



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.10.2001 Patentblatt 2001/40

(51) Int Cl.7: **F01D 5/18, F01D 25/12**

(21) Anmeldenummer: **01108008.2**

(22) Anmeldetag: **29.03.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Richter, Mark**
5400 Baden (CH)
- **Semmler, Klaus**
D-85221 Dachau (DE)
- **Schneider, Lothar**
79761 Waldshut-Tingen (DE)
- **Stengele, Joerg, Dr.**
5443 Niederrohrdorf (CH)

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

(71) Anmelder: **ALSTOM Power N.V.**
1101 CS Amsterdam (NL)

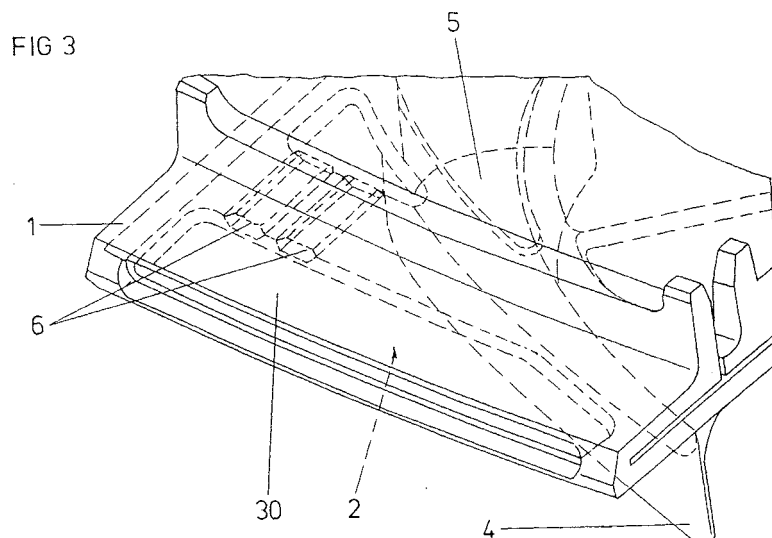
(74) Vertreter: **Liebe, Rainer et al**
Alstom Power (Schweiz) AG,
Intellectual Property CHSP
Haselstrasse 16/699, 5. Stock
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
 • **Beeck, Alexander, Dr.**
79790 Küssaberg (DE)
 • **Nagler, Christoph**
8032 Zürich (CH)

(54) **Plattenförmiger, ausragender Bauteilabschnitt einer Gasturbine**

(57) Plattenförmiger, ausragender Bauteilabschnitt (1) einer Gasturbine oder dergleichen, mit einer von Heißgas beaufschlagten Oberfläche (2) und mit Kühlbohrungen (12), die von einem Kühlmedium durchströmbar sind. Eine effektive Kühlung gelingt dadurch, dass wenigstens ein ausschließlich dem Bauteilabschnitt (1) zugeordnetes Plenum (10; 30; 50) vorgese-

hen ist, das unmittelbar benachbart zu der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche (2) angeordnet ist und von dem Kühlmedium konvektiv durchströmbar ist, und dass zur Ausbildung eines Kühlfilms die Kühlbohrungen als Ausblaseöffnungen (12; 52) ausgebildet sind, die von dem Plenum (10; 30; 50) ausgehen und an der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche (2) münden.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen plattenförmigen, auskragenden Bauteilabschnitt einer Gasturbine oder dergleichen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Derartige Bauteilabschnitte sind 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, von der die Erfindung ausgeht, 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 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.

Darstellung der Erfindung

[0006] Die Erfindung versucht, die beschriebenen Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde,

einen plattenförmigen, auskragenden Bauteilabschnitt einer Gasturbine oder dergleichen der eingangs genannten Art anzugeben, der eine effektivere Kühlung der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche ermöglicht und somit eine erhöhte Lebensdauer bei gleichzeitig verringertem Kühlluftbedarf aufweist.

[0007] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass bei einem plattenförmigen, auskragenden Bauteilabschnitt gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ein Plenum vorgesehen ist, das ausschließlich dem Bauteilabschnitt zugeordnet ist, so dass eine optimale Kühlung der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche ermöglicht wird. Das Plenum ist unmittelbar benachbart zu der zu kühlenden Oberfläche angeordnet und wird von dem Kühlmedium konvektiv durchströmt. Weiterhin sind die Kühlbohrungen als Ausblasöffnungen ausgebildet, die von dem Plenum ausgehen und an der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche münden. 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.

[0008] 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.

[0009] 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 Herstellverfahren des eigentlichen Bauteils ab, an dem der plattenförmige, auskragende Abschnitt vorzusehen ist. Weitere wichtige Gesichtspunkte sind die zu realisierende Geometrie, sowie die fertigungstechnischen Vorgaben.

[0010] Im Falle der häufig anzutreffenden Überhänge an Turbinenschaufeln bietet es sich an, das Plenum unmittelbar bei der Formgebung im Gießverfahren mitzuformen. Dies ist in der Regel ohne großen Zusatzaufwand möglich, wobei nach dem Entformen das Plenum unmittelbar und ohne Notwendigkeit einer Nachbearbeitung gebildet ist.

[0011] 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.

[0012] Alternativ hierzu ist es auch möglich, das Ple-

num durch eine Vertiefung im Bauteilabschnitt zu bilden, die beispielsweise gegenüberliegend zu der zu kühlenden Oberfläche hin offen ist und deshalb durch eine nachträglich anzubringende Abdeckung verschlossen werden kann. Auf diese Weise entfällt die Notwendigkeit, einen Kern zur Bildung des Plenums vorzusehen. Der Vorteil dieser Variante liegt in der Möglichkeit, die Geometrie des Plenums weitgehend freizügig zu gestalten.

[0013] Die Anbringung der Abdeckung kann durch kostengünstige Verbindungsverfahren, wie beispielsweise Löten oder Schweißen, erfolgen.

[0014] 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. Seitliche Austrittsöffnungen, wie sie zu Herstellung des Plenums erforderlich sind, können je nach Auslegung der Kühlkonzeption als zusätzliche Ausblasöffnungen vollständig oder teilweise offen bleiben. Ansonsten werden sie nach dem Formgebungsvorgang geschlossen.

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.

[0015] Obwohl sich das vorstehend beschriebene Kühlkonzept zur Anwendung bei an sich beliebigen, thermisch hochbelasteten Bauteilen 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

[0016] 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;

Fig. 5 Überhang an einer Turbinenschaufel gemäß einer zweiten Ausführungsvariante, Ansicht

von unten.

[0017] Es sind lediglich die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt und beschrieben.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0018] 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.

[0019] 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. Sie verlaufen unmittelbar benachbart zur Oberfläche 2 und kühlen diese in diesem Bereich durch ein nicht näher dargestelltes, konvektiv hindurchgeleitetes Kühlmedium. Weiterhin sind Ausblaseöffnungen 12 vorhanden, und zwar bevorzugt zu Reihen und in Zuordnung zu den Pleni 10 angeordnet. Sie gehen von den Pleni 10 aus und münden an der Oberfläche 2. Auf diese Weise wird Kühlmedium aus den Pleni 10 durch die Ausblaseöffnungen 12 derart ausgeblasen, dass sich ein zusammenhängender Kühlfilm ausbildet. Somit wird die Oberfläche 2 optimal gekühlt.

[0020] 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.

[0021] Je nach Anforderung können die Pleni 10 seitlich am Überhang 1 offen münden, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. In diesem Fall wird Kühlluft zusätzlich seitlich aus dem Überhang 1 ausgeblasen. Es ist jedoch ebenso gut möglich, die Pleni 10 in diesem Bereich teilweise oder vollständig zu verschließen.

[0022] 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. Ausblaseöffnungen 12, die für die Ausbildung des Kühlfilms verantwortlich sind.

[0023] 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 vergleichmäßigte konvektive Kühlung der Oberfläche 2 und bietet darüber hinaus die Möglich-

keit, die (hier nicht näher dargestellten) Film-Kühlbohrungen an sich beliebig verteilt anzuordnen.

[0024] Wiederum wird das Plenum 30 vom Hauptplenum 5 versorgt. Hierzu sind Speisekanäle 6 vorgesehen, die die Verbindung zwischen dem Hauptplenum 5 und dem Plenum 30 herstellen.

[0025] 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.

[0026] Die Variante gemäß Fig. 5 zeigt eine im Überhang 1 eingegossene Vertiefung 50, von der die Kühlbohrungen 52 abgehen. Das eigentliche Plenum wird dann gebildet, wenn die Vertiefung 50 durch eine hier nicht dargestellte Abdeckung verschlossen wird. Die Abdeckung kann aus einer einfachen Platte bestehen, die auf den Überhang 1 aufgesetzt und dort verlötet oder verschweißt wird. Somit können auch komplizierte Geometrien durch eine korrespondierende Gestaltung der Vertiefung 50 umgesetzt werden. Solche Geometrien können beispielsweise auf der Oberfläche 2 angeordnete Pins, Rippen oder Turbulenzgeneratoren sein (nicht dargestellt).

[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.

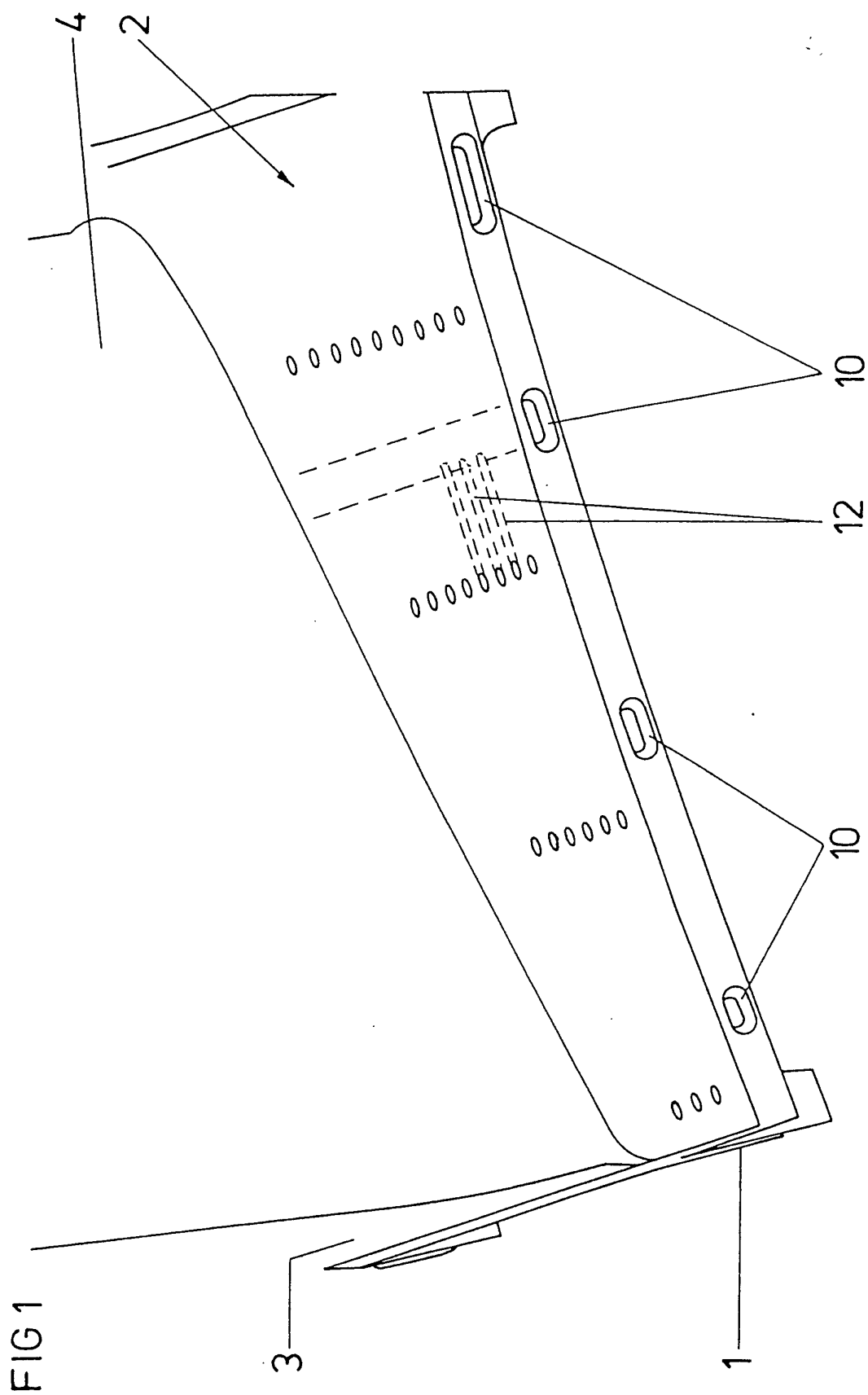
Bezugszeichenliste

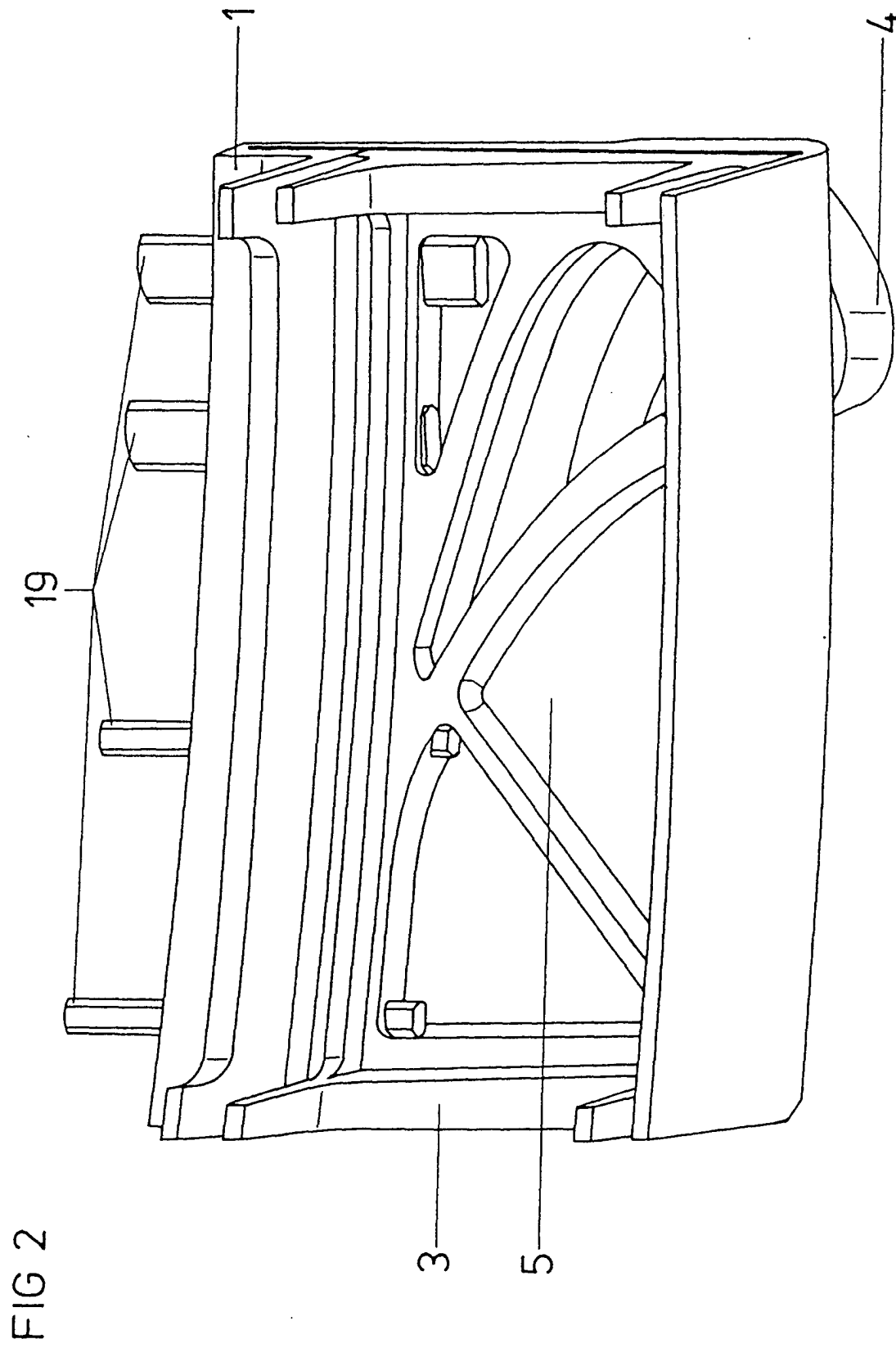
[0028]

- | | | |
|----|-----------------------------------|--|
| 1 | Überhang | |
| 2 | Heißgasseitige Oberfläche | |
| 3 | Plattform | |
| 4 | Turbinenschaufel | |
| 5 | Hauptplenum | |
| 6 | Speisekanal | |
| 10 | Plenum, EDM-Bohrung | |
| 12 | Film-Kühlbohrung, Ausblaseöffnung | |
| 19 | EDM-Werkzeug | |
| 30 | Plenum | |
| 38 | Speisekanalabschnitt | |
| 39 | Kern | |
| 50 | Vertiefung | |
| 52 | Film-Kühlbohrung, Ausblaseöffnung | |

Patentansprüche

1. Plattenförmiger, auskragender Bauteilabschnitt einer Gasturbine oder dergleichen, mit einer von Heißgas beaufschlagten Oberfläche und mit Kühlbohrungen, die von einem Kühlmedium durchströmbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein ausschließlich dem Bauteilabschnitt (1) zugeordnetes Plenum (10; 30; 50) vorgesehen ist, das unmittelbar benachbart zu der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche (2) angeordnet ist und von dem Kühlmedium konvektiv durchströmbar ist, und **dass** die Kühlbohrungen als Ausblaseöffnungen (12; 52) ausgebildet sind, die von dem Plenum (10; 30, 50) ausgehen und an der von Heißgas beaufschlagten Oberfläche (2) münden, wodurch ein Kühlfilm generierbar ist.
2. Bauteilabschnitt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (30, 50) den Bauteilabschnitt (1) weitgehend vollständig durchsetzt.
3. Bauteilabschnitt nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (30, 50) im Gießverfahren geformt ist.
4. Bauteilabschnitt nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (30; 50) mittels eines mehrteiligen Kerns (38; 39) gebildet ist.
5. Bauteilabschnitt nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (30; 50) durch eine in den Bauteilabschnitt (1) eingeformte Vertiefung (50) gebildet ist, die durch eine Abdeckung verschlossen ist.
6. Bauteilabschnitt nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckung mit dem Bauteilabschnitt (1) verlötet oder verschweißt ist.
7. Bauteilabschnitt nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (10) und/oder die Ausblaseöffnungen (12) im EDM-Verfahren hergestellt ist/sind.
8. Bauteilabschnitt nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plenum (10; 30; 50) über Speisekanäle (6) mit einem Hauptplenum (5) verbunden ist.
9. Bauteilabschnitt nach einem der vorhergehenden Ansprüche in Form eines an einer Turbinenschaufel (4) gebildeten Überhangs (1).





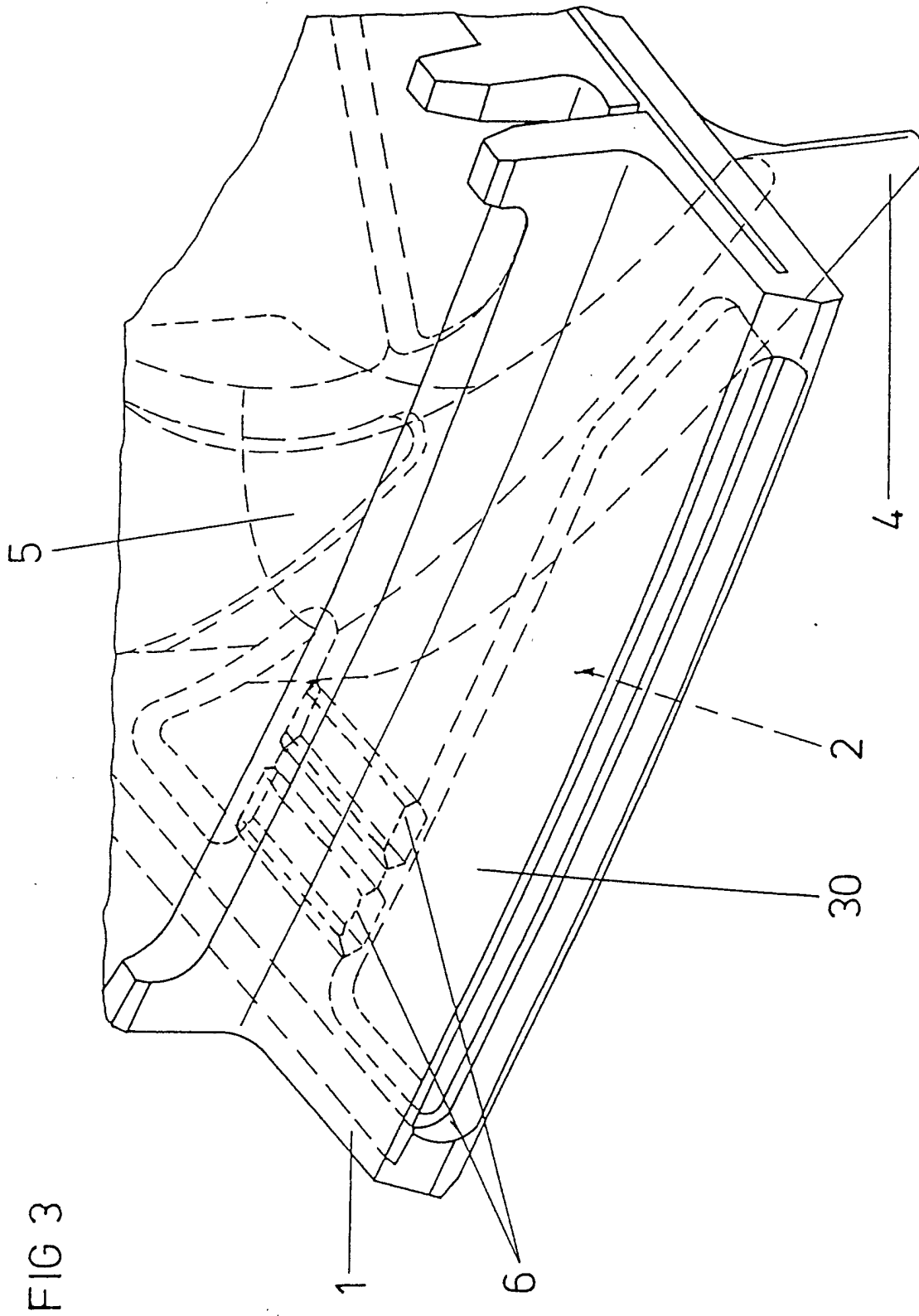


FIG 4

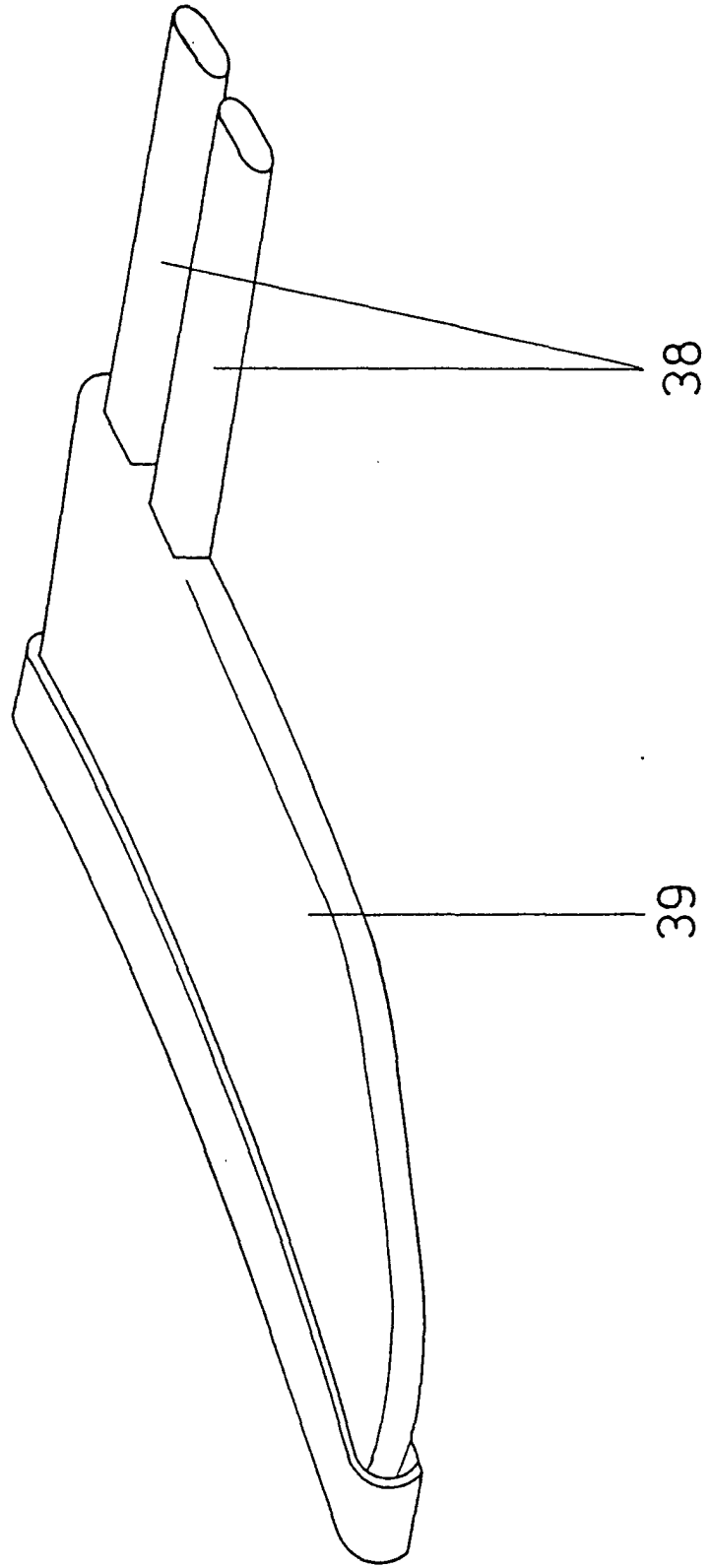


FIG 5

