

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 2 区分

【発行日】平成31年3月14日 (2019.3.14)

【公開番号】特開2016-145644(P2016-145644A)

【公開日】平成28年8月12日 (2016.8.12)

【年通号数】公開・登録公報2016-048

【出願番号】特願2016-17837(P2016-17837)

【国際特許分類】

F 1 6 C 33/38 (2006.01)

F 1 6 C 19/16 (2006.01)

F 1 6 C 33/44 (2006.01)

B 2 9 C 33/42 (2006.01)

B 2 9 C 45/37 (2006.01)

【 F I 】

F 1 6 C 33/38

F 1 6 C 19/16

F 1 6 C 33/44

B 2 9 C 33/42

B 2 9 C 45/37

【手続補正書】

【提出日】平成31年1月31日 (2019.1.31)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】転がり軸受用保持器、及び転がり軸受、並びに転がり軸受用保持器の製造方法

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、転がり軸受用保持器、及び転がり軸受、並びに転がり軸受用保持器の製造方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

現在、工作機械の主軸用軸受には、アンギュラ玉軸受等が広く使用されている。工作機械用のアンギュラ玉軸受には、特に使用条件が厳しい場合にはフェノール樹脂保持器が用いられる。フェノール樹脂保持器は、耐摺動摩耗性が高く、軸受に用いた場合に優れた耐久性を発揮する。しかし、低強度で吸水膨張量が大きいため、寸法安定性が低く、設計が制限される不利がある。一般に、フェノール樹脂製の保持器は、寸法公差や案内すきまを小さくできず、保持器音の発生や非同期振れ N R R O (Non-Repeatable Run-Out) の悪化を招くことある。また、フェノール樹脂は熱硬化性樹脂であるため、複数のポケットを有する複雑な形状にすることは難しい。そのため、成形後に切削加工が必要で、生産性が低く、大量生産には向かないといった問題がある。

一方、射出成形により作製される合成樹脂製の保持器は、高い生産性を有する。しかし、軸受の使用条件が厳しい場合には、摺動部の潤滑性が低下し、摩耗によって寿命が低下することがある。

上記保持器の耐久性を改善する手段として、特許文献 1 のように保持器表面に微細凹凸

形状を形成し、この表面形状をコントロールする技術がある。この技術によれば、微細凹凸形状の調整によって摺動部の潤滑性や耐久性を高めることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-95469号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記保持器表面の微細凹凸形状は、成形用金型の金型表面を予め微細凹凸形状に加工して、その金型表面の微細凹凸形状を成形品に転写することで得られる。しかし、保持器のポケットはスライドコアにより成形されるため、スライドコアの引き抜き時に、ポケット内周面の微細凹凸形状が金型との剪断によって削り取られることがある。

【0005】

そこで本発明は、保持器のポケットの内周面における微細凹凸形状の損傷を抑制して、耐久性が高く生産性のよい転がり軸受用保持器、及びこれを備えた転がり軸受、並びに転がり軸受用保持器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】

【0006】

本発明は下記構成からなる。

(1) 転がり軸受の内輪軌道と外輪軌道との間に配置される複数の転動体を転動自在に保持するポケットが形成された転がり軸受用保持器であって、

前記ポケットの内周面は、算術平均粗さ  $R_a$  が  $1.0 \sim 9.8 \mu m$ 、最大高さ  $R_t$  が  $10.1 \sim 102.9 \mu m$  の表面性状を有し、

前記ポケットの内周面は、保持器径方向に沿った円筒面であり、前記円筒面の保持器径方向の厚みが  $3.5 mm$  以下であることを特徴とする転がり軸受用保持器。

(2) 転がり軸受の内輪軌道と外輪軌道との間に配置される複数の転動体を転動自在に保持するポケットが形成された転がり軸受用保持器であって、

前記ポケットの内周面は、算術平均粗さ  $R_a$  が  $1.0 \sim 9.8 \mu m$ 、最大高さ  $R_t$  が  $10.1 \sim 102.9 \mu m$  の表面性状を有し、内周側から外周側に向けて拡径するテーパ面であることを特徴とする転がり軸受用保持器。

(3) 保持器表層に、保持器表面からの厚みが  $0.1 \sim 30 \mu m$  である、強化繊維を含まない非晶質層が形成されていることを特徴とする(1)又は(2)に記載の転がり軸受用保持器。

(4) 保持器内径側又は保持器外径側の少なくとも一方に、前記ポケットの内径を拡縮する段付き部を有する(1)乃至(3)のいずれか一つに記載の転がり軸受用保持器。

(5) (1)乃至(4)のいずれか一つに記載の転がり軸受用保持器を備える転がり軸受。

(6) (1)乃至(4)のいずれか一項に記載の転がり軸受用保持器を、成形用金型を用いて射出成形する転がり軸受用保持器の製造方法であって、

前記ポケットを、前記成形用金型のスライドコアにより形成することを特徴とする転がり軸受用保持器の製造方法。

(7) 前記ポケットの内径面に、前記成形用金型の金型表面に施された加工面の形状を転写することを特徴とする(6)に記載の転がり軸受用保持器の製造方法。

(8) 前記ポケットの内周面を形成する前記スライドコアの表面を、ショットピーニング、放電加工、エッチングのいずれかによって形成することを特徴とする(6)又は(7)に記載の転がり軸受用保持器の製造方法。

【発明の効果】

【0007】

本発明の転がり軸受用保持器及び転がり軸受、並びに転がり軸受用保持器の製造方法に

よれば、ポケットの内周面が算術平均粗さ  $R_a$  が  $1.0 \sim 9.8 \mu m$ 、最大高さ  $R_t$  が  $10.1 \sim 102.9 \mu m$  の表面性状を有し、ポケットの保持器径方向の厚みが  $3.5 mm$  以下に形成される。そのため、ポケットをスライドコアで成形する場合でも、ポケットの内周面における微細凹凸形状の損傷を抑制できる。これにより、生産性を損なうことなく、保持器の耐久性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態を説明するための図で、転がり軸受の一部断面図である。

【図2】保持器の外観斜視図である。

【図3】図2に示す保持器の一部拡大斜視図である。

【図4】図3に示す保持器の P1 - P1 線の拡大断面図である。

【図5】(A) ~ (C) は、面取り部の形状を模式的に示す説明図である。

【図6】(A) は保持器の外径面の拡大図、(B) は (A) の P2 - P2 線における成形用金型を模式的に示した断面図である。

【図7】(A) ~ (C) は、他の保持器の外径面を示す一部拡大図である。

【図8】(A) ~ (H) は、保持器の各種ポケット形状を示す拡大断面図である。

【図9】他の構成の保持器を備えたアンギュラ玉軸受の一部断面図である。

【図10】図9に示す保持器の外観斜視図である。

【図11】他の構成の保持器を備えたアンギュラ玉軸受の一部断面図である。

【図12】他の構成の保持器の外観斜視図である。

【図13】他の構成の保持器の外観斜視図である。

【図14】転動体案内型保持器の拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は本発明の実施形態を説明するための図で、転がり軸受の一部断面図である。ここでは転がり軸受として工作機械の主軸等、高速回転する装置に用いられるアンギュラ玉軸受を用いて説明する。

【0010】

アンギュラ玉軸受100は、内周面に外輪軌道面11を有する外輪13と、外周面に内輪軌道面15を有する内輪17と、複数の玉(転動体)19と、複数のポケット21を有する保持器(転がり軸受用保持器)23と、を備える。

【0011】

複数の玉19は、外輪軌道面11及び内輪軌道面15との間に接触角を有して転動自在に配置される。保持器23は、複数の転動体19をポケット21内で転動自在に保持する。

【0012】

保持器23は、保持器外径面の軸方向両端に、径方向外側へ突出する複数の被案内部25A, 25Bが形成される。各被案内部25A, 25Bは、それぞれ周方向に沿って等間隔で、しかも双方が同じ周位置に配置される。

【0013】

本構成のアンギュラ玉軸受100は、軸方向の一端側(図1における左側)の被案内部25Aの案内面27が、外輪13の外輪軌道面11に対して反カウンターボア側の外輪内周面29に案内される外輪案内方式である。

【0014】

< 保持器の基本形状 >

保持器23のポケット21は、内周面が保持器径方向に沿った円筒面であり、その円筒状の内周面は、所定の表面性状にされている。この表面性状を形成する微小な凹部には、潤滑剤であるグリースが保持され、ポケット21の転動体19との動滑性を向上させている。なお、ポケット21の内周面の表面性状については、後に詳述する。

## 【 0 0 1 5 】

保持器 2 3 は、合成樹脂を含む材料を用いた射出成形品である。保持器 2 3 に使用可能な合成樹脂としては、例えば、PPS（ポリフェニレンサルファイド）、PPS-CF（カーボン繊維強化ポリフェニレンサルファイド）等が挙げられる。その他にも、母材として、PA（ポリアミド）、PAI（ポリアミドイミド）、熱可塑性ポリイミド、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）が利用可能で、強化繊維として、カーボン繊維、ガラス繊維、アラミド繊維等の有機繊維が利用可能である。

## 【 0 0 1 6 】

図 2 は保持器 2 3 の外観斜視図、図 3 は図 2 に示す保持器の一部拡大斜視図である。各被案内部 2 5 A、2 5 B は、径方向外側へ突出して外輪内周面 2 9（図 1 参照）に摺接可能に形成される案内面 2 7 と、案内面 2 7 の縁部に形成された面取り部 3 1 とを有する。本構成の面取り部 3 1 は、案内面 2 7 の軸方向及び周方向の縁部である、周囲エッジの全周にわたって設けられる。

## 【 0 0 1 7 】

更に、被案内部 2 5 A の案内面 2 7 の周方向中央部には、案内面 2 7 の径方向高さから窪んで、軸方向に沿った溝部 3 3 A が形成される。同様に、被案内部 2 5 B の案内面 2 7 の周方向中央部にも、案内面 2 7 の径方向高さから窪んで、軸方向に沿った溝部 3 3 B が形成される。溝部 3 3 A、3 3 B の周方向の断面形状は、図示例の円弧形状の他、三角形形状、矩形形状、台形状等であってもよい。

## 【 0 0 1 8 】

同じ周位置に配置される一組の被案内部 2 5 A、2 5 B は、軸方向と平行な一本の直線上に、それぞれの溝部 3 3 A、3 3 B が配置される。保持器 2 3 の外径面には、周方向の位相を一致させた一組の溝部 3 3 A、3 3 B が、周方向に沿って複数組配置される。

## 【 0 0 1 9 】

また、周方向に隣接する被案内部 2 5 A、2 5 A との間、及び、被案内部 2 5 B、2 5 B との間は、案内面 2 7 より径方向高さが低い外径溝 3 5 A、3 5 B とされている。各外径溝 3 5 A、3 5 B は、それぞれ潤滑剤の排出溝として機能する。

## 【 0 0 2 0 】

図 4 は図 3 に示す保持器 2 3 の P 1 - P 1 線の拡大断面図である。案内面 2 7 の軸方向の縁部に形成された面取り部 3 1 は、曲率半径が 0.2 mm 以上の曲面を有する。

## 【 0 0 2 1 】

一般に、軸受内に配置された保持器 2 3 は、図 1 に示すように、案内面 2 7 と外輪内周面 2 9 との間の案内すきま  $G/2$  と、ポケットすきまとの範囲で移動自在となる。そのため、保持器 2 3 は、軸線から傾斜して案内面 2 7 の周囲エッジが外輪 1 3 に偏当たりする場合がある。偏当たりが生じると、保持器 2 3 が摩耗して、寿命の低下や振動の劣化等の異常が生じる。この場合の保持器 2 3 の摩耗は、案内面 2 7 の周囲エッジから進行することが殆どである。しかし、本構成の保持器 2 3 によれば、案内面 2 7 の周囲エッジが、角部を滑らかにした面取り部 3 1 にされるため、摩耗が進行しにくくなる。

## 【 0 0 2 2 】

一般に、外輪案内方式のアンギュラ玉軸受 1 0 0 においては、図 1 に示す外輪 1 3 の外輪内周面 2 9 と外輪軌道面 1 1 との境界の軌道面エッジ 1 1 a に、保持器 2 3 が接触することがある。保持器 2 3 が軌道面エッジ 1 1 a に接触すると、前述のように、保持器 2 3 は軌道面エッジ 1 1 a との接触部分から摩耗が進行する。そこで、本構成の保持器 2 3 は、図 1、図 4 に示すように、軌道面エッジ 1 1 a に接触しないように、外輪 1 3 の外輪軌道面 1 1 の軸方向縁部である軌道面エッジ 1 1 a との対面領域に、径方向内側に窪むエッジ逃し部 3 7 を設けてある。

## 【 0 0 2 3 】

エッジ逃し部 3 7 は、図 3 に示す被案内部 2 5 A と 2 5 B との間の領域に相当し、案内面 2 7 の径方向高さから一段低く形成される。この段差によって、保持器 2 3 が傾斜した場合でも、軌道面エッジ 1 1 a が保持器 2 3 に接触することがなくなり、軌道面エッジ 1

1 a との接触による保持器 2 3 の摩耗を未然に防止できる。

【 0 0 2 4 】

また、案内面 2 7 と面取り部 3 1 には、微小凹凸形状の表面性状が形成される。この微小凹凸形状の凹部にグリース等の潤滑剤が溜まることで、外輪 1 3 との接触時における接触抵抗が軽減され、摩耗の進行が抑制される。この表面性状を形成するためには、案内面 2 7 と面取り部 3 1 とを滑らかに接続する必要がある。

【 0 0 2 5 】

図 5 ( A ) ~ ( C ) は、面取り部 3 1 の形状を模式的に示す説明図である。図 5 ( A ) に示すように、面取り部 3 1 は、曲率半径  $r$  が  $0.2\text{ mm}$  以上の曲面である。これにより、案内面 2 7 の周囲エッジが立つことがなく、案内面 2 7 と曲面とが滑らかに接続される。

【 0 0 2 6 】

また、図 5 ( B ) に示すように、面取り部 3 1 の曲率半径  $r$  の中心を案内面 2 7 に近づけることで、面取り部 3 1 の曲面の接線方向と案内面 2 7 とを交差させ、案内面 2 7 の縁部 2 7 a に、面取り部 3 1 を接線方向に接続した構成であってもよい。縁部 2 7 a において接続される曲面の接線方向と、案内面 2 7 との成す角  $\theta$  は、 $20^\circ$  以下 ( $0^\circ < \theta < 20^\circ$ ) とすることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

更に、面取り部 3 1 は、図 5 ( C ) に示すように、保持器 2 3 の軸断面において、案内面 2 7 との成す角  $\theta$  が  $20^\circ$  以下 ( $0^\circ < \theta < 20^\circ$ ) の傾斜面であってもよい。この場合、保持器 2 3 に負荷される面圧を軽減し、打痕の発生を防止し、摩耗の進行を抑制できる。

【 0 0 2 8 】

上記の面取り部 3 1 の形状は一例であって、これらに限らず任意の形状にできる。望ましくは、面取り部 3 1 を曲面形状 ( R 形状 ) とし、曲面の接線と案内面 2 7 とが滑らかに接続される形状とするのがよい。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示すように、外輪 1 3 の外輪内周面 2 9 と保持器 2 3 の案内面 2 7 との間の径方向の案内すきま  $G/2$  は、高速回転時における保持器音の発生、非同期振れ  $\text{NRRO}$ 、動トルク等に及ぼす影響が大きい。案内すきま  $G/2$  を外輪内周面 2 9 の案内径  $G$  の  $0.2\% \sim 0.8\%$  に設定することで、高速回転時の軸受の  $\text{NRRO}$  および動トルクを低減できる。

【 0 0 3 0 】

外輪案内保持器の場合、回転時に作用する遠心力と熱膨張により案内径  $G$  が変化する。初期案内すきまが小さいと、回転時の案内すきまが 0 になり、トルクの増大や温度上昇、破損、異音が発生する虞がある。そのため、案内すきま  $G/2$  を案内径  $G$  の  $0.2\%$  以上にするのがよい。

【 0 0 3 1 】

また、軸受回転時における保持器 2 3 の旋回する回転径は、案内すきま  $G/2$  で決定されるため、案内面の接触荷重は、案内すきま  $G/2$  に比例して大きくなる。更に、案内すきま  $G/2$  が過大の場合、保持器 2 3 が軸受内部で振動して保持器音が発生する要因となる。これらの理由より、案内すきま  $G/2$  は、案内径  $G$  の  $0.8\%$  より小さくするのがよい。

【 0 0 3 2 】

案内すきま  $G/2$  が案内径  $G$  の  $0.8\%$  以下に設定された保持器 2 3 は、軸受に組み込んでグリース潤滑で使用情况の場合、グリースの排出が妨げられる。このような保持器 2 3 は、慣らし運転に長時間を要するため、不良品となる。この慣らし運転時間は、外径溝 3 5 A , 3 5 B の領域に保持器 2 3 のポケット 2 1 を含めることで、換言すれば、ポケット 2 1 の軸受軸方向の側方に外径溝 3 5 A , 3 5 B を設けることで短縮できる。

【 0 0 3 3 】

オイルエア潤滑の場合も同様であり、案内すきまが小さすぎると、オイルの排出性が悪くなり、異常な温度上昇や焼き付きの原因となる。なお、案内すきまが大きい場合には、グリースの排出が妨げられることはなく、外径溝を設けなくてもよい。

【0034】

また、図4に示すように、案内面27の案内幅L（面取り部31を除くストレート部の幅）を小さくすることで、保持器23の回転抵抗のトルクを低減できる。ただし、案内幅Lが0.5mm未満の場合には、外輪内周面29との接触面圧が高くなる。その場合、磨耗が進行して、軸受の耐久性が低下する。このため、案内面27の案内幅Lは0.5mm以上にする必要がある。

【0035】

また、外輪13の軸方向幅をB（図1参照）としたとき、保持器23の幅H（図4参照）は、空間容積の確保と軽量化の観点から $H/B = 0.95$ とするのがよく、更に、保持器23の後述するポケット開口部における最小肉厚 $t$ （図6（B）参照）を確保するため、 $0.4 H/B$ とするのが望ましい（ $0.4 H/B = 0.95$ ）。

【0036】

< 保持器の成形用金型 >

次に、保持器23を射出成形する成形用金型について説明する。

上記した合成樹脂製の保持器23は、成形用金型により一体に射出成形される。図6（A）は、保持器外径面の拡大図である。図6（B）は、成形用金型を模式的に示した図6（A）のP2 - P2線における断面図である。図6（B）には、保持器23の外径部を成形する外側金型41と、保持器23のポケット21を成形するスライドコア43とを示す。成形用金型は、これらの金型部材の他に保持器23の内径面を形成する内側金型等を備えるが、ここではその説明を省略する。

【0037】

図6（B）に示す成形用金型は、アキシアルドロ方式の金型である。外側金型41及びスライドコア43は、保持器23の周方向に沿って複数個が配置され、それぞれ径方向に移動自在である。被案内部25A、25B（25B、25B）の溝部33A（33B）の周位置は、隣接する外側金型とのパーティングラインとなる。

【0038】

図6（A）、（B）に示すように、保持器23は、被案内部25A、25B、外径溝35A、35B、及びエッジ逃し部37を含む外径面が、外側金型41より成形される。また、ポケット21が、スライドコア43により成形される。後述するように、スライドコア43の表面に形成された所定の表面性状は、保持器23のポケット21の内周面に転写される。

【0039】

スライドコア43に設けられる所定の表面性状を有した加工面（シボ加工面）は、ショットピーニング等のショット加工、放電加工、エッチング、ウォータージェット、レーザ加工等のいずれかにより形成できる。なお、上記加工面は、上記加工方法を単独、又は組み合わせた加工で形成してもよく、上記以外の加工方法で形成してもよい。

【0040】

ところで、被案内部25A、25Bの角部Kとポケット21（内周面）とは接近しているため、この繋ぎ部を成形する外側金型41の凸部41aは、肉厚 $t$ が薄くなる。このように、金型に肉厚 $t$ の薄い部分があると、金型強度が不足して、金型に変形や割れ等が生じる虞がある。

【0041】

そのため、図6（A）に示すように、被案内部25A、25Bの角部Kの円周方向位相を、ポケット21の軸方向最大径となる周方向位置Pk1とポケット21の周方向端部となる周方向位置Pk2との間の領域Cに設ける。そして、被案内部25A、25Bの角部Kとポケット21の内周面との最小距離（肉厚 $t$ ）を0.5mm以上にする。これにより、金型が特に薄くなる部分をなくし、金型強度不足による障害を防止している。

## 【 0 0 4 2 】

図 7 は、薄肉部を補正した金型により成形される他の保持器の外径面を示す一部拡大図である。図 7 ( A ) は、被案内部 2 5 A , 2 5 B の角部 K を、曲面状の面取り形状にすることで金型の肉厚  $t$  を大きくしている。

## 【 0 0 4 3 】

図 7 ( B ) は、被案内部 2 5 A , 2 5 B の角部 K を斜めにカットすることで金型の肉厚  $t$  を大きくしている。

## 【 0 0 4 4 】

また、図 7 ( C ) は、通常の大さの案内すきま  $G / 2$  (例えば、外輪内周面 2 9 の案内径  $G$  の 0 . 8 % 以上) を有し、外径溝 3 5 A , 3 5 B を設ける必要がない保持器 2 3 である (図 1 2 参照)。この保持器 2 3 は、被案内部 2 6 A , 2 6 B をポケット 2 1 から軸方向に離間して設けることで、被案内部 2 6 A , 2 6 B とポケット 2 1 との最小距離 (肉厚  $t$ ) を 0 . 5 mm 以上としている。

## 【 0 0 4 5 】

いずれの場合にも、金型の強度不足による障害を防止できる。

## 【 0 0 4 6 】

< ポケット内周面の表面性状 >

上記の成形用金型は、保持器 2 3 にポケット 2 1 を形成する金型 (スライドコア 4 3 ) の表面が、所定の表面性状を有する。すなわち、スライドコア 4 3 の金型表面は、通常よりも大きな所定の表面粗さの加工面とされている。この加工面の表面形状は、射出成形される保持器 2 3 のポケット 2 1 の内周面に転写される。これにより、ポケット内周面はシボ加工面となる。

## 【 0 0 4 7 】

保持器 2 3 のポケット 2 1 の内周面に、金型表面の加工面の形状が転写付与された形状転写面の表面粗さは、J I S B 0 6 0 1 に規定される算術平均粗さ  $R_a$  を 1 . 0 ~ 9 . 8  $\mu m$  に、最大高さ  $R_t$  を 1 0 . 1 ~ 1 0 2 . 9  $\mu m$  に設定される ( $R_a$  ,  $R_t$  の数値については、必要に応じて特開 2 0 1 4 - 9 5 4 6 9 号公報を参照されたい)。

## 【 0 0 4 8 】

これにより、所定の表面粗さを形成する凹部に潤滑剤であるグリースが保持され、この凹部からポケット 2 1 の内周面と転動体 1 9 との接触界面 (図 1 参照) にグリースが供給される。したがって、軸受の高速回転化によって潤滑条件が厳しくなった場合であっても、接触界面に油膜が途切れることがない。このため、急激な温度上昇や焼き付きを長期にわたり抑制できる。

## 【 0 0 4 9 】

また、加工面の表面形状は、ランダムな微細凹凸形状の他、ディンプル等の凹形状や微細な溝であってもよい。

## 【 0 0 5 0 】

保持器 2 3 は、耐摩耗性や機械的強度の向上のために、ガラス繊維や炭素繊維等の充填材を樹脂材料に混入させて補強してもよい。その場合、保持器 2 3 の案内面 2 7 と外輪 1 3 の外輪内周面 2 9 との接触界面で、充填材を含む摩耗粉が生成されることがある。この摩耗粉は、軸受回転時に異物として作用して、切削摩耗が増大する虞がある。しかし、本構成によれば、上記の表面性状の微小凹凸形状により、摩耗粉が接触界面から容易に排除される。これにより、保持器 2 3 の耐摩耗性が向上する。

## 【 0 0 5 1 】

算術平均粗さ  $R_a$  が 1 . 0  $\mu m$  未満の範囲では、表面粗さを形成する凹部のグリース保持量が少なくなり、保持器 2 3 のポケット 2 1 の内周面と転動体 1 9 との接触界面に対するグリース供給が不十分となる。また、算術平均粗さ  $R_a$  が 9 . 8  $\mu m$  を超えると、その粗さ自体が、高精度の高速回転が要求される工作機械の主軸用軸受の回転精度に悪影響を及ぼす可能性がある。

## 【 0 0 5 2 】

ポケット 2 1 の内周面に付与される表面粗さは、最大高さ  $R_t$  を  $10.1 \sim 102.9 \mu\text{m}$  の範囲にされている。このように最大高さ  $R_t$  を上記範囲に定めることで、特異的に高い山部や低い谷部の発生が抑えられ、摺動時の振動が抑制されて軸受性能を向上できる。

【 0 0 5 3 】

上記の通り、ポケット 2 1 の内周面の表面性状は、保持器 2 3 の射出成形時にスライドコア 4 3 の表面の形状転写によって付与される。このため、ポケット 2 1 の内周面には、均一、且つ再現性の高い状態で表面層（形状転写層）が形成され、保持器 2 3 の耐摩耗性をより確実に向上できる。

【 0 0 5 4 】

< ポケットの成形 >

外輪案内形式の保持器 2 3 のポケット 2 1 は、通常、径方向に沿った円筒形状となっている。このため、上記した表面性状となる表面形状を設けたスライドコア 4 3 を径方向外側に抜き取る際、ポケット 2 1 の内周面に付与した表面形状がせん断により崩れる虞がある。

【 0 0 5 5 】

表 1 は、直径  $9.5 \text{ mm}$  の円筒形状部をショット法により算術平均粗さ  $R_a 3 \mu\text{m}$  に加工した金型を用い、保持器 2 3 を成形して、長さ  $1.6 \text{ mm}$  の距離を表面形状転写面と平行に引抜いたときの、PPS-CF 樹脂の表面形状の状態を顕微鏡で観察した結果を示す。

【 0 0 5 6 】

引抜き長さが  $3.5 \text{ mm}$  以下では、金型から転写させた表面形状が異常に残っている。引抜き距離が  $3.5 \sim 4.5 \text{ mm}$  では  $80\%$  以上、金型から転写させた表面形状が残っている。しかし、引抜き距離が  $4.5 \text{ mm}$  以上では、金型とのせん断で表面が削り取られており、金型から転写された所定の表面粗さの表面形状が破壊された状態となっている。したがって、金型のせん断方向への引抜き距離に相当する、ポケット 2 1 の内周面の長さ  $D$ （図 8 参照）、つまり、ポケット 2 1 の円筒面の保持器径方向の厚みは、 $4.5 \text{ mm}$  以下、より望ましくは  $3.5 \text{ mm}$  以下とする必要がある。

【 0 0 5 7 】

【表 1】

引抜き距離 mm	表面状態
0~3.5	異常なし
3.5~4.5	80%以上表面形状が残っている
4.5 以上	表面形状が引抜き時に脱落

【 0 0 5 8 】

ポケット 2 1 の内周面の径方向長さ  $D$  が大きく、上記の引抜き距離が大きい場合や、付与される表面形状が大きく、引抜きにより表面形状が損傷し、金型が磨耗して寿命が低下する場合がある。そのような場合には、図 8（A）に示す前述した形状に代えて、図 8（B）に示すように、転動体 1 9 と接触しない保持器 2 3 の径方向内側のポケット径  $d_1$  を小さくすればよい。又は、図 8（C）に示すように、転動体 1 9 と接触しない保持器 2 3 の径方向外側のポケット径  $d_2$  を大きくすればよい。

【 0 0 5 9 】

保持器内径側や保持器外径側に、ポケット 2 1 の内径を拡張する段付き部 2 2 を設けることにより、実質的な引抜き距離（接触しながら摺動する距離）を短縮でき、スライドコア 4 3 から転写される表面形状の損傷を抑制できる。

【 0 0 6 0 】

また、図8(D)に示すように、保持器23の径方向内側のポケット径 $d_1$ を小さくし、且つ径方向外側のポケット径 $d_2$ を大きくしてもよい。この場合、引抜き距離をより短縮できる。

【0061】

また、図8(E)に示すように、ポケット21の内周面全体を $\theta = 0.5^\circ$ 以上のテーパ角で、内周側から外周側に向けて拡径するテーパ面にしてもよい。その場合、スライドコア43を引抜く際に、せん断が発生しなくなり、ポケットの表面形状を保護できる。また、スライドコアの寿命を向上できる。

【0062】

図8(F)は径方向内側のポケット径 $d_1$ を小さくし、且つテーパ面21aとしている。図8(G)は径方向外側のポケット径 $d_2$ を大きくし、且つテーパ面21aとしている。図8(H)は径方向内側のポケット径 $d_1$ を小さく、径方向外側のポケット径 $d_2$ を大きく形成すると共にテーパ面21aとしている。このように、ポケット21の内周面の形状を、引抜き距離が実質的に短縮する形状にすることで、スライドコア43の引抜き時における樹脂の損傷が抑制され、金型寿命を延長することが可能になる。

【0063】

上記したように、ポケット部には、スライドコア43を引抜く際にせん断力が発生する。そのため、保持器23の外径部を成形する外側金型41の寿命と、保持器23のポケット21を成形するスライドコア43の寿命とが、大きく異なってしまうことが考えられる。しかし、本金型構成によれば、形状が複雑で高価な外側金型41は、そのまま継続して利用して、スライドコア43は、外側金型41とは別体に構成されている。そのため、ピン形状の安価なスライドコア43のみを交換可能にでき、金型のランニングコストを低減できる。

【0064】

なお、上記の案内面27と面取り部31の微小凹凸形状は、ポケット21の内周面と同様に、算術平均粗さ $R_a = 1.0 \sim 9.8 \mu m$ 、最大高さ $R_t = 10.1 \sim 102.9 \mu m$ の範囲にしてもよい。また、この微小凹凸形状は、スライドコア43の表面加工方法と同様に、金型表面に施すことで得られる。

【0065】

< 保持器表面のスキン層 >

保持器23を射出成形により成形する際には、高温の樹脂が温度の低い金型に接触して急冷される。そのため、金型付近の部分となる保持器23の表面部分に、スキン層と呼ばれる非晶質層が形成される。また、成形時の樹脂が樹脂表面に並行に流れるため、成形後の樹脂内部の表層部における強化繊維(CF(カーボンファイバー)、GF(グラスファイバー)、AF(アラミドファイバー)等)も表面に並行に配列される。

【0066】

非晶質層は、樹脂材料がPPS(ポリフェニレンサルファイド樹脂)やPEEK(ポリエーテルエーテルケトン樹脂)等である場合には、表面近傍まで結晶化するため、非常に薄い $0.1 \sim 10 \mu m$ 程度の厚さとなる。樹脂材料がナイロン等のポリアミド樹脂である場合には、非晶質層が形成されやすく $10 \sim 30 \mu m$ 程度の厚さとなる。

【0067】

強化繊維は、保持器と摺動される外輪、内輪、及び転動体の鋼材に対して攻撃性が強い。特に、強化繊維を含む樹脂材料をバリ取りのためパレル加工や切削加工を施した表面を摺動面とした場合は、強化繊維が樹脂表面に対して交差する方向に析出する。そのため、強化繊維は、端部が鋭角になり、外輪、内輪、及び転動体を傷付けたり、摩耗の原因となる。更に、強化繊維が保持器表層に現れるため、強化繊維が脱落し、軸受の寿命低下に繋がる虞がある。

【0068】

そのため、保持器表層にスキン層を持つことにより、強化繊維の脱落及び析出した強化繊維による相手部材への攻撃を抑制できる。

## 【 0 0 6 9 】

更に、保持器表面に強化繊維が並行に配列されるため、スキン層が摩耗等で除去された後も強化繊維の端部が外輪、内輪、及び転動体に対して鋭角に当たらない。これにより、相手部材の摩耗を抑制できる。

## 【 0 0 7 0 】

このスキン層は、特開 2 0 0 1 - 2 2 7 5 4 8 に示すように、表面から 3 0  $\mu$  m 以下に存在するのが望ましい。また、上述したように、表層部にスキン層が存在することが必要であるため、保持器表層に、保持器表面からの厚みが 0 . 1 ~ 3 0  $\mu$  m である、強化繊維を含まない非晶質層が形成されていることが望ましい。

## 【 0 0 7 1 】

< 他の構成例 >

次に、上記した保持器 2 3 の他の構成例について説明する。

( 第 1 変形例 )

図 9 に他の構成の保持器 2 3 A を備えたアンギュラ玉軸受 1 1 0 の一部断面図、図 1 0 に保持器 2 3 A の外観斜視図を示す。以下の説明では、図 1 に示す部材と同一の部材に対しては同一の符号を付与することで、その部材の説明は省略又は簡単化する。

## 【 0 0 7 2 】

本変形例の保持器 2 3 A は、軸方向の一端側のみに被案内部 2 5 A を設けてあり、他端側の被案内部は省略されている。保持器 2 3 A は、被案内部 2 5 A が外輪 1 3 の外輪内周面 2 9 に案内される。その際、保持器 2 3 A にエッジ逃し部 3 7 が設けられたことにより、外輪の軌道面エッジ 1 1 a が保持器 2 3 A に接触することはない。また、保持器 2 3 A のポケット 2 1 の内周面は、前述した所定の表面性状となっている。この表面形状は、金型（スライドコア 4 3 ）の加工面が転写されて形成されたものである。

## 【 0 0 7 3 】

本変形例によれば、保持器 2 3 A をよりシンプルな構造にできる。また、所定の表面粗さを形成するポケット 2 1 の微小な凹部に、潤滑剤であるグリースが保持されて、この凹部からポケット 2 1 の内周面と転動体 1 9 との接触界面にグリースが供給される。よって、保持器 2 3 A の耐久性が高められる。

## 【 0 0 7 4 】

( 第 2 変形例 )

図 1 1 に他の構成の保持器 2 3 B を備えたアンギュラ玉軸受 1 2 0 の一部断面図を示す。本変形例の保持器 2 3 B は、被案内部 2 5 A , 2 5 B のいずれも備えておらず、保持器 2 3 B のポケット 2 1 の内周面には、前述した所定の表面性状が、金型から転写されて形成されている。それ以外は、前述の第 1 変形例の保持器 2 3 A と同様である。

## 【 0 0 7 5 】

本変形例によれば、保持器 2 3 B をよりシンプルな構造にできる。また、所定の表面性状を形成する微小な凹部に、潤滑剤であるグリースが保持され、この凹部からポケット 2 1 の内周面と転動体 1 9 との接触界面にグリースが供給される。よって、保持器 2 3 B の耐久性が高められる。

## 【 0 0 7 6 】

( 第 3 変形例 )

図 1 2 に他の構成の保持器 2 3 C の外観斜視図を示す。保持器 2 3 C は、前述した所定の表面粗さを有する表面形状がスライドコア 4 3 から転写されたポケット 2 1 を有し、且つ、保持器外径部の軸方向両端に半径方向外側へ突出する被案内部 2 6 A , 2 6 B を有する。各被案内部 2 6 A , 2 6 B には、それぞれ軸方向に沿って案内面 2 7 の径方向高さから窪んだ溝部 3 3 A , 3 3 B が複数形成される。

## 【 0 0 7 7 】

本変形例の保持器 2 3 C は、図 3 に示す保持器 2 3 の場合と同様に、一組の溝部 3 3 A , 3 3 B が同じ周位置に配置される。また、案内面 2 7 の被案内部 2 6 A , 2 6 B の軸方向の縁部には、面取り部 3 1 , 3 1 が形成される。ただし、図 3 に示すような外径溝 3 5

A, 35Bは存在せず、案内面27が周方向に連続して配置される。

【0078】

本変形例の保持器23Cによれば、案内面27の周囲エッジが面取り部31にされ、摩耗が進行しにくくなる。また、径方向内側に窪むエッジ逃し部37によって、軌道面エッジ11a(図1参照)が保持器23に接触することがなくなり、接触による摩耗を未然に防止できる。更に、ポケット21の内周面が、所定の表面性状を有する形状転写面となることで、耐摩耗性を向上でき、保持器23Cの耐久性が高められる。

【0079】

(第4変形例)

図13に他の構成の保持器23Dの外観斜視図を示す。保持器23Dは、保持器外径部の軸方向一端のみに半径方向外側へ突出する被案内部26Aを有すること以外は、前述の第3変形例の保持器23Cと同様である。

【0080】

本変形例の保持器23Dによれば、保持器23Dをシンプルな構造にでき、ポケット21の内周面に、前述した所定の表面性状を有する表面形状が、金型から転写されて形成されることで、ポケット21の内周面と転動体19との接触界面にグリースが供給される。よって、保持器23Dの耐久性を高めることができる。

【0081】

以上説明したように、本構成の転がり軸受としては、アンギュラ玉軸受に限定されるものではなく、円筒ころ軸受等、他の種類の転がり軸受であってもよい。例えば、図14に示すように、保持器23Eが、ポケット21に形成されたテーパ孔21bに転動自在に配置される転動体19によって案内される転動体案内方式の転がり軸受であってもよい。

【0082】

本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、実施形態の各構成を相互に組み合わせることや、明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者が変更、応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0083】

- 11 外輪軌道面
- 13 外輪
- 15 内輪軌道面
- 17 内輪
- 19 転動体
- 21 ポケット
- 21a テーパ面
- 22 段付き部
- 23, 23A, 23B, 23C, 23D, 23E 保持器(転がり軸受用保持器)
- 41 外側金型
- 43 スライドコア
- 100, 110, 120 アンギュラ玉軸受(転がり軸受)
- D 内周面の径方向長さ(円筒面の径方向厚み)

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

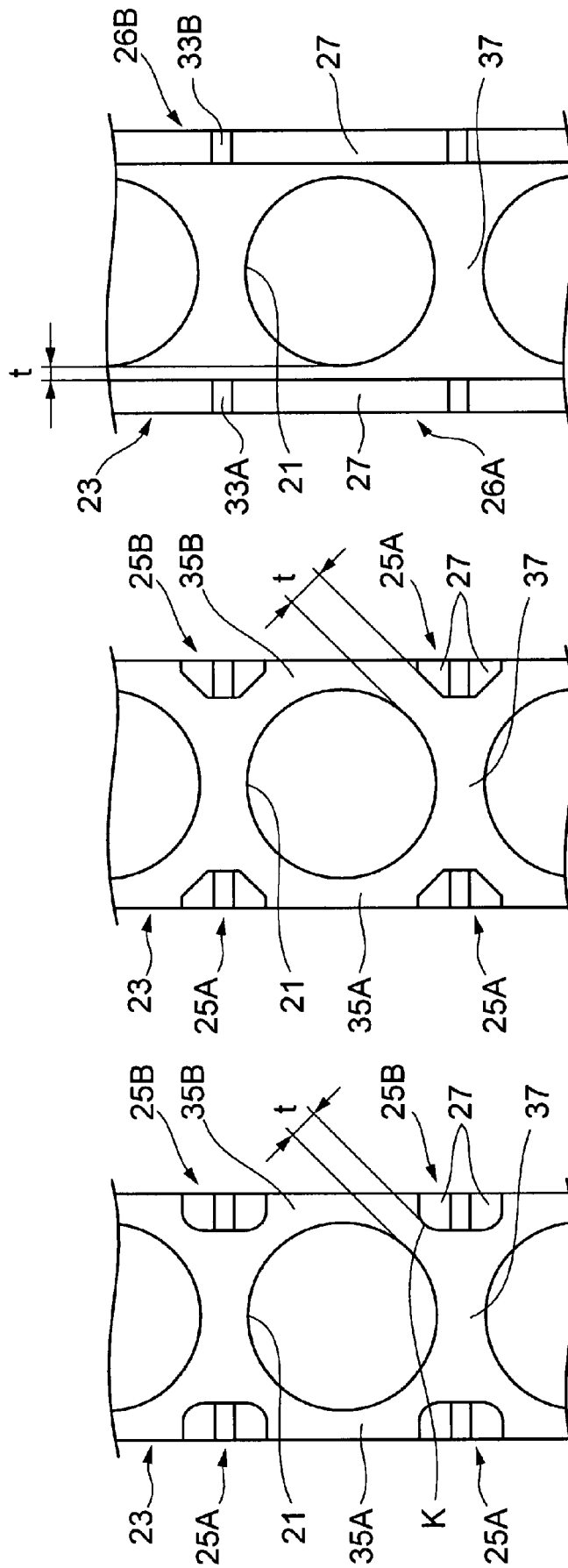
【補正の内容】



【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 7】



(A)

(B)

(C)

【手続補正 4】

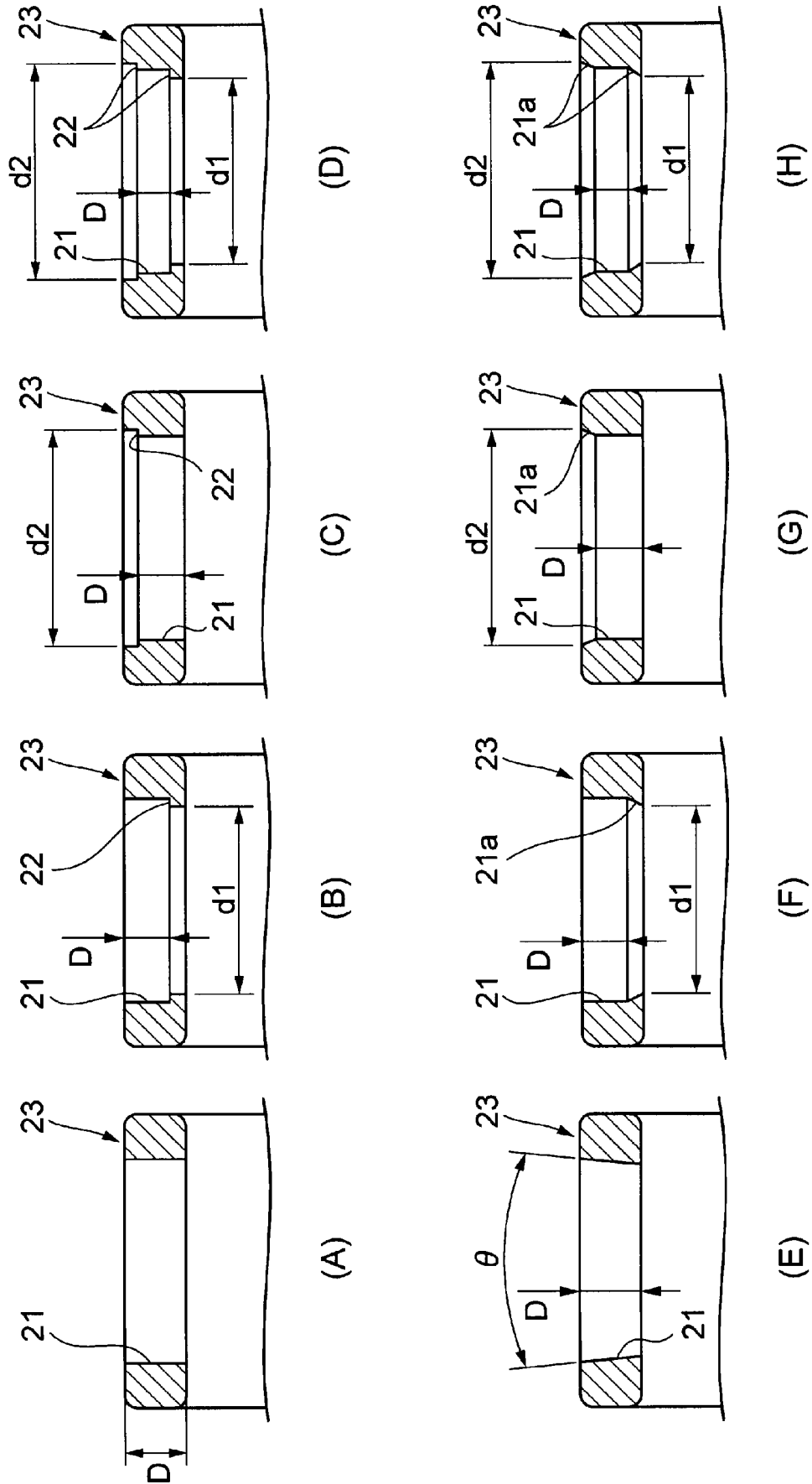
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 8】



【手続補正 5】

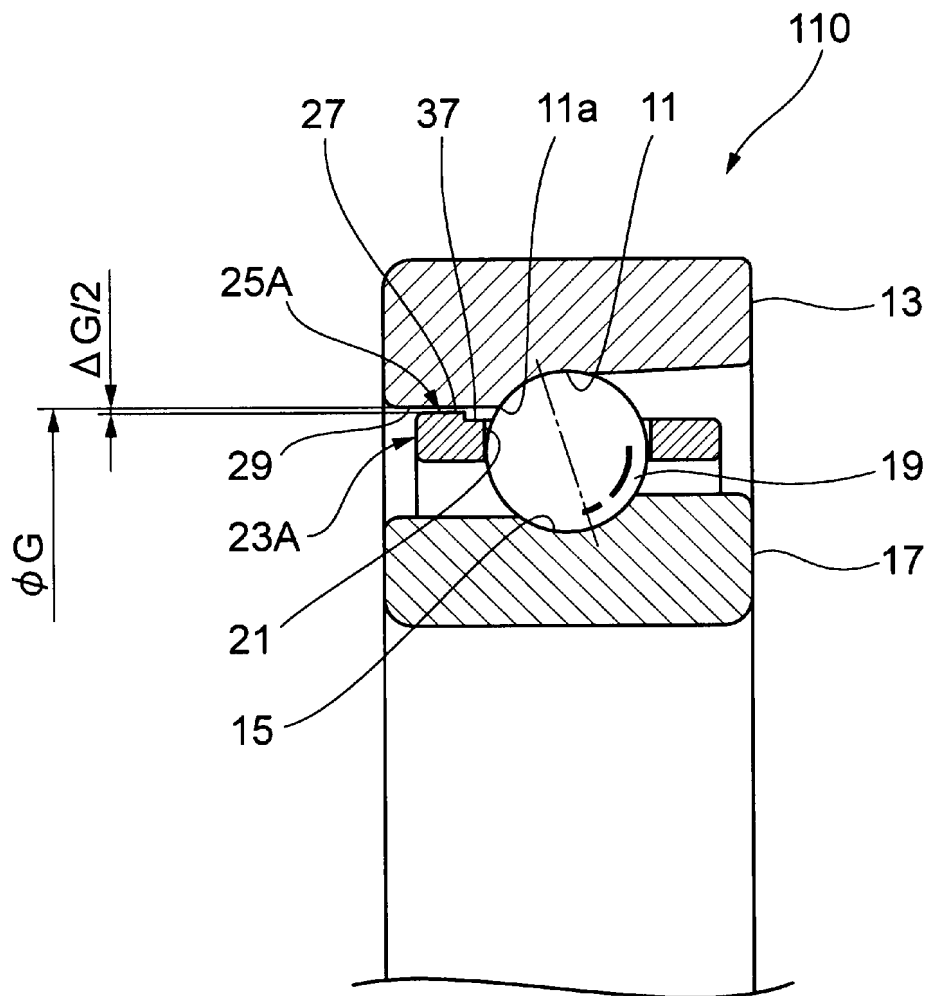
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 9】



【手続補正 6】

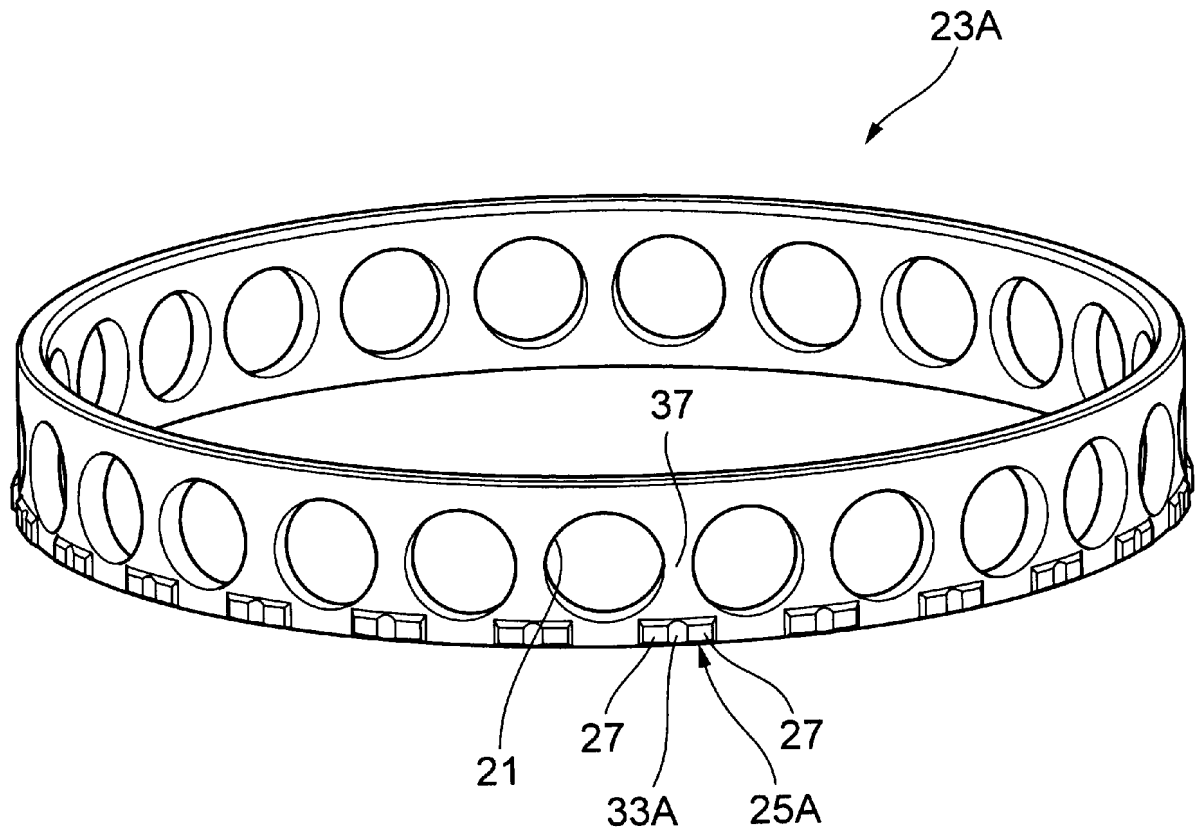
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 10

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 0】



【手続補正 7】

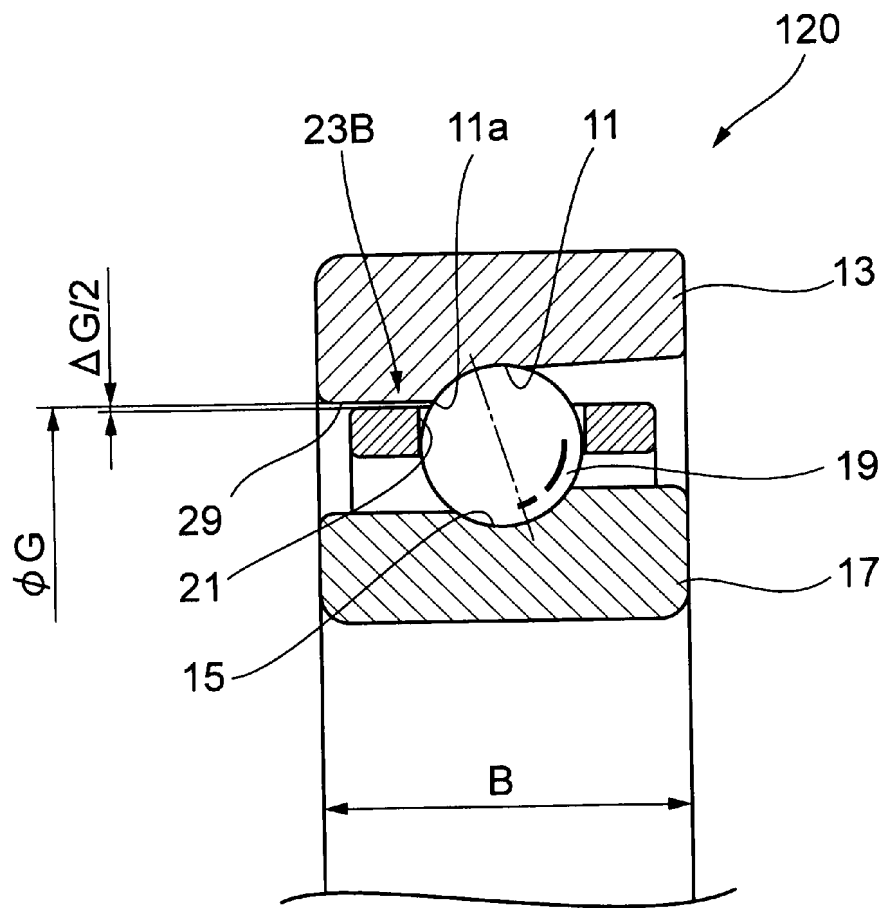
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 1】



【手続補正 8】

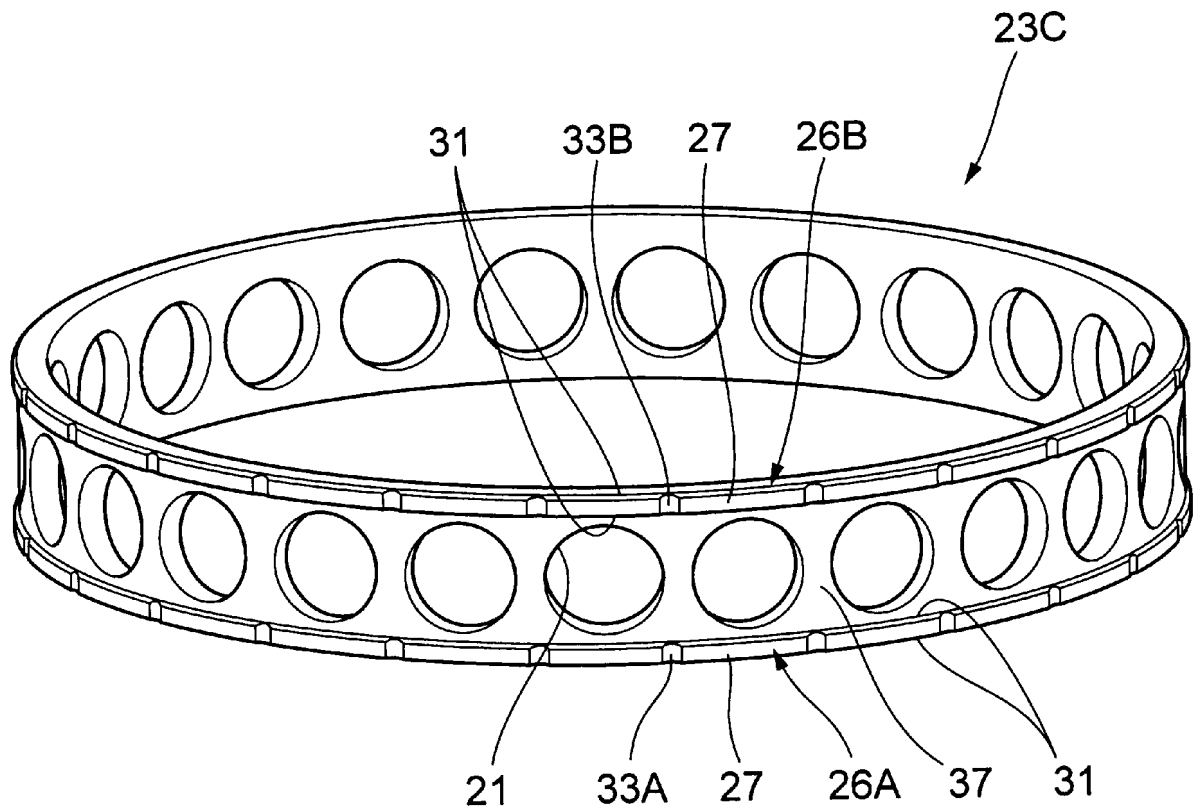
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 2】



【手続補正 9】

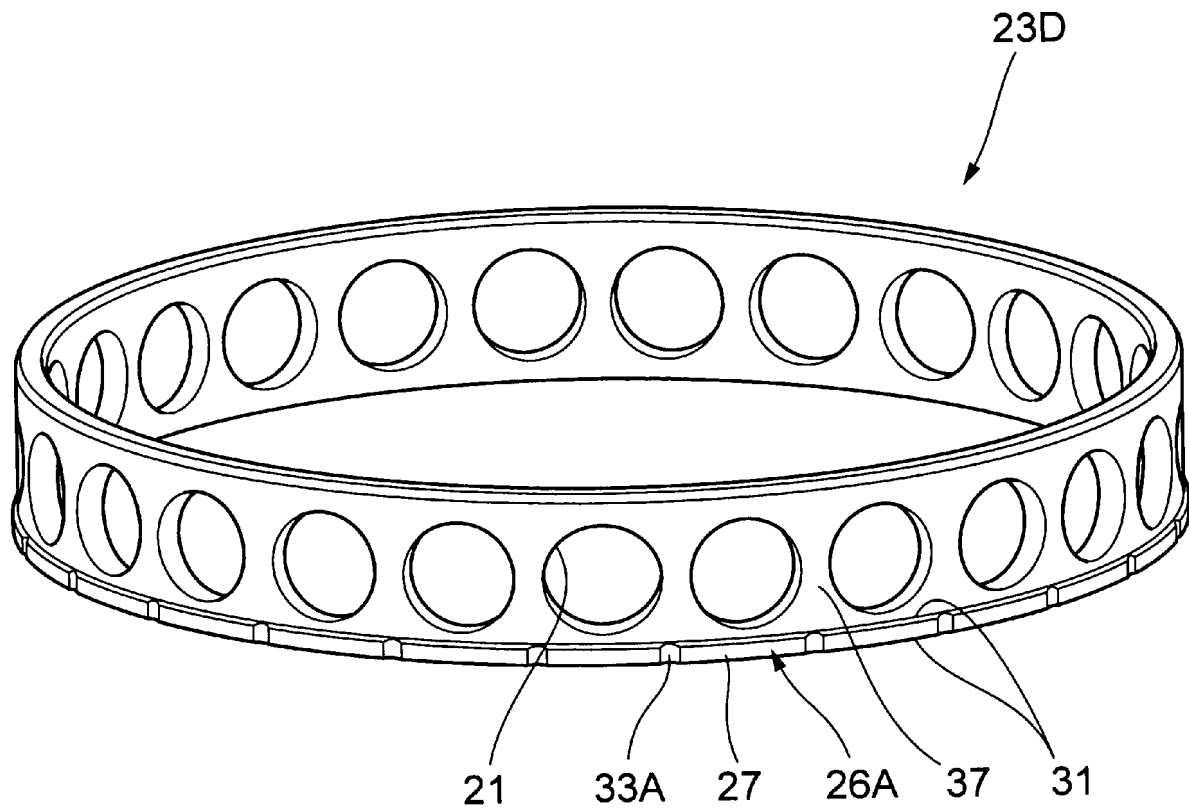
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 3】



【手続補正 1 0】

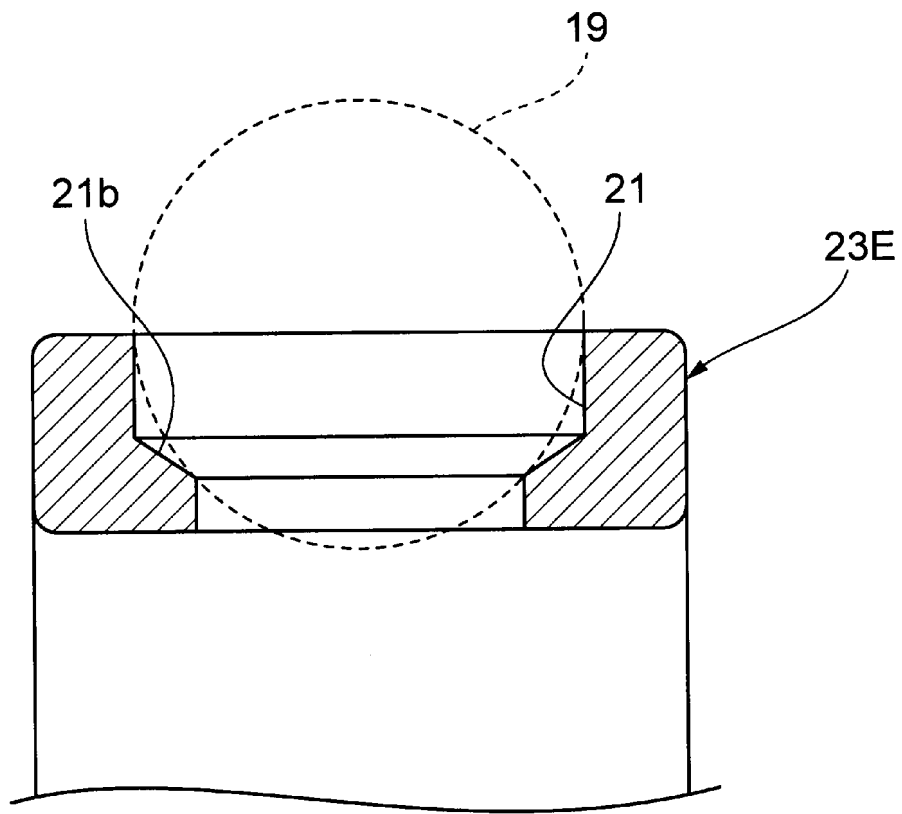
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 4】



【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 5

【補正方法】削除

【補正の内容】