

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Technik von Gasturbinen. Sie betrifft einen Rotor für eine Gasturbine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein solcher Rotor ist z.B. aus der Druckschrift US-A-4,505,640 bekannt.

STAND DER TECHNIK

[0003] Ein Rotor der eingangs genannten Art ist in einem Ausschnitt beispielhaft in Fig. 1 dargestellt. Der Rotor 10 umfasst eine Rotorscheibe 11, an deren Umfang eine Vielzahl von im wesentlichen in axialer Richtung verlaufender, durch Rotorzacken 15 voneinander getrennter Aufnahmeschlitze 13 angeordnet sind. In die Aufnahmeschlitze 13 münden von unten kommend in der Rotorscheibe 11 verlaufende Kühlluftzuführungen 14, durch die Kühlluft für die Kühlung der Rotorschaukeln 16 bereitgestellt wird. Die Rotorschaukeln 16, die jeweils ein Schaufelblatt 17, einen Schaufelfuss 19 und eine oberhalb des Schaufelfusses 19 angeordnete Plattform 18 aufweisen, sind mit dem Schaufelfuss 19 in axialer Richtung in die Aufnahmeschlitze 13 eingeschoben und werden dort lösbar gehalten, wobei ein Formschluss meist durch eine tannenbaumartige Ausgestaltung ("fir-tree") des Querschnittsprofils erreicht wird. Zwischen den Plattformen 18 und der darunterliegenden Umfangsfläche 15 der Rotorscheibe 11 werden Hohlräume 21 gebildet. Die mittels der Kühlluftzuführung 14 herangeführte Kühlluft (oder ein anderes geeignetes Kühlmedium) wird durch (nicht dargestellte) Kanäle im Inneren des Schaufelfusses 19 ins Innere des (hohlen) Schaufelblattes 17 geführt, strömt dort und wird dann durch Austrittsöffnungen am Schaufelblatt 17 und/oder an der Plattform 18 ausgelassen.

[0004] Bei den Rotorschaukeln 16 muss aus Gründen der thermischen Belastbarkeit nicht nur das eigentliche Schaufelblatt 17 durch das im Inneren strömende Kühlmedium gekühlt werden, sondern auch der Schaufelfuss 19 sowie die oberhalb des Schaufelfusses angeordnete Plattform 18.

[0005] Zur Kühlung dieser Teilbereiche der Rotorschaukel sind in der Vergangenheit eine Vielzahl von Vorschlägen gemacht worden:

[0006] In den Druckschriften US-A-4,012,167, US-A-5,639,216 und US-A-5,848,876 wird beispielsweise vorgeschlagen, im Inneren der Plattform horizontal verlaufende Kühlluftkanäle unterzubringen, die auf verschiedene Weise mit Kühlluft versorgt werden. Eine solche interne Kühlung der Plattform ist jedoch herstellungstechnisch sehr aufwendig, weil es schwierig ist, beispielsweise bei gegossenen Schaufeln entsprechende Kanäle auszubilden.

[0007] In der US-A-5,800,124 wird weiterhin vorge-

schlagen, seitlich im Fussbereich angeordnete Abdeckplatten so auszubilden, dass die hintere Kante der Schaufelplattform durch entsprechende vertikale Kanäle in den Abdeckplatten von unten mit Kühlluft angeblasen werden. Eine durchgängige Kühlung der Plattform ist damit nicht möglich.

[0008] In der US-A-5,738,489 wird vorgeschlagen, auf der Unterseite der Plattformen einen thermischen Leiter anzubringen, der die Wärme von der Plattform abführt und zum zentralen Kühlluftkanal im Schaufelfuss führt. Eine solche Lösung ist ebenfalls herstellungstechnisch aufwendig, weil hier spezielle Materialien zusätzlich auf die Schaufel aufgebracht werden müssen. Darüber hinaus ist eine Spülung der Hohlräume unterhalb der Plattform mit Kühlluft auf diese Weise nicht möglich.

[0009] In der US-A-5,340,278 schliesslich wird vorgeschlagen, auf der Höhe der Plattform schräg nach unten verlaufende Bohrungen vorzusehen, durch die Kühlluft aus dem zentralen Kühlluftkanal der Schaufel in die Hohlräume unterhalb der Plattform eingeblasen wird. Hierdurch wird zwar eine Kühlung der Plattform und eine Spülung der Hohlräume ermöglicht, die Bohrungen sind jedoch ebenfalls sehr aufwendig in der Herstellung.

[0010] Weiterhin ist es üblich, bei Rotorschaukeln, die von der Rotorseite her mit Kühlluft gespiesen werden, diejenige Kühlluft, die an der Befestigung vorbeiströmt, zur Kühlung der Plattform oder zumindest zum Spülen der Hohlräume zu benutzen. Die Menge der Kühlluft ist, da sie von der Passung zwischen Schaufelfuss und Aufnahmeschlitz abhängt und eher einer Leckage gleichkommt, unbestimmt.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0011] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Rotor zu schaffen, bei dem auf herstellungstechnisch einfache Weise Kühlmedium bzw. Kühlluft in definierter Menge von der rotorseitigen Kühlluftzuführung in die Hohlräume unterhalb der Plattform gebracht werden kann.

[0012] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0013] Der Kern der Erfindung besteht darin, zwischen der Aussenseite des Schaufelfusses und der Innenseite des Aufnahmeschlitzes Kühlluftkanäle auszubilden, die sich beispielsweise als Ausnehmungen einfach herstellen lassen und das Kühlmedium auf direktem Wege von der Kühlluftzuführung in die Hohlräume führen.

[0014] Eine bevorzugte Ausführungsform des Rotor nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlluftkanäle zumindest teilweise als Ausnehmungen im Schaufelfuss und/oder Aufnahmeschlitz ausgebildet sind. Diese Ausnehmungen können auf besonders einfache Weise direkt beim Giessen ausgeformt oder durch nachträglichen Materialabtrag hergestellt werden.

[0015] Besonders einfach ist es, wenn gemäss einer

bevorzugten Weiterbildung dieser Ausführungsform die Kühlluftkanäle als Ausnehmungen ausgebildet sind, welche vertikal zwischen der Mündung der Kühlluftzuführung und den Hohlräumen verlaufen.

[0016] Eine andere bevorzugte Weiterbildung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlluftkanäle als Ausnehmungen ausgebildet sind, welche einerseits von der Mündung der Kühlluftzuführung horizontal nach aussen zu einer Stirnseite des Schaufelfusses und andererseits an der Stirnseite vertikal nach oben bis in die Hohlräume verlaufen, dass die stirnseitigen Ausnehmungen nach aussen hin durch Abdeckplatten abgedichtet sind, dass zur axialen Sicherung der Rotorschaukeln in den Aufnahmeschlitzten stirnseitig angeordnete Axialsicherungsbleche vorgesehen sind, und dass die Axialsicherungsbleche als Abdeckplatten eingesetzt werden.

[0017] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung zeichnet sich dadurch aus, dass ein Kühlluftkanal als Ausnehmung ausgebildet ist, welche von der Mündung der Kühlluftzuführung horizontal nach aussen zu einer Stirnseite des Schaufelfusses führt, dass zur axialen Sicherung der Rotorschaukel in dem Aufnahmeschlitz ein stirnseitig angeordnetes Axialsicherungsblech vorgesehen ist, und dass das Axialsicherungsblech so ausgeformt ist, dass zwischen dem Axialsicherungsblech und der Stirnseite des Schaufelfusses ein vertikal nach oben bis in die Hohlräume verlaufender Kühlluftkanal gebildet wird. Die Bildung der Kühlluftkanäle kann so zumindest teilweise durch eine vergleichsweise einfache Formung der Axialsicherungsbleche bewirkt werden.

[0018] Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0019] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 in perspektivischer Seitenansicht den Ausschnitt einer Rotorscheibe mit eingesetzter, gekühlter Rotorschaukel nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 eine zu Fig. 1 vergleichbare Darstellung eines Rotors mit zusätzlichen vertikalen Kühlluftkanälen gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3 eine Rotorschaukel mit am Schaufelfuss angeformten zusätzlichen horizontal und vertikal verlaufenden Kühlluftkanälen gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 in der Seitenansicht die in die Rotorscheibe eingesetzte Rotorschaukel nach Fig. 3, wobei zur Bildung der vertikalen Kühlluftkanäle ein

Axialsicherungsblech herangezogen wird;

Fig. 5 eine zu Fig. 4 vergleichbare Darstellung eines anderen Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei welchem die vertikalen Kühlluftkanäle durch eingeformte Sicken im Axialsicherungsblech gebildet werden;

Fig. 6 eine zu Fig. 4 vergleichbare Darstellung eines anderen Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei welchem die vertikalen Kühlluftkanäle durch flächige Ausnehmungen im Axialsicherungsblech gebildet werden;

Fig. 7 in einer perspektivischen Seitenansicht von Vorderseite (Teilfigur A) und Rückseite (Teilfigur B) das Axialsicherungsblech gemäss Fig. 5; und

Fig. 8 in einer perspektivischen Seitenansicht von Vorderseite (Teilfigur A) und Rückseite (Teilfigur B) das Axialsicherungsblech gemäss Fig. 6.

25 WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0020] In Fig. 2 ist in einer zu Fig. 1 vergleichbaren Darstellung ein Rotor mit zusätzlichen vertikalen Kühlluftkanälen gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung wiedergegeben. Gleiche Teile sind dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen, wie in Fig. 1. Die Hohlräume 21 unterhalb der Plattform 18 werden hier direkt mittels vertikaler Kühlluftkanäle 22 mit Kühlluft versorgt. Die Kühlluftkanäle 22 verlaufen direkt von der Mündung der Kühlluftzuführung 14 im Boden des Aufnahmeschlitzes 13 zum Hohlraum 21 und spülen den Hohlraum 21 mit Kühlluft und kühlen gleichzeitig die Unterseite der Plattform 18. Die Kühlluftkanäle 22 liegen in der vertikalen Mittelebene der Rotorschaukel 160 und werden durch Ausnehmungen im Schaufelfuss 19 gebildet, die entweder beim Giessen der Rotorschaukel 160 eingeformt oder später durch Materialabtrag (z.B. Fräsen) gebildet werden. Der Querschnitt der Kühlluftkanäle 22 wird dabei entsprechend der benötigten Kühlluftmenge ausgelegt.

[0021] Eine andere Möglichkeit, gemäss der Erfindung Kühlluftkanäle am Schaufelfuss durch entsprechende Ausnehmungen zu bilden, ist in Fig. 3 und 4 dargestellt. Bei der Rotorschaukel 161 der Fig. 3 sind an der einen Stirnseite des Schaufelfusses 19 durch Aussparungen vertikal verlaufende Kühlluftkanäle 23, 24 freigehalten, durch die Kühlluft von unten in die Hohlräume 21 hinaufgeleitet wird. Zur äusseren Begrenzung der Kühlluftkanäle 23, 24 dient ein zur axialen Sicherung der Rotorschaukel 161 in entsprechende Nuten 27, 28 eingesetztes Axialsicherungsblech 26. Zur Verbindung der vertikalen Kühlluftkanäle 23, 24 mit der Mündung der Kühlluftzuführung 14 ist ein weiterer horizontaler

Kühlluftkanal 25 vorgesehen, der durch eine Aussparung bzw. Ausnehmung auf der Unterseite des Schaufelfusses 19 gebildet wird. Die Kühlluft strömt dann gemäss den Pfeilen in Fig. 4 aus der Kühlluftzuführung 14 und über die Kühlluftkanäle 25 und 23 bzw. 24 nach oben in die Hohlräume 21 unterhalb der Plattform 18.

[0022] Selbstverständlich ist es aber auch denkbar, den Schaufelfuss in der in Fig. 1 gezeigten Form beizubehalten und die zusätzlichen Kühlluftkanäle durch komplementäre Aussparungen bzw. Ausnehmungen in den Aufnahmeschlitz 13 der Rotorscheibe 11 zu bilden.

[0023] Eine weitere Art, die Kühlluftkanäle gemäss der Erfindung im Bereich des Schaufelfusses 19 zu bilden, ist in den Fig. 5 bis 8 dargestellt. Auch hier sind - wie beim Ausführungsbeispiel der Fig. 3 - die vertikalen Kühlluftkanäle an einer Stirnseite des Schaufelfusses 19 angeordnet und werden durch einen vertikalen Kühlluftkanal 25 mit der Kühlluftzuführung 14 verbunden. Anders als bei Fig. 3 werden die dazu notwendigen Ausnehmungen jedoch nicht am Schaufelfuss 19 selbst vorgesehen, sondern an einem stirnseitig zur axialen Sicherung der Rotorscheibel 162 eingesetzten Axialsicherungsblech 260 bzw. 261. Beim Axialsicherungsblech 260 gemäss Fig. 5 bzw. Fig. 7 werden die vertikalen Kühlluftkanäle 30 durch im Axialsicherungsblech eingeformte Sicken 29 bzw. 29' gebildet (jeweils eine der Sicken ist einem Schaufelfuss zugeordnet). Beim Axialsicherungsblech 261 gemäss Fig. 6 bzw. Fig. 8 werden die vertikalen Kühlluftkanäle durch im (dickeren) Axialsicherungsblech untergebrachte Ausnehmungen 31 bzw. 31' gebildet. Zwischen den Sicken 29, 29' bzw. Ausnehmungen 31, 31' kann jeweils ein Sicherungsnocken 32 bzw. 33 vorgesehen werden, mit dem das Sicherungsblech zur Umfangssicherung in eine Sicherungsnut 20 am Schaufelfuss 19 (Fig. 1-3) eingreift. Der Kühlluftstrom erfolgt bei dieser Art der Kanalführung entlang den in Fig. 5 und 6 eingezeichneten Pfeilen.

[0024] Insgesamt ergibt sich mit der Erfindung auf herstellungstechnisch besonders einfache Weise eine definierte Spülung der Hohlräume unterhalb der Plattformen, durch welche der Eintritt von Heissgas sicher verhindert wird, sowie eine gute Kühlung der Plattformen selbst.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0025]

10	Rotor
11	Rotorscheibe
12	Rotorzacke
13	Aufnahmeschlitz
14	Kühlluftzuführung
15	Umfangsfläche (Rotorscheibe)
16,160-162	Rotorscheibel
17	Schaufelblatt
18	Plattform

19	Schaufelfuss
20	Sicherungsnut
21	Hohlraum
22-25	Kühlluftkanal
5 26, 260, 261	Axialsicherungsblech
27, 28	Nut
29, 29'	Sicke
30	Kühlluftkanal
31, 31'	Ausnehmung
10 32, 33	Sicherungsnocken

Patentansprüche

1. Rotor (10) für eine Gasturbine, welcher Rotor (10) eine Mehrzahl von Rotorscheibeln (160-162) umfasst, die jeweils ein Schaufelblatt (17), einen Schaufelfuss (19) und eine zwischen Schaufelblatt (17) und Schaufelfuss (19) angeordnete Plattform (18) umfassen und mit dem Schaufelfuss (19) in einen am äusseren Umfang einer Rotorscheibe (11) angeordneten axialen Aufnahmeschlitz (13) derart eingeschoben und dort lösbar gehalten sind, dass zwischen der Plattform (18) und der Umfangsfläche (15) der Rotorscheibe (11) Hohlräume (21) gebildet werden, und die zur Kühlung jeweils durch wenigstens eine in der Rotorscheibe (11) verlaufende und in den Aufnahmeschlitz (13) mündende Kühlluftzuführung (14) mit Kühlluft versorgt werden, welche Kühlluft durch den Schaufelfuss (19) hindurch ins Innere des Schaufelblattes (17) geleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass zum Spülen der Hohlräume (21) und zum Kühlen der Plattform (18) zwischen der Aussenseite des Schaufelfusses (19) und der Innenseite des Aufnahmeschlitzes (13) Kühlluftkanäle (22-25) vorgesehen sind, über welche Kühlluft von der Kühlluftzuführung (14) in die Hohlräume (21) geleitet wird.
2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlluftkanäle (22-25) zumindest teilweise als Ausnehmungen im Schaufelfuss (19) und/oder Aufnahmeschlitz (13) ausgebildet sind.
3. Rotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlluftkanäle (22) als Ausnehmungen ausgebildet sind, welche vertikal zwischen der Mündung der Kühlluftzuführung (14) und den Hohlräumen (21) verlaufen.
4. Rotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlluftkanäle (23-25) als Ausnehmungen ausgebildet sind, welche einerseits von der Mündung der Kühlluftzuführung (14) horizontal nach aussen zu einer Stirnseite des Schaufelfusses (19) und andererseits an der Stirnseite vertikal nach oben bis in die Hohlräume (21) verlaufen, und dass die stirnseitigen Ausnehmungen nach aussen hin

durch Abdeckplatten (26) abgedichtet sind.

5. Rotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
dass zur axialen Sicherung der Rotorscheaufeln
(161) in den Aufnahmeschlitz (13) stirnseitig an- 5
geordnete Axialsicherungsbleche (26) vorgesehen
sind, und dass die Axialsicherungsbleche (26) als
Abdeckplatten eingesetzt werden.
6. Rotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, 10
dass ein Kühlluftkanal (25) als Ausnehmung aus-
gebildet ist, welche von der Mündung der Kühlluft-
zuführung (14) horizontal nach aussen zu einer
Stirnseite des Schaufelfusses (19) führt, dass zur 15
axialen Sicherung der Rotorscheaufel (162) in dem
Aufnahmeschlitz (13) ein stirnseitig angeordnetes
Axialsicherungsblech (260, 261) vorgesehen ist,
und dass das Axialsicherungsblech (260, 261) so
ausgeformt ist, dass zwischen dem Axialsiche- 20
rungsblech (260, 261) und der Stirnseite des
Schaufelfusses (19) ein vertikal nach oben bis in die
Hohlräume (21) verlaufender Kühlluftkanal (30, 31)
gebildet wird.
7. Rotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, 25
dass zur Ausbildung der vertikalen Kühlluftkanäle
(30) in das Axialsicherungsblech (260) Sicken (29,
29') eingeformt sind.
8. Rotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, 30
dass zur Ausbildung der vertikalen Kühlluftkanäle
in dem Axialsicherungsblech (261) Ausnehmungen
(31, 31') vorgesehen sind.

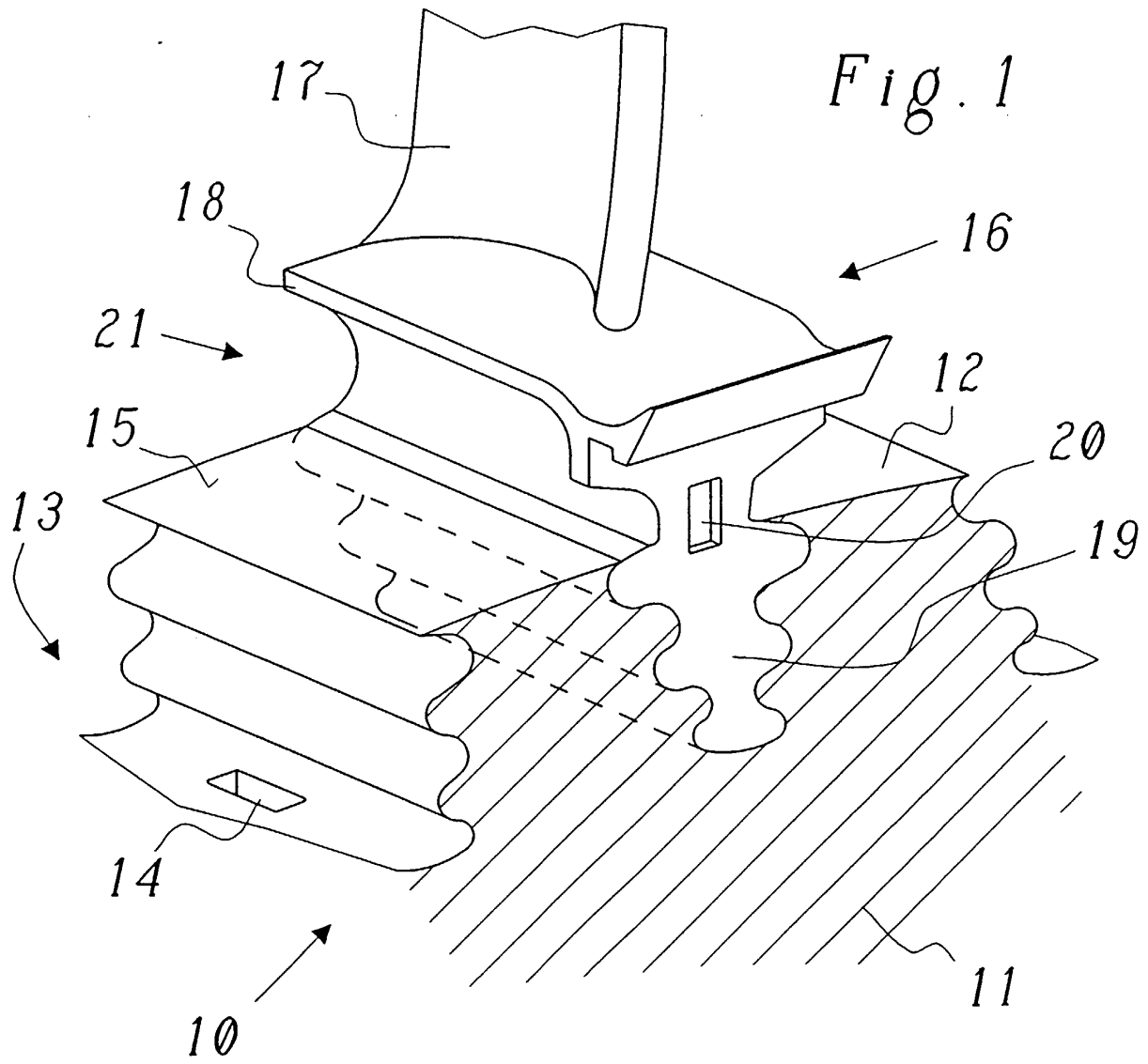
35

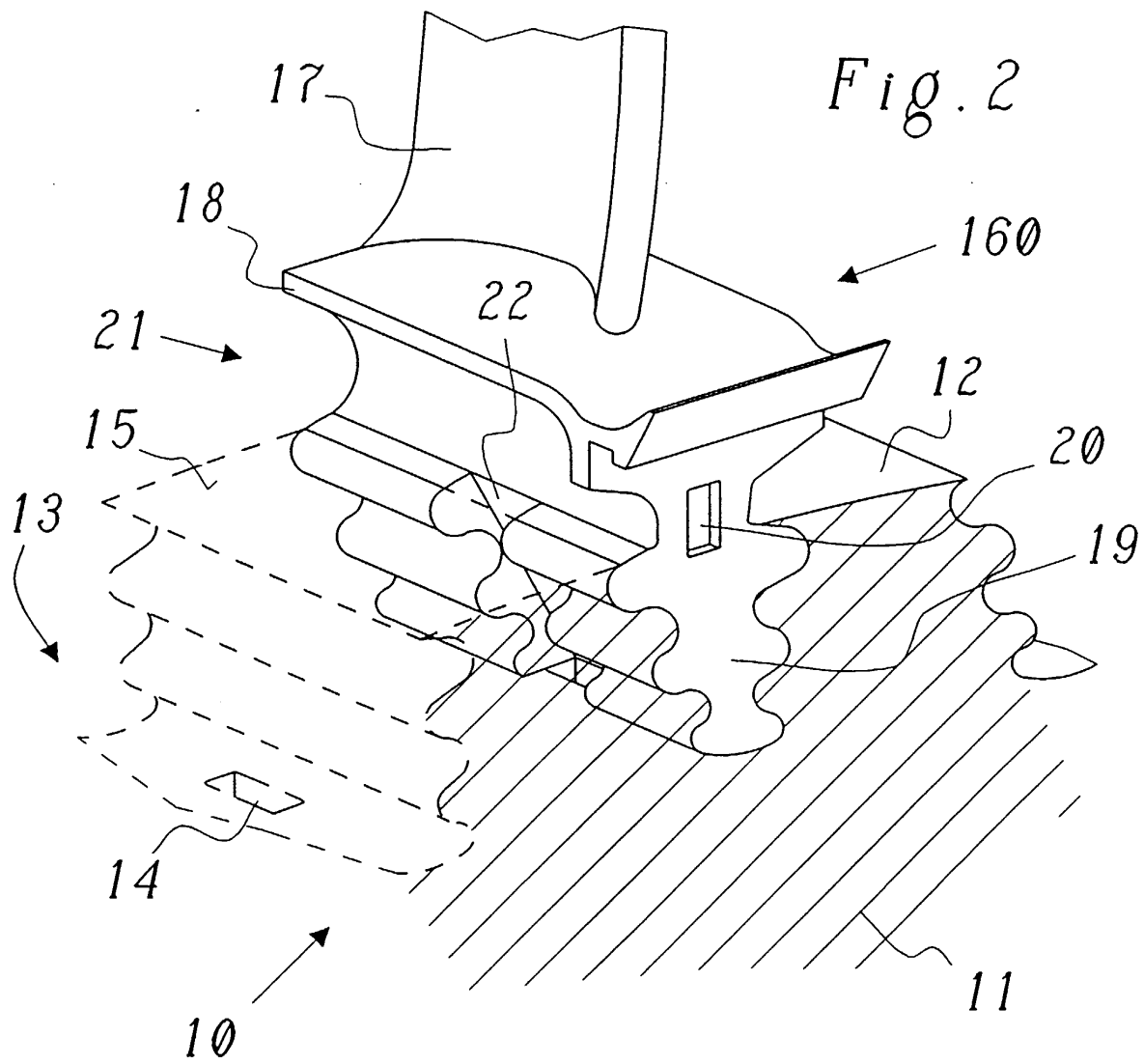
40

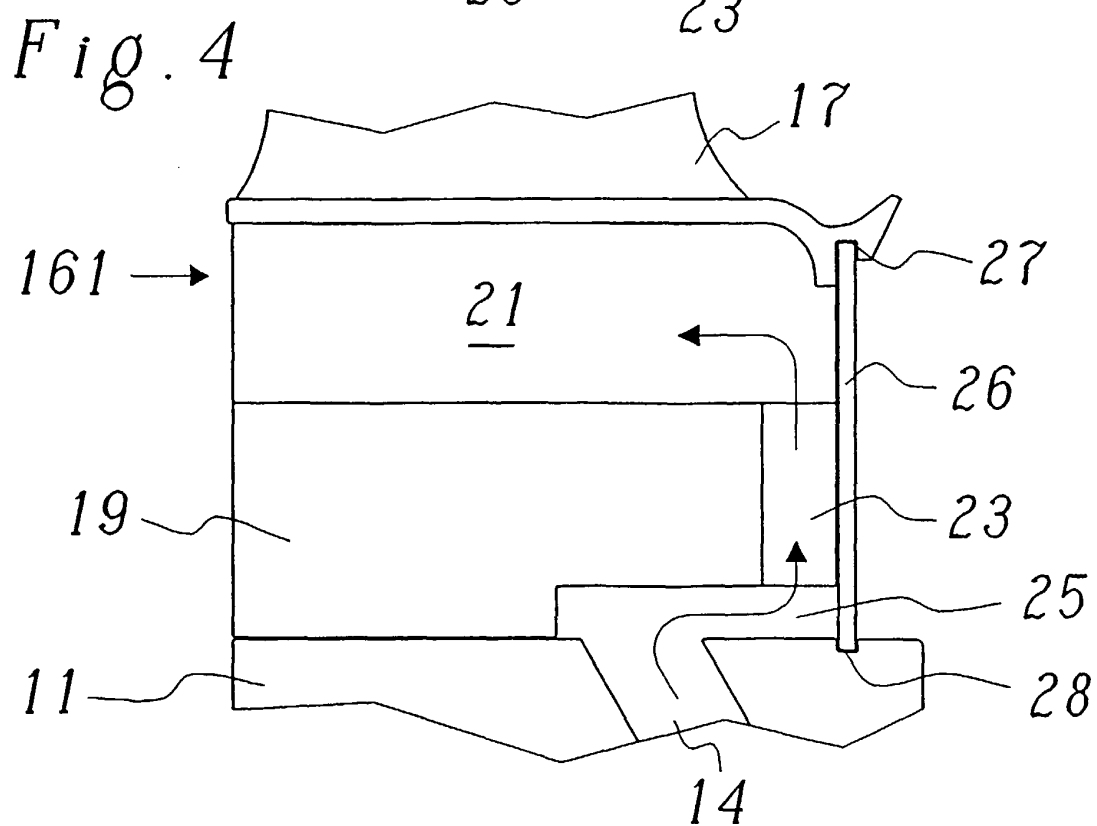
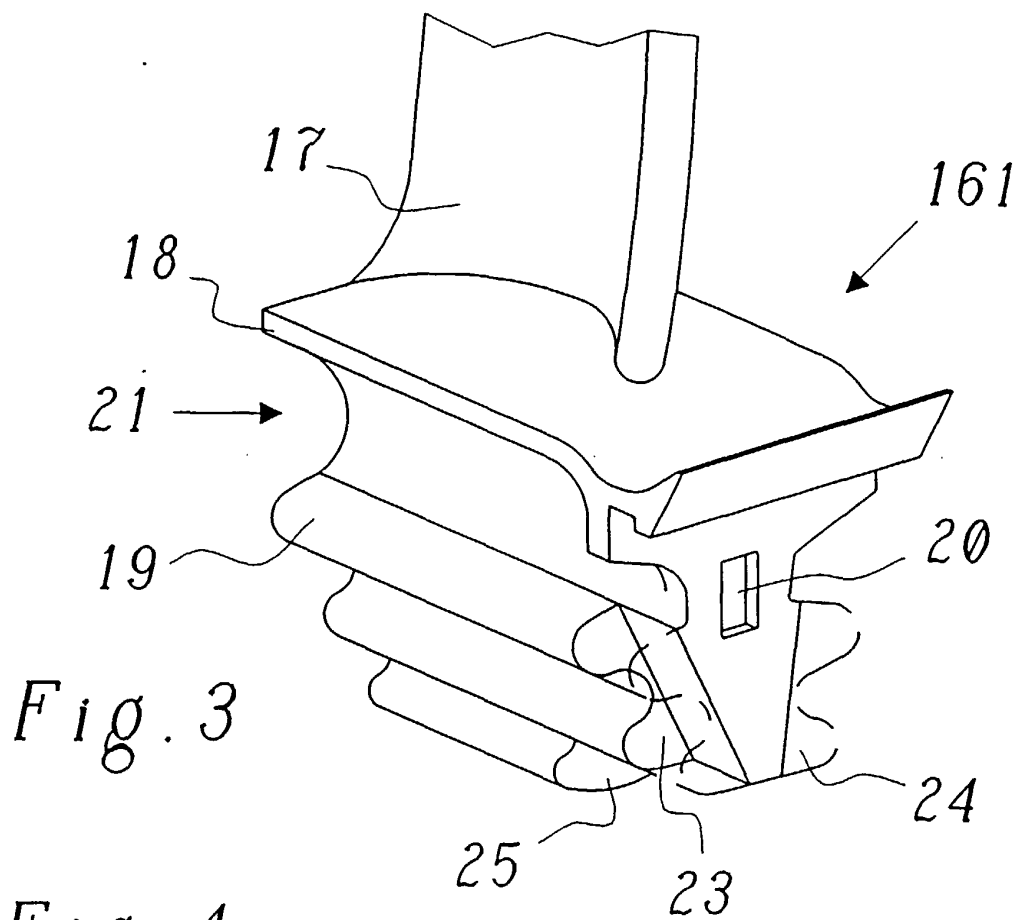
45

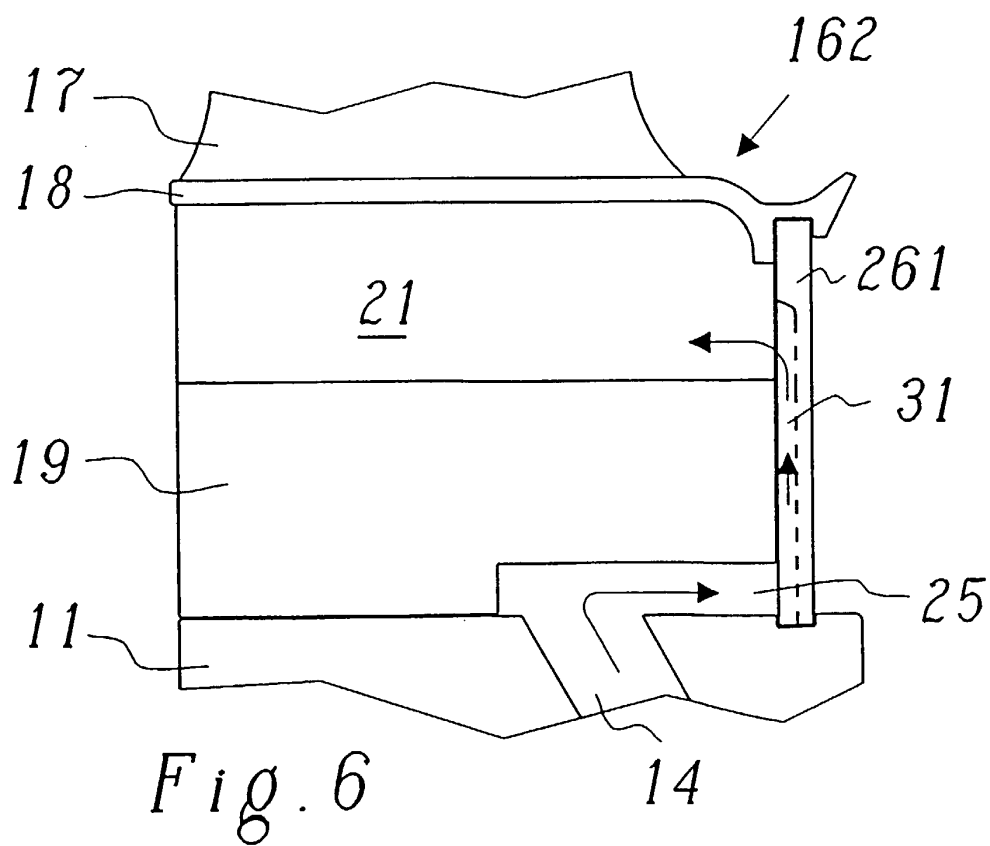
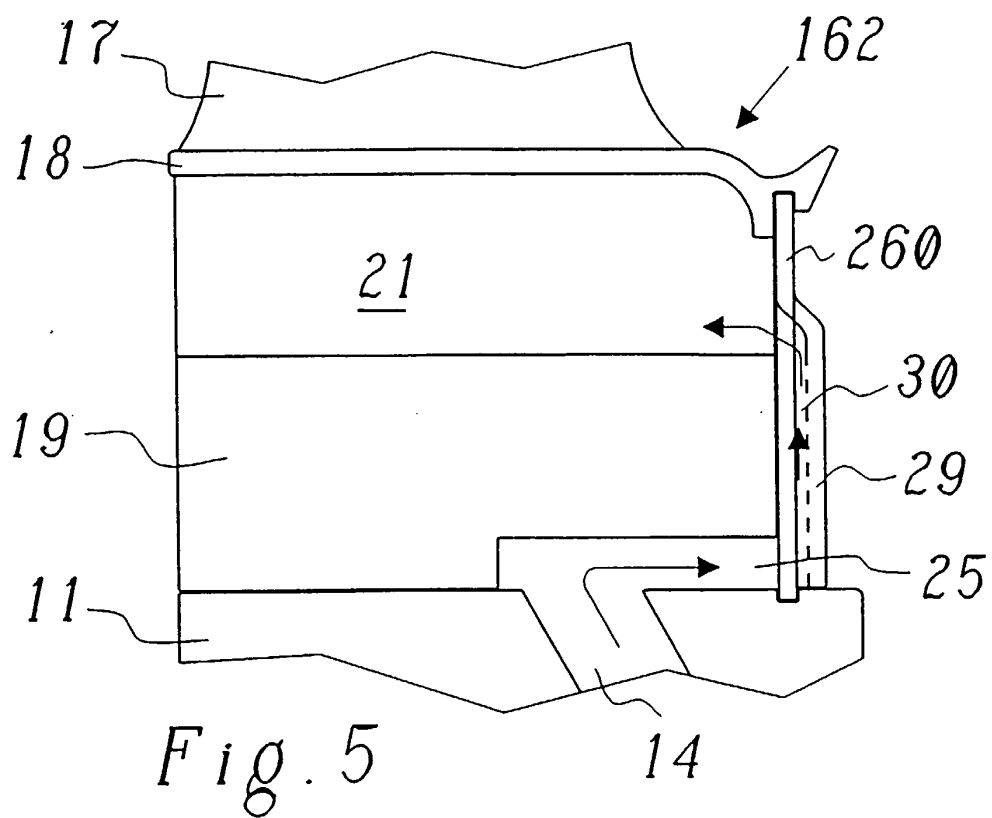
50

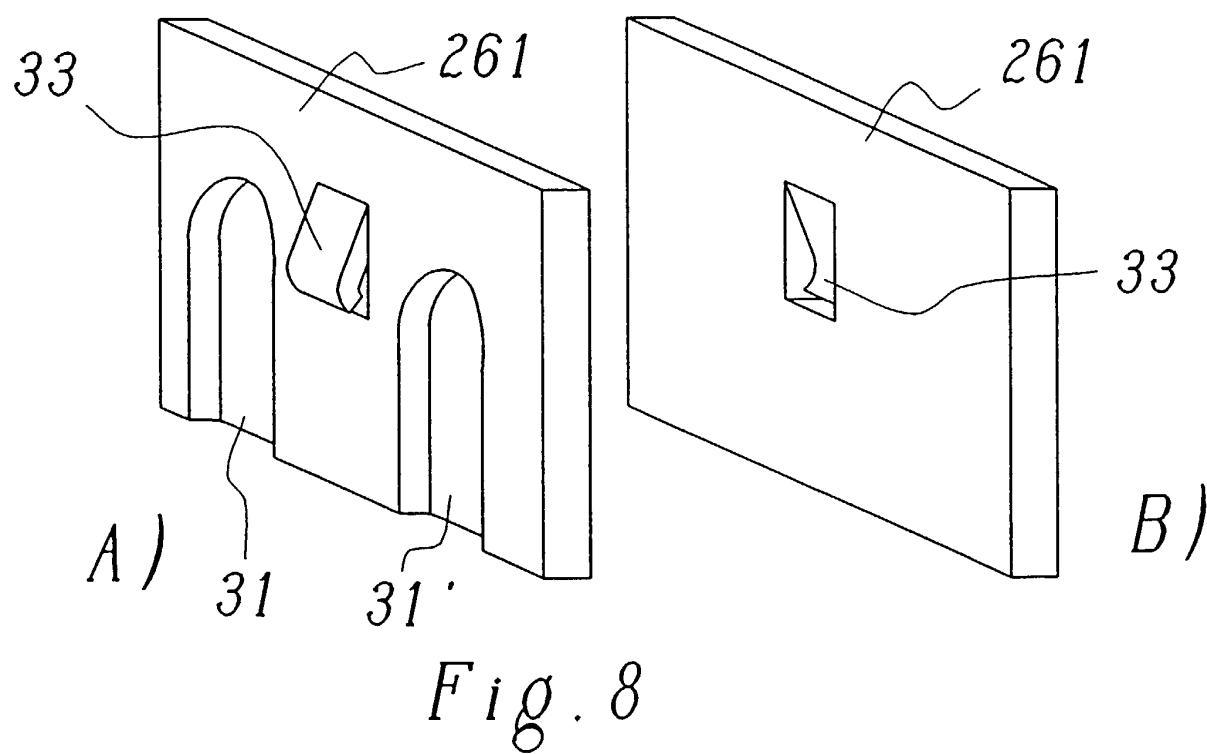
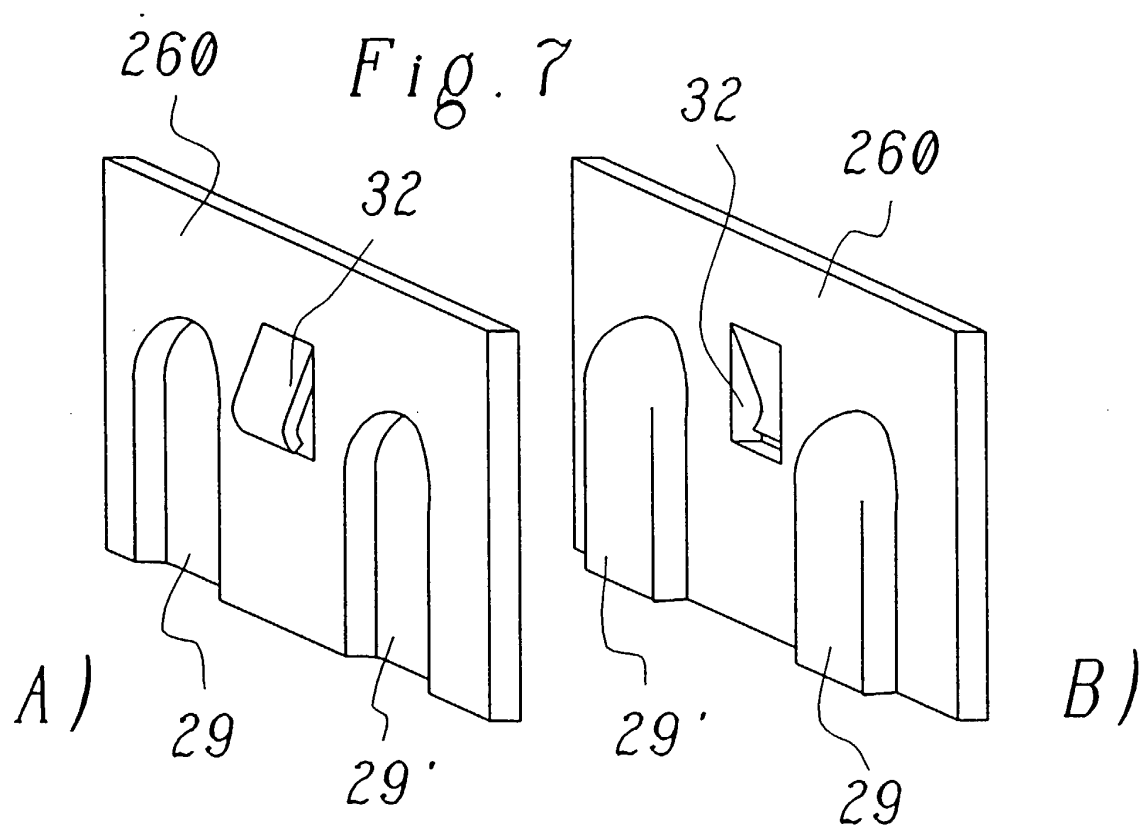
55













Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 00810930.8

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 7)
X	US 5415526 A (MERCADANTE et al.) 16 Mai 1995, Abbildung 2, Spalte 4, Zeilen 22-26. --	1	F01D5/18
A	EP 0043300 A (SNECMA) 06 Januar 1982, Abbildung 1. --	1	
A, D	US 5800124 A (ZELESKY) 01 September 1998, Abbildung 3. --	1	
A	DE 2639511 A (GENERAL ELECTRIC) 17 März 1977, Abbildung 2. --	1	
A	US 4523890 A (THOMPSON) 18 Juni 1985. ----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 7)
			F01D
Recherchenort WIEN		Abschlussdatum der Recherche 12-12-2000	
		Prüfer BAUMANN	
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			

EPA Form 1503 03 82

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR: EP 00810930.8

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 EPIDOS-INPADOC-Datei am 15.12.00. Diese Angaben dienen zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführte Patenddokumente	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US A 5415526	16-05-1995	DE C0 69404857	11-09-1997
		DE T2 69404857	26-02-1998
		EP A1 729544	04-09-1996
		EP B1 729544	06-08-1997
		JP T2 9505378	27-05-1997
		WO A1 9514157	26-05-1995
EP A2 43300	06-01-1982	DE C0 3163609	20-06-1984
EP A3 43300	13-01-1982	FR A1 2485632	31-12-1981
EP B1 43300	16-05-1984	FR B1 2485632	05-07-1985
US A 5800124	01-09-1998	EP A2 801208	15-10-1997
		EP A3 801208	14-07-1999
		JP A2 10047003	17-02-1998
DE A1 2639511	17-03-1977	FR A1 2323007	01-04-1977
		IT A 1063518	11-02-1985
		JP A2 52041717	31-03-1977
US A 4523890	18-06-1985	CA A1 1207672	15-07-1986
		GB A0 8425086	07-11-1984
		GB A1 2148404	30-05-1985
		GB B2 2148404	17-02-1988

Bezüglich näherer Einzelheiten zu diesem Anhang siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamtes, Nr. 12/82.