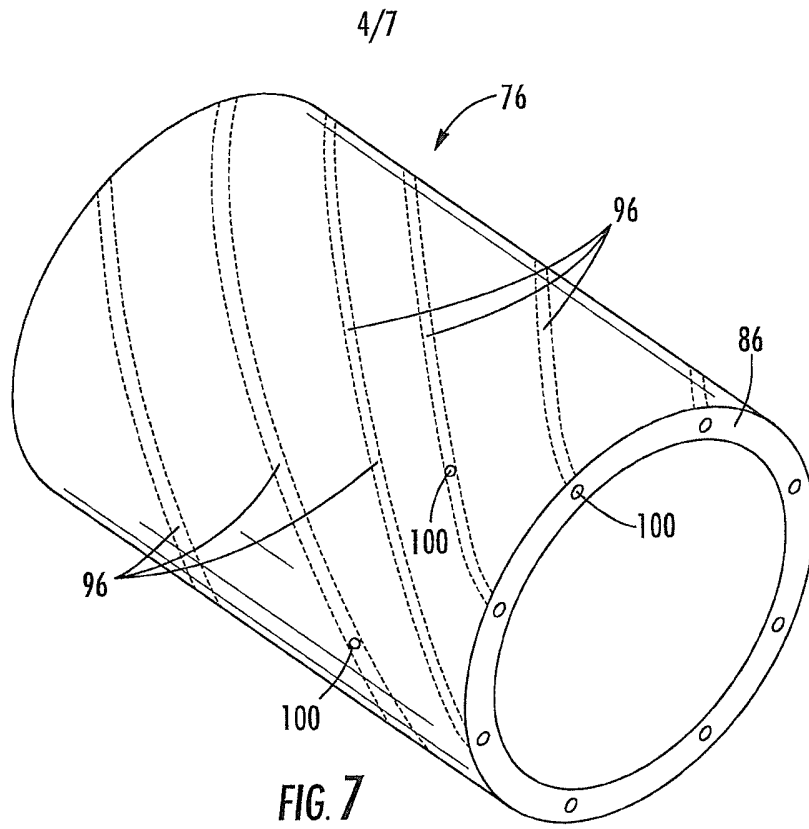


FIG. 6



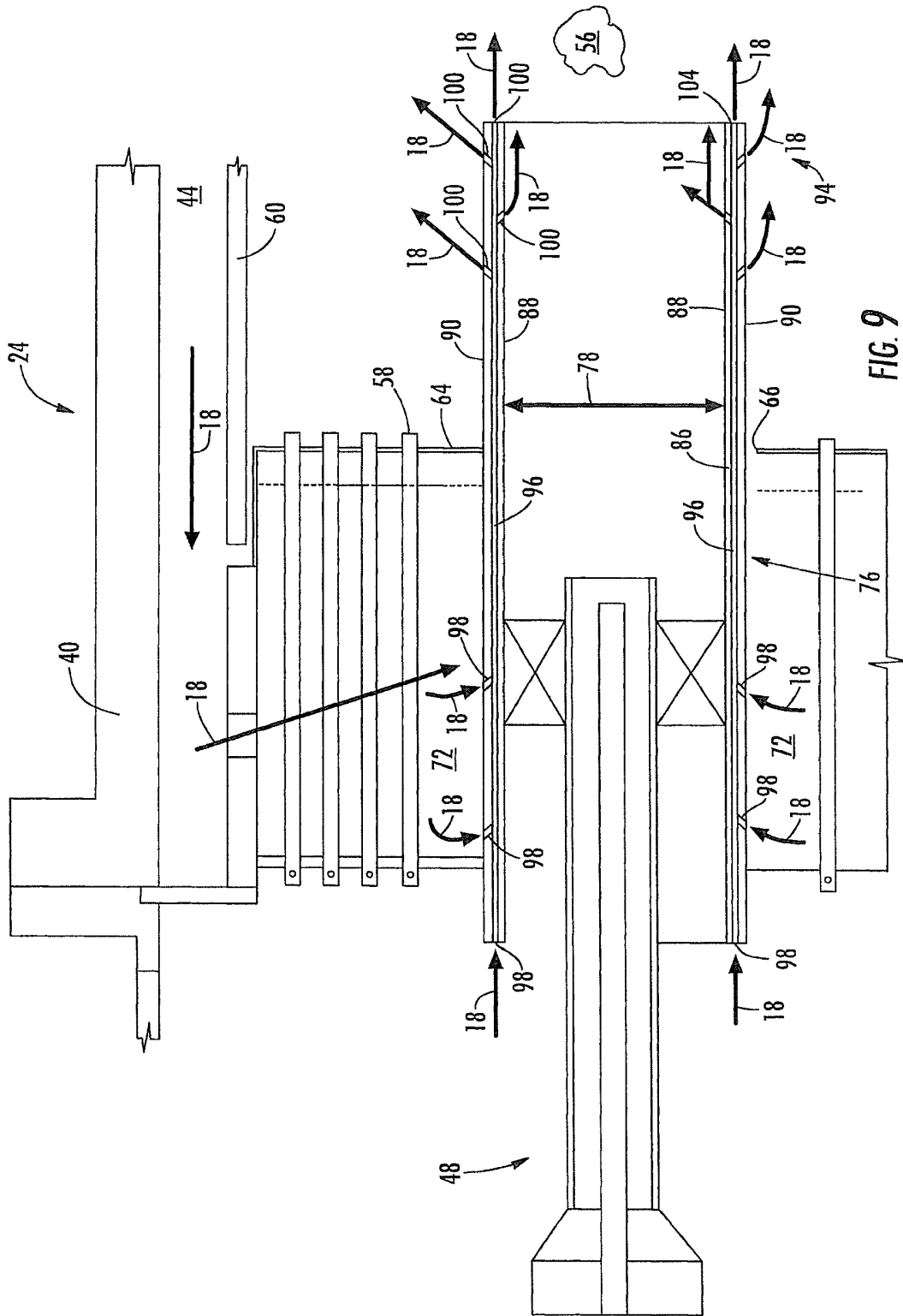


FIG. 9

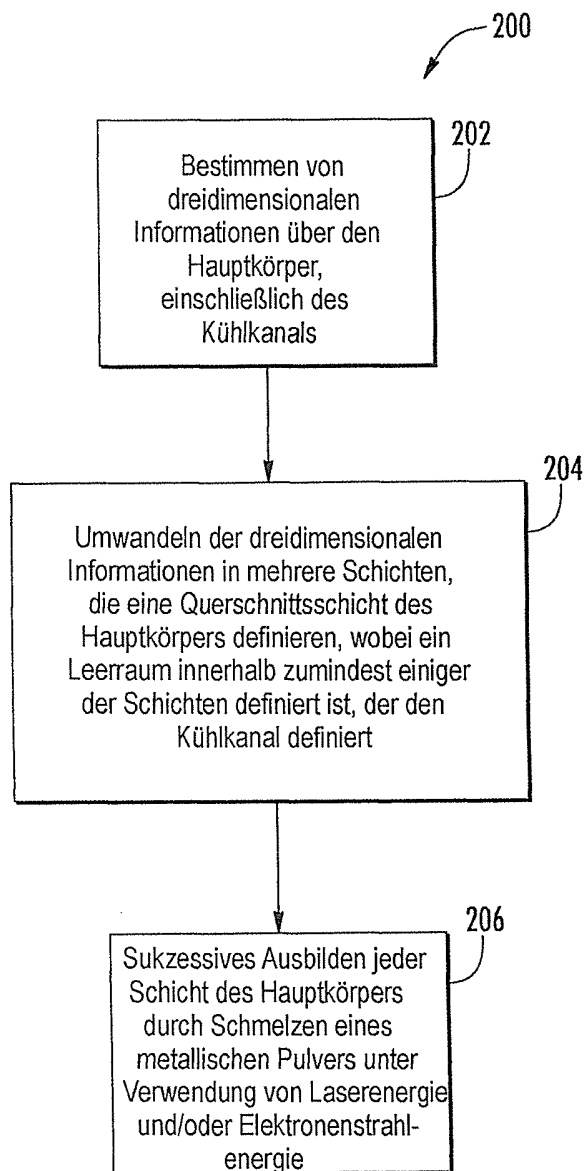


FIG. 11