

(19)



(11)

EP 3 339 654 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.06.2018 Patentblatt 2018/26

(51) Int Cl.:
F04D 29/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16205241.9**

(22) Anmeldetag: **20.12.2016**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **POULSEN, Brian Lundsted**
8870 Langå (DK)
• **LEDET, Lasse Søgaaard**
9000 Aalborg (DK)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Vollmann & Hemmer**
Wallstraße 33a
23560 Lübeck (DE)

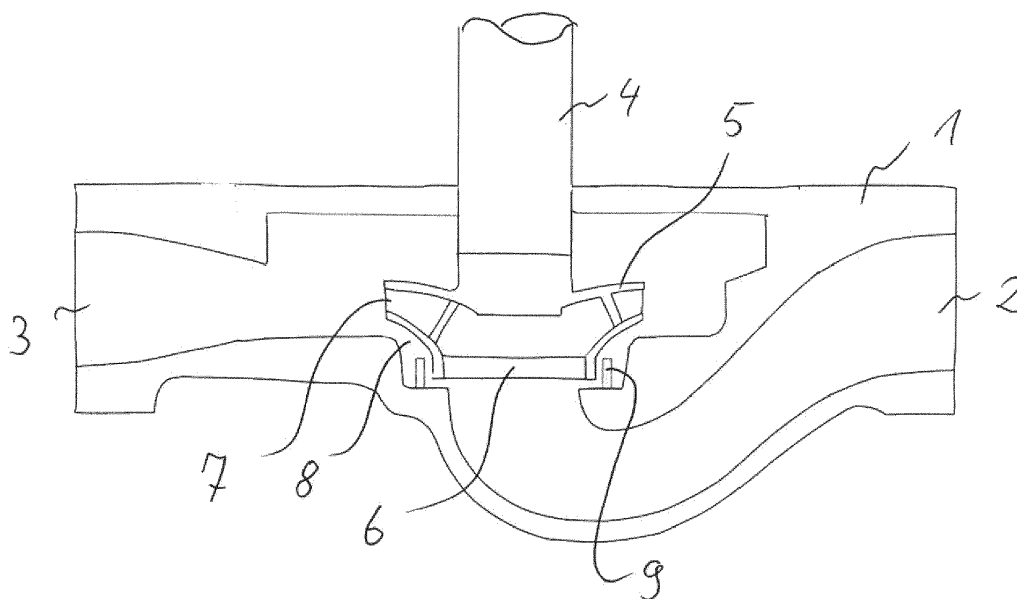
(71) Anmelder: **Grundfos Holding A/S**
8850 Bjerringbro (DK)

(54) **KREISELPUMPE**

(57) Die Kreiselpumpe weist mindestens eine Pumpenstufe mit einem rotierbaren Kreiselrad (5) mit einem Saugmund (6) auf, der gegenüber einem feststehenden Pumpenteil (1) mittels einer Dichtungsanordnung abgedichtet ist, wobei die Dichtungsanordnung einen Dichtring (9) zwischen dem Kreiselrad (5) und dem festste-

henden Pumpenteil (1) aufweist. Die Dichtungsanordnung ist so ausgebildet, dass sie zumindest beim Förderbetrieb der Pumpe in Umfangsrichtung des Dichtringes (9) gesehen abwechselnd aufeinanderfolgend zur Gegendichtfläche beabstandete und an der Gegendichtfläche anliegende Dichtungsabschnitte aufweist. (Fig. 1)

Fig. 1



EP 3 339 654 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kreiselpumpe mit mindestens einer Pumpenstufe, mit einem rotierbaren Kreiselrad mit einem Saugmund, der gegenüber einem feststehenden Pumpenteil mittels einer Dichtungsanordnung abgedichtet ist, wobei die Dichtungsanordnung einen Dichtring zwischen dem Kreiselrad und dem feststehenden Pumpenteil aufweist.

[0002] Derartige Dichtungsanordnungen zählen zum Stand der Technik. Aus CN 2486751 Y ist eine Kreiselpumpe bekannt, bei welcher ein Dichtring gehäuseseitig im Bereich des Saugmundes der Pumpe angeordnet ist, der eine Dichtlippe aufweist, die an der Außenseite des Kreiselrades im Bereich des Saugmundes anliegt. Dabei ist die Dichtlippe so angeordnet, dass der Anpressdruck mit zunehmender Laufraddrehzahl, also mit zunehmendem Differenzdruck zwischen Druckseite und Saugseite des Kreiselrades zunimmt. Hierdurch kann zwar eine nahezu vollständige Abdichtung zwischen Druckseite und Saugseite der Pumpe erzielt werden, wodurch Überströmverluste und somit Wirkungsgradverluste durch Überströmen reduziert werden können, gleichzeitig steigt jedoch mit zunehmenden Druck die Reibung zwischen der Dichtlippe und dem Kreiselrad, was zu wirkungsgradvermindernden Reibungsverlusten sowie zum Verschleiß an der Dichtlippe führt.

[0003] Insoweit günstiger ist die aus DE 10 2014 116 466 B3 bekannte Dichtungsanordnung, bei welcher saugmundseitig am Außenumfang des Kreiselrades eine spezielle Gleitfläche vorgesehen ist und gehäuseseitig ein Dichtring eingegliedert ist, der mit einer Kante seines freien Endes an dieser Gleitfläche anliegt. Durch diese Anordnung können zwar die Reibungsverluste und damit auch der Verschleiß vermindert werden, doch ist die Dichtungsanordnung konstruktiv aufwendig und aufgrund dessen, dass ein Abschnitt des Dichtringes ständig an der Gleitfläche des Kreiselrades anliegt, verschleißbehaftet. Auch erfordert die Konstruktion eine hohe Fertigungs- und Montagegenauigkeit, um die Bauteile konzentrisch zueinander anzuordnen.

[0004] Die Abdichtung des Saugmundes gegenüber dem feststehenden Pumpenteil mittels einer Dichtungsanordnung verringert zwar die Überströmverluste, erhöht jedoch die Reibungsverluste innerhalb der Pumpe, so dass die Anforderungen an eine hohe Dichtwirkung einerseits und geringe Reibungsverluste andererseits gegenläufig sind. Insoweit günstiger ist nur die dichtmittelfreie Verringerung des Spaltes zwischen Saugmund und feststehendem Pumpenteil, was jedoch die Fertigungstoleranzen und damit die Herstellungskosten erhöht.

[0005] Vor diesem Hintergrund liegt der anmeldungsgemäßen Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Kreiselpumpe so auszubilden, das einerseits eine möglichst gute Abdichtung zwischen Saugmund und feststehendem Pumpenteil beim Betrieb der Pumpe und andererseits möglichst geringe Reibungsverluste entstehen.

[0006] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch eine Kreiselpumpe mit den in Anspruch 1 und/oder mit den in Anspruch 2 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung.

[0007] Die erfindungsgemäße Kreiselpumpe weist mindestens eine Pumpenstufe auf, mit einem rotierbaren Kreiselrad, welches einen Saugmund bildet, der gegenüber einem feststehenden Pumpenteil mittels einer Dichtungsanordnung abgedichtet ist, wobei die Dichtungsanordnung einen Dichtring zwischen dem Kreiselrad und dem feststehenden Pumpenteil aufweist. Gemäß der Erfindung ist die Dichtungsanordnung so ausgebildet, dass sie zumindest beim Förderbetrieb der Pumpe in Umfangsrichtung des Dichtrings gesehen abwechselnd aufeinanderfolgend zur Gegendichtfläche beabstandete und an der Gegendichtfläche anliegende Dichtungsabschnitte aufweist.

[0008] Grundgedanke dieser erfindungsgemäßen Lösung ist es, den Dichtring nach Art eines Gleitlagers laufen zu lassen, so dass zumindest im Förderbetrieb der Pumpe, das heißt wenn das Kreiselrad gegenüber dem feststehenden Pumpenteil rotiert, zwischen dem Dichtring und der Fläche, an der dieser anliegt, ein Flüssigkeitsfilm aufgebaut wird und somit zwischen dem Dichtring und der Gegendichtfläche Flüssigkeitsreibung und keine Festkörperreibung entsteht. Eine solche Flüssigkeitsreibung minimiert die Reibungsverluste innerhalb der Dichtung, erlaubt jedoch andererseits die Überströmverluste innerhalb der Dichtungsanordnung äußerst gering zu halten. Durch Flüssigkeitsreibung wird nicht nur die Reibung innerhalb der Dichtungsanordnung deutlich reduziert, auch der Verschleiß der Dichtung selbst wird auf ein Minimum reduziert.

[0009] Dabei muss gemäß der Erfindung nicht notwendigerweise eine vollständige Flüssigkeitsreibung gewährleistet sein, wie dies bei einem Gleitlager der Fall ist. Bei der erfindungsgemäßen Lösung können auch Zwischenstufen zwischen Flüssigkeitsreibung und Festkörperreibung vorgesehen sein, das heißt, dass die zueinander beabstandeten Flächen der Dichtungsanordnung zwar zum Einbringen von die Reibung reduzierender Flüssigkeit in den Dichtspalt zwischen Dichtfläche und Gegendichtfläche vorgesehen sind, dass jedoch nicht notwendigerweise eine vollständige Flüssigkeitsreibung, sondern gegebenenfalls auch eine Mischreibung und betriebszustandsabhängig gegebenenfalls auch eine Festkörperreibung auftreten kann. So kann beispielsweise ein punktueller Kontakt im Bereich zwischen den zueinander beabstandeten Dichtflächen vorgesehen sein.

[0010] Dabei ist gemäß der Erfindung vorgesehen, dass die anliegenden Dichtungsabschnitte durch den Dichtring selbst gebildet sind. Soweit es die beabstandeten Abschnitte angeht, die zwischen den anliegenden Dichtungsabschnitten liegen, können diese entweder durch den Dichtungsring selbst aber auch durch den Saugmund des Kreiselrades

gebildet werden, indem dort beispielsweise Ausnehmungen in der Oberfläche oder andere vergleichbare Maßnahmen vorgesehen sind.

[0011] Die erfindungsgemäße Lösung kann sowohl bei einstufigen als auch bei mehrstufigen Kreiselpumpen Anwendung finden, bei einstufigen Kreiselpumpen wird die Dichtungsanordnung typischerweise zwischen dem Saugmund des Kreiselrades und dem Gehäuse, bei mehrstufigen Anordnungen zwischen dem Saugmund und einem feststehenden Pumpenteil typischerweise einer Pumpenstufe erfolgen. Dabei können eine oder mehrere Stufen mit der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung versehen sein. Das Kreiselrad ist dabei bevorzugt ein Radial- oder Halbaxialrad, das heißt ein Kreiselrad, bei welchem der Saugmund in Achsrichtung des Rades und die Abströmseite radial oder axial/radial gerichtet ist. Die Erfindung beschränkt sich jedoch grundsätzlich nicht auf diese Bauart.

[0012] Der Grundgedanke der vorliegenden Erfindung, nämlich aufeinanderfolgend anliegende und nicht anliegende Dichtungsabschnitte zu haben, um den Aufbau eines Flüssigkeitsfilms zwischen Dichtung und Gegendichtfläche sicherzustellen, kann gemäß der Erfindung nicht nur durch entsprechende Ausgestaltung von Dichtfläche und/oder Gegendichtfläche erfolgen, sondern alternativ oder zusätzlich auch durch eine Ausgestaltung gemäß Anspruch 2, bei welcher der Dichtring zumindest abschnittsweise elastisch ausgebildet ist und die Anlagefläche des Dichtrings oder der Dichtungsabschnitte an der Gegenfläche durch die hydraulischen Kräfte druckseitig des Kreiselrades gesteuert ist.

[0013] Grundgedanke dieser Lösung ist es, den Dichtring über seinen Umfang mit unterschiedlicher Steifigkeit auszubilden und so anzuordnen, dass sich beim Betrieb der Pumpe, also beim Drehen des Kreiselrades gegenüber dem feststehenden Pumpenteil, durch den Druckunterschied zwischen Druckseite und Saugseite die hydraulischen Kräfte den Dichtring über seinen Umfang unterschiedlich stark an die Gegendichtfläche andrücken. Dabei ist bevorzugt gemäß der Erfindung vorgesehen, dass der Dichtring so ausgebildet und angeordnet ist, dass er im Ruhezustand der Pumpe, also wenn das Kreiselrad stillsteht, von der Gegendichtfläche, insbesondere vom Saugmund beabstandet angeordnet ist. Eine solche Anordnung, bei welcher sich der Dichtring erst aufgrund des Differenzdrucks zwischen Saug- und Druckseite des Kreiselrades an die Gegendichtfläche anlegt und aufgrund seiner Struktur so ausgebildet ist, dass Abschnitte vorhanden sind, die an der Gegendichtfläche anliegen und abwechselnd solche die nicht anliegen bzw. mit deutlicher verminderter Kraft anliegen, kann das erfindungsgemäße Prinzip, bei welchem die Dichtung im Betrieb wie ein Gleitlager durch einen Flüssigkeitsfilm geschmiert ist, ebenfalls verwirklicht werden. Letztere Anordnung hat darüber hinaus den Vorteil, dass die Abdichtung, das heißt das Anliegen von Dichtungsringabschnitten an der Gegendichtfläche nur im Betrieb erfolgt und im Übrigen ein deutlicher Abstand zwischen Dichtring und Gegendichtfläche besteht, wodurch einerseits ein gewisser Selbstreinigungseffekt auftritt und andererseits beispielsweise einer Verkalkung der Dichtflächen entgegengewirkt wird, da diese in Bewegung sind. Darüber hinaus ergibt sich ein wesentlicher Vorteil dadurch, dass die Toleranzen im Bereich der Dichtungsanordnung so sind, dass die Fertigung und Montage vereinfacht und damit die Herstellungskosten reduziert werden.

[0014] Die hydraulische Steuerung dahingehend, das sich Dichtringabschnitte an die Gegendichtfläche anlegen und andere beabstandet sind, und dies abwechselnd, kann vorteilhaft dadurch bewirkt werden, dass der Dichtring eine über seinen Umfang verteilt unterschiedliche Steifigkeit aufweist, vorzugsweise abwechselnd steife und weniger steife Abschnitte aufweist, so dass bei Anliegen hydraulischer Kräfte der Dichtring gezielt verformt wird, um anliegende Abschnitte und nicht anliegende Abschnitte zu bilden.

[0015] Dieses Prinzip kann dadurch erreicht oder zusätzlich unterstützt werden, dass der Dichtring an seinem Außenumfang den Querschnitt schwächende Ausnehmungen aufweist, die sich vorzugsweise parallel zueinander erstrecken. Diese Ausnehmungen, in denen die Materialstärke verringert ist, können parallel zur Längsmittelachse des Dichtrings angeordnet sein oder auch bevorzugt schräg dazu, so dass die abwechselnd aufeinanderfolgenden Abschnitte, an denen die Dichtfläche an der Gegendichtfläche anliegen und an denen sie nicht anliegen, in axialer Richtung gesehen überlappend angeordnet sind.

[0016] Die gezielte Materialschwächung kann nicht nur durch Ausnehmungen am Außenumfang des Dichtrings bewirkt werden, sondern auch durch Ausnehmungen und/oder am Innenumfang. Für die Anordnung der Ausnehmungen ist die Anordnung des Dichtrings im Bezug auf den Saugmund zu berücksichtigen. Typischerweise ist der Dichtring so ausgestaltet, dass er sich an den Außenumfang des Saugmundes anlegt, dann ist der Dichtring an seinem Außenumfang frei gestaltbar, wohingegen Ausnehmungen am Innenumfang so zu dimensionieren sind, dass keine unzulässig hohen Überströmverluste auftreten. Dabei können insbesondere die Ausnehmungen am Innenumfang so gestaltet sein, dass sie zur Saugseite hin auslaufen, so dass sich dort ein schmaler umlaufender Ring bildet, der ein Überströmen verhindert.

[0017] Insbesondere wenn der Dichtring mit seinem Außenumfang dichtend am Saugmund anliegt, dann kann es vorteilhaft sein, die Ausnehmungen am Innenumfang des Dichtrings vorzusehen, wobei diese zweckmäßigerweise parallel zueinander angeordnet werden, beispielsweise achsparallel oder schräg dazu.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Ausnehmungen in Umfangsrichtung gesehen keilförmig ausgebildet. Eine solche Ausbildung hat insbesondere auf der Seite des Dichtrings, welcher zur Anlage an der Gegendichtfläche bestimmt ist den Vorteil, dass durch die in Drehrichtung liegenden keilförmigen Ausnehmungen, die sich im Betrieb mit Förderflüssigkeit füllen, zuverlässig ein Flüssigkeitsfilm aufgebaut wird, welcher ein reibungsarmes Gleiten des Dichtringes auf der Gegendichtfläche sicherstellt.

[0019] Auf der von der Gegendichtfläche abgewandten Seite des Dichtringes bewirken die keilförmigen Ausnehmungen gezielte Materialschwächungen, wobei aufgrund der Keilform die Materialschwächung nicht in beide Umfangsrichtung abrupt sondern nur in eine Richtung abrupt und in die andere Richtung ansteigend erfolgt, wodurch bei Druckbeaufschlagung sichergestellt wird, dass sich der Dichtring in der gewünschten Weise nur an den gewünschten Stellen verformt.

[0020] Als besonders vorteilhaft hat es sich in der Praxis erwiesen, derartige keilförmige Ausnehmungen zu beiden Seiten des Dichtringes vorzusehen. Wenn, was vorteilhaft ist, die Ausnehmungen in Umfangsrichtung keilförmig ausgebildet sind, dann ist es vorteilhaft, die keilförmigen Ausnehmungen am Außenumfang entgegengerichtet zu den keilförmigen Ausnehmungen am Innenumfang anzuordnen. Besonders bevorzugt ist es, diese dann noch versetzt zueinander anzuordnen. Durch Varianz des Versatzwinkels, Tiefe und Anstieg der Ausnehmungen kann der Dichtring genau so ausgelegt werden, wie dies für einen bestimmten Einsatzfall besonders vorteilhaft ist. Es versteht sich, dass die Dichtungsanordnung gemäß der Erfindung zwar für einen weiten Drehzahlbereich effektiv und wirksam ist, dass jedoch typischerweise die Effektivität in einem gewissen Drehzahlbereich am höchsten ist. Dieser Bereich wird zweckmäßigerweise so ausgelegt, dass es der Drehzahlbereich ist, in dem die Kreiselpumpe voraussichtlich am häufigsten betrieben werden wird. Es kann jedoch gemäß der Erfindung auch vorgesehen sein, die Dichtungsanordnung so ausulegen, dass sie im Höchstdruckbereich der Pumpe am effektivsten ist. Dies ist insofern sinnvoll, als typischerweise bei Kreiselpumpen nach dem Stand der Technik die Überströmverluste im Höchstdruckbereich am größten sind.

[0021] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Dichtring am feststehenden Pumpenteil angebracht ist und zur Abdichtung gegenüber einer Außenfläche des Kreiselrades nahe dem Saugmund vorgesehen ist. Hierdurch wird der Ansaugbereich der Pumpe nicht tangiert, zudem stellt sich zumindest dann, wenn der Dichtring mit Abstand zum Kreiselrad angeordnet ist, beim Anlaufen desselben eine Art Venturi-Effekt ein, wodurch der Druck auf die Außenseite zunimmt und der Vorgang, dass sich der Dichtring abschnittsweise an die Gegendichtfläche am Außenumfang des Kreiselrades anlegt, beschleunigt wird. Die Anordnung ist dabei so, dass der Außenumfang des Dichtringes im Betrieb mit dem Druck der Druckseite des Kreiselrades beaufschlagt ist, durch welchen letztlich das Anlegen des Dichtringes an das Kreiselrad gesteuert wird, in gleicher Weise wie die Verformung des Dichtringes. Wie weiter unten im Einzelnen aufgezeigt, gibt es für die Anordnung des Dichtringes eine große Varianz, wobei allen Anordnungen gleich ist, dass eine Außenfläche des Dichtringes mit dem Druck auf der Druckseite des Kreiselrads beaufschlagt ist, wohingegen eine andere Seite zur Anlage an einer Gegengleitfläche vorgesehen ist, welche kreiselradseitig vorgesehen ist.

[0022] Es sei darauf hingewiesen, dass es für die Funktion der Dichtungsanordnung, wie sie eingangs beschrieben worden ist, grundsätzlich keine Rolle spielt, ob der Dichtring gehäuseseitig oder laufradseitig angeordnet ist, in der Regel jedoch wird die Gehäuseanordnung, das heißt die Anordnung an einem feststehenden Pumpenteil die günstigere sein, da dann etwaige Unwuchten des Dichtrings keine Rolle spielen und das Massenträgheitsmoment des Kreiselrades nicht durch den Dichtring erhöht wird.

[0023] So kann bei Anordnung des Dichtringes am Kreiselrad dieser vorzugsweise am saugseitigen Ende des Kreiselrades angeordnet sein und eine Gegendichtfläche durch einen in den Dichtring eintauchenden Ringabschnitt des feststehenden Pumpenteils - wenn die Abdichtung radial erfolgt - oder durch eine axiale ringförmige Fläche des feststehenden Pumpenteils - wenn die Abdichtung axial erfolgt - gebildet werden. Bei axialer Abdichtung liegt die ringförmige Fläche in einer Ebene quer zur Drehachse des Laufrades, wohingegen bei radialer Abdichtung der Ringabschnitt durch eine parallel zur Drehachse angeordnete Zylinderfläche gebildet wird.

[0024] Bei einer solchen Anordnung ist es vorteilhaft, wenn der Dichtring den Saugmund des Kreiselrades fortsetzend angeordnet ist, das heißt wenn der Dichtring quasi den Saugmund bildet, der jedoch aufgrund des eintauchenden feststehenden Pumpenteils von der Funktion her in das Kreiselradinnere verschoben ist. Für den Dichtring ist insbesondere dann, wenn die eingangs beschriebene Verformung durch hydraulische Kräfte der Förderflüssigkeit erfolgen soll, wesentlich, dass insbesondere die Außenseite nach Möglichkeit vollständig mit dem Druck der Druckseite des Kreiselrades beaufschlagt ist.

[0025] Kerngedanke der erfindungsgemäßen Lösung ist es, den Dichtring so auszubilden, dass sich im Betrieb ein hydrodynamischer oder hydrostatischer Flüssigkeitsfilm zwischen den zueinander bewegten Flächen der Dichtungsanordnung bildet. Hydrodynamisch kann dies durch entsprechende Formgebung des Dichtringes und/oder seiner Ausnehmungen, zum Beispiel keilförmig, erfolgen, hydrostatisch zum Beispiel durch im Dichtring vorgesehene, zur Druckseite führende Kanäle, welche in der Dichtfläche münden. Es kann auch eine Kombination von hydrodynamisch und hydrostatisch aufgebautem Flüssigkeitsfilm vorgesehen sein.

[0026] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in stark vereinfachter und schematisierter Längsschnittdarstellung eine Kreiselpumpe mit einer Dichtungsanordnung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 eine erste Ausführungsvariante der Dichtungsanordnung mit feststehendem Dichtring,

Fig. 3 eine Dichtungsanordnung in Schnittdarstellung bei Stillstand des Laufrades,

Fig. 4 die Dichtungsanordnung gemäß Fig. 3 im Betrieb der Pumpe,

5 Fig. 5 eine weitere Dichtungsanordnung in Darstellung nach Fig. 3,

Fig. 6 eine erste Ausführung einer Dichtungsanordnung mit rotierendem Dichtring in Darstellung nach Fig. 3,

Fig. 7 eine alternative Anordnung mit rotierendem Dichtring in Darstellung nach Fig. 3,

10

Fig. 8 eine perspektivische Darstellung eines Dichtrings gemäß der Erfindung und

Fig. 9 eine alternative Ausführung des Dichtrings.

15 **[0027]** Die in Fig. 1 stark vereinfacht dargestellte Kreiselpumpe weist ein feststehendes Pumpengehäuse 1 auf, welches einen Sauganschluss 2 sowie einen Druckanschluss 3 aufweist, in dem eine Welle 4 drehbar gelagert ist, welche ein darauf sitzendes Kreisellrad 5 antreibt, dessen axialer Saugmund 6 mit dem Sauganschluss 2 leitungsverbunden ist und dessen Abströmseite 7 radial angeordnet und mit dem Druckanschluss 3 leitungsverbunden ist.

20 **[0028]** Das Pumpengehäuse 1 steht hier für ein beliebiges feststehendes Pumpenbauteil, beispielsweise bei einer mehrstufigen Pumpe für den feststehenden Teil einer Pumpenstufe, das heißt, dass die anhand von Fig. 1 dargestellte Prinzipdarstellung auch auf ein oder mehrere beliebige Laufräder mit den entsprechenden feststehenden Pumpenteilen übertragen werden kann.

25 **[0029]** Zwischen der Abströmseite 7, also der Druckseite der Pumpe, und dem Saugmund 6, also der Saugseite der Pumpe, wird ein Überströmkanal 8 gebildet, der durch einen Dichtring 9 in der Pumpe absperrbar ist. Beispiele für die Ausgestaltung der Dichtungsanordnung zwischen den Saugmund 6 der Kreiselpumpe, also der Saugseite und dem mit der Druckseite verbundenen Überströmkanal 8 sind im Einzelnen anhand der Fig. 2 bis 7 dargestellt, die lediglich schematisch einen Teil dieses Überströmkanals 8, des Kreisellrades 5, des Pumpengehäuses 1 sowie des Dichtringes 9 zeigen.

30 **[0030]** Der anhand von Fig. 2 dargestellte Dichtring 9a, der in gleicher Weise angeordnet ist, wie der anhand von Fig. 1 dargestellte Dichtring 9, ist mit einer schmalen Stirnseite, in Fig. 2 seiner unteren Seite an dem feststehenden Teil 1 der Pumpe befestigt. Er hat eine schlanke ringzylindrische Form, wobei die Innenseite des Dichtringes 9a zur Anlage an dem dort im Wesentlichen zylindrischen Außenumfang im Bereich des Saugmundes 6 des Kreisellrades 5 vorgesehen ist. Im unbelasteten Zustand ist der Dichtring 9a mit geringem Abstand zur Außenseite des Saugmundes 6 des Laufrades 5 angeordnet. Er weist über seinen Außenumfang verteilt Ausnehmungen 10 auf, die hier parallel zueinander und parallel zur Längsachse des Dichtringes 9a in regelmäßigem Winkelabstand am Außenumfang vorgesehen sind. Durch diese Ausnehmungen 10, welche einen teilkreisförmigen Querschnitt aufweisen, ist das Material des Dichtringes 9a geschwächt, so dass der Dichtring 9a am Grund einer Ausnehmung 10 die geringste Materialdicke und am Rand der Ausnehmung 10 die größte Materialdicke aufweist. Der Dichtring 9a ist aus elastischem Material aufgebaut und derart material- und größenmäßig abgestimmt, dass der zwischen der Innenseite des Dichtringes 9a und der Außenseite des Saugmundes 6 des Kreisellrades 5 gebildete Spalt im Betrieb der Pumpe geschlossen wird. Das heißt, wenn das Kreisellrad 5 durch die Welle 4 angetrieben wird und dadurch eine Druckdifferenz zwischen Saugmund 6 und Abströmseite 7 erzeugt wird, dass die sich dann einstellenden hydraulischen und Strömungskräfte den Dichtring 9a zur Anlage an das Kreisellrad 5 im Außenbereich des Saugmundes 6 steuern. Dabei entsteht zunächst durch den Drall des aus dem Laufrad 5 an der Abströmseite 7 austretenden Flüssigkeit im Bereich des Dichtringes 9a an der Außenseite ein Venturi-Effekt, der dann in Verbindung mit dem sich aufbauenden Differenzdruck zwischen Abströmseite 7 und dem Saugmund 6 dazu führt, dass der Dichtring 9a von außen nach innen gedrückt wird. Aufgrund der unterschiedlichen Materialdicke erfolgt jedoch die Anlage des Dichtringes 9a an der Außenseite des Saugmundes 6 nicht vollumfänglich, sondern nur abschnittsweise aufgrund der unterschiedlichen Steifigkeit des Dichtringes 9a in Umfangsrichtung. Somit liegt die Innenseite des Dichtringes 9a nicht umfänglich vollflächig an der Gegendichtfläche 11 an, sondern es folgen in Umfangsrichtung auf einen anliegenden Dichtringabschnitt ein davon beabstandeter und dann wieder ein anliegender usw. abwechselnd, über den gesamten Umfang des Ringes 9a. In den nicht anliegenden Abschnitten des Dichtringes 9a gelangt über den Überströmkanal 8 Förderflüssigkeit in den Bereich zwischen Dichtring 9a und Gegendichtfläche 11 die, durch die abwechselnden anliegend und nicht anliegenden Abschnitte und die Rotation des Kreisellrades über die Dichtfläche verteilt wird, so dass im Bereich zwischen Dichtring 9a und Gegendichtfläche 11 stets Flüssigkeitsreibung herrscht.

55 **[0031]** Anhand der Fig. 3 und 4 ist schematisch dargestellt, wie sich der gehäuseseitig befestigte Dichtring 9 aus seiner statischen Position (Fig. 3), in welcher das Kreisellrad 5 stillsteht, bei Rotation des Kreisellrades 5 zunächst durch den sich außenseitig aufbauenden Venturi-Effekt und dann durch den Differenzdruck zwischen Druckseite und Saugseite

an die Gegendichtfläche 11 des Kreiselrades 5 anlegt.

[0032] Um einen tragfähigen Flüssigkeitsfilm zwischen der Dichtfläche 12 des Dichtringes 9 und der Gegendichtfläche 11 am Kreiselrad 5 aufzubauen, kann die anhand des Kreiselrades 9a in Fig. 2 beschriebene Struktur mit Ausnehmungen 10 am Außenumfang des Dichtringes 9a eingesetzt werden, um zwischen Dichtfläche 12 und Gegendichtfläche 11 abwechselnd anliegende und nicht anliegende Abschnitte zu erzeugen. Zusätzlich oder unterstützend können in der Dichtfläche 12 oder in der Gegendichtfläche 11 Ausnehmungen in der Oberfläche vorgesehen sein, die diesen Effekt unterstützen oder hervorrufen. Die weiter unten noch im Einzelnen und anhand der Fig. 8 und 9 beschriebenen Dichtringe verdeutlichen, wie eine solche Ausgestaltung aussehen kann.

[0033] Das Anlegen des Dichtringes 9 an den Saugmund 6, wie es in Fig. 4 dargestellt ist, erfolgt ausschließlich durch hydraulische Kräfte, so dass sich bei Stillstand des Kreiselrades 5 der Dichtring 9 in seine in Fig. 3 dargestellte Ausgangsposition zurückstellt, in welcher ein Spalt zwischen Dichtfläche 12 und Gegendichtfläche 11 im Überströmkanal 8 gebildet ist. Diese elastische Bewegung des Dichtringes 9 beim Anlegen bzw. Rückstellen reinigt den Dichtspalt und sorgt dafür, dass sich insbesondere an der Dichtfläche 12 keine Ablagerungen bilden.

[0034] Anhand von Fig. 5 ist ein Dichtring 9b dargestellt, der ein im Querschnitt L-förmiges Profil aufweist, wobei ein aufrechter Schenkel 13 dem anhand der Fig. 3 und 4 beschriebenen Dichtring 9 entspricht, wohingegen ein liegender Schenkel 14 zur Befestigung des Dichtringes 9b am feststehenden Teil 1 der Pumpe, also beispielsweise dem Pumpengehäuse 1 vorgesehen ist. Die Befestigung des Dichtringes 9b kann stoffschlüssig und/oder kraftschlüssig erfolgen, in dem der Ring 9b in die entsprechende Ausnehmung des Pumpengehäuses 1 eingepresst wird.

[0035] Bei der anhand von Fig. 6 dargestellten Ausführungsvariante ist ein Dichtring 9c vorgesehen, der die Form einer Ringscheibe aufweist und der an seinem Innenumfang fest mit dem Außenumfang des Kreiselrades 5 im Bereich des Saugmundes 6 verbunden ist. Der Dichtring 9c dreht somit mit dem Kreiselrad 5 mit, seine Dichtfläche 12 kommt zur Anlage auf der Gegendichtfläche 11 am Pumpengehäuse, wobei auch hier der Differenzdruck zwischen Druckseite des Laufrades und Saugseite für die abschnittsweise Anlage des Dichtfläche 12 an der Gegendichtfläche 11 sorgt. Auch bei dieser Ausführung ist der Dichtring 9c durch hier nicht dargestellten Ausnehmungen über seinen Umfang von unterschiedlicher Steifigkeit, so dass sich Abschnitte der Dichtfläche 12 bilden, die an der Gegendichtfläche 11 anliegen und Abschnitte, die davon beabstandet sind. So dass auch bei dieser Anordnung der vorbeschriebene "Gleitlagereffekt" eintritt, das heißt ein tragfähiger Flüssigkeitsfilm zwischen Dichtfläche 12 und Gegendichtfläche 11 gebildet wird.

[0036] Bei der anhand von Fig. 7 dargestellten Ausführungsvariante ist der Dichtring 9d an der saugseitigen Stirnseite des Kreiselrades 5 in Verlängerung des Saugmundes 6 angeordnet. Gehäuseseitig ist ein Ringabschnitt 15 vorgesehen, der innerhalb des Dichtringes 9d angeordnet ist und bis in den Saugmund 6 des Laufrades 5 hineinreicht. Die Gegendichtfläche 11 für den Dichtring 9d wird durch die Innenseite dieses Ringabschnittes 15 gebildet. Der Dichtring 9d kann in gleicher Weise ausgebildet sein, wie der anhand von Fig. 2 beschriebene Dichtring 9a oder wie die weiter unten noch anhand der Fig. 8 und 9 beschriebenen Dichtringe.

[0037] Bei der Ausführungsvariante gemäß Fig. 8 ist ein Dichtring 9e vorgesehen, Fig. 8 zeigt beispielhaft wie ein solcher Dichtring 9 der Fig. 3 und 4, der aus elastischem Material, beispielsweise Gummi, Silicon oder dergleichen besteht, ausgestaltet sein kann, um die vorbeschriebenen Effekte zu erzielen. Der Dichtring 9e weist über seinen Außenumfang verteilt insgesamt zehn keilförmige Ausnehmungen 16 auf, deren Tiefe in Darstellung gemäß Fig. 8 im Urzeigersinn zunehmen, das heißt tiefer in das Grundmaterial des Ringes eindringen. Diese keilförmigen Ausnehmungen 16 wechseln sich mit Abschnitten 17 ab, die Teil einer Zylinderoberfläche bilden. Auch innenseitig, das heißt an seinem Innenumfang, weist der Dichtring 9e keilförmige Ausnehmungen 18 auf, die von zylindrischen Abschnitten 19 unterbrochen sind, die ebenfalls auf einer gemeinsamen Zylinderoberfläche liegen. Die Ausnehmungen 18 an der Innenseite erstrecken sich etwa nur über ein Drittel des Umfangs der Ausnehmungen 16 an der Außenseite und über eine geringere Tiefe. Dabei ist die Richtung der Keilform der Ausnehmungen 18 entgegengesetzt zur Richtung der der Ausnehmungen 16.

[0038] Während die Ausnehmungen 16 ausschließlich der gezielten Schwächung des Ringmaterials dienen, damit sich dieser bei Aufbau eines Drucks von außen an seiner Innenseite gezielt buckelig verformt, das heißt Abschnitte bildet, die an der Gegendichtfläche 11 anliegen und solche die von dieser beabstandet sind, dienen die Ausnehmungen 18 am Innenumfang in erster Linie der Bildung eines tragfähigen Schmierfilms zwischen der Dichtfläche 12, also der Innenseite des Dichtringes 9e und der Gegendichtfläche 11. Allerdings können diese auch Einfluss auf die Verformung des Dichtringes haben.

[0039] Eine alternative Ausführung eines solchen Dichtringes 9f ist anhand von Fig. 9 dargestellt. Der Aufbau des Dichtringes 9f aus einem elastischen Material, bei dem keilförmige Ausnehmungen 16a an der Außenseite sich mit zylindrischen Abschnitten 17a abwechseln und bei welchem an der Innenseite keilförmige Ausnehmungen 18a sich mit zylindrischen Abschnitten 19a abwechseln, unterscheidet sich von der vorbeschriebenen anhand von Fig. 8 dargestellten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass die Ausnehmungen 16a und 18a sowie die Abschnitte 17a und 19a nicht parallel zur Achse des Rings 9f sondern schräg dazu angeordnet sind, und zwar an der Außenseite und an der Innenseite in gleicher Schräge, so dass sich anliegende und nicht anliegende Abschnitte des Dichtringes 9f bei Druckbeaufschlagung von außen ergeben, die sich in Achsrichtung gesehen überlappen. Durch diese Schrägstellung der

keilförmigen Ausnehmungen 18a an er Innenseite wird ein gewisser Pumpeffekt erzielt, der auch bei hohen Anpresskräften dafür sorgt, dass ein tragfähiger Flüssigkeitsfilm im Dichtspalt zwischen Dichtfläche 12 und Gegendichtfläche 11 entsteht. Des Weiteren werden durch diese Schrägstellungen die Überströmverluste weiter verringert.

[0040] Die vorstehenden Ausführungsbeispiele können nicht ansatzweise die mannigfaltigen Möglichkeiten von Dichtringgestaltungen wiedergeben, die sich durch die vorliegende Erfindung ergeben. Es muss im Einzelfall experimentell und/oder rechnerisch ermittelt werden, wie sich ein tragfähiger Flüssigkeitsfilm zwischen Dichtring und der Gegendichtfläche einstellt und zwar über einen möglichst großen Drehzahlbereich der Pumpe, um Verschleiß und Reibungsverluste an der Dichtung möglichst klein zu halten.

Bezugszeichenliste

[0041]

1	Pumpengehäuse, gehäusefester Teil
2	Sauganschluss
3	Druckanschluss
4	Welle
5	Kreiselrad
6	Saugmund
7	Abströmseite
8	Überströmkanal
9, 9a, 9b, 9c, 9d, 9e, 9f	Dichtung
10	Ausnehmungen
11	Gegendichtfläche
12	Dichtfläche
13	aufrechter Schenkel
14	liegender Schenkel
15	Ringabschnitt
16	keilförmige Ausnehmungen außen
16 a	keilförmige Ausnehmungen in Fig. 9
17	zylindrische Abschnitte außen
17a	zylindrische Abschnitte in Fig. 9
18	keilförmige Ausnehmungen innen
18a	keilförmige Ausnehmungen in Fig. 9
19	zylindrischer Abschnitte innen
19 a	zylindrischen Abschnitte in Fig. 9

Patentansprüche

1. Kreiselpumpe mit mindestens einer Pumpenstufe, mit einem rotierbaren Kreiselrad (5) mit einem Saugmund (6), der gegenüber einem feststehenden Pumpenteil (1) mittels einer Dichtungsanordnung abgedichtet ist, wobei die Dichtungsanordnung einen Dichtring (9) zwischen dem Kreiselrad (5) und dem feststehenden Pumpenteil (1) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungsanordnung so ausgebildet ist, dass sie zumindest beim Förderbetrieb der Pumpe in Umfangsrichtung des Dichttrings (9) gesehen abwechselnd aufeinanderfolgend zur Gegendichtfläche (11) beabstandete und an der Gegendichtfläche (11) anliegende Dichtungsabschnitte aufweist.
2. Kreiselpumpe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, **dadurch gekennzeichnet dass** der Dichtring (9) zumindest abschnittsweise elastisch ausgebildet und die Anlagefläche (12) des Dichtrings (9) oder der Dichtringabschnitte an der Gegenfläche (11) durch die hydraulischen Kräfte druckseitig des Kreiselsrads (5) gesteuert ist.
3. Kreiselpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtring (9a, 9e, 9f) eine über seinen Umfang verteilte Abschnitte unterschiedlicher Steifigkeit aufweist.
4. Kreiselpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtring (9a, 9e, 9f) an seinem Aussenumfang den Querschnitt schwächende Ausnehmungen (10, 16, 16a) aufweist, die sich vorzugsweise parallel zueinander erstrecken.

5. Kreispumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtring (9e, 9f) an seinem Innenumfang den Querschnitt schwächende Ausnehmungen (18, 18a) aufweist, die sich vorzugsweise parallel zueinander erstrecken.
- 5 6. Kreispumpe nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Ausnehmungen (10, 16, 16a, 18, 18a) parallel zur Achsrichtung des Dichtrings oder schräg dazu erstrecken.
7. Kreispumpe nach Anspruch 4, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen (16, 16a, 18, 18a) in Umfangsrichtung keilförmig ausgebildet sind.
- 10 8. Kreispumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen sowohl zur Druckseite als auch zur Saugseite hin geöffnet sind.
- 15 9. Kreispumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die keilförmigen Ausnehmungen (16, 16a) am Außenumfang und die keilförmigen Ausnehmungen (18, 18a) am Innenumfang entgegengesetzt gerichtet und vorzugsweise versetzt zueinander angeordnet sind.
- 20 10. Kreispumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtring (9, 9a, 9b) am feststehenden Pumpenteil (1) und zur Abdichtung gegenüber einer Außenfläche des Kreiselrades (5) nahe dem Saugmund (6) angeordnet ist.
- 25 11. Kreispumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtring (9d) am Kreiselrad (5), vorzugsweise am saugseitigen Ende des Kreiselrades (5) angeordnet ist und eine Gegendichtfläche (11) durch einen in den Dichtring (9d) eintauchenden Ringabschnitt (15) des feststehenden Pumpenteils (1) gebildet ist.
- 30 12. Kreispumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtring (9c) am Kreiselrad (5), vorzugsweise am saugseitigen Ende des Kreiselrades (5) angeordnet ist und eine Gegendichtfläche (11) durch eine ringförmige Fläche des feststehenden Pumpenteils (1) gebildet ist.
- 35 13. Kreispumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtring (9d) den Saugmund (6) des Kreiselrades (5) fortsetzend angeordnet ist.
- 40 14. Kreispumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtring (9) so ausgebildet sind, dass sich im Betrieb ein hydrodynamischer oder hydrostatischer Flüssigkeitsfilm zwischen den zueinander bewegten Flächen (11, 12) der Dichtungsanordnung bildet.
- 45
- 50
- 55

Fig. 1

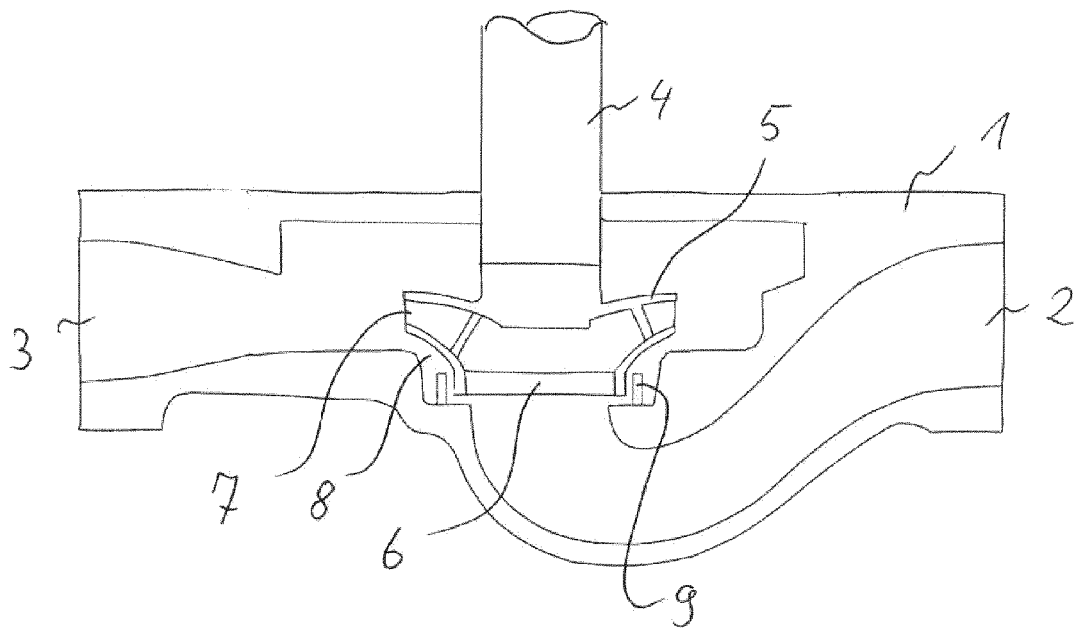


Fig. 2

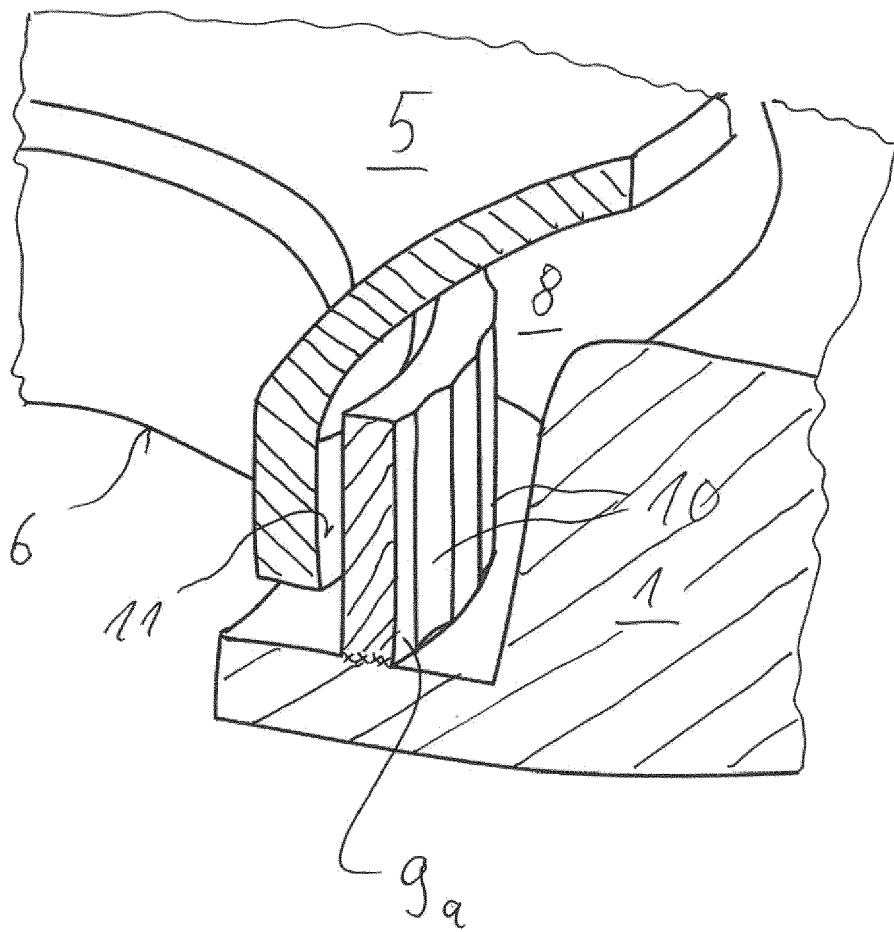


Fig. 3

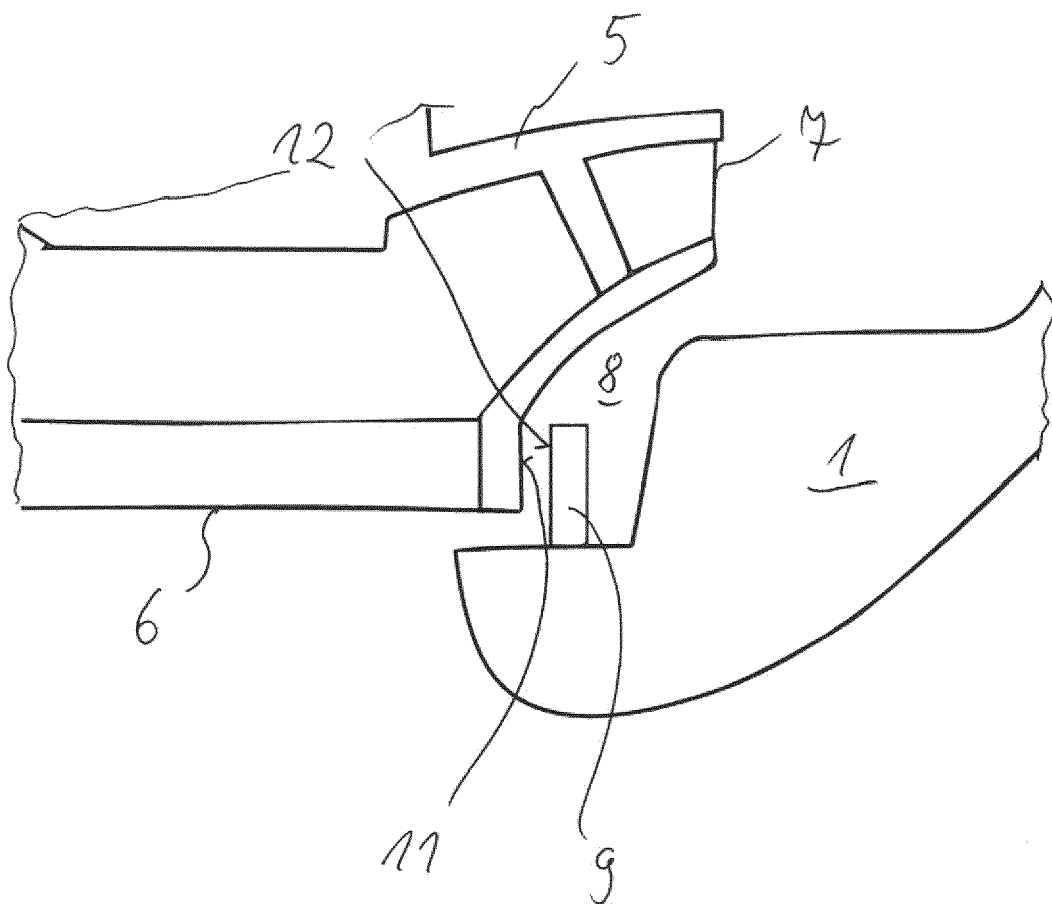


Fig. 4

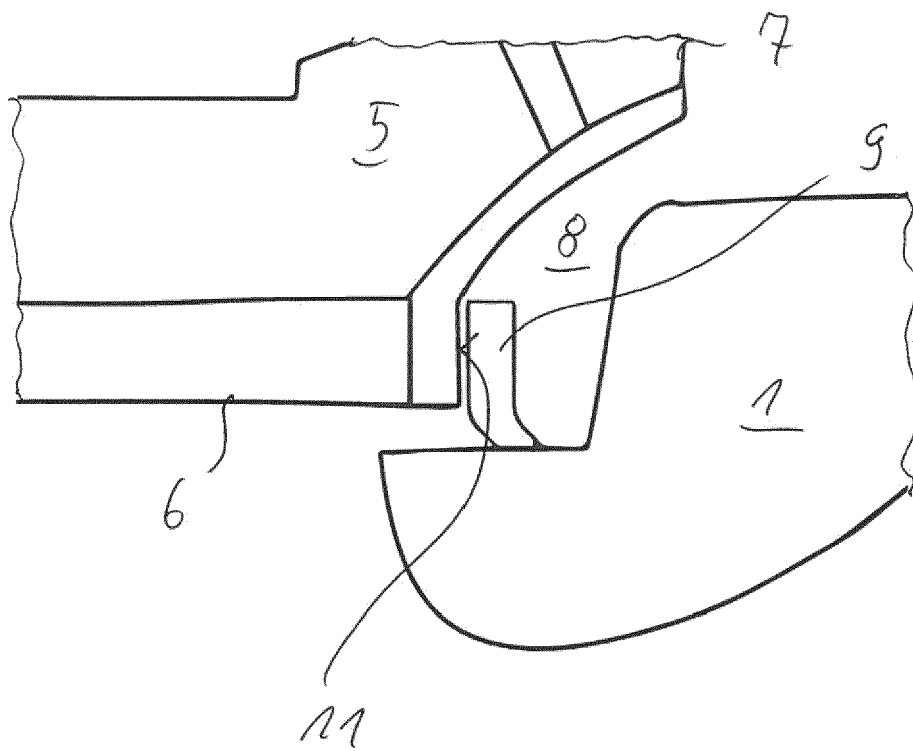


Fig. 5

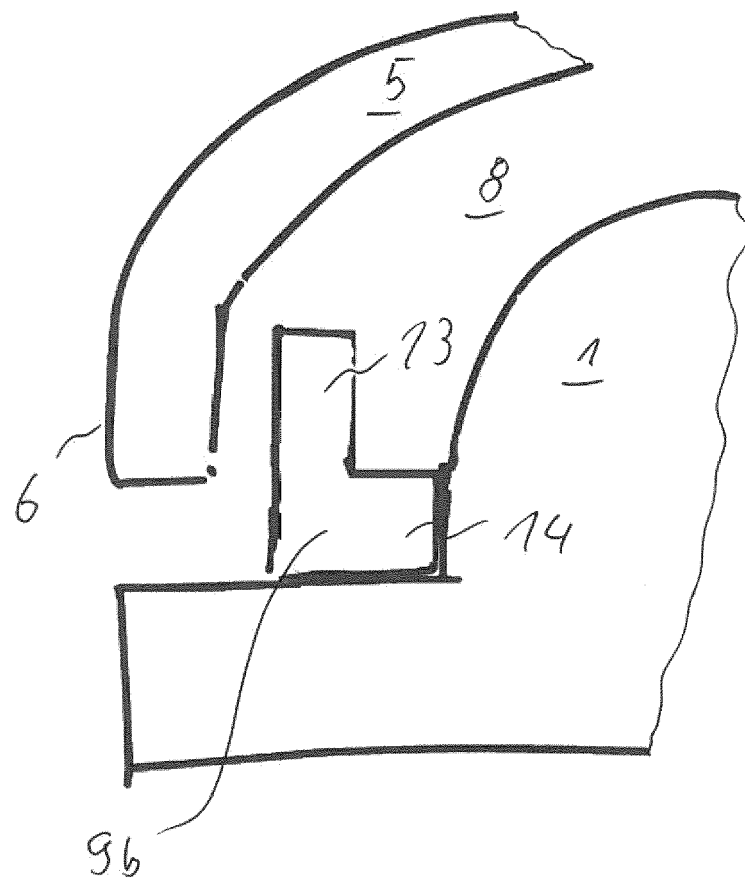


Fig. 6

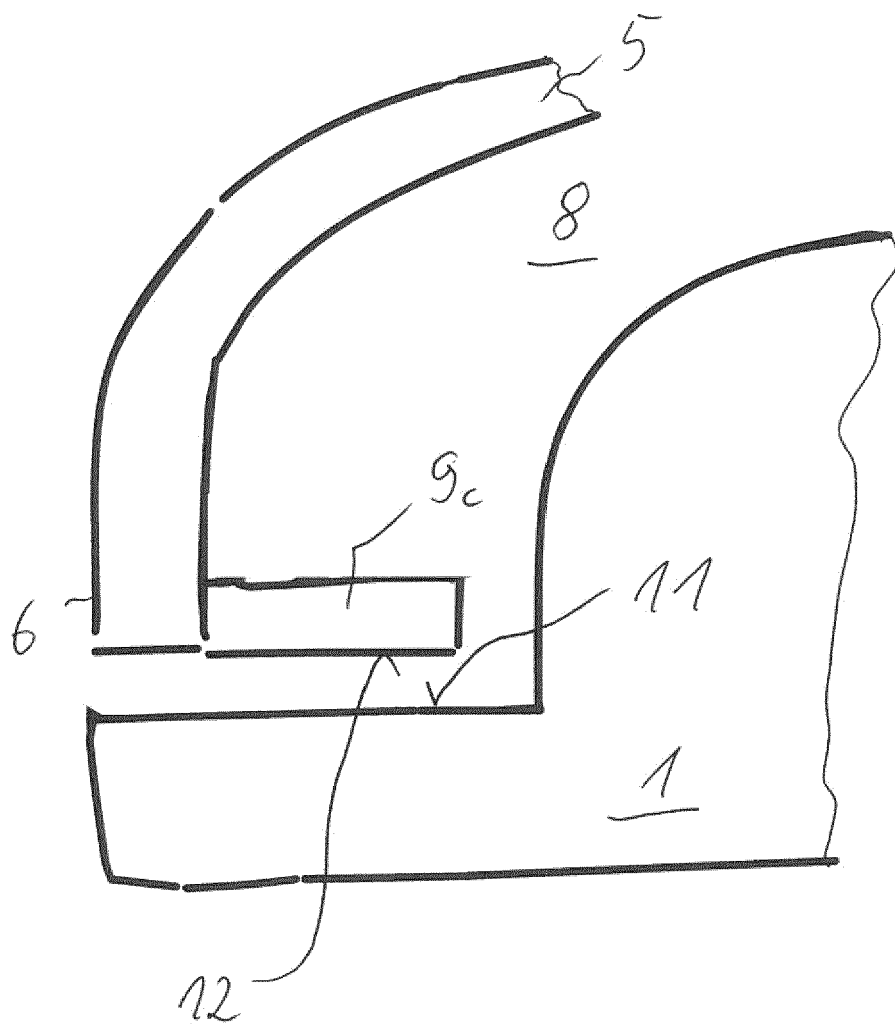


Fig. 7

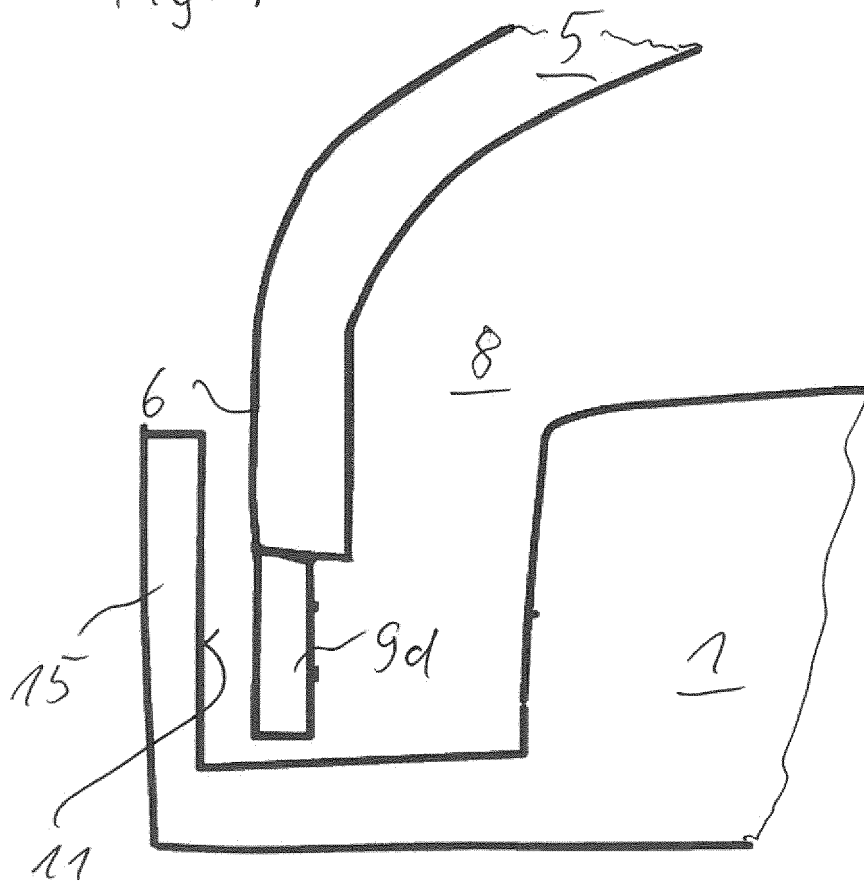


Fig. 8

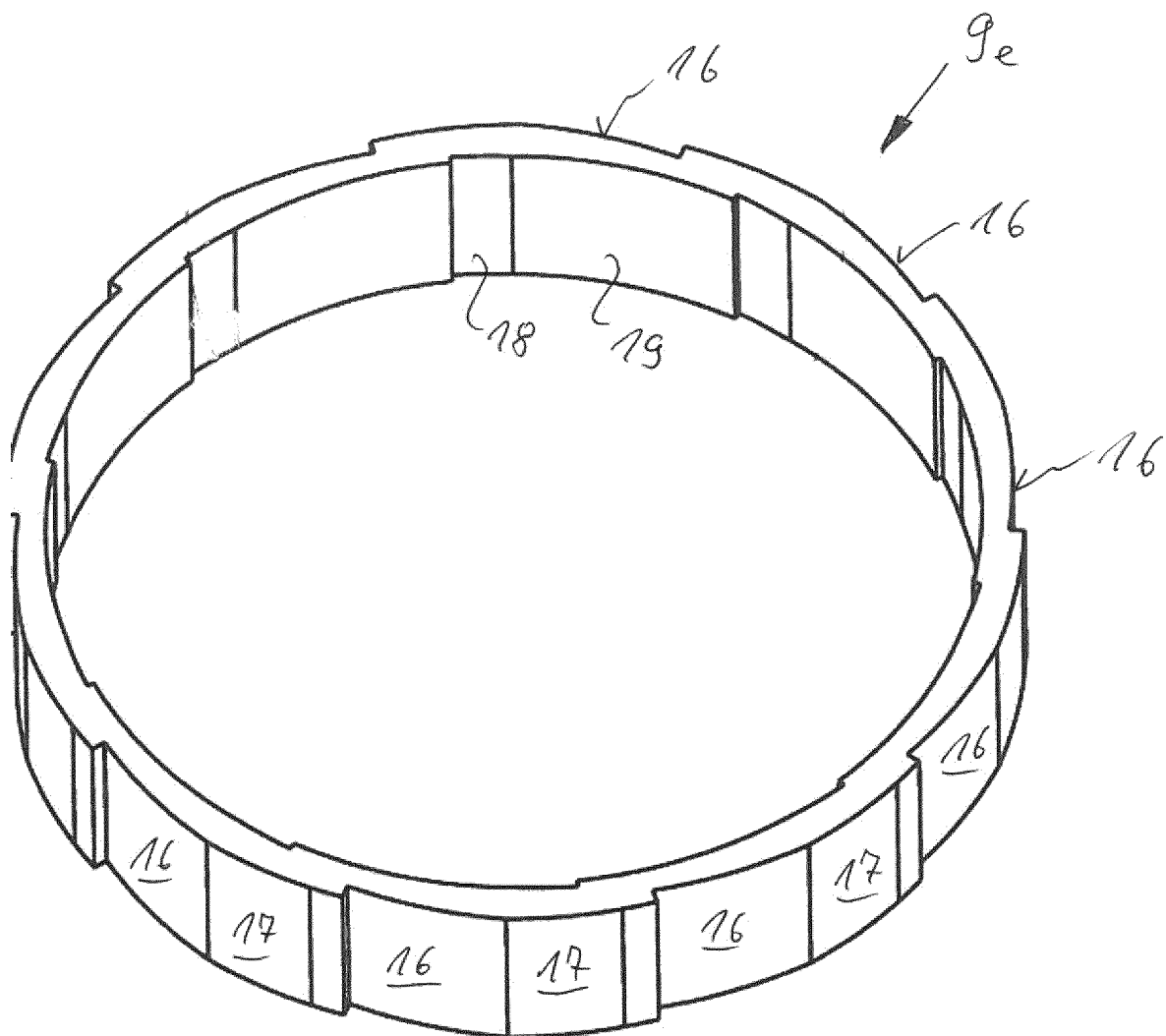
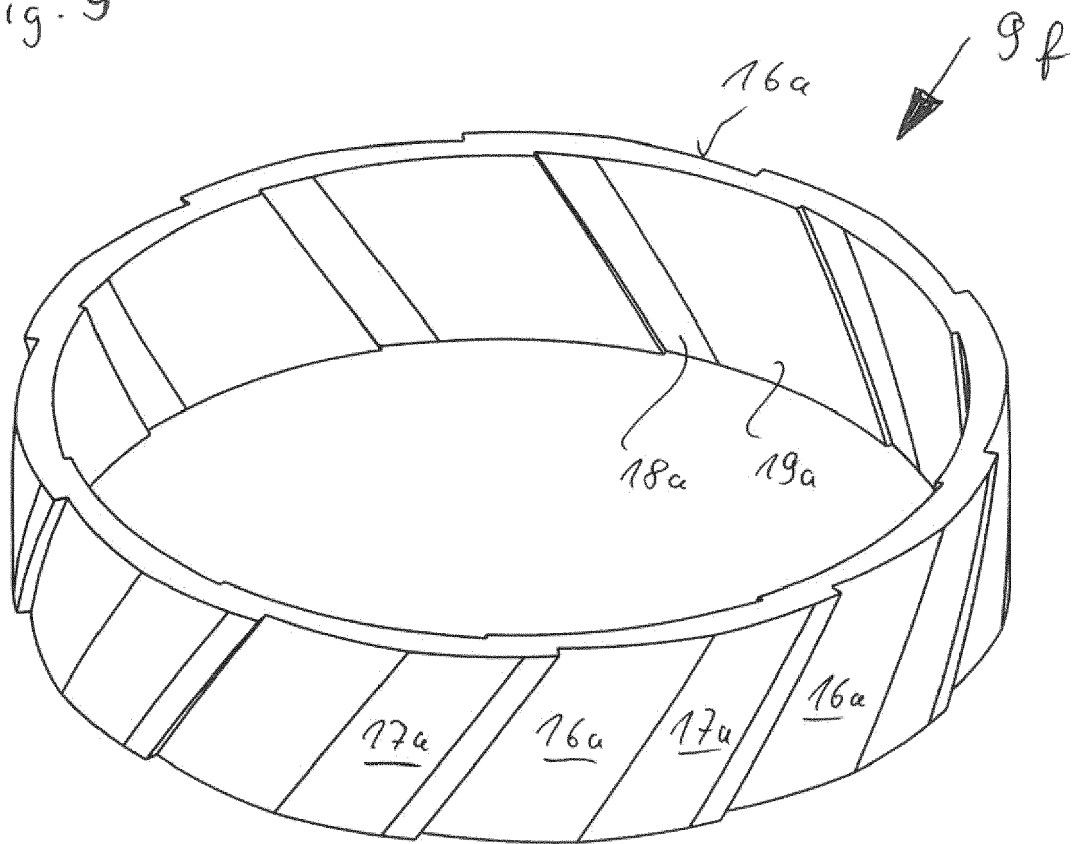


Fig. 9





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 20 5241

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 020 850 A (MECKENSTOCK JOHN W) 13. Februar 1962 (1962-02-13)	1-6	INV. F04D29/16
A	* Abbildungen 1-4 * * Spalte 2, Zeilen 21-37 *	7-14	
X	US 2 644 403 A (DAWSON LEWIS J) 7. Juli 1953 (1953-07-07) * Abbildungen 1,4 *	1	
X	US 5 984 629 A (BRODERSEN SOENKE [DE] ET AL) 16. November 1999 (1999-11-16) * Abbildungen 15-20 *	1,3-6	
X	US 2007/160465 A1 (ROUDNEV ALEKSANDER S [US] ET AL) 12. Juli 2007 (2007-07-12) * Abbildungen 1-3 * * Anspruch 1 * * Absatz [0042] *	2	
X,D	DE 10 2014 116466 B3 (WÜRDIG UWE [DE]) 10. Dezember 2015 (2015-12-10) * Absatz [0046] *	2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. Mai 2017	Prüfer Ingelbrecht, Peter
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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 20 5241

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

23-05-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3020850 A	13-02-1962	KEINE	
US 2644403 A	07-07-1953	KEINE	
US 5984629 A	16-11-1999	AU 7697094 A CN 1131978 A DE 59407403 D1 EP 0721546 A1 US 5984629 A WO 9508714 A1	10-04-1995 25-09-1996 14-01-1999 17-07-1996 16-11-1999 30-03-1995
US 2007160465 A1	12-07-2007	AU 2007205135 A1 BR PI0706209 A2 CA 2630982 A1 CN 101371047 A EA 200870163 A1 EP 1977113 A2 HK 1124104 A1 PE 09122007 A1 UA 89317 C2 US 2007160465 A1 WO 2007081796 A2 ZA 200805104 B	19-07-2007 15-03-2011 19-07-2007 18-02-2009 30-12-2009 08-10-2008 02-12-2011 10-09-2007 11-01-2010 12-07-2007 19-07-2007 25-03-2009
DE 102014116466 B3	10-12-2015	DE 102014116466 B3 WO 2016074667 A1	10-12-2015 19-05-2016

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

- CN 2486751 Y [0002]
- DE 102014116466 B3 [0003]