

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 992 653 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.04.2000 Patentblatt 2000/15

(51) Int. Cl.⁷: **F01D 5/18, F23R 3/00**

(21) Anmeldenummer: **98811012.8**

(22) Anmeldetag: **08.10.1998**

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

(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.**
8050 Zürich (CH)

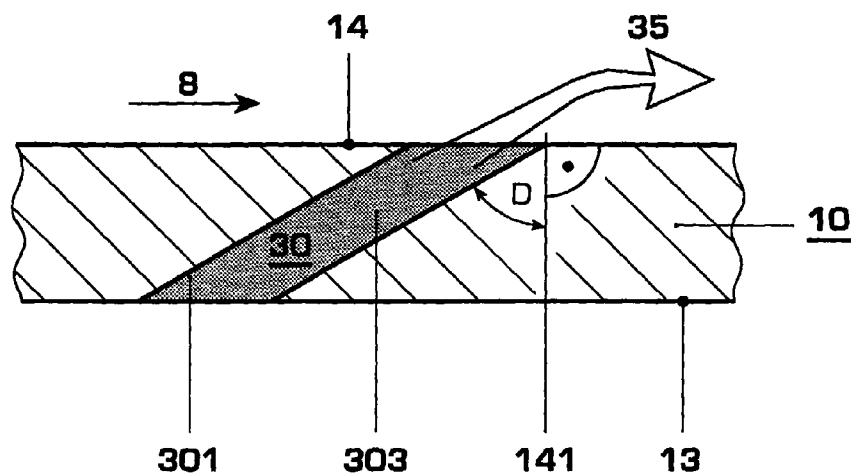
(72) Erfinder: **Lutum, Ewald**
5200 Brugg (CH)

(54) **Filmgekühlte Komponenten mit Filmkühlungskanälen mit dreieckigem Querschnitt**

(57) Die Filmkühlungskanäle (30) eines filmgekühlten Bauteils (10) werden im Querschnitt im dreieckig ausgestaltet. Vorzugsweise wird die Querschnittsgeometrie so gewählt, dass die Mündung eines Kanals auf der Heissgasseite (14) ein abgeflachtes Dreieck bildet, dessen breitere Seite (311) quer zur Heissgasströmung liegt. Im Vergleich zu zylindrischen Filmkühlungskanälen resultiert aus dieser Konfiguration bei gleichem Kanalquerschnitt eine deutlich bessere Überdeckung

der zu kühlenden Bauteiloberfläche durch den Kühlfilm. Weiterhin zeigt sich im Experiment, dass insbesondere bei einem hohen durch die Filmkühlungsöffnungen durchgesetzten Massenstrom die Ablöseneigung des Kühlfilms von der zu kühlenden Oberfläche signifikant verringert wird, was sich in einer Steigerung der Kühlleistung manifestiert.

Fig. 3



EP 0 992 653 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine thermisch hochbelastbare Komponente, welche im Betrieb mit einer Heissgasströmung beaufschlagt ist, welche Komponente mindestens eine der Heissgasströmung ausgesetzte Heissgasseite und eine der Heissgasströmung nicht ausgesetzte Kaltgasseite aufweist, wobei die Heissgasseite im Betrieb durch einen Kühlfilm vor dem unmittelbaren Kontakt mit dem Heissgas geschützt ist, welcher Kühlfilm von einem Fluid gebildet ist, welches durch in die Komponente integrierte, die Heissgas- und die Kaltgasseite verbindende Filmkühlungskanäle auf die Heissgasseite der Komponente geführt ist, wobei der Querschnitt mindestens eines der Filmkühlungskanäle über seine gesamte Länge eine konstante Fläche und eine konstante Geometrie aufweist.

Stand der Technik

[0002] In der modernen Technik tritt häufig der Fall auf, dass ein Bauteil von einem Medium umströmt oder überströmt wird, dessen Temperatur die im Interesse der Betriebssicherheit maximal zulässige Bauteiltemperatur bei weitem übersteigt. Exemplarisch seien die Bedingungen im Inneren von Gasturbinen-Brennkammern und in deren ersten Turbinenstufen zu nennen. Hier liegt zudem eine stark turbulente Bauteilumströmung vor, durch die der Wärmeübergang weiter intensiviert wird. Bei den im Interesse eines hohen Wirkungsgrades heute erreichten Heissgastemperaturen sind die Grenzen der einfachen Bauteilkühlung mit einer Wärmeabfuhr durch das Bauteil hindurch bei weitem überschritten.

[0003] Als wesentlich geeigneter erweisen sich Methoden, bei denen der direkte Kontakt der zu kühlenden Komponenten mit der Heissgasströmung von vornherein unterbunden wird. Bei der im Gasturbinenbau weit verbreiteten Filmkühlung wird das zu kühlende Bauteil auf einer nicht von Heissgas überströmten Seite, bei umströmten Bauteilen, wie Schaufeln, in deren Innerem - mit Kühlmedium - im allgemeinen Verdichterluft - beaufschlagt. Die Kaltgasseite und die Heissgasseite stehen durch eine Vielzahl von Kanälen miteinander in Verbindung, die auf der Heissgasseite möglichst tangential zur Heissgasströmung münden. Hierdurch wird eine Schicht kühlen Mediums auf das Bauteil aufgebracht, die den direkten Kontakt von Bauteil und Heissgasströmung unterbindet.

[0004] Dieses Kühlverfahren ist originär in der US 3,527,543 offenbart.

[0005] Für den Transfer des Kühlmediums werden üblicherweise zylindrische Bohrungen in das zu kühlende Bauteil eingearbeitet, die in quer zur Hauptströmungsrichtung der Heissgasströmung orientierten Reihen angeordnet sind. Die Entwicklung zu höheren

Heissgastemperaturen hat jedoch dazu geführt, die Kühlluftmenge ständig zu erhöhen. Dadurch ist jedoch die Ausblaserate so weit gestiegen, dass die Kühleffektivität drastisch einbricht, das heisst, die Kühlluftmenge muss überproportional gesteigert werden, um eine gewünschte absolute Kühlung zu erreichen. In erster Linie ist das darauf zurückzuführen, dass die Geschwindigkeitskomponente des Kühlmediums normal zur Bauteiloberfläche stark ansteigt, und der Kühlfilm in Folge von Heissgas durchdrungen und sozusagen unterspült wird.

[0006] Dies führte zur Entwicklung von Kanalgeometrien, welche die Normalkomponente des austretenden Kühlluftstrahls reduzieren. Eine solche Geometrie ist beispielsweise aus der EP 0 648 918 B1 bekannt. In dieser Schrift sind Filmkühlungskanäle mit diffusorförmigem Austrittsquerschnitt offenbart, wobei der Diffusor ein Paar in Strömungsrichtung gegenüberliegender Flächen aufweist, und die stromab gelegene Kante sich in Strömungsrichtung von der anderen wegkrümmt. Zusammenfassend lässt sich die dort angegebene Kanalgeometrie so charakterisieren, dass sich an einen Kanalabschnitt mit rundem Querschnitt ein im Querschnitt rechteckiger Diffusor anschliesst, der auf der zu kühlenden Oberfläche mündet. Neben einer verbesserten tangentialen Führung der Kühlluftströmung und einer Reduktion dessen Geschwindigkeit wird auch die Querausdehnung des aus jeder einzelnen Öffnung austretenden Kühlluftstrahls erreicht.

[0007] Jedoch ist für den Fachmann ohne weiteres der hohe Fertigungsaufwand erkennbar, der erforderlich ist, um Filmkühlungskanäle gemäss der zitierten Schrift herzustellen; insbesondere muss in eine einzelne herzustellende Komponente eine grosse Anzahl von Filmkühlungskanälen eingearbeitet werden, deren Durchmesser typischerweise in einer Grössenordnung von weniger als 1 Millimeter liegt. Aus Fertigungsgründen ist es daher wünschenswert, mit Filmkühlungskanälen zu arbeiten, die keine axialen Krümmungen aufweisen, und deren Querschnittsgeometrie konstant ist. Dabei soll die starke Abhängigkeit des Durchflusses vom Druckverhältnis vermieden werden. Daneben muss auch beachtet werden, dass der Konturierung eines Filmkühlungskanals als Diffusor die Gefahr einer Ablösung der Kühlluftströmung und einer daraus resultierenden schädlichen Verminderung des Kühlluftmassenstroms inhärent ist.

Darstellung der Erfindung

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, in einer thermisch hochbelastbaren Komponente, welche im Betrieb mit einer Heissgasströmung beaufschlagt ist, welche Komponente mindestens eine der Heissgasströmung ausgesetzte Heissgasseite und eine der Heissgasströmung nicht ausgesetzte Kaltgasseite aufweist, wobei die Heissgasseite im Betrieb durch einen Kühlfilm vor dem unmittelbaren Kontakt mit dem Heissgas geschützt

ist, welcher Kühlfilm von einem Fluid gebildet ist, welches durch in die Komponente integrierte, die Heissgas- und die Kaltgasseite verbindende Filmkühlungskanäle auf die Heissgasseite der Komponente geführt ist, wobei der Querschnitt mindestens eines der Filmkühlungskanäle über seine gesamte Länge eine konstante Fläche und eine konstante Geometrie aufweist, eine Geometrie der Filmkühlungskanäle anzugeben, bei der die Kühleffektivität auch bei hohen Ausbläseraten erhalten bleibt.

[0009] Kern der Erfindung ist es also, die Filmkühlungskanäle thermisch hochbelasteter Bauelemente so zu gestalten, dass die Ablösung der Filmströmung möglichst unterbunden wird. Aufgrund der grossen Anzahl in jedem einzelnen Bauteil einzubringender Kanäle muss dabei aus Wirtschaftlichkeitsüberlegungen auch eine einfache Fertigung in möglichst einem Arbeitsgang unter Einsatz weitverbreiteter Bearbeitungsmethoden gegeben sein.

[0010] Erfindungsgemäss wird die dadurch erreicht, dass dieser Filmkühlungskanal durch drei ebene Begrenzungsflächen seitlich begrenzt ist.

[0011] Die Erfindung schlägt also einen Filmkühlungskanal mit dreiecksförmigem Kanalquerschnitt vor, wobei die Ecken aus Gründen der Festigkeit und der Fertigung im allgemeinen ausgerundet sein werden. Die Querschnittfläche wird über die gesamte Kanallänge konstant gehalten.

[0012] Mit Vorteil erhält der Kanalquerschnitt die Form eines sehr stark abgeflachten gleichschenkligen Dreiecks, das heisst, zwei der seitlich den Kanal begrenzenden Flächen werden einen Winkel über 120° einschliessen. Weiterhin wird mit Vorteil die diesem Winkel gegenüberliegende Fläche so angeordnet, dass deren Durchdringungsline mit der Bauteiloberfläche quer zur Hauptströmung orientiert ist, und die Austrittsmündung des Filmkühlungskanals stromauf begrenzt.

[0013] Die so entstehende Austrittsmündung kann als ein abgeflachtes Dreieck beschrieben werden, dessen breite Basis quer zur Heissgasströmung orientiert ist, und dessen Spitze in Richtung der Heissgasströmung weisst. Aus dieser Konfiguration resultiert eine Reihe vorteilhafter Effekte: Zum einen wird gegenüber einem zylindrischen Filmkühlungskanal bei gleicher Querüber-

deckung der zu kühlenden Oberfläche deutlich weniger Kühlmedium benötigt, respektive die Überdeckung wird bei gleichem Kühlmitteldurchsatz erheblich vergrössert. Experimentelle Untersuchungen haben weiterhin gezeigt, dass der Kühlfilm besser auf der zu kühlenden Oberfläche anliegt, da durch die Querorientierung zur Heissgasströmung der Kühlmittelstrahl von dieser mit einer grossen aerodynamischen Kraft in tangentielle Richtung gelenkt wird. Als zusätzlicher Vorteil der erfindungsgemässen Gestaltung der Filmkühlungskanäle ist zu nennen, dass in diesen Sekundärströmungen induziert werden, die effizient einer schnellen Durchmischung von Heissgasströmung und Kühlmedium

entgegenwirken.

[0014] Die beschriebene Form der Filmkühlungsöffnungen kann einfach hergestellt werden, da keine Querschnittsübergänge in das Material einzuarbeiten sind. Der Herstellungs-Mehraufwand gegenüber zylindrischen Bohrungen ist recht gering. So können beispielsweise Vorrichtungen zum elektrochemischen Bohren der Filmkühlungskanäle nach einem Austausch der Matrizen ohne weitere Veränderungen weiterverwendet werden, insbesondere bleiben auch die Arbeitsschritte bei der Herstellung identisch. Bei der Fertigung mittels Laserbohren sind ebenso keine Änderungen an vorhandenen Vorrichtungen notwendig.

15 Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Teil einer filmgekühlten Turbinenschaufel

Fig. 2 einen Erfindungsgemässen Kanal, der senkrecht zu seiner Durchströmungsrichtung geschnitten ist.

Fig. 3 ein Detail einer Erfindungsgemässen Kühlkonfiguration

Fig. 4 einen Vergleich der Filmkühlungsreihen mit zylindrischen und erfindungsgemäss angeordneten dreieckigen Kanälen

Fig. 5 einen Vergleich der gemessenen Kühleffektivitäten der Kühlkonfigurationen aus Fig. 4.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0016] Als Beispiel für eine filmgekühlte Komponente ist in Fig. 1 eine Turbinenschaufel 10 dargestellt. Diese wird in Richtung der Pfeile von einer Heissgasströmung 8 umströmt. Durch den Innenraum 11, der durch Stege 20 unterteilt ist, wird der Schaufel Kühlmedium zugeführt. Dieses wird durch Filmkühlungskanäle 30 auf die Schaufelaussenseite geführt und bildet dort einen Kühlfilm. Wie in der Zeichnung zu erkennen, werden die Kanäle 30 in quer zur Anströmung 8 verlaufenden Reihen angeordnet, um eine möglichst vollständige Benetzung der zu kühlenden Oberfläche 14 zu gewährleisten.

[0017] Die Darstellung einer Schaufel, bei der das Kühlmedium durch das Innere geführt wird, stellt hier keine Einschränkung dar. Selbstverständlich kann auch ein nur einseitig mit Heissgas überströmtes Element, beispielsweise ein Brennkammersegment, auf diese Weise gekühlt werden. Die Filmkühlungskanäle verbinden dann nicht einen Innenraum mit einem Aussenraum, sondern eine nicht mit Heissgas beaufschlagte Fläche mit der zu kühlenden Fläche.

[0018] In Fig. 2 ist die Geometrie eines erfindungsgemäss ausgeführten Filmkühlungskanals 30 dargestellt, der in einer Ebene senkrecht zur Kühlmittel-

strömung 35 geschnitten ist. Der Filmkühlungskanal ist durch drei aneinander angrenzende ebene Begrenzungsflächen 301, 302 und 303 seitlich begrenzt. Aus Gründen der Fertigung und der Festigkeit sind die Übergänge zwischen jeweils zwei Begrenzungsflächen ausgerundet.

[0019] Die Begrenzungsflächen schliessen die Winkel A, B und C ein, wobei einer der Winkel, hier der Winkel C, bevorzugt grösser als 120° gewählt ist, dies aus Gründen, die unten diskutiert werden. Ebenso werden die Winkel A und B aus strömungsmechanischen Überlegungen bevorzugt gleich gross gewählt.

[0020] Fig 3 zeigt einen Ausschnitt einer filmgeköhlten Komponente 10, die mit erfindungsgemässen Filmkühlungsöffnungen 30 versehen ist in einer Draufsicht auf die Heissgasseite 14, sowie in einer Seitenansicht im Schnitt Z-Z. Die zu kühlende Oberfläche 14 wird in Pfeilrichtung von einer Heissgasströmung 8 überströmt. Der Filmkühlungskanal 30 mündet auf der Heissgasseite 14; die Kanalmündung ist dabei durch die Durchdringungslinien 311, 312, 313 der Begrenzungsflächen 301, 302, 303 definiert. Aufgrund des im allgemeinen grossen Anstellwinkels D des Kanals gegen die Normale 141 der Heissgasseite 14 werden die Winkel A, B und C auf der Heissgasseite stark verzerrt als die Winkel A', B' und C' abgebildet.

[0021] Mit Vorteil ist der Filmkühlungskanal dergestalt in die zu kühlende Komponente eingearbeitet, dass die Durchdringungslinie 311 der Fläche, die dem Winkel C gegenüberliegt, die Mündung des Kanals 30 auf der zu kühlenden

[0022] Bauteiloberfläche 14 stromauf der Heissgasanströmung begrenzt, und quer zur Strömungsrichtung des Heissgases angeordnet ist. Die Mündung erhält damit im wesentlichen die Form eines Dreiecks mit abgerundeten Ecken, das durch die Kanten 311, 312 und 313 gebildet ist, wobei bei zweckmässiger Ausformung des Filmkühlungskanals 30 die Kante 311 eine sehr breite Basis bildet, und welches mit einer den Winkel C' einschliessenden Spitze in Hauptströmungsrichtung zeigt.

[0023] Wie leicht nachvollziehbar ist, wird mit zunehmendem Winkel C', das heisst, bei festgelegter Anstellung D mit zunehmendem Winkel C, die Querstreckung des Kanals im Verhältnis zum Querschnitt und damit zum durchgesetzten Massenstrom grösser, weshalb die stromab liegende Fläche besser durch den Kühlfilm 35 überdeckt wird. Weiterhin wird der austretende Kühlmittelstrahl aufgrund der oben beschriebenen Orientierung des Kanals auf seiner stumpfen Seite vom Heissgas angeströmt. Das Heissgas 8 kann somit eine grosse Kraft auf den Kühlmittelstrahl 35 ausüben, wodurch dieser förmlich auf die zu kühlende Oberfläche 14 aufgepresst wird.

[0024] Hiermit im Zusammenhang ist es weiterhin vorteilhaft, die Winkel A und B gleich gross zu wählen, wodurch in der dargestellten, bevorzugten Konfiguration der Filmkühlungskanal symmetrisch zur Hauptströ-

mungsrichtung des Heissgases ist. Wenn diese Symmetrie nicht gegeben ist, greifen die aerodynamischen Kräfte ebenfalls unsymmetrisch am Kühlmittelstrahl an und lenken diesen seitlich aus.

[0025] In Fig. 4 sind eine Reihe zylindrischer Filmkühlungskanäle und eine Reihe erfindungsgemässer Filmkühlungskanäle gegenübergestellt. Deutlich erkennbar wird bei erfindungsgemässer Ausführung die laterale Überdeckung der zu kühlenden Oberfläche bei konstanter Querschnittsfläche der Kanäle deutlich erhöht, was die Kühleffektivität selbstverständlich verbessert.

[0026] Die vorteilhaften Effekte wurden durch Messungen verifiziert, deren Ergebnisse in Fig. 5 qualitativ dargestellt sind. Die adiabate Kühleffektivität η_{ad} setzt hierbei das Temperaturgefälle zwischen der zu kühlenden Oberfläche und dem Heissgas zum Temperaturgefälle zwischen Kühlmittel und Heissgas ins Verhältnis. Die Ausblaserate M kann als ein volumenspezifisches Impulsverhältnis von Kühlmittelströmung und Heissgasströmung interpretiert werden. Die Messwerte sind für verschiedene Werte X/D aufgetragen, wobei X eine Distanz stromab der Ausblasestelle und D einen hydraulisch äquivalenten Durchmesser des Filmkühlungskanals darstellen. Deutlich erkennbar, ist die erfindungsgemässe Konfiguration derjenigen mit zylindrischen Kanälen signifikant überlegen.

Bezugszeichenliste

[0027]

8	Heissgasanströmung
10	Komponente, die im Betrieb mit einer Heissgasströmung beaufschlagt ist
11	Raum, durch den das Kühlmedium geführt wird
12	Heissgasraum
13	nicht mit Heissgas beaufschlagte Oberfläche (Kaltgasseite)
14	mit Heissgas beaufschlagte Oberfläche (Kaltgasseite)
20	Steg
30	Filmlegerkanal
35	Strömung des Kühlmediums
114	Normale zur zu kühlenden Oberfläche 14
301	Begrenzungsfläche eines Filmkühlungskanals
302	Begrenzungsfläche eines Filmkühlungskanals
303	Begrenzungsfläche eines Filmkühlungskanals
311	Durchdringungslinie einer Begrenzungsfläche eines Filmkühlungskanals mit der zu kühlenden Oberfläche
312	Durchdringungslinie einer Begrenzungsfläche eines Filmkühlungskanals mit der zu kühlenden Oberfläche
313	Durchdringungslinie einer Begrenzungsfläche eines Filmkühlungskanals mit der zu kühlenden Oberfläche
A	Von zwei Begrenzungsflächen eines Filmküh-

- lungskanals eingeschlossener Winkel
- B Von zwei Begrenzungsflächen eines Filmkühlungskanals eingeschlossener Winkel
- C Von zwei Begrenzungsflächen eines Filmkühlungskanals eingeschlossener Winkel 5
- D Anstellwinkel eines Filmkühlungskanals gegen die Normale der zu kühlenden Oberfläche 14
- A' Projektion des von zwei Begrenzungsflächen eines Filmkühlungskanals eingeschlossenen Winkels C auf die zu kühlende Oberfläche 10
- B' Projektion des von zwei Begrenzungsflächen eines Filmkühlungskanals eingeschlossenen Winkels B auf die zu kühlende Oberfläche 15
- C' Projektion des von zwei Begrenzungsflächen eines Filmkühlungskanals eingeschlossenen Winkels C auf die zu kühlende Oberfläche 20

Patentansprüche

1. Thermisch hochbelastbare Komponente (10), welche im Betrieb mit einer Heissgasströmung (8) beaufschlagt ist, welche Komponente mindestens eine der Heissgasströmung (8) ausgesetzte Heissgasseite (14) und eine der Heissgasströmung (8) nicht ausgesetzte Kaltgasseite (13) aufweist, wobei die Heissgasseite (14) im Betrieb durch einen Kühlfilm (35) vor dem unmittelbaren Kontakt mit dem Heissgas (8) geschützt ist, welcher Kühlfilm (35) von einem Fluid gebildet ist, welches durch in die Komponente (10) integrierte, die Heissgas- (14) und die Kaltgasseite (13) verbindende Filmkühlungskanäle (30) auf die Heissgasseite (14) der Komponente geführt ist, wobei der Querschnitt mindestens eines der Filmkühlungskanäle (30) über seine gesamte Länge eine konstante Fläche und eine konstante Geometrie aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass dieser Filmkühlungskanal (30) durch drei Begrenzungsflächen (301, 302, 303) seitlich begrenzt ist. 25 30 35 40
2. Thermisch hochbelastbare Komponente mit mindestens einem Filmkühlungskanal nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang zwischen jeweils zwei der drei Begrenzungsflächen des Filmkühlungskanals ausgerundet ist. 45
3. Thermisch hochbelastbare Komponente mit mindestens einem Filmkühlungskanal nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Durchdringungslinie (311) einer der Begrenzungsflächen (301) des Filmkühlungskanals (30) mit der Heissgasseite (14) mit der Heissgasströmung (8) einen stumpfen Winkel einschliesst. 50 55
4. Thermisch hochbelastbare Komponente mit mindestens einem Filmkühlungskanal nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass diese Durchdringungslinie (311) eine Mündung des Filmkühlungskanals (30) auf der Heissgasseite (14) relativ zur Heissgasströmung (8) stromauf begrenzt.
5. Thermisch hochbelastbare Komponente mit mindestens einem Filmkühlungskanal nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei der drei Begrenzungsflächen (302, 303) einen Winkel (C) einschliessen, der grösser als 120° ist.
6. Thermisch hochbelastbare Komponente mit mindestens einem Filmkühlungskanal nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzungsfläche (301), deren Durchdringungslinie (311) mit der Heissgasseite (14) einen stumpfen Winkel mit der Heissgasströmung (8) einschliesst, dem Winkel (C), der 120° übersteigt, gegenüberliegt.
7. Thermisch hochbelastbare Komponente mit mindestens einem Filmkühlungskanal nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwei der drei von jeweils zwei Begrenzungsflächen eingeschlossenen Winkel (A, B) gleich gross sind.

Fig. 1

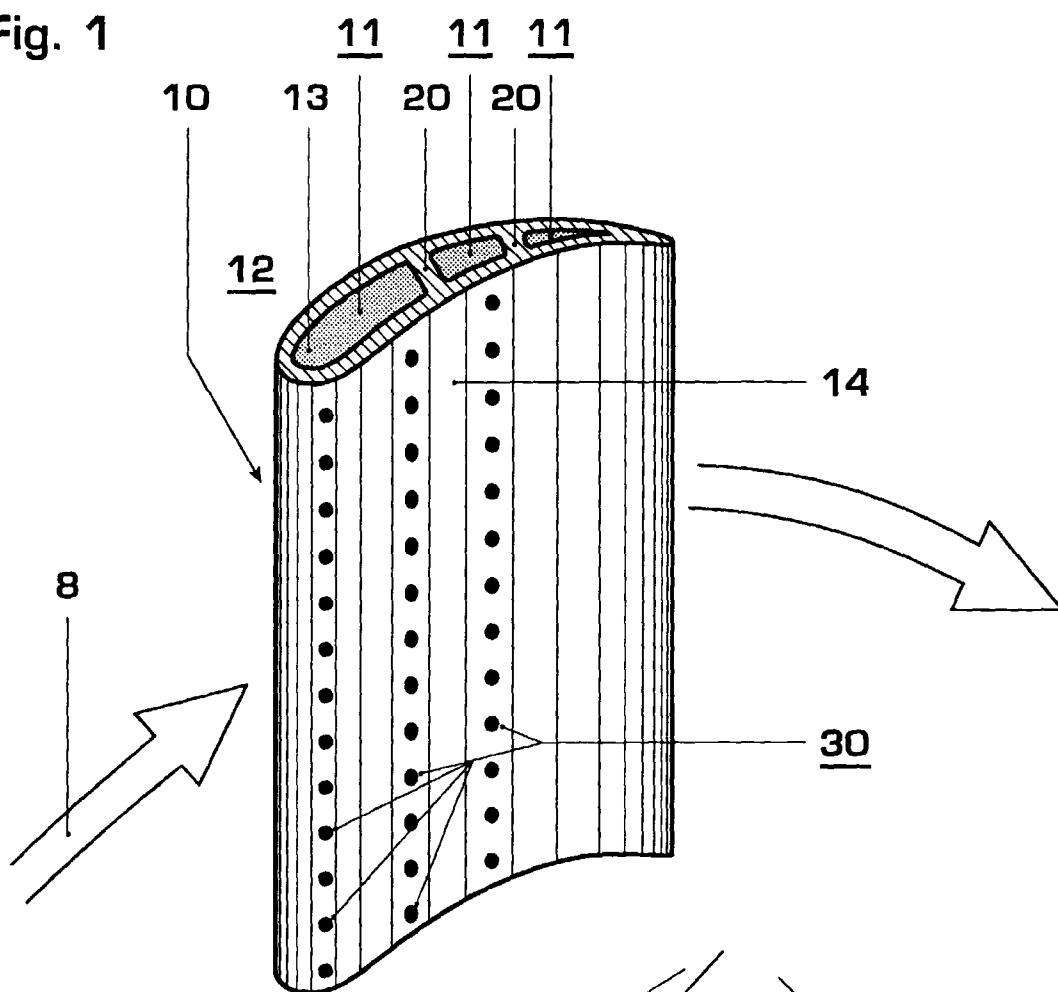


Fig. 2

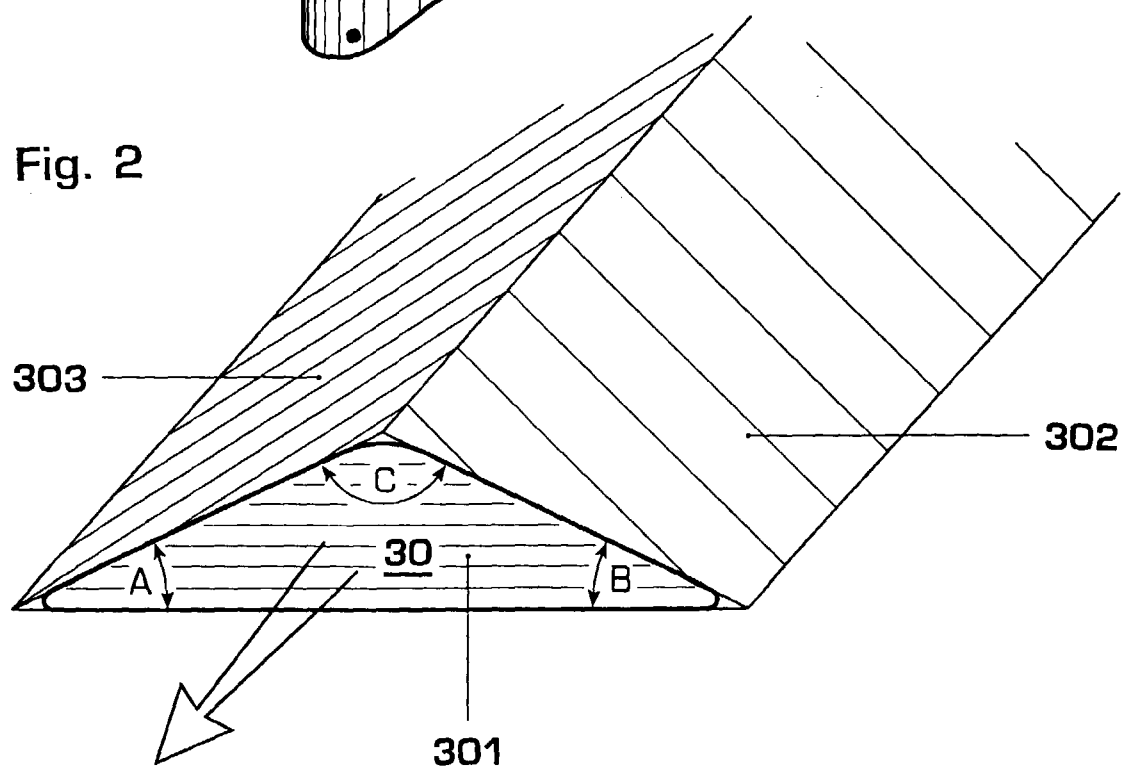


Fig. 3

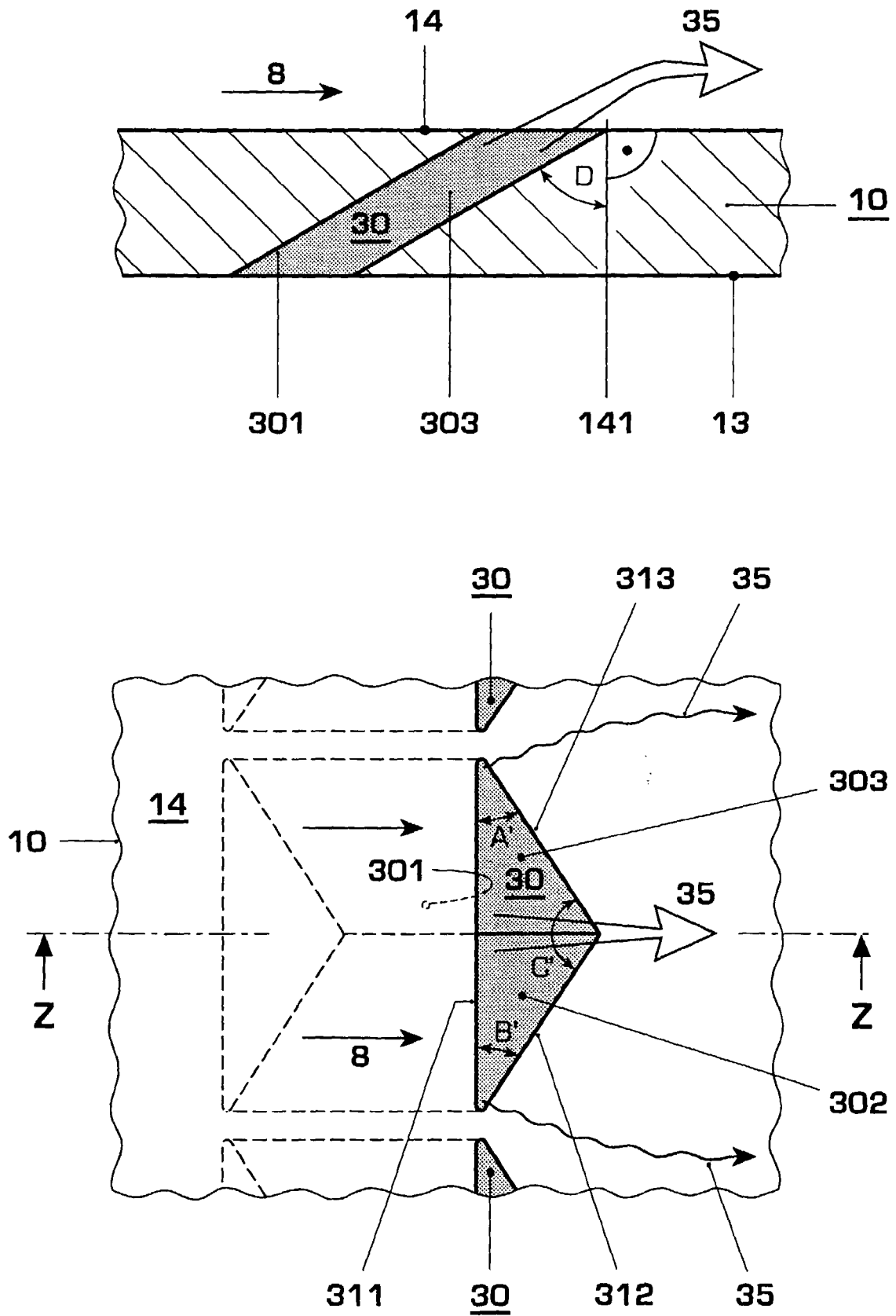


Fig. 4

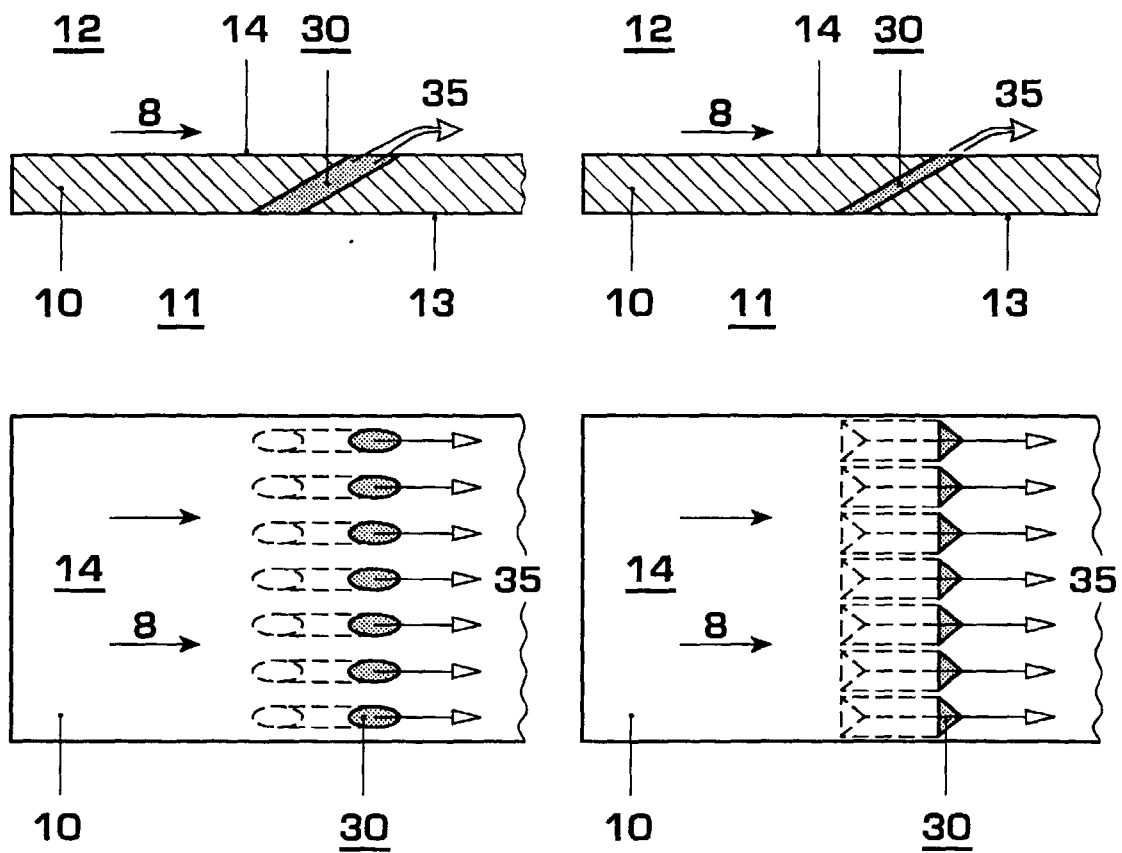
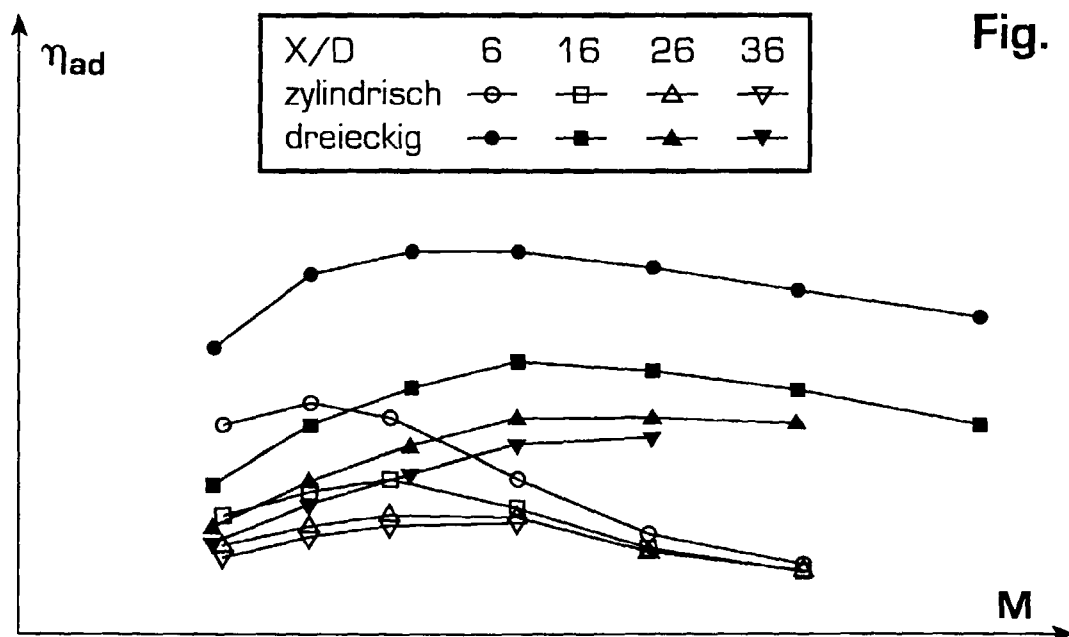


Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 1012

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 3 623 711 A (THORSTENSON ROLF A) 30. November 1971 * das ganze Dokument *	1-4,7	F01D5/18 F23R3/00
X	US 5 000 005 A (KWAN WILLIAM C ET AL) 19. März 1991 * Abbildungen 6,8 *	1-3	
A	US 4 887 663 A (AUXIER THOMAS A ET AL) 19. Dezember 1989 * Zusammenfassung *	1	
A	EP 0 290 370 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 9. November 1988 * Zusammenfassung *	1	
A	EP 0 375 175 A (ROLLS ROYCE PLC) 27. Juni 1990 * Abbildungen 4-7 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01D F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 9. März 1999	Prüfer Argentini, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 81 1012

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-03-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3623711 A	30-11-1971	KEINE	
US 5000005 A	19-03-1991	GB 2221979 A DE 3924473 A FR 2635577 A JP 2075819 A	21-02-1990 22-02-1990 23-02-1990 15-03-1990
US 4887663 A	19-12-1989	KEINE	
EP 0290370 A	09-11-1988	US 4773593 A CN 1016374 B JP 2676219 B JP 63285231 A KR 9608776 B	27-09-1988 22-04-1992 12-11-1997 22-11-1988 03-07-1996
EP 0375175 A	27-06-1990	US 5062768 A	05-11-1991

EPO FORM P0461

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