

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 621 920 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.03.1996 Patentblatt 1996/12

(21) Anmeldenummer: **94901787.5**

(22) Anmeldetag: **10.11.1993**

(51) Int Cl.⁶: **F01D 5/22, F01D 5/18**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP93/03146

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 94/11616 (26.05.1994 Gazette 1994/12)

(54) **KÜHLUNG DES DECKBANDES EINER TURBINENSCHAUFEL**

COOLING OF THE SHROUD OF A TURBINE BLADE

REFROIDISSEMENT DE LA BANDE DE PROTECTION D'UNE AUBE DE TURBINE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: **19.11.1992 GB 9224241**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.1994 Patentblatt 1994/44

(73) Patentinhaber: **BMW ROLLS-ROYCE GmbH**
D-61402 Oberursel (DE)

(72) Erfinder:
• **EVANS, Neil Milner**
Alveston, Bristol BS12 2NG (GB)

• **HAYTON, Paul**
Acomb York YO2 5H4 (GB)
• **HILL, Stephen**
Gloucestershire GL12 8ND (GB)

(74) Vertreter: **Bücken, Helmut**
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
Patentabteilung AJ-3
D-80788 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 930 324 **GB-A- 1 514 613**
GB-A- 1 605 335 **GB-A- 2 250 548**
US-A- 3 055 633 **US-A- 4 940 388**

• **Patent Abstracts of Japan, Band 7, Nr. 128**
(M-220)[1273], 3. Juni 1983; & JP,A,58047104
(KOGA AKINORI) 18-03-1983

EP 0 621 920 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

Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel einer Gasturbine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine derartige gekühlte Gasturbinen-Schaufel ist in der GB-A-1 605 335 gezeigt. Eine weitere gekühlte Turbinenschaufel mit einem ebenfalls gekühlten Deckband-Segment ist aus der GB-A-1 514 613 bekannt, wobei hier von einem Kühl-Stichkanal, der mit einem in der Schaufelmitte liegenden Schaufel-Kühlkanal verbunden ist, Kühlluft-Kanäle vorgesehen sind, die zur Oberfläche des Deckband-Segmentes führen.

Durch eine Kühlung nicht nur der Schaufel, sondern auch des Deckband-Segmentes kann erreicht werden, daß die thermischen Belastungen und geometrischen Verformungen von Schaufel und Segment durch thermische Einflüsse gering gehalten werden. Mit der bekannten Kühlluftführung wird die thermische Beanspruchung einer Turbinenschaufel zwar bereits erheblich reduziert, dennoch sind weitere verbesserte Kühlungsmaßnahmen wünschenswert, die aufzuzeigen sich die vorliegende Erfindung zur Aufgabe gestellt hat.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine Turbinenschaufel gemäß Anspruch 1 vorgesehen. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind Inhalt der Unteransprüche.

Da sich ein Deckband-Segment wie bekannt über den gesamten Schaufel-Querschnitt erstreckt und somit relativ großflächig werden kann, kann eine effektive Kühlung nur mit einem einzigen Kühlluft-Stichkanal sowie den davon abzweigenden Kühlluft-Bohrungen nicht ausreichend sein. Erfindungsgemäß sind daher zumindest zwei bevorzugt im wesentlichen parallel verlaufende Kühlluft-Stichkanäle vorgesehen, die jeweils direkt von einem eigenen Schaufel-Kühlluftkanal versorgt werden und die jeweils insbesondere über abzweigende Filmkühlöcher oder Konvektionskühlbohrungen eine wirkungsvolle Kühlung im wesentlichen des gesamten Deckband-Segmentes bewirken. Während dabei schaufelanströmseitig oder auch im Schaufelmittenbereich in einem Schaufel-Kühlluftkanal noch eine ausreichend große Kühlluftmenge zur Versorgung eines angeschlossenen Kühlluft-Stichkanales vorhanden ist, ist schaufelabströmseitig im Schaufel-Kühlluftkanal diese Kühlluftmenge bereits soweit reduziert, daß ein Kühlluft-Stichkanal, der von einem schaufelabströmseitigen Schaufel-Kühlluftkanal versorgt werden würde, kaum mehr Kühlluft erhalten würde. Daher wird vorgeschlagen, im Deckband-Segment nahe des Schaufel-Abströmbereiches zusätzlich einen sog. Parallel-Kanal vorzusehen, der von einem benachbarten Kühlluft-Stichkanal mit Kühlluft versorgt wird und hierzu mit diesem bevorzugt über mehrere Kühlluft-Bohrungen verbunden ist. Diese Bohrungen können dabei die gleichen sein, die als Filmkühlöcher auf der Oberfläche des Deckband-Segmentes münden. Das Innere des Deckband-Segmentes ist damit quasi netzartig von mehreren Kühlluft-Stichkanälen sowie den hiervon abzweigenden Kühlluft-Boh-

rungen durchzogen, die somit den größten Bereich des Deckband-Segmentes kühlungsmäßig abzudecken in der Lage sind.

Sowohl der Kühlluft-Stichkanal als auch die demgegenüber einen deutlich geringeren Durchmesser aufweisenden Kühlluft-Bohrungen können durch Bohren in das Deckband-Segment eingebracht werden. Während aber die Kühlluft-Bohrungen an den Oberflächen des Deckband-Segmentes münden sollen und hierbei Filmkühlöcher oder Konvektions-Kühlbohrungen bilden, sollten die Kühlluft-Stichkanäle nicht an der Oberfläche des Deckband-Segmentes münden, da über den jeweiligen, einen relativ großen Querschnitt aufweisenden Kühlluft-Stichkanal ein zu großer Kühlluft-Teilstrom nutzlos entweichen würde. Daher sind die Enden jedes sich bevorzugt über das gesamte Deckband-Segment erstreckenden Kühlluft-Stichkanales an den Endseiten bzw. auf den Oberflächen des Deckband-Segmentes verschlossen. Bevorzugt erfolgt dieses Verschließen durch nachträgliches Auftragsschweißen.

Dies sowie weitere Vorteile der Erfindung werden auch aus der im folgenden erläuterten Prinzipskizze eines bevorzugten Ausführungsbeispiels ersichtlich.

Fig. 1 zeigt die Aufsicht auf ein Deckband-Segment einer erfindungsgemäßen Turbinenschaufel,

Fig. 2 den Schnitt A-A aus Fig. 1,

Fig. 3 die Ansicht X aus Fig. 1,

Fig. 4 die Ansicht Y aus Fig. 3, sowie

Fig. 5 die Ansicht Z aus Fig. 3.

Mit der Bezugsziffer 1 ist eine gekühlte Turbinenschaufel einer Gasturbine bezeichnet, von der in Fig. 2 bis 5 lediglich die Schaufelspitze dargestellt ist. Diese Turbinenschaufel 1 trägt ein Deckband-Segment 2.

Über die einzelnen Deckband-Segmente 2 einander benachbarter Turbinenschaufeln wird durch die Formgebung der Randflächen 22, 23 eine formschlüssige Verbindung zwischen diesen Turbinenschaufeln bzw. deren Deckband-Segmenten 2 hergestellt, so daß ein umlaufendes Schaufel-verstärkungsband gebildet wird.

In der Turbinenschaufel 1 verläuft, wie bekannt, ein vorderer schaufelanströmseitiger Schaufel-Kühlluftkanal 3, sowie ein weiteres System von Kühlluftkanälen 13, die dem Schaufelmittenbereich sowie der Schaufelabströmkante zugeordnet sind. Dieses mittlere bzw. hintere Kühlkanal-system besteht dabei aus drei mäanderförmig aneinandergereihten Kühlluft-Kanälen 13. Der schaufelanströmseitige Kühlluftkanal 3 sowie das weitere System von Kühlluftkanälen 13 arbeiten unabhängig voneinander, d. h. die Kühlluftkanäle 3, 13 werden voneinander getrennt mit Kühlluft versorgt.

Im Deckband-Segment 2 sind zwei Kühlluft-Stichkanäle 4, 14 sowie ein Parallel-Stichkanal 15 vorgesehen.

Die Stichkanäle 4, 14 sowie der Parallel-Stichkanal 15 verlaufen im wesentlichen parallel zueinander sowie im wesentlichen vertikal zur Längsachse der Turbinenschaufel 1 und sind wie ersichtlich im wesentlichen in Umfangsrichtung des durch eine Vielzahl von nebeneinanderliegenden Deckband-Segmenten 2 gebildeten, nicht gezeigten Schaufelverstärkungsbandes einer üblichen Turbinenschaufel-Anordnung orientiert.

Nicht nur die Schaufel-Kühlluftkanäle 3, 13 werden voneinander unabhängig mit Kühlluft versorgt, sondern auch die an die Schaufel-Kühlluftkanäle angeschlossenen Kühlluft-Stichkanäle 4, 14 im Deckband-Segment 2. So ist über einen Verbindungskanal 6 der Kühlluft-Stichkanal 4 mit dem Schaufel-Kühlluftkanal 3 verbunden, d. h. der Kühlluft-Stichkanal 4 wird vom Schaufel-Kühlluftkanal 3 mit Kühlluft versorgt. Vom Kühlluft-Stichkanal 4 zweigen eine Vielzahl von Kühlluft-Bohrungen 7 ab, die zur Oberfläche des Deckband-Segmentes 2 führen und an dieser Oberfläche münden und dabei sog. Filmkühllöcher 8 oder Konvektions-Kühlungsbohrungen 8 bilden. Dies ermöglicht eine Konvektions-Kühlung im vorderen Bereich des Deckband-Segmentes 2 und zusätzlich eine Filmkühlung der Dichtkante 21 dieses Deckband-Segmentes. Gleichzeitig werden die einander benachbarten Randflächen 22, 23 der einzelnen Deckband-Segmente einander benachbarter Turbinenschaufeln insbesondere durch den über die Filmkühllöcher 8 austretenden Kühlluftstrom gekühlt.

Über einen Verbindungskanal 16 ist der zweite Kühlluft-Stichkanal 14 mit dem Schaufel-Kühlluftkanal 13 verbunden. Auch vom zweiten Kühlluft-Stichkanal 14 zweigen Kühlluft-Bohrungen 9 ab, die als Filmkühllöcher 10 oder als Konvektions-Kühlungsbohrungen 10 ebenfalls an der Oberfläche des Deckband-Segmentes 2 münden. Gleichzeitig wird über diese Kühlluft-Bohrungen 9, die eine großflächige Kühlung des Deckband-Segmentes 2 gewährleisten, der Parallel-Stichkanal 15, der eine verbesserte Verteilung von Kühlluft bewirkt, mit Kühlluft versorgt. Dabei erstreckt sich lediglich ein Teil der Kühlluft-Bohrungen 9 von der Oberfläche des Deckband-Segmentes 2 über den Parallel-Stichkanal 15 hinaus bis zum Kühl-Stichkanal 14.

Über die Anzahl dieser den Kühl-Stichkanal 14 mit dem Parallel-Stichkanal 15 verbindenden Kühlluft-Bohrungen 9 ist der in den Parallel-Stichkanal 15 gelangende Kühlluftstrom festlegbar.

Die Kühlluft-Stichkanäle 4, 14 sowie der Parallel-Stichkanal 15 sind von relativ großem Querschnitt und werden durch Bohren erzeugt. An den Endseiten des Deckband-Segmentes 2 werden diese Kanäle verschlossen, beispielsweise durch Verschweißen. Mit den beiden Kühlluft-Stichkanälen 4, 14 sowie dem zusätzlichen Parallel-Stichkanal 15 sowie mit den Filmkühlöchern 8 und den zusätzlichen Konvektions-Kühlöchern 8 oder Filmkühlöchern 10 ergibt sich eine gleichmäßige wirkungsvolle Kühlung nicht nur des Deckband-Segmentes 2, sondern auch von dessen Randflächen 22, 23 sowie dessen Dichtkante 21. Dabei können jedoch eine

Vielzahl von Details durchaus abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel einer Gasturbine mit zumindest einem in der Schaufel (1) verlaufenden Kühlluftkanal (3) sowie mit einem an der Schaufelspitze angeordneten Deckband-Segment (2), das gemeinsam mit weiteren Segmenten benachbarter Schaufeln ein Schaufelverstärkungsband bildet, ferner mit einem schaufelanströmseitig im Deckband-Segment (2) im wesentlichen vertikal zur Schaufelachse verlaufenden und mit dem im Schaufel-Anströmbe-
reich liegenden Schaufel-Kühlluftkanal (3) verbundenen Kühlluft-Stichkanal (4), von dem aus mehrere Kühlluft-Bohrungen (7) zur Oberfläche des Deckband-Segmentes (2) führen, sowie mit einem weiteren im Deckband-Segment (2) verlaufenden Kühl-Stichkanal (14), der mit einem in der Schaufelmitte oder im Schaufelabströmbereich liegenden Schaufel-Kühlkanal (13) verbunden ist, von dem aus ebenfalls Kühlluft-Bohrungen (9) zur Oberfläche des Deckband-Segmentes (2) führen, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein weiterer, im wesentlichen parallel zum Kühl-Stichkanal (14) verlaufender Parallel-Stichkanal (15) vorgesehen ist, der mit dem Kühl-Stichkanal (14) über mehrere Kühlluft-Bohrungen (9) verbunden ist.
2. Turbinenschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stichkanäle (4, 14, 15) im wesentlichen in Richtung des umlaufenden Schaufelverstärkungsbandes orientiert und an den beiden Endseiten des Deckband-Segmentes (2) verschlossen sind.
3. Turbinenschaufel nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlluft-Bohrungen (7, 9) im wesentlichen vertikal zur Schaufelachse verlaufen und sich von der Oberfläche des Deckband-Segmentes (2) bis zu einem Stichkanal (4, 15) oder darüber hinaus erstrecken.
4. Turbinenschaufel nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Parallel-Stichkanal (15) im Schaufel-Abströmbereich liegt.

Claims

1. A turbine blade of a gas turbine with at least one cooling-air channel (3) running in the blade (1) and with a shroud segment (2) arranged at the tip of the blade, which together with other segments on adja-

cent blades forms a blade strengthening band, with further on the pressure side of the blade (2) and essentially vertical to the axis of the blade, a cooling-air branch channel (4) joined to the blade cooling-air channel (3) in the pressure side of the blade, from which several cooling-air borings (7) lead to the surface of the shroud segment (2), and a further cooling branch channel (14) running within the shroud segment (2) which is joined to a blade cooling channel (13) in the centre of the blade or on the downstream side of the blade, from which similarly cooling-air borings (9) lead to the surface of the blade segment (2),

characterised in that at least one further parallel branch channel (15) is provided, running essentially parallel to the cooling branch channel (14), which is joined to the cooling branch channel (14) via several cooling-air borings (9).

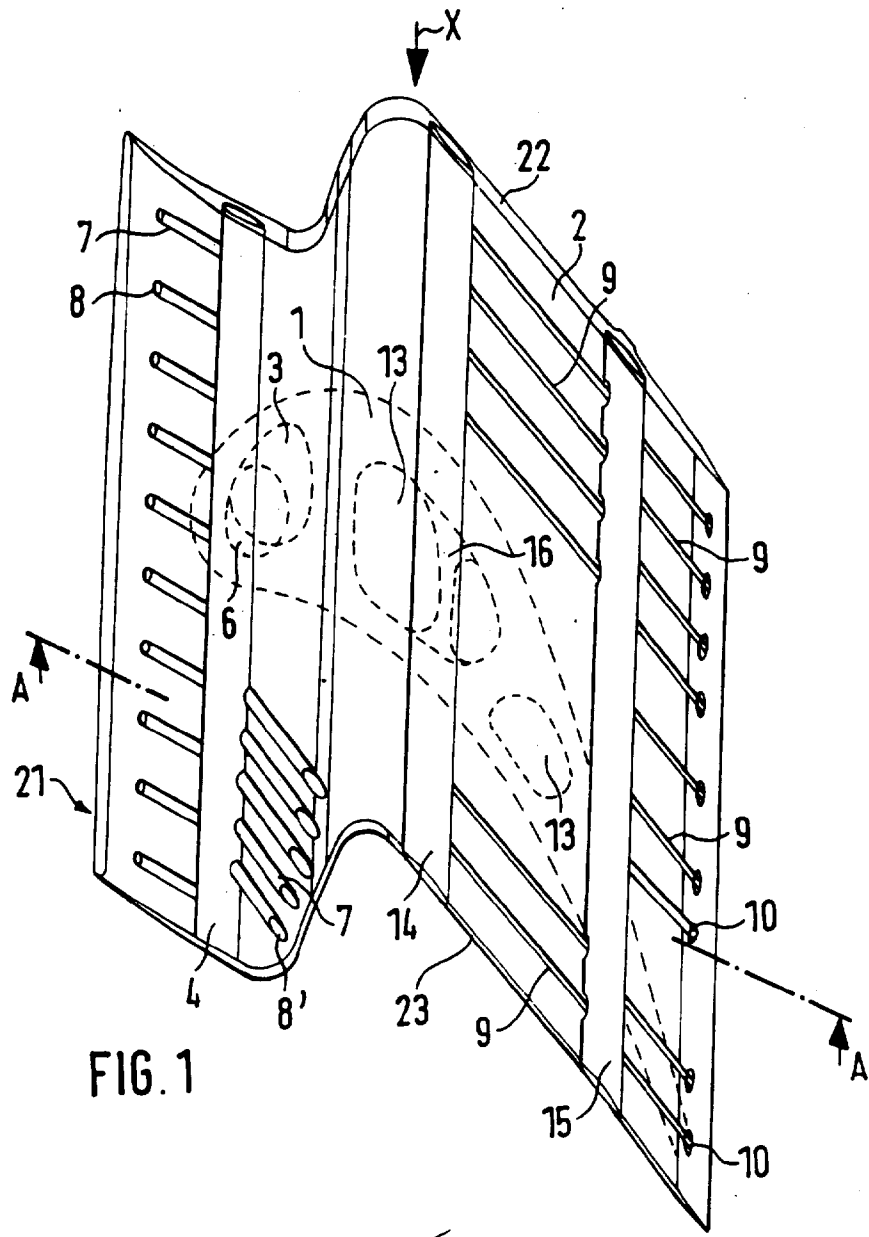
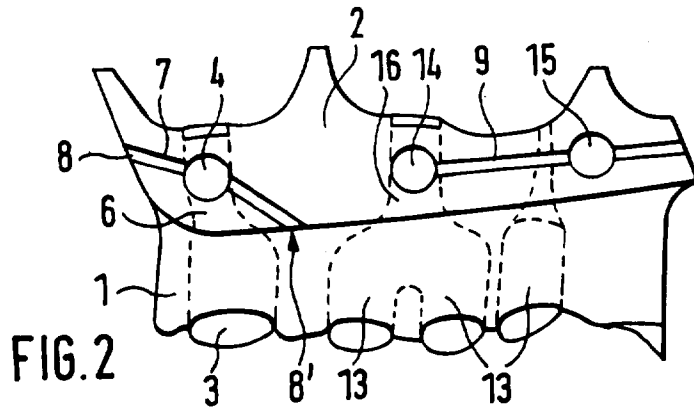
2. A turbine blade in accordance with Claim 1, characterised in that the branch channels (4, 14, 15) are oriented essentially in the direction of the enclosing blade strengthening band and are closed at both end sides of the shroud segment (2).
3. A turbine blade in accordance with one of the preceding claims, characterised in that the cooling-air borings (7, 9) run essentially vertical to the axis of the blades and extend from the surface of the shroud segment (2) to a branch channel (4, 15) or extend beyond it.
4. A turbine blade according to claim 3, characterised in that the parallel branch channel (15) lies in the blade's downstream region.

Revendications

1. Aube de turbine d'une turbine à gaz avec au moins un canal de refroidissement (3) s'étendant dans l'aube (1) ainsi qu'avec un segment (2) de bande de protection disposé sur la pointe de l'aube, qui forme en commun avec d'autres segments d'aubes voisines une bande de renforcement d'aube, en outre avec un canal de dérivation (4) d'air de refroidissement s'étendant dans le segment (2) de bande de protection sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'aube et avec le canal de refroidissement d'aube (3) se trouvant dans la zone amont de l'aube, canal de dérivation (4) à partir duquel plusieurs perçages d'air de refroidissement (7) mènent à la surface du segment de la bande de protection (2), ainsi qu'avec un autre canal de dérivation de refroidissement (14) s'étendant dans un autre segment de bande de protection (2), canal de dérivation de refroidissement (14) qui est relié à un canal de refroidissement d'aube (13) se trouvant dans le milieu de l'aube ou

dans la zone aval de l'aube, canal de refroidissement d'aube (13), à partir duquel également des perçages d'air de refroidissement (9) mènent à la surface du segment de la bande de protection (2), caractérisée en ce que l'on prévoit au moins un autre canal de dérivation parallèle (15) s'étendant de façon sensiblement parallèle au canal de dérivation de refroidissement (14), canal de dérivation parallèle (15) qui est relié au canal de dérivation de refroidissement (14) au moyen de plusieurs perçages d'air de refroidissement (9).

2. Aube de turbine selon la revendication 1, caractérisée en ce que les canaux de dérivation (4, 14, 15) sont sensiblement orientés en direction de la bande de renforcement de l'aube et sont fermés sur les deux faces terminales du segment de bande de protection (2).
3. Aube de turbine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les perçages d'air de refroidissement (7, 9) s'étendent de façon sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'aube et s'étendent jusqu'à un canal de dérivation (4, 15) ou au-delà.
4. Aube de turbine selon la revendication 3, caractérisée en ce que le canal de dérivation parallèle (15) se trouve dans la zone aval de l'aube.



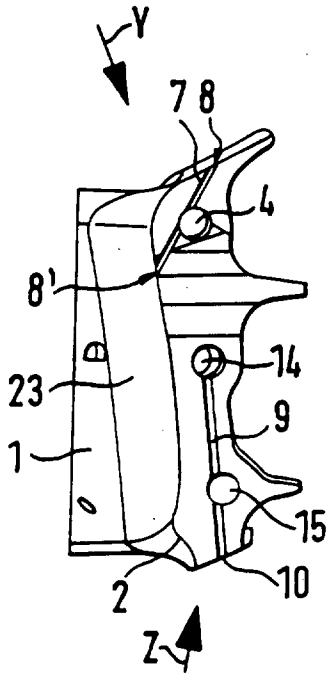


FIG. 3

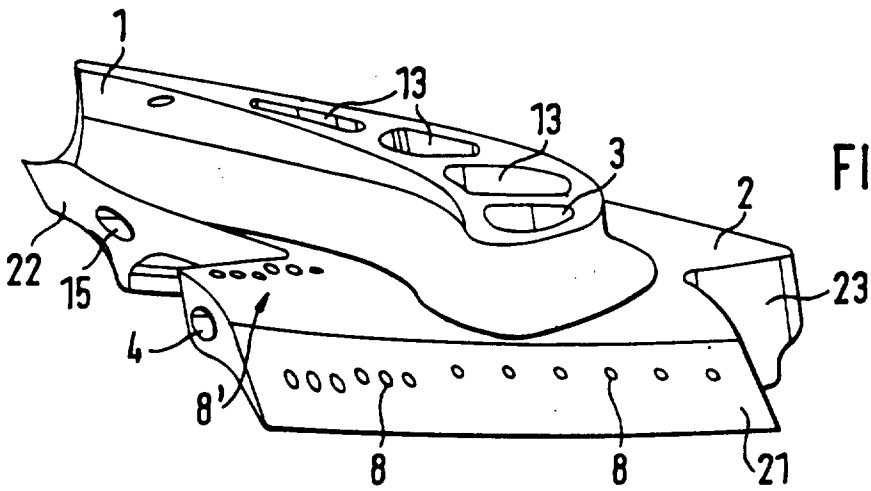


FIG. 4

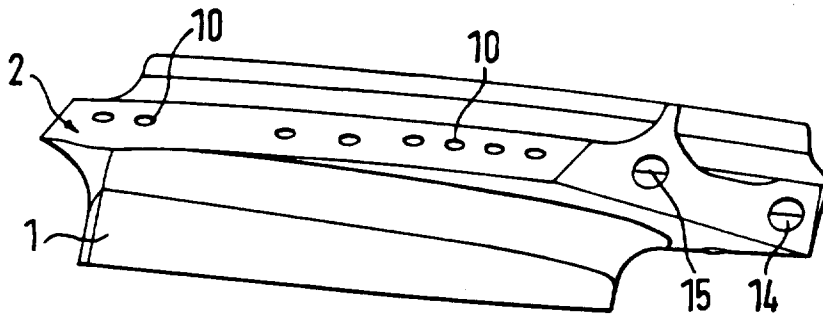


FIG. 5