

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-211797

(P2004-211797A)

(43) 公開日 平成16年7月29日(2004.7.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 C 33/66

C 1 O M 105/04

C 1 O M 105/18

C 1 O M 105/38

C 1 O M 115/08

F I

F 1 6 C 33/66

C 1 O M 105/04

C 1 O M 105/18

C 1 O M 105/38

C 1 O M 115/08

テーマコード (参考)

3 J 1 O 1

4 H 1 O 4

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-382271 (P2002-382271)

(22) 出願日 平成14年12月27日 (2002.12.27)

(71) 出願人 000162423

協同油脂株式会社

東京都中央区銀座2丁目16番7号

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(74) 代理人 100105647

弁理士 小栗 昌平

(74) 代理人 100105474

弁理士 本多 弘徳

(74) 代理人 100108589

弁理士 市川 利光

(74) 代理人 100115107

弁理士 高松 猛

最終頁に続く

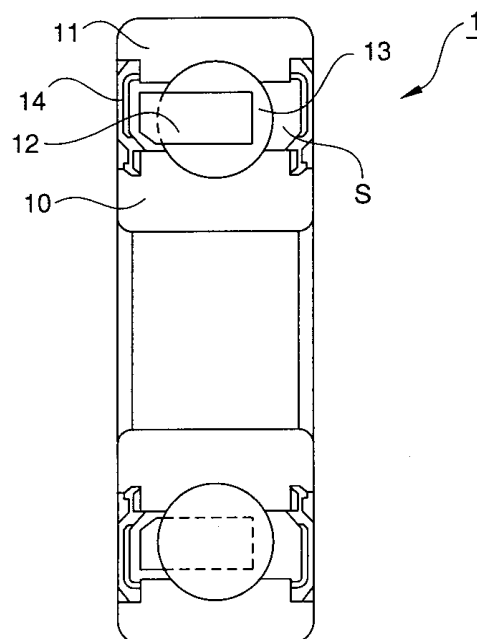
(54) 【発明の名称】 転がり軸受

(57) 【要約】

【課題】十分に低いトルク特性を有し、音響寿命、初期音響特性を兼ね備え、更にグリース漏洩が無く長寿命の転がり軸受を提供する。

【解決手段】内輪10と外輪11との間に保持器12を介して複数の転動体13を略等間隔に転動自在に保持し、かつ繊維長が少なくとも3 $\mu$ mである繊維状物を含むジウレア化合物を増ちょう剤として含有するグリースを封入してなることを特徴とする転がり軸受1。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内輪と外輪との間に保持器を介して複数の転動体を略等間隔に転動自在に保持し、かつ繊維長が少なくとも  $3\text{ }\mu\text{m}$  である繊維状物を含むジウレア化合物を増ちょう剤として含有するグリースを封入してなることを特徴とする転がり軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は転がり軸受に関し、特に高速回転において低トルク性に優れ、十分な音響耐久性を有する転がり軸受に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

ハードディスクドライブ（HDD）スピンドルやサーボモータ等において、近年装置の作業能率向上のために高速化が進められるとともに、消費電力削減への要求のために、低出力化が促進されている。このため、モータ用軸受等に用いられる転がり軸受では、トルク特性が重要な機能として求められている。

## 【0003】

転がり軸受において、動摩擦トルクの発生原因の一つとして、グリースの粘性抵抗が知られている。このため、グリースの粘性抵抗の低減は、転がり軸受の動摩擦トルク減少への有効な手段となる。グリースの粘性抵抗を低減するためには、基油の動粘度の低減、グリースちょう度の低減が効果的である。しかし、基油粘度の低減やグリースちょう度の低減をすることにより、以下のような別の問題点が発生する。

## 【0004】

即ち、動摩擦トルクの低減のために、従来では基油の動粘度を  $5\sim 200\text{ mm}^2/\text{s}$  の範囲としているが、低粘度であるほど基油の耐熱性が低くなる。そこで、比較的耐熱性の高いエステル油やポリ- $\alpha$ -オレフィン油、エーテル油等の合成油を基油に使用して耐熱性の低下分を補償している（例えば、特許文献1参照）。

## 【0005】

また、グリースのちょう度を低減することは、増ちょう剤量の増加につながるため、相対的に基油量が減少して長期にわたり安定した潤滑性を維持する上で不利になる。また、増ちょう剤としては、リチウム石けん等の金属石けんやウレア化合物等を用いるのが一般的である。しかし、金属石けんを増ちょう剤に用いたグリースでは、金属石けん繊維のせん断抵抗が弱いため、高速あるいは高温回転時にグリースが軟化し、漏洩しやすい。従って、この金属石けんを増ちょう剤に用いたグリースは、潤滑に必要な量の基油を長時間保持することが難しいために、潤滑不良に陥り易く、十分な音響耐久が得られていない。一方、ウレア化合物を用いたグリースでは、十分なトルク特性と初期音響が得られないという問題がある。

## 【特許文献1】

特開2000-192973号公報

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、十分に低いトルク特性を有し、音響寿命、初期音響特性を兼ね備え、更にグリース漏洩が無く長寿命の転がり軸受を提供することを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記の目的を達成するために鋭意努力した結果、ジウレア化合物からなり、かつ長繊維状物を含む増ちょう剤を含有するグリースを封入することにより、転がり軸受の軸受トルクを著しく低減できることを見出した。本発明はこのような知見に基づくものである。

10

20

30

40

50

## 【0008】

即ち、本発明は、上記の目的を達成するために、内輪と外輪との間に保持器を介して複数の転動体を略等間隔に転動自在に保持し、かつ繊維長が少なくとも $3\mu\text{m}$ である繊維状物を含むジウレア化合物を増ちょう剤として含有するグリースを封入してなることを特徴とする転がり軸受を提供する。

## 【0009】

上記グリースに含有される増ちょう剤は、長繊維状物を含むために摺動面において配向性、柔軟性に優れ、トルク特性、NRRO (Non Repeatable Run-Out: 非回転同期振れ) 特性の低減効果を有する。また、グリース中における増ちょう剤のせん断安定性が向上するために、グリースの軟化や漏洩が妨げられ、特に高速回転中においても基油がグリース中に十分保持される。これらの効果は、従来の板状のウレア化合物を増ちょう剤とするグリースでは得られなかったものである。

10

## 【0010】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明に関して図面を参照して詳細に説明する。

## 【0011】

本発明において、転がり軸受自体の構造は特に制限されるものではなく、例えば図1に示す玉軸受とすることができる。図示されるように、この玉軸受1は、内輪10と外輪11との間に保持器12を介して複数の転動体である玉13を略等間隔で転動自在に保持してなり、更に内輪10、外輪11及び玉13で形成される軸受空間Sに下記に示すグリースを所定量充填し、シール14で封止して構成される。

20

## 【0012】

グリースに使用される基油としては特に制限はないが、次に挙げる各潤滑油を好適に使用することができる。即ち、ナフテン系、パラフィン系等の高度精製鉱油、ポリ $\alpha$ -オレフィン油、 $\alpha$ -オレフィンとエチレンとのコオリゴマー油等の合成炭化水素油、ジエステル油、ポリオールエステル油、芳香族エステル油、炭酸エステル油等のエステル構造を有する潤滑油、ジフェニル、トリフェニル、テトラフェニルの $\text{C}_{12} \sim \text{C}_{20}$ の(ジ)アルキル鎖が誘導された、フェニルエーテル油、ポリアルキレングリコール油等のエーテル構造を有する潤滑油等が基油として使用できる。中でも、トルク特性や音響耐久性を考慮すると、合成炭化水素油、ポリオールエステル油、炭酸エステル油、芳香族エステル油、(ジ)アルキルポリフェニルエーテル油が望ましい。特にポリオールエステル油、炭酸エステル油が望ましい。

30

## 【0013】

また、基油の動粘度は従来と同様で構わず、 $40^\circ\text{C}$ における動粘度で $5 \sim 200\text{mm}^2/\text{s}$ であることが望ましい。 $5\text{mm}^2/\text{s}$ 未満では高温特性に劣るようになり、 $200\text{mm}^2/\text{s}$ を超える場合にはトルクが高くなりすぎ、何れも本発明の目的を達成できなくなる。

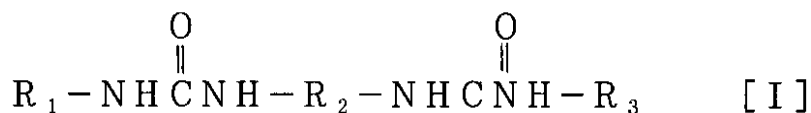
## 【0014】

上記基油には、増ちょう剤としてジウレア化合物が用いられる。特に、下記一般式〔I〕で表されるジウレア化合物が好ましい。

40

## 【0015】

## 【化1】



## 【0016】

式中、 $\text{R}_2$ は炭酸数6～15の芳香族系炭化水素、 $\text{R}_1$ 、 $\text{R}_3$ は脂肪族炭化水素基を表し、同一でも異なってもよい。また、 $\text{R}_1$ 、 $\text{R}_3$ は特に炭素数8～20の直鎖アルキル基が望ましい。

50

## 【0017】

また、このジウレア化合物は、繊維長が3  $\mu\text{m}$ 以上である長繊維状物を含む。但し、繊維長があまりに大きすぎると、軸受回転時に接触面に入り込んだときの振動が大きくなり、初期音響特性に良い影響を与えない。従って、上限としては20  $\mu\text{m}$ 以下が望ましい。尚、繊維径は1  $\mu\text{m}$ 未満が適当である。また、この長繊維状物は、増ちょう剤全量の30重量%以上を占めることが好ましい。30重量%よりも少ないと、トルク低減効果が十分に発現しない。

## 【0018】

上記グリースにおいて、ジウレア化合物の長繊維状物は、透過型電子顕微鏡により6000倍～20000倍の倍率で確認することができる。観察に当たっては、グリースをヘキササンなどの有機溶剤で希釈し、この希釈液をコロジオン膜を貼った銅製メッシュに付着させる。これら一連の観察は、ごく一般的な方法に従って実施すればよい。図2(A)はその顕微鏡写真の一例(実施例1によるグリース組成物)であるが、繊維長が3  $\mu\text{m}$ 以上の長繊維状物が生成していることがわかる。

10

## 【0019】

尚、増ちょう剤量は従来と同様で構わず、グリース全量の5～20重量%とすることができる。

## 【0020】

また、グリースには、その好ましい特性を損なわない範囲において、上記した基油及び増ちょう剤の他に周知の酸化防止剤、防錆剤、油性剤、極圧添加剤等の添加剤を含有させても良い。これら添加剤は、合計でグリース全量の20重量%未満とすることが好ましい。

20

## 【0021】

## 【実施例】

以下に実施例及び比較例を挙げて、本発明を更に説明する。但し、本発明は以下の実施例により何ら制限されるものではない。

## 【0022】

(実施例1～3、比較例1～4)

表1に示す如く、基油及び増ちょう剤を混合して試験グリースを調製した。また、板状ジウレア及びリチウム石けんを含むグリースは何れも市販品を用いた。そして、試験軸受「呼び番号695(内径5mm、外径13mm、幅4mm、プラスチック保持器付)」に各試験グリースを10mg封入し、下記に示す各実験を行い、軸受トルク、グリース漏洩量、NRRO特性を評価した。

30

## 【0023】

## 【表1】

表 1

|                             | 実施例 1                     | 実施例 2             | 実施例 3                                   | 比較例 1                     | 比較例 2                                   | 比較例 3                     | 比較例 4          |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|----------------|
| 増ちよう剤                       | ジウレア                      | ジウレア              | ジウレア                                    | ジウレア                      | ジウレア                                    | ジウレア                      | リチウム石鹼         |
| 基油構成                        | ポリ $\alpha$ オレフィン<br>100% | ポリオールエステル<br>100% | アルキルジ <sup>o</sup> フェニル<br>エーテル<br>100% | ポリ $\alpha$ オレフィン<br>100% | アルキルジ <sup>o</sup> フェニル<br>エーテル<br>100% | ポリ $\alpha$ オレフィン<br>100% | 炭酸エステル<br>100% |
| 基油動粘度<br>mm <sup>2</sup> /s | 30                        | 30                | 46                                      | 46                        | 100                                     | 30                        | 18             |
| 混和ちよう度                      | 230                       | 210               | 260                                     | 250                       | 280                                     | 240                       | 290            |
| 繊維構造                        | 長繊維                       | 長繊維               | 長繊維                                     | 板状                        | 板状                                      | 板状                        | 短繊維            |

10

20

30

40

50

## 【0024】

## (実験-1)

図3に示す測定装置30を用いて軸受トルク試験を行った。この測定装置30において、上記の試験軸受31は2個1組で、エアースピンドル32に連結する軸33に予圧用ウェーブワッシャ34を用いて装着される。また、試験軸受31はエアースピンドル32とともに水平に置かれ、糸35を介して荷重変換器36が吊るされており、この荷重変換器36の出力がX-Yレコーダ37により記録される。試験は、試験軸受31をアキシャル荷重14.7Nの条件下で20000rpm(外輪回転)で高速回転させ、回転直後のトルクと回転5分後のトルクとを測定し、その上昇率(トルク比)を評価した。結果を図4に

示すが、長繊維状物のジウレア化合物を含有するグリースを封入することにより、軸受トルクの上昇を低く抑えられることがわかる。

#### 【0025】

##### (実験-2)

実施例1及び比較例3において、40℃における動粘度の異なる基油を用いてグリースを調製し、この試験グリースを上記試験軸受に封入し、実験-1と同様の測定装置を用い、同条件にて軸受トルクを測定した。結果を図5に示すが、長繊維状物のジウレア化合物を含有するグリースは、板状のジウレア化合物を含有するグリースに比べて基油の動粘度にかかわらず、軸受トルクが低く抑えられていることがわかる。

#### 【0026】

##### (実験-3)

図6に示す装置を用いて、グリースの漏洩試験を行った。図示される装置は、一对の試験軸受50、50、シャフト51、円筒状のハウジング52、ステータ53とロータ54からなるモータ55で構成される。そして、実施例2、比較例1、比較例4の各試験グリースを試験軸受50に封入し、アキシャル荷重14.7Nの条件下で20000rpm（外輪回転）で高速回転させ、回転前の軸受重量と所定時間経過後の軸受重量からグリースの漏洩率を求めた。結果を図7に示すが、実施例2の試験グリースを封入した軸受は耐グリース漏洩性に優れることがわかる。

#### 【0027】

##### (実験-4)

図8に示す装置を用いて、NRRO特性試験を行った。図示される装置の基本構造は本出願人による特開平9-178613号公報に示すものであり、ここでは概略を以下に示す。

#### 【0028】

平行な上板64と下板65とを支柱66、66により結合して成るフレーム67を備えており、下板65には駆動装置68を支持固定している。この駆動装置68は試験軸受81の内輪を、ラジアル方向の位置決めを図った状態で回転駆動するもので、鉛直方向に配置されて図示しないモータにより回転駆動されるスピンドル軸90と、このスピンドル軸90を回転自在に支持する静圧気体軸受からなる精密軸受装置100とから構成される。上板64には、支持装置69が支持固定されている。この支持装置69は、試験軸受81の外輪を回転しない状態で支持するもので、外輪にアキシャル荷重を付加する機能と、外輪がラジアル方向に円滑に変位する事を許容する機能とを有しており、アキシャル荷重を付与する機能を発揮させるために上板64の中央部に形成した保持孔70に、シリンダ部材71を固定している。シリンダ部材71の底板部72に形成した通孔73には、押圧ロッド77が昇降のみ自在に（回転不能に）挿通されており、押圧ロッド77の上端部に固設した鏢部74の上面と、シリンダ部材71の中間部に昇降自在に嵌装した受板75の下面との間には圧縮ばね76が設けられ、押圧ロッド77はこの圧縮ばね76の弾力に見合う力で下方に押圧されている。また、シリンダ部材71の上端開口部に被着した蓋板28の中心部にはねじ孔（図示せず）が形成され、このねじ孔に調節ねじ79を螺合させて受板75の上下位置を調節するようになっている。また、圧縮ばね76により押圧ロッド77に付与されるアキシャル荷重も、調節ねじ79を回転させることにより調節される。

#### 【0029】

また、試験軸受81の外輪がラジアル方向に円滑に変位することを許容するために、支持装置69の下端部には外輪を抱持するためのホルダ80が設けられており、このホルダ80の下面には外輪を抱持するための円形凹孔81が形成され、上面には直径方向に互る凸部82が形成している。更に、押圧ロッド77の下端部には、係止板83が固定され、この係止板83の下面には直径方向に互る凸部84が形成されている。そして、ホルダ80の上面と係止板83の下面との間に、焼結材料等により造られた多孔質材85を挟持して、ラジアル方向に互る変位を許容する静圧気体軸受86を構成している。また、多孔質材85に給気口89を設けて、多孔質材85内に圧縮空気を送り込み自在としており、圧縮

10

20

30

40

50

ばね 76 によるアキシアル荷重は圧縮空気の膜を介して伝達自在とされている。更に、ホルダ 80 の外周面に対向する部分に、非接触式の変位センサ 81 が設けられている。

【0030】

上記の装置を用い、各実施例及び各比較例の各試験グリースを上記試験軸受 81 に封入し、アキシアル荷重 14.7 N の条件下で 12000 rpm (内輪回転) で高速回転させ、非回転同期振れ NRRO を求めた。結果を図 9 に示すが、長繊維状物のジウレア化合物を含有するグリースを封入することにより、優れた NRRO 特性が得られることがわかる。

【0031】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、長繊維状物のジウレア化合物を含有するグリースを封入することにより、十分に低いトルク特性を有し、音響寿命、初期音響特性を兼ね備え、更にグリース漏洩が無く長寿命の転がり軸受が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の転がり軸受の一実施形態である玉軸受を示す断面図である。

【図 2】(A) 実施例 1 において増ちょう剤として使用したジウレア化合物の電子顕微鏡写真であり、(B) 比較例 1 のジウレア化合物の電子顕微鏡写真である。

【図 3】実験 - 1 及び実験 - 2 において、軸受トルクを測定するために用いた装置を示す概略図である。

【図 4】実験 - 1 の測定結果を示すグラフである。

【図 5】実験 - 2 の測定結果を示すグラフである。

【図 6】実験 - 3 において、グリースの漏洩量を測定するために用いた装置を示す概略図である。

【図 7】実験 - 3 の測定結果を示すグラフである。

【図 8】実験 - 4 において、NRRO 特性を測定するために用いた装置を示す概略図である。

【図 9】実験 - 4 の測定結果を示すグラフである。

【符号の説明】

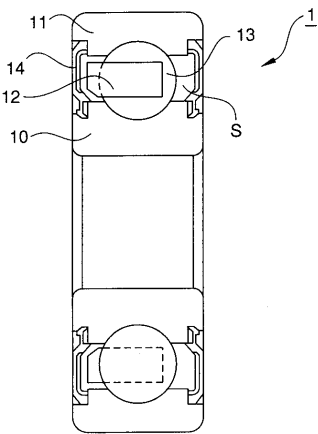
- 1 玉軸受
- 10 内輪
- 11 外輪
- 12 保持器
- 13 玉
- 14 シール

10

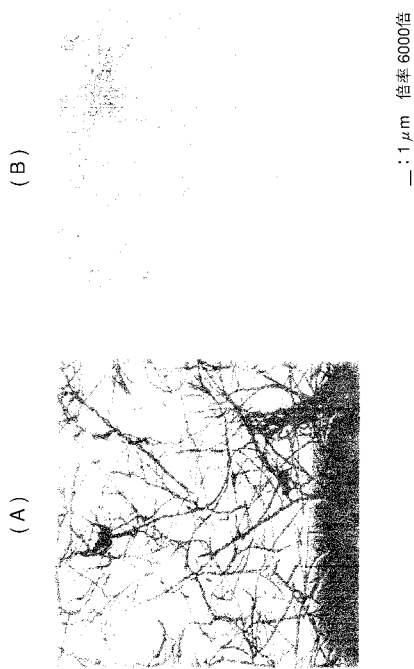
20

30

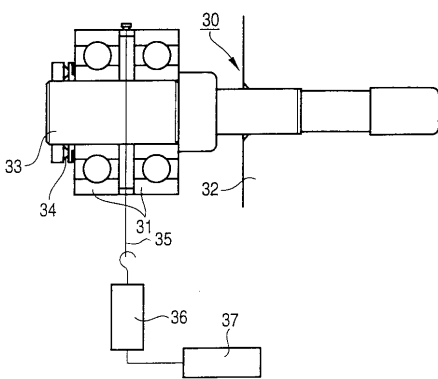
【図 1】



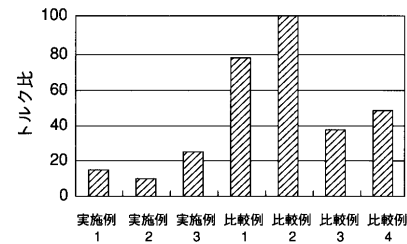
【図 2】



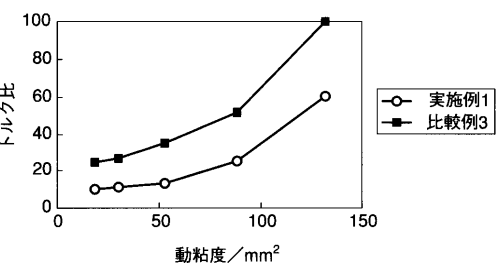
【図 3】



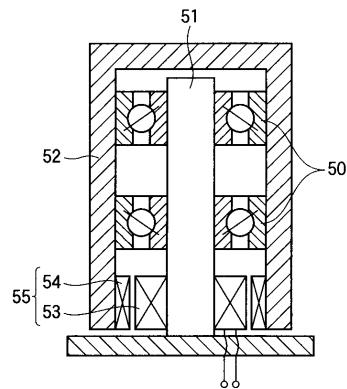
【図 4】



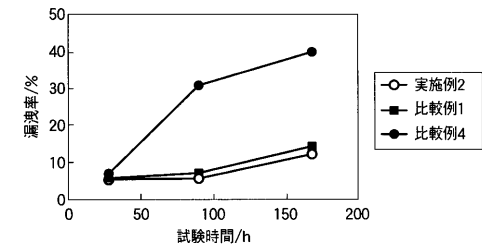
【図 5】



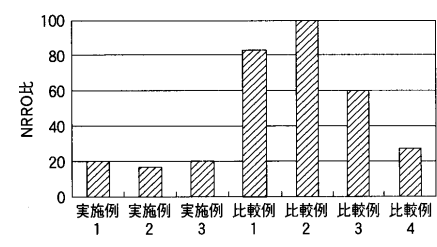
【図 6】



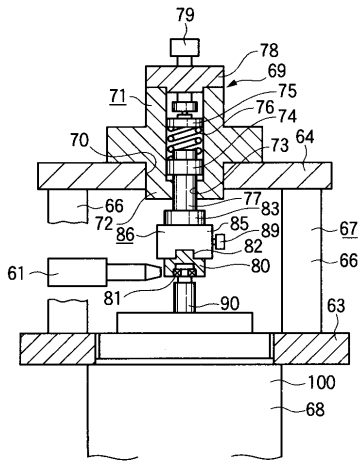
【図 7】



【図 9】



【図 8】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup>                                                                                     | F I            | テーマコード (参考) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|
| C 1 0 M 169/02                                                                                               | C 1 0 M 169/02 |             |
| // C 1 0 N 20:06                                                                                             | C 1 0 N 20:06  | B           |
| C 1 0 N 30:06                                                                                                | C 1 0 N 30:06  |             |
| C 1 0 N 40:02                                                                                                | C 1 0 N 40:02  |             |
| C 1 0 N 50:10                                                                                                | C 1 0 N 50:10  |             |
| <br>(74)代理人 100090343<br>弁理士 濱田 百合子                                                                          |                |             |
| (72)発明者 外尾 道太<br>神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内                                                               |                |             |
| (72)発明者 藤田 安伸<br>神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内                                                               |                |             |
| (72)発明者 八谷 耕一<br>神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内                                                               |                |             |
| (72)発明者 横内 敦<br>神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内                                                                |                |             |
| (72)発明者 中 道治<br>神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内                                                                |                |             |
| (72)発明者 木村 浩<br>神奈川県藤沢市辻堂神台1丁目4番1号 協同油脂株式会社内                                                                 |                |             |
| Fターム(参考) 3J101 AA01 AA32 CA40 EA64 FA01 FA31 FA41 GA53<br>4H104 BA07A BB08A BB34A BE13B EA10B LA03 PA01 QA18 |                |             |