



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2012 Patentblatt 2012/25

(51) Int Cl.:
F04D 29/16^(2006.01) F16J 15/44^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11191330.7**

(22) Anmeldetag: **30.11.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **KSB Aktiengesellschaft**
67227 Frankenthal (DE)

(72) Erfinder: **Bosbach, Franz**
67251 Freinsheim (DE)

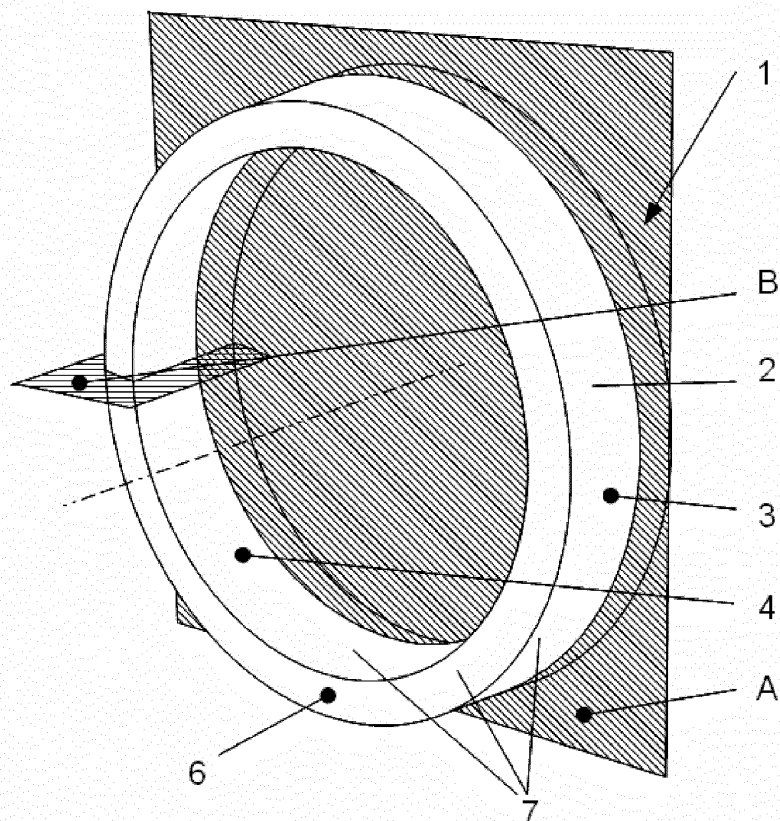
(30) Priorität: **15.12.2010 DE 102010063108**

(54) **Dichtungsanordnung für Kreiselpumpen**

(57) Vorrichtung aus einem Verbundwerkstoff zur Einhaltung kleinster Spaltweiten zwischen Rotor und Gehäuse einer Strömungsarbeitsmaschine, insbesondere einer Kreiselpumpe, wobei die Vorrichtung aus minde-

stens zwei unterschiedlichen Werkstoffen besteht, wobei mindestens ein Werkstoff (2) die geometrische Gestalt der Vorrichtung vorgibt und erfindungsgemäß mindestens ein Werkstoff (5) bei Kontakt mit Förderfluid quellende Eigenschaften aufweist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung zur Einhaltung kleinster Spaltweiten zwischen Rotor und Gehäuse einer flüssigkeitsfördernden Strömungsarbeitsmaschine, insbesondere einer Kreiselpumpe.

[0002] Bei Strömungsarbeitsmaschinen macht der Leckagestrom durch Spalte zwischen rotierenden und stehenden Teilen mit unterschiedlichen Drücken vor und hinter den Spalten einen wesentlichen Verlustfaktor aus. Derartige Spalte finden bei Strömungsarbeitsmaschinen an unterschiedlichen Stellen Verwendung. Es können Einbauorte von Spaltringen, Schleißringen, kolben- und/oder scheibenförmigen Entlastungseinrichtungen, Stufendichtungen im Durchführungsbereich von Wellen- und/oder Laufrädern oder Teilen davon sein. Da die Größe solcher Spalte den Wirkungsgrad der Maschinen stark beeinflusst, wird versucht, sie möglichst eng und lang zu halten, um einen übermäßigen Leckagestrom zu vermeiden. Zur Abdichtung solcher Spalte und deren Konfiguration sind viele Varianten in der Literatur bekannt. Der erreichbare Minimalspalt bei solchen Konstruktionen ist begrenzt, da stets Fertigungs- und Montagetoleranzen zu berücksichtigen sind, um eine Beweglichkeit zwischen den Teilen zuzulassen. Eine reibungsarme Relativbewegung im Bereich eines solchen abzudichtenden Spaltes ist von Vorteil, beispielsweise beim Laufrad oder Rotor und beim Gehäuse.

[0003] Durch die EP 1 365 156 B1 ist es für Spaltabdichtungen bekannt, im Bereich der Dichtung enge Toleranzen einzuhalten. Bei der Verwendung von Kunststoff als ein Dichtungsmaterial in einer Wasserpumpe besteht jedoch der Nachteil, dass der Kunststoff unter der Einwirkung des Wassers aufquillt und zu einer Verengung des Dichtdurchmessers führt. Dadurch erhöht sich die Reibung zwischen Dichtung und Laufrad, wodurch die aufgenommene Leistung der Pumpe steigt. Um die Verlustleistung eines Pumpenaggregates im Bereich der Spaltdichtung zu verringern, wird für die Spaltdichtung ein zusätzliches Versteifungselement vorgeschlagen, welches zumindest teilweise von einem Dichtungsmaterial umgeben ist. Die Materialien des Versteifungselementes und des Dichtungsmaterials sind so gewählt, dass zumindest ein Dichtmaß der Spaltdichtung beim Einwirken eines Fluids im Wesentlichen konstant bleibt. Dazu gleicht das Schrumpfen oder Quellen des einen Materials das Schrumpfen oder Quellen des anderen Materials in der gewünschten Richtung aus, wodurch eine im Wesentlichen konstante Abmessung im Dichtmaß erreicht werden soll. Dies bedingt die Verwendung von Materialien für Versteifungselement und Dichtungsmaterial die unter dem Einfluss des Fluids unterschiedlich aufquellen. Die Steifigkeiten von Dichtungsmaterial und Versteifungsring sind so aufeinander abzustimmen, dass auch eine Vergrößerung des Durchmessers des Versteifungsringes aufgrund der durch die Quellung des Dichtungsmaterials erzeugten Kraft kompensiert wird und das Dichtmaß konstant bleibt.

[0004] Durch die EP 0 480 261 B1 ist für Kreiselpumpen eine Strömung führende mehrteilige Leiteinrichtung bekannt, deren Teile aufgrund der Verwendung von unterschiedlichen Materialien in Abhängigkeit der jeweiligen Temperatur wechselnd an einer Passungsstelle anliegen. Dadurch wird ein Anlaufen der Pumpenwelle an Lagerstellen oder Dichtbuchsen bzw. eine Berührung zwischen stillstehenden und rotierenden Bauteil vermieden.

[0005] Die EP 2 148 096 A1 zeigt eine mehrteilige Dichtungsanordnung, die zwischen einer Gehäusewand des Pumpengehäuses und dem Laufrad einer Kreiselpumpe angeordnet ist und zu einem hülsenförmigen Abschnitt abdichtet. Bei dieser Art von Spaltringdichtung müssen an Laufrad und Gehäuse zusätzliche komplexe Teile angebaut werden, was einen erheblichen Aufwand bedeutet und eine Bauteilvergrößerung sowie eine Bau- raumvergrößerung zur Folge hat.

[0006] Die DE 10 2008 001 814 A1 zeigt eine ebenfalls sehr komplexe mehrteilige Laufradabdichtung bei einer Kreiselpumpe, die aus einem starren Druckring und einem elastischen Dichtring besteht. Im Betrieb der Kreiselpumpe liegt der Dichtring an einer Gleitfläche dichtend an, wobei der Gleitring gegen die Gleitfläche vorgespannt ist. Nachteilig ist hierbei, dass die Vorspannung genau eingestellt werden muss, da sonst die bessere Dichtwirkung mit einer erhöhten Reibleistung bezahlt werden muss.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Einhaltung kleinster Spaltweiten zwischen Rotor und Gehäuse einer Flüssigkeit und/oder Dampf fördernden Strömungsarbeitsmaschine, insbesondere einer Kreiselpumpe, zu schaffen, die ohne Bauteilvergrößerung ein selbsttätiges Nachstellen der Spaltweite ermöglicht und auch als Ersatz für bestehende Spaltdichtungen verwendet werden kann.

[0008] Die Lösung sieht eine Vorrichtung aus einem Verbundwerkstoff vor, wobei mindestens eine erste Materialkomponente des Verbundwerkstoffes als formgebende Stabilisierungskomponente ausgebildet ist und eine zweite Materialkomponente des Verbundwerkstoffes als ein unter Feuchtigkeitseinfluss eine Volumenänderung bedingendes Quellmaterial ausgebildet ist und wobei das Quellmaterial mindestens eine spaltbegrenzende Wandfläche der Vorrichtung räumlich verändert.

[0009] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung, insbesondere ein Spaltring, wird beim ersten Kontakt mit dem Förderfluid soweit quellen, bis der Spalt zwischen Rotor und Gehäuse minimiert ist. Die Abmessungen eines neuen, nicht gequollenen Spaltrings sind geringer als für den Betrieb benötigt. Dies bietet beim Einbau des neuen Spaltrings den Vorteil, dass er einfach zu montieren ist. Im Betrieb quillt der aus Quellmaterial bestehende Spaltringteil durch den Kontakt mit dem Förderfluid, wodurch er die für den Betrieb optimalen Abmessungen erhält und den von der Vorrichtung begrenzten Spalt minimiert.

[0010] Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus mindestens zwei unterschiedlichen Materialkompo-

nenten, wobei mindestens eine erste Materialkomponente die geometrische Gestalt der Vorrichtung vorgibt und eine zweite Materialkomponente als ein Quellmaterial mit Spaltweiten ändernden Eigenschaften ausgebildet ist. n vorteilhafter Weise ist das Quellmaterial vollflächig, schichtförmig, punktuell und/oder segmentiert im Verbundwerkstoff angeordnet. Somit kann in Abhängigkeit von einer Dichtungsbauart und/oder einem Belastungszustand eine genaue Spaltänderung erfolgen. Unter die punktuellen und/oder segmentierte Anordnung im Verbundwerkstoff fallen auch die sogenannten Gradientenwerkstoffe oder daraus bestehende gradierte Bauteile. Deren Gefügedesign ermöglicht eine Anpassung oder Nachstellung von denjenigen Wandflächen, die einen Dichtungsspalt begrenzen, daran angrenzen oder auf ihn verändernd einwirken.

[0011] Nach weiteren Ausgestaltungen weisen die Materialkomponenten ein unterschiedliches Quellverhalten und/oder eine unterschiedliche Fluiddurchlässigkeit auf. Ebenso ist es möglich, die erste Materialkomponente als eine die zweite Materialkomponente temporär ganz oder teilweise abschirmende Schutzschicht auszubilden. Damit ist ein gesteuertes Quellverhalten erreichbar. Eine als Spaltdichtung eingesetzte Vorrichtung kann mit minimalen Toleranzen eingebaut werden, wobei durch eine Abschirmung das Quellmaterial vor dem Kontakt mit der Feuchtigkeit geschützt ist. Ergibt sich im Laufe einer Betriebszeit beispielsweise durch Verschleiß eine Spaltveränderung, dann erfolgt dieser an der ersten Materialkomponente. In Abhängigkeit von deren Verschleißgrad oder Feuchtigkeits-Durchlässigkeit erfolgt der Quellvorgang an der zweiten Materialkomponente. Somit sind ohne den Betrieb unterbrechende Revisionsarbeiten längere Betriebszeiten bei minimalen Dichtspalten erstmals erreichbar.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung besteht die Vorrichtung aus einem Verbundwerkstoff, insbesondere aus einem geschichteten Verbundwerkstoff, wobei mindestens eine der Schichten aus einem bei Kontakt mit einem Förderfluid quellenden Material besteht. Die Schichtung ermöglicht es, die Stabilität der Vorrichtung zu erhöhen. Insbesondere eine laminiert ausgeführte Schichtung ermöglicht durch eine Kombination aus stabilisierenden Schichten und quellenden Schichten, den Effekt von Abrasion zu reduzieren. Wird eine nicht quellende Schicht im Laufe einer Betriebszeit allmählich verschlissen, so legt dieser Effekt die nächste quellende Schicht frei, die so weit quillt, bis der Spalt wieder auf ein notwendiges Minimum reduziert ist. Die Trennung der einzelnen quellenden Schichten ermöglicht eine bedarfsweise Anpassung der Abdichtung an unterschiedliche Betriebsbedingungen.

[0013] Bei herkömmlichen Spaltringen kommt es bei einem Anlaufen des Rotors an dem Spaltring zu einer dauerhaften Spalterweiterung, im ungünstigsten Fall zu einer Blockade. Im erfindungsgemäßen Fall wird jedoch nur der undurchlässige erste Werkstoff beschädigt, wodurch der dadurch freigelegte zweite Werkstoff durch

sein Quellen den Spalt wieder nachstellt.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung ist bei wechselnder Schichtenlage des Verbundwerkstoffs die Schichtdicke des zweiten Werkstoffs zur spaltfernen Seite hin zunehmend. Wenn sich der Spaltring im Betrieb allmählich abnutzt, wird das Dichtelement stärker quellen, um den zu weit gewordenen Spalt zu schließen. Dies wird erreicht, wenn die Schichtdicke des quellenden Materials zunimmt.

[0015] Zur Verwendung bei einer erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung eignet sich als zweiter Werkstoff ein biogener Werkstoff, insbesondere Holz oder thermisch behandeltes Holz. Dies ermöglicht den Einsatz eines einfachen und kostengünstigen Werkstoffs, der in großem Umfang und mit unterschiedlichen Materialeigenschaften zur Verfügung steht.

[0016] Zudem kann der erste Werkstoff ein auf nachwachsenden Rohstoffen basierender polymerer Werkstoff sein. Von Vorteil ist dabei, dass der Werkstoff genau auf die Bedürfnisse der Spaltabdichtung einstellbar ist und die benötigten Rohstoffe nahezu unbegrenzt zur Verfügung stehen.

[0017] Beim erfindungsgemäßen Einsatz der Vorrichtung, beispielsweise als Spaltring, ist es vorteilhaft, dass die verwendeten Werkstoffe der gegenüberliegenden Reibpartner unterschiedliche Festigkeiten aufweisen. Da der Spaltring durch das Quellen leicht vorgespannt ist, kann eine im Betrieb entstehende Reibung zwischen Spaltring und Gehäuse oder Spaltring und Rotor zum Materialabtrag führen. Dies ist abhängig von der Materialauswahl der Reibpartner. Infolge des Materialabtrags wird der Spaltring kurzfristig eingeschliffen, bis die Vorspannung des Spaltrings durch Quellen nicht mehr zu einer Reibung zwischen den einzelnen Bauteilen führt. Zusätzlich sind die für die jeweilige Anwendung übliche Überlastungsfälle zu berücksichtigen, wobei der zeitliche Verlauf des Quellens optimal auf diese abgestimmt wird.

[0018] Die Schichten werden tribologisch auf den Einsatzfall meist hoher Relativgeschwindigkeiten und unterschiedlichen Anpresskräften durch Radialauslenkung des Laufrades eingestellt, so dass es im Kontaktfall nicht zu einer die Gewinne aus der Dichtwirkung übersteigende Verringerung des Wirkungsgrades über Reibverluste kommt.

[0019] Um einen Materialabtrag zu messen, ist bei einer weiteren Ausführungsform ein Sensor zur Erkennung der Abnutzung der Vorrichtung vorgesehen. Durch diesen Sensor ist es möglich, den prinzipbedingten Verschleiß der Vorrichtung zu erfassen. Ist die Vorrichtung komplett abgenutzt, so wird eine Auswertevorrichtung des Sensors einen Hinweis geben, der besagt, dass die Vorrichtung bald ausgetauscht werden muss.

[0020] In einer Besonders vorzuziehenden Ausführung wird in dem Spalt am weitesten entfernten Quellbereich ein Feuchtigkeitssensor integriert, welcher auf die die Quellung initiiierende Flüssigkeit reagiert und somit anzeigt, dass der letzte Quellbereich genutzt wird.

[0021] Für den Einsatz in rotierenden Strömungsar-

beitsmaschinen ist die Vorrichtung als Spaltring ausgebildet. Spaltringe unterschiedlichster Art sind zur Verringerung des Spalts zwischen dem Rotor und dem Gehäuse einer Strömungsarbeitsmaschine üblich. Der erfindungsgemäße Spaltring kann in seiner Geometrie und den selbsttätig nachstellenden Eigenschaften so konstruiert werden, dass er sich problemlos nachträglich in bereits bestehende Strömungsarbeitsmaschinen einbauen lässt.

[0022] Des Weiteren beschreibt die Erfindung ein Verfahren zum Aufbau einer Vorrichtung zur Einhaltung kleinster Spaltweiten zwischen Rotor und Gehäuse einer Strömungsarbeitsmaschine, bei dem die Materialpaarung der spaltbildenden Flächen von Vorrichtung und Gehäuse oder Rotor, derart gewählt wird, dass ein Verschleiß ausschließlich an der Vorrichtung erfolgt, dass die mindestens eine quellende Schicht der Vorrichtung in Abhängigkeit vom Förderfluid derart gewählt wird, dass ein Quellen dieser Schicht ein selbsttätiges Nachstellen der Spaltweite auf einen minimalen Spalt bewirkt. Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, dass ein übermäßiges Quellen und damit ein Verlust durch Reibung und die Abnutzung der Vorrichtung verhindert werden.

[0023] In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird bei dem Aufbau der Vorrichtung die Materialpaarung so gewählt, dass der Verschleiß minimiert ist. Die Auswahl der Werkstoffe berücksichtigt verschiedene Einflussgrößen, wie beispielsweise das Einsatzgebiet der Strömungsarbeitsmaschine, das Förderfluid und die Förderbedingungen, wie beispielsweise Druck und Temperatur. Sind alle Größen auf einander abgestimmt, so ist es möglich den Verschleiß an den spaltbildenden Flächen gering zu halten.

[0024] Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus der Kombination der bisher dargestellten und sind deshalb hier nicht weiter ausgeführt.

[0025] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen die

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, die

Fig. 2 einen Schnitt gemäß Schnittebene A von Fig. 1, die

Fig. 3 einen Schnitt gemäß Schnittebene B von Fig. 1 für ein erstes Ausführungsbeispiel, die

Fig. 4 einen Schnitt gemäß Schnittebene B von Fig. 1 für ein zweites Ausführungsbeispiel, die

Fig. 5 einen Schnitt gemäß Schnittebene B von Fig. 1 für ein drittes Ausführungsbeispiel, die

Fig. 6 einen Schnitt gemäß Schnittebene B von Fig. 1 für ein viertes Ausführungsbeispiel, die

Fig. 7 eine Variante der Vorrichtung aus Fig. 2 im Schnitt gemäß Schnittebene A von Fig. 1, die

Fig. 8 eine weitere Variante der Vorrichtung aus Fig. 2 im Schnitt gemäß Schnittebene A von Fig. 1 und die

Fig. 9 eine weitere Variante der Vorrichtung aus Fig. 2 im Schnitt gemäß Schnittebene A von Fig. 1.

[0026] Die Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung. Die Vorrichtung ist als ringförmige Spaltdichtung 1 ausgeführt. In dieser Darstellung ist lediglich ein erster Werkstoff 2 sichtbar, der die Oberfläche der Spaltdichtung 1 bildet.

[0027] Die Spaltdichtung 1 kann entweder an der Außenfläche 3 fest und statisch dichtend mit einem weiteren Bauteil verbunden sein, beispielsweise mit einem Pumpengehäuse, wobei ein abzudichtender Spalt dann an der Innenfläche 4 vorliegt. In den von der Innenfläche 4, hier in Form einer ringförmigen Innenumfangsfläche, umhüllten Raum würde ein hier aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit nicht dargestellter Hals- oder Nabenteil eines rotierenden Pumpenlaufrades eintauchen. Zwischen beiden Teilen wäre ein abzudichtender Spalt ausgebildet, um die Relativbewegung des Laufrades zu gewährleisten. Die Spaltdichtung 1 kann umgekehrt an der Innenfläche 4 auch fest mit einem rotierenden Laufrad verbunden sein. Der abzudichtende Spalt würde dann zwischen der Außenfläche 3, in diesem Fall in Form einer ringförmigen rotierenden Außenumfangsfläche, und einer nicht dargestellten, stillstehenden Öffnung eines die Spaltdichtung aufnehmenden Pumpengehäuses ausgebildet sein. Um eine verdrehsichere Verbindung am jeweiligen Bauteil herzustellen, kann die Spaltdichtung 1 zusätzlich mit Nuten, Verzahnungen oder anderen Verdrehsicherungsbauarten versehen sein. Diese sind an sich bekannte Mittel und deshalb in der vorliegenden Darstellung nicht näher ausgeführt. Die Stirnseite 6 liegt jeweils am die Vorrichtung haltenden Bauteil an. Zur Verallgemeinerung wird die dem jeweiligen Spalt zugewandte Fläche der Spaltdichtung als Spaltwand 7 bezeichnet und dargestellt. Zur Verdeutlichung der folgenden Abbildungen sind die Schnittebenen A und B eingezeichnet.

[0028] Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch die Spaltdichtung 1 entlang der in Fig. 1 gezeigten Schnittebene A. Deutlich ist zu erkennen, dass die gesamte Vorrichtung geschichtet aufgebaut ist, wobei abwechselnd auf eine Schicht eines ersten Werkstoffs 2 eine Schicht eines zweiten Werkstoffs 5 folgt. Der formgebende erste Werkstoff 2 hüllt die Schichten aus dem quellenden zweiten Werkstoff 5 komplett ein. Hierdurch wird verhindert, dass bei einer Vorrichtung aus mehreren Schichtfolgen, diejenigen Schichten, die aus dem zweiten Werkstoff 5 bestehen, in direkten Kontakt mit einem Förderfluid stehen. Somit wird ein Quellen der Schichten 5 zuverlässig verhindert. Im eingebauten Zustand der Spaltdichtung 1 und bei einer Wirkverbindung mit einem Gehäuse und/oder

einem Laufrad sind die Außenfläche 3 und/oder die Innenfläche 4, insbesondere im Falle einer Beanspruchung der Pumpe außerhalb des Auslegungsbereiches, beispielsweise bei Teillast oder Überlast, einer verschleißenden Belastung ausgesetzt. Dadurch würde im Laufe der Betriebszeit ein Materialabtrag aus dem ersten Werkstoff 2 stattfinden und der davon begrenzte Dichtspalt vergrößert werden. Legt dieser Materialabtrag die Schicht des zweiten Werkstoffes 5 frei, dann würde dessen quellende Eigenschaft eine Formänderung der Innenfläche 4 und/oder der Außenfläche 3 bedingen. Bei der hier dargestellten ringförmigen Ausbildung hätte das Aufquellen eine entsprechende Durchmesseränderung zur Folge, wodurch die spaltbegrenzende Wandfläche den Dichtspalt verringert.

[0029] Die Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Spaltring gemäß der Schnittebene B in Fig. 1. Die Kapselung des zweiten Werkstoffes 5 an den Außenflächen der Vorrichtung ist in der Figur links deutlich zu erkennen. Sowohl die Stirnseiten 6 als auch die Spaltwand 7 sowie die dieser gegenüberliegende Seite sind mit dem ersten Werkstoff 2 ausgeführt. Bei einem Verschleiß der Spaltwand 7 erfolgt ein Materialabtrag an dieser einen Spalt begrenzenden Fläche, wodurch sich ein Spaltquerschnitt analog dem Verschleiß vergrößert. Wird durch einen Verschleiß eine gestrichelt gezeigte Spaltwand 7' freigelegt, dann steht der quellende zweite Werkstoff 5 in direktem Kontakt mit dem abzudichtenden Fluid. Infolgedessen vergrößert sich das Volumen des zweiten Werkstoffes 5, wodurch eine hier im Durchmesser kleinere neue Spaltwand 7" gebildet wird, wie in der Fig. 3 rechts dargestellt. Die hier radiale Lage dieser sich im Betrieb selbst einstellenden neuen Spaltwand 7" bedingt eine den Wirkungsgrad einer Strömungsmaschine verbessernde Reduzierung von abzudichtenden, den Strömungsdurchgang reduzierenden Spalten. Der Einfluss der hier minimal kürzeren Spaltlänge aufgrund der geringfügig kürzeren Länge bzw. Breite der neu gebildeten Spaltwand 7" mit stirnseitig fehlendem Materialauftrag ist vernachlässigbar.

[0030] Die Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Spaltrings gemäß der Schnittebene B aus Fig. 1. Die Stirnseiten 6 bestehen aus erstem Werkstoff 2, die Spaltwand 7 besteht aus dem zweiten Werkstoff 5 und ist im Ausgangszustand in Richtung zum Spalt nicht gekapselt. Beim ersten Kontakt mit dem Fluid tritt eine Quellung ein, die den Spalt verkleinert. Die Figur zeigt zwei weitere Schichten des quellfähigen Werkstoffes 5 die vollständig durch den ersten Werkstoff 2 gekapselt sind. Diese werden erst bei einem fortlaufenden Verschleiß freigelegt und beginnen später zu quellen.

[0031] Die Fig. 5 und die Fig. 6 zeigen Längsschnitte gemäß der Schnittebene B aus der Fig. 1 für zwei weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Spaltrings. In diesen Ausführungen ist die Spaltwand 7 in axialer Richtung, also an einer der Stirnseiten 6, vorgesehen. Die Außenfläche 3 und die Innenfläche 4 sind

fest mit dem benachbarten Bauteil verbunden.

[0032] Die Ausführung in Fig. 5 zeigt einen Spaltring, bei dem der quellende zweite Werkstoff 5 komplett durch den ersten Werkstoff 2 gekapselt ist. Erst wenn der erste Werkstoff 2 an der Spaltwand 7 durch Reibung verschliffen ist, kann Fluid in den zweiten Werkstoff 5 eindringen und diesen quellen lassen wodurch der Spalt wieder verringert wird.

[0033] Die Ausführung in Fig. 6 ist vergleichbar mit dem in Fig. 4 dargestellten Spaltring. Der zweite Werkstoff 5 ist an der Spaltwand 7 von Anfang an dem Fluid ausgesetzt und kann sofort zu quellen beginnen, wodurch sich der Spalt auf ein Minimum reduzieren lässt.

[0034] Die Fig. 7 zeigt eine Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Schnitt in der Schnittebene A aus Fig. 1, bei der die Dicke der quellfähigen Schicht, die aus dem zweiten Werkstoff 5 besteht, zunimmt. In der Figur ist zum Zentrum des Rings hin der Bereich der Spaltwand 7 an der Innenfläche 4 dargestellt, in dem die Vorrichtung in Kontakt mit dem beweglichen Gegenstück steht. Im Falle der Rotorabdichtung ist hier der Rotor angeordnet. Durch die Quellung wird die Vorrichtung gegen den Rotor gedrückt. Infolge der entstehenden Reibung wird die Vorrichtung allmählich abgeschliffen. Durch das fortwährende Quellen des zweiten Werkstoffes 5 wird der Spalt im Betrieb geschlossen. Ist die erste Schicht aus dem zweiten Werkstoff 5 komplett verschliffen, so wird ein erhöhtes Quellen benötigt um dem vergrößerten Spalt zu schließen. Dies wird durch die dickere Schicht aus zweitem Werkstoff 5 ermöglicht.

[0035] Die Fig. 8 zeigt in einem Schnitt gemäß der Schnittebene A aus Fig. 1 eine Variante, bei der die quellfähige Schicht aus dem zweiten Werkstoff 5 in einzelnen Segmenten angeordnet ist. Diese Segmente sind jeweils komplett durch den ersten Werkstoff 2 gekapselt, so dass jedes Segment separat quellen kann. Durch diese Anordnung ist es möglich, in Abhängigkeit von lokalen Verschleißstellen, gezielt Unterschiede in der Spaltweite zu kompensieren, ohne dabei den gesamten Umfang des Spaltrings quellen zu lassen. Hierdurch kann verhindert werden, dass der zweite Werkstoff in Bereichen quillt, wo er direkt wieder durch Abrasion abgetragen wird, was die Reibung unnötig erhöhen könnte. Eine Segmentierung des zweiten Werkstoffes 5 ist zusätzlich in axialer Richtung möglich, was aus technischen Gründen in der Fig. 8 nicht dargestellt ist.

[0036] Eine weitere Variante dieser segmentierten Anordnung des zweiten Werkstoffes 5 innerhalb einer geschlossenen Matrix, die durch den ersten Werkstoff 2 gebildet wird ist in der Fig. 9 dargestellt. Im Detailausschnitt gemäß Fig. 10 sind Linsen aus dem zweiten Werkstoff 5 gezeigt, die eine Gradierung, also ein stetiges Anwachsen des Volumens, aufweisen. Mit zunehmendem Abrieb wird ein immer stärkeres Quellen notwendig, um den Spalt zu schließen. Diesem Umstand wird durch die zunehmende Größe der Linsen aus dem zweiten Werkstoff begegnet. Eine ähnliche Anordnung wurde bereits in der Fig. 7 gezeigt.

[0037] Die Linsen in der Fig. 10 sind geordnet dargestellt. Es sind auch Spaltringe sinnvoll, bei denen die Linsen aus dem zweiten Werkstoff 5 statistisch verteilt im ersten Werkstoff angeordnet sind. Ebenfalls sind die Größenverhältnisse in dem dargestellten Beispiel nur exemplarisch zu verstehen, da die quellenden Linsen auch als Mikropartikel vorgesehen sein können. Die durch die Gradierung ermöglichten Effekte lassen sich auch bei radial ungeordneter Anordnung der Linsen erhalten.

[0038] Zur Vereinfachung sind die einzelnen Schichten hier parallel dargestellt. Es sind auch Geometrien ausführbar, bei denen gleichartige Schichten durch dornartige Verformungen untereinander verbunden sind. Dies bewirkt eine erhöhte Stabilität oder gezieltes Quellen in der gesamten Vorrichtung. Ebenso lassen sich Spaltringformen umsetzen, die die Geometrie des Spaltraumes nachbilden.

Bezugszeichenliste:

[0039]

- 1 Spaltdichtung
- 2 erster Werkstoff
- 3 Außenfläche
- 4 Innenfläche
- 5 zweiter Werkstoff
- 6 Stirnseite
- 7 Spaltwand
- A Schnittebene
- B Schnittebene

Patentansprüche

1. Vorrichtung aus einem Verbundwerkstoff zur Spaltweitenregulierung zwischen Rotor und Gehäuse einer ein Fluid in Form von Flüssigkeit und / oder Dampf führenden Strömungsmaschine, insbesondere einer Kreiselpumpe, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Materialkomponente (2) des Verbundwerkstoffes als formgebende Stabilisierungskomponente ausgebildet ist, dass eine zweite Materialkomponente des Verbundwerkstoffes als ein unter Feuchtigkeitseinfluss eine Volumenänderung bedingendes Quellmaterial (5) ausgebildet ist und dass das Quellmaterial (5) mindestens eine spaltbegrenzende Wandfläche der Vorrichtung räumlich verändert.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung aus mindestens zwei unterschiedlichen Materialkomponenten besteht, wobei mindestens eine erste Materialkomponente (2) die geometrische Gestalt der Vorrichtung vorgibt und mindestens eine zweite Materialkomponente als ein Quellmaterial (5) mit spaltweitenän-

dernden Eigenschaften ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Quellmaterial vollflächig, schichtförmig, punktuell und/oder segmentiert im Verbundwerkstoff angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Materialkomponenten (2, 5) ein unterschiedliches Quellverhalten und/oder eine unterschiedliche Fluiddurchlässigkeit aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Materialkomponente (2) als eine die zweite Materialkomponente (5) temporär, gegebenenfalls teilweise, abschirmende Schutzschicht ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie aus geschichtetem Verbundwerkstoff besteht, wobei mindestens eine der Schichten aus einem bei Kontakt mit einem Förderfluid quellenden Werkstoff (5) besteht.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtung des Verbundwerkstoffes laminiert ausgeführt ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei wechselnder Schichtenlage des Verbundwerkstoffes die Schichtdicke des zweiten Werkstoffes (5) zur spaltfernen Seite hin zunehmend ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Werkstoff (5) ein biogener Werkstoff ist, insbesondere Holz oder thermisch behandeltes Holz.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Werkstoffe (2, 5) ein auf nachwachsenden Rohstoffen basierender polymerer Werkstoff ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verwendeten Werkstoffe (2, 5) verschleißbar sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor zur Erkennung der Abnutzung der Vorrichtung vorgesehen ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung als Spaltring ausgebildet ist.

14. Verfahren zum Aufbau einer Vorrichtung zur Einhaltung kleinster Spaltweiten zwischen Rotor und Gehäuse einer Strömungsarbeitsmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Materialpaarung der spaltbildenden Flächen von Vorrichtung und Gehäuse oder Rotor, derart gewählt wird, dass ein Verschleiß ausschließlich an der Vorrichtung erfolgt, dass mindestens eine quellende Schicht der Vorrichtung in Abhängigkeit vom Förderfluid derart gewählt wird, dass ein Quellen dieser Schicht ein selbsttätiges Nachstellen der Spaltweite auf einen minimalen Spalt bewirkt.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die quellende Schicht so gewählt wird, dass der Verschleiß an der Vorrichtung minimiert ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

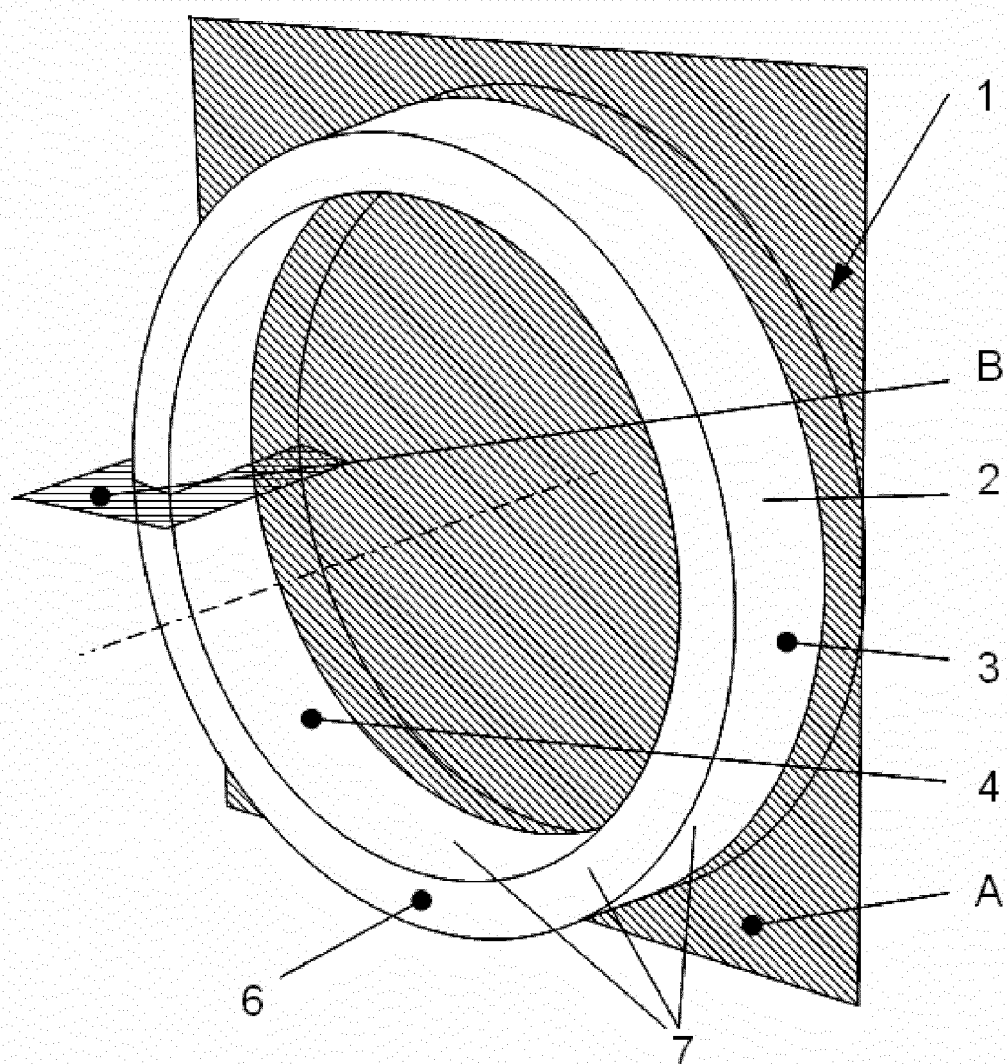


Fig. 2

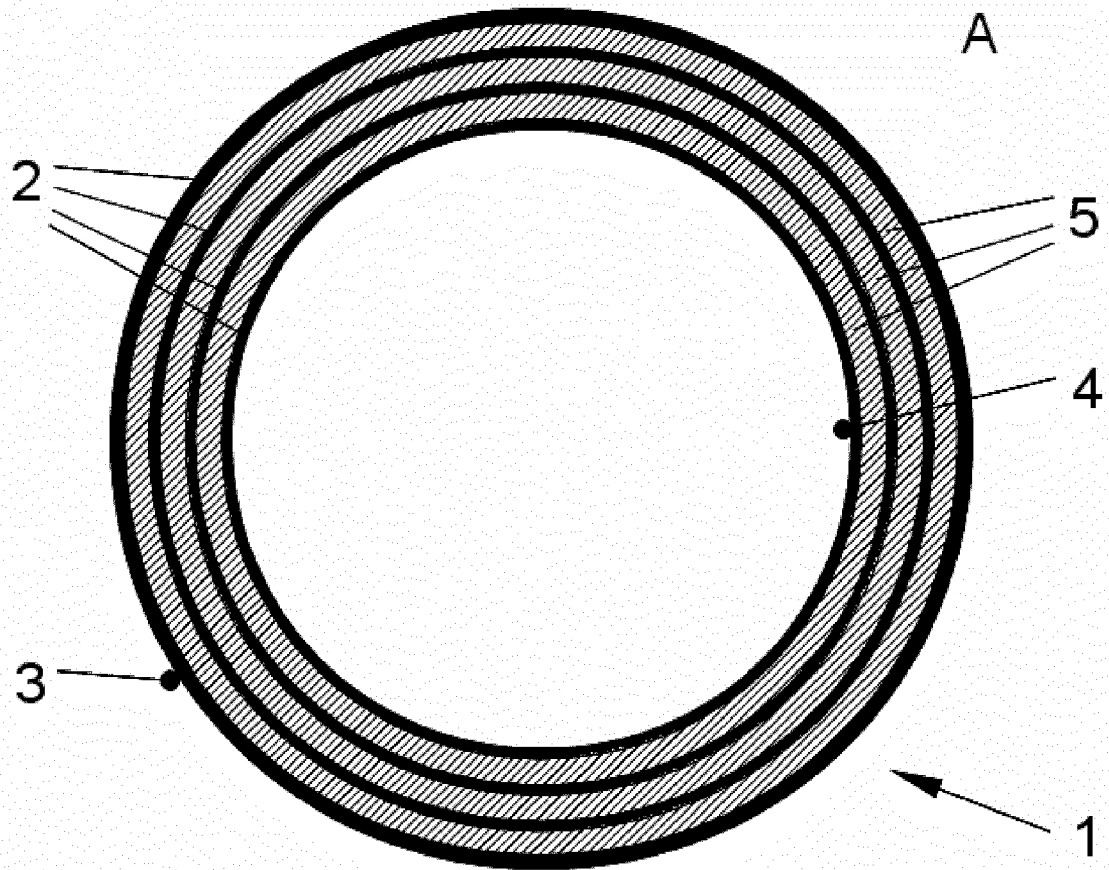


Fig. 3

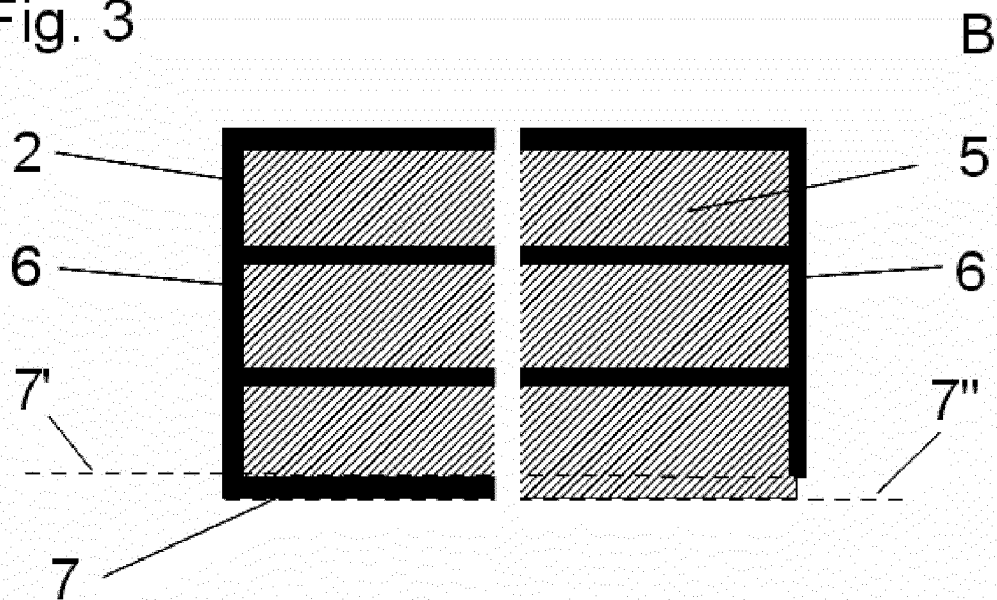


Fig. 4

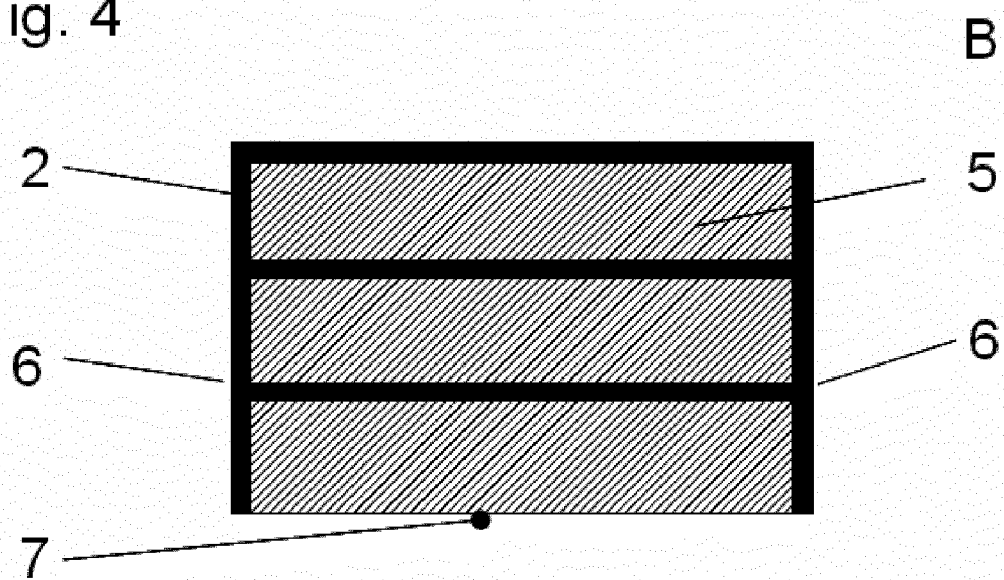


Fig. 5

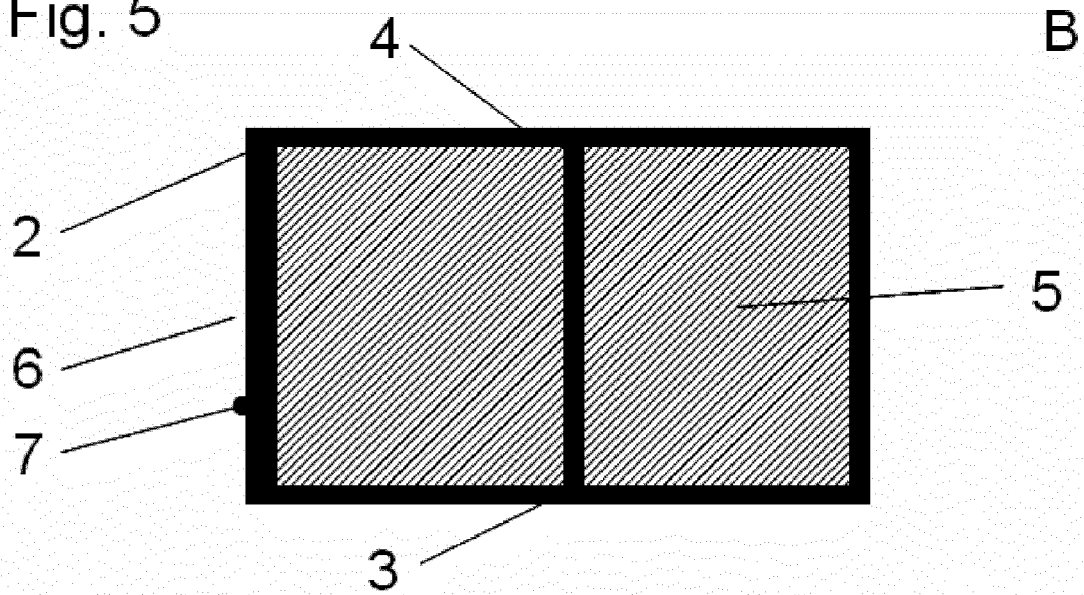
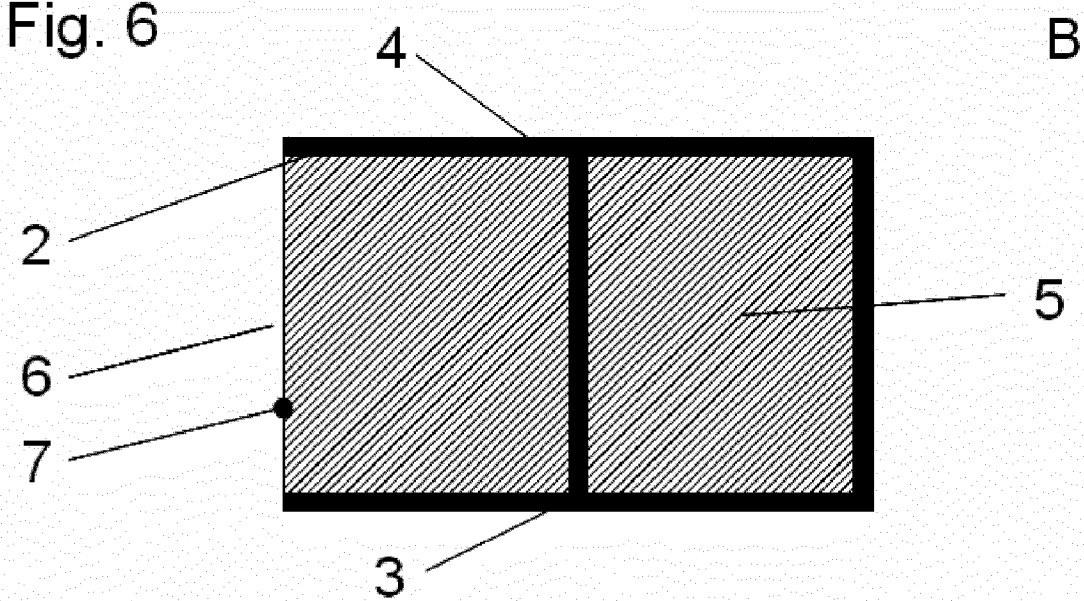
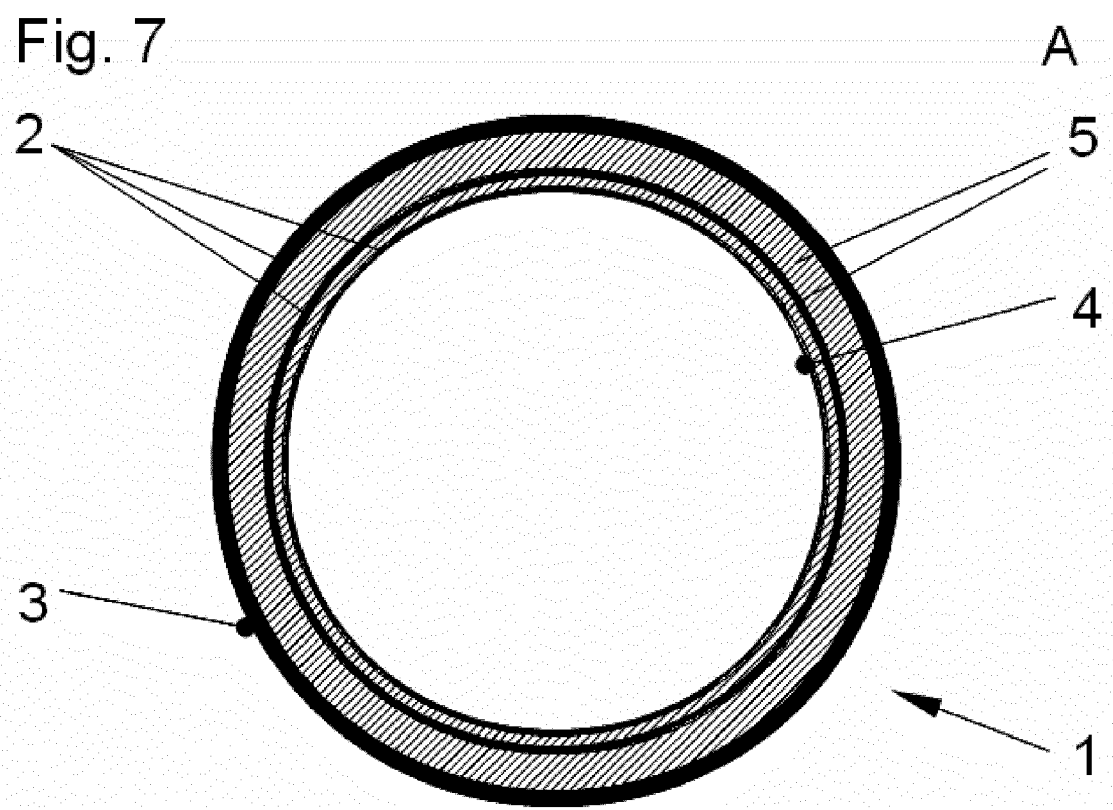
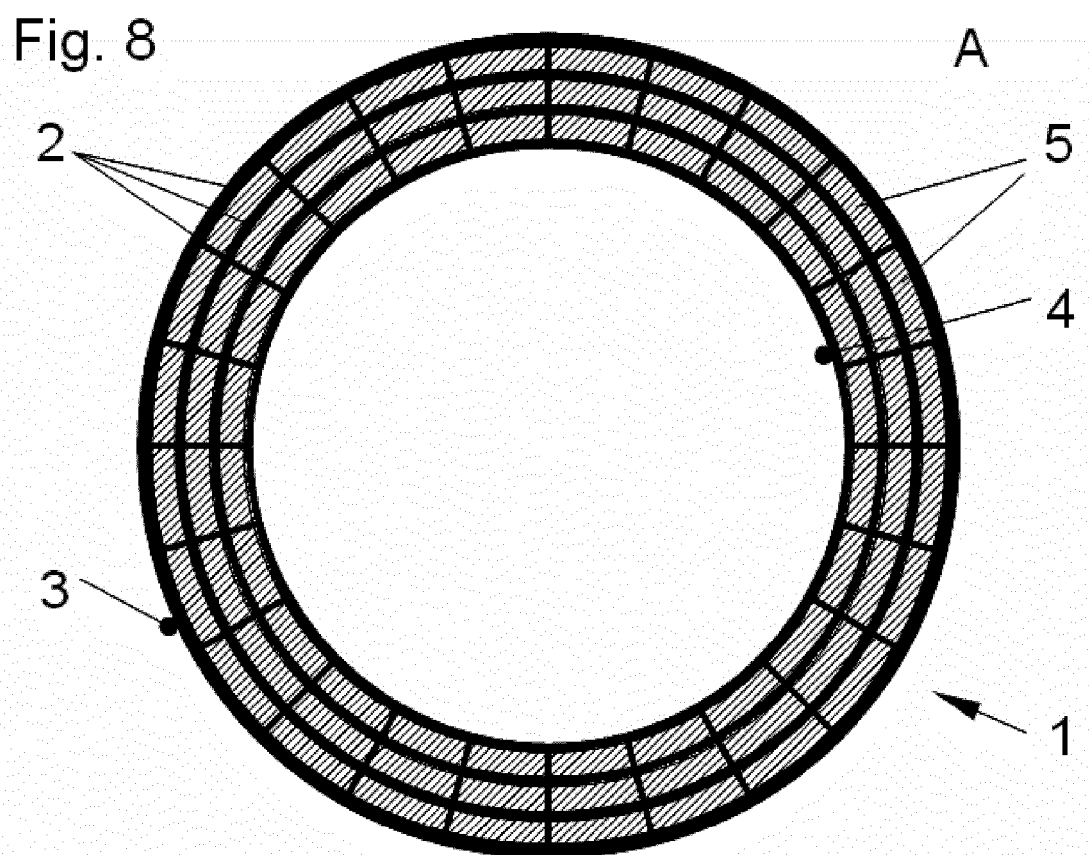
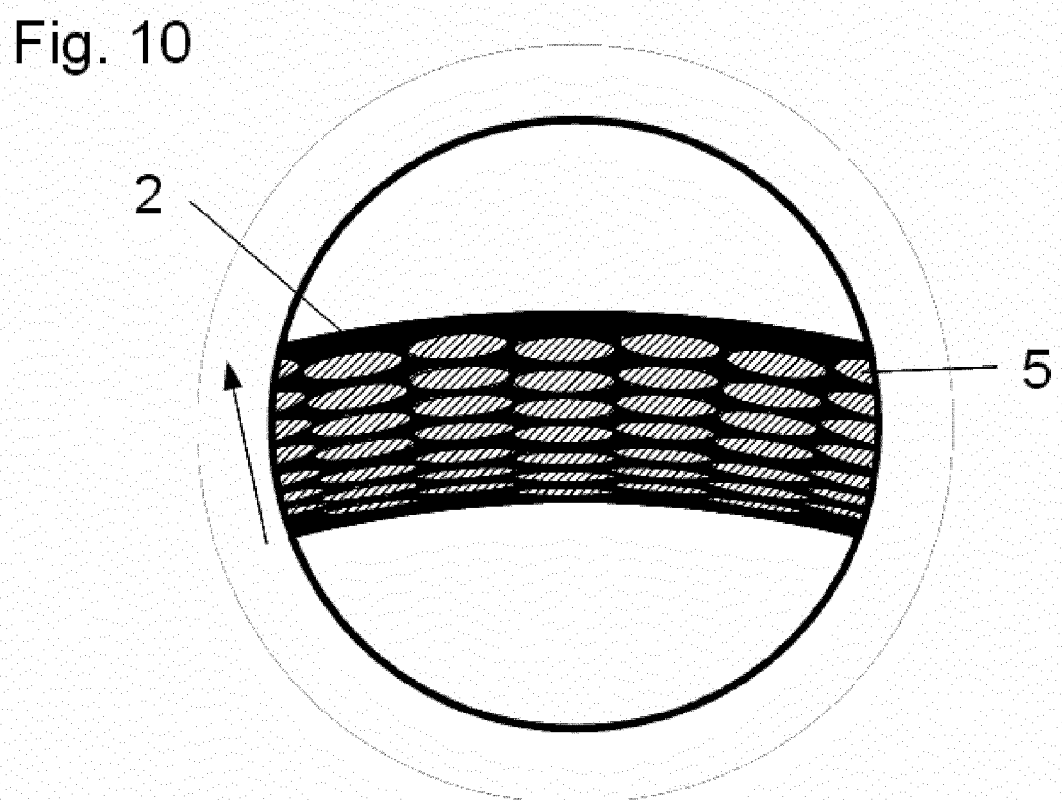
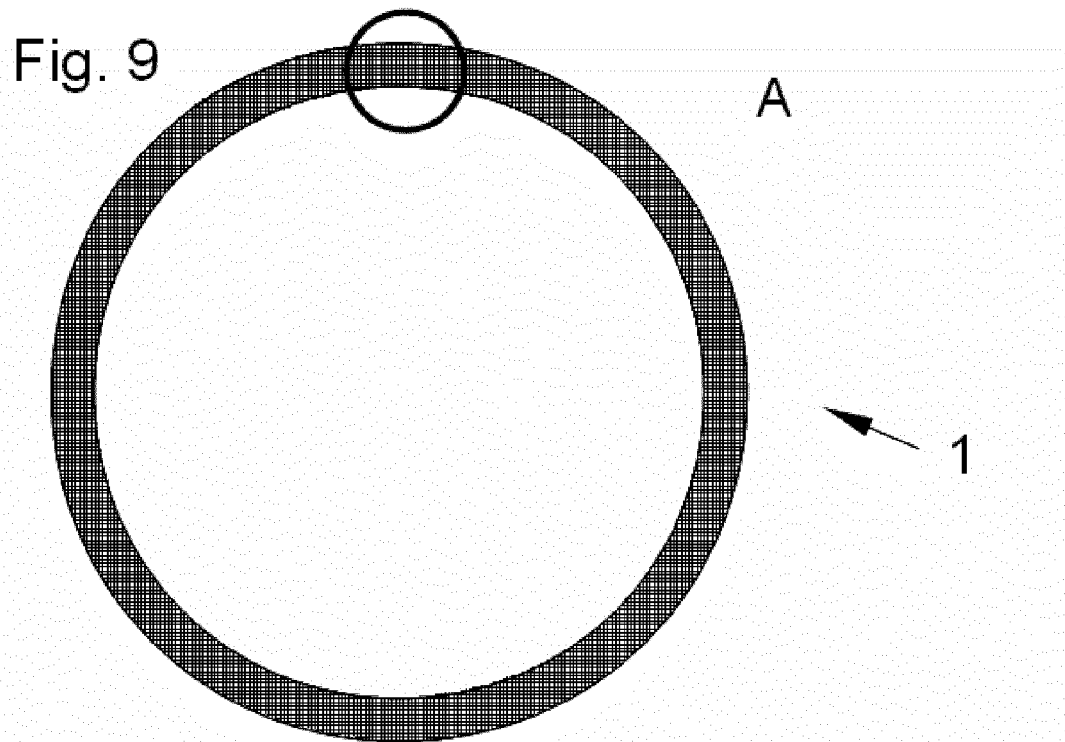


Fig. 6











EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 19 1330

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 4 913 619 A (HAENTJENS WALTER D [US] ET AL) 3. April 1990 (1990-04-03) * Spalte 2, Zeile 11 - Zeile 19 *	1,14	INV. F04D29/16 F16J15/44
A	US 4 546 047 A (RYAN EDWARD J [US]) 8. Oktober 1985 (1985-10-08) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D F16J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. April 2012	Prüfer Cipriano, Pedro
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 : nichtschriftliche 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	

 1
EPO FORM 1503 03/02 (P04C03)

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

EP 11 19 1330

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-04-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4913619 A	03-04-1990	GB 2239902 A US 4913619 A	17-07-1991 03-04-1990
US 4546047 A	08-10-1985	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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

- EP 1365156 B1 [0003]
- EP 0480261 B1 [0004]
- EP 2148096 A1 [0005]
- DE 102008001814 A1 [0006]