

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Februar 2003 (06.02.2003)

PCT

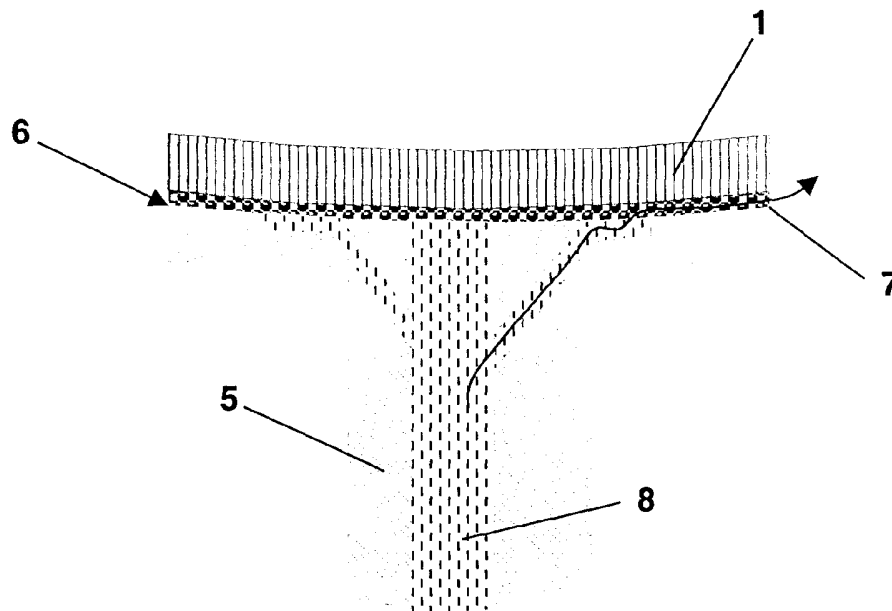
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/010419 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F01D 11/12, 5/20** (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): FRIED, Reinhard**
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB02/02885 [DE/CH]; Stockackerstrasse 3A, CH-5415 Nussbaumen (CH).
(22) Internationales Anmeldedatum: 16. Juli 2002 (16.07.2002) (74) **Gemeinsamer Vertreter: ALSTOM (SWITZERLAND) LTD**; CHSP Intellectual Property, Brown Boveri Str. 7/699/5, CH-5431 Baden (CH).
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
(30) Angaben zur Priorität: 1367/01 23. Juli 2001 (23.07.2001) CH
(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ALSTOM (SWITZERLAND) LTD** [CH/CH]; Brown Boveri Strasse 7, CH-5431 Baden (CH).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DEVICE FOR REDUCING SEALING GAPS BETWEEN MOVING AND STATIONARY COMPONENTS INSIDE A NON-POSITIVE-DISPLACEMENT MACHINE

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG ZUR DICHTSPALTREDUZIERUNG ZWISCHEN BEWEGTEN UND STATIONÄREN KOMPONENTEN INNERHALB EINER STRÖMUNGSMASCHINE



(57) **Abstract:** The invention relates to a device for reducing sealing gaps between a rotating and a stationary component (5) inside a non-positive-displacement rotary machine, which is axially flown through and in which the rotating and the stationary component (5) each have a flat section (6). These flat sections are separated by a sealing gap, and sealing structures are provided on at least one of both flat sections. One of the sealing structures has a honeycomb structure (1), whereby the sealing structure provided in the form of a honeycomb structure (1) is made from ceramic material and is joined in a fixed manner to the flat section (6) of the rotating component (5, 2) or to the flat section (6) of the stationary component (5, 4).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/010419 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Dichtspaltreduzierung zwischen einer rotierenden und einer stationären Komponente (5) innerhalb einer axial durchströmten Strömungsrotationsmaschine, in der die rotierende und die stationäre Komponente (5) jeweils einen Flächenabschnitt (6) aufweisen, die durch einen Dichtspalt getrennt angeordnet sind und auf wenigstens einen der beiden Flächenabschnitten Dichtungsstrukturen vorsehen, von denen eine eine Honigwabenstruktur (1) aufweist, wobei die als Honigwabenstruktur (1) ausgebildete Dichtungsstruktur aus keramischem Material gefertigt ist und mit dem Flächenabschnitt (6) der rotierenden Komponente (5, 2) oder mit dem Flächenabschnitt (6) der stationären Komponente (5, 4) fest verfügt ist.

Vorrichtung zur Dichtspaltreduzierung zwischen bewegten und stationären Komponenten innerhalb einer Strömungsmaschine

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Dichtspaltreduzierung zwischen einer rotierenden und einer stationären Komponente innerhalb einer axial durchströmten Strömungsrotationsmaschine, in der die rotierende Komponente eine Stirnfläche aufweist, die durch einen Dichtspalt gegenüber der stationären Komponente getrennt angeordnet ist, und in der auf der Stirnfläche der rotierenden Komponente und auf der stationären Komponente den Dichtspalt begrenzende Dichtungsstrukturen vorgesehen sind, von denen wenigstens eine eine Honigwabenstruktur aufweist.

Stand der Technik

Um den Wirkungsgrad axial durchströmter Strömungsmaschinen, wie Verdichtereinheiten und insbesondere Gasturbinenanlagen zu steigern, ist man bemüht, jegliche im Strömungsweg der Maschinen auftretende Verlustmechanismen zu reduzieren oder falls möglich vollständig zu unterdrücken. Dies gilt insbesondere für den Zwischenspalt, der sich unvermeidbar zwischen den rotierenden und stationären Anlagenkomponenten ergibt, durch den verlustbehaftete Leckageströme hindurchtreten, die nicht zur gewünschten Energieumwandlung innerhalb der Strömungsrotationsmaschine beitragen. Um das Durchströmen dieser unvermeidbar vorhandenen Zwischenspalte für die durch die Strömungsrotationsmaschine axial

hindurchtretenden dampf- oder gasförmigen Massenströme zusätzlich zu erschweren, werden in an sich bekannter Weise Labyrinthdichtungen, rippen-, stufen- oder wabenförmige Strukturen in den Zwischenspalt eingebracht, durch die der Strömungswiderstand innerhalb der Dichtspalte weiter vergrößert und der Anteil der Leckageströme erheblich vermindert werden kann.

Da Strömungsrotationsmaschinen im Betrieb wechselnden und je nach Bauteil unterschiedlichen Temperaturen unterworfen sind, ergeben sich in den einzelnen rotierenden und stationären Komponenten unterschiedliche Dehnungsmaße, die zusätzlich durch den Einsatz unterschiedlicher Materialien, je nach Funktion des Bauteiles, beeinflusst werden. Um dennoch einen weitgehenden Freilauf zwischen den rotierenden und stationären Komponenten, unabhängig in welchem Betriebszustand sich die Strömungsrotationsmaschine befindet, garantieren zu können, wird die Strömungsrotationsmaschine derart ausgelegt, dass sie mit einem sogenannten "Kaltspiel" zusammengebaut wird, d.h. die rotierenden Komponenten sind von den stationären Komponenten der Strömungsrotationsmaschine im kalten Zustand der Maschine gerade so weit voneinander beabstandet, dass ihr gegenseitiger Abstand im Nennbetriebspunkt der Strömungsrotationsmaschine möglichst nahe Null ist. Die genaue Berechnung des Kaltspieles erweist sich jedoch als sehr kompliziert und als eher unzuverlässig, zumal die thermischen Ausdehnungseigenschaften der den Zwischenspalt begrenzenden Anlagenkomponenten nicht genau genug definierbar bzw. bekannt sind. Aus diesem Grunde werden bei der Auslegung des Kaltspieles geeignete Sicherheitsreserven vorgesehen, die jedoch, möchte man jegliche Berührungen zwischen rotierenden und stationären Komponenten innerhalb der Strömungsrotationsmaschine vermeiden, auch im Nennbetriebspunkt zu unbefriedigenden Zwischenspalten führen, durch die erhebliche Leckageverluste auftreten. Andererseits - und dies ist in der heutigen Praxis beim Bau derartiger Strömungsrotationsmaschinen üblich - wird in Kauf genommen, dass die rotierenden Komponenten im Nennbetriebspunkt in einen schleifenden Eingriff mit den stationären Komponenten gelangen. Hierzu sind an den sich unmittelbar gegenüberliegenden Flächenabschnitten der rotierenden und

stationären Komponenten Dichtungsstrukturen vorgesehen, von denen eine als Reibpartner ausgebildet ist und daher nachgiebig oder abreibbar (abradable) ausgeführt ist. Derartig aufgebaute klassische Dichtungssysteme weisen als nachgiebig oder abreibbare Reibpartner Dichtstreifen, honigwabenartig ausgebildete Bleche oder abreibbare Schichten, die beispielsweise im Wege des Flammgespritzens auf den jeweiligen Flächenabschnitt aufbringbar sind, auf. Die andere, der dem vorstehend genannten Reibpartner gegenüberliegende Seite ist entweder als glatte Wand oder als eine Oberfläche mit Rippen ausgebildet, die in den entsprechenden gegenüberliegenden Reibpartner eingreifen und diesen lokal abträgt.

Von besonderem Interesse unter den vorstehend genannten Reibpartnern sind die als honigwabenförmig strukturierten Dichtstrukturen zu nennen, die in an sich bekannter Weise aus entsprechend verformten Flachblechmaterialien hergestellt sind und mittels geeigneter Löt- oder Schweißtechnik an die aus Metall bestehenden Flächenabschnitte fest verfügt werden. Nachteilig bei diesen aus Blech oder Metall gefertigten Honigwabenstrukturen ist ihre nur begrenzte Oxidationsbeständigkeit, wodurch sie bei Betriebstemperaturen von mehr als 1000 °C regelrecht verbrennen und auf diese Weise vollständig verlorengehen.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Dichtspaltreduzierung zwischen einer rotierenden und einer stationären Komponente innerhalb einer axial durchströmten Strömungsrotationsmaschine, in der die rotierende Komponente und die stationäre Komponente jeweils einen Flächenabschnitt aufweisen, die durch einen Dichtspalt getrennt angeordnet sind und auf wenigstens einen der beiden Flächenabschnitten Dichtungsstrukturen vorsehen, von denen eine eine Honigwabenstruktur aufweist, derart auszubilden, dass trotz Verwendung einer als Honigwabenstruktur ausgebildeten Dichtungsstruktur Betriebstemperaturen der Strömungsrotationsmaschine von mehr als 1000° C erreichbar sind, ohne dass die Honigwabenstruktur Schaden erleidet.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen zu entnehmen.

Erfindungsgemäß ist eine Vorrichtung gemäß des Oberbegriffes des Anspruches 1 derart ausgebildet, dass die als Honigwabenstruktur ausgebildete Dichtungsstruktur aus keramischen Material gefertigt ist und mit dem Flächenabschnitt der rotierenden Komponente oder mit dem Flächenabschnitt der stationären Komponente fest verfügt ist.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, die aus der Katalysatortechnik bekannten keramischen Wabenkörper gezielt als Dichtungsstrukturen innerhalb von Strömungsrotationsmaschinen, insbesondere Gasturbinen, einzusetzen und diese mittels geeigneter Fügeverfahren an die üblicherweise aus Metall bestehenden Flächenabschnitte der jeweiligen rotierenden bzw. stationären Komponenten der Strömungsrotationsmaschine dauerhaft fest zu verfügen.

Insbesondere gilt es beispielsweise das Deckband einer Turbinenlaufschaufel bzw. einer Turbinenleitschaufel oder aber auch die Oberfläche eines Wärmestausegmentes (heat shield) oder entsprechende, einen Dichtspalt begrenzende Oberflächenbereiche innerhalb einer axial durchströmten Strömungsrotationsmaschine mit einer keramischen Honigwabenstruktur möglichst flächendeckend innig fest zu verbinden, so dass nicht nur die keramische Honigwabenstruktur den überaus hohen Betriebstemperaturen von über 1000° C widerstehen kann, sondern insbesondere auch die Fügeverbindung, mit der die Honigwabenstruktur mit ihrem jeweiligen metallischen Untergrund verfügt ist. Als Fügeverfahren eignet sich vorzugsweise eine Lötverbindung unter Verwendung sogenannter Aktivlote, beispielsweise sei in diesem Zusammenhang AM 900 + NiTi25 genannt, doch eignen sich auch weitere, in der Literatur bekannte Aktivlote, die Metall-Keramikverbindungen ermöglichen.

Die üblicherweise im Wege eines Extrudier- bzw. Strangpressverfahrens herstellbaren keramischen Honigwabenstrukturen mit üblicherweise Wandstärken von Zehntel Millimetern und darunter können bevorzugt als keramische Honigwabenplatten gefertigt werden, mit einer Plattendicke im Millimeterbereich bis mehrere zehn Millimeter. Derartige Honigwabenplatten können durch geeignete formgebende Verfahren an die jeweilige, individuelle Form des Flächenabschnittes beispielsweise auf das Deckband einer Lauf- oder Leitschaufel zugeschnitten werden. Neben der nahezu beliebigen Ausgestaltungsmöglichkeit bezüglich der Dicke und Form der Honigwabenstruktur verfügt das keramische Material je nach Herstellungsprozess über eine gewünschte Porosität und Dichte, wodurch die Abreibbarkeit (abradability) sowie ihre Abschleifwirkung (abrasivness) in weiten Bereichen variabel eingestellt werden kann. Je nach Einsatzzweck lässt sich somit die aus keramischen Material gefertigte Honigwabenstruktur als abrasives Element oder als abreibbare Materialschicht ausführen.

Besonders bevorzugte keramische Materialien stellen in diesem Zusammenhang reaktionsgebundenes Siliziumnitrit oder Siliziumcarbid dar. Selbstverständlich können auch weitere, literaturbekannte keramische Materialverbindungen, die zur Herstellung vorstehend genannter Honigwabenstrukturen geeignet sind und darüber hinaus über eine Oxidationsbeständigkeit auch bei Temperaturen von über 1000° C aufweisen, verwendet werden.

Neben der bereits vorstehend genannten Möglichkeit der Verbindung der keramischen Wabenstruktur mit Hilfe von Aktivloten ist es vorzugsweise auch möglich, zwischen dem jeweiligen metallischen Flächenabschnitt und der keramischen Honigwabenstruktur eine elastisch oder plastisch verformbare Zwischenschicht vorzusehen, die zudem zur Kompensation unterschiedlicher thermischer Ausdehnungseigenschaften zwischen dem metallischen Flächenabschnitt und der keramischen Honigwabenstruktur dient. Besonders geeignet sind hierzu Schichten bestehend aus MCrAlY, die im Wege der Flamspritztechnik mit einer gewünschten Porosität und Dichte, je nach

eingestelltem Spritzparameter, direkt auf den metallischen Flächenabschnitt der jeweiligen Komponente der Strömungsrotationsmaschine aufgetragen werden kann. Auch eignen sich Sintermetalle oder geeignet gewählte Metallschäume als entsprechende Zwischenschichten. Die Verbindung zwischen der aus keramischem Material bestehenden Honigwabenstruktur und der Zwischenschicht erfolgt ebenfalls mit Hilfe geeigneter Löt- bzw. Schweisstechniken, vorzugsweise unter Verwendung von Aktivloten.

Aufgrund der komfortablen Verarbeitungsmöglichkeit der mit Hilfe aus der Katalysatortechnik bekannten Herstellverfahren gewonnenen keramischen Honigwabenstruktur kann diese in beliebige flächige Segmente unterteilt und mosaikartig auf einen zu belegenden Flächenabschnitt zusammengefügt werden. Hierzu dienen vorzugsweise mechanische Befestigungsmittel, wie sie beispielsweise aus der in der Raumfahrt bekannten Kacheltechnik bekannt sind. Auch ist die Verwendung hochtemperaturbeständiger Adhäsivklebemittel als Fügemitte denkbar.

Um die thermische Belastbarkeit vorstehend genannter keramischer Honigwabenstrukturen im Einsatz als Dichtungsstrukturen innerhalb von Strömungsrotationsmaschinen weiter zu verbessern, sind vorzugsweise die mit den Honigwabenstrukturen verbundenen stationären oder rotierenden Komponenten mit Kühlkanälen durchsetzt, die an der Oberfläche des Flächenabschnittes enden, auf dem sich die entsprechende keramische Honigwabenstruktur befindet. Sieht man, wie vorstehend bereits erläutert, zwischen dem metallischen Flächenabschnitt und der keramischen Honigwabenstruktur eine vorzugsweise poröse Zwischenschicht vor, so vermag diese die von Seiten der Komponente aus dem Kühlkanal austretende Kühlluft aufgrund ihrer porösen Schichtstruktur flächig zu verteilen, so dass eine Vielzahl angrenzender, kanalartig ausgebildeter Honigwabenkörper mit Kühlluft versorgt werden kann.

Kurze Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 photographische Darstellung einer aus keramischem Material gefertigten Honigwabenstruktur,
- Fig. 2 photographische Darstellung einer Honigwabenstruktur auf einer Laufschaufel,
- Fig. 3 photographische Darstellung einer Honigwabenstruktur auf dem Deckband einer Leitschaufel,
- Fig. 4 schematische Darstellung einer Honigwabenstruktur,
- Fig. 5,6 schematisierter Querschnitt durch eine mit einer Honigwabenstruktur versehene, rotierende oder stationäre Komponente mit Kühlkanälen, und
- Fig. 7 segmentierte Honigwabenstrukturen mit mechanischen Befestigungshilfen.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

In Fig. 1 ist eine photographische Abbildung einer flächig ausgebildeten keramischen Honigwabenstruktur 1 dargestellt, die typischerweise eine Honigwabenstrukturdicke d zwischen 3 und 15 mm aufweist. Die keramische Honigwabenstruktur 1 ist im Wege eines an sich bekannten Extrudier- bzw. Strangpressverfahren aus Siliziumnitrit hergestellt und mit Hilfe eines geeigneten Schnittverfahrens in eine plattenförmige Form überführt worden. Sowohl die Dicke d als auch die äußere Form der Honigwabenstruktur lassen sich nahezu beliebig wählen, um sie beispielsweise

mit der Deckfläche 3 einer Turbinenlaufschaufel 2 gemäß Fig. 2 zu verbinden. Hierbei weist die Honigwabenstruktur 1 eine profilmäßige Kontur auf, die bündig am Ende der Turbinenlaufschaufel 2 mittels Lötverbindung unter Verwendung eines Aktivlotes mit der Laufschaufel fest und innig verbunden ist.

Fig. 3 zeigt eine auf dem Deckband einer Turbinenleitschaufel 4 verfügte Honigwabenstruktur 1, die in diesem Falle einen quadratischen Umriss aufweist.

In Fig. 4 ist eine Querschnittsdarstellung durch eine rotierende oder stationäre Komponente 5 (die sowohl als „heatshield“, Leitschaufel oder Laufschaufel ausgebildet sein kann) dargestellt, auf deren Flächenabschnitt 6, der der Oberfläche eines Deckbandes entspricht, eine Zwischenschicht 7, vorzugsweise bestehend aus einem porösen MCrAlY-Material aufgebracht ist. Auf der Zwischenschicht 7 befindet sich die aus keramischem Material gefertigte Honigwabenstruktur 1, die im übrigen mit Hilfe einer Aktivlot-Verbindung mit der Zwischenschicht 7 verfügt ist. Mittig im Inneren der Komponente 5 sind Kühlkanäle 8 vorgesehen, die für eine Kühlluftzufuhr an der Unterseite der Zwischenschicht 7 sorgen, die aufgrund ihrer Porosität die Kühlluft möglichst lokal flächig verteilt an die aus keramischem Material gefertigte Honigwabenstruktur 1 weiterleitet. Auf diese Weise wird die Honigwabenstruktur 1 wirkungsvoll gekühlt, wodurch die Temperaturbeständigkeit bzw. Oxidationsbeständigkeit der Honigwabenstruktur 1 weiter verbessert wird.

Ferner dient die Zwischenschicht 7 aufgrund ihrer innewohnenden Porosität und der damit bedingten Eigenelastizität als Kompensationsschicht gegenüber dem Auftreten innerer mechanischer Spannungen, die durch unterschiedliche thermische Ausdehnungseigenschaften sowohl der aus Metall gefertigten Komponente 5 als auch der aus keramischem Material gefertigten Honigwabenstruktur 1 herrühren.

Alternativ zur vorstehend beschriebenen Ausführungsform weist die in Fig. 5 abgebildete Komponente 5 eine feingliedrig strukturierte Oberfläche 6 auf, auf der die Honigwabenstruktur 1 direkt aufliegt und mit dieser verfügt ist. Etwaige

unterschiedliche Materialausdehnungserscheinungen vermag die feingliedrige Strukturierung aufzunehmen, ohne dabei mechanische Materialverspannungen, insbesondere innerhalb der Honigwabenstruktur 1, hervorzurufen. Auch die feingliedrigen Strukturen auf dem Flächenabschnitt 6 der Komponente 5 vermögen die über Kühlluftkanäle 8 zugeführte Kühlluft lokal großflächig unter der Honigwabenstruktur 1 zu verteilen, um diese wirkungsvoll zu kühlen.

Schließlich ist in Fig. 6 eine Draufsicht auf segmentierte Honigwabenstrukturen 1 dargestellt, die über mechanische Befestigungshilfen 9 mit dem Flächenabschnitt, auf dem die segmentierten Honigwabenstrukturen 1 aufliegen, verbunden sind. Die Verbindungsweise ist der aus der Weltraumtechnik bekannten Kacheltechnik entliehen, durch die die einzelnen segmentierten Honigwabenstrukturen relativ beweglich zueinander mit dem entsprechenden Flächenabschnitt verfügt sind.

In Figur 7 ist ein Querschnitt durch eine aus der Kacheltechnik bekannte Verbindungsstruktur zwischen einer segmentierten Honigwabenstruktur 1 und der Oberfläche 6 einer Komponente 5 dargestellt. Mit Hilfe eines gewellten Befestigungsdrahtes 10, der in eine in der Honigwabenstruktur 1 vorgesehene Befestigungsnut eingreift, ist eine lösbar-feste Fügeverbindung zwischen der Honigwabenstruktur 1 und der Komponente 5 realisierbar.

Bezugszeichenliste

- 1 Honigwabenstruktur
- 2 Laufschaufel
- 3 Deckband
- 4 Leitschaufel
- 5 Stationäre oder rotierende Komponente
- 6 Flächenabschnitt, Oberfläche
- 7 Zwischenschicht
- 8 Kühlkanal
- 9 Mechanisches Befestigungsmittel
- 10 Befestigungsdraht

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Dichtspaltreduzierung zwischen einer rotierenden und einer stationären Komponente (5) innerhalb einer axial durchströmten Strömungsrotationsmaschine, in der die rotierende und die stationäre Komponente (5) jeweils einen Flächenabschnitt (6) aufweisen, die durch einen Dichtspalt getrennt angeordnet sind und auf wenigstens einen der beiden Flächenabschnitten Dichtungsstrukturen vorsehen, von denen eine eine Honigwabenstruktur (1) aufweist, dadurch **gekennzeichnet**, dass die als Honigwabenstruktur (1) ausgebildete Dichtungsstruktur aus keramischem Material gefertigt ist und mit dem Flächenabschnitt (6) der rotierenden Komponente (5, 2) oder mit dem Flächenabschnitt (6) der stationären Komponente (5, 4) fest verfügt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass das keramische Material bei Temperaturen über 1000°C oxidationsbeständig ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Honigwabenstruktur (1) flächig mit der rotierenden und/oder stationären Komponente (5) verfügt ist und eine Vielzahl zumindest einseitig offen ausgebildete Honigwabenkörper aufweist, deren offene Seiten zum Dichtspalt gerichtet sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Flächenabschnitt (6) der rotierenden Komponente (5, 2) oder der Flächenabschnitt (6) der stationären Komponente (5, 4) aus Metall besteht, auf die die Honigwabenstruktur (1) unmittelbar mittels Aktivlot fest verfügbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Honigwabenstruktur (1) auf einer elastisch oder plastisch verformbaren Zwischenschicht (7) aufgebracht ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Zwischenschicht (7) aus porösem Material des MCrAlY-Typs besteht, mit M für ein Element der Gruppe bestehend aus Fe, Co und Ni.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Honigwabenstruktur (1) selbst abschleifbar bzw. abreibbar oder als abrasives Element ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Honigwabenstruktur (1) segmentiert ist und die segmentierten Honigwabenstrukturteile mittels mechanischer oder adhäsiv wirkender Befestigungsmittel (9) am Flächenabschnitt (6) der rotierenden Komponente (5, 2) oder am Flächenabschnitt (6) der stationären Komponente (5, 4) befestigbar sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass das keramische Material reaktionsgebundenes Siliziumnitrid oder Siliziumkarbid ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass von Seiten der rotierenden oder stationären Komponente (5) die Honigwabenstruktur (1) über wenigstens einen Kühlkanal (8) mit Kühlluft versorgbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Flächenabschnitt (6) der rotierenden Komponente (5, 2) und/oder der stationären Komponente (5, 4) eine feinstrukturierte Oberfläche (6) aufweist, auf der die Honigwabenstruktur (1) fest verfügbar ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass die rotierende Komponente eine Laufschaufel (2) oder eine Rotoranordnung und die stationäre Komponente eine Leitschaufel (4), ein Hitzeschild oder ein Gehäuseteil der Strömungsrotationsmaschine ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Strömungsrotationsmaschine eine Verdichtereinheit oder eine Gasturbine ist.

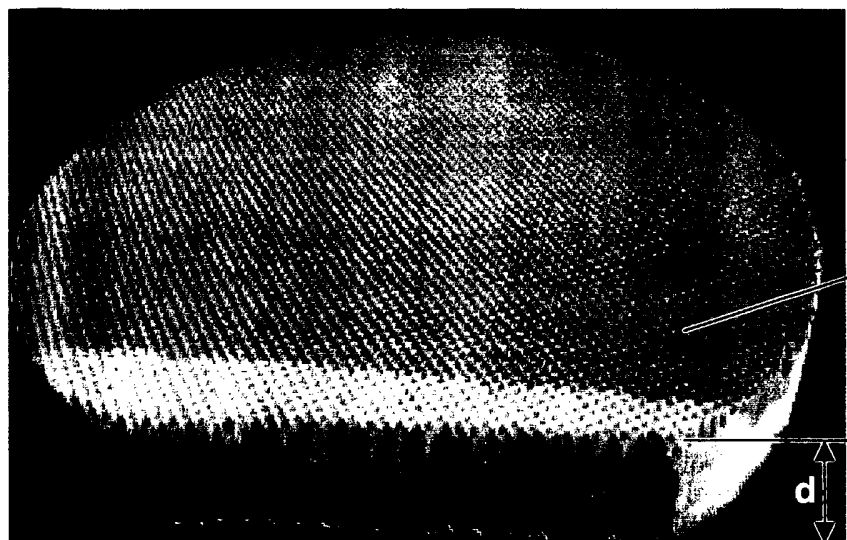


Fig. 1

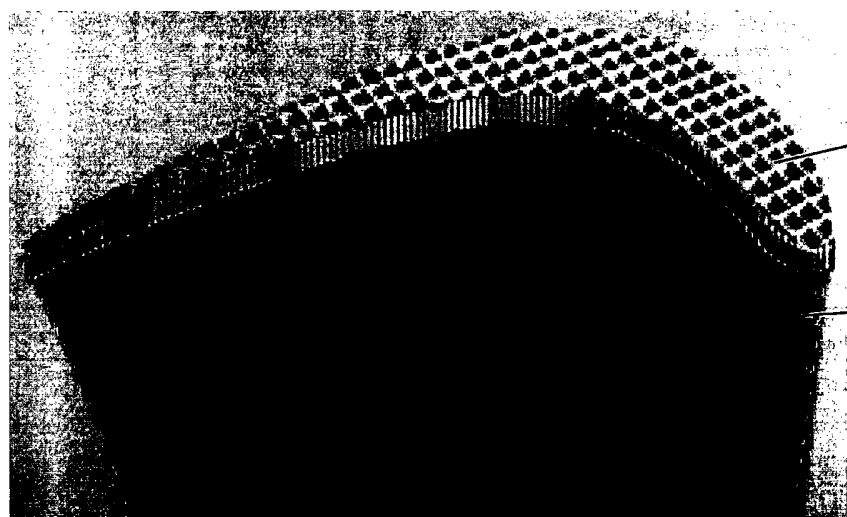


Fig. 2

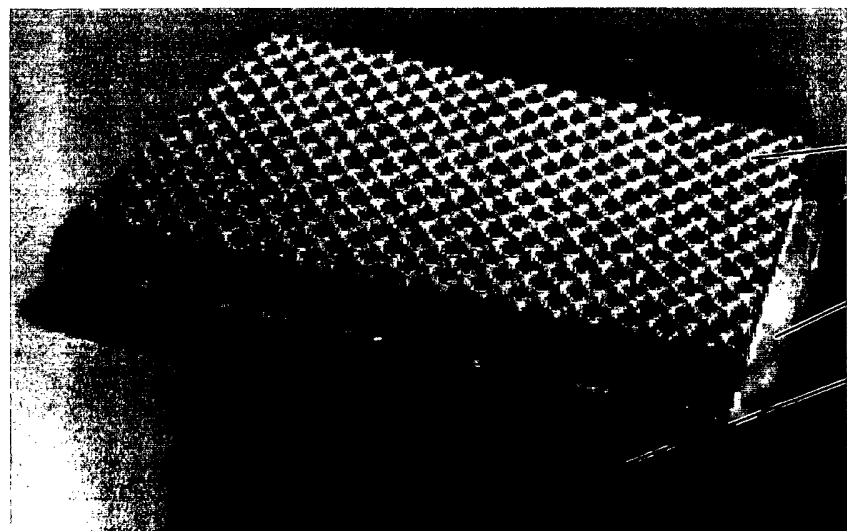


Fig. 3

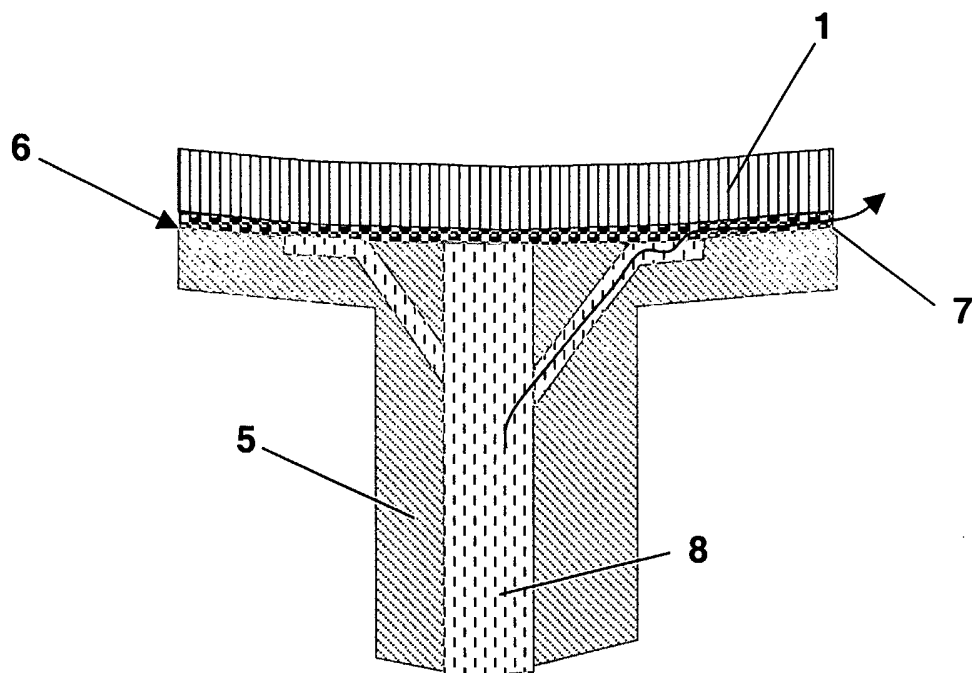


Fig. 4

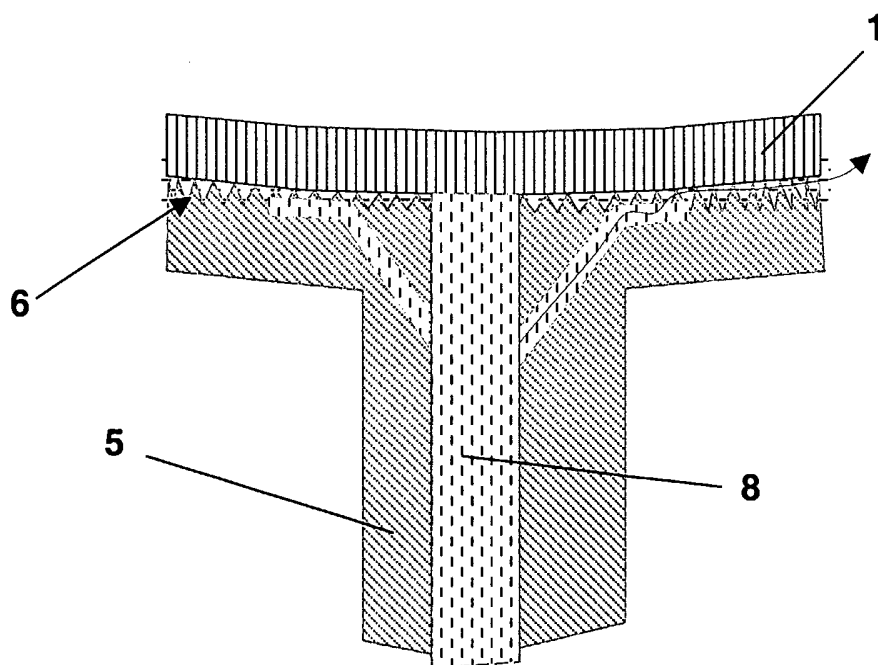


Fig. 5

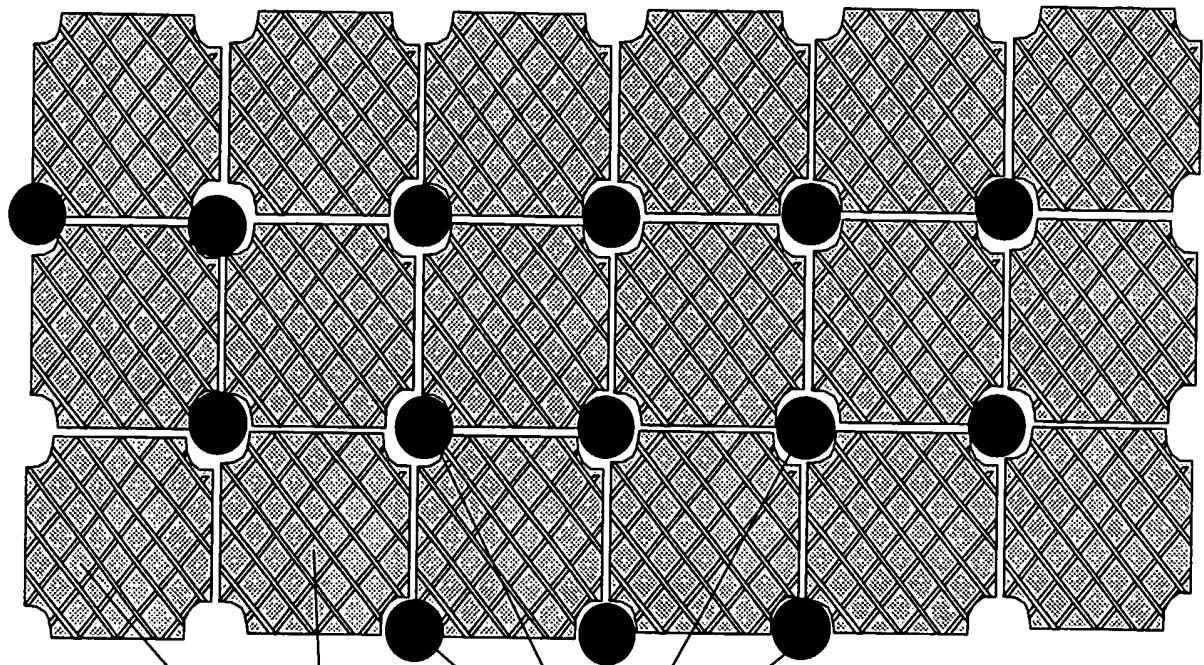


Fig. 6

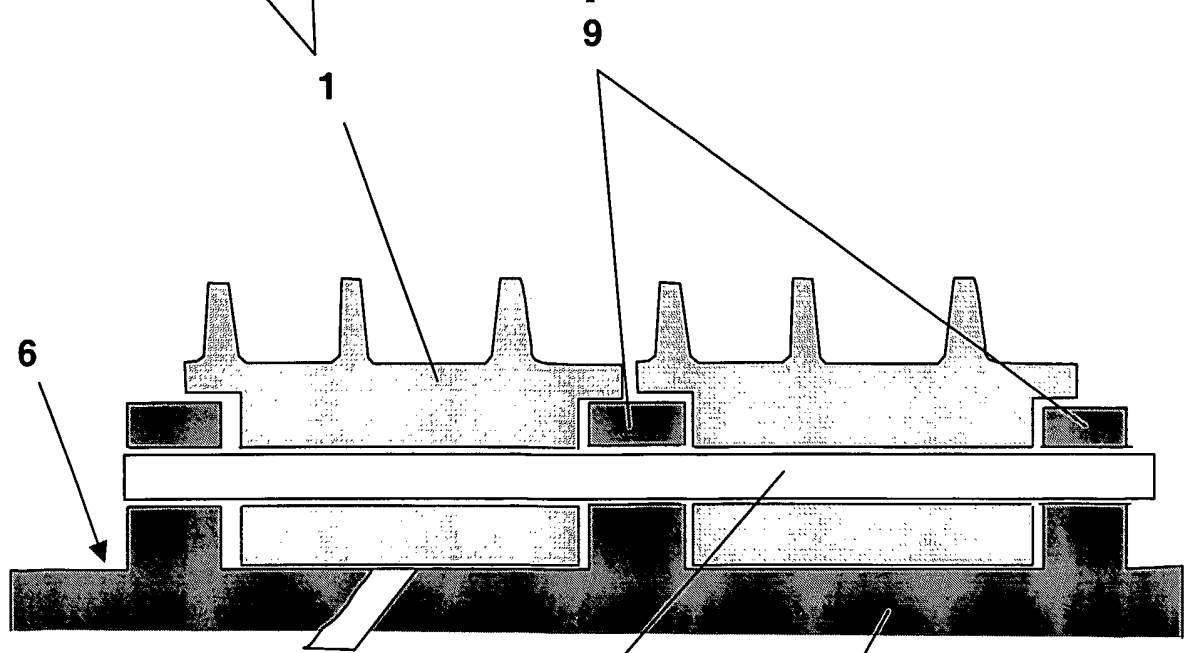


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/IB 02/02885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F01D11/12 F01D5/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 756 217 A (FISCHER HERBERT ET AL) 26 May 1998 (1998-05-26) column 4, line 43 - line 45	1-3,5-7, 11-13
Y	column 5, line 10 - line 22 figures 2,3A,4	4,10
Y	DE 36 02 104 A (GLYCO METALL WERKE) 30 July 1987 (1987-07-30) column 5, line 33 - line 46 column 6, line 44 - line 57	4
A	US 3 713 206 A (GALMICHE P ET AL) 30 January 1973 (1973-01-30) column 3, line 28 - line 57	4
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 October 2002

Date of mailing of the international search report

11/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steinhauser, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In tional Application No
PCT/IB 02/02885

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 728 039 A (PLEMMONS L ET AL) 17 April 1973 (1973-04-17) column 5, line 5 - line 25 column 8, line 1 - line 41 figures 2,4,5 ---	10
A	DE 199 44 923 A (ASEA BROWN BOVERI) 22 March 2001 (2001-03-22) column 1, line 50 - line 58 column 4, line 31 - line 53 figures 2,3 ---	10
X	EP 0 661 415 A (SULZER INNOTECH AG) 5 July 1995 (1995-07-05) column 3, line 39 - line 57 figure 3 claim 9 ---	1-3,7,9, 11-13
X	US 4 594 053 A (SOEHNGEN JOACHIM) 10 June 1986 (1986-06-10) figures 2,3 ---	1-3,7, 12,13
X	US 2001/004436 A1 (MULLER EDUARD ET AL) 21 June 2001 (2001-06-21) page 2, paragraph 25 figures 1-3,6 ---	1-3,7,8, 11-13
X	US 4 289 447 A (STERMAN ALBERT P ET AL) 15 September 1981 (1981-09-15) column 4, line 35 -column 5, line 2 column 6, line 13 - line 29 ---	1,2,5-9, 11-13
A	US 6 251 526 B1 (STAUB FRITZ) 26 June 2001 (2001-06-26) column 3, line 41 - line 53 figures 4,6,7 ---	1-13
A	US 3 042 365 A (NIXON CLEVELAND F ET AL) 3 July 1962 (1962-07-03) the whole document ---	1-13
A	US 4 273 824 A (MCCOMAS CHARLES C ET AL) 16 June 1981 (1981-06-16) column 3, line 57 -column 4, line 6 ---	1,5,6
A	EP 0 358 526 A (DE BEERS IND DIAMOND) 14 March 1990 (1990-03-14) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB 02/02885

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5756217	A	26-05-1998	DE 4432998 C1 EP 0702130 A2 US 6171351 B1	04-04-1996 20-03-1996 09-01-2001
DE 3602104	A	30-07-1987	DE 3602104 A1 BR 8700301 A JP 62178336 A	30-07-1987 01-12-1987 05-08-1987
US 3713206	A	30-01-1973	FR 2049448 A5 CA 937107 A1 CH 516370 A DE 2028630 A1 GB 1298860 A SE 365964 B	26-03-1971 20-11-1973 15-12-1971 17-12-1970 06-12-1972 08-04-1974
US 3728039	A	17-04-1973	CA 952436 A1 DE 1601559 A1 FR 1605166 A GB 1308771 A GB 1307771 A NL 6709458 A	06-08-1974 24-05-1973 16-04-1973 07-03-1973 07-03-1973 26-03-1973
DE 19944923	A	22-03-2001	DE 19944923 A1	22-03-2001
EP 0661415	A	05-07-1995	EP 0661415 A1	05-07-1995
US 4594053	A	10-06-1986	DE 3413534 A1 DE 3560371 D1 EP 0158307 A1	24-10-1985 27-08-1987 16-10-1985
US 2001004436	A1	21-06-2001	EP 1111195 A1 JP 2001234707 A	27-06-2001 31-08-2001
US 4289447	A	15-09-1981	DE 3038371 A1 FR 2467285 A1 GB 2061397 A , B IT 1132805 B JP 1016963 B JP 1531801 C JP 56054906 A	23-04-1981 17-04-1981 13-05-1981 09-07-1986 28-03-1989 24-11-1989 15-05-1981
US 6251526	B1	26-06-2001	EP 0935009 A1 DE 59803721 D1 JP 11267818 A	11-08-1999 16-05-2002 05-10-1999
US 3042365	A	03-07-1962	NONE	
US 4273824	A	16-06-1981	AU 530303 B2 AU 5717680 A BE 882592 A1 CA 1162796 A1 DE 3015867 A1 DK 195280 A ES 491380 D0 ES 8104753 A1 FR 2456079 A1 GB 2049484 A , B IL 59849 A	07-07-1983 13-11-1980 31-07-1980 28-02-1984 20-11-1980 12-11-1980 16-05-1981 16-07-1981 05-12-1980 31-12-1980 29-02-1984

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB 02/02885

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4273824	A	IT 1131119 B	18-06-1986
		JP 1315550 C	15-05-1986
		JP 55154587 A	02-12-1980
		JP 60037788 B	28-08-1985
		KR 8301651 A	22-08-1983
		NL 8002263 A	13-11-1980
		NO 801084 A ,B,	12-11-1980
		SE 445452 B	23-06-1986
		SE 8003254 A	12-11-1980
		EP 0358526	A
AT 114525 T	15-12-1994		
AU 622477 B2	09-04-1992		
AU 4114389 A	15-03-1990		
CA 1320644 A1	27-07-1993		
DE 68919602 D1	12-01-1995		
DE 68919602 T2	27-04-1995		
EP 0358526 A2	14-03-1990		
IE 892863 L	09-03-1990		
JP 2167672 A	28-06-1990		
US 5054246 A	08-10-1991		
ZA 8906813 A	27-06-1990		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 02/02885

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPC 7 F01D11/12 F01D5/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPC 7 F01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 756 217 A (FISCHER HERBERT ET AL) 26 Mai 1998 (1998-05-26) Spalte 4, Zeile 43 - Zeile 45	1-3, 5-7, 11-13
Y	Spalte 5, Zeile 10 - Zeile 22 Abbildung 2, 3A, 4	4, 10
Y	DE 36 02 104 A (GLYCO METALL WERKE) 30 Juli 1987 (1987-07-30) Spalte 5, Zeile 33 - Zeile 46 Spalte 6, Zeile 44 - Zeile 57	4
A	US 3 713 206 A (GALMICHE P ET AL) 30 Januar 1973 (1973-01-30) Spalte 3, Zeile 28 - Zeile 57	4

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7 Oktober 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

11/10/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Bevollmächtigter Bediensteter

Telefaxnr.

Telefonnr.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 02/02885

C (Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 3 728 039 A (PLEMMONS L ET AL) 17 Avril 1973 (1973-04-17) Spalte 5, Zeile 5 - Zeile 25 Spalte 8, Zeile 1 - Zeile 41 Abbildung 2,4,5	10
A	DE 199 44 923 A (ASEA BROWN BOVERI) 22 März 2001 (2001-03-22) Spalte 1, Zeile 50 - Zeile 58 Spalte 4, Zeile 31 - Zeile 53 Abbildung 2,3	10
X	EP 0 661 415 A (SULZER INNOTECH AG) 5 Juli 1995 (1995-07-05) Spalte 3, Zeile 39 - Zeile 57 Abbildung 3 Anspruch 9	1-3,7,9, 11-13
X	US 4 594 053 A (SOEHNGEN JOACHIM) 10 Juni 1986 (1986-06-10) Abbildung 2,3	1-3,7, 12,13
X	US 2001/004436 A1 (MULLER EDUARD ET AL) 21 Juni 2001 (2001-06-21) Seite 2, Absatz 25 Abbildung 1-3,6	1-3,7,8, 11-13
X	US 4 289 447 A (STERMAN ALBERT P ET AL) 15 September 1981 (1981-09-15) Spalte 4, Zeile 35 - Spalte 5, Zeile 2 Spalte 6, Zeile 13 - Zeile 29	1,2,5-9, 11-13
A	US 6 251 526 B1 (STAUB FRITZ) 26 Juni 2001 (2001-06-26) Spalte 3, Zeile 41 - Zeile 53 Abbildung 4,6,7	1-13
A	US 3 042 365 A (NIXON CLEVELAND F ET AL) 3 Juli 1962 (1962-07-03) das ganze Dokument	1-13
A	US 4 273 824 A (MCCOMAS CHARLES C ET AL) 16 Juni 1981 (1981-06-16) Spalte 3, Zeile 57 - Spalte 4, Zeile 6	1,5,6
A	EP 0 358 526 A (DE BEERS IND DIAMOND) 14 März 1990 (1990-03-14)	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 02/02885

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5756217	A	26-05-1998	DE 4432998 C1 EP 0702130 A2 US 6171351 B1	04-04-1996 20-03-1996 09-01-2001
DE 3602104	A	30-07-1987	DE 3602104 A1 BR 8700301 A JP 62178336 A	30-07-1987 01-12-1987 05-08-1987
US 3713206	A	30-01-1973	FR 2049448 A5 CA 937107 A1 CH 516370 A DE 2028630 A1 GB 1298860 A SE 365964 B	26-03-1971 20-11-1973 15-12-1971 17-12-1970 06-12-1972 08-04-1974
US 3728039	A	17-04-1973	CA 952436 A1 DE 1601559 A1 FR 1605166 A GB 1308771 A GB 1307771 A NL 6709458 A	06-08-1974 24-05-1973 16-04-1973 07-03-1973 07-03-1973 26-03-1973
DE 19944923	A	22-03-2001	DE 19944923 A1	22-03-2001
EP 0661415	A	05-07-1995	EP 0661415 A1	05-07-1995
US 4594053	A	10-06-1986	DE 3413534 A1 DE 3560371 D1 EP 0158307 A1	24-10-1985 27-08-1987 16-10-1985
US 2001004436	A1	21-06-2001	EP 1111195 A1 JP 2001234707 A	27-06-2001 31-08-2001
US 4289447	A	15-09-1981	DE 3038371 A1 FR 2467285 A1 GB 2061397 A ,B IT 1132805 B JP 1016963 B JP 1531801 C JP 56054906 A	23-04-1981 17-04-1981 13-05-1981 09-07-1986 28-03-1989 24-11-1989 15-05-1981
US 6251526	B1	26-06-2001	EP 0935009 A1 DE 59803721 D1 JP 11267818 A	11-08-1999 16-05-2002 05-10-1999
US 3042365	A	03-07-1962	KEINE	
US 4273824	A	16-06-1981	AU 530303 B2 AU 5717680 A BE 882592 A1 CA 1162796 A1 DE 3015867 A1 DK 195280 A ES 491380 D0 ES 8104753 A1 FR 2456079 A1 GB 2049484 A ,B IL 59849 A	07-07-1983 13-11-1980 31-07-1980 28-02-1984 20-11-1980 12-11-1980 16-05-1981 16-07-1981 05-12-1980 31-12-1980 29-02-1984

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 02/02885

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 4273824	A	IT 1131119 B	18-06-1986	
		JP 1315550 C	15-05-1986	
		JP 55154587 A	02-12-1980	
		JP 60037788 B	28-08-1985	
		KR 8301651 A	22-08-1983	
		NL 8002263 A	13-11-1980	
		NO 801084 A , B,	12-11-1980	
		SE 445452 B	23-06-1986	
		SE 8003254 A	12-11-1980	
		EP 0358526	A	14-03-1990
AU 622477 B2	09-04-1992			
AU 4114389 A	15-03-1990			
CA 1320644 A1	27-07-1993			
DE 68919602 D1	12-01-1995			
DE 68919602 T2	27-04-1995			
EP 0358526 A2	14-03-1990			
IE 892863 L	09-03-1990			
JP 2167672 A	28-06-1990			
US 5054246 A	08-10-1991			
ZA 8906813 A	27-06-1990			