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

(11) EP 1 130 217 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.09.2001 Patentblatt 2001/36

(51) Int Cl.[7]: **F01D 5/30**, F01D 5/32

(21) Anmeldenummer: **00810175.0**

(22) Anmeldetag: **01.03.2000**

(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 Alstom Power N.V.**
1181 NB Amstelveen (NL)

(72) Erfinder:
- **Müller, Michael, Prof. Dr.**
89075 Ulm (DE)
- **Knorr, Manfred**
79761 Waldshut-Tiengen (DE)
- **Pross, Jörg, Dr.**
79774 Albbruck (DE)

(74) Vertreter: **Pöpper, Evamaria, Dr.**
ALSTOM (Schweiz) AG
Intellectual Property CHSP
Haselstrasse 16/699, 5. Stock
5401 Baden (CH)

(54) Befestigung von Laufschaufeln in einer Turbomaschine

(57) Die Laufschaufeln einer Turbomaschine sind mittels Schaufelfüssen (1) am Rotor (3) der Maschine befestigt, indem sie in Umfangsnuten (2) verankert sind. Erfindungsgemäss weisen die Schaufelfüsse (1) mindestens eine Vertiefung oder Öffnung (4) auf, die in Umfangsrichtung verläuft und in denen jeweils ein Verbindungsstück (5) angeordnet ist. Dieses Verbindungsstück (5) verbindet mindestens zwei Schaufelfüsse (1) zu einem Schaufelpaket. Durch die Verbindung sind die Schaufelfüsse (1) vor einer Verdrehung und einem Herausfallen aus der Umfangsnut (2) gesichert. Das Verbindungsstück (5) besteht aus einem Formstück, das mit kleinem Spiel in der Vertiefung oder Öffnung (4) eingelegt ist, wobei eine Verschiebung eines Schaufelfusses (1) und des Verbindungsstücks(5) relativ zueinander noch ermöglicht ist. Der Schaufelfuss der letzten Schaufel einer Schaufelreihe, die in einer Umfangsnut montiert wird, wird durch ein Schlussverbindungsstück mit den benachbarten Schaufelfüssen verriegelt.

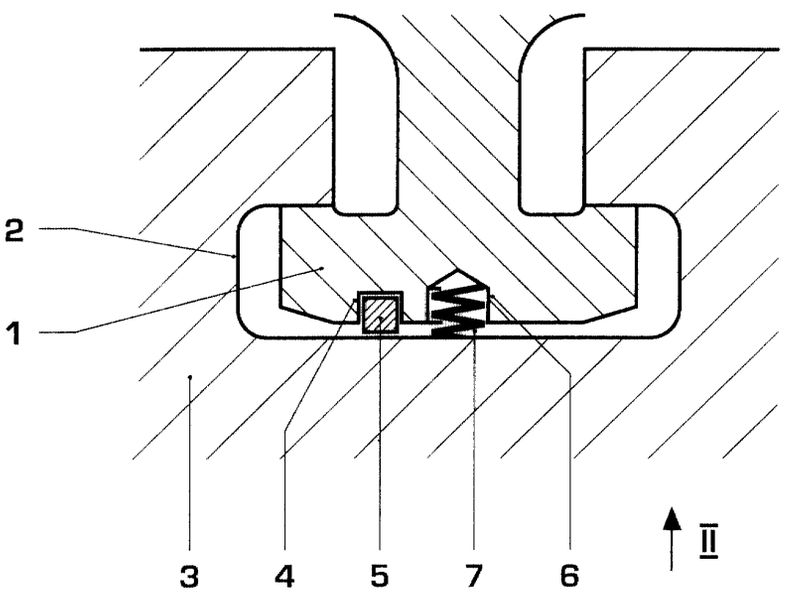

Fig. 1

EP 1 130 217 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft Laufschaufeln mit Schaufelfüssen, die in Umfangsnuten am Rotor einer Turbomaschine befestigt sind. Sie betrifft insbesondere ihre Befestigung und Sicherung gegen Verdrehung und Herausfallen aus der Nut.

Stand der Technik

[0002] Eine bekannte Art und Weise, Laufschaufeln an einem Rotor einer Turbomaschine zu montieren, ist die Verankerung mittels Schaufelfüssen in T-förmigen Umfangsnuten. Um die Montage der Schaufeln in einer Umfangsnut, insbesondere der letzten Schaufel zu ermöglichen, ist ein gewisses Montagespiel in Umfangrichtung erforderlich. Beim Betrieb der Maschine kann es vorkommen, dass die Laufschaufeln sich verschieben und sich ein Spalt bildet, der gross genug ist, dass sich ein Schaufelfuss dreht und aus der Nut herausfällt. Dieses Problem wird durch eine Verkleinerung des Montagespiels gelöst, indem zwischen den Schaufelfüssen Zwischenstücke eng eingebaut werden, sodass das Montagespiel ausgefüllt wird. Nach Einbau der Zwischenstücke ist das verbleibende Spiel zwischen den Schaufelfüssen jedoch oft zu klein, um freie thermische Dehnungen zu ermöglichen. Aufgrund der Dehnungen entstehen dabei Kräfte, welche die Laufruhe des Rotors stören und schliesslich Vibrationen hervorrufen können.

Darstellung der Erfindung

[0003] Es ist hieraus die Aufgabe der Erfindung, eine Befestigung von Laufschaufeln mit Schaufelfüssen in Umfangsnuten am Rotor einer Turbomaschine zu schaffen, die eine Verdrehung und ein Herausfallen der Schaufelfüsse verhindert und zugleich ein genügend grosses Spiel für freie thermische Dehnungen gewährt.

[0004] Diese Aufgabe ist durch eine Schaufelbefestigung gemäss dem Anspruch 1 gelöst.

Die Schaufelfüsse, welche in Umfangsnuten verankert sind, weisen erfindungsgemäss jeweils mindestens eine Vertiefung oder Öffnung auf, die in Umfangsrichtung verläuft und in denen jeweils ein Verbindungsstück angeordnet ist, das mindestens zwei Schaufelfüsse miteinander zu einem Schaufelpaket verbindet.

Die so verbundenen Schaufelfüsse werden dadurch an einer Verdrehung gehindert. Ein Verbindungsstück besteht aus einem Formstück eines beliebigen Querschnitts, und ist in einer Vertiefung oder Öffnung angeordnet, dessen Querschnitt dem Formstück angepasst ist. Dabei ist die Vertiefung oder Öffnung sowie das Formstück so dimensioniert, dass das Formstück mit kleinem Spiel in einer Vertiefung oder Öffnung liegt und eine Verschiebung eines Schaufelfusses und des Formstücks relativ zueinander noch möglich ist.

[0005] Durch die erfindungsgemässe Verbindung von Schaufelfüssen ist die Rotationsfreiheit der Schaufelfüsse um die Schaufel-Längsachse insofern reduziert, dass sie vor einer Verdrehung und einem Herausfallen gesichert sind. Zwischenstücke werden zum teilweisen Auffüllen des Montagespalts zwischen den Schaufelfüssen eingebaut. Sie haben jedoch nicht mehr die Funktion der Verdrehsicherung der Schaufelfüsse inne und brauchen nunmehr nicht so eng eingebaut zu werden. Dadurch sind freie thermische Dehnungen der Schaufelfüsse gewährleistet.

[0006] In einer ersten Ausführung der Erfindung besteht das Verbindungsstück aus einem Formstück von rechteckigem Querschnitt, das in einer ebenfalls rechteckigen Vertiefung an der Seite des Schaufelfusses eingelegt ist, die dem Rotor und Nutboden zugewandt ist.

In einer zweiten Ausführung der Erfindung besteht das Verbindungsstück aus einem runden Draht, der in einer Bohr-Öffnung im Schaufelfuss eingeschoben ist. Wiederum ist der Durchmesser der Öffnung und des Drahtes so dimensioniert, dass eine Verschiebung des Schaufelfusses entlang dem Draht möglich ist.

[0007] In einer Variante weisen die Schaufelfüsse jeweils eine Vertiefung oder Öffnung auf, die sich in Umfangsrichtung erstreckt. In einer weiteren Variante der Erfindung weisen die Schaufelfüsse jeweils zwei in Umfangsrichtung parallel verlaufende Vertiefungen oder Öffnungen auf, in die je ein Verbindungsstück eingelegt bzw. eingeschoben wird.

[0008] In Anbetracht der thermischen Dehnungen der Turbinenteile und Montage der Schaufelfüsse sind verschiedene Längen des Verbindungsstücks ausführbar. Hierzu ist in einer Ausführung ein einziges Verbindungsstück angeordnet, das sich fast über den gesamten Umfang einer Nut erstreckt und fast alle Schaufelfüsse in dieser Nut miteinander verbindet.

In einer weiteren Ausführung sind in den Vertiefungen oder Öffnungen kürzere Verbindungsstücke angeordnet, die jeweils zwei oder mehrere benachbarte Schaufelfüsse miteinander zu einem Schaufelpaket verbinden.

[0009] In einer weiteren Ausführung mit zwei parallel zueinander verlaufenden Vertiefungen oder Öffnungen sind kurze Verbindungsstücke angeordnet, die jeweils zwei Schaufelfüsse zu einem Schaufelfusspaar miteinander verbinden. Nebeneinander und parallel angeordnete Verbindungsstücke sind dabei um einen Schaufelfuss voneinander versetzt, indem ein erstes Verbindungsstück in eine erste Vertiefung oder Öffnung eingelegt ist und einen ersten und benachbarten, zweiten Schaufelfuss verbindet. Ein zweites, parallel verlaufendes Verbindungsstück ist in die zweite, nebenliegenden Vertiefung oder Öffnung eingelegt und verbindet den zweiten und benachbarten, dritten Schaufelfuss, und so fort.

[0010] Der Fuss der letzten Schaufel wird in einen für ihn vorgesehene Montagespalt in die Nut eingedreht und zur Verdrehsicherung durch ein Schlussverbin-

dungsstück mit den benachbarten Schaufelfüssen verriegelt, indem ein Verbindungsstück in die Vertiefung oder Öffnung des letzten Schaufelfusses hineingezogen wird.

[0011] In einer weiteren Ausführung der erfindungsgemässen Schaufelbefestigung ist an der dem Nutboden zugewandten Seite des Schaufelfusses jeweils in einer Vertiefung eine Anpressfeder angeordnet, welche eine Verschiebung der Schaufel auf dem Rotor weiter reduziert, sodass eine Spaltbildung und daraus resultierende aerodynamische Nachteile vermieden werden.

[0012] Für die Realisierung der erfindungsgemässen Befestigung sind nur Arbeiten an den Schaufelfüssen erforderlich, während der Rotor bestehen bleibt. Diese Befestigung ist deshalb insbesondere für Retrofit an bestehenden Maschinen geeignet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] Es zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt eines Schaufelfusses verankert in einer Umfangsnut mit einem erfindungsgemässen Verbindungsstück,

Figur 2 eine Ansicht II mehrerer Schaufelfüsse und ein Beispiel einer Verdrehsicherung durch Verbindung von mehreren benachbarten Schaufelfüssen,

Figur 3 in selber Ansicht wie in Figur 2 ein weiteres Beispiel einer erfindungsgemässen Verdrehsicherung durch Verbindung von mehreren Schaufelfüssen,

Figur 4a-e in selber Ansicht wie in Figur 2 einen Ablauf einer Montage und Verriegelung des letzten Schaufelfusses mit erfindungsgemässen Verbindungsstücken.

Weg der Ausführung der Erfindung

[0014] Figur 1 stellt einen Schaufelfuss 1 dar, der in einer invers-T-förmigen Umfangsnut 2 in einem Rotor 3 einer Turbomaschine verankert ist. Der Schaufelfuss 1 weist an der Seite, welche dem Nutboden zugewandt ist, eine Vertiefung 4 mit einem rechteckigen Querschnitt auf. Ein Verbindungsstück 5 mit einem ähnlich rechteckigen Querschnitt ist mit einem kleinen Spiel in der Vertiefung eingelegt. Der Querschnitt der Vertiefung im Schaufelfuss und des zugehörigen Verbindungsstücks ist grundsätzlich beliebig. Anstelle des rechteckigen Querschnitts für die Vertiefung und das Verbindungsstück sind zum Beispiel auch elliptische oder runde Formen ausführbar.

In der Mitte der dem Nutboden zugewandten Seite des Schaufelfusses ist eine runde Vertiefung 6 angeordnet, in der eine Pressfeder 7 eingelegt ist, die den Schaufelfuss zusätzlich an Verschiebungen hindert.

Figur 2 zeigt eine Ansicht II von mehreren benachbarten, in der Umfangsnut verankerten Schaufelfüssen 1, die durch ein Verbindungsstück 5 verbunden sind. Sie bilden ein Paket von Schaufelfüssen, welches sich in der Umfangsnut dank ihrer grösseren Länge nicht verdrehen kann, auch wenn durch Verschiebung der Schaufelfüsse während des Betriebs ein Montagespalt entstanden ist. Das Verbindungsstück gewährt somit eine Verdrehsicherung, die ein Herausfallen der Schaufeln verunmöglicht.

Die Schaufelfüsse entlang der gesamten Umfangsnut werden auf diese Art zu mehreren solcher Schaufelfuss-Paketen miteinander verbunden. Eine Verbindung von fast allen Schaufelfüssen, mit Ausnahme der letzten oder zwei letzten Schaufeln, durch ein einziges Verbindungsstück, ist ebenfalls ausführbar.

[0015] Figur 3 zeigt mehrere Schaufelfüsse in einer Umfangsnut verankert mit einer weiteren erfindungsgemässen Anordnung von Verbindungsstücken. Die Schaufelfüsse 1, 1a,1b,1c,1d weisen jeweils an ihrer dem Nutboden zugewandten Seite zwei parallel verlaufende Vertiefungen auf, die beidseits der Schaufelfussmitte angeordnet sind. In beiden Vertiefungen sind kurze Verbindungsstücke 5a, 5b, 5c eingelegt. Jedes Verbindungsstück verbindet jeweils ein Schaufelfusspaar, wobei die parallel nebeneinander angeordneten Verbindungsstücke jeweils um einen Schaufelfuss versetzt sind. Beispielsweise ist ein Verbindungsstück 5a in der ersten Vertiefung der zwei Schaufelfüsse 1a und 1b eingelegt, wobei es diese verbindet und gegen eine Verdrehung sichert. Ein zweites Verbindungsstück 5b ist in der zweiten, parallel verlaufenden Vertiefung der Schaufelfüsse 1b und 1c eingelegt, wobei es dieses Schaufelfusspaar verbindet. Das nächste Verbindungsstück 5c ist wiederum in der Vertiefung auf der ersten Seite der Schaufelfüsse eingelegt und verbindet die Schaufelfüsse 1c und 1d.

In den Figuren 4a bis 4e ist die Montage der letzten Schaufel der Umfangsnut und die Verriegelung ihres Schaufelfusses mit den benachbarten Schaufelfüssen mittels den erfindungsgemässen Verbindungsstücken dargestellt.

Figur 4a zeigt Schaufelfüsse 11 und 12, die von den Schaufelfüssen 13 und 14 durch einen Montagespalt in der Umfangsnut 2 beabstandet sind. Die Schaufelfüsse 11 und 12 sind mit Verbindungsstücken 5d und 5e miteinander verbunden. Sie erstrecken sich beide beispielsweise über mehrere Schaufelfüsse. Die Schaufelfüsse 13 und 14 sind mittels Verbindungsstücken 5f und 5g miteinander verbunden und gesichert.

Figur 4b zeigt dieselbe Umfangsnut 2 mit der letzten Schaufel, deren Schaufelfuss 15 in dem Montagespalt der Nut 2 verankert worden ist. Die Vertiefungen 4 des Schaufelfusses 15 sind hier noch leer, der Schaufelfuss also noch nicht gegen Verdrehung gesichert. Die Verriegelung dieses letzten Schaufelfusses verläuft wie folgt gemäss den Figuren 4c-e: Der Schaufelfuss 12 wird zunächst über den verbleibenden Spalt hinweg neben den Schaufelfuss 15 geschoben, sodass die Enden der Verbindungsstücke 5d und 5e sichtbar werden. Das Verbindungsstück 5d wird sodann in dieselbe Richtung

gezogen bis sein Ende in der Vertiefung 4 des Schaufelfusses 12 zu liegen kommt. Die Montage und Verriegelung wird vervollständigt, indem die Spalten zwischen sämtlichen Schaufelfüssen in der Umfangsnut leicht vergrössert werden, sodass der Spalt, der nach der Montage der letzten Schaufel verblieben ist, über die ganze Umfangsnut verteilt wird. Mittels Zwischenstükken werden diese verbleibenden Spalten aufgefüllt.
Es resultiert, dass fast alle Schaufelfüsse mittels zwei parallel verlaufenden Verbindungsstücken gegen Verdrehung gesichert sind und die übrigen Schaufelfüsse zumindest mittels einem Verbindungsstück gesichert sind. Dadurch ist gewährleistet, dass keine der Schaufeln sich verdrehen und aus der Nut fallen kann.
Die Zwischenstücke sind ein bekanntes Bauteil und sind hier nicht dargestellt. Sie sind so dimensioniert, dass sie das Montagespiel verkleinern und sich während des Turbinenbetriebs kein grösserer Spalt mehr bilden kann, welcher die Laufruhe des Rotors stören könnte. Dank der Verdrehsicherung brauchen sie das Montagespiel jedoch nicht mehr restlos aufzufüllen, sodass zwischen den Schaufelfüssen ein genügend grosser freier Raum verbleibt, in dem thermische Dehnungen frei gewährt sind.

Bezugszeichenliste

[0016]

1, 1a-1d, 11-15	Schaufelfuss
2	Umfangsnut
3	Rotor
4	Vertiefung
5, 5a-g	Verbindungsstück
6	Vertiefung
7	Anpressfeder

Patentansprüche

1. Befestigung von Laufschaufeln am Rotor (3) einer Turbomaschine, wobei die Laufschaufeln jeweils einen Schaufelfuss (1) aufweisen, der in einer Umfangsnut (2) verankert ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schaufelfüsse (1) jeweils mindestens eine Vertiefung (4) oder Öffnung aufweisen, wobei die Vertiefung oder Öffnung in Umfangsrichtung verläuft und in der Vertiefung oder Öffnung jeweils ein Verbindungsstück (5) angeordnet ist, das der Form der Vertiefung (4) oder Öffnung angepasst ist, und das Verbindungsstück mindestens zwei Schaufelfüsse (1) zu einem Schaufelfuss-Paket verbindet.

2. Befestigung von Laufschaufeln nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schaufelfüsse (1) jeweils zwei Vertiefungen (4) oder Öffnungen aufweisen, in die je ein Verbindungsstück angeordnet ist.

3. Befestigung von Laufschaufeln nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die mindestens eine Vertiefung (4) jeweils an der dem Nutboden der Umfangsnut (2) zugewandten Seite des Schaufelfusses (1) angeordnet ist und einen rechteckigen Querschnitt aufweist und das Verbindungsstück (5), das jeweils in die mindestens eine Vertiefung (4) eingelegt ist, ein Formstück von gleichem rechteckigem Querschnitt ist.

4. Befestigung von Laufschaufeln nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Öffnung am Schaufelfuss (1) eine Bohröffnung ist und das Verbindungsstück aus einem Draht von gleichem Durchmesser besteht, das in die Bohröffnung eingeschoben ist.

5. Befestigung von Laufschaufeln nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Verbindungsstücke (5) sich fast über den gesamten Nutumfang erstrecken und fast alle Schaufelfüsse (1) zu einem Schaufelpaket verbinden.

6. Befestigung von Laufschaufeln nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Verbindungsstücke (5) sich über zwei oder mehrere Schaufelfüsse (1) erstrecken und diese zu mehreren Schaufelpaketen verbinden.

7. Befestigung von Laufschaufeln nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schaufelfüsse (2) jeweils zwei Vertiefungen (4) oder Öffnungen aufweisen und die Verbindungsstücke (5) sich jeweils über zwei Schaufelfüsse (1) erstrecken und die parallel nebeneinander angeordneten Verbindungsstücke um einen Schaufelfuss versetzt angeordnet sind.

8. Befestigung von Laufschaufeln nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schaufelfüsse (1) jeweils eine runde Vertiefung (6) aufweisen, in der eine Anpressfeder (7) angeordnet ist.

9. Befestigung von Laufschaufeln nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der letzte in die Umfangsnut (2) montierte Schaufelfuss (1) durch Verschieben von einem oder zwei Verbindungsstücken (5d, 5e) mit den benachbarten Schaufelfüssen verriegelt ist.

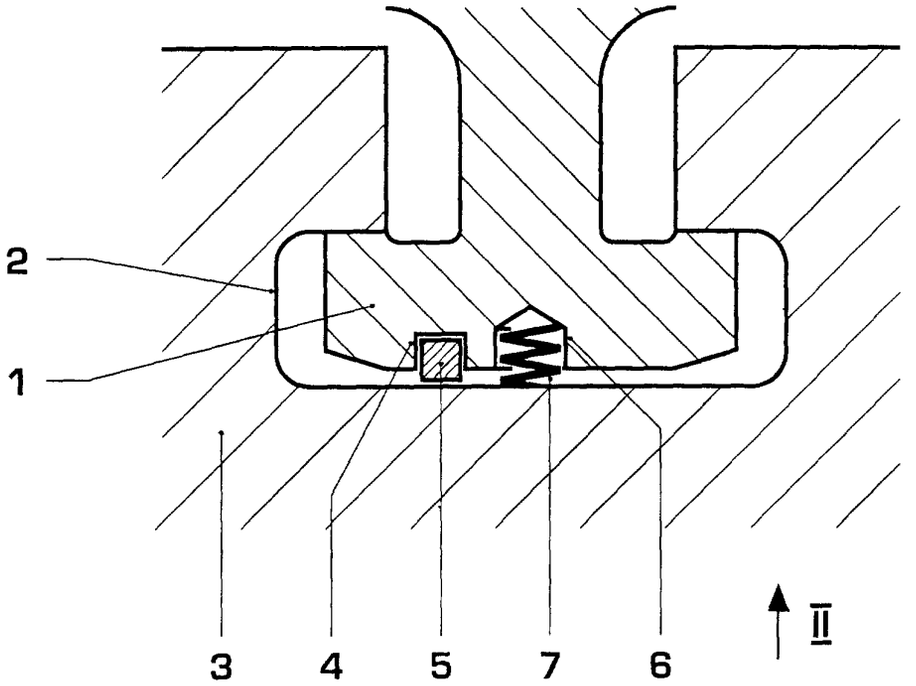

Fig. 1

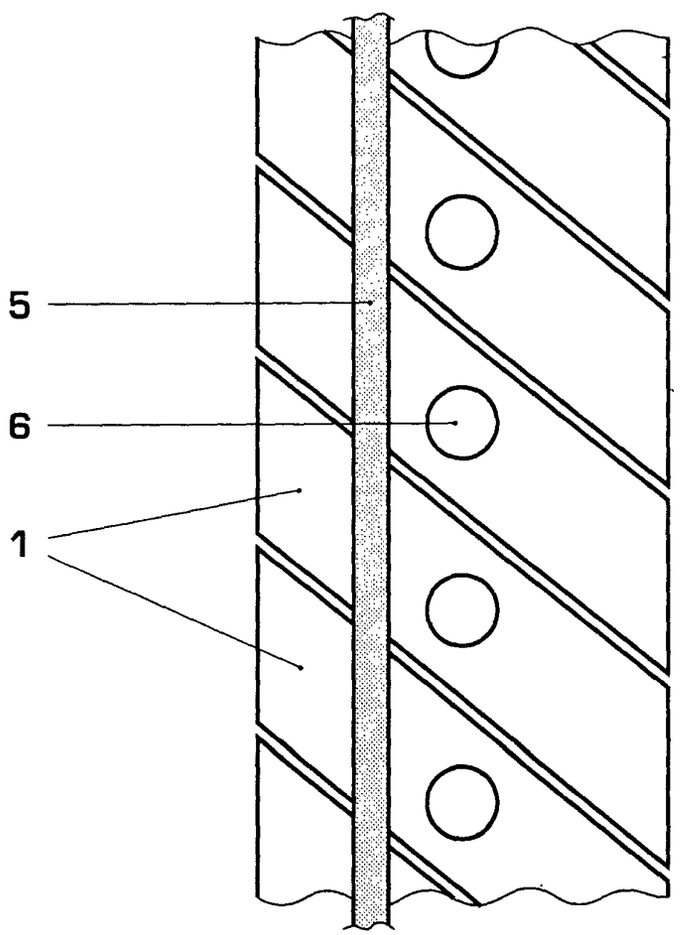

Fig. 2

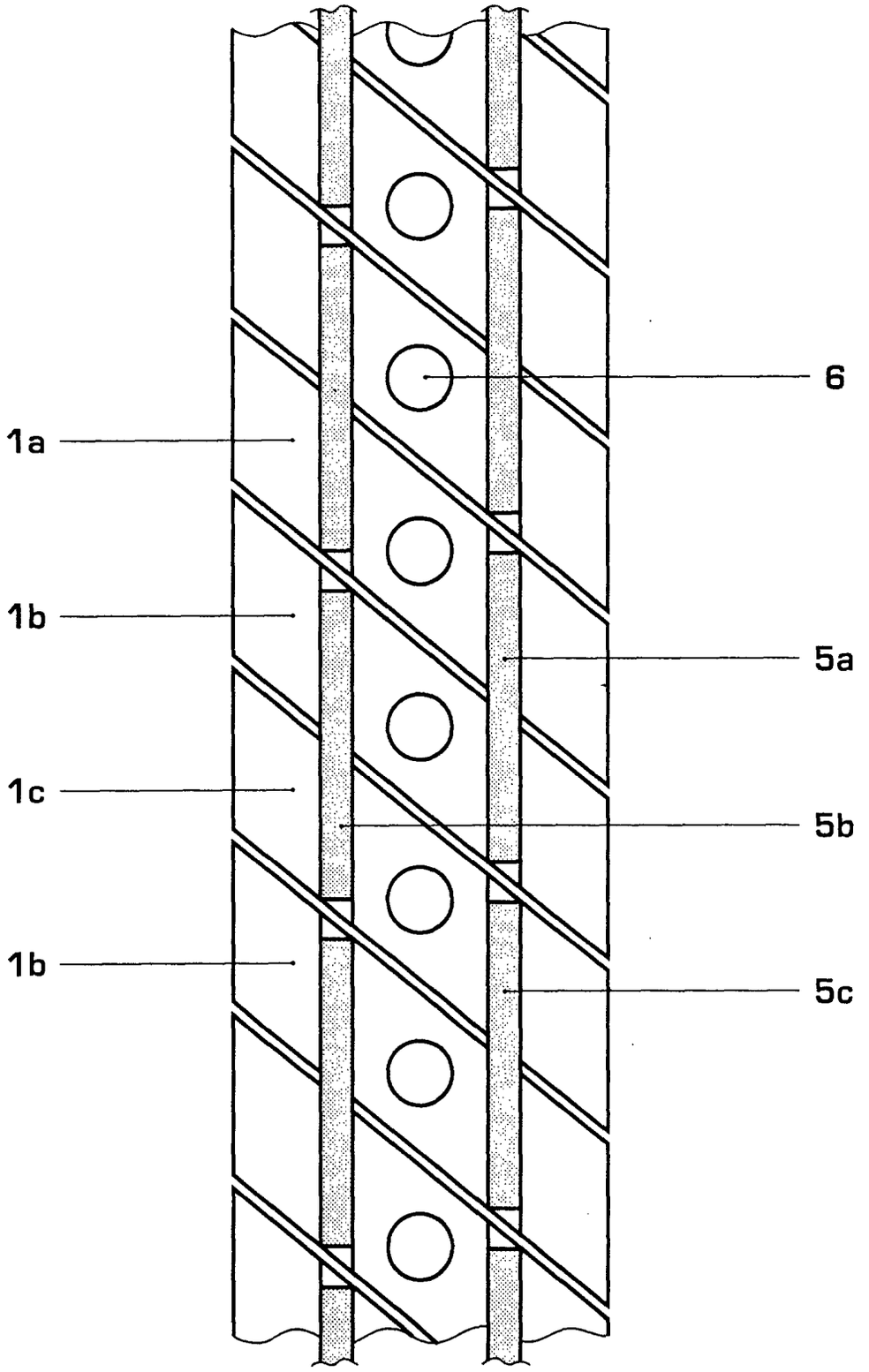

Fig. 3

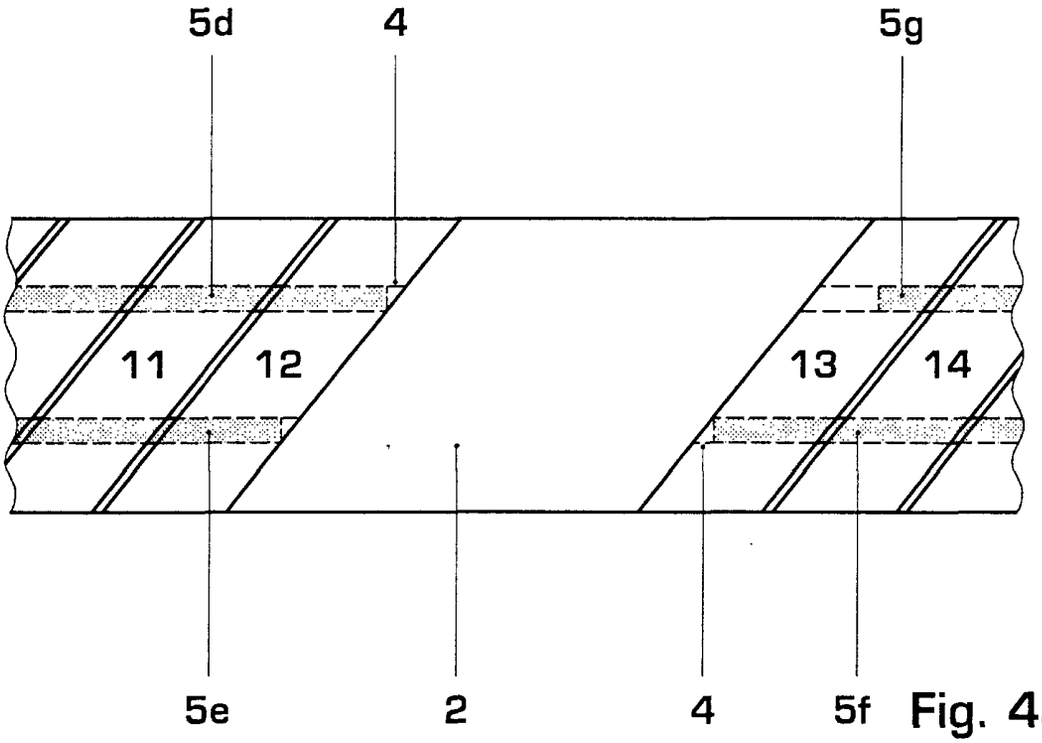

Fig. 4a

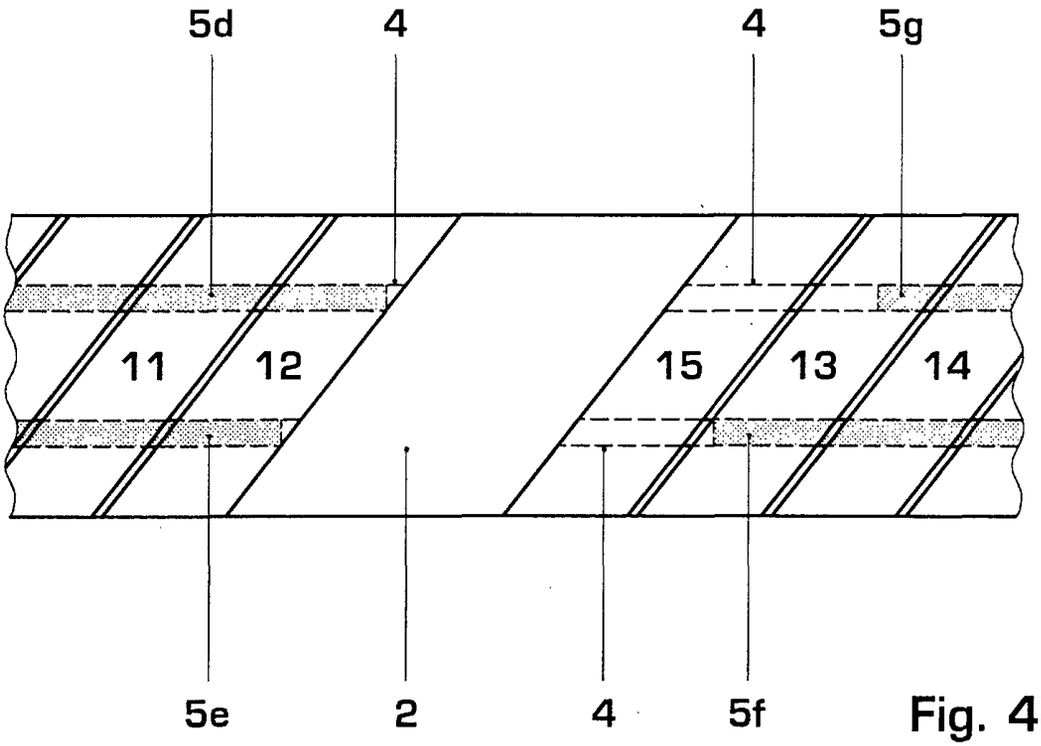

Fig. 4b

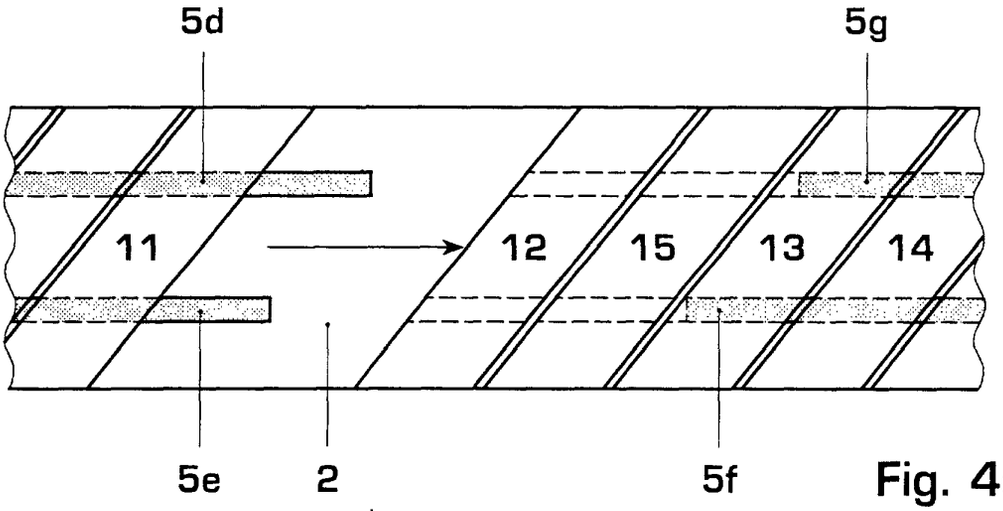

Fig. 4c

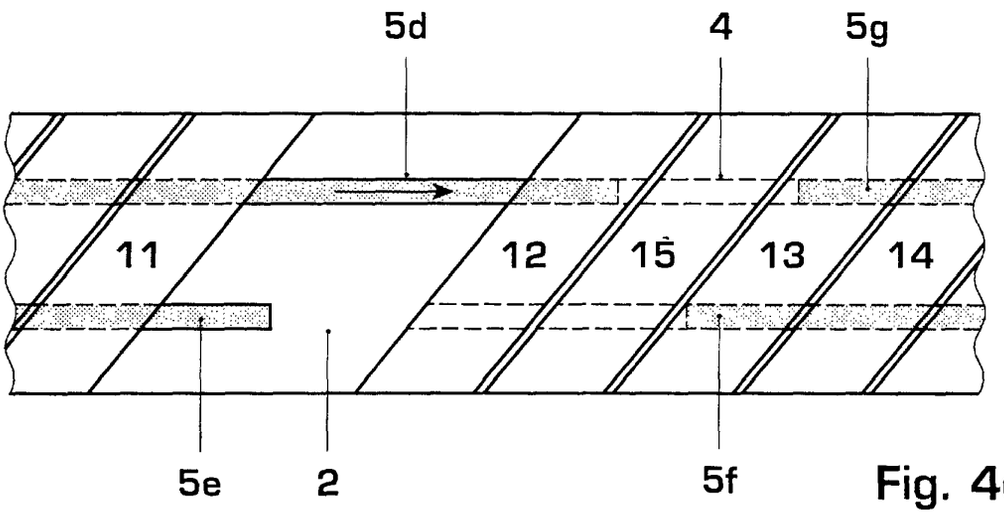

Fig. 4d

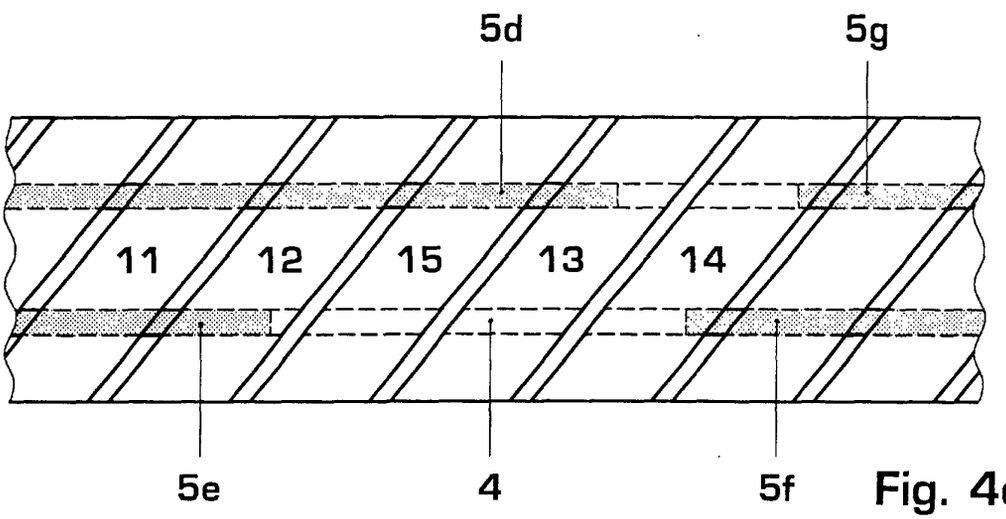

Fig. 4e

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 81 0175

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X Y	DE 333 353 C (KRUPP GERMANIAWERFT) 23. Februar 1921 (1921-02-23) * Abbildung 1 *	1,4,6 1-9	F01D5/30 F01D5/32
Y	US 5 509 784 A (CARUSO DAVID A ET AL) 23. April 1996 (1996-04-23) * Spalte 4, Zeile 37 - Zeile 50; Abbildungen 1,2 *	1-9	
X Y	DE 459 203 C (HOLZWARTH) 27. April 1928 (1928-04-27) * das ganze Dokument *	1,6 1-9	
Y	DE 17 51 819 B (SULZER) 21. Januar 1971 (1971-01-21) * Abbildung 1 *	8	
A	US 2 809 801 A (CURRY) 15. Oktober 1957 (1957-10-15) * Abbildungen 1,2 *	1,4,8	
A	GB 614 678 A (PARSONS) 20. Dezember 1948 (1948-12-20)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F01D
A	EP 0 530 097 A (SNECMA) 3. März 1993 (1993-03-03)		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	20. Juli 2000	Iverus, D

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 00 81 0175

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.

20-07-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 333353 C		KEINE	
US 5509784 A	23-04-1996	KEINE	
DE 459203 C		KEINE	
DE 1751819 B	21-01-1971	BE 736540 A	26-01-1970
		CH 494341 A	31-07-1970
		FR 2013754 A	10-04-1970
		GB 1274547 A	17-05-1972
		JP 49024485 B	24-06-1974
		NL 6811392 A	29-01-1970
		US 3567337 A	02-03-1971
US 2809801 A	15-10-1957	KEINE	
GB 614678 A		CH 264713 A	
		FR 948700 A	18-08-1949
EP 0530097 A	03-03-1993	FR 2680828 A	05-03-1993
		CA 2077051 A	01-03-1993

EPO FORM P0461

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