



(11) **EP 3 611 341 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

14.02.2024 Patentblatt 2024/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F01D 5/18 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19181277.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F01D 5/18; F01D 5/186; F01D 5/187;

F05D 2250/185; F05D 2260/20

(22) Anmeldetag: **19.06.2019**

(54) **TURBINENSCHAUFEL MIT KÜHLSYSTEM**

TURBINE VANE WITH COOLING SYSTEM

AUBE DE TURBINE AVEC SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

(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**

(30) Priorität: **13.08.2018 DE 102018119572**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

19.02.2020 Patentblatt 2020/08

(73) Patentinhaber:

- **MAN Energy Solutions SE**
86153 Augsburg (DE)
- **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:

- **Pöhler, Thorsten**
46539 Dinslaken (DE)

• **Pernleitner, Martin**

80995 München (DE)

• **Freno, Dieter**

80995 München (DE)

• **Storm, Paul**

80995 München (DE)

• **Stavropoulou, Electra**

80995 München (DE)

• **Frank, Dirk**

46562 Voerde (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A2- 2 374 997

EP-A2- 2 489 838

DE-A1-102017 110 051

JP-A- 2004 132 218

US-A1- 2007 140 851

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel mit einem Kühlsystem zum aktiven Kühlen der Turbinenschaufel mit einem Kühlfluid über einen in der Turbinenschaufel ausgebildeten innenliegenden Strömungskanal.

[0002] Die Veröffentlichungen US2007/140851 A1, JP 2004 132218 A und EP 2 374 838 A2 offenbaren Kühlsysteme zum aktiven Kühlen einer Turbinenschaufel mit einem Kühlfluid über einen in der Turbinenschaufel ausgebildeten innenliegenden Kühlkanal.

[0003] Hochtemperatur-Turbinenschaufeln mit Innenkühlung weisen häufig das Problem einer Strömungsablösung in den Bereichen auf, an denen der Strömungskanal bzw. die Strömungsrichtung des Kühlfluids umgelenkt wird. Die eventuelle Ablösung des Kühlluftstroms am Eintritt in den nächsten Strömungskanalabschnitt vermindert die Kühlleistung des Fluids und hat somit auch Auswirkungen auf die Lebensdauer der Turbinenschaufel. Grundsätzlich sollen Strömungskanäle im Übrigen für einen optimalen Kühlmittel-Strömungsverlauf konzipiert sein.

[0004] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Turbinenschaufel mit in der Turbinenschaufel ausgebildeten innenliegenden Strömungskanal bereit zu stellen, bei dem vorbesagte Probleme vermindert werden und insbesondere die potentielle Ablösung des Kühlluftstromes in Bereichen, an denen die Strömung umgelenkt wird, vermieden bzw. minimiert wird.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß wird daher ein Kühlsystem zum aktiven Kühlen einer Turbinenschaufel mit einem Kühlfluid über einen in der Turbinenschaufel ausgebildeten innenliegenden Strömungskanal vorgeschlagen. Der Strömungskanal erstreckt sich dabei von einer Eintrittskante zu einer Austrittskante und umfasst einen ersten Kanalabschnitt, der eine erste Strömungsrichtung definiert, und einen zweiten Kanalabschnitt, der eine zweite Strömungsrichtung definiert. Ferner weist der Strömungskanal eine zwischen dem ersten und zweiten Kanalabschnitt liegende Wandung und einen Umlenker, der ausgebildet ist die Strömung von der ersten in die zweite Strömungsrichtung zu überführen, auf. Die Wandung bildet im Bereich des Umlenkers einen Stegkopf aus, der sich zumindest mit einem Stegkopfabschnitt in den Bereich des ersten Kanalabschnitts hinein erstreckt und dadurch den Strömungsquerschnitt des Strömungskanals bestimmungsgemäß in einer spezifischen Weise reduziert. Dadurch wird die Strömung des Kühlfluids vor dem Umlenker beschleunigt. Dies hat zur Folge, dass die Strömung ohne oder nur mit geringer Ablösung durch den Umlenker in den nächsten Strömungskanal einströmen kann.

[0007] Vorzugsweise ist das Kühlsystem so ausgebildet, dass der Strömungskanal einen zweiten Umlenker am Ende des zweiten Kanalabschnittes aufweist, der in

einen dritten Kanalabschnitt mündet und eine zweite Wandung zwischen dem zweiten und dritten Kanalabschnitt, die mit einem zweiten Stegkopf ausgebildet ist, der sich zumindest mit einem Stegkopfabschnitt in den Bereich des zweiten Kanalabschnittes hinein erstreckt und dadurch den Strömungsquerschnitt des Strömungskanals ebenfalls spezifisch in vergleichbarer Weise reduziert. Dadurch wird wiederum die Strömung des Kühlfluids vor dem Umlenker beschleunigt und auch an dieser Stelle kann die Strömung ohne oder nur mit geringer Ablösung durch den Umlenker in den nächsten Strömungskanal einströmen.

[0008] In einer vorteilhaften Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass der Stegkopf im Querschnitt betrachtet zumindest in einem stirnseitigen Abschnitt kreisbogenförmig, gekrümmt oder tropfenförmig ausgebildet ist und sich in Richtung des ersten Kanalabschnitts erstreckt. Die Erstreckung des stirnseitigen Abschnitts in Richtung des ersten Kanalabschnitts bewirkt die gewünschte Querschnittsverengung und das kreisbogenförmige, gekrümmte oder tropfenförmige Profil eine für die Strömungsführung optimale Kontur.

[0009] In einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass der Stegkopf im Querschnitt betrachtet zumindest in einem stirnseitigen Abschnitt aus einer Mehrzahl von linearen und/oder gebogenen Polynomabschnitten ausgebildet ist und sich in Richtung des ersten Kanalabschnitts erstreckt. Auch in dieser Ausführungsform bewirkt die Erstreckung des stirnseitigen Abschnitts in Richtung des ersten Kanalabschnitts die gewünschte Querschnittsverengung am Eintritt des Umlenkers. Mit geeigneter Anordnung von linearen und/oder gebogenen Polynomabschnitten lässt sich die Oberfläche für die Strömungsführung weiter optimieren.

[0010] Gemäß der Erfindung ist eine Ausführung günstig, bei der die Außenkontur des ersten Stegkopfs in Strömungsrichtung betrachtet wie folgt verläuft:

Beginnend von der linear verlaufenden Wandung des ersten Kanalabschnitts mit einem Krümmungsabschnitt, welcher sich in Richtung des Kanalabschnitts krümmt, übergehend in einen teilkreisförmigen Bogenabschnitt entgegengesetzter Krümmung, die wiederum am Ausgang des Umlenkers in die linear verlaufende Wandung des zweiten Kanalabschnitts übergeht, ohne, dass jedoch die Außenkontur in den zweiten Kanalabschnitt hineinragt. Dadurch wird zumindest am Austritt im Umlenker der Strömungsquerschnitt nicht durch die Wandung verändert, sondern an dieser Strömungsflanke beibehalten.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Variante ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Außenkontur des zweiten Stegkopfs in Strömungsrichtung betrachtet wie folgt verläuft:

Beginnend von der linear verlaufenden Wandung des zweiten Kanalabschnitts mit einem Krümmungsabschnitt, welcher sich in Richtung des Kanalabschnitts krümmt, übergehend in einen teilkreisförmigen Bogen-

abschnitt entgegengesetzter Krümmung, die wiederum am Ausgang des Umlenkers in die linear verlaufende Wandung des dritten Kanalabschnitts übergeht, ohne, dass jedoch die Außenkontur in den dritten Kanalabschnitt hineinragt.

[0012] Das erfindungsgemäße Kühlsystem ist so ausgebildet, dass die Turbinenschaufel einen Ringraum zwischen einer unteren und oberen Schaufelkontur aufweist, der die gasführende Fläche der Turbinenschaufel definiert. Erfindungsgemäß ist das Zentrum des Stegkopfs in einem Bereich angeordnet, der versetzt zu dem Ringraum innerhalb der unteren oder oberen Schaufelkontur, sozusagen nach außen versetzt gegenüber dem Ringraum angeordnet ist.

[0013] In einer Weiterbildung des vorliegenden Kühlsystems ist ferner vorgesehen, dass der Strömungskanal einen Eintritt, der eine Öffnung zur Aufnahme des Kühlfluids in den Strömungskanal ausbildet, und eine Ausblasung, die eine Öffnung zum Auslass des Kühlfluids aus dem Strömungskanal ausbildet, aufweist.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Turbinenschaufel im Bereich der Eintrittskante eine Vielzahl von Eintrittsöffnungen zum Einlass des Kühlfluids in den Strömungskanal auf, die zueinander beabstandet angeordnet sind. Durch die Vielzahl der Eintrittsöffnungen kann über die komplette Breite der Turbinenschaufel das Kühlfluid in den Strömungskanal aufgenommen werden, wodurch die Turbinenströmung optimiert ist.

[0015] Die Turbinenschaufel weist vorzugsweise eine Vielzahl von Austrittsöffnungen zum Auslass des Kühlfluids aus dem Strömungskanal auf, die zueinander beabstandet angeordnet sind. Durch die Vielzahl der Eintrittsöffnungen kann über die komplette Breite der Turbinenschaufel das Kühlfluid aus dem Strömungskanal ausgelassen werden.

[0016] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Turbinenschaufel mit einem innenliegenden Strömungskanal

Fig. 2 eine Schnittansicht durch ein Werkzeug zur Erläuterung der Ausbildung eines Strömungskanals.

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf die Figur 1 und die Figur 2 anhand eines exemplarischen Ausführungsbeispiels beschrieben.

[0018] In Figur 1 ist eine perspektivische Ansicht einer Turbinenschaufel 2 mit einem innenliegenden Strömungskanal 3, der in Figur 1 nicht näher dargestellt ist, abgebildet. Die Turbinenschaufel 2 umfasst eine abgerundete Eintrittskante 4 und eine Austrittskante 5 und ist

in dem Verlauf von der Eintrittskante 4 zu der Austrittskante 5 leicht gekrümmt. Ferner weist die Turbinenschaufel 2 eine obere Schaufelkontur 12 und eine untere Schaufelkontur 13 auf, mittels dieser die Turbinenschaufel 2 in die Turbine montiert werden kann. Die beiden Schaufelkonturen 12, 13 bilden jeweils eine im Wesentlichen quer zur Turbinenschaufel 2 verlaufende Fläche F aus, die zusammen mit der Turbinenschaufel 2 den gasführenden Ringraum 11 ausbildet. Des Weiteren zeigt Figur 1 im Bereich der Eintrittskante 4 mehrere voneinander beabstandete Austrittsöffnungen 14. Außerdem sind an der Turbinenschaufel 2 mehrere Austrittsöffnungen 15 ausgebildet, die sich an der Austrittskante 5 befinden.

[0019] Figur 2 zeigt eine Schnittansicht eines Werkzeugs, anhand dessen der Strömungskanal 3 beschrieben wird. Der Strömungskanal 3 ist mit einem Eintritt 25 und einer Ausblasung 26 ausgebildet. Der Strömungskanal weist einen ersten Kanalabschnitt 6, an den sich der Umlenker 9 anschließt und die Strömungsrichtung zunächst um ungefähr 90° umlenkt und dann um weitere etwa 90° zurück in die etwa entgegengesetzte Richtung in einen zweiten Kanalabschnitt 7, der zwischen dem Umlenker 9 und einem zweiten Umlenker 16 ausgebildet ist, und einem dritten Kanalabschnitt 17, der an den Umlenker 16, der die Strömungsrichtung wiederum um etwa 160° in die etwa entgegengesetzte Richtung umlenkt, angrenzt. Außerdem zeigt Figur 2 die Wandung 8 und den daran ausgebildeten Stegkopf 10. Beginnend von der linear verlaufenden Wandung 8 des ersten Kanalabschnittes 6 verläuft der Stegkopf 10 mit einem Krümmungsabschnitt 21, welcher sich in Richtung des Kanalabschnittes 6 krümmt. Der Krümmungsabschnitt 21 geht in einen teilkreisförmigen Bogenabschnitt 22 entgegengesetzter Krümmung über, die wiederum am Ausgang des Umlenkers 9 in die linear verlaufende Wandung 8 des zweiten Kanalabschnittes 7 übergeht, ohne, dass jedoch die Außenkontur in den zweiten Kanalabschnitt 7 hineinragt.

[0020] Ferner zeigt Figur 2 die Wandung 18 zwischen dem zweiten und dritten Kanalabschnitt 7, 17 und den daran ausgebildeten Stegkopf 19. Beginnend von der linear verlaufenden Wandung 18 des zweiten Kanalabschnittes 7 verläuft der Stegkopf 19 mit einem Krümmungsabschnitt 23, welcher sich in Richtung des Kanalabschnittes 7 krümmt. Der Krümmungsabschnitt 23 geht in einen teilkreisförmigen Bogenabschnitt 24 entgegengesetzter Krümmung über, die wiederum am Ausgang des Umlenkers 16 in die linear verlaufende Wandung 18 des dritten Kanalabschnittes 17 übergeht, ohne, dass jedoch die Außenkontur in den dritten Kanalabschnitt 17 hineinragt.

[0021] Die Pfeile in der Figur 2 zeigen schematisch den Strömungsverlauf im mit dem Werkzeug hergestellten Strömungskanal 3.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (2) mit einem Kühlsystem (1) zum aktiven Kühlen der Turbinenschaufel (2) mit einem Kühlfluid über einen in der Turbinenschaufel (2) ausgebildeten innenliegenden Strömungskanal (3), der sich von einer Eintrittskante (4) zu einer Austrittskante (5) erstreckt und einen ersten Kanalabschnitt (6), der eine erste Strömungsrichtung definiert, einen zweiten Kanalabschnitt (7), der eine zweite Strömungsrichtung definiert, eine zwischen dem ersten und zweiten Kanalabschnitt (6, 7) liegende Wandung (8) und einen Umlenker (9), zwischen dem ersten und dem zweiten Kanalabschnitt (6, 7), der ausgebildet ist die Strömung von der ersten in die zweite Strömungsrichtung zu überführen, umfasst, wobei die Wandung (8) im Bereich des Umlenkers (9) einen Stegkopf (10) ausbildet, der sich zumindest mit einem Stegkopfabschnitt in den Bereich des ersten Kanalabschnitts (6) hinein erstreckt und dadurch den Strömungsquerschnitt des Strömungskanals (3) reduziert, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbinenschaufel einen Ringraum zwischen einer unteren und oberen Schaufelkontur aufweist, der die gasführende Fläche der Turbinenschaufel definiert, und das Zentrum des Stegkopfs außerhalb des Ringraums angeordnet ist, jedoch innerhalb der unteren oder oberen Schaufelkontur angeordnet ist, wobei die Außenkontur des ersten Stegkopfs (10) in Strömungsrichtung betrachtet wie folgt verläuft: beginnend von der linear verlaufenden Wandung des ersten Kanalabschnitts (6) mit einem Krümmungsabschnitt (21), welcher sich in Richtung des Kanalabschnitts (6) krümmt, übergehend in einen teilkreisförmigen Bogenabschnitt (22) entgegengesetzter Krümmung, die wiederum am Ausgang des Umlenkers (9) in die linear verlaufende Wandung des zweiten Kanalabschnitts (7) übergeht, ohne, dass jedoch die Außenkontur in den zweiten Kanalabschnitt (7) hineinragt.
2. Turbinenschaufel (2) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungskanal (3) einen zweiten Umlenker (16) am Ende des zweiten Kanalabschnitts (7) aufweist, der in einen dritten Kanalabschnitt (17) mündet und eine zweite Wandung (18) zwischen dem zweiten und dritten Kanalabschnitt (7, 17), die mit einem zweiten Stegkopf (19) ausgebildet ist, der sich zumindest mit einem Stegkopfabschnitt in den Bereich des zweiten Kanalabschnitts (7) hinein erstreckt und dadurch den Strömungsquerschnitt des Strömungskanals (3) reduziert.
3. Turbinenschaufel (2) gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stegkopf (10) im Querschnitt betrachtet zumindest in einem stirnseitigen Abschnitt (20) kreisbogenförmig, gekrümmt oder tropfenförmig ausgebildet ist und sich in Richtung des ersten Kanalabschnitts (6, 7) erstreckt.
4. Turbinenschaufel (2) gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stegkopf (10) im Querschnitt betrachtet zumindest in einem stirnseitigen Abschnitt (20) aus einer Mehrzahl von linearen und/oder gebogenen Polynomabschnitten ausgebildet ist und sich in Richtung des ersten Kanalabschnitts (6, 7) erstreckt.
5. Turbinenschaufel (2) gemäß Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenkontur des zweiten Stegkopfs (19) in Strömungsrichtung betrachtet wie folgt verläuft: beginnend von der linear verlaufenden Wandung des zweiten Kanalabschnitts (7) mit einem Krümmungsabschnitt (23), welcher sich in Richtung des Kanalabschnitts (17) krümmt, übergehend in einen teilkreisförmigen Bogenabschnitt (24) entgegengesetzter Krümmung, die wiederum am Ausgang des Umlenkers (16) in die linear verlaufende Wandung des dritten Kanalabschnitts (17) übergeht, ohne, dass jedoch die Außenkontur in den dritten Kanalabschnitt (17) hineinragt.
6. Turbinenschaufel (2) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungskanal (3) einen Eintritt (25), der eine Öffnung zur Aufnahme des Kühlfluids in den Strömungskanal (3) ausbildet, und eine Ausblasung (26), die eine Öffnung zum Auslass des Kühlfluids aus dem Strömungskanal (3) ausbildet, aufweist.
7. Turbinenschaufel (2) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbinenschaufel (2) im Bereich der Eintrittskante (4) eine Vielzahl von Austrittsöffnungen (14) zum Auslass des Kühlfluids aus dem Strömungskanal (3) aufweist, die zueinander beabstandet angeordnet sind.
8. Turbinenschaufel (2) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbinenschaufel (2) eine Vielzahl von Austrittsöffnungen (15) zum Auslass des Kühlfluids aus dem Strömungskanal (3) aufweist, die zueinander beabstandet angeordnet sind.

Claims

1. A turbine blade (2) having a cooling system (1) for actively cooling the turbine blade (2) with a cooling fluid via an internal flow channel (3) formed in the turbine blade (2), which extends from a leading edge (4) to a trailing edge (5) and a first channel portion (6) which defines a first flow direction, a second chan-

nel portion (7), which defines a second flow direction, includes a wall (8) situated between the first and second channel portion (6, 7) and a diverter (9), between the first and the second channel portion (6, 7), which is configured to transfer the flow from the first into the second flow direction, wherein the wall (8) in the region of the diverter (9) forms a web head (10), which extends at least with a web head portion into the region of the first channel portion (6) and thus reduces the flow cross-section of the flow channel (3), **characterised in that** the turbine blade comprises an annular space between a lower and upper blade contour which defines the gasconducting surface of the turbine blade, and the centre of the web head is arranged outside the annular space, however is arranged within the lower or upper blade contour, wherein the outer contour of the first web head (10), viewed in the flow direction, runs as follows: starting from the linearly extending wall of the first channel portion (6) with a curvature portion (21), which curves in the direction of the channel portion (6), merging into a semi-circular arc portion (22) of opposite curvature, which in turn merges at the outlet of the diverter (9) into the linearly extending wall of the second channel portion (7), however without the outer contour projecting into the second channel portion (7).

2. The turbine blade (2) according to Claim 1, **characterised in that** the flow channel (3) comprises a second diverter (16) at the end of the second channel portion (7), which opens into a third channel portion (17) and a second wall (18) between the second and third channel portion (7, 17), which is configured with a second web head (19), which at least with a web head portion extends into the region of the second channel portion (7) and thus reduces the flow cross-section of the flow channel (3).
3. The turbine blade (2) according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the web head (10), viewed in the cross-section, is configured at least in a face-end portion (20) circular arc-shaped, curved or drop-shaped and extends in the direction of the first channel portion (6, 7).
4. The turbine blade (2) according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the web head (10), viewed in the cross-section, is formed in a face-end portion (20) of a plurality of linear and/or bent polynomial portions and extends in the direction of the first channel portion (6, 7).
5. The turbine blade (2) according to Claim 2 or 3, **characterised in that** the outer contour of the second web head (19), viewed in the flow direction, runs as follows: starting from the linearly extending wall of the second

channel portion (7) with a curvature portion (23), which curves in the direction of the channel portion (17), merging into a semi-circular arc portion (24) of opposite curvature, which in turn merges at the outlet of the diverter (16) into the linearly extending wall of the third channel portion (17), however without the outer contour projecting into the third channel portion (17).

6. The turbine blade (2) according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the flow channel (3) comprises an inlet (25) which forms an opening for receiving the cooling fluid in the flow channel (3) and a blow-out (26), which forms an opening for letting the cooling fluid out of the flow channel (3).
7. The turbine blade (2) according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the turbine blade (2) in the region of the leading edge (4) comprises a multiplicity of outlet openings (14) for letting the cooling fluid out of the flow channel (3), which are arranged spaced apart from one another.
8. The turbine blade (2) according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the turbine blade (2) comprises a multiplicity of outlet openings (15) for letting the cooling fluid out of the flow channel (3), which are arranged spaced apart from one another.

Revendications

1. Aube de turbine (2) comportant un système de refroidissement (1) pour refroidir activement l'aube de turbine (2) avec un fluide de refroidissement via un canal d'écoulement interne (3) formé dans l'aube de turbine (2), qui s'étend d'un bord d'entrée (4) à un bord de sortie (5) et une première section de canal (6) qui définit une première direction d'écoulement, une deuxième section de canal (7) qui définit une deuxième direction d'écoulement, qui comprend une paroi (8) reposant entre la première et la deuxième section de canal (6, 7) et un déflecteur (9), entre les première et deuxième sections de canal (6, 7), qui est configuré pour transférer le flux de la première à la deuxième direction d'écoulement, dans laquelle la paroi (8) forme dans la zone du déflecteur (9) une tête d'âme (10) qui s'étend dans la zone de la première section de canal (6) et réduit ainsi la section d'écoulement du canal d'écoulement (3), **caractérisée en ce que** l'aube de turbine présente un espace annulaire entre un contour d'aube inférieur et supérieur, qui définit la surface de transport de gaz de l'aube de turbine, et le centre de la tête d'âme est disposé à l'extérieur de l'espace annulaire, mais est disposé à l'intérieur de la partie inférieure ou supé-

rieure du contour de pale, dans laquelle le contour extérieur de la première tête d'âme (10), vu dans la direction d'écoulement, s'étend comme suit : en partant de la paroi linéaire de la première section de canal (6) avec une section courbe (21), qui s'incurve dans la direction de la section de canal (6), se transformant en une section en arc de cercle partiel (22) de courbure opposée, qui à son tour se fond dans la paroi linéaire de la deuxième section de canal (7) à la sortie du déflecteur (9), mais sans que le contour extérieur ne dépasse de la deuxième section de canal (7).

2. Aube de turbine (2) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le canal d'écoulement (3) présente un deuxième déflecteur (16) à l'extrémité de la deuxième section de canal (7), qui débouche dans un troisième section de canal (17) et une deuxième paroi (18) entre la deuxième et troisième sections de canal (7, 17), qui sont formées avec une deuxième tête de bande (19), qui s'étend dans la zone de la deuxième section de canal (7) avec au moins une section de tête de bande et réduit ainsi la section transversale d'écoulement du canal d'écoulement (3). 5
3. Aube de turbine (2) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la tête d'âme (10), vue en coupe transversale, est en forme d'arc de cercle, courbée ou en forme de larme au moins dans une section avant (20) et s'étend dans la direction vers laquelle s'étend la première section de canal (6, 7) . 10
4. Aube de turbine (2) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la tête d'âme (10), vue en coupe transversale, est formée d'une pluralité de sections polynomiales linéaires et/ou courbes au moins dans une section avant (20) et est en direction de la première section de canal (6, 7). 15
5. Aube de turbine (2) selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que** le contour extérieur de la deuxième tête d'âme (19), vu dans la direction d'écoulement, s'étend comme suit : en partant de la paroi linéaire de la deuxième section de canal (7) avec une section courbe (23), qui s'incurve dans la direction de la section de canal (17), se transformant en une section en arc de cercle partiel (24) de courbure opposée, qui à son tour se fond dans la paroi linéaire de la troisième section de canal (17) à la sortie du déflecteur (16), mais sans que le contour extérieur ne dépasse de la troisième section de canal (17). 20
6. Aube de turbine (2) selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le canal d'écoulement (3) présente une entrée (25), qui forme une ouverture pour recevoir le fluide de refroidisse- 25

ment dans le canal d'écoulement (3), et un soufflage (26) qui forme une ouverture pour la sortie du fluide de refroidissement du canal d'écoulement (3).

7. Aube de turbine (2) selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'aube de turbine (2) au niveau du bord d'entrée (4) présente une pluralité d'ouvertures de sortie (14) pour l'évacuation du fluide de refroidissement du canal d'écoulement (3), qui sont disposées à distance les unes des autres. 30
8. Aube de turbine (2) selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'aube de turbine (2) présente une pluralité d'ouvertures de sortie (15) pour la sortie du fluide de refroidissement du canal d'écoulement (3), qui sont disposées à distance les unes des autres. 35

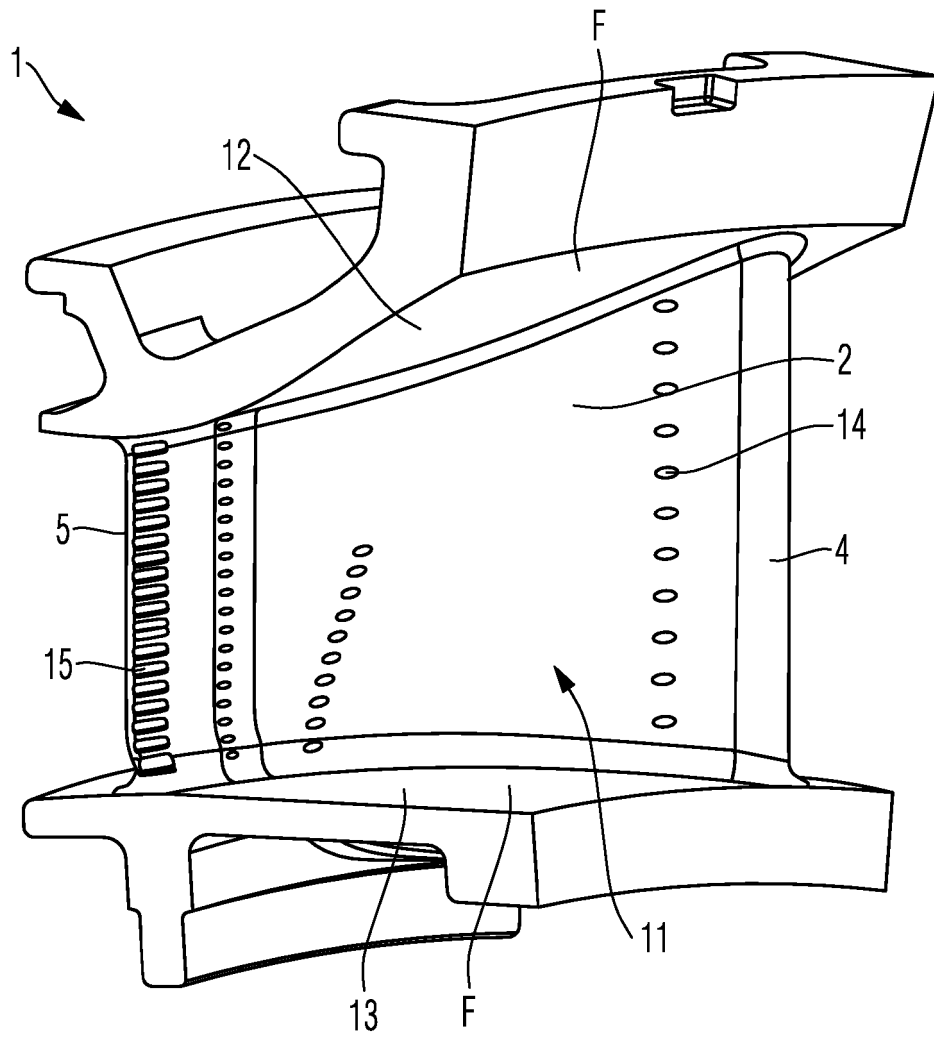


Fig. 1

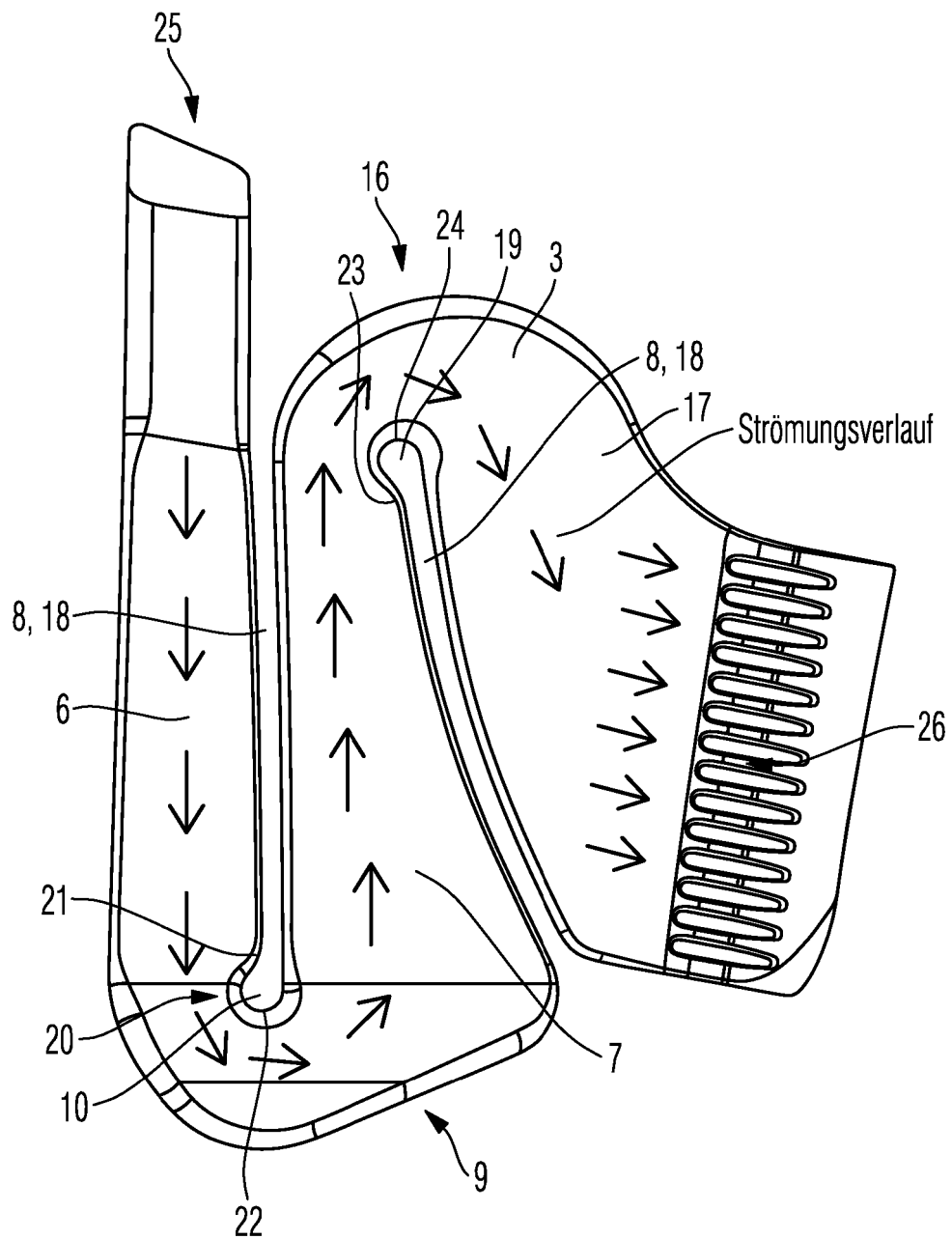


Fig. 2

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 2007140851 A1 [0002]
- JP 2004132218 A [0002]
- EP 2374838 A2 [0002]