

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 488 077 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.07.2006 Patentblatt 2006/28

(21) Anmeldenummer: **03702263.9**

(22) Anmeldetag: **21.02.2003**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2003/000134

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/080998 (02.10.2003 Gazette 2003/40)

(54) **GEKÜHLTE TURBINENSCHAUFEL**

COOLED TURBINE BLADE

AUBE DE TURBINE REFROIDIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

(30) Priorität: **25.03.2002 CH 507022002**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.12.2004 Patentblatt 2004/52

(73) Patentinhaber: **Alstom Technology Ltd**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **FRIED, Reinhard**
5415 Nussbaumen (CH)
• **WETTSTEIN, Hans**
5442 Fislisbach (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 059 418 **DE-A- 10 064 269**
DE-A- 19 859 787 **GB-A- 2 262 314**
US-A- 3 533 711 **US-A- 4 820 123**

EP 1 488 077 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus der DE 198 59 787 A1 ist eine derartige Turbinenschaufel bekannt, die einen umströmten und aerodynamisch geformten Mantel besitzt. Dieser Mantel weist eine erste Seitenwand und eine zweite Seitenwand auf, die an einer anströmseitigen Vorderkante und an einer abströmseitigen Hinterkante miteinander verbunden sind, die sich longitudinal von einem Schaufelfuß bis zu einer Schaufelspitze erstrecken und die zwischen Vorderkante und Hinterkante durch mehrere innere Rippen miteinander verbunden sind. Diese Rippen bilden im Inneren der Turbinenschaufel bzw. im Inneren des Mantels zwei Kühlgaspfade, die jeweils eine Kühlgasströmung vom Fuß zur Spitze der Turbinenschaufel führen und die Kühlgasströmung dabei mehrfach von außen nach innen und von innen nach außen serpentinenförmig umlenken.

[0003] Ein derartiger serpentinenförmiger Kühlgaspfad besteht somit aus einer Aneinanderreihung von 180°-Umkehrbögen. Die Rippen sind dabei so angeordnet, dass sie in dem einen Kühlgaspfad im Bereich der Vorderkante und im anderen Kühlgaspfad im Bereich der Hinterkante vom Mantel nach innen und mit einem Winkel von etwa 45° zum Schaufelfuß hin abstehen. Hierdurch ergibt sich eine intensive Abbremsung der Kühlgasströmung, was die Kühlwirkung verbessert.

[0004] Jeder Kühlgaspfad beginnt im Schaufelfuß und endet an der Schaufelspitze, wo das Kühlgas durch eine an der Spitze angeordnete Deckplatte etwa mittig in einen die Turbinenschaufel umgebenden Heißgaspfad austreten kann.

[0005] Sofern im Kühlgas feinere und gröbere Partikel mitgeführt werden, können sich diese in den die Kühlgasströmung in Richtung Schaufelfuß ablenkenden Umlenkgebieten ansammeln und ablagern. Hierdurch kann sich eine mit der Zeit anwachsende Ablagerungsschicht ausbilden, die in der Regel aus Oxiden besteht. Diese Ablagerungsschicht besitzt regelmäßig eine geringere Wärmeleitfähigkeit als der Mantel und die Rippen, so dass sich die Kühlwirkung der Kühlgasströmung in diesem Ablagerungsbereich reduziert. In den davon betroffenen Bereichen der Turbinenschaufel kann es daher zu örtlichen Überhitzungen kommen, mit der Folge, dass in den gefährdeten Bereichen der Schaufel Risse, Anschmelzungen und Gefügeveränderungen auftreten können. Durch die aufgrund von Ablagerungen verschlechterte Kühlung verkürzt sich somit die Lebenszeit der Turbinenschaufel.

Darstellung der Erfindung

[0006] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Turbinenschaufel der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, bei der insbesondere die geforderte Kühlleistung länger gewährleistet werden kann und/oder bei der die Gefahr von Ablagerungen im Kühlgaspfad reduziert ist.

[0007] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, in Bereichen einer extremen Kühlgasumlenkung für die in der Kühlgasströmung mitgeführten Partikel mit Hilfe von Bypassöffnungen und gegebenenfalls Austrittsöffnungen einen alternativen Strömungspfad bereitzustellen, dem die Partikel aufgrund der wirkenden Trägheitskräfte leichter folgen können als dem Kühlgaspfad. Mit anderen Worten, genau in den Bereichen des Kühlgaspfads, in denen es zu einer Partikelanlagerung kommen könnte, wird mittels der Bypassöffnungen und gegebenenfalls Austrittsöffnungen ein Austrag der Partikel aus diesen Bereichen ermöglicht und so deren Anlageung in diesen Umlenkgebieten verhindert. Da die Erfindung somit die Ausbildung einer Ablagerungsschicht verhindert oder zumindest hemmt, kann die Kühlwirkung der Kühlgasströmung erheblich länger gewährleistet werden, wodurch sich die Lebensdauer der Turbinenschaufel erhöht.

[0009] Erfindungsgemäß durchdringen die vorgeschlagenen Bypassöffnungen am Mantel eine der Rippen, so dass die so entstehende Bypassströmung im Kühlgaspfad verbleibt. Im Bereich einer an der Spitze angeordneten Rippe kann die Bypassöffnung am Mantel eine an der Spitze angeordnete Deckplatte durchdringen, wobei dann die Bypassströmung in den Heißgaspfad austritt. Die erfindungsgemäß vorgeschlagenen Austrittsöffnungen durchdringen im Bereich einer Rippe den Mantel, so dass das Kühlgas durch diese Austrittsöffnungen in den Heißgaspfad austritt. Bei einer entsprechenden Dimensionierung der Austrittsöffnungen kann dadurch gleichzeitig ein sich an der Außenseite des Mantels anlegender Kühlgasfilm ausgebildet werden, so dass die Austrittsöffnungen auch als Filmkühlöffnungen arbeiten können.

[0010] Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform durchdringen die Bypassöffnungen die jeweilige Rippe bzw. die Deckplatte parallel zum Mantel und insbesondere entlang der Innenseite des Mantels. Durch diese Merkmale ergibt sich für den Partikelweg keine oder nur eine minimale Umlenkung, so daß die Partikel diesem alternativen Strömungspfad trägheitsbedingt einfach folgen können.

[0011] Entsprechendes gilt für die Austrittsöffnungen, wenn diese den Mantel im Bereich der jeweiligen Rippe

parallel zu dieser Rippe durchdringen und insbesondere im wesentlichen mit einer Anströmseite der jeweiligen Rippe fluchten.

[0012] Entsprechend einer besonderen Weiterbildung kann zumindest eine der Austrittsöffnungen an ihrem Eingang wenigstens an der näher an der Schaufelspitze angeordneten Seite eine abgeschrägte oder abgerundete Kante aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann wenigstens eine der Austrittsöffnungen an ihrem Eingang an der näher am Schaufelfuß angeordneten Seite eine vom Mantel nach innen vorstehenden Nase aufweisen. Die aufgezeigten Maßnahmen verhindern ein Verstopfen der jeweiligen Austrittsöffnung durch zu große Partikel, in dem durch geometrische und/oder aerodynamische Maßnahmen verhindert wird, dass zu große Partikel in die jeweilige Austrittsöffnung eintreten können.

[0013] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Turbinenschaufel ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Turbinenschaufel,

Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht auf ein Detail II aus Fig. 1.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0015] Entsprechend Fig. 1 besitzt eine erfindungsgemäße Turbinenschaufel 1, die als Laufschaufel oder als Leitschaufel ausgebildet sein kann, einen Mantel 2, der an seiner Außenseite 3 aerodynamisch geformt ist. Mit diesem Mantel 2 erstreckt sich die Turbinenschaufel 1 in einen Heißgaspfad 4 einer im übrigen nicht gezeigten Turbine. Die Heißgasströmung im Heißgaspfad 4 ist durch einen Pfeil 5 symbolisch dargestellt. Der Mantel 2 erstreckt sich von einer Schaufelspitze 6 longitudinal, also in ihrer Längsrichtung bis zu einem Schaufelfuß 7, mit dem die Schaufel 1 in einem Rotor (Laufschaufel) oder in einem Gehäuse (Leitschaufel) in üblicher Weise verankert ist.

[0016] Der Mantel 2 besteht aus zwei Seitenwänden 8 und 9, wobei die erste Seitenwand 8 auf der vom Betrachter abgewandten Seite der Schaufel 1 angeordnet ist, so dass nur deren Innenseite erkennbar ist, und wobei die zweite Seitenwand 9 dem Betrachter zugewandt ist, jedoch durch den gewählten Schnitt nicht erkennbar ist.

Die beiden Seitenwände 8, 9 sind an einer anströmseitigen Vorderkante 10 der Schaufel 1 sowie an einer abströmseitigen Hinterkante 11 der Schaufel 1 miteinander verbunden und umhüllen dabei ein Inneres 12 der Turbinenschaufel 1.

[0017] Die Seitenwände 8, 9 sind im Inneren 12 durch innenliegende oder innere Rippen 13 miteinander verbunden. Bei der hier gezeigten speziellen Ausführungsform geht etwa die Hälfte der Rippen 13 (äußere Rippe 13) von der Vorderkante 10 bzw. von der Hinterkante 11 aus, während die andere Hälfte der Rippen 13 (innere Rippe 13) von einem Mittelsteg 14 ausgeht, der sich hier über die gesamte Länge der Schaufel 1 erstreckt. Durch diese Bauweise bilden die Rippen 13 im Inneren 12 der Schaufel 1 zwei parallel durchströmte Kühlgaspfade 15 aus, die in Fig. 1 durch Strömungspfeile gekennzeichnet sind. Jeder dieser Kühlgaspfade 15 führt eine Kühlgasströmung vom Fuß 7 zur Spitze 6 und bewirkt dabei mehrfach eine von außen nach innen und nachfolgend von innen nach außen gerichtete, serpentinenförmige Umlenkung.

[0018] Die an der Vorderkante 10 bzw. an der Hinterkante 11 beginnenden Rippen 13 erstrecken sich dabei vom Mantel 2 einerseits nach innen und andererseits zum Fuß 7 hin, wobei diese Rippen 13 mit dem Mantel 2 auf der dem Fuß 7 zugewandten Seite einen spitzen Winkel α einschließen, der im vorliegenden Fall etwa 45° beträgt. Durch diese Orientierung der äußeren Rippen 13 erfolgt im Bereich des spitzen Winkels α eine sehr starke Umlenkung der Kühlgasströmung, wodurch sich eine intensive Wärmeübertragung zwischen Mantel 2 und Kühlgas erzielen läßt.

[0019] Im Bereich ihrer Spitze 6 weist die Turbinenschaufel 1 eine Deckplatte 16 auf, die für jeden Kühlgaspfad 15 wenigstens eine Auslassöffnung 17 enthält, durch die das Kühlgas in den Heißgaspfad 4 austritt.

[0020] Erfindungsgemäß besitzt die Turbinenschaufel 1 im Bereich ihrer die Kühlgasströmung von außen nach innen umlenkenden Rippen 13, also im Bereich ihrer, an der Vorderkante 10 bzw. an der Hinterkante 11 beginnenden äußeren Rippen 13 Bypassöffnungen 18 und Austrittsöffnungen 19. Die Bypassöffnungen 18 sind dabei so angeordnet, dass sie die jeweilige Rippe 13 am Mantel 2 durchdringen. Im Unterschied dazu sind die Austrittsöffnungen 19 im Bereich der jeweiligen Rippe 13 so angeordnet, dass sie bei dieser Rippe 13 den Mantel 2 durchdringen.

[0021] Außerdem ist hier für jeden Kühlgaspfad 15 auch in der Deckplatte 16 wenigstens jeweils eine Bypassöffnung 20 vorgesehen, welche die Deckplatte 16 am Mantel 2 durchdringt.

[0022] Bei der hier gezeigten Ausführungsform sind diese Bypassöffnungen 18, 20 und die Austrittsöffnungen 19 jeweils im Bereich der Vorderkante 10 bzw. im Bereich der Hinterkante 11 in den Rippen 13 bzw. in der Deckplatte 16 bzw. im Mantel 2 ausgebildet.

[0023] Zweckmäßig sind die Bypassöffnungen 18 bzw. 20 so angeordnet, dass sie wie in Fig. 2 die jeweilige

Rippe 13 bzw. die Deckplatte 16 parallel zum Mantel und insbesondere entlang einer Innenseite 30 des Mantels 2 durchdringen. Bei dem in Fig. 1 rechts dargestellten Kühlgaspfad 15 sind die entlang des Mantels 2 aufeinander folgenden äußeren Rippen 13 jeweils mit einer derartigen Bypassöffnung 18 ausgestattet, so dass mehrere, insbesondere sämtliche Bypassöffnungen 18 bzw. 19 bei dieser speziellen Ausführungsform zueinander fluchtend angeordnet sind. Im Unterschied dazu sind bei dem in Fig. 1 links dargestellten Strömungspfad 15 bei den entlang der Wand 2 aufeinander folgenden äußeren Rippen 13 Bypassöffnungen 18 und Austrittsöffnungen 19 wechselweise angeordnet.

[0024] Die Austrittsöffnungen 19 durchdringen den Mantel 2 zweckmäßig parallel zur jeweiligen äußeren Rippe 13. Entsprechend der hier gezeigten vorteilhaften Ausführungsform sind die Austrittsöffnungen 19 dabei so positioniert, dass sie im wesentlichen mit einer Anströmseite 21 der jeweiligen Rippe 13 fluchten. Im vorliegenden Fall fluchtet dabei eine näher an der Spitze 6 angeordnete Seite 22 der Austrittsöffnung 19 mit dieser Anströmseite 21. Dieser Zusammenhang ist in Fig. 1 exemplarisch im rechts dargestellten Kühlgaspfad 15 bei der untersten äußeren Rippe 13 näher bezeichnet. Bei dieser unteren äußeren Rippe 13 ist außerdem eine spezielle Ausführungsform für die Austrittsöffnung 19 dargestellt, die einen sich von innen nach außen erweiternden Querschnitt besitzt. Durch die Querschnittsgeometrie kann der Drosselwiderstand der Austrittsöffnung 19 in geeigneter Weise ausgestaltet werden.

[0025] Entsprechend Fig. 2 kann wenigstens eine der Austrittsöffnungen 19 an ihrem Eingang 23 durch spezielle Maßnahmen so ausgebildet sein, dass größere Partikel 24, die von der Kühlgasströmung mitgeführt werden, daran gehindert werden, in die Austrittsöffnung 19 einzutreten. Hierdurch kann ein Verstopfen der Austrittsöffnung 19 durch zu große Partikel 24 vermieden werden. Beispielfhaft kann der Eingang 23 zumindest an der näher an der Spitze 6 angeordneten Seite 22 eine abgeschrägte oder abgerundete Kante 25 aufweisen, die es größeren Partikeln 24 erschwert, in die Austrittsöffnung 19 einzutreten. Zusätzlich oder alternativ kann am Eingang 23 an einer näher am Fuß 7 angeordneten Seite 26 der Austrittsöffnung 19 eine Nase 27 ausgebildet sein, die vom Mantel 2 nach innen vorsteht und so eine aerodynamische Abweisung der Partikel 24 bewirkt. Auch diese Maßnahme hindert größere Partikel 24 daran, in die Austrittsöffnung 19 eintreten zu können. Die Bypassöffnungen 18 besitzen zweckmäßig einen größeren Querschnitt als die Austrittsöffnungen 19.

[0026] Es ist klar, dass die Bypassöffnungen 18 einerseits und die Austrittsöffnungen 19 andererseits so dimensioniert sind, dass nach wie vor ein hinreichend großer Kühlgasstrom durch den oder die Kühlgaspfade 15 gewährleistet werden kann.

Die erfindungsgemäße Turbinenschaufel 1 funktioniert wie folgt:

[0027] Die Kühlgasströmung kommt vom Schaufelfuß 7 und folgt zum überwiegenden Teil dem Kühlgaspfad 15 entlang den strömungsführenden Rippen 13. Der Kühlgasstrom führt kleine Partikel, z.B. mit einem Durchmesser von weniger als 0,5 mm, sowie größere Partikel, z.B. mit einem Durchmesser von etwa 0,5 mm bis etwa 3 mm, mit sich. Im Bereich einer Strömungsumlenkung zwischen einer äußeren Rippe 13 und dem Mantel 2 können die in der Strömung mitgeführten Partikel 24 dieser starken Umlenkung nicht ohne weiteres folgen, da sie aufgrund der Trägheitskräfte grundsätzlich einer geraden Bahn folgen. Diese Erkenntnis nutzt die Erfindung, in dem gerade dort die Bypassöffnungen 18, 20 bzw. die Austrittsöffnungen 19 angeordnet sind. Dementsprechend können vor allem schwerere größere Partikel 24 entsprechend einem mit unterbrochener Linie dargestellten Pfeil 28 durch die Bypassöffnung 18 die jeweilige Rippe 13 durchströmen. Kleiner Partikel 24 können ebenso durch die Bypassöffnung 18 strömen. Des Weiteren können kleinere Partikel 24 auch entsprechend einem mit gepunkteter Linie gezeichneten Pfeil 29 durch die Austrittsöffnung 19 strömen und durch den Mantel 2 hindurch in den Heißgaspfad 4 eintreten. Das Druckgefälle an der Austrittsöffnung 19 begünstigt dabei den Eintritt leichterer Partikel 24 in die Austrittsöffnung 19 während schwerere Partikel 24 eher die Bypassöffnung 18 durchströmen. Entsprechendes gilt für die Bypassöffnung 20 in der Deckplatte 16, die im Bereich dieser Bypassöffnung 20 die Funktion der äußeren Rippe 13, also die Strömungsumleitung übernimmt. Durch die Bypassöffnung 20 gelangen die Partikel 24 ebenfalls in den Heißgaspfad 4.

[0028] Mit Hilfe der Bypassöffnungen 18, 20 sowie der Austrittsöffnungen 19 wird effektiv eine Ablagerung im Umlenkbereich zwischen Rippe 13 und Mantel 2 sowie zwischen Deckplatte 16 und Mantel 2 verhindert. Da somit bei der erfindungsgemäßen Turbinenschaufel 1 innerhalb der Kühlgaspfade 15 Materialablagerungen vermieden oder gehemmt werden, kann für eine lange Zeit die geforderte Kühlwirkung gewährleistet werden, was mit einer erhöhten Lebensdauer für die Turbinenschaufel 1 einhergeht.

Bezugszeichenliste

[0029]

- | | |
|---|------------------------|
| 1 | Turbinenschaufel |
| 2 | Mantel |
| 3 | Außenseite von 2 |
| 4 | Heißgaspfad |
| 5 | Heißgasströmung |
| 6 | Spitze von 1 |
| 7 | Fuß von 1 |
| 8 | erste Seitenwand von 2 |

- 9 zweite Seitenwand von 2
- 10 Vorderkante von 1 bzw. 2
- 11 Hinterkante von 1 bzw. 2
- 12 Inneres von 1
- 13 Rippe
- 14 Mittelsteg
- 15 Kühlgaspfad
- 16 Deckplatte
- 17 Auslassöffnung in 16
- 18 Bypassöffnung in 13
- 19 Austrittsöffnung in 2
- 20 Bypassöffnung in 16
- 21 Anströmseite von 13
- 22 6 zugewandte Seite von 19
- 23 Eingang von 19
- 24 Partikel
- 25 abgerundete Kante bei 23
- 26 7 zugewandte Seite von 19
- 27 Nase bei 23
- 28 Strömung durch 18, 20
- 29 Strömung durch 19
- 30 Innenseite von 2

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel mit einem Mantel (2), der eine erste Seitenwand (8) und eine zweite Seitenwand (9) aufweist, die an einer anströmseitigen Vorderkante (10) und an einer abströmseitigen Hinterkante (11) miteinander verbunden sind, die sich longitudinal von einem Fuß (7) zu einer Spitze (6) erstrecken und die zwischen Vorderkante (10) und Hinterkante (11) durch mehrere innere Rippen (13) miteinander verbunden sind, die im Inneren (12) der Turbinenschaufel (1) mindestens einen Kühlgaspfad (15) bilden, der eine Kühlgasströmung vom Fuß (7) zur Spitze (6) führt und dabei mehrfach von außen nach innen und von innen nach außen serpentinenförmig umlenkt, wobei, optional, im Bereich wenigstens einer die Kühlgasströmung von außen nach innen umlenkenden Rippe (13), wenigstens eine den Mantel (2) durchdringende Austrittsöffnung angeordnet ist **dadurch gekennzeichnet**, **dass** im Bereich wenigstens einer die Kühlgasströmung von außen nach innen umlenkenden Rippe (13) wenigstens eine die Rippe (13) am Mantel (2) durchdringende Bypassöffnung (18) angeordnet ist.
2. Turbinenschaufel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** auch in einer an der Spitze (6) angeordneten Deckplatte (16) wenigstens eine die Deckplatte (16) am Mantel (2) durchdringende Bypassöffnung (20) angeordnet ist.
3. Turbinenschaufel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Bypassöffnung (18) die Rippe (13) und/oder die Deckplatte (16) parallel zum Mantel (2) durchdringt.

4. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bypassöffnung (18, 20) die Rippe (13) und/oder die Deckplatte (16) entlang einer Innenseite (30) des Mantels (2) durchdringt.
5. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Austrittsöffnung (19) den Mantel (2) parallel zur Rippe (13) durchdringt.
6. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Austrittsöffnung (19) einen sich von innen nach außen erweiternden Querschnitt aufweist.
7. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Austrittsöffnung (19) im wesentlichen mit einer Anströmseite (21) der Rippe (13) fluchtet.
8. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Austrittsöffnung (19) an ihrem Eingang (23) wenigstens an einer näher an der Spitze (6) angeordneten Seite (22) eine abgeschrägte oder abgerundete Kante (25) und/oder an einer näher am Fuß (7) angeordneten Seite (26) eine vom Mantel (2) nach innen vorstehende Nase (27) aufweist.
9. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** mehrere Bypassöffnungen (18, 20) zueinander fluchtend angeordnet sind.
10. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** bei aufeinanderfolgenden Rippen (13) die Bypassöffnungen (18) und die Austrittsöffnungen (19) einander abwechselnd angeordnet sind.
11. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bypassöffnungen (18, 20) und/oder die Austrittsöffnungen (19) im Bereich der Vorderkante (10) und/oder der Hinterkante (11) angeordnet sind.
12. Turbinenschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Bypassöffnungen (18, 20) und/oder die Austrittsöffnungen (19) bei Rippen (13) angeordnet

sind, die nach innen und zum Fuß (7) hin vom Mantel (2) abstehen.

Claims

1. Turbine blade/vane with a shell (2), which has a first side wall (8) and a second side wall (9), which are connected together at a leading edge (10) at the incident flow end and at a trailing edge (11) at the departing flow end, which extend longitudinally from a root (7) to a tip (6) and which are connected together between leading edge (10) and trailing edge (11) by a plurality of inner ribs (13), which form at least one cooling gas path (15) on the inside (12) of the turbine blade/vane (1), which cooling gas path (15) guides a cooling gas flow from the root (7) to the tip (6) and, in the process, deflects it several times in serpentine shape from the outside to the inside and from the inside to the outside, where, optionally, in the region of at least one rib (13) deflecting the cooling gas flow from the outside to the inside, at least one outlet opening penetrating the shell (2) is arranged, **characterized in that**, in the region of at least one rib (13) deflecting the cooling gas flow from the outside to the inside, at least one bypass opening (18) penetrating the rib (13) at the shell (2) is arranged.
2. Turbine blade/vane according to Claim 1, **characterized in that**, in a cover plate (16) arranged at the tip (6), at least one bypass opening (20) penetrating the cover plate (16) at the shell (2) is also arranged.
3. Turbine blade/vane according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the bypass opening (18) the rib (13) and/or the cover plate (16) penetrates parallel to the shell (2).
4. Turbine blade/vane according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the bypass opening (18, 20) penetrates the rib (13) and/or the cover plate (16) along an inner surface (30) of the shell (2).
5. Turbine blade/vane according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the outlet opening (19) penetrates the shell (2) parallel to the rib (13).
6. Turbine blade/vane according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the outlet opening (19) has a cross section which widens from the inside to the outside.
7. Turbine blade/vane according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the outlet opening (19) is essentially aligned with an incident flow side (21) of the rib (13).
8. Turbine blade/vane according to one of Claims 1 to

7, **characterized in that** the outlet opening (19) has, at its inlet (23), a chamfered or rounded edge (25) at least on a side (22) arranged nearer to the tip (6) and/or has a nose (27) protruding inwards from the shell (2) on a side (26) arranged closer to the root (7).

9. Turbine blade/vane according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** a plurality of bypass openings (18, 20) are arranged so that they are aligned with one another.
10. Turbine blade/vane according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that**, in the case of sequential ribs (13), the bypass openings (18) and the outlet openings (19) are arranged to alternate with one another.
11. Turbine blade/vane according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the bypass openings (18, 20) and/or the outlet openings (19) are arranged in the region of the leading edge (10) and/or of the trailing edge (11).
12. Turbine blade/vane according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the bypass openings (18,20) and/or the outlet openings (19) are arranged at ribs (13), which protrude from the shell (2) towards the inside and towards the root (7).

Revendications

1. Aube de turbine comprenant une enveloppe (2) qui présente une première paroi latérale (8) et une deuxième paroi latérale (9), qui sont assemblées l'une à l'autre au niveau d'un bord avant côté d'afflux (10) et d'un bord arrière côté de sortie (11), qui s'étendent longitudinalement depuis une base (7) vers une pointe (6) et qui sont assemblées l'une à l'autre entre le bord avant (10) et le bord arrière (11) par plusieurs nervures intérieures (13), qui forment à l'intérieur (12) de l'aube de turbine (1) au moins un chemin de gaz de refroidissement (15), qui conduit un écoulement de gaz de refroidissement depuis la base (7) jusqu'à la pointe (6) et qui le dévie ce faisant plusieurs fois de l'extérieur vers l'intérieur et de l'intérieur vers l'extérieur en forme de serpent, au moins une ouverture de sortie traversant au moins l'enveloppe (2) étant optionnellement disposée dans la région d'au moins une nervure (13) déviant l'écoulement de gaz de refroidissement de l'extérieur vers l'intérieur,
caractérisée en ce que
dans la région d'au moins une nervure (13) déviant l'écoulement de gaz de refroidissement de l'extérieur vers l'intérieur est disposée au moins une ouverture de dérivation (18) traversant la nervure (13) au niveau de l'enveloppe (2).

2. Aube de turbine selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** dans une plaque de recouvrement (16) disposée au niveau de la pointe (6) est également disposée au moins une ouverture de dérivation (20) traversant la plaque de recouvrement (16) au niveau de l'enveloppe (2). 5
3. Aube de turbine selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'ouverture de dérivation (18) traverse la nervure (13) et/ou la plaque de recouvrement (16) parallèlement à l'enveloppe (2). 10
4. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** l'ouverture de dérivation (18, 20) traverse la nervure (13) et/ou la plaque de recouvrement (16) le long d'un côté intérieur (30) de l'enveloppe (2). 20
5. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** l'ouverture de sortie (19) traverse l'enveloppe (2) parallèlement à la nervure (13). 25
6. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** l'ouverture de sortie (19) présente une section transversale s'élargissant depuis l'intérieur vers l'extérieur. 30
7. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** l'ouverture de sortie (19) est essentiellement en affleurement avec un côté d'afflux (21) de la nervure (13). 40
8. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** l'ouverture de sortie (19) présente au niveau de son entrée (23) au moins au niveau d'un côté (22) disposé plus près de la pointe (6), un bord biseauté ou arrondi (25) et/ou au niveau d'un côté (26) disposé plus près de la base (7) un nez (27) saillant vers l'intérieur depuis l'enveloppe (2). 50
9. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** plusieurs ouvertures de dérivation (18, 20) sont disposées en affleurement l'une avec l'autre. 55
10. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** dans le cas de nervures successives (13), les ouvertures de dérivation (18) et les ouvertures de sortie (19) sont disposées en alternance les unes avec les autres.
11. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** les ouvertures de dérivation (18, 20) et/ou les ouvertures de sortie (19) sont disposées dans la région du bord avant (10) et/ou du bord arrière (11).
12. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** les ouvertures de dérivation (18, 20) et/ou les ouvertures de sortie (19) sont disposées au niveau des nervures (13) qui dépassent vers l'intérieur et vers la base (7) depuis l'enveloppe (2).

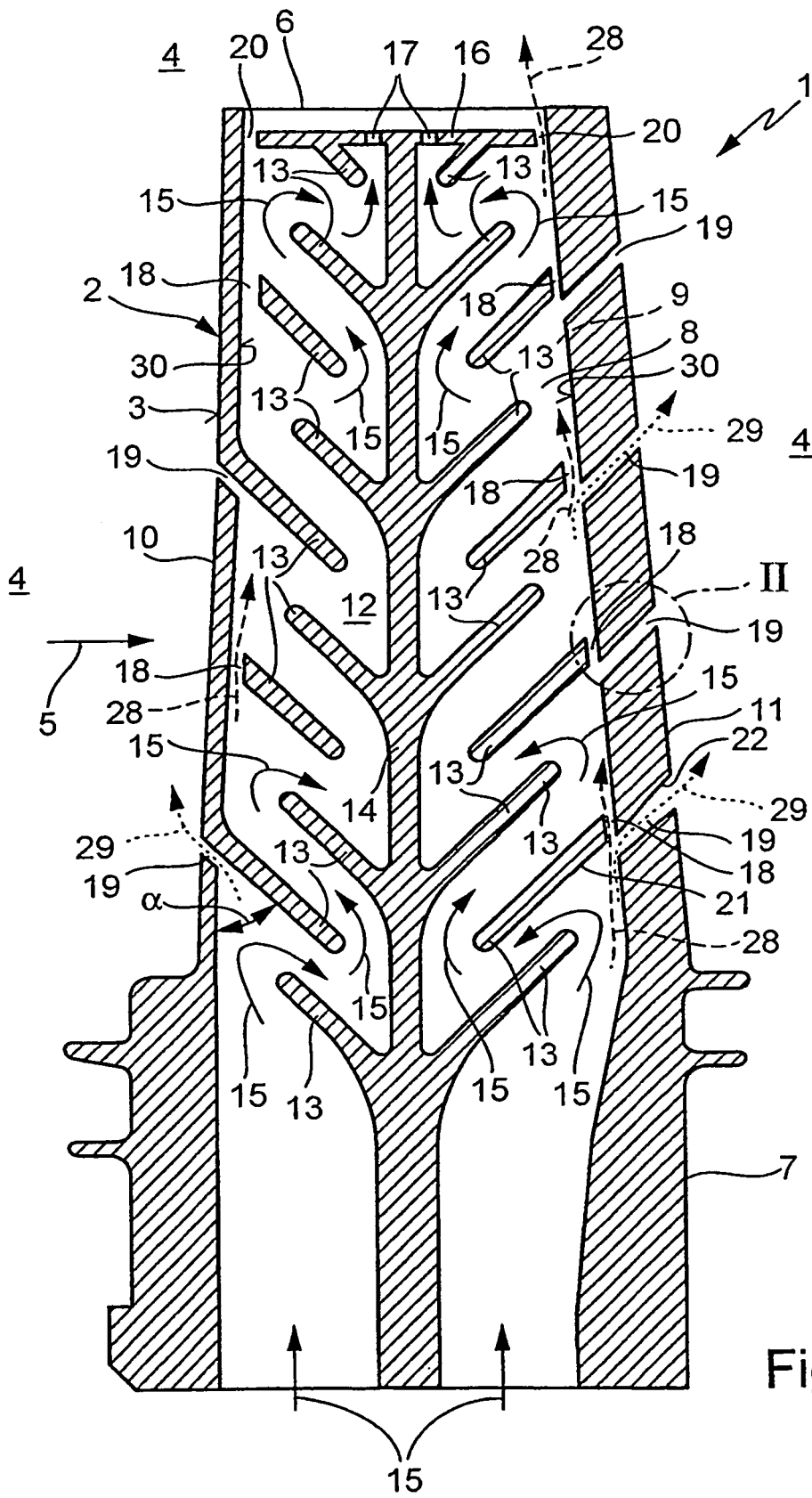


Fig. 1

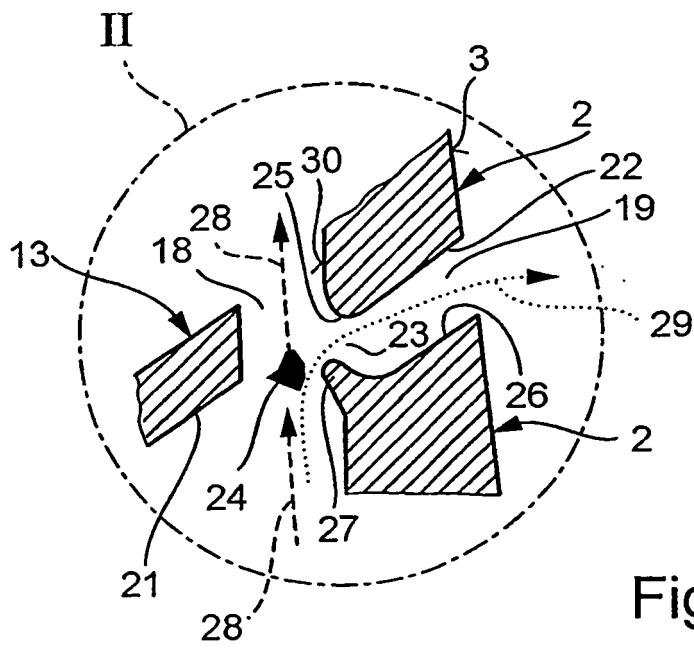


Fig. 2