

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 964 981 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

04.12.2002 Patentblatt 2002/49

(51) Int Cl.7: **F01D 5/18**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE98/00521

(21) Anmeldenummer: **98914796.2**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 98/037310 (27.08.1998 Gazette 1998/34)

(22) Anmeldetag: **20.02.1998**

(54) **TURBINENSCHAUFEL SOWIE DEREN VERWENDUNG IN EINER GASTURBINENANLAGE**

TURBINE BLADE AND ITS USE IN A GAS TURBINE SYSTEM

AUBE DE TURBINE ET SON UTILISATION DANS UN SYSTEME DE TURBINE A GAZ

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH DE FR GB IT LI

(72) Erfinder:

- **SCHEURLLEN, Michael**
D-45470 Mülheim (DE)
- **HÄNDLER, Michael**
D-40699 Erkrath (DE)

(30) Priorität: **20.02.1997 DE 19706760**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

22.12.1999 Patentblatt 1999/51

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 326 508

GB-A- 2 184 492

GB-A- 2 262 314

US-A- 5 383 766

US-A- 5 419 039

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

EP 0 964 981 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

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel, die einen Anströmbereich, einen Abströmbereich und dazwischen sich gegenüberliegend eine Druckseite und eine Saugseite sowie eine mit einer von einem Fluid umströmbaren Wandstruktur aufweist. Die Wandstruktur umfaßt eine Außenwand, die einen Innenraum zur Führung von Kühlfluid umgibt und einen Auslaß für Kühlfluid aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Verwendung einer solchen Turbinenschaufel.

[0002] Eine Leitschaufel einer Gasturbine mit einer Führung von Kühlgas zu deren Kühlung ist in der US-PS 5,419,039 beschrieben. Die Leitschaufel ist als ein Gußstück ausgeführt bzw. aus zwei Gußstücken zusammengesetzt. Sie weist in ihrem Inneren eine Zuführung von Kühlluft aus dem Verdichter der zugeordneten Gasturbinenanlage auf. In ihrer der Heißgasströmung der Gasturbine ausgesetzten, die Luftzuführung umschließenden Wandstruktur sind eingegossene einseitig offene Kühltaschen vorgesehen. Die Kühltaschen sind an der Außenseite der Wandstruktur sowohl in Strömungsrichtung des Heißgases als auch senkrecht zur Strömungsrichtung des Heißgases entlang der Hauptausdehnungsrichtung der Leitschaufel angeordnet. In jede Kühltasche strömt von der Kühlluftzuführung über eine Mehrzahl von Löchern in der Wandstruktur Kühlluft in die Kühltasche ein. Diese wird in Strömungsrichtung des Heißgases von der Kühlluft durchströmt und tritt in einem bereits durch das Gießen der Leitschaufeln gebildeten Öffnungsbereich in die Strömung des Heißgases aus. Hierdurch wird in gewissem Maße an der äußeren Oberfläche der Wandstruktur eine Filmkühlung erreicht. In der Kühltasche kann ein nicht näher spezifizierter Sockel oder können mehrere nicht näher spezifizierte Sockel zur Verbesserung der Wärmeleitung vorgesehen sein.

[0003] Die GB A 22 62 314 offenbart eine luftgekühlte Turbinenschaufel eines Gasturbinentriebwerks. Kühlluft wird durch das Innere der Turbinenschaufel über einen Kühlluftkanal zur Oberfläche der Turbinenschaufel geführt. Um eine Verstopfung dieses Kühlkanals zu verhindern, ist der Kühlkanal in eine Ausbuchtung der Innenseite der Außenwand der Turbinenschaufel integriert. Durch die Ausbuchtung wird verhindert, daß größere Partikel, welche in der Kühlluft mitgeführt werden, in den Kühlluftkanal eintreten.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Turbinenschaufel mit einer kühlbaren Wandstruktur anzugeben. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Verwendung einer solchen Turbinenschaufel anzugeben:

[0005] Erfindungsgemäß wird die auf eine Turbinenschaufel gerichtete Aufgabe durch eine solche Turbinenschaufel nach dem Patentanspruch 1 gelöst, bei der die Außenwand an dem Auslaß eine zu dem Innenraum gerichtete Verdickung aufweist. Durch eine Verdickung, die mit der Außenwand verbunden ist, ist selbst bei einer äußerst dünnen Außenwand für den Auslaß ein großes

Längen zu Durchmesser-Verhältnis gegeben sowie ein kleiner Neigungswinkel des Auslasses in Bezug auf die Außenwand realisierbar. Durch den Auslaß kann mithin Kühlfluid, insbesondere Kühlluft, in ausreichender Menge zur Ausbildung einer Filmkühlung der Außenwand strömen. Durch einen flachen Winkel des Auslasses ist ein unmittelbar stromab des Auslasses Anliegen der Kühlfluidströmung an der Außenwand und somit eine besonders wirksame Kühlung erreichbar.

[0006] Vorzugsweise eignet sich eine solche Turbinenschaufel für den Einsatz in einer Gasturbine, wobei die Turbinenschaufel von einem Heißgas umströmt wird. Bei einer Temperatur des Heißgases, die oberhalb der Schmelztemperatur des Grundmaterials der Turbinenschaufel liegt, wird durch eine mit der Turbinenschaufel erreichbare Kühlung ein Versagen der Turbinenschaufel vermieden. Die Temperatur an der Außenwand, die Oberflächentemperatur, wird durch eine Filmkühlung sowie eine Kühlung über den Innenraum auf ein für die Turbinenschaufel unkritisches Temperaturniveau abgesenkt. Kühlluft aus dem Innenraum führt zu einem konvektiven Übergang und zu einer Wärmeleitung durch die Außenwand hindurch, wodurch die Oberfläche der Außenwand ausreichend kühlbar ist.

[0007] Eine besonders effektive Kühlung wird erzielt, wenn die zu kühlende Außenwand möglichst dünn ausgeführt ist. Vorzugsweise ist die Außenwand zumindest bereichsweise eine mittlere Wandstärke, die geringer als 2,5 mm beträgt, insbesondere etwa bei 1 mm liegt.

[0008] Kühlluft, die durch den Innenraum der Turbinenschaufel strömt, wird erwärmt und gelangt durch den Auslaß, welcher als Bohrung, insbesondere Filmkühlbohrung, ausgeführt ist, in eine Strömung eines die Turbinenschaufel umströmenden Fluides, insbesondere eines Heißgases, hinein. Der Auslaß, insbesondere die Bohrung, ist vorzugsweise entlang einer Achse gerichtet, die gegenüber der Hauptströmungsrichtung des Fluides um einen spitzen Winkel geneigt ist. Hierdurch ist gewährleistet, daß aus dem Auslaß ausströmende Kühlluft, welche verhältnismäßig kühl gegenüber dem Fluid, insbesondere einem Heißgas, ist, einen kalten Kühlfluidfilm um die Turbinenschaufel ausbildet. Dieser trägt wirksam zu einem Schutz der Turbinenschaufel bei.

[0009] Der Auslaß ist vorzugsweise um einen Winkel α zwischen 10° und 45° , insbesondere zwischen 25° und 35° , gegenüber der Außenwand geneigt. Er ist vorzugsweise als eine Bohrung mit im wesentlichen konstantem Querschnitt ausgeführt. Alternativ kann der Auslaß einen dem Innenraum zugewandten Drosselbereich mit im wesentlichen konstantem Querschnitt und einen zu der Heißgasströmung sich erweiternden Verlangsamungsbereich aufweisen. Mit dem Drosselbereich ist im wesentlichen eine Mengenregelung des Kühlfluidstroms erreichbar. Durch den sich erweiternden Verlangsamungsbereich ist eine Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit des Kühlfluides erreichbar, so daß sich dieses unmittelbar stromab des Auslasses

an die Außenwand anlegen kann.

[0010] Der Auslaß hat vorzugsweise einen minimalen Durchmesser zwischen 0,3 mm und 1,5 mm, insbesondere etwa zwischen 0,6 mm und 0,7 mm. Durch die Verdickung ist ein solcher Durchmesser bei einem Verhältnis von Länge zu Durchmesser des Auslasses zwischen 2 und 5 fertigungstechnisch unproblematisch herstellbar. Somit ist außer der ausreichenden Zuführung von Kühlfluid aus dem Innenraum an die Außenoberfläche der Außenwand auch ein flacher Winkel des Auslasses gegenüber der Außenwand gewährleistet.

[0011] Die Verdickung ist an der Außenwand vorzugsweise als lokale, hügelartige Erhöhung ausgebildet. Durch die hügelartige Erhöhung hindurch ist der Auslaß, die Bohrung, geführt. Dies ermöglicht selbst bei geringer Wandstärke der Außenwand eine entsprechende Neigung und ein großes Längen zu Durchmesser-Verhältnis des Auslasses. Die hügelartige Erhöhung ist vorzugsweise zu dem Auslaß hin abgerundet. Die Erhöhung weist mithin im Bereich des Auslasses einen Krümmungsradius zur Erzielung einer günstigen Einstromung von Kühlfluid in den Auslaß auf. Hierdurch ist eine Vergleichmäßigung der Strömung des Kühlfluides in dem Auslaß, der Bohrung, erreichbar. Dies trägt ebenfalls zu einer Verbesserung eines sich an der Außenwand ausbildenden Kühlfluidfilmes bei.

[0012] Die Verdickung kann auch als linienförmige Erhöhung ausgebildet sein. Diese kann mehrere Auslässe enthalten.

[0013] Die Wandstruktur kann neben einer Außenwand noch eine dem Innenraum zugewandte Innenwand aufweisen, wobei zwischen Innenwand und Außenwand ein Kühlbereich zur Durchströmung mit einem Kühlfluid vorgesehen ist. Jeder Kühlbereich weist einen der Innenwand zugeordneten Einlaß für Kühlfluid auf. Dieser gewährleistet ein Einstromen von in dem Innenraum geführtem Kühlfluid in den Kühlbereich hinein. Kühlfluid gelangt aus dem Kühlbereich durch den Auslaß hinaus an die Außenoberfläche der Außenwand. Der Kühlbereich ist vorzugsweise als Kühlkammer ausgebildet, die von der Außenwand und der Innenwand umschlossen ist. Dies erhöht die Flexibilität bei der Herstellung von Einlaß und Auslaß und gibt die Möglichkeit, auch nachträglich den Einlaß sowie den Auslaß von Kühlfluid entsprechend den Anforderungen an die Turbinenschaufel zu verändern. Der Auslaß kann eine trichterförmige Öffnung (Verlangsamungsbereich) aufweisen, welche auch nachträglich durch Erodieren oder Herausarbeiten mittels Laserstrahl herstellbar ist. Der Querschnitt einer solchen trichterförmigen Öffnung kann beispielsweise kreisrund, rechteckig oder eine andere einfach-geometrische Form aufweisen.

[0014] Der Einlaß ist vorzugsweise in etwa senkrecht zur Außenwand ausgeführt, so daß einströmendes Kühlfluid auf die Außenwand aufprallt, wodurch eine zusätzliche Prallkühlung der Außenwand zumindest im Bereich des Einlasses erreichbar ist. Der Auslaß eines Kühlbereichs, insbesondere an der Saugseite, ist vor-

zugsweise zwischen dem Einlaß für Kühlluft und dem Anströmbereich der Turbinenschaufel angeordnet. Dies gewährleistet eine sogenannte Gegenstromkühlung, bei der das Kühlfluid innerhalb des Kühlbereiches entgegen der Strömungsrichtung der die Turbinenschaufel umströmenden Heißgasströmung gerichtet ist. Dies führt insbesondere bei einer als Leitschaufel eingesetzten Turbinenschaufel zu einer verbesserten Filmkühlung. Die Turbinenschaufel mit einer Wandstruktur umfassend zumindest einen Kühlbereich, der zwischen einer Außenwand und einer Innenwand angeordnet ist, ist als Ganzes durch Gießen in einem Arbeitsschritt herstellbar. Selbstverständlich kann die Turbinenschaufel auch zwei oder mehrere gegossene Teile enthalten, die mit geeigneten Methoden (Fügeverfahren) nach dem Gießen miteinander fest verbunden werden. Vorzugsweise ist auch der Einlaß durch Gießen hergestellt. Die Turbinenschaufel weist vorzugsweise eine Vielzahl von Kühlbereichen sowohl entlang ihrer Hauptachse als auch in einer Ebene senkrecht zur Hauptachse auf. Eine Leitschaufel einer stationären Gasturbine kann sowohl an der Saugseite als auch an der Druckseite drei mal drei Kühlkammern sowie je nach zu erzielendem Wärmeübertrag auch mehr oder weniger Kühlkammern aufweisen.

[0015] In dem Kühlbereich sind in einer Hauptströmungsrichtung des Kühlfluides von dem Kühlfluid umströmbare Wärmeübertragungselemente hintereinander angeordnet, die wärmetechnisch mit der Außenwand verbunden sind. Hierdurch ist eine wirksame Erwärmung des Kühlfluides in dem Kühlbereich über eine lange Wegstrecke gewährleistet. Durch die wärmetechnische Verbindung der Wärmeübertragungselemente mit der Außenwand ist eine wirksame Wärmeübertragung von der Außenwand auf das Kühlfluid gegeben.

[0016] Weiterhin gestattet die konzeptionelle Aufteilung der Wandstruktur in eine Außenwand und in eine Innenwand eine Entkopplung der funktionellen Eigenschaften der Wandstruktur, wobei an die Außenwand geringere Anforderungen an die mechanische Stabilität gestellt werden können als an die Innenwand. Die Innenwand kann mithin, da sie nicht unmittelbar einer Heißgasströmung ausgesetzt ist, mit einer größeren Wandstärke als die Außenwand ausgeführt sein. Sie kann im wesentlichen die mechanische Tragfunktion für die Turbinenschaufel übernehmen. Die Außenwand hingegen kann mit einer geringeren Wandstärke ausgebildet sein, wodurch sie besonders effektiv über die Wärmeübertragungselemente kühlbar ist. Der Querschnitt des Kühlbereichs zwischen der Innenwand und der Außenwand ist vorzugsweise zur Ausbildung einer hohen Geschwindigkeit des Kühlfluides gering ausgebildet und liegt insbesondere im Bereich der Wandstärke der Außenwand. Durch einen geringen durchströmten Querschnitt des Kühlbereichs und eine damit ausgebildete hohe Geschwindigkeit des Kühlfluides werden sehr hohe Wärmeübergangszahlen erreicht. Die Hauptströmungsrichtung in dem Kühlbereich entspricht

vorzugsweise der Strömungsrichtung eines die Turbinenschaufel umströmenden Fluides, insbesondere eines Heißgases, oder ist dieser gerade entgegengesetzt. Die Wärmeübertragungselemente sind vorzugsweise säulenartig oder podestartig ausgebildet und reichen von der Außenwand bis an die Innenwand heran. Sie können auch mit der Innenwand fest verbunden sein. Der Querschnitt der Wärmeübertragungselemente ist jeweils den wärmeübertragungs- und strömungstechnischen Anforderungen anpaßbar, beispielsweise kreisförmig, vieleckig oder nach Art eines Strömungsprofils ausgebildet.

[0017] Die auf eine Verwendung der Turbinenschaufel gerichtete Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Turbinenschaufel als Laufschaufel oder Leitschaufel in einer Gasturbinenanlage, insbesondere in einer Gasturbine, in der Temperaturen von deutlich über 1000 °C des die Turbinen umströmenden Heißgases auftreten, verwendet wird.

[0018] Anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele wird die Turbinenschaufel näher erläutert. Es zeigen schematisiert unter Darstellung der für die Erläuterung verwendeten konstruktiven und funktionellen Merkmale:

FIG 1 eine Turbinenschaufel einer Gasturbine in einem Querschnitt,

FIG 2 eine vergrößerte Darstellung der Wandstruktur gemäß Figur 1,

FIG 3 eine alternative Ausführungsform einer Turbinenschaufel einer Gasturbine in einem Querschnitt und

FIG 4 eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnittes der Wandstruktur gemäß Figur 3.

[0019] Die Bezugszeichen sämtlicher Figuren haben jeweils die gleiche Bedeutung.

[0020] In Figur 1 ist eine entlang einer Hauptachse 19 gerichtete Turbinenschaufel 1 einer Gasturbine dargestellt. Diese weist eine Wandstruktur 2 auf mit einem Anströmbereich 8, einem Abströmbereich 9 sowie einer Druckseite 10 und einer Saugseite 11, die einander gegenüber angeordnet sind. Die Wandstruktur 2 weist eine Außenwand 3 auf, die einen Innenraum 21 umschließt, welcher in nicht näher dargestellte Teilbereiche unterteilt ist. Die Außenwand 3 weist in den Innenraum 21 hinein gerichtete Verdickungen 14 auf. Der Anschaulichkeit halber sind lediglich schematisch zwei Verdickungen 14 dargestellt. Durch jede Verdickung 14 ist ein als Bohrung 17 ausgebildeter Auslaß 16 geführt. Dieser ermöglicht einem in den Innenraum 21 geführten Kühlfluid 6, Kühlluft, aus dem Innenraum 21 durch die Verdickung 14 an die Außenwand 3 zu strömen. Außerhalb der Turbinenschaufel 1 vermischt sich die Kühlluft 6 mit der Strömung 18 (siehe Figur 2) eines die Turbinen-

schaufel 1 umströmenden Fluides, insbesondere eines Heißgases. Die Bohrung 17 ist (siehe Figur 2) gegenüber der Außenwand 3 um einen spitzen Winkel α vorzugsweise kleiner 45° geneigt. Hierdurch wird erreicht, daß sich die Kühlluft 6 unmittelbar stromab des Auslasses 16 an die Außenwand 3 anlegt und somit eine wirksame Filmkühlung der Außenwand 3 bewirkt. Die Verdickung 14 ist vorzugsweise als singuläre lokale hügelartige Erhöhung ausgebildet und zu dem Auslaß 16 hin abgerundet. Die Verdickung 14 weist mithin dort, wo das Kühlfluid in den Auslaß 16 einströmt, einen Krümmungsradius R auf, durch den ein weitgehend ungehindertes Einströmen des Kühlfluides 6 in den Auslaß 16 gewährleistet ist. Dies trägt auch zu einer Vergleichmäßigung der Strömung des Kühlfluides 6 in dem Auslaß 16, der Bohrung 17, bei.

[0021] In den Figuren 3 und 4 ist ebenfalls eine Turbinenschaufel 1 einer Gasturbine dargestellt, die entlang einer Hauptachse 19 gerichtet ist. In der Wandstruktur 2 dieser Turbinenschaufel 1 sind sowohl an der Saugseite 11 als auch an der Druckseite 10 jeweils drei als Kühlkammern 20 ausgebildete hohle Kühlbereiche 5, 5a vorgesehen. Diese Kühlbereiche 5, 5a sind in der Wandstruktur 2 zwischen der Außenwand 3 und einer Innenwand 4 angeordnet. Die Innenwand 4 umschließt wie die Außenwand 3 den unterteilten Innenraum 21. Die Kühlbereiche 5, 5a haben eine Länge, die deutlich größer, beispielsweise zehn mal größer, als ihr Querschnitt ist. Die Außenwand 3 hat eine deutlich geringere Wandstärke als die Innenwand 4, beispielsweise beträgt die Wandstärke der Außenwand 3 1,0 mm und die Wandstärke der Innenwand 4 1,5 mm. Der Querschnitt der Kühlbereiche 5, 5a liegt im Bereich der Wandstärke der Außenwand 3 und beträgt beispielsweise etwa 1,0 mm. Über die Länge jedes Kühlbereichs 5, 5a sind eine Mehrzahl, vorzugsweise über fünf, Wärmeübertragungselemente 7 angeordnet. Von dem Innenraum 21 führt in jeden Kühlbereich 5, 5a ein jeweiliger Einlaß 15 hinein, welcher vorzugsweise als eine Bohrung oder eine Mehrzahl von Bohrungen ausgebildet, insbesondere gegossen, ist. Der Einlaß 15 ist im wesentlichen senkrecht zur Außenwand 3 gerichtet. Hierdurch wird eine zusätzliche Prallkühlung der Außenwand 3 im Bereich des Einlasses 15 erreicht. Von jedem Kühlbereich 5, 5a führt ein jeweiliger Auslaß 16 an die Außenoberfläche der Wandstruktur 2. Im Bereich des Auslasses 16 weist die Außenwand 3 eine Verdickung 14 auf. Die Kühlkammer 20 ist mithin im Bereich des Auslasses 16 weiter in Richtung des Innenraumes 21 hineingeführt. Der Auslaß 16 ist vorzugsweise als eine Bohrung 17 ausgeführt. Diese Bohrung 17 weist einen unmittelbar an die Kühlkammer 20 angrenzenden Drosselbereich 23 mit konstantem Querschnitt auf. An diesen Drosselbereich 23 schließt sich in Richtung zur Außenoberfläche der Außenwand 3 ein sich erweiternder Verlangsamungsbereich 24 an. Die Bohrung 17 ist entlang einer Achse 22 gerichtet, die, wie bereits zu den Figuren 1 und 2 erläutert, gegenüber der Außenwand 3 um einen spitzen

Winkel α geneigt ist. Insbesondere an der Saugseite 11 ist der Auslaß 16 näher an dem Anströmbereich 8 angeordnet als der der gleichen Kühlkammer zugeordnete Einlaß 15. Hierdurch wird Kühlluft 6 im Gegenstrom zur Strömung des Heißgases 18 in der Kühlkammer 20 geführt.

[0022] Die Wärmeübertragungselemente 7 sind in Richtung der Hauptachse 19 vorzugsweise alternierend angeordnet, wodurch die Kontaktzeit zur Wärmeübertragung zwischen der Kühlluft 6 und dem mit der Außenwand 3 verbundenen Wärmeübertragungselement 7 erhöht wird. Die Wirksamkeit der Kühlung wird noch dadurch begünstigt, daß die Außenwand 3 mit einer geringen Wandstärke ausgeführt ist. Weiterhin erfolgt auch eine Kühlung der nicht unmittelbar dem Heißgas 18 ausgesetzten tragenden Innenwand 4.

[0023] Die Erfindung zeichnet sich durch eine Turbinenschaufel mit einer Wandstruktur aus, bei der eine einem Heißgas aussetzbare Außenwand eine Verdickung in einen Innenraum hinein aufweist, durch welche Verdickung ein Auslaß zur Führung von Kühlluft geführt ist. Durch die Verdickung ist selbst bei einer äußerst dünnen Außenwand mit einer Wandstärke von insbesondere etwa 1 mm ein günstiges Längen- zu Durchmesser-Verhältnis des Auslasses sowie ein flacher Neigungswinkel des Auslasses gegenüber der Außenwand gewährleistet. Hierdurch ist eine wirksame Filmkühlung der Außenwand erreichbar.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (1), die einen Anströmbereich (8), einen Abströmbereich (9) und dazwischen sich gegenüberliegend eine Druckseite (10) und eine Saugseite (11) sowie eine von einem Fluid (18) umstrombaren Wandstruktur (2) aufweist, wobei die Wandstruktur (2) eine Außenwand (3) umfaßt, die einen Innenraum (21) zur Führung von Kühlfluid (6) umgibt und einen Auslaß (16) für Kühlfluid (6) aufweist, wobei die Außenwand (3) an dem Auslaß (16) eine zu dem Innenraum (21) gerichtete Verdickung (14) aufweist, wobei die Außenwand (3) zumindest bereichsweise eine mittlere Wandstärke kleiner 2,5 mm aufweist.
2. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Auslaß (16) im wesentlichen entlang einer Achse (22) gerichtet ist, die lokal gegenüber der Außenwand (3) um einen Winkel (α) zwischen 10° und 45°, insbesondere zwischen 25° und 35°, geneigt ist.
3. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Auslaß (16) eine Bohrung (17) mit im wesentlichen konstantem Querschnitt ist.
4. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Auslaß (16) zu dem Innenraum (21) gewandt einen Drosselbereich (23) mit im wesentlichen konstantem Querschnitt aufweist, der in einen Verlangsamungsbereich (24) mit sich erweiterndem Querschnitt übergeht.
5. Turbinenschaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verdickung (14) als lokale hugelförmige Erhöhung ausgebildet ist.
6. Turbinenschaufel (1) nach 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verdickung (14) zum Auslaß (16) hin abgerundet ist.
7. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verdickung (14) als linienförmige Erhöhung ausgebildet ist.
8. Turbinenschaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Außenwand (3) zumindest bereichsweise eine mittlere Wandstärke von etwa 1 mm aufweist.
9. Turbinenschaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Auslaß (16) ein Verhältnis Länge zu Durchmesser von zwischen 2 und 5, insbesondere 3 bis 4, aufweist.
10. Turbinenschaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Auslaß (16) einen minimalen Durchmesser von zwischen 0,3 mm und 1,5 mm, insbesondere etwa zwischen 0,6 mm und 0,7 mm, aufweist.
11. Turbinenschaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wandstruktur (2) eine Innenwand (4) und einen zwischen Innenwand (4) und Außenwand (3) angeordneten Kühlbereich (5) zur Durchströmung mit einem Kühlfluid (6) aufweist, und jeder Kühlbereich (5) einen der Innenwand (4) zugeordneten Einlaß (15) für Kühlfluid (6) aufweist.
12. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** in dem Kühlbereich (5) von dem Kühlfluid (6) in einer Hauptströmungsrichtung (12) umstrombare Wärmeübertragungselemente (7) hintereinander angeordnet sind, die warmetechnisch mit der Außenwand (3) verbunden sind.
13. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** Außenwand (3), Innenwand (4) und Wärmeübertragungselemente

(7) durch Gießen in einem Arbeitsschritt hergestellt sind.

14. Turbinenschaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche eine Laufschaufel (1a) oder eine Leitschaufel (1b) für eine Gasturbine ist.

15. Verwendung einer Turbinenschaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einer Gasturbinenanlage.

Claims

1. Turbine blade (1) which has an onflow region (8), an flow-off region (9) and in between, located opposite one another, a pressure side (10) and a suction side (11) as well as a wall structure (2) round which a fluid (6) is capable of flowing, the wall structure (2) comprising an outer wall (3) which surrounds an inner space (21) for conducting cooling fluid (6) and which has an outlet (16) for cooling fluid (6), the outer wall (3) having, at the outlet (16), a thickening (14) directed towards the inner space (21), and the outer wall (3) having, at least in regions, an average wall thickness of less than 2.5 mm.

2. Turbine blade (1) according to Claim 1, **characterized in that** the outlet (16) is directed essentially along an axis (22) which is inclined locally relative to the outer wall (3) at an angle (α) of between 10° and 45°, in particular between 25° and 35°.

3. Turbine blade (1) according to Claim 2, **characterized in that** the outlet (16) is a bore (17) of essentially constant cross-section.

4. Turbine blade (1) according to Claim 2, **characterized in that** the outlet (16) has, facing the inner space (21), a throttle region (23) of essentially constant cross-section, which merges into a slowing region (24) of widening cross-section.

5. Turbine blade (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the thickening (14) is designed as a local hill-shaped elevation.

6. Turbine blade (1) according to Claim 5, **characterized in that** the thickening (14) is rounded towards the outlet (16).

7. Turbine blade (1) according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the thickening (14) is designed as a linear elevation.

8. Turbine blade (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the outer wall (3) has,

at least in regions, an average wall thickness of about 1 mm.

9. Turbine blade (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the outlet (16) has a length-to-diameter ratio of between 2 and 5, in particular 3 to 4.

10. Turbine blade (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the outlet (16) has a minimum diameter of between 0.3 mm and 1.5 mm, in particular approximately between 0.6 mm and 0.7 mm.

11. Turbine blade (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the wall structure (2) has an inner wall (4) and a cooling region (5) for the throughflow of a cooling fluid (6), the said cooling region being arranged between the inner wall (4) and outer wall (3), and each cooling region (5) has an inlet (15) for cooling fluid (6), the said inlet being assigned to the inner wall (4).

12. Turbine blade (1) according to Claim 11, **characterized in that**, in the cooling region (5), heat transmission elements (7), round which the cooling fluid (6) can flow in a main direction of flow (12) and which are connected thermally to the outer wall (3), are arranged one behind the other.

13. Turbine blade (1) according to Claim 11 or 12, **characterized in that** the outer wall (3), inner wall (4) and heat transmission elements (7) are produced by casting in one workstep.

14. Turbine blade (1) according to one of the preceding claims, which is a moving blade (1a) or a guide blade (1b) for a gas turbine.

15. Use of a turbine blade (1) according to one of the preceding claims in a gas turbine plant.

Revendications

1. Aube (1) de turbine qui a une partie (8) d'attaque, une partie (9) de fuite et, entre elles, un intrados (10) et un extrados (11) qui sont opposés, ainsi qu'une structure (2) de paroi sur laquelle peut passer un fluide (6), la structure (2) de paroi comprenant une paroi (3) extérieure qui entoure une chambre (21) intérieure pour faire passer du fluide (6) de refroidissement et ayant une sortie (16) pour du fluide (6) de refroidissement,

la paroi (3) extérieure ayant à la sortie (16) une partie (14) épaissie dirigée vers la chambre (21) intérieure, la paroi (3) extérieure ayant, au

moins par endroits, une épaisseur moyenne de paroi inférieure à 2,5 mm.

2. Aube (1) de turbine suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** la sortie (16) est dirigée sensiblement le long d'un axe (22) qui est incliné localement par rapport à la paroi (3) extérieure d'un angle (α) compris entre 10° et 45°, notamment compris entre 25° et 35°. 5
3. Aube (1) de turbine suivant la revendication 2, **caractérisée en ce que** la sortie (16) est un trou (17) de section transversale sensiblement constante. 10
4. Aube (1) de turbine suivant la revendication 2, **caractérisée en ce que** la sortie (16) a, tournée vers la chambre (21) intérieure, une partie (23) d'étranglement de section transversale sensiblement constante, qui se transforme en une partie (24) de ralentissement de section transversale qui s'élargit. 15
5. Aube (1) de turbine suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la partie (14) épaissie est constituée en surélévation locale en forme de colline. 20
6. Aube (1) de turbine suivant la revendication 5, **caractérisée en ce que** la partie (14) épaissie est arrondie vers la sortie (16). 25
7. Aube (1) de turbine suivant l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la partie (14) épaissie est constituée en surélévation linéaire. 30
8. Aube (1) de turbine suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la paroi (3) extérieure a, au moins par endroits, une épaisseur moyenne de paroi d'environ 1 mm. 35
9. Aube (1) de turbine suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la sortie (16) a un rapport de la longueur au diamètre compris entre 2 et 5 et notamment entre 3 et 4. 40
10. Aube (1) de turbine suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la sortie (16) a un diamètre minimum compris entre 0,3 mm et 1,5mm, notamment compris à peu près entre 0,6 mm et 0,7 mm. 45
11. Aube (1) de turbine suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la structure (2) de paroi a une paroi (4) intérieure et une partie (5) de refroidissement disposée entre la paroi (4) intérieure et la paroi (3) extérieure et dans laquelle passe un fluide (6) de refroidissement, et chaque partie (5) de refroidissement a une entrée (15) pour du fluide (6) de refroidissement associée à la paroi 50

(4) intérieure.

12. Aube (1) de turbine suivant la revendication 11, **caractérisée en ce que** dans la partie (5) de refroidissement sont disposés l'un derrière l'autre des éléments (7) de transmission de la chaleur sur lesquels le fluide (6) de refroidissement peut passer suivant une direction (12) principale d'écoulement et qui sont reliés du point de vue calorifique avec la paroi (3) extérieure. 55
13. Aube (1) de turbine suivant la revendication 11 ou 12, **caractérisée en ce que** la paroi (3) extérieure, la paroi (4) intérieure et les éléments (7) de transmission de la chaleur sont fabriqués par coulée en un seul stade opératoire.
14. Aube (1) de turbine suivant l'une des revendications précédentes, qui est une aube (1a) mobile ou une aube (11b) directrice d'une turbine à gaz.
15. Utilisation d'une aube (1) de turbine suivant l'une des revendications précédentes dans un système de turbine à gaz.

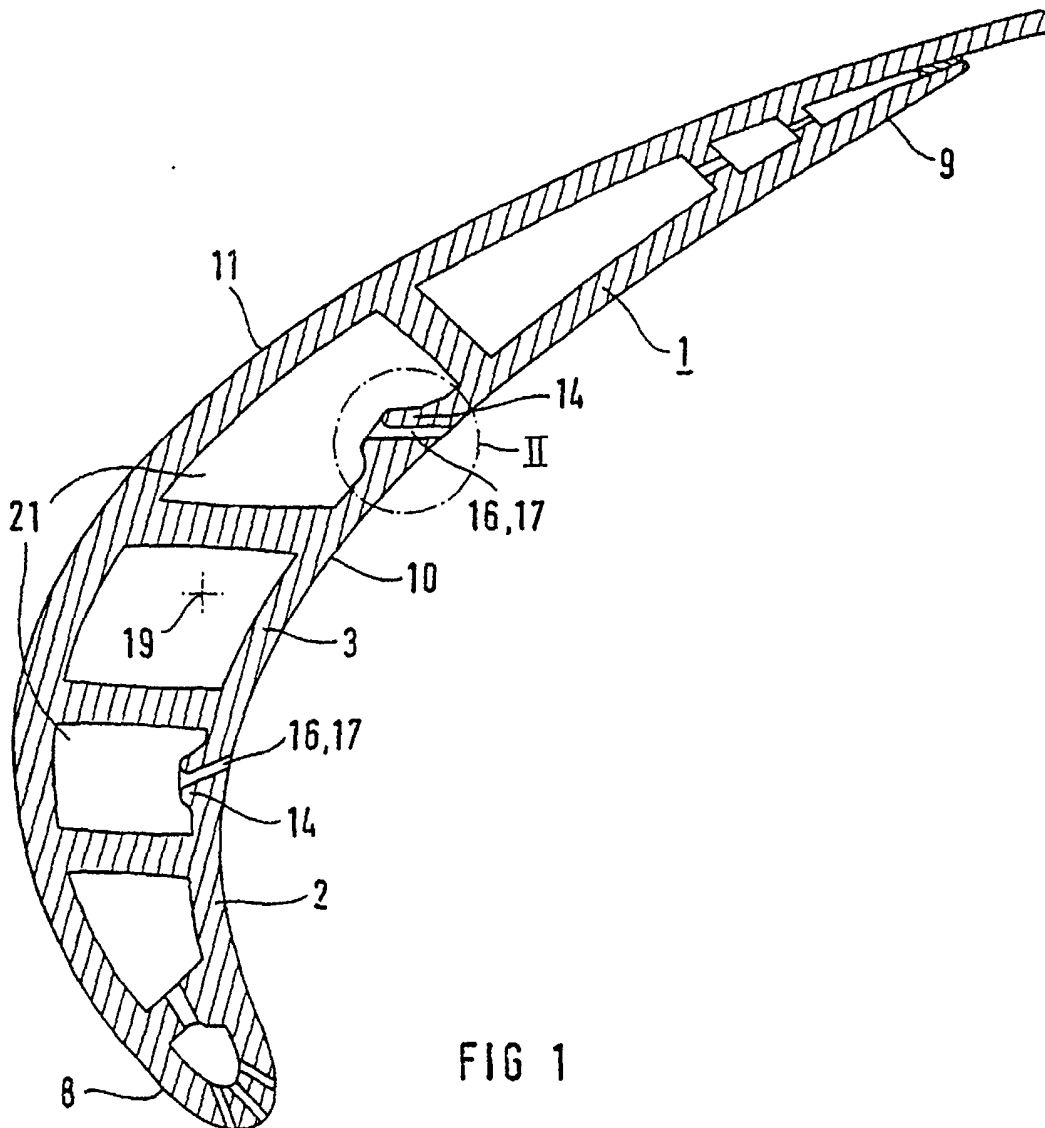


FIG 1

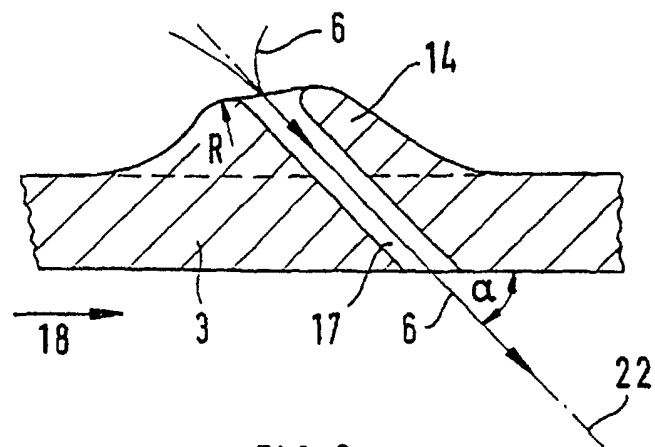


FIG 2

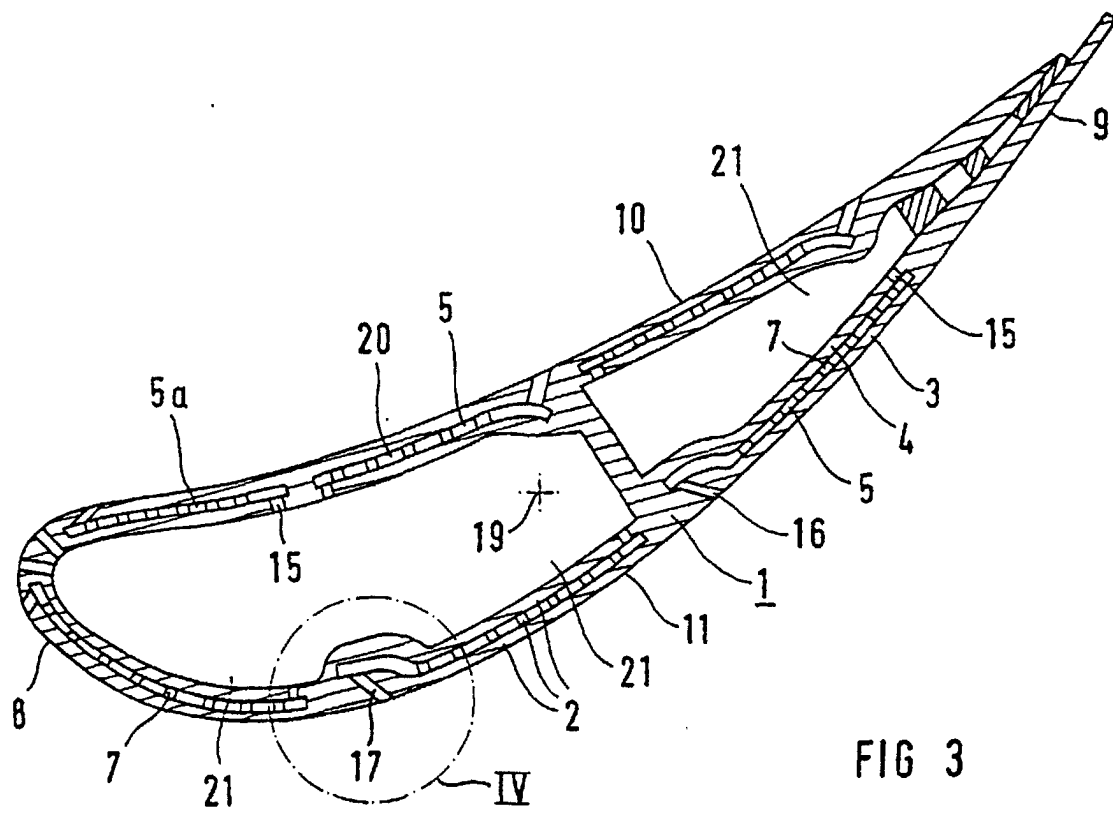


FIG 3

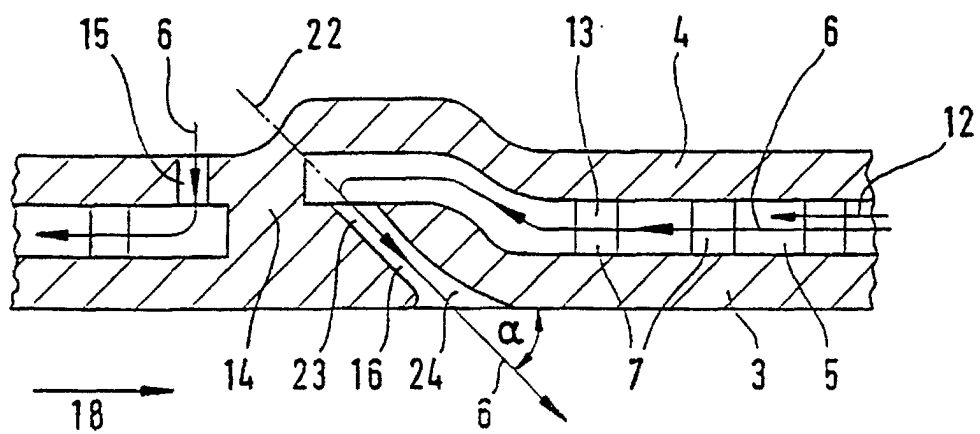


FIG 4