



(11)

EP 3 483 503 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.2019 Patentblatt 2019/20

(51) Int Cl.: *F23R 3/10* (2006.01) *F23R 3/28* (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 17201073.8

(22) Anmeldetag: 10.11.2017

(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: **CLEMEN, Carsten**
15749 Mittenwalde (DE)

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

(54) **BRENNERDICHTUNG EINER GASTURBINE UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennerdichtung einer Gasturbine mit einem im Wesentlichen rohrförmigen Grundkörper, welcher an einer Einströmseite eine ringförmige Einlaufklappe 18 und an seiner Abströmseite einen Trichter 17 aufweist, wobei ein Innendurchmesser der Einströmseite größer ausgebildet ist, als ein Innendurchmesser einer axial vor dem Trichter angeord-

neten Dichtfläche 16, wobei um den Umfang verteilt in dem Grundkörper Kühlkanäle 22 ausgebildet sind, wobei die Kühlkanäle 22 jeweils in dem Grundkörper im Bereich der Dichtfläche 16 und des Trichters 17 ausgebildet sind und jeweils in einem Endbereich (17a) des Trichters 17 in einem Austrittsloch 21 münden.

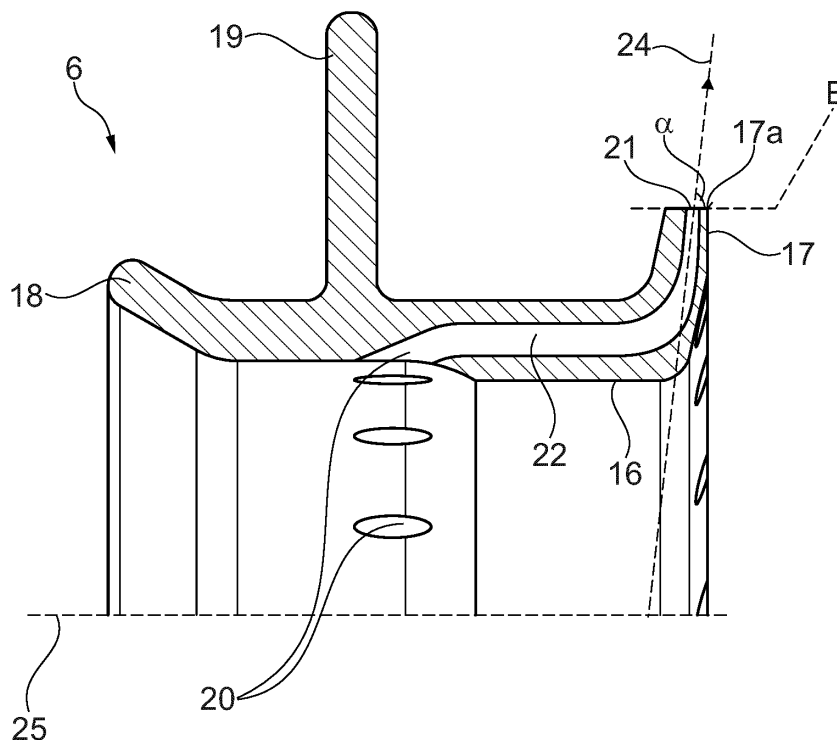


Fig. 12

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennerdichtung einer Gasturbine sowie auf ein Verfahren zu deren Herstellung.

[0002] Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf eine Brennerdichtung mit einem im Wesentlichen rohrförmigen Grundkörper, welcher an einer Einströmseite eine ringförmige Einlaufflippe und an seiner Abströmseite einen Trichter aufweist, wobei ein Innendurchmesser der Einströmseite größer ausgebildet ist als ein Innendurchmesser einer axial vor dem Trichter angeordneten Dichtfläche, wobei um den Umfang verteilt in dem Grundkörper Kühlkanäle ausgebildet sind.

[0003] Eine Brennerdichtung der oben stehenden Art wird verwendet, um Treibstoffdüsen einer Brennkammer einer Gasturbine gegenüber einer Kopfplatte und/oder einem Hitzeschild der Brennkammer abzudichten. Dabei steht insbesondere der Trichter der Brennerdichtung in den Brennraum vor und ist den dort herrschenden hohen Temperaturen ausgesetzt. Infolgedessen ist es erforderlich, die Brennerdichtung und insbesondere den Trichter ausreichend zu kühlen. Bei einer nicht ausreichenden Kühlung besteht die Gefahr, dass der Trichter mit der an ihm ausgebildeten trichterförmigen Lippe abbrennt.

[0004] Nachfolgend wird der der Erfindung zu Grunde liegende Stand der Technik anhand der Fig. 2 und 3 beschrieben. Dabei zeigt die Fig. 2 eine vereinfachte Axial-Schnittansicht einer Gasturbinenbrennkammer mit Brennerdichtung. In Fig. 3 ist eine schematische Schnittansicht, analog Fig. 2, der Brennerdichtung gezeigt.

[0005] Die in Fig. 2 dargestellte Brennkammer umfasst eine Brennkammerwand 1 mit einer Kopfplatte 2, welche mittels eines Hitzeschildes 3 gegen den Brennraum geschützt ist. An der Innenseite der Brennkammerwand 1 sind Schindeln 7 angeordnet, welche mittels Bolzen 10 und Muttern 11 mit der Brennkammerwand 1 verschraubt sind und diese gegenüber dem Brennraum abschirmen.

[0006] Bei der in Fig. 2 gezeigten Konstruktion handelt es sich um eine Ringbrennkammer. Es versteht sich, dass diese, bezogen auf eine Radialrichtung basierend auf einer Triebwerksmittelachse eine äußere und eine innere Brennkammerwand aufweist. Dies wird aus Gründen der Vereinfachung in Fig. 2 im Einzelnen nicht erläutert.

[0007] In der Brennkammerwand 1 sind Zumischlöcher 8 vorgesehen, welche auch die Schindeln 7 durchgreifen und zur Zufuhr von Mischluft dienen. Die Brennkammerwand ist mit Prallkühlöchern 12 versehen, die Schindeln 7 weisen Effusionskühlöcher 13 auf. All dies ist aus dem Stand der Technik bekannt, sodass auf eine detaillierte weitergehende Beschreibung verzichtet werden kann.

[0008] Die Fig. 2 zeigt weiterhin, dass das Hitzeschild 3 mit Kühlöchern 14 versehen ist, durch welche Kühlluft, welche durch Kühlöffnungen 15 der Kopfplatte 2 strömt, zur Kühlung des Hitzeschildes 3 Verwendung findet. Das Hitzeschild 3 ist, wie in Fig. 2 dargestellt, mittels Bolzen

10 und Muttern 11 an der Kopfplatte 2 gelagert.

[0009] Sowohl die Kopfplatte 2 als auch das Hitzeschild 3 weisen eine Ausnehmung auf, in welcher eine Brennerdichtung 6 angeordnet ist. Durch die Brennerdichtung 6 wird von außen eine nur schematisch dargestellte Treibstoffdüse 5 eingeführt. Diese wird durch eine Ausnehmung des Brennkammerkopfes 4 durchgeführt und in der Brennerdichtung 6 positioniert.

[0010] Um die Treibstoffdüse 5 gegenüber der Brennkammer in geeigneter Weise zu lagern und abzudichten, befindet sich zwischen der Kopfplatte 2 und dem Hitzeschild 3 schwimmend gelagert die Brennerdichtung 6. Diese erlaubt eine Bewegung der Treibstoffdüse 5 relativ zu der Brennkammer und hat gleichzeitig den Zweck, die Treibstoffdüse 5 so zu platzieren, dass keine Leckage zwischen der Treibstoffdüse 5 und der Kopfplatte 2 beziehungsweise dem Hitzeschild 3 entsteht. Die Fig. 2 zeigt durch die gestrichelten Linien in vereinfachter Darstellung den Strömungsweg von Kühlluft, welche aus dem Innenraum des Brennkammerkopfes 4 entlang der Brennerdichtung 6 strömt.

[0011] Die Fig. 3 zeigt den Aufbau der Brennerdichtung 6 gemäß dem Stand der Technik in vereinfachter Darstellung. Die Brennerdichtung 6 umfasst eine Einlaufflippe 18, an die sich in axialer Richtung (bezogen auf eine Mittelachse der Treibstoffdüse 5) ein Durchmesserbereich mit einem größeren Innendurchmesser anschließt. Hierdurch ergeben sich Strömungswege, um die in Fig. 3 gestrichelt dargestellte Kühlluftströmung einzuleiten und durch Kühlöcher 9 abzuführen. Die Kühlöcher 9 sind in Axialrichtung vor einer Dichtfläche 16 angeordnet. Die Dichtfläche 16 liegt dichtend gegen die Treibstoffdüse 5 an. In Axialrichtung anschließend an die Dichtfläche 16 ist ein Trichter 17 (trichterförmige Lippe) vorgesehen, welcher sich in den Innenraum der Brennkammer erstreckt, so wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Weiterhin umfasst die Brennerdichtung 6 einen Ringsteg 19, welcher zur Befestigung und Lagerung der Brennerdichtung 6 an der Kopfplatte 2 beziehungsweise dem Hitzeschild 3 dient.

[0012] Die Brennerdichtung 6 ist stromauf zum Brennkammerkopf 4weisend aerodynamisch günstig ausgebildet, um die Einströmung der Kühlluft (s. Fig. 3) zu verbessern. Hierzu dient die Einlaufflippe 18, welche die Strömung aus dem Brennkammerkopf 4 günstig zur Treibstoffdüse 5 leitet. Auch stromab zum Brennraumweisend weist die Brennerdichtung 6 eine trichterförmige Formgebung (Trichter 17) auf, um der Strömung aus der Treibstoffdüse die Möglichkeit zu geben, sich radial möglichst weit zu öffnen. Der Trichter 17, welcher in den Brennraum vorsteht, muss ausreichend gekühlt werden, um ein Abbrennen zu verhindern. Hierzu wird gemäß dem Stand der Technik die Kühlluft durch die diskreten Kühlöffnungen 9 geleitet. Die Kühlöcher 9 dienen dazu, die Strömung aus dem Brennkammerkopf 4 radial nach außen von der Innenseite der Brennerdichtung 6 zu deren Außenseite zu leiten und den Trichter 17 von seiner Rückseite aus zu umströmen. Hierdurch wird der Trichter

17 durch die Kühlluft an seiner Rückseite gekühlt, bevor die Kühlluft zwischen Hitzeschild 3 und Brennerdichtung 6 in den Brennraum strömt.

[0013] Es erweist sich als nachteilig, dass der Trichter 17 der Brennerdichtung 6 nur an seiner Rückseite, welche dem Brennraum abgewandt ist, gekühlt wird. Hierdurch kann nicht ausreichend sichergestellt werden, dass der Trichter 17 und damit die Brennerdichtung 6 überhitzt und verschleißt, beispielsweise durch Abbrand. Somit muss die Brennerdichtung 6 bei Verschleiß ausgetauscht werden. Dies erfordert umfangreiche Montagearbeiten, die kostenintensiv und zeitaufwendig sind. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die aus der Brennerdichtung 6 ausströmende Luft nicht zur Kontrolle von Emissionen der Brennkammer genutzt werden kann, da die Luftführung sehr unbestimmt und ungezielt erfolgt.

[0014] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Brennerdichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit die Nachteile des Standes der Technik vermeidet und sowohl eine verbesserte Kühlung als auch eine verbesserte Luftführung ermöglicht. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung einer verbesserten Brennerdichtung zu schaffen.

[0015] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombinationen der nebengeordneten Ansprüche gelöst. Die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0016] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass die Kühlkanäle jeweils in dem Grundkörper im Bereich der Dichtfläche und des Trichters ausgebildet sind und jeweils in einem Endbereich des Trichters in einem Austrittsloch aus dem Trichter austreten.

[0017] Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Brennerdichtung mittels eines additiven Herstellverfahrens hergestellt wird, beispielsweise mittels eines Laserauftragsverfahrens (DLD) oder eines ähnlichen Verfahrens.

[0018] Durch die erfindungsgemäße Lösung ist die Möglichkeit geschaffen worden, insbesondere den Bereich der Dichtfläche und des Trichters der Brennerdichtung sowie den im Wesentlichen radial nach außen gerichteten Bereich des Trichters bis zum Endbereich des Trichters intern zu kühlen. Hierzu dienen die erfindungsgemäßen Kühlkanäle, welche durch ein additives Verfahren einfach und kostengünstig realisierbar sind. Derartige Kühlkanäle können nicht durch ein herkömmliches Bohrverfahren erzeugt werden, da ihr Verlauf und ihre Geometrie sehr komplex sind. Die Kühlkanäle sind dabei so ausgebildet, dass sie, in Strömungsrichtung, bezogen auf die Treibstoffdüse, gesehen, im Inneren der Brennerdichtung im Bereich der Dichtfläche angeordnet sind und im Endbereich des Trichters austreten. Hierdurch kann die durch die Kühlkanäle strömende Kühlluft am Endbereich des Trichters ausströmen und in effektiver Weise den gesamten Trichter kühlen. Weiterhin kann die Luftströmung bevorzugt so gestaltet werden, dass die aus-

tretende Luft zur Reduzierung von Emissionen in den Innenraum der Brennkammer eingeleitet wird.

[0019] Besonders bevorzugt mündet das Austrittsloch in einem äußersten Endbereich des Trichters. Dadurch kann sichergestellt werden, dass der Kühlkanal durch den kompletten Trichter hindurchgeführt wird und an der im Wesentlichen radial nach außen gerichteten Spitze des Trichters austritt. Somit kann auf einfache und kostengünstige Weise ein Abbrand der Trichterspitze im Betrieb vermieden werden. Da somit der Kühlkanal vollständig durch den Trichter verläuft, können die in Strömungsrichtung zur Brennkammer liegende Seite des Trichters als auch die von der Brennkammer abgewandte Seite des Trichters effektiv bis zur Spitze des Trichters gekühlt werden.

[0020] Eine weiter verbesserte effektive Kühlung kann erreicht werden, wenn eine Mittellinie des Austrittslochs des Kühlkanals am Endbereich des Trichters in einem Winkel von 70 bis 90° zu einer Mittellinie des Trichters liegt. Besonders bevorzugt liegt die Mittellinie des Austrittslochs dabei in einem Bereich von 70° bis 80° und beträgt weiter bevorzugt 75°. Insbesondere im Bereich zwischen 70 und 80° Neigung der Mittellinie kann austretende Kühlluft strömungsgünstig in die Hauptströmung der Brennkammer zugemischt werden.

[0021] Um die Luftströmung durch die Kühlkanäle zu optimieren, ist es besonders vorteilhaft, wenn der Kühlkanal jeweils ein Eintrittsloch aufweist, welches in einem Bereich des größeren Innendurchmessers des Grundkörpers der Brennerdichtung angeordnet ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Eintrittsloch an einer stromauf liegenden Seite des Dichtbereichs positioniert ist. Hierdurch kann die Kühlluft durch den Bereich mit dem größeren Innendurchmesser in die Brennerdichtung einströmen und in optimaler Weise in die Kühlkanäle eingeleitet werden.

[0022] Der Kühlkanal kann erfindungsgemäß in unterschiedlicher Weise ausgebildet sein. Er kann sich geradlinig, mit einem Winkel zur Mittelachse der Brennerdichtung oder gekrümmt oder spiralförmig erstrecken. Der Kühlkanal kann auch aus mehreren geradlinigen Abschnitten oder unterschiedlichen gebogenen oder gekrümmten Abschnitten zusammengesetzt sein. Es ergeben sich erfindungsgemäß somit verschiedenste Varianten, um eine optimale Kühlung der Brennerdichtung, insbesondere des Dichtbereichs und des Trichters sicherzustellen.

[0023] Weiterhin kann es erfindungsgemäß vorteilhaft sein, den Querschnitt des Eintrittslochs und/oder des Austrittslochs so auszugestalten, dass eine optimierte Durchströmung erfolgt. Die Löcher können kreisförmig, elliptisch, rautenförmig oder tropfenförmig ausgebildet sein.

[0024] Weiterhin kann in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, die Kühlkanäle hinsichtlich ihrer Querschnittsform zwischen dem Eintrittsloch und dem Austrittsloch variabel auszubilden, beispielsweise mit einem elliptischen Eintrittsloch und einem run-

den Austrittsloch. Der Querschnittsverlauf des jeweiligen Kühlkanals kann zwischen dem Eintrittsloch und dem Austrittsloch auch konstant ausgestaltet sein. Es ist jedoch auch möglich, den Kühlkanal in Richtung des Austrittsloches aufzuweiten, sodass das Eintrittsloch einen engsten Querschnitt bildet und der Kühlkanal als Diffusor wirkt. Es ist alternativ auch möglich, den Kühlkanal düsenartig auszugestalten und somit das Austrittsloch mit einer geringeren Querschnittsfläche auszugestalten, als das Eintrittsloch. Der Querschnitt des Kühlkanals kann auch so ausgebildet sein, dass das Eintrittsloch hinsichtlich seines Querschnitts den kleinsten Bereich darstellt und sich der Kühlkanal im Querschnitt aufweitet. Er kann dabei eine Kavität bilden und sich zum Austrittsloch hin wiederum verjüngen.

[0025] Die Brennerdichtung weist bevorzugterweise eine Anzahl von Kühllöchern zwischen zehn bis vierzig auf. Der engste Lochdurchmesser (Eintrittsloch oder Austrittsloch) beträgt beispielsweise bei einem kreisförmigen Querschnitt 0,5 mm bis 1 mm und/oder hat eine Fläche von 0,8 mm² bis 3 mm².

[0026] Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen verbessert sich die Kühlung der Brennerdichtung, sodass sich ein geringerer Verschleiß und geringere Wartungskosten ergeben. Zusätzlich resultiert die erfindungsgemäße Luftführung in einer verbesserten Emissionskontrolle. Hierdurch können insbesondere Ruß-Emissionen reduziert werden.

[0027] Mittels des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens kann die Brennerdichtung mit sehr komplexen Geometrien der Kühlkanäle sowie deren Eintritts- und Austrittslöchern hergestellt werden. Dies ist mit anderen Herstellungsverfahren nicht möglich.

[0028] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

- Fig. 1 ein Gasturbinentriebwerk zur Verwendung der erfindungsgemäßen Gasturbinenbrennkammer,
- Fig. 2 eine vereinfachte Axialschnittansicht einer Gasturbinenbrennkammer gemäß dem Stand der Technik,
- Fig. 3 eine vergrößerte Detailansicht der in Fig. 2 gezeigten Brennerdichtung,
- Fig. 4 Schnittansichten unterschiedlicher Ausführungsbeispiele der Brennerdichtung und der Kühlkanäle in analoger Darstellung zu Fig. 3,
- Fig. 5 unterschiedliche Ausgestaltungsvarianten in Ansicht A gemäß Fig. 4,
- Fig. 6 unterschiedliche Ausgestaltungsvarianten in Ansicht A oder B gemäß Fig. 4,

Fig. 7 eine Teilschnittansicht eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels analog Fig. 4,

5 Fig. 8 und 9 perspektivische Ansichten unterschiedlicher Ausführungsbeispiele der Brennerdichtung,

10 Fig. 10 eine Schnittansicht einer Brennerdichtung gemäß einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

15 Fig. 11a-11 h unterschiedliche Ausführungsbeispiele der Brennerdichtung mit alternativen Ausgestaltungen der Kühlkanäle gemäß dem besonders bevorzugtem Ausführungsbeispiel von Fig. 10 und

20 Fig. 12 eine Teilschnittansicht einer Brennerdichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

25 **[0029]** Das Gasturbinentriebwerk 110 gemäß Fig. 1 ist ein allgemein dargestelltes Beispiel einer Turbomaschine, bei der die Erfindung Anwendung finden kann. Das Triebwerk 110 ist in herkömmlicher Weise ausgebildet und umfasst in Strömungsrichtung hintereinander einen Lufteinlass 111, einen in einem Gehäuse umlaufenden Fan 112, einen Mitteldruckkompressor 113, einen Hochdruckkompressor 114, eine Brennkammer 115, eine Hochdruckturbine 116, eine Mitteldruckturbine 117 und eine Niederdruckturbine 118 sowie eine Abgasdüse 119, die sämtlich um eine zentrale Triebwerksmittelachse 101 angeordnet sind.

30 **[0030]** Der Mitteldruckkompressor 113 und der Hochdruckkompressor 114 umfassen jeweils mehrere Stufen, von denen jede eine in Umfangsrichtung verlaufende Anordnung fester stationärer Leitschaufeln 120 aufweist, die allgemein als Statorschaufeln bezeichnet werden und die radial nach innen vom Kerntriebwerksgehäuse 121 in einen ringförmigen Strömungskanal durch die Kompressoren 113, 114 vorstehen. Die Kompressoren weisen weiter eine Anordnung von Kompressorlaufschaufeln 122 auf, die radial nach außen von einer drehbaren Trommel oder Scheibe 125 vorstehen, die mit Naben 126 der Hochdruckturbine 116 beziehungsweise der Mitteldruckturbine 117 gekoppelt sind.

35 **[0031]** Die Turbinenabschnitte 116, 117, 118 weisen ähnliche Stufen auf, umfassend eine Anordnung von festen Leitschaufeln 123, die radial nach innen vom Gehäuse 121 in den ringförmigen Strömungskanal durch die Turbinen 116, 117, 118 vorstehen, und eine nachfolgende Anordnung von Turbinenschaufeln 124, die nach außen von einer drehbaren Nabe 126 vorstehen. Die Kompressortrommel oder Kompressorscheibe 125 und die darauf angeordneten Schaufeln 122 sowie die Turbinenrotornabe 126 und die darauf angeordneten Turbinen-

laufschaufeln 124 drehen sich im Betrieb um die Triebwerksmittelachse 101.

[0032] Die Fig. 4 zeigt unterschiedliche erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele der Brennerdichtung 6 in analoger Darstellung zu Fig. 3. Dabei ist insbesondere ersichtlich, dass angrenzend an den Bereich größeren Innendurchmessers, durch welchen die Kühlluft einströmt (s. Fig. 3) in Axialrichtung vor der Dichtfläche 16 ein Eintrittsloch 20 eines Kühlkanals 22 angeordnet ist. Die Ausströmung der Luft aus dem Kühlkanal 22 erfolgt durch ein Austrittsloch 21.

[0033] Die unterschiedlichen Ausgestaltungsvarianten der Fig. 4 zeigen, dass das Austrittsloch 21 jeweils an der dem Brennraum zugewandten Seite des Trichters 17 positioniert ist. Hierdurch tritt die Kühlluft an der heißen Seite des Trichters 17 aus und kann sich als Kühlluftfilm auf die Oberfläche des Trichters auflegen.

[0034] Die Ausführungsbeispiele der Fig. 4 zeigen, dass der Kühlkanal 22 in unterschiedlicher Weise dimensioniert und hinsichtlich seiner Geometrie ausgebildet sein kann. Gemäß Fig. 4a ist der Kühlkanal 22 bogenförmig gekrümmt, die Fig. 4b zeigt eine s-förmige Krümmung, ähnlich der Ausgestaltung gemäß Fig. 4c. Gemäß Fig. 4d ist das Austrittsloch 21 mit einem vergrößerten Querschnitt versehen. Die Fig. 4e zeigt einen Querschnitt des Kühlkanals 22, welcher in seinem mittleren Bereich eine Kavität 23 aufweist. Gemäß Fig. 4f ist das Austrittsloch 21 an einem radial außen liegenden Bereich des Trichters 17 positioniert. Die Fig. 4g zeigt eine gestufte, aus geradlinigen Komponenten zusammengesetzte Querschnittsform des Kühlkanals 22, während Fig. 4h ein Ausführungsbeispiel zeigt, bei welchem der Kühlkanal 22 wendelartig ausgebildet ist, um die Kühlung der Brennerdichtung 6 beziehungsweise des Trichters 17 zu optimieren.

[0035] Die Fig. 4g zeigt Ansichten A und B, welche in den Fig. 5 und 6 zu Grunde gelegt sind. Die Fig. 5a zeigt jeweils runde Eintrittslöcher 20, an welche sich geradlinige (Fig. 5a), schräg gestellte (Fig. 5b), bogenförmige (Fig. 5c), gewendelte (Fig. 5d), diffusorartig erweiterte (Fig. 5e) oder mit einer Kavität 23 versehene (Fig. 5f) Verläufe der Kühlkanäle 22 anschließen.

[0036] Die Fig. 6 zeigt in Ansicht A beziehungsweise Ansicht B mögliche Ausgestaltungen der Eintrittslöcher 20 und der Austrittslöcher 21. Diese können kreisrund (Fig. 6a), oval (Fig. 6b und 6c) oder rautenförmig (Fig. 6d) ausgestaltet sein.

[0037] Die Fig. 7 zeigt zur Verdeutlichung eine perspektivische Teil-Schnittansicht der erfindungsgemäßen Brennerdichtung, aus welcher sich insbesondere die Anordnung des Eintrittslochs 20, des Austrittslochs 21 sowie des Kühlkanals 22 ergibt.

[0038] Die Fig. 8 und 9 zeigen jeweils perspektivische Darstellungen unterschiedlicher Ausgestaltungsvarianten, welche sich insbesondere hinsichtlich der Ausgestaltung und Dimensionierung des Eintrittslochs 20 und des Austrittslochs 21 unterscheiden.

[0039] Die Figuren 10 bis 12 zeigen verschiedene Va-

rianten einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung.

[0040] Wie in Fig. 10 gezeigt, dichtet die Brennerdichtung 6 an der Treibstoffdüse 5 mit der Dichtfläche 16 ab. Die Dichtfläche 16 ist mit einem kleineren Innendurchmesser ausgebildet als der in durch Strömungsrichtung davorliegende Bereich der Einströmseite mit der ringförmigen Einlaufflippe 18.

[0041] Die Eintrittslöcher 20 sind dabei um den Umfang verteilt am Übergangsbereich zwischen der Einströmseite und der Dichtfläche 16 vorgesehen. Ausgehend vom Eintrittsloch 20 verläuft der Kühlkanal 22 im Trichter 17 bis zu einem äußersten Endbereich 17a des Trichters 17 und tritt aus dem äußersten Endbereich 17a aus einem Austrittsloch 21 aus.

[0042] Der äußerste Endbereich 17a des Trichters 17 ist, wie insbesondere aus Fig. 10 ersichtlich ist, im Schnitt bogenförmig, insbesondere halbkreisförmig ausgebildet. Das Austrittsloch 21 liegt dabei in diesem bogenförmigen, äußersten Endbereich 17a. Wie aus Fig. 10 ersichtlich ist, ist eine Mittelachse 24, welche durch einen Mittelpunkt des Austrittslochs 21 führt, in einem Winkel α zu einer Hauptachse 25 der Brennerdichtung 6 angeordnet. In dem in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt der Winkel α dabei 75° . Hierdurch kann eine besonders gute Luftführung der Kühlluft durch den Trichter 17 sowie beim Austritt des Trichters erreicht werden.

[0043] Insbesondere kann der gesamte Trichter 17 sowohl an seiner zur Brennkammer gerichteten Seite als auch an seiner von der Brennkammer abgewandten Seite gekühlt werden. Hierbei ist der Kühlkanal 22 durch den Trichter 17 derart geführt, dass eine Wandstärke zu der zur Brennkammer gerichteten Seite als auch zu der von der Brennkammer abgewandten Seite gleich ist. Hierdurch wird eine besonders gute Stabilität des Trichters ermöglicht. In Strömungsrichtung verjüngt sich ein Durchmesser des Kühlkanals 22. Somit ist der Kühlkanal als Düse ausgebildet.

[0044] Somit kann der Kühlkanal einerseits den Dichtbereich 16 kühlen, an welchem die Brennerdichtung 6 Kontakt mit der Treibstoffdüse hat, als auch den Trichter 17 bis zum Endbereich 17a des Trichters effektiv kühlen.

[0045] Fig. 11a bis 11h zeigen verschiedene Varianten für die Formgebung des Trichters. Hierbei wird deutlich, dass der Kühlkanal 22 in unterschiedlichster Weise dimensioniert und hinsichtlich seiner Geometrie ausgebildet sein kann.

[0046] In Fig. 11a ist der Kühlkanal bogenförmig gekrümmt, wobei ausgehend vom Eintrittsloch 20 zuerst ein geradliniger Bereich im Wesentlichen parallel zur Dichtfläche 16 ausgebildet ist und nach dem Bogen ebenfalls wiederum ein im Wesentlichen geradliniger Bereich bis zum äußersten Endbereich 17a des Trichters vorgesehen ist. Das Austrittsloch 21 ist an der äußersten Spitze des Trichters 17 vorgesehen.

[0047] Fig. 11b zeigt eine s-förmige Krümmung des Kühlkanals 22, wobei der Trichter 17 etwas weiter in den Brennraum hineinragt.

[0048] Fig. 11c zeigt eine Ausgestaltung ähnlich zu Fig. 11b, wobei das Austrittsloch 21 fast in einem 90°-Winkel zur Mittelachse 25 der Brennerdichtung ausgerichtet ist.

[0049] Fig. 11d zeigt eine Ausführungsform, bei der sich ein Querschnitt des Kühlkanals 22 ausgehend vom Eintrittsloch 20 bis zum Austrittsloch 21 kontinuierlich verjüngt.

[0050] Fig. 11e zeigt einen Kühlkanal 22, welcher in einem mittleren Bereich eine Kavität 23 aufweist. Dadurch kann eine verbesserte Kühlung an der Dichtfläche 16 erreicht werden.

[0051] Fig. 11f zeigt einen Kühlkanal 22, bei dem ein Durchmesser des Eintrittslochs 20 kleiner ist als ein Durchmesser des Austrittslochs 21. Somit weist der Kühlkanal von Fig. 11f eine Diffusorwirkung auf.

[0052] Fig. 11g zeigt eine gestufte, aus geradlinigen Komponenten zusammengesetzte Querschnittsform des Kühlkanals 22.

[0053] Fig. 11h zeigt eine bevorzugte Ausführungsform, bei der der Kühlkanal 22 wendelartig ausgebildet ist, um die Kühlung der Brennerdichtung 6 des Trichters 17, insbesondere am zum Brennraum gerichteten Ende der Brennerdichtung 6, zu optimieren.

[0054] In Fig. 11g sind schematisch nochmals die Ansichten A und B dargestellt, wobei die geometrische Form der Eintrittslöcher 20 und der Austrittslöcher 21 gemäß den in Fig. 5 und 6 gezeigten Beispielen gestaltet ist. Hierbei sind auch beliebige Kombination in unterschiedlichen geometrischen Formen der Eintrittslöcher 20 bzw. der Austrittslöcher 21 möglich.

[0055] Fig. 12 zeigt eine weitere besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung, welche im Wesentlichen der in Fig. 10 gezeigten Ausgestaltung entspricht. Im Unterschied dazu ist bei der in Fig. 12 gezeigten bevorzugten Ausführungsform der äußerste Endbereich 17a geradlinig ausgebildet. Dabei bildet der äußerste Endbereich 17a eine Fläche E, welche parallel zur Mittelachse 25 der Brennerdichtung 6 ist. Der Winkel α beträgt in diesem Ausführungsbeispiel genau 90°.

[0056] Somit stellt die gezeigte Brennerdichtung 6 einer Gasturbine eine deutliche Verbesserung einer Kühlung der Brennerdichtung bereit, so dass sich ein geringerer Verschleiß und insbesondere auch geringere Wartungskosten ergeben, da die Brennerdichtung 6 nicht mehr so häufig wie im Stand der Technik ausgewechselt werden muss. Zusätzlich ergibt sich durch die erfindungsgemäße Lösung des Vorsehens des Austrittslochs 21 am Endbereich 17a des Trichters 17 die Möglichkeit, einer vollständigen Kühlung des Trichters. Auch kann vermieden werden, dass am Trichter 17 zu heiße Bereiche sowohl an der Brennkammer gerichteten Seite als auch von der Brennkammer abgewandten Seite des Trichters auftreten.

[0057] Alternativ kann die vorliegende Erfindung auch durch die nachfolgenden Sätze beschrieben werden:

1. Brennerdichtung einer Gasturbine mit einem im

Wesentlichen rohrförmigen Grundkörper, welcher an einer Einströmseite eine ringförmige Einlaufippe (18) und an seiner Abströmseite einen Trichter (17) aufweist, wobei ein Innendurchmesser der Einströmseite größer ausgebildet ist, als ein Innendurchmesser einer axial vor dem Trichter angeordneten Dichtfläche (16), wobei um den Umfang verteilt in dem Grundkörper Kühlkanäle (22) ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle (22) jeweils in dem Grundkörper im Bereich der Dichtfläche (16) und des Trichters (17) ausgebildet sind und jeweils in einem axial nach außen weisenden Bereich des Trichters (17) in einem Austrittsloch (21) münden.

2. Brennerdichtung nach Satz 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle (22) jeweils ein Eintrittsloch (20) aufweisen, welches in einem Bereich des größeren Innendurchmessers des Grundkörpers angeordnet ist.

3. Brennerdichtung nach Satz 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle (22) jeweils ein Eintrittsloch (20) aufweisen, welches in dem Dichtbereich (16) angeordnet ist.

4. Brennerdichtung nach einem der Sätze 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Austrittsloch (21) zur Ausbildung eines Kühlluftfilms auf der Außenseite des Trichters (17) ausgestaltet ist.

5. Brennerdichtung nach einem der Sätze 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Austrittsloch (21) zur Ausbildung eines Kühlluftstroms in radial nach außen weisender Richtung aus dem Trichter (17) ausgestaltet ist.

6. Brennerdichtung nach einem der Sätze 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkanal (22) mit einem kreisförmigen, elliptischen, rautenförmigen und/oder tropfenförmigen Querschnitt versehen ist.

7. Brennerdichtung nach einem der Sätze 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Kühlkanals (22) über dessen Länge variabel ausgebildet ist.

8. Brennerdichtung nach einem der Sätze 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkanal (22) über seine Länge gekrümmt, gebogen und/oder geradlinig ausgebildet ist.

9. Brennerdichtung nach einem der Sätze 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Flächen des Eintrittslochs (20) und des Austrittslochs (21) jeweils gleich oder unterschiedlich bemessen sind.

10. Verfahren zur Herstellung einer Brennerdichtung (6) nach einem der Sätze 1 bis 9, wobei das Verfahren ein additives Verfahren ist.

Bezugszeichenliste:

[0058]

1	Brennkammerwand
2	Kopfplatte
3	Hitzeschild
4	Brennkammerkopf
5	Treibstoffdüse
6	Brennerdichtung
7	Schindel
8	Zumischloch
9	Kühlloch
10	Bolzen
11	Mutter
12	Prallkühlloch
13	Effusionskühlloch
14	Kühlloch
15	Kühlluftloch
16	Dichtfläche
17	Trichter
17a	äußerster Endbereich des Trichters
18	Einlaufflippe
19	Ringsteg
20	Eintrittsloch
21	Austrittsloch
22	Kühlkanal
23	Kavität
24	Mittelachse
25	Mittelachse der Brennerdichtung
α	Winkel zwischen Mittelachse 24 des Austrittslochs und Mittelachse 25 der Brennerdichtung
E	Fläche des äußersten Endbereichs 17a
101	Triebwerksmittelachse
110	Gasturbinentriebwerk / Kerntriebwerk
111	Lufteinlass
112	Fan
113	Mitteldruckkompressor (Verdichter)
114	Hochdruckkompressor
115	Brennkammer
116	Hochdruckturbine
117	Mitteldruckturbine
118	Niederdruckturbine
119	Abgasdüse
120	Leitschaufeln
121	Kerntriebwerksgehäuse
122	Kompressorlaufschaufeln
123	Leitschaufeln
124	Turbinenschaufeln
125	Kompressortrommel oder -scheibe
126	Turbinenrotornabe
127	Auslasskonus

Patentansprüche

1. Brennerdichtung einer Gasturbine mit einem im Wesentlichen rohrförmigen Grundkörper, welcher an einer Einströmseite eine ringförmige Einlaufflippe (18) und an seiner Abströmseite einen Trichter (17) aufweist, wobei ein Innendurchmesser der Einströmseite größer ausgebildet ist, als ein Innendurchmesser einer axial vor dem Trichter angeordneten Dichtfläche (16), wobei um den Umfang verteilt in dem Grundkörper Kühlkanäle (22) ausgebildet sind, wobei die Kühlkanäle (22) jeweils in dem Grundkörper im Bereich der Dichtfläche (16) und des Trichters (17) ausgebildet sind und jeweils in einem Endbereich (17a) des Trichters (17) in einem Austrittsloch (21) münden.
2. Brennerdichtung nach Anspruch 1, wobei das Austrittsloch (21) in einem äußersten Endbereich (17a) des Trichters mündet.
3. Brennerdichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei eine Mittelachse (24) des Austrittslochs (21) in einem Winkel (α) von 70° bis 90°, insbesondere 70° bis 80° und weiter insbesondere 75°, zur einer Mittelachse (25) der Brennerdichtung liegt.
4. Brennerdichtung nach Anspruch 1, wobei die Kühlkanäle (22) jeweils ein Eintrittsloch (20) aufweisen, welches in einem Bereich des größeren Innendurchmessers des Grundkörpers angeordnet ist.
5. Brennerdichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Kühlkanäle (22) jeweils ein Eintrittsloch (20) aufweisen, welches in dem Dichtbereich (16) angeordnet ist.
6. Brennerdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Kühlkanal (22) mit einem kreisförmigen, elliptischen, rautenförmigen und/oder tropfenförmigen Querschnitt versehen ist.
7. Brennerdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Querschnitt des Kühlkanals (22) über dessen Länge variabel ausgebildet ist.
8. Brennerdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Kühlkanal (22) über seine Länge gekrümmt, gebogen und/oder geradlinig ausgebildet ist.
9. Brennerdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Flächen des Eintrittslochs (20) und des Austrittslochs (21) jeweils gleich oder unterschiedlich bemessen sind.
10. Verfahren zur Herstellung einer Brennerdichtung (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Ver-

fahren ein additives Verfahren ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

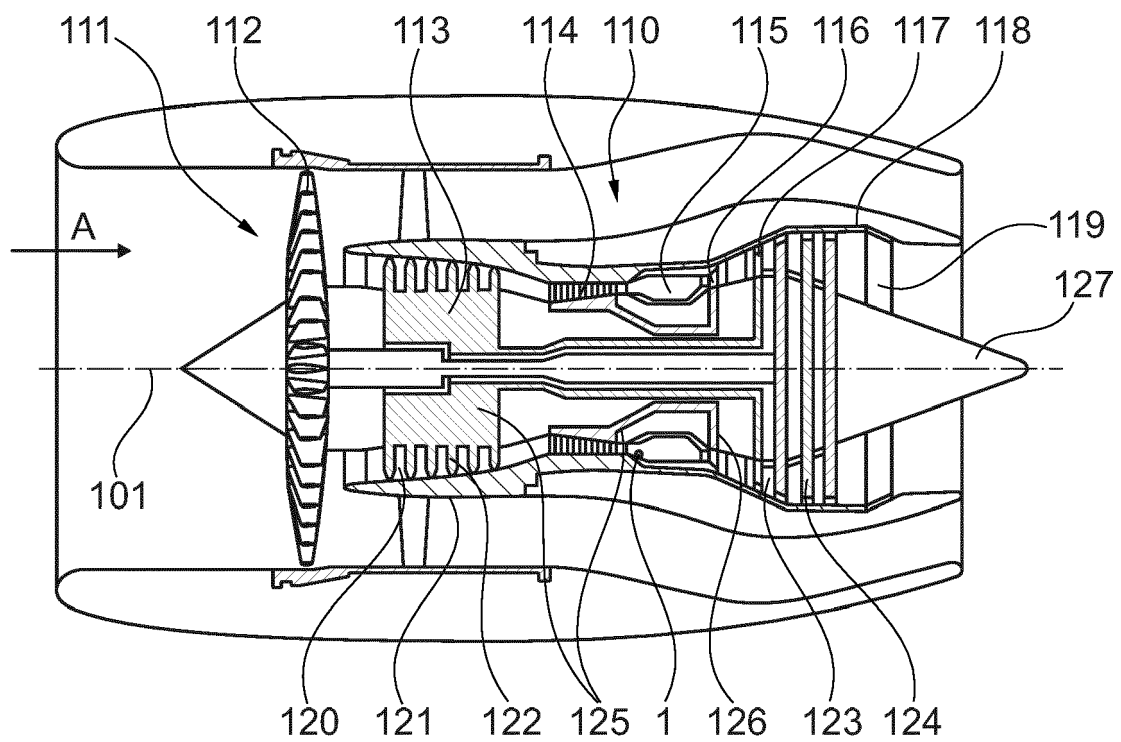
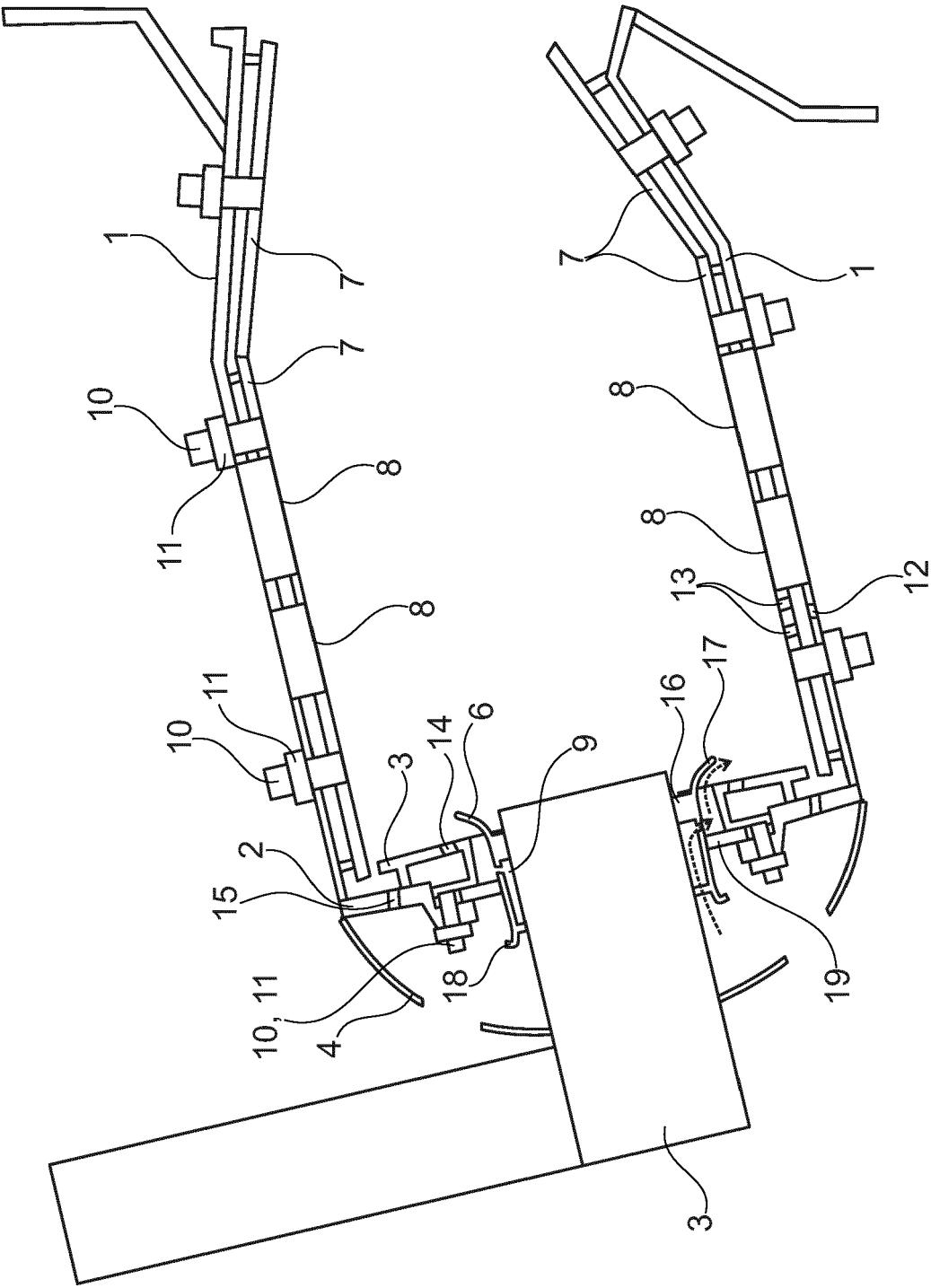
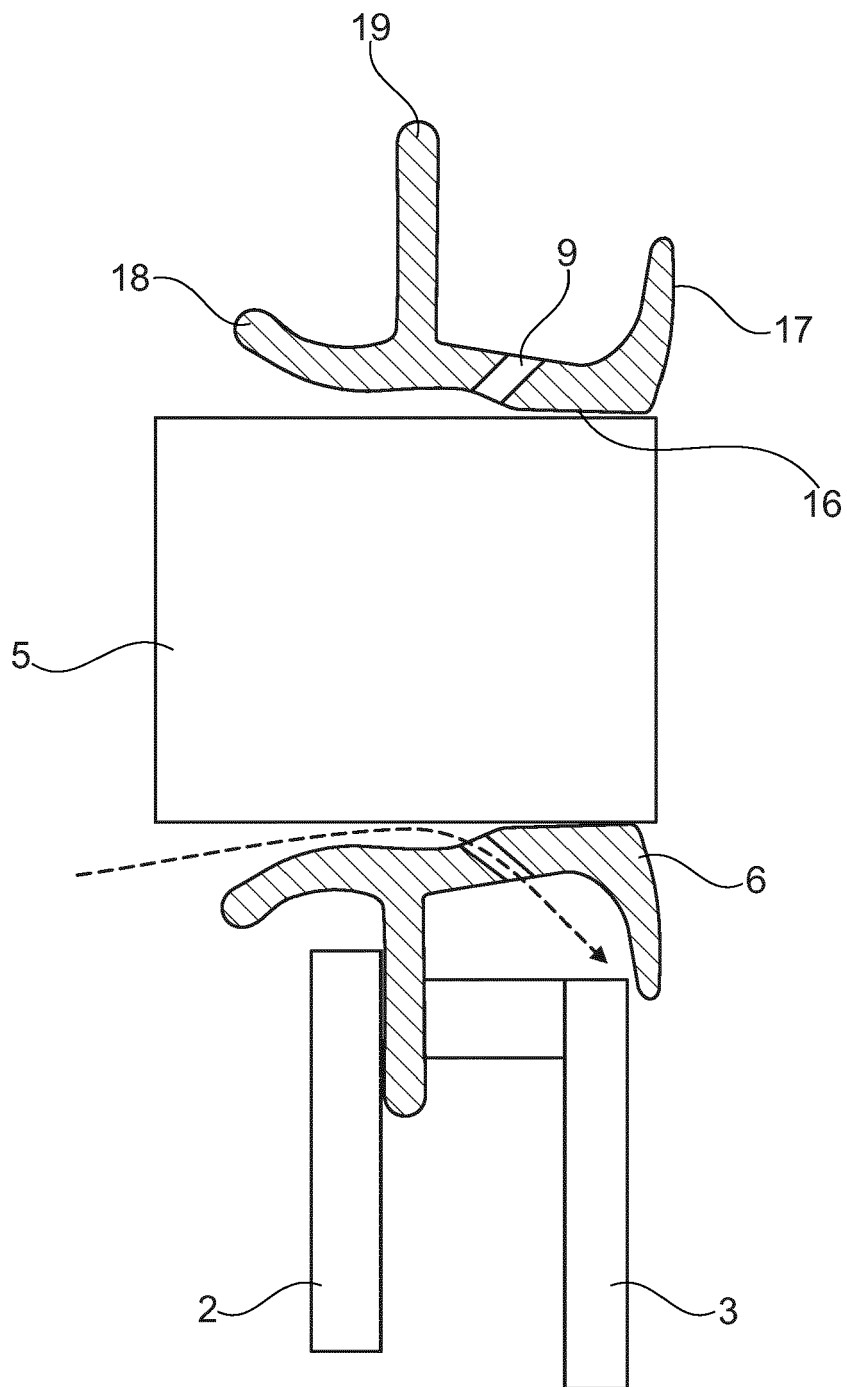


Fig. 1



Stand der Technik
Fig. 2



Stand der Technik
Fig. 3

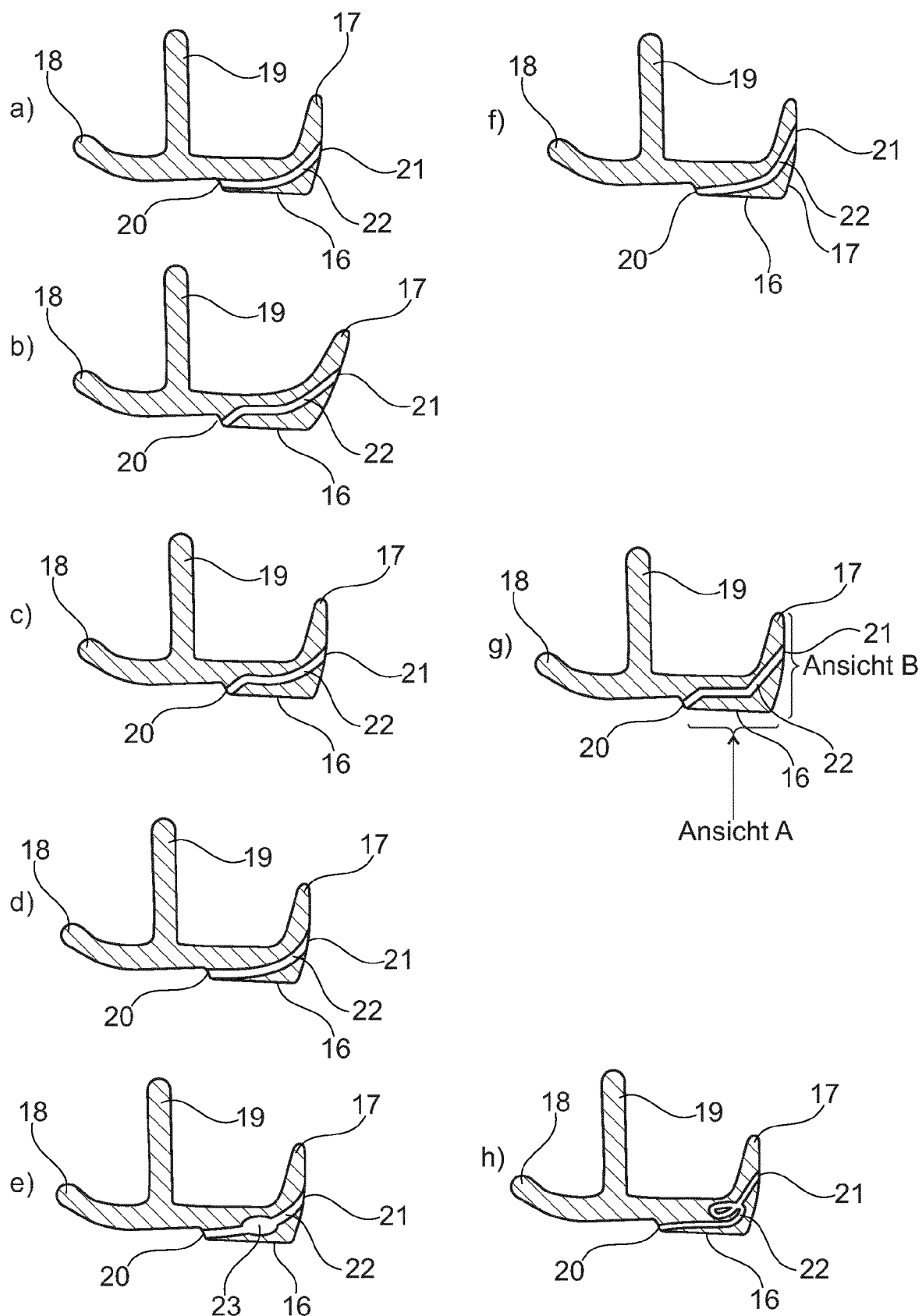


Fig. 4

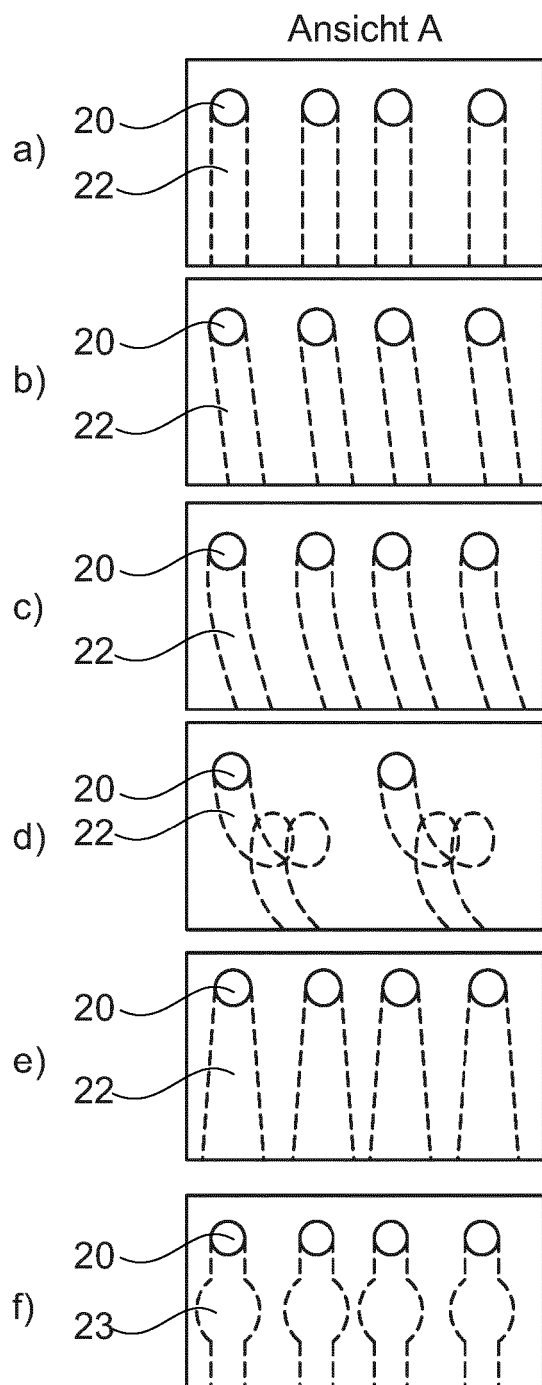


Fig. 5

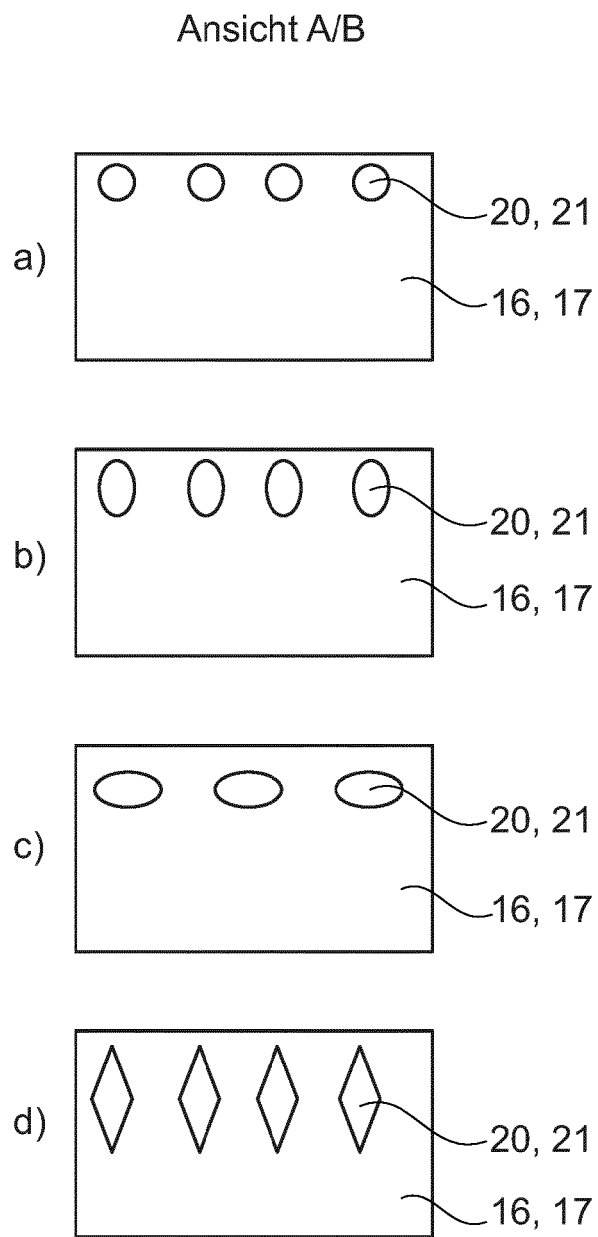


Fig. 6

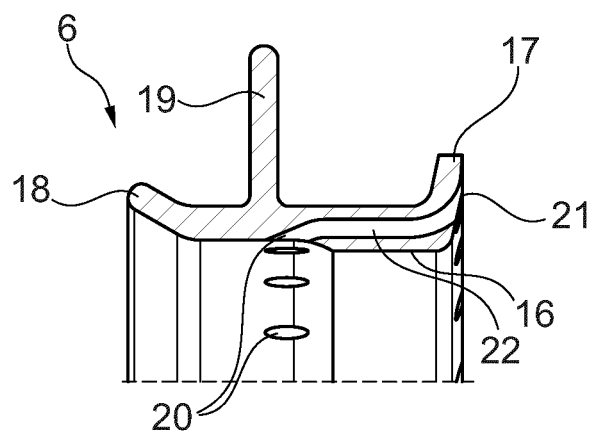


Fig. 7

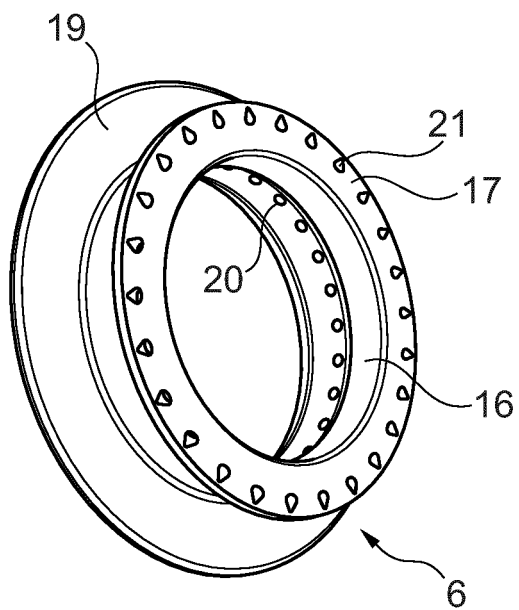


Fig. 8

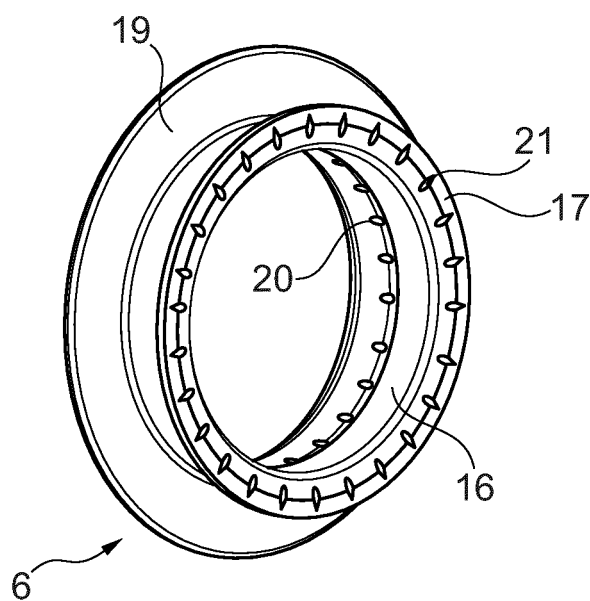


Fig. 9

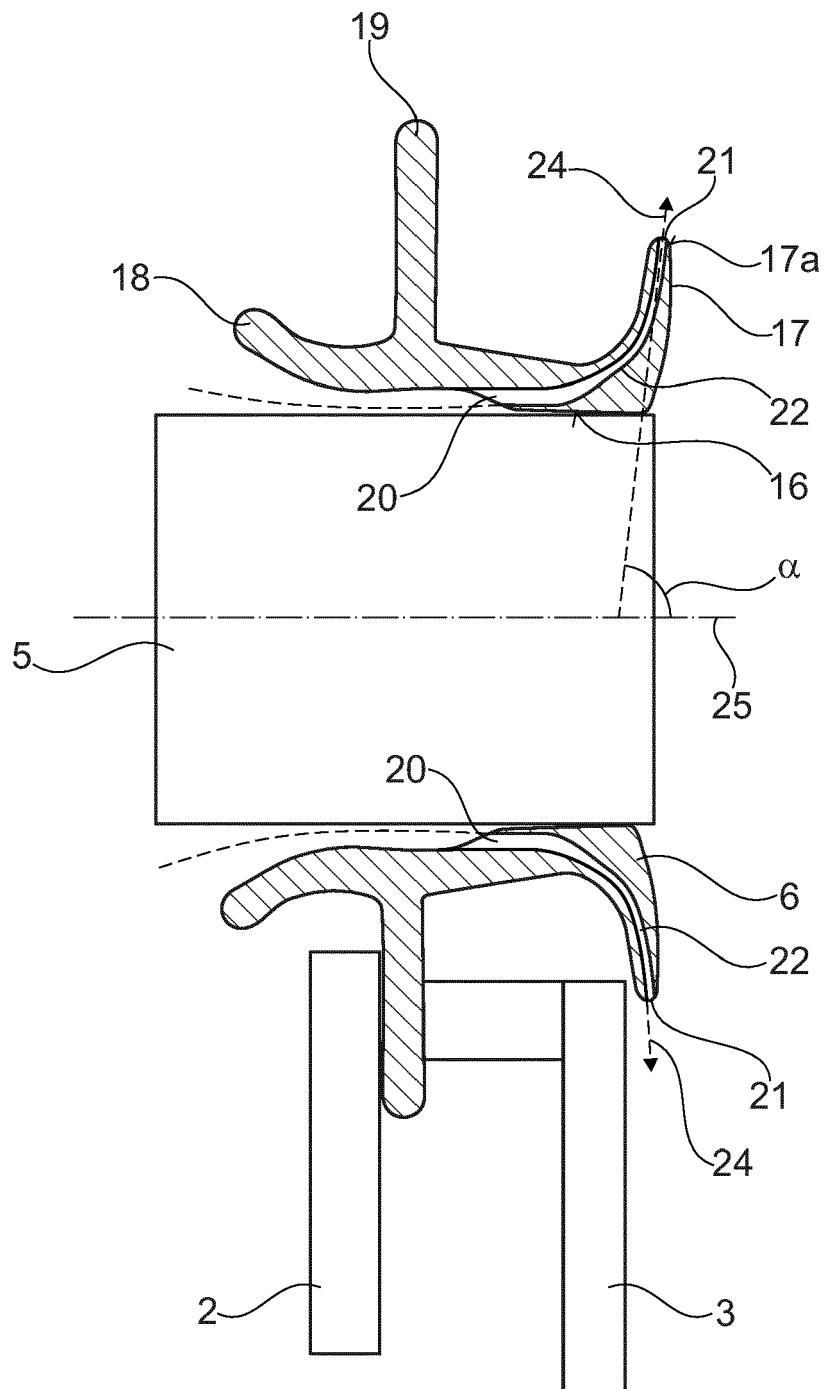


Fig. 10

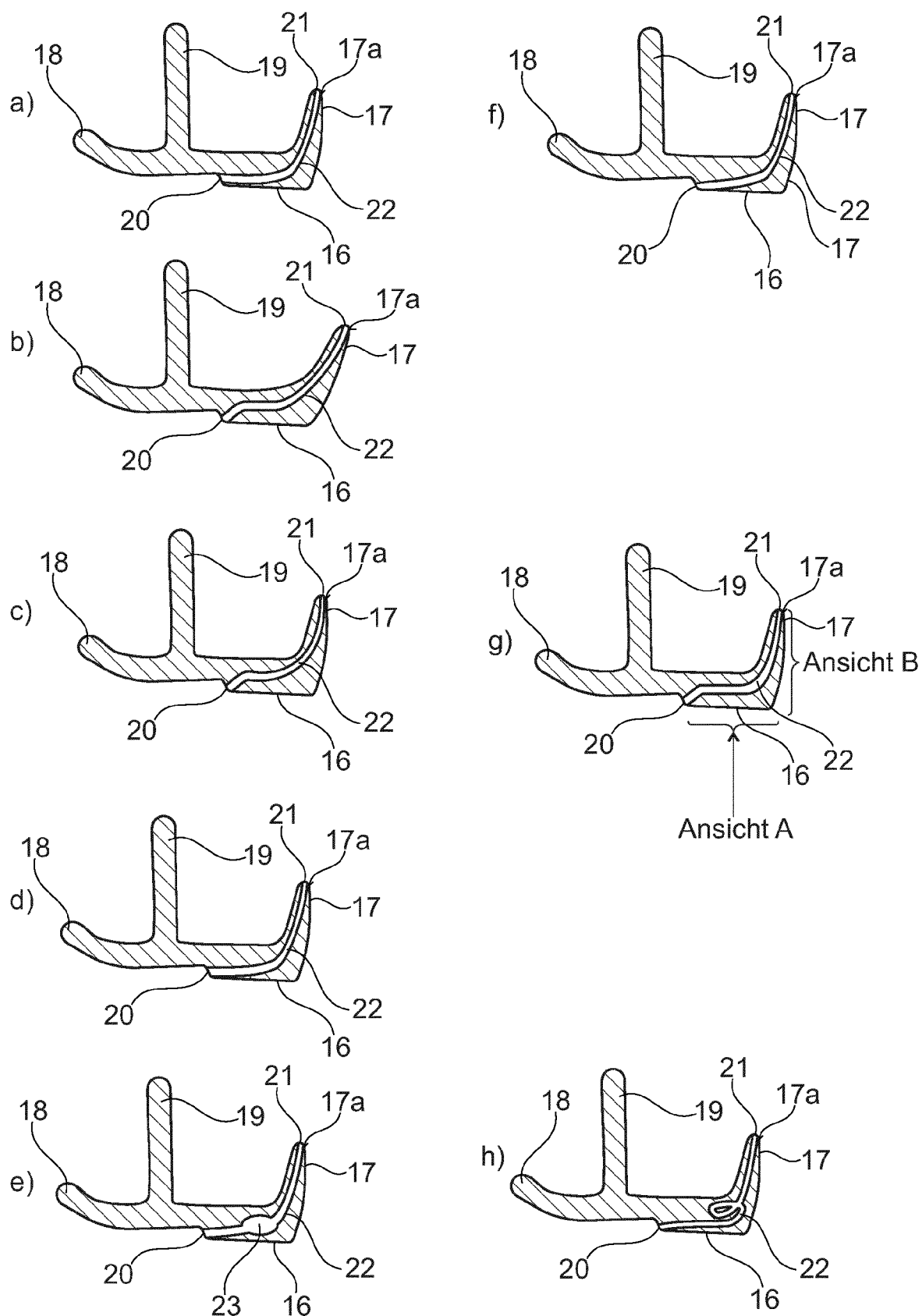


Fig. 11

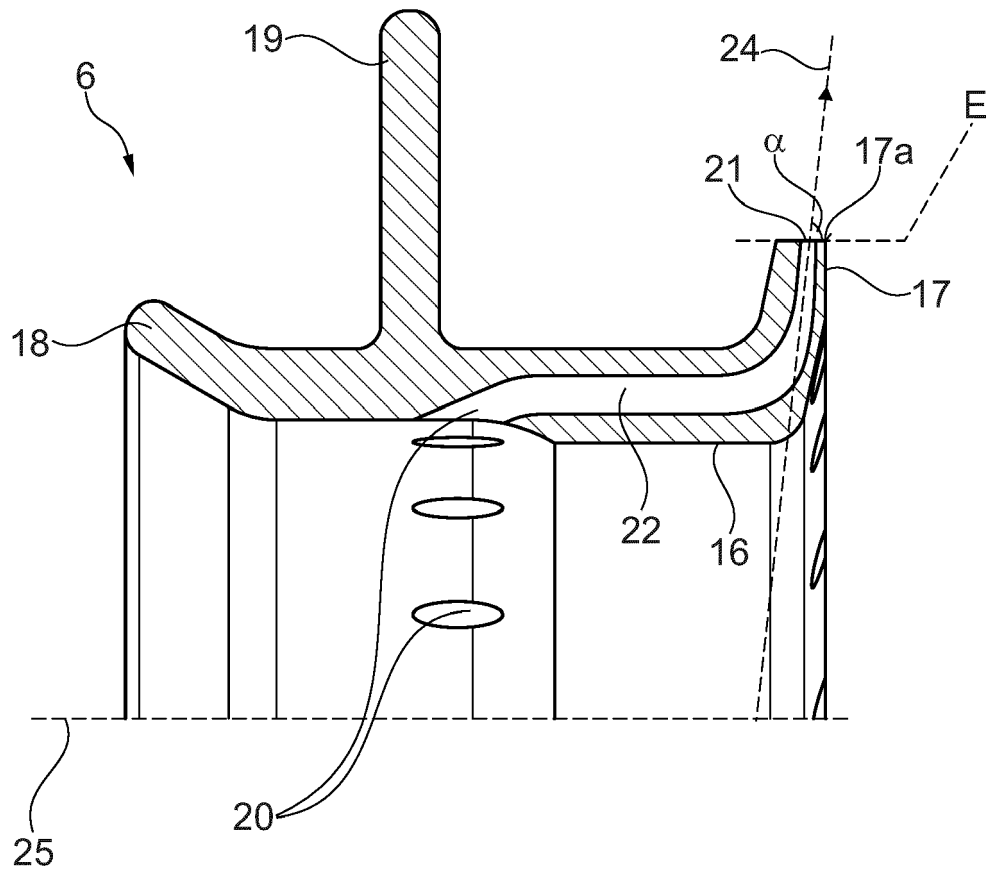


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 1073

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2015/260409 A1 (CLEMEN CARSTEN [DE] ET AL) 17. September 2015 (2015-09-17) * Abbildungen 5,6 * * Absatz [0036] *	1-10	INV. F23R3/10 F23R3/28
A	US 2008/236169 A1 (HAWIE EDUARDO [CA] ET AL) 2. Oktober 2008 (2008-10-02) * Abbildung 2 * * Absatz [0016] *	1-10	
A	DE 195 08 111 A1 (BMW ROLLS ROYCE GMBH [DE]) 12. September 1996 (1996-09-12) * Spalte 1, Zeile 57; Abbildung 1 *	1-10	
A	US 2014/367494 A1 (DONOVAN MATTHEW RAYMOND [US]) 18. Dezember 2014 (2014-12-18) * Zusammenfassung *	10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23R F23D F02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. März 2018	Prüfer Christen, Jérôme
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

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

EP 17 20 1073

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.

23-03-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2015260409 A1	17-09-2015	DE 102014204468 A1 US 2015260409 A1	01-10-2015 17-09-2015
15	US 2008236169 A1	02-10-2008	CA 2625531 A1 US 2008236169 A1	30-09-2008 02-10-2008
20	DE 19508111 A1	12-09-1996	CA 2214691 A1 DE 19508111 A1 EP 0813669 A1 US 5894732 A WO 9627765 A1	12-09-1996 12-09-1996 29-12-1997 20-04-1999 12-09-1996
25	US 2014367494 A1	18-12-2014	KEINE	
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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