

(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2010-7798
(P2010-7798A)

(43) 公開日 平成22年1月14日 (2010.1.14)

(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 19/18 (2006.01)	F 1 6 C 19/18	4 E 0 8 7
B 6 0 B 35/02 (2006.01)	B 6 0 B 35/02	
B 2 1 K 1/05 (2006.01)	B 2 1 K 1/05	L

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-169567 (P2008-169567)	(71) 出願人	000004204
(22) 出願日	平成20年6月27日 (2008. 6. 27)		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	100081341
			弁理士 小林 茂
		(72) 発明者	小俣 弘樹
			神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 〇 号
			日本精工株式会社内
		F ターム (参考)	3J701 AA02 AA32 AA43 AA54 AA62
			AA72 BA53 BA55 BA56 BA69
			BA70 BA78 DA09 EA02 FA31
			GA03 XB03 XB11 XB18 XB26
			XE03 XE12 XE14 XE16 XE17
			XE19 XE30
			4E087 CB01 CB04 CB12 DB17 DB24
			HA42

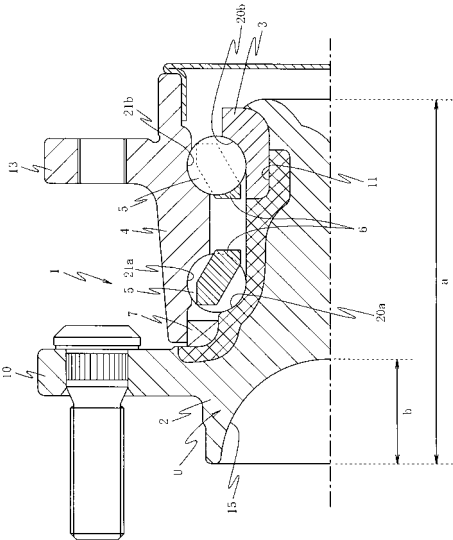
(54) 【発明の名称】 車輪支持用転がり軸受ユニット及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】高い強度を有し長寿命な車輪支持用転がり軸受ユニット及びその製造方法を提供する。

【解決手段】車輪支持用転がり軸受ユニット 1 のハブ輪 2 を、鋼製素材に熱間鍛造を施して所定の形状に成形し冷却した後に、高周波焼入れを施すことにより得る。熱間鍛造は、熱間鍛造を開始するにあたっての素材の加熱温度、熱間鍛造が施されたままの表面状態で使用される非調質部位の加工温度、非調質部位に導入される σ_{on} Mises 歪の量、熱間鍛造パラメータ P_F を制御しつつ行う。また、熱間鍛造の後の冷却工程は、冷却速度を制御しつつ行う。さらに、非調質部位においては、熱間鍛造及び冷却工程によって、日本工業規格 J I S G 0 5 5 1 に規定の方法で測定された旧オーステナイト結晶粒度が、粒度番号で 6 以上 9 以下となっており、且つ、脱炭深さが 0 . 3 mm 以下である。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外周面に軌道面を有する内方部材と、前記内方部材の軌道面に対向する軌道面を有し前記内方部材の外方に配された外方部材と、前記内方部材の軌道面と前記外方部材の軌道面との間に転動自在に配された複数の転動体と、を備える車輪支持用転がり軸受ユニットを製造するに際して、

鋼製素材に熱間鍛造を施して所定の形状に成形した後に、少なくとも前記軌道面に高周波焼入れを施して硬化することにより、前記内方部材及び前記外方部材の少なくとも一方を得るとともに、

前記熱間鍛造を、下記の条件 A、条件 B、条件 C、及び条件 D を満足するように行い、前記熱間鍛造と前記高周波焼入れの間に行う冷却工程を、下記の条件 E を満足するように行うことを特徴とする車輪支持用転がり軸受ユニットの製造方法。 10

条件 A) 前記熱間鍛造時における前記鋼製素材の温度を 1200 以下とする。

条件 B) 前記内方部材又は前記外方部材のうち、前記高周波焼入れは施されず前記熱間鍛造が施されたままの表面状態で使用される非調質部位は、900 以上 1100 以下の加工温度で熱間鍛造される。

条件 C) 前記熱間鍛造によって、前記非調質部位には 0.3 以上 1.5 以下の von Mises 歪が導入される。

条件 D) [前記加工温度] - 150 × [前記 von Mises 歪] なる式で定義される熱間鍛造パラメータ P_F が 1000 以下である。 20

条件 E) 前記冷却工程の冷却速度は 0.25 / s 以上 3 / s 以下である。

【請求項 2】

前記内方部材の軸方向一端部には凹部が形成されており、前記内方部材の軸方向長さ a と前記凹部の軸方向長さ b との比 b/a が 0.2 以上であり、前記内方部材のうち前記凹部が形成されている軸方向一端部が前記非調質部位に相当することを特徴とする請求項 1 に記載の車輪支持用転がり軸受ユニットの製造方法。

【請求項 3】

外周面に軌道面を有する内方部材と、前記内方部材の軌道面に対向する軌道面を有し前記内方部材の外方に配された外方部材と、前記内方部材の軌道面と前記外方部材の軌道面との間に転動自在に配された複数の転動体と、を備える車輪支持用転がり軸受ユニットにおいて、 30

請求項 1 に記載の車輪支持用転がり軸受ユニットの製造方法で製造され、前記非調質部位においては、日本工業規格 JIS G0551 に規定の方法で測定された旧オーステナイト結晶粒度が、粒度番号で 6 以上 9 以下となっており、且つ、脱炭深さが 0.3 mm 以下であることを特徴とする車輪支持用転がり軸受ユニット。

【請求項 4】

前記内方部材の軸方向一端部には凹部が形成されており、前記内方部材の軸方向長さ a と前記凹部の軸方向長さ b との比 b/a が 0.2 以上であり、前記内方部材のうち前記凹部が形成されている軸方向一端部が前記非調質部位に相当することを特徴とする請求項 3 に記載の車輪支持用転がり軸受ユニット。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車等の車輪を懸架装置に対して回転自在に支持する車輪支持用転がり軸受ユニット及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車等の車輪を懸架装置に対して回転自在に支持する車輪支持用転がり軸受ユニットは、一般的には、以下のような構造を有している。すなわち、外周面に複列の軌道面を有する内方部材と、内周面に複列の軌道面を有する外方部材と、内方部材の軌道面と外方部 50

材の軌道面との間に転動自在に配された複数の転動体と、を備えており、内方部材が回転輪、外方部材が固定輪（非回転輪）とされている。

【0003】

また、内方部材の外周面には、車輪を取り付けるためのフランジが設けられ、外方部材の外周面には、懸架装置を取り付けるためのフランジが設けられている。そして、このような車輪支持用転がり軸受ユニットは、前述のフランジが内方部材や外方部材に一体化された構造となっている。

車輪支持用転がり軸受ユニットを構成する内方部材，外方部材は、例えばS53Cのような機械構造用炭素鋼の中炭素鋼を材料とし、以下のようにして製造される。すなわち、鋼製素材に複数工程の熱間鍛造を順次施して所定の形状に段階的に成形した後に冷却し、さらに必要により旋削，研削，削孔等を施して、初析フェライトとパーライトとが複合したフェライト - パーライト組織を有する内方部材，外方部材を得る。

【0004】

車輪支持用転がり軸受ユニットの駆動時には、内方部材，外方部材に応力が負荷されるので、内方部材，外方部材には高い強度が要求される。しかも、従来は高い応力が負荷されていなかった部位は、コスト面から焼入れは施されずに前記熱間鍛造が施されたままの表面状態で使用されることが多かったが、近年においては省エネルギー化のために薄肉化，軽量化が進み、このような部位にも高い応力が負荷される場合があるので、このような部位においても高い強度が要求される。

【0005】

例えば、軽量化のために、内方部材の軸方向一端部に凹部を形成する場合があるが、内方部材の軸方向長さaと凹部の軸方向長さbとの比 b/a が0.2以上であると、内方部材のうち凹部が形成されている軸方向一端部に、比較的大きな荷重が負荷される可能性が高くなる。

そこで、複数工程の熱間鍛造のうち最終工程の熱間鍛造を、 A_1 点以上 A_3 点よりも100℃高い温度以下の温度域（S53Cの場合はおよそ750～850℃）で所定の歪を加えるように行うことにより、結晶粒径を微細（10μm以下）にして強度を高める方法が、特許文献1に提案されている。

【特許文献1】特開2007-23321号公報

【特許文献2】特開2007-24273号公報

【特許文献3】特開2004-100946号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、車輪支持用転がり軸受ユニットに用いられる、炭素の含有量が0.4～0.6質量%である鋼材においては、結晶粒径を微細にすると軟質な初析フェライトが増加するため硬さの低下を招き、かえって強度が低下する場合があった。これを防止するためには、熱間鍛造後の冷却速度を速くする必要があるが、前述のように結晶粒径が過度に微細になった場合は、生産工程上実現できる冷却速度（放冷やファン等による送風冷却での冷却速度）では初析フェライトの増加を十分に抑制することができず、硬さが低下してしまうおそれがあった。

そこで、本発明は上記のような従来技術が有する問題点を解決し、高い強度を有し長寿命な車輪支持用転がり軸受ユニット及びその製造方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を解決するため、本発明は次のような構成からなる。すなわち、本発明に係る請求項1の車輪支持用転がり軸受ユニットの製造方法は、外周面に軌道面を有する内方部材と、前記内方部材の軌道面に対向する軌道面を有し前記内方部材の外方に配された外方部材と、前記内方部材の軌道面と前記外方部材の軌道面との間に転動自在に配された複数の転動体と、を備える車輪支持用転がり軸受ユニットを製造するに際して、鋼製素材に熱

10

20

30

40

50

間鍛造を施して所定の形状に成形した後に、少なくとも前記軌道面に高周波焼入れを施して硬化することにより、前記内方部材及び前記外方部材の少なくとも一方を得るとともに、前記熱間鍛造を、下記の条件 A、条件 B、条件 C、及び条件 D を満足するように行い、前記熱間鍛造と前記高周波焼入れの間に行う冷却工程を、下記の条件 E を満足するように行うことを特徴とする。

【0008】

条件 A) 前記熱間鍛造時における前記鋼製素材の温度を 1200 以下とする。

条件 B) 前記内方部材又は前記外方部材のうち、前記高周波焼入れは施されず前記熱間鍛造が施されたままの表面状態で使用される非調質部位は、900 以上 1100 以下の加工温度で熱間鍛造される。

条件 C) 前記熱間鍛造によって、前記非調質部位には 0.3 以上 1.5 以下の von Mises 歪が導入される。

条件 D) $[\text{前記加工温度}] - 150 \times [\text{前記 von Mises 歪}]$ なる式で定義される熱間鍛造パラメータ P_F が 1000 以下である。

条件 E) 前記冷却工程の冷却速度は 0.25 / s 以上 3 / s 以下である。

【0009】

また、本発明に係る請求項 2 の車輪支持用転がり軸受ユニットの製造方法は、請求項 1 に記載の車輪支持用転がり軸受ユニットの製造方法において、前記内方部材の軸方向一端部には凹部が形成されており、前記内方部材の軸方向長さ a と前記凹部の軸方向長さ b との比 b/a が 0.2 以上であり、前記内方部材のうち前記凹部が形成されている軸方向一端部が前記非調質部位に相当することを特徴とする。

【0010】

さらに、本発明に係る請求項 3 の車輪支持用転がり軸受ユニットは、外周面に軌道面を有する内方部材と、前記内方部材の軌道面に対向する軌道面を有し前記内方部材の外方に配された外方部材と、前記内方部材の軌道面と前記外方部材の軌道面との間に転動自在に配された複数の転動体と、を備える車輪支持用転がり軸受ユニットにおいて、請求項 1 に記載の車輪支持用転がり軸受ユニットの製造方法で製造され、前記非調質部位においては、日本工業規格 JIS G0551 に規定の方法で測定された旧オーステナイト結晶粒度が、粒度番号で 6 以上 9 以下となっており、且つ、脱炭深さが 0.3 mm 以下であることを特徴とする。

【0011】

さらに、本発明に係る請求項 4 の車輪支持用転がり軸受ユニットは、請求項 3 に記載の車輪支持用転がり軸受ユニットにおいて、前記内方部材の軸方向一端部には凹部が形成されており、前記内方部材の軸方向長さ a と前記凹部の軸方向長さ b との比 b/a が 0.2 以上であり、前記内方部材のうち前記凹部が形成されている軸方向一端部が前記非調質部位に相当することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明の車輪支持用転がり軸受ユニットの製造方法によれば、高い強度を有し長寿命な車輪支持用転がり軸受ユニットを容易に製造することができる。また、本発明の車輪支持用転がり軸受ユニットは、高い強度を有し長寿命である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明に係る車輪支持用転がり軸受ユニット及びその製造方法の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。図 1 は、車輪支持用転がり軸受ユニットの構造を示す断面図である。なお、本実施形態においては、車輪支持用転がり軸受ユニットを自動車等の車両に取り付けた状態において、車両の幅方向外側を向いた部分を外端側部分と称し、幅方向中央側を向いた部分を内端側部分と称する。すなわち、図 1 においては、左側が外端側となり、右側が内端側となる。

【0014】

図 1 の車輪支持用転がり軸受ユニット 1 は、ハブ輪 2 と、内輪 3 と、外輪 4 と、二列の転動体 5 , 5 と、転動体 5 を保持する保持器 6 , 6 と、を備えている。ハブ輪 2 の内端側部分には外径の小さい円筒部 1 1 が形成されており、該円筒部 1 1 に内輪 3 が圧入されている。そして、内輪 3 よりも内端側に突出している円筒部 1 1 の先端部分が径方向外方に加締め広げられて、内輪 3 とハブ輪 2 とが一体的に固定されている。ただし、内輪 3 とハブ輪 2 とを、ナットにより一体的に固定してもよい。この場合には、ナットによって内輪 3 に必要な予圧を付与することができる。そして、ハブ輪 2 及び内輪 3 の外方には、略円筒形状の外輪 4 が同心に配されている。なお、内輪 3 とハブ輪 2 とが一体的に固定されたものが、本発明の構成要件である内方部材に相当し、外輪 4 が本発明の構成要件である外方部材に相当する。

10

【 0 0 1 5 】

ハブ輪 2 の外周面の軸方向中間部及び内輪 3 の外周面には、それぞれ軌道面が形成されており、ハブ輪 2 の軌道面は第一内側軌道面 2 0 a、内輪 3 の軌道面は第二内側軌道面 2 0 b とされている。また、外輪 4 の内周面には、前記両内側軌道面 2 0 a , 2 0 b に対向する軌道面が形成されており、第一内側軌道面 2 0 a に対向する軌道面は第一外側軌道面 2 1 a、第二内側軌道面 2 0 b に対向する軌道面は第二外側軌道面 2 1 b とされている。さらに、第一内側軌道面 2 0 a と第一外側軌道面 2 1 a との間、及び、第二内側軌道面 2 0 b と第二外側軌道面 2 1 b との間には、それぞれ複数の転動体 5 が転動自在に配されている。なお、図示の例では、転動体として玉を使用しているが、車輪支持用転がり軸受ユニット 1 の用途等に応じて、ころを使用してもよい。

20

【 0 0 1 6 】

さらに、外輪 4 の外端側部分の内周面とハブ輪 2 の中間部の外周面との間には、シール装置 7 が設けられている。さらに、ハブ輪 2 の軸方向一端部（外端側部分 U）には、軽量化のために凹部 1 5 が形成されている。

さらに、ハブ輪 2 の外周面の外端側部分には、図示しない車輪を固定するための車輪取り付け用フランジ 1 0 が径方向外方に突出して設けられている。そして、外輪 4 の外周面には、車輪取り付け用フランジ 1 0 から離間する側の端部に、懸架装置取り付け用フランジ 1 3 が径方向外方に突出して設けられている。

【 0 0 1 7 】

このような車輪支持用転がり軸受ユニット 1 を自動車等の車両に組み付けるには、懸架装置取り付け用フランジ 1 3 を図示しない懸架装置に固定し、車輪を車輪取り付け用フランジ 1 0 に固定する。その結果、車輪支持用転がり軸受ユニット 1 によって車輪が懸架装置に対し回転自在に支持される。すなわち、内輪 3 とハブ輪 2 とが一体的に固定されたものが回転輪となり、外輪 4 が固定輪（非回転輪）となる。

30

【 0 0 1 8 】

このような車輪支持用転がり軸受ユニット 1 において、ハブ輪 2 , 内輪 3 , 及び外輪 4 は、鋼製素材に熱間鍛造を施して所定の形状に成形してなる熱間鍛造品である。熱間鍛造品の製造方法を、ハブ輪 2 を例にして説明する。ハブ輪 2 は複雑な形状で、1 工程の熱間鍛造で成形することは困難なので、円柱形状の鋼製素材に複数工程の熱間鍛造を順次施して段階的に形状を変化させていくことにより成形する。

40

【 0 0 1 9 】

熱間鍛造の工程数は特に限定されるものではないが、通常は 3 ~ 4 工程である。例えば 3 工程の場合は、第一工程で据え込みを行い、第二工程で荒成形を行い、第三工程で仕上げ成形を行う。そして、これら複数工程の熱間鍛造を、下記の条件 A , 条件 B , 条件 C , 及び条件 D を満足するように行う。

条件 A) 熱間鍛造を開始するにあたって、まず鋼製素材を加熱するが、この加熱温度を 1 2 0 0 以下とする。そして、熱間鍛造中の鋼製素材の温度が 1 2 0 0 を超えないように制御する。もちろん、前記加熱温度は、後述する熱間鍛造時の加工温度と同一か又は加工温度よりも高温とする。

【 0 0 2 0 】

50

条件 B) ハブ輪 2 のうち第一内側軌道面 2 0 a を含む外周面には、熱間鍛造の後に高周波焼入れが施されるが、凹部 1 5 が形成されている外端側部分 U や車輪取り付け用フランジ 1 0 には高周波焼入れは施されず、熱間鍛造が施されたままの硬化されていない表面状態で使用される。このような非調質部位は、すなわち、外端側部分 U や車輪取り付け用フランジ 1 0 などは、9 0 0 以上 1 1 0 0 以下の加工温度で熱間鍛造される。

条件 C) この熱間鍛造によって、前記非調質部位には 0 . 3 以上 1 . 5 以下の ν o n M i s e s 歪が導入される。

条件 D) [前記加工温度] - 1 5 0 × [ν o n M i s e s 歪] なる式で定義される熱間鍛造パラメータ P_F が 1 0 0 0 以下である。

【 0 0 2 1 】

次に、このような熱間鍛造の後に熱間鍛造品の冷却を行うが、この冷却工程を、下記の条件 E を満足するように行う。

条件 E) 冷却工程の冷却速度は 0 . 2 5 / s 以上 3 / s 以下である。

この冷却工程が終了したら外周面に高周波焼入れを施し、第一内側軌道面 2 0 a を形成する。そして、必要により旋削，研削，削孔等を施して、ハブ輪 2 を完成する。

【 0 0 2 2 】

このようにして製造されたハブ輪 2 は、温度，歪量，冷却速度が制御されつつ熱間鍛造及び冷却が行われたので、その前記非調質部位においては、日本工業規格 J I S G 0 5 5 1 に規定の方法で測定された旧オーステナイト結晶粒度が、粒度番号で 6 以上 9 以下となっている。そして、前記非調質部位は、軟質な初析フェライトの増加が抑制されており、適正なフェライト - パーライト組織を有しているので、優れた延性と強度とを有している。

また、熱間鍛造中の鋼製素材の温度が 1 2 0 0 を超えないように制御されていたので、熱間鍛造において不可避の現象である脱炭現象が抑制され、脱炭深さは 0 . 3 m m 以下となっている。その結果、脱炭現象による強度低下が抑制される。

【 0 0 2 3 】

ハブ輪 2 の各部位には、車輪支持用転がり軸受ユニット 1 の駆動時に応力が負荷されることとなるが、焼入れが施されず熱間鍛造が施されたままの表面状態で使用される非調質部位は、強度がそれほど高くないため、応力に耐えることができず損傷が生じるおそれがある。しかしながら、上記のようにして製造したハブ輪 2 は、熱間鍛造の後に焼入れが施されず熱間鍛造が施されたままの表面状態で使用される非調質部位であっても高強度である。よって、車輪支持用転がり軸受ユニット 1 は、高強度で長寿命である。しかも、製造において高コストな焼入れを全体に施さなくてもよいので、車輪支持用転がり軸受ユニット 1 は安価である。

【 0 0 2 4 】

特に、軽量化のために外端側部分 U の凹部 1 5 を大きくすると、該部分 U に負荷される応力が高くなり、ハブ輪 2 の軸方向長さ a と凹部 1 5 の軸方向長さ (ハブ輪 2 の外端と凹部 1 5 の底部との間の軸方向距離) b との比 b / a が 0 . 2 以上であると、強度が十分ではない該部分 U に高い応力が負荷される可能性が高くなるが、上記のような条件を満たす熱間鍛造及び冷却を行えば非調質部位が高強度なので、高い応力に耐えることができ、軽量化が可能である。

【 0 0 2 5 】

なお、本発明は、種々の車輪支持用転がり軸受ユニットに適用することが可能である。例えば、車輪取り付け用フランジがハブ輪や外輪と別体に設けられた、所謂第一世代の車輪支持用転がり軸受ユニット、車輪取り付け用フランジ又は懸架装置取り付け用フランジが外輪と一体に設けられた、所謂第二世代の車輪支持用転がり軸受ユニット、車輪取り付け用フランジ及び懸架装置取り付け用フランジがそれぞれ内輪及び外輪のいずれかと一体に設けられた、所謂第三世代の車輪支持用転がり軸受ユニットに適用することが可能である。

【 0 0 2 6 】

〔実施例〕

以下に、実施例を示して、本発明をさらに具体的に説明する。円柱形状の S 5 3 C 製素材に、前述と同様の 3 工程の熱間鍛造を施してハブ輪の形状に成形し、その後に冷却した。主に外端側部分に凹部を形成する工程である第二工程の熱間鍛造の条件（素材の加熱温度、並びに外端側部分における加工温度、von Mises 歪、及び熱間鍛造パラメータ P_F ）及び冷却工程の冷却速度を、表 1 に示す。

なお、加熱温度及び加工温度は、放射温度計を用いてワーク表面の温度を測定することにより求めた。また、von Mises 歪は熱間鍛造時の形状寸法を変更することにより調整し、有限要素法を用いて求めた。さらに、冷却速度は、空冷ファンの風量と風速によって調整した。

10

【0027】

【表 1】

		加熱温度 (°C)	加工温度 (°C)	von Mises歪	P_F	冷却速度 (°C/s)	旧オーステナ イト結晶粒度	脱炭深さ (mm)	割れの有無
実 施 例	1	1200	1100	0.8	980	0.50	6.0	0.25	○
	2	1200	1100	1.5	875	0.25	6.5	0.30	○
	3	1200	1050	1.0	900	0.50	7.0	0.25	○
	4	1150	1050	0.5	975	0.50	6.5	0.25	○
	5	1150	1050	0.8	930	1.00	7.0	0.15	○
	6	1150	1000	0.8	880	1.00	8.0	0.20	○
	7	1100	1000	0.3	955	0.50	7.0	0.10	○
	8	1100	900	0.5	825	3.00	9.0	0.10	○
比 較 例	1	1200	1150	0.3	1105	0.30	5.0	0.10	△
	2	1150	1100	0.5	1025	0.50	5.5	0.20	△
	3	1100	850	0.5	775	0.50	9.5	0.10	△
	4	1150	1000	0.1	985	1.00	5.5	0.25	△
	5	1150	1050	1.0	900	0.10	7.0	0.20	△
	6	1250	1050	0.8	930	0.50	6.5	0.40	×
	7	1300	1050	0.8	930	0.50	7.0	0.50	×

20

30

40

【0028】

得られた熱間鍛造品にショットブラストを施して表面の酸化スケールを除去した後に、旋削加工，高周波焼入れ，焼戻し，研削加工，及び超仕上げ加工を施して、ハブ輪を得た。そして、このハブ輪を用いて、前述の車輪支持用転がり軸受ユニット 1 とほぼ同様の構成の車輪支持用転がり軸受ユニットを製造した。この車輪支持用転がり軸受ユニットの複列の軌道面間の軸方向距離は 59 mm、転動体である玉の個数は 1 列あたり 12 個、ハブ

50

輪の軸方向長さ a と凹部の軸方向長さ b との比 b/a は 0.3 である。

【0029】

この車輪支持用転がり軸受ユニットの車輪取り付け用フランジに、ハブボルトを介してアキシアル荷重 3500 N 及びラジアル荷重 4000 N を入力し、車輪支持用転がり軸受ユニットを回転速度 300 min^{-1} で回転させて、繰り返し応力を付与した。そして、100 時間回転を続け、凹部が形成された外端側部分の損傷（割れ）の有無を観察した。結果を表 1 に示す。なお、表 1 の「○」印は、100 時間回転させても損傷が無かったことを示し、「□」印は、100 時間回転後に亀裂が確認されたことを示し、「×」印は、100 時間未滿で破損し回転を続けられなかったことを示す。

【0030】

また、表 1 には、外端側部分の旧オーステナイト結晶粒度（日本工業規格 JIS G 0551 に規定の方法で測定された旧オーステナイト結晶粒度）及び脱炭深さも示してある。旧オーステナイト結晶粒度の測定方法は、以下の通りである。ハブ輪を軸方向に平行な平面で破断し、その断面を研磨した後にナイトール腐食液でエッチングして、ハブ輪の外端側部分の最表面から 1.0 mm 内側の部分（すなわち脱炭の生じていない部分）について旧オーステナイト結晶粒度を測定した。表 1 に記載の数値は粒度番号である。また、脱炭深さの測定方法は、以下の通りである。旧オーステナイト結晶粒度の場合と同様にエッチングして、その断面を金属顕微鏡で観察した。そして、脱炭に伴う変化が金属組織に見られなくなる最表面からの深さを、脱炭深さとした。

【0031】

非焼入れ部（非調質部位）の疲労強度を高めるためには、結晶粒を微細にすることが効果的である。非焼入れ部の結晶粒（フェライト - パーライト組織における旧オーステナイト結晶粒）は、熱間鍛造時に再結晶が生じて形成されるが、加工温度を低くするほど、導入される歪量を大きくするほど、結晶粒を微細にすることができる。

本発明者は、さらに鋭意検討を行った結果、熱間鍛造を前述の条件 A，条件 B，条件 C，及び条件 D を満足するように行うことによって（実施例 1 ~ 8）、適正なフェライト - パーライト組織を有し且つ旧オーステナイト結晶粒度を粒度番号で 6 以上 9 以下とすることができ、高い疲労強度が得られることを見出した。そのため、実施例 1 ~ 8 は、前述した条件で 100 時間回転させた後にもハブ輪の外端側部分に破損は見られず、優れた疲労強度を有していた。

【0032】

比較例 3 のように加工温度が 900 未滿であると、結晶粒が過度に微細となるため、初析フェライトが増加して硬さが低下する。そのため、疲労強度が不十分であった。また、比較例 1 のように加工温度が 1100 超過であると、十分な von Mises 歪を加えても結晶粒が微細にならないため、十分な疲労強度が得られなかった。

さらに、比較例 4 のように von Mises 歪が 0.3 未滿であると、十分に再結晶できないため、加工温度が適切であっても結晶粒が微細にならず、高い疲労強度が得られなかった。さらに、von Mises 歪が 1.5 超過であると、加工発熱が生じて、かえって結晶粒が大きくなってしまう場合や、加工温度が低い場合には金型への負荷が大きくなるおそれがあるため、好ましくない。

【0033】

さらに、比較例 2 のように、加工温度及び von Mises 歪が適正であっても、熱間鍛造パラメータ P_F が 1000 超過であると、結晶粒が微細にならず十分な疲労強度が得られなかった。

ただし、結晶粒が過度に微細であると、軟質な初析フェライトが増加してしまうため、硬さが低下して、かえって疲労強度が低下するおそれがある。初析フェライトは、結晶粒が大きいほど、熱間鍛造後の冷却工程における冷却速度が速いほど少量となる。すなわち、冷却速度を $0.25 / \text{s}$ 以上とすることによって、硬さの低下を抑制することができる。一方、冷却速度が $3 / \text{s}$ よりも大きいと、局部的にマルテンサイト変態を生じるため、割れ等が発生するおそれがある。比較例 5 は冷却速度が遅いため、疲労強度が不十分

10

20

30

40

50

であった。なお、本発明における冷却速度は、熱間鍛造の終了後から 5 5 0 に低下するまでの冷却速度を意味する。

【 0 0 3 4 】

また、熱間鍛造においては脱炭は不可避の現象であるが、脱炭により硬さが低下するため疲労強度も低下してしまう。比較例 6 , 7 は、加熱温度が 1 2 0 0 超過で脱炭深さが大きかったため、疲労強度が不十分となった。

なお、ショットブラストを行ったが、これは酸化スケールを除去するだけでなく、ハブ輪の表面に圧縮の残留応力を付与できるため、熱間鍛造の後に焼入れが施されず熱間鍛造が施されたままの表面状態で使用される非調質部位の強度向上に寄与する。比較例 6 , 7 は、脱炭深さが大きく、ショットブラストの効果が十分に得られなかったと考えられるので、このことも疲労強度が不十分となった一因であると考えられる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

【図 1】車輪支持用転がり軸受ユニットの構造を示す部分断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 6 】

1	車輪支持用転がり軸受ユニット
2	ハブ輪
3	内輪
4	外輪
5	転動体
1 0	車輪取り付け用フランジ
1 3	懸架装置取り付け用フランジ
1 5	凹部
2 0 a	第一内側軌道面
2 0 b	第二内側軌道面
2 1 a	第一外側軌道面
2 1 b	第二外側軌道面
a	ハブ輪の軸方向長さ
b	凹部の軸方向長さ
U	外端側部分

20

30

【図 1】

