(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 628 076 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.02.2006 Patentblatt 2006/08

(51) Int Cl.:
F23R 3/00 *(2006.01)* ***F01D 5/18*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **04019326.0**

(22) Anmeldetag: **13.08.2004**

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

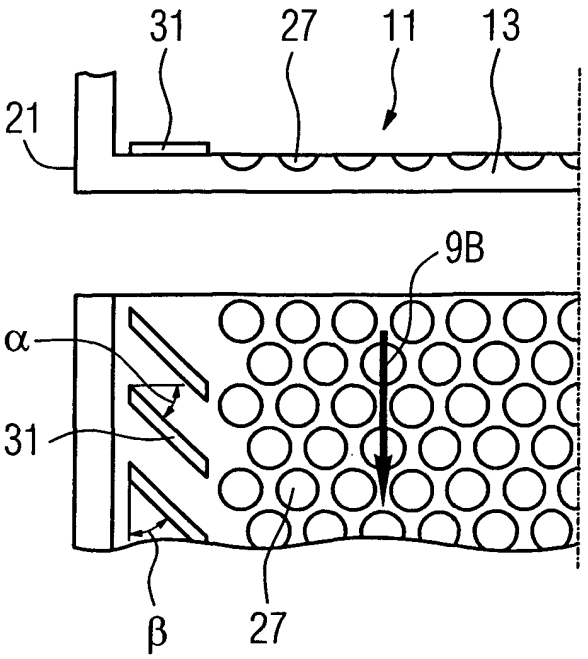
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Huth, Michael, Dr.**
  45239 Essen (DE)
- **Lauffer, Diane**
  70597 Stuttgart (DE)
- **Liebe, Roland, Dr.**
  40789 Monheim (DE)
- **Pechette, Thomas**
  P. B. Gardens, FL 33418 (US)
- **Weigand, Bernhard, Prof.**
  70794 Filderstadt (DE)
- **von Wolfersdorf, Jens, Prof.**
  71088 Holzgerlingen (DE)

(54) Kühlkanal, Brennkammer und Gasturbine

(57) Die Erfindung betrifft einen Kühlkanal (11) zur Führung eines Kühlfluids (9B) bei dem die Kühlkanalhöhe (H) geringer ist als die Kühlkanalbreite (B) und hierdurch Randzonen (25) gebildet sind, die dadurch besonders effektiv gekühlt werden, dass zwischen den Randzonen (25) auf der zu kühlenden Heißgaswand (13) konkave Vertiefungen, so genannte Dimples (27), angeordnet sind, während die Randzonen (25) frei bleiben oder mit Turbulatoren (31) versehen sind. Hierdurch wird erreicht, dass das Kühlfluid (9B) in Richtung auf die Randzonen (25) geleitet wird und diese damit vermehrt gekühlt werden.

FIG 3



EP 1 628 076 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kühlkanal zur Führung eines Kühlfluids. Die Erfindung betrifft auch eine Brennkammer mit einem solchen Kühlkanal und eine Gasturbine mit einer solchen Brennkammer.

[0002] Eine Brennkammer geht hervor aus der US 4,944,152 A1. Die Brennkammer umfasst einen Brennraum, der von einem Ringraum umgeben ist, in dem ein Kühlgas geführt wird. Zur Vermeidung hoher Temperaturgradienten sind streifenförmige Absätze in dem ringförmigen Kühlkanal vorgesehen, die einer Vergleichmäßigung der Kühlwirkung dienen.

[0003] Aus der US 5,469,817 ist eine Turbulatoranordnung bekannt, mit deren Hilfe Turbulenzen in einer Kühlflüssigkeit erzeugt werden um einen Wärmeübergang zu vergrößern. In der hier gezeigten Konfiguration sind die Turbulatoren halbrunde Erhebungen. Gebräuchlicher sind allerdings längliche, rippenförmige Turbulatoren, wie sie etwa aus der US 5,426,943 für die Turbulenzerzeugung in Kühlluft zur Kühlung einer Gasturbinenbrennkammer verwendet werden. Eine besonders effektive Kühlmethode ist die so genannte Prallkühlung, bei der das Kühlfluid aus Öffnungen senkrecht auf die zu kühlende Fläche strömt. Bei einer solchen Prallkühlung kommt es aber zu einem erheblichen Druckverlust. Beschrieben ist eine solche Prallkühlung beispielsweise in der US 6,314,716 B1.

[0004] Die US 6,134,877 beschreibt für eine Gasturbine eine Prallkühlung kombiniert mit rippenförmigen Turbulatoren im Bereich der Gasturbinenbrenner.

[0005] Ein neueres Konzept zur Erhöhung eines Wärmeübergangs sieht bei der Kühlung durch ein Kühlfluid auf der zu kühlenden Oberfläche konkave Vertiefungen, so genannte Dimpels vor. Ein solches Konzept zur Kühlung einer Brennkammer ist beschrieben in der US 6,098,397 A1. Bei einer solchen gedimpelten Oberfläche wird nicht nur eine sehr hohe Wärmeübergangszahl erreicht, sondern gleichzeitig ein vergleichsweise niedriger Druckverlust ermöglicht. Die in der US 6,098,397 A1 beschriebene Lösung beschreibt allerdings nicht die Kühlung durch einen Kühlkanal mit Randzonen, da lediglich ein ringspaltförmiger Kühlkanal offenbart ist. Bei der Verwendung eines seitlich begrenzten Kühlkanals kommt es zu einer Komplikation durch Randströmungseffekte und einer damit verbundenen schwierigen Kühlbarkeit dieser Randzonen. Auch bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten und hohen Reynoldszahlen ist die Kühlung eines solchen Seitenwandbereichs sehr problematisch.

[0006] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen Kühlkanal mit einer Seitenwand anzugeben, der bei einem niedrigen Druckverlust eine gute Kühlung des Seitenwandbereichs ermöglicht. Weitere Aufgabe der Erfindung ist die Angabe einer besonders gut kühlbaren Brennkammer und einer Gasturbine mit einer gut kühlbaren Brennkammer.

[0007] Erfindungsgemäß wird die auf einen Kühlkanal gerichtete Aufgabe gelöst durch einen Kühlkanal zur Führung eines Kühlfluids entlang einer Strömungsrichtung, mit einer quer zur Strömungsrichtung sich erstreckenden, von Seitenwänden gebildeten Kühlkanalhöhe und mit einer durch eine Heißgaswand gebildete Kühlkanalbreite, wobei die Kühlkanalbreite größer ist als die Kühlkanalhöhe, wobei eine sich entlang der Strömungsrichtung an eine der Seitenwände angrenzende Randzone mit einer quer zur Strömungsrichtung gemessenen Randzonenbreite auf der Heißgaswand gebildet ist, welche Randzonenbreite maximal ein Viertel der Kühlkanalbreite beträgt und wobei nur außerhalb der Randzone auf der Heißgaswand konkave Vertiefungen angeordnet sind.

[0008] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass die konkaven Vertiefungen, die wie oben erwähnt auch Dimples genannt werden, zwar eine sehr gute Wärmeübergangszahl und damit eine gute Kühlung bei gleichzeitig niedrigem Druckverlust ermöglichen, durch die Erzeugung von Längswirbeln aber nur unzureichend einen Seitenwandbereich eines relativ flachen Kühlkanals kühlen. Indem nun die an einen solchen Seitenwandbereich angrenzende Randzone der zu kühlenden Heißgaswand nicht mit Dimples versehen wird, wird ein höherer Druckverlust, verursacht durch die Dimples, in der Mitte des Kühlkanals im Vergleich zur Randzone eingestellt. Hierdurch wird das Kühlfluid in Richtung auf die Seitenwand geleitet, d.h. zusätzlich zur Geschwindigkeitskomponente in Strömungsrichtung wird eine dazu senkrechte, auf die Seitenwände gerichtete Geschwindigkeitskomponente erzielt. Dies führt zu einer verbesserten Kühlung eben dieser Randzonen.

[0009] In einer bevorzugten Ausgestaltung weisen die Seitenwände einen gegenüber der Heißgaswand geneigten Übergangsabschnitt auf, der an die Randzone der Heißgaswand angrenzt. Vorteilhafterweise kann der Neigungswinkel dabei ja nach konstruktiver Anforderung und thermomechanischer Belastung festgelegt werden. Durch den geneigten Übergangsabschnitt ist überdies ein weiter verbesserter Transport des Kühlmittels in Richtung auf die Seitenwand erreicht.

[0010] Hierbei weist der Übergangsabschnitt bevorzugt eine Rundung oder Fase mit einem Rundungsradius auf.

[0011] Vorzugsweise sind in der Randzone der Heißgaswand Turbulatoren angeordnet. Eine weiter verbesserte Kühlung der Seitenwand und der Randzone wird durch Querwirbel erreicht, im Gegensatz zu den durch die Dimples erzeugten Längswirbeln. Solche Querwirbel werden durch die angegebenen Turbulatoren erzeugt. Die Kombination von Dimples im Zentralbereich des Kühlkanals und von vorzugsweise rippenförmigen Turbulatoren in der Randzone ergibt somit eine optimierte Kühlung sowohl mit Blick auf geringen Druckverlust als auch mit Blick auf gute Kühlung der Randzonen und Seitenwände.

[0012] Weiter bevorzugt sind auf einer Seitenwand, insbesondere im Übergangsabschnitt der Seitenwand,

Turbulatoren angeordnet sind.

[0013] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des Kühlkanals sind auf einer Seitenwand, insbesondere in dem Übergangsabschnitt der Seitenwand, konkave Vertiefungen angeordnet.

[0014] Bei einer Ausgestaltung der Seitenwand mit einem Übergangsabschnitt wie oben beschrieben befinden sich konkave Vertiefungen, z.B. sphärische Dimples, dann vorzugsweise im Bereich des Übergangsabschnitts einer thermisch niedriger belasteten Seitenwand. Eine thermisch höher belastete Seitenwand weist hingegen vorzugsweise im Übergangsabschnitt stegförmigen oder noppenförmigen Turbulatoren mit hoher Kühlwirkung auf. Diese können als Chevron ausgeführt sein, d.h. im wesentlichen V-förmige Geometrie aufweisen mit einem bedarfsweise spitzen oder auch stumpfen Öffnungswinkel. Auf diese Weise ist eine je nach thermischer Belastung der Seitenwand lokal gut angepasste Kühlstruktur auf der Seitenwand flexibel realisierbar, die Turbulatoren in Form von Längsrippen, Sockeln, Erhebungen (Noppen) oder Chevrons (Noppen) oder bedarfsweise auch konkave Vertiefungen umfassen kann und/oder auch Kombinationen aus all diesen einen gewünschten Kühleffekt bewirkende Strömungselementen.

[0015] Bevorzugtermaßen ist die Randzonenbreite etwa halb so groß bis etwa eineinhalbfach so groß wie die Kühlkanalhöhe. Bei diesen Größenverhältnissen der Randzonenbreite und zur Kühlkanalhöhe ergibt sich der beste Kompromiss zwischen Druckverlust und Randzonenkühlung.

[0016] Vorzugsweise sind die Turbulatoren auf der Heißgaswand so orientiert, dass sie das Kühlfluid in Richtung auf die Seitenwand leiten. Vorzugsweise weisen die Turbulatoren eine Längserstreckung auf und erstrecken sich in einem Winkel zwischen 20 und 70 Grad, weiter bevorzugt zwischen 30 und 60 Grad gemessen senkrecht zur Strömungsrichtung. Bei einer solchen Ausrichtung ergibt sich für die Turbulatoren eine besonders gute Führung des Kühlfluids in Richtung auf die Seitenwand.

[0017] Bevorzugt sind auf der an die Randzone angrenzenden Seitenwand Turbulatoren angeordnet. Diese Turbulatoren können sowohl rippenförmig als auch sockelförmig oder in anderer Geometrie ausgebildet sein. Diese zusätzliche Turbulenzerzeugung an einer Seitenwand erhöht die Wärmeübergangszahl und führt somit zu einer weiter verbesserten Kühlung der Seitenwand.

[0018] Weiter bevorzugt sind die Turbulatoren auf der Seitenwand gemessen von der Randzone bis zu einer Höhe von höchstens 0,4, bevorzugt 0,2 der Seitenwandhöhe angeordnet. Da die Seitenwand sich quer zur Heißgaswand erstreckt, ist der thermisch höchst belastete Teil der Seitenwand jener, der an die Heißgaswand grenzt. Daher braucht nur ein Teil der Seitenwand durch Turbulatoren verstärkt gekühlt zu werden. In dem lediglich der angegebene Teil der Seitenwand Turbulatoren aufweist, wird einerseits die notwendige Kühlung der Seitenwand, andererseits ein geringer Druckverlust ermöglicht.

[0019] Die auf eine Brennkammer gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch Angabe einer Brennkammer mit einem Brennraum, in dem ein Heißgas erzeugbar ist und die einen Kühlkanal gemäß einer der oben beschriebenen Ausführungen aufweist. Entsprechend wird die auf eine Gasturbine gerichtete Aufgabe gelöst durch Angabe einer Gasturbine mit einer solchen Brennkammer.

[0020] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Es zeigen, teilweise schematisch und nicht maßstäblich:

FIG 1	eine Gasturbine,
FIG 2 bis 4	einen Kühlkanal,
FIG 5 bis 8	Ausgestaltungen von Turbulatoren in einem Kühlkanal und
FIG 9	eine Gasturbinenschaufel.

[0021] FIG 1 zeigt eine Gasturbine 1. Die Gasturbine 1 weist einen Verdichter 3, eine Brennkammer 5 und ein Turbinenteil 7 auf. Die Brennkammer 5 weist einen Brennraum 6 auf, der von nicht näher dargestellten Auskleidungselementen, so genannten Linern, begrenzt ist. In diesen Linern, die jeweils zum Brennraum 6 hin eine Heißgaswand 13 aufweisen, ist ein Kühlkanal 11 ausgebildet. Im Betrieb der Gasturbine wird Umgebungsluft 9 in den Verdichter 3 angesaugt. Die im Verdichter 3 hoch verdichtete Luft wird als Verbrennungsluft 9A in den Brennraum 6 der Brennkammer 5 geleitet und dort unter Zugabe von Brennstoff zu einem Heißgas 15 verbrannt. Dieses Heißgas 15 wird durch den Turbinenteil 7 geleitet und treibt dabei die Gasturbine 1 an. Ein Teil der verdichteten Luft wird als Kühlfluid 9B in den Kühlkanal 11 geleitet. Der Anteil der Kühlluft 9B muss bei der Gasturbine 1 möglichst gering bleiben, um möglichst viel Verbrennungsluft 9A für die eigentliche Verbrennung zur Verfügung zu haben, insbesondere z.B. bei einem offenen Kühlungskonzept. Dies beeinflusst unmittelbar den Wirkungsgrad und auch die Stickoxidemission der Gasturbine 1. Häufig wird daher auch Kühlluft 9B in einem geschlossenen Kreislauf zurückgeleitet und anschließend als Verbrennungsluft 9A der Verbrennung zugeführt. Der im Verdichter 3 aufgebaute Druck speichert potenzielle Energie, die prinzipiell auch zum Antrieb der Gasturbine 1 verwendet werden kann. Druckverluste bei der Führung, insbesondere der Kühlluft 9B führen aber zu einer Verringerung dieser potenziellen Energie und damit zu einer Verringerung des Wirkungsgrads.

[0022] Eine besonders druckverlustarme Führung des Kühlfluids 9B ist daher wünschenswert. Der Kühlkanal 11 weist einen flachen Querschnitt auf. Bei geschlossener Kühlung wird er von Kühlluft 9B mit hoher Geschwindigkeit durchströmt. Dies führt zu hohen Reynoldszahlen der Strömung und damit insbesondere auch zu Problemen bei der Kühlung der Seitenwandbereiche des flachen Kühlkanals 11. Zur Verbesserung der Kühlung der Seitenwände bei gleichzeitigem niedrigem Druckverlust

wird daher der Kühlkanal 11 wie im Folgenden beschrieben ausgeführt.

[0023] FIG 2 zeigt in einem Querschnitt und einer Aufsicht die Ausgestaltung eines Kühlkanals 11, der in einem Auskleidungselement, einem so genannten Liner 12, zur Auskleidung der Brennkammer 5 einer Gasturbine 1 verwendet wird. Der Liner 12 weist einen rechtekkigen Querschnitt auf und ist hohl ausgebildet, wobei der Hohlraum den Kühlkanal 11 bildet. Der Kühlkanal 11 ist somit aus zwei Seitenwänden 21, einer Deckwand 23 und einer Heißgaswand 13 gebildet. Die Seitenwände 21 sind gegenüber der Heisgaswand 13 geneigt, vorzugsweise wie hier dargestellt um einen Neigungswinkel von etwa 90°. Die Neigungswinkel kann aber auch kleiner als 90° Dabei kann die Seitenwand 21 auch einen abgerundeten, abgeschrägten, oder gefasten Übergangsabschnitt aufweisen, der an die Heißgaswand 13 anschließt. Die Seitenwände 21 bilden eine Kühlkanalhöhe H. Die Heißgaswand 13 bildet eine Kühlkanalbreite B. Auf der Heißgaswand 13 ist angrenzend an jeweils eine Seitenwand 21 eine Randzone 25 ausgebildet, die eine Randzonenbreite R aufweist, die kleiner als ein Viertel der Kühlkanalbreite B ist. Zwischen den Randzonen 25 ist eine Mittelzone M auf der Heißgaswand 13 ausgebildet. Die Randzone 25 der Heißgaswand 12 grenzt an die Seitenwand 21 an, die wahlweise einen geneigten Übergangsabschnitt - wie oben bereits ausgeführt - aufweist. In der Mittelzone M sind konkave Vertiefungen, so genannte Dimples 27, angeordnet. Die Randzonen 25 hingegen sind frei von solchen Dimples 27. Der Kühlkanal 11 wird nun von der Kühlluft 9B durchströmt. Die Dimples 27 erzeugen dabei in der Strömung Längswirbel und sorgen hierdurch für eine erheblich verbesserte Wärmeübergangszahl und damit für eine verbesserte Kühlung. Im Vergleich zur Verwendung von Turbulatoren 31, d.h. Vorsprüngen die in der Strömung der Kühlluft 9B Turbulenzen erzeugen und hierdurch den Wärmeübergang verbessern, weist die Lösung mit Dimples 27 einen deutlich niedrigeren Druckverlust auf. Nichts desto trotz ist der Druckverlust in der Mittelzone M immer noch größer als jener der unbeeinflussten Strömung in den Randzonen 25. Dies bedeutet, dass senkrecht zur Strömungsrichtung der Kühlluft 9B ein Querströmungsanteil in Richtung auf die Seitenwände 21 eingestellt wird. Dies wiederum bedeutet eine verstärkte Kühlung der Seitenwände 21 und der Randzonen 25. Da eigentlich durch die Dimples 27 ja eine verstärkte Kühlung erreicht wird, erscheint zunächst das Weglassen solcher Dimples 27 widersinnig mit Blick auf Einstellen einer verbesserten Kühlung. Nach der Erkenntnis der Erfindung erzeugen die Dimples 27 aber eine Längsverwirbelung, die im Bereich der Seitenwände 21 und Randzonen R nicht zu einer effektiven Kühlung führt. Indem nun mit dem Weglassen von Dimples 27 in den Randzonen 25 eine Strömungskomponente in Richtung auf die Seitenwände 21 erzeugt wird erreicht man also, wie oben ausgeführt, eine verstärkte Kühlung der Seitenbereiche.

[0024] FIG 3 zeigt einen der Figur 2 entsprechenden Kühlkanal 11, wobei nunmehr aber in den Randzonen 25 Turbulatoren 31 angeordnet sind. In dieser Konfiguration sind die Turbulatoren 31 als Längsrippen ausgebildet, die zueinander parallel und zur Senkrechten auf die Strömungsrichtung, d.h. senkrecht zu den Seitenwänden 21, in einem Winkel α ausgerichtet sind. Dieser Winkel α liegt vorzugsweise zwischen 30 und 70 Grad, wobei besonders bevorzugt bei 45 Grad eine besonders gute Wirkung festgestellt werden konnte. Die Wirkung dieser Turbulatoren 31 liegt einerseits darin, dass durch Turbulenzerzeugung der Wärmeübergang verbessert wird und andererseits das Kühlfluid 9B zusätzlich zu dem in FIG 2 beschriebenen Effekt des Druckverlustunterschieds noch verstärkt auf die Seitenwand 21 und die Randzone 25 geleitet wird. Die Turbulatoren 31 erstrekken sich im Wesentlichen über die gesamte Randzonenbreite R, wobei diese wie auch in der von Turbulatoren 31 freien Konfiguration der FIG 2 bevorzugt etwa ein bis dreimal so groß ist wie die Kühlkanalhöhe H.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung gemäß FIG 4 sind die Turbulatoren 31 in ihrer Längsrichtung gestükkelt, wodurch eine weitere Verbesserung in der Turbulenzerzeugung erreicht wird.

[0026] In den Figuren 5 bis 8 sind zusätzliche Turbulatoren 41 auf der Seitenwand 21 angeordnet, die sowohl als Längsrippen, wie in FIG 5 und 6 dargestellt, als auch in Form von Sockeln oder Erhebungen gemäß Figuren 7 und 8 ausgebildet sein können.

[0027] Die Seitenwände 21 sind gegenüber der Heisgaswand 13 geneigt, vorzugsweise wie hier dargestellt um einen Neigungswinkel von etwa 90°. Die Neigungswinkel kann aber auch kleiner als 90° Dabei kann die Seitenwand 21 auch einen abgerundeten, abgeschrägten, oder mittels einer Fase gefassten Übergangsabschnitt aufweisen, der an die Heißgaswand 13 anschließt. Die Heißgaswand 13 umfasst dabei - wie in Figur 2 im Detail ausgeführt - eine Mittelzone M und eine Randzone 25. Nicht näher dargestellt ist die zusätzliche oder alternative Anordnung von konkaven Vertiefungen, z.B. Dimples 27, auf einer Seitenwand 21, die je nach Kühlungsanforderung möglich ist. Bevorzugt sind diese in einem Übergangsabschnitt der Seitenwand 21 angeordnet, insbesondere jenseits der dimplefreien Randzone 25. Vorzugsweise ist etwa 20 % der Kühlkanalhöhe H von der Seitenwand 21 gemessen von der Heißgaswand 13 mit solchen Turbulatoren 41 versehen. Hierdurch wird der thermisch höher belastete Teil der Seitenwand 21 effektiv gekühlt. Dabei können einander gegenüberliegende Seitenwände 21, die den Kühlkanal 11 begrenzen, mit in Form und Anordnung unterschiedlichen Turbulatoren 31 ausgestaltet sein. Beispielsweise kann eine ggf. thermisch höher belastete Seitenwand 21 mit stegförmigen oder noppenförmigen Turbulatoren 41 mit hoher Kühlwirkung und die andere gegenüberliegende Seitenwand 21, die möglicherweise thermisch niedriger belastet ist, mit konkaven Vertiefungen in der Seitenwand 21 - z.B. Dimples 27 - mit etwas niedrigerer Kühlwirkung ausgestaltet sein.

[0028] Bei einer Ausgestaltung der Seitenwand 21 mit einem Übergangsabschnitt (nicht näher dargestellt) befinden sich Dimples 27 dann vorzugsweise im Bereich des Übergangsabschnitts einer thermisch niedriger belasteten Seitenwand 21. Eine thermisch höher belastete Seitenwand 21 weist hingegen vorzugsweise im Übergangsabschnitt stegförmigen oder noppenförmigen Turbulatoren 41 mit hoher Kühlwirkung auf.

[0029] Auf diese Weise ist eine je nach thermischer Belastung der Seitenwand 21 lokal gut angepasste Kühlstruktur auf der Seitenwand 21 flexibel realisierbar, die Turbulatoren 41 in Form von Längsrippen, Sockeln oder Erhebungen (Noppen) oder - wie nicht näher dargestellt - konkave Vertiefungen (Dimples) umfassen kann und Kombinationen daraus.

[0030] FIG 9 zeigt eine Gasturbinenschaufel 51. Die Gasturbinenschaufel 51 weist eine Schaufel-Vorderkante 53 und eine Abströmkante 55 auf, zwischen denen sich eine Druckseite 57 und eine Saugseite 59 erstrekken. Die Druckseite 57 und die Saugseite 59 umschließen einen Hohlraum, durch den entlang der Schaufelachse Kühlluft 9B geleitet wird. Der Hohlraum bildet den Kühlkanal 11. Auch wenn dieser Kühlkanal 11 keinen rechteckigen Querschnitt aufweist, so ist er doch im Bereich der Schaufelvorderkante 53 und der Abströmkante 55 mit Randzonen entsprechend den vorher beschriebenen Konfigurationen gestaltet. Indem nun der Kühlkanal 11, wie vorher beschrieben, in den Randzonen 25 ohne Dimples 27 , aber mit Turbulatoren 31 und sonst mit Dimples 27 versehen wird, kann eine druckverlustarme aber effektive Kühlung insbesondere auch der thermisch besonders belasteten Schaufelkanten erfolgen. In der Gasturbinenschaufel 51 kann der Hohlraum auch durch Längsrippen unterteilt sein, so dass mehrere Kühlkanäle 11 gebildet werden, durch die die Kühlluft 9B z.B. auch mäandrierend hindurchtritt.

Patentansprüche

1. Kühlkanal (11) zur Führung eines Kühlfluides (9B) entlang einer Strömungsrichtung, mit einer quer zur Strömungsrichtung sich erstreckenden, von Seitenwänden (21) gebildeten Kühlkanalhöhe (H) und durch eine Heißgaswand (13) gebildete Kühlkanalbreite (B), wobei die Kühlkanalbreite (B) größer ist als die Kühlkanalhöhe (H) und wobei eine sich entlang der Strömungsrichtung an eine der Seitenwände (21) angrenzende Randzone (25) mit einer quer zur Strömungsrichtung gemessenen Randzonenbreite (R) auf der Heißgaswand(13) gebildet ist, die sich bis maximal zu einem Viertel der Kühlkanalbreite (B) erstreckt,
   dadurch gekennzeichnet, dass nur außerhalb der Randzone (25) auf der Heißgaswand (11) konkave Vertiefungen angeordnet sind.

2. Kühlkanal (11) nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenwand (21) einen gegenüber der Heißgaswand (13) geneigten Übergangsabschnitt aufweist, der an die Randzone (25) der Heißgaswand (13) angrenzt.

3. Kühlkanal (11) nach Anspruch 2,
   dadurch gekennzeichnet, dass der Übergangsabschnitt eine Rundung oder Fase aufweist.

4. Kühlkanal (11) nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Randzone (25) der Heißgaswand (13) Turbulatoren (31) angeordnet sind.

5. Kühlkanal (11) nach Anspruch 2, 3 oder 4,
   dadurch gekennzeichnet, dass auf einer Seitenwand (12), insbesondere im Übergangsabschnitt, Turbulatoren (31) angeordnet sind.

6. Kühlkanal (11) einem der Ansprüche 2 bis 5,
   dadurch gekennzeichnet, dass auf einer Seitenwand (12), insbesondere in dem Übergangsabschnitt, konkave Vertiefungen angeordnet sind.

7. Kühlkanal (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet, dass die Randzonenbreite (B) halb so groß bis etwa doppelt so groß wie die Kühlkanalhöhe ist.

8. Kühlkanal (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet, dass die Randzonenbreite (B) mindestens halb so groß, bis eineinhalbfach so groß wie die Kühlkanalhöhe (H) ist.

9. Kühlkanal (11) nach einem der Ansprüche 4 bis 8,
   dadurch gekennzeichnet, dass die Turbulatoren (31) auf der Heißgaswand (13) so orientiert sind, dass sie das Kühlfluid (9B) in Richtung auf die Seitenwand (21) leiten.

10. Kühlkanal (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
    dadurch gekennzeichnet, dass auf der an die Randzone (25) angrenzenden Seitenwand (21) Turbulatoren (41) angeordnet sind.

11. Kühlkanal (11) nach Anspruch 10,
    dadurch gekennzeichnet, dass die Turbulatoren (41) auf der Seitenwand (21) gemessen von der Randzone (25) bis zu einer Höhe von höchstens 0,4 mal, bevorzugt 0,2 mal der Seitenwandhöhe angeordnet sind.

12. Kühlkanal (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
    dadurch gekennzeichnet, dass die Turbulatoren

(31, 41) eine Längserstreckung aufweisen und sich in einem Winkel zwischen 20 und 70 Grad, bevorzugt zwischen 30 und 60 Grad, gemessen senkrecht zur Strömungsrichtung erstrecken.

13. Brennkammer (5) mit einem Brennraum (6) in dem ein Heißgas (15) erzeugbar ist und mit einem Kühlkanal (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Heißgaswand (13) den Brennraum (6) begrenzt.

14. Gasturbinenschaufel (51), die hohl ausgebildet ist, wobei der Hohlraum einen Kühlkanal (11) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche bildet.

15. Gasturbine (1) mit einer Brennkammer (5) nach Anspruch 13.

FIG 1

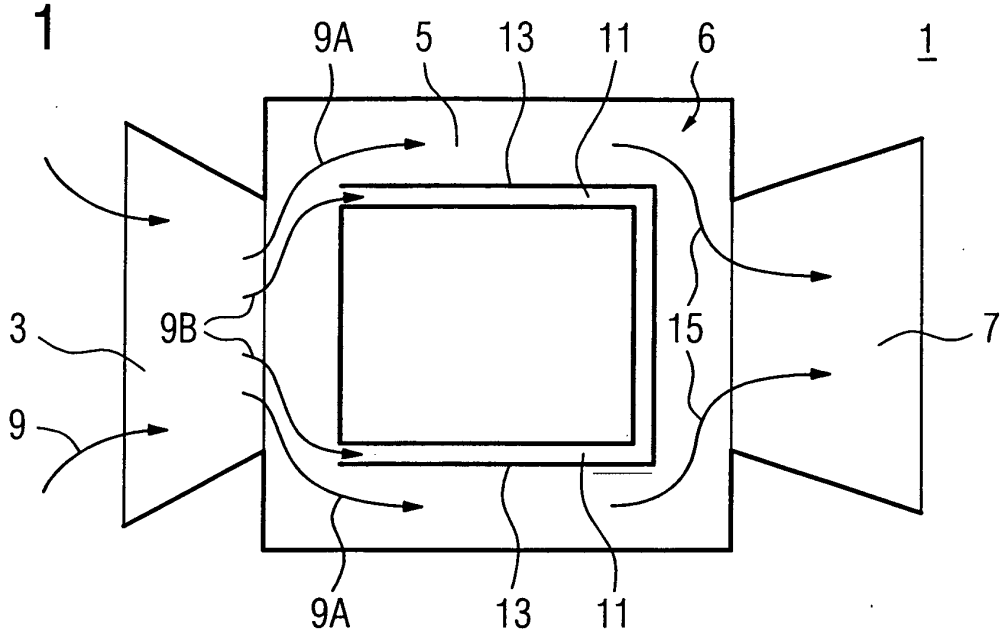

9A
5
13
11
6
1
3
9B
15
7
9
9A
13
11

FIG 9

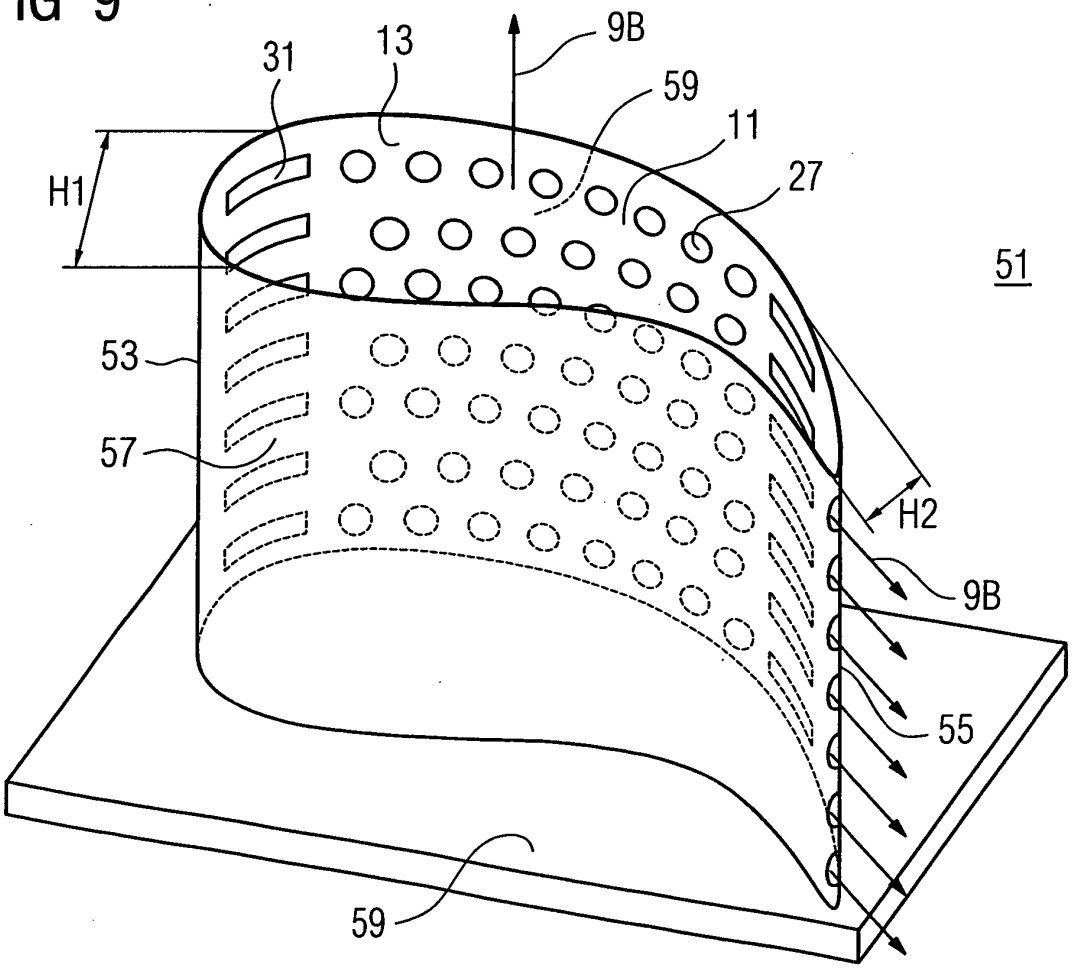

31
13
9B
59
11
27
H1
51
53
57
H2
9B
55
59

FIG 2

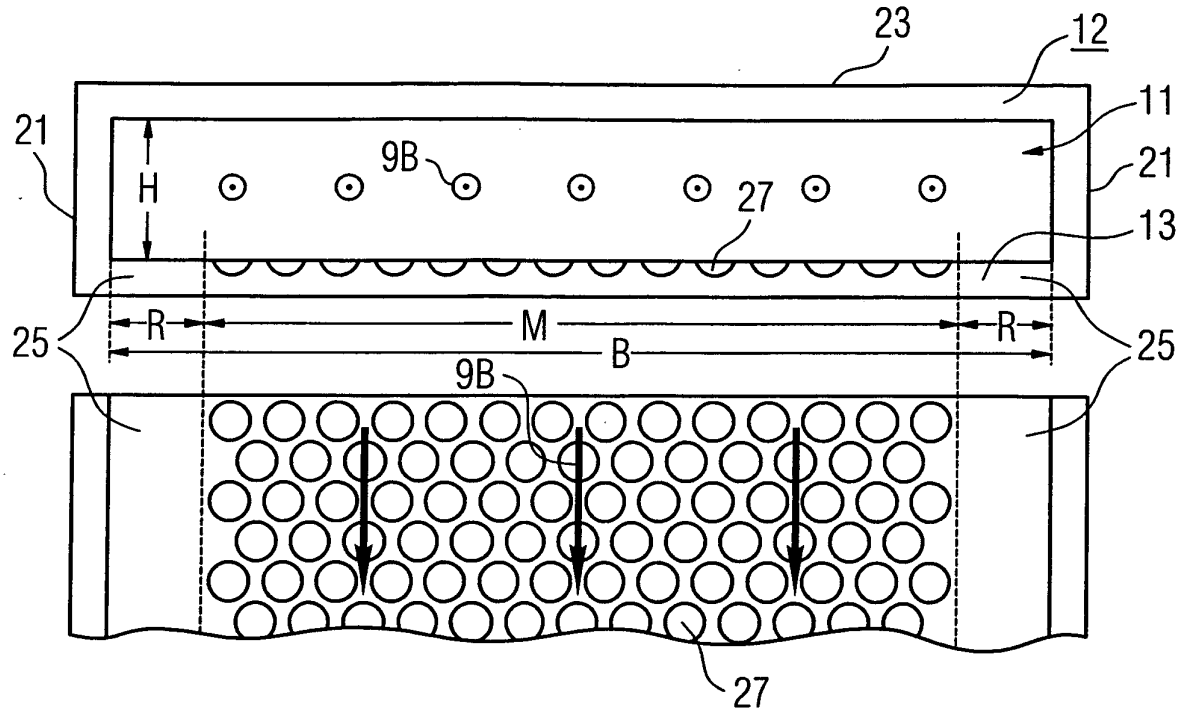


FIG 3

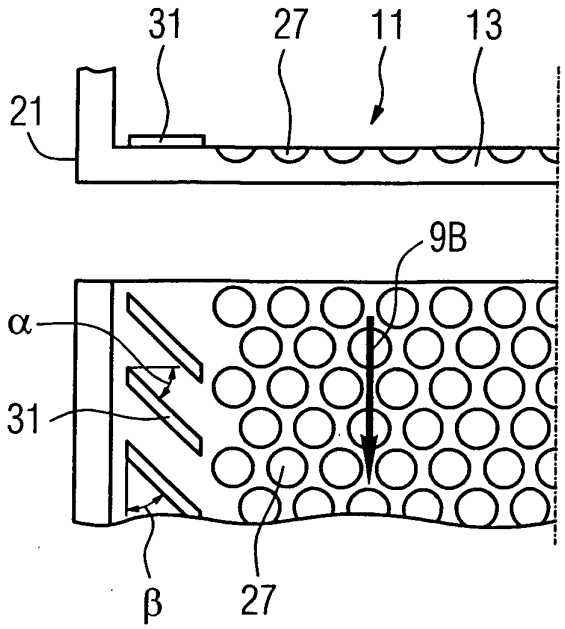


FIG 4

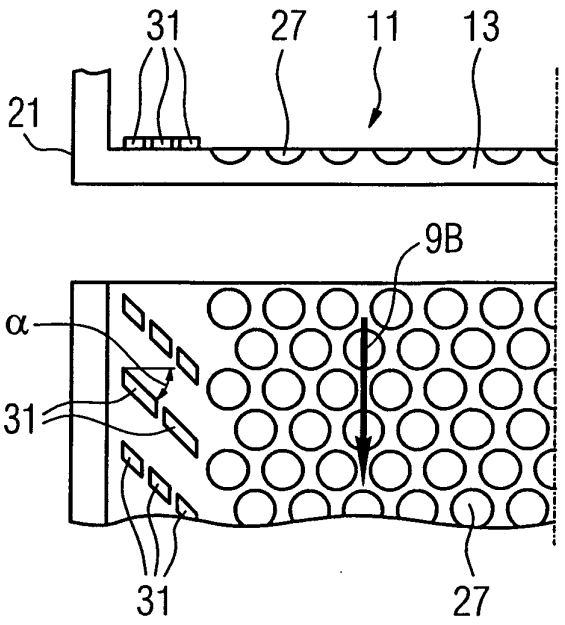


FIG 5

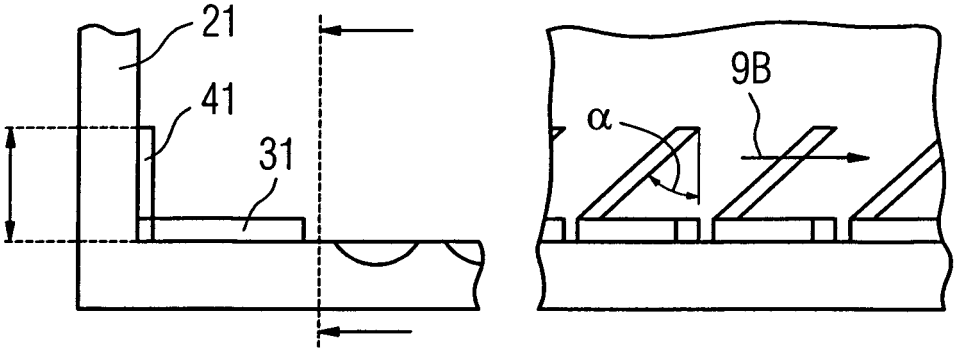


FIG 6

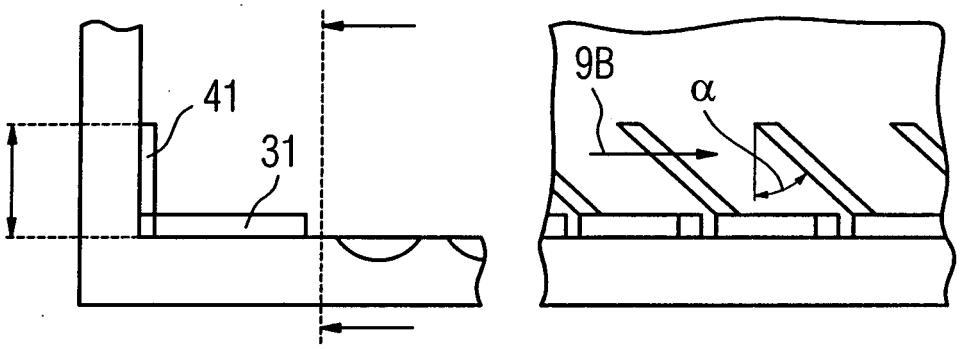


FIG 7

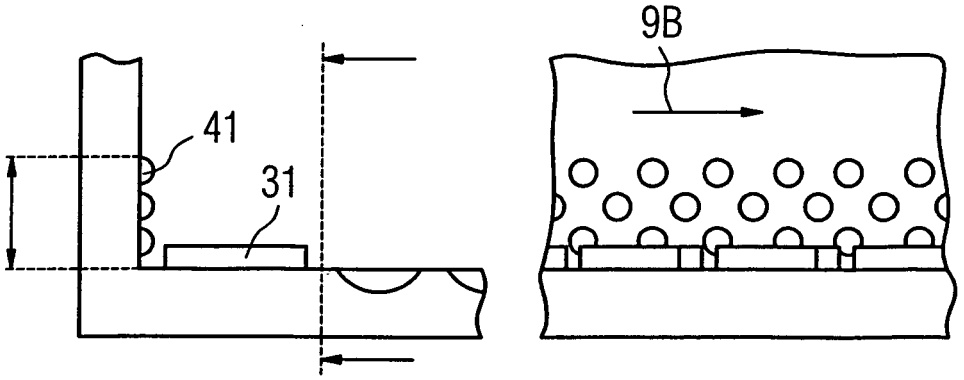
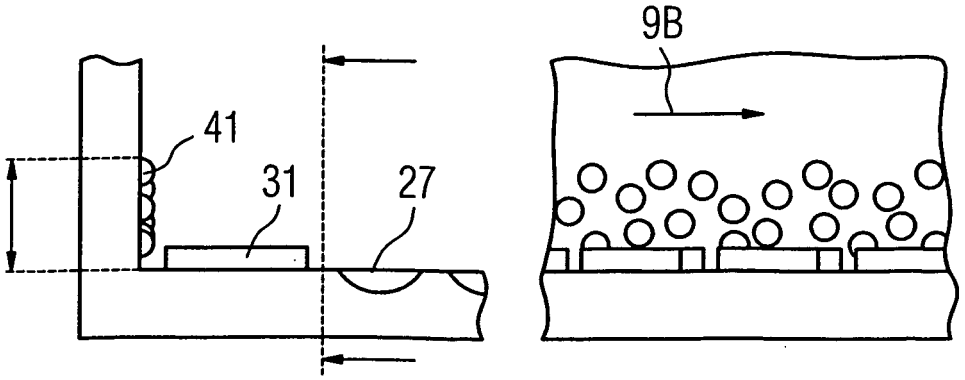


FIG 8



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 9326

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 1 400 750 A (GEN ELECTRIC) 24. März 2004 (2004-03-24) * Spalte 5, Absatz 19 - Spalte 6, Absatz 24; Abbildungen 3-7 * -----	1,2,7,8, 13,15	F23R3/00 F01D5/18
X	US 2004/052643 A1 (BUNKER RONALD SCOTT) 18. März 2004 (2004-03-18) * Spalte 1, Absatz 1 - Absatz 3 * * Spalte 2, Absatz 16 - Spalte 4, Absatz 23; Abbildungen 4-7 * -----	1,2,7,8, 13-15	
A	EP 0 852 285 A (GEN ELECTRIC) 8. Juli 1998 (1998-07-08) * Spalte 4, Zeile 5 - Spalte 5, Zeile 37; Abbildungen 2-6 * -----	4,9	
A	EP 0 852 284 A (GEN ELECTRIC) 8. Juli 1998 (1998-07-08) * das ganze Dokument * -----		

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
F23R F01D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	19. Januar 2005	Theis, G

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 : nichtschriftliche 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

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 04 01 9326

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

19-01-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1400750 A	24-03-2004	US 2004050059 A1	18-03-2004
		EP 1400750 A2	24-03-2004
		JP 2004108770 A	08-04-2004
US 2004052643 A1	18-03-2004	KEINE	
EP 0852285 A	08-07-1998	US 5797726 A	25-08-1998
		DE 69714960 D1	02-10-2002
		DE 69714960 T2	08-05-2003
		EP 0852285 A1	08-07-1998
		JP 10274002 A	13-10-1998
EP 0852284 A	08-07-1998	US 5738493 A	14-04-1998
		DE 69723663 D1	28-08-2003
		DE 69723663 T2	15-04-2004
		EP 0852284 A1	08-07-1998
		JP 10274001 A	13-10-1998

EPO FORM P0461

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