

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 602 631 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93120255.0**

(51) Int. Cl.⁵: **F01D 9/04, F01D 5/28**

(22) Anmeldetag: **16.12.93**

(30) Priorität: **18.12.92 DE 4242851**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.06.94 Patentblatt 94/25

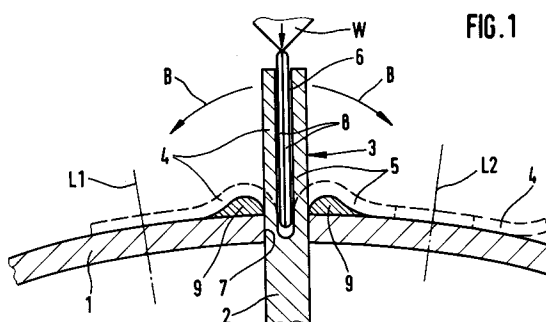
(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: **MTU MOTOREN- UND
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH**
Postfach 50 06 40
D-80976 München(DE)

(72) Erfinder: **Sikorski, Siegfried**
Seitzstrasse 21
D-8000 München 22(DE)
Erfinder: **Schober, Michael**
Kleselstrasse 17a
D-8000 München 50(DE)
Erfinder: **Schönacher, Reinhold**
Siberstrasse 50
D-8000 München 50(DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Leitgitters für Turbomaschinen, insbesondere für Axialverdichter.**

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Leitgitters für Turbomaschinen, insbesondere eines Leitgitters in Ringbauweise für Axialverdichter angegeben, mit aus faserverstärktem Kunststoff gefertigten Leitschaufeln (2), die in über dem Umfang verteilte Öffnungen (7) eines Ringes (1) eingesetzt und an einem Schaufelende mit dem Ring verbunden werden; dabei sollen die Leitschaufeln jeweils mit einem in Profillängsrichtung verlaufenden Endabschnitt (3) vorgefertigt werden, der nach dem Einsetzen der Leitschaufeln in die Öffnungen erwärmt, gegen die Ringoberfläche umgebogen und mit dem Ring verbunden wird. Z.B. kann eine selbstklebende Verbindung mit dem Ring oder eine Lösung der Verbindung durch Wärmezufuhr erfolgen, wobei der Ring aus einem Faser-Verbund-Werkstoff gefertigt ist.



EP 0 602 631 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Neuzeitliche Axialverdichter verlangen aerodynamisch optimierte, extrem schlanke Schaufelprofile; dabei versucht man, insbesondere die Leitschaufeln der axialen Leitgitter aus einem durch Fasern verstärkten Kunststoff zu fertigen; neben einer Gewichtsreduzierung hat dies den Vorteil, daß ein im Extremfall verursachter Schaufelbruch keine nennenswerten Schäden an nachfolgenden, z.B. metallischen Rotorschaukeln durch auftreffende Bruchstücke verursacht.

Bei einem aus der US-PS 3,393,436 bekannten Verfahren nach der eingangs genannten Art wird in Schritten im wesentlichen wie folgt vorgegangen: Umwickeln eines äußeren Gehäuserings mit einer Lage eines faserverstärkten Klebebands; Einbringung über dem Umfang verteilter Aussparungen an den Öffnungen im äußeren Gehäusering; Ausschneiden des Klebebands an den Aussparungen; Einsetzen der Schaufeln mit fußartigen Endteilen in die Aussparungen; Sicherung der Schaufeln in den Aussparungen des äußeren Gehäuserings; maschinelle Einarbeitung jeweils einer Umfangsaussparung in die fußartigen Endteile; umfängliche weitere Bandaufwicklung durch die Umfangsaussparungen in den Endteilen hindurch. Das in der Art eines Ringes aufgewickelte Band kann durch einen Kunstharzkleber mit dem äußeren Gehäusering und mit den fußartigen Endteilen verbunden werden. Die nachträgliche Einarbeitung der Aussparungen in die fußartigen Endteile führt zur einer festigkeitsmäßigen Schwächung und örtlichen Zerstörung der Fußmaterial- und Faserstruktur; für den Fall örtlicher Schaufelschäden muß die zu einem Ring gewickelte Bandage komplett gelöst und entfernt werden, um eine Schaufel oder gegebenenfalls eine Schaufelgruppe auswechseln zu können.

Eine komplette Auflösung des Schaufel-/Ringverbunds ist beim Stand der Technik mit Kunststoff-Schaukeln im allgemeinen auch dann erforderlich, wenn eine Kombination aus radial äußerem und radial innerem Gehäusering vorgesehen ist, und im Falle eines Schaufelschadens die mit radial innerem und radial äußerem Fußprofil kastenartig jeweils zwischen Ringsegmenten verankerte Schaufel herausgelöst werden muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren nach der eingangs genannten Art sowie mindestens eine Vorrichtung zur Durchführung anzugeben, mit dem bzw. der auf verhältnismäßig einfache und betriebssichere Weise faser-verstärkte Kunststoffschaukeln am Außen- und/oder Innenring so festlegbar sind, daß die Befestigung keine nachträglichen nennenswerten material- und festigkeitsmäßigen Beeinträchtigungen der Schaufelwerkstoff- und Ringstrukturen herbeiführt; ferner sollen beschädigte Schaufeln ohne Gitterzerlegung

örtlich einfach austauschbar sein.

Die gestellte Aufgabe ist vorrangig gemäß dem Verfahren nach Patentanspruch 1 erfindungsgemäß gelöst.

Im Wege der Erfindung ist lediglich der eine, z.B. radial äußere Ring, mit über dem Umfang gleichförmig verteilten Schlitz-Öffnungen vorzufertigen, die auf die jeweils maximale Blatt-Profillänge und -dicke abgestimmt sind; bei mit maximaler Blattlänge durch die Schlitz-Öffnung hindurchgeschobener Schaufel kann z.B. nur jeweils ein außen aus der Öffnung radial vorstehender, blattseitig vorgefertigter Endabschnitt jeweils in einer Richtung gegen die Ringoberfläche umgebogen werden; letzteres so, daß die umgebogenen Abschnitte, von Schaufel zu Schaufel, ein zusätzlich über dem Umfang radial verdicktes und versteifendes Ringprofil erzielen lassen; dies kann insbesondere auch in gegenseitig umgebogener und sich überlappender Anordnung von Teilen der Endabschnitte erreicht werden, die jeweils zu zwei am Umfang beabstandeten Schaufeln gehören. Durch diese Anordnung kann ein metallischer Außenring materialseitig (Wanddicke) und festigkeitsmäßig verhältnismäßig schwach und gewichtlich leicht ausgeführt werden. Dies gilt erst recht in Verbindung mit einem aus einem faser-verstärkten Verbundwerkstoff (z.B. GFK oder CFK) gefertigten Außenring.

Der betreffende Endabschnitt der Leitschaukel, der gegebenenfalls ferner mit einem Längsschlitz versehen ist, so daß zumindest zwei Teile des Endabschnitts als "Lappen" einander engegen gerichtet umbiegbar sind, ist Bestandteil der in dieser Weise vorgefertigten Schaufel; es kann sich dabei z.B. um radial aus den Öffnungen vorstehende Mantelteile des Schaufelblatts handeln, das aus gewickelten Faserverbundlagen gefertigt ist; ferner kann es sich beim Endabschnitt um ein zusammen mit der übrigen Schaufel gefertigtes und gegenüber dem Schaufelblatt verdicktes, über seine Gesamtlänge hinweg z.B. quadratisches Bauteil handeln, mit dem die Schaufel zunächst lose an der Öffnung auf dem Ring aufsitzt, bevor die Umbiegung und Befestigung erfolgt. Vorteilhaft entfallen somit nachträgliche Abarbeitungsvorgänge der Kunststoffschaukel wie aber auch gegebenenfalls eines Kunststoffgehäuserings (Nutausräusungen), die praktisch ohne Beschädigungen der Verbundwerkstoffstruktur (Faseraufspaltung) nicht realisierbar sind.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, in einer oder mehreren Wärmebehandlungsphasen Umbiegung und Befestigung unmittelbar aufeinander folgen zu lassen; geht man davon aus, daß Schaufeln und Gehäusering aus dem praktisch gleichen oder einem zumindest gleichartigen Faser-Verbundwerkstoff gefertigt sind, so kann zumindest mit dem abschließenden Umbiegevorgang die Verkle-

bung der Materialpartner im Wege gegenseitiger Matrix-Werkstoff-Verschmelzung durchgeführt werden. Ein derartige, nach Aushärtung feste Klebeverbindung kann erfindungsgemäß äußerst rasch durch entsprechende Wärmezufuhr wieder gelöst werden, so daß eine beschädigte Schaufel von einer Seite aus der betreffenden Ringöffnung entfernt werden kann.

Je nach betrieblichen Anforderungen und insbesondere in Kombination mit einer Gehäuseverbindung aus einem metallischen Werkstoff kann eine leicht lösbare Schraub-, Bolzen- oder Nietverbindung der umgebogenen Schaufelteile mit dem Ring vorgesehen werden. Auch in diesem Fall sind Schaufeln einzeln lösbar, ohne die übrige Gitterstruktur auflösen zu müssen.

Die Erfindung kann bei einem sogenannten "innenringlosen" Leitgitter eingesetzt werden; bei vergleichsweise einfacher Schaufelmontage oder -demontage ist ferner der Einsatz bei einem Leitgitter mit Außen- und Innenring möglich und vorteilhaft; dabei werden zunächst die Schaufeln z.B. durch die Öffnungen des Außenringes hindurchgeschoben, so daß sie mit den inneren Blattenden am Innenring in axialer sowie Umfangsrichtung verankert werden; dabei kann das innere Blattende in vorgefertigte Ausnehmungen oder Taschen des Innenringes eingreifen; das innere Blattende kann alternativ mit mindestens einer Ausnehmung vorgefertigt sein, mit der das Blattende in darauf abgestimmte radial vorstehende Vorsprünge, Zapfen oder Noppen des Innenrings eingreift, so, daß das Blattende komplett flächenbündig und dicht örtlich auf dem Innenring aufsitzt. Hierauf kann dann die bereits erläuterte Erwärmung, Umbiegung und Festlegung der Schaufel mit dem übrigen Endabschnitt am Außenring erfolgen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens nach Anspruch 1 ergeben sich aus den Patentansprüchen 2 bis 17; vorteilhafte Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens ergeben sich aus den Patentansprüchen 18 bis 23.

Anhand der Zeichnungen ist die Erfindung beispielsweise weiter erläutert; es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel als quer zur Ringachse geschnitten verkörperter Abschnitt eines Außenringes des Leitgitters, die radial gegenüber der Öffnung im Ring vorstehende und die über Wülste umgebogene Position von Teilen des Endabschnitts der Schaufel verkörpernde Ansicht und mit der verformende Umbiegung unterstützenden Platten in einem Längsschlitz des Schaufelendabschnitts,

Fig. 2 ein zweites im Sinne der Fig. 1 geschnitten gezeichnetes Ausführungs-

beispiel, unter Verdeutlichung einer wechselseitig einander entgegengerichteten Umbiegung mit sich überlappenden Festlegung von Teilen der Endabschnitte mehrerer Schaufeln am Außenring,

Fig. 3 ein perspektivisch dargestellter Außenringabschnitt mit darin eingesetzter Leitschaufel, vorrangig von Fig. 1 und 2 durch die Verwendung eines gegenüber dem Schaufelblatt verdickten Endabschnitts abgewandelt, der nach dem Einsetzen der Schaufel zumindest teilweise auf der relativ stark gekrümmten Blattöffnung im Ring aufsitzt,

Fig. 4 die Draufsicht einer in die Zeichnungsebene projizierten Abwicklung eines Außenringabschnitts in Abwicklung vorrangig gegenüber Fig. 3 dadurch, daß eine vom Längsschlitz des jeweils zunächst radial vorstehenden, verdickten Endabschnitts ausgehende Verformung zwecks später sich überlappenden Festlegung der Schaufeln am Außenring vorgesehen ist, und zwar großflächig mit nur jeweils zwei umgebogenen Teilen oder "Lappen" pro Schaufel,

Fig. 5 die Draufsicht einer in die Zeichnungsebene projizierten Abwicklung eines Außenringabschnitts mit abschnittsweise pro Schaufel umgebogenen und sich später überlappenden Teilen der jeweiligen Endabschnitte in sinngemäß Abstimmung auf Fig. 2,

Fig. 6 ein sinngemäß der Fig. 1 entsprechender Gitterschnitt, hier jedoch für ein Leitgitter mit Außen- und Innenring und in gegenüber Fig. 1 deutlicherer Kennzeichnung des Werkzeugangriffspunktes zwischen den Platten im Schlitz, radial außen sowie mit Blattverankerung am Innenring in erster Ausführung und

Fig. 7. eine weitere innenringseitige Befestigungsalternative einer Leitschaufel.

Die Erfindung, z.B. nach Fig. 1 bis 3, kann bei einem nur einen Außenring 1 enthaltenden, axial durchströmbaren Leitgitter oder bei einem Außen- und Innenring 1,10 (Fig. 6 und 7) enthaltenden axial durchströmbaren Leitgitter einer Verdichterstufe eines Gasturbinentriebwerks eingesetzt werden. Außen- und/oder Innenring 1 bzw. 10 können in nicht gezeigter Weise axial und radial sich abstützend an äußeren bzw. inneren Gehäuse- bzw. Statorstrukturen gehalten sein; z.B. kann der Außenring aber auch Bestandteil des Verdichtergehäuses sein.

Grundsätzlich ist der Außenring 1 (Fig. 1 bis 3) mit gleichförmig über dem Umfang verteilten Öffnungen 7 vorgefertigt; die von außen in die Öffnung 7 einzusetzenden und durch diese in geforderter Blathöhe hindurchzuschiebenden Leitschaufeln 2 sind mit einem für die späteren Befestigungsvorkehrungen vorbereiteten Endabschnitt 3 vorgefertigt; gemäß Fig. 1 bis 6 wird der Endabschnitt 3 mit einem sich etwa in Profillängsrichtung erstreckenden Längsschlitz 6 vorgefertigt, durch den der Endabschnitt 3 in mindestens zwei Teile 4,5 oder "Lappen" zergliedert wird; in den bei der Schaufelfertigung mitgefertigten Endabschnitt 3 können Platten 8 eingebunden werden (Fig. 1), die die verformende Umbiegung in Pfeilrichtung B durch ein radial außen, mittig zwischen die Platten 8 greifendes Verformungswerkzeug W unterstützen bzw. eine Beschädigung der beiden Teile 4,5 verhindern sollen.

Für die Schaufelbefestigung werden die zunächst radial vorstehenden Teile 4,5 des Endabschnitts 3 erwärmt und dabei- oder danach- gemäß Pfeilen B in die gestrichelt angegebene Kontur gegen die Oberfläche des Außenringes 1 umgebogen. Gemäß Fig. 1 können die Teile 4,5 um jeweils entlang der Öffnungen 7 am Außenring 1 vorgefertigte Wülste 9 bzw. wulstartige Verdickungen umgebogen werden; diese Wülste 9 ermöglichen eine weich ausgerundete Umbiegung der Teile 4,5 und schaffen relativ große Sitz- und Haftflächen auch bei kleinen Schaufelabständen. Bei gleichem oder gleichartigen Faserverbundwerkstoff von Leitschaufeln 2 und Außenring 1 kann durch örtliche Wärmezufuhr eine selbstklebende Verbindung der gegen den Außenring 1 umgebogenen Teile 4,5 hergestellt werden. Insbesondere im Falle eines metallischen Außenringes 1 kann ein geeigneter Kleber als Verbindungsmittel, z.B. ein metallhaltiger Kunststoff-Zement-Kleber, verwendet werden. Ferner kann ausschließlich oder zusätzlich zu den genannten Klebungsmaßnahmen, z.B. entlang der Linien L1, L2 eine Befestigung der umgebogenen Teile 4,5 mit dem Außenring 1 bzw. untereinander und mit dem Außenring 1 (Fig. 2) durch Vernietung oder Verschraubung oder dergleichen vorgesehen werden.

Fig. 2 und 5 kennzeichnen eine Anordnung, bei der die zunächst radial vorstehenden Endabschnitte 3, in durch Längsschlitz 6 voneinander getrennten Teilen 4,5, "kammförmig" vorgefertigt werden; über die Schaufelprofillänge gesehen (Fig. 5) werden z.B. fortlaufend Teil 4 von der Saugseite aus nach rechts, Teil 5 von der Druckseite aus nach links, und so fort, umgebogen, so, daß sich die Teile 4,5 jeweils zweier in Umfangsrichtung benachbarter Leitschaufeln 2 überlappen. Die Linien P1, P2 kennzeichnen in Fig. 2 die Anordnung weiterer Leitschaufeln 2 am Außenring 1.

Fig. 3 verkörpert ein schematisch und perspektivisch dargestelltes Befestigungskonzept unter Anwendung eines gegenüber der übrigen Schaufelblattprofilierung jeweils verdickten Endabschnitts 3 einer Leitschaufel 2; der Endabschnitt 3 kann über seine Länge hinweg etwa einen quadratischen oder rechteckigen Querschnitt aufweisen; dabei liegt eine relativ zur Schaufelkrümmung sowie relativ zur Öffnung 7 geradlinige Erstreckung des Endabschnitts 3 und des Längsschlitzes 6 vor; in der mit ausgezogenen Linien dargestellten Ausgangskontur sitzt der Endabschnitt zumindest teilweise an der Öffnung 7 auf dem Außenring 1 auf; vorteilhaft definiert der Endabschnitt 3 (Fig. 3) ein exakt vorpositionierte Einbaulage der Leitschaufel 2.

Unter Berücksichtigung eines gegenüber Fig. 3 abweichenden Schaufelanstellwinkels sowie abweichender Profilgestaltung verkörpert Fig. 4 eine aus dem zu Fig. 3 dargelegten Grundprinzip mögliche, relativ großflächig am Ringumfang verteilte gegenseitige Überlappung der jeweils pro Schaufel 2 vom Längsschlitz 6 einander entgegengerichtet umgebogenen Teile 4,5 oder "Lappen".

In Verbindung mit Fig. 3 und 4 kann ebenfalls die zu Fig. 1 und 2 bereits erläuterte Klebe- und/oder mechanische Verbindung der umgebogenen Teile 4,5 mit dem Außenring 1 bzw. der Teile 4,5 untereinander sowie mit dem Außenring 1 vorgesehen werden.

Fig. 6 und 7 erläutern bei einem Leitgitter mit Außenring 1 und Innenring 10 vorrangig Befestigungsalternativen. Gemäß Fig. 6 greift die von oben, außen über die Öffnung 7 durch den Außenring 1 hindurchgeschobene Schaufel 2 an ihrem übrigen freien Ende mit einem gegenüber dem Blattprofil dünneren Endteil 11 bzw. Vorsprung bzw. Zapfen bzw. Profildenteil in eine vorgefertigte korrespondierende Ausnehmung 12 des Innenringes 10 ein; auf diese Weise ist jede Leitschaufel 2 vor dem verformenden Biegevorgang der Teile 4,5 des Endabschnitts 3 beidseitig exakt vorpositioniert.

Gemäß der Alternative nach Fig. 7 kann die Leitschaufel 2 auf der von der Öffnung 7 (Fig. 6) im Außenring 1 abgewandeten Seite ihres Blattprofils eine Ausnehmung 13 aufweisen, mit der die Schaufel 2 in einen korrespondierenden Vorsprung 14 oder Zapfen oder Steg oder dergleichen eingreift, der am Innenring 10 radial vorstehend angeordnet ist.

Die radial äußere Umbiegung und Festlegung der umgebogenen Teile 4,5 des Endabschnitts 3 der Leitschaufel 2 am Außenring 1 kann sinngemäß in bereits zu Fig. 1 erläuteter Art und Weise erfolgen.

Fig. 6 kennzeichnet deutlicher gegenüber Fig. 1 das radial außen angesetzte Werkzeug W mit seinen beiden Keiflächen W1, W2, deren gemeinsame Spitze für die Umbiegung in Richtung B

zunehmend tiefer (Pfeil R) in den Spalt zwischen den beiden Blechplatten 8 einfahrbar ist. In Zwischenphasen oder zumindest für die abschließende Umbiegungsphase gegen den Außenring 1 - auch im Hinblick auf die Verwendung von Wülsten 9 (Fig. 1) - kann das erste Werkzeug W durch ein Werkzeug ersetzt werden, das auf die für die örtliche Befestigung am Ring 1 tatsächlich verlangte Konturierung deutlicher abgestimmt gestaltet ist.

Die für die Umbiegung der Teile 4,5 und/oder deren festlegende Verklebung erforderliche Wärmezufuhr kann z.B. durch Induktionsspulen oder elektrisch Widerstandsheizspiralen erzeugt werden; in derartiger oder vergleichbarer Weise können aber auch das Werkzeug W selbst und/oder die Platten 8 beheizt oder als Heizkörper ausgebildet sein.

Maschinell beweglich gehaltert oder von Hand kann die erforderliche örtliche Erwärmung der Bauteile 4,5 und/oder 1(Außenring) auch durch haartrockner-artige Heißluftgeneratoren erzeugt werden, mit denen z.B. gleichzeitig unterschiedlich gerichtete Heißluftströme hervorgerufen werden.

Die für die verformende Umbiegung und/oder für die Verklebung erforderliche Bauteilerwärmung kann in einer Kammer im Vakuum oder unter Druck erfolgen. Eine derartige Kammer könnte aus zwei schalen- oder kastenartigen komplementären Halbschalen bestehen, die unter Umfassung eines Abschnitts des Außenringes 1 und der Endteile 4,5 beidseitig über den Ringabschnitt gestülpt und dann entlang ihrer Außenränder hermetisch verschlossen werden.

Im Hinblick auf Fig. 6, also bei einem Axialleitgitter mit Außen- und Innenring 1,10, wäre es vorstellbar, den Innenring 10 mit den Schaufeleinfüllöffnungen 7 auszustatten und die Leitschaufeln 2, im Sinne der Fig. 1 bis 6, außen am Innenring 10 festzulegen, wobei die übrigen Befestigungsalternativen 11,12 (Fig.6) bzw. 13,14 (Fig.7) dann sinngemäß in Bezug auf den Außenring 1 anwendbar wären.

Sofern nicht schon ausdrücklich beansprucht, sind die zuvor beschriebenen und/oder zeichnerisch behandelten Merkmale ebenfalls Bestandteil der Erfindung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Leitgitters für Turbomaschinen, insbesondere eines Leitgitters in Ringbauweise für Axialverdichter, mit aus faserverstärktem Kunststoff gefertigten Leitschaufeln (2), die in über dem Umfang verteilte Öffnungen (7) eines Ringes (1) eingesetzt und an einem Schaufelende mit dem Ring (1) verbunden werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufeln (2) jeweils mit

einem in Profillängsrichtung verlaufenden Endabschnitt (3) vorgefertigt werden, der nach dem Einsetzen der Leitschaufeln (2) in die Öffnungen (7) erwärmt, gegen die Ringoberfläche umgebogen und mit dem Ring (1) verbunden wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Teile (4,5) des Endabschnitts (3) nach Einschiebung der Schaufel in die Öffnung (7) in Umfangsrichtung einander entgegengerichtet gegen die Ringoberfläche umgebogen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Leitschaufel (2) mit einem vor dem Einsetzen der Schaufel in die Öffnung (7) des Ringes (1) durch einen Längsschlitz (6) in mindestens zwei Teile (4,5) zergliederten Endabschnitt (3) vorgefertigt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufeln (2) mit einem zweiteiligen Blecheinsatz (8) im Längsschlitz (6) des Endabschnitts (3) gefertigt werden, der vor dem Umbiegen entfernt oder als schützende Biegehilfe verwendet wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Endabschnitt (3) derart gegenüber den vorgefertigten Öffnungen (7) im Ring (1) größer dimensioniert gefertigt wird, daß die betreffende Leitschaufel (2) zumindest teilweise mit dem Endabschnitt an der Öffnung (7) auf dem Ring aufsitzt.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (1) mit beiderseits einer Öffnung (7) enthaltenen wulstartigen Verdickungen (9) vorgefertigt wird, um die die Teile (4,5) des jeweiligen Schaufelabschnitts (3) am Ringumfang jeweils in einer oder in einer einander entgegengesetzten Richtung umgebogen werden.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeweilige Teile (4,5) der Endabschnitte (3) von in Umfangsrichtung benachbarten Leitschaufeln (2) in sich überlappender Weise umgebogen und untereinander sowie mit dem Ring (1) verbunden werden.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils mehrere kammerartig radial an einer Öffnung (7) gegenüber der Ringoberfläche vor-

stehende, durch einen Längsschlitz (6) voneinander getrennte Teile (4,5) eines Endabschnitts (3) unter gleichzeitiger Schlitz- und Öffnungsüberdeckung fortlaufend einander entgegengerichtet umgebogen werden.

5

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens zwei Teile (4,5) eines Endabschnitts (3) aus vor dem Einsetzen in die Öffnungen (7) gefertigten Schaufelsegmenten oder -mantelteilen hergestellt werden.

10

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitgitter aus zwei radial gleichförmig beabstandeten, coaxialen Ringen (1,10) gefertigt wird, von denen der eine, z.B. den Innenring (10), mit gleichförmig über dem Umfang verteilten Vorsprüngen (14) oder Aussparungen (12) vorgefertigt wird, an denen die durch den anderen, z.B. den Außenring (1), hindurchgeschobenen Leitschaufeln (2) mit ihrem jeweils übrigen freien Ende verankert werden.

15

20

25

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der eine, die Öffnungen (7) enthaltende Ring (1) aus faserverstärktem Kunststoff gefertigt wird.

30

12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufeln (2) und der zumindest eine Ring (1) des Leitgitters aus in eine Kunstharzmatrix eingebetteten Kohlenstoff- oder Glas- oder Keramik-Fasern oder aus einem insbesondere aromatisierten Poliimid (Kevlar R) bestehenden Fasern oder aus Kombinationen genannter Faserarten gefertigt werden.

35

40

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Kunstharzmatrix ein Duroplast oder ein Duromerkunststoff oder ein Poliimidharz oder ein Epoxidharz verwendet wird.

45

14. Verfahren nach Anspruch 1 oder 7 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Endabschnitt (3) oder Teile (4,5) desselben bei örtlichen Wärmezufuhr umgebogen und mit dem einen Ring (1) oder untereinander und mit dem einen Ring (1) durch einen Kleber oder selbstklebend durch Wärmezufuhr verbunden werden.

50

55

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Endabschnitt (3) oder Teile (4,5) desselben durch örtliche Wärmezufuhr umgebogen und für sich allein oder in sich überlappender Anordnung zusätzlich mit dem die Öffnungen (7) enthaltenden einen Ring (1) durch Bolzen oder Nieten oder eine Verschraubung verbunden werden.

fuhr umgebogen und für sich allein oder in sich überlappender Anordnung zusätzlich mit dem die Öffnungen (7) enthaltenden einen Ring (1) durch Bolzen oder Nieten oder eine Verschraubung verbunden werden.

16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Endabschnitt (3) oder Teile (4,5) desselben nach der Umformung durch Bolzen oder Nieten oder Verschraubungen mit dem die Öffnungen (7) enthaltenden Ring (1) verbunden werden.

17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 sowie 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Schaufeln oder Schaufelgruppen durch Erwärmung der Klebeverbindung vom betreffenden Ring (1) gelöst werden.

18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, gekennzeichnet durch ein aufheizbares Verformungswerkzeug (W), das an einem druckbelasteten Führungsteil keilförmig spitz endende Abschnitte (W1,W2) aufweist und mit dem spitzen Ende, zwecks am Ring einander entgegengerichteter Umbiegung, in den offenen Längsschlitz (6) oder zwischen zwei Platten (8) am Schaufelendabschnitt einfahrbar angeordnet ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Verformungswerkzeug mit einer elektrischen Heizvorrichtung ausgestattet ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Schlitz (6) eines Endabschnitts (3) einer Leitschaufel (2) eingesetzten Platten (8) Bestandteile einer elektro-induktiven Heizvorrichtung sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß eine föhnartige Heißlufteinrichtung zur Erwärmung mindestens eines Leitschaufelendabschnitts (3) und/oder des Verformungs- bzw. Biegewerkzeugs (W;8) vorgesehen ist.

22. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 14 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmung in einer beheizbaren Kammer im Vakuum oder unter Druck erfolgt.

23. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß für die Erwärmung eine

Druckkammer vorgesehen ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

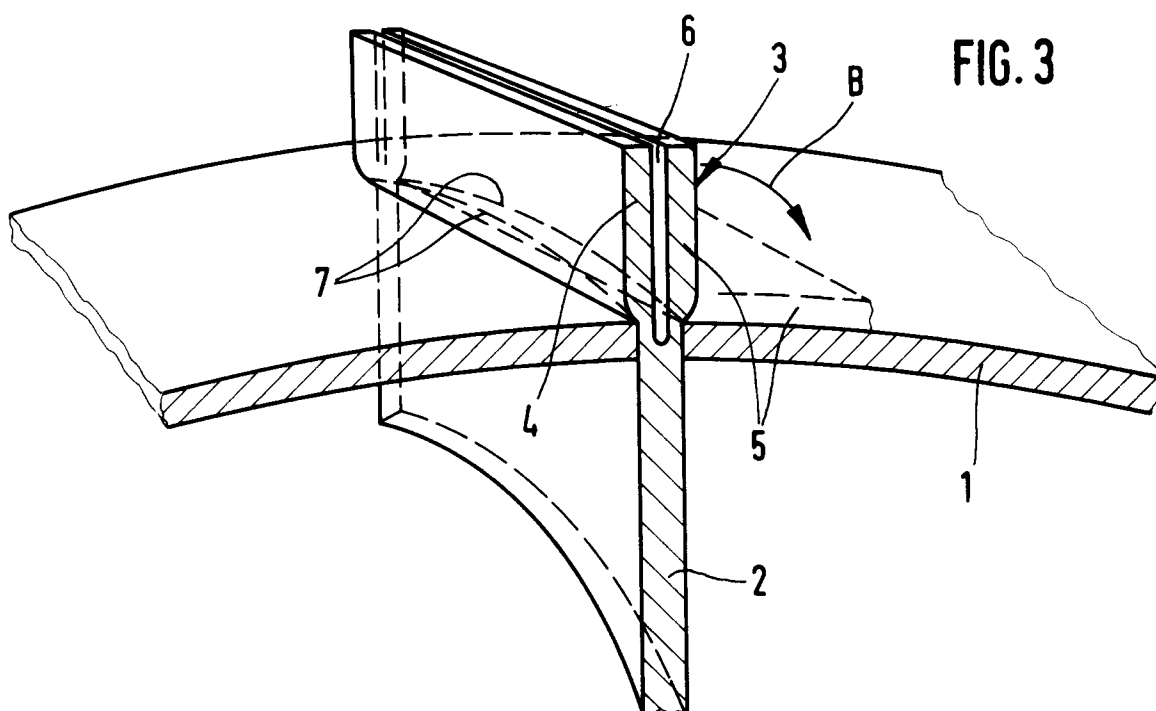
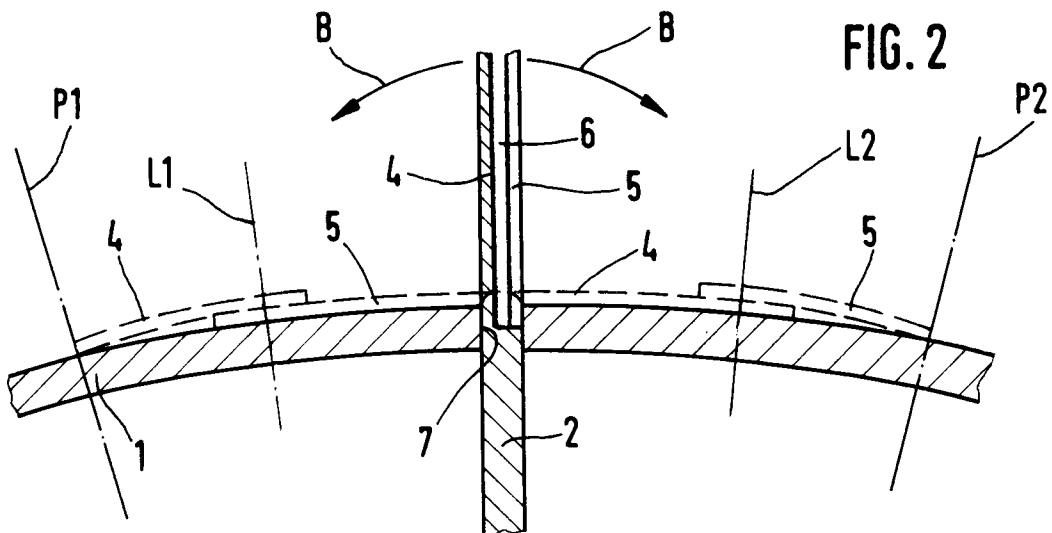
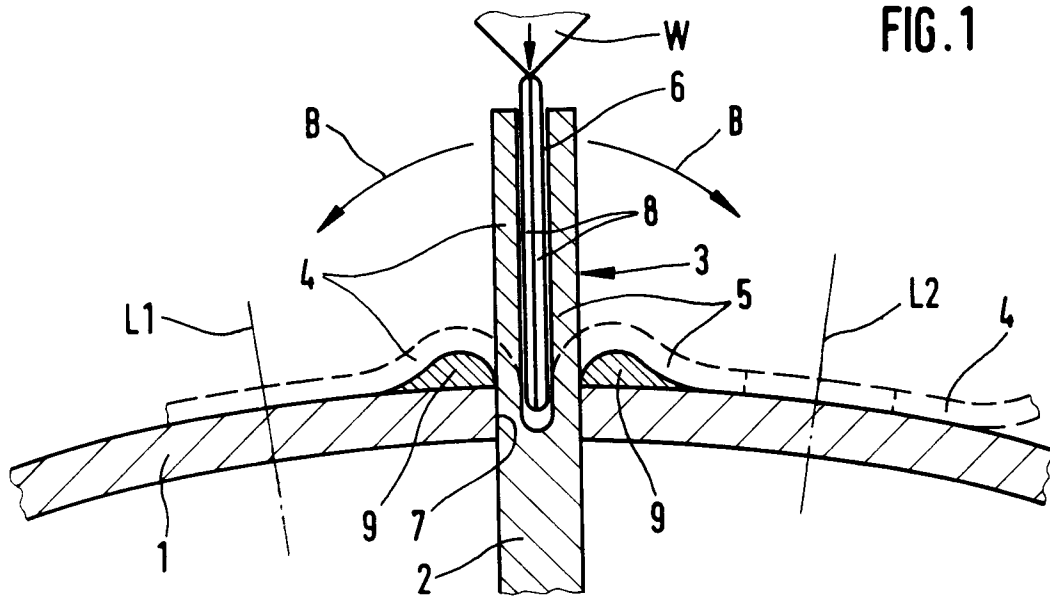


FIG. 4

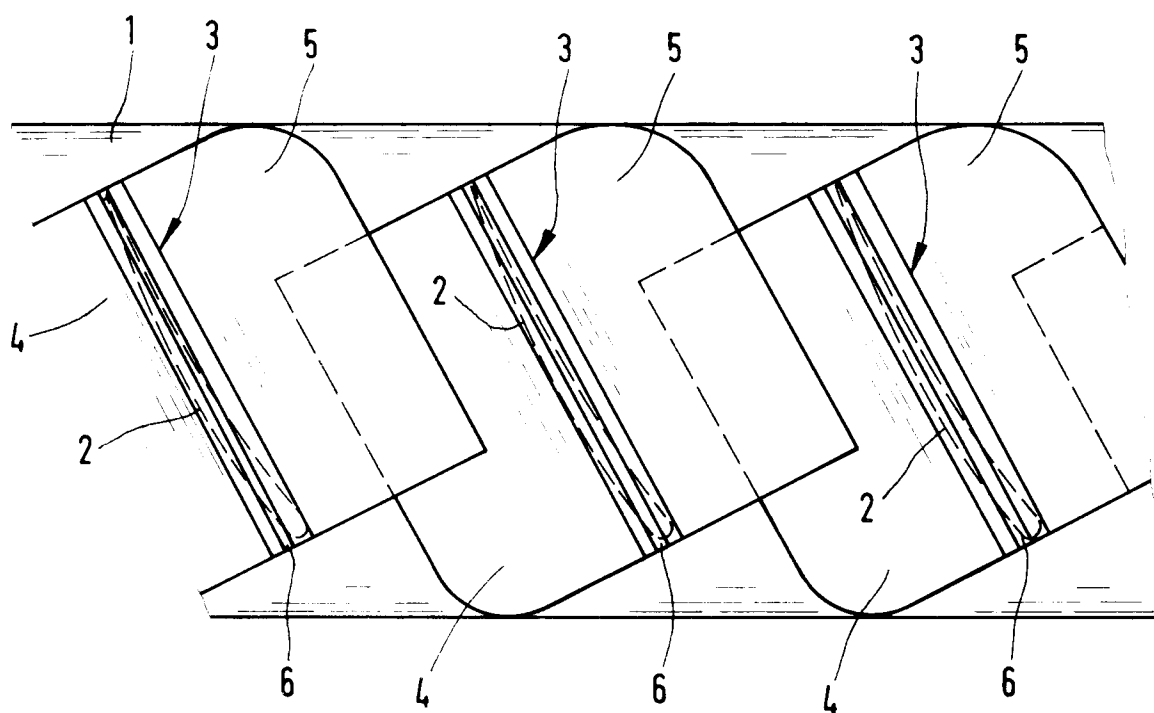
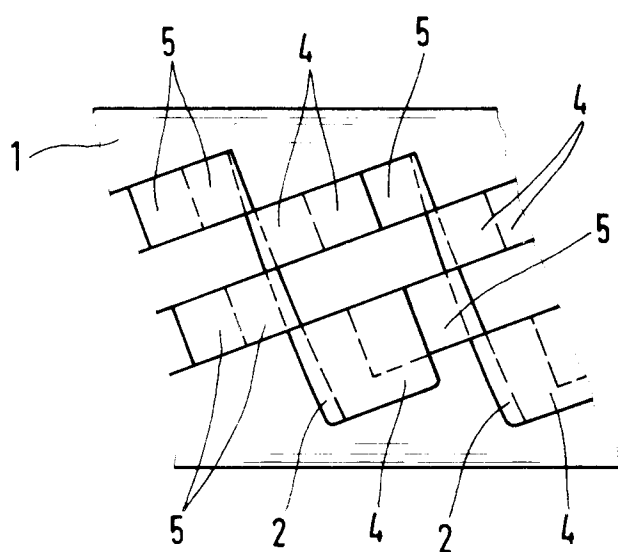
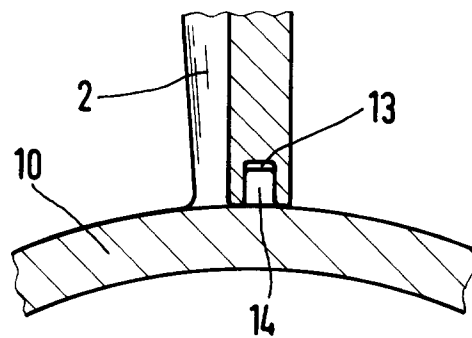
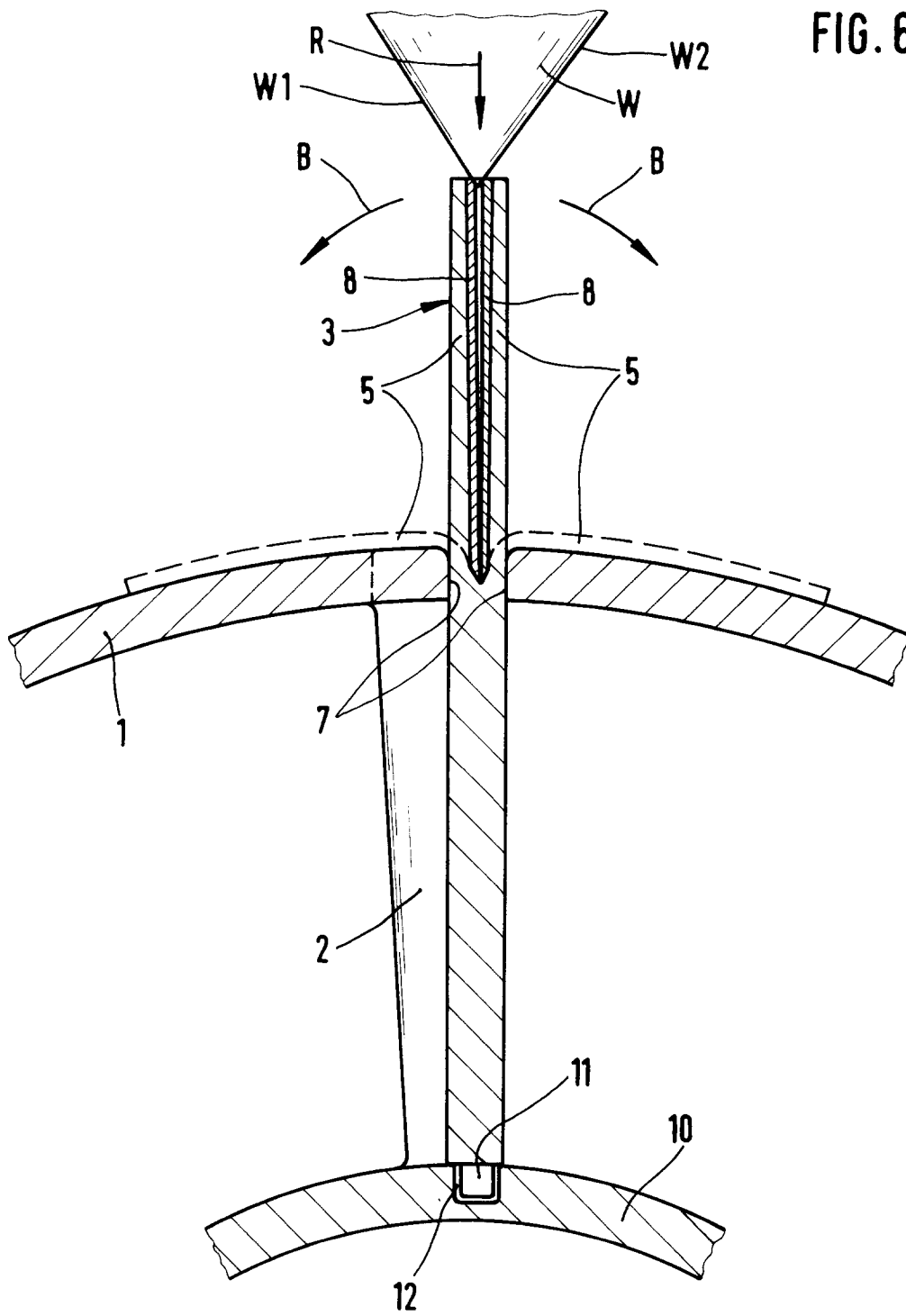


FIG. 5







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 93 12 0255

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A	FR-A-336 322 (SOCIETE DES ETABLISSEMENTS POSTEL-VINAY) * Seite 2, Zeile 77 - Zeile 92; Abbildungen *	1, 18	F01D9/04 F01D5/28

D,A	US-A-3 393 436 (ROLLS-ROYCE LTD.) * Anspruch 1; Abbildung 2 *	1, 18	

P,A	GB-A-2 260 580 (ROLLS-ROYCE LTD.) * Seite 4, Absatz 2 - Seite 5, letzter Absatz; Anspruch 1; Abbildungen *	1, 18	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 9. März 1994	Prüfer SERRANO GALARRAGA, J
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 : mündliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	