



(11)

EP 3 296 636 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(51) Int Cl.:
F23R 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17191110.0**

(22) Anmeldetag: **14.09.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)**

(72) Erfinder:
• **HEINZE, Kay
14974 Ludwigsfelde (DE)**
• **PENZ, Stefan
16356 Werneuchen (DE)**

(30) Priorität: **19.09.2016 DE 102016217876**

(74) Vertreter: **Hoefer & Partner Patentanwälte mbB
Pilgersheimer Straße 20
81543 München (DE)**

(54) **BRENNKAMMERWAND EINER GASTURBINE MIT BEFESTIGUNG EINER
BRENNKAMMERSCHINDEL**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkammerschindel einer Gasturbinenbrennkammer 15 mit zumindest einem Befestigungsbolzen 25, welcher einstückig mit der Brennkammerschindel 29 ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Befestigungsbolzen 25 einstückig mit einer von der Brennkammerschindel

29 beabstandeten Bolzenscheibe 30 versehen ist und dass ein freier Endbereich des Befestigungsbolzens 25 mit einem Gewinde 31 versehen ist, sowie eine Brennkammerwandung zur Befestigung der Brennkammerschindel mittels einer Mutter.

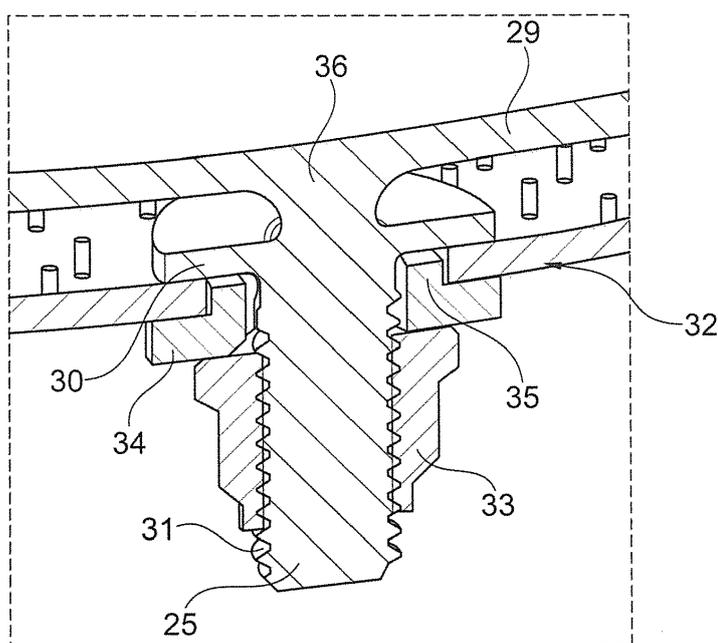


Fig. 2

EP 3 296 636 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich zum einen auf eine Brennkammerschindel einer Gasturbinenbrennkammer als auch auf eine Brennkammerwandung einer Gasturbinenbrennkammer unter Verwendung der erfindungsgemäßen Brennkammerschindel.

[0002] Typische Brennkammern von Gasturbinen bestehen aus einer inneren und einer äußeren Brennkammerwand. An diesen Brennkammerwänden sind an der zum Brennkammerinnenraum weisenden Seite Schindeln befestigt. Diese Schindeln schützen die Brennkammerwände vor den im Verbrennungsprozess entstehenden hohen Temperaturen.

[0003] Insgesamt ergibt sich die Problematik, die Schindeln in geeigneter Weise so an der Brennkammerwand zu befestigen, dass diese während des Betriebs langfristig gesichert sind. Hierzu werden die Schindeln üblicherweise durch ein Fixierelement mit der Brennkammerwand verschraubt. Derartige Fixierelemente sind beispielsweise in Form von Stehbolzen ausgebildet, die mit der Schindel verbunden sind.

[0004] Um die Schindeln zu kühlen, weisen die Brennkammerwände Prallkühlöffnungen auf, durch welche Kühlluft in einen Zwischenraum zwischen der Brennkammerwand und der Schindel eingeleitet wird. Diese Luft tritt durch Effusionskühlöffnungen, welche in der Schindel vorgesehen sind, aus der heißen, dem Innenraum der Brennkammer zugewandten Seite der Schindel aus. Die aus den Effusionskühlöffnungen auftretende Kühlluft legt sich als Kühlluftfilm auf die heiße Seite der Schindel und bewirkt deren Kühlung.

[0005] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Schindeln einstückig mit einem Schindelbolzen zu versehen. Bei der Befestigung der Schindeln wird der Schindelbolzen durch geeignete Ausnehmungen der Brennkammerwand geführt und von außen verschraubt. Festigkeitsuntersuchungen haben gezeigt, dass es am Übergang von der Schindel zu dem Schindelbolzen oder Befestigungsbolzen bei den auftretenden Temperaturen zu einem Kriechen des Materials kommt. Hierdurch wird die Lebensdauer der Schindel erheblich verringert, da sich diese von der Brennkammerwand lösen kann. Weiterhin erweist es sich als nachteilig, dass an dem Bereich, an dem der Bolzen einstückig mit der Schindel verbunden ist, nur eine eingeschränkte Kühlung erfolgen kann, da dort große Materialansammlungen vorliegen. Somit führt dieser Übergangsbereich zwischen dem Bolzen und der Schindel zu thermischen Problemen.

[0006] Zu dem zugrundeliegenden Stand der Technik wird auf folgende Druckschriften verwiesen:

Aus der EP 1 413 831 A1 ist eine Konstruktion bekannt, bei welcher die Schindeln durch hakenförmige Elemente gehalten werden. Diese Konstruktion ist in der Herstellung aufwendig und erfordert eine komplexe Montage. Eine ähnliche Hakenkonstruktion zeigt auch die EP 2 886 962 A1.

In der EP 2 873 921 A1 wird ein separater Befestigungsbolzen verwendet, welcher in eine Aufhängevorrichtung der Schindel eingehängt wird. Auch diese Konstruktion ist mit einem erheblichen Herstellungs- und Montageaufwand verbunden.

Bei der aus der EP 2 295 865 A2 bekannten Konstruktion ist vorgesehen, an der Schindel einen Befestigungsbereich auszubilden, in welchen eine Schraube eingeschraubt wird. Auch bei dieser Konstruktion liegen im Bereich der Befestigung große Materialanhäufungen vor, welche zu Kühlproblemen führen können.

Die EP 2 743 585 A1 zeigt einen einstückig mit der Schindel verbundenen Bolzen, bei welchem die oben genannten Nachteile auftreten können. Eine ähnliche Lösung zeigt auch die EP 2 700 877 A2, wobei zusätzliche Maßnahmen zur Kühlung des Übergangs zwischen der Schindel und dem Bolzen vorgesehen sind.

Die EP 2 738 470 A1 beschreibt eine Lösung, bei welcher die Mischluftlöcher in der Brennkammerschindel und der Brennkammerwand verwendet werden, um mittels eines zusätzlichen Befestigungselements die Schindel und die Brennkammerwand miteinander zu verschrauben. Zur Kühlung sind zusätzliche Kühlluftkanäle ausgebildet.

[0007] Insgesamt besteht beim Stand der Technik somit das Problem, dass die Befestigung des Bolzens an der Brennkammerschindel aufgrund der thermischen Belastungen die Lebensdauer der Gesamtkonstruktion erheblich reduzieren kann.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkammerschindel sowie eine Brennkammerwandung zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit die Nachteile des Standes der Technik vermeiden und eine thermisch optimierte Lösung mit langer Lebensdauer ermöglichen.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombinationen der unabhängigen Ansprüche gelöst, die jeweiligen Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0010] Hinsichtlich der Brennkammerschindel ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass diese einstückig mit einem Befestigungsbolzen ausgebildet ist. Der Befestigungsbolzen weist jedoch zusätzlich eine Bolzenscheibe auf, welche einstückig mit dem Befestigungsbolzen so verbunden ist, dass die Bolzenscheibe einen Abstand von der Brennkammerschindel hat. Der sich von der Bolzenscheibe aus erstreckende freie Endbereich des Befestigungsbolzens ist mit einem Gewinde versehen.

[0011] Die erfindungsgemäße Brennkammerschindel zeichnet sich durch eine Reihe erheblicher Vorteile aus. Durch die Bolzenscheibe wird erreicht, dass die Brennkammerschindel nicht direkt gegen die Brennkammer-

wand anliegt. Vielmehr bildet die Bolzenscheibe ein Widerlager, welches sich gegen die Brennkammerwand abstützt und mittels einer Mutter, die mit dem Gewinde des Befestigungsbolzens verschraubt ist, verspannt wird. Somit wird zwischen der Bolzenscheibe und der Brennkammerschindel ein Zwischenraum geschaffen, welcher mit Kühlluft durchströmt werden kann. Dies führt zu einer Verbesserung der Kühlung durch die Kühlluft, welche in den Zwischenraum zwischen der Brennkammerschindel und der Brennkammerwand eingeleitet wird.

[0012] Besonders günstig ist es, wenn der mit dem Gewinde versehene Endbereich des Befestigungsbolzens einen größeren Durchmesser aufweist, als der Bereich des Befestigungsbolzens zwischen der Brennkammerschindel und der Bolzenscheibe. Dies bedeutet, dass der Befestigungsbolzen zwischen der Brennkammerschindel und der Bolzenscheibe einen wesentlich geringeren Durchmesser aufweisen kann, so dass dort eine geringere Materialanhäufung vorliegt, welche wiederum zu einer Verminderung der zu kühlenden Masse führt. Hieraus resultiert eine geringere thermische Beaufschlagung, die insgesamt zu einer höheren Lebensdauer der Brennkammerschindel führt, da die aus dem Stand der Technik bekannten Kriechvorgänge nicht oder nur sehr eingeschränkt auftreten.

[0013] Die Bolzenscheibe kann erfindungsgemäß im Querschnitt eine konische Form aufweisen, so dass die Kräfteinleitung in die Brennkammerschindel verbessert wird.

[0014] In alternativer oder zusätzlicher Ausgestaltung kann die Bolzenscheibe tellerförmig ausgebildet sein, um eine gewisse Elastizität aufzuweisen. Hierbei dient die Befestigungsscheibe als Vorspannfeder, um zusätzlich die Verschraubung mittels der Mutter zu sichern.

[0015] Um die Wärmeübertragung in die Schindel zu minimieren und die gekühlte Fläche auf der Heißeite zu maximieren, kann es vorteilhaft sein, den Bolzen, wie beschrieben, am Übergang zur Schindel mit einem geringeren Durchmesser zu versehen, als an dem Gewindebereich des Bolzens. Zusätzlich ist es möglich, die Dicke der Bolzenscheibe so zu wählen, dass die Bolzenscheibe am radial äußeren Bereich eine geringere Dicke aufweist, als am radial inneren Bereich.

[0016] All dies führt zu einer verbesserten Kühlmöglichkeit der Schindel im Befestigungsbereich.

[0017] Hinsichtlich des Aufbaues der Brennkammerwandung einer Gasturbinenbrennkammer ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Mutter zur Befestigung des Befestigungsbolzens gegen die Brennkammerwand anliegt. Somit ergibt sich ein Lastpfad, welcher sich durch den freien Bereich des Befestigungsbolzens, durch die Mutter, durch den Randbereich der zugeordneten Ausnehmung der Brennkammerwandung und durch die Bolzenscheibe erstreckt. Der Befestigungsbereich des Befestigungsbolzens an der Brennkammerschindel wird somit durch die Verschraubung nicht belastet. Hierdurch ergibt sich eine erhebliche Reduzierung der mechanischen Belastung in diesem Bereich. Dies

führt zu einem geringeren Kriechen des Materials und damit zu einer verringerten Versagensanfälligkeit.

[0018] Zusätzlich kann es günstig sein, zwischen der Mutter und der Brennkammerwand eine separate Unterlegscheibe anzuordnen. Diese kann beispielsweise dazu dienen, dimensionale Abmessungen auszugleichen und für eine ausreichende Anlagefläche der Mutter zu sorgen.

[0019] Um den Bereich der Verschraubung der Brennkammerschindel zusätzlich zu kühlen, kann es vorteilhaft sein, wenn in der Bolzenscheibe und/oder in der Unterlegscheibe zusätzliche Kühlluftausnehmungen vorgesehen sind.

[0020] Weiterhin kann die Unterlegscheibe mit einem Ringflansch versehen sein, welcher den Befestigungsbolzen umgreift und sich durch die Ausnehmung der Brennkammerwand erstreckt, durch welche der Befestigungsbolzen geführt ist. Dies führt zu einer vereinfachten Montage und berücksichtigt Maßabweichungen der Ausnehmungen der Brennkammerwand.

[0021] Der Außendurchmesser der Bolzenscheibe ist im Wesentlichen gleich zu dem Außendurchmesser der Unterlegscheibe, es können jedoch auch andere Dimensionierungen günstig sein.

[0022] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Gasturbinenriebwerks gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine vereinfachte teil-perspektivische Schnittansicht einer Brennkammerschindel mit Schindelbolzen gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

Fig. 3 eine Darstellung, analog Fig. 2, mit Darstellung des sich ergebenden Lastpfads.

[0023] Das Gasturbinenriebwerk 10 gemäß Fig. 1 ist ein allgemein dargestelltes Beispiel einer Turbomaschine, bei der die Erfindung Anwendung finden kann. Das Triebwerk 10 ist in herkömmlicher Weise ausgebildet und umfasst in Strömungsrichtung hintereinander einen Lufteinlass 11, einen in einem Gehäuse umlaufenden Fan 12, einen Mitteldruckkompressor 13, einen Hochdruckkompressor 14, eine Brennkammer 15, eine Hochdruckturbine 16, eine Mitteldruckturbine 17 und eine Niederdruckturbine 18 sowie eine Abgasdüse 19, die sämtlich um eine zentrale Triebwerksachse 1 angeordnet sind.

[0024] Der Mitteldruckkompressor 13 und der Hochdruckkompressor 14 umfassen jeweils mehrere Stufen, von denen jede eine in Umfangsrichtung verlaufende Anordnung fester stationärer Leitschaufeln 20 aufweist, die allgemein als Statorschaufeln bezeichnet werden und die radial nach innen vom Kerntriebwerksgehäuse 21 in einen ringförmigen Strömungskanal durch die Kompress-

soren 13, 14 vorstehen. Die Kompressoren weisen weiter eine Anordnung von Kompressorlaufschaufeln 22 auf, die radial nach außen von einer drehbaren Trommel oder Scheibe 26 vorstehen, die mit Naben 27 der Hochdruckturbine 16 bzw. der Mitteldruckturbine 17 gekoppelt sind.

[0025] Die Turbinenabschnitte 16, 17, 18 weisen ähnliche Stufen auf, umfassend eine Anordnung von festen Leitschaufeln 23, die radial nach innen vom Gehäuse 21 in den ringförmigen Strömungskanal durch die Turbinen 16, 17, 18 vorstehen, und eine nachfolgende Anordnung von Turbinenrotorschaukeln 24, die nach außen von einer drehbaren Nabe 27 vorstehen. Die Kompressortrommel oder Kompressorscheibe 26 und die darauf angeordneten Schaufeln 22 sowie die Turbinenrotornabe 27 und die darauf angeordneten Turbinenrotorschaukeln 24 drehen sich im Betrieb um die Triebwerksachse 1.

[0026] Die Fig. 2 zeigt in einer teil-perspektivischen Schnittansicht eine Brennkammerschindel 29, welche einstückig mit einem Befestigungsbolzen 25 versehen ist. Es versteht sich, dass im Bereich einer Schindel mehrere derartige Befestigungsbolzen vorgesehen sein können.

[0027] Der Befestigungsbolzen 25 ist an seinem freien Endbereich mit einem Gewinde 31 versehen, auf welches eine Mutter 33 aufschraubbar ist.

[0028] In einem Abstand und parallel zur Oberfläche der Brennkammerschindel weist der Bolzen eine einstückig mit diesem ausgebildete Bolzenscheibe 30 auf. Diese ist bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel als Kreisscheibe ausgebildet, sie kann jedoch auch beliebige andere Formen aufweisen, beispielsweise polygonal oder rechteckig.

[0029] Wie in Fig. 2 dargestellt, ist ein Übergangsbereich 36 des Befestigungsbolzens 25, welcher sich zwischen der Bolzenscheibe 30 und der Brennkammerschindel 29 erstreckt, mit einem geringeren Durchmesser ausgebildet, als der mit dem Gewinde 31 versehene freie Endbereich des Bolzens. Hierdurch ergibt sich eine geringere Materialanhäufung, welche eine bessere Kühlung ermöglicht.

[0030] Mit dem Bezugszeichen 32 ist eine Brennkammerwand dargestellt, welche mit einer Ausnehmung versehen ist. Durch diese Ausnehmung wird der Befestigungsbolzen 25 geführt. Zusätzlich ist eine Unterlegscheibe 34 zwischengelegt, gegen welche sich die Mutter 33 abstützt. Die Unterlegscheibe 34 weist einen Ringflansch 35 auf, welcher sich in den freien Lochraum der Brennkammerwand 32 erstreckt und beispielsweise zur Zentrierung oder Lagesicherung der Brennkammerschindel 29 dienen kann.

[0031] Die Fig. 3 zeigt in analoger Darstellung der Fig. 2 den sich ergebenden Lastpfad. Die Last zur Befestigung der Brennkammerschindel 29 an der Brennkammerwand 32 verläuft somit durch den freien, mit dem Gewinde 31 versehenen Bereich des Befestigungsbolzens 25, durch die Mutter 33, durch die Unterlegscheibe 34, durch die Brennkammerwand 32 und durch die Bolzenscheibe 30. Dabei ist ersichtlich, dass der Über-

gangsbereich 36 durch die Verschraubung nicht mechanisch belastet wird, so dass die Gefahr eines Materialkriechens weitgehend vermieden werden kann.

[0032] Die vorliegende Erfindung bezieht sich somit auf ein Konzept zur Befestigung von Brennkammerschindeln an einer Brennkammerwand. Die Brennkammerschindeln schützen, wie erwähnt, das Brennkammergehäuse vor hohen Temperaturen, die während der Verbrennung von Kerosin in der Brennkammer entstehen. Um eine ausreichende Lebensdauer der Schindeln zu erreichen, wird üblicherweise eine Keramikschutzschicht auf die Heißeite der Brennkammerschindel aufgetragen. Weiterhin werden Kühlluftlöcher (Effusionslöcher) durch die Schindel gebohrt, um einen Kühlfilm mit kalter Luft auf der Heißeite der Schindel zu erzeugen. Die Erfindung bezieht sich dabei insbesondere auf die Verschraubung der Brennkammerschindeln und auf die Optimierung des Lastpfads. Hierdurch ergeben sich u.a. folgende Vorteile:

Da der Lastpfad zur Verschraubung über den Befestigungsbolzen, die Bolzenscheibe, die Brennkammerwand, die Mutter und wiederum durch den Befestigungsbolzen erfolgt, ist dieser Lastpfad gegenüber den bisher bekannten Konstruktionen erheblich verkürzt.

[0033] Durch den optimierten Lastpfad sind die hoch beanspruchten Bauteile, die zur Befestigung der Brennkammerschindel dienen, von der Schindeloberfläche entkoppelt. Hierdurch ergeben sich deutlich geringere Temperaturen in den hochbelasteten Bauteilen, die zu einer Erhöhung der Lebensdauer führen und einen wesentlichen Schutz vor Versagen bieten.

[0034] Die Anbringung der Brennkammerschindel an den Befestigungsbolzen erfolgt, wie erwähnt, mit einem geringeren Durchmesser, als der Befestigungsbolzen selbst, da nur noch die im Betrieb auftretenden Lasten infolge der thermischen Ausdehnung übertragen werden müssen. Der Lastpfad zur Verschraubung der Brennkammerschindel ist somit von diesem Übergangsbereich des Befestigungsbolzens zur Brennkammerschindel entkoppelt.

[0035] Durch die erfindungsgemäße Konstruktion wird ermöglicht, zusätzliche Kühlluftschlitze (nicht dargestellt) in der Bolzenscheibe oder der Unterlegscheibe auszubilden, um eine weitere Kühlung zu gewährleisten und die Gesamttemperatur zu senken.

50 Bezugszeichenliste:

[0036]

- | | |
|----|--------------------------------------|
| 1 | Triebwerksachse |
| 10 | Gasturbinentriebwerk / Kerntriebwerk |
| 11 | Lufteinlass |
| 12 | Fan |
| 13 | Mitteldruckkompressor (Verdichter) |

- 14 Hochdruckkompressor
- 15 Brennkammer
- 16 Hochdruckturbine
- 17 Mitteldruckturbine
- 18 Niederdruckturbine
- 19 Abgasdüse
- 20 Leitschaufeln
- 21 Kerntriebwerksgehäuse
- 22 Kompressorlaufschaufeln
- 23 Leitschaufeln
- 24 Turbinenrotorschaukeln
- 25 Befestigungsbolzen
- 26 Kompressortrommel oder -scheibe
- 27 Turbinenrotornabe
- 28 Auslasskonus
- 29 Brennkammerschindel
- 30 Bolzenscheibe
- 31 Gewinde
- 32 Brennkammerwand
- 33 Mutter
- 34 Unterlegscheibe
- 35 Ringflansch
- 36 Übergangsbereich

Patentansprüche

1. Brennkammerschindel einer Gasturbinenbrennkammer (15) mit zumindest einem Befestigungsbolzen (25), welche einstückig mit der Brennkammerschindel (29) ausgebildet ist, wobei der Befestigungsbolzen (25) einstückig mit einer von der Brennkammerschindel (29) beabstandeten Bolzenscheibe (30) versehen ist und wobei ein freier Endbereich des Befestigungsbolzens (25) mit einem Gewinde (31) versehen ist.
2. Brennkammerschindel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mit dem freien Gewinde (31) versehene Endbereich des Befestigungsbolzens (25) einen größeren Durchmesser aufweist, als der Bereich des Befestigungsbolzens (25) zwischen der Brennkammerschindel (29) und der Bolzenscheibe (30).
3. Brennkammerschindel nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bolzenscheibe (30) im Querschnitt eine konische Form aufweist.
4. Brennkammerschindel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bolzenscheibe (30) tellerförmig als Vorspannfeder ausgebildet ist.
5. Brennkammerschindel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bolzenscheibe (30) radial innen eine größere Dicke auf-

weist, als am radial äußeren Bereich.

6. Brennkammerwandung einer Gasturbinenbrennkammer (15) mit einer Brennkammerwand (32) und zumindest einer an der Innenseite der Brennkammerwand (32) gelagerten Brennkammerschindel (29) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Bolzenscheibe (30) gegen die Brennkammerwand (32) anliegt und der Befestigungsbolzen (25) mittels einer Mutter (33) gegen die Brennkammerwand (32) verschraubt ist.
7. Brennkammerwandung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Mutter (33) und der Brennkammerwand (32) eine Unterlegscheiben (34) angeordnet ist.
8. Brennkammerwandung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bolzenscheibe (30) und/oder die Unterlegscheiben (34) mit mindestens einer Kühlluftausnehmung versehen ist.
9. Brennkammerwandung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterlegscheiben (34) mit einem Ringflansch (35) versehen ist, welcher den Befestigungsbolzen (25) umgreift und sich durch eine Ausnehmung der Brennkammerwandung (32), durch welche der Befestigungsbolzen (25) geführt ist, erstreckt.
10. Brennkammerwandung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außendurchmesser der Bolzenscheibe (30) im Wesentlichen gleich ist zu dem Außendurchmesser der Unterlegscheiben (34).
11. Brennkammerwandung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lastpfad zur Befestigung der Brennkammerschindel (29) an der Brennkammerwandung (32) durch den Befestigungsbolzen (25), die Bolzenscheibe (30), die Brennkammerwandung (32), die Unterlegscheiben (34) und die Mutter (33) verläuft.

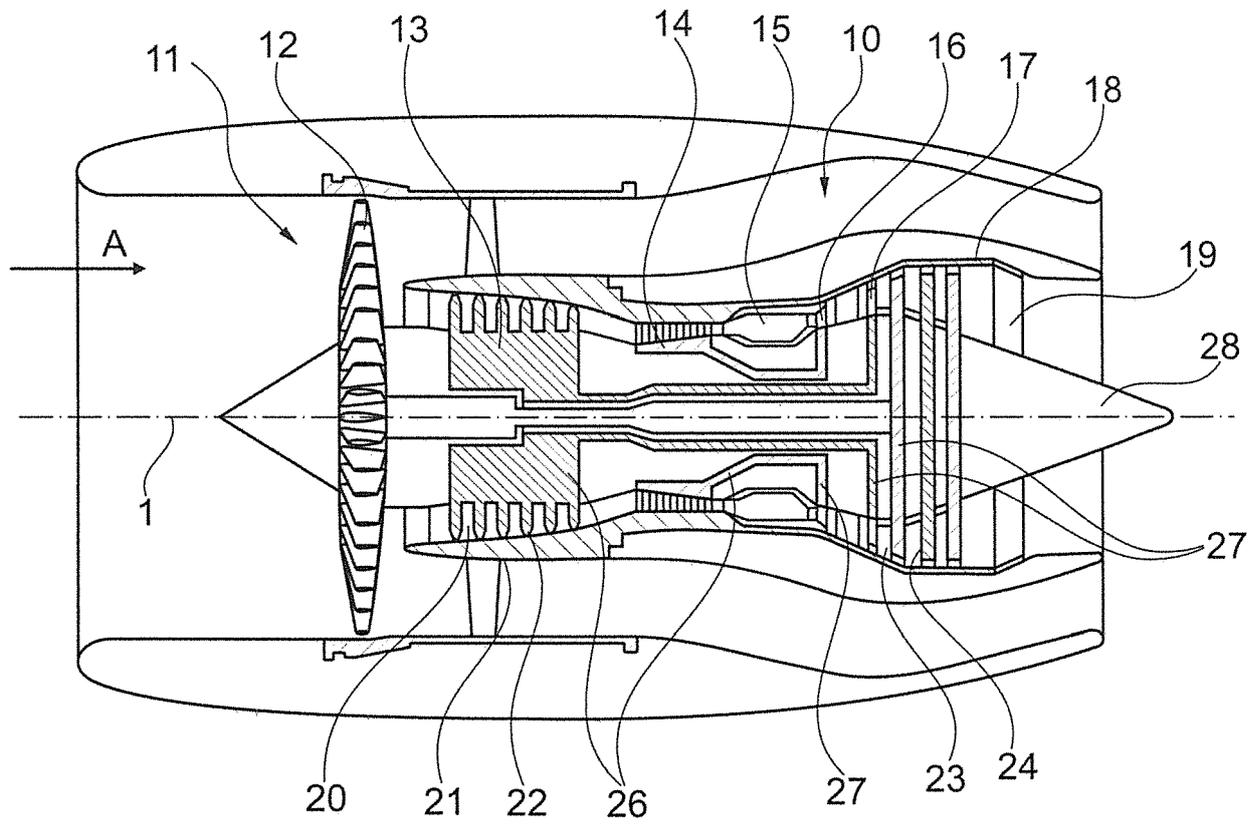


Fig. 1

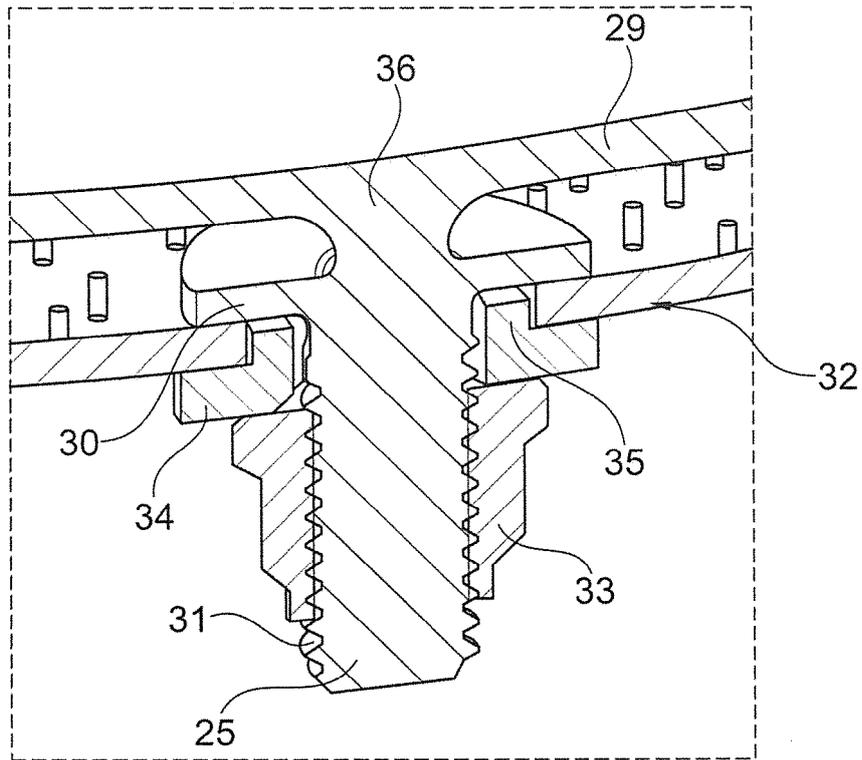


Fig. 2

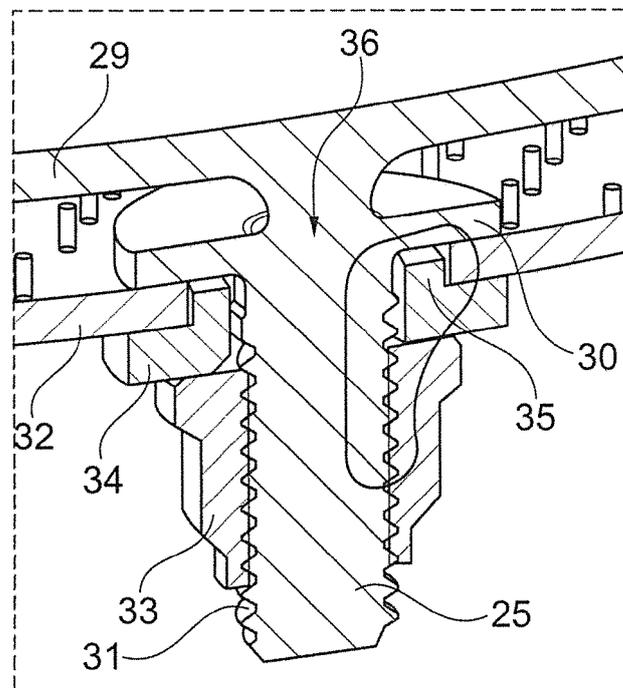


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 19 1110

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2010/263386 A1 (EDWARDS KARA JOHNSTON [US] ET AL) 21. Oktober 2010 (2010-10-21)	1,5-11	INV. F23R3/00
A	* Absatz [0024] - Absatz [0034]; Abbildungen 2-8 *	2,4	
A	----- EP 2 886 961 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 24. Juni 2015 (2015-06-24) * Absatz [0024] - Absatz [0033]; Abbildungen 1-3 *	1	
A	----- US 2014/190166 A1 (PIDCOCK ANTHONY [GB] ET AL) 10. Juli 2014 (2014-07-10) * Absatz [0049] - Absatz [0078]; Abbildungen 1-22 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Januar 2018	Prüfer Theis, Gilbert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 19 1110

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-01-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2010263386 A1	21-10-2010	CN 101922354 A EP 2241817 A2 JP 2010249500 A US 2010263386 A1	22-12-2010 20-10-2010 04-11-2010 21-10-2010
20	EP 2886961 A1	24-06-2015	DE 102013226488 A1 EP 2886961 A1 US 2015176434 A1	18-06-2015 24-06-2015 25-06-2015
25	US 2014190166 A1	10-07-2014	EP 2743585 A1 US 2014190166 A1	18-06-2014 10-07-2014
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1413831 A1 [0006]
- EP 2886962 A1 [0006]
- EP 2873921 A1 [0006]
- EP 2295865 A2 [0006]
- EP 2743585 A1 [0006]
- EP 2700877 A2 [0006]
- EP 2738470 A1 [0006]