

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Dezember 2010 (16.12.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/142709 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F23R 3/32 (2006.01) *F23R 3/34* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/058050
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. Juni 2010 (09.06.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 026 881.2 10. Juni 2009 (10.06.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AIR-LNG GmbH [DE/DE]; Mildred-Scheel-Str. 1, 53175 Bonn (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MODDEMANN, Horst, Jan [DE/DE]; Bondorfer Straße 37, 53604 Bad Honnef (DE).
- (74) Anwalt: GILLE HRABAL STRUCK NEIDLEIN PROP ROOS; Brucknerstr. 20, 40593 Düsseldorf (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: DRIVE FOR A TURBINE AND DRIVE METHOD

(54) Bezeichnung : ANTRIEB FÜR EINE TURBINE NEBST ANTRIEBSVERFAHREN

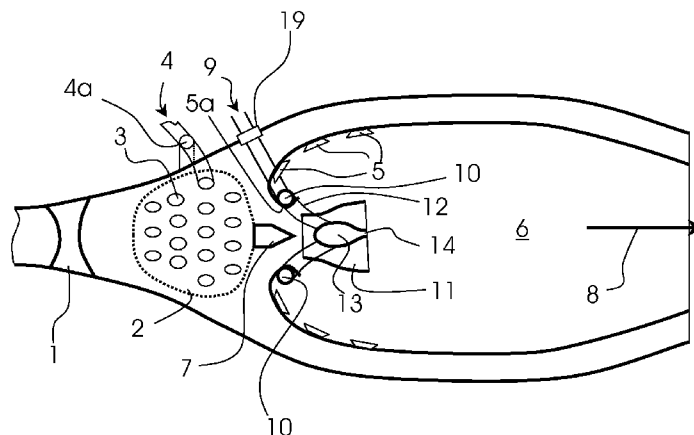


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a drive for a turbine, in particular an aircraft turbine, and a method for operating such a turbine. According to the invention, a drive for a turbine is provided with a compressor (1) for compressing air, a nozzle (14) for injecting a first fuel into the compressed air, and a combustion chamber (16) for igniting the air-fuel mixture. The drive also comprises a further nozzle (7) for injecting a second fuel. The nozzle for injecting a first fuel is used to start the drive. Therefore, the first fuel is a conventional fuel, in particular kerosene. The second nozzle is used to inject a novel fuel, which at least initially is a liquefied gas. In particular, a mixture and bio-LNG having a high calorific value is used as the liquefied gas.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/142709 A1

Die Erfindung betrifft einen Antrieb für eine Turbine und zwar insbesondere eine Flugzeugturbine sowie ein Verfahren für den Betrieb einer solchen Turbine. Eine Flugzeugturbine ist eine Gasturbine, die ein Flugzeug beschleunigt. Die Erfindung betrifft außerdem ein Flugzeug mit dem Antrieb für eine Turbine. Erfindungsgemäß ist ein Antrieb für eine Turbine mit einem Verdichter für das Verdichten von Luft, mit einer Düse für das Einspritzen eines ersten Kraftstoffes in die verdichtete Luft und mit einer Brennkammer für das Zünden des Luft-Kraftstoff-Gemisches versehen. Außerdem weist der Antrieb eine weitere Düse für das Einspritzen eines zweiten Kraftstoffes auf. Die Düse für das Einspritzen eines ersten Kraftstoffes dient dem Start des Antriebs bzw. eines Turbinentriebwerks umfassend den Antrieb sowie eine Turbine, die durch das Zünden des Luft-Kraftstoff-Gemisches mechanische Energie bereitstellt. Der erste Kraftstoff ist daher ein konventioneller Kraftstoff und zwar insbesondere Kerosin. Hierdurch wird sichergestellt, dass das Triebwerk jederzeit gestartet werden kann, da dieses insoweit konventionell beschaffen ist oder zumindest beschaffen sein kann. Die zweite Düse dient für das Einspritzen eines neuen Kraftstoffes, bei dem es sich zumindest zunächst um ein Flüssiggas handelt. Als Flüssiggas wird insbesondere ein Gemisch aus und Bio LNG mit hohem Brennwert eingesetzt, welches einem Tank entnommen und zur Brennkammer in einem isolierten Druckrohr geleitet wird.

Antrieb für eine Turbine nebst Antriebsverfahren

Die Erfindung betrifft einen Antrieb für eine Turbine und zwar insbesondere
5 eine Flugzeugturbine (auch Triebwerk genannt) sowie ein Verfahren für den
Betrieb einer solchen Turbine. Eine Flugzeugturbine ist eine Gasturbine, die
ein Flugzeug beschleunigt. Die Erfindung betrifft außerdem ein Flugzeug mit
dem Antrieb für eine Turbine.

10 Ein Antrieb für eine Turbine umfasst Mittel für das Ansaugen von Luft. Die
angesaugte Luft wird in einem Verdichter des Turbinenantriebs verdichtet.
Ein Kraftstoff wird in einer nachgeschalteten Brennkammer zur verdichteten
Luft hinzugefügt. Das Gemisch aus Kraftstoff und verdichteter Luft wird in
15 der Brennkammer gezündet und verbrannt. Die Verbrennung bewirkt eine
Temperaturerhöhung. Die aufgebaute Energie entspannt sich in der
nachfolgenden Turbine. Die Turbine wandelt die thermische Energie in
mechanische Energie um, die den Verdichter antreibt. Der verbleibende
Gasenergie-Anteil kann ebenfalls über eine Arbeitsturbine in mechanische
20 Energie transformiert werden, oder sie wird über eine Düse entspannt, indem
die Masse des heißen Gases beschleunigt wird und damit Schub erzeugt.
Die transformierte Energie wird in gewünschter Weise genutzt.

Luft wird vor dem Eintritt in einen Verdichter eines Flugzeugtriebwerks bereits
aufgrund der Fluggeschwindigkeit verdichtet und so auf eine Stautemperatur
25 von 120 bis 140 Grad Celsius erwärmt. Wird sehr schnell geflogen, so zum
Beispiel Mach 6, so kann die Stautemperatur bis auf über 1000 Grad Celsius
ansteigen.

Ein modernes Turbinen-Triebwerk für ein Flugzeug umfasst mehrere Axial-
30 oder Radialverdichter, die die Luft auf 48 Bar verdichten und dabei
entsprechend hoch erhitzen. Mit einer speziellen Sprühdüse wird
anschließend Kraftstoff in die verdichtete Luft eingespritzt.

Als Kraftstoff wird bei einem Flugzeug derzeit Kerosin eingesetzt. Dieser Kraftstoff ist aber mengenmäßig begrenzt. Es besteht daher Bedarf, ein Flugzeugtriebwerk mit einem anderen Kraftstoff betreiben zu können.

5 Aus den Druckschriften DE 195 24 680 A1 sowie DE 195 24 681 A1 ist der Hinweis zu entnehmen, alternativ Wasserstoff oder Erdgas als Kraftstoff einzusetzen und diese Kraftstoffe in flüssiger, gekühlter Form zu transportieren und zu lagern. In diesen Druckschriften wird allerdings nur beschrieben, wie ein solcher verflüssigter Kraftstoff gelagert werden kann.

10

Aus der Druckschrift EP 0 779 469 A1 ist bekannt, Flüssiggas wie LNG zunächst zu verdampfen und das Gas einem Verbraucher zuzuführen, um so beispielsweise ein Fahrzeug anzutreiben. Die Druckschriften EP 1 112 461 B1 sowie DE 100 33 736 A1 offenbaren, eine Gasturbine mit Erdgas anzutreiben.

15 Die Druckschrift US2006213488A betrifft einen Verbrennungsmotor, der mit LNG betrieben wird. LNG wird vor der Verbrennung verdampft.

LNG, auf minus 161 Grad Celsius gekühltes und verflüssigtes Erdgas bzw. verflüssigtes Methan ist zündunwillig, kann grundsätzlich nur mittels

20 technischer Zerstäubung, spezieller Sprüh- und Mischdüsen verbrannt werden und ist daher ein Kraftstoff, der sehr sicher gelagert werden kann.

Methangas (Bio-Methan) ist ein relativ schnell nachwachsender Rohstoff und steht daher im Unterschied zu Öl und Erdgas auch längerfristig zur Verfügung.

25

LNG gilt als schwer entflammbar und kann grundsätzlich nur in mechanisch verdünster Form entflammt werden. Verdüστεs LNG weist einen Zündpunkt von 650 Grad Celsius auf, der damit wesentlich höher als der Zündpunkt von Dieselkraftstoff (250 Grad Celsius) oder Benzin (235 Grad Celsius) ist.

30

Um beispielsweise einen Dieselmotor so umzurüsten, dass er mit LNG betrieben werden kann, muss daher die Einspritzdüse modifiziert werden. Außerdem muss ein solcher Motor zunächst mit Dieselkraftstoff gestartet werden, um den Motor auf Betriebstemperatur zu bringen. Erst nach

Erreichen der Betriebstemperatur liegt eine hinreichend hohe Temperatur vor, um einen konventionellen Dieselmotor mit LNG betreiben zu können.

5 Im Vergleich zu einem Dieselmotor sind bei einem Flugzeugtriebwerk weitergehende Anforderungen zu beachten. Ein Flugzeugtriebwerk muss aus Sicherheitsgründen in jeder operativen Höhe wieder gestartet werden können. Mit einer sich ändernden (Flug-)höhe verändern sich allerdings die Umgebungsbedingungen sehr stark. So können Temperaturen am Boden ohne weiteres 40 Grad Celsius betragen, wohingegen in einer üblichen 10 Flughöhe die Außentemperatur – 60 Grad Celsius betragen kann. Die Dichte der Luft verändert sich ebenfalls erheblich.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Turbine mit einem 15 verflüssigten Gas und zwar insbesondere mit einem besonders hoch methanhaltigen Gemisch aus LNG und/ oder verflüssigtem Bio Methan (Bio LNG) betreiben zu können.

20 Zur Lösung der Aufgabe umfasst ein Antrieb für eine Turbine die Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Ein Verfahren für den Betrieb des Turbinentriebwerks umfasst die Merkmale des Nebenanspruchs.

25 Zur Lösung der Aufgabe ist ein Antrieb für eine Turbine mit einem Verdichter für das Verdichten von Luft, mit einer Düse für das Einspritzen eines ersten Kraftstoffes in die verdichtete Luft und mit einer Brennkammer für das Zünden des Luft-Kraftstoff-Gemisches versehen. Außerdem weist der Antrieb eine weitere Düse für das Einspritzen eines zweiten Kraftstoffs auf.

30

Die Düse für das Einspritzen eines ersten Kraftstoffs dient dem Start des Antriebs bzw. eines Turbinentriebwerks umfassend den Antrieb sowie eine Turbine, die durch das Zünden des Luft-Kraftstoff-Gemisches mechanische Energie bereitstellt. Der erste Kraftstoff ist daher ein konventioneller Kraftstoff

und zwar insbesondere Kerosin. Hierdurch wird sichergestellt, dass das Triebwerk jederzeit gestartet werden kann, da dieses insoweit konventionell beschaffen ist oder zumindest beschaffen sein kann. Die zweite Düse dient für das Einspritzen eines neuen Kraftstoffes, bei dem es sich zumindest
5 zunächst um ein Flüssiggas handelt. Als Flüssiggas wird insbesondere LNG eingesetzt, welches einem Tank entnommen und zur Brennkammer geleitet wird.

Ist der Antrieb mit einem konventionellen Kraftstoff wie Kerosin gestartet
10 worden, so kann anschließend anstelle des ersten konventionellen Kraftstoffes für den weiteren Betrieb das Flüssiggas zugeführt werden. Von Vorteil ist dabei auch, dass mit dem konventionellen Kraftstoff die Betriebstemperatur des Antriebs erreicht werden kann, ehe auf den zweiten Kraftstoff umgestellt wird. Weist der zweite Kraftstoff eine höhere
15 Zündtemperatur im Vergleich zum konventionellen Kraftstoff auf, so ist die Zündung zumindest dann regelmäßig unproblematisch, wenn im Zeitpunkt der Umstellung der Antrieb seine Betriebstemperatur bereits erreicht hat.

Die Aufgabe der Erfindung wird ferner durch einen Turbinenantrieb mit einem
20 Verdichter für das Verdichten von Luft, mit einer Düse für das Einspritzen eines Kraftstoffes in die verdichtete Luft und mit einer Brennkammer für das Zünden des Luft-Kraftstoff-Gemisches gelöst, der einen Wärmetauscher für das Erwärmen des Kraftstoffes vor dem Einspritzen des Kraftstoffes in die verdichtete Luft umfasst. Wird ein verflüssigtes Gas, insbesondere
25 verflüssigtes Methan (CH_4) als Kraftstoff eingesetzt, so wird dieser Kraftstoff durch den Wärmetauscher erwärmt und insbesondere verdampft, bevor der Kraftstoff in die Brennkammer gelangt. Dies reduziert den technischen Aufwand, der betrieben werden muss, um anschließend das Luft-Kraftstoff-Gemisch zünden zu können.

30

In einer Ausgestaltung befindet sich der Wärmetauscher in einem Raum oder Bereich, in den die verdichtete und so erhitzte Luft eingeleitet wird. Die Temperatur der erhitzten Luft kann ohne weiteres 700°C betragen. Bei dieser Ausführungsform wird die verdichtete Luft abgekühlt, bevor diese mit dem

Kraftstoff vermischt wird. Die Temperatur des zündfähigen Luft-Kraftstoff-Gemisches wird so gesenkt. Dadurch kann bei gleicher
Verbrennungstemperaturdifferenz die Turbineneintrittstemperatur gesenkt werden, was die Bildung von Stickoxiden (NOX) reduziert. Hohe
5 Verbrennungstemperaturen und Drücke bei modernen Triebwerken erhöhen zwar deren Wirkungsgrad, erhöhen gleichzeitig aber auch drastisch die NO_x-
Bildung in der Atmosphäre. Stickoxid in großen Höhen in Form des Spurengases Bromnitrat ist als ein Zerstörer der Ozonschicht der Erde bekannt. Die Bildung von Stickoxiden zu reduzieren ist daher von größter
10 Bedeutung für die gesamte Luftfahrt und den Klimaschutz der Erde.

In einer Ausgestaltung grenzt der Wärmetauscher an die Brennkammer an, so dass der Kraftstoff durch die in der Brennkammer entstehende Wärme erwärmt wird. Durch diese Kühlung der Brennkammer wird verbessert
15 sichergestellt, dass die Brennkammer nicht derart hohen Temperaturen ausgesetzt wird, dass hierdurch die Brennkammer beschädigt wird.

Vorzugsweise ist eine Brennkammer doppelwandig ausgeführt und ein Wärmetauscher befindet sich zwischen den beiden Wänden der
20 Brennkammer. Der Wärmetauscher kann insgesamt wenigstens zwei Rohre aufweisen, in denen Flüssiggas wie LNG verdampft wird und die verdampfte LNG zu einer Düse weiterleiten. Die Rohre können mit regelbaren Durchströmventilen versehen sein, um den Durchfluss von Flüssiggas durch die Rohre steuern zu können. Hierdurch wird die Ausfallsicherheit verbessert.
25 Die Zuleitung oder Zuleitungen für das Flüssiggas zur Düse können zunächst in ein Ringsammelrohr einmünden und von dem Ringsammelrohr zu einer oder mehreren Düsen weiter geleitet werden.

30 Es ist jedoch nicht zwingend erforderlich, dass verflüssigtes Gas zunächst verdampft wird. Mit Hilfe von Piezodüsen sowie einem sehr hohen Druck gelingt es beispielsweise, LNG so zu verdüsen, dass LNG direkt mit der verdichteten Luft gemischt und gezündet werden kann. Diese

Ausführungsform ist von Vorteil, wenn die Technik einfach sein soll und auf Wärmeaustauscher und dergleichen verzichtet werden soll.

Auch in diesem Fall wird es für das Starten des Antriebs regelmäßig
5 erforderlich sein, zunächst einmal den Antrieb auf andere Weise zu starten, um den jederzeitigen Start sicherzustellen. Der Start erfolgt daher bevorzugt mit Hilfe eines zuvor verdampften Gases oder mit Hilfe eines konventionellen Brennstoffs wie Kerosin. Das Gas kann dem Tank entnommen worden sein, der das verflüssigte Gas enthält. In einem solchen Tank entsteht stets immer
10 auch eine Dampfatmosphäre, die für den Start genutzt werden kann.

Bei Entstehen eines Überdrucks im Tank muss die Gasatmosphäre abgepumpt werden. Das abgepumpte Gas kann auch für den Betrieb einer Brennstoffzelle verwendet werden, mit der ein zugehöriges Flugzeug
15 ausgestattet ist. Mit einer solchen Brennstoffzelle wird in einer Ausführungsform der Erfindung der elektrische Strom erzeugt und erforderlichenfalls mit Hilfe einer Batterie gespeichert, den das Flugzeug benötigt. Auf diese Weise gelingt es, die Stromerzeugung von dem Betrieb eines Triebwerks abzukoppeln und gleichzeitig so zu nutzen, dass Überdruck
20 in einem LNG-Tank abgebaut wird.

Ein sich in einem Tank aufbauender Druck kann rasch den zulässigen Höchstdruck überschreiten. Der zulässige Druck kann relativ gering sein, so zum Beispiel lediglich zwei Bar, um beispielsweise aus Kevlar® bestehende
25 Tanks einsetzen zu können. Solche Kevlar® - Tanks bestehen beispielsweise aus Hohlfasern, damit eine gewünschte Flexibilität gegeben ist und damit eine gewünschte Sicherheit gewährleistet wird. Baut sich in einem solchen Tank ein Überdruck auf, so kann dieser während des Aufenthalts am Boden auch dazu genutzt werden, um mit Hilfe von externen Brennstoffzellen
30 elektrischen Strom zu erzeugen. Dieser elektrische Strom kann beispielsweise in das Stromnetz eines Flughafens eingespeist werden, wenn ein Flugzeug gelandet ist und aus irgendwelchen Gründen nun dafür Sorge getragen werden muss, dass der Tankinhalt genutzt wird, ohne das Flugzeug enttanken zu müssen.

LNG, welches überwiegend aus Methan besteht, hat bei gleichem Energieinhalt wie Kerosin ca. 16 bis 20% weniger Gewicht. Es ergeben sich also Gewichtsvorteile, wenn ein Flugzeug mit LNG betankt und betrieben
5 wird.

Bei gleichem Energiegehalt erzeugt LNG ca. 30% weniger CO₂ und 80% weniger Stickoxyde als Kerosin. Außerdem fallen keine Aromate an. LNG verhält sich daher umweltfreundlicher.
10

Mit der Erfindung kann ein um 25% verbesserter Äußerer-Flugzeug-Wirkungsgrad im Vergleich zu einem Betrieb mit Kerosin erzielt werden. Mit einem Äußerern-Flugzeug-Wirkungsgrad ist der Transportwirkungsgrad eines Flugzeugs gemeint oder mit anderen Worten der Kraftstoffverbrauch pro
15 Sitzmeile.

Durch die Erfindung können ferner Wartungskosten für das Triebwerk gesenkt werden, weil der Kraftstoff LNG schwefelfrei ist und sauberer als Kerosin verbrennt. Insbesondere die kleinen Turbinenkühlbohrungen der
20 Turbinenschaufeln werden daher im Vergleich zur Kerosinverbrennung vermindert durch Verschmutzung verschlossen oder verkleinert, was die Wartungskosten beträchtlich zu reduzieren vermag.

Die wärmegeprägten Tanks, die für das Betanken mit LNG benötigt werden, können an die vorhandenen Laderäume in einem Flugzeug angepasst
25 werden, um Flugzeuge mit solchen Tanks nachrüsten zu können. Die Tanks können fest montiert werden oder austauschbar im Flugzeug untergebracht sein.

30

Nachfolgend wird die Erfindung mit Hilfe von Figuren näher erläutert.

Figur 1 skizziert einen Schnitt durch einen Abschnitt einer ringförmigen Brennkammer bzw. Antrieb für eine Turbine. Der Antrieb umfasst einen Verdichter 1, in dem angesaugte Luft verdichtet wird. Vom Verdichter 1 gelangt die auf ca. 48 bar verdichtete und auf ca. 700°C aufgeheizte Luft in einen Diffusorbereich 2 hinein, also einen Bereich, der sich räumlich erweitert. Im Diffusorbereich 2 verlangsamt sich die Strömungsgeschwindigkeit der erhitzten, verdichteten Luft. In einer Ausführungsform der Erfindung befindet sich ein Wärmetauscher 3 in diesem Diffusorbereich 2. Der Wärmetauscher 3 wird über ein Kraftstoffzuführungs-Ringrohr 4a mit mehreren Einlässen 4 gespeist. Über einen jeden solchen Einlass 4 wird LNG in den Wärmetauscher 3 eingeleitet und verdampft, was eine Abkühlung der im Diffusorbereich 2 vorhandenen Luft zur Folge hat. Das Kraftstoffzuführungs-Ringrohr 4a wird entweder im Außen- oder im Innenbereich des zugehörigen Triebwerks in Nähe des Außenmantels herumgeführt. Das Rohr des Wärmetauschers 3 weist aus strömungstechnischen Gründen in der aus der Figur 1 ersichtlichen Weise einen ellipsenförmigen Querschnitt auf, damit Luft den Wärmetauscher 3 leicht zu durchströmen vermag. Die lange Seite der Ellipse verläuft also parallel zur Luftströmung.

20

Die gekühlte, verdichtete Luft wird über Wandöffnungen 5 und den Ejektor 5a entlang der Wanddüsen 7 und 14 in die Brennkammer 6 eingeleitet. Der Ejektor saugt die verdichtete Luft bedingt durch die hohen Düsen-Kraftstoffgeschwindigkeit in die Brennkammer, wo sich die Luft mit dem Kraftstoff vermischt. Das im Wärmetauscher 3 verdampfte LNG gelangt zu einer Gaseinspritzdüse 7, mit der das Gas in die Brennkammer 6 eingespritzt wird. Es entsteht so ein zündfähiges Kraftstoff-Luft-Gemisch in der Brennkammer, welches sich über eine nachfolgende, nicht gezeigte Turbine entlang des Pfeils 8 entspannt.

30

Der Antrieb umfasst außerdem einen Einlass 9 für Kerosin, über den Kerosin in ein Ringrohr 10 gelangt. Das Ringrohr 10 umringt die Gasdüse 7 als ein Funktionsbestandteil des Brennkammer-Ejektors. Der Antrieb umfasst eine Vielzahl solcher Düsen 7, die entsprechend der Ringform der Brennkammer 6

ringförmig verteilt angeordnet sind. Vom Ringrohr 10 aus wird Kerosin über mehrere Leitungen 12 in den Innenraum 13 des Mischdüsenbrenners 11 hinein gepumpt. Das Kerosin tritt über die Düse 14 in die Brennkammer 6 ein und wird dadurch verdüst. Es entsteht so ein anderes zündfähiges Kraftstoff-Luft-Gemisch, welches sicherstellt, dass der Antrieb in jeder Situation, also auch in großen Höhen bei sehr tiefen Temperaturen von zum Beispiel -50°C gestartet werden kann.

Bei der in der Figur 1 gezeigten Ausführungsform wird LNG mit ca. 200 Bar in die Diffusorkammer durch den Wärmetauscher hindurch in die Diffusorkammer eingespeist. Der Luftdruck in der Diffusorkammer beträgt ca. 48 Bar. Mit einem Druck von ca. 200 Bar wird verdampftes LNG durch die Düse 7 hindurch gepresst und so zerstäubt. Luft gelangt über den Ejektor und die Öffnungen 5 in der Wand der Brennkammer 6 in den Brennraum mit einem Druck von ca. 48 Bar. Die Düse 7 trägt dafür Sorge, dass durch den Ejektor und aus den Öffnungen 5 austretende Luft mitgerissen wird, so dass ein optimiertes Gemisch von Luft und Brennstoff im Bereich der Düse erzeugt wird. Luft wird so mit dem Brenn- bzw. Kraftstoff optimal verwirbelt.

20

Zwischen Wänden der Brennkammer einerseits und dem Mischdüsenbrenner 11, dem Ringrohr 10 für die Zuführung von Kerosin und den Düsen 14 für Kerosin besteht bevorzugt keine Schweiß-, Niet oder Schraubverbindung. Statt dessen gibt es dann lediglich Klemmverbindungen zwischen Ejektor-Einlaufblech und einem Kerosinzuführungsringrohr 10. In diesem Sinne ist ein jeder Mischdüsenbrenner 11 über das jeweilige Ejektor Ringrohr 10 hängend an mindestens drei Kerosin durchströmten Stegen 10a elastisch gelagert befestigt. Stabilitätsprobleme aufgrund von unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen werden so vermieden.

30

Figur 2 zeigt eine Abwandlung der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform mit einem Wärmetauscher 3a im äußeren Wandbereich der ringförmigen

Brennkammer 6, die zugleich das Außengehäuse des Triebwerks bildet. Verflüssigtes Gas wird im Austrittsbereich der Brennkammer über einen Einlass 4 in den Wärmetauscher 3a eingeleitet. Der Wärmetauscher besteht aus mindestens zwei ineinander gewickelten Rohren, die spiralförmig in Richtung 5 Eintrittsbereich der Brennkammer 6 verlaufen. Zwei Rohre werden in dieser Ausführungsform aus Sicherheitsgründen vorgesehen, um das verdampfte LNG über diesen kürzeren Weg schneller zu verteilen. Wird auf diese beiden Vorteile verzichtet, so genügt nur ein Rohr. In der in Figur 2 gezeigten 10 Ausführungsform umfasst der Einlass 4 ein Ringrohr im Außenbereich des Triebwerks, in das eine Zuführleitung hineinführt und von dem zwei Abführrohre zu den beiden Wärmetauscherrohren führen. Die Rohre können spiralförmig aufgewickelt und in die äußere Hülle der Brennkammer hineingebracht worden sein, um so den Wärmetauscher 3a zu installieren. Vom Wärmetauscher 3a aus wird das verflüssigte Gas über eine Leitung 3b 15 in den Wärmetauscher 3 eingeleitet und gelangt schließlich in verdampfter Form zur Gasdüse 7. Durch die Gasdüse 7 wird das verdampfte Flüssiggas eingespritzt, mit der komprimierten bzw. verdichteten Luft vermischt und kontinuierlich verbrannt. Die Brennkammer wird bei dieser Ausführungsform von den Wärmetauscherrohren gekühlt. Die Wände der Brennkammer werden 20 so vor zu hohen Temperaturen geschützt. Indem flüssiges Gas wie LNG entgegengesetzt zur Strömung in der Brennkammer 6 eingeleitet wird, wird der besonders gefährdete Austrittsbereich aus der Brennkammer besonders gut gekühlt. Im Austrittsbereich verbrennen nämlich noch restliche Kohlenwasserstoffe, die hier für eine besonders große Hitzeentwicklung 25 sorgen.

Figur 2 verdeutlicht, dass der Querschnitt des Rohres des Wärmetauschers 3 auch kreisrund sein kann. In einer anderen Ausführungsform kann der Wärmetauscher 3 aber auch entfallen, so dass dann Luft vom 30 Wärmetauscher 3a direkt in die Gasdüse 7 eingeleitet wird.

Da starke thermische Schwankungen auftreten, wird das spiralförmig verlaufende Rohr 3a vorteilhaft durch einen spiralförmig verlaufenden

Abstandshalter 16 räumlich getrennt, um so thermische Spannungen zu vermeiden. Dieser Abstandshalter drückt mit seiner Spitze 16a benachbarte Rohrleitungen auseinander. Der Abstandshalter kann ebenfalls spiralförmig aufgewickelt in die äußere Hülle der Brennkammer hineingebracht worden
5 sein, um so montiert zu werden. Benachbarte Rohrleitungen werden durch den Abstandshalter 16 verspannt. Dadurch wird vermieden, dass die Rohrleitungen des Rohres 3a schwingen können. Außerdem wird ein Abstand zwischen den Rohrleitungen eingestellt. Es handelt sich bei dem Abstandshalter 16 beispielsweise um ein spiralförmig verlaufendes
10 gewinkeltes Band.

Es gibt darüber hinaus an beiden Enden des spiralförmig verlaufenden Abstandhalters nicht gezeigte Stoppelemente. Zum einen wird ein solches Stoppelement im Austrittsbereich aus der Kammer angeordnet. Zum anderen
15 kann beispielsweise ein Rohrabschnitt des Wärmetauschers im Eintrittsbereich als Stoppelement wirken, um den Abstandshalter 16 zu fixieren.

20 Figur 3 zeigt vergrößert die Düse 7, aus der verdampftes Gas austritt und von hier aus in das äußere Gehäuse 17 des Mischdüsenbrenners 11 gelangt. Auf der Austrittsseite des Mischdüsenbrenners tritt das verdüστε Gas-Luftgemisch über Lochbleche 18 kontrolliert aus, wird hier mit weiterer außen zugeführter Brennkammerluft vermischt und gezündet. Kerosin gelangt über die
25 Zuleitungen 12 in den abgeschirmten Bereich 13 hinein, tritt aus der Düsenöffnung 14 einer Einspritzdüse aus, wird anschließend mit verdichteter Luft, die über die äußere Seite des blütenförmigen Mischdüsenbrenners an die Einspritzdüse herangeführt wird, mit versprühtem Kerosin bestmöglich vermischt und in der Brennkammer gezündet.

30 Figur 4 zeigt eine detailliertere, dreidimensionale Darstellung des Austrittsbereiches des Mischdüsenbrenners 11. Der Mischdüsenbrenner 11 verfügt hier beispielsweise über neun Austrittsöffnungen in Form von Lochblenden 18, aus denen das Flüssiggas in Gasform austritt. Diese

Austrittsöffnungen sind um eine Austrittsöffnung bzw. Düse 14, aus der der verdüστε konventionelle Brennstoff bzw. Kraftstoff (Kerosin) austritt, herum gruppiert. In der Figur 4 wird mit Hilfe des Pfeils angedeutet, in welche Richtung der jeweilige, verdüστε Brennstoff austritt. Die Wandung 20 wird im Innenbereich vom LNG-Luftgemisch (Mischdüstenbrenner) und im äußeren Bereich von injizierter Luft blütenförmig zur zweiten Düse, der Kerosindüse, geführt. Somit sind zwei Austrittsöffnungen durch eine Wandung 20 voneinander getrennt, die von der Düsenöffnung 14 nach außen hin, nach unten bzw. in Richtung Eintritt in die Brennkammer abfällt. Über diese Wandungen 20 wird die verdichtete Luft unterstützt durch den Koandereffekt zu den Austrittsöffnungen für den Kraftstoff geführt. Die Austrittsöffnungen werden jeweils mit einem Lochblech 18 abgedeckt, um viele kleine kontrollierte Einzelgasflammen in der Brennkammer zu erzeugen.

15

Figur 5a zeigt eine Ausführungsform eines Wärmetauschers 3a für einen Wärmetausch mit thermischer Energie, die in der Brennkammer auftritt. Bei dieser Ausführungsform wird auf eine innenbeschichteten Triebwerks-Außenwand im Brennkammerbereich ein mit Stegen 21 versehenes Blech aufgebracht, das die Innenwand 15 darstellt. Die in Figur 5b vergrößert dargestellte Innenbeschichtung 22 der Außenwand dient der dichten Verbindung zwischen den Enden 23 der Stege 21. Die Enden 23 sind geriffelt, um eine dichte Verbindung zu gewährleisten. Die Innenwand 15 weist innen eine gewellte Oberfläche 24 auf, um den Wärmeaustausch zu verbessern.

Soll eine Brennkammer mit einem Wärmetauscher 3a nachgerüstet werden, so besteht die vereinfachte Möglichkeit, ein Rohr spiralförmig um die Außenwand des Triebwerks im Brennkammerbereich herum aufzuwickeln und die Außenwärme der Brennkammer zur Verdampfung des Flüssiggases zu nutzen. Damit entfallen die Vorteile des Wandschutzes etc.

30

Die beschriebenen Erfindungen sind schalltechnisch günstig, da die Doppelwandung des Wärmetauschers den Verbrennungsschall dämpfen. Die besondere Ausgestaltung des Mischdüsenbrenners mit den mehreren

5 Austrittsöffnungen 19, die um eine Austrittsöffnung 14 herum gruppiert sind, ermöglicht es, dass zwei unterschiedliche Kraftstoffe gleichzeitig oder nacheinander mit der verdichteten Luft vermischt und verbrannt werden können, wobei der Grad der Vermischung eine energieseitig abgestufte Verbrennung erlaubt. Die besondere Konstruktion des hängend elastisch

10 gelagerten Mischdüsenbrenners 11, der eine Einheit bildet mit mindestens drei hohlen Kerosin durchströmten Verbindungsstegen 12, die wiederum eine Einheit bilden gemeinsam mit dem Kerosin Zuführungsringrohr 12 und der Kerosindüse 14, ermöglichen die hintereinander gestaffelte Dual-use-Fuel Technologie. Als ein Kraftstoff wird insbesondere LNG (Liquefied Natural Gas)

15 oder Bio LNG (tiefgekühltes Methangas – 161 °C), ein erneuerbares Gas, das in großen Mengen auf der Erde zur Verfügung steht und nur geordnet eingesammelt werden muss, eingesetzt.

Ansprüche

- 5 1. Turbinenantrieb mit einem Verdichter (1) für das Verdichten von Luft, mit einer Düse (14) für das Einspritzen eines ersten Kraftstoffes in die verdichtete Luft, mit einer Brennkammer (6) für das Zünden des Luft-Kraftstoff-Gemisches, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb eine weitere Düse (7) für das Einspritzen eines zweiten Kraftstoffs umfasst.
- 10
2. Turbinenantrieb insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Verdichter (1) für das Verdichten von Luft, mit einer Düse für das Einspritzen eines Kraftstoffes in die verdichtete Luft, mit einer Brennkammer für das Zünden des Luft-Kraftstoff-Gemisches, gekennzeichnet durch einen Wärmetauscher (3, 3a) für das Erwärmen des Kraftstoffes vor dem Einspritzen des Kraftstoffes in die verdichtete Luft.
- 15
3. Turbinenantrieb nach dem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch einen Raum oder Bereich (2) für die Einleitung von verdichteter Luft mit einem darin befindlichen Wärmetauscher (3) für das Erwärmen eines Kraftstoffes vor dem Einspritzen des Kraftstoffes in die verdichtete Luft.
- 20
4. Turbinenantrieb nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher an die Brennkammer für den Austausch von Wärme angrenzt.
- 25
5. Turbinenantrieb nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Mischdüsenbrenner (11) mit mehreren Austrittsöffnungen (18) für den Austritt eines zweiten Kraftstoffes, die um eine Austrittsöffnung (14) für einen ersten Kraftstoff herum gruppiert
- 30

sind.

6. Turbinenantrieb nach dem vorhergehenden Anspruch mit Wandungen (20), die zwei benachbarte Öffnungen (18) für den Austritt eines zweiten Kraftstoffes voneinander trennen und die von der Austrittsöffnung (14) für den ersten Kraftstoff nach außen hin in Richtung Eintritt in die Brennkammer (6) verlaufen.
5
7. Turbinenantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Mischdüsenbrenner (11), der elastisch gelagert mit der Brennkammer (6) verbunden ist.
10
8. Turbinenantrieb nach dem vorhergehenden Anspruch mit drei Zuleitungen (12), die einerseits mit einer Austrittsöffnung (14) für den ersten Kraftstoff und andererseits mit einem Ringrohr (10) verbunden ist.
15
9. Turbinenantrieb nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Austrittsöffnung für den ersten Kraftstoff eine Kerosindüse ist.
- 20 10. Flugzeug mit einem Turbinenantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Tank für flüssiges Gas sowie einer Brennstoffzelle für das Erzeugen von Strom aus dem Gas, welches sich in dem Tank bildet.
25
11. Verfahren für den Turbinenantrieb nach einem der vorgehenden Ansprüche, bei dem der Antrieb für eine Turbine mit einem ersten Kraftstoff begonnen wird und anschließend anstelle des ersten Kraftstoffs ein zweiter Kraftstoff dem Antrieb zugeführt wird, wobei die Zündtemperatur des zweiten Kraftstoffs vorzugsweise die Zündtemperatur des ersten Kraftstoffs übersteigt.
30
12. Verfahren für den Turbinenantrieb nach einem der vorgehenden gegenständlichen Ansprüche, bei dem verflüssigtes Gas, insbesondere

LNG durch einen Wärmetauscher geleitet wird, dadurch verdampft wird, das so erhaltene Gas mit verdichteter Luft gemischt wird und dieses Gas-Luft-Gemisch gezündet wird.

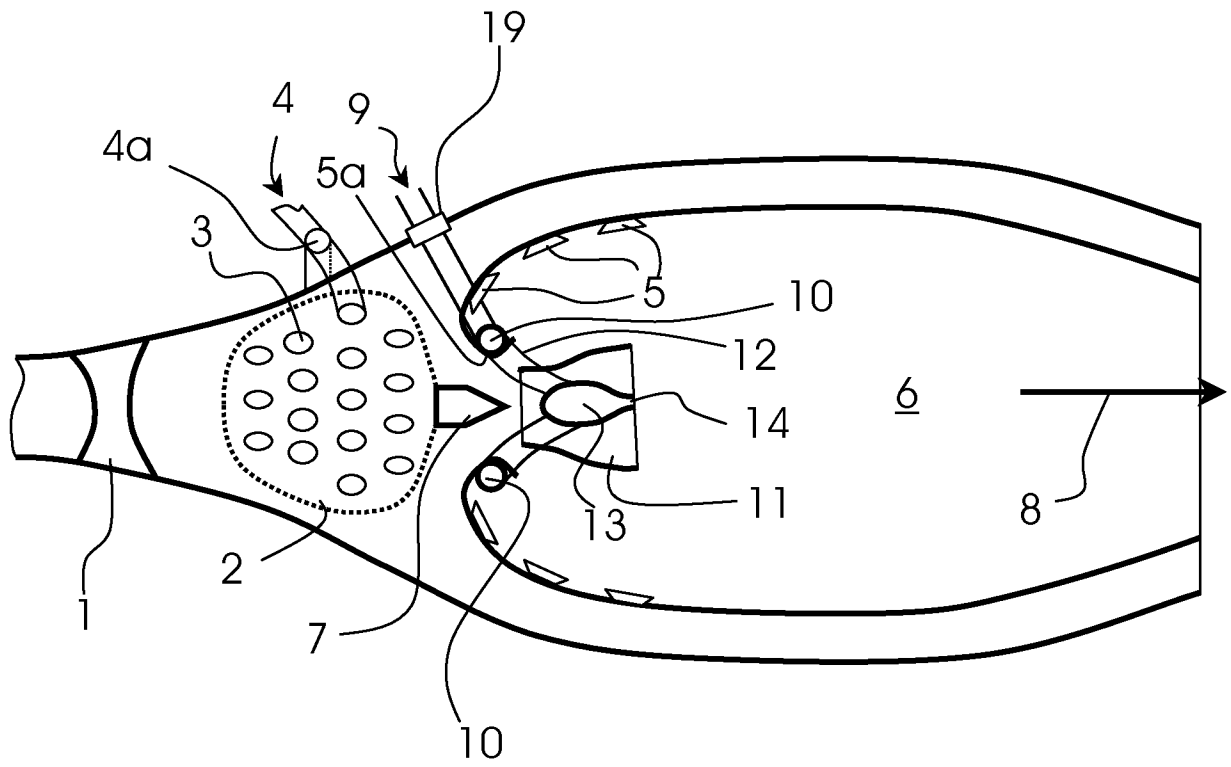


FIG. 1

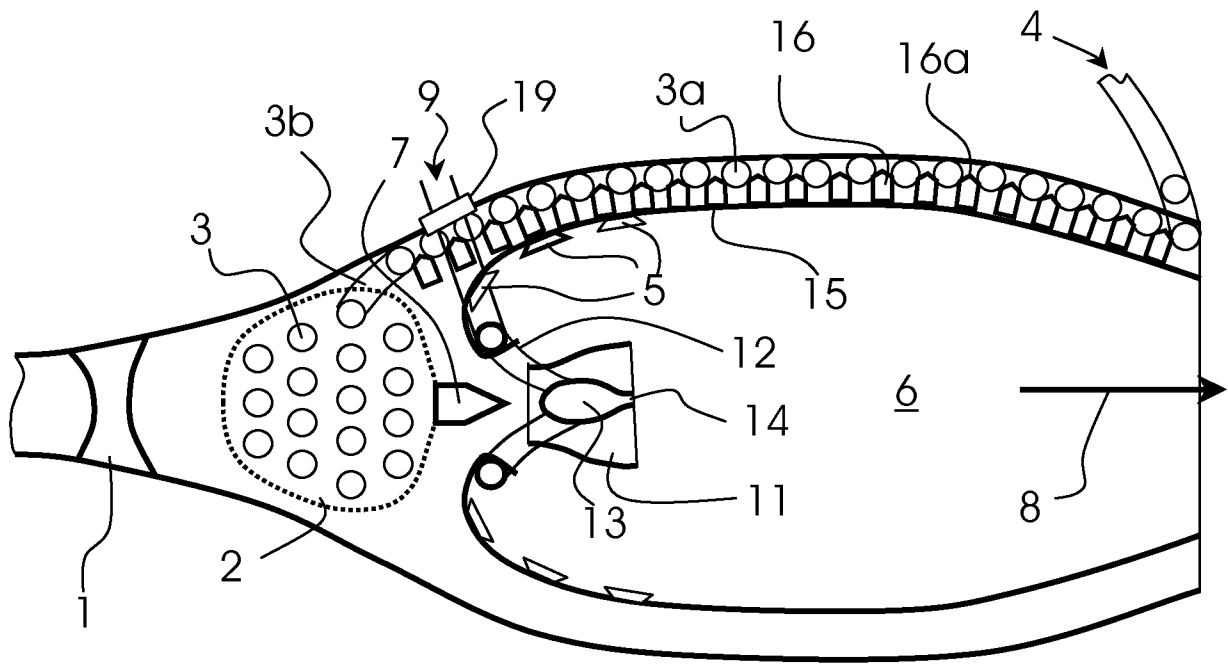


FIG. 2

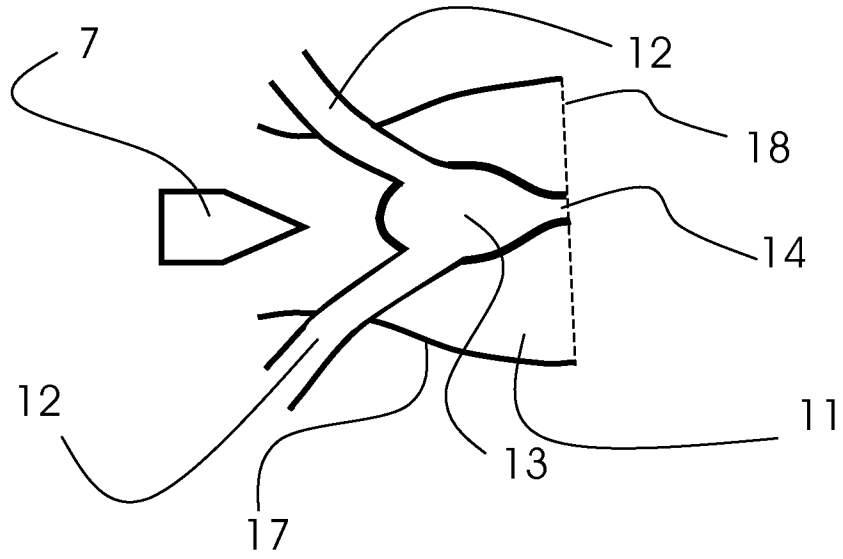


FIG. 3

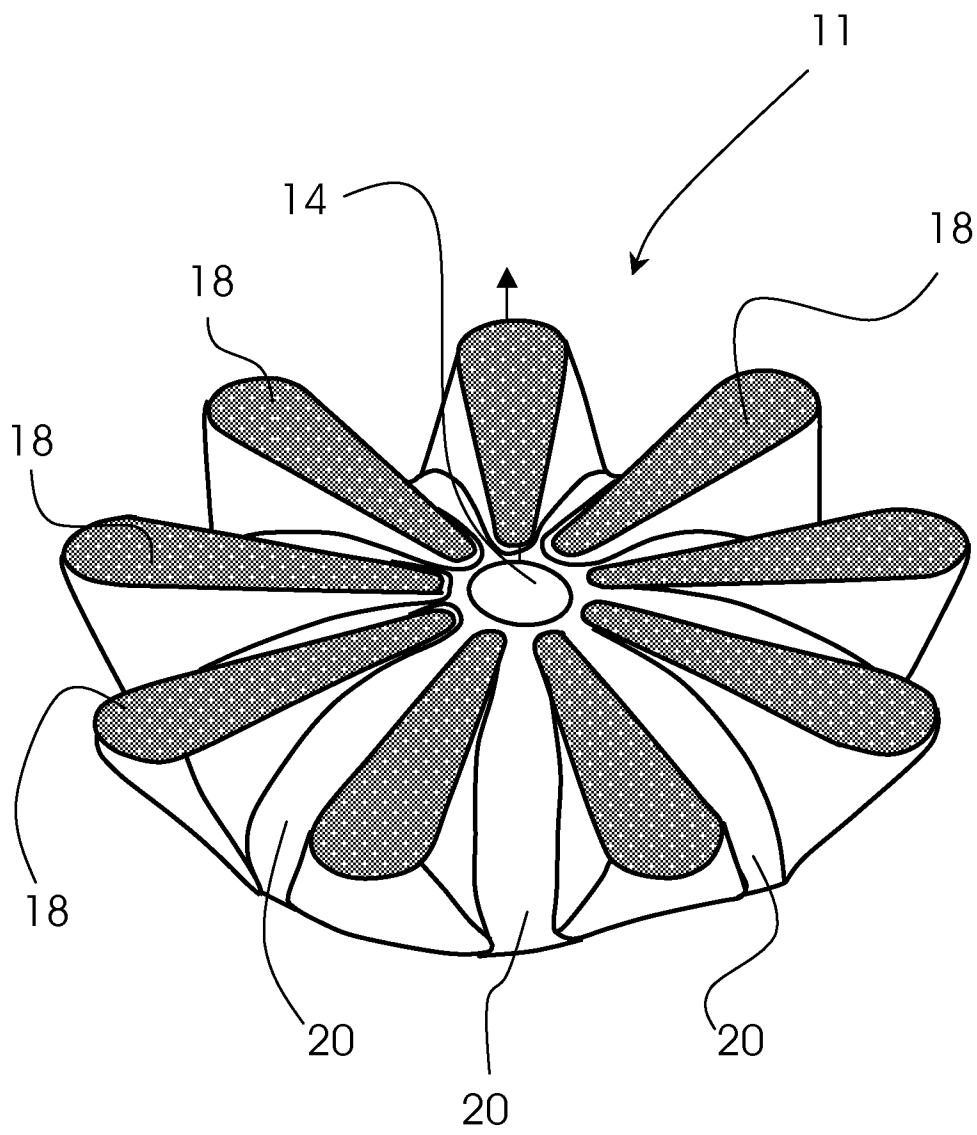


FIG. 4

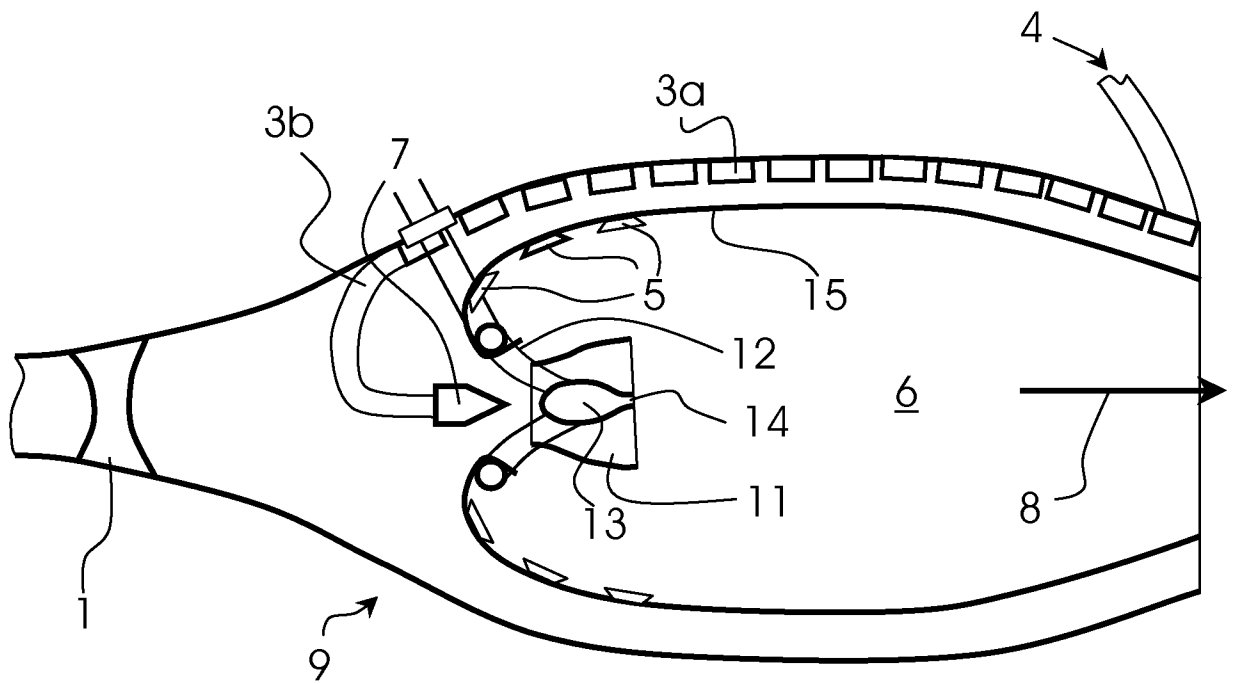


FIG. 5a

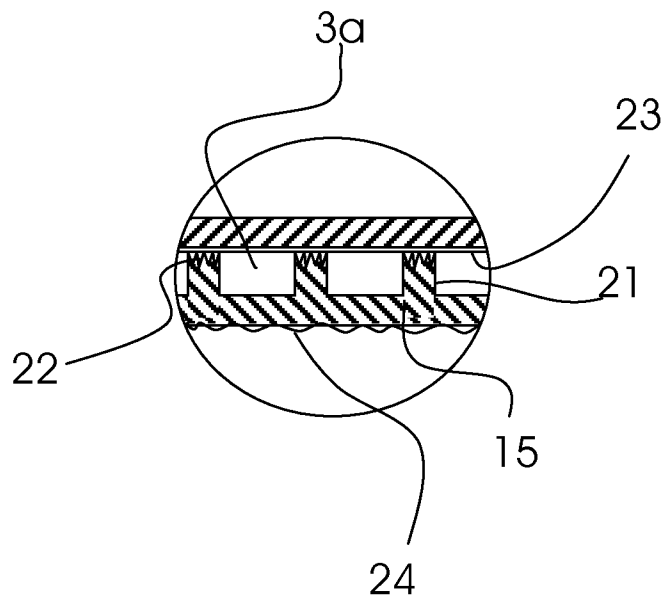


FIG. 5b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/058050

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F23R3/32 F23R3/34
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F23R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/033876 A1 (SIEMENS AG [DE]; NILSSON ULF [GB]; SENIOR PETER [GB]) 29 March 2007 (2007-03-29) page 13, line 11 - page 14, line 32 page 15, line 15 - page 16, line 13 figures 4,4A,6	1-3,11, 12
X	US 2 955 420 A (SCHIRMER ROBERT M) 11 October 1960 (1960-10-11) column 1, line 15 - line 37 column 4, line 32 - column 5, line 32 figure 2 ----- -/--	1,2,4-6, 10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 August 2010	27/08/2010

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <p style="text-align: center;">Gavriliu, Costin</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/058050

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 1 436 390 A (BRISTOL SIDDELEY ENGINES LTD) 22 April 1966 (1966-04-22) page 1, left-hand column, paragraph 1 page 2, left-hand column, paragraph 7 - right-hand column, paragraph 3 figure 1 -----	1,2,4, 10,11
X	US 3 101 593 A (BRITTON SYLVESTER C ET AL) 27 August 1963 (1963-08-27) column 1, line 21 - line 30 column 5, line 21 - column 6, line 12 figure 2 -----	1,2,4,10
X	GB 675 092 A (ROLLS ROYCE) 2 July 1952 (1952-07-02) page 2, line 50 - page 3, line 37 figures 1,2 -----	1,2,4,10
A	US 2006/213488 A1 (POST ADRIAN J [CA] ET AL) 28 September 2006 (2006-09-28) cited in the application page 4, paragraph 51 - page 5, paragraph 54 figure 2 -----	2,11,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/058050

Patent document cited in search report	A1	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007033876	A1	29-03-2007	CA 2623272 A1 EP 1926937 A1 GB 2443429 A US 2009170043 A1	29-03-2007 04-06-2008 07-05-2008 02-07-2009
US 2955420	A	11-10-1960	NONE	
FR 1436390	A	22-04-1966	NONE	
US 3101593	A	27-08-1963	NONE	
GB 675092	A	02-07-1952	NONE	
US 2006213488	A1	28-09-2006	AU 2004274524 A1 CA 2441641 A1 WO 2005028852 A1 CN 1853041 A EP 1682770 A1 JP 2007506032 T	31-03-2005 01-03-2004 31-03-2005 25-10-2006 26-07-2006 15-03-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/058050

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F23R3/32 F23R3/34
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F23R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/033876 A1 (SIEMENS AG [DE]; NILSSON ULF [GB]; SENIOR PETER [GB]) 29. März 2007 (2007-03-29) Seite 13, Zeile 11 - Seite 14, Zeile 32 Seite 15, Zeile 15 - Seite 16, Zeile 13 Abbildungen 4,4A,6	1-3,11, 12
X	US 2 955 420 A (SCHIRMER ROBERT M) 11. Oktober 1960 (1960-10-11) Spalte 1, Zeile 15 - Zeile 37 Spalte 4, Zeile 32 - Spalte 5, Zeile 32 Abbildung 2	1,2,4-6, 10
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
19. August 2010	27/08/2010
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Gavriliu, Costin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/058050

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 1 436 390 A (BRISTOL SIDDELEY ENGINES LTD) 22. April 1966 (1966-04-22) Seite 1, linke Spalte, Absatz 1 Seite 2, linke Spalte, Absatz 7 - rechte Spalte, Absatz 3 Abbildung 1 -----	1,2,4, 10,11
X	US 3 101 593 A (BRITTON SYLVESTER C ET AL) 27. August 1963 (1963-08-27) Spalte 1, Zeile 21 - Zeile 30 Spalte 5, Zeile 21 - Spalte 6, Zeile 12 Abbildung 2 -----	1,2,4,10
X	GB 675 092 A (ROLLS ROYCE) 2. Juli 1952 (1952-07-02) Seite 2, Zeile 50 - Seite 3, Zeile 37 Abbildungen 1,2 -----	1,2,4,10
A	US 2006/213488 A1 (POST ADRIAN J [CA] ET AL) 28. September 2006 (2006-09-28) in der Anmeldung erwähnt Seite 4, Absatz 51 - Seite 5, Absatz 54 Abbildung 2 -----	2,11,12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/058050

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007033876 A1	29-03-2007	CA 2623272 A1 EP 1926937 A1 GB 2443429 A US 2009170043 A1	29-03-2007 04-06-2008 07-05-2008 02-07-2009
US 2955420 A	11-10-1960	KEINE	
FR 1436390 A	22-04-1966	KEINE	
US 3101593 A	27-08-1963	KEINE	
GB 675092 A	02-07-1952	KEINE	
US 2006213488 A1	28-09-2006	AU 2004274524 A1 CA 2441641 A1 WO 2005028852 A1 CN 1853041 A EP 1682770 A1 JP 2007506032 T	31-03-2005 01-03-2004 31-03-2005 25-10-2006 26-07-2006 15-03-2007