

(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2013-545057
(P2013-545057A)

(43) 公表日 平成25年12月19日(2013.12.19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 C 33/64 (2006.01)	F 1 6 C 33/64	3 J 7 0 1
F 1 6 C 19/36 (2006.01)	F 1 6 C 19/36	
F 1 6 C 33/36 (2006.01)	F 1 6 C 33/36	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-542456 (P2013-542456)	(71) 出願人	509015590
(86) (22) 出願日	平成23年11月28日 (2011.11.28)		アクツィエブーラゲート エスケイエフ
(85) 翻訳文提出日	平成25年6月6日 (2013.6.6)		Aktiebolaget SKF
(86) 国際出願番号	PCT/EP2011/071157		スウェーデン国 イェテボリ フーンズガ
(87) 国際公開番号	W02012/076353		タン 1
(87) 国際公開日	平成24年6月14日 (2012.6.14)		Hornsgatan 1, SE-415
(31) 優先権主張番号	102010062481.0	(74) 代理人	100114890
(32) 優先日	平成22年12月6日 (2010.12.6)		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ころ軸受におけるころ対つば接触に関するジオメトリコンセプト

(57) 【要約】

本発明は、少なくとも1つのころ(13)のための転動軌道(14; 15)を有するころ軸受用の軸受レース(30)であって、ころ(13)は、第1の曲率を有する部分球状に形成されたころ端面(21)を有し、軸受レース(30)は、軸方向力を導出するために、ころ端面側のつば面(32)を有する、ころ端面に向かって配置されたつば(31)を備え、つば面(32)は、第2の曲率を有する球面状のつば面区分(33)を有し、第1の曲率と第2の曲率とは、球状に形成されたころ端面(21)と球面状のつば面区分(33)との間に第1の間隙寸法(d_1)が得られるように選択されており、かつつば面(32)はさらに、拡開するつば面区分(34)を有し、拡開するつば面区分(34)は、ころ端面(21)と拡開するつば面区分(34)との間の、第1の間隙寸法(d_1)より大きな間隙寸法(d_2)のための、第2の曲率より小さな曲率を有している軸受レースに関する。

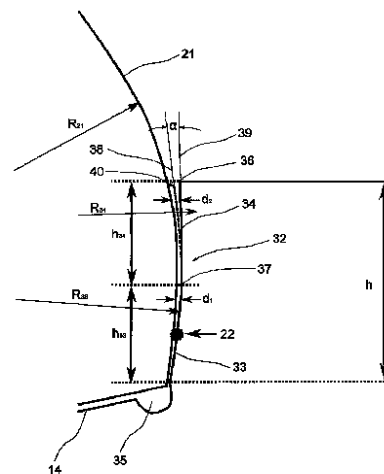


Fig. 3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つのころ(13)のための転動軌道(14; 15)を有するころ軸受用の軸受レース(30)であって、前記ころ(13)は、第1の曲率を有する少なくとも部分的に球状に形成されたころ端面(21)を有し、

前記軸受レース(30)は、前記ころ端面側のつば面(32)を有する、軸方向力を導出するために前記ころ端面に向かって配置されたつば(31)を備え、前記つば面(32)は、第2の曲率を有する球面状のつば面区分(33)を有し、

前記第1の曲率と前記第2の曲率とは、前記球状に形成されたころ端面(21)と前記球面状のつば面区分(33)との間に第1の間隙寸法(d_1)が得られるように選択されており、かつ

前記つば面(32)はさらに、拡開するつば面区分(34)を有し、該拡開するつば面区分(34)は、前記ころ端面(21)と前記拡開するつば面区分(34)との間の、前記第1の間隙寸法(d_1)より大きな間隙寸法(d_2)のための、前記第2の曲率より小さな曲率を有している、
ことを特徴とする、軸受レース。

【請求項 2】

前記拡開するつば面区分(34)内に仮想的に延長した球面状のつば面区分(40)における第1の接線平面(38)と、前記拡開するつば面区分(34)における第2の接線平面(39)との間の角度()は、 0° より大きく 30° までの範囲にある、請求項1記載の軸受レース。

【請求項 3】

前記球面状のつば面区分(33)は、前記つば(31)のつば高さ(h)の少なくとも3分の1に相当するつば面区分にわたって延在する、請求項1又は2記載の軸受レース。

【請求項 4】

前記球面状のつば面区分(33)は、前記転動軌道(14)と前記つば面(32)との間の角隅領域(35)から延びる、請求項1から3までのいずれか1項記載の軸受レース。

【請求項 5】

第1の拡開するつば面区分(34a)が、前記転動軌道(14)と前記つば面(32)との間の角隅領域(35)から延び、半径方向で前記第1の拡開するつば面区分(34a)に前記球面状のつば面区分(33)が接続し、該球面状のつば面区分(33)の、前記第1の拡開するつば面区分(34a)とは反対側の領域に、半径方向で第2の拡開するつば面区分(34b)が、前記球面状のつば面区分(33)から前記つば(31)の半径方向の端部(36)に向かって延びる、請求項1から3までのいずれか1項記載の軸受レース。

【請求項 6】

前記拡開するつば面区分(34)は、接線方向で前記球面状のつば面区分(33)に接続する平面状のつば面区分により形成される、請求項1から5までのいずれか1項記載の軸受レース。

【請求項 7】

前記拡開するつば面区分(34)は、前記球面状のつば面区分(33)に接続する別の球面状のつば面区分により形成され、該別の球面状のつば面区分は、前記球面状のつば面区分(33)の前記第2の曲率より小さな曲率を有している、請求項1から5までのいずれか1項記載の軸受レース。

【請求項 8】

前記ころ軸受は、円錐ころ軸受であり、かつ前記ころ(13)は、円錐ころとして形成されている、請求項1から7までのいずれか1項記載の軸受レース。

【請求項 9】

前記軸受レース(30)は、軸受内レースである、請求項1から8までのいずれか1項

10

20

30

40

50

記載の軸受レース。

【請求項 10】

少なくとも1つのころ(13)のための転動軌道(14; 15)を有するころ軸受用の軸受レース(30)を製造する方法(60)であって、前記ころ(13)は、第1の曲率を有する球状に形成されたころ端面(21)を有し、

前記ころ端面(21)側のつば面(32)を有する、軸方向力を導出するために前記ころ端面に向かって配置されるつば(31)を準備するステップ(61)を有し、該つば(31)を準備するステップ(61)は、

前記つば面の球面状のつば面区分(33)を準備するステップ(611)であって、該球面状のつば面区分(33)が、前記球状に形成されたころ端面(21)と前記球面状のつば面区分(33)との間に第1の間隙寸法(d_1)が得られるように前記第1の曲率に対して選択された第2の曲率を有するようにするステップ(611)と、

前記つば面の拡開するつば面区分(34)を形成するステップ(612)であって、前記拡開するつば面区分(34)が、前記ころ端面(21)と前記拡開するつば面区分(34)との間の、前記第1の間隙寸法(d_1)に対して拡大された間隙寸法(d_2)のための、前記第2の曲率より小さな曲率を有するようにするステップ(612)と、を有することを特徴とする、軸受レースを製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ころ軸受におけるころ対つば接触、特に円錐ころ軸受における円錐ころ対つば接触に関するジオメトリコンセプトに関する。

【0002】

ころ軸受、例えば円錐ころ軸受における案内つばは、直線状に形成されるか、又は球面状に形成される場合がある。直線状のつばは、主として、比較的小径の、ひいては比較的小さなつば幅を有するころ軸受のために使用される。この場合、つば幅は、利用可能なつば面上に所定の輪郭を形成するには、しばしば小さすぎる。球面状のつばは、大部分、比較的大径の、ひいては比較的大きなつば幅を有するころ軸受において使用される。球面状のつばは、ころ転動軌道側のつば形状を規定する半径が、半径の基点を実質的にころの回転軸線(ころ回転軸線)上に有することを特徴とし、ミスアライメントに基づく小さな誤差は許容されている。

【0003】

球面状のつばを有するころ軸受について詳説するために、図1に、概略的にころ軸受10の縦断面図を示した。このころ軸受10は、一例として円錐ころ軸受として形成されている。ころ軸受10は、1つの軸受内レース11と、1つの軸受外レース12と、複数のころ13とを有している。ころ13は、軸受レース11, 12の内面により形成される転動面あるいは転動軌道14, 15上を転動可能である。円錐ころ軸受の場合、ころあるいは転動体13は、相応に円錐ころである。

【0004】

円錐ころ13は、軸受内レース11に作り込まれた内側の転動軌道14及び軸受外レース12に作り込まれた外側の転動軌道15上を転動可能である。転動軌道14, 15は、円錐ころ軸受の場合、3次元的に観察すると、円錐形周面として形成されている。円錐ころ軸受10の、図1に示した縦断面図で見て、転動軌道14, 15は、転動軌道14, 15をそれぞれ仮想的に延長した延長線として、ころ軸受10の回転軸線あるいは回転軸線18上で回転点19において交差する内側の直線16と外側の直線17とを規定している。

【0005】

軸受10の運転中、各(円錐)ころ13は、自己のころ軸線20周りに自転する。ころ軸線20の仮想の延長線も、回転点19を通る。回転点19において交差する内側の直線16、外側の直線17、軸受回転軸線18及びころ軸線20の相対位置により、円錐ころ

10

20

30

40

50

13のために、転がり条件が転動軌道14, 15上に実現されているので、軸受内レース11と軸受外レース12との相対回転時、円錐ころ13は、転動軌道14, 15上を実質的にスリップなしに転動し、これに関する滑り摩擦成分は、最小化されている。

【0006】

軸方向、すなわち軸受回転軸線18の方向でも、軸方向力を受けたときに発生する摩擦を最適化するために、ころ軸受の場合、使用されるころ13の端面21は、第1の半径 R_{21} により規定される第1の曲率を有してよい。その結果、ころ13の端面として、部分球面が生じる。部分球面は、図1の拡大図に概略的に示すように、接触点22において、例えば軸受内レース11の、直線状あるいは球面状に形成されたつば23と接触する。所定の接触点22を得るために、球面状に湾曲したつば面は、ころ13の球状の端面21の第1の曲率より小さな、第2の半径 R_{23} により規定される第2の曲率を有している。

10

【0007】

直線状あるいは平面状のつばを備えて形成されているころ軸受、例えば円筒ころ軸受、球面ころ軸受又は円錐ころ軸受の場合、ころ対つば接触は、球面状に形成されるつばと比較してより高い面圧（ヘルツ応力）を、ころ端面21と、ころ端面21側のつば面との間に有している。ここで、ヘルツ応力とは、2つの弾性体の接触面の中央部に支配する最大の応力と解される。直線状のつばを備えるころ軸受の場合のように、2つの弾性体（湾曲したころ端面及び直線状あるいは平面状のつば）が互いに押し付けられると、両者は、理想的には点状にのみ接触する。しかし、現実には、弾性により、接触点22において偏平化が生じ、これにより接触面が生じる。接触面上には、両弾性体内に、特徴的な応力分布（面圧）が発生する。応力は、常に中央部において最大である。このように、球表面と平面状のつば面とが接触すると、接触楕円又はコンタクトエリプスが生じる。比較的高い面圧に基づいて、直線状のつばを備えるころ軸受の場合、一般に、作用する力が比較的高いとき、比較的悪質な潤滑膜構造が生じる。さらに、直線状あるいは平面状のつばは、球面状のつばと比較して、ころ端面と、ころ端面側のつば面との間のより小さな接触楕円を伴う。したがって、つば縁部と接触楕円との交差は、極端な負荷時にのみ発生し得る。また、一般に、直線状あるいは平面状に形成されたつばの場合、ミスアライメントに対する接触点22の低い感性が生じるので、ころ13とつばとの間の所定の接触点22が可能である。平面状に形成されたつばの場合、ころ13の比較的大きな傾斜位置が可能となる一方、転動中のころの比較的悪い案内が生じる。

20

30

【0008】

大型軸受分野の円錐ころ軸受は、図1に示すように、球面状のつば23を備えて形成され得る。このことは、直線状あるいは平面状のつばと比較して、ころ端面21と、ころ13側のつば面との間の比較的小さな面圧を結果として伴う。さらに、球面状に形成されたつば23は、直線状のつばと比較して、ころ端面21と、ころ端面21に対向するつば面との間の比較的大きな接触楕円を伴う。その結果、より頻繁に、つば縁部と接触楕円との交差、ひいてはエッジ応力が発生し得る。一般に、球面状に形成されたつば23の場合、平面状あるいは直線状に形成されたつばの場合と比較して、ミスアライメントに対する接触点22の比較的高い感性が生じる。球面状のつばは、一方では、ころ13の比較的小さな傾斜位置を結果として伴うものの、他方では、ころ端面21と、ころ13側のつば面との間の狭隘な接面に基づいて、ころ13は、転動中、より良好に案内され得る。ころ端面21及び球面状のつば面の曲率半径（及び/又はその基点）をそれぞれ異なって選択することにより、球面状のつばによっても、理論的には、ころ13とつば23との間の所定の接触点22が可能である。

40

【0009】

しかし、球面状のつばの主な欠点の1つは、結果として生じる、ミスアライメントに関するころ端面21とつば23との間の接触点22の感性である。接触点22の感性に対して、転動軌道角度、ころ角度、つば半径及びころ端面半径における誤差は、決定的な影響を有している。

50

【0010】

したがって本発明の課題は、ミスアライメントに関するころ端面とつばとの間の接触点の感性を軽減することである。

【0011】

ミスアライメントに関するころ対つば接触点の感性を軽減し、それにもかかわらず転動中のころの十分な案内を保証することができるように、本発明は、相応に最適化されたつば面ジオメトリを提案する。提案するつば面ジオメトリは、このために、一方では、ころ案内及び低いヘルツ応力を保証する球面状のつば面区分を有している。他方、提案するつばジオメトリは、純然たる球面状に形成されたつばによるものと比較して、ころ端面と、ころ端面側のつば面との間のより大きな間隙寸法、すなわち、より大きな間隔を形成する区分（以下、拡開するつば面区分という。）を有している。

10

【0012】

本発明の態様は、このために、少なくとも1つのころのための転動軌道を有するころ軸受用の軸受レースであって、ころが、第1の曲率を有する少なくとも部分的に球状に形成されたころ端面を有している軸受レースを前提とする。軸受レースは、軸方向力を導出するために、ころ端面側のつば面を有する、ころ端面に向かって配置されたつばを備え、つば面は、第2の曲率を有する球面状のつば面区分を有している。第2の曲率は、球面状のつば面区分上に一定又は可変に形成されていてよい。第1の曲率と第2の曲率とは、球状に形成されたころ端面と球面状のつば面区分との間に、（ころ対つばのジオメトリ次第では平均的な間隙寸法であってもよい）第1の間隙寸法が得られるように選択されている。さらにつば面は、拡開するつば面区分を有し、拡開するつば面区分は、ころ端面と拡開するつば面区分との間の、第1の間隙寸法より大きな間隙寸法のための、第2の曲率より小さな曲率を有している。

20

【0013】

別の観点では、少なくとも1つのころのためのころ転動軌道を有するころ軸受用の軸受レースを製造する方法であって、ころが、第1の曲率を有する球状に形成されたころ端面を有している方法も提供される。本発明に係る方法は、ころ端面側のつば面を有する、軸方向力を導出するためにころ端面に向かって配置されるつばを準備するステップを有し、つばを準備するステップ自体は：

つば面の球面状のつば面区分を準備するステップであって、球面状のつば面区分が、球状に形成されたころ端面と球面状のつば面区分との間に第1の間隙寸法が得られるように第1の曲率に対して選択された第2の曲率を有するようにするステップと、

30

つば面の拡開するつば面区分を形成するステップであって、拡開するつば面区分が、球状に形成されたころ端面と拡開するつば面区分との間に第1の間隙寸法より大きな間隙寸法が得られるように第2の曲率より小さな曲率を有するようにするステップと、を有する。

【0014】

好ましい態様において、球面状のつば面区分の第2の曲率は、一定又は可変に形成されていてよい。

【0015】

好ましい態様において、拡開するつば面区分の代わりにこの領域で仮想的に純粋な球面状に延びるつば面における第1の接線平面と、拡開するつば面区分における第2の接線平面とは、 0° より大きく 30° 以下である最大の角度を形成する。

40

【0016】

好ましい態様において、球面状のつば面区分は、つば面の少なくとも3分の1の領域にわたって延在する。

【0017】

幾つかの好ましい態様において、球面状のつば面区分は、転動軌道とつば面との間の角隅領域からつばの半径方向の端部あるいはつば縁部に向かって延びている。つまり、球面状のつば面区分は、軸受内レースの場合、つばの、内側の転動面側の下側の領域に、つば

50

縁部あるいは溝縁部 (E i n s t i c h k a n t e) に隣接して位置することができ、この場合、拡開するつば区分は、球面状のつば面区分に隣接して、つばの上側の領域に位置している。軸受外レースの場合、その関係は相応に反転される。すなわち、この場合、球面状のつば面区分は、つばの上側の領域に、つば縁部あるいは溝縁部に隣接して位置しており、拡開するつば面区分は、つばの、外側の転動面とは反対側の下側の領域に位置している。

【 0 0 1 8 】

しかし、別の好ましい態様では、球面状に形成されたつば面区分を転動軌道とつばとの間のつば縁部に隣接させず、拡開するつば面区分が球面状のつば面区分の上下に設けられているようにしてもよい。この場合、第1の拡開するつば面区分は、転動軌道とつば面との間の角隅領域から延び、半径方向で第1の拡開するつば面区分に、球面状のつば面区分が接続している。球面状のつば面区分の、第1の拡開するつば面区分とは反対側の領域には、半径方向で第2の拡開するつば面区分が、球面状のつば面区分からつばの半径方向の端部に向かって延びている。

10

【 0 0 1 9 】

別の好ましい態様において、ころ軸受は円錐ころ軸受である。この場合、ころは、これに応じて円錐ころとして形成されている。

【 0 0 2 0 】

別の好ましい構成及び態様は、従属請求項に係る発明である。

【 0 0 2 1 】

直接隣接する拡開するつば面区分と組み合わされた球面状のつば面区分の形態の提案するころ対つば接触ジオメトリに基づいて、ころ案内は、球面状に形成されたつば面区分に基づいて、転動中維持されたままであることができる。さらに球面状のつば面区分は、低いヘルツ応力を達成する。拡開するつば面区分は、純然たる球面状のつばと比較して接触楕円の大きさを減じることができる。これにより、つば縁部と接触楕円の交差は回避可能である。拡開するつば面区分に基づいて、ミスアライメントに対して、やはり、ころ端面とつばとの間の接触点の位置の低い感性が生じる。その結果、ころとつばとの間の所定の接触点達成される。

20

【 0 0 2 2 】

提案するころ対つばのジオメトリは、ころ端面とつばとの間の接触点あるいは接触領域が、理想的なジオメトリでは、球面状のつば面区分に位置するように設計されている。

30

【 0 0 2 3 】

ミスアライメントに対する接触点の感性は、球面状のつば面区分において、純然たる球面状のつばの感性と比肩する。しかし、接触点形状誤差に基づいて、拡開するつば面区分内に移動すると、感性は著しく低下させられている。感性の低下は、つば縁部を超える理論的な接触点の「移動」、ひいては上で既に言及した高いエッジ応力を防止することができる。

【 0 0 2 4 】

以下に、本発明の実施の形態について添付図面を参照しながら詳説する。

【 図面の簡単な説明 】

40

【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 球面状のつばを備えるころ軸受の概略縦断面図である。

【 図 2 】 本発明の一実施の形態に係る球面状のつば面区分と拡開するつば面区分とを有するつば面を有するころ軸受の概略縦断面図である。

【 図 3 】 図 2 に示したころ対つば接触領域の拡大図である。

【 図 4 】 本発明の別の実施の形態に係る球面状のつば面区分と拡開するつば面区分とを有するつば面を有するころ軸受の概略縦断面図である。

【 図 5 】 図 4 に示したころ対つば接触領域の拡大図である。

【 図 6 】 球面状のつば面区分と拡開するつば面区分とを有するつばを有するころ軸受を製造する製造方法の概略フローチャートである。

50

【0026】

図2は、本発明の一実施の形態に係るころ軸受の概略部分縦断面図である。

【0027】

図2は、少なくとも1つのあるころ13のための転動軌道14を備えるころ軸受用の軸受レース30の一部を示している。ころ13は、湾曲したころ端面21を有している。湾曲したころ端面21は、例えば部分球状に形成されていてよく、第1の曲率を有している。軸方向力を導出あるいは支持するために、軸受レース30は、ころ13の端面に向かってあるいはころ13の端面に接して配置されるつば31を有している。つば31は、ころ端面側のつば面32を有している。

【0028】

図2の他、図3の拡大図からも看取可能であるように、ころ端面21側のつば面32は、球面状のつば面区分33を有している。球面状のつば面区分33は、第2の曲率を有している。第1及び第2の曲率は、球状に形成されたころ端面21と、球面状のつば面区分33との間に、最大値 $d_{1, \text{max}}$ を有する第1の間隙寸法 d_1 が得られるように選択されている。さらにつば面32は、第2の曲率より小さな曲率を有する拡開するつば面区分34を有している。その結果、ころ端面21と、拡開するつば面区分34との間には、(最大の)第1の間隙寸法 $d_{1, \text{max}}$ より大きな間隙寸法 d_2 が得られる。その際、球面状のつば面区分33の第2の曲率が、一定に形成されている実施の形態も、可変に形成されている実施の形態も可能である。

【0029】

曲率とは、本明細書においては、単位長さあたりの方向変化と解されるべきである。例えば直線の曲率は、その方向が変化しないため、どこをとっても一様にゼロである。半径 r を有する円は、その方向がどこでも同じ強さで変化するため、どこをとっても同じ曲率を有している(すなわち $1/r$)。その他のすべての曲線の場合、曲率は、当該曲線上にプロットした点毎に変化する。つまり、ある曲線のある点における曲率は、曲線がその点の直接的な周囲においてどの程度直線から逸れているかを示している。湾曲した面、例えばつば面32から、その曲率は、例えば、当該面がその接線平面から外向きに二乗の割合でますます逸れていくことで看取される。したがって、曲率の増大は、平面からより強く逸れていくことで明らかとなる。つまり、本実施の形態では、このことは、例えば、球面状のつば面区分33が、単位距離あたり、つば面32の拡開するつば面区分34における接線平面から、拡開するつば面区分34自体の領域よりも強く逸れていくことを意味している。

【0030】

球状のあるころ端面21は、第1の半径 R_{21} により示される。第1の半径 R_{21} は、半径の基点を実質的にころ13の回転軸線20上に有してよい。球面状のつば面区分33は、第2の半径 R_{33} により示される。第2の半径 R_{33} は、第1の半径 R_{21} より大きく(すなわち、 $R_{21} < R_{33}$)、半径の基点を実質的にころ軸受10の回転軸線18上に有してよい。半径 R_{21} 及び R_{33} あるいはこれらの半径により表される面21及び33は、確かに、原理的には同心的に、すなわち、ころ回転軸線20上に同一基点を有して配置されていてもよいが、少なくとも理論的には、ころ端面21と球面状のつば面区分33との間に所定の接触点22を得るために、一般に(本実施の形態のように)非同心的に、すなわち、ころ回転軸線20あるいは軸受回転軸線18上にそれぞれ異なる基点を有して配置されていてもよい。いずれにしても、第1の半径 R_{21} 及び第2の半径 R_{33} 並びにそれらの基点は、球状に形成されたころ端面21と球面状のつば面区分33との間に、最大値 $d_{1, \text{max}}$ を取り得る第1の間隙寸法 d_1 が得られるように選択されている。しかし、拡開するつば面区分34は、今や、本発明により、球面状のつば面区分33より小さな曲率を有しているため、拡開するつば面区分34と、球状のあるころ端面21との間には、最大値 $d_{1, \text{max}}$ から出発して、拡開するつば面区分34の半径方向端部あるいは転動軌道14とは反対側のつば縁部36に向かって、最大値 $d_{2, \text{max}}$ に到達するまでますます拡大する第2の間隙寸法 d_2 が生じる。すなわち、 $d_1, \text{max} < d_2 < d_2$

10

20

30

40

50

, $m a x$ である。

【0031】

図2及び図3に示した実施の形態において、球面状のつば面区分33は、転動軌道14とつば面32との間の角隅領域35から、転動軌道14とは反対側のつば縁部36に向かって延びている。つまり、球面状のつば面区分33は、軸受内レースの場合、例えばつば31の、内側の転動面14側の下側の領域に、つば縁部あるいは溝縁部35に隣接して位置することができ、この場合、拡開するつば面区分34は、つば31の上側の領域に位置している。軸受外レースのための実施の形態の場合、その関係は相応に反転される。すなわち、この場合、球面状のつば面区分33は、つばの、半径方向上側の領域に、つば縁部あるいは溝縁部に隣接して位置する一方、拡開するつば面区分34は、案内機能を有するつばの、外側の転動面とは反対側の下側の領域に位置することになるであろう。もちろん、この場合も、球面状のつば面区分は転動面に隣接して位置することになる。

10

【0032】

図3に示すように、球面状のつば面区分33と、拡開するつば面区分34とは、境界領域37で直接互いに隣接している。すなわち、境界領域37、例えば境界線において、球面状のつば面区分33と、拡開するつば面区分34とは、直接互いに移行している。好ましくは、つば面32は、境界領域37において連続的に、すなわち角、折れ目又は稜を有することなく延びているので、つば面32における接線平面を境界領域37内の境界点を通るように引くことが可能である。

【0033】

実施の形態では、拡開するつば面区分34は、球面状のつば面区分33に対して 0° より大きく 30° までの角度範囲、好ましくは 0° から 30° の範囲のつば31あるいはつば面32の拡開を可能にする。球面状のつば面区分33に対する拡開するつば面区分34の開き角は、例えば、拡開するつば面区分内に仮想的に延長した球面状のつば面区分における接線平面38と、拡開するつば面区分34における接線平面39との間の最大の角度を求めることによって、算出可能である。このために、拡開するつば面区分内に仮想的に延長した球面状のつば面区分における接線平面38の一群と、拡開するつば面区分34における接線平面39の一群との間の最大の角度を求めることができる。拡開するつば面区分内に仮想的に延長した球面状のつば面区分は、図3に符号40で概略的に示してある。つまり、(最大の)角度は、全体にわたって半径 R_{33} を備えて球面状に形成されたつばの、拡開するつば面区分内に延長した仮想の球面状のつば面区分における接線平面38の方向での、拡開するつば面区分34における接線平面39の傾倒によって生じる。その際、それぞれ、拡開するつば面区分34の半径方向外側に位置するつば端部における接線平面と、拡開するつば面区分内に延長した仮想の球面状のつば面区分の相応のつば端部における接線平面とを指している。

20

30

【0034】

本発明の実施の形態では、球面状のつば面区分33は、つば31のつば高さ h の少なくとも 3 分の 1 に相当するつば面区分にわたって延在している。すなわち、球面状のつば面区分33の高さ h_{33} は、つば全高 h の少なくとも 3 分の 1 に相当する。つまり、 $h_{33} \geq 1/3 h$ である。これに応じて、球面状のつば面区分33に直接隣接する拡開するつば面区分34の高さ h_{34} は、最大でつば全高 h の 3 分の 2 である。つまり、 $h_{34} \leq 2/3 h$ である。好ましくは、球面状のつば面区分33の高さ h_{33} は、 $1/3 h \leq h_{33} \leq 3/4 h$ の範囲にあり、これに応じて、拡開するつば面区分34の高さ h_{34} は、 $1/4 h \leq h_{34} \leq 2/3 h$ の範囲にある。

40

【0035】

拡開するつば面区分34の構成には、様々な可能性が存在する。図2及び図3は、拡開するつば面区分34が、半径方向で球面状のつば面区分33に接続する別の球面状の、しかしそれよりも湾曲の弱いつば面区分34により形成され、これにより、第2の半径 R_{33} より大きな半径 R_{34} により規定される一実施の形態を示しているが、本発明では、拡開するつば面区分34が、球面状のつば面区分33に接線方向で接続する直線状あるいは

50

平面状のつば面区分により形成される別の実施の形態も可能である。この平面状のつば面区分は、いわば無限大の半径 R_{34} を有している。したがって、無限大の半径 R_{34} は、球面状のつば面区分 33 を表す半径 R_{33} よりも大きい。さらに、拡開するつば面区分 34 の半径 R_{34} は、 R_{33} から出発して、拡開するつば面区分 34 内においても、内側から外側に向かって連続的に拡大するようになっていてもよい。

【0036】

図2及び図3を参照しながら、球面状のつば面区分 33 がつば 31 の下側の領域に（つば縁部 / 溝縁部 35 に隣接して）配置され、拡開するつば面区分 34 がつば 31 の上側の領域に配置されている実施の形態を説明したが、以下では、図4及び図5を参照しながら、球面状に形成されたつば面区分 33 がつば縁部 35 に隣接しておらず、この球面状のつば面区分 33 の上下にそれぞれ1つの拡開するつば面区分 34 が設けられている別の実施の形態について説明する。

10

【0037】

図4及び図5に示した実施の形態では、第1の拡開するつば面区分 34 a が、転動軌道 14 とつば面 32 との間の角隅領域 35 から延びている。第1の拡開するつば面区分 34 a に直接隣接するように、半径方向で球面状のつば面区分 33 が第1の拡開するつば面区分 34 a に接続している。球面状のつば面区分 33 の、第1の拡開するつば面区分 34 a とは反対側の端部には、半径方向で直接、第2の拡開するつば面区分 34 b が、球面状のつば面区分 33 に接続しており、つば 31 の半径方向の端部あるいは縁部 36 に向かって延びている。

20

【0038】

つまり、図4及び図5に示すように、球面状のつば面区分 33 は、球面状のつば面区分 33 の両端部に隣接する2つの拡開するつば面区分 34 a, 34 b 間に挟まれている。本実施の形態でも、球面状のつば面区分 33 の高さ h_{33} は、つば全高 h の少なくとも3分の1に相当する。つまり、 $h_{33} = 1/3h$ である。好ましい実施の形態において、球面状のつば面区分 33 の高さ h_{33} は、 $1/3h \leq h_{33} \leq 1/2h$ の範囲にある。これに応じて、球面状のつば面区分 33 に直接隣接する拡開するつば面区分 34 a, 34 b の高さ h_{34a} , h_{34b} の和は、最大でつば全高 h の3分の2である。つまり、 $(h_{34a} + h_{34b}) = 2/3h$ である。好ましくは、拡開するつば面区分 34 a, 34 b の高さ h_{34a} , h_{34b} は、それぞれ $1/6h$ を下回らない。拡開するつば面区分 34 a, 34 b は、それぞれ異なる高さ h_{34a} , h_{34b} を有していてもよい（例えば、 $h_{33} = 1/3h$; $h_{34a} = 1/6h$; $h_{34b} = 3/6h$ ）。

30

【0039】

すべての実施の形態において、ころ対つば接触ジオメトリは、接触点 22 が球面状のつば面区分 33 の領域に位置するように選択されている。やはり球面状に、しかし球面状のつば面区分 33 より小さな曲率を有して形成されていても、平面状若しくは直線状に形成されていてもよい。拡開するつば面区分 34 は、それぞれ、全体的に球面状に形成されたつばを有するつばジオメトリと比較して、ころ 13 を案内するつば 31 の、約 $0^\circ \sim 6^\circ \sim 30^\circ$ の拡開を可能にする。

40

【0040】

以下に、念のため、図6を参照しながら、少なくとも1つのころ 13 のための転動軌道を有するころ軸受用の軸受レースを製造する製造方法 60 について説明する。ころ 13 は、球状あるいは部分球状に形成されたころ端面 21 を有し、ころ端面 21 は、第1の曲率を有している。

【0041】

製造方法 60 は、ころ端面 21 側のつば面 32 を有する、軸方向力を導出するためにころ端面に向かって配置されたつば 31 を準備するステップ 61 を有している。

【0042】

ステップ 61 自体は、第2の曲率を有する、つば面 32 の球面状のつば面区分 33 を準備 / 形成する第1の下位ステップ 611 に細分化される。第2の曲率は、第1の曲率に対

50

して、球状に形成されたころ端面 2 1 と球面状のつば面区分 3 3 との間に第 1 の間隙寸法 d_1 が得られるように選択される。

【0043】

第 2 の下位ステップ 6 1 2 では、ころ端面 2 1 と拡開するつば面区分 3 4 との間の、第 1 の間隙寸法 d_1 に対して拡大された間隙寸法 d_2 のために、第 2 の曲率より小さな曲率を有する、つば面 3 2 の拡開するつば面区分 3 4 も準備あるいは形成される。これについては、上で既に詳説した。

【0044】

つまり、総括すると、提案したつば形状は、軸受のミスアライメント及び傾斜位置に対するころ対つば接触点 2 2 の感性を軽減し、それにもかかわらず転動軌道上での転動中のころ 1 3 の十分な案内を保證することを課題としている。本発明に係るつばジオメトリは、ころ案内及び低いヘルツ応力を保證し得る球面状のつば面区分 3 3 を有している。さらに、提案したつばジオメトリは、ころ端面 2 1 とつば面 3 2 との間に、純然たる球面状のつばにより生じる間隙寸法より大きな間隙寸法を形成する、少なくとも 1 つの拡開するつば面区分 3 4 を有している。

10

【0045】

球面状のつば面区分 3 3 は、例えばつば 3 1 の下側の領域で（つば縁部 / 溝縁部に隣接して）使用可能である。この場合、拡開するつば面区分 3 4 は、つばの上側の領域に位置している（図 2 及び図 3 参照）。また、球面状に形成されたつば面区分 3 3 をつば縁部に隣接させず、拡開するつば面区分 3 4 a , 3 4 b が、球面状のつば面区分 3 3 の上下に設けられているようにすることも可能である（図 4 及び図 5 参照）。

20

【0046】

拡開するつば面区分と組み合わされた球面状のつばの本発明に係るころ対つば接触ジオメトリは、以下に述べる有利な特性を有している：

球面状のつば面区分 3 3 に基づいて、転動中のころ案内は維持されたままである。

球面状のつば面区分 3 3 に基づく低いヘルツ応力。

拡開するつば面区分 3 4 は、純然たる球面状のつばと比較して接触楕円の大きさを減じる。これにより、つば縁部と接触楕円の交差は回避される。

拡開するつば面区分 3 4 に基づいて、ミスアライメントに関する、ころ端面 2 1 とつば 3 1 との間の接触点 2 2 の位置の比較的低い感性が生じる。

30

ころ 1 3 とつば 3 1 との間の所定の接触点 2 2 が得られる。

【0047】

提案したころ対つばのジオメトリは、ころ端面とつばとの間の接触点が、理想的なジオメトリでは、球面状のつば面区分に位置するように設計されている。ミスアライメントに対する接触点の感性は、球面状のつば面区分内では、純然たる球面状のつばの感性と同一である。接触点がミスアライメントに基づいて拡開するつば面区分内に移動すると、感性は著しく低下させられている。感性の低下は、つば縁部を超える理論的な接触点の「移動」、ひいては高いエッジ応力を阻止することができる。

【0048】

拡開するつば面区分の構成に関して、様々な可能性が存在する。1 つには、球面状のつば面区分の円弧に接線方向で接続する直線状のつば面区分が可能である。拡開するつば面区分は、球面状のつば面区分の半径より大きな半径によって規定されてもよい。

40

【0049】

本発明について、円錐ころ軸受及び円錐ころを備える実施の形態を参照しながら説明したが、実施の形態は、この種の構成に限定されるものではない。原理的には、本発明は、別のころ及びころ軸受、例えば円筒ころ軸受及び球面ころ軸受にも適用可能である。

【符号の説明】

【0050】

1 0 ころ軸受

1 1 軸受内レース

50

1 2	軸受外レース	
1 3	ころ	
1 4	内側のころ転動軌道	
1 5	外側のころ転動軌道	
1 6	内側の直線	
1 7	外側の直線	
1 8	軸受回転軸線	
1 9	回転点	
2 0	ころ軸線	
2 1	ころ端面	10
2 2	接触点	
2 3	球面状のつば	
2 4	つば面半径	
3 0	軸受レースの一部	
3 1	一部において球面状であって、一部において拡開しているつば	
3 2	つば面	
3 3	球面状のつば面区分	
3 4	拡開するつば面区分	
3 5	転動軌道とつば面との間の角隅領域	
3 6	転動軌道とは反対側のつば縁部	20
3 7	球面状のつば面区分と拡開するつば面区分との間の境界	
3 8	拡開するつば面区分内に仮想的に延長した球面状のつば面区分における接線平面	
3 9	拡開するつば区分における接線平面	
4 0	純然たる球面状のつばにおけるつば面ジオメトリ	
6 0	製造方法	
6 1	ころ端面側のつば面を備える、軸方向力を導出するためにころ端面に向かって配置されたつばを準備するステップ	
6 1 1	球面状のつば面区分を準備する下位ステップ	
6 1 2	拡開するつば面区分を準備する下位ステップ	

【 図 1 】

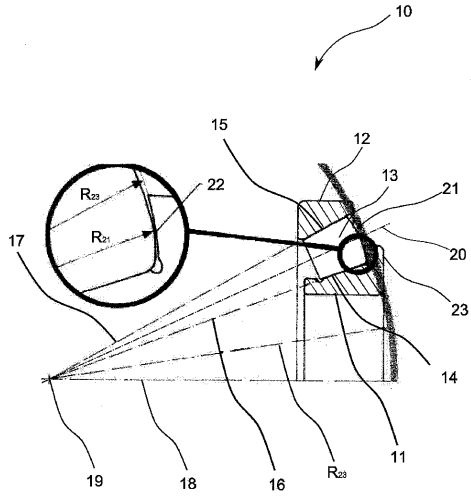


Fig. 1

【 図 2 】

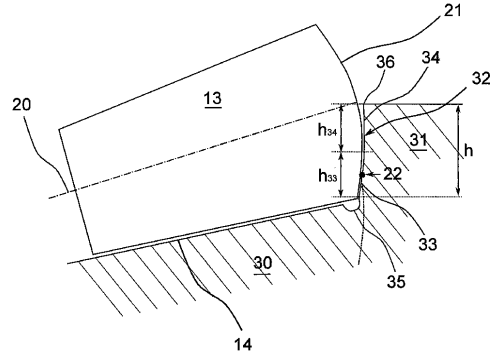


Fig. 2

【 図 3 】

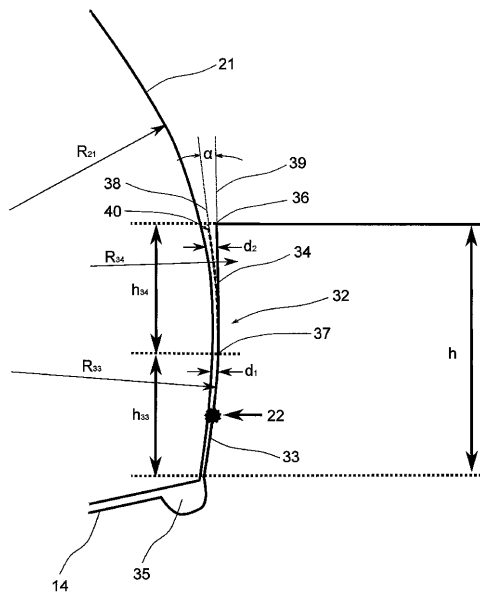


Fig. 3

【 図 4 】

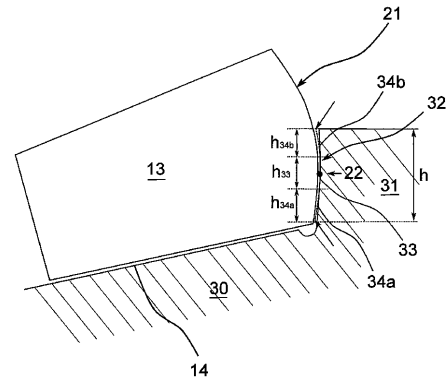


Fig. 4

【 図 5 】

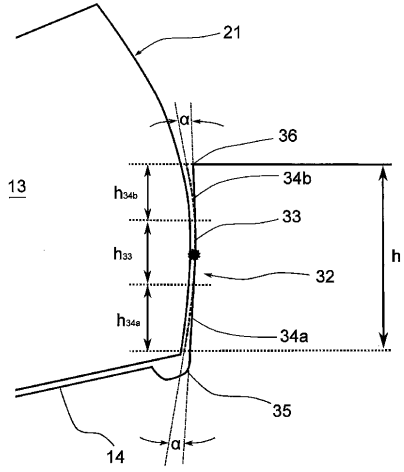


Fig. 5

【 図 6 】

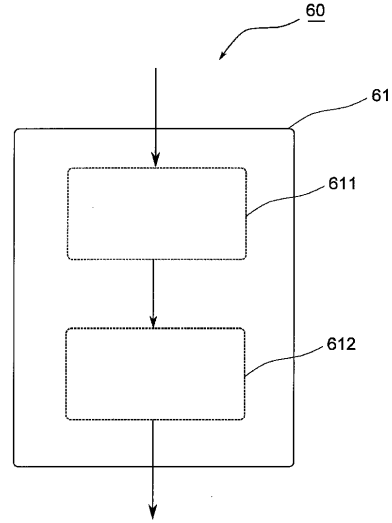


Fig. 6

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2011/071157

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F16C19/36 F16C33/58 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) F16C F19C		
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 practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CH 212 693 A (SKF SVENSKA KULLAGERFAB AB [SE]) 15 December 1940 (1940-12-15) page 2, line 19; figure 1 -----	1-10
A	DE 10 2008 020068 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 29 October 2009 (2009-10-29) abstract; figures 1-5 -----	1-10
A	US 2007/041678 A1 (MATSUYAMA HIROKI [JP] ET AL) 22 February 2007 (2007-02-22) paragraphs [0034] - [0036]; figures 1,2 -----	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 January 2012		Date of mailing of the international search report 02/02/2012
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 Gutiérrez Royo, M

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/071157

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CH 212693 A	15-12-1940	NONE	
DE 102008020068 A1	29-10-2009	DE 102008020068 A1 WO 2009129769 A2	29-10-2009 29-10-2009
US 2007041678 A1	22-02-2007	EP 1754899 A2 JP 2007051703 A US 2007041678 A1	21-02-2007 01-03-2007 22-02-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/071157

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F16C19/36 F16C33/58 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F16C F19C		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CH 212 693 A (SKF SVENSKA KULLAGERFAB AB [SE]) 15. Dezember 1940 (1940-12-15) Seite 2, Zeile 19; Abbildung 1 -----	1-10
A	DE 10 2008 020068 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 29. Oktober 2009 (2009-10-29) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 -----	1-10
A	US 2007/041678 A1 (MATSUYAMA HIROKI [JP] ET AL) 22. Februar 2007 (2007-02-22) Absätze [0034] - [0036]; Abbildungen 1,2 -----	1-10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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* Älteres Dokument, 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 anderen 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
26. Januar 2012		02/02/2012
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 Gutiérrez Royo, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/071157

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 212693 A	15-12-1940	KEINE	

DE 102008020068 A1	29-10-2009	DE 102008020068 A1	29-10-2009
		WO 2009129769 A2	29-10-2009

US 2007041678 A1	22-02-2007	EP 1754899 A2	21-02-2007
		JP 2007051703 A	01-03-2007
		US 2007041678 A1	22-02-2007

フロントページの続き

(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, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(72)発明者 パオジュ リアン

ドイツ連邦共和国 ハンバッハ カペレンシュトラッセ 7

(72)発明者 ミヒャエル ロイゲルス

ドイツ連邦共和国 クネッツガウ ツァーゲルヴェーク 16

Fターム(参考) 3J701 AA16 AA25 AA42 AA54 AA62 BA05 BA09 BA53 BA57 BA69
FA35 XB03 XB24 XB26 XB50