

(19)



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

(11)

N° de publication :

LU102802

(12)

BREVET D'INVENTION**B1**

(21)

N° de dépôt: LU102802

(51)

Int. Cl.:
F04D 13/06

(22)

Date de dépôt: 10/05/2021

(30)

Priorité:

(72)

Inventeur(s):
LYUDMYRSKY Maksym - Allemagne, ROSENTHAL
Bernd - Allemagne

(43)

Date de mise à disposition du public: 10/11/2022

(47)

Date de délivrance: 10/11/2022

(74)

Mandataire(s):
COHAUSZ HANNIG BORKOWSKI WISSGOTT
Patentanwaltskanzlei GbR -
40237 Düsseldorf (Allemagne)

(73)

Titulaire(s):
WILO SE - 44263 Dortmund (Allemagne)

(54)

Nassläuferpumpe.

(57)

Die Erfindung betrifft eine Nassläuferpumpe (1) mit einem ein Pumpenlaufrad (4) antreibenden Elektromotor (2) umfassend einen Stator (10) mit einem Statorpaket und einen Rotor (17), die voneinander durch ein Spaltrohr (7) getrennt sind, das unter Bildung eines Luftspalts (18) vom Stator (10) beabstandet ist, wobei der Rotor, das Spaltrohr (7) und das Pumpenlaufrad (4) eine Kartusche (5) bilden. Das Spaltrohr (7) weist federnde Erhebungen (13) auf, mit denen die Kartusche (5) an der Innenseite des Statorpakets zentriert fixiert ist. Dies vermeidet Vibrationen der Kartusche (5) und folgemäßig eine vibrationsbedingte Geräuschemission.

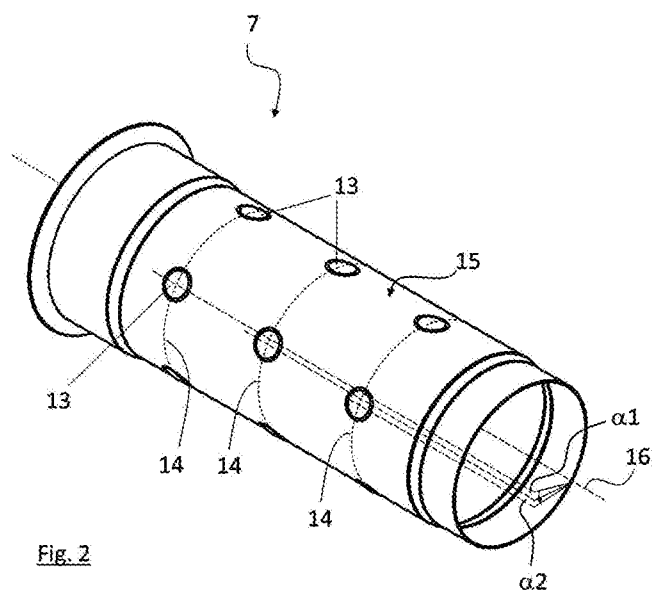


Fig. 2

WILO SE
Wilopark 1
44263 Dortmund

Nassläuferpumpe

Die Erfindung betrifft eine Nassläuferpumpe mit einem ein Pumpenlaufrad antreibenden Elektromotor umfassend einen Stator mit einem Statorpaket und einen Rotor, die voneinander durch ein Spaltrohr getrennt sind, das unter Bildung eines Luftspalts vom Stator beabstandet ist, wobei der Rotor, das Spaltrohr und das Pumpenlaufrad eine Kartusche bilden.

Nassläuferpumpen sind allgemein bekannt. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass der Rotor innerhalb der Kartusche bzw. dessen Spaltrohres in einer Flüssigkeit dreht, die in der Regel die von der Pumpe geförderte Flüssigkeit ist. Der Stator besteht im Wesentlichen aus einem geblechten Statorpaket und mehreren Statorwicklungen, die als Schleifenwicklungen in Nuten des Statorpakets oder als konzentrierte Wicklungen auf den Statorzähnen des Statorpakets montiert sind. Der Rotor umfasst die Motorwelle und ein damit drehfest verbundenes Rotorpaket, das in der Regel mit Permanentmagneten bestückt ist. Die Motorwelle ist in Gleitlagern radial gelagert. Der Rotor ist innerhalb der Kartusche angeordnet, die eine hermetische Trennung zu Stator und Umgebung gewährleistet.

Die Kartusche bildet eine Baugruppe, die axial in den Stator eingeschoben wird. Pumpenseitig besitzt diese Baugruppe, einstückig mit dem Spaltrohr oder damit fest verbunden, ein Lagerschild, das in der Art eines Flansches am Motorgehäuse befestigt oder zwischen Motor- und Pumpengehäuse geklemmt ist. Am pumpenabgewandten Ende kann die Kartusche, genauer gesagt das Spaltrohr durch einen einstückigen Boden geschlossen sein, mithin einen Spalttopf bilden, oder durch ein separates Element verschlossen sein. Der Boden oder das separate Element kann einen Lagerträger bilden und das hintere Gleitlager aufnehmen.

Stator und Rotor werden als getrennte Baugruppen gefertigt und anschließend axial zusammengefügt. Um das axiale Fügen zu erleichtern, besteht zwischen der Kartusche und dem Stator bzw. dessen Statorpaket im montierten Zustand ein radialer Luftspalt von wenigen Zehntelmillimetern. D.h. es besteht keine Presspassung, so dass die Kartusche quasi radial frei beweglich in den Stator hineinragt. Auch fehlt es am pumpenabgewandten Ende an einer radialen Befestigung oder Auflage.

Untersuchungen haben gezeigt, dass Nassläuferpumpen dieser Bauart bei bestimmten Drehzahlen zu einer erhöhten Geräuschemission neigen, die auf Vibrationen der durch den Rotor angeregten Kartusche zurückzuführen sind, da die Kartusche relativ zum Stator schwingen kann.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Vibrationen der Kartusche zu minimieren und dadurch die Geräuschemission von Nassläuferpumpen zu verringern.

Diese Aufgabe wird durch eine Nassläuferpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben und werden nachfolgend erläutert.

Erfindungsgemäß sind bei dem Spaltrohr federnde Erhebungen vorgesehen, mit denen die Kartusche an der Innenseite des Statorpakets zentriert fixiert ist. Die Erhebungen stehen von der Mantelfläche des übrigen Spaltrohres vor und überbrücken den Spalt zum Stator. Durch die Anlage der eine Federwirkung besitzenden Erhebungen am Statorpaket, ist die Kartusche radial im Stator fixiert und ferner zentriert. Somit werden Schwingungen der Kartusche relativ zum Stator und anderen Komponenten der Nassläuferpumpe wirkungsvoll reduziert.

Diese sichere und zuverlässige Fixierung behält die Kartusche durch die am Spaltrohr federnd ausgeführten Erhebungen bei allen möglichen Betriebszuständen der Nassläuferpumpe während der gesamten Lebensdauer bei, insbesondere bei Temperatur- und/ oder Druckschwankungen sowie bei Vibrationen.

Teil der als Baugruppe am Stator befestigten Kartusche sind neben dem Rotor dem Spaltrohr und dem Pumpenlaufrad in bekannter Weise noch weitere Bauteile wie zum Beispiel ein oder zwei Gleitlager, die die Motorwelle lagern, welche wiederum den Rotor trägt, ein Axiallager und/ oder ein Lagerschild, das in der Art eines Flansches am laufradseitigen Ende des Spaltrohres angeordnet, gegebenenfalls sogar einstückig mit dem Spaltrohr ist.

LU102802

Die Oberflächenkontur von zumindest einem Teil der Erhebungen oder allen Erhebungen kann in einer Ausführungsvariante beulenartig oder sphärisch sein. Mit anderen Worten haben diese Erhebungen eine solche Außenkontur, die im Schnitt mit einer zu einer Tangentialebene an den Mantel des Spaltrohres parallel versetzten Ebene betrachtet, kreisrund oder oval ist. Anders ausgedrückt, ist die Berührung des Stators durch die Erhebungen annähernd punktförmig. Dies hat mehrere Vorteile. Es bewirkt zum einen, dass sich die Spannungen innerhalb der einzelnen Erhebungen gleichmäßig verteilen. Somit werden lokale Spannungsspitzen vermieden, die je nach Geometrie der Erhebungen zu einer Beschädigung des Spaltrohres führen können. Ferner erleichtert diese beulenartige oder sphärische Oberflächenkontur der Erhebungen das axiale Fügen der Kartusche in den Stator, da sich die Erhebungen bündig aus der Manteloberfläche des Spaltrohres heraus erheben und nicht etwa stufenartig vorspringen. Das axiale Fügen wird außerdem durch einen geringeren Kraftaufwand erleichtert, der durch die vergleichsweise geringen Abmessungen der Erhebungen in axialer Richtung und in Umfangsrichtung bedingt ist.

Je nach Material und Herstellungsart des Spaltrohres können die Erhebungen unterschiedlich hergestellt und ausgebildet sein. Ist das Spaltrohr beispielsweise aus Kunststoff hergestellt, z.B. spritzgegossen, können die Erhebungen während der Herstellung sogleich mitausgebildet werden, z.B. durch eine entsprechende Formgebung im Spritzgusswerkzeug.

Ist das Spaltrohr aus Metall hergestellt, kann zumindest ein Teil der Erhebungen oder können alle Erhebungen durch Materialverformung hergestellt sein. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass ein Stempel z.B. punktförmig, gegen die Innenseite des Spaltrohres drückt und dadurch den Spaltrohrmantel nach außen drückt. Auf diese Weise sind die Erhebungen besonders einfach herstellbar.

Die Verwendung eines Spaltrohres aus Metall, insbesondere aus Edelstahl ist eine bevorzugte Ausführungsvariante, da ein Kunststoffspaltrohr bei gleicher Druckstabilität eine größere Wandstärke erfordert, als ein Spaltrohr aus Metall und ferner zum Einen auf Dauer zum Relaxieren neigt, so dass sich eine ehemals im Stator fest gehaltene Kartusche infolge des Abbaus innerer Spannungen mit der Zeit lockern, und zum Anderen aufgrund seiner hohen Sprödigkeit keine Federwirkung entwickeln kann.

Vorzugsweise ist die Wandstärke des Spaltrohres im Bereich der Erhebungen im Wesentlichen gleich der Wandstärke des Spaltrohres jenseits der Erhebungen. Mit anderen Worten sind die Erhebungen nicht durch Materialverdickungen gebildet. Dies hat den Vorteil, dass die Erhebungen eine Federwirkung besitzen und somit als axiale Dämpfungselemente fungieren können. Druckstöße seitens der Hydraulik oder mechanische Stöße auf das Pumpen- oder Motorgehäuse werden hierdurch abgefedert.

Sinnvollerweise steht zumindest ein Teil der Erhebungen vorzugsweise alle Erhebungen maximal 0,2mm vom Außenmantel des Spaltrohres weiter hervor, als der Luftspalt breit ist, damit die für das axiale Einfügen der Kartusche in den Stator benötigte Axialkraft und die in das Spaltrohr radial eingeleiteten Spannungen gering bleiben, die Kartusche aber gleichzeitig radial gut fixiert ist. Beträgt der Luftspalt beispielsweise 0,2mm, können die Erhebungen bis zu 0,4mm vorstehen.

Bezüglich der Anzahl der Erhebungen und ihrer Verteilung zeigt sich, dass bereits drei Erhebungen, oder mit anderen Worten mindestens drei Stellen, an denen sich die Kartusche am Stator abstützt, ausreichend sind, um Vibrationen wirkungsvoll zu reduzieren. Allerdings besteht bei drei Erhebungen je nach Winkellage der Kartusche relativ zum Stator beim axialen Fügen die Gefahr, dass sie alle in den Lücken bzw. Nuten zwischen den Statorzähnen landen und somit keine Fixierung besteht, insbesondere wenn die Anzahl an Nuten ein Vielfaches von drei ist, was bei einem 3-phasigen Motor regelmäßig der Fall ist. Zum anderen ist bei nur drei Erhebungen die Verformung des Spaltrohres zwischen den Erhebungen vergleichsweise groß, was dazu führt, dass die Erhebungen nicht mehr als Federelemente wirken. Um diese

Nachteile zu überwinden, können die drei Erhebungen beispielsweise gegenüber einer sphärischen Form in Umfangsrichtung als längliche Erhebungen ausgeführt sein, oder es können mehr als drei Erhebungen verwendet werden, z.B. 5 oder 7.

Um die Kartusche zentriert im Stator zu halten, können die Erhebungen entlang des Spaltrohrumfangs äquidistant verteilt sein. Bei drei Erhebungen können diese folglich jeweils um 120° bei fünf Erhebungen jeweils um 72° zueinander versetzt sein. Dabei können die Erhebungen gemeinsam auf einem Umfangskreis liegen oder axial versetzt zu einander sein, d.h. auf unterschiedlichen Umfangskreisen liegen.

Bei dem Stator sind die Nuten zum Spaltrohr hin offen, wobei zwischen zwei in Umfangsrichtung benachbarten Nuten in bekannter Weise ein Statorzahn liegt, der von einem Umfangsabschnitt des Statorpakets gebildet ist. Die Polzahl $2p$ des Motors legt fest, wie viele Statorzähne und Nuten der Stator besitzt. Die Nuten und Statorzähne erstrecken sich achsparallel. Vorzugsweise wird eine ungerade Anzahl an in Umfangsrichtung äquidistant verteilten Erhebungen gewählt. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass die Polzahl $2p$ des Stators (Anzahl der Statorzähne) gerade ist, und eine gerade Anzahl an Erhebungen, insbesondere eine der Polzahl des Stators entsprechende Anzahl an Erhebungen, je nach Winkelausrichtung des Spaltrohres relativ zum Stator dazu führen könnte, dass zwei sich axial gegenüberliegende Erhebungen, oder, im Falle einer der Polzahl des Stators entsprechenden Anzahl an Erhebungen, schlimmstenfalls alle Erhebungen, zwischen zwei Polen (zwischen zwei Statorzähnen) liegen und sich somit nicht am Stator abstützen. Eine ungerade Anzahl an in Umfangsrichtung äquidistant verteilten Erhebungen verhindert dies.

Vorzugsweise ist zumindest ein Teil der Erhebungen axial zu einem anderen Teil der Erhebungen versetzt. So kann beispielsweise ein erster Teil der Erhebungen entlang eines ersten Umfangskreises und ein zweiter Teil der Erhebungen entlang eines zweiten, zum ersten versetzten Umfangskreises angeordnet sein. Die innerhalb eines selben Umfangskreises liegenden Erhebungen sind dann nicht axial versetzt, sondern lediglich umfänglich verteilt, vorzugsweise äquidistant. Beispielsweise können auf zwei Umfangskreisen je drei, fünf oder sieben Erhebungen existieren, d.h. insgesamt also 6, 10 oder 14 Erhebungen. Es können alternativ auch drei

Umfangskreise mit je drei, fünf oder sieben Erhebungen existieren, d.h. insgesamt 9, 15 oder 21 Erhebungen. LU102802

Würden axial zueinander versetzte Erhebungen entlang einer achsparallelen Mantellinie des Spaltrohres angeordnet sein, bestände die Gefahr, dass alle diese Erhebungen in dieselbe Nut gerichtet sind und sich folglich nicht am Stator abstützen können. Die Kartusche würde somit nicht exakt zentriert im Stator angeordnet sein. Um dies zu vermeiden, ist es sinnvoll, wenn zwei axial zueinander versetzte Erhebungen auch in einem Umfangswinkel zueinander versetzt sind. Somit ist gewährleistet, dass selbst wenn eine Erhebung einer Nut gegenüberliegen sollte, die axial nächste oder zumindest übernächste Erhebung wieder einem Statorzahn gegenüberliegt.

Sind die Erhebungen äquidistant entlang von zwei oder mehr Umfangskreisen angeordnet, ist es sinnvoll, wenn diese Kreise, d.h. alle Erhebungen auf diesen Kreisen, gegeneinander in einem Umfangswinkel versetzt sind. Selbst wenn es sein kann, dass eine der Erhebungen einer Nut gegenüberliegt, sorgt der Umfangswinkelversatz, dass die axial benachbarte Erhöhung an einem Statorzahn anliegt.

Weitere Merkmale, Eigenschaften, Wirkungen und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und der beigefügten Figuren näher erläutert. Die in den Figuren enthaltenen Bezugszeichen behalten von Figur zu Figur ihre Bedeutung. In den Figuren bezeichnen Bezugszeichen stets dieselben oder äquivalente Komponenten, Bereiche, Richtungs- oder Ortsangaben.

Es sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen der vorliegenden Beschreibung die Begriffe „aufweisen“, „umfassen“ oder „beinhalten“ keinesfalls das Vorhandensein weiterer Merkmale ausschließen. Ferner schließt die Verwendung des unbestimmten Artikels bei einem Gegenstand nicht dessen Plural aus. Es zeigen:

Fig. 1: eine Explosionsdarstellung einer Nassläuferpumpe nach dem Stand der Technik

- Fig. 2: eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Spaltrohres
- Fig. 3: einen Ausschnitt eines axialen Querschnitts durch das erfindungsgemäße Spaltrohr
- Fig. 4: einen Ausschnitt eines axialen Querschnitts durch die mittels einer dargestellten Erhebung im Stator zentrierte und fixierte Kartusche

LU102802

Figur 1 zeigt eine Explosionsdarstellung einer Nassläuferpumpe 1 umfassend eine Pumpeneinheit, von der hier lediglich das Laufrad 4 dargestellt ist, eine dieses antreibende elektromotorische Antriebseinheit 2 und eine Steuerelektronik 3, zur Ansteuerung der Antriebseinheit 2. Die Antriebseinheit 2 besteht aus der Statorbaugruppe 6 und einer als Kartusche 5 bezeichneten weiteren Baugruppe, die den Rotor beinhaltet und axial in die Statorbaugruppe 6 eingeschoben wird bzw. ist. Die Steuerelektronik 3 ist axial an der Statorbaugruppe 6 montiert.

Die Statorbaugruppe 6 umfasst das Motorgehäuse 9, in dessen Innenraum der Stator 10 untergebracht ist. Der Stator 10 besteht aus einem geblechten Statorpaket umfassend radial nach innen gerichtete Statorzähne 11, die über einen magnetischen Rückschlussring miteinander verbunden sind, und auf den Statorzähnen 11 montierte Wicklungen 12. Die elektromotorische Antriebseinheit 2 ist hier ein bürstenloser, elektronisch kommutierter Synchronmotor, beispielhaft mit drei Phasen und zwei Wicklungen pro Phase, so dass sechs Statorzähne 11, respektive 6 Wicklungen 12 existieren, die von der Steuerelektronik 3 bestromt werden.

Die Kartusche 5 umfasst ein den Rotor vom Stator 10 trennendes Spaltrohr 7, an dessen laufradseitigen Axialende ein Lagerschild 8 angeordnet, beispielsweise befestigt oder mit diesem einstückig ist, wobei im Inneren des Spaltrohres 7 ein mit der Förderflüssigkeit gefüllter Rotorraum vorliegt, in dem der Rotor angeordnet ist. Der Rotor umfasst die Motorwelle und ein damit drehfest verbundenes Rotorpaket 17 (siehe Fig. 4) mit Permanentmagneten, wobei die Motorwelle in Gleitlagern radial gelagert ist, von welchen ein erstes Gleitlager etwa auf axialer Höhe des Lagerschilds 8 oder rotorraumseitig davor angeordnet ist, und ein zweites Gleitlager in einem Lagerträger angeordnet ist, der das Spaltrohr 7 auf dem Laufrad 4

abgewandten Axialende verschließt. Die Kartusche 5 umfasst somit auch die Motorwelle, an dessen Ende das Laufrad drehfest befestigt ist, sowie die Gleitlager. Im montierten Zustand der Nassläuferpumpe 1 erstreckt sich die Kartusche 5 mit ihrem Spaltrohr 7 unter Bildung eines radialen Luftspalts 18 (siehe Fig. 4) zum Statorpaket respektive zu den Statorzähnen 11 axial in das Motorgehäuse 9 bzw. den Stator 10 hinein. Mit anderen Worten ist diese Kartusche 5 radial nicht abgestützt, weshalb es im Betrieb der Nassläuferpumpe 1 relativ zum Stator 10 schwingen kann.

Figuren 2 und 3 zeigen ein erfindungsgemäßes Spaltrohr 7, das diesen Nachteil überwindet. Es besitzt hierzu Erhebungen 13, die radial von seiner Mantelfläche bzw. Außenmantel 15 vorstehen, beispielsweise um 0,3 mm. Die Kartusche 5 liegt mit den am Spaltrohr 7 ausgebildeten Erhebungen 13 am Stator 10, genauer gesagt an den Statorzähnen 11 an. Die Erhebungen 13 bilden somit mechanische Stützstellen, die die Kartusche über das Spaltrohr 7 radial fest im Stator 10 halten.

Die Außenkontur der Erhebungen 13 ist beulenartig oder sphärisch, so dass die Kontaktfläche zum Stator 10 im Wesentlichen punktförmig ist.

Der Übergang der Erhebungen 13 in den Außenmantel 15 ist knickfrei, so dass die über die Erhebungen 13 aufgenommenen Kräfte in das übrige Spaltrohr 7 abgeleitet werden.

Das Spaltrohr 7 ist aus Metall, insbesondere Edelstahl, und besitzt eine einheitliche Wandstärke, die auch im Bereich der Erhebungen 13 im Wesentlichen konstant ist. Dies lässt Figur 3 gut erkennen. Die Erhebungen 13 stellen sich somit als Ausbeulungen des Spaltrohres 7 dar. Die Erhebungen 13 sind durch Materialverformung hergestellt, indem ein Stempel, z.B. ein runder, insbesondere kugelförmiger Stempel, das Spaltrohr 7 an den Stellen der zu erzeugenden Erhebungen 13 von seiner Innenseite radial nach außen drückt.

Insgesamt trägt das Spaltrohr 7 fünfzehn Erhöhungen 13, wobei jeweils fünf der Erhöhungen 13 äquidistant entlang von drei parallelen Umfangskreisen 14 angeordnet sind. Da sechs Nuten zwischen den Statorzähnen 11 existieren,

gewährleistet diese ungerade Anzahl an Erhöhungen 13 pro Umfangskreis 14, dass nicht zwei oder mehr Erhöhungen 13 eines jeweiligen Umfangskreises 14 aufgrund einer entsprechenden Winkellage des Spaltrohres 7 relativ zum Stator 10 versehentlich zwischen den Statorzähnen 11 liegen.

LU102802

Die Umfangskreise 14 sind derart axial zueinander versetzt, dass ein erster, mittlerer Umfangskreis 14 mit Erhöhungen 13 etwa in der axialen Mitte des Spaltrohres 7 liegt, und die beiden anderen Umfangskreise etwa im gleichen Abstand axial vor und hinter dem mittleren Umfangskreis 14 angeordnet sind. Figur 2 veranschaulicht außerdem einen winkligen Versatz zwischen den Erhöhungen 13 benachbarter Umfangskreise. So sind, bezogen auf den mittleren Umfangskreis 14, die Erhöhungen 13 des laufradnahen zweiten Umfangskreises 14 um einen Winkel α_1 in die eine Umfangsrichtung und die Erhöhungen 13 des laufradfernen dritten Umfangskreises 14 um einen Winkel α_2 in die entgegengesetzte Umfangsrichtung versetzt. Bezugsziffer 16 gibt die Längsachse des Spaltrohres an. Durch den Winkelversatz α_1 , α_2 wird gewährleistet, dass, selbst wenn eine Erhöhung 13 eines Umfangskreises 14 in eine Statornut gerichtet sein sollte, die benachbarte Erhöhung 13 des benachbarten Umfangskreises 14 wieder einem Statorzahn 11 gegenüberliegt und sich an diesem abstützt.

Durch die erfindungsgemäßen Erhöhungen 13 ist eine lagesichere Halterung des Spaltrohres 7 im Stator 10 gewährleistet. Es stützt sich mit seinen Erhebungen 13 punktuell am Stator 10 ab und vermag somit keine radiale Relativbewegung mehr zu diesem auszuführen. Eine Vibration der Kartusche 5 wird somit wirksam unterbunden.

Die Figur 4 zeigt einen Ausschnitt eines axialen Querschnitts durch die Nassläuferpumpe 1 im montierten Zustand der Kartusche 5, wobei der Schnitt durch eine am Spaltrohr 7 ausgebildete Erhebung 13 verläuft, die an einem Statorzahn 11 des Statorpakets anliegt, um die Kartusche 5 im Stator 10 zentriert zu fixieren. Die Höhe der Erhebungen 13 ist so gewählt, dass eine Mindestüberdeckung zwischen Erhebungen 13 und dem Statorzahn 11 bei allen möglichen Betriebszuständen wie Temperatur- / Druckschwankungen sowie Vibrationen während der gesamten

Lebensdauer gewährleistet ist, wodurch die Kartusche nicht mehr die Quelle von Geräuschemissionen ist.

LU102802

Die Höhe der Erhebungen 13 ist so gewählt, dass eine Mindestüberdeckung zwischen Erhebungen 13 und dem Statorzahn 11 bei allen möglichen Betriebszuständen wie Temperatur- / Druckschwankungen sowie Vibrationen während der gesamten Lebensdauer gewährleistet ist, wodurch die Kartusche 5 nicht mehr die Quelle von Geräuschemissionen ist.

Es sei darauf hingewiesen, dass die vorstehende Beschreibung lediglich beispielhaft zum Zwecke der Veranschaulichung gegeben ist und den Schutzbereich der Erfindung keineswegs einschränkt. Merkmale der Erfindung, die als „kann“, „beispielhaft“, „bevorzugt“, „optional“, „ideal“, „vorteilhaft“, „gegebenenfalls“, „geeignet“ oder dergleichen angegeben sind, sind als rein fakultativ zu betrachten und schränken ebenfalls den Schutzbereich nicht ein, welcher ausschließlich durch die Ansprüche festgelegt ist. Soweit in der vorstehenden Beschreibung Elemente, Komponenten, Verfahrensschritte, Werte oder Informationen genannt sind, die bekannte, naheliegende oder vorhersehbare Äquivalente besitzen, werden diese Äquivalente von der Erfindung mit umfasst. Ebenso schließt die Erfindung jegliche Änderungen, Abwandlungen oder Modifikationen von Ausführungsbeispielen ein, die den Austausch, die Hinzunahme, die Änderung oder das Weglassen von Elementen, Komponenten, Verfahrensschritten, Werten oder Informationen zum Gegenstand haben, solange der erfindungsgemäße Grundgedanke erhalten bleibt, ungeachtet dessen, ob die Änderung, Abwandlung oder Modifikationen zu einer Verbesserung oder Verschlechterung einer Ausführungsform führt.

Obgleich die vorstehende Erfindungsbeschreibung eine Vielzahl körperlicher, unkörperlicher oder verfahrensgegenständlicher Merkmale in Bezug zu einem oder mehreren konkreten Ausführungsbeispiel(en) nennt, so können diese Merkmale auch isoliert von dem konkreten Ausführungsbeispiel verwendet werden, jedenfalls soweit sie nicht das zwingende Vorhandensein weiterer Merkmale erfordern. Umgekehrt können diese in Bezug zu einem oder mehreren konkreten Ausführungsbeispiel(en) genannten Merkmale beliebig miteinander sowie mit weiteren offenbarten oder nicht offenbarten Merkmalen von gezeigten oder nicht gezeigten Ausführungsbeispielen

kombiniert werden, jedenfalls soweit sich die Merkmale nicht gegenseitig ausschließen oder zu technischen Unvereinbarkeiten führen.

Ansprüche

1. Nassläuferpumpe (1) mit einem ein Pumpenlaufrad (4) antreibenden Elektromotor (2) umfassend einen Stator (10) mit einem Statorpaket und einen Rotor (17), die voneinander durch ein Spaltrohr (7) getrennt sind, das unter Bildung eines Luftspalts (18) vom Stator (10) beabstandet ist, wobei der Rotor, das Spaltrohr (7) und das Pumpenlaufrad (4) eine Kartusche (5) bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spaltrohr (7) federnde Erhebungen (13) aufweist, mit denen die Kartusche (5) an der Innenseite des Statorpakets zentriert fixiert ist.
2. Nassläuferpumpe (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenkontur von zumindest einem Teil der Erhebungen (13) beulenartig oder sphärisch ist.
3. Nassläuferpumpe (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Erhebungen (13) durch Materialverformung hergestellt sind.
4. Nassläuferpumpe (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spaltrohr (7) aus Metall, insbesondere Edelstahl besteht.
5. Nassläuferpumpe (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandstärke des Spaltrohres (7) im Bereich der Erhebungen (13) im Wesentlichen gleich der Wandstärke des Spaltrohres (7) jenseits der Erhebungen (13) ist.
6. Nassläuferpumpe (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Erhebungen (13) maximal 0,2mm vom Außenmantel (15) des Spaltrohres (7) weiter hervorsteht, als der Luftspalt (18) breit ist.

7. Nassläuferpumpe (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhebungen (13) entlang des Spaltrohrumfangs äquidistant verteilt sind.
8. Nassläuferpumpe (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Erhebungen (13) axial zu einem anderen Teil der Erhebungen (13) versetzt ist.
9. Nassläuferpumpe (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei axial zueinander versetzte Erhebungen (13) auch in einem Umfangswinkel zueinander versetzt sind.
10. Nassläuferpumpe (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhebungen (13) äquidistant entlang von wenigstens zwei Umfangskreisen (14) angeordnet sind, welche gegeneinander in einem Umfangswinkel versetzt sind.

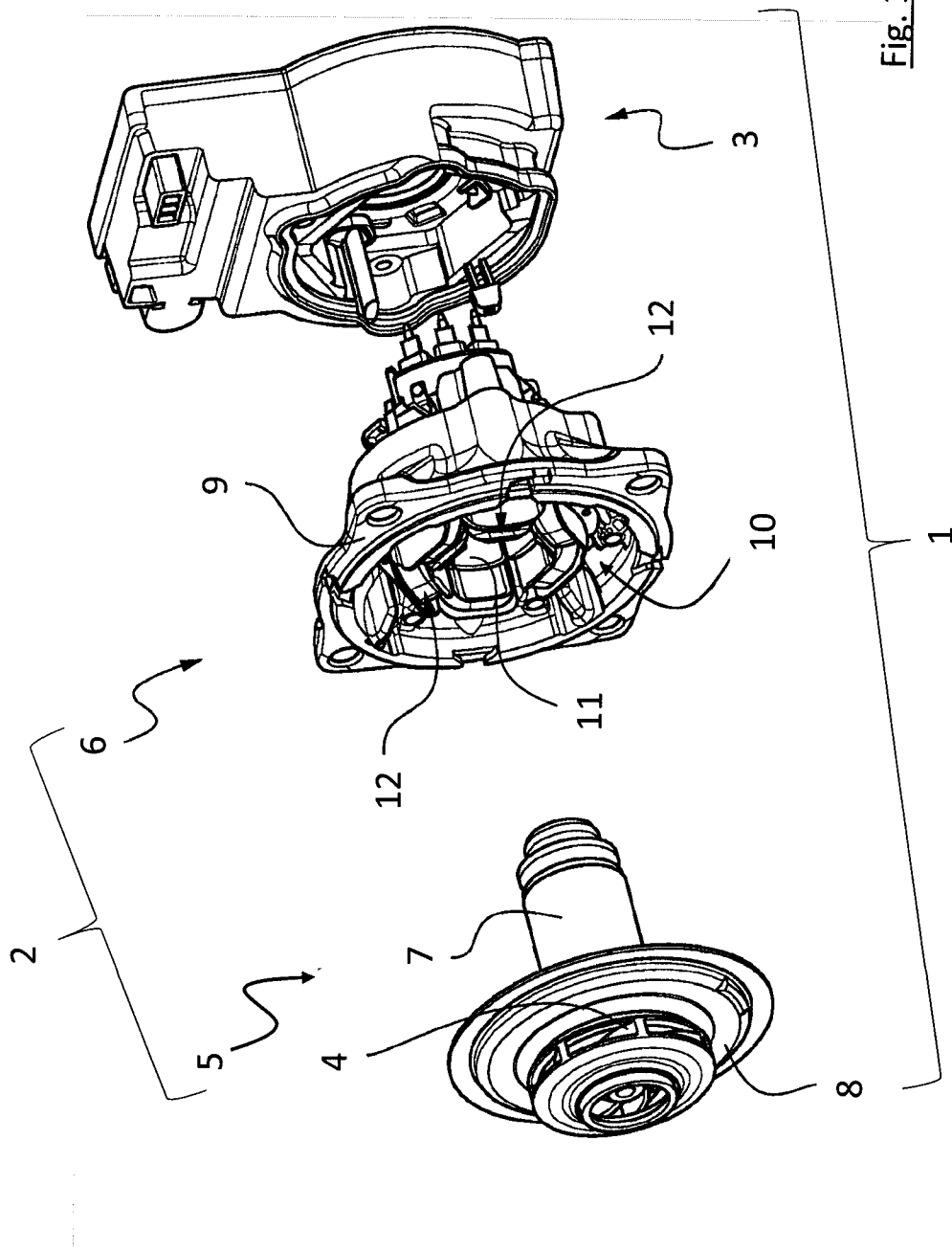


Fig. 1 (Stand der Technik)

