

(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2005-291216

(P2005-291216A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

F 1 6 C 35/063
B 6 0 B 27/00
B 6 0 B 35/18
F 1 6 C 19/18
F 1 6 C 33/58

F I

F 1 6 C 35/063
B 6 0 B 27/00
B 6 0 B 35/18
F 1 6 C 19/18
F 1 6 C 33/58

テーマコード (参考)

3 J 0 1 7
3 J 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-78809 (P2004-78809)
(22) 出願日 平成16年3月18日 (2004. 3. 18)
(31) 優先権主張番号 特願2004-70376 (P2004-70376)
(32) 優先日 平成16年3月12日 (2004. 3. 12)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号
(74) 代理人 100087457
弁理士 小山 武男
(74) 代理人 100120190
弁理士 中井 俊
(74) 代理人 100056833
弁理士 小山 欽造
(72) 発明者 志村 弘樹
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号
日本精工株式会社内
F ターム (参考) 3J017 AA02 DA01 DB08 HA02
3J101 AA01 AA54 AA62 BA53 DA03
DA11 FA04 FA25 FA48 GA03

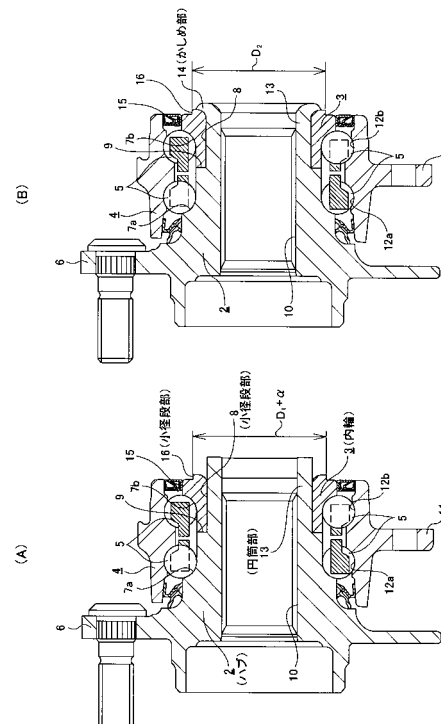
(54) 【発明の名称】 車輪支持用ハブユニットの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 転がり疲れ寿命に関して信頼性の高い製品のみを出荷できる様にする。

【解決手段】 内輪 3 をハブ 2 の小径段部 8 に圧入外嵌する前と、かしめ部 1 4 を形成する後とで、それぞれ上記内輪 3 の小径段部 1 6 の外径寸法 D_1 、 D_2 を測定する。そして、これら各外径寸法 D_1 、 D_2 と上記内輪 3 を構成する材料のヤング率 E とに基づいて応力の計算を行なう事により、上記かしめ部 1 4 の形成後に上記小径段部 1 6 の表面で発生しているフープ応力を求める。そして、このフープ応力が所定範囲に収まっている場合のみ、上記かしめ部 1 4 が適切に形成されていると判定する。この様にしてかしめ部 1 4 の形成管理を行なう事により、上記課題を解決できる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸部材の一端部に設けた小径段部に内輪を外嵌すると共に、この内輪の一端面を、この軸部材の一端部に設けた円筒部のうちこの内輪の一端面から突出した部分を径方向外方に塑性変形させて形成したかしめ部により抑え付ける事で、上記内輪を上記軸部材に結合固定している車輪支持用ハブユニットの製造方法であって、上記かしめ部の形成後に上記内輪の一部外周面で発生している円周方向の引っ張り応力を測定し、この引っ張り応力の値が所定範囲に収まっている場合にのみ上記かしめ部が適切に形成されていると判定する車輪支持用ハブユニットの製造方法。

【請求項 2】

かしめ部の形成後に内輪の一部外周面で発生している円周方向の引っ張り応力を測定する為、この内輪の一部外周面の外径寸法を上記かしめ部を形成する前後でそれぞれ測定すると共に、これら各外径寸法の測定値と上記内輪の弾性係数とに基づく応力の計算を行なう事により、上記円周方向の引っ張り応力を求める、請求項 1 に記載した車輪支持用ハブユニットの製造方法。

【請求項 3】

内輪に熱処理を施した後、この内輪の一部外周面で発生している円周方向の引っ張り応力を測定する作業を行なう前に、この内輪の一部外周面に研削加工を施してこの一部外周面の真円度を改善する、請求項 1 ~ 2 の何れかに記載した車輪支持用ハブユニットの製造方法。

【請求項 4】

研削加工を施した後の内輪の一部外周面の真円度を $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の範囲に規制する、請求項 3 に記載した車輪支持用ハブユニットの製造方法。

【請求項 5】

円周方向の引っ張り応力を測定すべき内輪の一部外周面が、この内輪の外周面のうち、軸方向に関してかしめ部と隣接する側の端部に存在する円筒面部であり、このかしめ部が適切に形成されているか否かの判定基準となる上記引っ張り応力の所定範囲が $150 \sim 260 \text{ MPa}$ である、請求項 1 ~ 4 の何れかに記載した車輪支持用ハブユニットの製造方法。

【請求項 6】

かしめ部を形成する事に伴って生じた熱により内輪が熱膨張したままの状態での内輪の一部外周面の外径寸法を測定すると共に、当該測定時の熱膨張に基づく外径寸法の増大量を予め用意しておいた実験データに基づいて推定し、上記測定した外径寸法からこの推定した増大量を差し引いた値を、上記かしめ部を形成した後の上記内輪の一部外周面の外径寸法とする、請求項 2 ~ 5 の何れかに記載した車輪支持用ハブユニットの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、自動車の車輪を懸架装置に対して回転自在に支持する為に使用する車輪支持用ハブユニットの製造方法の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車の車輪は、車輪支持用ハブユニットにより懸架装置に支持する。図 8 は、このような車輪支持用ハブユニットの従来構造の第 1 例として、駆動輪（FF 車の前輪、FR 車及び RR 車の後輪、4WD 車の全車輪）用のものを示している。この車輪支持用ハブユニット 1 は、軸部材であるハブ 2 と、内輪 3 と、外輪 4 と、複数個の転動体 5、5 とを備える。

【0003】

このうちのハブ 2 の外周面の外端（軸方向に関して「外」とは、自動車への組み付け状態で車両の幅方向外側を言い、図 1、8、9、10 の左側。反対に軸方向に関して「内」

10

20

30

40

50

とは、車両の幅方向中央側を言い、図 1、8、9、10 の右側。本明細書全体で同じ。) 寄り部分には、車輪を支持固定する為の取付フランジ 6 を、同じく中間部には第一の内輪軌道 7 a を、同じく内端部にはこの第一の内輪軌道 7 a を形成した部分よりも外径寸法が小さくなった小径段部 8 を、それぞれ形成している。尚、上記第一の内輪軌道 7 a は、図示の様に上記ハブ 2 の中間部外周面に直接形成する場合の他、ハブの中間部に外嵌した別体の内輪の外周面に形成する場合もある。この場合には、ハブの外周面の内端部でこの別体の内輪よりも突出した部分が上記小径段部 8 となり、この別体の内輪の内端面が、後述する段差面 9 となる。又、上記ハブ 2 の中心部には、駆動軸であるスプライン軸を係合させる為のスプライン孔 10 を設けている。

【0004】

10

又、上記内輪 3 は、外周面に第二の内輪軌道 7 b を有すると共に、上記小径段部 8 に外嵌している。又、上記外輪 4 は、外周面に懸架装置に結合固定する為の結合フランジ 11 を、内周面に第一、第二の外輪軌道 12 a、12 b を、それぞれ形成している。そして、これら第一、第二の各外輪軌道 12 a、12 b と、上記第一、第二の各内輪軌道 7 a、7 b との間に、それぞれ複数個ずつの転動体 5、5 を設けている。尚、図示の例では、これら各転動体 5、5 として玉を使用しているが、重量の嵩む自動車用の車輪支持用ハブユニットの場合には、これら転動体としてテーパころを使用する場合もある。

【0005】

更に、上記ハブ 2 の内端部に設けた円筒部 13 のうち、上記内輪 3 の内端面から軸方向に突出した部分を径方向外方に向け、ローリングプレス加工(揺動かしめ)等により塑性変形させる事で、かしめ部 14 を形成している。そして、このかしめ部 14 により、上記内輪 3 を、上記小径段部 8 の基端部に存在する段差面 9 に向け抑え付けている。そして、このかしめ部 14 による抑え付け力により、上記各転動体 5、5 に予圧を付与している。

20

【0006】

又、図示の例では、上記内輪 3 の外周面の内端部に、上記第二の内輪軌道 7 b の肩部 15 よりも外径寸法が小さくなった小径段部 16 を、全周に互り形成している。これにより、上記内輪 3 の径方向に関する肉厚を、上記肩部 15 に対応する部分よりも、上記小径段部 16 に対応する部分で小さくしている。この様な小径段部 16 は、車輪の回転速度を検出する為に利用する、円環状のエンコーダの取り付け個所(被嵌合部)となる。

30

【0007】

尚、上述の様な車輪支持用ハブユニットを構成する各部材のうち、上記ハブ 2 及び外輪 4 は、フランジ部や孔部等を有しており、全体的に複雑な形状をしている。この為、一般に、これらハブ 2 及び外輪 4 は、熱間鍛造性、切削加工性、及び孔あけ加工性等が良好な、0.5 重量%程度の炭素を含有する中炭素鋼により造る。又、上記第一の内輪軌道 7 a を含む上記ハブ 2 の中間部外周面、並びに、上記第一、第二の各外輪軌道 12 a、12 b を含む上記外輪 4 の内周面には、それぞれ高周波焼入れによる硬化処理を施す。又、上述の様な車輪支持用ハブユニットの使用時には、上記ハブ 2 の外周面に設けた第一の内輪軌道 7 a よりも、上記内輪 3 の外周面に設けた第二の内輪軌道 7 b の方に、より高い荷重が負荷される。この為、一般に、上記内輪 3 は、S U J 2 等の高炭素クロム鋼により造ると共に、表面から心部まで、熱処理により硬化させる。

40

【0008】

次に、図 9 は、車輪支持用ハブユニットの従来構造の第 2 例として、従動輪(F F 車の後輪、F R 車及び R R 車の前輪)用のものを示している。本例の車輪支持用ハブユニット 1 a は従動輪用である為、軸部材であるハブ 2 a の中心部には、スプライン孔を設けていない。又、図示の例の場合、内輪 3 a の内端部外周面には、小径段部を設けていない。その他の部分の構造及び作用は、上述図 8 に示した車輪支持用ハブユニット 1 の場合とほぼ同様である。

【0009】

次に、図 10 は、車輪支持用ハブユニットの従来構造の第 3 例として、やはり従動輪用

50

のものを示している。本例の車輪支持用ハブユニット 1 b は、外輪 4 a の外端寄り部分の外周面に車輪を支持固定する為のフランジ 6 を設けると共に、この外輪 4 a の径方向内側に設けた軸部材 1 7 の内端部に、この軸部材 1 7 を懸架装置に結合固定する為の結合フランジ 1 1 を設けている。又、第二の内輪軌道 7 b を上記軸部材 1 7 の中間部外周面に直接形成すると共に、第一の内輪軌道 7 a を、この軸部材 1 7 の外端部に設けた小径段部 8 に外嵌した内輪 3 a の外周面に形成している。又、この小径段部 8 に外嵌した内輪 3 a は、上記軸部材 1 7 の外端部に設けた円筒部 1 3 のうち、この小径段部 8 に外嵌した内輪 3 a よりも軸方向外方に突出した部分を径方向外方に塑性変形させて形成したかしめ部 1 4 により、上記小径段部 8 の段差面 9 に向け抑え付けている。そして、このかしめ部 1 4 による抑え付け力により、複数の転動体 5、5 に予圧を付与している。

10

【0010】

ところで、上述した様な各車輪支持用ハブユニット 1、1 a、1 b の場合、かしめ部 1 4 は、複数の転動体 5、5 に予圧を付与する役割と、軸部材 (2、2 a、1 7) と内輪 (3、3 a) との嵌合部でクリープ (円周方向の滑り) が発生するのを防止する役割とを果たす、重要な部位である。上記かしめ部 1 4 が適切に形成されていないと、上記予圧が過大又は過小となったり、或はクリープが発生して上記内輪 (3、3 a) の嵌合部が摩耗する等により、上記予圧が低下する。これらの事態は何れも、転がり疲れ寿命を低下させる原因となる為、好ましくない。従って、製造時には、上記かしめ部 1 4 が適切に形成されているか否かを管理する事が重要となる。この為に従来から、例えば特許文献 1 に記載されている様な方法により、上記かしめ部 1 4 の軸力を測定し、この軸力の値に基づいて、

20

【0011】

一方、上述した様な各車輪支持用ハブユニット 1、1 a、1 b の場合、上記軸部材 (2、2 a、1 7) の小径段部 8 に上記内輪 (3、3 a) を圧入嵌合させる事に伴い、更にはこの内輪 (3、3 a) を上記かしめ部 1 4 により抑え付ける事に伴い、この内輪 (3、3 a) に大きなフープ応力 (円周方向の引っ張り応力) が発生する。このフープ応力が過大になると、軸受部 {特に、上記内輪 (3、3 a) の外周面に形成した第二の内輪軌道 7 b} の転がり疲れ寿命が低下する。この為、本来、このフープ応力は、上記かしめ部 1 4 の形成管理を行なう際の重要な判断要素となる。これに対し、従来は、上述した様に、このかしめ部 1 4 の形成管理を、このかしめ部 1 4 の軸力を測定する事に基づいて行なっている。ところが、この様にかしめ部 1 4 の軸力を測定するだけでは、上記フープ応力が過大になっているか否かを判断する事が難しい。従って、転がり疲れ寿命の信頼性を向上させるべく、上記かしめ部 1 4 の形成管理を適切に行なう為には、このかしめ部 1 4 の形成管理を、上記フープ応力を測定する事に基づいて行なうのが好ましい。

30

【0012】

【特許文献 1】特開 2003 - 13979 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の車輪支持用ハブユニットの製造方法は、上述の様な事情に鑑み、内輪に発生するフープ応力の値に基づいてかしめ部が適切に形成されているか否かを判定する事により、転がり疲れ寿命に関する信頼性の高い製品を出荷できる様にすべく発明したものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、軸部材の一端部に設けた小径段部に内輪を外嵌すると共に、この内輪の一端面を、この軸部材の一端部に設けた円筒部のうちこの内輪の一端面から突出した部分を径方向外方に塑性変形させて形成したかしめ部により抑え付ける事で、上記内輪を上記軸部材に結合固定している車輪支持用ハブユニットの製造方法である。

特に、本発明の車輪支持用ハブユニットの製造方法の場合には、上記かしめ部の形成後

50

に上記内輪の一部外周面で発生しているフープ応力（円周方向の引っ張り応力）を測定する。そして、この引っ張り応力の値が所定範囲（上限は、転がり疲れ寿命が低下しない値。下限は、軸部材と内輪との嵌合部でクリープが生じない値。）に収まっている場合のみ、上記かしめ部が適切に形成されていると判定する。

【発明の効果】

【0015】

上述の様に、本発明の車輪支持用ハブユニットの製造方法の場合には、内輪に発生しているフープ応力の値に基づいて、かしめ部が適切に形成されているか否かを判定する。従って、転がり疲れ寿命に関する信頼性の高い製品のみを出荷する事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明を実施する場合、かしめ部の形成後に内輪の一部外周面で発生しているフープ応力を測定する方法として、好ましくは、請求項2に記載した方法を採用する。即ち、上記フープ応力を測定する為、上記内輪の一部外周面の外径寸法を、上記かしめ部を形成する前（軸部材の小径段部に上記内輪を圧入嵌合させる場合には、この圧入嵌合前）と、上記かしめ部を形成した後とで、それぞれ測定する。これと共に、これら各外径寸法の測定値と上記内輪の弾性係数とに基づく応力の計算を行なう事により、上記フープ応力を求める。

この様にして上記フープ応力を測定すれば、例えばこのフープ応力を、上記内輪の一部外周面に歪みゲージを添着して測定する場合に比べて、測定作業を容易にできる。

【0017】

又、本発明を実施する場合に、好ましくは、請求項3に記載した様に、上記内輪に熱処理を施した後、この内輪の一部外周面で発生しているフープ応力を測定する作業を行なう前に、この内輪の一部外周面に研削加工を施してこの一部外周面の真円度を改善する。

即ち、上記内輪に熱処理を施すと、これに伴って内輪が変形し、この内輪の一部外周面の真円度が悪化する可能性がある。

これに対し、上述した請求項3に記載した発明の場合には、上述の様に内輪の一部外周面の真円度を改善する為、この内輪の圧入嵌合及びかしめ部の形成により生じた、当該一部外周面のフープ応力（このフープ応力を計算する為に利用する、この一部外周面の外径寸法を含む。）の測定精度を十分に高める事ができる。従って、転がり疲れ寿命に関する信頼性を十分に向上させる事ができる。

【0018】

又、上述した請求項3に記載した発明を実施する場合に、好ましくは、請求項4に記載した様に、研削加工を施した後の上記内輪の一部外周面の真円度を、 $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の範囲に規制する。

このような規制を行なう場合には、上記真円度を $0.1 \mu\text{m}$ 以上とする為、研削加工のコストを抑える事ができる。又、上記真円度を $1.5 \mu\text{m}$ 以下とする為、上記フープ応力（このフープ応力を計算する為に利用する、上記内輪の一部外周面の外径寸法を含む。）の測定精度を十分に高める事ができる。従って、転がり疲れ寿命に関する信頼性を十分に向上させる事ができる。

【0019】

又、上述した請求項1～4の何れかに記載した発明を、例えば転動体のピッチ円直径が 50 mm 程度（ $40 \sim 60 \text{ mm}$ ）である車輪支持用ハブユニットに対して実施する場合に、好ましくは、フープ応力を測定すべき上記内輪の一部外周面を、この内輪の外周面のうち、軸方向に関して上記かしめ部と隣接する側の端部に存在する円筒面部とする。そして、このかしめ部が適切に形成されているか否かの判定基準となる、上記フープ応力の所定範囲を、 $150 \sim 260 \text{ MPa}$ とする。

このような規制を行なう場合には、上記フープ応力を 150 MPa 以上とする為、軸部材と内輪との密着性を十分に確保する事ができ、これら軸部材と内輪との嵌合部でクリープが発生する事を防止できる。この結果、転がり疲れ寿命が低下する事を防止できる。又、

10

20

30

40

50

上記フープ応力を 260 MPa 以下とする為、上記内輪の外周面に形成された内輪軌道に作用する、上記フープ応力の影響を十分に抑える事ができる。この結果、軸受部（特に、当該内輪軌道）の転がり疲れ寿命が低下する事を防止できる。

【0020】

更に、請求項 2～5 に記載した発明を実施する場合に、好ましくは、請求項 6 に記載した様に、上記かしめ部を形成する事に伴って生じた熱により上記内輪が熱膨張したままの状態、この内輪の一部外周面の外径寸法を測定する。これと共に、当該測定時の熱膨張に基づく外径寸法の増大量を、予め用意しておいた実験データに基づいて推定する。そして、上記測定した外径寸法からこの推定した増大量を差し引いた値を、上記かしめ部を形成した後の上記内輪の一部外周面の外径寸法とする。

10

この様にすれば、上記内輪の熱膨張の影響が完全になくなるまでの間（長時間）待機する事なく、上記かしめ部が適切に形成されているか否かの判定を迅速に行なえる。

【実施例 1】

【0021】

図 1～4 は、本発明の実施例 1 を示している。尚、本実施例の特徴は、かしめ部 14 を形成した後に、このかしめ部 14 が適切に形成されているか否かを判定する方法にある。対象となる車輪支持用ハブユニットの構造及び作用は、前述の図 8 に示した従来構造の第 1 例の場合と同様であるから、重複する説明を省略若しくは簡略にし、以下、本実施例の特徴部分を中心に説明する。尚、本実施例では、車輪支持用ハブユニットを構成する複列の転動体 5、5 のピッチ円直径を 49 mm としている。

20

【0022】

本実施例の場合、上記かしめ部 14 を形成した後に、このかしめ部 14 が適切に形成されているか否かを判定する為、以下の作業を行なう。

先ず、本実施例の場合には、内輪 3 に熱処理を施した後、この内輪 3 の外周面の内端部に設けた小径段部 16 の外周面（特許請求の範囲に記載した「円筒面部」）に研削加工を施す。これにより、この小径段部 16 の真円度を、 $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の範囲に規制する。又、これと共に、上記内輪 3 の内周面にも研削加工を施して、この内周面の真円度を改善する。

【0023】

その後、上記内輪 3 をハブ 2 の小径段部 8 に圧入嵌合する前に、この内輪 3 の小径段部 16 の外径寸法 D_1 を測定する。この為に、本実施例の場合には、図 2 に示す様に、上記小径段部 16 を直径方向両側から挟む位置に 1 対の（接触式又は非接触式）センサ 18、18 を配置した状態で、これら 1 対のセンサ 18、18 により、上記小径段部 16 の円周方向複数個所（例えば等間隔の 25 個所）に於ける外径寸法を、上記内輪 3 を（例えば 30 min^{-1} で）回転させつつ測定する（整数回転分（例えば、1 回転分）測定する）。そして、これら各測定値の平均値を上記外径寸法 D_1 とする。この様な外径寸法 D_1 の測定作業は、上記 1 対のセンサ 18、18 による測定を開始してから、約 1 秒間で行なえる。

30

【0024】

上述の様にして外径寸法 D_1 を測定したならば、その後、図 1（A）に示す様に、車輪支持用ハブユニットを構成する各部材同士を組み立てる。この図 1（A）に示した状態では、上記ハブ 2 の内端部に未だかしめ部 14 { 同図（B）参照 } は形成されていない。但し、上記内輪 3 を上記ハブ 2 の小径段部 8 に圧入嵌合させた事に伴い、この内輪 3 の小径段部 16 の外径寸法は、少し（分）だけ増大している（図 3 の A 部参照）。

40

【0025】

上述の図 1（A）に示した様に各部材同士を互いに組み立てたならば、次いで、上記ハブ 2 の内端部に設けた円筒部 13 の先端部を、ローリングプレス加工により径方向外方に塑性変形させて、同図（B）に示す様なかしめ部 14 を形成し、上記内輪 3 の内端面を抑え付ける。そして、この様にかしめ部 14 を形成した後、上記小径段部 16 の外径寸法 D_2 を測定する。本実施例の場合には、この外径寸法 D_2 の測定作業も、上述した外径寸法 D_1 の場合と同様にして（図 2 に示す様に、上記内輪 3 を（上記ハブ 2 と共に）回転させ

50

つつ } 行なう。但し、この様な外径寸法 D_2 の測定作業を、実際の製造ラインで行なう場合には、次の様な問題を生じる。

【 0 0 2 6 】

即ち、図 3 の B 部に示す様に、上記内輪 3 の小径段部 1 6 の外径寸法は、上記かしめ部 1 4 を形成する事に伴って増大する。この増大量は、このかしめ部 1 4 から上記内輪 3 に抑え付け力が加えられた結果生じた弾性的な増大量と、塑性加工時に発生した熱が上記かしめ部 1 4 から上記内輪 3 に伝達された結果生じた熱膨張による増大量とが、互いに足し合わされたものである。このうちの熱膨張による増大量は、図 3 の C 部に示す様に、時間の経過と共に徐々に減少し、十分な時間が経過した後に完全に喪失する。そして、この様に完全に喪失した後の上記小径段部 1 6 の外径寸法が、本実施例で測定すべき外径寸法 D_2 となる。ところが、上記熱膨張による増大量が完全に喪失するまでには、非常に長い時間（例えば、24 時間以上）を要す。この為、この様な非常に長い時間を経過した後に上記外径寸法 D_2 を測定する方法を採用すると、実際の製造ラインでは、作業能率が著しく低下する。

10

【 0 0 2 7 】

そこで、本実施例では、図 3 に示す様に、上記かしめ部 1 4 を形成した後、直ちに（上記熱膨張による増大量が完全に喪失する前に）上記小径段部 1 6 の外径寸法を測定する。そして、この様に測定した外径寸法から上記熱膨張による増大量を引いた値を、上記外径寸法 D_2 とする。尚、この熱膨張による増大量は、上記かしめ部 1 4 を形成してからの経過時間（更にはハブユニットの仕様や周囲温度）によって変化する。この為、本実施例の場合には、予め、複数の試料（ワーク）を用いて、実際の製造工程に即した条件下で実験を行ない、図 4 に示す様な、熱膨張による増大量に関する予測テーブルを作成しておく。そして、この予測テーブルを用いて、上記小径段部 1 6 の外径寸法を測定した時刻に於ける、熱膨張による増大量を決定する（例えば、上記かしめ部 1 4 を形成してから 70 sec 後に測定した場合には、熱膨張による増大量を $5 \mu m$ と決定する）。

20

【 0 0 2 8 】

上述の様にして各外径寸法 D_1 、 D_2 を測定したならば、次いで、これら各外径寸法 D_1 、 D_2 と、上記内輪 3 のヤング率（弾性係数） E とに基づいて、次の（1）式を計算する事により、上記かしめ部 1 4 を形成した後に上記小径段部 1 6 の表面で発生しているフープ応力 σ_h を求める。

30

$$\sigma_h = E \times (D_2 - D_1) / D_1 \quad \text{--- (1)}$$

そして、このフープ応力 σ_h の値が、 $150 \sim 260 \text{ MPa}$ の範囲に収まっている場合にのみ、上記かしめ部 1 4 が適切に形成されていると判定する。

【 0 0 2 9 】

上述の様に、本実施例の車輪支持用ハブユニットの製造方法の場合には、内輪 3 の外周面の内端部に設けた小径段部 1 6 に発生しているフープ応力 σ_h の値に基づいて、かしめ部 1 4 が適切に形成されているか否かを判定する。従って、転がり疲れ寿命に関する信頼性の高い製品のみを出荷できる。

【 0 0 3 0 】

即ち、本実施例の場合、上記かしめ部 1 4 が適切に形成されていると判定される車輪支持用ハブユニットは、上記フープ応力 σ_h の値が 150 MPa 以上である。この為、ハブ 2 と上記内輪 3 との密着性を十分に確保する事ができ、これらハブ 2 と内輪 3 との嵌合部でクリープが発生する事を防止できる。この結果、転がり疲れ寿命が低下する事を防止できる。又、上記フープ応力 σ_h の値が 260 MPa 以下である為、上記内輪 3 の外周面に形成された第二の内輪軌道 7 b に作用するフープ応力の影響を十分に抑える事ができる。この結果、転がり疲れ寿命が低下する事を防止できる。

40

【 0 0 3 1 】

又、本実施例の場合には、上記小径段部 1 6 の外周面のフープ応力 σ_h を、上記小径段部 1 6 の外径寸法 D_1 、 D_2 を測定する事に基づいて求める。従って、例えば、このフープ応力 σ_h の測定作業を、上記小径段部 1 6 の外周面に歪みゲージを添着して測定する場

50

合に比べて容易にできる。

【0032】

更に、本実施例の場合には、上記内輪3の熱処理を行なった後、上記小径段部16の外径寸法 D_1 、 D_2 を測定する前に、この小径段部16に研削加工を施して、この小径段部16の真円度を改善している（この真円度を $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の範囲の値としている）。特に、本実施例の場合には、この真円度が $1.5 \mu\text{m}$ 以下である為、上記フープ応力 σ_h （上記各外径寸法 D_1 、 D_2 ）の測定精度を十分に高める事ができる。又、本実施例の場合には、上記熱処理後、上記内輪3の内周面に研削加工を施して、この内周面の真円度を改善している。この為、この内輪3と上記ハブ2の小径段部8との嵌め合いを良くする事ができる。従って、このような措置も、上記フープ応力 σ_h （上記外径寸法 D_2 ）の測定精度の向上に寄与し得る。この結果、転がり疲れ寿命に関する信頼性を十分に向上させる事ができる。又、上記真円度が $0.1 \mu\text{m}$ 以上である為、上記研削加工のコストを抑える事ができる。

10

【0033】

次に、本発明の効果を確かめる為に行なった実験に就いて説明する。本実験では、試料となる車輪支持用ハブユニットとして、上述の図1に示した実施例1と同様の構造のものを採用した。即ち、内輪3及び外輪4の材料として、炭素を $0.50 \sim 0.60$ 重量%含有する鋼を用い、各転動体5、5の材料として軸受鋼（SUJ2）を用い、保持器の材料として合成樹脂を用いた。又、上記各転動体5、5のピッチ円直径を 49mm とした。又、上記内輪3には、表面から心部にまで熱処理を施した後、この内輪3の小径段部16に研削加工を施して、この小径段部16の真円度を改善した。

20

【0034】

そして、本実験では、上記小径段部16の真円度と、かしめ部14を形成する際のかしめ荷重とのうちの、少なくとも1つの要素が互いに異なる、13種類の試料を用意した。これら13種類の試料を、以下の表1に示す。

【表 1】

| 試料 | かしめ部14を形成する前後での 小径段部16の外径寸法の差(mm) | 外径寸法から算出した フープ応力(MPa) | 歪ゲージから測定した フープ応力(MPa) | フープ応力比 | 小径段部16の 真円度(μm) |
|----|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------|---------------------------------|
| 1 | 0.021 | 110 | 105 | 1.05 | 0.3 |
| 2 | 0.040 | 205 | 205 | 1.00 | 0.4 |
| 3 | 0.043 | 220 | 215 | 1.02 | 0.4 |
| 4 | 0.032 | 165 | 155 | 1.06 | 0.5 |
| 5 | 0.077 | 400 | 385 | 1.04 | 0.7 |
| 6 | 0.059 | 305 | 300 | 1.02 | 0.8 |
| 7 | 0.050 | 260 | 250 | 1.04 | 1.0 |
| 8 | 0.023 | 120 | 115 | 1.04 | 1.4 |
| 9 | 0.029 | 150 | 140 | 1.07 | 1.5 |
| 10 | 0.034 | 175 | 165 | 1.06 | 1.5 |
| 11 | 0.044 | 230 | 200 | 1.15 | 3.2 |
| 12 | 0.095 | 490 | 435 | 1.13 | 6.1 |
| 13 | 0.048 | 250 | 210 | 1.19 | 6.3 |

10

20

30

40

50

【0035】

本実験では、上記13種類の試料毎にそれぞれ、上述した実施例1の場合と同様の方法により、上記内輪3を上記ハブ2の小径段部8に圧入嵌合させる前と、上記かしめ部14を形成した後とで、それぞれ上記小径段部16の外径寸法 D_1 、 D_2 を測定した。これと共に、これら各外径寸法 D_1 、 D_2 と上記内輪3のヤング率 E とに基づいて前記(1)式により、上記かしめ部14の形成後に上記小径段部16の表面で発生してるフープ応力

σ_h を算出した。この算出結果を、上記表 1 中の「外径寸法から算出したフープ応力」の欄に示す。又、これと同時に、上記かしめ部 14 を形成する際に上記小径段部 16 に歪みゲージを添着し、この歪みゲージにより、上記かしめ部 14 の形成後に上記小径段部 16 の外周面で発生しているフープ応力 σ_h (熱膨張による影響が喪失した状態でのフープ応力) を測定した。この測定結果を、上記表 1 中の「歪みゲージから測定したフープ応力」の欄に示す。尚、上記歪みゲージは、上記小径段部 16 の円周方向等間隔の 4 個所に添着し、これら 4 個所から測定されるフープ応力 σ_h の平均値を、上記表 1 中に記載した。又、上記 13 種類の試料毎にそれぞれ、「フープ応力比」(=「外径寸法から算出したフープ応力」÷「歪みゲージから測定したフープ応力」) を計算した。この計算結果を、上記表 1 及び図 5 に示す。

10

【0036】

上記表 1 及び図 5 に示した結果から明らかな様に、上記小径段部 16 の真円度が $1.5 \mu\text{m}$ 以下である各試料 1 ~ 10 は、同じく $1.5 \mu\text{m}$ よりも大きい各試料 11 ~ 13 に比べて、「フープ応力比」が 1 に対して十分に近い値となっている。即ち、請求項 4 に記載した発明の様に、上記小径段部 16 の真円度を $1.5 \mu\text{m}$ 以下とすれば、「外径寸法から算出したフープ応力」を「歪みゲージから測定したフープ応力」に対して十分に近づける事ができ、結果として信頼性の高い転がり疲れ寿命の管理を行なえる事が分る。

【0037】

次に、上記各試料 1 ~ 10 に就いて、以下の条件で回転試験を行なった(前記外輪 4 を固定し、前記ハブ 2 及び内輪 3 を回転させた)。

20

回転速度 : $1,000 \text{ min}^{-1}$

ラジアル荷重 : $6,500 \text{ N}$

アキシアル荷重 : $3,900 \text{ N}$

そして、上記各試料 1 ~ 10 の転がり疲れ寿命を測定した。この測定結果を、以下の表 2、及び図 6 に示す。尚、これら表 2 及び図 6 では、上記各試料 1 ~ 10 の転がり疲れ寿命を、試料 1 の転がり疲れ寿命の値を 1.0 とした場合の相対値(「転がり疲れ寿命比」)で示している。

【表 2】

| 試料 | 外径寸法から算出した フープ応力(MPa) | 転がり疲れ寿命比 |
|----|--------------------------|----------|
| 9 | 150 | 2.4 |
| 4 | 165 | 2.6 |
| 10 | 175 | 2.4 |
| 2 | 205 | 2.3 |
| 3 | 220 | 2.2 |
| 7 | 260 | 2.5 |
| 1 | 110 | 1.0 |
| 8 | 120 | 1.1 |
| 6 | 305 | 1.8 |
| 5 | 400 | 1.7 |

30

40

【0038】

上述した回転試験後の各試料 1 ~ 10 を観察し、更に分析したところ、「外径寸法から算出したフープ応力」が 150 MPa よりも小さい各試料 1、8 は、上記ハブ 2 と上記内輪 3 との密着性が不十分であった為に、これらハブ 2 と内輪 3 との嵌合部でクリープが生じた結果、転がり疲れ寿命が短くなった事が分った。又、「外径寸法から算出したフープ応力」が 260 MPa よりも大きい各試料 5、6 は、上記内輪 3 の外周面に形成された第二の内輪軌道 7b に作用する、上記フープ応力の影響を十分に抑える事ができなかった為に、転がり疲れ寿命が短くなった事が分った。これに対し、請求項 5 に記載した発明の様

50

に、「外径寸法から算出したフープ応力」が150～260MPaの範囲に収まっている各試料2、3、4、7、9、10は、上記各試料1、8、5、6で生じた様な不具合が生じなかった為に、長寿命を得られた事が分った。

【0039】

尚、本発明を実施する場合には、図7(A)又は(B)に示す様な工程順を採用する事もできる。このうちの(A)に示した工程は、上述の実施例1で採用した工程とほぼ同様であるが、内輪の一部外周面(上述の実施例1では小径段部16)の外径寸法測定を、3回行なう点で異なる。このうち、上述の実施例1では行なわなかった外径寸法測定(2)は、内輪をハブの小径段部に圧入した時点で発生しているフープ応力を確認する為に行なう。この様な外径寸法測定(2)は、かしめ部の形成管理の慎重を期す上で、好ましい作業であると言えるが、上述した実施例1の場合の様に省略しても、特に問題が生じる事はない。一方、(B)に示した工程は、上述の実施例1の場合とは異なり、内輪の一部外周面の研削を、この内輪をハブの小径段部に圧入した後に行なう。これと共に、図示の各工程間で、それぞれ内輪の一部外周面の外径寸法測定(1)～(4)を行なう。この様な(B)に示した工程では、内輪をハブの小径段部に圧入する事に基づいて生じた、この内輪の一部外周面の膨張量が、円周方向に関して不均一になった場合でも、その後、この一部外周面を研削する事により、当該不均一を解消できる(この一部外周面の真円度を改善できる)。この為、この一部外周面で発生している純粋なフープ応力を求める事ができ、かしめ部の形成管理の信頼性を向上できる。

10

【0040】

又、本発明は、上述の実施例1に示した車輪支持用ハブユニットに限らず、軸部材の一端部に内輪を抑え付ける為のかしめ部を形成する総ての車輪支持用ハブユニットに対して適用できる。この場合に、例えば、前記図9～10に示した構造の様に、内輪3aの外周面の内端部に小径段部が存在しない場合には、この内輪3aの肩部15の外周面のフープ応力(外径寸法)を測定する。尚、この場合に、シールリングが測定の邪魔になる場合には、このシールリングは、当該測定後に組み付ける様にする。又、かしめ部の形成後に内輪の一部外周面で発生しているフープ応力の好ましい範囲(各転動体のピッチ円直径が50mm程度の車輪支持用ハブユニットの場合には、請求項5に記載した様に、150～260MPaの範囲)は、対象となる車輪支持用ハブユニットを構成する各転動体のピッチ円直径に応じて多少変化する。従って、このピッチ円直径が50mmよりも大幅に(例えば100mmを越えて)小さい(ピッチ円直径が40mm未満)或は大きい(ピッチ円直径が60mmを越える)車輪支持用ハブユニットを対象とする場合には、予め実験等により上記フープ応力の好ましい範囲を調べておいてから、本発明を実施する。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の実施例1を示しており、(A)はかしめ部を形成する前の状態を、(B)は同じく形成した後の状態を、それぞれ示す断面図。

【図2】内輪の小径段部の外径寸法を測定する状況を示す図。

【図3】内輪の小径段部の外径寸法が各工程毎に変化する様子を示す図。

【図4】実験により求めた、熱膨張による増大量に関する予測テーブルを示す図。

40

【図5】フープ応力比と真円度との関係を示す図。

【図6】転がり疲れ寿命比とフープ応力との関係を示す図。

【図7】本発明を実施する場合に採用しうる製造工程の2例を示すブロック図。

【図8】本発明の対象となる車輪支持用ハブユニットの第1例を示す断面図。

【図9】同第2例を示す断面図。

【図10】同第3例を示す断面図。

【符号の説明】

【0042】

1、1a、1b 車輪支持用ハブユニット

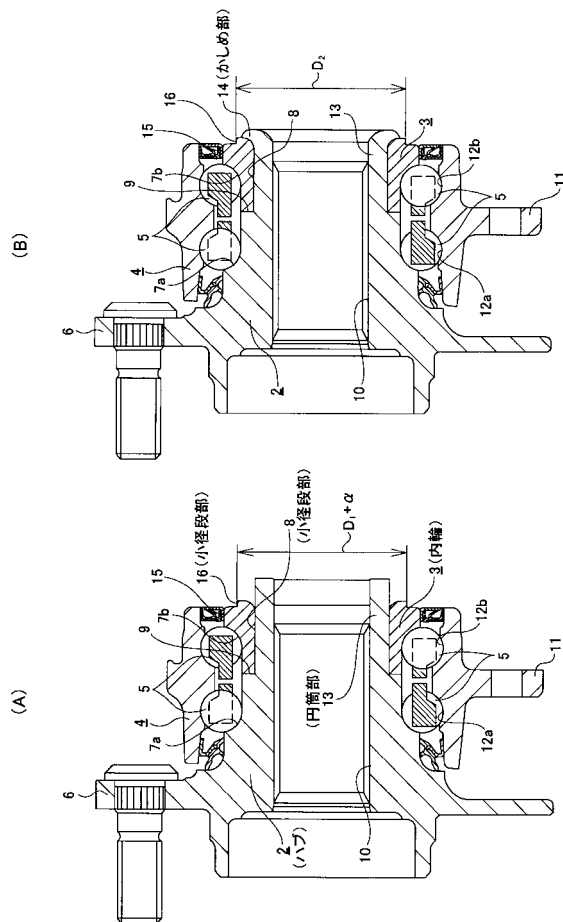
2、2a ハブ

50

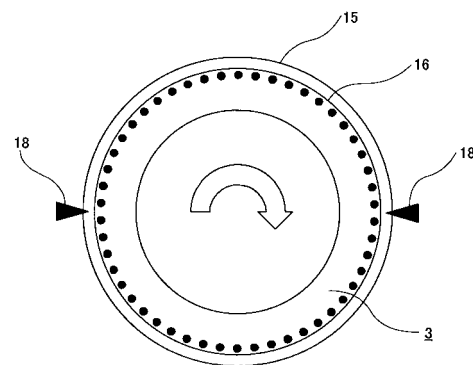
- 3、3 a 内輪
- 4、4 a 外輪
- 5 転動体
- 6 取付フランジ
- 7 a、7 b 内輪軌道
- 8 小径段部
- 9 段差面
- 10 スプライン孔
- 11 結合フランジ
- 12 a、12 b 外輪軌道
- 13 円筒部
- 14 かしめ部
- 15 肩部
- 16 小径段部
- 17 軸部材
- 18 センサ

10

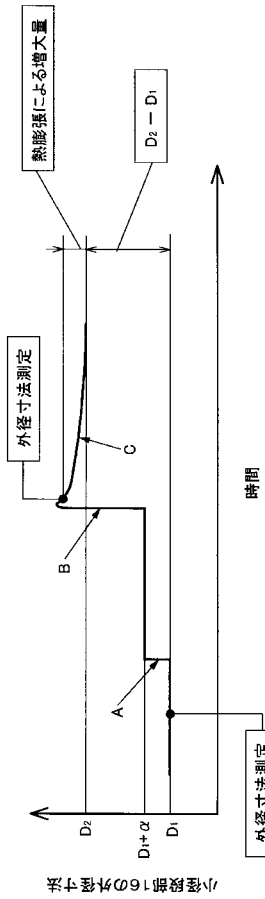
【図 1】



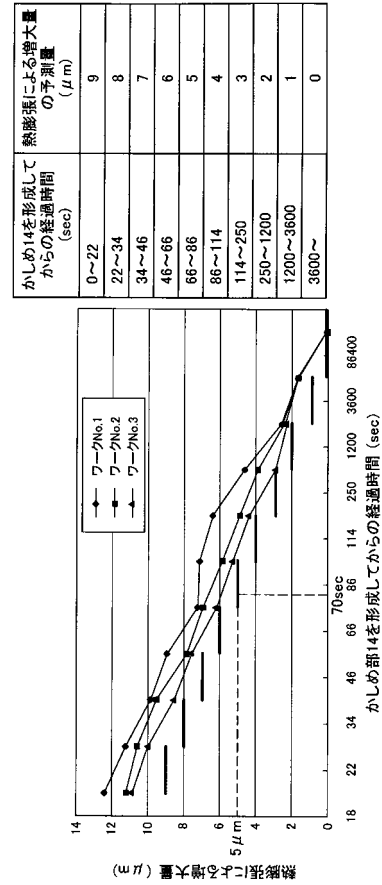
【図 2】



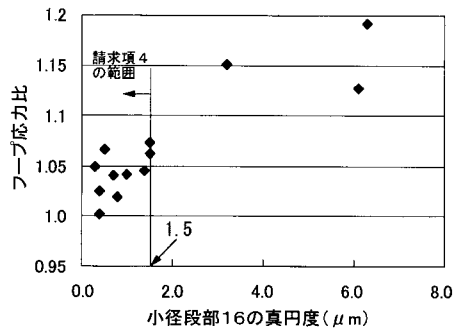
【図 3】



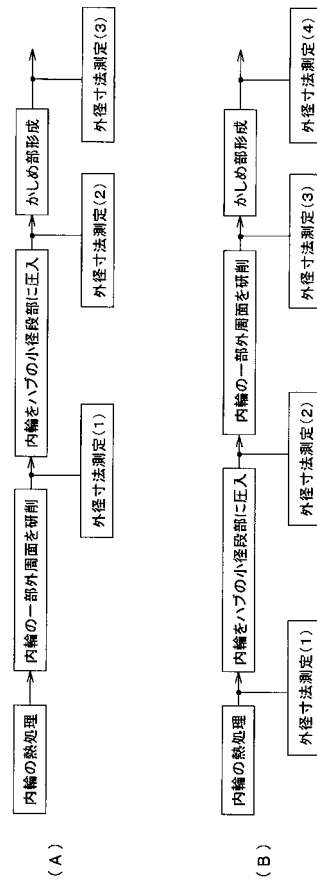
【図 4】



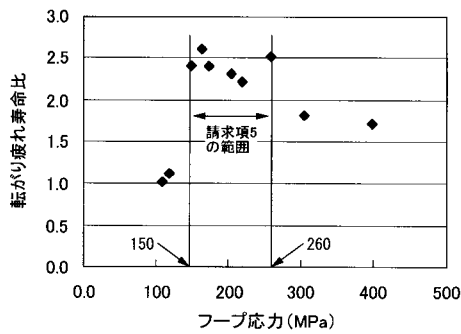
【図 5】



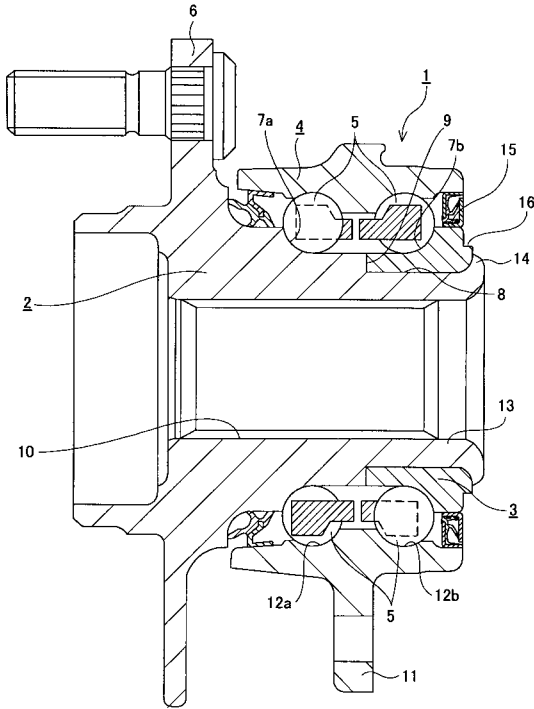
【図 7】



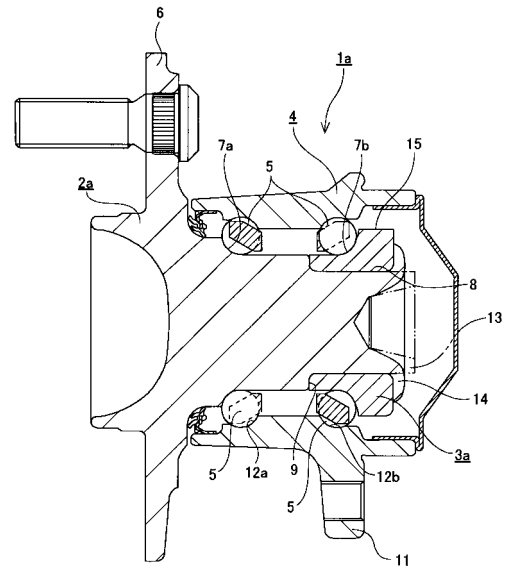
【図 6】



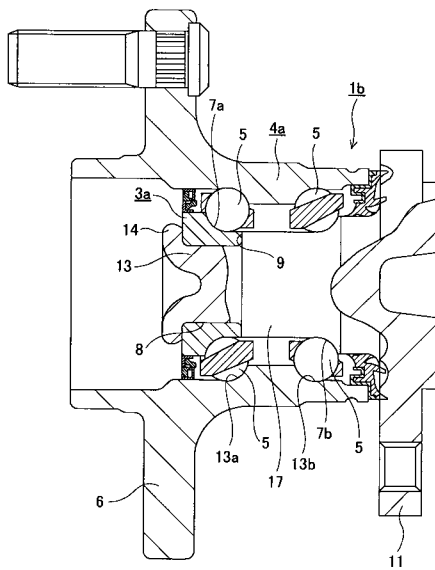
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F 1 6 C 33/64

F I

F 1 6 C 33/64

テーマコード(参考)