



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.08.2014 Patentblatt 2014/35

(51) Int Cl.:
F23R 3/00 (2006.01) F23R 3/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14156300.7**

(22) Anmeldetag: **24.02.2014**

(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

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

(72) Erfinder: **Gerendas, Dr.-Ing. Miklós**
15838 Am Mellensee (DE)

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

(30) Priorität: **26.02.2013 DE 102013003444**

(54) **Prall-effusionsgekühlte Schindel einer Gasturbinenbrennkammer mit verlängerten Effusionsbohrungen**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbinenbrennkammer mit einer einen Schindelträger (109) umfassenden Brennkammerwand, an welcher zur Ausbildung eines Prallkühlspalts (114) in einem Abstand Schindeln (110) gelagert sind, wobei der Schindelträger (109) Prallkühlbohrer (108) aufweist und die Schindel

(110) mit Effusionslöchern (111) versehen ist, wobei die Schindel (110) an ihrer dem Schindelträger (109) zugewandten Seite mit einer Oberflächenstruktur (117) versehen ist, welche sich von der Oberfläche der Schindel (110) erhaben in Richtung des Schindelträgers (109) erstreckt.

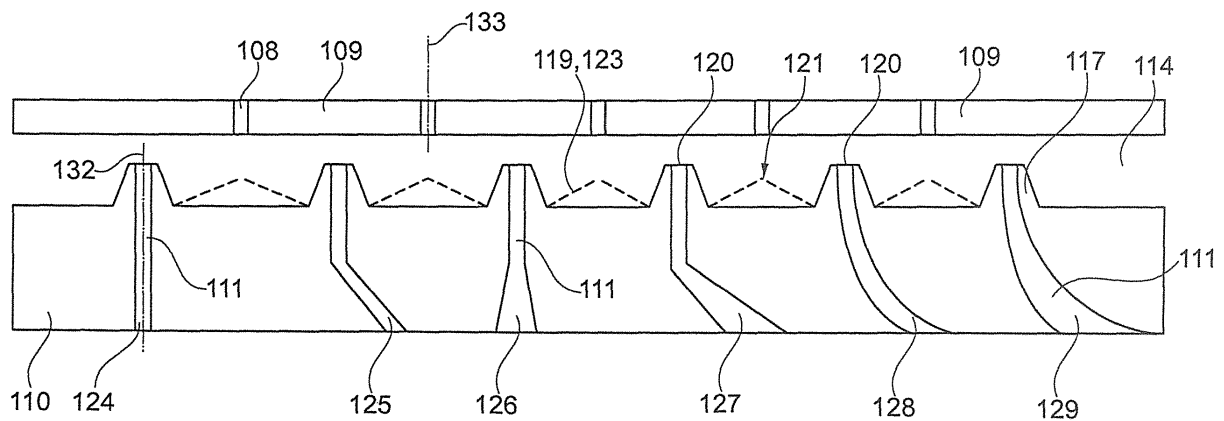


Fig. 6

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbinenbrennkammer gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf eine Gasturbinenbrennkammer mit einer Brennkammerwand. An der Brennkammerwand bzw. an einem an dieser vorgesehenen Schindelträger sind eine Vielzahl von Schindeln gelagert. Zur Kühlung der Schindeln und der Brennkammerwand ist der Schindelträger mit Prallkühlöchern versehen, durch welche Kühlluft durchgeleitet wird, welche auf die in einem Abstand zum Schindelträger angeordnete Wandung oder Oberfläche der Schindel auftrifft. Die Luft wird anschließend durch Effusionslöcher der Schindel durchgeleitet, um eine Kühlung der Oberfläche der Schindel zu bewirken.

[0003] Der Stand der Technik zeigt unterschiedliche Kühlkonzepte zur Kühlung der Schindeln der Brennkammer. Im Einzelnen zeigt der Stand der Technik beispielhaft folgende Lösungen:

[0004] Die WO 92/16798 A1 beschreibt den Aufbau einer Gasturbinenbrennkammer durch mit Stehbolzen befestigte, metallische Schindeln, welche durch die Kombination von Prall- und Effusionskühlung zu einer recht effektiven Kühlwirkung führt und somit die Reduktion des Kühlluftverbrauchs erlaubt. Allerdings wird der Druckverlust, welcher über die Wand hinweg existiert, auf zwei Drosselstellen verteilt, den Schindelträger und die Schindel selbst. Zur Vermeidung von Randleckagen wird meist der größere Anteil des Druckverlustes über den Schindelträger erzeugt, so dass die Kühlluft weniger Veranlassung hat, an der Effusionsschindel vorbeizufließen.

[0005] Die GB 2 087 065 A offenbart eine Prallkühlkonfiguration mit einer bestifteten bzw. berippten Schindel, wobei jeder einzelne Prallkühlstrahl von einem stromauf liegenden Stift bzw. Rippe auf der Schindel vor der Querströmung geschützt wird. Des Weiteren erhöhen die Stifte bzw. Rippen die zur Wärmeübertragung zur Verfügung stehende Fläche.

[0006] Die GB 2 360 086 A zeigt eine Prallkühlkonfiguration mit hexagonalen Rippen und zum Teil zusätzlichen zentral innerhalb der hexagonalen Rippen angelegten Prismen zur Erhöhung des Wärmeübergangs.

[0007] Die WO 95/25932 A1 offenbart eine Brennkammerwand, bei der auf der Kühlluftseite Rippen vorgesehen sind, in die die Effusionsbohrungen unter einem flachen Winkel eingebracht werden.

[0008] Die US 6,408,620 A beschreibt eine Brennkammerwand, welche mit bestifteten Schindeln ausgestattet ist, in die zusätzlich Effusionslöcher in einem geringen Winkel zur Oberfläche eingebracht sind.

[0009] Die US 5,000,005 A zeigt ein Hitzeschild für eine Brennkammer, welche Kühlungsöffnungen ausweist, die in einem flachen Winkel zur Oberfläche ausgeführt sind und sich in Strömungsrichtung erweitern.

[0010] Die WO 92/16798 A1 nutzt nur eine ebene Fläche

als Ziel der Prallkühlung. Eine Anbringung von Rippen würde außer der einfachen Erhöhung der Fläche wenig bringen, da die Rippen, wie sie zum Beispiel in GB 2 360 086 A gezeigt sind, eine Überströmung benötigen, um wirksam zu werden. Durch die Deckungsgleichheit von Prallkühlzuführung und Abführung der Luft durch die Effusionsbohrungen ergibt sich allerdings keine nennenswerte Geschwindigkeit bei der Oberströmung der Rippen. Zum Teil wird die Druckdifferenz über die Schindel durch den Brennerdrall so vermindert, dass keine effektive Durchströmung der Effusionslöcher mehr stattfindet oder sogar Heißgaseinbruch in die Prallkühlkammer der Schindel droht.

[0011] Filmkühlung ist die effektivste Möglichkeit, die Wandtemperatur zu senken, da das Bauteil durch den isolierenden Kühlfilm vor der Übertragung von Wärme aus dem Heißgas geschützt wird, statt bereits eingekoppelte Wärme durch andere Methoden im Nachhinein wieder zu entfernen. GB 2 087 065 A und GB 360 086 A enthalten keine technische Lehre zur Erneuerung des Kühlfilms auf der Heißgasseite innerhalb der Erstreckung der Schindel. Die Schindel muss jeweils in Strömungsrichtung so kurz ausgeführt werden, dass der von der stromauf liegenden Schindel erzeugte Kühlfilm über die gesamte Länge der Schindel trägt. Dies erzwingt eine Vielzahl von Schindeln entlang der Brennkammerwand und erlaubt nicht, diese Strecke mit einer einzigen Schindel abzudecken.

[0012] Bei der GB 2 087 065 A strömt die Luft als geschichtete Strömung entlang eines durchgehenden geraden Kanals, was die Grenzschicht schnell wachsen lässt und somit den Wärmeübergang trotz des Aufwandes schnell vermindert.

[0013] Eine technische Lehre zur Abführung der verbrauchten Luft wird in der GB 2 360 086 A nicht gegeben. Somit ist auch diese Anordnung nur für kleine Schindeln geeignet. Bei größeren Schindeln würde die Querströmung zu stark und die Wirkung der Prallkühlung würde durch die Ablenkung des Prallkühlstrahls vermindert.

[0014] Die WO 95/25932 A1 beschreibt eine einwandige Brennkammerkonstruktion, bei der auf der Kühlluftseite keine Prallkühlung, sondern nur Konvektionskühlung stattfindet.

[0015] Die US 6,408,628 A zeigt eine Brennkammerwand, bei der die Druckdifferenz über die Schindel weder für eine konvektive Kühlung voll optimiert werden kann, da diese eine große Druckdifferenz bevorzugen, noch für die Effusionskühlung, da diese zur Verbesserung der Filmkühlung eine kleine Druckdifferenz bevorzugen.

[0016] Die US 5,000,005 A bezieht sich auf einen Hitzeschild für eine Brennkammer, welcher mit sich in Strömungsrichtung erweiternden Kühlungsöffnungen versehen ist, ohne auf die geometrische Beziehung von Prallkühlöchern und diffusiven Effusionslöchern einzugehen.

[0017] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbinenbrennkammer sowie eine Brennkammer-schindel zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit eine hocheffi-

ziente Kühlung ermöglichen.

[0018] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen.

[0019] Erfindungsgemäß ist somit eine Konstruktion vorgesehen, bei welcher Schindeln mit einem Abstand an einem Schindelträger gelagert sind. Die Schindeln können beispielsweise mittels Gewindebolzen oder ähnlichem befestigt sein. Der Schindelträger weist Prallkühlöffnungen auf, durch welche die Kühlluft durchgeleitet wird, um auf die der Brennkammer abgewandte und dem Schindelträger zugewandte Seite der Schindel aufzutreffen. Hierdurch wird die Schindel gekühlt. Die Schindeln weisen Effusionslöcher auf, durch welche die Luft aus dem Zwischenraum zwischen dem Schindelträger und der Schindel (Prallkühlspalt) austreten kann. Die durch die Effusionslöcher austretende Luft dient der Filmkühlung der Schindel. Um einen verbesserten Wärmeübergang im Bereich der Schindel vorzusehen, und um die Effusionslöcher mit hohem Wirkungsgrad auszubilden, ist vorgesehen, dass die Eintrittsöffnungen der Effusionslöcher auf erhabenen Bereichen einer Oberflächenstruktur der Schindel ausgebildet sind. Die Schindel weist somit eine Oberflächenstruktur auf, welche rippenförmig sein kann. Es ist jedoch auch möglich, die Oberflächenstruktur in Form singulärer Erhebungen oder in ähnlicher Weise auszubilden. Wichtig ist im Rahmen der Erfindung, dass die Eintrittsöffnungen der Effusionslöcher einen Abstand zur Oberfläche der Schindel aufweisen und somit näher an der Oberfläche des Schindelträgers angeordnet sind. Dies führt zu günstigeren Strömungsverhältnissen und zu einem besseren Wärmeübergang.

[0020] In besonders günstiger Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Eintrittsöffnung einen Abstand zur Oberfläche des Schindelträgers aufweist, welcher 0,5 bis 1,5 des Durchmessers der Eintrittsöffnung beträgt. Dies führt zu einer besonders effizienten Luftführung und Einströmung in die Eintrittsöffnung des jeweiligen Effusionslochs.

[0021] Die zentrische Achse der Eintrittsöffnungen und damit die zentrische Achse des zumindest ersten Bereichs des Effusionslochs ist bevorzugterweise im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche des Schindelträgers angeordnet und/oder bevorzugt parallel zur zentrischen Achse des Prallkühllochs orientiert. Dies führt zu einer verbesserten Strömungsführung.

[0022] Eine weitere Maßnahme, um die Einströmung in die Eintrittsöffnungen auch während des Betriebes mit thermisch bedingtem Verzug sicherzustellen, liegt darin, angrenzend zu der Eintrittsöffnung zumindest einen Abstandhalter vorzusehen. Dieser verhindert bei thermischem Verzug, dass die Effusionsbohrung durch den Schindelträger verschlossen werden kann. Dieser Abstandhalter kann die Eintrittsöffnung auch teilweise umschließen. Er kann auch so ausgebildet sein, dass er zur Ausbildung eines Dralls der in die Eintrittsöffnung einströmenden Luft ausgestaltet ist.

[0023] Das Effusionsloch kann gerade oder gebogen oder teils gerade und teils gebogen ausgebildet sein. Es kann mit einem konstanten oder mit einem sich erweiternden Querschnitt versehen sein.

[0024] Weiterhin ist es möglich, die Oberflächenstruktur in Form von Zellen auszubilden, die dreieckig, viereckig oder polygonal ausgestaltet sind. Die Oberflächenstruktur kann auch in Form einer kreisförmigen Vertiefung vorgesehen sein. Dies führt dazu, dass die Prallkühlstrahlen der aus den Prallkühlöffnungen austretenden Luftstrahlen in die Mitte dieser Zellen oder Vertiefungen geleitet werden können, um die Strömungsverhältnisse zu verbessern. Hierzu kann auch vorgesehen sein, innerhalb dieser Zellen ein Prisma oder eine ähnliche Ausgestaltung vorzusehen, um die Luft gleichmäßig zu verteilen.

[0025] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Gasturbinentriebwerks gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht einer Gasturbinenbrennkammer gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3 eine vereinfachte Seiten-Schnittansicht einer Schindelträger-Schindel-Konstruktion gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 4 eine vereinfachte Seiten-Schnittansicht einer Schindel gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 5 eine Draufsicht auf eine Schindel gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 6 eine Seitenansicht, analog Fig. 3, einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung,

Fig. 7 eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 8 eine weitere Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel einer Schindel, analog Fig. 7,

Fig. 9 eine Detail-Seitenansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Schindel, und

Fig. 10 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels analog Fig. 9.

[0026] Das Gasturbinentriebwerk 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 Luft-

einlass 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.

[0027] Der Zwischendruckkompressor 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 Triebwerksgehäuse 21 in einem ringförmigen Strömungskanal durch die Kompressoren 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.

[0028] 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 Turbinenschaufeln 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 Turbinenlaufschaufeln 24 drehen sich im Betrieb um die Triebwerksachse 1.

[0029] Die Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung einen Querschnitt einer Gasturbinenbrennkammer gemäß dem Stand der Technik. Dabei sind schematisch Kompressorauflaufschaufeln 101 sowie ein Brennkammeraußengehäuse 102 und ein Brennkammerinnengehäuse 103 dargestellt. Das Bezugszeichen 104 bezeichnet einen Brenner mit Arm und Kopf, das Bezugszeichen 105 bezeichnet einen Brennkammerkopf, an welchem sich eine Brennkammerwand 106 anschließt, durch welche die Strömung zu Turbineneinlassschaufeln 107 geleitet wird.

[0030] Die Fig. 3 zeigt den Aufbau einer aus dem Stand der Technik bekannten Konstruktion. Dabei ist in Schnittansicht ein Schindelträger 109 gezeigt, welcher identisch mit der Brennkammerwand 106 sein kann oder als separates Bauteil ausgebildet sein kann. Der Schindelträger 109 ist mit einer Vielzahl von Prallkühlöchern 108 versehen, deren Achsen 133 senkrecht zur Mittelebene bzw. zu den Oberflächen des plattenförmigen Schindelträgers 109 angeordnet sind. Durch die Prallkühlöcher 108 strömt Kühlluft in einen Prallkühlspalt 114 ein. Dieser ist durch die beabstandete Anordnung einer Schindel 110 ausgebildet. Die Schindel 110 ist mittels Gewindebolzen 115 und Muttern 131 befestigt. Die Schindel 110 weist weiterhin Effusionslöcher 111 auf, durch welche die Kühlluft zur Kühlung der Oberfläche mittels eines Kühlfilms ausströmt. Das Bezugszeichen 112 bezeichnet den Kühlluftstrom, während das Bezugszeichen 113

den Heißgasstrom zeigt.

[0031] Die Fig. 4 zeigt eine weitere Darstellung einer Schindel gemäß dem Stand der Technik. Dabei weist diese an ihrer dem Schindelträger zugewandten Seite eine Oberflächenstruktur 116 und 117 auf, welche in Form von Rippen oder singulären Erhebungen ausgebildet sein kann. Zusätzlich sind Prismen 119 ausgebildet, um die austretende Kühlluft zu verteilen. Die Oberflächenstruktur kann auch durch Vertiefungen 118 ausgebildet sein.

[0032] Die Fig. 5 zeigt eine schematische Draufsicht, analog Fig. 4. Dabei ergibt sich, dass die Effusionslöcher 111 eine Eintrittsöffnung 120 aufweisen, durch welche die Kühlluft einströmt. Aus der Fig. 5 ist ersichtlich, dass die Eintrittsöffnungen beim Stand der Technik an den Flanken des Prismas 119 oder im Bereich der Vertiefung 118 angeordnet sind.

[0033] Die Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Schindelträger 109 weist, wie beim Stand der Technik, mehrere Prallkühlöcher 108 auf. Diese sind so angeordnet, dass sie bevorzugt auf die Spitzen 121 der Prismen 119 auftreffen. Erfindungsgemäß sind die Eintrittsöffnungen 120 der Effusionslöcher 111 auf den erhabenen Bereichen der Oberflächenstruktur 116, 117 ausgebildet. Diese erhabenen Bereiche können, wie aus dem Stand der Technik bekannt, in Form von Rippen oder singulären Erhebungen ausgebildet sein.

[0034] Die Fig. 6 zeigt weiterhin, dass die Effusionslöcher 111 gerade oder abgewinkelt ausgebildet sein können. Der Querschnitt kann konstant bleiben oder sich erweitern. Es ist auch möglich, die Effusionslöcher 111 gebogen auszubilden. Die rechte Bildhälfte der Fig. 6 zeigt einen vergrößerten gebogenen Querschnitt 129, daneben einen konstanten gebogenen Querschnitt 128. Der Querschnitt 127 ist abschnittsweise gerade und vergrößernd ausgebildet. Im Gegensatz hierzu ist der Querschnitt 126 gerade ausgebildet und erweitert sich in dem zweiten Teilbereich. Der Querschnitt 125 ist abgewinkelt ausgebildet und weist jeweils einen konstanten Querschnitt auf. Der Querschnitt 124 ist gerade ausgebildet und hat einen konstanten Querschnitt. Das Bezugszeichen 132 zeigt die zentrische Achse der Eintrittsöffnung 120 bzw. des angrenzenden Bereichs des Effusionslochs 111.

[0035] Die Fig. 7 und 8 zeigen jeweils Draufsichten auf Ausgestaltungsvarianten. Dabei ergibt sich, dass die Eintrittsöffnungen 120 jeweils auf den erhabenen Bereichen der Oberflächenstrukturen 116, 117 bzw. angrenzend an Vertiefungen 118 angeordnet sind. Das Bezugszeichen 122 zeigt eine hexagonale Struktur oder Zelle, das Bezugszeichen 123 zeigt ein Prisma.

[0036] Die Fig. 9 und 10 zeigen jeweils vergrößerte Seitendarstellungen weiterer Ausführungsbeispiele, bei denen angrenzend an die Eintrittsöffnung 120 Abstandshalter 130 vorgesehen sind. Diese können, wie insbesondere in Fig. 10 dargestellt, zur Ausbildung eines Dralls vorgesehen sein.

[0037] Nachfolgend werden nochmals die wichtigsten

Aspekte der vorliegenden Erfindung zusammengefasst, wobei dies mit Bezug auf die Ausführungsbeispiele, nicht jedoch beschränkend hinsichtlich der Ausführungsbeispiele erfolgt:

[0038] Prall-effusionsgekühlte Schindeln 110 werden mit einer Oberflächenstruktur 116, 117, zum Beispiel durch hexagonale Rippen oder andere mehreckige Formen oder Stifte, ausgestattet, wobei die verbrauchte Luft durch Effusionslöcher 111 aus dem Prallkühlpalt 114 abgeführt wird, wobei:

- a.) sich die Eintrittsöffnungen 120 der Effusionslöcher 111 auf dem erhabenen Teil der Oberflächenstruktur 116, 117 befinden, der sich nahe am Schindelträger 109 befindet, somit die Eintrittsöffnung bis auf 0,5 bis 1,5 mal dem Durchmesser der Eintrittsöffnung 120 der Effusionsbohrung 111 an den Schindelträger 109 herangeführt sind, und
- b.) die Achse der Eintrittsöffnung 120 der Effusionslöcher 111 im Wesentlichen parallel zur Richtung der Prallkühlöffnungen 109 ausgerichtet ist und damit im wesentlichen senkrecht zum Schindelträger 109, durch welchen die Prallkühlöffnungen 109 gebohrt sind, und
- c.) zusätzlich Abstandhalter 130 so um die Eintrittsfläche 120 angeformt sind, so dass die Eintrittsöffnung auch bei betriebsbedingter Deformation nicht blockiert werden kann.

[0039] Die Effusionslöcher 111 können einen konstanten 124, 125, 128 oder einen sich in Strömungsrichtung vergrößernden Querschnitt 126, 127, 129 aufweisen. Die Effusionslöcher können eine durchgehend gerade Achse 124, 126, eine abschnittsweise gerade Achse 125, 127 oder eine bogenförmige Achse 28, 29 haben. Vorzugsweise wird der erweiterte Austrittsquerschnitt in einem geringeren Winkel als 90° zur Oberfläche ausgeführt.

[0040] Die Abstandhalter 130 befinden sich toleranzbedingt im Normalfall nicht im Kontakt mit dem Schindelträger, da sie sonst je nach Toleranzlage länger sein könnten als der Schindelrand hoch, und sie somit für eine Erhöhung der Randleckage sorgen könnten.

[0041] Die Abstandhalter 130 können zusätzlich so ausgeführt sein, dass sie die in das Effusionsloch 111 hineinströmende Luft vor der Eintrittsöffnung 120 mit einem Drall versehen.

[0042] Durch die Verdrallung der Luft vor dem Eintritt in das Effusionsloch 111 wird der Wärmeübergang in dem Effusionsloch 111 erhöht.

[0043] Die Oberflächenstruktur 116, 117 kann in Form von hexagonalen Rippen ausgebildet sein, diese können mit einem Prisma 119, 123 gefüllt sein, so dass die Spitze 121 des Prismas 119, 123 auf dem Niveau der Rippen oder darüber bzw. darunter liegt.

[0044] Die Oberflächenstruktur 116, 117 kann aus drei-, vier- oder anderen mehreckigen Zellen 122 gebildet werden. Die Oberflächenstruktur kann auch aus kreisförmigen Vertiefungen 118 bestehen. So treffen die Prallkühlstrahlen im Wesentlichen in der Mitte der meh-

reckigen Zelle bzw. am tiefsten Punkt der kreisförmigen Vertiefung auf die Schindel 110.

[0045] Auf der heißgaszugewandten Seite kann die Schindel 110 eine Wärmedämmschicht aus keramischem Material aufweisen.

[0046] Die Prallkühlöffnungen 108 können in axialer und/oder Umfangsrichtung im Durchmesser variieren, ebenso wie die Effusionslöcher 111 und die Dimensionen der Oberflächenstruktur 116, 117.

[0047] Die Prallkühlöffnungen 108 sind im Wesentlichen senkrecht zur Prallkühlfläche und den Hauptströmungsrichtungen von Kühlluft 112 und Heißgas 113 ausgerichtet.

[0048] Durch die Platzierung der Eintrittsöffnung 120 der Effusionslöcher 111 auf den erhabenen Stellen der Oberflächenstruktur 116, 117 erhöht sich die Länge der Effusionslöcher 111 und damit ihre Gesamtoberfläche und auch die übertragene Wärmemenge.

[0049] Wird die Summe der Effusionslochflächen groß gegenüber der Summe der Prallkühl-eintrittsflächen gewählt, genügt eine einfache senkrechte Bohrung.

[0050] Soll die Summe der Flächen der Eintrittsöffnungen 120 der Effusionslöcher 111 geringer ausfallen, kann man durch die Krümmung der Achse 132 oder durch die Erweiterung des Strömungskanals (oder beides) die wandnormale Geschwindigkeit der ausströmenden Luft vermindern und erhält trotz der kleinen Eintrittsfläche 120 des Effusionsloches 111 eine gute Filmkühlwirkung.

[0051] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebene Kombination zwischen Schindelträger und Schindel beschränkt, sondern bezieht sich auch auf eine Brennkammerschindel als solche.

Bezugszeichenliste

[0052]

- | | |
|----|--------------------------------------|
| 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 Triebwerksgehäuse
 22 Kompressorlaufschaufeln
 23 Leitschaufeln
 24 Turbinenschaufeln
 26 Kompressortrommel oder -Scheibe
 27 Turbinenrotornabe
 28 Auslasskonus
 101 Kompressorauflassschaufel
 102 Brennkammeraußengehäuse
 103 Brennkammerinnengehäuse
 104 Brenner mit Arm und Kopf
 105 Brennkammerkopf
 106 Brennkammerwand
 107 Turbineneinlassschaufel
 108 Prallkühlloch
 109 Schindelträger
 110 Schindel
 111 Effusionsloch
 112 Kühlluftstrom
 113 Heißgasstrom
 114 Prallkühlspalt
 115 Gewindebolzen
 116 Oberflächenstruktur
 117 Oberflächenstruktur
 118 Vertiefung
 119 Prisma
 120 Eintrittsöffnung
 121 Spitze des Prismas

122 hexagonale Struktur/Zelle
 123 Prisma
 5 124 gerade Achse, konstanter Querschnitt
 125 abschnittsweise gerade Achse, konstanter Querschnitt
 10 126 vergrößernder Querschnitt, gerade Achse
 127 abschnittsweise gerade Achse, vergrößernder Querschnitt
 15 128 konstanter Querschnitt
 129 vergrößernder Querschnitt
 130 Abstandshalter
 20 131 Mutter
 132 Achse der Eintrittsöffnung 120
 25 133 Achse des Prallkühllochs 108

Patentansprüche

- 30 1. Gasturbinenbrennkammer mit einer einen Schindelträger (109) umfassenden Brennkammerwand (106), an welcher zur Ausbildung eines Prallkühlspalts (114) in einem Abstand Schindeln (110) gelagert sind, wobei der Schindelträger (109) Prallkühl-
 35 löcher (108) aufweist und die Schindel (108) mit Effusionslöchern (111) versehen ist, wobei die Schindel (110) an ihrer dem Schindelträger (109) zugewandten Seite mit einer Oberflächenstruktur (116, 117) versehen ist, welche sich von der Oberfläche
 40 der Schindel (110) erheben in Richtung des Schindelträgers (109) erstreckt.
2. Gasturbinenbrennkammer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittsöffnung (120) auf einem erhabenen Teil der Oberflächenstruktur liegt und/oder einen Abstand zur Oberfläche
 45 des Schindelträgers (109) aufweist, welcher das 0,5- bis 1,5-fache des Durchmessers der Eintrittsöffnung (120) beträgt.
- 50 3. Gasturbinenbrennkammer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zentrische Achse (132) der Eintrittsöffnung (120) im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche des Schindelträgers (109) angeordnet ist.
 55 4. Gasturbinenbrennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine

zentrische Achse (132) der Eintrittsöffnung (120) im Wesentlichen parallel zur zentrischen Achse (133) des Prallkühllochs (108) angeordnet ist.

5. Gasturbinenbrennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** um die Eintrittsöffnung (120) ein diese teilweise umschließender Abstandshalter (130) angeordnet ist. 5
6. Gasturbinenbrennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbart zur Eintrittsöffnung (120) ein Abstandshalter (130) angeordnet ist. 10
7. Gasturbinenbrennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Effusionsloch (111) gerade oder gebogen oder teils gerade oder teils gebogen ausgebildet ist. 15
8. Gasturbinenbrennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Effusionsloch (111) einen konstanten oder einen sich erweiternden Durchmesser aufweist. 20
9. Gasturbinenbrennkammer nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstandshalter (130) zur Ausbildung eines Dralls der in die Eintrittsöffnung (120) einströmenden Luft ausgebildet ist. 25
10. Gasturbinenbrennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenstruktur (116, 117) rippenartig ausgebildet ist, insbesondere unter Bildung von polygonalen Zellen (122), insbesondere unter Anordnung eines Prismas (119, 123) innerhalb der Zelle (122). 30 35

40

45

50

55

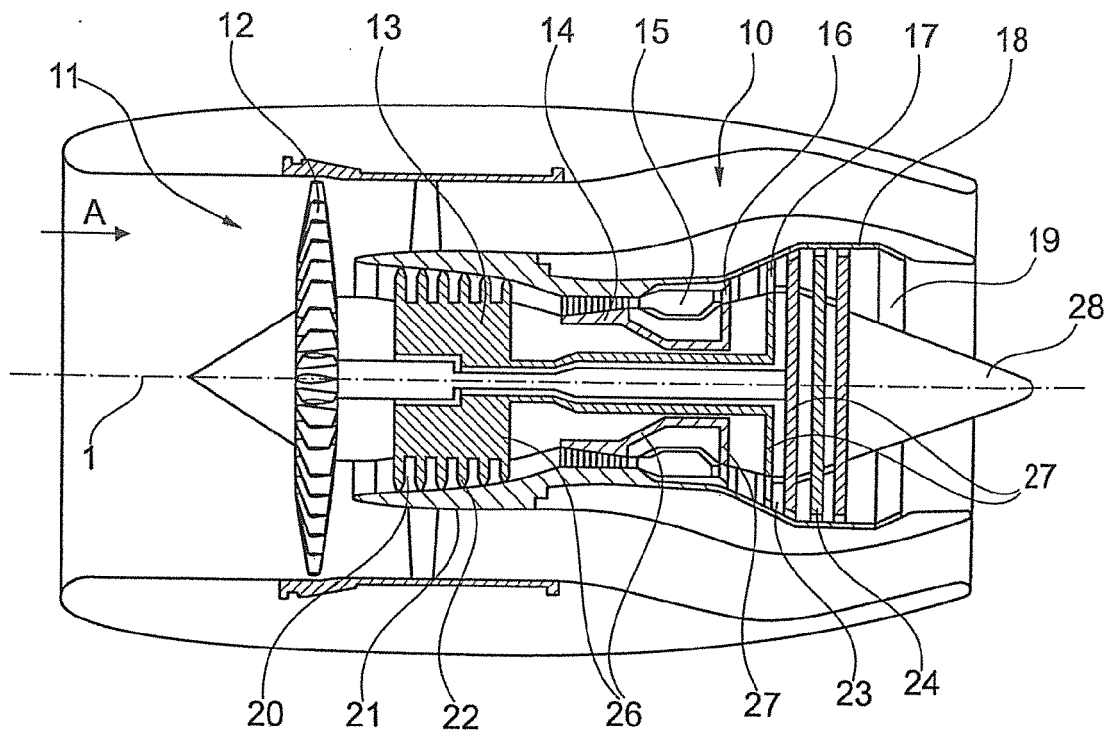


Fig. 1

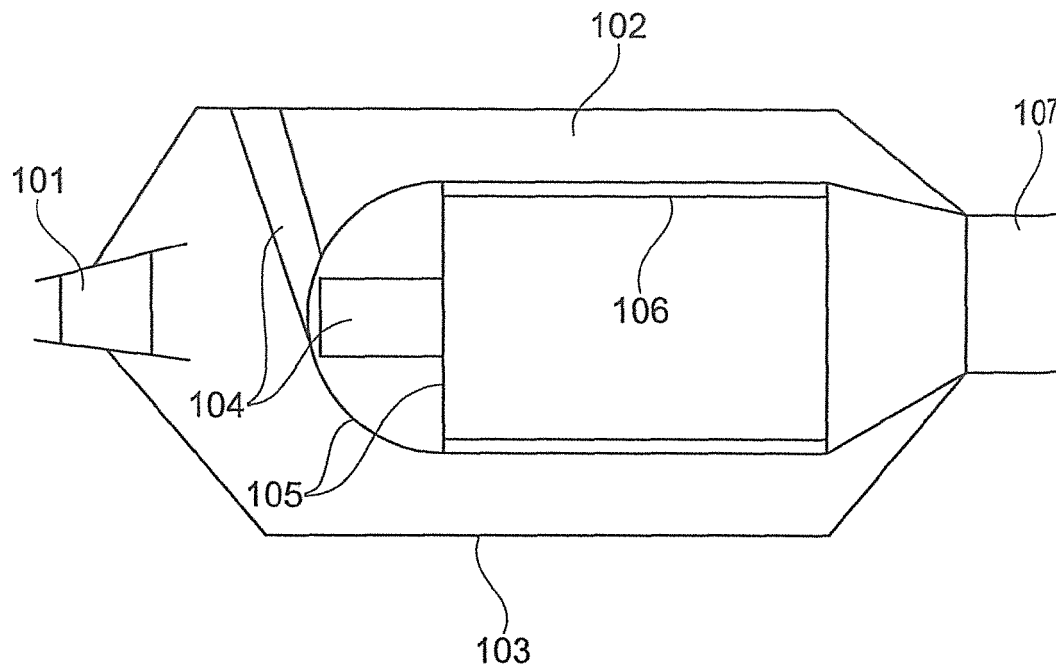


Fig. 2
Stand der Technik

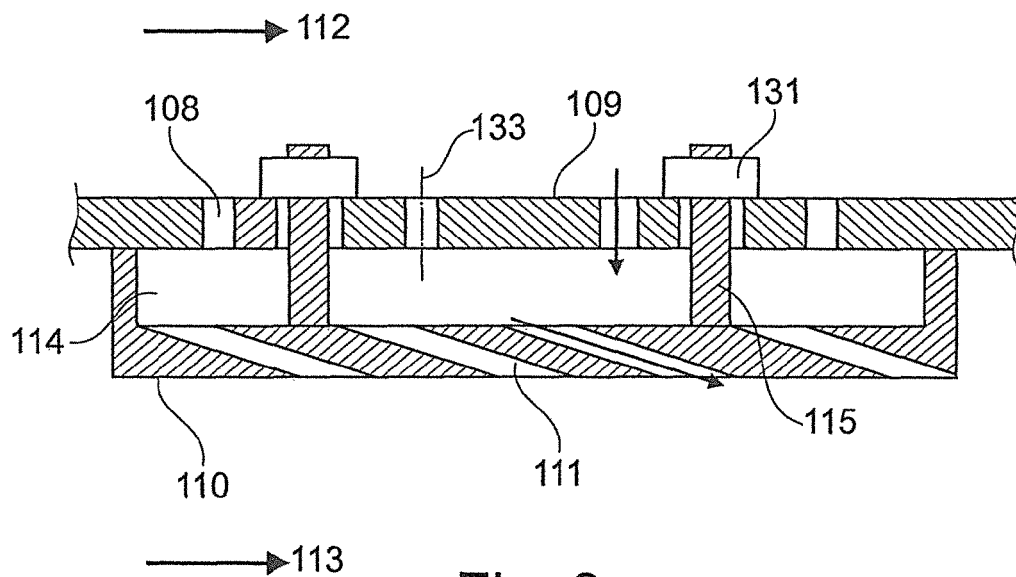


Fig. 3
Stand der Technik

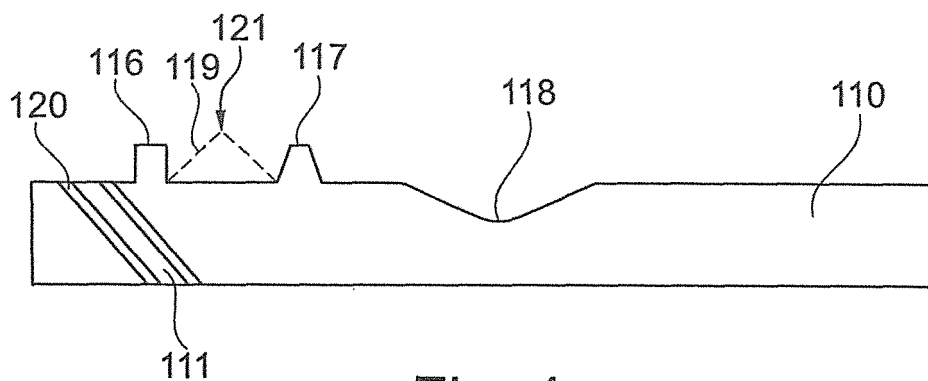


Fig. 4
Stand der Technik

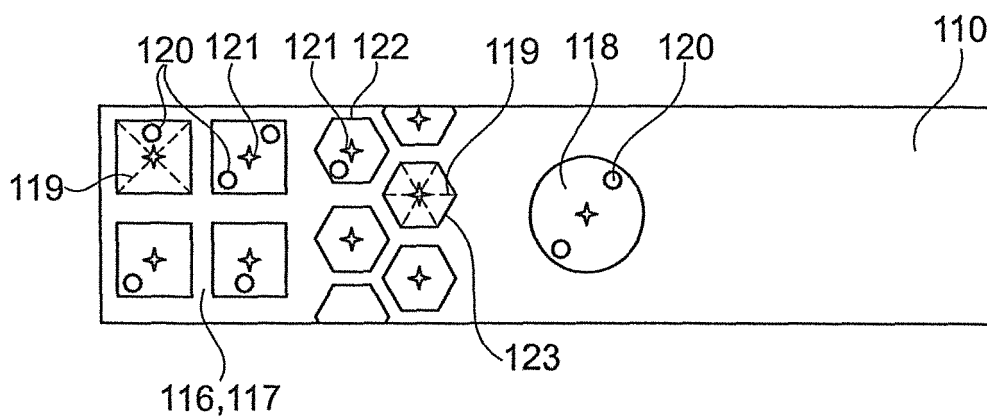


Fig. 5
Stand der Technik

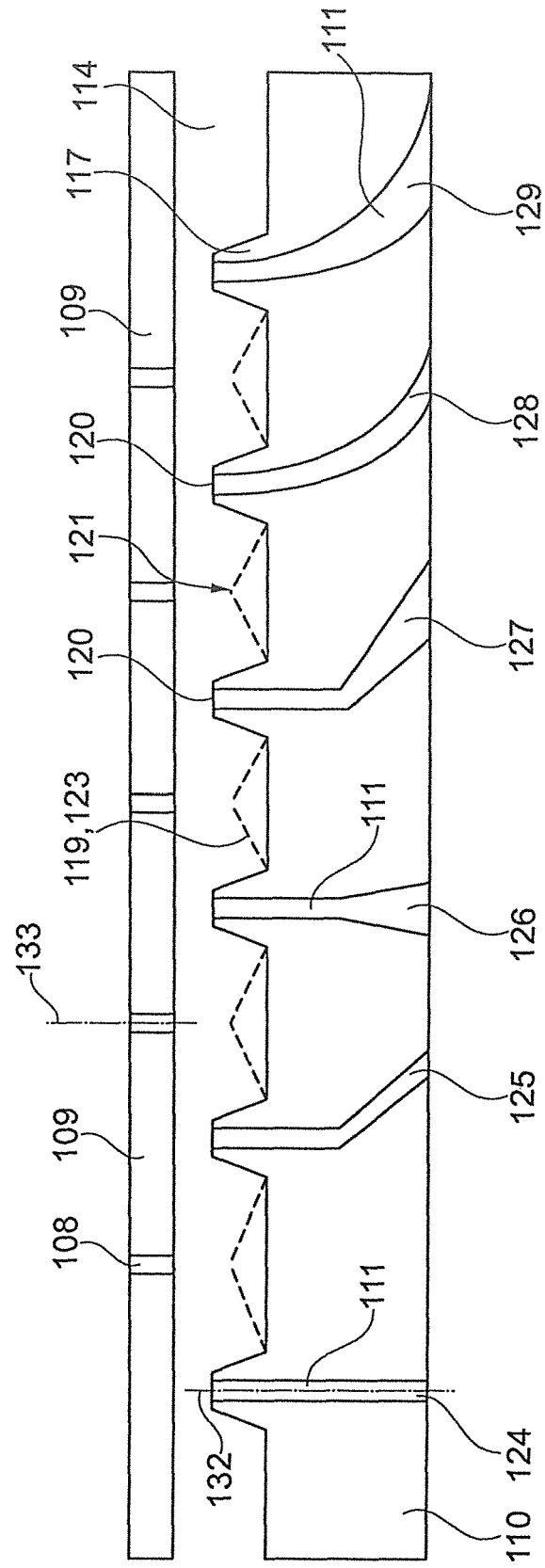


Fig. 6

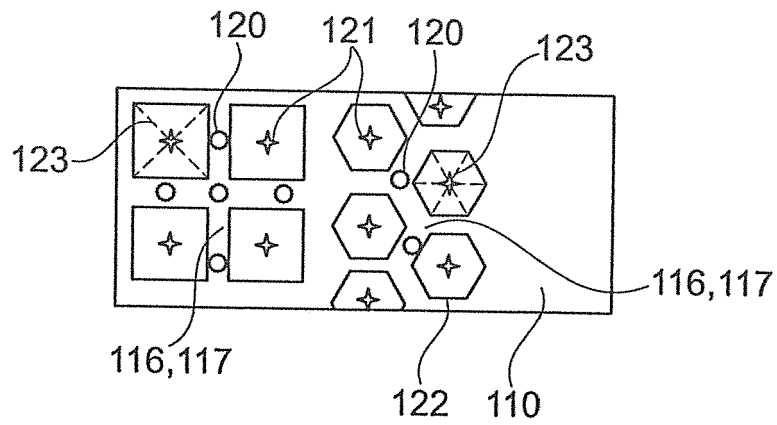


Fig. 7

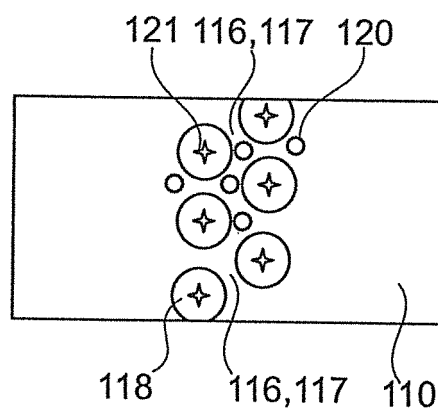


Fig. 8

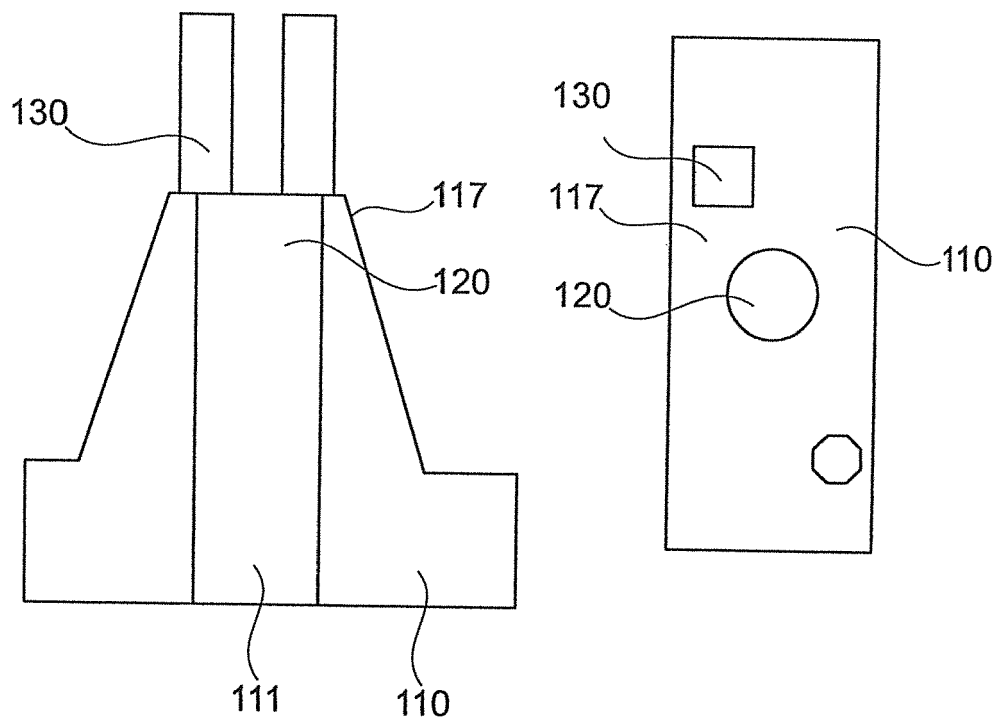


Fig. 9

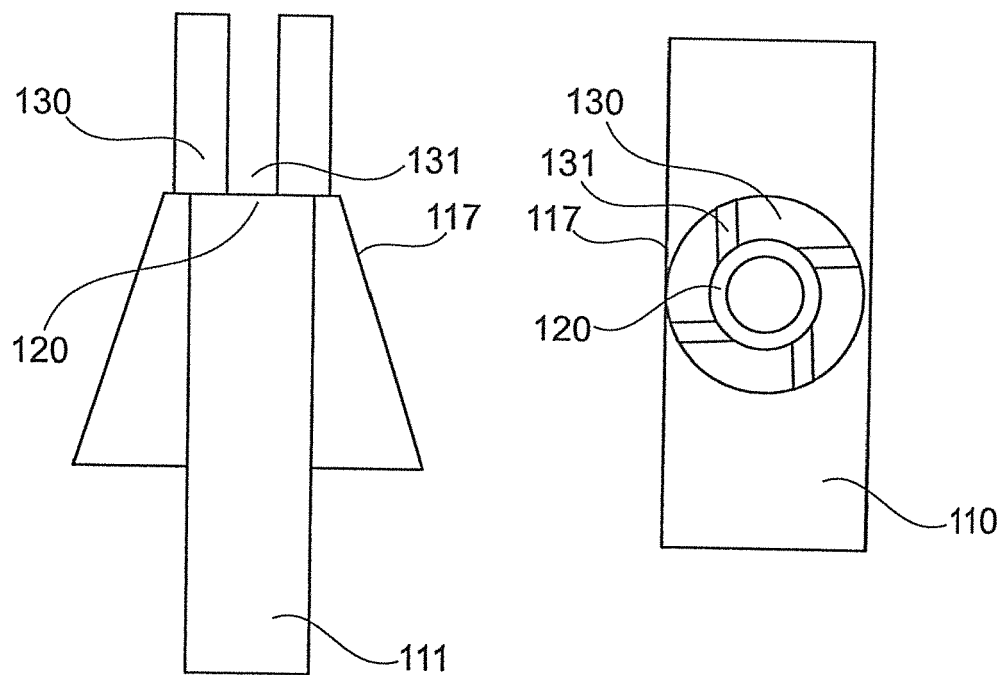


Fig. 10

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

- WO 9216798 A1 [0004] [0010]
- GB 2087065 A [0005] [0011] [0012]
- GB 2360086 A [0006] [0010] [0013]
- WO 9525932 A1 [0007] [0014]
- US 6408620 A [0008]
- US 5000005 A [0009] [0016]
- GB 360086 A [0011]
- US 6408628 A [0015]