

(19)



(11)

EP 3 566 794 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

13.11.2019 Patentblatt 2019/46

(21) Anmeldenummer: **18020196.4**

(22) Anmeldetag: **09.05.2018**

(51) Int Cl.:

B21D 37/18 (2006.01)	F16C 33/66 (2006.01)
F16C 33/10 (2006.01)	C10M 107/00 (2006.01)
C10M 107/38 (2006.01)	C10M 103/02 (2006.01)
C10M 103/04 (2006.01)	C10M 107/46 (2006.01)
F28F 19/02 (2006.01)	F28G 1/08 (2006.01)
F28G 1/14 (2006.01)	F28D 7/10 (2006.01)

(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:

KH MA MD TN

(71) Anmelder:

- **Linde Aktiengesellschaft**
80331 München (DE)
- **RAG Austria AG**
1015 Wien (AT)

(72) Erfinder:

- **Adler, Robert**
2201 Gerasdorf (AT)

- **Klein, Ekkehardt**
3434 Katzelsdorf (AT)
- **Nagl, Christoph**
2534 Alland (AT)
- **Pollak, Andreas**
7212 Forchtenstein (AT)
- **Hernegger, Michael**
A-2534 Alland (AT)
- **Kurras, Matthias**
A-2201 Gerasdorf (AT)
- **Muchitsch, Werner**
7533 Ollersdorf (AT)
- **Karoschitz, Thomas**
A-1220 Wien (AT)
- **Hauser, Leopold**
A-3100 St.Pölten (AT)

(54) **SCHMIERSTOFF, VERWENDUNG EINES SCHMIERSTOFFS UND WÄRMETAUSCHER**

(57) Die Erfindung betrifft einen Schmierstoff für eine Reinigungsvorrichtung (10) eines Wärmetauschers (13), umfassend zumindest 30% Polytetrafluorethylen, zumindest 0,5% Graphit, und zumindest 0,5% Molybdädisul-

fid. Ferner betrifft die Erfindung eine Verwendung des Schmierstoffs für eine Reinigungsvorrichtung (10) eines Wärmetauschers (10) und einen Wärmetauscher.

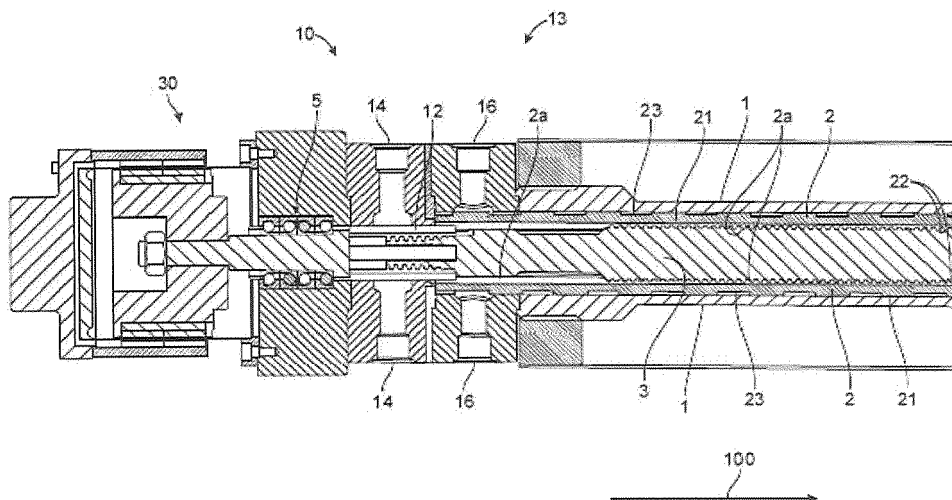


FIG. 1

EP 3 566 794 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schmierstoff für eine Reinigungsvorrichtung eines Wärmetauschers, eine Verwendung eines Schmierstoffs zur Reibungsreduktion für eine Reinigungsvorrichtung eines Wärmetauschers und einen Wärmetauscher. Die Erfindung liegt somit insbesondere auf dem Gebiet der Wärmetauscher.

[0002] Wärmetauscher zum Wärmen oder zum Abkühlen eines Arbeitsmediums sind aus dem Stand der Technik vielfältig bekannt. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit soll im Folgenden das Arbeitsmedium Erdgas näher betrachtet werden. Erdgas aus Bodenspeichern weist häufig einen besonders hohen Prozentsatz an unerwünschten Begleitstoffen und besonders hohe Wasseranteile auf. Es ist wünschenswert, die Begleitstoffe sowie den Wasseranteil aus dem Erdgas zu entfernen, bevor es für weitere Zwecke eingesetzt wird. Eine Möglichkeit hierzu stellt die Kühlung des Erdgases in einem oder mehreren Schritten auf geeignete tiefe Temperaturen dar. Insbesondere kann hierbei eine Verflüssigung des Erdgases zweckmäßig sein.

[0003] Bei der Abkühlung von Erdgas kommt es durch die genannten Begleitstoffe im Wärmetauscher zumeist zu Ablagerungen auf den Wärmeübertragungsflächen, wobei der zeitliche Verlauf solcher Ablagerungen von den Betriebsbedingungen und der jeweiligen Erdgaszusammensetzung abhängt. Die Wärmeübertragungsflächen müssen daher in bestimmten Intervallen gereinigt werden. Aus den genannten Gründen ist es allerdings schwierig, allgemein gültige Reinigungsintervalle für die betreffenden Wärmetauscher anzugeben.

[0004] Kondensierende und gefrierende Begleitstoffe wie Wasser, CO₂ sowie Kohlenwasserstoffverbindungen scheiden sich an den Wärmeübertragungsflächen ab und reduzieren somit den Wärmeübergang. Auch bei Betriebstemperaturen über dem Gefrierpunkt von Wasser kann es ferner an den Wärmeübertragungsflächen zu Bildung von Methanhydrat kommen.

[0005] Zylinderrohre von Wärmetauschern können daher mit einer Reinigungsvorrichtung versehen sein, mittels welcher Ablagerungen von den Wärmeübertragungsflächen in den Zylinderrohren mechanisch beseitigt werden können. Beispielsweise offenbart die DE 10 2015 010 455 A1 eine solche Reinigungsvorrichtung.

[0006] Derartige Reinigungsvorrichtungen weisen oftmals ein hohes Maß an Reibung und Verschleiß auf, da viele herkömmliche Schmierstoffe bei den im Wärmetauscher vorherrschenden Temperaturbereichen nicht einsetzbar sind. Außerdem können Absonderungen von Schmierstoff zu einer Verunreinigung des im Wärmetauscher zu erwärmenden oder abzukühlenden Arbeitsmediums führen.

[0007] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Schmierstoff und einen Wärmetauscher bereitzustellen, die eine zuverlässige Reduktion der Reibung einer Reinigungsvorrichtung eines Wärmetauschers ermöglichen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch einen Schmierstoff, eine Verwendung eines Schmierstoffs und einen Wärmetauscher mit den Merkmalen der jeweiligen unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche und der nachfolgenden Beschreibung.

[0009] In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung einen Schmierstoff für eine Reinigungsvorrichtung eines Wärmetauschers, umfassend oder bestehend aus zumindest 30% Polytetrafluorethylen, zumindest 0,5% Graphit, und zumindest 0,5% Molybdändisulfid.

[0010] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung die Verwendung des erfindungsgemäßen Schmierstoffs zur Reibungsreduktion für eine Reinigungsvorrichtung eines Wärmetauschers.

[0011] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung einen Wärmetauscher mit einem Zylinderrohr und einer Reinigungsvorrichtung mit einer koaxial im ersten Zylinderrohr verlaufenden Gewindespindel, wobei auf der Gewindespindel ein Reinigungselement derart angebracht ist, dass durch Drehung der Gewindespindel das Reinigungselement in axialer Richtung entlang der Gewindespindel in dem Zylinderrohr verschiebbar ist. Eine erste Kontaktfläche zwischen dem Reinigungselement und einer Innenwand des Zylinderrohrs und/oder eine zweite Kontaktfläche zwischen dem Reinigungselement und der Gewindespindel sind zumindest teilweise mit einem erfindungsgemäßen Schmierstoff beschichtet.

[0012] Dass die erste und/oder die zweite Kontaktfläche zumindest teilweise mit einem Schmierstoff beschichtet sind, bedeutet dabei, dass die erste und/oder die zweite Kontaktstelle zumindest stellenweise mit dem Schmierstoff beschichtet sind. Mit anderen Worten ist es nicht zwingend erforderlich, wenngleich vorteilhaft, dass die gesamte erste Kontaktfläche und/oder die gesamte zweite Kontaktfläche mit dem Schmierstoff beschichtet sind. Zudem können auch Stellen des Zylinderrohrs und/oder der Gewindespindel und/oder des Reinigungselements mit dem Schmierstoff beschichtet sein, die nicht einen Teil der ersten und/oder der zweiten Kontaktfläche bilden.

[0013] Die Erfindung bietet den Vorteil, dass eine Reduktion der Reibung zwischen dem Zylinderrohr und/oder der Gewindestange erzielt werden kann, wodurch auch ein Materialabrieb und/oder ein Verschleiß an der Reinigungsvorrichtung und/oder am Wärmetauscher vermieden werden können. Dadurch können wiederum reparaturbedingte Standzeiten bzw. Ausfallzeiten reduziert werden und/oder ein erforderlicher Wartungsaufwand reduziert werden. Somit können die Betriebskosten gesenkt werden.

[0014] Durch die verringerte Reibung kann ferner die erforderliche Antriebskraft zum Drehen der Gewindestange reduziert werden. Somit kann für einen Wärmetauscher mit einer erfindungsgemäßen Schmierstoffbeschichtung ein weniger leistungsstarkes Antriebselement bzw. ein weniger leistungsstarker Motor ausreichend sein, als dies bei herkömmlichen Wärmetau-

schern erforderlich ist.

[0015] Zudem bietet die Erfindung den Vorteil, dass mit dem erfindungsgemäßen Schmierstoff auch bei sehr tiefen Temperaturen, wie diese insbesondere beim Kühlen und/oder Verflüssigen von Gasen in dem Wärmetauscher vorherrschen, eine effektive Reibungsreduktion erzielt werden kann. Insbesondere ist der erfindungsgemäße Schmierstoff dazu geeignet, auch bei Temperaturen zwischen 0 K und 273 K ein zuverlässiges Schmieren der damit versehenen Flächen zu gewährleisten. Insbesondere bietet die Erfindung den Vorteil, dass der erfindungsgemäße Schmierstoff auch bei deutlich niedrigeren Temperaturen verwendbar ist, als herkömmliche Schmierstoffe, die auf Ölen und/oder Fetten basieren und daher typischerweise unterhalb einer Temperatur von ca. 223 K einen hohen Grad an Schmierwirkung einbüßen, ferner gefrieren und/oder erstarren und somit ihre Schmierwirkung nahezu gänzlich verlieren.

[0016] Vorzugsweise umfasst der Schmierstoff höchstens 99% Polytetrafluorethylen und/oder höchstens 50% Graphit und/oder höchstens 50% Molybdändisulfid oder besteht aus diesen Anteilen. Weiter bevorzugt umfasst der Schmierstoff zumindest 80% und höchstens 99% Polytetrafluorethylen und/oder zumindest 0,5 % und höchstens 2% Graphit und/oder zumindest 0,5% und höchstens 2% Molybdändisulfid oder besteht aus diesen Anteilen. Dies bietet den Vorteil, dass besonders vorteilhafte Eigenschaften des Schmierstoffs hinsichtlich des Schmiereffektes und hinsichtlich der Temperaturstandhaftigkeit erzielt werden können. Insbesondere kann ein hoher Anteil von Polytetrafluorethylen zu besonders vorteilhaften Eigenschaften bei tiefen Temperaturen führen.

[0017] Vorzugsweise weist das Zylinderrohr an der Innenwand zumindest eine Führungsnut auf, wobei die erste Kontaktfläche zumindest teilweise durch die Führungsnut gebildet wird. Dadurch kann eine präzise und kontrollierte Bewegung des Reinigungselements erzielt werden, welches entsprechend dazu ausgelegt sein kann, bei einer Drehung der Gewindespindel der Führungsnut zu folgen. Insbesondere kann das Reinigungselement eine oder mehrere Außennuten aufweisen, welche dazu ausgelegt sein können, in die zumindest eine Führungsnut des Zylinderrohrs einzugreifen.

[0018] Vorzugsweise weisen die Gewindespindel ein Außengewinde und das Reinigungselement ein Innengewinde auf, welche zumindest teilweise die zweite Kontaktfläche bilden. Dies bietet den Vorteil, dass durch ein Drehen der Gewindestange um die Längsachse, welche in axiale Richtung verläuft, zu einer Fortbewegung des Reinigungselements in axiale Richtung führt.

[0019] Vorzugsweise beträgt eine Schichtdicke des Schmierstoffs an der ersten Kontaktfläche und/oder an der zweiten Kontaktfläche zumindest 20 µm und höchstens 200 µm, besonders bevorzugt zumindest 50 µm und höchstens 100 µm, beträgt. Das Schmiermittel kann dabei in gleichmäßiger Dicke oder in ungleichmäßiger Dicke über die jeweilige Kontaktfläche oder zumindest einen Teil davon verteilt sein. Auch kann der Schmierstoff

auf der ersten Kontaktfläche in einer anderen Dicke oder in gleicher Dicke als auf der zweiten Kontaktfläche angeordnet sein. An der ersten Kontaktfläche und/oder an der zweiten Kontaktfläche kann das Schmiermittel einseitig oder zweiseitig aufgebracht sein. D.h. dass an der ersten Kontaktfläche der Schmierstoff an der Innenwand des Zylinderrohrs bzw. in der zumindest einen Führungsnut oder an einer Außenfläche des Reinigungselements oder sowohl an der Innenwand des Zylinderrohrs bzw. in der zumindest einen Führungsnut als auch an einer Außenfläche des Reinigungselements angebracht sein kann. Entsprechend kann an der zweiten Kontaktfläche der Schmierstoff an der Gewindespindel oder an dem Reinigungselement oder sowohl an der Gewindespindel als auch an dem Reinigungselement angebracht sein.

[0020] Die Beschichtung kann beispielsweise durch Spritz-Sinterverfahren erfolgen. Die Beschichtung bildet dabei ein PTFE (Teflon®) Compound festen Aggregatzustands in dem die Trockenschmierstoffe Graphit und MoS₂ angeordnet sind.

[0021] Vorzugsweise weist das Reinigungselement zumindest teilweise eine Kohlenstoff umfassende oder aus Kohlenstoff bestehende Oberflächenbeschichtung auf oder besteht aus einer solchen. Mit anderen Worten weist das Reinigungselement eine von dem Schmierstoff abweichende Beschichtung auf, welche jedoch auch zur Reibungsreduktion dienen kann. Besonders bevorzugt weist die Oberflächenbeschichtung eine wasserstoffhaltige, amorphe Kohlenstoffschicht auf oder besteht aus einer solchen. Dies bietet den Vorteil, dass durch ein Zusammenwirken der Oberflächenbeschichtung des Reinigungselements mit dem Schmierstoff eine besonders gute Reibungsreduktion erzielt werden kann.

[0022] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0023] Die Erfindung ist anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0024]

Figur 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform eines Wärmetauschers.

Figur 2 zeigt ein Zylinderrohr eines Wärmetauschers gemäß einer bevorzugten Ausführungsform.

Figur 3 zeigt ein Reinigungselement gemäß einer bevorzugten Ausführungsform.

Ausführliche Beschreibung der Figuren

[0025] Figur 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines Wärmetauschers 13, wie er insbesondere zur Kühlung von Erdgas verwendet werden kann. In dieser einfachen Ausgestaltung weist der Wärmetauscher 13 ein Außenzylinderrohr 1 auf, das ein Zylinderrohr umgibt, welches als eine Kühlwendel 2 ausgebildet ist. Diese Kühlwendel 2 weist wenigstens einen, vorzugsweise spiralförmigen, Kanal 23 an ihrer Außenfläche auf, der der Führung eines Kühlmittels dient. Dieser Kanal 23 wird durch eine entsprechende Wendel 21 auf der Außenfläche der Kühlwendel 2 erzeugt. Die Innenfläche der hohlzylindrischen Kühlwendel 2 weist Führungsnuten 22 auf, die der Führung eines Reinigungselements 12 dienen, welches auch als Räumer bezeichnet wird. Beispielsweise kann das Reinigungselement 12 als ein Eisschaber ausgebildet sein.

[0026] Der Wärmetauscher 13 weist eine Reinigungsvorrichtung 10 auf, welche eine im Inneren der Kühlwendel 2 befindliche, in eine axiale Richtung 100 verlaufende Gewindespindel 3 aufweist. Die Gewindespindel 3 wird über ein Kupplungselement 30 angetrieben und ist in einer Lagerstelle gelagert, die vorzugsweise als Axial-/Radial-Mischlager 5 ausgeführt ist. Am anderen Ende der Gewindespindel 3 kann diese in einer radialen Lagerstelle, die vorzugsweise als Gleitlagerbuchse ausgeführt ist, gelagert sein (nicht gezeigt). An dem anderen Ende des Wärmetauschers 13 kann außerdem ein thermisch entkoppeltes Kondensatreservoir sowie ein Heizelement zur Erhitzung von Kondensat in dem Kondensatreservoir vorhanden sein, um das durch das Reinigungselement 12 dort hin beförderte Kondensat zu schmelzen und abzuführen.

[0027] Durch ein Drehen der Gewindespindel 3 wird das Reinigungselement 12 auf der Gewindespindel 3 entlang der Kühlwendel 2 in axialer Richtung verschoben. Im vorliegenden Beispiel wird eine Gewindespindel 3 beispielsweise mit Trapezprofil eingesetzt. Eine Umkehr der Bewegungsrichtung des Räumers 12 setzt eine Umkehr der Rotationsrichtung der Gewindespindel 3 voraus.

[0028] Das Zylinderrohr bzw. die Kühlwendel 2 ist dabei an der Innenwand 2a mit einem Schmierstoff beschichtet, welcher dazu dient, die Reibung zwischen dem Reinigungselement 12 und der Kühlwendel 2, welche eine erste Kontaktfläche bilden, zu reduzieren. Der Schmierstoff weist erfindungsgemäß Polytetrafluorethylen, Graphit und Molybdänsulfid auf. Alternativ oder zusätzlich kann die der Innenwand 21 a des Zylinderrohrs bzw. der Kühlwendel 2 zugewandte Außenseite des Reinigungselements 12 mit dem Schmierstoff beschichtet sein. Ferner ist auch das Außengewinde der Gewindespindel 3 und/oder das Innengewinde des Reinigungselements 12 mit dem Schmierstoff beschichtet, um auch an dieser Kontaktstelle die Reibung zu reduzieren.

[0029] Im Betrieb des Wärmetauschers 13 wird über eine beidseitige Arbeitsmedium-Eintrittsöffnung 14 bei-

spielsweise feuchtes, verschmutztes Arbeitsmedium in den Zwischenraum zwischen Gewindespindel 3 und zwischen Kühlwendel 2 bzw. in den Innenraum des Zylinderrohrs geführt und strömt in axialer Richtung 100 zu der Arbeitsmedium-Austrittsöffnung (nicht gezeigt) am anderen Ende des Wärmetauschers 13. Das Arbeitsmedium strömt auf der Innenfläche der hohlzylindrischen Kühlwendel 2 entlang der axialen Richtung 100. Über eine beidseitige Kühlmittel-Eintrittsöffnung 16 wird dem Raum zwischen Kühlwendel 2 und Außenzylinderrohr 1 Kühlmittel zugeführt, das zum anderen Ende des Wärmetauschers 13 fließt und diesen durch die Kühlmittel-Austrittsöffnung (nicht gezeigt) verlässt. Das Kühlmittel strömt dabei in dem zwischen Außenzylinderrohr 1 und Kühlwendel 2 gebildeten Kanal 23 spiralförmig in axialer Richtung. Das Kühlmittel entzieht der Kühlwendel 2 Wärme, sodass wiederum dem Arbeitsmedium Wärme entzogen wird.

[0030] Durch die unterschiedlichen Druckverhältnisse zwischen dem Kühlmedium, beispielsweise Stickstoff bei maximal 10 bar, und dem Arbeitsmedium, hier CNG mit Begleitstoffen unter anderem von Stickstoff von 4 bis 220 bar, kann Stickstoff als Begleitstoff bei hohem Druck (bspw. bei 10 bar) durch Flüssigstickstoff bei niedrigem Druck (bspw. bei 1 bar), bedingt durch die unterschiedlichen druckabhängigen Phasenübergänge zum Verflüssigen gebracht und abgeschieden werden. Der hier vorgeschlagene Wärmetauscher 13 kann somit auch zur Verflüssigung von Stickstoff eingesetzt werden.

[0031] Zum Zwecke der Reinigung der Wärmeübertragungsflächen, beispielsweise von Wasser bzw. Eis in der ersten Stufe bzw. von höheren Kohlenwasserstoffen, CO₂ und/oder weiteren Begleitstoffen, wird die Gewindespindel 3 von einem Antriebselement über das Kupplungselement in Drehung versetzt. Das Reinigungselement 12, das in das Gewinde der Gewindespindel 3 eingreift und dadurch eine zweite Kontaktfläche bildet, wird hierdurch in eine Translationsbewegung in axiale Richtung versetzt. Durch den an den beiden Kontaktflächen bereitgestellten Schmierstoff kann die Bewegung des Reinigungselements 12 reibungsarm erfolgen. Auf seinem Weg in axiale Richtung nimmt das Reinigungselement 12 die genannten auskondensierten Begleitstoffe mit. Diese werden bei Erreichen des Kondensatreservoirs am anderen Ende des Wärmetauschers in das selbige geschoben.

[0032] Es sei darauf hingewiesen, dass der hier erläuterte Wärmetauscher 13 nicht nur für die Erdgasverflüssigung, sondern für eine Vielzahl industrieller Anwendungen mit entsprechenden Arbeitsmedien adaptierbar und einsetzbar ist. Die Reinigungsvorrichtung 10 und/oder das Reinigungselement 12 können als wenig komplexe Austauschteile an die Bedürfnisse der jeweiligen Einsatzgebiete angepasst und im Schadensfall rasch ersetzt werden.

[0033] Figur 2 zeigt ein Zylinderrohr eines Wärmetauschers 13, welches als eine Kühlwendel 2 ausgebildet ist, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform. Dabei

ist erkennbar, dass der Kanal 23 durch eine entsprechende Kühlwendel 2 auf der Außenfläche der Kühlwendel 2 erzeugt wird. Die Innenfläche bzw. Innenwand 2a der hohlzylindrischen Kühlwendel 2 weist Führungsnuten 22 auf. Diese wenigstens eine Führungsnut 22 dient der Führung eines Reinigungselements oder Räumers 12 und ist gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform mit erfindungsgemäßem Schmierstoff beschichtet, so dass das Reinigungselement 12 möglichst reibungsarm durch die Kühlwendel 2 bzw. durch die Führungsnuten 22 bewegt werden kann.

[0034] Figur 3 zeigt ein Reinigungselement 12 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, wie es in dem Wärmetauscher 13 zum Einsatz kommen kann. Dargestellt sind die Außennuten 122 des Reinigungselements 12, die den Führungsnuten 22 der Kühlwendel 2 entsprechen und in diese eingreifen. Das Innengewinde 121 des Reinigungselements 12 entspricht dem Gewinde der Gewindespindel 3. Das Reinigungselement 12 weist Aussparungen bzw. Einfräsungen 123 auf. Durch letztere enthält das Reinigungselement 12 "Zähne" bzw. "Klauen", die vermeiden, dass sich Ablagerungen im Gewinde ansammeln und zu einem Blockieren des Reinigungselements 12 führen. Die Ablagerungen können nämlich durch die Aussparungen bzw. Einfräsungen 123 in den Zwischenraum eintreten und bei vertikaler Lage des Wärmetauschers 13 nach unten Richtung Kondensatreservoir fallen. Weiterhin dient der in Bewegungsrichtung des Abreinigens sich vergrößernde Innendurchmesser des Räumers 12 zum leichteren Einführen in die verunreinigte Gewindespindel bei Beginn des Reinigungsprozesses. Das Reinigungselement 12 ist gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform mit einer Oberflächenbeschichtung versehen, welche aus einer wasserstoffhaltigen, amorphen Kohlenstoffschicht besteht. Ferner besteht die Beschichtung aus wasserstofffreien, amorphen Kohlenstoffschichten, in denen der sp^3 -hybridisierte Kohlenstoffbindungsanteil höher ist als in den wasserstoffhaltigen Beschichtungen. Die Oberflächenbeschichtung kann sich dabei auf die Außenfläche und/oder die Außennuten 122 und/oder das Innengewinde 121 beschränken oder auf dem gesamten Reinigungselement 12 ausgebildet sein. Durch die Oberflächenbeschichtung kann die Reibung zwischen dem Innengewinde 121 und der Gewindestange 3 und/oder zwischen der Außenfläche des Reinigungselements und der Innenwand 2a der Kühlwendel 2 reduziert werden. Optional können die Außenfläche des Reinigungselements 12 und/oder das Innengewinde 121 mit erfindungsgemäßem Schmierstoff versehen sein, um die Reibung noch weiter zu reduzieren.

Bezugszeichen

[0035]

- 1 Außenzylinderrohr
- 2 Kühlwendel

- 2a Innenwand der Kühlwendel
- 3 Gewindespindel
- 5 Axial-/Radial-Mischlager
- 10 Reinigungsvorrichtung
- 5 12 Reinigungselement
- 13 Wärmetauscher
- 14 Arbeitsmedium-Eintrittsöffnung
- 16 Kühlmittelintrittsöffnung
- 21 Wendel auf der Außenfläche der Kühlwendel
- 10 22 Führungsnut
- 23 Kanal der Kühlwendel
- 30 Kupplungselement
- 100 axiale Richtung
- 15 121 Innengewinde des Reinigungselements
- 122 Außennut des Reinigungselements
- 123 Einfräsung

20 Patentansprüche

1. Schmierstoff für eine Reinigungsvorrichtung (10) eines Wärmetauschers (13), umfassend zumindest 30% Polytetrafluorethylen, zumindest 0,5% Graphit, und zumindest 0,5% Molybdädisulfid.
2. Schmierstoff gemäß Anspruch 1, wobei der Schmierstoff höchstens 99% Polytetrafluorethylen und/oder höchstens 50% Graphit und/oder höchstens 50% Molybdädisulfid umfasst.
3. Schmierstoff gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Schmierstoff zumindest 80% und höchstens 99% Polytetrafluorethylen umfasst, und/oder wobei der Schmierstoff zumindest 0,5 % und höchstens 2% Graphit umfasst, und/oder wobei der Schmierstoff zumindest 0,5% und höchstens 2% Molybdädisulfid umfasst.
4. Verwendung eines Schmierstoffs gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche zur Reibungsreduktion für eine Reinigungsvorrichtung (10) eines Wärmetauschers (13).
5. Wärmetauscher (13), aufweisend:
 - ein Zylinderrohr;
 - eine Reinigungsvorrichtung (10) mit einer koaxial im ersten Zylinderrohr verlaufenden Gewindespindel (3), wobei auf der Gewindespindel (3) ein Reinigungselement (12) derart angebracht ist, dass durch Drehung der Gewindespindel (3) das Reinigungselement (12) in axialer Richtung (100) entlang der Gewindespindel (3) in dem Zylinderrohr verschiebbar ist;

wobei eine erste Kontaktfläche zwischen dem Rei-

nigungselement (12) und einer Innenwand (2a) des Zylinderrohrs und/oder eine zweite Kontaktfläche zwischen dem Reinigungselement (12) und der Gewindespindel (3) zumindest teilweise mit einem Schmierstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 beschichtet sind. 5

6. Wärmetauscher (13) gemäß Anspruch 5, wobei das Zylinderrohr an der Innenwand (2a) zumindest eine Führungsnut (22) aufweist und wobei die erste Kontaktfläche zumindest teilweise durch die Führungsnut (22) gebildet wird. 10
7. Wärmetauscher (13) gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei die Gewindespindel (3) ein Außengewinde und das Reinigungselement (12) ein Innengewinde (121) aufweisen, welche zumindest teilweise die zweite Kontaktfläche bilden. 15
8. Wärmetauscher (13) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei eine Schichtdicke des Schmierstoffs an der ersten Kontaktfläche und/oder an der zweiten Kontaktfläche zumindest 20 μm und höchstens 200 μm , vorzugsweise zumindest 50 μm und höchstens 100 μm , beträgt. 20
25
9. Wärmetauscher (13) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei das Reinigungselement (12) zumindest teilweise eine Kohlenstoff umfassende Oberflächenbeschichtung aufweist. 30
10. Wärmetauscher (13) gemäß Anspruch 9, wobei die Oberflächenbeschichtung eine wasserstoffhaltige, amorphe Kohlenstoffschicht aufweist. 35
11. Wärmetauscher (13) gemäß Anspruch 9, wobei die Oberflächenbeschichtung eine wasserstofffreie, amorphe Kohlenstoffschicht aufweist die aus mehr als 50% sp^3 -hybridisiertem Kohlenstoff besteht. 40

45

50

55

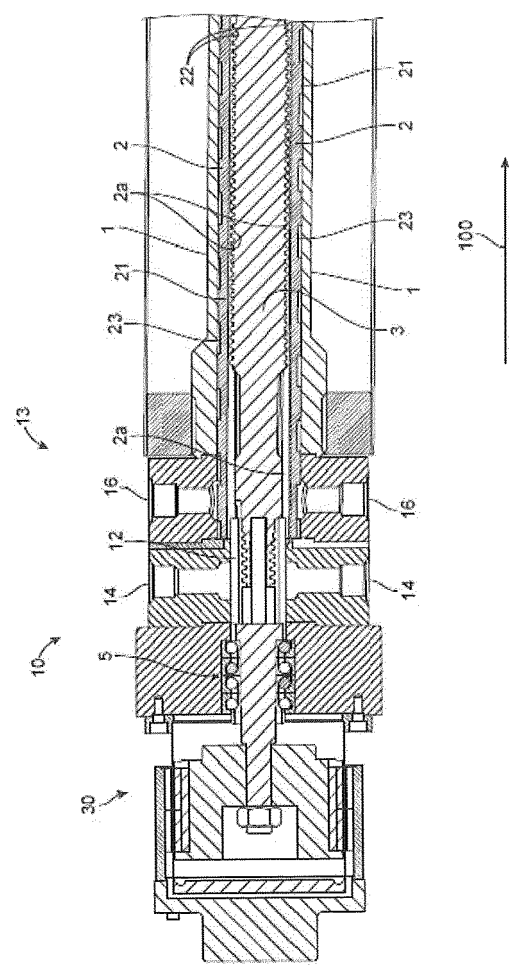


FIG. 1

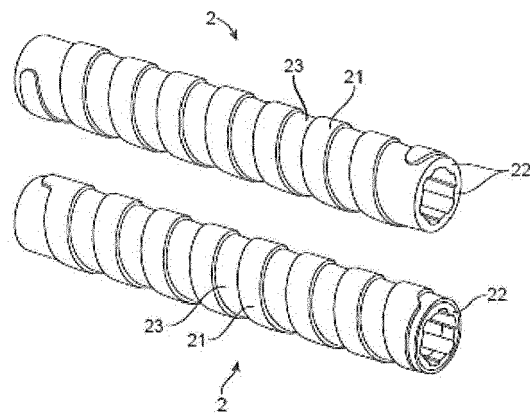


FIG. 2

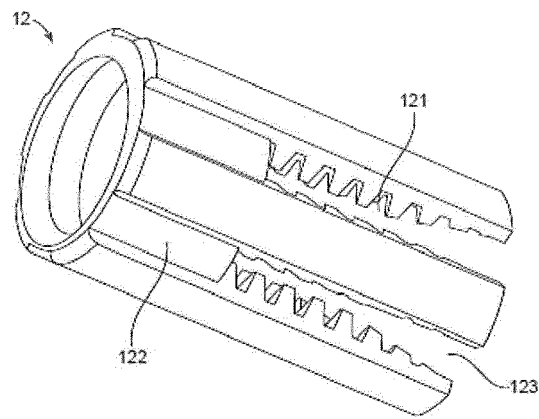


FIG. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 02 0196

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	JP 2007 262368 A (JFE STEEL KK) 11. Oktober 2007 (2007-10-11)	1-4	INV. B21D37/18
Y	* Absatz [0003] *	5-8	F16C33/66 F16C33/10
Y,D	DE 10 2015 010455 A1 (LINDE AG [DE]) 16. Februar 2017 (2017-02-16) * Absätze [0039] - [0058]; Abbildungen 1-4 *	5-8	C10M107/00 C10M107/38 C10M103/02 C10M103/04 C10M107/46
X	EP 1 894 987 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 5. März 2008 (2008-03-05)	1-4	F28F19/02 F28G1/08
Y	* Absatz [0045] *	5-8	F28G1/14 F28D7/10
X	DE 195 30 504 A1 (GKN AUTOMOTIVE AG [DE]) 14. März 1996 (1996-03-14)	1-4	
Y	* Seite 1, Zeilen 32-50; Ansprüche 1-2 *	5-8	
A	GB 2 489 571 A (DAIDO METAL CO [JP]) 3. Oktober 2012 (2012-10-03) * das ganze Dokument *	1-11	
A	US 2011/152140 A1 (IWATA HIDEKI [JP] ET AL) 23. Juni 2011 (2011-06-23) * das ganze Dokument *	1-11	
A	CN 101 501 437 A (EXXONMOBIL RES & ENG CO [US]) 5. August 2009 (2009-08-05) * das ganze Dokument *	9-11	
A	WO 2008/002423 A2 (EXXONMOBIL RES & ENG CO [US]; CLAVENNA LEROY A [US]; CODY IAN A [US];) 3. Januar 2008 (2008-01-03) * das ganze Dokument *	9-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. November 2018	Prüfer Merkt, Andreas
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 03.82 (P04C03)

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

EP 18 02 0196

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.

08-11-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2007262368 A	11-10-2007	KEINE	
DE 102015010455 A1	16-02-2017	CA 2992959 A1	16-02-2017
		CN 107923721 A	17-04-2018
		DE 102015010455 A1	16-02-2017
		EP 3334995 A1	20-06-2018
		JP 2018525600 A	06-09-2018
		KR 20180038537 A	16-04-2018
		WO 2017025173 A1	16-02-2017
EP 1894987 A1	05-03-2008	BR PI0705751 A	20-05-2008
		CN 101134923 A	05-03-2008
		EP 1894987 A1	05-03-2008
		JP 4921894 B2	25-04-2012
		JP 2008056750 A	13-03-2008
		TW 200837186 A	16-09-2008
		US 2008060603 A1	13-03-2008
		US 2009156437 A1	18-06-2009
DE 19530504 A1	14-03-1996	DE 19530504 A1	14-03-1996
		ES 2106681 A1	01-11-1997
		FR 2723747 A1	23-02-1996
		JP 2911789 B2	23-06-1999
		JP H08170091 A	02-07-1996
		US 5670461 A	23-09-1997
GB 2489571 A	03-10-2012	DE 102012204507 A1	18-07-2013
		GB 2489571 A	03-10-2012
		JP 5546485 B2	09-07-2014
		JP 2012197351 A	18-10-2012
US 2011152140 A1	23-06-2011	JP 5178698 B2	10-04-2013
		JP 2011127015 A	30-06-2011
		US 2011152140 A1	23-06-2011
CN 101501437 A	05-08-2009	KEINE	
WO 2008002423 A2	03-01-2008	AU 2007265589 A1	03-01-2008
		CA 2655295 A1	03-01-2008
		EP 2038599 A2	25-03-2009
		JP 2009541702 A	26-11-2009
		KR 20090025350 A	10-03-2009
		US 2008073063 A1	27-03-2008
		WO 2008002423 A2	03-01-2008

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

- DE 102015010455 A1 [0005]