



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.02.2020 Patentblatt 2020/08

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19181277.5**

(22) Anmeldetag: **19.06.2019**

(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:
KH MA MD TN

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

(71) Anmelder:
• **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)

(54) **KÜHLSYSTEM ZUM AKTIVEN KÜHLEN EINER TURBINENSCHAUFEL**

(57) Die Erfindung betrifft ein Kühlsystem (1) zum aktiven Kühlen einer 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, dadurch gekennzeichnet, dass 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.

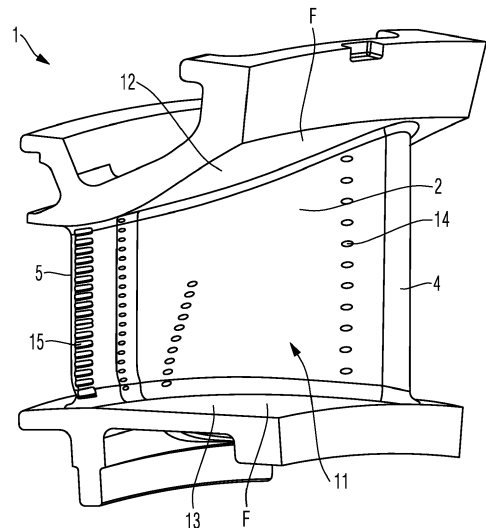


Fig. 1

Beschreibung

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

[0002] 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.

[0003] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Turbinenschaufel mit in der Turbinenschaufel ausgebildeten innenliegenden Strömungskanal bereit zu stellen, bei dem vorhergesagte Probleme vermindert werden und insbesondere die potentielle Ablösung des Kühlluftstromes in Bereichen, an denen die Strömung umgelenkt wird, vermieden bzw. minimiert wird.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

[0005] 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.

[0006] 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 Strömungs-

kanals 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.

[0007] 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.

[0008] 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.

[0009] Ferner 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.

[0010] 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 Bogenabschnitt 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.

[0011] Das erfindungsgemäße Kühlsystem ist in einer

Ausführungsvariante ausgebildet, dass die Turbinenschaufel einen Ringraum zwischen einer unteren und oberen Schaufelkontur aufweist, der die gasführende Fläche der Turbinenschaufel definiert.

[0012] Weiter vorteilhaft ist es, wenn das Zentrum des Stegkopfs in einem Bereich angeordnet ist, 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.

[0022] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

Patentansprüche

1. Kühlsystem (1) zum aktiven Kühlen einer 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, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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.
2. Kühlsystem 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. Kühlsystem 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. Kühlsystem 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. Kühlsystem gemäß Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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.
6. Kühlsystem 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.
7. Kühlsystem gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbinenschaufel (2) einen Ringraum (11) zwischen einer unteren und oberen Schaufelkontur (12, 13) aufweist, der die gasführende Fläche der Turbinenschaufel (2) definiert.
8. Kühlsystem gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zentrum des Stegkopfs (10) in einem Bereich angeordnet ist, der versetzt zu dem Ringraum (11) innerhalb der unteren oder oberen Schaufelkontur (12, 13) angeordnet ist.
9. Kühlsystem 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.
10. Kühlsystem 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.
11. Kühlsystem 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.

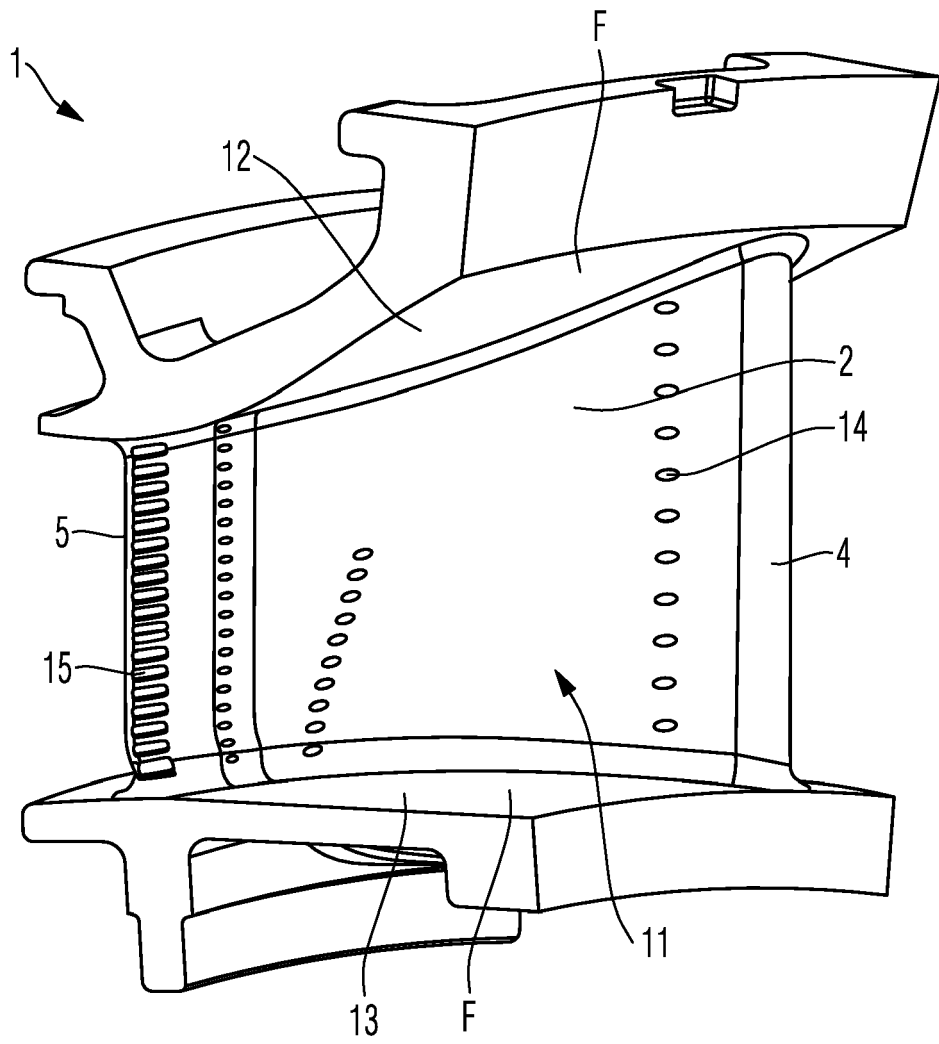


Fig. 1

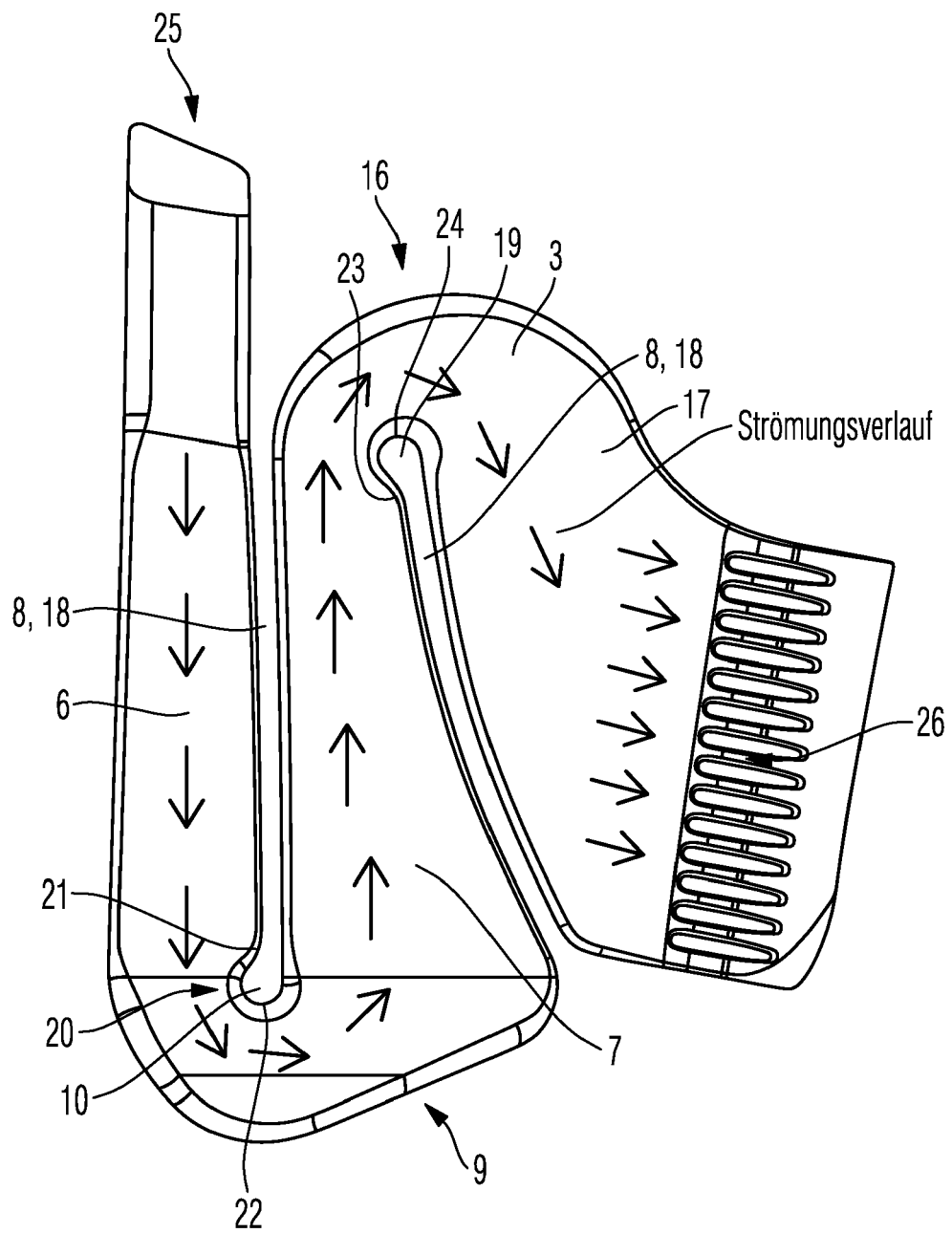


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 18 1277

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 2007/140851 A1 (HOOPER TYLER F [US] ET AL) 21. Juni 2007 (2007-06-21) * Absätze [0019] - [0020]; Abbildung 3 *	1-11	INV. F01D5/18
X	JP 2004 132218 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 30. April 2004 (2004-04-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 *	1-11	
X	EP 2 374 997 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 12. Oktober 2011 (2011-10-12) * Zusammenfassung; Abbildungen 3A,3B,4 *	1-11	
X	EP 2 489 838 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 22. August 2012 (2012-08-22) * Absätze [0041] - [0044]; Abbildungen 2,5,9 *	1-11	
X	DE 10 2017 110051 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 16. November 2017 (2017-11-16) * Absätze [0066] - [0068]; Abbildungen 10,14,17 *	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Dezember 2019	Prüfer Avramidis, Pavlos
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 19 18 1277

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.

19-12-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2007140851 A1	21-06-2007	KEINE	
15	JP 2004132218 A	30-04-2004	JP 4064778 B2 JP 2004132218 A	19-03-2008 30-04-2004
	EP 2374997 A2	12-10-2011	EP 2374997 A2 US 2011243717 A1	12-10-2011 06-10-2011
20	EP 2489838 A2	22-08-2012	EP 2489838 A2 US 2013343872 A1	22-08-2012 26-12-2013
25	DE 102017110051 A1	16-11-2017	CN 107435562 A DE 102017110051 A1 JP 2017203453 A KR 20170128128 A US 2017328219 A1	05-12-2017 16-11-2017 16-11-2017 22-11-2017 16-11-2017
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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