

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年8月30日(30.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/115201 A1

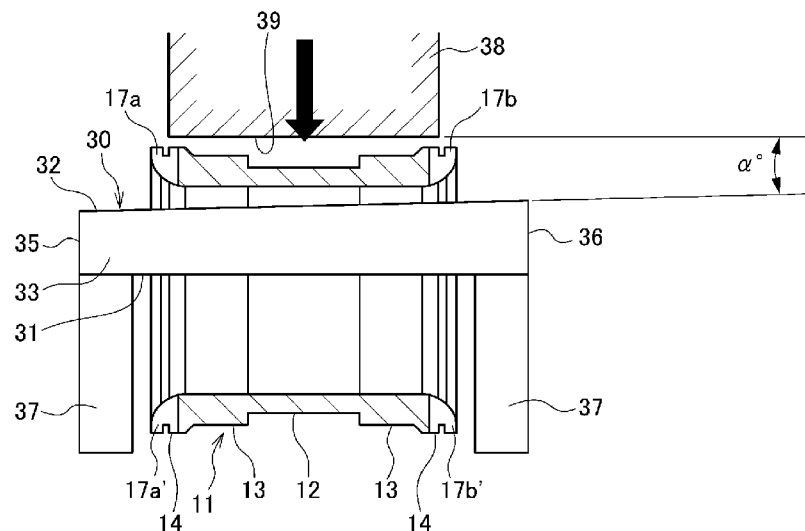
- (51) 国際特許分類:
F16C 33/64 (2006.01) *F16C 33/60* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/054445
- (22) 国際出願日: 2012年2月23日(23.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-040051 2011年2月25日(25.02.2011) JP
特願 2011-119487 2011年5月27日(27.05.2011) JP
特願 2011-119488 2011年5月27日(27.05.2011) JP
特願 2012-036462 2012年2月22日(22.02.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社(NSK Ltd.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎一丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 宮本 祐司 (MIYAMOTO Yuji). 松井 雅人 (MATSUI Masahito).
- (74) 代理人: 小栗 昌平, 外(OGURI Shohei et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, 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, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: SPLIT BEARING RING, AND MANUFACTURING METHOD FOR SAME

(54) 発明の名称: 分割軌道輪およびその製造方法

[図3]



(57) Abstract: This split bearing ring comprises split portions circumferentially split into at least two. The surfaces of the split portions excluding the end surfaces in the circumferential direction thereof: have a hardness of at least HRC59; are quenched and tempered; and have a prior austenite grain size of at least 6. The split portions are formed by applying a load to the bearing ring so as to make the stress generated at one end side in the axial direction of the bearing ring larger than the stress generated at the other end side in the axial direction thereof, thereby splitting the ring.

(57) 要約: 本発明に係る分割軌道輪は、円周方向に二以上に分割された分割部を含む。分割部の円周方向端面以外の表面の硬さはHRC59以上であり、分割部の円周方向端面以外の表面は焼入れ焼戻し処理が施され、分割部の円周方向端面以外の表面の旧オーステナイト結晶粒度は6番以上である。分割部は、軌道輪の軸方向の一端側に発生する応力が軸方向の他端側に発生する応力より大きくなるように軌道輪に荷重を加えて分割することにより形成されている。

WO 2012/115201 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：分割軌道輪およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、分割軌道輪およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、製造時の組立や取付を容易にするため、転がり軸受に用いる軌道輪を円周方向に二分割する分割軌道輪が知られている。このような分割軌道輪は、一般的に、環状の軌道輪に熱処理を施してから自然割りにより二つに分割し、再び組み合わせて、軌道面を研削仕上げすることにより製造される。

[0003] 自然割により軌道輪を分割する方法として、従来、種々の手法が提案されている。例えば、軌道輪の軸方向両端に形成されたスリット間で自然割りを行なう手法として、V字溝、誘い穴等の応力集中源を予め軌道輪に形成しておくことにより、分割線の形状をS字や任意の形状に制御することが提案されている（例えば、特許文献1、2、3参照）。また、軸線方向に対して傾斜した分割線を形成するように軌道輪を分割することにより、分割面の密着性を高めることが提案されている（例えば、特許文献4、5、6、7参照）。

[0004] また、軸方向両側から自然割りを行った場合に分割線の不一致が生じることを防止するため、軸方向一端側に形成されたスリットから開口することが提案されている（例えば、特許文献8参照）。

[0005] また、熱間鍛造用低延性非調質鋼を強制破断分離（自然割り）する場合に、分割後の位置あわせを容易にするため、破面の面粗さ R_z を $30\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ とすることが提案されている（例えば、特許文献9参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特開昭55-44169号公報

特許文献2：日本国特開昭55-63009号公報

特許文献3：日本国特開昭54－163247号公報

特許文献4：日本国実開平6－40458号公報

特許文献5：日本国特開2002－227852号公報

特許文献6：日本国特開2009－281397号公報

特許文献7：日本国特開2010－255695号公報

特許文献8：日本国特許第4042999号

特許文献9：日本国特開平11－43738号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、軌道輪には高い耐久性が要求されるが、分割軌道輪は、分割位置を基点として剥離や割損が生じるおそれがあり、分割位置の強度や分割面の密着性を向上させる必要がある。しかしながら、特許文献1、2、3のように応力集中源を設けた場合には、応力集中源が耐久性を低下させる要因となることがある。また、熱処理時の変形や分割時の塑性変形により軌道輪が楕円状に変形すると、取代が増大するといった問題がある。

[0008] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、良好な耐久性を有する分割軌道輪およびその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の上記目的は、下記の構成により達成される。

(1) 円周方向に二以上に分割された分割部を含む分割軌道輪であって、前記分割部の円周方向端面以外の表面の硬さがHRC59以上であり、前記分割部の円周方向端面以外の表面は焼入れ焼戻し処理が施されており、前記分割部の円周方向端面以外の表面の旧オーステナイト結晶粒度が6番以上であり、

前記分割部は、軌道輪の軸方向の一端側に発生する応力が軸方向の他端側に発生する応力より大きくなるように前記軌道輪に荷重を加えて分割することにより形成されていることを特徴とする分割軌道輪。

(2) 前記分割部の円周方向端面の算術平均粗さが30 μ mRa以上であ

り、且つ前記分割部の円周方向端面がディンプル状であることを特徴とする
(1) 記載の分割軌道輪。

(3) 前記分割部が、前記軌道輪の軸方向の一端側からのみ亀裂を進展させることにより形成されていることを特徴とする(1)または(2)記載の分割軌道輪。

(4) (1)～(3)のいずれかに記載の分割軌道輪を製造する方法であって、

前記軌道輪の軸方向の一端側に発生する応力が軸方向の他端側に発生する応力より大きくなるように、前記軌道輪に垂直方向上方から荷重を加えて前記軌道輪を分割する工程を有することを特徴とする分割軌道輪の製造方法。

(5) 前記一端側にスリットを設ける工程をさらに有し、

前記一端側の前記スリットに発生する応力が前記他端側に発生する応力よりも大きいことを特徴とする(4)記載の分割軌道輪の製造方法。

(6) 前記他端側にスリットを設ける工程をさらに有し、

前記一端側の前記スリットに発生する応力が前記他端側の前記スリットに発生する応力よりも大きいことを特徴とする(5)記載の分割軌道輪の製造方法。

(7) 前記軌道輪の内径側に柱形状の支持治具を挿入する工程と、

前記支持治具により前記軌道輪の内径面を担持する工程と、をさらに有し、

前記軌道輪に荷重を加える方向に対して垂直であり且つ前記軌道輪の径方向中心を通る面に対して、前記軌道輪と前記支持治具が接触する部分のうち前記軌道輪の荷重が加えられた部分に一番近い接触部と、前記軌道輪の径方向中心と、を結んだ線のなす角度が、 15° 以上 35° 以下であることを特徴とする(4)～(6)のいずれか記載の製造方法。

[0010] 尚、本明細書において、軸方向の一端側および他端側は、軸方向中央を境界とした軸方向の片側およびその反対側を意味する。

発明の効果

[0011] 本発明の分割軌道輪およびその製造方法によれば、良好な耐久性を有する分割軌道輪およびその製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の一実施形態にかかる分割軌道輪の製造方法において、分割前の内輪を示す平面図である。

[図2]図1の側面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る分割軌道輪の製造方法を示す軸方向断面図である。

[図4]図3の側面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明に係る分割軌道輪の製造方法の実施形態を、図面に基づいて詳細に説明する。

[0014] 本実施形態に係る分割軌道輪の製造方法において、図1、2に示されるように、分割前の内輪11は、環状の胴部12と、胴部12の軸方向両側に配置された環状の鏍部13、13と、内輪11の軸方向両端に配置された端部14、14と、を備える。胴部12の外径面は、不図示の転動体の軌道面となる。内輪11を割りやすくするために、端部14には軸方向に延びるスリット17a、17bが設けられている。スリット17a、17bは、軸方向両側で直線上に位置するよう設けられている。また、これらスリット17a、17bが設けられた位置から円周方向に180°回転させた位置においても、スリット17a'、17b'（不図示）が端部14に設けられている。

[0015] 実際の使用環境での耐久性を向上させるため、分割前の内輪11には、焼入れ焼戻し、または浸炭処理もしくは浸炭窒化処理および焼入れ焼戻しが施される。内輪11に用いる素材は、0.15質量%以上且つ1.20質量%以下の炭素（C）を含有している。Cが0.15質量%未満の場合には、内輪11の耐久性は高まるが、自然割りが困難になるため、好ましくない。一方、Cが1.20質量%を越えると、十分な耐久性を得られなくなるため、好ましくない。

[0016] 尚、内輪 11 において、C 以外の成分の含有量は以下の範囲であることが好ましい。Si は浸炭抵抗性を有する元素であるため、2 質量%以下が好ましく、0.35 質量%以下がより好ましい。また、加工性向上のため、Cr の含有量は 20 質量%以下が好ましく、1.2 質量%以下がより好ましい。また、結晶粒粗大化抑制のため、Mn の含有量は 2 質量%以下が好ましく、0.85 質量%以下がより好ましい。また、Mo の含有量が多いとコストが増加するので、1 質量%以下が好ましく、0.3 質量%以下がより好ましい。Ni は加工性のために 4 質量%以下が好ましく、0.25 質量%以下がより好ましい。また、その他の成分は、Fe および不可避免的不純物であることが好ましい。

[0017] また、内輪 11 の表面硬さは HRC 59 以上である。また、内輪 11 の表面の旧オーステナイト結晶粒度 (JIS G0551) は 6 番以上である。内輪 11 の表面硬さが HRC 59 以上であると、耐久性を向上できることに加え、分割時の塑性変形が大きくなり、分割面の密着性が向上する。また、旧オーステナイト結晶粒度が 6 番以上であると、分割荷重は上昇するが、微小なクラックを伴う結晶破面が分割面に形成されることなく、耐久性を向上することができる。結晶粒が微細であるほど、耐久性が向上する。尚、ここで、「分割面」は、内輪 11 を分割した後の分割部それぞれの円周方向端面を意味する。

[0018] 図 3 に示すように、本実施形態の軌道輪の分割方法においては、底面 31、頂面 32、側面 33、33 を備える支持治具 30 が、円筒状の内輪 11 の内径側に挿入される。尚、図 3 においては、簡略化のため、支持治具 30 の頂面 32 と内輪 11 の内径面とを離間させて示している。支持治具 30 は、軸方向一方端部 36 側から軸方向他方端部 35 側へ向って、垂直方向寸法が減少する形状を有しており、頂面 32 は傾斜面となっている。支持治具 30 の底面 31 は、軸方向一方端部 36 および軸方向他方端部 35 において、柱部 37、37 により支持される。柱部 37、37 の垂直方向寸法は同等であり、内輪 11 が支持治具 30 により吊持されるような寸法であれば任意の寸

法でよい。

[0019] 支持治具30は、頂面32と側面33、33との間に、上縁部34、34を有する。これら上縁部34、34によって、内輪11の内径面が吊持される。内輪11の内径面と接触する上縁部34、34は、1mm以上30mm以下で面取り加工されていることが好ましい。面取り加工が1mm以上であれば、内輪11の内径面と接触したときに圧痕が形成されることがない。また、面取り加工が30mm以下であれば、亀裂発生後の支持位置の変化量が大きくなりすぎず、安定性を維持することができる。また、面取り形状は、R形状が好ましい。

[0020] 内輪11を割る際には、前記したように、内径側に挿入された支持治具30によって、スリット17a、17bが垂直方向上方に位置するように内輪11が吊持される。内輪11は、スリット17bが支持治具30の軸方向一方端部36側に、スリット17aが支持治具30の軸方向他方端部35側に位置するように配置され、支持治具30の頂面32（特にその縁部）により支持される。

[0021] この状態で、内輪11の鍔部13、13の上に、スリット17a、17bに隣接させて荷重治具38の下面39を置き、垂直方向上方から内輪11に荷重を加える。これにより、荷重治具38の下面39を介して内輪11の軸方向両側に、垂直方向上方から荷重が加えられるが、前述したように、支持治具30の頂面32は、軸方向一方端部36側が軸方向他方端部35側よりも高い位置に配置されている。そのため、支持治具30の頂面32は荷重治具38の下面39に対して傾斜しており、スリット17b側において、スリット17a側よりも大きな応力が発生する。このため、スリット17bからのみ亀裂を進展させることが可能となり、スリット17aおよびスリット17bの両方から亀裂が進展する場合に発生する亀裂の不一致を防止することができる。

[0022] 尚、支持治具30の頂面32が荷重治具38の下面39に対して傾斜する傾斜角度 α （図3参照）は、0.2°以上3°以下であることが好ましい。

傾斜角度 α が 0° 、 2° 以上 3° 以下である場合には、安定性を維持したままで偏荷重が生じるため、一方のスリットに発生する応力が高くなって分割荷重を低下させることができ、内輪11の塑性変形による形状変化を抑えることが可能になる。さらに、一方から発生した亀裂の先端部には常に安定した引張応力が発生するため、亀裂直進性が極めて高くなり、亀裂が狙いの位置（例えば他方のスリット）に収まるようになる。内輪11がスリット17bから軸方向にスリット17aまで割れた後、内輪11を円周方向に 180° 回転させて、再度荷重を加えることにより、内輪11が二つの分割部へと分割された分割内輪を得ることができる。

[0023] また、内輪11に荷重を加える方向に対して垂直であり且つ内輪11の径方向中心を通る面に対して、内輪11の内径面と接触する支持治具30の上縁部34の内輪11の荷重が加えられた部分に一番近い接触部（支持点）と、内輪11の径方向中心と、を結んだ線が形成する角度（以後、接触角度と呼ぶ） β （図4参照）は、 15° 以上 35° 以下であることが好ましい。この接触角度 β を変化させると支持点の幅が変化する。接触角度 β が 15° 以上 35° 以下である場合には、分割荷重が大きくなりすぎず、また、亀裂発生後の支持位置の変化量が大きくなりすぎずに、安定性を維持することが可能となる。

[0024] 尚、浸炭処理または浸炭窒化処理を施した内輪11は、内部において靱性が高く、分割荷重が高くなる。分割荷重が大きいと塑性変形量も大きくなるため、研削取代が増大し、製造コストが増大するという問題や、研削による応力解放に伴う変形の問題がある。したがって、自然割りは、可能な限り脆性的な環境下で行なうことが好ましい。例えば、低温脆性を利用してサブゼロ処理を施すことが考えられるが、表面上の残留オーステナイトを20体積%以上45体積%以下にすることが、耐久性の観点から好ましい。少なくとも分割面の起点部を水中とすると、分割荷重を大幅に低減させることもできるため好ましい。

[0025] 焼入れ焼戻し処理を施した内輪11は、分割面に凹凸が現れやすい。分割

面の算術平均粗さが $30\mu\text{mRa}$ 以上であると、凹凸により分割面の密着性が高まり、分割内輪の耐久性をさらに向上させることができる。分割面の算術平均粗さは、亀裂の発生を抑制するためには、 $1000\mu\text{mRa}$ 以下が好ましく、 $500\mu\text{mRa}$ 以下がさらに好ましい。また、分割面の形状はディンプル状であることが好ましく、これにより分割面の密着性がさらに高まり、耐久性をさらに向上することができる。

[0026] 本実施形態において、支持治具30は柱形状に形成されており、柱部37、37により支持すると共に、上縁部34で内輪11を吊持するのみであるので、様々な寸法の内輪11に適用することが可能である。

[0027] 支持治具30は、熱処理等を施さず、機械構造用炭素鋼などの素材の硬度のまま形成されることが好ましい。これに対し、前述した通り、内輪11は予め焼入れ焼戻し処理を施されており、支持治具30よりも内輪11の内径面の方が高硬度となっているため、内輪11の内径面に傷がつくことや、内輪11が変形して内径面の真円度が悪化することを防止することができる。

[0028] 尚、支持治具30は、内輪11を形成する材料よりもヤング率の小さい材料、例えば、鋳鉄、銅系金属、アルミニウムなどから形成されていてもよい。支持治具30がこれらの材料により形成される場合には、上縁部34と内輪11の内径面との間の接触圧力が大きくなった場合でも、支持治具30が内輪11の内径面よりも先に変形し、内輪11の内径面に傷がつくことや、内輪11が変形して内径面の真円度が悪化することを防止することができる。

[0029] このように、本実施形態に係る分割軌道輪およびその製造方法によれば、一方のスリット17bからのみ亀裂を進行させて内輪11を円周方向に分割するので、製造コストを増加させることなく切断面の乱れを抑制し、良好な切断面を得ることができる。また、分割による軌道輪の変形を抑制して、軌道面の真円度を良好なものとすることができる。また、分割面の密着性を高めることにより、分割内輪の耐久性をさらに向上させることができる。

[0030] 尚、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、変更、改良

等が適宜可能である。前述した実施形態では、内輪 11 を分割する場合を例に挙げて説明したが、外輪を分割する場合であっても、本発明を適用することができる。また、前述した実施形態では、軌道輪を二分割する場合を例に挙げて説明したが、軌道輪を三以上に分割してもよい。また、前述した実施形態では、支持治具 30 の頂面 32 を傾斜面として形成することにより傾斜角度 α を実現しているが、これに限定されず、支持治具 30 の底面 31 を傾斜面として形成してもよく、また、シムなどの間座を用いて傾斜角度 α を実現してもよい。また、前述した実施形態では、内輪 11 の軸方向両端側にスリットが形成されているが、スリットは軸方向一端側のみに、または軸方向他端側のみに形成されてもよい。また、内輪 11 の軸方向のどちらの端部にも、スリットが形成されなくてもよい。

実施例

[0031] ここで、表 1 に示す材料により円筒ころ軸受の内輪を作成し、内輪の軸方向両端側にスリットを作成して、図 3、図 4 および表 1 に示す条件により分割した。尚、分割は、表 1 に示すように、焼入れ焼戻し、または浸炭窒化もしくは浸炭処理の後の焼入れ焼戻し等の熱処理を行ってから行なった。内輪の寸法は、内径 109 mm、外径 157 mm、軸方向寸法 154 mm である。表面硬さ (HRC)、結晶粒度、傾斜角度 α 、接触角度 β 、分割面粗さ (μmRa)、分割面の形態、分割するために加えられる分割荷重、分割の安定性、分割による変形量 (μm)、耐久試験の結果を表 1 に示す。尚、ここで変形量とは、分割後に再び組み合わせた際の $D_a - D_b$ の値、すなわち、軌道面直径の最大値と最小値の差を示す (図 2 参照)。また、耐久試験では、ラジアル荷重 500 kN、回転数 15 min^{-1} 、オイルエア潤滑で運転を行い、1000 時間経過後に分割面に亀裂が発生しなかったものを○、亀裂が発生したものを×と評価した。

[0032]

[表1]

	材質	熱処理	表面硬さ HRC	結晶粒度 (JIS G0551)	傾斜角度 α°	接触角度 β°	分割面粗さ μmRa	分割面形態	分割荷重 kN	分割の 安定性	変形 μm	耐久試験
実施例1	SUJ2	焼入、焼戻	59	6	0.2	25	30	デインブル	130	◎	114	○
実施例2	SUJ3	焼入、高温焼戻	59	10	0.2	25	45	デインブル	150	◎	146	○
実施例3	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	0.2	25	34	デインブル	130	◎	102	○
実施例4	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	0.2	25	34	デインブル	130	◎	105	○
実施例5	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	0.2	35	35	デインブル	150	◎	131	○
実施例6	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	0.4	15	34	デインブル	90	◎	102	○
実施例7	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	0.4	25	35	デインブル	100	◎	100	○
実施例8	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	0.4	35	37	デインブル	120	◎	101	○
実施例9	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	1.0	15	34	デインブル	90	◎	103	○
実施例10	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	1.0	25	35	デインブル	100	◎	103	○
実施例11	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	1.0	35	34	デインブル	120	◎	102	○
実施例12	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	1.5	15	37	デインブル	90	◎	103	○
実施例13	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	1.5	25	34	デインブル	100	◎	102	○
実施例14	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	1.5	35	37	デインブル	120	◎	100	○
実施例15	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	2.0	5	40	デインブル	90	○	101	○
実施例16	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	2.0	15	37	デインブル	90	◎	103	○
実施例17	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	2.0	25	39	デインブル	100	◎	105	○
実施例18	SUJ2	焼入、焼戻	62	11	2.0	35	44	デインブル	120	◎	102	○
実施例19	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	2.0	40	40	デインブル	190	◎	180	○
実施例20	SUJ2	焼入、焼戻	62	11	3.0	15	34	デインブル	90	◎	100	○
実施例21	SUJ2	焼入、焼戻	62	11	3.0	25	33	デインブル	100	◎	101	○
実施例22	SUJ2	焼入、焼戻	62	11	3.0	35	32	デインブル	120	◎	100	○
実施例23	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	4.0	25	32	デインブル	100	○	90	○
実施例24	SCR420	浸炭二次焼入、焼戻	61	9	0.4	25	60	デインブル	165	◎	144	○
実施例25	SCR440	浸炭二次焼入、焼戻	61	9	0.4	35	60	デインブル	180	◎	155	○
比較例1	SUJ2	焼入、焼戻	62	10	0.0	15	32	デインブル	220	×	370	—
比較例2	SCR420	浸炭二次焼入、焼戻	55	8	2.0	15	31	デインブル	350	◎	500	—
比較例3	SCR420	浸炭ダイレクト焼入、焼戻	60	5	2.0	15	50	粒界	90	◎	84	×

[0033] 表1から、熱処理内容、表面硬さ（HRC）、結晶粒度、および分割面形態等の条件が本発明の範囲を満たしている実施例1～25については、分割

面の密着性が高まっていることにより、耐久試験も合格となった。

[0034] しかしながら、比較例 1 については、傾斜角度 α が 0° であり、軌道輪の軸方向一端側で発生する応力が、軸方向他端側で発生する応力と同等となっている。このような比較例 1 については、分割荷重が過大となり、変形量が大きすぎ、また、分割線が不一致となったために、耐久試験を実施できなかった。また、表面硬さが本発明の範囲外である比較例 2 についても、分割荷重が過大となり、変形量が大きすぎて耐久試験を実施できなかった。また、比較例 3 については、結晶粒度が本発明の範囲外であり、分割面の形態がデンプル状となっていない。このような比較例 3 については、耐久試験中に分割面に亀裂が発生したことにより耐久試験が不合格であり、寿命が短くなっていることがわかる。

[0035] また、実施例 1 ～ 25 の中でも、実施例 15 については、接触角度 β が本発明の好ましい範囲よりも小さい。このような実施例 15 は、耐久試験には合格したものの、上縁部 34 にて、内輪 11 を吊持する位置が分割時に上方にずれやすく、安定性が若干劣っていた。また、接触角度 β が本発明の好ましい範囲よりも大きい実施例 19 は、耐久試験には合格したものの、分割荷重が大きかった。また、実施例 23 については、傾斜角度 α が本発明の好ましい範囲外となっている。このような実施例 23 は、耐久試験には合格したものの、分割開始時に荷重冶具 38 の下面 39 が内輪 11 に接触する面積が小さく、内輪 11 が軸方向にずれやすいため、安定性が若干劣る。

[0036] 以上の結果より、本発明の範囲、および本発明の好ましい範囲の有効性が実証された。

[0037] 以上、本発明の実施形態および実施例について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて様々に変更して実施することが可能である。本出願は 2011 年 2 月 25 日出願の日本特許出願（特願 2011-040051）、2011 年 5 月 27 日出願の日本特許出願（特願 2011-119487）、2011 年 5 月 27 日出願の日本特許出願（特願 2011-119488）および 201

2年2月22日出願の日本特許出願（特願2012-036462）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

符号の説明

- [0038] 11 内輪
17 a, 17 b、17 a' スリット
30 支持冶具
32 頂面
38 荷重冶具

請求の範囲

- [請求項1] 円周方向に二以上に分割された分割部を含む分割軌道輪であって、
前記分割部の円周方向端面以外の表面の硬さがHRC59以上であり、前記分割部の円周方向端面以外の表面は焼入れ焼戻し処理が施されており、前記分割部の円周方向端面以外の表面の旧オーステナイト結晶粒度が6番以上であり、
前記分割部は、軌道輪の軸方向の一端側に発生する応力が軸方向の他端側に発生する応力より大きくなるように前記軌道輪に荷重を加えて分割することにより形成されていることを特徴とする分割軌道輪。
- [請求項2] 前記分割部の円周方向端面の算術平均粗さが $30\mu\text{mRa}$ 以上であり、且つ前記分割部の円周方向端面がディンプル状であることを特徴とする請求項1記載の分割軌道輪。
- [請求項3] 前記分割部が、前記軌道輪の軸方向の一端側からのみ亀裂を進展させることにより形成されていることを特徴とする請求項1または2記載の分割軌道輪。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1項に記載の分割軌道輪を製造する方法であって、
前記軌道輪の軸方向の一端側に発生する応力が軸方向の他端側に発生する応力より大きくなるように、前記軌道輪に垂直方向上方から荷重を加えて前記軌道輪を分割する工程を有することを特徴とする分割軌道輪の製造方法。
- [請求項5] 前記一端側にスリットを設ける工程をさらに有し、
前記一端側の前記スリットに発生する応力が前記他端側に発生する応力よりも大きいことを特徴とする請求項4記載の分割軌道輪の製造方法。
- [請求項6] 前記他端側にスリットを設ける工程をさらに有し、
前記一端側の前記スリットに発生する応力が前記他端側の前記スリットに発生する応力よりも大きいことを特徴とする請求項5記載の分

割軌道輪の製造方法。

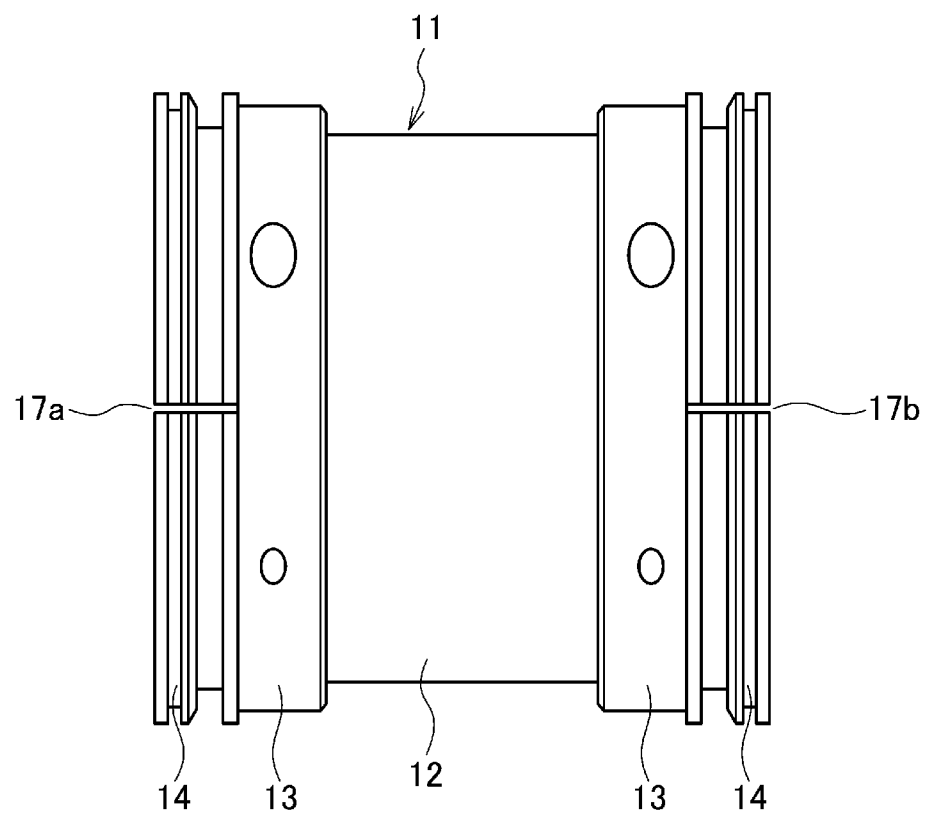
[請求項7]

前記軌道輪の内径側に柱形状の支持冶具を挿入する工程と、

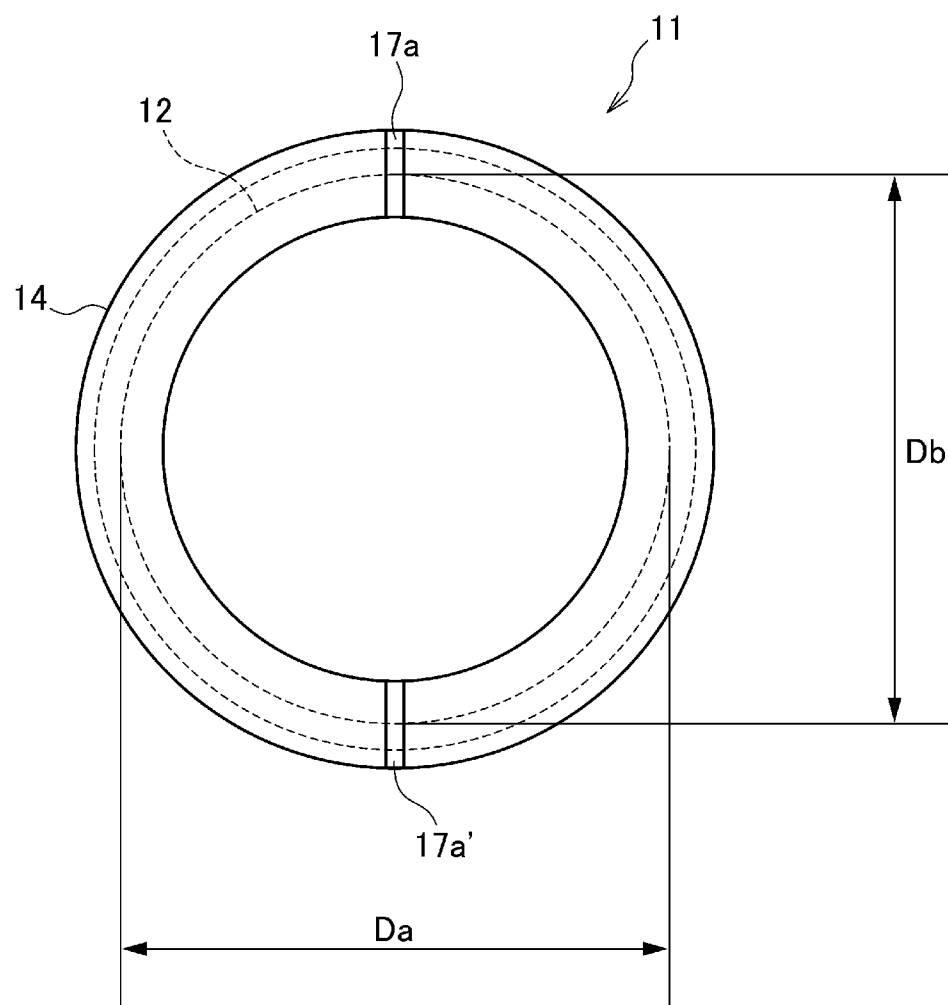
前記支持冶具により前記軌道輪の内径面を担持する工程と、をさらに有し、

前記軌道輪に荷重を加える方向に対して垂直であり且つ前記軌道輪の径方向中心を通る面に対して、前記軌道輪と前記支持冶具が接触する部分のうち前記軌道輪の荷重が加えられた部分に一番近い接触部と、前記軌道輪の径方向中心と、を結んだ線のなす角度が、 15° 以上 35° 以下であることを特徴とする請求項4～6のいずれか1項記載の製造方法。

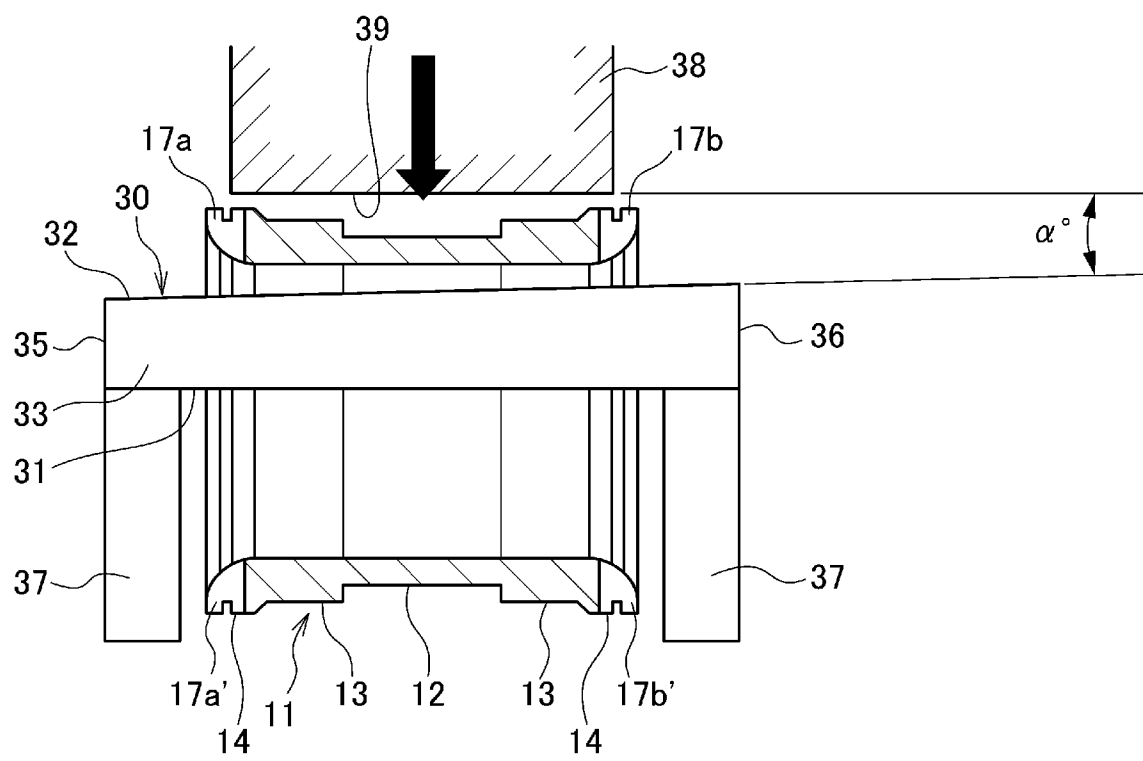
[図1]



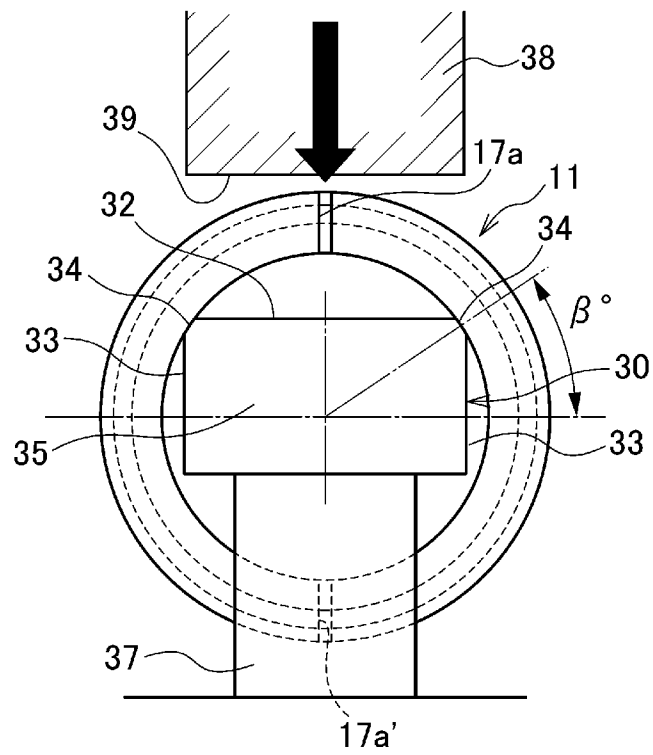
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/054445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C33/64 (2006.01) i, F16C33/60 (2006.01) i

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)

F16C33/64, F16C33/60

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-184674 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 14 July 1998 (14.07.1998), paragraphs [0017] to [0019]; fig. 4 to 5 & DE 19824258 A1	1-7
Y	JP 7-506661 A (Sintermetallwerk Krebssoege GmbH), 20 July 1995 (20.07.1995), page 3, upper left column, lines 3 to 6; fig. 1 to 3 & US 5536089 A & WO 1994/020765 A1 & DE 4306280 A1	1-7

☒ 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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 May, 2012 (21.05.12)

Date of mailing of the international search report
29 May, 2012 (29.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/054445

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-212524 A (NTN Toyo Bearing Co., Ltd.), 01 December 1984 (01.12.1984), page 2, upper left column, line 10 to page 2, lower right column, line 7; fig. 3 to 7 (Family: none)	1-7
Y	JP 2002-256394 A (Daido Steel Co., Ltd.), 11 September 2002 (11.09.2002), paragraphs [0010], [0018] (Family: none)	1-7
Y	JP 11-43738 A (Aichi Steel Works Ltd.), 16 February 1999 (16.02.1999), paragraphs [0027] to [0028] (Family: none)	2-7
Y	JP 2010-71438 A (Mazda Motor Corp.), 02 April 2010 (02.04.2010), paragraph [0020] (Family: none)	2-7
Y	JP 4-357325 A (NTN Corp.), 10 December 1992 (10.12.1992), paragraphs [0010] to [0018]; fig. 1 (Family: none)	6-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))
 Int.Cl. F16C33/64(2006.01)i, F16C33/60(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16C33/64, F16C33/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 10-184674 A (光洋精工株式会社) 1998.07.14, 段落 0017-0019, 図 4-5 & DE 19824258 A1	1-7
Y	JP 7-506661 A (ジンテルメタルヴェルク・クレープゼーゲ・ ゲゼルシャフト・ミト・ベシュレンクテル・ハフツング) 1995.07.20, 第 3 頁左上欄第 3-6 行, 図 1-3 & US 5536089 A & WO 1994/020765 A1 & DE 4306280 A1	1-7

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

2 1 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (I S A / J P)
 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

増岡 亘

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 8

3 J

9 1 4 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 59-212524 A (エヌ・テー・エヌ東洋ベアリング株式会社) 1984. 12. 01, 第 2 頁左上欄第 10 行-第 2 頁右下欄第 7 行, 第 3-7 図 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2002-256394 A (大同特殊鋼株式会社) 2002. 09. 11, 段落 0010, 0018 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 11-43738 A (愛知製鋼株式会社) 1999. 02. 16, 段落 0027-0028 (ファミリーなし)	2-7
Y	JP 2010-71438 A (マツダ株式会社) 2010. 04. 02, 段落 0020 (ファミリーなし)	2-7
Y	JP 4-357325 A (エヌティエヌ株式会社) 1992. 12. 10, 段落 0010-0018, 図 1 (ファミリーなし)	6-7