



(11) **EP 1 138 878 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.05.2008 Patentblatt 2008/20

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 (2006.01) F01D 25/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01108008.2**

(22) Anmeldetag: **29.03.2001**

(54) **Bauteil einer Gasturbine**

Gas turbine component

Composant de turbine à gaz

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

(30) Priorität: **31.03.2000 DE 10016081**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.10.2001 Patentblatt 2001/40

(73) Patentinhaber: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:

- **Beeck, Alexander, Dr.**
Orlando, Florida, 32828 (US)
- **Nagler, Christoph**
8032 Zürich (CH)

- **Richter, Mark**
5004 Aarau (CH)
- **Semmler, Klaus**
D-85221 Dachau (DE)
- **Schneider, Lothar**
79761 Waldshut-Tingen (DE)
- **Stengele, Joerg, Dr.**
5406 Rütihof (CH)

(56) Entgegenhaltungen:

FR-A- 2 316 440	US-A- 4 017 213
US-A- 4 353 679	US-A- 4 616 976
US-A- 5 197 852	US-A- 5 344 283
US-A- 5 413 458	US-A- 5 460 486
US-A- 5 823 741	

EP 1 138 878 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 ein Bauteil einer Gasturbine mit einem plattenförmigen, auskragenden Bauteilabschnitt gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Plattenförmig auskragende Bauteilabschnitte sind bei Gasturbinen häufig dort anzutreffen, wo aus konstruktiven Gründen überhängende Bereiche an Hauptbauteilen, wie beispielsweise an Schaufeln, Befestigungselemente vorzusehen sind oder Dichtungselemente, auch zwischen zwei benachbarten Bauteilen, angebracht werden müssen. Problematisch sind derartige überhängende Bauteilabschnitte speziell in thermisch hochbelasteten Bereichen, in denen die Oberfläche mit Heißgas beaufschlagt wird. Dort ist es vielfach unerlässlich, eine Kühlung vorzusehen.

[0003] Aus der EP 0 911 486 A2 ist eine gekühlte Schaufel einer Gasturbine bekannt, bei der überhängende Bereiche in Form plattenförmiger, auskragender Bauteilabschnitte gebildet sind, die in axialer Richtung vor und hinter dem Schaufelfuß angebracht sind, um im Nabenbereich eine Überdeckung mit den benachbart angeordneten Schaufelfußbereichen von Rotorschaukeln zu gewährleisten. Zur Kühlung dieser plattenförmigen, auskragenden Bauteilabschnitte sind Kühlbohrungen vorgesehen, die von Kühlluft rein konvektiv durchströmt werden. Die Kühlbohrungen verlaufen beispielsweise im vorderen überhängenden Bauteilabschnitt in Umfangsrichtung und werden von der Haupt-Kühlluftversorgung gespeist. Aufgrund der hohen thermischen Belastung in diesem Bereich sind in den Kühlbohrungen zusätzlich Turbulenzerzeuger vorhanden, um den Wärmeübergang zu verbessern.

[0004] Der hintere, überhängende Bauteilabschnitt weist eine Vielzahl axial verlaufender Kühlbohrungen auf, die ebenfalls von der Haupt-Kühlluftversorgung gespeist werden. Die Kühlbohrungen münden axial am stromabwärtigen Ende des Bauteilabschnittes, so dass das Kühlmedium nach Durchströmen der Kühlkanäle in den Heißgasstrom austritt.

[0005] Beiden Bauteilabschnitten ist gemeinsam, dass die vom Heißgas beaufschlagte Oberfläche rein konvektiv gekühlt wird. Nachteilig ist hierbei, dass sehr viel Kühlluft aufgewendet werden muss, um die erforderliche Kühlwirkung zu erzielen. Dies hat eine Verschlechterung des Gesamtwirkungsgrades zur Folge oder macht den Einsatz teurer Hochtemperaturbeständiger Materialien erforderlich.

[0006] Weiterhin ist aus der US 5413458 A eine Turbinenleitschaufel mit einer Kühlluftversorgung des Deckbandes bekannt. Bei dieser Lösung weist der Hinterkantenhohlraum der Schaufelplattform mehrere Filmkühlpassagen auf, welche eine Filmkühlung der Schaufelhin-

terkante gewährleisten. Der Hinterkantenhohlraum wird in einem Gussprozess mit Hilfe eines Keramikkers hergestellt.

[0007] Schließlich betrifft die US 5460486 A eine Turbinenschaufel einer Gasturbine mit zumindest einem in der Schaufel verlaufenden Kühlluftkanal, sowie mit einem an der Schaufelspitze angeordneten Deckband-Segment, das gemeinsam mit weiteren Segmenten benachbarter Schaufeln ein Schaufelverstärkungsband bildet, sowie mit einem im Deckband-Segment im wesentlichen vertikal zur Schaufelachse verlaufenden und mit dem im Schaufel-Anströmbereich liegenden Schaufel Kühlluftkanal verbundenen Kühlluft-Stichkanal, von dem aus Kühlluft-Bohrungen zur Oberfläche des Deckband-Segmentes führen. Neben einer Konvektionskühlung ist bei dieser Lösung auch eine Filmkühlung vorgesehen, wobei deren Filmkühlöffnungen bezogen auf die Strömungsrichtung des Heißgases stromab der Bauteilkante (Dichtkante) des Deckband-Segmentes angeordnet sind.

Darstellung der Erfindung

[0008] Die Erfindung versucht, die beschriebenen Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bauteil einer Gasturbine mit einem plattenförmigen, auskragenden Bauteilabschnitt der eingangs genannten Art anzugeben, das eine effektivere Kühlung der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche ermöglicht und somit eine erhöhte Lebensdauer bei gleichzeitig verringertem Kühlluftbedarf aufweist.

[0009] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass bei einem Bauteil gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 das Plenum in Form von wenigstens einer ersten Kühlbohrung am axialen stromabwärtigen Ende des Bauteilabschnittes mündet. Zudem gehen vom Plenum zweite Kühlbohrungen aus, welche Ausblaseöffnungen aufweisen und stromauf des axialen stromabwärtigen Endes des Bauteilabschnittes an der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche münden, wodurch ein Kühlfilm generierbar ist.

[0010] Somit ist es möglich, eine höchst effektive Filmkühlung an der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche zu realisieren, wobei der Kühlmittelverbrauch äußerst gering gehalten werden kann. Der Grund liegt darin, dass die Kühlluft zunächst konvektiv den zu kühlenden Bereich durchströmt, um anschließend durch Ausblasung einen hocheffektiven Kühlfilm auszubilden.

[0011] Obwohl grundsätzlich weitgehende Gestaltungsfreiheit hinsichtlich der Ausgestaltung des Plenums besteht, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn ein einziges, durchgehendes Plenum vorgesehen ist, das den Bauteilabschnitt weitgehend vollständig durchsetzt. Auf diese Weise wird die von Heißgas beaufschlagte Oberfläche gleichmäßig und ohne örtliche Unterbrechung durch beispielsweise Zwischenwände gekühlt, wodurch eine bislang unerreichte effektive Kühlwirkung realisierbar ist.

[0012] Eine Reihe bevorzugter Ausführungsvarianten

ist auf die einfache und kostengünstige Realisierung dieses Kühlkonzepts gerichtet. Die Wahl des optimalen Formgebungsprozesses für das Plenum hängt in der Hauptsache vom Herstellungsverfahren des eigentlichen Bauteils ab, an dem der plattenförmige, auskragende Abschnitt vorzusehen ist. Weitere wichtige Gesichtspunkte sind die zu realisierende Geometrie, sowie die fertigungstechnischen Vorgaben.

[0013] Im Falle der häufig anzutreffenden Überhänge an Turbinenschaufeln bietet es sich an, das Plenum unmittelbar bei der Formgebung im Gießverfahren mitzuförmigen. Dies ist in der Regel ohne großen Zusatzaufwand möglich, wobei nach dem Entformen das Plenum unmittelbar und ohne Notwendigkeit einer Nachbearbeitung gebildet ist.

[0014] In der Regel wird ein mehrteiliger Kern verwendet, um die gewünschte Geometrie des Plenums zu realisieren. Gegebenenfalls können seitliche Durchbrüche zur Positionierung des Kerns erforderlich werden, die nachträglich, das heißt im Anschluss an das Formgebungsverfahren geschlossen werden können.

[0015] Schließlich ist es auch möglich, sowohl das Plenum als auch die Ausblasöffnungen mittels EDM-Verfahren herzustellen. Mit Hilfe dieses Verfahrens lassen sich insbesondere Form, Größe und Anordnung der Ausblasöffnungen frei wählen und mit höchster Präzision umsetzen. Auch kann das Plenum als solches mit diesem Verfahren exakt umgesetzt werden.

[0016] Bevorzugt ist das Plenum über Speisekanäle mit einem Hauptplenum verbunden, welches die Schaufel mit Kühlluft versorgt. Auf diese Weise ist kein direkter Anschluss an die Kühlmediumversorgung erforderlich, wodurch sich der konstruktive Aufwand reduzieren lässt.

[0017] Obwohl sich das vorstehend beschriebene Kühlkonzept zur Anwendung bei an sich beliebigen, thermisch hochbelasteten Bauteilen einer Gasturbine realisieren lässt, wird es bevorzugt an Überhängen von Turbinenschaufeln eingesetzt. Dort sind einerseits die thermischen Belastungen besonders hoch, andererseits ist in unmittelbarer Nachbarschaft des Überhangs meist ohnehin eine Kühlmittelversorgung vorgesehen, wodurch sich das erfindungsgemäße Kühlkonzept besonders einfach umsetzen lässt.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0018] Es sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 Überhang an einer Turbinenschaufel, perspektivische Ansicht von oben;

Fig. 2 Überhang gemäß Fig. 1, Ansicht von unten;

Fig. 3 Überhang an einer Turbinenschaufel gemäß einer ersten Ausführungsvariante, Ansicht von unten;

Fig.4 Kern zur Herstellung eines Plenums;

[0019] Es sind lediglich die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt und beschrieben.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0020] Das erfindungsgemäße Konzept wird anhand eines plattenförmigen, auskragenden Bauteilabschnitts in Form eines Überhangs 1 erläutert, der als Bestandteil einer Turbinenschaufel 4 tragenden Plattform 3 gebildet ist. Eine Oberfläche 2 wird hierbei thermisch hoch belastet, nämlich durch einen hier nicht dargestellten Heißgasstrahl. Insoweit sind die nachstehend näher beschriebenen Ausführungsvarianten übereinstimmend gestaltet.

[0021] Bei dem in den Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind am Überhang 1 vier im Wesentlichen parallel und beabstandet zueinander angeordnete Pleni 10 vorhanden, die durchgängig den Überhang 1 durchsetzen und in Form von ersten Kühlbohrungen am axialen stromabwärtigen Ende des Bauteilabschnittes münden. Die Pleni verlaufen unmittelbar benachbart zur Oberfläche 2 und kühlen diese in diesem Bereich durch ein nicht näher dargestelltes, konvektiv hindurchgeleitetes Kühlmedium. Weiterhin sind zweite Kühlbohrungen 12 vorhanden, und zwar bevorzugt zu Reihen und in Zuordnung zu den Pleni 10 angeordnet. Sie gehen von den Pleni 10 aus und münden in Ausblasöffnungen 13 an der Oberfläche 2, stromauf des axialen stromabwärtigen Endes des Überhangs. Auf diese Weise wird Kühlmedium aus den Pleni 10 durch die Ausblasöffnungen 13 derart ausgeblasen, dass sich ein zusammenhängender Kühlfilm ausbildet. Somit wird die Oberfläche 2 optimal gekühlt.

[0022] Wie sich insbesondere aus Fig. 2 ergibt, können die Pleni 10 durch EDM-Werkzeuge 19 gebildet werden, die Durchgangsöffnungen in den Überhang 1 bohren. Es wird damit eine Verbindung zu einem Hauptplenum 5 unterhalb der Plattform 3 hergestellt, wodurch die Pleni 10 mit Kühlluft aus diesem Bereich gespeist werden.

[0023] Der Querschnitt der einzelnen Pleni 10 kann variieren, um eine auf die lokale Wärmebelastung abgestimmte Kühlwirkung zu erzielen. Dies gilt auch hinsichtlich ihrer Anzahl und Verteilung ihrer Anordnung längs des Überhangs 1. Gleiches gilt sinngemäß für die Kühlbohrungen bzw. Ausblasöffnungen 12, die für die Ausbildung des Kühlfilms verantwortlich sind.

[0024] Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsvariante zeigt ein Plenum 30, das den Überhang 1 hinsichtlich seiner Längs- und Quererstreckung weitgehend vollständig durchgehend durchsetzt. Dies ermöglicht eine weitgehend ideal gleichmäßig konvektive Kühlung der Oberfläche 2 und bietet darüber hinaus die Möglichkeit, die (hier nicht näher dargestellten) Film-Kühlluftbohrungen an sich beliebig verteilt anzuordnen.

[0025] Wiederum wird das Plenum 30 vom Hauptple-

num 5 versorgt. Hierzu sind Speisekanäle 6 vorgesehen, die die Verbindung zwischen dem Hauptplenum 5 und dem Plenum 30 herstellen.

[0026] Das Plenum 30 und die Speisekanäle 6 sind in diesem Fall direkt während des Gießvorganges gebildet. Hierzu wird ein in Fig. 4 dargestellter Kern 39 verwendet, der die Form des Plenums 30 vorgibt. Weiterhin sind zwei Speisekanalabschnitte 38 vorgesehen, um die Speisekanäle 6 zu bilden. Mit Hilfe dieses mehrteiligen Kerns 38, 39 lässt sich auf einfache Art und Weise das Plenum 30 einschließlich der Speisekanäle 6 formen.

[0027] Wie bereits eingangs erwähnt, ist das vorstehend beschriebene Konzept nicht nur auf die Anwendung an Überhängen von Turbinenschaufeln beschränkt, vielmehr ist eine Anwendung überall dort möglich, wo plattenförmige, auskragende Bauteilabschnitte hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind und demzufolge effektiv gekühlt werden müssen.

Bezugszeichenliste

[0028]

1	Überhang
2	Heißgasseitige Oberfläche
3	Plattform
4	Turbinenschaufel
5	Hauptplenum
6	Speisekanal
10	Plenum, EDM-Bohrung
12	Film-Kühlbohrung
13	Ausblaseöffnung
19	EDM-Werkzeug
30	Plenum
38	Speisekanalabschnitt
39	Kern

Patentansprüche

1. Bauteil einer Gasturbine mit einem plattenförmigen, auskragenden Bauteilabschnitt, umfassend

- eine von Heißgas beaufschlagten Oberfläche (2)
- wenigstens ein ausschließlich dem Bauteilabschnitt (1) zugeordnetes Plenum (10; 30), das unmittelbar benachbart zu der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche (2) angeordnet und von einem Kühlmedium konvektiv durchströmbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Plenum (10; 30) in Form von wenigstens einer ersten Kühlbohrung am axialen stromabwärtigen Ende des Bauteilabschnittes mündet,
- vom Plenum (10; 30) zweite Kühlbohrungen

(12) ausgehen und die Kühlbohrungen (12) Ausblaseöffnungen (13) aufweisen, die stromauf des axialen stromabwärtigen Endes des Bauteilabschnittes (1) an der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche (2) münden, wodurch ein Kühlfilm generierbar ist.

2. Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (30, 50) den Bauteilabschnitt (1) weitgehend vollständig durchsetzt.

3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (30, 50) im Gießverfahren geformt ist.

4. Bauteil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (30; 50) mittels eines mehrteiligen Kerns (38; 39) gebildet ist.

5. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (10) und/oder die Ausblaseöffnungen (13) im EDM-Verfahren hergestellt ist/sind.

6. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (10; 30) über Speisekanäle (6) mit einem Hauptplenum (5) verbunden ist.

7. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bauteilabschnitt in Form eines an einer Turbinenschaufel (4) gebildeten Überhangs (1) ausgebildet ist.

Claims

1. Component of a gas turbine with a plate-shaped projecting component portion, comprising

- a surface (2) acted upon by hot gas,
- at least one plenum (10; 30) which is assigned solely to the component portion (1), is arranged directly adjacently to the surface (2) acted upon by hot gas and which a cooling medium can flow through convectively,

characterized in that

- the plenum (10; 30) issues in the form of at least one first cooling bore at the axial downstream end of the component portion,
- second cooling bores (12) emanate from the plenum (10; 30) and the cooling bores (12) have blow-out orifices (13) which issue, upstream of the axial downstream end of the component portion (1), on the surface (2) acted upon by hot gas, with the result that a cooling film can be

generated.

2. Component according to Claim 1, **characterized in that** the plenum (30, 50) passes essentially completely through the component portion (1). 5
3. Component according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the plenum (30, 50) is formed by the casting method. 10
4. Component according to Claim 3, **characterized in that** the plenum (30; 50) is formed by means of a multipart core (38; 39). 15
5. Component according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the plenum (10) and/or the blow-out orifices (12) is/are produced by the EDM method. 20
6. Component according to one of the preceding claims, **characterized in that** the plenum (10; 30) is connected to a main plenum (5) via feed ducts (6). 25
7. Component according to one of the preceding claims, **characterized in that** the component portion is designed in the form of an overhang (1) formed on a turbine blade (4).

Revendications

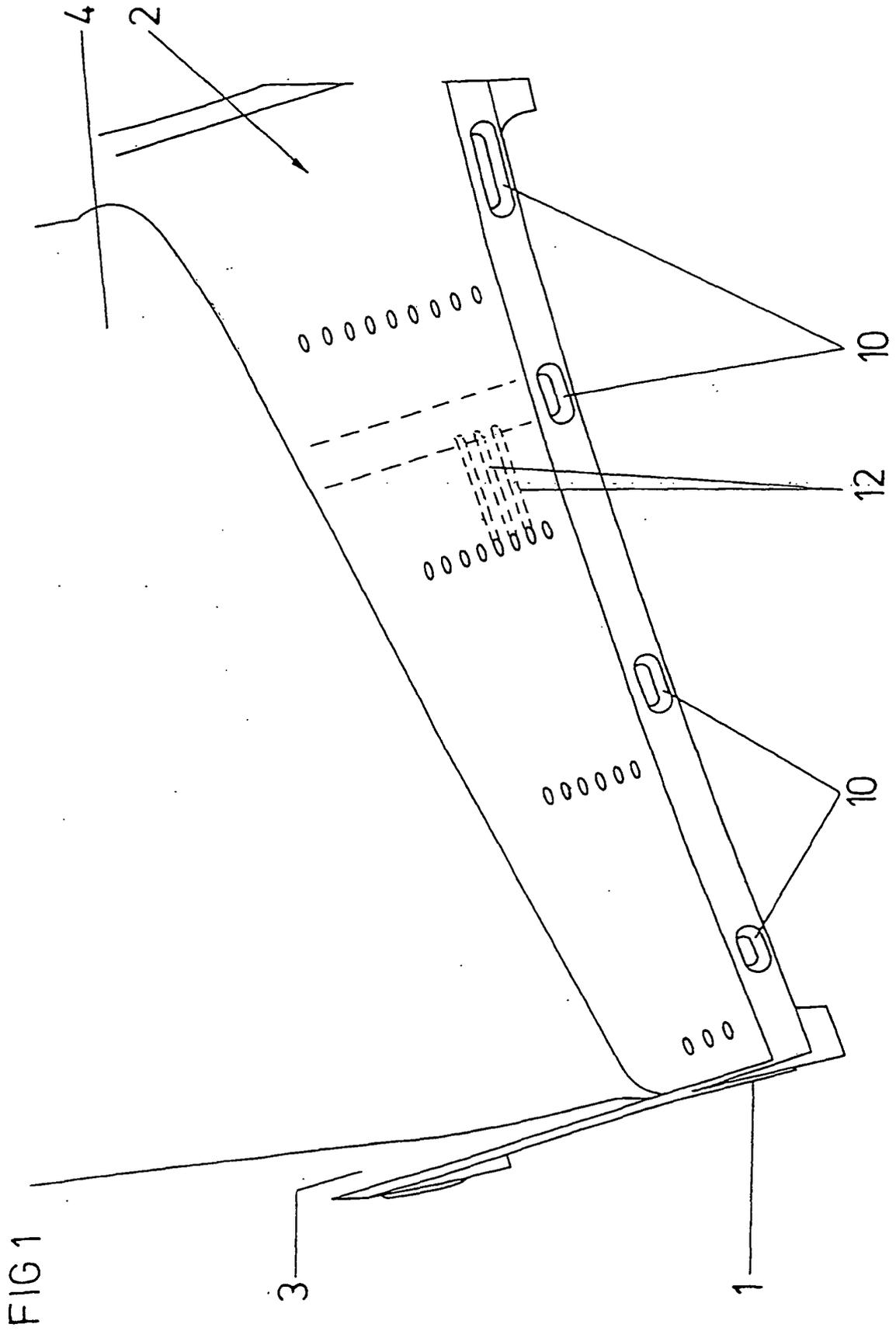
1. Composant d'une turbine à gaz comprenant une portion de composant en forme de plaque, en saillie, comprenant : 30
 - une surface (2) sollicitée par du gaz chaud, 35
 - au moins une chambre (10 ; 30) associée exclusivement à la portion de composant (1), laquelle est disposée directement à côté de la surface (2) sollicitée par le gaz chaud et peut être parcourue par un fluide de refroidissement de manière convective, 40

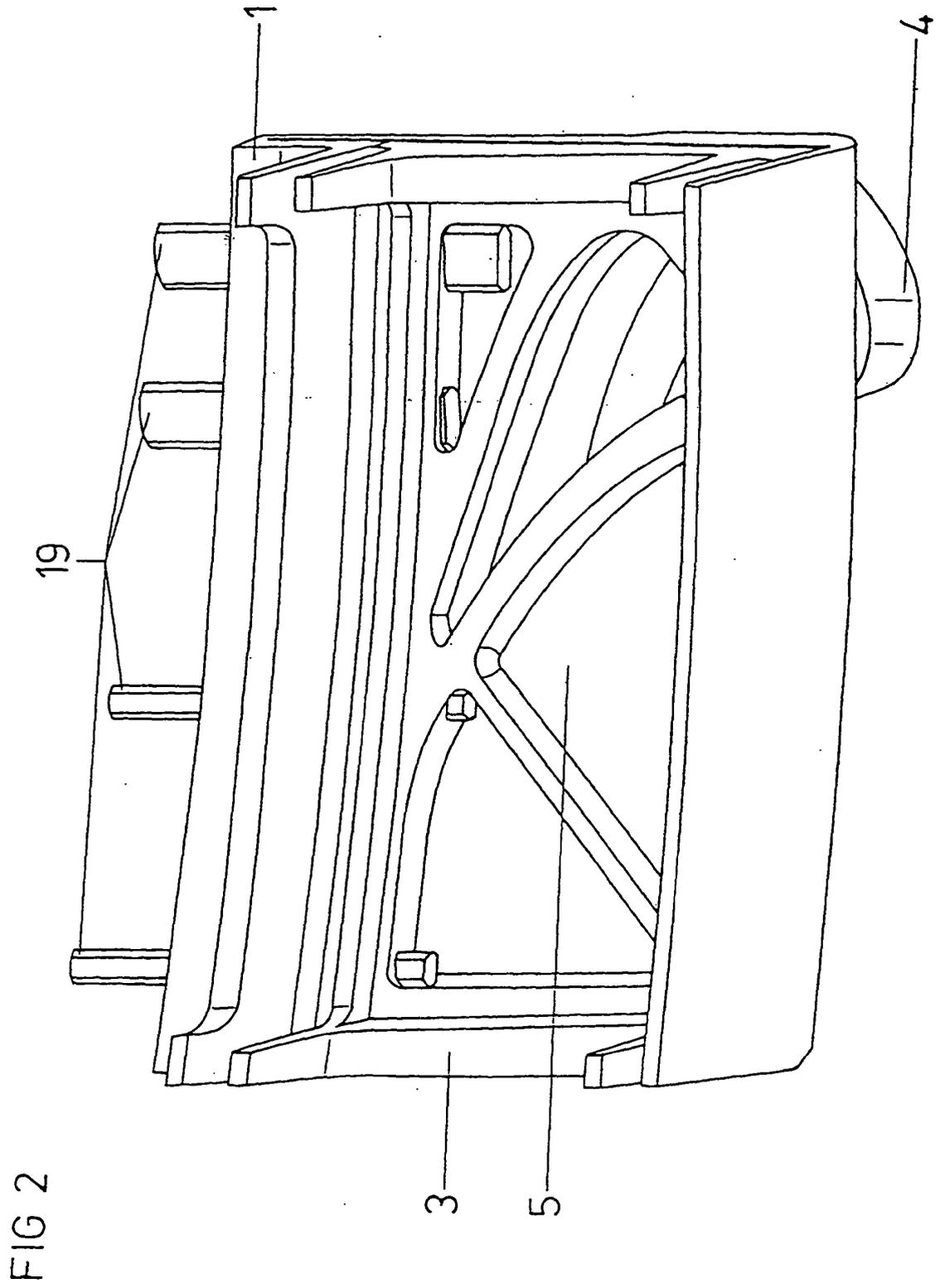
caractérisé en ce que

- la chambre (10 ; 30) débouche, sous forme d'au moins un alésage de refroidissement, à l'extrémité aval axiale de la portion de composant, 45
 - des deuxièmes alésages de refroidissement (12) partent de la chambre (10 ; 30) et les alésages de refroidissement (12) présentent des ouvertures de soufflage (13) qui débouchent, en amont de l'extrémité aval axiale de la portion de composant (1), au niveau de la surface (2) sollicitée par le gaz chaud, de sorte qu'un film de refroidissement puisse être produit. 50 55
2. Composant selon la revendication 1, **caractérisé en**

ce que la chambre (30, 50) traverse substantiellement complètement la portion de composant (1).

3. Composant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la chambre (30, 50) est moulée dans un procédé de coulée.
4. Composant selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la chambre (30 ; 50) est formée au moyen d'un noyau en plusieurs parties (38 ; 39).
5. Composant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la chambre (10) et/ou les ouvertures de soufflage (13) sont fabriquées par un procédé EDM.
6. Composant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la chambre (10 ; 30) est connectée par le biais de canaux d'alimentation (6) à une chambre principale (5).
7. Composant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la portion de composant est réalisée sous forme d'un porte-à-faux (1) formé sur une aube de turbine (4).





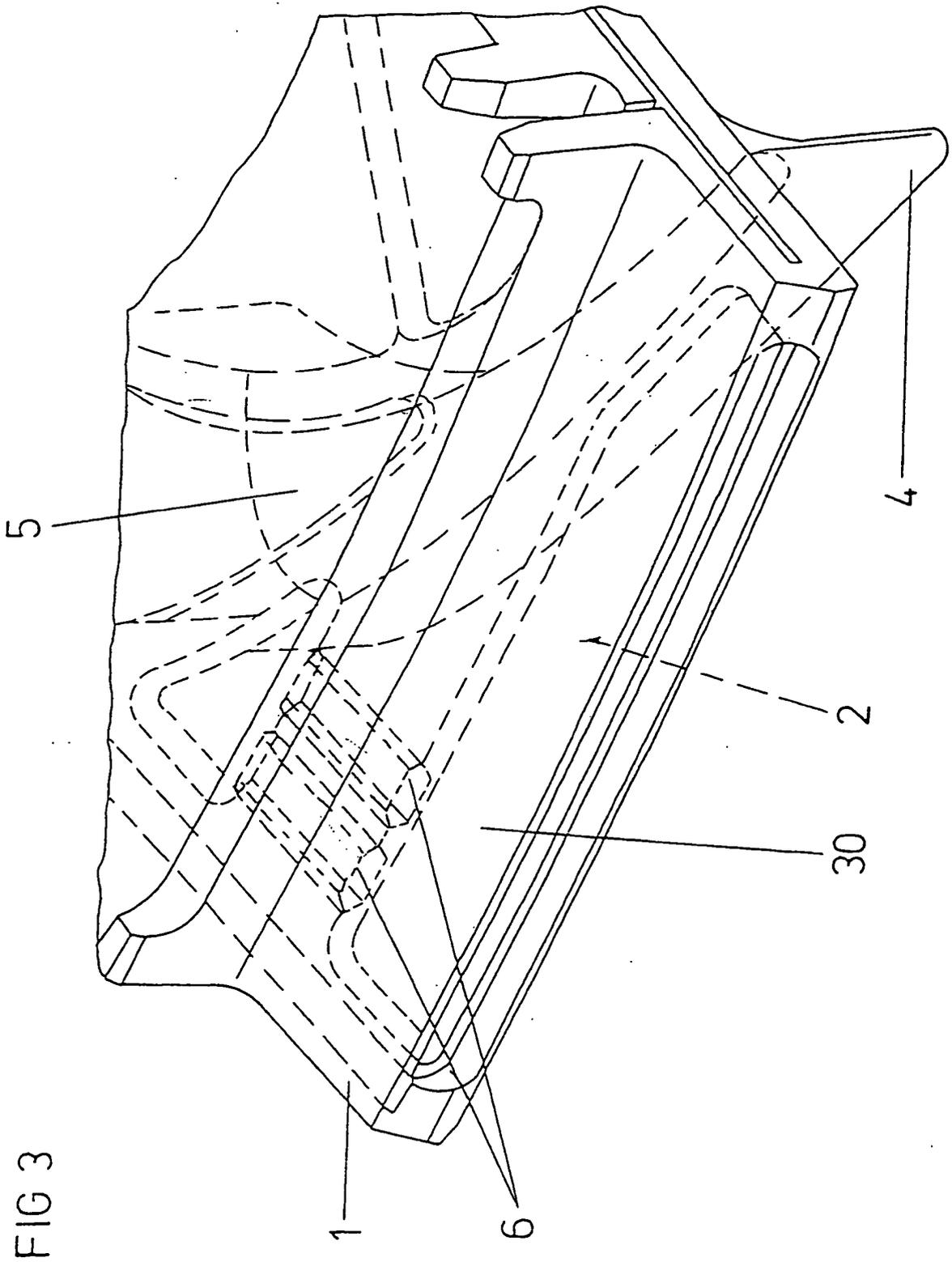
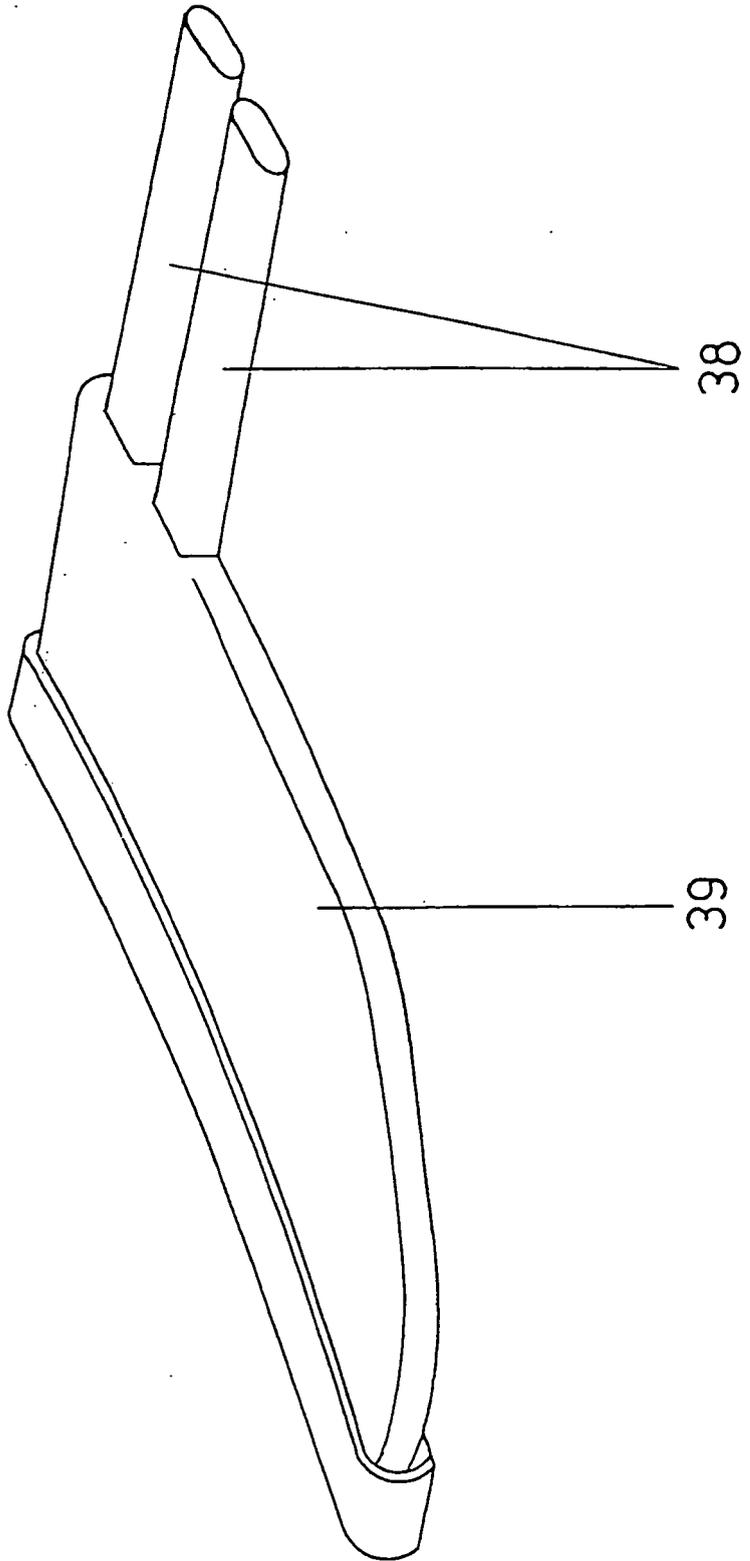


FIG 4



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

- EP 0911486 A2 [0003]
- US 5413458 A [0006]
- US 5460486 A [0007]