

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-519702

(P2016-519702A)

(43) 公表日 平成28年7月7日 (2016. 7. 7)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>C 0 8 J</b> 5/16 (2006. 01)	C 0 8 J 5/16 C E Z	3 H 0 0 3
<b>F 1 6 J</b> 15/34 (2006. 01)	F 1 6 J 15/34 F	3 H 1 2 9
<b>C 0 8 L</b> 87/00 (2006. 01)	C 0 8 L 87/00	3 J 0 4 1
<b>C 0 8 K</b> 13/04 (2006. 01)	C 0 8 K 13/04	4 F 0 7 1
<b>F 0 4 B</b> 39/00 (2006. 01)	F 0 4 B 39/00 A	4 J 0 0 2
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-503674 (P2016-503674)  
 (86) (22) 出願日 平成26年3月21日 (2014. 3. 21)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年9月18日 (2015. 9. 18)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2014/055707  
 (87) 国際公開番号 W02014/147221  
 (87) 国際公開日 平成26年9月25日 (2014. 9. 25)  
 (31) 優先権主張番号 13160642.8  
 (32) 優先日 平成25年3月22日 (2013. 3. 22)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 505005049  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3  
 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オ  
 フィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエ  
 ム センター  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100077517  
 弁理士 石田 敬  
 (74) 代理人 100087413  
 弁理士 古賀 哲次  
 (74) 代理人 100128495  
 弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 乾式運転能力を有するポリマー摺動材料および乾式運転能力を有するメカニカルシール

## (57) 【要約】

本発明は、乾式運転能力を有する摩擦低減ポリマー材料に関し、この材料が、ポリマーマトリックス材料及び充填剤を含み、ここでこの充填剤が、強化粒子、高硬度材料の粒子、潤滑剤粒子を含む。本発明は更に、回転摩擦低減リング及び静止対向リングを含むメカニカル端面シールに関し、ここでこの摩擦低減リング及び／又は対向リングが、乾式運転能力を有する摩擦低減ポリマー材料を含む。本発明は更に、乾式運転用途、より詳細には湿式運転及び乾式運転ポンプにおける排気エレメントのための材料として乾式運転能力を有するこれらのポリマー材料の使用に関する。

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ポリマーマトリックス材料及び充填剤を含むポリマー摺動材料であって、前記充填剤が、強化粒子、硬質材料粒子及び潤滑剤を含む、ポリマー摺動材料。

**【請求項 2】**

前記ポリマーマトリックス材料が、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリアリールエーテルケトン（PAEK）、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、ポリエーテルスルホン（PES、PESU）、ポリアリールスルホン（PSU、PPSU）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアミド（PA）、液晶ポリマー（LCP）、及びこれらの組み合わせからなる群より選択される、請求項 1 に記載のポリマー摺動材料。

10

**【請求項 3】**

前記強化粒子が繊維状粒子を含む、請求項 1 又は 2 のいずれかに記載のポリマー摺動材料。

**【請求項 4】**

前記繊維状粒子が炭素繊維及び／又はアラミド繊維を含む、請求項 3 に記載のポリマー摺動材料。

**【請求項 5】**

前記強化粒子の含有量が、前記ポリマー摺動材料に基づいて、1～20重量%、好ましくは5～20重量%である、請求項 1～4 のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

**【請求項 6】**

前記硬質材料粒子が、炭化ケイ素、炭化ホウ素、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素、酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、及びダイヤモンド粒子、並びにこれらの組み合わせからなる群より選択され、好ましくは炭化ケイ素、炭化ホウ素、酸化アルミニウム及び二酸化ケイ素粒子及びこれらの組み合わせからなる群より選択される、請求項 1～5 のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

20

**【請求項 7】**

前記硬質材料粒子が炭化ケイ素粒子を含む、請求項 6 に記載のポリマー摺動材料。

**【請求項 8】**

前記硬質材料粒子がサブミクロン粒子を含む、請求項 1～7 のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

30

**【請求項 9】**

前記硬質材料粒子の含有量が、前記ポリマー摺動材料に基づいて、1～30重量%、好ましくは5～20重量%である、請求項 1～8 のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

**【請求項 10】**

前記強化粒子及び硬質材料粒子の総量が、前記ポリマー摺動材料に基づいて、2～50重量%、好ましくは10～30重量%である、請求項 1～9 のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

**【請求項 11】**

前記潤滑剤が、グラファイト、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、窒化ホウ素、及びモリブデンジスルフィド（MoS<sub>2</sub>）粒子、並びにこれらの組み合わせからなる群より選択される、請求項 1～10 のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

40

**【請求項 12】**

前記潤滑剤が、グラファイト及びPTFE粒子の組み合わせである、請求項 1～11 のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

**【請求項 13】**

前記潤滑剤の総量が、前記ポリマー摺動材料に基づいて、1～40重量%、好ましくは10～30重量%である、請求項 1～12 のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

**【請求項 14】**

前記強化粒子、硬質材料粒子及び潤滑剤の総量が、前記ポリマー摺動材料に基づいて、

50

3 ~ 70 重量%、好ましくは30 ~ 50 重量%である、請求項1 ~ 13のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

【請求項15】

前記強化粒子及び硬質材料粒子の総量における硬質材料粒子の割合が、20 ~ 90 重量%、好ましくは40 ~ 80 重量%である、請求項1 ~ 14のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

【請求項16】

前記硬質材料粒子及び潤滑剤の総量における硬質材料粒子の割合が、10 ~ 70 重量%、好ましくは25 ~ 60 重量%である、請求項1 ~ 15のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

10

【請求項17】

前記強化粒子及び潤滑剤の総量における強化粒子の割合が、10 ~ 70 重量%、好ましくは25 ~ 45 重量%である、請求項1 ~ 16のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

【請求項18】

前記ポリマー摺動材料の弾性率が少なくとも7 GPaである、請求項1 ~ 17のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料。

【請求項19】

回転摺動リング及び/又は静止対向リングが、請求項1 ~ 18のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料を包含する、回転摺動リング及び静止対向リングを含むメカニカルシール。

20

【請求項20】

前記摺動リングが、請求項1 ~ 18のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料から構成され、前記対向リングが鋼から構成される、請求項19に記載のメカニカルシール。

【請求項21】

前記摺動リングが、請求項1 ~ 18のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料から構成され、前記対向リングが、焼結セラミック、好ましくは焼結炭化ケイ素 (SSiC) から構成される、請求項19に記載のメカニカルシール。

【請求項22】

前記回転摺動リング及び/又は前記静止対向リングの前記摺動表面が研磨されている、請求項19 ~ 21のいずれか一項に記載のメカニカルシール。

30

【請求項23】

前記回転摺動リング及び前記静止対向リングの摺動表面が研磨されている、請求項19 ~ 22のいずれか一項に記載のメカニカルシール。

【請求項24】

湿式及び乾式運転ポンプにおける排気エレメントのための材料としての請求項1 ~ 18のいずれか一項に記載のポリマー摺動材料の使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本記載は、乾式で運転できるポリマー摺動材料、乾式で運転できるポリマー摺動材料の摺動リングを含むメカニカルシール、並びに乾式運転用途のための、特に湿式運転及び乾式運転ポンプにおける排気エレメントとしてのこうした材料の使用に関する。

【背景技術】

【0002】

媒体潤滑されたメカニカルシールは、例えばポンプドライブにおけるドライブシャフトシールとして使用され、ここではシールが周囲から及び駆動機構からの液圧をシールする。それらの単純な構成及びそれらの性能のために、メカニカルシールを有するポンプは、液体を輸送及び循環するために広く使用されている。

【0003】

50

このタイプのポンプについて、約 50 % の損傷が、メカニカルシールによって生じ、これらの場合の半分以上が、メカニカルシールが乾式運転を行っている事実が原因である。乾式運転は、特に液体供給が妨害される場合の不完全な取扱いから生じ得る。

#### 【 0 0 0 4 】

特別な構成のメカニカルシールはまた、永久的に乾式運転でき、そうする際に、例えば圧力容器に対するブッシングにおけるアジテーターシャフトをシールする。これまで、アジテーターシールは、グラファイト及び炭化ケイ素のメカニカルシールペアリングから製造されていた。しかし、これらの材料の性能は限定される。多くの用途について、特に得られたグラファイト摩耗は許容できるものではない。

#### 【 0 0 0 5 】

永久的に乾式運転するか、又は媒体によって潤滑されるメカニカルシールについて、機械的摩擦損失は、液体潤滑媒体への及びペアリングシートへの熱インプットとして消散する。乾式運転条件下での液体潤滑がない場合、摩擦損失、ひいては熱インプットは明らかに増大する。加えて、熱は液体によって消散されない。結果として、従来のシールペアリング、例えば  $\text{SiC} / \text{SiC}$  又は  $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Al}_2\text{O}_3$  において、数分以内に温度が 200 を超え、直接的に静的二次シールに熱損傷を生じる。二次シールは、通常、弾性材料からのリングとして構成される。このタイプのシール損傷は、現在の循環ポンプにおけるすべてのポンプ損傷の約 50 % を占める。

#### 【 0 0 0 6 】

排気ポンプ、例えば真空ベーンポンプはまた、ブレーキブースタとして使用される場合に、操作状態において液体で潤滑されない。この手順においては、圧力を増大させる排気エレメント（スライドバルブ）は、ポンプハウジングを擦る。このことが、摩擦接触において高いトライボロジー熱を導き、ハウジング及び駆動機構への高い熱インプットを導く。同様にこのタイプのポンプについて、熱損傷は、長い乾式運転時間の後では欠陥の主な原因である。

#### 【 0 0 0 7 】

他の排気ポンプ、例えばギアポンプにおいて、排気エレメント（ギアホイール）は、圧力プレート間に固定される。通常鋼で両方とも製造される圧力プレートとギアホイールとの間の摩擦接触は、高い摩擦損失及び性能損失を導く。一時的な乾式運転の場合でも、熱のオーバーロードが容易に生じ得る。

#### 【 0 0 0 8 】

##### 技術の現状

媒体潤滑されたシャフトメカニカルシールを有する現在のポンプタイプにおいて、通常はグラファイトの回転摺動リング及び焼結セラミックの静止対向リングからなるメカニカルシールペアリングが使用される。これらのペアリングに関して、一定操作の 10 年までの長い耐用年数は、液体潤滑を用いる場合は約 0.05 の摩擦係数において、及び短い乾式運転時間を用いる場合には約 0.15 の摩擦係数にて達成できる。

#### 【 0 0 0 9 】

ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）はまた、回転摺動リングのための材料としてグラファイトの代替として使用できる。しかし、その非常に低い圧力耐性及び非常に低い摩耗耐性のために、PTFE とセラミックとのペアリングは、非常に小さい負荷にのみ耐えなければならないシールにのみ好適であり、広く使用されていない。

#### 【 0 0 1 0 】

顕著に高い負荷に耐えることができる媒体潤滑されたシャフトメカニカルシールのために、セラミックのセラミックに対する組み合わせから、好ましくは焼結炭化ケイ素（SSiC）の SSiC に対する組み合わせからのメカニカルシールが使用される。これらのペアリングを用いれば約 0.05 の摩擦係数が、液体潤滑によって得ることができる；しかし、乾式運転の約 0.8 の摩擦係数は非常に高い。そのため、これらの摺動リングペアリングは、わずか数分間の乾式運転操作にのみ使用できる。炭化ケイ素材料のバリエーション、例えばグラファイト添加剤を有する炭化ケイ素を用いることによって；約 10 分のわ

10

20

30

40

50

ずかに長い乾式運転時間が可能である。しかし、これらの材料も、永久的な乾式運転操作のためには使用できない。

【 0 0 1 1 】

故に現段階では、グラファイト及びセラミックの材料ペアリングは、使用のために液体潤滑されたメカニカルシールのために使用されるが、ここでシーリングは、一時的な乾式運転操作に好適でなければならない。

【 0 0 1 2 】

これまで、材料の好適なペアは、メカニカルシールの永久的な乾式運転に関して設計者に利用可能にはなっていない。短い乾式運転時間だけが可能であるので、グラファイト及びセラミックのペアリングは、メカニカルシールとして永久的な乾式運転用途のために使用できない。加えて、このペアリングはまた、強いノイズ発生のため、及び摩耗されたグラファイトがメカニカルシールから放出されるため、不利益である。永久的に乾式運転可能でなければならない、特にアジテーターシールのために、両方の作用は、使用中所望でない。

10

【 0 0 1 3 】

永久的に乾式運転できるメカニカルシールのための構造的な解決策は、いわゆるガスシールとしてのメカニカルシールの構成であり、ここでセラミックは、セラミックと対になり、乾燥摩擦は、摩擦パートナーとの間のガスフィルムを増大させることによって大きく低下される。しかし、一般に 10,000 を超える非常に高い R P M が、この目的のために必要とされる。更に、この解決策は、構造上非常に高価であり、これまで陸上パイプラインのためのガスコンプレッサのような大きな設置物のためだけに使用されている。

20

【 0 0 1 4 】

これまで、ポリマー系材料は、媒体潤滑されたメカニカルシール又は排気ポンプにおいて広く使用されてはいないが、特にプロセス及びシステムを単純化し、これに関連するコストを低下させるため、ポンプ構成成分におけるポリマー材料の割合は、それぞれのポンプの世代が新しくになるにつれて増大している。ポリマー系材料の材料に関連する不利益は、 $1.0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  未満の低い熱伝導率、圧力下での低い寸法安定性及び摩耗耐性のために熱の消散が不十分であり、これはこれまでのところ適合されていない。メカニカルシールの操作中に生じる摩擦熱の高いアウトプットは、ポリマー材料によってはほとんど消散されない。更に、ポリマー材料は、比較的低温でも既に機能しない。循環ポンプは、しばしば、約 140 にて加圧された水システムにおいて操作される。これらの条件下、多くの従来のポリマーは、加水分解及び/又は機械的強度の損失のために機能しない。

30

【 0 0 1 5 】

WO 2012/169604 A1 には摺動リングが記載されており、これはポリフタルアミドを含有する樹脂組成物から製造される。加えて、樹脂組成物は、充填剤、例えば炭素繊維、ガラス繊維、炭化ケイ素繊維、グラファイト、 $\text{MoS}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、窒化ホウ素及び PTFE 粉末を含有してもよい。しかし、繊維の粒子形態でのセラミック充填剤は、トライボロジーパートナーとの高い摩耗を導き、樹脂組成物が乾式運転できない。マトリックス材料は、熱可塑性処理できない。

【 0 0 1 6 】

WO 2010/054241 A2 は、特に非常に大きい直径のシールのための熱可塑性摺動リングを製造する方法が記載されている。この目的のために、押出ストランドは、リングに成形され、フロント面に接合される。熱可塑性ポリマーは、充填剤としての PTFE 又はカーボンブラックを含有してもよい。

40

【 0 0 1 7 】

排気ポンプ、例えばベーンポンプにおいて、焼結されたグラファイトは、湿式運転のためのスライド要素及び短い乾式運転のためのスライド要素のための標準材料としてこれら自体を確立した。一部の特許出願には、ポリマー系材料の使用が既に提案されている。しかし、ポリマー系材料の使用は、これまでの不満足な乾式運転能力により、液体潤滑されたポンプに限定されている。

50

## 【 0 0 1 8 】

D E 1 0 2 0 0 8 0 1 9 4 4 0 A 1 には、乾式運転真空ポンプにおけるスライバルブのためのポリマー材料の使用が提案されている。使用されたポリマー材料は、乾式運転操作においてグラファイトに勝る利点はなく、限られた摩耗耐性を有するのみである。

## 【 0 0 1 9 】

D E 2 0 2 0 0 9 0 0 0 6 9 0 U 1 には、T e f l o n 又は P E E K のようなポリマー材料から製造されるベアリング及び排気エレメントを有する回転排気ポンプが記載されている。

## 【 0 0 2 0 】

D E 2 0 2 0 0 7 0 1 2 5 6 5 U 1 には、P E E K 材料のローターを有する排気ポンプが記載されている。

## 【 0 0 2 1 】

E P 1 4 2 4 4 9 5 A 2 には、P E E K、P P S 及び P E S のようなポリマー材料のポンプローター及び / 又はローターブレードを有する排気ポンプが記載されている。列挙された材料は、限られた乾式運転能力を有するのみであり、すなわちそれらは短時間でのみ、更に中程度の負荷下でのみ乾式運転可能である。

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 2 2 】

このため、本記載は、先行技術の不利益を回避し、利用可能なポリマー摺動材料、並びにそれらから製造されるメカニカルシールを製造する目的に対処し、これは、摩耗による損失が小さく、湿式運転条件下で長い運転時間にわたってさえも摩耗耐性であり、更に永久的に乾式運転できる。更に、本記載は、乾式運転ポンプにおける排気エレメントのためのポリマー系摺動材料を利用可能にする目的に対処し、この材料により乾式運転時間を延長できる。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 2 3 】

上記で指定された目的は、請求項 1 のポリマー摺動材料、請求項 1 9 のメカニカルシール、及び請求項 2 4 のポリマー摺動材料の使用によって達成される。ポリマー摺動材料の好ましい又は特に適切な実施形態及びメカニカルシールの好ましい又は特に適切な実施形態は、従属請求項 2 ~ 1 8 及び 2 0 ~ 2 3 に与えられる。

## 【 0 0 2 4 】

これに応じた記載の主題は、ポリマーマトリックス材料及び充填剤を含むポリマー摺動材料であり、この充填剤は強化粒子、硬質材料粒子及び潤滑剤を含む。

## 【 0 0 2 5 】

本記載のさらなる主題は、回転摺動リング及び静止対向リングを含むメカニカルシールであり、この回転摺動リング及び / 又は対向リングは、本記載に従うポリマー摺動材料を含む。

## 【 0 0 2 6 】

本記載のさらなる主題は、乾式運転用途のためのこうした材料の、特に湿式及び乾式運転のポンプにおいて排気エレメントのための材料としての使用である。

## 【 0 0 2 7 】

本記載に従うポリマー摺動材料は、摩耗耐性であり、機械的に安定であり、グラファイトとは異なり、永久的に乾式運転可能である。摩耗耐性は、グラファイトよりも良好である。

## 【 0 0 2 8 】

本記載に従うポリマー摺動材料は、湿式運転及び乾式運転において可能な摩擦による損失が非常に小さい。メカニカルシールにおける回転摺動リング及び / 又は静止対向リングとして、並びに排気エレメント並びに湿式運転及び乾式運転ポンプ、例えばベーンポンプ

10

20

30

40

50

におけるスライドバルブとして永久的な乾式運転操作に好適である。

【0029】

本記載に従うメカニカルシールは、非常に低い摩擦損失を生じ、永久的に乾式運転を行うことができることによって区別される。

【0030】

本記載に従うメカニカルシールは、コスト面で有効に製造でき、乾式運転する場合にほとんどノイズを生じることなく操作することによって区別される。

【0031】

ほとんどノイズのない乾式運転ポンプの操作は、排気エレメントとしての本記載に従うポリマー摺動材料の使用によって可能となる。

【0032】

好ましくは、本記載に従うポリマー摺動材料は、 $1.4 \sim 1.6 \text{ g/cm}^3$ の低い特定密度 (specific density) を有する。これは、グラファイト (密度  $2.2 \text{ g/cm}^3$ ) よりも更に有利であり、回転排気ポンプにおいては更に、摩擦パートナーに作用する垂直抗力が低減するために性能損失が低下する。

【0033】

本記載に従うポリマー摺動材料は、射出成形によって製造でき、これは多くの設計可能性を有する構成成分の製造を簡単にして、コスト面で有効にする。

【0034】

そのため、ポンプ用途における標準材料として予め使用されている焼結されたグラファイト材料は、本記載に従うポリマー摺動材料によって置き換えることができる。結果として、ポリマー材料は、ポンプにおけるメカニカルシールにおいて最初に使用でき、これはわずかな負荷から約  $16 \text{ bar}$  までの中程度負荷にて操作する。

【0035】

本記載に従うメカニカルシールの乾式運転の摩擦係数は、強化繊維及び乾式潤滑剤の添加を伴うが、硬質材料粒子、特にサブミクロンセラミック粒子は使用せずに製造されたポリマー材料を有する比較メカニカルシールの場合よりも低い。

【0036】

特性におけるこの改善は、一般にセラミック材料が非常に高い乾燥摩擦係数を有し、乾式運転は不可能であるので、予測されなかった。セラミック/鋼及びセラミック/セラミックペアリングの乾燥摩擦係数は  $> 0.5$  である。他方で、焼結グラファイトは、鋼及びセラミックとペアになる場合に、 $0.15 \sim 0.2$  の乾燥摩擦係数を有する。本記載に従うメカニカルシールにより達成可能な乾燥摩擦係数は、 $0.1$  未満であり、故にグラファイト及びセラミック又はグラファイト及び鋼の標準ペアリングで達成可能な値よりも低い。特性におけるこの改善はまた、当業者には驚くべきことである。

【0037】

本記載に従うメカニカルシールのさらなる利点は、温度が乾式運転操作においてわずかにのみ増大することであり、これは特に二次ポリマーシール、例えばO-リングを保護するために必要である。

【0038】

非常に高い負荷、例えば  $3000 \text{ RPM}$  の回転速度及び  $0.6 \text{ MPa}$  の表面圧力においてさえ乾式運転する場合、本記載に従うポリマー摺動材料の調査された回転摺動リングは、摩耗跡がほとんどない非常に平坦な表面を示す。より長い1時間の使用期間の後であっても、摺動表面は平坦であり、正の機械的係合 (positive mechanical engagement) のほんの少しの作用を示す。故に、液体潤滑を用いない連続操作下であっても非常に低い摩擦係数が維持される。

【0039】

湿式運転条件下、回転摺動リングとして本記載に従うポリマー材料及び対向リングとして  $\text{Al}_2\text{O}_3$  セラミックを有する本記載に従うメカニカルシールの  $0.015$  の摩擦係数は、測定された値の中間であり、従ってグラファイト及びセラミックから製造された従来

10

20

30

40

50

のメカニカルシールの摩擦係数よりも3倍小さい。

【発明を実施するための形態】

【0040】

家庭用及び自動車用循環ポンプにおいて使用される媒体、例えば水、油、ブレーキフルード、及びグリコールに対して高い化学耐性を有する材料は、本記載に従うポリマー摺動材料のためのポリマーマトリックス材料として好適である。更に、ポリマーマトリックス材料は、最大使用温度において連続操作に好適でなければならない。最大使用温度は、水に関して140 及び油に関して220 である。ポリマーマトリックス材料のガラス転移温度は、これらの温度よりも高くなければならない。製造理由のために、ポリマーマトリックス材料は、好ましくは熱可塑性加工処理可能であるべきである。更に、ポリマーマトリックス材料は、良好な圧力耐性、及び変形がほとんどない機械的応力を吸収するための高い弾性率を有していなければならない。

10

【0041】

これらの要件は、特に、熱可塑性処理でき、好ましくはポリマーマトリックス材料として使用され、以下の分類の材料を含む高温プラスチックによって充足される：ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリアリールエーテルケトン（PAEK）、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、ポリエーテルスルホン（PES、PESU）、ポリアリールスルホン（PSU、PPSU）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアミド（PA）及び液晶ポリマー（LCP）。しかし、他のポリマーマトリックス材料、例えば熱可塑性処理できない以下のようなものも使用されてもよい：ポリイミド（PI）、ポリベンズイミダゾール（PBI）、及びポリテトラフルオロエチレン（PTFE）。これらの分類の材料の組み合わせも可能である。

20

【0042】

本記載に従うポリマー摺動材料は、トリボ添加剤とも称され得る充填剤を含有する。強化粒子、潤滑剤及び硬質材料粒子は充填剤として使用される。

【0043】

強化粒子の機能は、ポリマー材料を機械的に強化する機能である。特に繊維状粒子、例えば炭素及び／又はアラミド繊維は、強化粒子として好適である。強化粒子の添加により、ポリマー材料の弾性率が増大する。弾性率が増大するにつれて、所与の圧力における弾性変形が低下し、それによってそこから製造されたポンプ構成成分、例えば回転摺動リングの圧力吸収能力及びメカニカルシールの負荷保持能力が増大する。それらが摺動特性を支持し、メカニカルシールの対向リングにおいて摩耗性を低減するので、本記載に従うポリマー摺動材料のための機械的強化粒子としての炭素繊維の使用は、特に好ましい。

30

【0044】

強化粒子の含有量及び粒径又は繊維長さは、それぞれの設計について最適である剛性及び強度値が得られるように選択される。好ましくは、強化粒子の含有量は、ポリマー摺動材料に基づいて1～20重量%、特に5～20重量%である。好ましくは、強化粒子、例えば炭素繊維として使用されるのが好ましい繊維の長さは、より長い繊維がコンパウンド化及び射出成形の間に安定ではないので、200 µm未満である。

40

【0045】

本記載に従うポリマー摺動材料のための硬質材料粒子として、炭化ケイ素、炭化ホウ素、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素、二酸化ジルコニウム、窒化ケイ素、及びダイヤモンド粒子が使用されてもよい。これらの硬質材料粒子の組み合わせも可能である。好ましくは、炭化ケイ素、炭化ホウ素、酸化アルミニウム及び二酸化ケイ素粒子又はこれらの粒子の組み合わせが使用される。

【0046】

好ましくは、炭化ケイ素粒子が硬質材料粒子として使用される。炭化ケイ素充填剤は、>9.5モースの硬度を有し、故にすべて天然の摩耗材料（ダイヤモンドを除く）よりも硬質である。更に、ほぼ全ての液体ポンプ媒体において、炭化ケイ素は非常に良好な耐食性を有し、これは既知のポリマーマトリックス材料の安定性をはるかに超えている。

50



## 【 0 0 4 7 】

炭化ケイ素充填剤を用いるバージョンの更なる利点は、炭化ケイ素の  $120\text{ W/m}^{\circ}\text{K}$  を超える非常に高い熱伝導率であり、この結果、得られる摩擦熱は、複合材料中においてでさえも効果的に消散する。

## 【 0 0 4 8 】

粗粒セラミック充填剤は、処理され、対向リングとトライボロジー接触した場合に高度に摩耗性であるので、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の平均粒径 ( $d_{50}$ ) を有する非常に微細なグレインが、好ましくは硬質材料粒子として使用される。硬質材料粒子の平均粒径 ( $d_{50}$ ) が  $1\text{ }\mu\text{m}$  未満 (サブミクロン粒子) である場合に特に好ましく、 $0.8\text{ }\mu\text{m}$  以下である場合に更により好ましい。

10

## 【 0 0 4 9 】

硬質材料粒子は、好ましくは2以下の低アスペクト比 (長さとの比) を有し; これは摩耗を減らすのに有利な作用を有する。

## 【 0 0 5 0 】

硬質材料の含有量は、粒子の理論的充填密度の限界まで、広範囲から選択できる。好ましくは、硬質材料粒子の含有量は、 $1\sim30$  重量%であり; ポリマー材料の良好な機械的特性は、これらの含有量で得られる。 $5\sim20$  重量%の硬質材料粒子が、それぞれの場合にポリマー摺動材料に基づいて添加される場合に特に好ましい。

## 【 0 0 5 1 】

強化粒子及び硬質材料粒子の総量は、ポリマー摺動材料に基づいて、好ましくは  $2\sim50$  重量%であり、特に  $10\sim30$  重量%である。

20

## 【 0 0 5 2 】

強化粒子と硬質材料粒子との混合比は、それぞれの用途に所望される、硬度、剛性及び強度に従って選択される。

## 【 0 0 5 3 】

潤滑剤として、例えばグラファイト、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、窒化ホウ素及びモリブデンジスルフィド ( $\text{MoS}_2$ ) が好適である。シリコン油も考慮される。潤滑剤は、好ましくは潤滑粒子の形態で使用される。

## 【 0 0 5 4 】

潤滑粒子の平均粒径 ( $d_{50}$ ) は、好ましくは  $1\sim50\text{ }\mu\text{m}$  である。

30

## 【 0 0 5 5 】

潤滑粒子としてグラファイト及び PTFE 粒子の組み合わせの使用が特に好ましい。

## 【 0 0 5 6 】

潤滑剤の総量は、ポリマー摺動材料に基づいて、好ましくは  $1\sim40$  重量%、特に  $10\sim30$  重量%である。

## 【 0 0 5 7 】

処理の理由から、強化粒子、硬質材料粒子及び潤滑剤の総量は、 $70$  重量%を超えるべきではない。強化粒子、硬質材料粒子及び潤滑剤の総量は、ポリマー摺動材料に基づいて、好ましくは  $3\sim70$  重量%であり、特に  $30\sim50$  重量%である。ポリマーマトリックス材料の総量は、好ましくはポリマー摺動材料に基づいて、好ましくは  $30\sim97$  重量%、特に  $50\sim70$  重量%である。

40

## 【 0 0 5 8 】

硬質材料粒子及び強化粒子の総量に関連して、硬質材料粒子は、好ましくは  $20\sim90$  重量%、特に  $40\sim80$  重量%の量で含有される。

## 【 0 0 5 9 】

硬質材料粒子及び潤滑剤の総量に関連して、硬質材料粒子は、好ましくは  $10\sim70$  重量%、特に  $25\sim60$  重量%の量で含有される。

## 【 0 0 6 0 】

強化粒子及び潤滑剤の総量に関連して、強化粒子は、好ましくは  $10\sim70$  重量%、特に  $25\sim45$  重量%の量で含有される。

50

## 【 0 0 6 1 】

好ましい実施形態において、炭素繊維、S i Cサブミクロン粒子及び潤滑剤粒子の組み合わせは、本記載に従うポリマー摺動材料のための充填剤として使用される。ここでまた、潤滑剤粒子としてのグラファイト及びP T F E粒子の好ましい組み合わせを使用するのが有利である。

## 【 0 0 6 2 】

弾性率、すなわち本記載に従うポリマー摺動材料の剛性は、少なくとも7 G P aである。

## 【 0 0 6 3 】

本記載に従うメカニカルシールの回転摺動リング及び／又は回転対向リングは、本記載に従うポリマー摺動材料を包含する。好ましい実施形態において、本記載に従うメカニカルシールに従う回転摺動リング及び／又は静止対向リングは、本記載に従うポリマー摺動材料から構成される。

10

## 【 0 0 6 4 】

本記載に従うポリマー摺動材料を包含する、本記載に従うメカニカルシールの回転摺動リング又は対向リングの摺動パートナー、すなわち静止対向リング又は更に回転摺動リングは、従来のメカニカルシール材料、例えばセラミック、グラファイト、硬質金属、金属又は青銅から構成されてもよい。

## 【 0 0 6 5 】

更に可能性としての実施形態において、回転摺動リング及び静止対向リングの両方は、ポリマー材料から製造され；好ましくは両方のリングは、本記載に従うポリマー摺動材料から製造される。これらの手段によって、メカニカルシールの総コストは、更に低減できる。

20

## 【 0 0 6 6 】

好ましくは、本記載に従うメカニカルシールの回転摺動リングは、本記載に従うポリマー摺動材料から構成される。

## 【 0 0 6 7 】

本記載に従うメカニカルシールの好ましい実施形態において、回転摺動リングは、本記載に従うポリマー摺動材料から製造され、対向リングは鋼から製造される。この実施形態は、油及び水圧用途に特に好適である。

30

## 【 0 0 6 8 】

本記載に従うメカニカルシールの更に好ましい実施形態において、摺動リングは本記載に従うポリマー摺動材料から製造され、対向リングは、密な微粒焼結セラミック、例えば酸化アルミニウムから製造される。焼結炭化ケイ素(S S i C)からの構成は特に有利である。好適な炭化ケイ素材料は、E S K C e r a m i c s G m b H & C o . K Gから、E K a s i c (登録商標) Fの名称で入手可能であり、これは $> 120 W / m^{\circ} K$ の熱伝導率を有する。

## 【 0 0 6 9 】

回転摺動リング及び／又は静止対向リングの摺動表面は、好ましくは非常に高い表面品質、すなわち低い粗さ値を有するべきである。摺動リング及び／又は対向リングの粗さ値を減少させることによって、摩擦係数及び磨耗が顕著に減少され得るということを示すことができた。摺動リング及び／又は対向リングの両方が研磨された摺動表面を有する場合が、特に好ましい。

40

## 【 0 0 7 0 】

対向リングの摺動表面は、好ましくは平坦性からほとんど逸脱することなく構成されるべきである。

## 【 0 0 7 1 】

本記載に従うポリマー摺動材料は、乾式運転条件下で連続的に使用できる。

## 【 0 0 7 2 】

メカニカルシールにおけるその使用とは別に、本記載に従うポリマー摺動材料はまた、

50

湿式運転及び乾式運転ポンプにおける排気エレメントとしても使用できる。排気エレメントの例は、排気ポンプ、例えば真空ベーンポンプにおけるスライドバルブ、及びギアポンプにおける圧力プレートである。更に、本記載に従うポリマー摺動材料はまた、半径及び軸ベアリングにおける構成成分として使用されてもよい。

#### 【0073】

本記載に従うポリマー摺動材料の排気エレメント及び本記載に従うメカニカルシールは、熱水循環ポンプ、飲料水ポンプ、内燃エンジンのための冷水循環ポンプ、及び電気デバイス、凝集冷却サイクルのためのコンプレッサポンプ、ブレーキブースタのための真空ポンプ、ブレーキフルードのための排気ポンプ（ESP及びABSシステム）、コントロールキャビネットを冷却するための冷却水循環ポンプ、水圧ユニット及びレーザーデバイスに使用できる。

10

#### 【0074】

乾式運転用途とは別に、本記載に従うポリマー摺動材料の排気エレメントはまた、腐食性媒体、例えばアルカリ性溶液及び酸、溶媒、油、低粘度脂質及びブレーキフルード中の用途のために使用できる。

#### 【0075】

更に、本記載に従うメカニカルシールはまた、油、脂肪又は他の潤滑剤を用いた永久的な潤滑が確実である限り、電気モーター、特に小さいモーターのシールに好適である。

#### 【0076】

本記載に従うポリマー摺動材料は、好ましくは、熱可塑性射出成形プロセスによって、本記載に従うメカニカルシールの摺動リング及び対向リングのような構成成分及び排気エレメントに転換される。要求される複雑性及び機能的な一体性の要件を有する構成成分はまた、熱可塑性射出成形プロセスによって産業スケールで製造できる。当該技術分野の慣用的な方法、例えばツインスクリュウ押出は、ポリマー摺動材料を混合し、コンパウンド化するために使用される。

20

#### 【0077】

分散特性を改善するために、硬質材料粒子は、それらが混合され、コンパウンド化される前に、例えばスプレー乾燥によってアグロメレートされてもよい。アグロメレートの平均サイズは、好ましくはここで70～150 µmである。アグロメレートは、標準設定下においてツインスクリュウ押出によるコンパウンド化の間に容易に崩壊し、30重量%までの硬質材料粒子の高含有量においてさえも効率の良い押出プロセスを許容する。アグロメレートしていない硬質材料粒子の処理は、サブミクロン範囲の粒径には好ましくない。

30

#### 【0078】

ポリマーマトリックス材料を製造するために他の既知の方法はまた、本記載に従ってポリマー摺動材料を調製するために使用されてもよい。

#### 【実施例】

#### 【0079】

実施例及び比較例

#### 【0080】

（実施例1）

充填ポリマー材料は、熱可塑性ツインスクリュウ押出によって調製される。ツインスクリュウ押出によるコンパウンド化のための組成物は、60重量%のPEEK（Vickre x（登録商標）PEEK 150）、10重量%のグラファイト、10重量%のPTFE、10重量%の炭素繊維及び10重量%の炭化ケイ素粉末を含む。

40

#### 【0081】

炭化ケイ素粉末は、>96%の純度及び150 nmの平均粒径（ $d_{50}$ ）を有する。分散特性を改善するために、炭化ケイ素粉末は、水性懸濁液からスプレー乾燥することによってアグロメレートされる。スプレー乾燥されたアグロメレートの平均サイズは100 µmである。アグロメレートは、標準設定でのツインスクリュウ押出によるコンパウンド化の間に容易に崩壊し、効率の良い押出プロセスが可能になる。

50

## 【 0 0 8 2 】

## ( 実施例 2 )

充填ポリマー材料は、熱可塑性ツインスクリュウ押出によって調製される。ツインスクリュウ押出機においてコンパウンド化するための組成物は、55重量%のPPS (TiconaからのFortron 0203)、10重量%のグラファイト、10重量%のPTFE、10重量%の炭素繊維及び15重量%の炭化ケイ素粉末を含む。実施例1に使用されるアグロメレート化粉末は、炭化ケイ素粉末として使用される。

## 【 0 0 8 3 】

## ( 実施例 3 )

充填ポリマー材料は、熱可塑性ツインスクリュウ押出によって調製される。ツインスクリュウ押出機においてコンパウンド化するための組成物は、60重量%のPESE (ポリエーテルスルホン; BASFからのUltrason E 1010)、10重量%のグラファイト、10重量%のPTFE、10重量%の炭素繊維及び10重量%の炭化ケイ素粉末を含む。実施例1に使用される粉末は、炭化ケイ素粉末として使用される。

## 【 0 0 8 4 】

## ( 実施例 4 )

乾式運転テストを、リング - オン - リングタイプのテストリグにて行う。この目的のために、実施例1の材料のリングは、押出口ロッドを機械的に処理することによって固定子用に製造される。リングは、30mmの外部直径 $D_o$ 及び20mmの内部直径 $D_i$ 及び16mmの高さを有する。リングの摺動表面は、精密に研磨され、リングは続いて乾式運転テストリグの固定子サンプルホルダーに挿入される。精密に研磨された表面を有する1.4713のステンレス鋼のリングを、ローターのためのサンプルホルダーに挿入する。固定子の摺動表面を、ローターの摺動表面に対して0.2MPaの接触圧力で空気圧により加圧する。モーターが始動した後、ローターは1000RPMで回転し、これは1.3m/sの平均摺動速度に対応する。固定子は、それが回転でき、ロードセルに導くワイアによって保持されるように載置され、結果として透過した摩擦力を測定できる。温度を測定する熱電対も固定子に固定される。摩擦係数は、ロードセルの測定シグナルから計算され、温度と共に時間の関数として記録される。

## 【 0 0 8 5 】

摩擦係数 $\mu$ は、次から計算される：

$$\mu = (F_{LMD} * r_{LMD}) / (p_{Flache} * A_{Reib} * r_{Reib})$$

式中、

$F_{LMD}$  [N] は、ロードセルによって測定される摩擦力である。

$r_{LMD}$  [mm] は、摩擦力が測定される位置での半径である。

$p_{Flache}$  [N/mm<sup>2</sup>] は、リングの表面圧力である。

$A_{Reib}$  [mm<sup>2</sup>] は、係合表面積である。

$r_{Reib}$  [mm] は、摩擦表面の平均半径である。

## 【 0 0 8 6 】

得られた測定値から決定された運転時間全体に対する平均摩擦係数、並びに1時間の実験後の固定子にて測定される温度は、乾式運転を行う能力に関する評価パラメータとして作用する。

## 【 0 0 8 7 】

表1は、得られた測定値を示す。

## 【 0 0 8 8 】

摩擦係数が高くなるにつれて、熱の形態で摩擦エネルギーが大きくなり、温度の上昇が速くなる。温度は、導入されている摩擦熱だけでなく、摩擦パートナーの熱特性 (熱容量、熱伝導率、サンプルへの及びサンプルホルダーにわたる測定装置全体への熱フロー) に依存する。摩擦係数が低い場合、温度は徐々にのみ上昇し、次いでプラトー値において水平になり、これは表1において記述「プラトー値」によって「コメント」欄に示される。この挙動は、本記載に従う実施例すべてについて観察される。高い摩擦係数において、> 1

50 の温度においてテストリグの電源を切るまで、温度は連続的に上昇する。

【0089】

乾式運転のための表1の実施例の好適性を、操作の緊急モード及び連続使用について別々に表2に示す。

【0090】

過熱なしに潤滑媒体の簡単な欠陥に耐える材料は、過熱なしに乾式運転可能であると評価される。この関連性において、30分までの時間は、短いと考えられる。過熱を導く又は数分後に機能しなくなる材料は、操作の緊急モードにおいて乾式運転できない。

【0091】

過熱がなく、潤滑媒体を用いずに長期間運転できる材料は、連続使用のために乾式運転できると分類される。1時間以上の時間はより長い時間として考慮される。永久的に乾式運転する能力についてのさらなる本質的な基準は、システム構成成分にとって重要な温度未満の一定温度レベル（プラトー）の調整である（例えばここで行われる実験に関して、150 の最大温度がテストリグのために許容できる）。これは、乾式運転中にシステムに導入される摩擦熱が非常にわずかである場合であり、温度のさらなる上昇なしに、再びもう一度システムによって吸収されるか、又は消散されることができる場合である。こうした手段によって、温度は永久的に低いままであることが確実になる。

【0092】

（実施例5）

実施例4を繰り返した；しかし、固定子は、実施例2の材料から製造された。

【0093】

得られた測定値を表1に与え、乾式運転能の評価を表2に与える。

【0094】

（実施例6～8）

実施例4を繰り返した；しかし、接触圧力及び摺動速度を表1に示すように評価した。

【0095】

得られた測定値を表1に与え、乾式運転能の評価を表2に与える。

【0096】

非常に高い負荷、例えば1000RPMの回転速度及び0.6MPaの表面圧力の後でさえも、本記載に従う材料の摩擦試料は、実施例4～8の乾式運転テストが行われた後に試験されたが、摩耗の跡がほとんどない非常に平坦な表面を示した。

【0097】

参照例1

実施例5の乾式運転テストを繰り返した；しかし、乾式運転テストのための固定子リングを実施例1に対応する材料から調製したが、炭化ケイ素のサブミクロンの硬質材料粒子の添加はなかった。PEEK材料のための充填剤として、10重量%のグラファイト、10重量%のPTFE及び10重量%炭素繊維を使用した（70重量%のPEEK）。

【0098】

得られた測定値を表1に与え、乾式運転能の評価を表2に与える。

【0099】

実験は、固定子の温度が既に70 になってから4.5分後に終了したが、このような急なさらなる温度上昇は固定子の溶融を導くことになり得た。

【0100】

参照例2

実施例5の乾式運転テストを繰り返した；しかし、乾式運転テストのための固定子リングを実施例2に対応する材料から調製したが、炭化ケイ素のサブミクロンの硬質材料粒子の添加はなかった。PPS材料のための充填剤として、10重量%のグラファイト、10重量%のPTFE及び10重量%炭素繊維を使用した（70重量%のPPS）。

【0101】

得られた測定値を表1に与え、乾式運転能の評価を表2に与える。

10

20

30

40

50

## 【0102】

実験は、固定子の温度が既に70 になってから2.5分後に終了したが、このような急なさらなる温度上昇は固定子の溶融を導くことになり得た。

## 【0103】

比較例1:

実施例5の乾式運転テストを繰り返した;しかし、例外として乾式運転テストのための固定子リングは、アンチモンで含浸されているカーボングラファイト(EK3205、SGL Carbon)から製造された。接触圧力は0.2MPaであり、摺動速度は1.3m/sであった(実施例5と同様に、表1を参照)。

## 【0104】

得られた測定値を表1に与え、乾式運転能の評価を表2に与える。

## 【0105】

60分の実験期間後、固定子での温度は120 であり、依然として上昇した。従って、メカニカルシールペアリングは、連続使用条件下で、乾式運転可能ではない。

## 【0106】

テストされたメカニカルシールのペアリングは、操作の緊急モードのために使用できる;しかし、このペアリングの摩耗による除去は、本記載に従う実施例4及び5の場合よりも顕著に高い(表1の最終カラムを参照)。

## 【0107】

比較例2:

実施例8の乾式運転テストを繰り返した;しかし、例外として乾式運転テストのための固定子リングは、アンチモンで含浸されているカーボングラファイト(EK3205、SGL Carbon)から製造された。接触圧力は0.6MPaであり、摺動速度は3.9m/sであった(実施例9と同様に、表1を参照)。

## 【0108】

得られた測定値を表1に与え、乾式運転能の評価を表2に与える。

## 【0109】

実験は、固定子温度が既に150 になってから24分後に終了し、乾式運転テストリングは、高温のために設計されなかった。

## 【0110】

表1

リング - オン - リングタイプの乾式運転テスト

$D_a = 30\text{ mm}$ 、 $D_i = 20\text{ mm}$

鋼ローターに対する乾式運転

固定子での温度測定

$v = 1.3\text{ m/s}$  (1000RPM)又は $3.9\text{ m/s}$  (3000RPM)

$p = 0.2\text{ MPa}$ 又は $0.4\text{ MPa}$ 又は $0.6\text{ MPa}$

## 【0111】

10

20

30

【表 1】

実施例番号	固定子	接触圧力 $p$ [MPa] / 摺動速度 [m/s]	運転時間全体に 関する平均 摩擦係数	60分後の温度 (固定子) [°C]	コメント	固定子での摩擦 [ $\mu\text{m/h}$ ]
実施例 4	実施例 1	0.2/1.3	0.074	52	プラトー値	1.91
実施例 5	実施例 2	0.2/1.3	0.098	50	プラトー値	2.48
実施例 6	実施例 1	0.4/1.3	0.035	48	プラトー値	n. d.
実施例 7	実施例 1	0.6/1.3	0.038	60	プラトー値	n. d.
実施例 8	実施例 1	0.2/3.9	0.037	47	プラトー値	n. d.
参照例 1	C繊維/グラファイト/ PTFEを有するPEEK	0.2/1.3	0.34	>70	T>70°Cに 到達してから 最大運転時間 4.5分	14.1
参照例 2	C繊維/グラファイト/ PTFEを有するPPS	0.2/1.3	0.59	>70	T>70°Cに 到達してから 最大運転時間 2.5分	n. d.
比較例 1	カーボングラファイト	0.2/1.3	0.19	120	Tが更に上昇	13.6
比較例 2	カーボングラファイト	0.2/3.9	0.13	>150	T>150°Cに 到達してから 最大運転時間 24分	n. d.

n. d. =未決定

【表 2】

表 2

実施例番号	固定子	乾式運転能力 緊急モード	乾式運転能力 連続使用
実施例 4	実施例 1	ある	ある
実施例 5	実施例 2	ある	ある
実施例 6	実施例 1	ある	ある
実施例 7	実施例 1	ある	ある
実施例 8	実施例 1	ある	ある
参照例 1	C繊維／グラファイト／ PTFEを有するPEEK	ない	ない
参照例 2	C繊維／グラファイト／ PTFEを有するPPS	ない	ない
比較例 1	カーボングラファイト	ある	ない
比較例 2	カーボングラファイト	ない	ない



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/055707

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C08K3/00  
ADD.

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C08K

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

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

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/054241 A2 (SAINT GOBAIN PERFORMANCE PLAST [US]) 14 May 2010 (2010-05-14) cited in the application	1-7
Y	page 10, line 25 - page 10, line 35; claim	24
A	10	8
X	WO 2012/169604 A1 (RIKEN KK [JP]; SAITO MIKA [JP]) 13 December 2012 (2012-12-13) cited in the application	1-7
Y	claims	24
A		8
A	EP 1 061 297 A2 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG [DE]) 20 December 2000 (2000-12-20) claims	19
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2014

Date of mailing of the international search report

08/10/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Devriese, Karel

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/055707

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2008 019440 A1 (FROETEK KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH [DE]) 22 October 2009 (2009-10-22) cited in the application paragraph [0022] - paragraph [0022]; claim 5 -----	24

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2014/055707

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See supplemental sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1 - 18(fully); 19 - 24(partly)

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2014/055707

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims: 1-18 (in full); 19-24 (in part)

with the feature “the hard material particles comprising submicron particles” from claim 8

2. Claims: 19-23 (in part)

with “sliding ring seal comprising ... a stationary counter ring (for example, made of steel or ceramic)” from claims 19 to 23

3. Claim: 24 (in part)

with “use ... as material for a displacer element in wet and dry running pumps” from claim 24.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/055707

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010054241 A2	14-05-2010	CN 102257088 A EP 2350222 A2 JP 2012508299 A RU 2011121241 A US 2010117310 A1 US 2014087115 A1 WO 2010054241 A2	23-11-2011 03-08-2011 05-04-2012 20-12-2012 13-05-2010 27-03-2014 14-05-2010
WO 2012169604 A1	13-12-2012	CN 103534517 A EP 2719928 A1 JP 5386052 B2 KR 20130135379 A US 2014097574 A1 WO 2012169604 A1	22-01-2014 16-04-2014 15-01-2014 10-12-2013 10-04-2014 13-12-2012
EP 1061297 A2	20-12-2000	DE 19928141 A1 EP 1061297 A2	21-12-2000 20-12-2000
DE 102008019440 A1	22-10-2009	DE 102008019440 A1 WO 2009127281 A1	22-10-2009 22-10-2009

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055707

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. C08K3/00  
ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
C08K

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

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

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2010/054241 A2 (SAINT GOBAIN PERFORMANCE PLAST [US]) 14. Mai 2010 (2010-05-14) in der Anmeldung erwähnt	1-7
Y	Seite 10, Zeile 25 - Seite 10, Zeile 35;	24
A	Anspruch 10	8
	-----	
X	WO 2012/169604 A1 (RIKEN KK [JP]; SAITO MIKA [JP]) 13. Dezember 2012 (2012-12-13) in der Anmeldung erwähnt	1-7
Y	Ansprüche	24
A		8
	-----	
A	EP 1 061 297 A2 (KLEIN SCHANZLIN & BECKER AG [DE]) 20. Dezember 2000 (2000-12-20) Ansprüche	19
	-----	
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen
 ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. April 2014

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/10/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Devriese, Karel

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2014/055707
---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2008 019440 A1 (FROETEK KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH [DE]) 22. Oktober 2009 (2009-10-22) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0022] - Absatz [0022]; Anspruch 5 -----	24

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2014/055707**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich \_\_\_\_\_
2. ☐ Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich \_\_\_\_\_
3. ☐ Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. \_\_\_\_\_
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:  
1-18(vollständig); 19-24(teilweise)

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.



Internationales Aktenzeichen PCT/ EP2014/ 055707

**WEITERE ANGABEN****PCT/ISA/ 210**

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-18(vollständig); 19-24(teilweise)

mit dem Merkmal "wobei die Hartstoffpartikel Submikron-Partikel umfassen" aus dem Anspruch 8

---

2. Ansprüche: 19-23(teilweise)

mit "Gleitringdichtung umfassend ... einen stationären Gegenring (zb. aus Stahl oder Keramik)" aus den Ansprüchen 19-23

---

3. Anspruch: 24(teilweise)

mit "Verwendung ...als Werkstoff für ein Verdrängerelement in nass und trocken laufenden Pumpen" aus dem Anspruch 24

---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055707

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010054241 A2	14-05-2010	CN 102257088 A EP 2350222 A2 JP 2012508299 A RU 2011121241 A US 2010117310 A1 US 2014087115 A1 WO 2010054241 A2	23-11-2011 03-08-2011 05-04-2012 20-12-2012 13-05-2010 27-03-2014 14-05-2010
WO 2012169604 A1	13-12-2012	CN 103534517 A EP 2719928 A1 JP 5386052 B2 KR 20130135379 A US 2014097574 A1 WO 2012169604 A1	22-01-2014 16-04-2014 15-01-2014 10-12-2013 10-04-2014 13-12-2012
EP 1061297 A2	20-12-2000	DE 19928141 A1 EP 1061297 A2	21-12-2000 20-12-2000
DE 102008019440 A1	22-10-2009	DE 102008019440 A1 WO 2009127281 A1	22-10-2009 22-10-2009

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**F 0 4 C 27/00 (2006.01)** F 0 4 B 39/00 1 0 4 A  
 F 0 4 C 27/00 3 3 1

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(特許庁注: 以下のものは登録商標)

1. T E F L O N

(74)代理人 100093665

弁理士 蛸谷 厚志

(74)代理人 100146466

弁理士 高橋 正俊

(74)代理人 100173107

弁理士 胡田 尚則

(72)発明者 アルミン カイザー

ドイツ連邦共和国, 8 7 4 7 4 ブーヘンベルク, ルートビヒ - ガイガー - シュトラーセ 1

(72)発明者 ウルズラ カイザー

ドイツ連邦共和国, 8 7 4 7 4 ブーヘンベルク, ガルス - ツァイラー - シュトラーセ 1 4

(72)発明者 フロリアン グリム

ドイツ連邦共和国, 8 7 4 3 7 ケンブテン, グラースミュッケンバーク 8

F ターム(参考) 3H003 AA05 AD03 BC01 CA01

3H129 AA05 AB06 BB44 CC20

3J041 BC02 BD06 DA20

4F071 AA27 AA51 AA54 AA56 AA60 AA62 AA64 AB03 AB18 AB23

AB26 AB27 AD01 AD02 AE11 AE17 AF28 AH17 AH18 AH19

EA01

4J002 BD151 BD153 CH091 CL001 CL062 CM021 CM041 CN011 CN031 DA016

DA017 DA028 DE097 DE147 DG028 DJ007 DJ017 DK007 DK008 FA042

FA046 FD012 FD016 FD017 FD173 FD178 GM00 GM05