

【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16年12月24日(2004.12.24)

【公開番号】特開2001-90736(P2001-90736A)

【公開日】平成13年4月3日(2001.4.3)

【出願番号】特願2000-212953(P2000-212953)

【国際特許分類第7版】

F 1 6 C 33/58

F 1 6 C 33/32

【F I】

F 1 6 C 33/58

F 1 6 C 33/32

【手続補正書】

【提出日】平成16年1月29日(2004.1.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

尚、従来の一一般的な玉軸受1の場合には、上記各玉6の直径を $D_b$ とし、上記外輪軌道2の断面形状の曲率半径を $R_o$ とし、上記内輪軌道4の断面形状の曲率半径を $R_i$ とした場合に、 $0.50 < R_o / D_b < 0.53$ 、 $0.50 < R_i / D_b < 0.52$ であった。又、上記外輪3の外径を $D$ とし、上記内輪5の内径を $d$ とし、上記各玉6のピッチ円直径(P.C.D.)を $D_p$ とした場合に、 $D_p = (D + d) / 2$ としていた。言い換えれば、 $D_p / \{ (D + d) / 2 \} = 1$ として、上記各玉6を、玉軸受1の直径方向に関し、上記外輪3の外周面と上記内輪5の内周面とのほぼ中央部に配置していた。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

【作用】

上述の様に構成する本発明の玉軸受によれば、十分な耐久性を確保しつつ、外輪の外径を特に小さくする事なく、十分な低トルク化を図れる。

即ち、(1)(2)式を満たす事により、各玉の転動面と外輪軌道及び内輪軌道との当接部に形成される接触楕円を小さくし、回転時にこの接触楕円部分で生じる転がり抵抗、スピンを小さくして、低トルク化を図れる。尚、 $R_o / D_b$ 、 $R_i / D_b$ の値が0.65を越えて大きくなると、上記接触楕円の面積が小さくなり過ぎて、上記各軌道の転がり疲れ寿命の確保が難しくなる他、外輪軌道に関してはブリネル圧痕が生じ易くなる。この為、上記各比 $R_o / D_b$ 、 $R_i / D_b$ の上限値を0.65にした。

又、(4)式を満たすべく、複数の玉の位置を玉軸受の内径側に配置する事により、これら各玉を転動させる為に要するモーメントを小さくして、低トルク化を図れる。

この様に、低トルク化を図る場合でも、上記(3)式を満たすべく、上記各玉の直径 $D_b$ を確保する事により、これら各玉の転動面と外輪軌道との当接部の接触楕円が過度に小さくなる事を防止して、この外輪軌道にブリネル圧痕が生じる事を防止できる。

更に、上記(5)式を満たすべく、上記各玉の直径 $D_b$ との関係でこれら各玉のピッチ円

直径  $D_p$  を確保する事により、上記内輪を回転軸等に締め嵌めで外嵌した場合にも、この内輪に発生する円周応力が過度に大きくなる事を防止して、上記内輪に亀裂等の損傷が発生する事を防止できる。

尚、上記(5)式中の  $D_i$  は、JISに規定する嵌め合いの基準のjs5と、内輪に必要とする強度とに基づいて決定する。即ち、js5によれば、内輪の締め代の上限値は、内径が6~10mmの内輪の場合で11 $\mu$ m、同じく10~18mmの場合で12 $\mu$ mである。又、軸受鋼の最大応力は一般的には137.2MPa(14kgf/mm<sup>2</sup>)以下にすべく、内輪の溝底の厚さに影響する内輪軌道の直径  $D_i$  を規定するが、内輪の材料、熱処理の変更等により、最大294MPa(30kgf/mm<sup>2</sup>)までは上記溝底の厚さを薄くする事が可能である。そこで、上記内輪軌道の直径  $D_i$  を、上記締め代により上記内輪を回転軸等に外嵌固定した場合で、最大円周応力が294MPa(30kgf/mm<sup>2</sup>)となる値とした。

尚、各玉の直径  $D_b$  と内輪軌道の断面形状の曲率半径  $R_i$  との比、 $R_i / D_b$  に関しては、空気調和装置の送風機等のファンモータの様に、10000min<sup>-1</sup>(r.p.m.)以下で使用する場合には0.52 <  $R_i / D_b$  < 0.65とするが、電気掃除機の吸引機等のファンモータの様に、20000min<sup>-1</sup>以上で使用する場合には0.53 <  $R_i / D_b$  < 0.65とする事が好ましい。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

上述した様な玉軸受1aにより、例えば電気掃除機の吸引機用のファンモータの回転軸を支持する場合には、上記外輪3aを固定のハウジングに内嵌固定し、上記内輪5aを回転軸に外嵌固定する。尚、本発明の対象となる玉軸受1aは、家庭用電気掃除機或は家庭用空気調和装置の送風機の回転軸をハウジングに支持する為の、低負荷高速回転で使用されるものをその対象としている。より具体的には、その大きさは、外輪3aの外径  $D$  が15~40mm程度、内輪5aの内径  $d$  が6~18mm程度、幅  $B$  が5~12mm程度のものが対象となる。

尚、上記内輪5aの内径  $d$  が6mm未満の場合にも、本発明の対象となり得るが、この場合に上記(5)式中の  $D_i$  は、上記内径  $d$  が5mmの場合に締め代が6 $\mu$ m、同じく4mmの場合に締め代が2 $\mu$ m、3mmの場合に締め代が1 $\mu$ mの3点を滑らかに連続させる曲線により表される条件で、最大円周応力が294MPa(30kgf/mm<sup>2</sup>)となる内輪軌道の直径とする。即ち、縦軸と横軸との一方に上記内径  $d$  を、他方に上記締め代を、それぞれ表した直交座標にプロットされた上記3点を滑らかに連続させる曲線に基づいて、当該内径  $d$  に対応する締め代を求め、求められた締め代に基づいて上記最大円周応力が294MPaとなる内輪軌道の直径を上記  $D_i$  とする。上記内径  $d$  が6mm未満の場合、上記外径  $D$  も15mm未満、幅  $B$  も5mm未満となる事がある。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

上述の様に構成する本発明の玉軸受1aによれば、十分な耐久性を確保しつつ、外輪の外径  $D$  を特に小さくする事なく、十分な低トルク化を図れる。この点に就いて、図2を参照しつつ説明する。尚、この図2は、上記  $x = D_b / \{ (D - d) / 2 \}$  を横軸に、同じく  $y = D_p / \{ (D + d) / 2 \}$  を縦軸に、それぞれ記載したもので、3本の直線イ、ロ、ハにより三方を囲まれ、斜格子を付した三角形部分が、本発明の技術的範囲を示している。尚、この三角形部分よりも下側に位置する直線ニは、上記内輪5aの肉厚が、前記内輪

軌道 4 a 部分で 0 となる部分を示している。従って、この直線二よりも下側では、玉軸受が成立しない。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

又、本発明の玉軸受の場合には、(4)式を満たすべく、上記玉軸受 1 a の直径方向に関する、前記外輪 3 a の厚さを、上記内輪 5 a の厚さよりも大きくし、上記各玉 6 の位置(ピッチ円直径  $D_p$ )を上記玉軸受 1 a の内径側に配置している。即ち、上記図 2 の直線イよりも同図の下側で、上記玉軸受 1 a を造る事により、上記各玉 6 を転動させる為に要するモーメントを小さくして、低トルク化を図っている。この様に、低トルク化を図る場合でも、上記外輪 3 a の外径  $D$  を従来構造に比べて小さくする必要はないので、この外輪 3 a を内嵌固定すべきハウジングの内径を変える必要はなく、従来から使用していたハウジングをそのまま使用できる。尚、上記外輪 3 a の外径  $D$  を小さくする事なく、上記ピッチ円直径  $D_p$  を小さくして低トルク化を図る為に、上記(4)式の様に  $y < 1.0$  としているが、この低トルク化を十分に図る為には、好ましくはこの  $y$  の値を 0.95 以下、更に好ましくは 0.9 以下にする。この  $y$  の下限値は、上記図 2 の直線ハで規制される。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

上述の様な 18 種類の試料のうち、先ず実施例 1 ~ 5 と比較例 1 ~ 3 との、合計 8 種類の試料を用い、図 4 に示す様な実験装置 9 により第一の実験を行ない、各玉 6 のピッチ円直径  $D_p$  が玉軸受の回転トルクに及ぼす影響に就いて確認した。上記実験装置 9 は、互いに同心に配置した回転軸 10 とハウジング 11 とを備える。上記回転トルクの測定時には、これら回転軸 10 の外周面とハウジング 11 の内周面との間に、同一諸元の玉軸受 1 a、1 a を組み付けて、上記回転軸 10 を回転させ、上記ハウジング 11 の外周面に固定したアーム 12 の先端部に加わるトルクを、荷重センサ 13 により測定した。尚、何れの試料に就いても、玉軸受 1 a、1 a 内には潤滑の為にグリースを封入し、両端部は非接触型のシールドリング 8、8 (図 1 参照)により密封した。又、試験条件は、常温、大気中とした。又、上記各玉軸受 1 a、1 a には、ばね 14 により、49 N (5 kgf) の予圧を付与した。上記回転軸 10 の回転速度 ( $d_m n =$  ピッチ円直径と毎分回転数との積)は、40 万 ~ 90 万の間で変化させ、試験開始から 10 分経過後のトルクを測定した。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

この様にして行なった実験の結果を、図 5 に示す。この図 5 のうち、(A)は、 $y = D_p / \{ (D + d) / 2 \}$  の値及び玉数のみを変えた、実施例 3 と比較例 1 との、回転速度とトルクとの関係を示している。又、(B)は、やはり  $y = D_p / \{ (D + d) / 2 \}$  の値及び玉数のみを変えた、実施例 1、4 と比較例 2 との、回転速度とトルクとの関係を示している。更に、(C)は、やはり  $y = D_p / \{ (D + d) / 2 \}$  の値及び玉数のみを変えた、実施例 2、5 と比較例 3 との、回転速度とトルクとの関係を示している。又、図 5 (A) ~ (C) では、それぞれの比較例の 90 万  $d_m n$  の時の回転トルクを 1 とし、他の場合

のトルクをそれとの比率で表した。

同様の実験を、次の表 1、2 に示す様に、玉軸受の大きさを変えて行ない、玉軸受の大きさに拘らず、ピッチ円直径を小さくする事が、回転トルクの低減に繋がる事を確認した。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

この様に行なった実験の結果を、図 6 に示す。この図 6 のうち、(A) は、上記各軌道の曲率半径  $R_o$ 、 $R_i$  と玉の直径  $D_b$  との比のみを変えた、実施例 6 ~ 8 と比較例 4 ~ 5 との、回転速度が 90 万  $d_m n$  でのトルクの大きさを示している。又、(B) は、やはり上記各  $R_o$ 、 $R_i$  と玉の直径  $D_b$  との比のみを変えた、実施例 9 ~ 11 と比較例 6 ~ 7 との、回転速度が 90 万  $d_m n$  でのトルクの大きさを示している。これら図 6 (A) (B) も、それぞれ最もトルクが大きい比較例の 90 万  $d_m n$  の時の回転トルクを 1 とし、他の場合のトルクとそれとの比率で示している。これら図 6 (A) (B) から明らかな通り、上記各軌道の曲率半径  $R_o$ 、 $R_i$  と玉の直径  $D_b$  との比の値を大きくする事により、トルクを小さくできる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

次の表 3 に、軌道の断面形状の曲率半径がトルクの値に及ぼす影響をより具体的な数値として表している。この表 3 にその結果を示した実験は、外輪 3 a の外径  $D$  が 22 mm、内輪 5 a の内径  $d$  が 8 mm、幅  $B$  が 7 mm である深溝型の玉軸受を使用して行なった。グリースの充填率は 30% とし、回転速度は  $1800 \text{ min}^{-1}$  とした。又、外輪軌道 2 a の曲率半径に関しては、 $R_o / D_b = 0.53$  で変化させず、内輪軌道 4 a の曲率半径に関してのみ、 $R_i / D_b$  を 0.51 と 0.52 との 2 通りに変化させた。この表 3 に示したトルクの値の単位も、 $\text{mN} \cdot \text{cm}$  である。

この様な表 3 から、各軌道の曲率半径  $R_o$ 、 $R_i$  と玉の直径  $D_b$  との比の値を大きくする事により、トルクを小さくできる事が分かる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

又、ピッチ円直径  $D_p$  が異なるが、アンデロン値が一致する玉軸受を、実際にモータに組み込んだ場合に発生する騒音の値を知る為の実験も行なった。実験は、外輪 3 a の外径  $D$  が 32 mm、内輪 5 a の内径  $d$  が 15 mm、幅  $B$  が 9 mm である深溝型の玉軸受を使用して行なった。この条件の下で、玉のピッチ円直径  $D_p$  が 21.5 mm であるものと、同じく 23 mm であるものとの 2 種類の試料を、それぞれ複数個ずつ用意し、それぞれのアンデロン値 (High - Band) を測定した後、各玉軸受をモータに組み込んだ状態で発生する騒音を測定した。その結果を、図 7 に示す。