



(10) **DE 10 2011 050 864 A1** 2012.02.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 050 864.3**

(22) Anmeldetag: **06.06.2011**

(43) Offenlegungstag: **09.02.2012**

(51) Int Cl.: **F23R 3/28 (2011.01)**

(30) Unionspriorität:

12/850,763

05.08.2010

US

(74) Vertreter:

Rüger, Barthelt & Abel, 73728, Esslingen, DE

(71) Anmelder:

General Electric Company, Schenectady, N.Y., US

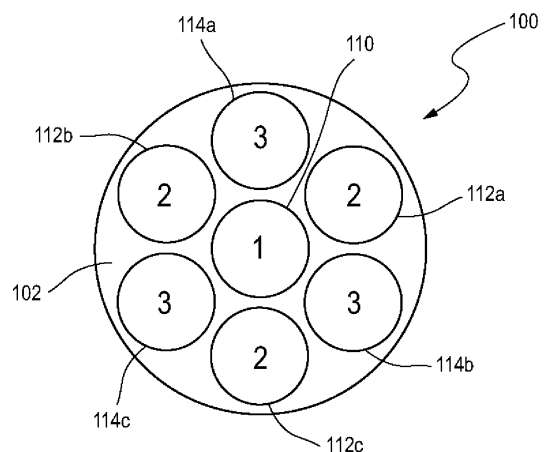
(72) Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Turbinenbrennkammer mit Brennstoffdüsen mit inneren und äußeren Brennstoffkreisläufen**

(57) Zusammenfassung: Eine Brennkammerkappenanordnung für eine Turbine enthält eine Brennkammerkappe und mehrere Brennstoffdüsen, die an der Brennkammerkappe montiert sind. Eine oder mehrere der Brennstoffdüsen würden zwei gesonderte Brennstoffkreisläufe enthalten, die individuell steuerbar sind. Die Brennkammerkappenanordnung würde so gesteuert werden, dass einzelne Brennstoffkreisläufe der Brennstoffdüsen betrieben oder absichtlich abgeschaltet werden, um eine physikalische Trennung zwischen den Brennstoffflüssen, die durch benachbarte Brennstoffdüsen geliefert werden, zu ergeben und/oder so, dass benachbarte Brennstoffdüsen unter verschiedenen Druckdifferenzen arbeiten. Ein Betrieb einer Brennkammerkappenanordnung auf diese Weise hilft, die Erzeugung unerwünschter und möglicherweise schädlicher Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren.



Beschreibung

[0001] Diese Erfindung wurde mit Unterstützung der US-Regierung unter dem Auftrag Nr. DE-FC26-05NT 42643 geschaffen, der von dem US-Energieministerium (DOE, Department of Energy) vergeben worden ist. Die US-Regierung hat bestimmte Rechte an dieser Erfindung.

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0002] Turbinen, die in der elektrischen Energieerzeugungsindustrie eingesetzt werden, enthalten gewöhnlich mehrere Brennkammern, die konzentrisch rings um die Außenseite des Verdichterabschnitts der Turbine angeordnet sind. In jeder Brennkammer sind gewöhnlich mehrere Brennstoffdüsen an einer Brennkammerkappe montiert, die in der Nähe des stromaufwärtigen Endes der Brennkammer angeordnet ist. Komprimierte Luft strömt durch die Düsen hindurch und an diesen vorbei, um eine Verbrennungszone innerhalb der Brennkammer zu erreichen. Während die Luft durch die Brennstoffdüsen und an diesen vorbeiströmt, wird Brennstoff in die Luftströmung injiziert, und die Luft und der Brennstoff vermischen sich miteinander, um ein Brennstoff-Luft-Gemisch zu bilden, das in der Verbrennungszone der Brennkammer gezündet wird.

[0003] In vielen Brennkammern ist eine Brennstoffdüse in der Mitte der Brennkammerkappe angeordnet, während mehrere Düsen in symmetrischer Weise um die Außenseite der mittleren, zentralen Düse herum angeordnet sind.

[0004] Während einiger Betriebsbedingungen liefert nur ein Teilsatz von allen zur Verfügung stehenden Brennstoffdüsen Brennstoff zu der Luftströmung. Zum Beispiel wird Brennstoff in einigen Betriebszuständen nur durch die zentrale Brennstoffdüse geliefert. In anderen Fällen kann Brennstoff durch die zentrale Brennstoffdüse und einen Teilsatz der die zentrale Düse umgebenden Brennstoffdüsen geliefert werden.

[0005] In einigen Brennkammern wirkt die Verbrennungsströmung aus Brennstoff und Luft, wenn unmittelbar benachbarte Brennstoffdüsen beide Brennstoff der Luftströmung zuführen, derart zusammen, dass sie ein hörbares Geräusch erzeugt. Die Erzeugung des hörbaren Geräusches selbst ist unerwünscht. Jedoch können die Schwingungen, die dieses Geräusch erzeugen, über eine längere Zeitdauer hinweg auch schädigend für die Brennkammer sein. Demgemäß ist die Erzeugung eines derartigen hörbaren Geräusches unerwünscht.

[0006] Eine derartige Geräuschentwicklung kann zum Beispiel auftreten, wenn die Düsen Brennstoff mit hohem Wasserstoffgehalt verbrennen. Das Ver-

brennen eines wasserstoffreichen Brennstoffs kann zu dynamischen Verbrennungstönen mit Frequenzen, die höher sind als 1 kHz, führen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0007] In einem ersten Aspekt ist die Erfindung in einer Brennkammerkappenanordnung für eine Turbine enthalten, die eine Brennkammerkappe und mehrere an der Brennkammerkappe montierte Brennstoffdüsen enthält. Wenigstens eine der mehreren Brennstoffdüsen enthält einen ersten Brennstoffkreislauf, der Brennstoff von nur einem mittleren Abschnitt eines stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse liefert. Zusätzlich liefert ein zweiter Brennstoffkreislauf Brennstoff von nur einem äußeren ringförmigen Abschnitt des stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse. Eine Brennstoffströmung durch den ersten und den zweiten Brennstoffkreislauf lässt sich unabhängig steuern.

[0008] In einem weiteren Aspekt kann die Erfindung in einer Brennkammerkappenanordnung für eine Turbine enthalten sein, die eine Brennkammerkappe, eine zentrale Brennstoffdüse, die in einer Mitte der Brennkammerkappe montiert ist, einen ersten Teilsatz von Brennstoffdüsen, die symmetrisch um die zentrale Brennstoffdüse herum montiert sind, und einen zweiten Teilsatz von Brennstoffdüsen enthält, die ebenfalls symmetrisch um die zentrale Brennstoffdüse herum montiert sind. Die zentrale Brennstoffdüse und der erste Teilsatz von Brennstoffdüsen weisen alle einen ersten Brennstoffkreislauf auf, der Brennstoff nur von einem zentralen, mittleren Abschnitt eines stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse liefert. Diese Brennstoffdüsen enthalten ferner einen zweiten Brennstoffkreislauf, der Brennstoff nur von einem äußeren ringförmigen Abschnitt eines stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse liefert. Eine Brennstoffströmung durch den ersten und den zweiten Brennstoffkreislauf ist in unabhängiger Weise steuerbar.

[0009] Die Erfindung kann ferner in einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkammer einer Turbine enthalten sein, wobei die Brennkammer mehrere Brennstoffdüsen enthält, die an einer Brennkammerkappe montiert sind. Eine zentrale Brennstoffdüse ist in der Mitte der Brennkammerkappe montiert, und ein erster Teilsatz der restlichen Brennstoffdüsen ist in symmetrischer Weise ringsum die zentrale Brennstoffdüse montiert. Ein zweiter Teilsatz der restlichen Brennstoffdüsen ist ebenfalls symmetrisch rings um die zentrale Brennstoffdüse an der Brennkammerkappe montiert. Die zentrale Brennstoffdüse enthält einen ersten Brennstoffkreislauf, der Brennstoff nur von einem zentralen, mittleren Abschnitt eines stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse liefert. Ein zweiter Brennstoffkreislauf der zentralen Brennstoffdüse liefert Brennstoff nur von einem äußeren

ringförmigen Abschnitt des stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse. Ein Brennstoffdurchfluss durch diesen ersten und zweiten Brennstoffkreislauf lässt sich in unabhängiger Weise steuern. Das Verfahren weist ein Betreiben der Brennkammer in einem ersten Betriebszustand, in dem Brennstoff nur von dem ersten Brennstoffkreislauf der zentralen Brennstoffdüse geliefert wird, und Betreiben der Brennkammer in einem zweiten Betriebszustand, in dem Brennstoff nur von einem ersten Brennstoffkreislauf der zentralen Brennstoffdüse und von dem zweiten Teilsatz der Brennstoffdüsen geliefert wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Fig. 1 zeigt eine Darstellung, die eine Brennkammerkappenanordnung veranschaulicht, die mehrere Brennstoffdüsen enthält;

[0011] Fig. 2 zeigt eine Darstellung, die veranschaulicht, wie die Brennkammerkappenanordnung nach Fig. 1 in drei verschiedenen Betriebszuständen betrieben werden kann;

[0012] Fig. 3 zeigt eine Darstellung einer weiteren Brennkammerkappenanordnung, die einige Brennstoffdüsen enthält, die einen ersten und einen zweiten Brennstoffkreislauf aufweisen;

[0013] Fig. 4 zeigt eine Darstellung, die veranschaulicht, wie die Brennkammerkappe nach Fig. 3 in wenigstens fünf verschiedenen Betriebszuständen betrieben werden kann;

[0014] Fig. 5 zeigt eine Darstellung, die eine Brennkammerkappenanordnung veranschaulicht, in der jede der Brennstoffdüsen einen ersten und einen zweiten Brennstoffkreislauf enthält;

[0015] Fig. 6 zeigt eine Darstellung, die veranschaulicht, wie die Brennkammerkappenanordnung nach Fig. 5 in zehn verschiedenen Betriebszuständen betrieben werden kann;

[0016] Fig. 7 zeigt eine Darstellung, die eine Brennstoffdüsenanordnung veranschaulicht, die in einer Brennkammerkappenanordnung verwendet werden kann;

[0017] Fig. 8 zeigt eine Darstellung, die eine erste Ausführungsform einer Brennstoffdüse veranschaulicht, die einen ersten und einen zweiten Brennstoffkreislauf enthält;

[0018] Fig. 9 zeigt eine Darstellung, die eine zweite Ausführungsform einer Brennstoffdüse veranschaulicht, die einen ersten und einen zweiten Brennstoffkreislauf aufweist;

[0019] Fig. 10 zeigt eine Darstellung einer weiteren Brennkammerkappenanordnung, die einige Brennstoffdüsen enthält, die einen ersten und zweiten Brennstoffkreislauf aufweisen; und

[0020] Fig. 11 zeigt eine Darstellung, die eine Brennkammerkappenanordnung veranschaulicht, in der jede der Brennstoffdüsen einen ersten und einen zweiten Brennstoffkreislauf enthält.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0021] Wie vorstehend erläutert, können in dem Fall, wenn die Brennkammerkappenanordnung mehrere Brennstoffdüsen enthält, die an einer Brennkammerkappe montiert sind, und wenn unmittelbar benachbarte Brennstoffdüsen beide Brennstoff einer Luftströmung innerhalb der Brennkammer zuführen, Flammenwechselwirkungen zwischen den beiden benachbarten Brennstoffdüsen die Erzeugung eines unerwünschten hörbaren Geräusches bzw. Lärms hervorrufen, insbesondere wenn hohe Wasserstoffkonzentrationen gemeinsam mit anderen Brennstoffen, wie beispielsweise Erdgas, Stickstoff, Kohlenmonoxid und anderen ähnlichen Brennstoffen, verbrannt werden. Es ist möglich, das durch die Wechselwirkung zwischen den beiden benachbarten Brennstoffdüsen erzeugte Geräusch durch Treffen bestimmter Maßnahmen zu reduzieren oder zu eliminieren.

[0022] Zum Beispiel kann es möglich sein, nur einen Teilsatz von allen Brennstoffdüsen einzusetzen. Und wenn nur nicht zueinander benachbarte Brennstoffdüsen Brennstoff der Luftströmung zuführen, kann dies die Erzeugung unerwünschter Geräusche reduzieren oder eliminieren. Bedauerlicherweise ist es häufig unmöglich, die Brennkammer derart zu betreiben, dass nur nicht benachbarte Düsen Brennstoff zuführen.

[0023] Wenn zwei benachbarte Brennstoffdüsen beide Brennstoff der Luftströmung zuführen, kann ein Betrieb der benachbarten Brennstoffdüsen bei verschiedenen Druckdifferenzen ebenfalls helfen, die Erzeugung unerwünschter Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren. Für jede Düse ist die Druckdifferenz die Differenz zwischen dem Druck stromaufwärts von der Düse und dem Druck stromabwärts von der Düse. Und weil der Druck stromabwärts von all den Düsen ungefähr der gleiche ist, kann im Allgemeinen die Druckdifferenz zwischen benachbarten Düsen nur dadurch variiert werden, dass der Druck stromaufwärts von einer der Düsen relativ zu der anderen Düse verändert wird.

[0024] Ein Betrieb der beiden benachbarten Brennstoffdüsen bei unterschiedlichen Druckverhältnissen bedeutet gewöhnlich, dass ein Druck des zu einer

ersten Düse gelieferten Brennstoffs höher ist als ein Druck des Brennstoffs, der zu einer benachbarten zweiten Düse geliefert wird. Und wenn dies vor kommt, neigt die Brennstoffdüse mit dem höheren Brennstoffdruck dazu, größere Mengen vom Brennstoff der Luftströmung zuzuführen. Diese unausgeglichene Zufuhr von Brennstoff zu der Brennkammer kann eine unvollständige Verbrennung zur Folge haben, die wiederum zu unerwünschten Verbrennungsnebenprodukten führt. Demgemäß ist es nicht stets möglich, zwei benachbarte Brennstoffdüsen bei unterschiedlichen Druckverhältnissen zu betreiben.

[0025] In ähnlicher Weise lassen sich, wenn es erforderlich ist, die beiden benachbarten Brennstoffdüsen gleichzeitig zu betreiben, unerwünschte Geräusche dadurch reduzieren oder eliminieren, dass man eine der beiden benachbarten Brennstoffdüsen Brennstoff mit einem ersten Durchsatz zuführen lässt und dass man die zweite der beiden benachbarten Brennstoffdüsen Brennstoff mit einem anderen zweiten Durchsatz zuführen lässt. Der Unterschied zwischen den Durchsätzen der beiden Düsen scheint die Erzeugung unerwünschter Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren. Hier kann dies jedoch wiederum zu einem unausgebalancierten Strömungszustand innerhalb der Brennkammer führen, der zu einer unvollständigen Verbrennung und zu der Erzeugung unerwünschter Emissionen führt.

[0026] [Fig. 1](#) veranschaulicht eine typische Brennkammerkappenanordnung **100**, die eine Brennkammerkappe **102** und mehrere Brennstoffdüsen enthält. Die Brennstoffdüsen enthalten eine mittlere, zentrale Brennstoffdüse **110**, einen ersten Teilsatz **112a**, **112b**, **112c** der restlichen Brennstoffdüsen, die symmetrisch um die zentrale Brennstoffdüse **110** herum angeordnet sind, und einen zweiten Teilsatz **114a**, **114b**, **114c** der restlichen Brennstoffdüsen, die ebenfalls in symmetrischer Weise um die zentrale Brennstoffdüse **110** herum angeordnet sind.

[0027] Es ist häufig erwünscht, eine Turbine unter variierenden Lastbedingungen zu betreiben. Die Größe der Leistungsabgabe durch die Turbine kann durch Steuerung der Menge oder des Durchsatzes von Brennstoff, der der Brennkammer durch die Düsen zugeführt wird, variiert werden. Dies kann bewerkstelligt werden, indem in jedem gegebenen Zeitpunkt nur ein Teilsatz von allen zur Verfügung stehenden Brennstoffdüsen betrieben wird.

[0028] [Fig. 2](#) veranschaulicht eine Brennkammerkappenanordnung **110**, die in drei verschiedenen Betriebszuständen arbeitet, die jeweils dazu führen würden, dass die Turbine eine andere Leistungsmenge erzeugt. In [Fig. 2](#), und in vielen der anderen Figuren, sind einige Brennstoffdüsen einfach mit einer weißen Fläche innerhalb der Düse veranschaulicht um anzuzeigen, dass kein Brennstoff aus der Düse heraus-

fließt. Andere Düsen sind mit einer Schattierung in der Mitte der Düse veranschaulicht um anzuzeigen, dass Brennstoff aus diesen Düsen herausfließt. Somit zeigen irgendwelche schattierten Abschnitte einer Düse an, dass Brennstoff aus dem schattierten Teil herausfließt.

[0029] In einem Betriebszustand 1 (OC1), der ganz links in [Fig. 2](#) sichtbar ist, gibt nur die zentrale Düse **110** Brennstoff in die Verbrennungszone der Brennkammer aus. Der Betriebszustand 1 würde der geringsten Leistungseinstellung entsprechen.

[0030] Wenn es erwünscht ist, die Größe der Leistungsabgabe durch die Turbine zu steigern, würden die Betreiber von dem Betriebszustand 1 zu einem Betriebszustand 2 (OC2) umschalten, der in der Mitte der [Fig. 2](#) veranschaulicht ist. In dem Betriebszustand 2 liefern sowohl die zentrale Düse **110** als auch der erste Teilsatz **112a**, **112b**, **112c** der restlichen Brennstoffdüsen Brennstoff in die Brennkammer hinein. Der Betriebszustand 2 würde einer mittleren Leistungseinstellung entsprechen.

[0031] Wenn es erwünscht ist, dass die Turbine noch größere Leistungsmengen erzeugt, würden die Betreiber von dem Betriebszustand 2 zu einem Betriebszustand 3 (OC3) umschalten, der auf der rechten Seite der [Fig. 2](#) veranschaulicht ist. Im Betriebszustand 3 geben alle der Brennstoffdüsen Brennstoff in die Brennkammer aus.

[0032] In allen Betriebszuständen wird Brennstoff auf eine im Wesentlichen symmetrische Weise in die Brennkammer geliefert. Zum Beispiel wird in dem Betriebszustand 1 der gesamte Brennstoff zu der Mitte der Brennkammer geliefert. Im Betriebszustand 2 wird Brennstoff zu der Mitte und zu den Randbereichen der Brennkammer geliefert, und der zweite Teilsatz **112a**, **112b** und **112c** der Düsen stellt sicher, dass Brennstoff zu den Randbereichen der Brennkammer auf eine symmetrische Weise geliefert wird. Ferner wird in dem Betriebszustand 3, weil alle Düsen Brennstoff der Brennkammer zuführen, der Brennstoff auf eine symmetrische Weise geliefert.

[0033] Wenn Brennstoff nicht auf eine symmetrische Weise der Brennkammer zugeführt werden würde, würde dies wahrscheinlich zu einer unvollständigen Verbrennung und der Erzeugung unerwünschter und schädlicher Emissionen führen, und die gesamte Leistung der Turbine wäre vermindert. Außerdem könnte dies auch die Anregung eines sehr hochfrequenten Geräusches im Bereich von 1–10 kHz hervorrufen.

[0034] [Fig. 3](#) veranschaulicht eine weitere Brennkammerkappenanordnung für eine Turbine. Die in [Fig. 3](#) veranschaulichte Brennkammerkappenanordnung ermöglicht die symmetrische Einspritzung von

Brennstoff in die durch die Brennkammer strömende Luft, und diese Ausführungsform hilft ferner, die Erzeugung unerwünschter Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren.

[0035] In der in [Fig. 3](#) veranschaulichten Ausführungsform enthält die zentrale Brennstoffdüse **110** zwei unterschiedliche Brennstoffkreisläufe. Ein erster oder innerer Brennstoffkreislauf **110(i)** liefert Brennstoff zu der Mitte eines stromabwärtigen Endes der zentralen Brennstoffdüse **110**. Außerdem liefert ein zweiter oder äußerer Brennstoffkreislauf **110(o)** Brennstoff durch einen äußeren Kreisring an dem stromabwärtigen Ende der Brennstoffdüse hindurch. Der erste und der zweite Brennstoffkreislauf lassen sich unabhängig voneinander steuern, so dass Brennstoff nur durch den inneren Brennstoffkreislauf **110(i)** oder nur durch die äußeren Brennstoffkreisläufe **110(o)** oder sowohl durch den inneren **110(i)** als auch durch die äußeren **110(o)** Brennstoffkreisläufe gleichzeitig geliefert werden kann.

[0036] [Fig. 7](#) veranschaulicht eine Brennstoffdüse, die in einer der die Erfindung enthaltenden Brennkammerkappenanordnungen verwendet werden könnte. Wie in [Fig. 7](#) veranschaulicht, enthält die Brennstoffdüse **200** einen Brennstoffzufuhrkanal **210**, der zu mehreren einzelnen Brennstoffleitungen **220** führt. An jeder der einzelnen Brennstoffleitungen **220** sind Brennstoffeinlässe **222** angeordnet.

[0037] Brennstoff tritt in die Düse **200** durch den Brennstoffkanal **210** ein. Der Brennstoff strömt anschließend zu den Einlässen **222** jeder der einzelnen Brennstoffleitungen **220**. Der Brennstoff wird anschließend mit Luft vermischt, die von dem Leitungseinlass **220** strömen gelassen wird, und das Luft-Brennstoff-Gemisch strömt durch die Brennstoffleitung **220** zu den stromabwärtigen Enden **224** der einzelnen Brennstoffleitungen **220**. Das Brennstoff-Luft-Gemisch tritt dann aus den Brennstoffleitungen **220** heraus in den (nicht veranschaulichten) Verbrennungsraum der Brennkammer hinein. Diese Strömung des Brennstoffs ist durch die mit dem Bezugszeichen **250** gekennzeichneten Pfeile veranschaulicht.

[0038] [Fig. 8](#) zeigt eine Ausführungsform zur Veranschaulichung, wie eine Brennstoffdüse, wie sie in [Fig. 7](#) veranschaulicht ist, modifiziert werden kann, um einen ersten und einen zweiten einzeln steuerbaren Brennstoffkreislauf zu enthalten. Der erste Brennstoffkreislauf würde ein innerer Brennstoffkreislauf sein, der Brennstoff ermöglicht, von dem zentralen Abschnitt des stromabwärtigen Endes der Düse geliefert zu werden. Der zweite Brennstoffkreislauf würde ein äußerer Brennstoffkreislauf sein, der Brennstoff ermöglicht, nur von dem äußeren kreisringförmigen Abschnitt des stromabwärtigen Endes der Düse aus geliefert zu werden.

[0039] Wie in [Fig. 8](#) veranschaulicht, enthält die Düse eine Barrierestruktur, die einen ersten Barriereabschnitt **230** enthält, der im Wesentlichen zylindrisch ist und sich abwärts durch den Brennstoffzufuhrkanal der Brennstoffdüse hindurch erstreckt. Der erste Barriereabschnitt **230** führt zu einem sich radial erstreckenden Abschnitt **232**, der sich nach außen durch den Bereich hindurch erstreckt, in dem die Brennstoffleitungen angeordnet sind. Ein dritter Barriereabschnitt **234** erstreckt sich von dem sich radial erstreckenden Abschnitt **232** aus nach hinten. Die Barriereelemente **230**, **232**, **234** trennen den durch die Brennstoffdüse hindurchtretenden Brennstoff in einen ersten Brennstoff-Kreislauf und einen zweiten Brennstoffkreislauf auf.

[0040] Brennstoff, der durch einen ersten Brennstoffkreislauf strömt, passiert entlang eines kreisringförmigen Durchgangs **231**, der zwischen einer Außenfläche des ersten Barriereabschnitts **230** und einer Innenfläche der Außenseite der Brennstoffdüse angeordnet ist. Dieser Brennstoff wird zu den Brennstoffleitungen **228** geführt, die in der Mitte der Brennstoffdüse angeordnet sind. Die mit dem Bezugszeichen **252** gekennzeichneten Pfeile zeigen, wie Brennstoff durch den ersten Brennstoffkreislauf strömen würde, um in die Brennstoffleitungen **228** einzutreten, die in der Mitte der Brennstoffdüse angeordnet sind.

[0041] Brennstoff, der durch einen zweiten Brennstoffkreislauf strömt, tritt zunächst durch die Mitte des ersten Barriereabschnitts **230** hindurch. Dieser Brennstoff strömt anschließend zu der Endfläche der Brennstoffdüse hin, und der Brennstoff strömt radial nach außen um das Ende der sich radial erstreckenden Barriere **232** herum. Der Brennstoff würde anschließend in die Brennstoffleitungen **225** eintreten, die an dem äußeren kreisringförmigen Abschnitt der Brennstoffdüse angeordnet sind. Die Brennstoffströmung durch den zweiten Brennstoffkreislauf ist durch die mit dem Bezugszeichen **254** gekennzeichneten Pfeile veranschaulicht.

[0042] Wie oben erwähnt, würden die Brennstoffströmungen durch den ersten und den zweiten Brennstoffkreislauf unabhängig voneinander steuerbar sein. Infolgedessen könnten Betreiber wählen, Brennstoff nur zu dem ersten Brennstoffkreislauf **231** zu schicken, was dazu führen würde, dass Brennstoff nur durch die Brennstoffleitungen **228** hindurch zugeführt würde, die in der Mitte des stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse angeordnet sind. Alternativ könnten Betreiber veranlassen, dass Brennstoff nur durch den zweiten Brennstoffkreislauf strömt, so dass Brennstoff nur durch die Brennstoffleitungen **226** zugeführt wird, die an dem äußeren kreisringförmigen Abschnitt der Brennstoffdüse angeordnet sind. Betreiber könnten ferner Brennstoff veranlassen, durch sowohl den ersten als auch den zweiten Brennstoff-

kreislauf zu strömen, so dass Brennstoff durch all die Brennstoffleitungen an dem stromabwärtigen Ende der Brennstoffdüse zugeführt wird.

[0043] [Fig. 9](#) veranschaulicht eine zweite Ausführungsform, eine Brennstoffdüse, die ebenfalls einen ersten und einen zweiten Brennstoffkreislauf enthält. In dieser Ausführungsform enthält die Barrierestruktur noch einen ersten zylindrischen Barriereabschnitt **230**, der sich entlang der Längserstreckung der Brennstoffdüse abwärts erstreckt. Jedoch ist dieser Barriereabschnitt mit einem anders konfigurierten, sich radial erstreckenden Abschnitt **232** und einem sich vorwärts erstreckenden Abschnitt **235** verbunden, der zu dem stromabwärtigen Ende der Brennstoffdüse führt.

[0044] In der in [Fig. 9](#) veranschaulichten Ausführungsform wird Brennstoff, der durch die Mitte des ersten Barriereabschnitts **230** strömt, zu den Brennstoffleitungen **228** geführt, die sich in dem mittleren Abschnitt des stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse befinden, wie dies durch die mit dem Bezugszeichen **258** gekennzeichneten Pfeile angezeigt ist. Brennstoff, der an der Außenseite des ersten Barriereabschnitts **230** vorbeiströmt, wird zu den äußeren Brennstoffleitungen **226** geführt, die sich in dem äußeren kreisringförmigen Abschnitt der Brennstoffdüse befinden, wie dies mit den durch das Bezugszeichen **256** gekennzeichneten Pfeilen veranschaulicht ist.

[0045] Die in den [Fig. 7](#), [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) veranschaulichten Brennstoffdüsen sollen nur veranschaulichend sein. Einzelne Brennstoffdüsen, die einen ersten und einen zweiten Brennstoffkreislauf aufweisen, könnten auf vielfältige unterschiedliche Arten konfiguriert sein.

[0046] Obwohl die in den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) veranschaulichten Brennstoffdüsen konfiguriert sind, um Brennstoff durch einen ersten Brennstoffkreislauf, der zu der Mitte der Düse hin angeordnet ist, und einen zweiten Brennstoffkreislauf zu liefern, der zu einem äußeren kreisringförmigen Abschnitt der Düse hin angeordnet ist, könnten ferner in alternativen Ausführungsformen der erste und der zweite Brennstoffkreislauf konfiguriert sein, um Brennstoff durch andere alternative Abschnitte der Brennstoffdüse hindurch zu liefern. Zum Beispiel könnte die Brennstoffdüse in vier tortenstückförmige Abschnitte unterteilt werden. Ein erster Brennstoffkreislauf könnte Brennstoff zu tortenstückförmigen abschnitten auf diagonal gegenüberliegenden Seiten der Mitte der Brennstoffdüse liefern, und der zweite Brennstoffkreislauf könnte konfiguriert sein, um Brennstoff zu den anderen beiden tortenstückförmigen Abschnitten der Brennstoffdüse zu liefern.

[0047] Außerdem wird in den Ausführungsformen, die in den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) veranschaulicht sind, der Brennstoff in den ersten und den zweiten Brennstoffkreislauf aufgeteilt. In alternativen Ausführungsformen könnte eine Brennstoffdüse mehr als zwei unterschiedliche Brennstoffkreisläufe enthalten.

[0048] Zurückkehrend zu einer Beschreibung der in [Fig. 3](#) veranschaulichten Brennkammeranordnung wird nun eine Erläuterung davon gegeben, wie diese Brennkammeranordnung verwendet werden kann, um variierende Brennstoffmengen einer Brennkammer zuzuführen und dabei gleichzeitig die Erzeugung unerwünschter Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren.

[0049] Wie in [Fig. 3](#) veranschaulicht, enthält die Brennkammeranordnung eine zentrale Düse **110**, die einen inneren Brennstoffkreislauf **110(i)** und einen äußeren Brennstoffkreislauf **110(o)** enthält. Außerdem enthält ein erster Teilsatz **114a**, **114b** und **114c** der restlichen Brennstoffdüsen ebenfalls einen inneren Brennstoffkreislauf und einen äußeren Brennstoffkreislauf. Ein zweiter Teilsatz **112a**, **112b** und **112c** der Düsen enthält nur einen einzigen Brennstoffzufuhrkreislauf.

[0050] [Fig. 4](#) veranschaulicht, wie eine Brennkammerkappenanordnung, wie sie in [Fig. 3](#) veranschaulicht ist, in wenigstens fünf unterschiedlichen Betriebszuständen betrieben werden kann, um variierende Brennstoffmengen der Brennkammer zuzuführen. Die variierenden Brennstoffmengen, die der Brennkammer in den fünf verschiedenen Betriebszuständen zugeführt werden, entsprechend den fünf unterschiedlichen Leistungseinstellungen für die Brennkammer.

[0051] Im Betriebszustand (OC1), der auf der linken Seite der [Fig. 4](#) zu sehen ist, liefert nur der innere Brennstoffkreislauf **110(i)** der zentralen Brennstoffdüse **110** Brennstoff zu der Brennkammer. Dies würde der niedrigsten Leistungseinstellung entsprechen.

[0052] Betreiber könnten anschließend von dem Betriebszustand 1 zu dem Betriebszustand 2 (OC2) umschalten, der rechts von dem Betriebszustand 1 veranschaulicht ist. Im Betriebszustand 2 wird Brennstoff der Brennkammer durch den inneren Brennstoffkreislauf **110(i)** der zentralen Brennstoffdüse **110** und auch durch die drei Düsen zugeführt, die dem zweiten Teilsatz **112a**, **112b**, **112c** der Brennstoffdüsen entsprechen. Diese würde einer höheren Leistungseinstellung entsprechen.

[0053] Im Betriebszustand 2 wird Brennstoff der Brennkammer auf eine symmetrische Weise zugeführt, die hilft, eine gleichmäßige und vollständige Verbrennung des Luft-Brennstoff-Gemisches zu unterstützen. Außerdem gibt es, weil nur der inne-

re Brennstoffkreislauf **110(i)** der zentralen Brennstoffdüse **110** Brennstoff zuführt, eine physikalische Trennung zwischen den die Düsen verlassenden Brennstoffströmungen. Diese physikalische Trennung der Brennstoffströmungen hilft, die Erzeugung unerwünschter Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren.

[0054] Es wäre ferner wünschenswert, dass der Durchsatz des Brennstoffs, der aus der zentralen Düse **110** austritt, ungefähr gleich dem Durchsatz des Brennstoffs ist, der jede aus dem zweiten Teilsatz von Düsen **112a**, **112b**, **112c** verlässt. Ein Betrieb auf eine derartige Weise, dass jede Düse ungefähr 25% der gesamten Brennstoffzufuhr zu der Luftströmung beiträgt, hilft, die Brennstoffdruckverhältnisse zwischen der zentralen Düse und jeder Düse aus dem zweiten Teilsatz von Düsen **112a**, **112b**, **112c** aufrechtzuerhalten, die zu eine Entkopplung der Flammenwechselwirkung zwischen benachbarten Düsen führen.

[0055] Um sicherzustellen, dass der Durchsatz des Brennstoffs, der aus dem inneren Brennstoffkreislauf **110(1)** der zentralen Brennstoffdüse **110** austritt, ungefähr gleich dem Durchsatz des Brennstoffs ist, der aus den anderen Düsen austritt, ist es erforderlich, den Brennstoff zu dem inneren Brennstoffkreislauf **110(i)** der zentralen Düse **110** mit einem höheren Brennstoffdruck zuzuführen. Ferner hilft, wie oben beschreiben, ein Betrieb der zentralen Brennstoffdüse mit einer anderen (in diesem Fall höheren) Druckdifferenz als die benachbarten Brennstoffdüsen **112a**, **112b**, **112c** auch, die Erzeugung unerwünschter Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren. Somit kommt es zu einer Minderung eines unerwünschten Geräusches sowohl aufgrund einer physikalischen Trennung zwischen den Brennstoffströmungen aus benachbarten Düsen als auch aufgrund der Tatsache, dass benachbarte Düsen bei unterschiedlichen Druckdifferenzen betrieben werden.

[0056] Im Betriebszustand 3 (OC3), der in der Mitte der [Fig. 4](#) zu sehen ist, wird Brennstoff der Brennkammer durch den inneren Brennstoffkreislauf **110(i)** der zentralen Brennstoffdüse **110** hindurch, durch jede der Brennstoffdüsen in dem zweiten Teilsatz **112a**, **112b**, **112c** hindurch und durch die inneren Brennstoffkreisläufe des ersten Teilsatzes **114a**, **114b** und **114c** der Düsen hindurch geliefert. Dies würde einer mittleren Leistungseinstellung entsprechen.

[0057] Hier gibt es, weil Brennstoff nur von dem inneren Brennstoffkreislauf **110(i)** der zentralen Düse **110** aus sowie von den inneren Brennstoffkreisläufen **114a(i)**, **114b(i)** und **114c(i)** des ersten Teilsatzes der Düsen ausströmt, wiederum eine physikalische Trennung zwischen den Brennstoffströmungen, die aus jeder der Düsen austreten. Dies hilft, die Erzeugung unerwünschter Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren.

[0058] Außerdem ist es erwünscht, dass der Durchsatz des Brennstoffs aus jeder der Düsen ungefähr gleich ist, um dadurch eine gleichmäßige Verteilung des Brennstoffs innerhalb der Brennkammer zu erhalten. Dies bedeutet, dass Brennstoff den mittleren Brennstoffkreisläufen **110(i)**, **114a(i)**, **114b(i)**, **114c(i)** unter einem höheren Druck zugeführt werden muss als derjenige des Brennstoffs, der dem zweiten Teilsatz **112a**, **112b**, **112c** der Düsen zugeführt wird. Ferner hilft die Variation der Druckdifferenzen zwischen benachbarten Brennstoffdüsen auch, die Erzeugung unerwünschter Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren.

[0059] Im Betriebszustand 4 (OC4) wird Brennstoff in die Brennkammer hinein durch all dieselben Düsen und Brennstoffkreisläufe wie in dem Betriebszustand 3 sowie durch den äußeren Brennstoffkreislauf **110(o)** der zentralen Brennstoffdüse geliefert. Dies sorgt weiterhin für eine physikalische Trennung zwischen dem Brennstoff, der die inneren Brennstoffkreisläufe **114a(i)**, **114b(i)** und **114c(i)** des ersten Teilsatzes der Düsen verlässt, und dem Brennstoff, der durch die restlichen Düsen zugeführt wird. Dies hat ferner zur Folge, dass variierende Druckdifferenzen an vielen der benachbarten Brennstoffdüsen angelegt werden.

[0060] Im Betriebszustand 5 (OC5), der auf der rechten Seite der [Fig. 4](#) zu sehen ist, wird Brennstoff durch alle Brennstoffkreisläufe aller Düsen zugeführt. Dies würde der höchsten Leistungseinstellung entsprechen.

[0061] Eine Brennkammerkappenanordnung, wie sie in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) veranschaulicht ist, ermöglicht eine feinere Steuerung der Leistungseinstellungen der Turbine. Außerdem hilft der wahlweise Einsatz der inneren und äußeren Brennstoffkreisläufe bestimmter Brennstoffdüsen, die Erzeugung unerwünschter Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren.

[0062] [Fig. 5](#) veranschaulicht eine weitere Ausführungsform einer Brennkammerkappenanordnung. In der in [Fig. 5](#) veranschaulichten Ausführungsform enthalten alle sieben Brennstoffdüsen einen inneren Brennstoffkreislauf und einen äußeren Brennstoffkreislauf. Durch Bereitstellung einer Brennkammerkappenanordnung, bei der alle sieben Düsen einen ersten und einen zweiten Brennstoffkreislauf enthalten, die individuell steuerbar sind, kann ein noch feineres Maß an Steuerung bzw. Kontrolle über die Leistungseinstellungen ermöglicht werden.

[0063] [Fig. 6](#) veranschaulicht, wie die Brennkammerkappenanordnung nach [Fig. 5](#) in zehn verschiedenen Betriebszuständen betrieben werden kann, die jeweils eine andere Leistungseinstellung für die Turbine ergeben können. Die schattierten Abschnitte der

inneren und äußeren Brennstoffdüsen veranschaulichen, wie der wahlweise Einsatz lediglich des inneren oder des äußeren Brennstoffkreislaufs oder beider Brennstoffkreisläufe helfen kann, eine physikalische Trennung der Brennstoffströme zu erzielen. Dies kann ferner helfen, unterschiedliche Druckdifferenzen zwischen benachbarten Brennstoffdüsen aufrechtzuerhalten. Beim Fortschreiten vom Betriebszustand 1 zum Betriebszustand 10 würden immer größere Brennstoffmengen zu der Luftströmung geliefert, um immer größere Leistungsmengen zu erzielen.

[0064] In den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen sind sieben Brennstoffdüsen an einer Brennkammerkappe montiert. In modifizierten Ausführungsformen könnte eine andere Anzahl von Brennstoffdüsen an einer Brennkammerkappenanordnung montiert sein. Zum Beispiel könnte eine Brennkammerkappenanordnung vier Düsen enthalten, wobei eine Düse in der Mitte angeordnet ist und die restlichen drei Düsen symmetrisch rings um die zentrale Düse angeordnet sind. Außerdem könnten die Brennstoffdüsen anders positioniert sein, so dass keine Brennstoffdüse in der Mitte angeordnet ist, aber so, dass die Brennstoffdüsen weiterhin auf symmetrische Weise um die Brennkammerkappe herum angeordnet sind. Es kann sowohl eine kleinere Anzahl als auch eine größere Anzahl an Brennstoffdüsen als diejenigen, die hier veranschaulicht und beschrieben sind, in einer die Erfindung enthaltenden Brennkammerkappenanordnung verwendet werden.

[0065] In ähnlicher Weise könnten die einzelnen Brennstoffdüsen einer Brennkammerkappenanordnung, die die Erfindung enthält, zwei unabhängig voneinander steuerbare Brennstoffkreisläufe enthalten, oder sie könnten eine größere Anzahl von unabhängig voneinander steuerbaren Brennstoffkreisläufen enthalten. Wie auch in Bezug auf die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) erläutert, können einige der einzelnen Brennstoffdüsen einer Brennkammerkappenanordnung nur einen einzigen Brennstoffkreislauf enthalten, während andere Düsen innerhalb derselben Brennkammerkappenanordnung zwei oder mehrere individuell steuerbare Kreisläufe enthalten können.

[0066] [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) veranschaulichen Brennkammerkappenanordnungen, bei denen die mittlere Brennstoffdüse kreisförmig ist und bei denen die Brennstoffdüsen, die die zentrale Brennstoffdüse umgeben, ähnlich wie gekürzte bzw. angeschnittene Tortenstücke geformt sind.

[0067] In der in [Fig. 10](#) veranschaulichten Ausführungsform enthält die zentrale Brennstoffdüse **110** einen inneren Brennstoffkreislauf **110(i)** und einen äußeren Brennstoffkreislauf **110(o)**. Der innere und der äußere Brennstoffkreislauf lassen sich unabhängig voneinander steuern.

[0068] Außerdem enthält ein erster Teilsatz **114a**, **114b** und **114c** der restlichen Brennstoffdüsen ebenfalls innere Brennstoffkreisläufe und äußere Brennstoffkreisläufe. Ein zweiter Teilsatz **112a**, **112b** und **112c** der Düsen enthält lediglich einen einzigen Brennstoffzufuhrkreislauf. Wie in [Fig. 10](#) veranschaulicht, weisen sowohl der erste Teilsatz als auch der zweite Teilsatz der Brennstoffdüsen eine tortenstückförmige Gestalt auf, wobei das Spitzenende des Tortenstücks weggeschnitten ist, um die zentrale Brennstoffdüse **110** aufzunehmen. Diese Ausführungsform ist der in [Fig. 3](#) veranschaulichten ziemlich ähnlich, außer dass die Brennstoffdüsen, die die zentrale Brennstoffdüse umgeben, eine andere Gestalt aufweisen.

[0069] [Fig. 11](#) veranschaulicht eine weitere Ausführungsform, die der in [Fig. 10](#) veranschaulichten ähnlich ist. In dieser Ausführungsform weisen jedoch alle die Brennstoffdüsen, die die zentrale Brennstoffdüse umgeben, sowohl einen inneren als auch einen äußeren Brennstoffkreislauf auf, die unabhängig voneinander steuerbar sind. Somit ist diese Ausführungsform zu der in [Fig. 5](#) veranschaulichten ähnlich, außer dass die Brennstoffdüsen, die die zentrale Brennstoffdüse umgeben, eine andere Gestalt aufweisen.

[0070] Die Betriebs- bzw. Funktionsweise der in den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) veranschaulichten Ausführungsformen würde im Wesentlichen ähnlich sein, wie vorstehend für die in den [Fig. 3](#) bzw. [Fig. 5](#) veranschaulichten Ausführungsformen beschrieben.

[0071] Während die Erfindung in Verbindung mit der momentan als die praktikabelste und bevorzugte angesehenen Ausführungsform beschrieben worden ist, ist es zu verstehen, dass die Erfindung nicht auf die offenbarte Ausführungsform beschränkt sein soll, sondern dass sie im Gegensatz dazu vorgesehen ist, verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen mit zu umfassen, die in dem Rahmen und Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche enthalten sind.

[0072] Eine Brennkammerkappenanordnung für eine Turbine enthält eine Brennkammerkappe und mehrere Brennstoffdüsen, die an der Brennkammerkappe montiert sind. Eine oder mehrere der Brennstoffdüsen würden zwei gesonderte Brennstoffkreisläufe enthalten, die individuell steuerbar sind. Die Brennkammerkappenanordnung würde so gesteuert werden, dass einzelne Brennstoffkreisläufe der Brennstoffdüsen betrieben oder absichtlich abgeschaltet werden, um eine physikalische Trennung zwischen den Brennstoffflüssen, die durch benachbarte Brennstoffdüsen geliefert werden, zu ergeben und/oder so, dass benachbarte Brennstoffdüsen unter verschiedenen Druckdifferenzen arbeiten. Ein Betrieb einer Brennkammerkappenanordnung auf diese Weise hilft, die Erzeugung unerwünschter und mögli-

cherweise schädlicher Geräusche zu reduzieren oder zu eliminieren.

Bezugszeichenliste

100	Brennkammerkappenanordnung
102	Brennkammerkappe
110	zentrale Brennstoffdüse
110(i)	innerer Brennstoffkreislauf
110(o)	äußerer Brennstoffkreislauf
112a, 112b, 112c	erster Teilsatz von Brennstoffdüsen
114a, 114b, 114c	zweiter Teilsatz von Brennstoffdüsen
114a(i), 114a(o)	innere und äußere Brennstoffkreisläufe
114b(i), 114b(o)	innere und äußere Brennstoffkreisläufe
114c(i), 114c(o)	innere und äußere Brennstoffkreisläufe
200	Düse
210	Brennstoffkanal
220, 226, 228	Brennstoffleitungen
222	Einlässe
230	erster Barriereabschnitt
231	ringförmiger Durchgang
232	sich radial erstreckender Abschnitt
234	dritter Barriereabschnitt
235	sich nach vorne erstreckender Abschnitt
250, 252, 254, 256, 258	Pfeile, die den Brennstofffluss veranschaulichen

Patentansprüche

1. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung für eine Turbine, die aufweist: eine Brennkammerkappe; mehrere Brennstoffdüsen, die an der Brennkammerkappe montiert sind, wobei wenigstens eine der mehreren Brennstoffdüsen einen ersten Brennstoffkreislauf, der Brennstoff nur von einem mittleren Abschnitt eines stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse liefert, und einen zweiten Brennstoffkreislauf enthält, der Brennstoff nur von einem äußeren ringförmigen Abschnitt des stromabwärtigen Endes der Brennstoffdüse liefert, und wobei eine Brennstoffströmung durch den ersten und den zweiten Brennstoffkreislauf unabhängig steuerbar ist.

2. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung nach Anspruch 1, wobei die wenigstens eine Brennstoffdüse in einer Mitte der Brennstoffkappe angeordnet ist.

3. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung nach Anspruch 1, wobei mehrere Brennstoffdüsen den ersten Brennstoffkreislauf und den zweiten Brennstoffkreislauf enthalten.

4. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung nach Anspruch 3, wobei eine erste einzelne der mehreren Brennstoffdüsen mit dem ersten und dem zweiten Brennstoffkreislauf in einer Mitte der Brennkammerkappe angeordnet ist und wobei ein erster Teilsatz der restlichen Brennstoffdüsen den ersten und den zweiten Brennstoffkreislauf enthält, wobei der erste Teilsatz symmetrisch um die zentrale Brennstoffdüse herum angeordnet ist und wobei ein zweiter Teilsatz der restlichen Brennstoffdüsen nur einen einzigen Brennstoffkreislauf aufweist, wobei der zweite Teilsatz ebenfalls symmetrisch rings um die zentrale Brennstoffdüse angeordnet ist.

5. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung nach Anspruch 4, wobei die mehreren Brennstoffdüsen in einem ersten Betriebszustand betrieben werden können, in dem nur der erste Brennstoffkreislauf der zentralen Brennstoffdüse Brennstoff liefert.

6. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung nach Anspruch 5, wobei die mehreren Brennstoffdüsen ferner in einem zweiten Betriebszustand betrieben werden können, in dem nur der erste Brennstoffkreislauf der zentralen Brennstoffdüse und der zweite Teilsatz der Brennstoffdüsen Brennstoff liefern.

7. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung nach Anspruch 6, wobei die mehreren Brennstoffdüsen ferner in einem dritten Betriebszustand betrieben werden können, in dem nur der erste Brennstoffkreislauf der zentralen Düse und die ersten Brennstoffkreisläufe des ersten Teilsatzes der Düsen Brennstoff liefern.

8. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung nach Anspruch 6, wobei die mehreren Brennstoffdüsen ferner in einem dritten Betriebszustand betrieben werden können, in dem nur der erste Brennstoffkreislauf der zentralen Düse, die ersten Brennstoffkreisläufe des ersten Teilsatzes der Düsen und der zweite Teilsatz der Düsen Brennstoff liefern.

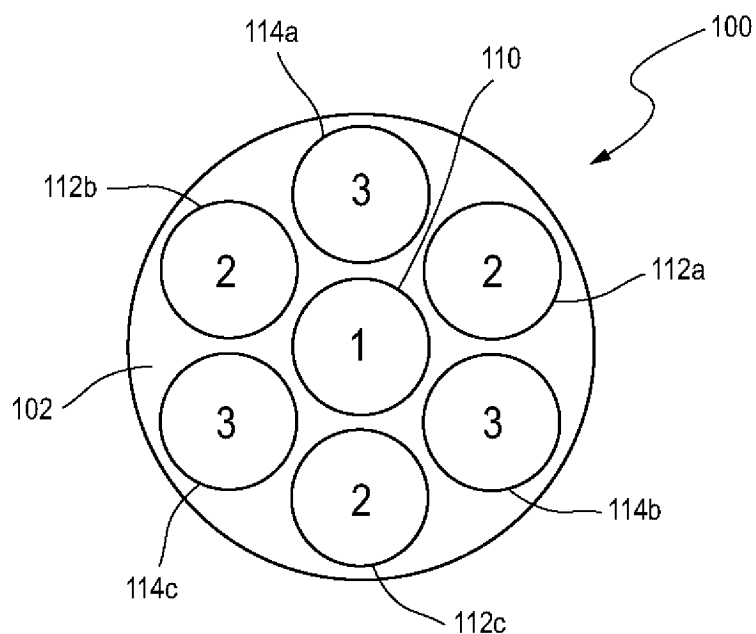
9. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung nach Anspruch 8, wobei die mehreren Brennstoffdüsen ferner in einem vierten Betriebszustand betrieben werden können, in dem nur der erste und der zweite Brennstoffkreislauf der zentralen Dü-

se, die ersten Brennstoffkreisläufe des ersten Teilsatzes von Düsen und der zweite Teilsatz von Düsen Brennstoff liefern.

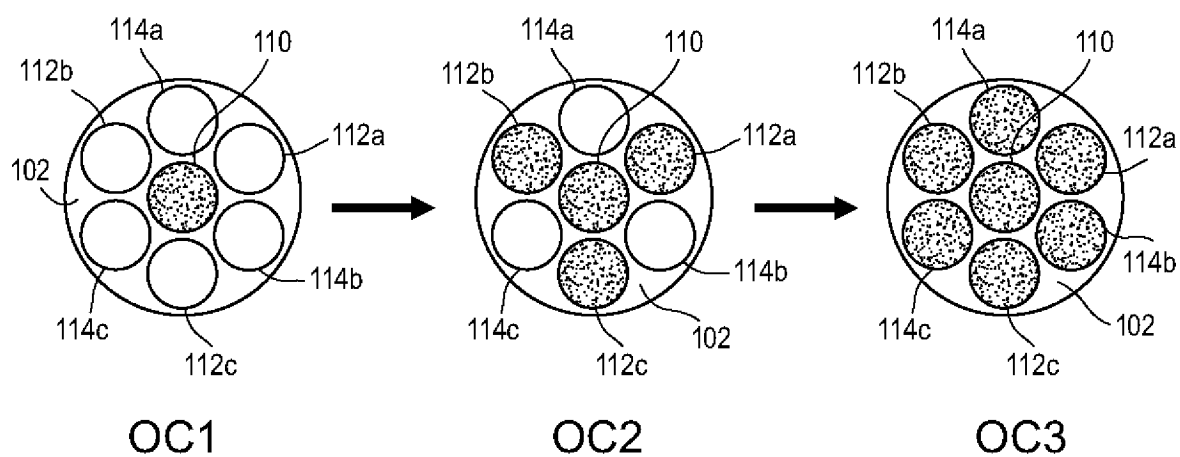
10. Brennkammerkappen- und Brennstoffdüsenanordnung nach Anspruch 1, wobei all die mehreren Brennstoffdüsen den ersten und den zweiten Brennstoffkreislauf aufweisen.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



FIGUR 1



FIGUR 2

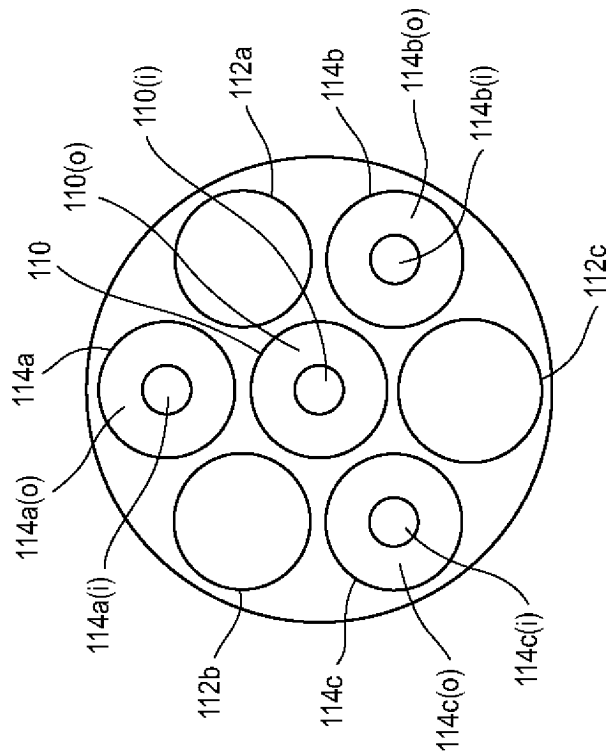


FIGURE 3

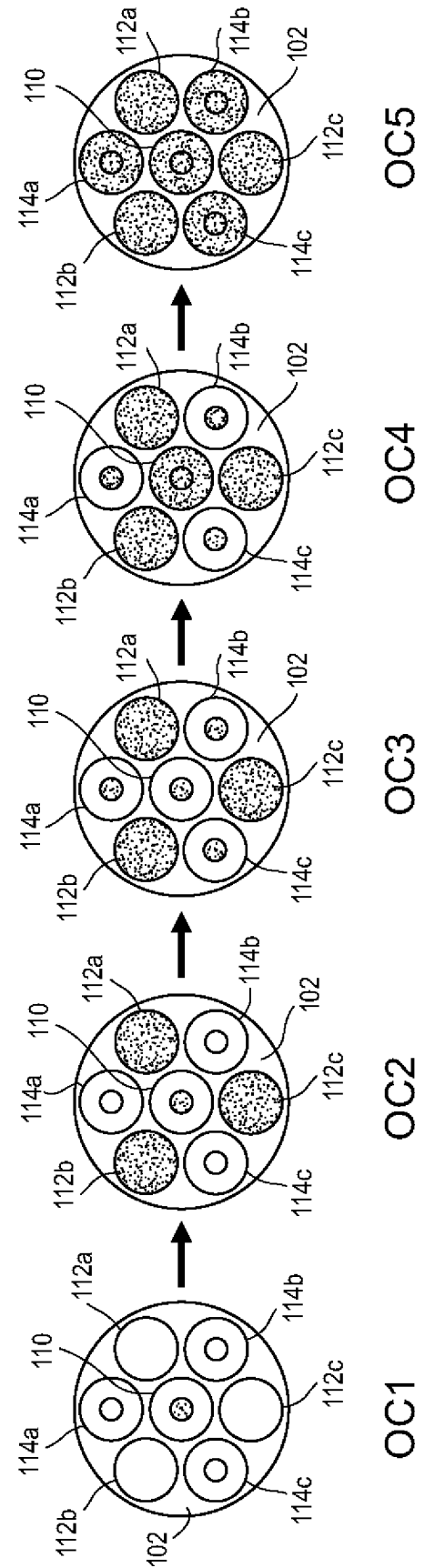


FIGURE 4

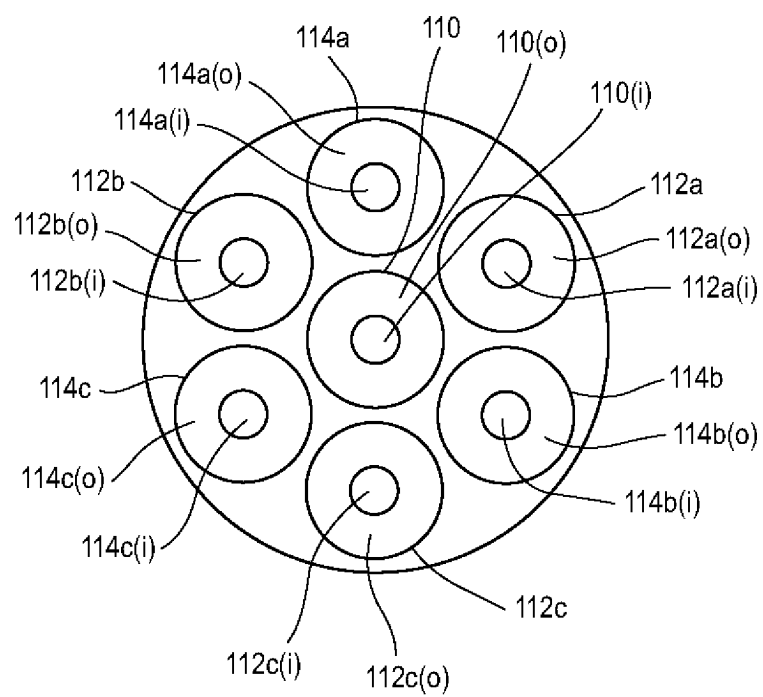
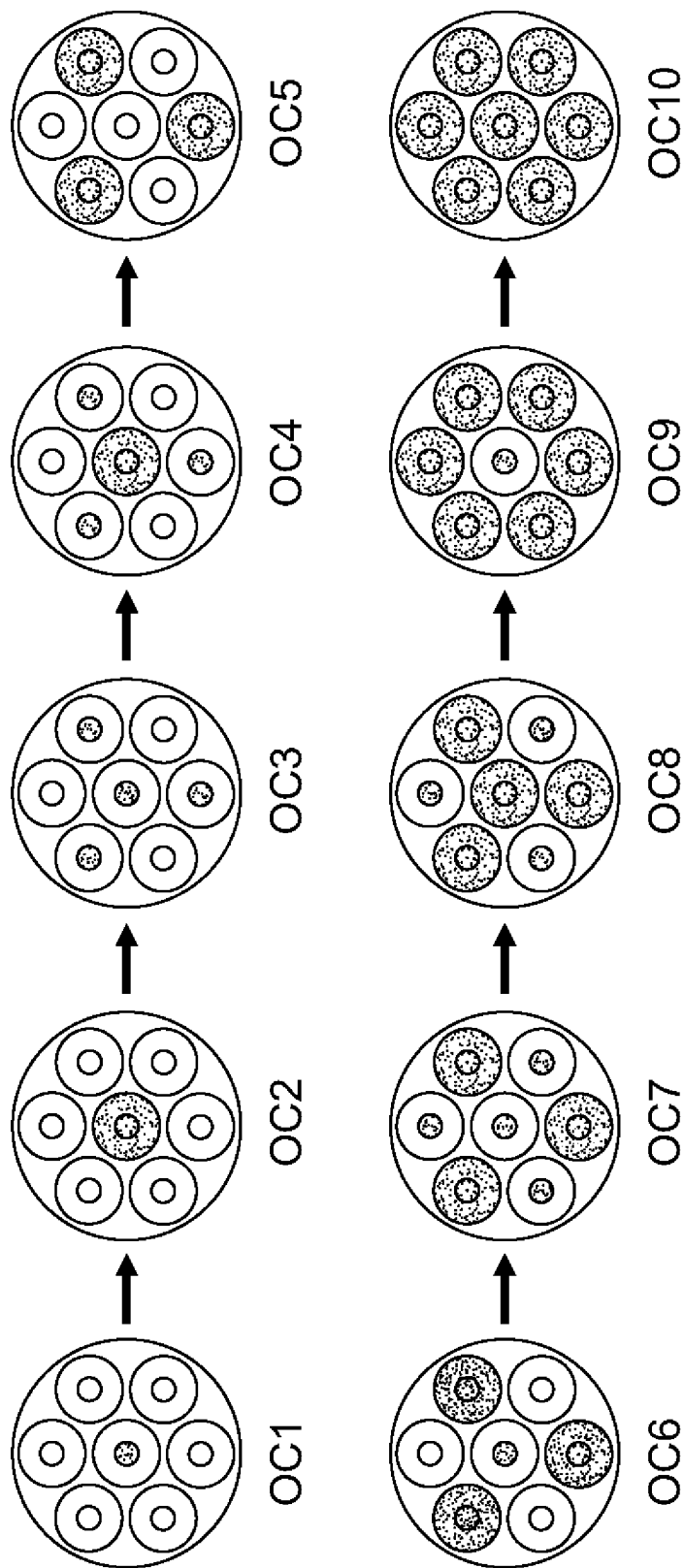
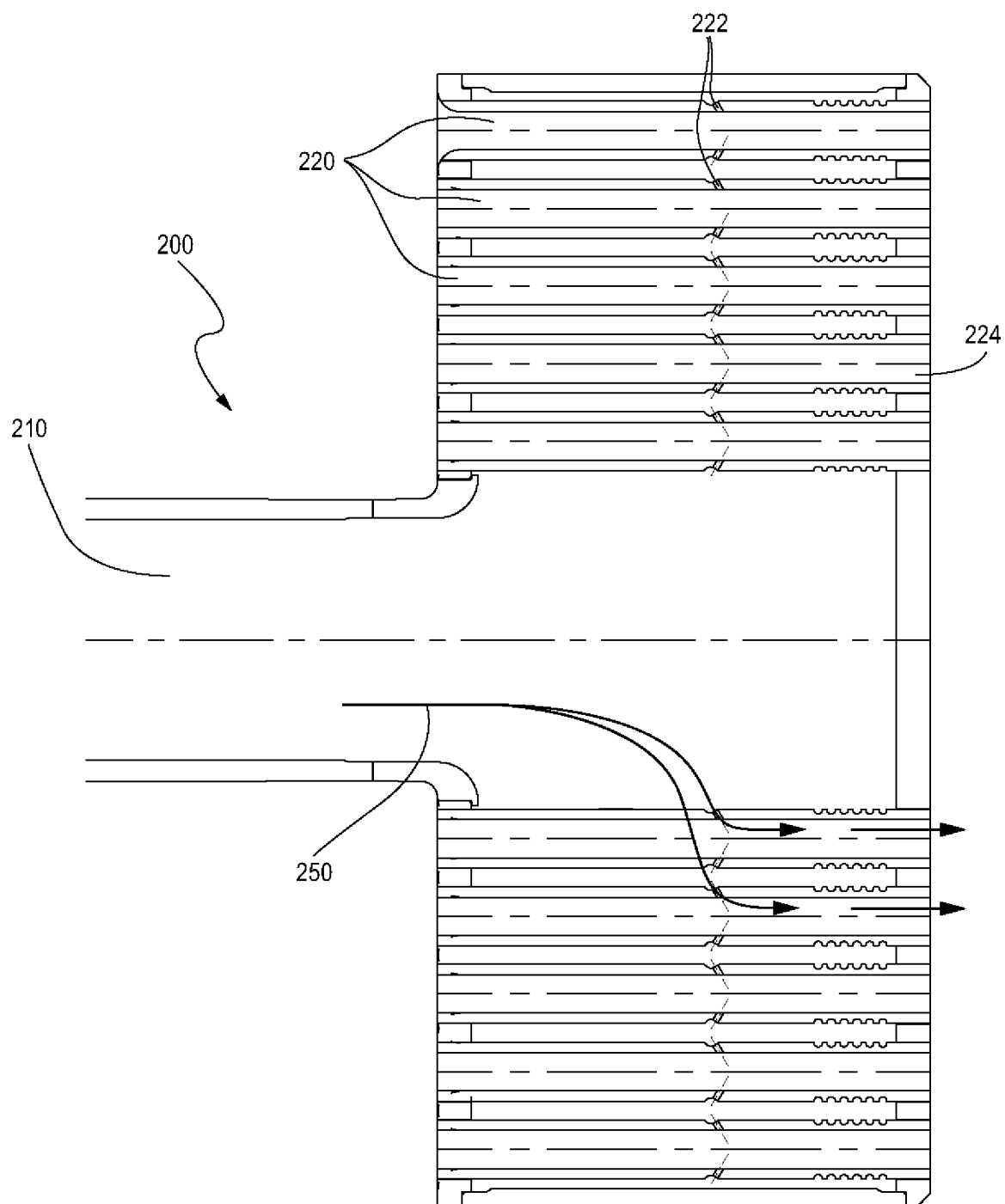


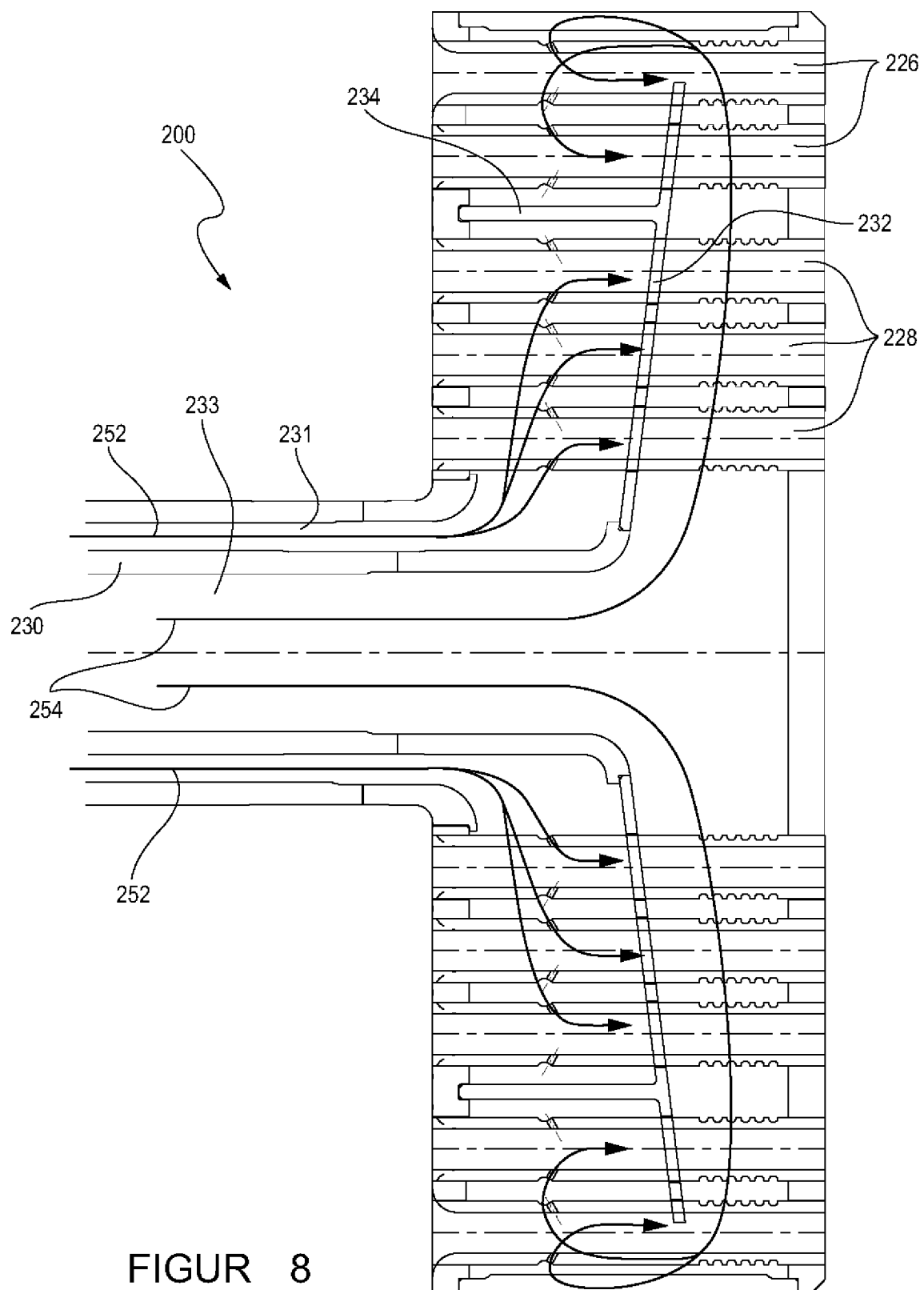
FIGURE 5

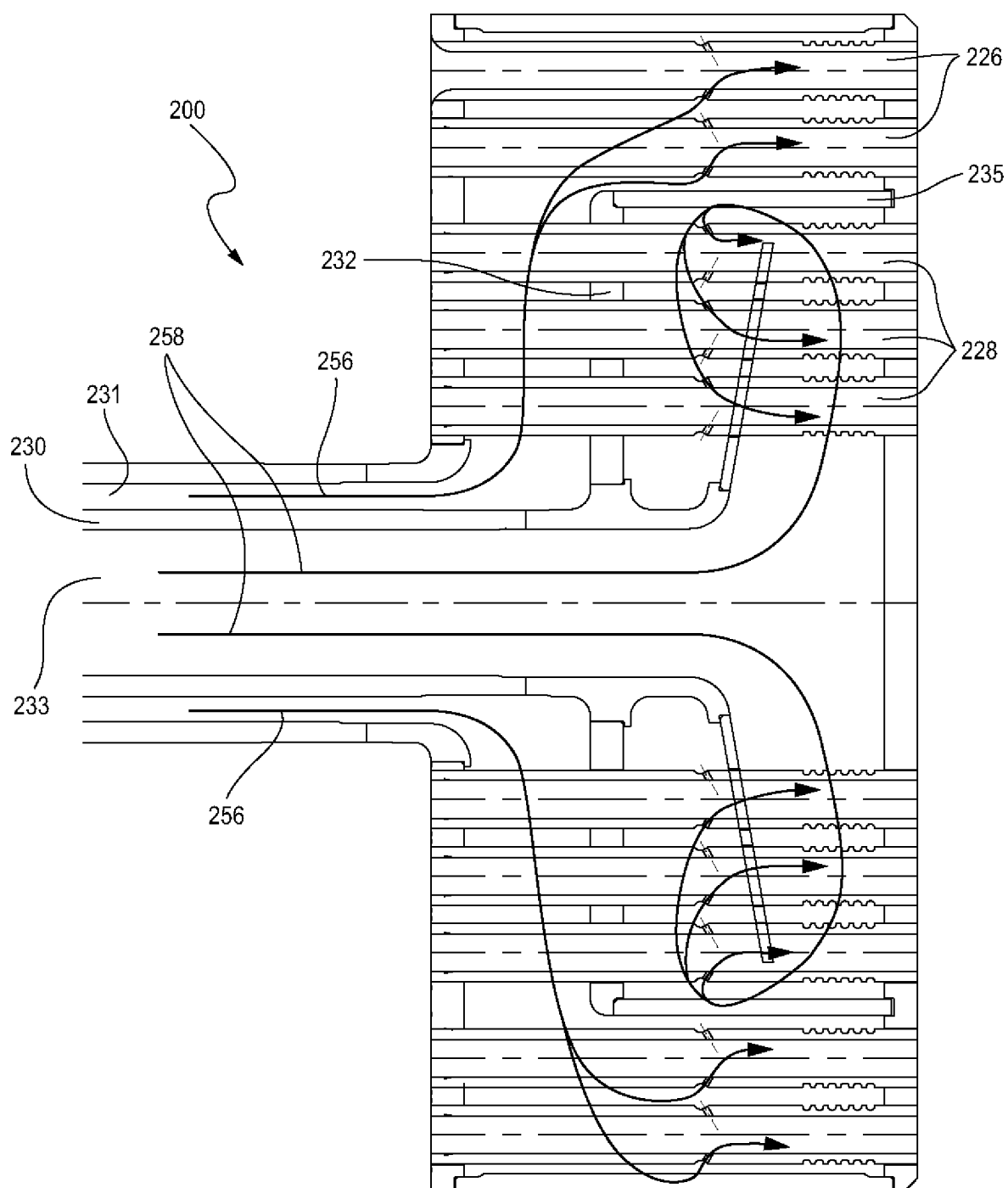


FIGUR 6



FIGUR 7





FIGUR 9

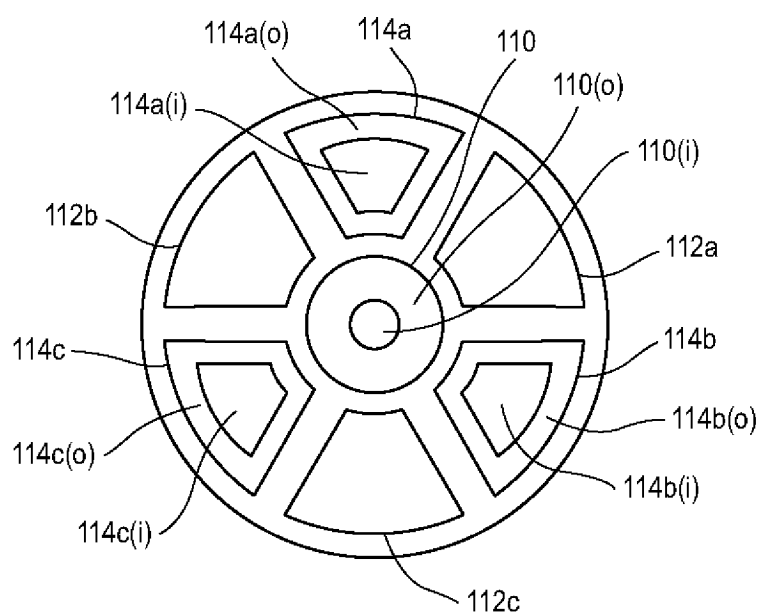


FIGURE 10

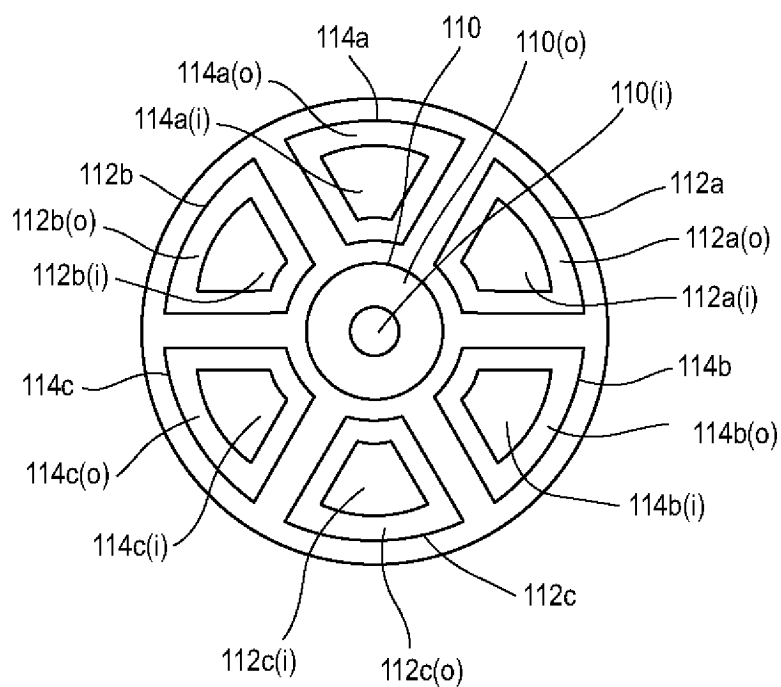


FIGURE 11