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

(11) **EP 1 733 124 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.05.2011 Patentblatt 2011/18

(21) Anmeldenummer: **05716050.9**

(22) Anmeldetag: **14.03.2005**

(51) Int Cl.:
F01D 5/30 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/002710

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/100751 (27.10.2005 Gazette 2005/43)

(54) **STRÖMUNGSMASCHINE UND ROTOR FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE**

NON-POSITIVE-DISPLACEMENT MACHINE AND ROTOR FOR A NON-POSITIVE-DISPLACEMENT MACHINE

TURBOMACHINE ET ROTOR POUR TURBOMACHINE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE GB IT LI SE

(30) Priorität: **07.04.2004 EP 04008485**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.12.2006 Patentblatt 2006/51

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **BECKER, Bernard**
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A- 489 698 **DE-A- 2 606 565**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 733 124 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine Strömungsmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Strömungsmaschine mit einem Rotor.

[0002] Aus der US 5,211,407 ist eine Befestigung von Laufschaufeln eines Verdichters an der Scheibe des Verdichterrotors bekannt, bei der die Sicherung der Laufschaufeln gegen axiales Verschieben durch ein ringförmiges Haltesegment erfolgt. Die Scheibe weist dazu an der Stirnseite zwischen zwei Laufschaufelhaltenuten sich radial nach innen erstreckende Haken auf, in die ein Haltesegment eingehakt wird. Das Haltesegment bildet einen Anschlag für die in der Haltenut gehaltene Laufschaufel und sichert so diese gegen axiales Verschieben.

[0003] Zu dem ist in der DE 26 06 565 ein Verfahren zur Montage von Laufschaufeln in einer Scheibe beschrieben. Dabei werden die stirnseitigen Bereiche einer Plattform einer Laufschaufel derartig verformt, dass nach einem Anstemmvorgang die Materialbereiche der Plattform, welche dem Außenumfang der Scheibe zugewandt sind, an der Scheibe fest anliegen, um eine Reibungsdämpfung zu erzielen.

[0004] Außerdem zeigt die CH 489 698 A eine Vorrichtung zur Sicherung von einzeln in axialen Nuten formschlüssig gehaltenen Laufschaufeln von Turbinen. An der Stirnseite eines Wellenbundes ist eine hammerförmige Nut mit Hinterschneidungen derartig angeordnet, dass die Hinterschneidung von unten den Nutgrund der Haltenuten der Laufschaufeln schneidet. Zur Axialsicherung der Laufschaufeln ist nach der Montage der Laufschaufeln in die hammerförmige Nut ein Sicherungselement einschiebbar, welches in eine im Schaufelfuß korrespondierend geformte Ausnehmung eingreift.

[0005] Ferner ist bekannt, dass Laufschaufelfüße von Laufschaufeln eines Verdichters durch plastisches Verformen gegen axiale Verschiebung gesichert werden.

[0006] Figur 7 zeigt dazu einen Ausschnitt einer Verdichterscheibe 19 nach dem Stand der Technik. Zur Aufnahme von Laufschaufeln sind Haltenuten 21 in dem Außenumfang 23 der Verdichterscheibe 19 vorgesehen. Ferner sind Ausnehmungen 29 an den beiden Stirnseiten 25 der Verdichterscheibe 23 angeordnet, die jeweils in den Nutgrund 27 der radial außen liegenden Haltenut 21 übergehen.

[0007] Figur 8 zeigt den Querschnitt durch eine Verdichterscheibe 19 gemäß Figur 7 entlang des Schnitts VIII-VIII. Die Ausnehmung 29 ist als Fase 30 mit einem Winkel von 45° ausgebildet.

[0008] Nach dem Einbringen einer Laufschaufel 16 wird beidseitig durch einen Anstemmvorgang Material des Laufschaufelfußes 33 in den Bereich der Fase 30 plastisch verformt. Der so am Laufschaufelfuß 33 gebildete Vorsprung sichert dann die Laufschaufel 16 gegen axiales Verschieben, indem der Vorsprung an der zur Verschieberichtung um 45° geneigten Fase 30 anliegt.

[0009] Da jedoch beim Anstentemmvorgang der Vorsprung an seiner der Fase zugewandten Seite eine abgerundete Form annimmt, liegt dieser nur teilweise an der Fase an, was zu einer geringeren Haltekraft führen kann.

[0010] Beim Anfahren des kalten Verdichters und nach dem Abschalten des warmen Verdichters können durch unterschiedliche Wärmedehnungen von Laufschaufel und Scheibe axiale gerichtete Spannungen in der Laufschaufelbefestigung entstehen, die bei wiederholtem Auftreten den Vorsprung verformen können. Dieser auch als "Blade Walk" bekannte Effekt kann zu dem axialen Spiel der Verdichterlaufschaufeln und dieses zu Strömungsverlusten im Verdichter führen.

[0011] Daher ist es Aufgabe der Erfindung, einen Rotor für eine Strömungsmaschine anzugeben, der ohne zusätzliche Bauteile eine sicherere Befestigung von Laufschaufeln bei einfacher geometrischer Ausgestaltung am Rotor ermöglicht.

[0012] Die auf den Rotor gerichtete Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0013] Die Lösung der Aufgabe sieht vor, dass zumindest in einer Stirnfläche des Wellenbunds eine sich in Axialrichtung erstreckende zur Drehachse des Rotors koaxiale Ringnut vorgesehen ist, die den Nutgrund jeder Haltenut schneidet und als Verformung Material des Schaufelfußes der Laufschaufel in die Ringnut plastisch verdrängt ist.

[0014] Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass ein Aufnahmebereich, welcher unterhalb des Nutgrunds der Haltenut in der koaxialen Ringnut liegt und zur Aufnahme des Materials des Schaufelfußes dient, eine für den durch die Anstemmung geformten Vorsprung günstigere Form aufweist. Das nach einer Anstemmung plastisch verformte Material des Laufschaufelfußes liegt dann besser an der Ringnut an, so dass ein verlustbehaftetes axiales Spiel der Laufschaufel vermieden wird. Zusätzliche Befestigungsbauteile entfallen.

[0015] Bisher wurde beim Stand der Technik jede Fase in einem separaten Fräsvorgang hergestellt. Die Ringnut hingegen kann während des Drehvorgangs hergestellt werden, mit dem die Kontur der Stirnseite hergestellt wird. Somit wird in nur einem Herstellungsvorgang unterhalb jeder Haltenut der Aufnahmebereich geschaffen, in den Material des Schaufelfußes verdrängbar ist. Dies reduziert die Herstellungskosten und die Herstellungszeit des Rotors.

[0016] Im Rahmen einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Ringnut einen Ringnutgrund und zwei Flanken auf, bei der jede Flanke der Ringnut über eine Rundung in den Ringnutgrund übergeht. Hierdurch werden Kerbspannungen in dem Wellenbund vermieden, die bei einem spitzen Übergang von Flanke zum Ringnutgrund erzeugt werden würden.

[0017] An der vom Nutgrund der Haltenut und der von der Innenfläche der Ringnut gebildeten Schnittkante schließen diese einen Tangentenwinkel ein, der in einer

Ebene liegt, die vom Radius des Rotors und der Drehachse des Rotors aufgespannt wird. Dabei kann der Nutgrund der Haltenut die radial weiter innen liegende Rundung der Ringnut schneiden. Der Tangentenwinkel kann auf Grund der Rundung dabei in einer Größenordnung zwischen 50° und 90° liegen, so dass die Form des Aufnahmebereichs der Form des Vorsprungs geometrisch sehr nahe kommt. Somit kann durch den Anstemmvorgang ein Vorsprung geformt werden, der einem Winkel von 50° bis 90° zum Nutgrund der Haltenut aufweist. Der wirksamste Anteil des Vorsprungs ist der, welcher in einen Winkel von 90° zum Nutgrund der Haltenut ausgebildet ist.

[0018] Zweckmäßigerweise ist der Wellenbund durch eine Scheibe, insbesondere durch eine Verdichterscheibe gebildet. Die Ringnut kann beim Drehen der Verdichterscheibe hergestellt werden, so dass das einzelne Fräsen jeder Fase entfällt.

[0019] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Laufschaufel mit ihrem zur Haltenut komplementär ausgebildetem Schaufelfuß in der jeweiligen Haltenut angeordnet, wobei Material des Schaufelfußes-in die Ringnut hineinragt. Nach dem Einbringen der Laufschaufel in die Haltenut wird Material des Schaufelfußes durch Anstemmen in die Ringnut hinein verformt und somit eine mechanische Sicherung gegen axiales Verschieben erzeugt. Die Haltenut kann im Querschnitt schwalbenschwanzförmig oder tannenbaumförmig sein.

[0020] Damit die Laufschaufel gegen axiales Verschieben in beide Richtungen gesichert ist, weist jede Stirnfläche einer Scheibe eine Ringnut auf. Somit wird jede Seite des zur Stirnfläche gewandten Schaufelfußes durch einen Anstemmvorgang verformt und die beidseitig Laufschaufel gegen axiales Verschieben in beide Richtungen gesichert.

[0021] Die auf die Strömungsmaschine gerichtete Aufgabe wird gelöst, indem diese mit einem Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausstattet. Dabei gelten die für den Rotor aufgeführten Vorteile sinngemäß auch für die Strömungsmaschine, insbesondere, wenn diese ein Verdichter ist.

[0022] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Verdichterscheibe in einer perspektivischen Ansicht,

Figur 2 einen Schnitt durch eine Verdichterscheibe gemäß Figur 1,

Figur 3 einen Schnitt durch eine Verdichterscheibe gemäß Figur 1 mit einem plastisch verformten Schaufelfuß einer Laufschaufel,

Figur 4 eine Ausschnittsweise Seitenansicht der Verdich- terscheibe gemäß Figur 3,

Figur 5, 6 Detail durch den Schnitt einer Verdichterscheibe mit einer Ringnut,

Figur 7 eine perspektivisch dargestellte Verdichterscheibe mit Haltenuten nach dem Stand der Technik und

Figur 8 einen Schnitt durch die Verdichterscheibe gemäß Figur 7.

[0023] Gasturbinen und deren Arbeitsweisen sind allgemein bekannt. Die Gasturbine weist im Wesentlichen entlang eines Rotors einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbineneinheit auf. Die vom Verdichter angesaugte und verdichtete Luft wird mit einem Brennstoff gemischt und in der Brennkammer zu einem Heißgas verbrannt, welches sich anschließend in der Turbineneinheit am Rotor der Gasturbine arbeitsleistend entspannt. Der Rotor der Gasturbine treibt dabei den Verdichter und eine Arbeitsmaschine, beispielsweise einen Generator an.

[0024] Im Verdichter bilden jeweils zwei Schaufelkränze eine Verdichterstufe, wobei in Strömungsrichtung gesehen jeweils ein am Rotor befestigter rotierbarer Kranz aus Laufschaufeln einem feststehenden Kranz von Leitschaufeln folgt. Gleichfalls bilden jeweils zwei Schaufelkränze eine Turbinenstufe, wobei in Strömungsrichtung gesehen jeweils ein feststehender Leitschaufelkranz ein am Rotor befestigter rotierbarer Kranz aus Laufschaufeln folgt.

Der Rotor der Gasturbine weist für jeden Laufschaufelkranz eine Scheibe oder einen Wellenbund auf, an der die Laufschaufeln des jeweiligen Kranzes befestigt sind.

[0025] Figur 1 zeigt ein Segment einer solchen Scheibe als Verdichterscheibe 19 gemäß der Erfindung. Die Verdichterscheibe formt einen Wellenbund 22, der an seinem Außenumfang 23 sich quer erstreckende Haltenuten 21 zur Aufnahme von Laufschaufeln 16 aufweist. Im Bereich des Nutgrundes 27 der Haltenut 21 ist eine koaxial zum Drehpunkt des Rotors angeordnete und sich in Axialrichtung A erstreckende Ringnut 31 vorgesehen. Die Ringnut 31 ist während der Herstellung der Verdichterscheibe 19 beim Drehen der Stirnseite 25 und somit innerhalb des bisherigen Arbeitsschritts herstellbar. Die Ringnut 31 schneidet jede Haltenut 21 im Bereich des Nutgrunds 27. Somit steht ein Aufnahmebereich 34 zur Verfügung, in den Material des Schaufelfußes 33 z.B. durch Anstemmen plastisch verdrängbar ist.

[0026] Figur 2 zeigt einen Ausschnitt durch den Querschnitt einer Verdichterscheibe 19 gemäß Figur 1. Der durch die Verdichterscheibe 19 gebildete Wellenbund 22 weist an jeder Stirnseite 25 die im Querschnitt U-förmige Ringnut 31 auf. Mit einer Tiefe T erstreckt sich jede Ringnut 31 in Axialrichtung, so dass die axiale Länge des Nutgrunds 27 der Haltenut 21 gegenüber einer Scheibendicke D (siehe Figur 1) verkürzt ist.

[0027] Die Ringnut 31 weist im Querschnitt als Seitenwand jeweils eine Flanke 37 auf, die über eine Rundung 41, welche als Radius, Ellipse, konkave Form oder ver-

gleichbarem ausgebildet sein kann, in den Ringnutgrund 39 übergeht.

[0028] Die Ringnut 31 ist an beiden Stirnseiten 25 der Verdichterscheibe 19 vorgesehen, so dass jede Laufschaufel 16 durch zwei Anstemmvorgänge axial gesichert werden kann.

[0029] Figur 3 zeigt den Schnitt durch eine Verdichterscheibe 19 mit einer Laufschaufel 16, deren Schaufelfuß 33 bereits plastisch deformiert ist. Das Material des Schaufelfußes 33 ragt als Vorsprung 35 radial nach innen in die Ringnut 31 hinein. Der Ringnutgrund 39 dient als Widerlager für den Vorsprung 35, der so die Laufschaufel 16 gegen axiales Verschieben sichert.

[0030] In Figur 4 ist ein Ausschnitt aus der Seitenansicht der Verdichterscheibe 19 gemäß Figur 3 gezeigt. Der Laufschaufelfuß 33 der Laufschaufel 16 ist durch den Anstemmvorgang deformiert. Eine Anstemmung 36 ist dabei im unteren Bereich des Schaufelfußes 33 angeordnet und überdeckt ca. ein Drittel der Breite des Schaufelfußes 33.

[0031] Fig. 5 und 6 zeigen den Schnitt durch die Verdichterscheibe 19 mit der koaxialen Ringnut 31 im Detail.

[0032] An der Krümmung der Ringnut 31 im Bereich des Übergangs von Ringnut 31 zum Nutgrund 27 liegt eine Tangente an, welche mit dem Nutgrund 27 der Haltenut 21 einen Tangentenwinkel α einschließt. Dieser liegt in einer gedachten Ebene, die von der Drehachse des Rotors und von der radialen Richtung des Rotors aufgespannt wird, welche durch eine Haltenut 21 verläuft. Je nach Abstand des Nutgrunds 27 zur Drehachse des Rotors weist der Tangentenwinkel α eine Größe von 50° bis 90° auf. Schneidet der Ringnutgrund 39 den Nutgrund 27 der Haltenut 21, so liegt ein Tangentenwinkel α von 90° vor. Ist jedoch die Ringnut 21 radial weiter außen angeordnet, so dass die radial innere Rundung 41 den Nutgrund 27 der Haltenut 21 schneidet, so verkleinert sich der Tangentenwinkel α entsprechend der gewählten Rundung 41.

[0033] Je größer der Tangentenwinkel α ist, umso besser kann der Vorsprung 35 die Laufschaufel 16 gegen axiales Verschieben sichern, da dieser sich am Ringnutgrund 39 abstützt.

[0034] Verglichen mit dem Stand der Technik nach Figur 7, bei dem ein durch die Fase 30 gebildeter Tangentenwinkel von 45° vorliegt, kann mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung eine wirksamere Axialsicherung der Laufschaufel 16 erzielt werden.

Patentansprüche

1. Rotor für eine Strömungsmaschine, insbesondere Rotor für einen Verdichter einer Gasturbine,
   auf dem zumindest ein Wellenbund (22) mit einem Außenumfang (23) und mit zwei sich radial erstreckenden Stirnflächen (25) angeordnet ist,
   mit einer Vielzahl von im Außenumfang (23) vorgesehenen, sich quer zur Umfangsrichtung erstreckenden Haltenuten (21) für Laufschaufeln (16), in denen jeweils eine Laufschaufel (16) mit einem zur Haltenut (21) korrespondierend geformten Schaufelfuß (33) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Laufschaufeln jeweils durch eine stirnseitige Verformung in Axialrichtung gesichert sind, und dass
   zumindest in einer Stirnfläche (25) des Wellenbunds (22) eine sich in Axialrichtung erstreckende zur Drehachse des Rotors koaxiale Ringnut (31) vorgesehen ist,
   die den Nutgrund (27) jeder Haltenut (21) schneidet und als Verformung Material des Schaufelfußes (33) der Laufschaufel (16) in die Ringnut (31) plastisch verdrängt ist.

2. Rotor nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Ringnut (31) einen Ringnutgrund (39) und zwei Flanken (37) aufweist, wobei jede Flanke (37) der Ringnut (31) über eine Rundung (41) in den Ringnutgrund (39) übergeht.

3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass der Wellenbund (22) durch eine Scheibe, insbesondere mittels einer Verdichterscheibe (19) gebildet ist.

4. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass jede Haltenut (21) im Querschnitt schwalbenschwanzförmig ist.

5. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass jede Haltenut (21) im Querschnitt tannenbaumförmig ist.

6. Rotor nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass jede stirnfläche (25) einer Scheibe eine Ringnut (31) aufweist.

7. Strömungsmaschine mit einem Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Strömungsmaschine nach Anspruch 7,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Strömungsmaschine als Verdichter, insbesondere als der einer Gasturbine ausgebildet ist.

Claims

1. Rotor for a turbo-engine, especially a rotor for a compressor of a gas turbine,
   upon which is installed at least one shaft collar (22) with an outer periphery (23) and with two radially

extending end faces (25),
with a plurality of retaining slots (21) for rotor blades (16) provided in the outer periphery (23), extending transversely to the circumferential direction, in which is installed in each case a rotor blade (16) with a blade root (33) formed corresponding to the retaining slot (21),
characterized
in that the rotor blades are each locked by an end face deformation in the axial direction, an annular groove (31) extending in the axial direction coaxial to the rotational axis of the rotor is provided at least in one end face (25) of the shaft collar (22), which intersects the slot base (27) of each retaining slot (21) and as deformation material of the blade root (33) of the rotor blade (16) is plastically displaced into the annular groove (31).

2. Rotor according to Claim 1,
characterized
in that the annular groove (31) has an annular groove base (39) and two flanks (37), wherein each flank (37) of the annular groove (31) merges into the annular groove base (39) by a rounding (41).

3. Rotor according to Claim 1 or 2,
characterized
in that the shaft collar (22) is formed by a disk, especially by means of a compressor disk (19).

4. Rotor according to one of Claims 1 to 3,
characterized
in that each retaining slot (21) is dovetail-shaped in cross section.

5. Rotor according to one of Claims 1 to 4,
characterized
in that each retaining slot (21) is fir-tree-shaped in cross section.

6. Rotor according to one of Claims 3 to 5,
characterized
in that each end face (25) of a disk has an annular groove (31).

7. Turbo-engine with a rotor according to one of Claims 1 to 6.

8. Turbo-engine according to Claim 7,
characterized
in that the turbo-engine is constructed as a compressor, especially as that of a gas turbine.

Revendications

1. Rotor pour une turbomachine, notamment rotor pour un compresseur d'une turbine à gaz,
sur lequel est monté au moins un collier (22) d'arbre ayant un pourtour (23) extérieur et deux surfaces (25) frontales s'étendant radialement,
comprenant une pluralité de rainures (21) de retenue prévues dans le pourtour (23) extérieur, s'étendant dans la direction périphérique et retenant des aubes (16) mobiles, rainures dans lesquelles respectivement une aube (16) mobile est montée par une emplanture (33) d'aube formée de manière correspondante à la rainure (21) de retenue, **caractérisé en ce que** les aubes mobiles sont fixées en direction axiale, respectivement par une déformation du côté frontal, **en ce que**, au moins dans une surface (25) frontale du collier (22) de l'arbre, est prévue une rainure (31) annulaire s'étendant dans la direction axiale et coaxiale à l'axe de rotation du rotor, rainure qui coupe le fond (27) de chaque rainure (21) de retenue et, comme déformation, de la matière de l'emplanture (33) de l'aube (16) mobile est refoulée plastiquement dans la rainure (31) annulaire.

2. Rotor suivant la revendication 1,
caractérisé
en ce que la rainure (31) annulaire a un fond (39) de rainure annulaire et deux flancs (37), chaque flanc (37) de la rainure (31) annulaire se transformant par un arrondi (41) en le fond (39) de la rainure annulaire.

3. Rotor suivant la revendication 1 ou 2,
caractérisé
en ce que le collier (22) de l'arbre est formé par un disque, notamment au moyen d'un disque (19) de compresseur.

4. Rotor suivant l'une des revendications 1 à 3,
caractérisé
en ce que chaque rainure (21) de retenue est en forme de queue d'aronde en section transversale.

5. Rotor suivant l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé
en ce que chaque rainure (21) de retenue est en forme de sapin en section transversale.

6. Rotor suivant l'une des revendications 3 à 5,
caractérisé
en ce que chaque surface (25) frontale d'un disque a une rainure (31) annulaire.

7. Turbomachine ayant un rotor suivant l'une des revendications 1 à 6.

8. Turbomachine suivant la revendication 7,
caractérisée
en ce que la turbomachine est constituée en compresseur, notamment en celui d'une turbine à gaz.

FIG 1

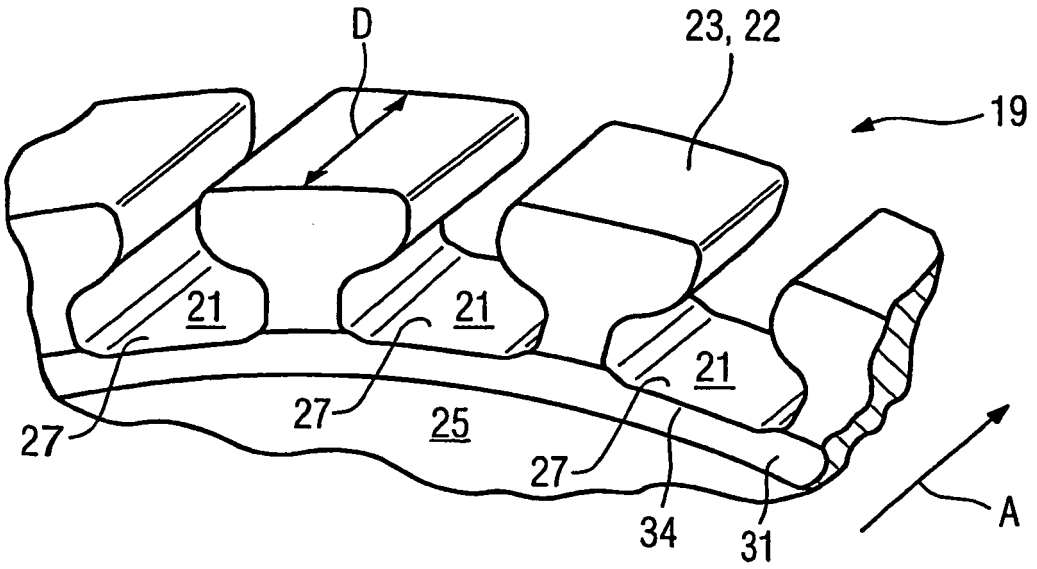

D
23, 22
19
21
21
21
27
27
25
27
34
31
A

FIG 2

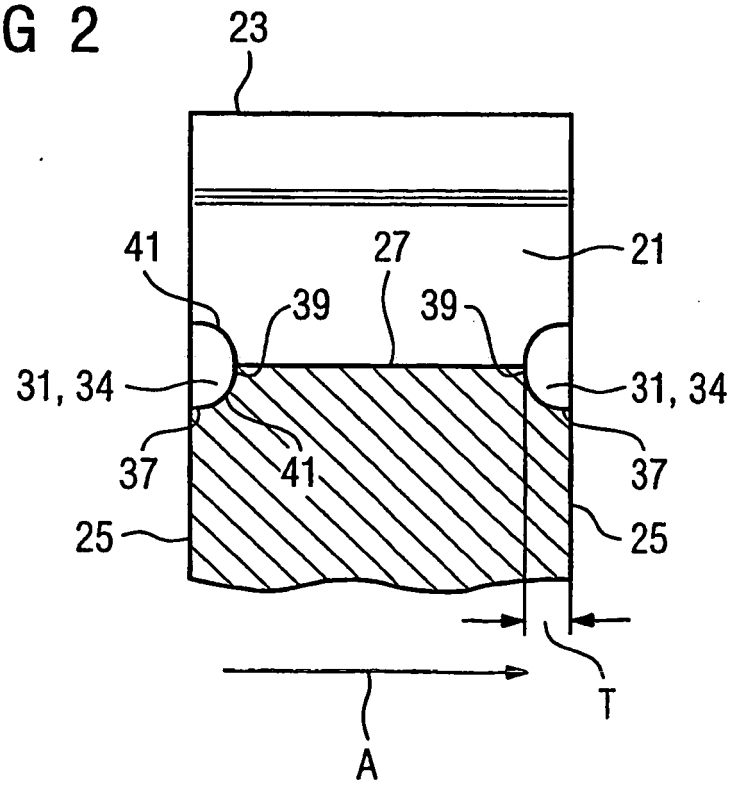

23
41
27
21
39
39
31, 34
31, 34
37
41
37
25
25
T
A

FIG 3

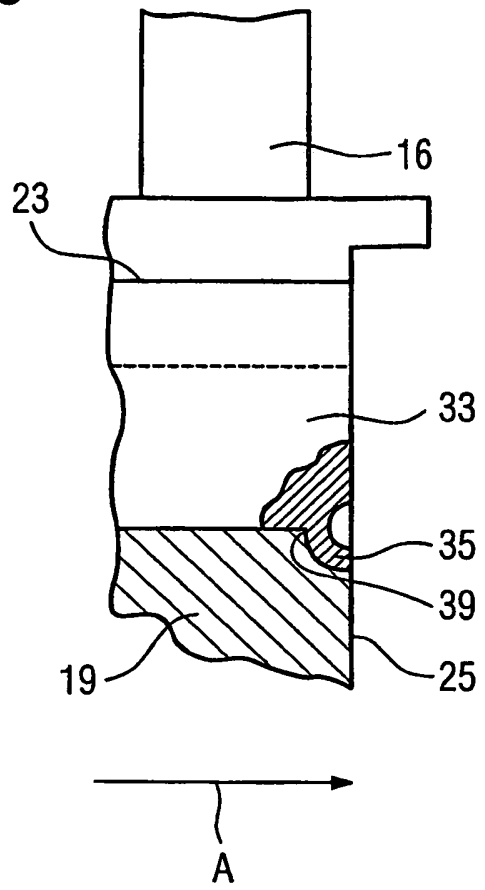


FIG 4

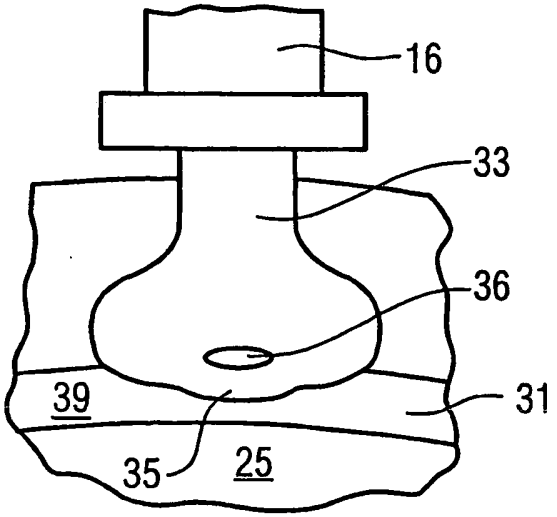


FIG 5

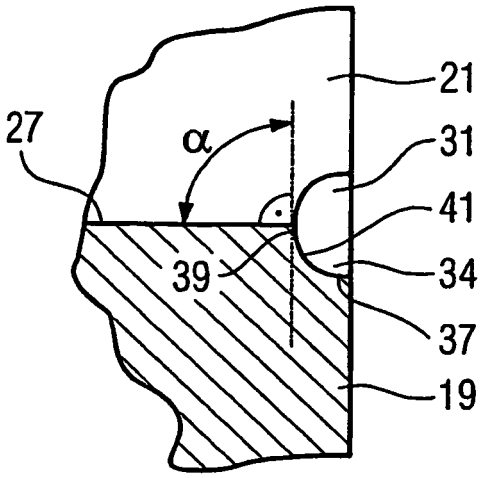


FIG 6

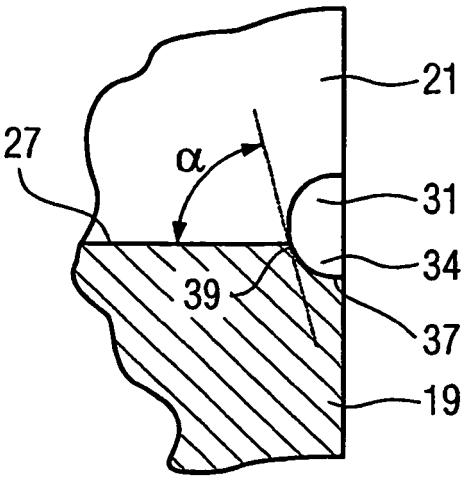


FIG 7
(Stand der Technik)

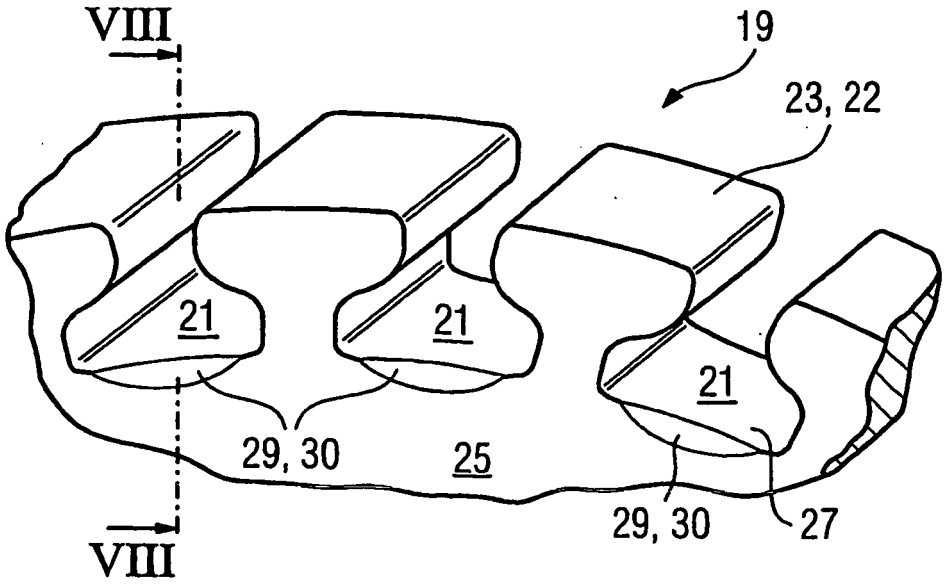
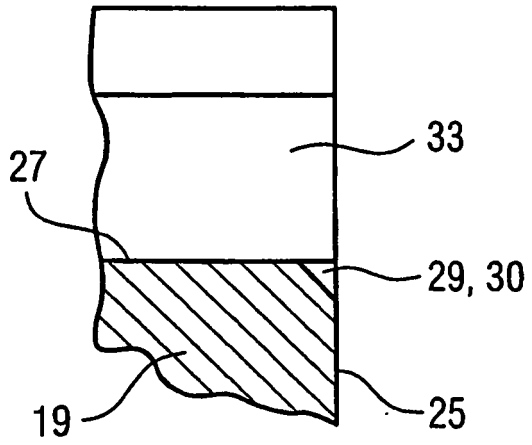


FIG 8
(Stand der Technik)



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5211407 A **[0002]**
- DE 2606565 **[0003]**
- CH 489698 A **[0004]**