



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2017 Patentblatt 2017/25

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

(21) Anmeldenummer: **16203765.9**

(22) Anmeldetag: **13.12.2016**

(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: **GERENDÁS, Dr.-Ing. Miklós**
15838 Am Mellensee (DE)

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

(30) Priorität: **16.12.2015 DE 102015225505**

(54) **WAND EINES MITTELS KÜHLLUFT ZU KÜHLENDEN BAUTEILS, INSBESONDERE EINER GASTURBINENBRENNKAMMERWAND**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Wand eines mittels Kühlluft zu kühlenden Bauteils mit zumindest einem Kühlluftkanal 15, welcher zumindest in seinem Ausströmbereich in einem Winkel zur Wandung 16 geneigt angeordnet ist und die Wandung 16 von einer Seite 17, auf welcher Kühlluft zugeführt wird, zu einer thermisch belasteten Seite 18 durchdringt, dadurch gekennzeichnet,

net, dass der Kühlluftkanal 15 auf der Seite 17 der Zufuhr von Kühlluft eine rohrförmige Verlängerung aufweist, wobei die rohrförmige Verlängerung 19 in einem Winkel 23 zur Oberfläche der Wand 16 angeordnet und mittels einer Rippe 21 zur Oberfläche der Wand 16 abgestützt ist, und insbesondere auf eine innere Gasturbinenbrennkammerwand mit Effusionslöchern.

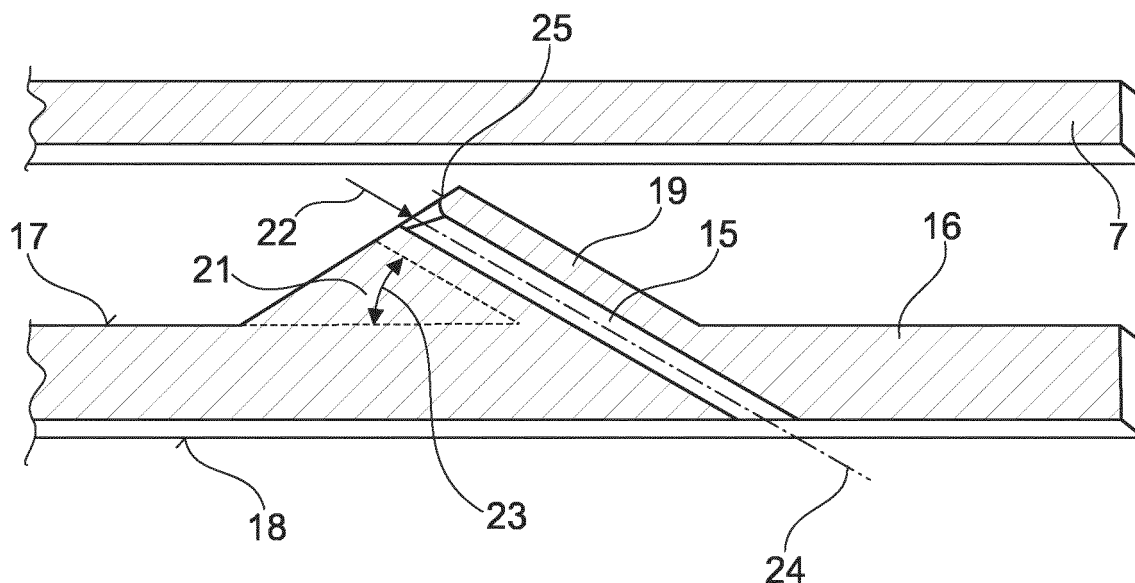


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Wand eines mittels Kühlluft zu kühlenden Bauteils gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Wand, insbesondere einer Gasturbinenbrennkammerwand.

[0002] Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf eine Wand eines Bauteils, welches zur Kühlung mittels Kühlluft mit zumindest einem Kühlluftkanal versehen ist. Der Kühlluftkanal ist zumindest in seinem Ausströmbereich in einem Winkel zur Wand geneigt angeordnet. Die Wand wird von einer Seite aus mit Kühlluft beaufschlagt, durch den Kühlluftkanal strömt die Kühlluft zur anderen Seite der Wand. Dabei kühlt die Kühlluft beim Durchströmen des Kühlluftkanals die Wand und legt sich anschließend als Kühlluftfilm auf die thermisch belastete Seite der Wand, um diese abzuschirmen.

[0003] Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf eine Gasturbinenbrennkammerwand und dabei insbesondere auf eine innere Brennkammerwand, welche mit Effusionslöchern versehen ist, um Kühlluft durchzuleiten und die Oberfläche der heißen Seite der inneren Brennkammerwand zu kühlen.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, bei der Kühlung von Wanelementen oder Wänden, die Kühlluftkanäle in einem Winkel anzuordnen, um die wirkungsvolle Lauflänge des Kühlluftkanals zu erhöhen. Dieser Ausgestaltung sind jedoch Grenzen gesetzt, da die winkelmäßige Anordnung der Kühlluftkanäle nur bis zu einem Winkel möglich ist, bei dem noch eine ausreichende Durchströmung stattfindet. Als Beispiel wird hierzu auf die US 5,000,005 A verwiesen. Diese Druckschrift zeigt eine Gasturbinenbrennkammer mit Effusionslöchern, welche im Ausströmbereich verbreitert sind und einen Diffusor bilden. Übliche Neigungswinkel von Kühlluftkanälen liegen dabei in einem Winkelbereich zwischen 15° und 45°, gemessen zwischen der Mittelachse des Kühlluftkanals und der Oberfläche der Wand.

[0005] Um die Gesamtlänge des Kühlluftkanals zu verlängern, wurde vorgeschlagen, die Wanddicke insgesamt zu erhöhen. Dies führt jedoch zu einer erheblichen Gewichtserhöhung und erweist sich deshalb als nachteilig. Hierzu wird auf die WO 95/25932 A1 verwiesen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mittels Kühlluft zu kühlende Wand eines Bauteils zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit eine optimierte Kühlung gewährleistet.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0008] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass der Kühlluftkanal auf der Seite der Zufuhr von Kühlluft rohrförmig verlängert ausgebildet ist. Der Kühlluftkanal erstreckt sich somit durch die zu kühlende Wandung und ragt in Form eines rohrförmigen Ansatzes über die Ober-

fläche vor, an der die Kühlluft zugeführt wird. Dies führt zu einem dazu, dass sich die gesamte Länge des Kühlluftkanals erhöht. Der rohrförmige Ansatz bildet somit eine zusätzliche Kühlfläche für die durch den Kühlluftkanal strömende Kühlluft, so dass die Wand insgesamt besser gekühlt werden kann.

[0009] Weiterhin führt die erfindungsgemäße rohrförmige Verlängerung dazu, dass eine vergrößerte Außenfläche geschaffen wird, nämlich des rohrförmigen Ansatzes, welche ebenfalls zum Wärmeübergang genutzt wird, da diese von der Kühlluft umströmt wird.

[0010] Um dieser Aufgabe der Wärmeübertragung noch besser nachkommen zu können, wird die rohrförmige Verlängerung mit der dem Heißgas ausgesetzten Wandung durch eine Rippe verbunden, sodass die Wärme auch durch die Rippe von der Wandung in die rohrförmige Verlängerung geleitet werden kann. Dadurch wird die Temperatur der rohrförmigen Verlängerung erhöht und dadurch die Kühlwirkung des Gesamtsystems verbessert. Die rohrförmige Verlängerung ist ferner in einem Winkel zur Oberfläche der Wand angeordnet. Die Rippe stützt die rohrförmige Verlängerung gegenüber der Oberfläche der Wand ab. Der Winkel, in welcher die rohrförmige Verlängerung zur Oberfläche der Wand angeordnet ist, ist vorzugsweise ein spitzer Winkel, insbesondere in einem Winkelbereich zwischen 15° und 45°. Weiter bevorzugt ist eine maximale Breite der rohrförmigen Verlängerung des Kühlluftkanals größer als eine maximale Breite der Rippe. Die Breite der Rippe ist vorzugsweise konstant. Alternativ weist die Rippe am Fußbereich, an welchem die Rippe an der Wand angeordnet ist, eine größere Breite auf als an einem Verbindungsbereich zur rohrförmigen Verlängerung des Kühlluftkanals.

[0011] Ein zusätzlicher Effekt, der die Kühlung verbessert, liegt darin, dass der rohrförmige Ansatz, welcher über die Oberfläche der Seite der Wand vorsteht, zur Turbulenzbildung der Kühlluft führt. Auch hierdurch wird der Wärmeübergangskoeffizient erhöht.

[0012] Die rohrförmigen Ansätze oder Verlängerungen können insgesamt ein relativ geringes Volumen aufweisen, so dass das Gesamtgewicht der Wand insgesamt nur unwesentlich größer wird. Dies erweist sich insbesondere bei Bauteilen von Vorteil, deren Gewicht zu minimieren ist.

[0013] Eine besonders vorteilhafte Anwendung der erfindungsgemäßen Lösung besteht bei inneren, heißen Brennkammerwänden von Brennkammern von Gasturbinen. Aber auch andere, durch Kühlluft zu kühlende Wanelemente können erfindungsgemäß weitergebildet werden, beispielsweise Wandungen von Turbinenschaufeln, welche durch Kühlluftkanäle im Innenraum der Turbinenschaufeln gekühlt werden.

[0014] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Teil der Strömungslänge des Kühlluftkanals als Diffusor ausgebildet ist, welcher sich im Wesentlichen durch die gesamte Dicke der Wand erstreckt. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten

Lösungen ist nur eine geringe Länge des Kühlluftkanals als Diffusor nutzbar, da die Wanddicke die Diffusorlänge limitiert. Durch die rohrförmigen Ansätze wird erfindungsgemäß eine Möglichkeit geschaffen, die wirksame Länge des Diffusors wesentlich zu erhöhen, wobei der Diffusor nicht nur über die gesamte Dicke der Wand ausgebildet sein kann, sondern zusätzlich auch über einen Teilbereich des rohrförmigen Ansatzes.

[0015] Der erfindungsgemäß vorgesehene rohrförmige Ansatz der Wand kann auf unterschiedliche Weise hergestellt sein. Wenn die Wand als Gussteil hergestellt ist, weist der gesamte Kühlluftkanal, auch der Bereich, in dem er sich durch den rohrförmigen Ansatz oder die rohrförmige Verlängerung erstreckt, einen geradlinigen Verlauf mit gerader Achse auf. Die rohrförmige Verlängerung kann dabei leicht konisch ausgebildet sein, um eine für das Gussverfahren geeignete Entformungsschräge aufzuweisen. Der Kühlluftkanal kann dabei mittels Laser oder mittels Funkenerosion erzeugt sein. Die Rippe zwischen Wandung und rohrförmiger Verlängerung erhöht die Stabilität des Wachstmodells für einen Guss in der verlorenen Form und sie bessert auch die Füllung der rohrförmigen Verlängerung während des eigentlichen Gießvorgangs.

[0016] Auch bei einer generativen Herstellung der erfindungsgemäßen Wand bzw. des mit der Wand versehenen Bauteils (Laserauftragsschweißverfahren oder ähnliches) ist die Abstützung der rohrförmigen Verlängerung mittels einer Rippe hilfreich. Die Rippe sorgt für einen fertigungstechnisch optimierten Aufbau der Geometrie, da keine freistehenden Teile vorhanden sind und daher keine Stützkonstruktionen vorgesehen sein müssen, die nachträglich zu entfernen sind. Erfindungsgemäß wird während der generativen Herstellung zuerst eine Teil der Rippe erzeugt und danach erst die rohrförmige Verlängerung zusammen mit dem Rest der Rippe. Bei einer derartig hergestellten Wandung ist es zudem möglich, den Kühlluftkanal zu krümmen, beispielsweise bogenförmig. Dies bedeutet, dass der Kühlluftkanal an der Seite der Kühlluftzufuhr zu der ihn umgebenden Oberfläche einen größeren Winkel aufweist, als im Austrittsbereich an der thermisch belasteten Seite der Wand. Hierbei ergibt sich die Orientierung der Rippe aus der Richtung des generativen Aufbaus, also im Wesentlichen senkrecht zur Grundplatte, auf der die einzelnen Schichten während der generativen Fertigung erzeugt werden, und sie weicht von dieser Richtung erfindungsgemäß nicht mehr als $\pm 30^\circ$ ab. Die Richtung der Krümmung des Kühlluftkanals ergibt sich aber aus den Erfordernissen der Bauteilkühlung. Nahe des Brennkammerkopfes oder vor bzw. hinter Wanddurchbrüchen wie Mischluftlöchern oder Zugangslöchern für Zündkerzen, kann es sinnvoll sein, dass der Austritt des Kühlluftkanals einen anderen Winkel zur Achse des Triebwerks hat als der Eintritt, zum Beispiel 30° am Eintritt und 45° am Austritt, um den Kühlluftkanal um solche Wanddurchbrüche herumzuführen. Insgesamt kann also vorteilhaft sein, dass die Rippe und der Kühlluftkanal zwei unterschied-

liche Ausrichtungen haben.

[0017] Bevorzugt sind eine Mittelachse des Kühlluftkanals und eine Rippenmittelachse der Rippe derart vorgesehen, dass diese in einer gemeinsamen Ebene liegen. Dadurch liegt die rohrförmige Verlängerung geradlinig über der Rippe.

[0018] Alternativ sind gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung die Mittelachse des Kühlluftkanals und die Rippenmittelachse der Rippe derart vorgesehen, dass die beiden Mittelachsen zueinander in einem spitzen Winkel angeordnet sind. Der Winkel liegt bevorzugt zwischen 15° und 45° und beträgt besonders bevorzugt 30° .

[0019] Weiter bevorzugt umfasst die Wand ein Hindernis, insbesondere eine Öffnung, wie beispielsweise eine Mischluftöffnung oder ein Zugangsloch für eine Zündkerze, wobei entlang des Umfangs des Hindernisses eine Vielzahl von Kühlluftkanälen mit Rippen angeordnet sind. Insbesondere, wenn sich die Mittelachsen des Kühlluftkanals und der Rippe schneiden, kann durch die Anordnung einer Vielzahl von Kühlluftkanälen eine kühlende Umströmung des Hindernisses an der thermisch belasteten Seite der Wand erreicht werden.

[0020] Weiter bevorzugt ist die Mittelachse des Kühlluftkanals parallel zu einer Strömung gerichtet, welche an der thermisch belasteten Seite der Wand vorhanden ist. Hierdurch ergibt sich eine verbesserte Kühlung der thermisch belasteten Wand.

[0021] Erfindungsgemäß kann weiterhin der Einlaufbereich der rohrförmigen Verlängerung des Kühlluftkanals strömungsoptimiert ausgebildet sein. Er kann entweder scharfkantig, mit einer Fase oder abgerundet gestaltet sein.

[0022] Erfindungsgemäß kann der Querschnitt des Kühlluftkanals bei der Verwendung in einer inneren Brennkammerwand beliebige Formen aufweisen, beispielsweise kreisförmig, elliptisch oder in Form eines Langlochs. Im letzteren Fall kann der Kühlluftkanal beispielsweise $0,5 \text{ mm} \times 1,8 \text{ mm}$ groß dimensioniert sein.

[0023] Wie bereits erwähnt, führt die rohrförmige Verlängerung des Kühlluftkanals in Zusammenhang mit der Rippe, zu einer zusätzlichen Verwirbelung der anströmenden Kühlluft und resultiert somit in einem verbesserten Wärmeübergang.

[0024] Bei Verwendung der erfindungsgemäß ausgestalteten Wand in einer doppelwandigen Gasturbinenbrennkammer ist die Länge der rohrförmigen Verlängerung oder des rohrförmigen Ansatzes des Kühlluftkanals so bemessen, dass diese als Abstandshalter zur äußeren Brennkammerwand dient. Demgemäß ist die Orientierung der durch den Einlaufbereich senkrecht zur Mittelachse des Kühlluftkanals gebildeten Fläche so gewählt, dass sie nicht senkrecht zu der Oberfläche der Seite der Kühlluftzufuhr der Wand ist. Dies würde bei einem Kontakt mit einer äußeren Brennkammerwand zu einem Verschließen des Einlaufbereichs führen. Es ist somit eine winkelmäßige Anordnung vorgesehen, welche sich beispielsweise nur bis ca. 45° erstreckt. Dies

ermöglicht eine ausreichend große Einströmfläche auch bei Kontakt mit der äußeren Brennkammerwand. Die Orientierung der Fläche, durch welche die Kühlluft in den Kühlluftkanal einströmt, wird durch das jeweils verwendete Fertigungsverfahren bestimmt. Auch dies führt dazu, dass der Kühlluftkanal nicht senkrecht auf der Oberfläche der Seite der Kühlluftzufuhr der Wand angeordnet ist. Im Falle eines Gussteils wird die Orientierung durch die Entformungsschräge bestimmt. Im Falle einer generativen Erzeugung wird die Orientierung der Fläche durch die Fähigkeit des jeweiligen generativen Verfahrens bestimmt, überhängende Strukturen ohne zusätzliche Stützstruktur zu erzeugen, da eine zusätzliche Stützstruktur später wieder arbeitsintensiv entfernt werden müsste.

[0025] Wenn die erfindungsgemäße Wand als innere Brennkammerwand einer doppelwandigen Gasturbinenbrennkammer verwendet wird, kann es vorkommen, dass ein Hindernis, wie beispielsweise ein Mischluftloch oder ein vorderer Schindelrand, beispielsweise in Richtung zu einem Brennkammerkopf, im Einströmbereich der rohrförmigen Verlängerung des Kühlluftkanals positioniert ist. In diesem Falle ist es erfindungsgemäß möglich, wie oben stehend bereits angedeutet, die rohrförmige Verlängerung bogenförmig oder stärker gekrümmt auszubilden. In diesem Falle würde die Gesamthöhe der rohrförmigen Verlängerung geringer sein, als der Abstand zwischen der inneren und der äußeren Brennkammerwand. Es würde sich somit ein Abstand ergeben, der 0,5 bis 2 x dem hydraulischen Durchmesser des Kühlluftkanals entspricht. Somit wird vermieden, dass der Einlaufbereich der rohrförmigen Verlängerung bei einem thermischen Verzug blockiert wird, da die innere Brennkammerwand am Rand des Mischluftloches oder am Schindelrand Kontakt mit der äußeren Brennkammerwand bekommen würde. In jedem Falle bleibt der Einlaufbereich für die Kühlluft in den Kühlluftkanal offen.

[0026] Hinsichtlich der Möglichkeit, in der Wand einen Diffusor auszubilden, ergibt sich erfindungsgemäß somit die Möglichkeit, den Diffusor in einem größeren Abstand von der thermisch belasteten Seite der Wand beginnen zu lassen. Bei gleichem Öffnungswinkel des Diffusors ergibt sich somit, im Vergleich zum Stand der Technik, eine erhebliche Verlängerung des Diffusors, ohne dass eine Erhöhung der Kühlluft-Durchflussmenge erforderlich ist.

[0027] Wie sich aus oben stehender Beschreibung ergibt, zeichnet sich die Erfindung durch eine Reihe von erheblichen Vorteilen aus:

Durch die rohrförmige Verlängerung des Kühlluftkanals wird die innere Oberfläche des Kühlluftkanals vergrößert, so dass sich ein erhöhter Wärmeübergang ergibt.

[0028] Zusätzlich wird durch die rohrförmige Verlängerung auch die Oberfläche der Seite der Wand, auf welcher die Kühlluftzufuhr erfolgt, vergrößert. Diese Ober-

fläche wird bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Wand in einer Gasturbinenbrennkammer üblicherweise über eine Prallkühlung gekühlt. Durch die Vergrößerung der Oberfläche wird mehr Wärme von der Kühlluft aufgenommen, so dass die Temperatur der Wand insgesamt gesenkt werden kann.

[0029] Die rohrförmige Verlängerung führt zu einer Erhöhung des Turbulenzgrades der Strömung in der Prallkühlkavität, nämlich dem Zwischenraum zwischen der äußeren und der inneren Brennkammerwand, in welchen Kühlluft durch Prallkühlöffnungen der äußeren Brennkammerwand zugeführt wird. Auch dies führt zu einem erhöhten Wärmeübergang.

[0030] Durch die erfindungsgemäß geschaffene Möglichkeit, die wirksame Länge des Diffusors zu erhöhen und diesen bei gleichbleibendem Öffnungswinkel an seinem Austrittsbereich weiter zu öffnen, wird die Strömungsgeschwindigkeit der durch den Kühlluftkanal strömenden Kühlluft vermindert. Durch die geringere Strömungsgeschwindigkeit der Kühlluft wird die Filmkühlwirkung erhöht.

[0031] Durch die Rippe, mittels derer die rohrförmige Verlängerung an der Oberfläche der Seite der Kühlluftzufuhr an der Wandung abgestützt ist, wird zusätzlich Wärme aus der Wand abgeleitet und in die rohrförmige Verlängerung geleitet. Dort kann sie nach innen in den verlängerten Kühlluftkanal und auch von der rohrförmigen Verlängerung nach außen an die umgebende Luft abgegeben werden. Durch die Umströmung der Rippe durch Kühlluft ergibt sich eine zusätzliche Kühlung der Wand.

[0032] Bei Verwendung der erfindungsgemäßen Wand in einer doppelwandigen Gasturbinenbrennkammer gewährleistet der rohrförmige Ansatz die Aufrechterhaltung eines Abstandes zwischen der äußeren und der inneren Brennkammerwand. Somit wird sichergestellt, dass auch bei thermischen Verzügen insbesondere der inneren Brennkammerwand die Prallkühlung durch die Prallkühlöffnungen der äußeren Brennkammerwand ungehindert erfolgen kann, da ein Verschließen der Prallkühlöffnungen verhindert wird. Somit kann die Kühlluft durch die Prallkühlöffnungen in den Zwischenbereich zwischen der äußeren und der inneren Brennkammerwand ungehindert einströmen.

[0033] Die Rippe führt zu dem Vorteil, dass die erfindungsgemäße Wand mit einer bevorzugten Geometrie herstellbar ist, sei es als Gussteil oder in einem generativen Verfahren, um das Wärme von der thermisch belasteten Wand in die rohrförmige Verlängerung geleitet wird und dort von der Luft aufgenommen werden kann.

[0034] Eine Strömungsoptimierung, beispielsweise eine deutliche Ausrundung des Einlaufbereichs des rohrförmigen Ansatzes gewährleistet, dass die Strömung sich an der gesamten inneren Wandung des Kühlluftkanals anlegt und einen guten Wärmeübergang schafft.

[0035] Ferner betrifft die Erfindung ein additives Verfahren zur Herstellung einer Wand eines mittels Kühlluft zu kühlenden Bauteils mit zumindest einem Kühlluftkanal

mit einer rohrförmigen Verlängerung, welche in einem Winkel zur Oberfläche der Wand angeordnet ist und mittels einer Rippe zur Oberfläche der Wand abgestützt ist, wobei das additive Verfahren derart ausgebildet ist, dass der Kühlluftkanal und die Rippe additiv hergestellt werden, derart, dass die Rippe eine Abstützung des Kühlluftkanals während des Herstellungsverfahrens bereitstellt.

[0036] 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 Längs-Schnittansicht einer Brennkammer gemäß dem Stand der Technik,
- Fig. 3 eine perspektivische Teil-Ansicht zweier Ausgestaltungsvarianten der erfindungsgemäßen Wand mit rohrförmig verlängerten Kühlluftkanälen,
- Fig. 4 eine vereinfachte Schnittansicht, analog Fig. 3,
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausgestaltungsvariante der Erfindung,
- Fig. 6 eine vereinfachte Schnittansicht, analog Fig. 5,
- Fig. 7 eine weitere Schnittansicht einer Ausgestaltungsvariante zur Darstellung des Diffusors,
- Fig. 8 eine Draufsicht einer weiteren Ausgestaltungsvariante einer Wand mit einem Hindernis,
- Fig. 9 eine Draufsicht einer weiteren Ausgestaltungsvariante, und
- Fig. 10a-10f schematische Darstellungen eines additiven Verfahrens zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Wand eines Bauteils.

[0037] 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 mit einem Auslasskonus, die sämtlich um eine zentrale Triebwerksmittelachse 101 angeordnet sind.

[0038] 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 Triebwerksgehäuse 121 in einem 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 bzw. der Mitteldruckturbine 117 gekoppelt sind.

[0039] 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 Turbinenlaufschaufeln 124 drehen sich im Betrieb um die Triebwerksmittelachse 101.

[0040] Die Fig. 2 zeigt eine Längs-Schnittansicht einer aus dem Stand der Technik bekannten Brennkammerwand in vergrößerter Darstellung. Dabei ist eine Brennkammer 1 mit einer Mittelachse 9 dargestellt, welche einen Brennkammerkopf 3, eine Grundplatte 8 und ein Hitzeschild 2 umfasst. Eine Brennerdichtung ist mit dem Bezugszeichen 4 versehen. Die Brennkammer 1 weist eine äußere kalte Brennkammerwand 7 auf, an welcher eine innere, heiße Brennkammerwand 6 befestigt ist. Zur Zuführung von Mischluft sind Mischluftlöcher 5 vorgesehen. Auf die Darstellung von Prallkühlöchern und Effusionslöchern wurde der Übersichtlichkeit halber verzichtet.

[0041] Die innere Brennkammerwand 6 ist mit Bolzen 13 versehen, welche als Gewindebolzen ausgeführt sind und mittels Muttern 14 verschraubt sind. Die Lagerung der Brennkammer 1 erfolgt über Brennkammerflansche 12 und Brennkammeraufhängungen 11. Mit 10 ist eine Dichtlippe bezeichnet.

[0042] Die Fig. 3 zeigt in perspektivischer Teilansicht Ausführungsvarianten der erfindungsgemäßen Wand 16. An der Wand sind als Effusionslöcher wirkende Kühlluftkanäle 15 ausgebildet. Diese können, wie in der rechten Bildhälfte der Fig. 3 dargestellt, einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen oder, wie in der linken Bildhälfte dargestellt, mit einem länglichen Querschnitt versehen sein. Das Bezugszeichen 22 zeigt einen Einlaufbereich des jeweiligen Kühlluftkanals 15. Aus den Darstellungen der Fig. 3 ergibt sich, dass die Kühlluftkanäle 15 rohrfö-

mig verlängert ausgebildet sind. Die rohrförmigen Verlängerungen 19 sind in einem Winkel 23 zur Oberfläche einer Seite 17 der Wand 16, welche mit Kühlluft beaufschlagt wird, geneigt. Die rohrförmigen Verlängerungen 19 sind jeweils mittels einer Rippe 21 abgestützt. Die Rippe 21 dient einerseits der Vereinfachung der Herstellung der erfindungsgemäßen Wand. Andererseits bildet die Rippe 21 eine zusätzliche Oberfläche, zusätzlich zur Oberfläche der rohrförmigen Verlängerung 19, welche von Kühlluft umströmt wird und somit eine Wärmeübergangsüberfläche bildet. Durch den abgerundeten, strömungsgünstig ausgebildeten Einlaufbereich 22 erfolgt eine verbesserte Einstromung in die Kühlluftkanäle 15.

[0043] Die Fig. 4 zeigt eine vereinfachte Schnittdarstellung des Ausführungsbeispiels der Fig. 3 durch eine der rohrförmigen Verlängerungen 19. Dabei ergibt sich, dass eine Mittelachse 24 des bei diesem Ausführungsbeispiel geradlinig ausgebildeten Kühlluftkanals 15 in einem Winkel 23 zur Oberfläche der Seite 17 der Wand 16 geneigt ist. Dieser Winkel kann zwischen 15° und 45° betragen. Zur Vereinfachung ist in Fig. 4 der Winkel 23 zwischen der Seite 17 und der gestrichelt gezeigten Außenkontur der rohrförmigen Verlängerung 19 eingezeichnet.

[0044] Die Fig. 4 zeigt weiterhin parallel zur Wand 16 eine äußere Brennkammerwand 7. Diese weist zur Wand 16, welche eine innere Brennkammerwand bildet (s. Fig. 2) einen Abstand auf, in welchem Kühlluft durch nicht dargestellte Prallkühlöcher eingeleitet wird. Die rohrförmige Verlängerung 19 bildet zusätzlich einen Abstandhalter zwischen der Wand 16 und der Brennkammerwand 7. Bei einem thermischen Verzug der Wand 16 wird somit stets sichergestellt, dass ein ausreichendes Volumen zur Durchleitung von Kühlluft aufrechterhalten bleibt.

[0045] Der Einlaufbereich 22 der rohrförmigen Verlängerung 19 bildet eine Fläche 25, welche in einem Winkel zur Oberfläche der Seite 17 der Wand 16 geneigt ist. Selbst wenn ein Kontakt zwischen der Brennkammerwand 7 und der rohrförmigen Verlängerung 19 auftreten würde, wäre der Einlaufbereich 22 des Kühlluftkanals 15 weiterhin frei, sodass eine Einstromung von Kühlluft in den Kühlluftkanal gewährleistet ist.

[0046] Die Fig. 4 zeigt mit dem Bezugszeichen 18 eine thermisch belastete Seite der Wand 16. Dies wird nachfolgend im Zusammenhang mit der Fig. 4 im Einzelnen erläutert.

[0047] Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Ausgestaltungsvariante der rohrförmigen Verlängerung 19, bei welcher die rohrförmige Verlängerung 19 in ihrem Einlaufbereich im Wesentlichen parallel zur Seite 17 der Wand 16 angeordnet ist. Diese Ausgestaltungsvariante wird bevorzugt dann gewählt, wenn der Kühlluftkanal 15 angrenzend an einem Rand 26, beispielsweise einem Schindelrand oder am Rand eines Mischluftlochs 5 ausgebildet ist. Ein geradliniger Kühlluftkanal 15, wie in Fig. 4 gezeigt, würde zu keiner optimalen Einstromung von Kühlluft führen. Deshalb ist bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 und

6 der gesamte Kühlluftkanal 15 gebogen ausgebildet. Es versteht sich, dass die Höhe der rohrförmigen Verlängerung 19 geringer ist, als die Höhe des Randes 26, so dass es auch bei einem direkten Kontakt der Wand 16 mit der nicht dargestellten Brennkammerwand 7 (s. Fig. 4) nicht zu einem Verschluss des Einlaufbereichs 22 führt.

[0048] Auch bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 und 6 ist, wie bei dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel, der Einlaufbereich 22 abgerundet und strömungsoptimiert ausgebildet.

[0049] Die Fig. 7 zeigt eine Schnittansicht durch die erfindungsgemäße Wand, beispielsweise gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 4. Dabei ist die Schnittrichtung so gewählt, dass ein Diffusor 20 dargestellt ist, welcher sich zu der thermisch belasteten Seite 18 der Wand 16 öffnet. Aus der Schnittansicht der Fig. 7 ergibt sich die rohrförmige Verlängerung 19. Es versteht sich, dass die Wandickenverhältnisse zum Zwecke der deutlicheren Darstellung nicht maßstabsgetreu sind. Das Bezugszeichen 27 zeigt mit dem linken Pfeil den wirksamen Querschnitt des Kühlluftkanals 15. Nach einer vorgegebenen Lauflänge des Kühlluftkanals 15 in der rohrförmigen Verlängerung 19 beginnt, wie mit durchgezogenen Linien dargestellt, im Bereich des Bezugszeichens 28 der Diffusor 20. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass bei gleichbleibendem Diffusorwinkel (bezogen auf die Mittelachse 24 des Kühlluftkanals 15) der versetzt angeordnete Beginn des Diffusors 20 zu einer größeren Öffnung und damit zu einem größeren Querschnitt 29 des Kühlluftkanal-Austritts führt.

[0050] Im Vergleich zeigt die Fig. 7 in gestrichelten Linien die Situation des Standes der Technik. Ohne die erfindungsgemäße rohrförmige Verlängerung 19 wäre es erforderlich, den Querschnitt 27 eines verkürzten Kühlluftkanals über einen Teil der Dicke der Wand 16 aufrechtzuerhalten. Der Beginn des Diffusors wäre dabei in Richtung auf die thermisch belastete Seite 18 zurückversetzt, wodurch sich ein weitaus geringerer Querschnitt 29 im Bereich des Kühlluftaustritts des Kühlluftkanals 15 ergibt.

[0051] Fig. 8 zeigt eine weitere Ausgestaltungsvariante der Erfindung, bei der ein Hindernis 30, z.B. eine Mischluftöffnung, in der Wand 16 vorgesehen ist. Entlang des Umfangs des Hindernisses sind eine Vielzahl von Kühlluftkanälen 15 auf der Seite 17 der Kühlluftzufuhr angeordnet. Wie aus Fig. 8 ersichtlich ist, ist eine Mittelachse 24 der Kühlluftkanäle 15 in einem spitzen Winkel 31 zu einer Rippenmittelachse 32 angeordnet. Wie aus Fig. 8 ersichtlich ist, ermöglicht die Anordnung der Kühlluftkanäle 15 entlang des Umfangs des Hindernisses 30, dass eine ausreichende Kühlung an der thermisch belasteten Seite entlang des Umfangs des Hindernisses möglich ist. Die Kühlluftkanäle 15 sind dabei jeweils mit einer rohrförmigen Verlängerung und einem Diffusor ausgebildet und in Fig. 8 nur schematisch dargestellt.

[0052] Fig. 9 zeigt eine weitere Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung, wobei eine Vielzahl von Kühlluftka-

nälen 15 vorgesehen ist. Die Mittelachsen 24 der Kühlluftkanäle 15 sind wie im in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiel in einem spitzen Winkel 31 zur Rippenmittelachse 32 angeordnet. Wie aus Fig. 9 ersichtlich ist, ist dabei eine Ausrichtung der Kühlluftkanäle 15 derart, dass diese parallel zu einer Strömung 33 an der thermisch belasteten Seite sind, was in Fig. 9 durch den gestrichelten Pfeil (Strömung 33) angedeutet ist. Hierdurch wird eine besonders gute Kühlung der thermisch belasteten Seite 18 der Wand 16 erreicht.

[0053] Die Fig. 10a bis 10f zeigen ein Beispiel einer Herstellung der erfindungsgemäßen Wand eines Bauteils. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Bauteil eine Brennkammerwand. Das Verfahren ist ein additives Verfahren, wobei der Pfeil 34 eine Aufbaurichtung des additiven Verfahrens zeigt. Wie aus Fig. 10a ersichtlich ist, wird zuerst die Wand 16 additiv aufgebaut. In Fig. 10b ist gezeigt, wie die beginnenden Rippen 21' aufgebaut werden. Die Rippen 21 sind in Fig. 10c bis zum Anfang des Kühlluftkanals 15 aufgebaut, wobei in Fig. 10c dann schon der Beginn des Aufbaus des Kühlluftkanals 15 beginnt. Fig. 10d zeigt, dass mit weiterem Aufbau in Aufbaurichtung 34 die Kühlluftkanäle langsam entstehen, wobei die Kühlluftkanäle sich an der Rippe 21 abstützen. Die weitere Entstehung der Kühlluftkanäle ist aus Fig. 10e und 10f ersichtlich. Somit kann, wie aus den Fig. 10a bis 10f ersichtlich ist, in der Aufbaurichtung 34 eine vertikale Fertigung des Bauteils mittels eines additiven Verfahrens ermöglicht werden. Der Aufbau der Rippe 21 stützt den Kühlkanal 15 ab. In diesem Ausführungsbeispiel verläuft die rohrförmige Verlängerung 19 des Kühlluftkanals 15 geradlinig auf der Rippe 21. Wie in Fig. 3 sind in den Fig. 10a bis 10f beispielhaft zwei Ausführungsvarianten mit unterschiedlichen Querschnitten der Kühlluftkanäle dargestellt. Wenn sich die Mittelachse der Kühlluftkanäle 15 und die Rippenmittelachse 32 schneiden, wie in den Fig. 8 und 9 gezeigt, ist die Aufbaurichtung 34 parallel zur Rippenmittelachse 32. Dies ist schematisch in den Fig. 8 und 9 eingezeichnet.

Bezugszeichenliste:

[0054]

- | | |
|----|--|
| 1 | Brennkammer |
| 2 | Hitzeschild |
| 3 | Brennkammerkopf |
| 4 | Brennerdichtung |
| 5 | Mischluft |
| 6 | innere, heiße Brennkammerwand/Segment/Schindel |
| 7 | äußere, kalte Brennkammerwand |
| 8 | Grundplatte |
| 9 | Mittelachse |
| 10 | Dichtlippe |
| 11 | Brennkammeraufhängung |
| 12 | Brennkammerflansch |
| 13 | Bolzen |

- | | |
|--------|--|
| 14 | Mutter |
| 15 | Effusionsloch/Kühlluftkanal |
| 16 | Wand |
| 17 | Seite der Kühlluftzufuhr |
| 5 18 | thermisch belastete Seite |
| 19 | rohrförmige Verlängerung |
| 20 | Diffusor |
| 21 | Rippe |
| 22 | Einlaufbereich |
| 10 23 | Winkel |
| 24 | Mittelachse |
| 25 | Fläche |
| 26 | Rand |
| 27 | Querschnitt |
| 15 28 | Beginn Diffusor |
| 29 | Querschnitt |
| 30 | Hindernis/Mischluftöffnung/Zugangsloch |
| 31 | spitzer Winkel |
| 32 | Rippenmittelachse |
| 20 33 | Strömung an der thermisch belasteten Seite |
| 34 | Aufbaurichtung des additiven Verfahrens |
| 101 | Triebwerksmittelachse |
| 110 | Gasturbinentriebwerk / Kerntriebwerk |
| 111 | Lufteinlass |
| 25 112 | Fan |
| 113 | Mitteldruckkompressor (Verdichter) |
| 114 | Hochdruckkompressor |
| 115 | Brennkammer |
| 116 | Hochdruckturbine |
| 30 117 | Mitteldruckturbine |
| 118 | Niederdruckturbine |
| 119 | Abgasdüse |
| 120 | Leitschaufeln |
| 121 | Triebwerksgehäuse |
| 35 122 | Kompressorlaufschaufeln |
| 123 | Leitschaufeln |
| 124 | Turbinenschaufeln |
| 125 | Kompressortrommel oder -scheibe |
| 126 | Turbinenrotornabe |
| 40 127 | Auslasskonus |

Patentansprüche

- | | |
|----|--|
| 45 | 1. Wand eines mittels Kühlluft zu kühlenden Bauteils mit zumindest einem Kühlluftkanal (15), welcher zumindest in seinem Ausströmbereich in einem Winkel zur Wandung (16) geneigt angeordnet ist und die Wandung (16) von einer Seite (17), auf welcher Kühl- |
| 50 | luft zugeführt wird, zu einer thermisch belasteten Seite (18) durchdringt, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlluftkanal (15) auf der Seite (17) der Zufuhr von Kühlluft eine rohrförmige Verlängerung (19) aufweist, wobei die rohrförmige Verlängerung (19) in einem Winkel (23) zur Oberfläche der Wand (16) angeordnet ist und mittels einer Rippe (21) zur Oberfläche der Wand (16) abgestützt ist. |
| 55 | |

2. Wand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teil der Strömungslänge des Kühlluftkanals (15) als Diffusor (20) ausgebildet ist, welcher sich im Wesentlichen durch die gesamte Dicke der Wand (16) erstreckt. 5
3. Wand nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rohrförmige Verlängerung (19) an ihrer Außenkontur konisch ausgebildet ist. 10
4. Wand nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlluftkanal (15) geradlinig oder bogenförmig ausgebildet ist.
5. Wand nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Einlaufbereich (22) der rohrförmigen Verlängerung (19) des Kühlluftkanals (15) strömungsoptimiert ausgebildet ist. 15
6. Wand nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand (16) als Gussteil ausgebildet ist. 20
7. Wand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand (16) als additiv gefertigtes Bauteil ausgebildet ist. 25
8. Wand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Mittelachse (24) des Kühlluftkanals (15) und eine Rippenmittelachse (32) der Rippe (21) in einer gemeinsamen Ebene liegen. 30
9. Wand nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Mittelachse (24) des Kühlluftkanals (15) in einem spitzen Winkel (31) zur Rippenmittelachse (32) der Rippen (21) angeordnet ist. 35
10. Wand nach Anspruch 9, ferner umfassend ein Hindernis (30) und insbesondere eine Öffnung, wobei entlang des Umfangs des Hindernisses (30) eine Vielzahl von Kühlluftkanälen (15) mit Rippen (21) angeordnet ist. 40
11. Wand nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Mittelachse (24) des Kühlluftkanals (15) parallel zu einer Strömung (33) an einer thermisch belasteten Seite der Wand angeordnet ist. 45
12. Gasturbinenbrennkammerwand mit einer äußeren Brennkammerwand (7), an welcher in einem Abstand eine innere Brennkammerwand (6) gelagert ist, welche mit mehreren zur inneren Brennkammerwand (6) geneigt angeordneten Effusionslöchern (15) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Brennkammerwand (6) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist. 50
55
13. Additives Verfahren zur Herstellung einer Wand ei-

nes mittels Kühlluft zu kühlenden Bauteils mit zumindest einem Kühlluftkanal (15) mit einer rohrförmigen Verlängerung (19), welche in einem Winkel (23) zur Oberfläche der Wand (16) angeordnet ist und mittels einer Rippe (21) zur Oberfläche der Wand (16) abgestützt ist, wobei das additive Verfahren derart ausgebildet ist, dass der Kühlluftkanal und die Rippe (21) additiv hergestellt werden, derart, dass die Rippe (21) eine Abstützung des Kühlluftkanals (15) während des Herstellungsverfahrens bereitstellt.

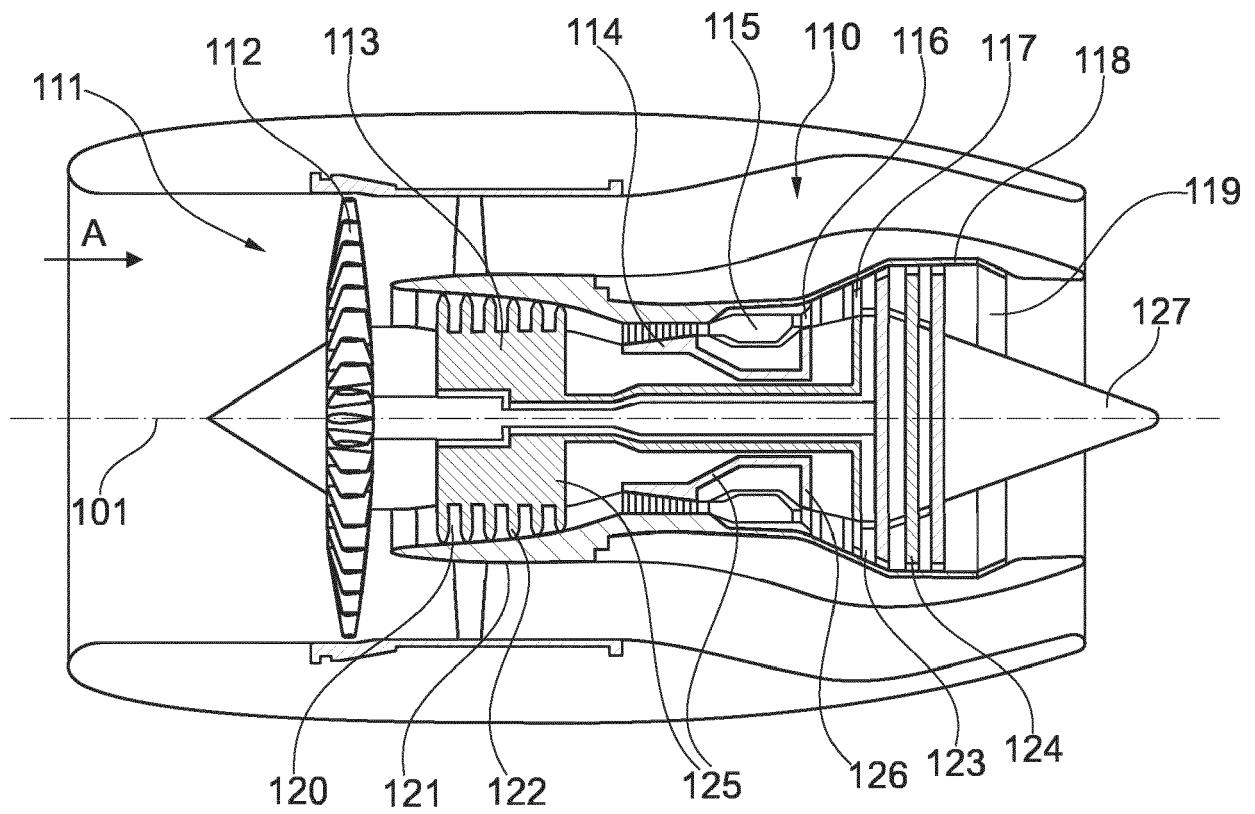


Fig. 1

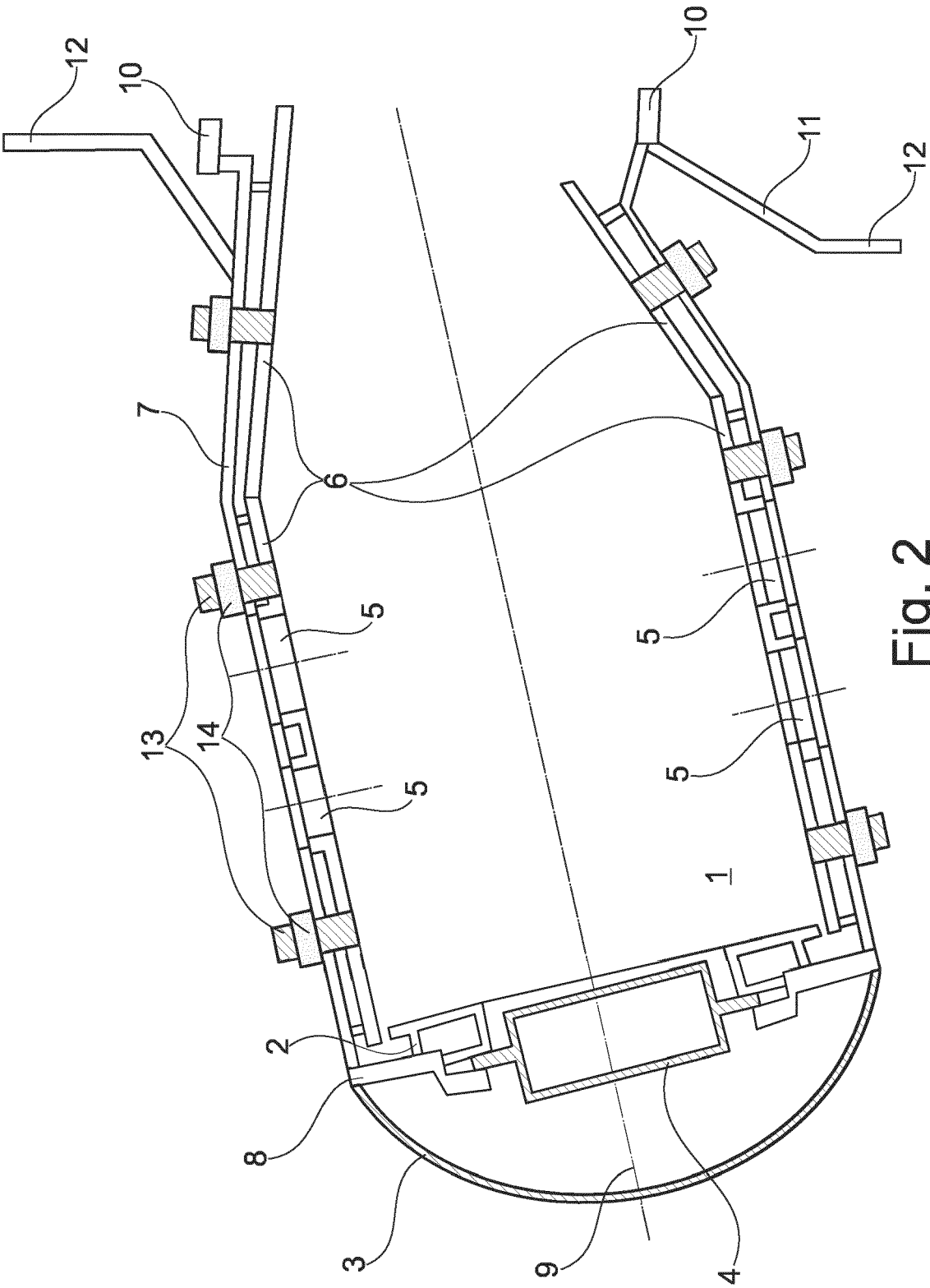


Fig. 2
Stand der Technik

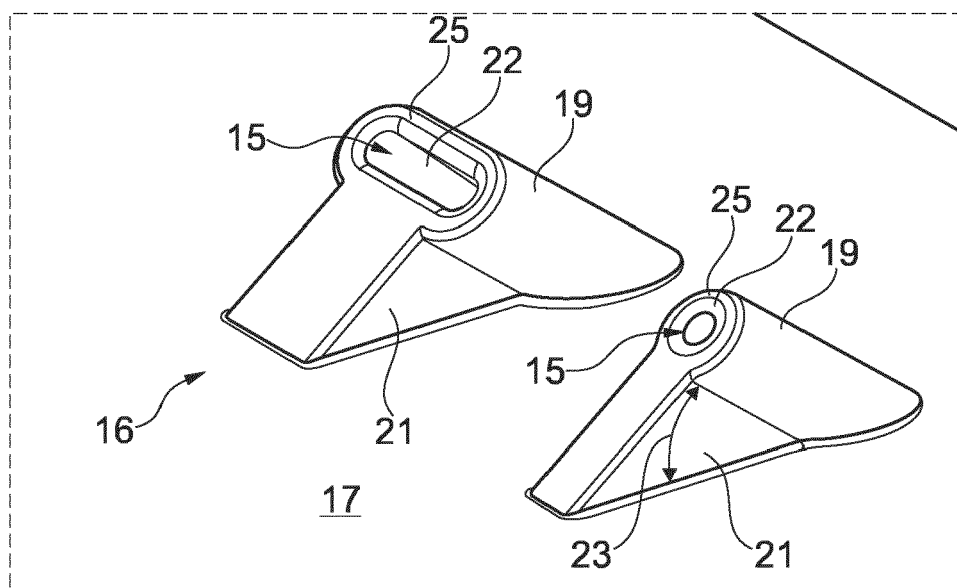


Fig. 3

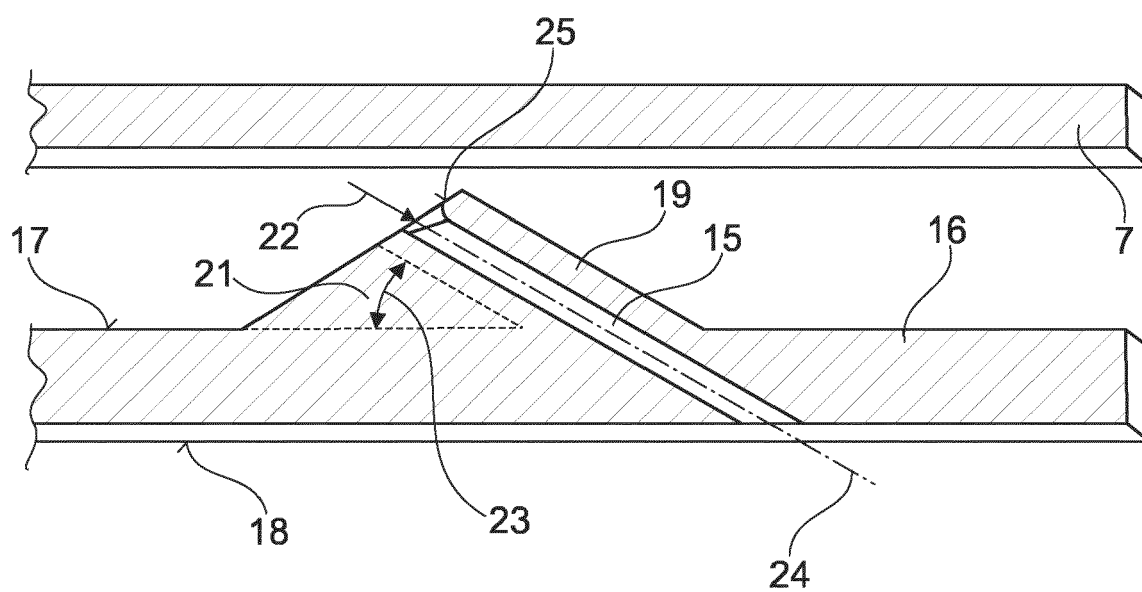


Fig. 4

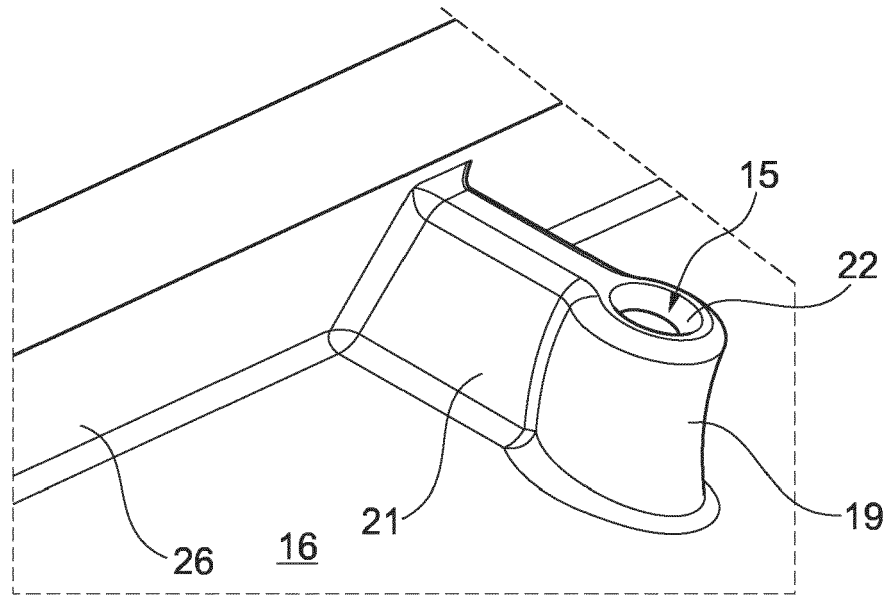


Fig. 5

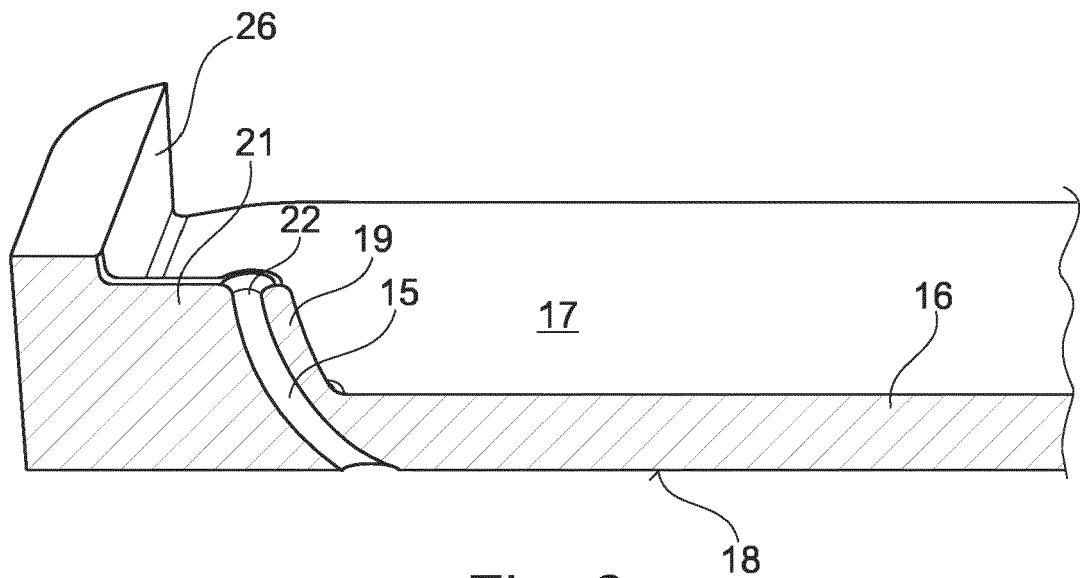


Fig. 6

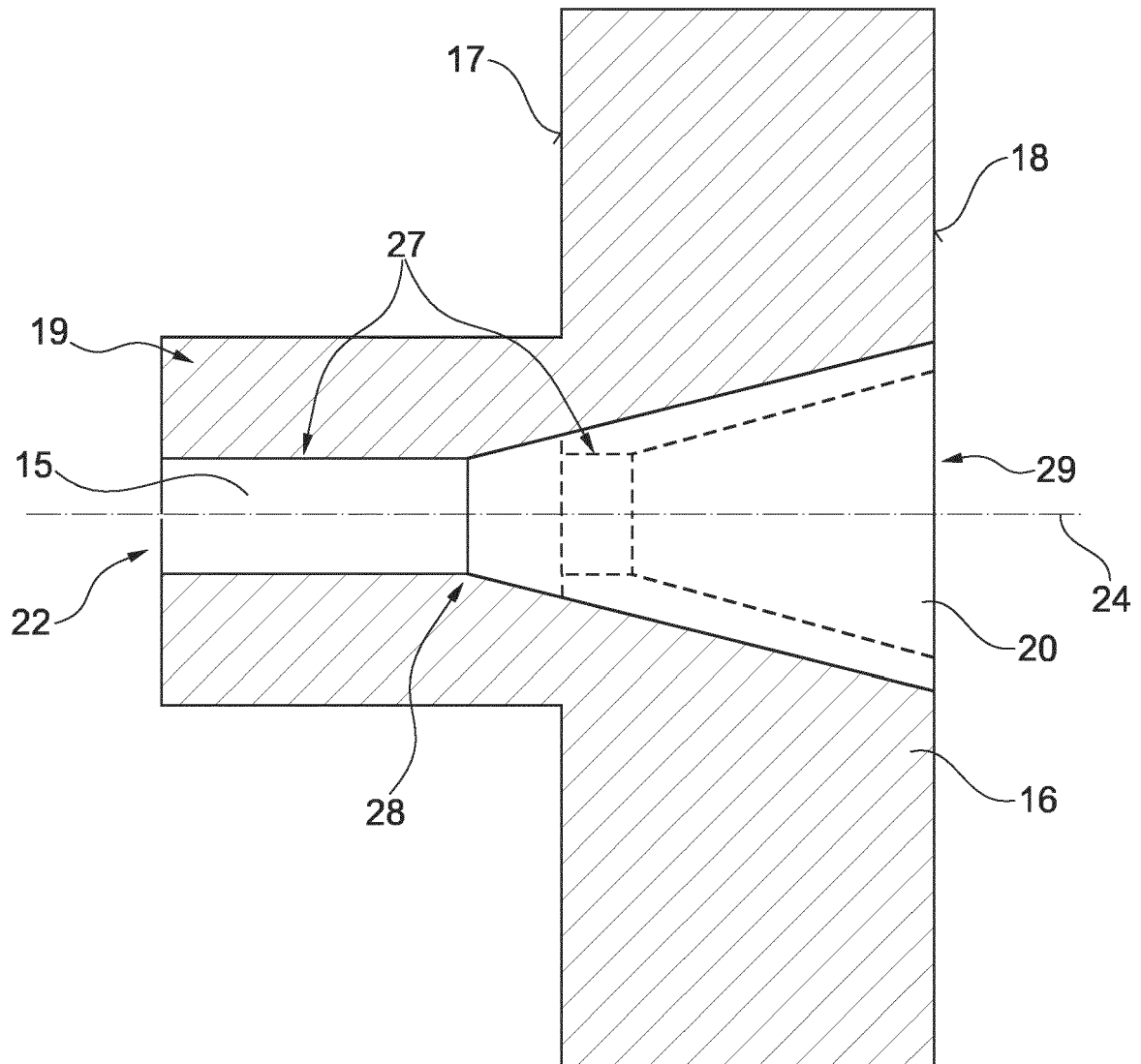


Fig. 7

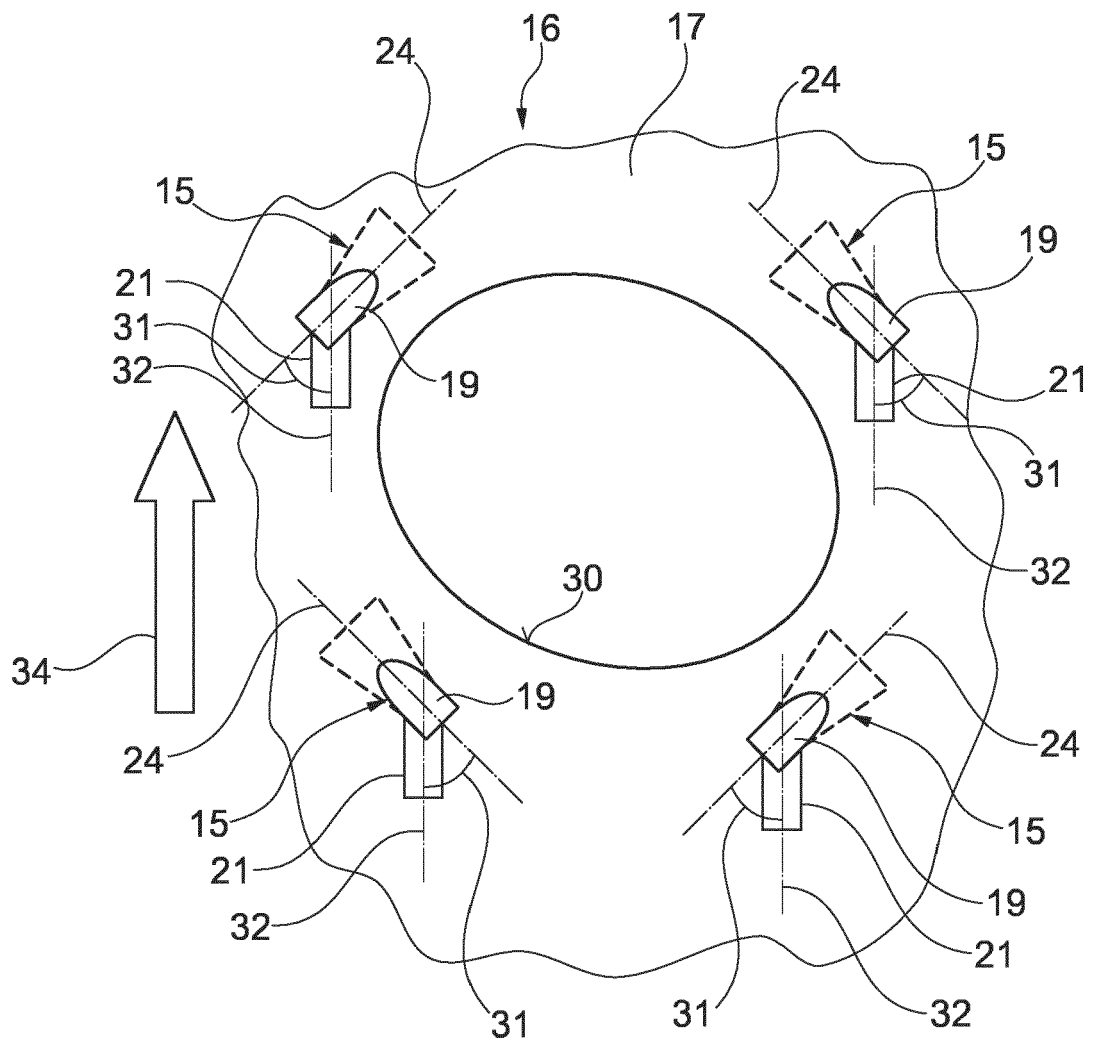


Fig. 8

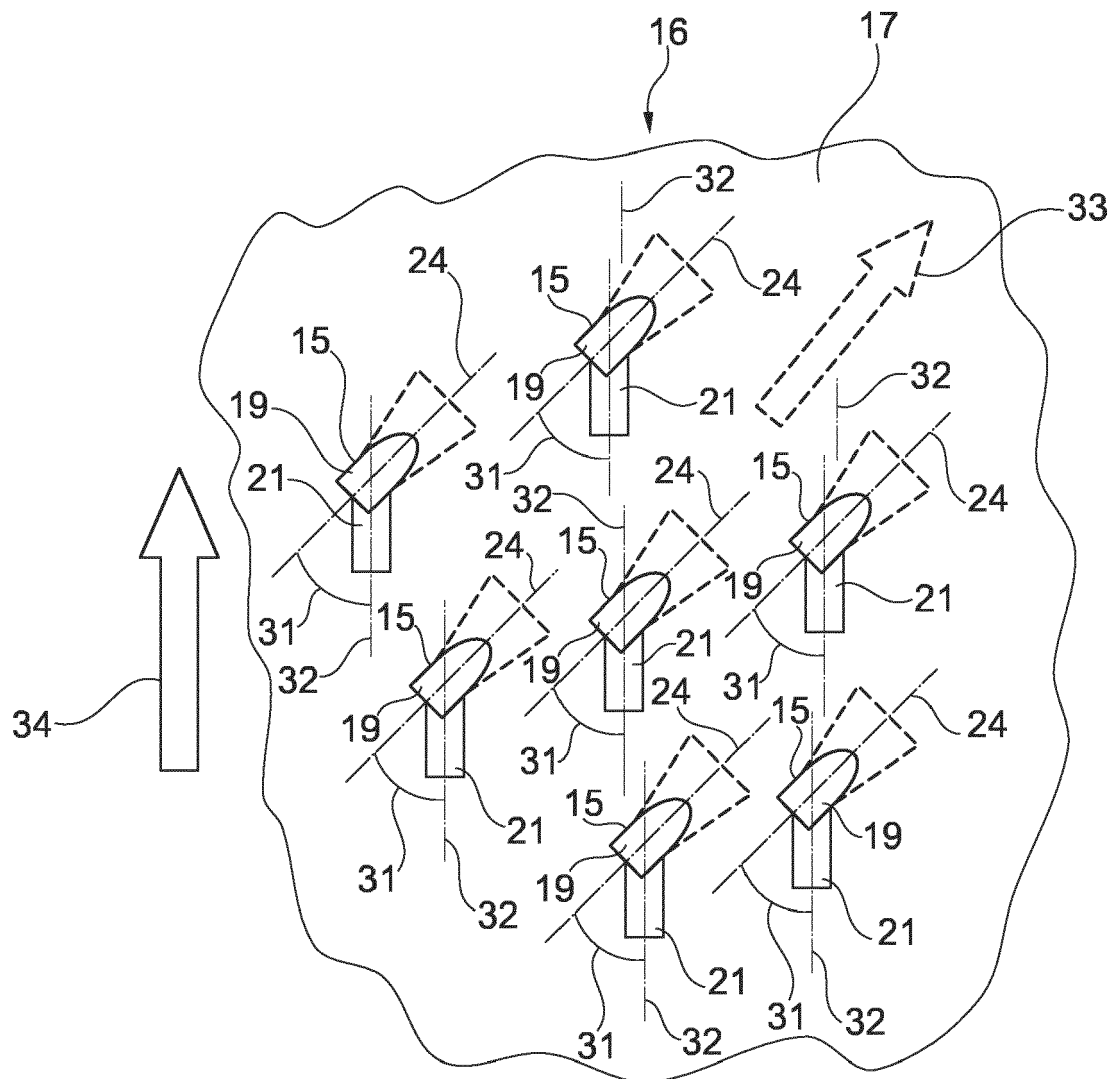


Fig. 9

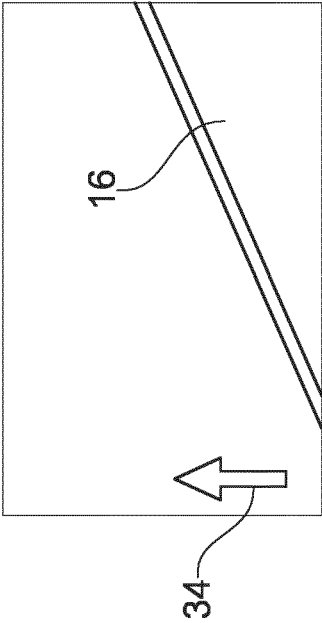


Fig. 10a

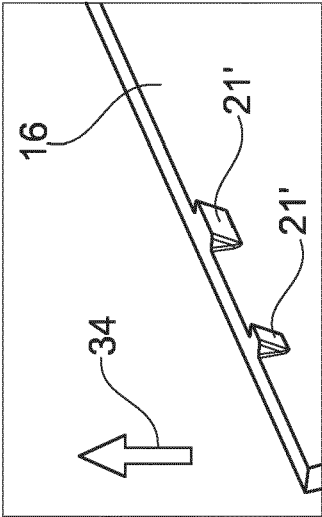


Fig. 10b

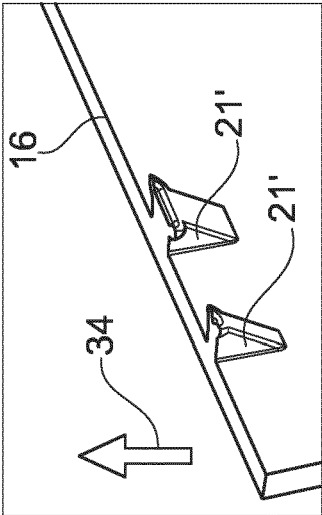


Fig. 10c

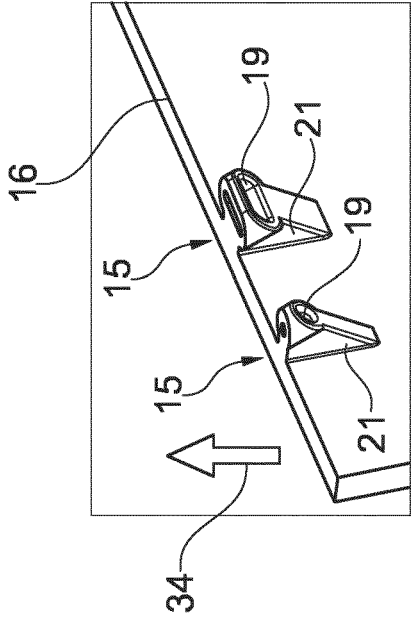


Fig. 10d

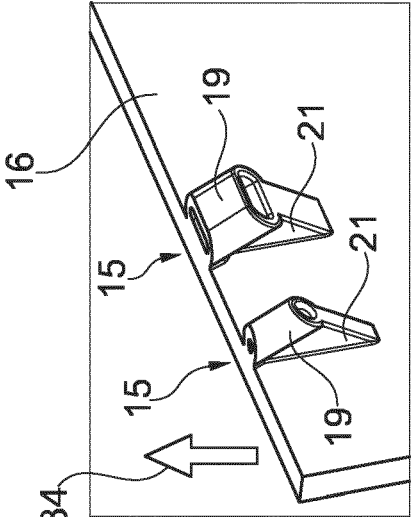


Fig. 10e

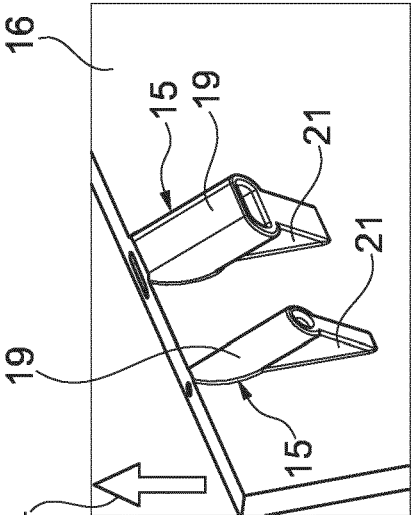


Fig. 10f



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 20 3765

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 2011/005233 A1 (SADIG SERMED [DE] ET AL) 13. Januar 2011 (2011-01-13)	1,5,6,8,12	INV. F23R3/06
Y	* Absätze [0025], [0036], [0038]; Abbildungen 4d, 4e *	2-4,7,9,10	
Y	DE 10 2013 003444 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 11. September 2014 (2014-09-11) * Absätze [0040] - [0043]; Abbildung 6 *	2-4	
Y	WO 2015/050592 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 9. April 2015 (2015-04-09) * Absätze [0053] - [0060]; Abbildungen 6-8 *	7	
Y	US 2015/128602 A1 (CLEMEN CARSTEN [DE]) 14. Mai 2015 (2015-05-14)	9,10	
A	* Absätze [0043], [0047]; Abbildungen 7, 10 *	1,12,13	
X	EP 2 730 844 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 14. Mai 2014 (2014-05-14) * Absätze [0026] - [0029]; Abbildung 5 *	13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 2014/338347 A1 (GAGE RAYMOND [US] ET AL) 20. November 2014 (2014-11-20) * Zusammenfassung; Abbildungen 7-11; Beispiele 1-14 *	1,7,11	F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Mai 2017	Prüfer Coli, Enrico
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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 20 3765

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.

11-05-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2011005233 A1	13-01-2011	DE 102009032277 A1	20-01-2011
			EP 2273196 A2	12-01-2011
			US 2011005233 A1	13-01-2011
15	-----	-----	-----	-----
	DE 102013003444 A1	11-09-2014	DE 102013003444 A1	11-09-2014
			EP 2770260 A2	27-08-2014
			US 2014238030 A1	28-08-2014
	-----	-----	-----	-----
20	WO 2015050592 A2	09-04-2015	EP 3008388 A2	20-04-2016
			US 2016123592 A1	05-05-2016
			WO 2015050592 A2	09-04-2015
	-----	-----	-----	-----
	US 2015128602 A1	14-05-2015	DE 102013223258 A1	03-06-2015
25			EP 2873921 A1	20-05-2015
			US 2015128602 A1	14-05-2015
	-----	-----	-----	-----
	EP 2730844 A1	14-05-2014	DE 102012022259 A1	28-05-2014
			EP 2730844 A1	14-05-2014
	-----	-----	-----	-----
30	US 2014338347 A1	20-11-2014	EP 2759772 A1	30-07-2014
			US 2014338347 A1	20-11-2014
	-----	-----	-----	-----
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

- US 5000005 A [0004]
- WO 9525932 A1 [0005]