



(11)

EP 1 703 080 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2006 Patentblatt 2006/38

(51) Int Cl.:
F01D 5/30 ^(2006.01) **F01D 11/00** ^(2006.01)
F01D 5/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06110074.9**

(22) Anmeldetag: **17.02.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

- **Fältström, Jonas**
61690, Aby (SE)
- **Kiewel, Holger**
5200, Brugg (CH)
- **Kramer, Thomas**
5408, Ennetbaden (CH)
- **Wiebe, Markus, Roland**
5423, Freienwil (CH)

(30) Priorität: **03.03.2005 CH 3702005**

(71) Anmelder: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2)
EPÜ.

(72) Erfinder:
• **De Simone, Andrea**
5408, Ennetbaden (CH)

(54) **Rotierende Maschine**

(57) Eine rotierende Maschine (10), insbesondere ein Verdichter oder eine Turbine, weist eine um eine Achse (20) drehbare Rotorwelle (11) auf, die mit wenigstens einer Nut (14) versehen ist.

Die mechanischen Spannungen im Bereich der Nut werden dadurch verringert, dass die wenigstens eine Nut (14) einen Nutboden (17) mit einer elliptischen Querschnittskontur (24) aufweist.

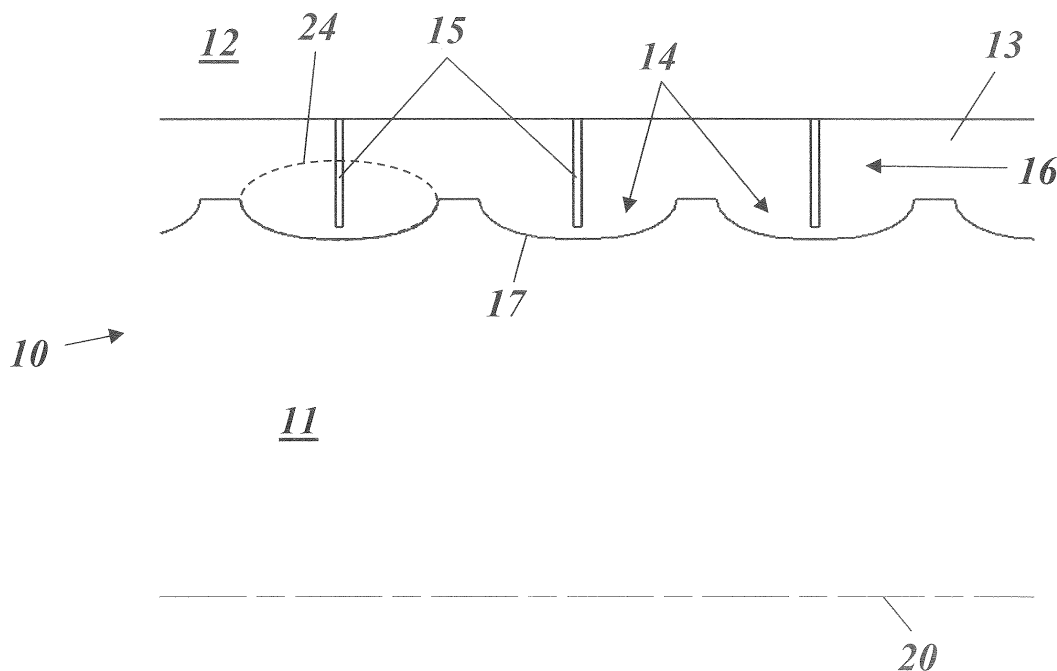


Fig.1

EP 1 703 080 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der rotierenden Maschinen. Sie betrifft eine rotierende Maschine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

10 **[0002]** Bei thermisch und mechanisch hochbelasteten Maschinen, wie sie beispielsweise Verdichter, Gasturbinen oder Dampfturbinen darstellen, ist es wünschenswert, durch eine geeignete konstruktive Auslegung der einzelnen Maschinen- und Anlagenteile mechanische Spannungen zu verringern.

15 **[0003]** So ist es aus dem Stand der Technik beispielsweise bekannt (siehe die EP-A1-0 945 594 oder die US-B1-6,478,539) bei den Laufschaufeln von Gasturbinen den Übergang vom Schaufelblatt zur darunterliegenden, anschliessenden Plattform der Schaufel mit einer vorausbestimmten, vorzugsweise elliptischen Krümmungskontur auszubilden, wobei die grosse Hauptachse in radialer Richtung verläuft und die kleine Hauptachse parallel zur Oberfläche der Plattform orientiert ist.

20 **[0004]** Weiterhin ist es aus der US-B1-6,237,558 bekannt, bestimmte, bezüglich mechanischer Spannungen kritische Stellen des Kurbelgehäuses einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Krümmung zu versehen, die einem Kegelschnitt (Ellipse, Hyperbel, Parabel) folgt.

25 **[0005]** Nicht nur die Laufschaufeln von Turbinen sind aufgrund der hohen Drehzahlen hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt, sondern auch die Rotorwelle selbst. Kritische Stellen sind dabei vor allem die auf dem äusseren Umfang angeordneten Nute in der Rotorwelle, die in axialer Richtung verlaufend oder ringförmig umlaufend beispielsweise zur Aufnahme der Schaufelfüsse der Laufschaufeln oder als Teil einer Wellendichtung vorgesehen sein können. Bei solchen Nuten hängen die in der Nut auftretenden Spannungen massgeblich von der Querschnittskontur ab. Aus der GB-A-2 265 671 oder der US-A-4,818,182 sind ringförmig umlaufende Nuten zur Befestigung von Laufschaufeln bekannt, die eine abgerundete Querschnittskontur aufweisen. Angaben über die Art des Krümmungsverlaufs bzw. den Einfluss der Kontur auf die Spannungen in der Nut werden nicht gemacht.

30 DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine rotierende Maschine mit einer Nuten aufweisenden Rotorwelle so zu gestalten, dass die Spannungen im Nutenbereich deutlich reduziert werden.

35 **[0007]** Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Wesentlich ist dabei, dass die wenigstens eine Nut einen Nutboden mit einer elliptischen Querschnittskontur aufweist. Die Nut kann dabei in axialer Richtung verlaufen, wie dies bei den Tannenbaumnuten von Verdichter- oder Turbinen-Laufschaufeln der Fall ist. Die Nut kann aber auch als umlaufende Ringnut bzw. Umfangsnut ausgebildet sein und ebenfalls der Befestigung von Verdichter- oder Turbinen-Laufschaufeln dienen.

40 **[0008]** Gemäss einer Ausgestaltung der Erfindung ist die wenigstens eine Nut eine konzentrisch umlaufenden Ringnut, wobei die grosse Hauptachse der Ellipse in axialer Richtung und die kleine Hauptachse in radialer Richtung verlaufen.

[0009] Eine Weiterbildung dieser Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Rotorwelle mit Abstand von einem Stator konzentrisch umgeben ist, dass die wenigstens eine umlaufende Ringnut Teil einer zwischen Stator und Rotorwelle angeordneten Wellendichtung ist, und dass jeder umlaufenden Ringnut wenigstens ein Dichtungselement zugeordnet ist, welches am Stator befestigt ist und in die zugehörige umlaufende Ringnut im Sinne einer Labyrinthdichtung dichtend eingreift.

45 **[0010]** Die Dichtungselemente sind dabei vorzugsweise als Streifendichtungen oder Bürstendichtungen ausgebildet.

50 **[0011]** Eine Weiterbildung dieser Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die rotierende Maschine ein Verdichter oder eine Turbine ist, dass die Rotorwelle zur Aufnahme von Laufschaufeln vorgesehen ist, und dass die wenigstens eine umlaufende Ringnut zur Aufnahme und Halterung der Füsse der Laufschaufeln ausgebildet ist. Bevorzugt sind in der wenigstens einen umlaufenden Ringnut oberhalb des Nutbodens Hinterschneidungen zum Zurückhalten des Schaufelfusses angeordnet.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

55 **[0012]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 in einem Ausschnitt einen Längsschnitt durch eine rotierende Maschine mit einer Wellendichtung gemäss

einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 2 in einer zu Fig. 1 vergleichbaren Darstellung eine Turbine oder einen Verdichter mit ringförmig umlaufenden Nuten zur Aufnahme der Füße von Laufschaufeln gemäss einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

5 WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0013] In Fig. 1 ist in einem Ausschnitt ein Längsschnitt durch eine rotierende Maschine mit einer Wellendichtung gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wiedergegeben. Die rotierende Maschine 10, z.B. ein Verdichter oder eine Turbine, umfasst eine um eine Achse 20 drehbare Rotorwelle 11, die mit Abstand von einem Stator 12 konzentrisch umschlossen ist. Zwischen der Rotorwelle 11 und dem Stator 12 verbleibt aufgrund des Abstandes ein Zwischenraum, der in axialer Richtung mittels einer Wellendichtung 16 gegen das Durchströmen eines Fluids abgedichtet ist. Die Wellendichtung 16 ist in diesem Beispiel nach Art einer Labyrinthdichtung aufgebaut. Sie umfasst auf dem äusseren Umfang der Rotorwelle 11 eine Mehrzahl von in axialer Richtung hintereinander angeordneten, umlaufenden Ringnuten 14, in die von der Innenwand des Stators 12 radial abstehende Dichtungselemente 15 dichtend eintauchen. Die Dichtungselemente 15 können beispielsweise Dichtungstreifen oder Bürstendichtungen sein. Die Ringnuten 15 schwächen grundsätzlich die mechanische Festigkeit der Rotorwelle 11. Um zusätzliche Spannungen aufgrund der Querschnittsgeometrie der Ringnuten 15 zu vermeiden, weist der Nutboden 17 der Ringnuten 15 eine elliptische Querschnittskontur auf, d.h. die Querschnittskontur ist Teil einer Ellipse 24, die in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnet ist. Die grosse Hauptachse der Ellipse 24 ist dabei in axialer Richtung orientiert, die kleine Hauptachse in radialer Richtung. Dies hat zur Folge, dass die Krümmung der Bodenkontur des Nutbodens 17 in der Mitte des Nutbodens 17 (unterhalb des Dichtungselements 15) ein Minimum aufweist und zu den Rändern der Ringnut hin nach Massgabe der Ellipsengleichung zunimmt. Bei der Herstellung der Ringnuten 14 wird dieser Konturverlauf entsprechend der Ellipsengleichung aus der Rotorwelle 11 herausgearbeitet.

[0014] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 2 wiedergegeben und bezieht sich direkt auf eine Turbine oder einen Verdichter. Auch hier umfasst die rotierende Maschine 18 eine Rotorwelle 19, die in diesem Fall zur Befestigung von Laufschaufeln ausgebildet ist. Dazu sind auf dem Umfang der Rotorwelle 19 axialer Richtung hintereinander mehrere tiefe, umlaufende Ringnuten 21 angeordnet, die zur Aufnahme der Füße der Laufschaufeln vorgesehen sind, wie dies beispielsweise in der eingangs genannten Druckschrift US-A-4,818,182 gezeigt ist. Jede der Ringnuten 21 ist in einer vorgegebenen Tiefe mit beidseitigen Hinterschnedungen 22 ausgestattet, an denen sich die Schaufelfüße entgegen den Fliehkräften abstützen können und zurückgehalten werden. Unterhalb der Hinterschnedungen 22 verlaufen die Seitenwände der Ringnuten 21 ein kurzes Stück vertikal und gehen dann in einen Nutboden 23 über, dessen Querschnittskontur ebenfalls Teil einer mit der grossen Hauptachse in axialer Richtung liegenden Ellipse 24 ist.

[0015] Das Vorsehen einer elliptischen Bodenkontur ist jedoch nicht nur auf eine Umfangsnut für Laufschaufeln beschränkt, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist. Sie kann auch bei axialen Laufschaufelnuten vom Tannenbaumtyp eingesetzt werden, um die mechanischen Spannungen im Nutgrund zu verringern.

BEZUGSZEICHENLISTE

40 [0016]

10,18	rotierende Maschine
11,19	Rotorwelle
12	Stator
13	Zwischenraum
14,21	Ringnut (umlaufend)
15	Dichtungselement (Lamelle, Bürste etc.)
16	Wellendichtung
17,23	Nutboden (elliptisch)
20	Achse
22	Hinterschnedung
24	Ellipse

55 Patentansprüche

1. Rotierende Maschine (10, 18), insbesondere Verdichter oder Turbine, welche eine um eine Achse (20) drehbare Rotorwelle (11, 19) aufweist, die mit wenigstens einer Nut (14, 21) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die wenigstens eine Nut (14, 21) einen Nutboden (17, 23) mit einer elliptischen Querschnittskontur (24) aufweist.

2. Rotierende Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Nut eine konzentrisch umlaufenden Ringnut (14, 21) ist.
3. Rotierende Maschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die grosse Hauptachse der Ellipse (24) in axialer Richtung und die kleine Hauptachse in radialer Richtung verlaufen.
4. Rotierende Maschine nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorwelle (11) mit Abstand von einem Stator (12) konzentrisch umgeben ist, dass die wenigstens eine umlaufende Ringnut (14) Teil einer zwischen Stator (12) und Rotorwelle (11) angeordneten Wellendichtung (16) ist, und dass jeder umlaufenden Ringnut (14) wenigstens ein Dichtungselement (15) zugeordnet ist, welches am Stator (12) befestigt ist und in die zugehörige umlaufende Ringnut (14) im Sinne einer Labyrinthdichtung dichtend eingreift.
5. Rotierende Maschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungselemente (15) als Streifendichtungen oder Bürstendichtungen ausgebildet sind.
6. Rotierende Maschine nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rotierende Maschine (18) ein Verdichter oder eine Turbine ist, dass die Rotorwelle (19) zur Aufnahme von Laufschaufeln vorgesehen ist, und dass die wenigstens eine umlaufende Ringnut (21) zur Aufnahme und Halterung der Füsse der Laufschaufeln ausgebildet ist.
7. Rotierende Maschinen nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der wenigstens einen umlaufenden Ringnut (21) oberhalb des Nutbodens (23) Hinterschnidungen (22) zum Zurückhalten des Schaufelfusses angeordnet sind.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ.

1. Rotierende Maschine (10, 18), insbesondere Verdichter oder Turbine, welche eine um eine Achse (20) drehbare Rotorwelle (11, 19) aufweist, die mit wenigstens einer Nut (14, 21) versehen ist, wobei die wenigstens eine Nut (14, 21) einen Nutboden (17, 23) mit einer Querschnittskontur (24) aufweist, die Teil einer Ellipse ist, und wobei die wenigstens eine Nut eine konzentrisch umlaufende Ringnut (14, 21) ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die grosse Hauptachse der Ellipse (24) in axialer Richtung und die kleine Hauptachse in radialer Richtung verlaufen.
2. Rotierende Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorwelle (11) mit Abstand von einem Stator (12) konzentrisch umgeben ist, dass die wenigstens eine umlaufende Ringnut (14) Teil einer zwischen Stator (12) und Rotorwelle (11) angeordneten Wellendichtung (16) ist, und dass jeder umlaufenden Ringnut (14) wenigstens ein Dichtungselement (15) zugeordnet ist, welches am Stator (12) befestigt ist und in die zugehörige umlaufende Ringnut (14) im Sinne einer Labyrinthdichtung dichtend eingreift.
3. Rotierende Maschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungselemente (15) als Streifendichtungen oder Bürstendichtungen ausgebildet sind.
4. Rotierende Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rotierende Maschine (18) ein Verdichter oder eine Turbine ist, dass die Rotorwelle (19) zur Aufnahme von Laufschaufeln vorgesehen ist, und dass die wenigstens eine umlaufende Ringnut (21) zur Aufnahme und Halterung der Füsse der Laufschaufeln ausgebildet ist.
5. Rotierende Maschinen nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der wenigstens einen umlaufenden Ringnut (21) oberhalb des Nutbodens (23) Hinterschnidungen (22) zum Zurückhalten des Schaufelfusses angeordnet sind.

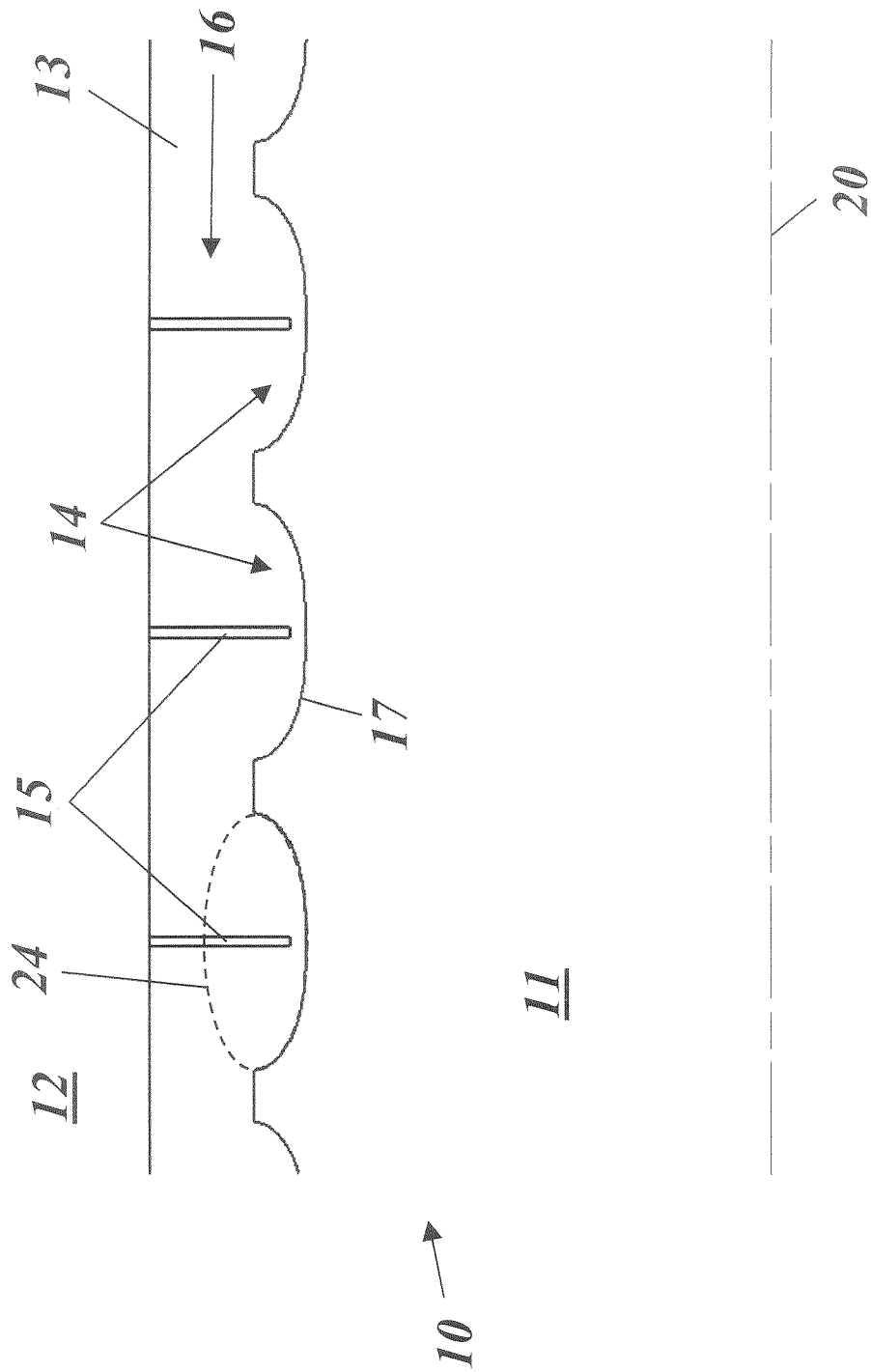
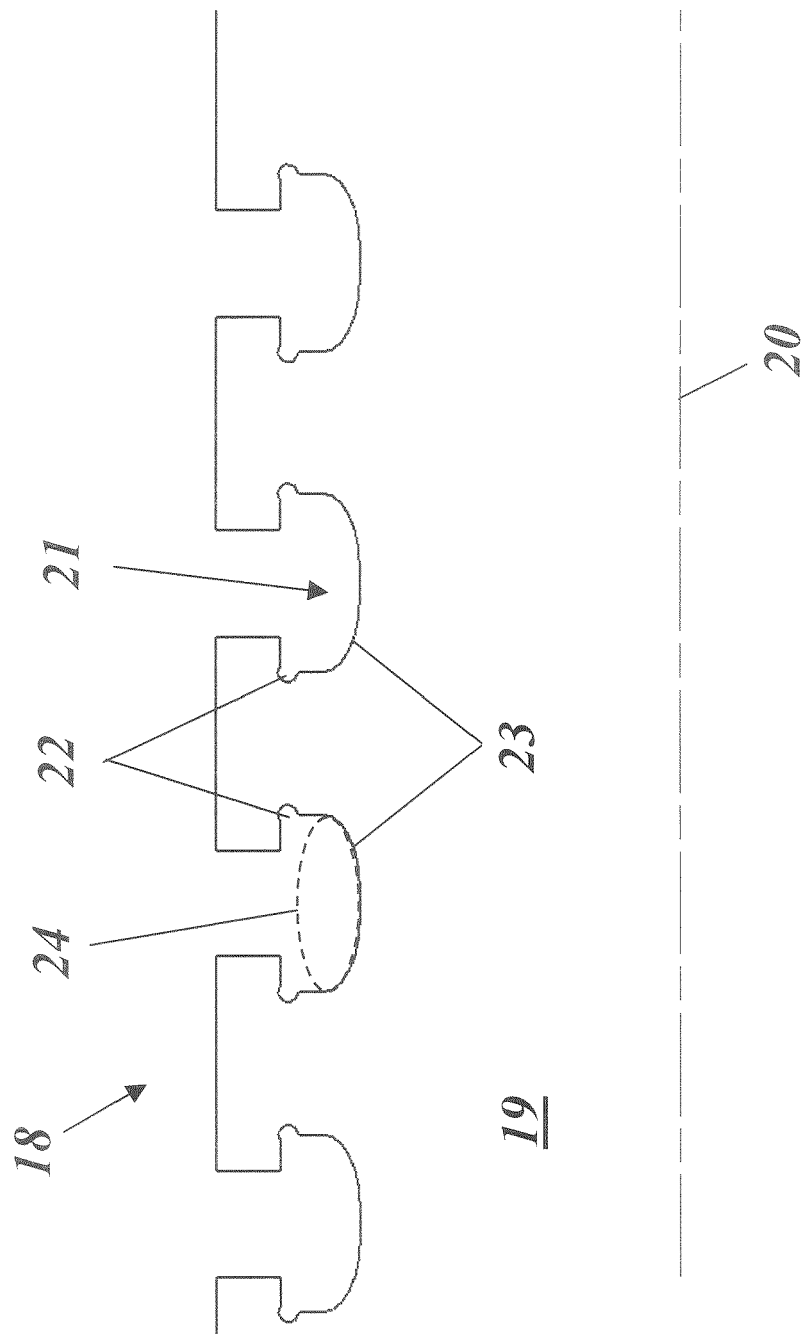


Fig.1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 11 0074

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 331 362 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 30. Juli 2003 (2003-07-30) * Absätze [0076], [0085]; Abbildungen 4,5 *	1-5	INV. F01D5/30 F01D11/00 F01D5/02
D,X	----- US 4 818 182 A (BOURU ET AL) 4. April 1989 (1989-04-04) * Spalte 3, Zeile 42 - Zeile 43 * * Spalte 4, Zeile 4 - Zeile 8 * * Spalte 4, Zeile 17 - Zeile 20; Abbildungen 1-3 * -----	1-3,6,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Mai 2006	Prüfer Raspo, F
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 11 0074

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

18-05-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1331362	A	30-07-2003	WO 03064818 A2 07-08-2003
			JP 2003214113 A 30-07-2003
			MX PA03000730 A 29-10-2004
			US 2003165382 A1 04-09-2003

US 4818182	A	04-04-1989	DE 3864216 D1 19-09-1991
			EP 0305223 A1 01-03-1989
			FR 2616480 A1 16-12-1988
			JP 1003204 A 09-01-1989
			JP 1955527 C 28-07-1995
			JP 6089649 B 09-11-1994

EPO FORM P0461

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