

(51) Int Cl.: **F23R 3/02** (2006.01)
F23R 3/42 (2006.01)

DE	31 49 761	A1
US	6 983 600	B1
JP	S59- 60 127	A

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Systeme und Verfahren zur Zufuhr von unter hohem Druck stehender Luft zu dem Kopfende einer Brennkammer und speziell auf Systeme und Verfahren zum Kühlen einer Brennkammerdeckelanordnung.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Gasturbinen beinhalten häufig einen Verdichter, eine Anzahl Brennkammern und eine Turbine. Typischerweise sind der Verdichter und die Turbine längs einer gemeinsamen Achse ausgerichtet, wobei die Brennkammern zwischen dem Verdichter und der Turbine in einer kreisförmigen Anordnung rings um die gemeinsame Achse angeordnet sind. Im Betrieb erzeugt der Verdichter verdichtete Luft, die in die Brennkammern eingespeist wird. Die Brennkammern verbrennen die verdichtete Luft mit Brennstoff, um heiße Verbrennungsprodukte zu erzeugen, die der Turbine zugeleitet werden. Die Turbine entzieht den heißen Verbrennungsprodukten Energie, um eine Last anzutreiben.

[0003] Um den Wirkungsgrad zu erhöhen, werden moderne Brennkammern bei Temperaturen betrieben, die so hoch sind, dass sie den Brennkammeraufbau beschädigen und Schadstoffe wie Stickoxide (NOx) erzeugen. Diese Risiken werden dadurch gemildert, dass über die Außenseite der Brennkammer verdichtete Luft geleitet wird, die die Brennkammer kühlt bevor die Luft mit Brennstoff gemischt wird, um ein Luft-Brennstoffgemisch zu erzeugen, das bei der Verbrennung niedrigere NOx-Werte erzeugt.

[0004] Aus diesen Gründen weist die Brennkammer typischerweise einen Strömungsmantel auf, der einen ringförmigen Kanal rings um die Brennkammer begrenzt. Der Ringkanal empfängt Luft von dem Verdichter durch einen anschließend an die Brennkammer angeordneten Diffusor. Die Luft prallt für Kühlzwecke auf den Überleitungskanal und auf den Brennkammereinsatz auf. Die Luft strömt dann in umgekehrter Richtung durch den Ringkanal und zu der Brennkammerkappenanordnung, die die Brennstoffdüsen aufnimmt. Auch wird ein Teil der Luft von dem Ringkanal abgezweigt, um die Kappenanordnung zu kühlen.

[0005] Beispielsweise ist eine Stirnseite der Kappenanordnung heißen Temperaturen der Brennkammer ausgesetzt. Die Stirnseite wird deshalb normalerweise mit Luft gekühlt, die aus dem Ringkanal durch Öffnungen in der Wand der Kappenanordnung abgezweigt ist. Die abgezweigte Luft prallt auf die Stirnseite auf und durchströmt diese in die Verbrennkammer. Demgemäß ist die abgezweigte Luft nicht

mit Brennstoff vorvermischt, was die NOx-Erzeugung verschlimmert.

[0006] Die den Ringkanal durchströmende Luft erfährt Druckverluste. Wegen dieser Druckverluste wird eine größere Luftmenge zur Kühlung der Kappenanordnung benötigt, was zu einem geringeren Anteil vorvermischter Luft in der Brennkammer führt. Auch kann der Druck des Luftstroms durch die Stirnseite nicht ausreichen um eine dynamische Druckbarriere zu überwinden, die wegen der Flammeninstabilität in der Brennkammer auftritt. Die dynamische Druckbarriere kann einen Druck auf die Stirnseite ausüben, der den Kühlluftstrom behindert oder unterbricht mit der Folge, dass die Stirnseite sich aufheizt und möglicherweise Schaden nimmt.

[0007] Die Zufuhr von Luft mit höherem Druck zu der Kappenanordnung würde die Menge der zur Kühlung benötigten Luft verringern, so dass ein verhältnismäßig größerer Prozentsatz Verbrennungsluft mit dem Brennstoff vorvermischt werden könnte, womit die NOx-Erzeugung verringert würde. Die Zufuhr von Luft mit höherem Druck würde auch die Dynamikbarriere verbessern. Es besteht deshalb ein Bedürfnis nach der Zufuhr von Luft unter höherem Druck zu der Kopfseite der Brennkammer, wie etwa der Kappenanordnung.

[0008] JP S59- 60 127 A beschreibt eine Brennkammer für eine Gasturbine mit einem an einem Verdichterauslass angeordneten Diffusor, der Verdichterauslassluft einer am stromaufwärtigen Ende der Brennkammer angeordneten Brennstoffdüse zuführt, um sie mit Brennstoff zu vermischen und ein Brennstoff-Luft-Gemisch zu der Verbrennungskammer der Brennkammer zu liefern. Ein Teil der Verdichterauslassluft wird über eine Einlassöffnung einem sekundären Ringkanal zugeführt und strömt darin in stromabwärtiger Richtung entlang der Umfangswand der Verbrennungskammer, um durch Kühlluft einlassöffnungen und Verdünnungsluft einlassöffnungen in den Verbrennungsraum einzutreten. In einer Ausführungsform sind zwei konzentrische sekundäre Ringkanäle um die Umfangswand der Verbrennungskammer herum vorgesehen.

[0009] US 6 983 600 B1 beschreibt eine Brennkammer für eine Gasturbine mit einem stromaufwärts eines Hauptbrennstoffinjektors angeordneten Vorverbrennerabschnitt, der ein Flammrohr mit einer Vielzahl von Einlasslöchern aufweist, die Verdichterauslassluft empfangen. Die Verdichterauslassluft wird über einen äußeren Ringkanal, der um den Hauptbrennstoffinjektor und den Vorverbrennerabschnitt herum angeordnet ist, stromaufwärts zu dem Flammrohr des Vorverbrennerabschnitts und durch die Einlasslöcher in den Vorverbrennerabschnitt eingeleitet, um mit Brennstoff vermischt zu werden, und das Verbrennungsprodukt wird anschließend strom-

abwärts dem Hauptbrennstoffinjektor und einem Katalysatorabschnitt zugeführt.

[0010] DE 31 49 761 A1 beschreibt ein Gasturbinen-triebwerk, in dem die Luft in einem Kanal stromabwärts des Verdichters eine höhere Energie im zentralen Bereich der Strömung in dem Kanal und eine niedrigere Energie angrenzend an die Wände des Kanals aufweist. Die Luft mit höherer Energie wird durch erste Leitungen an den Brenner und weitere Triebwerkkomponenten, z.B. Turbinenleitschaufeln, abgegeben, um diese zu kühlen. Die Luft mit niedrigerer Energie wird über weitere, zu den ersten Leitungen parallel verlaufende Leitungen und Verbindungsrohre zur Verdünnung der Verbrennungsgase dem Brenner zugeführt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0011] Gemäß der Erfindung ist eine neue Brennkammer geschaffen, die es ermöglicht, Luft mit höherem Druck einer Kappenanordnung der Brennkammer zuzuführen und die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 aufweist. Besonders bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0012] Weitere Systeme, Vorrichtungen, Verfahren, Merkmale und Vorteile ergeben sich für den Fachmann aus der Betrachtung der nachfolgenden Figuren und der detaillierten Beschreibung. Alle diese zusätzlichen Systeme, Vorrichtungen, Verfahren, Merkmale und Vorteile sollen von der Beschreibung umfasst und von den beigefügten Patentansprüchen geschützt sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] Die vorliegende Erfindung ist anhand der nachfolgenden Figuren besser zu verstehen. Übereinstimmende Bezugszeichen bezeichnen in allen Figuren einander entsprechende Teile, und die Komponenten in den Figuren sind nicht notwendigerweise maßstäblich.

Fig. 1 ist eine Schnittdarstellung einer Ausführungsform einer dem Stand der Technik entsprechenden Brennkammer unter Veranschaulichung eines Luftströmungsweges durch die Brennkammer.

Fig. 2 ist eine Draufsicht auf eine Brennkammerkappenanordnung nach dem Stand der Technik.

Fig. 3 ist eine teilweise Schnittdarstellung längs der Linie 3-3 der in **Fig. 2** dargestellten Brennkammerkappenanordnung.

Fig. 4 ist eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform einer Brennkammereinsatz-Kappenanordnung in Übereinstimmung mit

Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht eines Teils der in **Fig. 4** dargestellten Kappenanordnung unter Veranschaulichung der Kappenanordnung unter einem anderen Winkel.

Fig. 6 ist eine Schnittdarstellung einer Ausführungsform einer Brennkammer in Übereinstimmung mit Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

[0017 Fig. 7 ist eine Schnittdarstellung eines Teils der in **Fig. 6** dargestellten Brennkammer unter Veranschaulichung eines Teils der Kappenanordnung.

Fig. 8 ist ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Kühlen einer Brennkammerkappenanordnung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0014] **Fig. 1** ist eine Schnittdarstellung einer Ausführungsform einer Brennkammer 100 gemäß dem Stand der Technik. Die Brennkammer 100 weist einen Brennkammereinsatz 102 auf, der eine Verbrennungskammer 104 begrenzt. Der Brennkammereinsatz 102 erstreckt sich zwischen einer Brennkammereinsatz-Kappenanordnung 106 und einem Überleitungskanal 108. Die Brennkammereinsatz-Kappenanordnung 106 beinhaltet Brennstoffdüsen, die Luft und Brennstoff vormischen und die die sich ergebende Luft-Brennstoff-Mischung in die Verbrennungskammer 104 einleiten. Der Überleitungskanal 108 leitet Verbrennungsprodukte aus der Verbrennungskammer 104 in eine anschließende Turbine.

[0015] Rings um die Brennkammer 100 ist ein ringförmiger Strömungsmantel 112 angeordnet. Der ringförmige Strömungsmantel 112 begrenzt einen Ringkanal 110 oder Strömungspfad für Luft, die von dem Überleitungskanal 108 zu der Kappenanordnung 106 strömt. Der Ringkanal 110 empfängt Luft von dem Verdichter über einen anschließend an die Brennkammer 100 angeordneten Diffusor. Die Luft kann einen verhältnismäßig hohen Druck aufweisen, etwa einen Verdichterausgangsdruck (PCD) von etwa 200 bis etwa 300 psia. Diese Luft wird üblicherweise als Verdichterausgangsluft oder PCD-Luft bezeichnet. Die PCD-Luft strömt in die Brennkammer 100 durch eine Prallhülse, die Luft auf den Überleitungskanal 108 und den Brennkammereinsatz 102 aufprallen lässt. Die Luft strömt dann in der umgekehrten Richtung über eine Länge der Verbrennungskammer 104. Auf diese Weise kühlt die Luft die Brennkammer 100 bevor sie die Kappenanordnung 106 erreicht. Der Strömungsweg durch den Ringkanal 110 ist in **Fig. 1** mit Pfeilen angedeutet.

Die PCD-Luft erfährt beim Vorbeiströmen längs der Brennkammer 100 einen Druckabfall, der in der Regel als Brennkammerdruckabfall oder „Delta P“ bezeichnet wird. Delta P kann verhältnismäßig hoch sein, etwa 15 psid.

[0016] Bei der Kappenanordnung 106 wird die Luft mit Brennstoff vorvermischt, um so ein Brennstoff-Luft-Gemisch zu erzeugen. Im Einzelnen erstrecken sich eine Anzahl von Brennstoffdüsen 114 an einer stirnseitigen Abdeckung 116 in die Kappenanordnung 106. Die Brennstoffdüsen 114 erhalten Brennstoff durch die stirnseitige Abdeckung 116 und Luft aus dem Ringkanal 110. Die Brennstoffdüsen vermischen Luft und Brennstoff miteinander und injizieren das sich ergebende Luft-Brennstoff-Gemisch in die Verbrennungskammer 104, wo das Gemisch verbrannt wird.

[0017] Die Brennkammer 100 weist außerdem ein vorderes Gehäuse 118, ein hinteres Gehäuse 120 und ein Verdichterauslassgehäuse 122 auf. Das vordere Gehäuse 118 ist am vorderen Ende des Verdichters 100 angeordnet und trägt die stirnseitige Abdeckung 116. Das hintere Gehäuse 120 ist an dem Verdichterauslassgehäuse 122 befestigt, das den Diffusor aufnimmt. Das vordere und das hintere Gehäuse 118, 120 bilden gemeinsam ein Druckgefäß rings um die Außenseite der Brennkammer, und die Kappenanordnung 106 ist innerhalb des Druckgefäßes angeordnet.

[0018] Ein Ausführungsbeispiel einer Kappenanordnung 106 ist in den **Fig. 2, 3** dargestellt. Die Kappenanordnung 106 weist eine äußere Wand 124, eine innere Wand 126, eine Stirnseite 128 und in einigen Fällen eine Vorderseite 130 auf. Die Außenwand 124 bildet einen Flansch aus, der in das hintere Gehäuse 120 eingesetzt ist, um die Kappenanordnung 106 an der Brennkammer 100 zu halten. Im so montierten Zustand erstreckt sich die Außenwand 124 von dem Flansch aus nach vorne zu dem vorderen Gehäuse 118 hin. Die Außenwand 124 bildet die äußere Begrenzung eines Teils des Ringkanals 110.

[0019] Die Innenwand 126 der Kappenanordnung 106 steht im Abstand von der Außenwand 124 und ist auf dieser über eine Anzahl Streben 136 abgestützt, die sich durch den Ringkanal 110 erstrecken. Die Innenwand 126 begrenzt eine Kappenkammer 132, durch die sich die Brennstoffdüsen 114 erstrecken. Die Innenwand 126 definiert auch eine Anzahl Öffnungen 134, die es gestatten, zu Kühlzwecken Luft aus dem Ringkanal 110 in die Kappenkammer 132 abzuzweigen. Die abgezweigte Luft strömt durch eine Anzahl kleiner Öffnungen in der Stirnseite 128, um durch Konvektion die Stirnseite 128 zu kühlen, die das vordere Ende der Brennkammer 104 abschließt und deshalb hohen Temperaturen ausge-

setzt ist. Ein Pfeil in **Fig. 1** veranschaulicht die in die Kappenkammer 132 eintretende Abzweigluft.

[0020] In **Fig. 1** veranschaulichen die Längen der Pfeile schematisch den Druck der durch den Ringkanal 110 und die Kappenanordnung 106 durchströmenden Luft. Wie dargestellt, erleidet die Luft beim Durchströmen des Ringkanals 110 und der Kappenanordnung 106 Druckverluste. Bei einer Ausführungsform verliert die in den Ringkanal 110 eintretende Luft z.B. etwa 5 psi beim Durchqueren der Prallhülse, was zu einem Druck von etwa 245 psia in dem Ringkanal 110 führt. Zusätzliche Verluste von etwa 2 bis 3 psi treten auf, während die Luft längs des Ringkanals 110 strömt, in die Kappenanordnung 106 eintritt und nahe der stirnseitigen Abdeckung 116 umkehrt. Demgemäß kann ein Druckabfall von etwa 3 bis 6 psi alles sein, was zum Kühlen übrig bleibt, wenn die Luft die Kappenkammer 132 erreicht. Wegen der systembedingten Druckverluste, ist eine im Verhältnis größere Menge Luft niedrigeren Druckes erforderlich, um die Kappenanordnung 106 zu kühlen.

[0021] Im Nachfolgenden sind Ausführungsformen von Systemen und Verfahren zur Zufuhr von unter hohem Druck stehender Luft zu dem Kopfende einer Brennkammer beschrieben. In Ausführungsformen ist die Hochdruckluft PCD-Luft aus dem Diffusor. Ebenfalls in Ausführungsformen wird die Hochdruckluft der Brennkammereinsatz-Kappenanordnung zugeführt. Die Hochdruckluft kann der Kappenanordnung zugeführt werden, um die Kappenanordnung zu kühlen oder um die Dynamikbarriere zu verbessern. Die Hochdruckluft kann aber auch für andere Zwecke benutzt werden.

[0022] In Ausführungsformen liefern die Systeme und Verfahren einen direkten Strömungsweg zwischen einer Quelle von PCD-Luft und einem Kopfende der Brennkammer. Die Systeme und Verfahren können beispielsweise den Diffusor direkt mit der Kappenanordnung verbinden. Bei anderen Ausführungsformen kann die direkte Verbindung ein einfaches Rohr sein, das PCD-Luft aus dem Diffusor der Kappenanordnung oder anderen Teilen des Kopfendes zuteilt. Bei anderen Ausführungsformen kann die direkte Verbindung mittels eines zusätzlichen äußeren Ringkanals in der Kappenanordnung geschaffen sein. Der äußere Ringkanal kann wenigstens teilweise gegen einen inneren Ringkanal in der Kappenanordnung abgedichtet sein. Der innere Ringkanal erhält Luft, ähnlich wie ein gebräuchlicher Ringkanal, von irgendwo längs der Länge der Brennkammer her, während der äußere Ring Hochdruckluft der Kappenanordnung zuführt. Der äußere Ringkanal kann beispielsweise Hochdruckluft direkt aus dem Diffusor erhalten und kann die einen höheren Druck aufweisende Luft unmittelbar der Kappenanordnung zuleiten. Auf diese Weise erleidet die einen höheren

Druck aufweisende Luft nicht die Druckverluste, die vom Aufprallen auf dem Überleitungskanal und dem Brennkammereinsatz und vom Entlangströmen längs der Länge der Brennkammer zu der Kappenanordnung hin herrühren.

[0023] In Ausführungsformen ist der äußere Ringkanal zwischen einem Teil des Druckgefäßes rings um die Brennkammer und einem Teil der Kappenanordnung ausgebildet. Der äußere Ringkanal kann speziell durch eine vordere Gehäusewand, die sich von dem vorderen Gehäuse nahe der stirnseitigen Abdeckung zu dem Verdichterausstrittsgehäuse nahe dem Diffusor erstreckt, und einem äußeren Kappenströmungsmantel der Kappenanordnung gebildet sein, welcher sich von dem vorderen Gehäuse zu dem Brennkammerströmungsmantel hin erstreckt. Der äußere Ringkanal kann zu Kühlzwecken Luft direkt von dem Diffusor zu der Kappenkammer leiten. Auf diese Weise erleidet die Luft einen geringeren Druckverlust als Luft, die durch den inneren Ringkanal entlang der Brennkammer strömt.

[0024] Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer Brennkammereinsatzkappenanordnung 400 und Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht eines Teils der in Fig. 4 dargestellten Kappenanordnung 400 unter Veranschaulichung der Kappenanordnung 400 unter einem anderen Winkel. Die Brennkammereinsatzkappenanordnung 400 weist eine Außenwand oder äußere Strömungshülse 440, eine Innenwand oder innere Strömungshülse 442 und eine Stirnseite 444 sowie eine Vorderseite 446 auf.

[0025] Die Außen- und die Innenwand 440, 442 sind konzentrisch zueinander angeordnet, wobei die Innenwand 442 von der Außenwand 440 beabstandet ist. Der Raum zwischen der Außen- und der Innenwand 440 bzw. 442 definiert einen Ringspalt, während der Raum auf der Innenseite der Innenwand 442 eine ringförmige Begrenzung einer Brennkammerkappenkammer definiert. Die Stirnseite 444 und die Vorderseite 446 sind im Wesentlichen Platten, wenngleich die Stirnseite durch eine im Nachfolgenden beschriebene Stirnseitenanordnung ersetzt sein kann. Zu bemerken ist, dass in Fig. 5 aus Gründen der Darstellung die Vorderseite 446 nicht veranschaulicht ist.

[0026] Die Innenwand 442 trägt die Stirnseite 444 und die Vorderseite 446, die die Brennkammerkappenkammer auf der Vorder- und der Hinterseite abschließen. Die Außenwand 440 stützt die Innenwand 442, beispielsweise über eine Anzahl Verbindungsrohre 450, ab, die in dem Ringspalt angebracht sind. Die Verbindungsrohre 450 setzen die Außenwand 440 mit der Kappenkammer in Verbindung. Die Verbindungsrohre 450 können aber auch bei anderen Ausführungsformen durch

Streben oder andere Befestigungseinrichtungen ersetzt sein.

[0027] Die Außen- und die Innenwand 440 bzw. 442 weisen Öffnungen 452 auf, die mit den Verbindungsrohren 450 jeweils fluchten. Bei Ausführungsformen sind die Außen- und die Innenwand an allen Stellen außer den Öffnungen 452 im Wesentlichen durchgehend oder unperforiert. Die durchgehende Natur der Wände 440, 442 trennt oder isoliert den Ringspalt von der Kappenkammer und von der Außenseite der Außenwand 440. Die Außenwand 440 kann auch einen vorderen Flansch 454 aufweisen, der zur Befestigung beispielsweise an dem vorderen Gehäuse nahe der stirnseitigen Abdeckung geeignet sein kann. Die Stirnseite und die Vorderseite 444 bzw. 446 weisen Öffnungen zur Aufnahme der Brennstoffdüsenanordnungen auf.

[0028] Fig. 6 ist eine Schnittdarstellung einer Brennkammer 600 unter Veranschaulichung einer Brennkammereinsatz-Kappenanordnung 650, die an der Brennkammer 600 angebracht ist, während Fig. 7 eine Schnittdarstellung eines Teils der Brennkammer 600 ist unter detaillierterer Veranschaulichung eines Teils der Kappenanordnung 650. Die Kappenanordnung 650 kann eine Ausführungsform der unter Bezugnahme auf die Fig. 4, 5 dargestellten und beschriebenen Kappenanordnung sein, wenngleich auch andere Ausbildungen möglich sind.

[0029] Bei der Brennkammer 600 ist das hintere Gehäuse nicht vorhanden. Stattdessen erstreckt sich das vordere Gehäuse 652 bis zu dem Verdichterauslassgehäuse 654, wobei die Kappenanordnung 650 an dem vorderen Gehäuse 652 befestigt ist. Im so montierten Zustand ist die Kappenanordnung 650 vollständig in dem vorderen Gehäuse 652 eingeschlossen. Es sind aber auch andere Ausbildungen möglich.

[0030] Wie in Fig. 6 dargestellt, bildet das vordere Gehäuse 652 eine ringförmige Wand 656, die sich von dem vorderen Gehäuse 652 zu dem Verdichterauslassgehäuse 654 erstreckt. Die Ringwand 656 weist eine Länge auf, die den Abstand zwischen dem vorderen Gehäuse 652 und dem Verdichterauslassgehäuse 654 überbrückt. Nahe dem Verdichterauslassgehäuse 654 bildet die Ringwand 656 einen Flansch 658 und ist an einer hinterer Flansch/CDC-Schnittstelle 653 an das Verdichterauslassgehäuse 654 angeschlossen.

[0031] Die Kappenanordnung 650 weist ihrerseits eine Außenwand 662, eine Innenwand 664, eine Stirnseite 666 und eine Vorderseite 668 auf. Die Kappenanordnung 650 ist an dem vorderen Gehäuse 652 in der Weise befestigt, dass ein Flansch 660 auf der Außenwand 662 in eine entsprechende Nut nahe der stirnseitigen Abdeckung 670 eingesetzt ist.

Im so montierten Zustand fluchtet die Stirnfläche 666 mit einem rings umlaufenden Rand des Brennkammereinsatzes 672, um so die Verbrennungskammer 674 abzuschließen, während die Vorderseite 668 zwischen der Stirnseite 666 und der stirnseitigen Abdeckung 670 angeordnet ist. Die Innenwand 664 der Kappenanordnung 650 ist auf eine Längskante des Brennkammereinsatzes 672 ausgerichtet und erstreckt sich zu dem vorderen Gehäuse 652 hin, wobei sie kurz vor der stirnseitigen Abdeckung 670 endet. Die Außenwand 662 ist zwischen der Innenwand 664 der Kappenanordnung 650 und der Ringwand 656 des vorderen Gehäuses 652 angeordnet. Die Außenwand 662 weist einen Durchmesser auf, der größer ist als der Durchmesser der Innenwand 664, aber kleiner als der Durchmesser der Ringwand 656, so dass ein innerer Ringspalt zwischen der Innenwand 664 und der Außenwand 662 begrenzt ist, während ein äußerer Ringspalt zwischen der Außenwand 662 und der Ringwand 656 begrenzt ist. Die Außenwand 662 weist eine Länge auf, die sich von dem vorderen Gehäuse 652 bis zu einem Strömungsmantel 686 um den Brennkammereinsatz 672 erstreckt. An der Verbindungsstelle 678 überlappen sich die Außenwand 662 und der Strömungsmantel 686 und sind gegeneinander abgedichtet.

[0032] Wenn somit die Kappenanordnung 650 an der Brennkammer 600 angebracht ist, ist die Kappenanordnung 650 vollständig in dem vorderen Gehäuse 652 eingeschlossen. Die Kappenkammer 680 ist seitlich von der Innenwand 664 und axial von der Stirnseite und der Vorderseite 666 bzw. 668 umschlossen. Zwischen der Innenwand 664 und der Außenwand 662 der Kappenanordnung 650 ist ein innerer Kappenringkanal 684 ausgebildet, während ein äußerer Kappenringkanal 682 zwischen der Außenwand 662 der Kappenanordnung 650 und der Ringwand 656 des vorderen Gehäuses 652 ausgebildet ist.

[0033] Die Brennkammer 600 weist außerdem einen Brennkammerströmungsmantel 686 auf, der ringförmig rings um den Brennkammereinsatz 672 angeordnet ist. Der Brennkammerströmungsmantel 686 und der Brennkammereinsatz 672 begrenzen einen unteren Brennkammerringkanal 688 um die Verbrennungskammer 674. An einem Ende fluchtet der untere Brennkammerringkanal 688 mit dem inneren Kappenringkanal 684. Am anderen Ende steht der untere Brennkammerringkanal 688 mit dem Diffusor 690 in Verbindung. Im Einzelnen betrachtet, weist der Brennkammerströmungsmantel 686 einen Prallbereich 692, der Strömungsmantellöcher 687 enthält. Der Diffusor 690 ist in dem Verdichterauslassgehäuse 654 anschließend an den Prallbereich 692 angeordnet. Der Diffusor 690 erhält PCD-Luft von dem Verdichter und leitet diese Luft durch die Strömungsmantellöcher 687 in dem Prallbereich 692 in den unteren Brennkammerringkanal 688 ein.

[0034] Der untere Brennkammerringkanal 688 und der innere Kappenringkanal 684 definieren einen inneren Strömungsweg von dem Diffusor 690 zu der Kappenanordnung 650. Der innere Strömungsweg erstreckt sich von dem Diffusor 690, durch den Prallbereich 692 entlang der Länge der Verbrennungskammer 674 in die Kappenanordnung 650, durch die Brennstoffdüsen und in die Verbrennungskammer 674. Auf diese Weise erreicht PCD-Luft die Kappenanordnung 650 von dem Diffusor 690 aus längs eines indirekten Pfades. Im Einzelnen gesehen, prallt die PCD-Luft auf den Überleitungskanal 694 oder den Brennkammereinsatz 672 auf und strömt zu Kühlzwecken entlang der Verbrennungskammer 674, bevor sie in die Kappenanordnung 650 eintritt, wo die Luft in den Brennstoffdüsen vermischt und sodann zum Zwecke der Verbrennung in die Verbrennungskammer 674 injiziert wird. Wegen des indirekten Weges erleidet die PCD-Luft geringe Druckverluste vor Erreichen der Kappenanordnung 650.

[0035] Der äußere Kappenringkanal 682 bildet einen äußeren Strömungsweg von dem Diffusor 690 zu der Kappenanordnung 650. Der äußere Kappenringkanal 682 steht über eine Öffnung in dem Verdichterauslassgehäuse 654 in direkter Fluidverbindung mit dem Diffusor 690. Der äußere Kappenringkanal 682 steht außerdem über die Verbindungsrohre 696 in direkter Fluidverbindung mit der Kappenkammer 680. Der äußere Strömungsweg erstreckt sich von dem Diffusor in die Kappenanordnung 650, durch die Verbindungsrohre 696 und in die Kappenkammer 680. Auf diese Weise erreicht PCD-Luft, die längs des äußeren Strömungsweges strömt, die Kappenanordnung 650 von dem Diffusor 690 auf einem direkten Pfad. Wegen dieses direkten Pfades erleidet Luft, die durch den äußeren Strömungsweg zu der Kappenanordnung 650 strömt, deutlich geringere Druckverluste als Luft, die längs des inneren Strömungsweges strömt. Z.B. in Fällen, bei denen der Diffusor 690 Luft mit etwa 250 psia liefert, kann Luft, die längs des äußeren Strömungsweges strömt, die Kappenanordnung 650 mit etwa 249 psia erreichen, während Luft, die längs des inneren Strömungspfad strömt, die Kappenanordnung mit etwa 240 bis 247 psia erreichen kann.

[0036] Bei Ausführungsformen kühlt Luft, die längs des äußeren Strömungspfad strömt, Teile der Kappenanordnung 650. Die Luft kann beispielsweise in die Kappenkammer 680 eintreten, um Teile der Kappenkammer 680 zu kühlen. Bei einigen Ausführungsformen wird die Luft dazu verwendet, die Stirnseite 666 zu kühlen. Nach dem Abkühlen der Stirnseite 666 gelangt die Luft in die Verbrennungskammer 674, um an dem Verbrennungsprozess teilzunehmen. Die Gestaltung der Stirnseite 666 beeinflusst die Kühlweise. Die Stirnseite 666 kann beispielsweise eine Prallplatte sein, die durch Prallkühlung

gekühlt ist. Die Stirnseite 666 kann auch eine Effusionsplatte sein, die durch Effusionskühlung gekühlt ist. Die Stirnseite 666 kann zur Filmkühlung eingerichtet sein, bei der ein Luftfilm auf einer Oberfläche der Stirnseite 666 in der Verbrennungskammer 654 ausgebildet ist. Es sind auch Kombinationen dieser Kühlarten möglich. Beispielsweise kann die Stirnseite 666 Prall- und Effusionsplatten aufweisen, die durch einen Spalt voneinander getrennt sind. Die Effusionsplatte kann zu der Verbrennungskammer 674 hin freiliegen und Effusionslöcher aufweisen, die winklig so angeordnet sind, dass sich ein Luftfilm in der Verbrennungskammer 674 ausbildet. Bei einer solchen Ausführungsform kann die Stirnseite 666 durch eine Kombination von Prall-, Effusions- und Filmkühlung gekühlt sein. Die in die Kappenanordnung 650 einströmende Luft kann auch andere Teile der Kappenanordnung 650 kühlen, wie etwa die Verbindungsrohre 696, die Vorderseite 668 und die Außen- und Innenwand 662 bzw. 664.

[0037] Da der äußere Strömungsweg Luft mit verhältnismäßig höherem Druck der Kappenanordnung 650 zu Kühlzwecken zuführt, wird die Kappenanordnung 650 wirksamer gekühlt. Die verbesserte Kühlung verbessert die Haltbarkeit der Kappenanordnung 650 und erhöht damit die Lebensdauer. Auch kann die Brennkammer 600 mit höheren Temperaturen betrieben werden. Außerdem wird weniger Luft zur Kühlung der Kappenanordnung 650 benötigt. Demzufolge ist ein verhältnismäßig geringerer Prozentsatz der Luft in der Verbrennungskammer 674 Luft, die zu Kühlzwecken durch die Stirnseite 666 durchgeströmt ist, im Gegensatz zu Luft, die durch die Stirnfläche 666 über die Brennstoffdüsen durchgeströmt ist. Demgemäß ist ein verhältnismäßig höherer Prozentsatz der Luft in der Verbrennungskammer 674 mit dem Brennstoff vorgemischt, wodurch die NO_x-Bildung verringert wird. Außerdem kann die Lieferung von Luft unter höherem Druck durch die Stirnseite 666 die Dynamikbarriere verbessern. Besonders wenn wegen Flammeninstabilität eine Dynamikdruckwelle in der Verbrennungskammer 674 auftritt, kann diese Dynamikdruckwelle im Verhältnis weniger dazu führen, dass der Durchstrom von Kühlluft durch die Stirnseite 666 behindert oder unterbrochen wird. Wegen des höheren Druckes der Kühlluft kann die Luft weiter durch die Stirnseite 666 durchströmen, womit thermische Beanspruchungen und Beschädigungen abgewendet werden.

[0038] Es ist darauf hinzuweisen, dass die unter verhältnismäßig höherem Druck stehende Luft, die längs des äußeren Strömungsweges in die Kappenanordnung 650 einströmt, auch für andere Zwecke verwendet werden kann. Die Luft kann zu Kühl- oder anderen Zwecken auf andere Strukturen gerichtet sein. Die

[0039] Bei Ausführungsformen kann die Hochdruckluft zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit des Luftstroms in die Brennstoffdüsen benutzt werden. Beispielsweise kann die Vorderseite 668 Luftverteilerlöcher 698 aufweisen, die Luft aus der Kappenkammer 680 zu den Brennstoffdüsen hin leiten. Die Luftverteilerlöcher 698 können so bemessen und positioniert sein, dass sie unzureichend beaufschlagten Brennstoffdüsen Luft zuführen, so dass der Luftstrom in die Brennstoffdüsen gleichmäßiger ist. Zum Zwecke der Veranschaulichung ist lediglich ein Luftverteilerloch 698 dargestellt, es können aber irgendeine beliebige Anzahl und Positionen verwendet werden.

[0040] Bei Ausführungsformen können die Verbindungsrohre 696 lediglich eine oder mehrere Durchlassöffnungen 699 aufweisen. Die Durchlassöffnungen 699 können durch eine Wand der Verbindungsrohre 696 durchgehend ausgebildet sein. Die Durchlassöffnungen 699 können es Hochdruckluft gestatten aus dem inneren Kanal der Verbindungsrohre 696 durch die Durchlassöffnungen 699, und sodann in den inneren Kappenringkanal 684 einzudringen. Die als Leckage eingedrungene Luft kann einen Windschattenbereich hinter jeweiligen Verbindungsrohren 696 ausfüllen und damit einen Druckverlust verringern und die Strömungsgleichmäßigkeit verbessern.

[0041] Bei Ausführungsformen ist der äußere Strömungspfad wenigstens teilweise abgedichtet, um den Druck der PCD-Luft aufrechtzuerhalten. Beispielsweise können die Ringwand 656 und die Außenwand 662 an den Anschlussstellen 653 bzw. 678 abgedichtet sein, um einen Luftverlust an der Verbindungsstelle zu dem inneren Ringkanal 684 zu begrenzen oder zu verhüten. Die Außenwand 662 und die Innenwand 664 können an den Verbindungsrohren 696 abgedichtet sein, um eine Leckage durch die Öffnungen in der Wand zu begrenzen oder zu verhindern. Die Außenwand 662 und die Innenwand 664 können im Wesentlichen durchgehend oder unperforiert sein, um eine Leckage zwischen dem äußeren und dem inneren Ringkanal 682 bzw. 684 zu begrenzen oder zu verhindern. Die Kappenkammer 680 kann auch abgedichtet sein, etwa an der Schnittstelle der Stirnseite und der vorderen Seite an der inneren Wand 664 oder rings um die Öffnungen, die die Brennstoffdüsen aufnehmen. Irgendeine Kombination dieser Dichtungen kann auch dazu verwendet werden, um den Druckverlust von Hochdruckluft in dem äußeren Strömungsweg zu verringern.

[0042] Darauf hinzuweisen ist, dass die beschriebene Ausführungsform lediglich ein Beispiel eines Systems zur Zufuhr von Hochdruck- oder PCD-Luft zu dem kopfseitigen Ende der Brennkammer ist. Andere Ausführungsformen sollen im Rahmen der

vorliegenden Erfindung liegen. Beispielsweise kann das System für eine Brennkammer mit einer gebräuchlichen Kappenanordnung, wie die in **Fig. 1** dargestellte Brennkammer 100, ausgelegt sein. Bei solchen Ausführungsformen kann die Kappenanordnung anstelle von Streben Verbindungsrohre zwischen der Innen- und der Außenwand aufweisen. Außerdem können Kappen- und Strömungsmantelflansche Öffnungen aufweisen, die die Verbindungsrohre in direkte Fluidverbindung mit dem Diffusor setzen. Das System kann abgedichtet sein, etwa durch Abdichtung der Außenwand. Die Innenwand einer Kappenanordnung kann auch keine Öffnungen aufweisen, die sonst Luft aus dem Ringkanal in die innere Kappenkammer abzweigen würden. Bei einigen Ausführungsformen kann die Brennkammer 100 mit einem System nachgerüstet sein, das Hochdruck- oder PCD-Luft dem kopfseitigen Ende der Brennkammer zuführt.

[0043] Bei noch anderen Ausführungsformen kann sich ein Rohr oder eine Leitung von dem Diffusor zu der Kappenkammer erstrecken. Das Rohr kann PCD-Luft direkt aus dem Diffusor zu der Kappenkammer führen. Bei einer solchen Ausführungsform kann die Innenwand der Kappenanordnung im Wesentlichen durchgehend oder unperforiert sein, so dass die PCD-Luft nicht zurück in den Ringkanal leckt.

[0044] **Fig. 8** ist ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer Ausführungsform eines Verfahrens 600 zum Kühlen einer Brennkammerkappenanordnung. In einem Block 802 ist ein direkter Strömungsweg zwischen einer Quelle von PCD-Luft und einer Brennkammerkappenanordnung definiert. In einem Block 804 ist der direkte Strömungsweg wenigstens teilweise abgedichtet.

[0045] Die Beschreibung verwendet Beispiele zur Offenbarung der Erfindung einschließlich deren bester Ausführungsart und auch dazu, einen Fachmann in die Lage zu versetzen, die Erfindung auszuführen, einschließlich der Herstellung und Benutzung von Vorrichtungen oder Systemen und der Ausführung von irgendwelchen darin enthaltenen Verfahren. Der Schutzzumfang der Erfindung ist durch die Patentansprüche definiert und kann andere Ausführungsbeispiele umfassen, die sich für den Fachmann ergeben. Solche anderen Ausführungsbeispiele sollen im Schutzbereich der Patentansprüche liegen, wenn sie Strukturelemente aufweisen, die sich vom Wortlaut der Patentansprüche nicht unterscheiden oder wenn sie äquivalente Strukturelemente mit unwesentlichen Unterschieden zum Wortlaut der Patentansprüche enthalten.

[0046] Eine Brennkammer 600 beinhaltet einen ersten Strömungsweg und einen zweiten Strömungsweg. Der erste Strömungsweg setzt einen Diffusor

über einen dazwischen liegenden unteren Brennkammerringkanal 688 in indirekte Fluidverbindung mit einer Brennkammerkappenanordnung 650. Der zweite Strömungsweg setzt den Diffusor 690 in direkte Fluidverbindung mit der Brennkammerkappenanordnung 650.

Teileliste:

100	Brennkammer
102	Brennkammereinsatz
104	Verbrennungskammer
106	Brennkammereinsatzkappenanordnung
108	Überleitungskanal
110	Ringkanal
112	Ringförmiger Strömungsmantel
114	Brennstoffdüsen
116	Stirnseitige Abdeckung
118	Vorderes Gehäuse
120	Hinteres Gehäuse
122	Verdichterauslassgehäuse
124	Außenwand
126	Innenwand
128	Stirnseite
132	Kappenkammer
134	Öffnungen
136	Streben
400	Brennkammereinsatzkappenanordnung
440	Außenwand oder äußere Strömungshülse
442	Innenwand oder innere Strömungshülse
444	Stirnseite
446	Vorderseite
450	Verbindungsrohre
452	Öffnungen
466	Stirnseite
600	Brennkammer
650	Brennkammereinsatzkappenanordnung
652	Vorderes Gehäuse
653	Hinterer Flansch/CDC-Schnittstelle
654	Verdichterauslassgehäuse

656	Ringwand
660	Flansch
662	Außenwand
664	Innenwand
666	Stirnseite
668	Vorderseite
670	Stirnseitige Abdeckung
672	Brennkammereinsatz
674	Verbrennungskammer
678	Verbindungsstelle
680	Kappenkammer
682	Äußerer Kappenringkanal
684	Innerer Kappenringkanal
686	Brennkammerströmungshülse
688	Unterer Brennkammerringkanal
690	Diffusor
692	Prallbereich
696	Verbindungsrohre
698	Verteilerlöcher
699	Durchlassöffnungen

Patentansprüche

1. Brennkammer (600), die aufweist:
eine Verbrennungskammer (674);
einen Diffusor (690), der in einem Verdichterauslassgehäuse (654) angeordnet ist, um Verdichterauslassluft von einem Verdichter zu empfangen;
eine Brennkammerkappenanordnung (400, 650), die aufweist:
eine Außenwand (440, 662), die von einem äußeren Kappenringkanal (682) umgeben ist;
eine Innenwand (442, 664), die im Abstand innerhalb der Außenwand (440, 662) angeordnet ist, um einen inneren Kappenringkanal (684) zu definieren;
eine Stirnseite (444, 666), die ein stromaufwärtiges Ende der Verbrennungskammer (674) definiert;
eine Vorderseite (446, 668),
wobei die Innenwand (442, 664), die Stirnseite (444, 666) und die Vorderseite (446, 668) eine Kappenkammer (680) definieren;
mehrere Verbindungsrohre (450, 696), die sich zwischen der Außenwand (662) und der Innenwand (664) erstrecken, um einen Strömungspfad durch den inneren Kappenringkanal (684) zu der Kappenkammer (680) zu definieren; und
mehrere Brennstoffdüsenöffnungen, die zur Aufnahme von Brennstoffdüsen (114) durch die Stirnseite (444, 666) und die Vorderseite (446, 668) ausgebildet sind;
einen ersten Strömungsweg, der den Diffusor (690)

enthält, welcher über einen dazwischen liegenden unteren Brennkammerringkanal (688) in indirekter Fluidverbindung mit der Brennkammerkappenanordnung (400, 650) steht, wobei der erste Strömungsweg von dem Diffusor (690) entlang der Verbrennungskammer (674), durch den inneren Kappenringkanal (684), in die Brennkammerkappenanordnung (400, 650), durch die Brennstoffdüsen (114) und in die Verbrennungskammer (674) hinein verläuft; und
einen zweiten Strömungsweg, der den Diffusor (690) enthält, welcher in direkter Fluidverbindung mit der Brennkammerkappenanordnung (650) steht, wobei der zweite Strömungsweg von dem Diffusor (690) durch den äußeren Kappenringkanal (682), in die Brennkammerkappenanordnung (400, 650), durch die Verbindungsrohre (450, 696) und in die Kappenkammer (680) hinein verläuft.

2. Brennkammer (600) nach Anspruch 1, bei der der zweite Strömungsweg zur Begrenzung einer Leckage in den ersten Strömungsweg wenigstens teilweise abgedichtet ist.

3. Brennkammer (600) nach Anspruch 1, bei der die Außen- und die Innenwand (440, 442; 662, 664) bis auf Öffnungen, die mit den Verbindungsrohren (450, 696) fluchten, im Wesentlichen durchgehend und unperforiert sind.

4. Brennkammer (600) nach Anspruch 1, bei der der innere Kappenringkanal (684) an den unteren Brennkammerringkanal (688) angeschlossen ist, um wenigstens einen Teil des ersten Strömungsweges auszubilden.

5. Brennkammer (600) nach Anspruch 4, bei der der äußere Kappenringkanal (682) zwischen der Außenwand (440, 662) und einem Teil eines Gehäuses ausgebildet ist.

6. Brennkammer (600) nach Anspruch 5, bei der der äußere Kappenringkanal (682) in direkter Fluidverbindung mit einer Öffnung von dem Diffusor (690) steht.

7. Brennkammer (600) nach Anspruch 1, die außerdem aufweist:
ein Verdichterauslassgehäuse (654); und
ein vorderes Gehäuse (652), das eine Ringwand (656) aufweist.

8. Brennkammer (600) nach Anspruch 7, bei der die Brennkammerkappenanordnung (400, 650) an der Brennkammer (600) derart angebracht ist, dass die Außenwand (440, 662) der Kappenanordnung (400, 650) von der Ringwand (656) des vorderen

Gehäuses (652) beabstandet ist, um den äußeren
Kappenringkanal (682) auszubilden.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

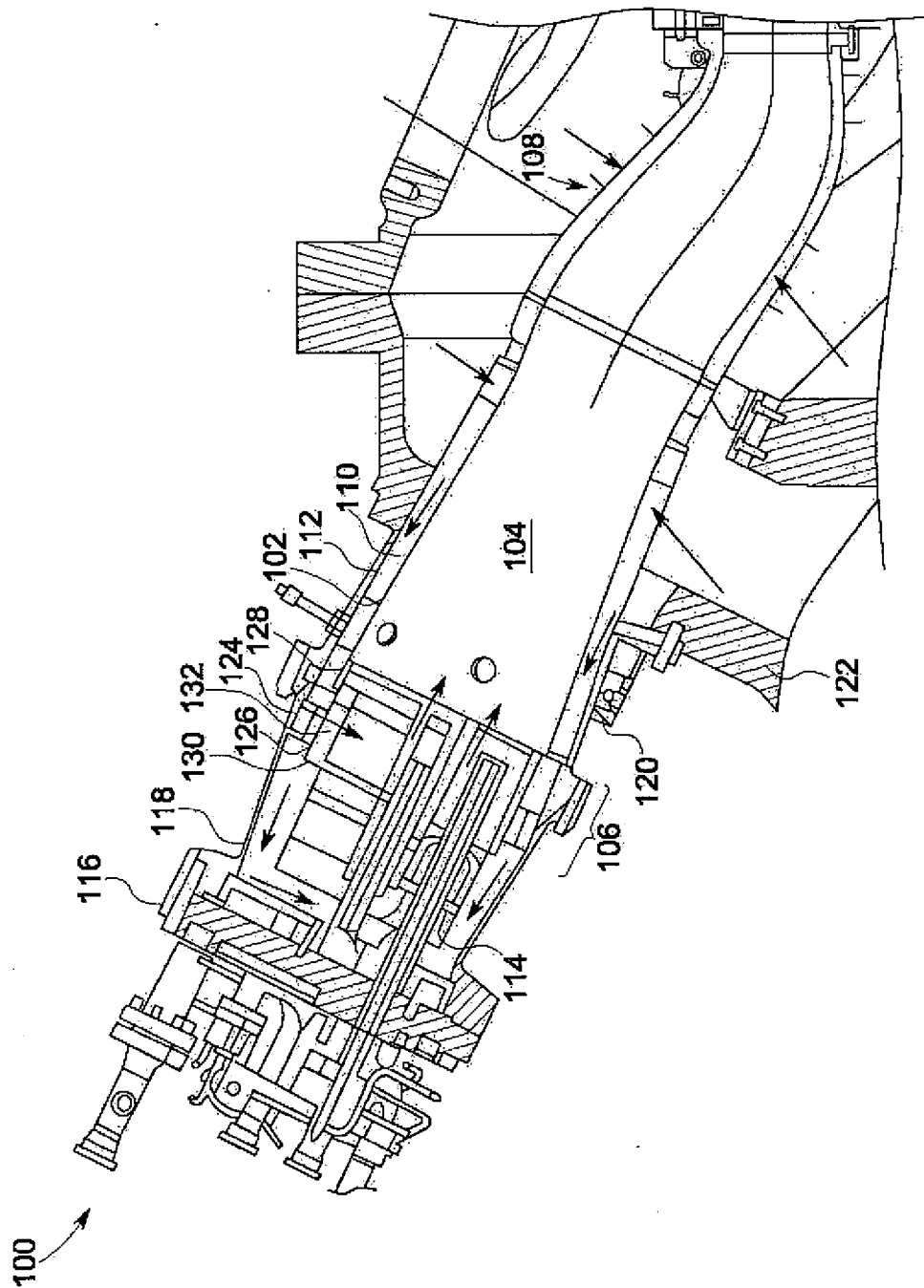


FIG. 1
Stand der Technik

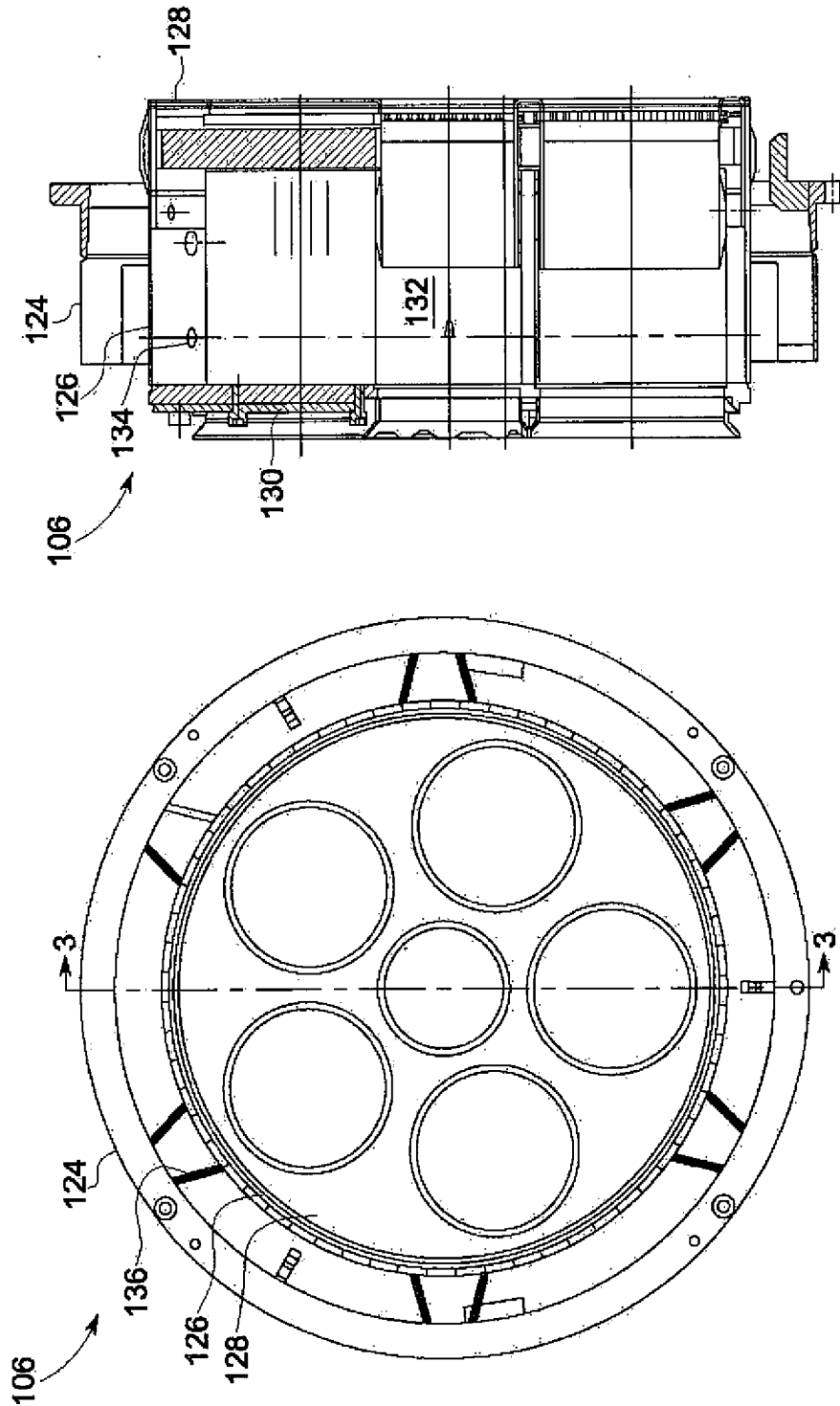


FIG. 2

Stand der Technik

FIG. 3

Stand der Technik

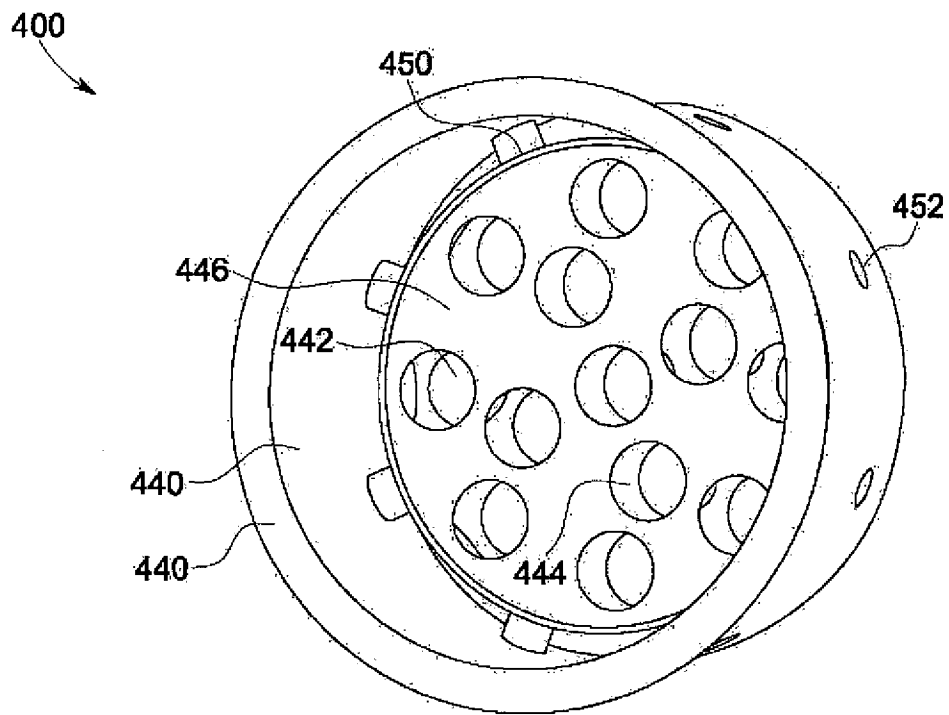


FIG. 4

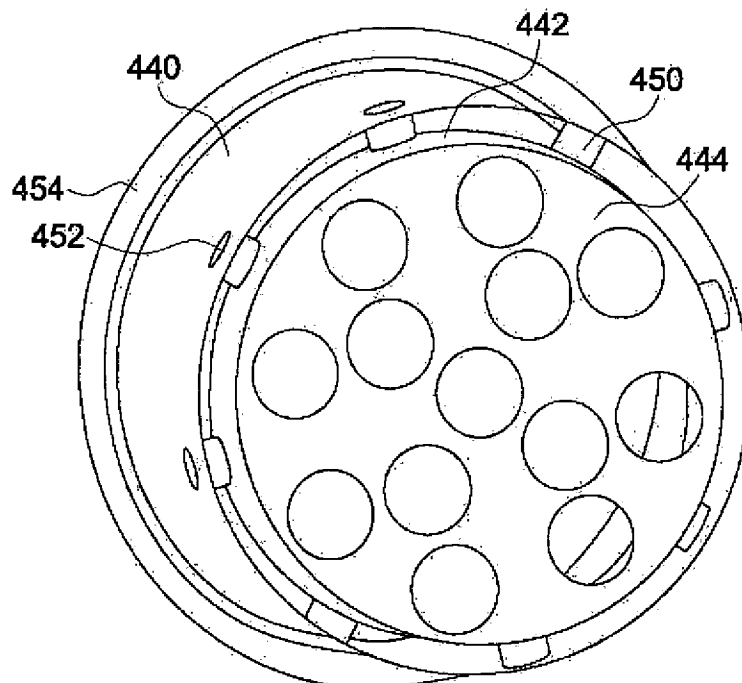


FIG. 5

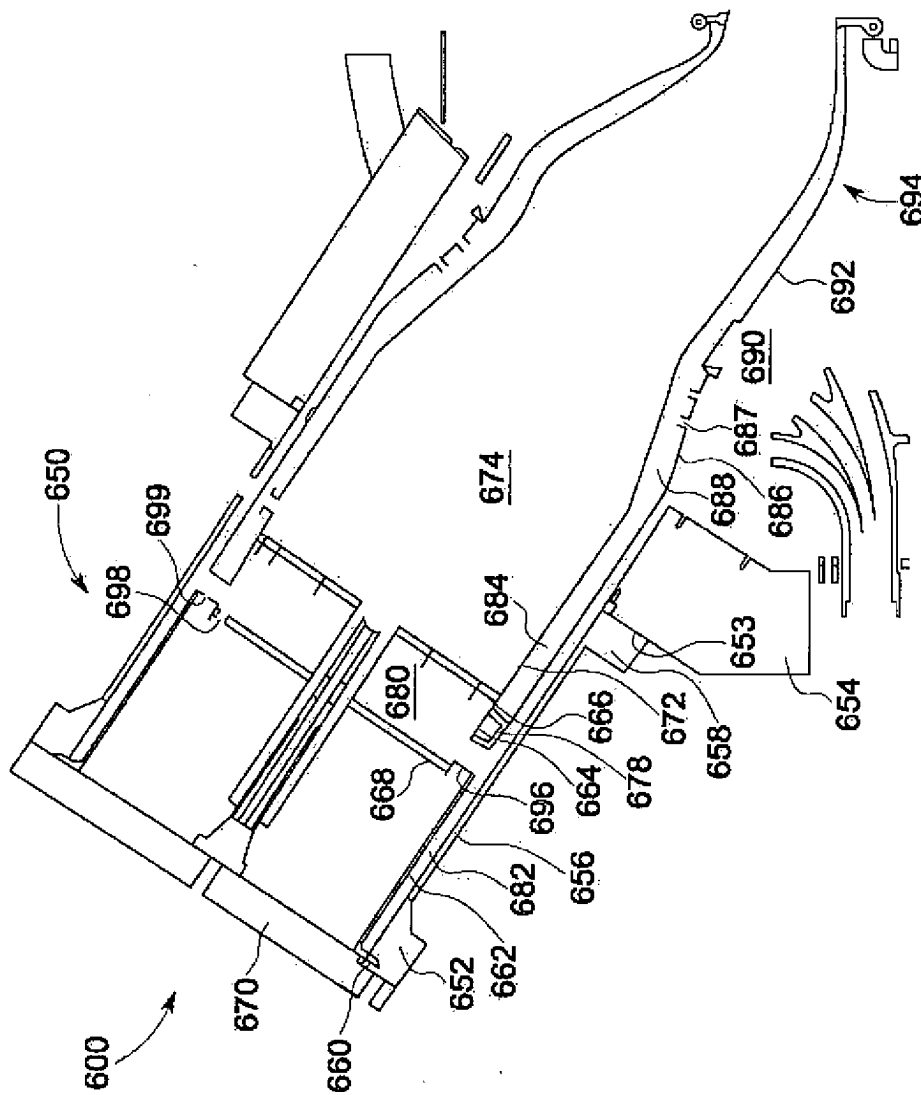


FIG. 6

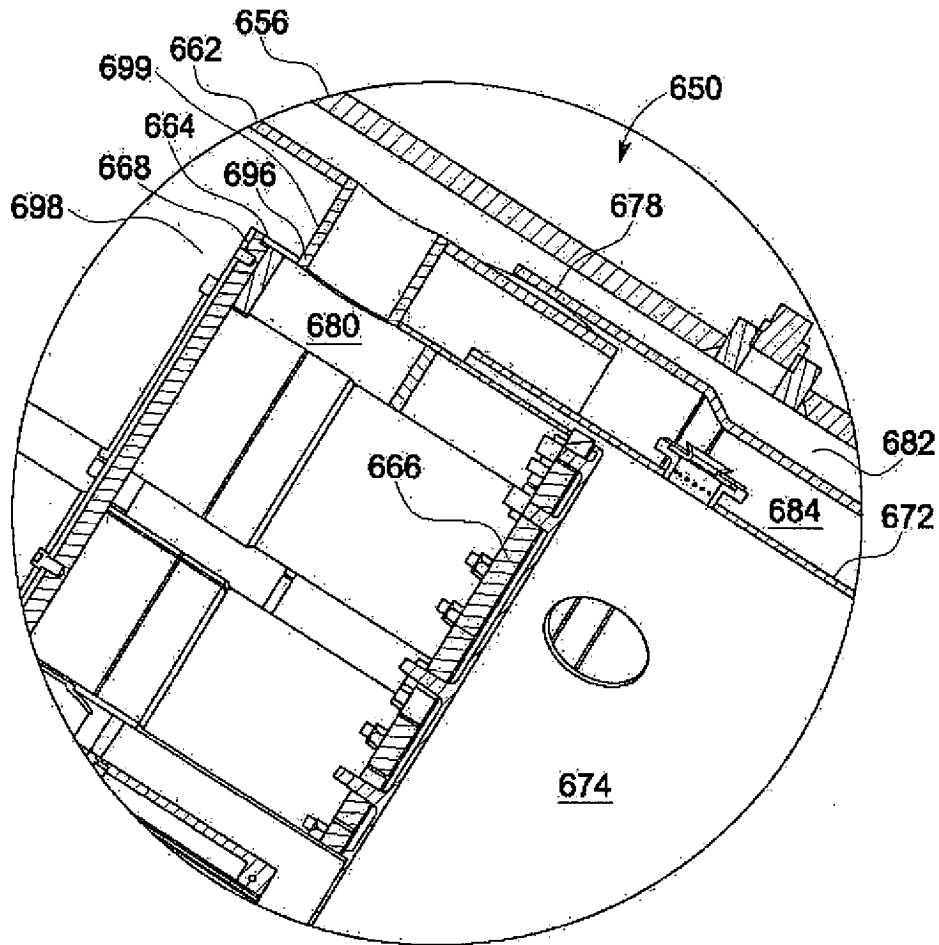


FIG. 7

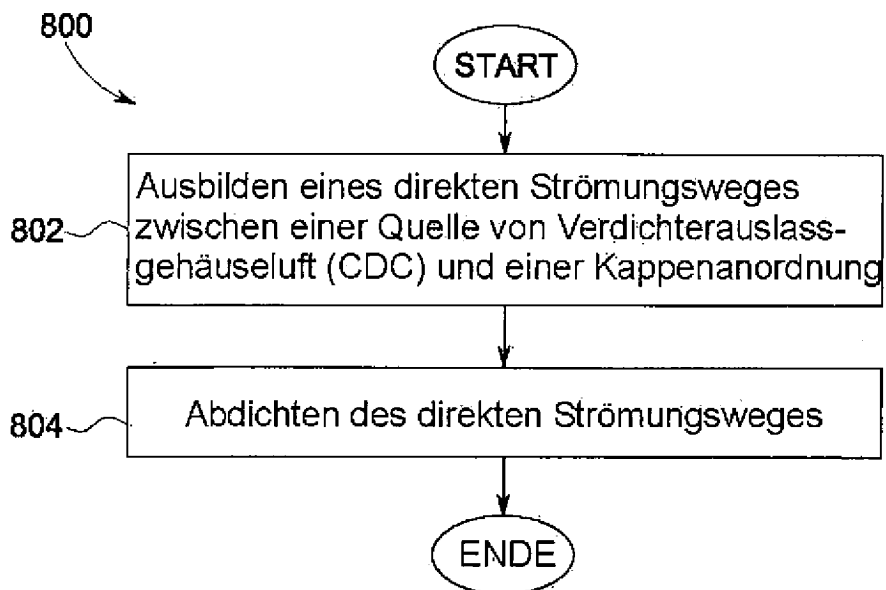


FIG. 8