



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 028 231 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.08.2000 Patentblatt 2000/33

(51) Int Cl.7: **F01D 5/30**

(21) Anmeldenummer: **99810127.3**

(22) Anmeldetag: **12.02.1999**

(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 (Schweiz) AG**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Hohmann, Siegfried**
79761 Waldshut (DE)

• **Freuschle, Dieter**
79761 Waldshut (DE)

(74) Vertreter: **Pöpper, Evamaria, Dr.**
ABB Business Services Ltd
Intellectual Property (SLE-I),
Haselstrasse 16 Bldg. 699
5401 Baden (CH)

(54) **Befestigung von Laufschaufeln einer Strömungsmaschine**

(57) Laufschaufeln einer Strömungsmaschine sind mittels Schaufelfüssen in einer Umfangsnut am Rotor befestigt. Für den Einbau der letzten Laufschaufel ist ein Spalt zwischen der ersten und vorletzten Schaufel vorgesehen. Nach deren Einbau bleibt ein Restspalt in der Umfangsnut übrig, der mittels ganzen Zwischenstücken und halbierten Zwischenstücken (7a, 7b) aufgefüllt wird, die zwischen den Laufschaufelfüssen angeordnet werden. Erfindungsgemäss sind die Innenseiten (8) der halbierten Zwischenstücke (7a, 7b), die der Mitte der Um-

fangsnut zugewandt sind, hakenförmig ausgebildet. Die Innenseite (8) der einen Hälfte (7a) eines halbierten Zwischenstücks bildet dabei das geometrische Negativ der Innenseite (8) der anderen Hälfte (7b) des halbierten Zwischenstücks. Die beiden Hälften (7a, 7b) lassen sich dadurch formschlüssig miteinander verbinden. Durch diese Verbindung werden axiale Kräfte, die auf die Seitenwände der Umfangsnut wirken, verringert, sodass der Querschnitt der halbierten Zwischenstücke (7a, 7b) rechteckig und dadurch kostengünstiger gefertigt werden können.

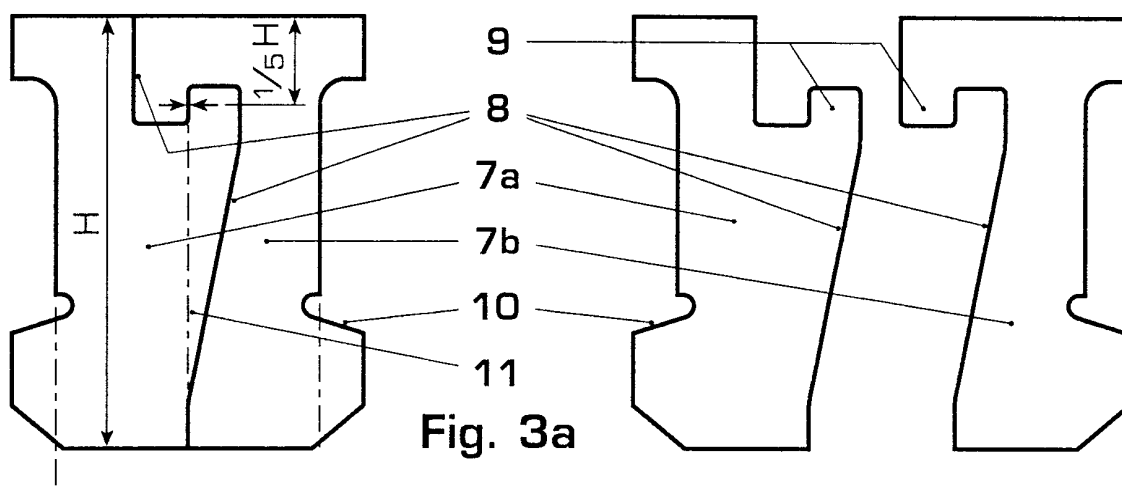


Fig. 3a

EP 1 028 231 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Befestigung von Turbinenlaufschaufeln in einer Umfangsnut am Turbinenrotor mittels hammerkopf-förmigen Schaufelfüssen. Die Montage der Schaufeln erfolgt durch Eindrehen der Schaufelfüsse. Die letzte Schaufel wird dabei in einem Restspalt entlang des Nutumfangs montiert. Die Erfindung betrifft insbesondere Bauteile, die zwischen den montierten Laufschaufelfüssen eingefügt werden und dazu dienen, den Restspalt aufzufüllen und dadurch die Schaufelfüsse zu fixieren.

Stand der Technik

[0002] Befestigungen von Laufschaufeln in Turbinenrotoren mittels Verankerungen von Schaufelfüssen in einer Umfangsnut sind bekannt. Solche Befestigungen werden insbesondere bei kleineren Schaufeln angewandt. Die Schaufelfüsse haben in ihrem horizontalen Querschnitt senkrecht zur Schaufellängsachse zumeist eine rhombische Grundform und weisen in der Längsachse grundsätzlich die Form eines umgekehrten T oder einer Hammerkopfform auf, welche in Nutzacken in der Nut eingreift. Die kurzen Seiten, eines Rhombus oder axialen Führungsflächen, sind dabei den Seitenwänden der Nut anliegend.

[0003] Bei der Montage von Schaufeln in Umfangsnuten im Rotor stellt sich jeweils das Problem der Montage der letzten Schaufel einer Schaufelreihe. Eine bekannte Methode ist die Gewährung eines Montagespalts, der so dimensioniert ist, dass der letzte Schaufelfuss gerade noch in die Nut eingeführt werden kann. Besitzt der Schaufelfuss eine rhombische Grundform, braucht der Montagespalt mindestens gleich der langen Diagonale des Rhombus zu sein, wie es in Figur 1a dargestellt ist und nachstehend näher erläutert wird. Nach dem Einführen und Drehen der letzten Schaufel in die gewünschte Orientierung verbleibt ein Restspalt zwischen der ersten und letzten (n-ten) Schaufel. Zur Fixierung der Schaufeln in der Nut und Vermeidung von Verschiebungen der Schaufeln während des Betriebs wird dieser Restspalt mittels Zwischenstücken oder Distanziereinlagen, welche zwischen den Schaufelfüssen angeordnet werden, aufgefüllt, wie in Figur 1b und c dargestellt und nachstehend erläutert. Figur 2a und b zeigen einzelne Zwischenstücke, wovon die einen ganze Zwischenstücke und die anderen halbierte Zwischenstücke sind. Bei den halbierten Zwischenstücken sind die in der Mitte aneinander liegenden Seiten gerade und vertikal. Die Zwischenstücke oder Distanziereinlagen dienen nicht nur der Fixierung der Schaufelfüsse in der Nut, sondern auch der Distanzierung der Schaufelfüsse voneinander und der gleichmässigen Verteilung des Restspalts über den Umfang der Nut.

[0004] Die Zwischenstücke besitzen jeweils die glei-

che Form wie die Schaufelfüsse, welche sie fixieren. Die Schaufelfüsse jeder Schaufelreihe sind jeweils entsprechend der Grösse der Schaufeln jener Schaufelreihe dimensioniert. Dabei unterscheiden sich die Schaufelfüsse einer Schaufelreihe von jenen einer weiteren Schaufelreihe in ihrer Breite, Länge sowie der Anzahl Zacken und Stufen in der T-Form oder Hammerkopf-Form.

[0005] Bei der Montage des letzten Zwischenstücks zeigt sich wiederum das gleiche Problem wie beim Montieren der letzten Schaufel. Zur Lösung dieses Problems wird wiederum ein Spalt gewährt, der gross genug für die Montage eines halbierten Zwischenstücks ist. Dieser kleinere Spalt wird schliesslich mittels halbierten Zwischenstücken, wie in Figur 2b dargestellt, aufgefüllt.

(Der am Ende nach Einlegen dieser halben Zwischenstücke noch übrig bleibende Spalt wird schliesslich durch ein drei-teiliges Schlusstück gefüllt, wonach die Schaufeln in der Umfangsnut für den Betrieb der Turbine ausreichend fixiert sind.)

[0006] Die Grundform, oder der Querschnitt, der hier beschriebenen ganzen Zwischenstücke sind rechteckig, d. h. die kurzen Seiten des Zwischenstücks, oder axialen Führungsflächen, liegen in einem Winkel zur Seitenwand der Umfangsnut. Die Zwischenstücke berühren also die Seitenwand der Nut nur mit ihren Ecken. Die Nut und die Zwischenstücke werden dadurch aber nicht stark belastet, da die seitliche Axialkraft auf die ganzen Zwischenstücke nur sehr gering ist.

[0007] Die halbierten Zwischenstücke haben im Passungsbereich einen rhombischen Querschnitt, wobei die kurzen Seiten des Rhombus in einem Winkel verschieden von 90° zu den langen Seiten stehen. Der Winkel ist so bemessen, dass die kurzen Seiten, oder axialen Führungsflächen an der Seitenwand der Umfangsnut flach aufliegen. Ein flaches Aufliegen ist deshalb notwendig, da die seitlichen Axialkräfte, die auf das halbierte Zwischenstück wirken, im Vergleich zu den ganzen Zwischenstücken viel grösser sind. Würden die kurzen Seiten nicht flach auf die Seitenwände der Nut aufliegen, würden sich die halbierten Zwischenstücke in der Seitenwand einkerben und diese beschädigen.

[0008] Der Unterschied zwischen den Axialkräften auf die halbierten und den Axialkräften auf die ganzen Zwischenstücke hängt damit zusammen, dass im Fall der ganzen Zwischenstücke ein Schwerpunkt vorliegt und im Fall der halbierten Zwischenstücke zwei Schwerpunkte vorliegen, auf welche die Fliehkraft wirkt.

[0009] Die Anwinkelung der kurzen Seiten der halbierten Zwischenstücke vermeidet eine Beschädigung der Zwischenstücke und der Nut durch Einkerben. Die Fertigung der Anwinkelung ist jedoch kostenaufwendig.

Darstellung der Erfindung

[0010] Es ist die Aufgabe der Erfindung, für die eingangs beschriebene Befestigung von Laufschaufeln in einer Umfangsnut halbierte Zwischenstücke zu schaffen, die im Vergleich zum hier erwähnten Stand der

Technik kostengünstiger zu fertigen sind.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Laufschaufelbefestigung gemäss des Oberbegriffs des Anspruchs 1 gelöst, bei der die halbierten Zwischenstücke, in Betrachtung des vertikalen Querschnitts parallel zur langen Seite der Grundform, jene Seiten der halbierten Zwischenstücke, die der Mitte der Umfangsnut und dem nebenstehenden halbierten Zwischenstück zugewandt sind, hakenförmig ausgebildet sind. Dabei bildet die Hakenform des einen halbierten Zwischenstücks das geometrische Negativ der Hakenform des nebenstehenden halbierten Zwischenstücks, so dass die Seiten der beiden halbierten Zwischenstücke ineinander passen und sich aufgrund ihrer Hakenform formschlüssig ineinander verhängen lassen. Die beiden Zwischenstücke sind also als geometrische Gegenstücke voneinander anzusehen. Die Grundform oder der horizontale Querschnitt der erfindungsgemäss verhängten, halbierten Zwischenstücke ist rechtwinklig ausgebildet.

[0012] Die Verhängung von benachbarten, nebeneinander stehenden halbierten Zwischenstücken durch erfindungsgemässe Hakenform hat den Vorteil, dass die beiden halbierten Zwischenstücke nun zu einem einzigen Stück mit einem einzigen Schwerpunkt verbunden sind. Es ergibt sich ein Zwischenstück, das in bezug auf die Kräfte, die darauf wirken, einem ganzen Zwischenstück äquivalent ist, auf das nur geringe Axialkräfte wirken. Jene Axialkräfte, die auf die einzelnen halbierten Zwischenstücke wirken, wirken nunmehr auf die hakenförmigen Innenflächen der Zwischenstücke. Die Seitenflächen der Zwischenstücke, welche die Seitenwände der Nut berühren, sind dadurch entlastet. Daraus ist es ermöglicht, die kurzen Seitenwände der Zwischenstücke rechtwinklig zu fertigen. Da die Axialkräfte nun geringer sind, ergeben sich keine Einkerbungen an der Nutwand. Durch die Erfindung ergibt sich also der Vorteil, dass auch die halbierten Zwischenstücke rechtwinklig und kostengünstig gefertigt werden können. Die erfindungsgemässen hakenförmigen Innenflächen der halbierten Zwischenstücke werden beispielsweise durch ein Laser-Schneidverfahren gefertigt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] Es zeigen:

Figur 1a: Eine Umfangsnut an einem Rotor mit n-1 montierten Laufschaufeln und einem Montagespalt für die letzte, n-te Schaufel gemäss dem Stand der Technik,

Figur 1b: Dieselbe Umfangsnut mit n montierten Laufschaufeln und dem übriggebliebenen Restspalt gemäss dem Stand der Technik,

Figur 1c: Dieselbe Umfangsnut mit n montierten Laufschaufeln und n eingefügten Zwischenstücken gemäss dem Stand der Technik,

Figur 2a: Eine vertikale Ansicht 2a-2a eines Zwischenstückes nach dem Stand der Technik,

Figur 2b: Eine vertikale Ansicht 2b-2b eines halbierten Zwischenstücks nach dem Stand der Technik, Figuren 3a, b c: Verschiedene Ausführungen der erfindungsgemässen, halbierten Zwischenstücke mit verhängten Innenflächen.

Weg der Ausführung der Erfindung

[0014] Figur 1a zeigt einen Rotor 1, in dem eine Umfangsnut 2 mit Nutzacken 3 angeordnet ist. In der Umfangsnut 2 sind Laufschaufeln 4 eingelegt, die mit 1., 2. usw. bis n-1 und n gekennzeichnet sind. Die Schaufelfüsse 5 der Laufschaufeln 3 besitzen eine rhombische Grundform, die der Breite der Umfangsnut angepasst ist, so dass die Seiten der Schaufelfüsse 5 flach auf die Seiten der Nut aufliegen. In ihrem Querschnitt sind die Schaufelfüsse grundsätzlich T-förmig, wodurch sie sich in den Nutzacken 3 verankern lassen. Die Rhomben der Schaufelfüsse sind ferner in ihrer Länge entlang der Umfangsrichtung so dimensioniert, dass nach Verankerung von n-1 Laufschaufelfüssen in der Nut ein Spalt übrig bleibt, welcher der langen Diagonale eines Schaufelfussrhombus gleich ist. Dieser Spalt gewährt also die Montage der letzten, n-ten Schaufel ohne seitliche Einbauöffnung. Nach Montage der letzten Schaufel verbleibt ein Restspalt 6 übrig wie in Figur 1b gezeigt.

[0015] Figur 1c zeigt die Auffüllung des Restspalts 6 mittels Distanziereinlagen oder Zwischenstücken 7a, 7b. Diese sind zwischen den Schaufelfüssen 5 eingelegt und auf gleiche Weise im Nutzacken 3 verankert wie die Schaufelfüsse selbst. Hierzu sind die Zwischenstücke 7a, 7b in ihrer Form gleich ausgebildet wie die Schaufelfüsse, die sie fixieren. Die meisten Zwischenstücke sind sogenannte ganze Zwischenstücke 7a wie in Figur 2a, die restlichen Zwischenstücke sind halbierte Zwischenstücke 7b wie in Figur 2b dargestellt. Zunächst werden die ganzen Zwischenstücke eingelegt. Die halbierten Zwischenstücke 7b werden dann verwendet, wenn der Spalt für den Einbau der ganzen Zwischenstücke zu schmal geworden ist. Nach Einbau der halbierten Stücke verbleibt schliesslich ein kleiner Spalt, der mit einem Schlusstück geschlossen wird, sodass die Schaufeln in der Nut nahezu nahtlos fixiert sind.

[0016] Figuren 3a bis c zeigen mehrere Varianten von halbierten Zwischenstücken 7a und 7b, die gemäss der Erfindung geformt und miteinander verhängt sind. Die erfindungsgemässe Hakenform 9 der Innenseiten 8 der Zwischenstücke ist in einer ersten Ausführung, wie in Figur 3a, rechtwinklig ausgebildet. Das Halbstück 7a ist dabei das geometrische Negativ des Halbstücks 7b, so dass die beiden Halbstücke formschlüssig wie dargestellt ineinander passen und miteinander verhängt werden können. Die Axialkräfte, die bei einem derart verhängten Zwischenstückpaar auf die Seitenwände der Rotornut wirken, sind gleich gross wie jene Axialkräfte, die auf ein ganzes Zwischenstück wirken. Der horizontale Querschnitt der verbundenen Zwischenstücke ist ebenfalls gezeigt, wobei die kurzen Seiten bezüglich der

langen Seiten nicht mehr angeschrägt sind, sondern in rechtem Winkel zu ihnen stehen. Diese Form ist einfacher und kostengünstiger zu fertigen.

[0017] Vorzugsweise liegt der Angriffspunkt der Verzahnungskräfte in der Verhängung, wie er mit Pfeilen angedeutet ist, auf der gestrichelt eingezeichneten Längsachse 11 des halbierten Zwischenstücks.

[0018] Die Lage der Verhängung oder Verzahnung der Halbstücke 7a und 7b ist bezüglich der Nutzackenauflagepunkte 10 möglichst weit entfernt gewählt. Dies bezweckt, dass im Betrieb möglichst kleine Verbindungskräfte entstehen. Der Angriffspunkt der Verzahnungskräfte liegt deshalb vorzugsweise im oberen Fünftel der Gesamthöhe H des Bauteils des Zwischenstücks.

[0019] In Figur 3b sind halbierte Zwischenstücke mit einer keil-förmigen Hakenform 9 gezeigt, welche in ähnlicher Weise miteinander verhängt werden wie in Figur 3a.

[0020] Die Verhängung bewirkt wiederum ähnliche Axialkräfte, sodass die Grundform gleich wie in Figur 3a ist.

[0021] Figur 3c zeigt eine weitere Ausführung mit einer zick-zack-förmigen Hakenform 9. Weitere Hakenformen mit beispielsweise geschwungene Formen sind auch ausführbar.

Bezugszeichenliste

[0022]

1	Rotor	
2	Umfangsnut	
3	Nutzacken	
4	Laufschaufel	
5	Schaufelfuss	
6	Restspalt (Stand der Technik)	
7	Distanziereinlage, Zwischenstück	
7a	ganzes Zwischenstück	
7b	halbiertes Zwischenstück	
8	Innenseite der halbierten Zwischenstücke	
9	Hakenform	
10	Auflagepunkte in Nutzacken der Umfangsnut am Rotor	
11	Längsachse des halbierten Zwischenstücks	
H	Höhe eines Zwischenstücks	

Patentansprüche

1. Befestigung von Laufschaufeln (4) in einem Rotor (1) einer Strömungsmaschine mittels Schaufelfüssen (5), wobei die Laufschaufeln (4) einer Laufschaufelreihe jeweils in einer Umfangsnut (2) am Rotor (1) angeordnet sind und nach der Montage der letzten Laufschaufel (4) einer Laufschaufelreihe ein Restspalt (6) vorhanden ist, der mittels Zwischenstücken (7) aufgefüllt ist, wobei die Zwischen-

stücke (7) zwischen den Laufschaufelfüssen (5) angeordnet sind, wovon mehrere Zwischenstücke (7) ganze Zwischenstücke (7) und die restlichen Zwischenstücke (7) halbierte Zwischenstücke mit einer ersten und zweiten Hälfte (7a, 7b) sind und die äußeren Seitenwände aller ganzen und halbierten Zwischenstücke (7, 7a, 7b) die axialen Seitenwände der Umfangsnut (2) berühren dadurch gekennzeichnet, dass

die ersten und zweiten Hälften (7a, 7b) der halbierten Zwischenstücke jeweils an ihren Innenseiten (8), die zur Mitte der Umfangsnut (2) gewandt sind, je eine Hakenform (9) aufweisen, wobei die Innenseite (8) der einen Hälfte (7a) das geometrische Negativ der Innenseite (8) der anderen, nebenstehenden Hälfte (7b) ist und die ersten und zweiten Hälften (7a, 7b) formschlüssig miteinander verbunden sind, und auf die verhängten Hakenformen (9) axiale Verzahnungskräfte wirken.

2. Befestigung von Laufschaufeln (4) nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
der horizontale Querschnitt der ganzen und halbierten Zwischenstücke (7, 7a, 7b) rechteckig ist.
3. Befestigung von Laufschaufeln (4) nach Anspruch 2
dadurch gekennzeichnet, dass
die Hakenform (9) an den Innenseiten (8) der halbierten Zwischenstücke (7a, 7b) rechtwinklig, keilförmig, oder zick-zack-förmig ausgebildet ist.
4. Befestigung von Laufschaufeln (4) nach Anspruch 3
dadurch gekennzeichnet, dass
der Angriffspunkt (10) der Verzahnungskräfte auf die Hakenformen (9) der halbierten Zwischenstücke (7a, 7b) sich im oberen Fünftel der Gesamthöhe (H) der Zwischenstücke (7a, 7b) befindet.
5. Befestigung von Laufschaufeln (4) nach Anspruch 4
dadurch gekennzeichnet, dass
der Angriffspunkt (10) der Verzahnungskräfte auf die Hakenformen (9) der halbierten Zwischenstücke (7a, 7b) sich auf der Längsachse (11) der halbierten Zwischenstücke befindet.

Fig. 1a

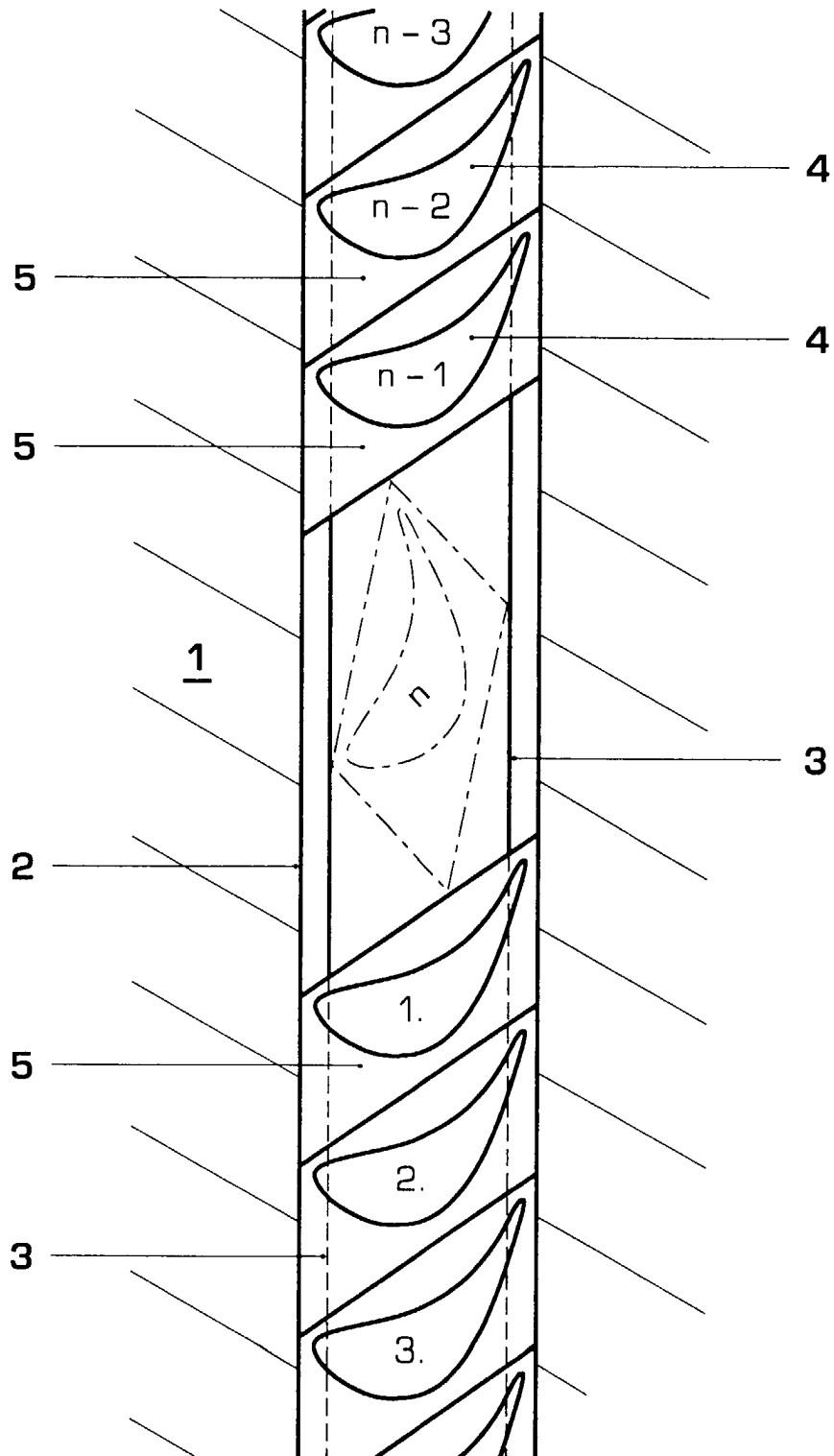


Fig. 1b

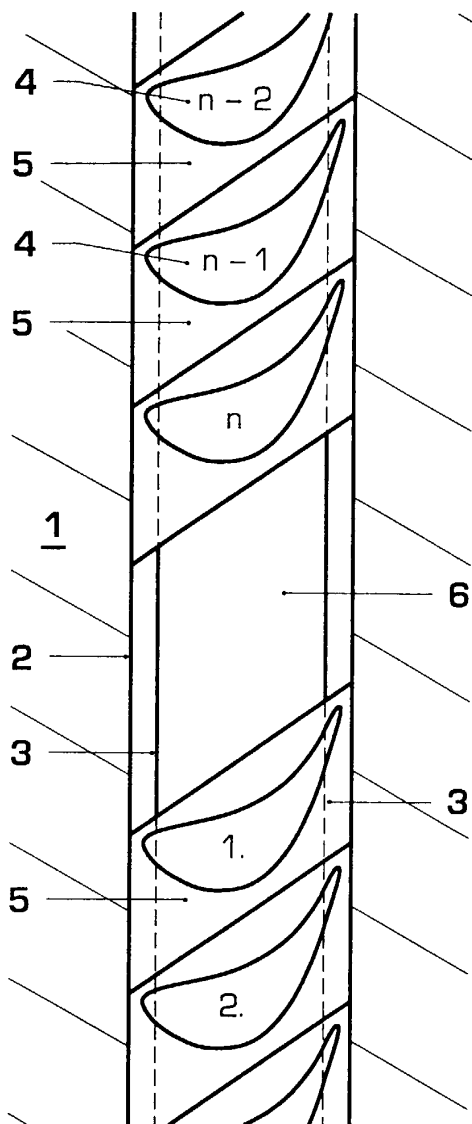


Fig. 1c

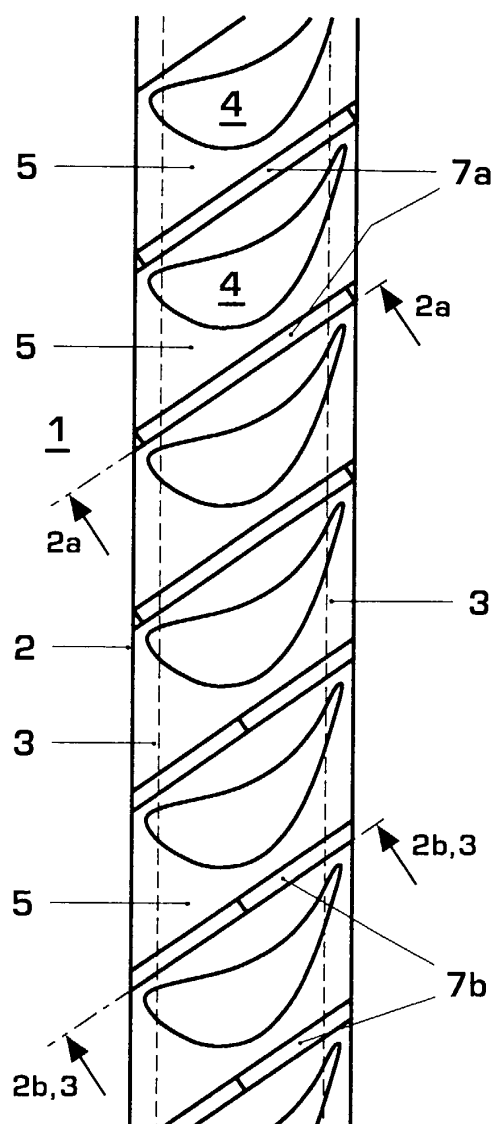


Fig. 2b

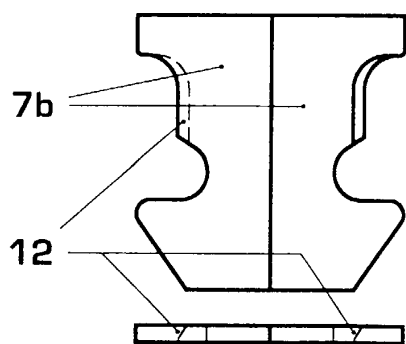
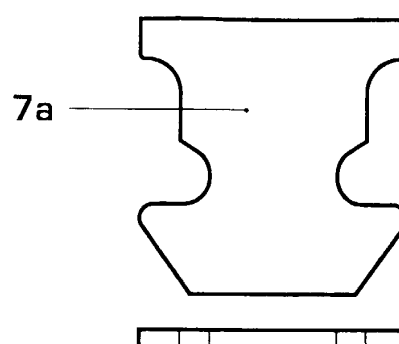
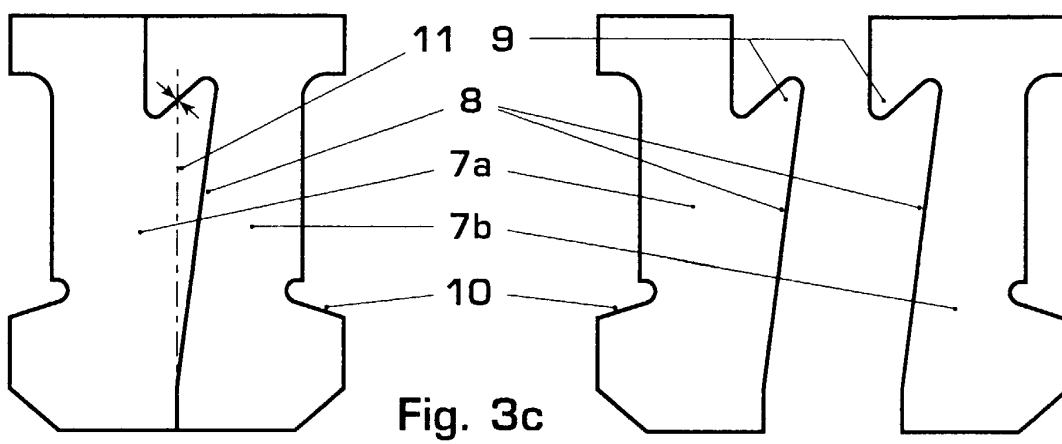
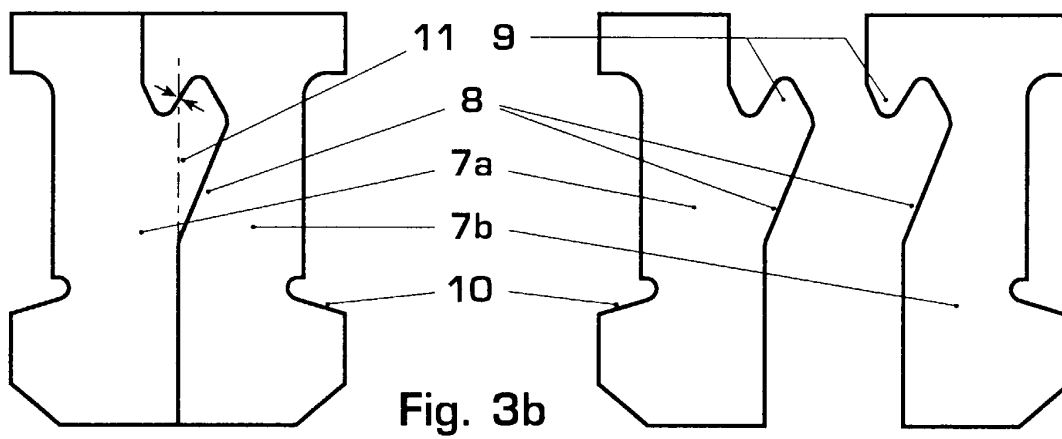
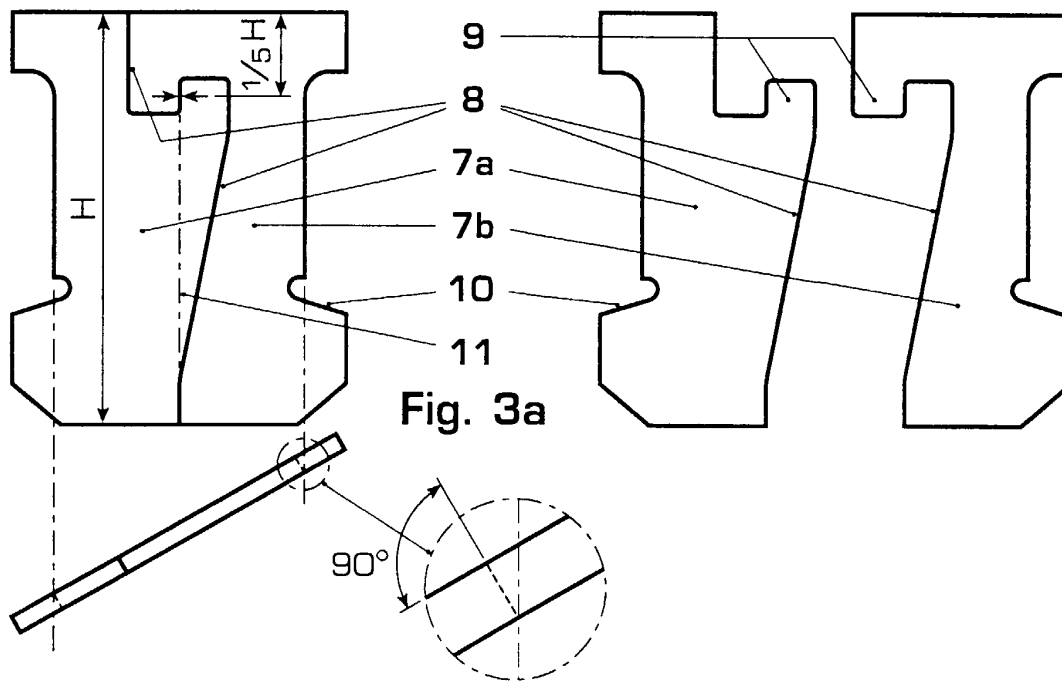


Fig. 2a







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 81 0127

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG
A	CH 322 010 A (C.A. PARSONS & COMPANY LTD) 15. Juli 1957 (1957-07-15) * Anspruch 1; Abbildungen *	1	F01D5/30
A	US 2 281 318 A (NEUFELD) 28. April 1942 (1942-04-28) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 43 - rechte Spalte, Zeile 44; Abbildungen *	1	
A	US 3 328 867 A (GUENGANT) 4. Juli 1967 (1967-07-04) * Spalte 1, Zeile 31 - Spalte 2, Zeile 39; Abbildungen 1,3 *	1	
A	FR 363 064 A (SCHULZ) 20. Juli 1906 (1906-07-20) * Seite 2, Zeile 30 - Zeile 67 * * Seite 3, Zeile 73 - Zeile 84; Abbildungen 1,4,17,18 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22. Juli 1999	Prüfer Zidi, K
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 99 81 0127

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.

22-07-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 322010	A		GB 720802 A	
US 2281318	A	28-04-1942	DE 724549 C	
US 3328867	A	04-07-1967	KEINE	
FR 363064	A		KEINE	

EPO FORM P0461

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