

(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2021-76238
(P2021-76238A)

(43) 公開日 令和3年5月20日(2021.5.20)

(51) Int.Cl.	F 1		テーマコード (参考)
F 16 D 7/02 (2006.01)	F 16 D 7/02	D	3 J 7 O 1
C 10 M 107/38 (2006.01)	C 10 M 107/38		4 H 1 O 4
C 10 M 119/22 (2006.01)	C 10 M 119/22		
F 16 D 41/02 (2006.01)	F 16 D 41/02	A	
F 16 D 15/00 (2006.01)	F 16 D 15/00	Z	

審査請求 未請求 請求項の数 1 書面 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2019-215811 (P2019-215811)	(71) 出願人	591272435 澤 司郎 愛知県岡崎市緑丘3丁目1-3
(22) 出願日	令和1年11月12日 (2019.11.12)	(72) 発明者	澤 司郎 愛知県岡崎市緑丘3丁目1番地3
		F ターム (参考)	3J701 AA12 AA13 AA25 AA32 AA42 AA62 BA52 BA69 EA63 FA60 XB03 XB24 4H104 CD02B CD04A LA03 PA01 PA02

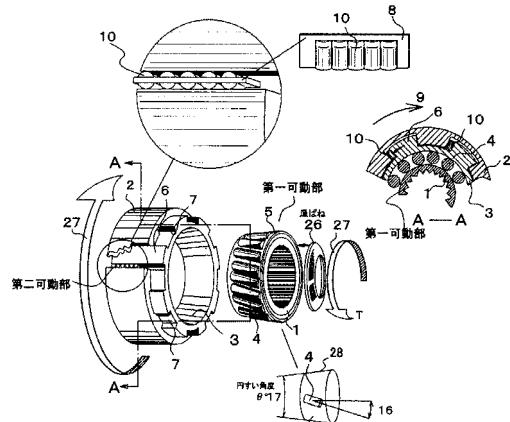
(54) 【発明の名称】ローラー式粘性制動接手

(57) 【要約】

【課題】円すい軌道の内外輪間にスキュウしたローラーを介装するとワンウェイクラッチになる、接点には油膜が閉じ込められてトルクに比例する面圧で油膜が粘弹性体に変態する、その油膜のクリープ抵抗でトルクがゼロでも巨大トルクでも略同じ速さに制動されて相対回転するローラ式粘性流体接手を得る。

【解決手段】内外輪の軌道面の円すい角度と、ローラーのスキュウ角度と、フッ素樹脂にフッ素油と固形添加剤で成る粘性制動抵抗組成物の四者を適宜組み合わせることで課題を解決した。

【選択図】図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

軸の外周の角度が 8° 乃至 15° の範囲の円すい形状でなる第一部材と第一部材の外側を回動する内周面が 8° 乃至 15° の範囲の円すい形状でなる第二部材の間に前記第一と第二部材の回動軸に対して傾斜角度が 8° 乃至 12° の範囲でスキュウして転動する複数のローラーを保持器手段で保持した第三部材が、第一と第二の間に乾燥状態の金属接触でクサビ作用を生ぜしめる状態にし、これに第四の部材として、パーカーフルオロポリエーテル (P F P E) 系流体に増稠剤としてポリテトラフルオロエチレン (P T F E) を加えた組成物、若しくは前記組成物に微小粒子を加えた組成物の、前記第一、第二、第三、第四の部材で成るローラー式粘性制動接手。

10

【発明の詳細な説明】**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【001】**

本発明は、油圧式の力を減衰する図 7 のアブゾーバーと同じ機能を転動ローラーの接点下に高圧で閉じ込められる油膜 (E H L) の粘性抵抗で得る。該油膜を使った類似の例ではトロイダル形 C V T がある。C V T の該油膜 (E H L) では伝達の際に 4 ~ 6 % の粘性滑りで損失を伴う。ところがこの粘性滑りだけを考察すると、入力側が 100 回転すると出力は 4 ~ 6 回転遅れることである。試しに C V T に二硫化モリブデンなどを体積比で 3 % 添加すると、トルク伝達中の相対的滑りは毎分 100 回転に達する。本発明は前記 C V T の粘性滑りの部分だけを活用して前記アブゾーバー機能を創出する手段である。

20

【002】

具現化の例に特許文献 1 の特許第 2903325 号がある。構造は既存の円すいころ軸受のローラーをスキュウさせただけの簡単なもので、図 6 のトルクと粘性スベリ速度の関係特性 (32) が得られる。当方式の利点はローラー全数でトルクを分担するので容量が非常に大きいこととローラーが油膜パッドに浮上のため内外輪に偶力付与するだけで粘性抵抗が減衰し半クラッチを創出する。また入力に比例してローラーのヘルツ弾性で組幅が収縮するのでその変位量がトルクセンサーになる。当部材を 4WD 推進軸に介装すると前後輪の差回転を感じて駆動力を各輪に瞬時に配分する、また逆転はオーバーラニング、内外輪を離なせば遮断し、トルクマネジメントには極めて好適である。今出願は、前記特許文献 1 の発明以降、29 年間かけた改良の結果である。比較事例に図 6 に示す各種の差動制限装置 (30) のビスカス接手、油圧ポンプ抵抗式 (31)、ウォームギヤの摩擦抵抗式 (33) (商品名トルセンデフ) 等がある。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【003】**

【特許文献 1】 特許第 2903325 号

【特許文献 2】 特許第 4614167 号公報

40

【特許文献 3】 特許第 5816895 号公報

【特許文献 5】 特開 2001-173753 (円すい角、スキュウ角の記述)

【非特許文献 1】 公開されている潤滑油の高圧固化転移グラフ、図 2

【非特許文献 2】 閉じ込め油膜の観測 (高知工科大学トライボロジー研究室 尾石 祐著)

【発明の概要】**【004】**

本発明は非特許文献 2、の公知の、ローラーと軌道面はヘルツの弾性で窪んで図 3、のように油膜が面圧で固化転移する。ところが固化転移した油膜のレオロジー並びに粘性抵抗に関する学術的研究事例は皆無であり本発明は出願人の実験に基付く、以下に油膜の粘性で制動抵抗を得る原理の詳細を述べる。図 1 の第一部材である円すい角度 (17) の内

50

軌道輪（軸）（1）と第二部材である外軌道輪（3）の周上に保持部材でもってローラー（4）をスキュウ（16）させて転がるように配置した第三部材から成り、外輪を矢印（27）の方に回すとローラー（4）が図4、のようにクサビ角で軌道間に食い込みロックする。これに後述の第四部材の粘性制動抵抗組成物が加わるとローラー接点下に閉じ込め油膜が出来て第一部材と第二部材間にトルクが作用すると図6の（32）ようにトルクが0でも巨大トルクでも略一定の速さに制動されて相対回転する。その理由は非特許文献1より、厚さが0.3μの油膜が出来てトルクに比例の面圧で固化転移が進むに連れて制動抵抗が増して略一定の速さになると推察される。

【005】

設定角（16）（17）度の実験。前記円すい角（17）が10°、でローラー径が5ミリでスキュウ角（16）が10°、ローラーの公転径（PCD）が20ミリの試験品をリチューム石けん基グリースで潤滑すると角度で毎分2～3度の微速度でクリープ変位する。そこに摩擦係数がもっとも低い層状潤滑剤の二硫化モリブデンを体積比で3%添加すると粘性回転し速さは粘度にもよるが毎分100回転に達する。その時の条件は、図1、の（イ）円すい角度（17）と（ロ）ローラーのスキュウ角度（16）と（ハ）図2、粘性制動抵抗剤の固化転移と（ニ）添加剤の4項目であることが分かった。

10

【発明が解決しようとする課題】

【006】

課題1. 始動初回のトルク変動。ローラーの面圧が1～3GPaの超高压下で粘性回転を繰り返した後に静止状態にして時間を置くと再起動時にロックして手動で角度で10°ほどアシストしないと粘性が再現しない。推定ではグリースのリチューム石けん基と基油の炭化水素と添加剤の二硫化モリブデンとクロム鋼の触媒反応で粘性回転阻害要因が出現すると考えられる。

20

【007】

課題2. 作動遅れ。急激にトルクを負荷すると必ず非ニュートン流体のチキソトロピーよりも激しいダイラタント（Dilatancy）固化を呈し一旦ロックし3～4秒後に自然に粘性動作に復帰する。この遅れは致命的である。

課題3. 温度依存性の課題。前記のグリースと二硫化モリブデンでは温度に比例して速度が激しく変動する。温度依存性の低いCVT用トラクション油に二硫化モリブデン粉末を3%を添加すると温度の影響は低下するが肝心の粘性回転が遅くて実用性を欠く、従って温度依存性の低い性制動抵抗組成物が要る。

30

課題4. 発熱の抑制。面圧が1～3GPaもの高圧の差動スベリの制動は発熱で速度が速くなる、昇温抑制にはサイズを大型化して面圧を下げ熱放散させるとともにローラーのスキュウ角を少なくして差動スベリ量を減らす。

課題5. トルク変動の低減。二硫化モリブデンの添加量が3%を僅かでも超えると粘性にトルクむらができる。逆に3%以下の稀薄では引っかかってロックして回らない、これより二硫化モリブデン3%の密度と均一な分散が課題である。前述の課題1と2の原因は静止の期間中に添加剤分子の結合エネルギーで凝集して密度が偏るために推察された。

課題6. 粘性制動抵抗物の適合。前記二硫化モリブデン以外の特許文献3の明細書の[011]2行目に記載の「フッ素樹脂等を添加」とあるが添加では全く用を成さない。

40

【課題を解決するための手段】

【008】

請求項1について説明する。軸の外周の角度が8°乃至15°の範囲の円すい形状でなる第一部材と第一部材の外側を回動する内周面が8°乃至15°の範囲の円すい形状でなる第二部材の間に前記第一と第二部材の回動軸に対して傾斜角度が8°乃至12°の範囲でスキュウして転動する複数のローラーを保持器手段で保持した第三部材が、第一と第二の間に乾燥状態の金属接触でクサビ作用を生ぜしめる状態にし、これに第四の部材として、パーカルオロポリエーテル（PPE）系流体に増稠剤としてポリテトラフルオロエチレン（PTFE）を加えた組成物、若しくは前記組成物に微小粒子を加えた組成物の、前記第一、第二、第三、第四の部材で成るローラー式粘性制動接手を手段とする。

50

【009】

前記パーカルオロポリエーテル系オイルは粘度指数が高く（温度で粘度変化が少）耐熱性に優れる。用途に応じて動粘度を選択する。粘性速度が気温変動に対して一定であることが必須で粘度指数が高く低温流動性が良いものに限定される。

【010】

根拠について、根拠1. 非特許文献の「転がり接触下の閉じ込め油膜の観測結果」の記述中に油膜の厚さが0.3μで油が周囲から流出しそのスクイズ流体膜が出来るとある。図1に示す構成と粘性制動抵抗を創出する組成物の固化転移する圧力との相関をXYZのグラフで図5に示す。接点下の閉じ込め油膜の模式図を図3. に、ローラーのクサビ作用の断面模式図を図4. に示す。図4. では乾燥面では初期クサビ角度 θ は1.8°で始まりトルク増大に連れてヘルツ弾性の変位も拡大し最後にブリネル圧痕を生ずるに至る。生じた圧痕の拡大観察より面圧3GPaではクサビ角 θ は3°付近になる。外輪の剛性が低いと外輪はローラー数の多角イビツに変形しクサビ角 θ は急激に5°以上になりスベリ始める。外輪を厚肉にすると面圧が4GPaを超えたところでブリネル圧痕を生じ破壊する。ところが前述の固化転移する油膜があると油膜のせん断強度を超えた付近で断続的に滑る。所望の粘性回転を創出するためには図5. の太線枠に囲まれた立方体A、B、C、D、E、F、G、Hの範囲内にする。因みに基油が固化転移しない例えばシリコーン油ではロックして粘性回転は全く生じない。

10

【011】

根拠2. 粘性制動抵抗剤の組成物の摩擦係数 μ 値と円すい角度の関係。

20

図1. の軌道の円すい角度(17)を小さくした9°の円すい軌道に、スキュウ角度(16)が8°~12°のローラーを組み合わせて表面を脱脂し、現存する最も摩擦係数の低い二硫化モリブデンの $\mu = 0.04$ の粉末を塗布してトルクを与えたところ強固にロックした。そこに高粘度の鉛油を加え油膜形成を試みたが、円すい角10°の時のような粘性回転は全く生じなかった、つまり粘性回転を得るために円すい角度は9°以上が必要で更に低い摩擦係数 $\mu = 0.03$ の粘性制動抵抗剤が出現しても円すい角は少なくとも8°以上が必要であることが分かった。

【012】

前記の円すい角が9°より大きい10°品を脱脂して二硫化モリブデン粉末2($\mu = 0.04$)を塗布すると滑って噛み合わない。これに鉛油を滴下するとたちまち粘性制動抵抗回転が出現する。つまり当該構成でロックするか前記粘性回転を呈するかは概ね粘性制動抵抗剤の組成物の摩擦係数と円すい角度の二者で決まる。円すい角度を12°、に大きくしてスキュウ角度を10°にすると、クサビ角度図4. の θ 値は無負荷では2.5°付近になる、これにトルクを負荷するとローラー接点の面圧によるヘルツ弾性変位で θ 値は更に大きくなる、 θ 値が大きくなると面圧はトルクに比例して上がらず油膜の固化に依るトラクション係数も上がらないのでローラーは断続的にスリップする。

30

【013】

ここで云う粘性制動抵抗の抵抗とは、面圧が3GPaもの超高压下で厚さが0.3ミクロンの薄膜の変形抵抗の制動エネルギーは熱に変わるので差動スベリ=発熱で、その抑制を鑑み前述のスキュウ角度は15°、以下と定める。

40

【014】

第四部材の粘性制動抵抗の組成物の課題。1) グリースに通常用いられる増稠剤のリチウム石けん基と炭化水素系油剤の場合、極圧性固体潤滑の二硫化モリブデン(MoS₂)、カーボングラファイト、二硫化タンゲステン、炭化ホウ素、雲母、滑石、ほう酸、酸化亜鉛、酸化鉛、硫黄、六方晶窒化ほう素(hBN)、球状シリコーン粒子、を実験検証の結果、何れも粘性制動抵抗剤として有効でその添加の量でトルク特性が激変することが分かった。2) 欠点は前記の添加剤を用いると再始動の初回に限ってロックし、直後に解消する。再現性から、添加剤を均等に分散させても時間経過で粒子が凝集することが挙げられる。更にスキュウしたローラーの1GPa以上の高圧下の激しい差動スベリ発熱で粘性回転を妨げる何らかの化学物質が一瞬だけ生じることも疑われる。3) また、潤滑用極

50

圧性の添加量は、増稠剤と基油の二者の組成物に対して体積比で3%を超えると制動力を失うことが分かった。この3%値は極めて稀薄で静止中に沈殿、分子間の結合凝集で再活動時に限って粘性トルクがばらつく。⁴また粘性速度は温度変動(粘度)に敏感過ぎるので対策に粘度補正用の各種ポリマーを試したが効果はなかった。⁵)急激に負荷する必ず3~5秒間ロックする、粘性流体で云うチキソトロピーよりも激しいダイラタント流体に近い一時的な個化現象で、添加剤のシリコーン粒子、二硫化モリブデン、グラファイト、雲母、酸化亜鉛、銅粒子、などの微粒子は3%を超えるとダイラタントが顕在化し致命的である。

【015】

以上の不具合を鑑み、粘性制動抵抗組成物の要件は、¹添加剤の含有量(%)の厳格管理。²添加剤の粒子が凝集しない、³沈殿しない、⁴分散が均等に維持されること、⁵製造工程で密度の偏りがない。⁶粘性制動抵抗組成物の粘度が一定で温度で変化が少ない粘度指数が大きいこと、等が要件になる。

10

【016】

本発明は、前述の炭化水素系油剤と前記添加剤の組成物での不具合原因を一つずつ検証し対策の試行錯誤から最終的に到達したもので、弾性と柔軟性を備えた不活性のフッ素樹脂粒子を中心に構成部品寸法との好適な組み合わせを得た。その理由を列挙すると、¹フッ素樹脂粒子は機械的な外力を受けても粒子が限りなく微細化するだけで摩擦係数は変化しない。²また現知見では説明できないがフッ素樹脂の静摩擦係数 μ_0 が動摩擦係数 μ よりも小さい $\mu_0 < \mu$ に依拠すると推定される。³そこでフッ素樹脂粒子を増稠剤にフッ素油の組成物であれば不活性のため熱、摩擦による化学反応も無く粒子の凝集もないと推定される、⁴またフッ素樹脂は低温並びに耐熱性に富むのでトルク変動が少ない。⁵実験では長期の静止時間を経ても、並びに衝撃負荷を与えても前記チキソトロピ、ダイラタント現象は全く生じないことがある。

20

【017】

ところがフッ素樹脂増稠剤とパーカルオロポリエーテル油の組成物では新たな不具合が生じた。図8の如く粘性回転の速度が(²⁹)のようにスティック、スリップと思われる細かいびびり状に変動する。対策を試行錯誤の結果、二硫化モリブデン(MoS₂)、シリコーン微粒子粉末、銅粉末微粒子、雲母粉末、カーボングラファイト粒子、酸化亜鉛粒子、炭化ホウ素の微粒子を極めて微量加えると、波形が(³⁰)のように改善し粘性の速度が速くなることを発見した。

30

【018】

前記トルク特性と添加剤の関係を図9のXYZ座標に示す、X軸を粘性回転速度、Y軸をトルクション係数(トルク伝達力)、Z軸を微粒子の添加量%とすると、Z軸の微粒子の添加で前記のビビリ変動が減る反面、速度は図9のフッ素樹脂のみ(³²)に比べて速く(^{32d})になる。面圧が0.3GPaを超える高トルクでは添加剤の種類で様相が異なる、例えばシリコーン粒子では0.3GPaを超えると強固にロックしたままで停止する。推定原因是油膜が面圧で薄くなり代りに添加した粒子の摩擦係数が顕在化するためと推察される。また層状潤滑剤のMoS₂、雲母、では更に高いトルク域まで粘性回転を持続し限界に達すると断続的に図9、の破線(³²)のように滑り始める。また微粒子の添加量が体積比で3%付近の図9の破線(²⁵)を超えるとトルク伝達(²²)は急減する。

40

【019】

つまり所望するトルク特性はフッ素樹脂(PTFE)とフッ素油(PTPE)の組成物に添加する微粒子の硬さ、粒径、形状、摩擦係数、と基油との親和性によって自在に得られる事を発見した。例えば図9、より(³²)のフッ素樹脂とフッ素油のみのトルク特性はトルクの大小に関わらず略一定の速さ(³⁸)の領域は広いが前述したビビリを発する。これの改善にシリコーン粒子3%を添加すると(^{32a})の様に大トルクでは粘性速度は遅くなり最後にロック停止する。トルクを減らせば元の粘性に戻る。基油自体の高圧下の粘性抵抗は流体域のため非常に小さく $\mu = 0.01$ 以下である。大トルクになると面圧が増して油膜は弹性圧縮されて薄くなる、すると油膜厚さより径の大きいシリコーン粒子が

50

受圧してシリコーンの摩擦物性が顕在化しロックする。これに層状潤滑のMOS2を添加すると(32b)基油との層状潤滑の相乗効果でシリコーンよりも一段と摩擦係数が低いためロックはせずに粘性回転は略等速度で持続する。更にMOS2を増やすと(32c)のように粘性回転は速くなり量に応じて(32e)になる。またMOS2だけを添加すると(32d)のように急激に滑り始める。現在のところGPaもの高圧下での添加粒子とフッ素油とフッ素樹脂の分子間の粘性摩擦の相互関係を知る手段がないので用途毎に各種添加剤の適合性を実験的で確かめて用いる。このイメージを図3に示す。例えばトクリミッター機能を得るには、MOS2の添加量の増減で予め想定した(33)の点線を超えた所で滑らせて過剰分を逃がす、発熱でリミッター線は下がるので安全側に働く。

【発明の効果】

10

【020】

本発明品の構造がISOの転がり軸受とほぼ同じであるので転がり軸受に於ける理論解析、信頼性、高清浄度鋼材料、加工、大量生産設備、部品全てが流用可能で極めて安価に提供できる。発明は各種油剤のトラクション係数、油膜強度の測定評価に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【021】

【図1】は本発明の代表的実施例で外輪の外径には外筒の環状部材2が外輪と歯形の凹凸7.8、のスプラインで噛み合い外輪3、と外筒2はスライドする。歯形の片面のみにスプラインの歯筋に沿ってローラー10が縦列に保持器8、で複数個配置してある。

20

【図2】は一般公開の各種潤滑油の圧力で固化転移開始する圧力Sの実測値。

【図3】は閉じ込め油膜のスクイズアウトの作動のイメージ図。

【図4】はローラーの噛み合いクサビ角度を示す模式図。

【図5】は粘性回転創出の請求項1、の要件の範囲をXYZ座標で表示の図。

【図6】本発明に類似品の、トルク負荷と相対回転の速さの比較グラフを示す。

【図7】本発明に類似機能のベーン式ポンプで引き出し線の丸枠内は機能説明の模式図

【図8】固体潤滑剤の含有量と速度変動の関係グラフ。

【図9】二硫化モリブデンの含有量とトラクション係数(μ)、粘性速度の相関グラフ。

【発明を実施するための形態】

【022】

図1、に実施の形態を示す、ローラーのサイズは標準の0.8mm以上無制限に使用可能で用途に応じて大型化する。構造は第一と第二可動部で成り、第一稼働部は符号1、と3、の円すい面の軌道輪とローラー4、は軸受鋼を焼き入れ硬化して精度はJIS転がり軸受の円すいころ軸受に準拠、保持器は鋼板プレス成形、トルクが作用すると内輪1、と外輪3は軸方向に相対変位するので外輪を第二可動部でスライドする。油膜浮上のローラー(4)の初期吸い込み力は弱く付勢ばね(26)よりもスライド摩擦抵抗が大きいとローラーは噛み合わず作動しないのでスライド摺動面にローラー(10)を介在させるか若しくはスライド面(7)を5~10度の捻じれスプラインにしてトルクで外輪軌道面をローラー(4)に接圧させる(図省略)。

30

【023】

粘性制動抵抗組成物は密封し回転作動に連動させて攪拌循環させる(図省略)また軌道輪とローラーは軸受用高清浄度鋼使用で疲労強度は半永久的である。

40

【実施例】

【024】

1. 図1、に代表的実施例を示す。

2. 本発明は、潤滑油の高圧固化油膜のせん断強度(トラクション係数 μ)図2の(s)値を知る簡単な計測器としても有効である。

3. ローラーの転送面の母線形状は直線、曲面若しくは球面の何れでも良く負荷で弾性変形後に線接触さえすれば足りる。ローラーはテーパーでも良く角度が概ね請求項の範囲で乾燥時にクサビ作用さえ生ずればよい。図省略

4. ローラーの公転径が同じでローラー径を細くすると回転は遅く、太くすると速く成り

50

、速度はローラー径で変えることが出来る。図省略

5. 粘性制動抵抗剤にはパーカーフルオロポリエーテル液と親和性の高いポリテトラフルオロエチレン・パーカーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリビニリデンフルオライド等が良い。図省略。

【産業上の利用可能性】

【025】

例えば車の差動制限装置に使うと現行品より重量、サイズが五分の一以下に、また変速機のギヤのインナに装着すると半クラッチ状態を創出するのでギヤが噛み合ったまま Gear to Gear 切り替えが可能で自動变速機に好適である。更に電磁クラッチでは、電力不要、コイル不要、ブーリーは樹脂化で重量が1/5以下に軽量、省エネ化する。
その他OA機器、家具、家屋のドアクローザ、重量の防火シャッターの緩降に使用する。

10

20

【符号の説明】

【026】

1 . . . 内輪

2 . . . 外輪

4 . . . ローラー

5 . . . 外筒

9 . . . 保持器

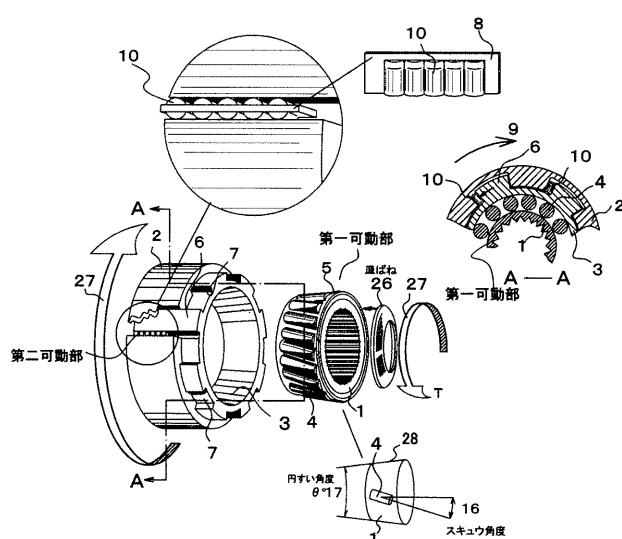
15 . . . 油の固化転移する圧力

16 . . . ローラーのスキュー角度

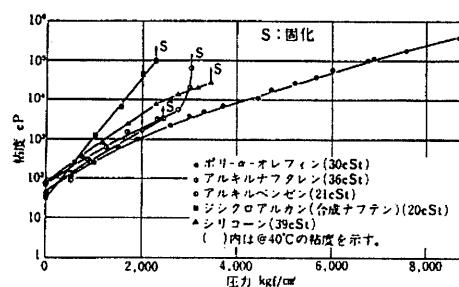
17 . . . 内外輪の軌道面の勾配角度

26 . . . 付勢ばね

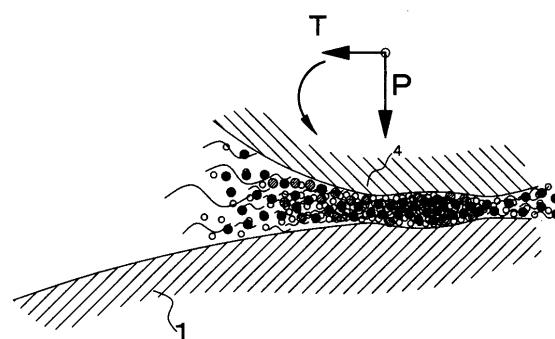
【図1】



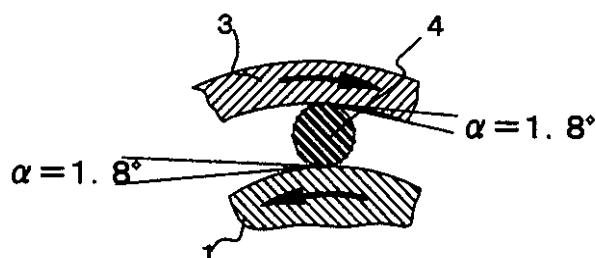
【図2】



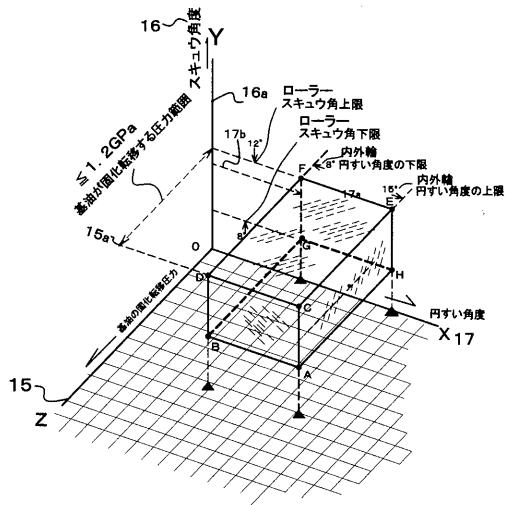
【図3】



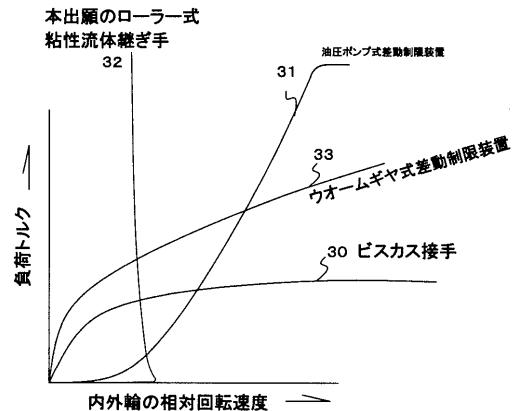
【図4】



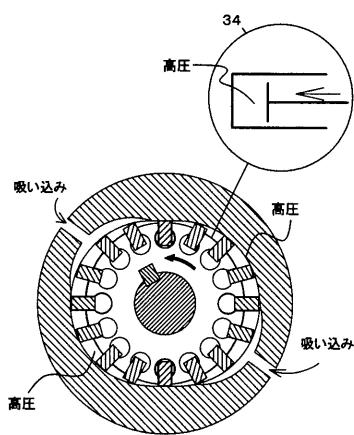
【図5】



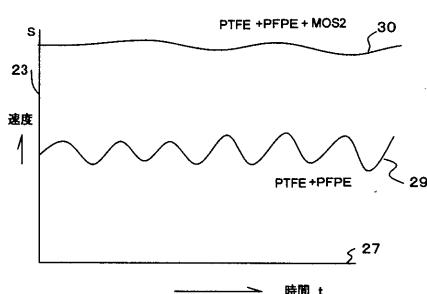
【図6】



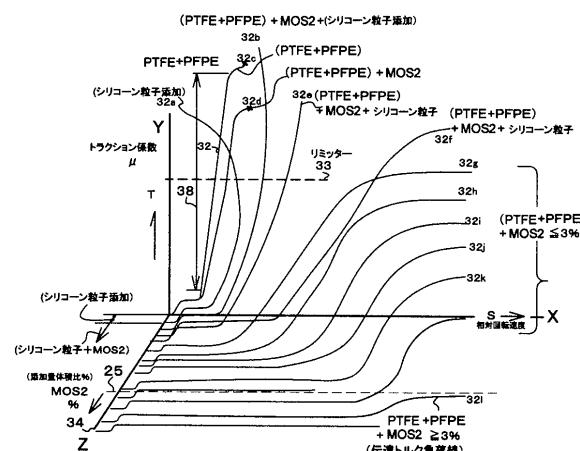
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F 1 6 C 33/66	F 1 6 C 33/66	Z
C 1 0 N 40/04	C 1 0 N 40:04	
C 1 0 N 40/02	C 1 0 N 40:02	
C 1 0 N 30/06	C 1 0 N 30:06	