(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5175055号
(P5175055)

(45)発行日　平成25年4月3日(2013.4.3)　(24)登録日　平成25年1月11日(2013.1.11)

| (51)Int.Cl. | | F I | | |
|---|---|---|---|---|
| F16C 19/38 | (2006.01) | F16C | 19/38 | |
| F16C 35/067 | (2006.01) | F16C | 35/067 | |
| B60B 27/00 | (2006.01) | B60B | 27/00 | K |
| B60B 35/18 | (2006.01) | B60B | 35/18 | A |

請求項の数 8　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2007-43758(P2007-43758)
(22)出願日　平成19年2月23日(2007.2.23)
(65)公開番号　特開2008-208857(P2008-208857A)
(43)公開日　平成20年9月11日(2008.9.11)
審査請求日　平成22年1月29日(2010.1.29)

(73)特許権者　000102692
ＮＴＮ株式会社
大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号
(74)代理人　100064746
弁理士　深見　久郎
(74)代理人　100085132
弁理士　森田　俊雄
(74)代理人　100083703
弁理士　仲村　義平
(74)代理人　100096781
弁理士　堀井　豊
(74)代理人　100098316
弁理士　野田　久登
(74)代理人　100109162
弁理士　酒井　將行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】車輪用軸受装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
内周面に環状の外側転走面が複列に形成された外方部材と、
前記外側転走面に対向する環状の内側転走面が複列に形成された内方部材と、
前記外側転走面と、前記内側転走面とに接触し、環状の軌道上に転動自在に配置された転動体とを備え、
前記外方部材または前記内方部材のいずれか一方は、鋼からなり、車輪を取り付けるためのフランジである車輪取り付けフランジが形成された車輪用フランジ付き部材を含み、
前記車輪用フランジ付き部材は、
焼入硬化されることにより、５０ＨＲＣ以上に硬化された硬化部と、
前記硬化部以外の部位である非硬化部とを有しており、
前記非硬化部を構成する前記鋼のフェライト面積率および炭化物面積率は０である、車輪用軸受装置。
【請求項２】
前記車輪用フランジ付き部材には、前記転動体の前記軌道の中心軸を含む領域に、他の部材が挿入されるための挿入穴が形成されており、
前記挿入穴の側壁の表面から１ｍｍ以内の領域は、前記非硬化部である、請求項１に記載の車輪用軸受装置。
【請求項３】
前記車輪取り付けフランジの、前記車輪取り付けフランジからみて前記車輪が取り付け

られる側の付け根部の表面硬さは３５ＨＲＣ以下である、請求項１または２に記載の車輪用軸受装置。
【請求項４】
前記内方部材は、
前記車輪用フランジ付き部材であるハブ輪と、
前記ハブ輪に嵌め込まれた内輪とを含む、請求項１～３のいずれか１項に記載の車輪用軸受装置。
【請求項５】
前記車輪取り付けフランジからみて前記車輪が取り付けられる側とは反対側の前記ハブ輪の端部であるインボード側端部が、径方向外側に塑性変形することにより加締め部を形成しており、
前記加締め部により前記内輪が前記ハブ輪に対して軸方向に固定されている、請求項４に記載の車輪用軸受装置。
【請求項６】
前記加締め部は、表面硬さが２５ＨＲＣ以下である前記インボード側端部が塑性変形することにより形成されている、請求項５に記載の車輪用軸受装置。
【請求項７】
前記車輪取り付けフランジの、前記車輪取り付けフランジからみて前記車輪が取り付けられる側とは反対側の付け根部の表面硬さは、５４ＨＲＣ以上６４ＨＲＣ以下である、請求項１～６のいずれか１項に記載の車輪用軸受装置。
【請求項８】
前記鋼は、０．４０質量％以上０．８０質量％以下の炭素を含む中炭素鋼である、請求項１～７のいずれか１項に記載の車輪用軸受装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は車輪用軸受装置に関し、より特定的には、車輪を車体に対して回転自在に支持するための車輪用軸受装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、自動車等の車両に対しては燃費や走行安定性の一層の向上が求められている。そのため、車輪を車体に対して回転自在に支持する車輪用軸受装置は、小型化、軽量化が進められている。その結果、車輪用軸受装置を構成する部品は小型化、薄肉化される傾向にある。一方、自動車等の車両の高出力化、高性能化に伴い、車輪用軸受装置への負荷も大きくなっている。このような状況の下、車輪用軸受装置においては、さらなる部品の小型化、薄肉化や、耐久性の向上は困難になりつつある。
【０００３】
これに対し、車輪用軸受装置を構成する部品において、強度が不十分となる領域に対して、高周波焼入などを利用した部分的な硬化処理を施して硬化部を形成し、当該領域の強度、特に回転曲げ疲労強度等を確保する対策が提案されている（たとえば特許文献１参照）。
【特許文献１】特開２００２－８７００８号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、強度が不十分な領域に硬化部を形成する対策では、硬化部以外の部位である非硬化部の強度が問題となる場合があり、さらなる硬化部の形成が必要となる。このように、多数の硬化部を形成する対策では、車輪用軸受装置の製造工程、特に熱処理工程が煩雑になり、製造コストの上昇を招来する。また、厚みの小さい薄肉部、あるいは薄肉部に隣接した領域に高周波焼入などの硬化処理を施した場合、薄肉部に熱処理変形が発生

するという新たな問題が生じ得る。一方、車輪用軸受装置を構成する部品のうち、強度が問題となる部品について、当該部品全体を硬化することにより非硬化部をなくし、強度を確保する対策が有効であるとも考えられる。しかし、部品全体を硬化部とした場合、その後の加工が困難となるため、このような対策を採用することは必ずしも有効とはいえない。

【０００５】

そこで、本発明の目的は、非硬化部の疲労強度を向上させた部品を備えることにより、高い耐久性が確保された車輪用軸受装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明に従った車輪用軸受装置は、内周面に環状の外側転走面が複列に形成された外方部材と、外側転走面に対向する環状の内側転走面が複列に形成された内方部材と、外側転走面と、内側転走面とに接触し、環状の軌道上に転動自在に配置された転動体とを備えている。外方部材または内方部材のいずれか一方は、鋼からなり、車輪を取り付けるためのフランジである車輪取り付けフランジが形成された車輪用フランジ付き部材を含んでいる。さらに、当該車輪用フランジ付き部材は、焼入硬化されることにより、５０ＨＲＣ以上に硬化された硬化部と、硬化部以外の部位である非硬化部とを有している。そして、非硬化部を構成する鋼のフェライト面積率および炭化物面積率は０である。

【０００７】

一般に、車輪用軸受装置を構成する車輪用フランジ付き部材においては、強度が不足する部位に、硬化部が形成される対策が採用される。しかし、この対策では、硬化部以外の部位である非硬化部の強度が問題となる場合があり、さらなる硬化部の形成が必要となる。一方、上述のように、製造コスト、熱処理変形、加工性等の問題を考慮すると、多数の硬化部を形成する対策、あるいは車輪用フランジ付き部材全体を硬化部とする対策は、必ずしも有効な対策とはいえない。

【０００８】

これに対し、本発明の車輪用軸受装置では、車輪用フランジ付き部材の非硬化部を構成する鋼のフェライト面積率が、３％以下とされている。そのため、強度が低く、繰り返し応力を受けることにより亀裂の発生起点、あるいは亀裂の伝播経路となり得るフェライトの存在が抑制されており、非硬化部の疲労強度が向上している。その結果、本発明の車輪用軸受装置は、非硬化部の疲労強度が向上した車輪用フランジ付き部材を備えることにより、高い耐久性が確保されている。

【０００９】

上記車輪用軸受装置において好ましくは、車輪用フランジ付き部材には、転動体の軌道の中心軸を含む領域に、他の部材が挿入されるための挿入穴が形成されており、当該挿入穴の側壁の表面から１ｍｍ以内の領域は、上述の非硬化部である。

【００１０】

上記車輪用フランジ付き部材には、シャフトなどの他の部材が挿入されることにより当該他の部材と車輪用軸受装置とを連結するための挿入穴が形成される場合がある。この場合、当該挿入穴の側壁の表面には、比較的大きな応力が繰り返し負荷される可能性がある。そのため、この応力の大きさによっては、挿入穴の側壁の表面において亀裂が発生し、当該亀裂が伝播することにより、車輪用フランジ付き部材に破損が発生するおそれがある。これに対し、挿入穴の側壁の表面から１ｍｍ以内の領域が、上述のようにフェライト面積率が３％以下である非硬化部であることにより、挿入穴の側壁の表面付近の疲労強度が向上し、破損の発生を抑制することができる。

【００１１】

上記車輪用軸受装置において好ましくは、車輪取り付けフランジの、車輪取り付けフランジからみて車輪が取り付けられる側の付け根部の表面硬さは、３５ＨＲＣ以下である。

【００１２】

これにより、切削加工等における加工性が向上すると共に、熱処理変形を抑制すること

ができ、熱処理変形による車輪取り付けフランジのブレーキロータ取付面の面振れ精度の劣化を防止することができる。

【００１３】

上記車輪用軸受装置において好ましくは、内方部材は、車輪用フランジ付き部材であるハブ輪と、ハブ輪に嵌め込まれた内輪とを含んでいる。これにより、内側転走面が形成され、耐久性、特に転動疲労寿命に優れた内輪を採用することができる。その結果、車輪用軸受装置の耐久性を一層向上させることができる。

【００１４】

上記車輪用軸受装置において好ましくは、車輪取り付けフランジからみて車輪が取り付けられる側とは反対側のハブ輪の端部であるインボード側端部が、径方向外側に塑性変形することにより加締め部を形成している。そして、当該加締め部により内輪がハブ輪に対して軸方向に固定されている。

【００１５】

このように、いわゆるセルフリテイン構造とすることにより、従来のようにナット等で強固に緊締して予圧量を管理する必要がないため、車両への組込を簡便にすることができると共に、かつ長期間その予圧量を維持することができる。

【００１６】

上記車輪用軸受装置において好ましくは、加締め部は、表面硬さが２５ＨＲＣ以下であるインボード側端部が塑性変形することにより形成されている。

【００１７】

これにより、加締め部の硬さバラツキが抑制される。また、十分な加工性を確保することができるため、塑性加工によって加締め部の表面に微小クラックが発生することを抑制することが可能となり、車輪用軸受装置の信頼性が向上する。

【００１８】

上記車輪用軸受装置において好ましくは、車輪取り付けフランジの、車輪取り付けフランジからみて車輪が取り付けられる側とは反対側の付け根部の表面硬さは５４ＨＲＣ以上６４ＨＲＣ以下である。

【００１９】

これにより、車輪取り付けフランジに負荷される回転曲げ荷重に対して十分な機械的強度を付与することが可能となり、車輪用フランジ付き部材の強度、耐久性が一層向上する。

【００２０】

上記車輪用軸受装置において好ましくは、車輪用フランジ付き部材を構成する鋼は、０．４０質量％以上０．８０質量％以下の炭素を含む中炭素鋼である。これにより、鍛造の容易性、切削性、熱処理性、あるいは経済性が向上し、特に、高周波焼入による部分的な焼入硬化に好適となる。

【発明の効果】

【００２１】

以上の説明から明らかなように、本発明の車輪用軸受装置によれば、非硬化部の疲労強度を向上させた部品を備えることにより、高い耐久性が確保された車輪用軸受装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２２】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付しその説明は繰返さない。

【００２３】

図１は、本発明の一実施の形態における車輪用軸受装置の構成を示す概略断面図である。図１を参照して、本実施の形態における車輪用軸受装置について説明する。

【００２４】

図１を参照して、本実施の形態における車輪用軸受装置１は、軌道部材である外輪１０

、ハブ輪３０および内輪４０と、転動体としての複数のころ５０とを備えている。外輪１０は、外方部材を構成し、ハブ輪３０および内輪４０は内方部材２０を構成している。

【００２５】

外方部材としての外輪１０は、内周面１１に２列に形成された環状の外側転走面１０Ａを有する環状の軌道部材である。外側転走面１０Ａは、第１外側転走面１２Ａと、第２外側転走面１３Ａとを含んでいる。外輪１０は、たとえば鋼であるＪＩＳ規格Ｓ５３Ｃから構成されている。そして、外輪１０においては、第１外側転走面１２Ａを含む領域と、第２外側転走面１３Ａを含む領域とが高周波焼入などにより焼入硬化されて、５８ＨＲＣ以上の硬度を有する硬化部１９が形成されている。

【００２６】

一方、内方部材としてのハブ輪３０は、外輪１０にその一部が取り囲まれるように配置される軌道部材である。また、内方部材としての内輪４０は、ハブ輪３０において、車輪取り付けフランジ３１よりも外径の小さい小径部３４の外側に嵌め込まれた円環状の第１内輪４１と、第１内輪４１に対して中心軸が一致するように隣り合い、小径部３４の外側に嵌め込まれた円環状の第２内輪４２とを含んでいる。ハブ輪３０の小径部３４は、円筒状の形状を有しており、第１内輪４１および第２内輪４２からみてフランジ３１が形成されている側とは反対側の端部であるインボード側端部が、径方向外側に塑性変形されて加締め部３４Ａが形成されている。そして、この加締め部３４Ａにより、ハブ輪３０に対して第１内輪４１および第２内輪４２が軸方向に固定されている。ここで、インボード側端部とは、加締め部３４Ａを形成するための加締め加工により塑性変形されるべき領域である。

【００２７】

この第１内輪４１および第２内輪４２は、たとえば鋼であるＪＩＳ規格ＳＵＪ２からなっており、その全体が焼入硬化されることにより、５８ＨＲＣ以上の硬度を有している。さらに、第１内輪４１および第２内輪４２の外周面には、それぞれ内側転走面４０Ａを構成する第１内側転走面４１Ａおよび第２内側転走面４２Ａが形成されている。この第１内側転走面４１Ａおよび第２内側転走面４２Ａは、それぞれ第１外側転走面１２Ａおよび第２外側転走面１３Ａに対向している。

【００２８】

また、ハブ輪３０は、たとえば鋼であるＪＩＳ規格Ｓ５３Ｃからなっている。そして、ハブ輪３０においては、内輪４０と接触する小径部３４の表面を含む領域が、高周波焼入などにより焼入硬化されて、５８ＨＲＣ以上の硬度を有する硬化部３９が形成されている。

【００２９】

さらに、車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０には、ころ５０の軌道の中心軸を含む領域に、シャフトなどの他の部材が挿入されるための挿入穴３８が軸方向に貫通するように形成されている。そして、この挿入穴３８の側壁の表面（ハブ輪３０の内周面）には、軸方向に延びる溝が複数形成されている。その結果、挿入穴３８の側壁は、セレーション部３７を構成している。

【００３０】

複数のころ５０は、外輪１０の第１外側転走面１２Ａと、第１内輪４１の第１内側転走面４１Ａとに接触し、かつ円環状の保持器６０Ａにより周方向に所定のピッチで配置される列と、外輪１０の第２外側転走面１３Ａと、第２内輪４２の第２内側転走面４２Ａとに接触し、かつ円環状の保持器６０Ｂにより周方向に所定のピッチで配置される列との複列（２列）の円環状の軌道上に転動自在に配置されている。

【００３１】

また、外輪１０の軸方向の両端部と、これに対向する第１内輪４１および第２内輪４２の端部との間には、シール部材７０が配置されている。これにより、外輪１０と、第１内輪４１および第２内輪４２との間の空間に封入された潤滑グリースの漏洩と、外部から当該空間へのダスト等の侵入が防止されている。

【００３２】
以上の構成により、外輪１０と、ハブ輪３０および内輪４０とは、互いに相対的に回転することが可能となっている。
【００３３】
さらに、ハブ輪３０の車輪取り付けフランジ３１には、ハブ輪ボルト穴３１Ａが形成されている。そして、ハブ輪ボルト穴３１Ａに挿入されたボルト７１により、車輪取り付けフランジ３１と車輪を構成するホイール（図示しない）とが互いに固定されている。一方、外輪１０は、外輪フランジ１５を有しており、外輪フランジ１５には外輪貫通穴１５Ａが形成されている。そして、外輪貫通穴１５Ａに挿入された図示しないボルトにより、外輪フランジ１５と車体に固定された懸架装置（図示しない）とが互いに固定されている。以上の構成により、車輪用軸受装置１は、車輪と車体との間に介在して、車輪を車体に対して回転自在に支持する。
【００３４】
すなわち、本実施の形態における車輪用軸受装置１は、内周面１１に環状の外側転走面１０Ａが複列に形成された外方部材としての外輪１０と、外側転走面１０Ａに対向する環状の内側転走面４０Ａが複列に形成された内方部材２０と、外側転走面１０Ａと、内側転走面４０Ａとに接触し、環状の軌道上に転動自在に配置された転動体としてのころ５０とを備えている。
【００３５】
内方部材２０は、鋼からなり、車輪（図示しない）を取り付けるためのフランジである車輪取り付けフランジ３１が形成された車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０を含んでいる。このハブ輪３０は、焼入硬化されることにより、５０ＨＲＣ以上に硬化された硬化部３９と、硬化部３９以外の部位である非硬化部３３とを有している。そして、非硬化部３３を構成する鋼のオーステナイト結晶粒度は、８番以上である。
【００３６】
本実施の形態における車輪用軸受装置１では、車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０の非硬化部３３を構成する鋼のオーステナイト結晶粒度が８番以上とされることにより、鋼のミクロ組織が微細化され、非硬化部３３の疲労強度が向上している。その結果、本実施の形態の車輪用軸受装置１は、非硬化部３３の疲労強度が向上したフランジ付き部材を備えることにより、高い耐久性が確保されている。なお、一層高い耐久性を確保するためには、非硬化部３３を構成する鋼のオーステナイト結晶粒度が１０番以上であることが好ましい。
【００３７】
ここで、鋼のオーステナイト結晶粒度とは、ＪＩＳ規格Ｇ０５５１に規定された試験方法により判定される結晶粒度の粒度番号であり、いわゆる旧オーステナイト結晶粒の粒度番号を意味する。
【００３８】
また、上記粒度番号が８番未満の場合、車輪用フランジ付き部材に一般的に負荷される応力を考慮すると、疲労強度が必ずしも十分であるとはいえない。したがって、粒度番号は８番以上であることが好ましい。一方、粒度番号が１２番をこえると、焼入性が低下するという問題が発生し得るため、粒度番号は１２番以下であることが好ましい。
【００３９】
さらに、鋼のオーステナイト結晶粒度が８番以上であるとの条件は、たとえば非硬化部をＪＩＳ　Ｇ０５５１に従った方法により、３箇所調査し、全ての箇所で結晶粒度が８番以上であれば満たされていると判断することができる。
【００４０】
また、本実施の形態における車輪用軸受装置１は、内周面１１に環状の外側転走面１０Ａが複列に形成された外輪１０と、外側転走面１０Ａに対向する環状の内側転走面４０Ａが複列に形成された内方部材２０と、外側転走面１０Ａと、内側転走面４０Ａとに接触し、環状の軌道上に転動自在に配置された転動体としてのころ５０とを備えている。

【００４１】
内方部材２０は、鋼からなり、車輪（図示しない）を取り付けるためのフランジである車輪取り付けフランジ３１が形成された車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０を含んでいる。このハブ輪３０は、焼入硬化されることにより、５０ＨＲＣ以上に硬化された硬化部３９と、硬化部３９以外の部位である非硬化部３３とを含んでいる。そして、非硬化部３３を構成する鋼のフェライト面積率は、３％以下である。
【００４２】
本実施の形態における車輪用軸受装置１では、車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０の非硬化部３３を構成する鋼のフェライト面積率が３％以下とされている。そのため、強度が低く、繰り返し応力を受けることによる亀裂の発生起点、あるいは亀裂の伝播経路となり得るフェライトの存在が抑制されており、非硬化部３３の疲労強度が向上している。その結果、本実施の形態の車輪用軸受装置１は、非硬化部３３の疲労強度が向上したフランジ付き部材を備えることにより、高い耐久性が確保されている。
【００４３】
ここで、フェライト面積率が３％を超えると、フェライト相が隣接する他のフェライト相と連結し、亀裂の発生起点、あるいは亀裂の伝播経路となる傾向が強くなる。そのため、フェライト面積率は、３％以下であることが好ましい。
【００４４】
なお、フェライト面積率とは、車輪用軸受装置を構成する車輪用フランジ付き部材の非硬化部を切断し、その切断された表面におけるフェライトの、当該表面全体に対する面積率をいう。より具体的には、以下のように測定することができる。まず、車輪用フランジ付き部材の非硬化部から試験片を切り出す。そして、当該試験片の表面を研磨した後、その表面を腐食液、たとえばピクラル（ピクリン酸アルコール溶液）により腐食する。そして、腐食された表面について、たとえば光学顕微鏡により、１ｍｍ×１ｍｍ（＝１ｍｍ$^2$）の視野を３視野観察して、全体に対するフェライト面積率の平均値を算出する。
【００４５】
さらに、亀裂の発生起点、あるいは亀裂の伝播経路となりうるフェライトの面積率は小さいことが好ましく、フェライト面積率は、０であることが望ましい。つまり、上記測定方法により３視野の観察を行なった結果、フェライトが観察されないことが望ましい。
【００４６】
また、本実施の形態における車輪用軸受装置１は、内周面１１に環状の外側転走面１０Ａが複列に形成された外輪１０と、外側転走面１０Ａに対向する環状の内側転走面４０Ａが複列に形成された内方部材２０と、外側転走面１０Ａと、内側転走面４０Ａとに接触し、環状の軌道上に転動自在に配置された転動体としてのころ５０とを備えている。
【００４７】
内方部材２０は、鋼からなり、車輪（図示しない）を取り付けるためのフランジである車輪取り付けフランジ３１が形成された車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０を含んでいる。このハブ輪３０は、焼入硬化されることにより、５０ＨＲＣ以上に硬化された硬化部３９と、硬化部３９以外の部位である非硬化部３３とを有している。そして、非硬化部３３を構成する鋼の炭化物面積率が１０％以下とされている。
【００４８】
本実施の形態における車輪用軸受装置１では、車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０の非硬化部３３を構成する鋼の炭化物面積率が１０％以下とされている。そのため、非硬化部３３を構成する鋼の組織が均質になっており、非硬化部３３の疲労強度が向上している。その結果、本実施の形態の車輪用軸受装置１は、非硬化部３３の疲労強度が向上したフランジ付き部材を備えることにより、高い耐久性が確保されている。
【００４９】
ここで、炭化物面積率が１０％を超えると、非硬化部３３を構成する鋼の均質性の低下に伴う疲労強度の低下傾向が大きくなる。そのため、炭化物面積率は１０％以下であることが好ましい。

【００５０】
なお、炭化物面積率とは、車輪用軸受装置を構成する車輪用フランジ付き部材の非硬化部を切断し、その切断された表面における炭化物（セメンタイト；$Fe_3C$）のうち、疲労強度を低下させる程度に鋼の組織の不均質化させる大きさの炭化物であって、一般的な光学顕微鏡により観察可能な大きさ、より具体的には直径または幅が１μｍを超える炭化物の当該表面全体に対する面積率をいう。この炭化物面積率は、たとえば以下のように測定することができる。まず、車輪用フランジ付き部材の非硬化部から試験片を切り出す。そして、当該試験片の表面を研磨した後、その表面を腐食液、たとえばピクラルにより腐食する。そして、腐食された表面について、たとえば光学顕微鏡により、１ｍｍ×１ｍｍ（＝１$mm^2$）の視野を３視野観察して全体に対する炭化物面積率の平均値を算出する。
【００５１】
さらに、疲労強度を低下させる炭化物の面積率は小さいことが好ましく、炭化物面積率は、０であることが望ましい。つまり、上記測定方法により３視野の観察を行なった結果、炭化物が観察されないことが望ましい。
【００５２】
また、本実施の形態における車輪用軸受装置１は、内周面１１に環状の外側転走面１０Ａが複列に形成された外輪１０と、外側転走面１０Ａに対向する環状の内側転走面４０Ａが複列に形成された内方部材２０と、外側転走面１０Ａと、内側転走面４０Ａとに接触し、環状の軌道上に転動自在に配置された転動体としてのころ５０とを備えている。
【００５３】
内方部材２０は、鋼からなり、車輪（図示しない）を取り付けるためのフランジである車輪取り付けフランジ３１が形成された車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０を含んでいる。このハブ輪３０は、焼入硬化されることにより、５０ＨＲＣ以上に硬化された硬化部３９と、硬化部３９以外の部位である非硬化部３３とを含んでいる。そして、非硬化部３３を構成する鋼の非拡散性水素含有量は、０．８ｐｐｍ以下である。
【００５４】
本実施の形態における車輪用軸受装置１では、車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０の非硬化部３３を構成する鋼の非拡散性水素含有量は、０．８ｐｐｍ以下に抑制されている。そのため、亀裂発生および伝播を助長し得る水素の存在が抑制されており、非硬化部３３の疲労強度が向上している。その結果、本実施の形態の車輪用軸受装置１は、非硬化部３３の疲労強度が向上したフランジ付き部材を備えることにより、高い耐久性が確保されている。
【００５５】
ここで、非拡散性水素含有量が、０．８ｐｐｍを超えると、亀裂発生および伝播を助長する傾向が強くなるため、非拡散性水素含有量は０．８ｐｐｍ以下であることが好ましい。
【００５６】
なお、非硬化部３３を構成する鋼の非拡散性水素含有量は、たとえば以下のように測定することができる。すなわち、水素含有量の測定は、たとえばＬＥＣＯ社製ＤＨ－１０３型水素分析装置により、行なうことができる。このＬＥＣＯ社製ＤＨ－１０３型水素分析装置の仕様を下記に示す。
【００５７】
分析範囲：０．０１～５０．００ｐｐｍ
分析精度：±０．１ｐｐｍまたは±３％Ｈ（いずれか大きい方）
分析感度：０．０１ｐｐｍ
検出方式：熱伝導度法
試料質量サイズ：１０ｍｇ～３５ｇ（最大：直径１２ｍｍ×長さ１００ｍｍ）
加熱炉温度範囲：５０℃～１１００℃
試薬：アンハイドロン　Ｍｇ（$ClO_4$）$_2$、アスカライト　ＮａＯＨ
キャリアガス：窒素ガス、ガスドージングガス：水素ガス、いずれのガスも純度９９．

９９％以上、圧力４０ＰＳＩ（２．８ｋｇｆ／ｃｍ$^2$）である。

【００５８】

測定手順の概要は以下のとおりである。専用のサンプラーで採取した試料をサンプラーごと上記の水素分析装置に挿入する。内部の拡散性水素は窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導かれる。この拡散性性水素は本実施の形態では測定しない。次に、サンプラーから試料を取出し抵抗加熱炉内で加熱し、非拡散性水素を窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導く。そして、熱伝導度検出器において熱伝導度を測定することによって非拡散性水素含有量を知ることができる。

【００５９】

なお、疲労強度を一層向上させるためには、非拡散性水素含有量は０．５ｐｐｍ以下であることが好ましい。

【００６０】

さらに、上記本実施の形態におけるハブ輪３０のセレーション部３７の表面から１ｍｍ以内の領域は、上述のオーステナイト結晶粒度の条件、フェライト面積率の条件、炭化物面積率の条件および非拡散性水素含有量の条件のうち少なくともいずれか１つを満たす非硬化部３３であることが好ましい。

【００６１】

これにより、挿入穴３８の側壁の表面付近、すなわちセレーション部３７の疲労強度が向上し、セレーション部３７からの破損の発生を抑制することができる。

【００６２】

なお、上記他の部材から車輪用フランジ付き部材に負荷される応力の一般的な大きさと車輪用フランジ付き部材の内部での応力の分布とを考慮すると、疲労強度の高い領域は、挿入穴の側壁の表面から１ｍｍあれば十分である。したがって、表面から１ｍｍ以内の領域が、上記条件を満たしていることが好ましい。

【００６３】

また、本実施の形態における車輪用軸受装置１は、内周面１１に環状の外側転走面１０Ａが複列に形成された外輪１０と、外側転走面１０Ａに対向する環状の内側転走面４０Ａが複列に形成された内方部材２０と、外側転走面１０Ａと、内側転走面４０Ａとに接触し、環状の軌道上に転動自在に配置された転動体としてのころ５０とを備えている。

【００６４】

内方部材２０は、鋼からなり、車輪（図示しない）を取り付けるためのフランジである車輪取り付けフランジ３１が形成された車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０を含んでいる。このハブ輪３０は、焼入硬化されることにより、５０ＨＲＣ以上に硬化された硬化部３９と、硬化部３９以外の部位である非硬化部３３とを含んでいる。そして、非硬化部３３の表面には、５０ＭＰａ以上５００ＭＰａ以下の圧縮応力が残留している。

【００６５】

本実施の形態における車輪用軸受装置１では、車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０の非硬化部３３の表面には、５０ＭＰａ以上５００ＭＰａ以下の圧縮応力が残留している。そのため、非硬化部３３の表面における亀裂の発生およびその後の亀裂の伝播が抑制されており、非硬化部３３の疲労強度が向上しているので、タイヤから車輪用フランジに繰り返しモーメント荷重が負荷されても非硬化部３３からの亀裂の発生が抑制されているとともに、フレッティング損傷の発生が抑制されている。その結果、本実施の形態の車輪用軸受装置１は、非硬化部３３の疲労強度が向上したフランジ付き部材を備えることにより、高い耐久性が確保されている。

【００６６】

ここで、表面に残留する圧縮応力は、５０ＭＰａ未満では、疲労強度を向上させる効果およびフレッティング損傷の発生を抑制する効果が小さいため、５０ＭＰａ以上必要である。また、疲労強度を一層向上させ、フレッティング損傷の発生を一層抑制するためには、表面に残留する圧縮応力は、１００ＭＰａ以上であることが好ましい。一方、表面に残留する圧縮応力が５００ＭＰａを超えると、圧縮応力付加時の他の要因、たとえば加工硬

化が著しく、亀裂が発生し易いことから、圧縮応力は、５００ＭＰａ以下であることが好ましい。

【００６７】

なお、圧縮応力の測定は、Ｘ線応力測定装置により、非硬化部３３の表面下５０μｍの領域を、非硬化部３３において負荷される応力の最も大きい方向、たとえば軸方向に測定することにより確認することができる。

【００６８】

さらに、上記本実施の形態におけるハブ輪３０のセレーション部３７は、上述の応力の条件を満たす非硬化部３３であることが好ましい。すなわち、挿入穴３８の側壁は、上述の応力の条件を満たす非硬化部３３に含まれることが好ましい。これにより、挿入穴３８の側壁の表面付近の疲労強度が向上し、セレーション部３７からの破損の発生を抑制することができる。

【００６９】

さらに、上記本実施の形態におけるハブ輪３０においては、車輪取り付けフランジ３１の、車輪取り付けフランジ３１からみて車輪が取り付けられる側（アウトボード側）の付け根部３１Ｂの表面硬さは、３５ＨＲＣ以下である。これにより、切削加工等における加工性が向上すると共に、熱処理変形を抑制することができ、熱処理変形による車輪取り付けフランジ３１のブレーキロータ取り付け面３１Ｃの面振れ精度の劣化が抑制されている。

【００７０】

さらに、上記本実施の形態におけるハブ輪３０においては、車輪取り付けフランジ３１からみて車輪が取り付けられる側（アウトボード側）とは反対側（インボード側）のハブ輪３０の端部であるインボード側端部が、径方向外側に塑性変形することにより加締め部３４Ａを形成している。そして、当該加締め部３４Ａにより内輪４０がハブ輪３０に対して軸方向に固定されている。

【００７１】

このように、いわゆるセルフリテイン構造とすることにより、従来のようにナット等で強固に緊締して予圧量を管理する必要がないため、車両への組込を簡便にすることができると共に、かつ長期間その予圧量を維持することができる。

【００７２】

さらに、上記本実施の形態におけるハブ輪３０においては、加締め部３４Ａは、表面硬さが２５ＨＲＣ以下であるインボード側端部が塑性変形することにより形成されている。これにより、加締め部３４Ａの硬さバラツキが抑制されている。また、十分な加工性を確保することができるため、塑性加工によって加締め部３４Ａの表面に微小クラックが発生することを抑制することが可能となり、車輪用軸受装置１の信頼性が向上している。

【００７３】

さらに、上記本実施の形態におけるハブ輪３０においては、車輪取り付けフランジ３１の、車輪取り付けフランジ３１からみて車輪が取り付けられる側（アウトボード側）とは反対側（インボード側）の付け根部３１ＤにはＲが形成されており、その表面硬さは５４ＨＲＣ以上６４ＨＲＣ以下となっている。

【００７４】

これにより、車輪取り付けフランジ３１に負荷される回転曲げ荷重に対して十分な機械的強度を付与することが可能となり、ハブ輪３０の強度、耐久性が一層向上する。

【００７５】

ここで、車輪取り付けフランジ３１の付け根部とは、転動体であるころ５０の軌道の中心軸を含む断面において、当該中心軸に交差する方向に車輪取り付けフランジ３１が突出する根元部分であって、通常フランジの表面が曲線状に形成される領域、いわゆるＲが形成された領域、あるいは面取り部が形成されている領域をいう。

【００７６】

さらに、上記本実施の形態におけるハブ輪３０を構成する鋼は、０．４０質量％以上０

．８０質量％以下の炭素を含む中炭素鋼である。これにより、鍛造の容易性、切削性、熱処理性、あるいは経済性が向上し、特に、高周波焼入による部分的な焼入硬化に好適となる。

【００７７】

次に、本実施の形態における車輪用軸受装置１の製造方法について説明する。図２は、本実施の形態における車輪用軸受装置の製造方法の概略を示す流れ図である。また、図３は、本実施の形態における車輪用軸受装置の製造方法のうち、車輪用フランジ付き部材である内方部材としてのハブ輪が製造されるハブ輪製造工程の概略を示す流れ図である。

【００７８】

図２を参照して、本実施の形態における車輪用軸受装置１の製造方法は、外方部材準備工程と、内方部材準備工程と、転動体準備工程と、組立て工程とを備えている。外方部材準備工程では、図１を参照して、内周面１１に環状の外側転走面１０Ａが複列に形成された外輪１０が準備される。内方部材準備工程では、環状の内側転走面４０Ａが複列に形成された内方部材２０を構成するハブ輪３０と、内輪４０とが準備される。転動体準備工程では、転動体としてのころ５０が準備される。

【００７９】

組立て工程では、まず、内側転走面４０Ａが外側転走面１０Ａに対向し、ころ５０が外側転走面１０Ａと、内側転走面４０Ａとに接触して円環状の軌道上に配置されるように、外輪１０と、内輪４０と、ころ５０とが組合わされる。その後、外輪１０と内輪４０とに挟まれた空間（軸受空間）に潤滑グリースなどの潤滑剤が入れられた後、外輪１０の内周面１１の両端部と、当該両端部に対向する第１内輪４１および第２内輪４２の端部との間にシール部材７０が圧入されることにより、当該潤滑剤が軸受空間に封入される。そして、後述するハブ輪製造工程（図３）において製造されたハブ輪３０に、上述のように組立てられた組立体の内輪４０が圧入される。その後、ハブ輪３０の端部であるインボード側端部が、径方向外側に塑性変形されることにより加締め部３４Ａが形成され、この加締め部３４Ａにより、内輪４０がハブ輪３０に対して軸方向に固定されることにより、車輪用軸受装置１の組立てが完了する。

【００８０】

そして、上記外方部材準備工程または内方部材準備工程のいずれか一方は、鋼からなり、車輪を取り付けるためのフランジである車輪取り付けフランジが形成された車輪用フランジ付き部材を製造する車輪用フランジ付き部材製造工程を含む。より具体的には、本実施の形態では、内方部材準備工程は、車輪用フランジ付き部材としてのハブ輪３０が製造される内方部材準備工程としてのハブ輪製造工程を含んでいる。

【００８１】

この車輪用フランジ付き部材製造工程としてのハブ輪製造工程は、図３を参照して、鋼材準備工程と、熱間加工工程としての熱間鍛造工程と、調質工程と、旋削加工工程と、ボルト穴形成工程と、部分焼入硬化工程としての高周波熱処理工程と、ブローチ加工工程と、仕上げ工程とを含んでいる。鋼材準備工程では、車輪用フランジ付き部材であるハブ輪３０を構成すべき鋼からなる鋼材、たとえば０．４０質量％以上０．８０質量％以下の炭素を含む中炭素鋼からなる鋼材が準備される。熱間鍛造工程では、当該鋼材が、たとえば１０５０℃以上１３００℃以下の温度域に加熱されて熱間鍛造されることにより、図１に示すハブ輪３０の概略形状を有する鋼製部材に成形される。調質工程では、その鋼製部材が調質される。旋削加工工程では、鋼製部材の車輪取り付けフランジ３１および小径部３４の表面を含む表面領域が旋削加工される。ボルト穴形成工程では、車輪取り付けフランジ３１に対してドリルなどを用いた穴あけ加工が実施されることにより、ハブ輪ボルト穴３１Ａが形成される。

【００８２】

高周波熱処理工程では、調質された鋼製部材の一部が焼入硬化される。具体的には、図１を参照して、挿入穴３８の側壁の表面以外の領域である、内輪４０と接触する小径部３４の表面を含む領域が、高周波焼入により焼入硬化されて、５８ＨＲＣ以上の硬度を有す

る硬化部３９が形成されるとともに、車輪取り付けフランジ３１の、インボード側の付け根部３１Ｄの表面硬さが５４ＨＲＣ以上６４ＨＲＣ以下とされる。このような硬度の条件を満たすためには、たとえば高周波熱処理工程においては、高周波焼入が実施される高周波焼入工程が実施された後、ハブ輪３０の全体が焼戻される全体焼戻工程および／または高周波焼入が実施された領域のうち一部が誘導加熱により加熱されて焼戻される部分焼戻工程が実施されてもよい。

【００８３】

ブローチ加工工程では、図１を参照して、熱間加工工程において形成された挿入穴３８の側壁の表面に、軸方向に延びる溝が複数形成されることにより、セレーション部３７が形成される。そして、仕上げ工程において、当該鋼製部材に対して研削加工などの仕上げ処理（仕上げ加工）が実施されることにより、車輪用フランジ付き部材としてのハブ輪３０が完成する。

【００８４】

次に、上記調質工程の詳細について説明する。図４は、本実施の形態の調質工程における加熱パターン（鋼製部材に与えられる温度履歴）の一例を示す図である。図４において、横方向は時間を示しており右に行くほど時間が経過していることを示している。また、図４において、縦方向は温度を示しており上に行くほど温度が高いことを示している。

【００８５】

図４を参照して、調質工程は、焼入工程と、焼戻工程とを有している。焼入工程では、熱間鍛造工程において作製された鋼製部材が$A_1$点以上の温度、たとえば８００℃以上９００℃以下の温度に加熱され、１時間以上３時間以下の時間保持された後、$A_1$点以上の温度域から$M_S$点以下の温度に冷却されることにより焼入硬化される。当該冷却は、たとえば鋼製部材を$A_1$点以上の温度域から焼入用の油中に浸漬することにより実施することができる（油冷）。

【００８６】

その後、焼戻工程では、焼入硬化された鋼製部材が$A_1$点未満の温度、たとえば４００℃以上７００℃以下の温度に加熱され、１時間以上３時間以下の時間保持された後、室温まで冷却されることにより焼戻される。この加熱温度および保持時間、特に加熱温度を調整することにより、車輪取り付けフランジ３１の、アウトボード側の付け根部３１Ｂの表面硬さが３５ＨＲＣ以下になるとともに、ハブ輪３０のインボード側端部の表面硬さが２５ＨＲＣ以下となるように、調質工程を実施することができる。なお、ハブ輪３０のインボード側端部の硬度の条件を満足させるために、たとえば上記焼戻工程が実施された後、さらに高周波電流を利用した誘導加熱により、ハブ輪３０のインボード側端部を局所的に加熱して焼戻す局所焼戻工程が実施されてもよい。

【００８７】

なお、焼戻工程における上記冷却は、鋼製部材を室温の空気中に放置することにより実施してもよいし（空冷）、必要に応じて冷却水を鋼製部材上に散布することにより実施してもよい（シャワー冷却）。

【００８８】

調質工程が上述のように実施されることにより、鋼製部材を構成する鋼は、焼戻マルテンサイト（焼戻トルースタイトまたは／および焼戻ソルバイト）組織となる。そして、図１を参照して、その後の高周波焼入工程において焼入硬化される領域である硬化部３９以外の領域である非硬化部３３では、当該組織が保持されるため、フェライトや炭化物がほとんど存在しない（フェライトの面積率が３％以下、炭化物の面積率が１０％以下）、好ましくはフェライトや炭化物が存在しない均質な組織となる。その結果、非硬化部３３の疲労強度に優れた本実施の形態の車輪用フランジ付き部材としてのハブ輪３０（内方部材）を製造することができる。

【００８９】

なお、上記調質工程においては、焼入工程での加熱温度が８００℃未満の場合、焼入の冷却前における炭化物の固溶が不十分となり、フェライトや炭化物が残留するおそれがあ

るため、当該加熱温度は８００℃以上であることが好ましい。また、当該加熱温度が９００℃を超えると、焼入の冷却前におけるオーステナイトの結晶粒が大きくなり、焼入後のオーステナイト結晶粒度の粒度番号が８番未満となるおそれがあるため、９００℃以下とすることが好ましい。

【００９０】

また、調質工程が上述のように実施されることにより、焼入工程において加熱される際に、水素原子を含む雰囲気ガス（たとえば一酸化炭素、二酸化炭素および水素の混合ガス）から鋼製部材に侵入するおそれのある水素が、焼戻工程において鋼製部材が４００℃以上に加熱されることにより外部に放出され、非拡散性水素含有量が０．８ｐｐｍ以下に低減される。その結果、非硬化部３３の疲労強度に優れた本実施の形態の車輪用フランジ付き部材としてのハブ輪３０（内方部材）を製造することができる。

【００９１】

さらに、調質工程が上述のように実施されることにより、焼入工程の加熱温度が９００℃以下とされ、生成するオーステナイトの結晶粒の粒度番号が８番以上に保持される。その結果、非硬化部３３の疲労強度に優れた本実施の形態の車輪用フランジ付き部材としてのハブ輪３０（内方部材）を製造することができる。

【００９２】

また、調質工程の後に旋削加工工程やブローチ加工工程が行なわれることにより、非硬化部３３の表面に５０ＭＰａ以上５００ＭＰａ以下の圧縮応力を残留させることができる。その結果、非硬化部３３の疲労強度に優れた本実施の形態の車輪用フランジ付き部材としてのハブ輪３０（内方部材）を製造することができる。

【００９３】

以上のように、上記本実施の形態における車輪用軸受装置の製造方法により、本実施の形態における車輪用軸受装置１を製造することができる。

【００９４】

なお、上記実施の形態においては、転動体として円錐ころが採用される場合について図示し、説明したが、本発明の車輪用軸受装置に採用可能な転動体はこれに限られず、円筒ころであってもよいし、玉であってもよい。また、上記実施の形態においては、内輪４０が加締め加工によりハブ輪３０に対して固定される場合について説明したが、内輪４０はボルトなどの固定部材によりハブ輪３０に対して固定されてもよい。また、上記実施の形態においては、ハブ輪３０が、ハブ輪３０を軸方向に貫通する貫通穴としての挿入穴３８を備える駆動輪用のハブ輪である場合について説明したが、本発明の車輪用軸受装置を構成するハブ輪はこれに限られず、上記貫通穴を有さない従動輪用のハブ輪であってもよい。

【００９５】

また、ハブ輪３０の素材としては、０．４質量％以上０．８質量％以下の炭素を含有する鋼、たとえばＪＩＳ規格Ｓ５３Ｃのほか、ＳＡＥ１０７０などを採用することができる。さらに、内輪４０の素材としては、たとえばＪＩＳ規格ＳＵＪ２のほか、ＳＵＪ３、ＳＣｒ４２０、ＳＣＭ４２０などを採用することができる。また、外輪１０の素材としては、たとえばＪＩＳ規格Ｓ５３Ｃのほか、ＳＡＥ１０７０などを採用することができる。さらに、ころ５０の素材としては、たとえばＪＩＳ規格ＳＵＪ２のほか、ＳＵＪ３、ＳＣｒ４２０、ＳＣＭ４２０などを採用することができる。

【００９６】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【００９７】

本発明の車輪用軸受装置は、車輪を自動車などの車体に対して回転自在に支持するため

に、高い耐久性が要求される車輪用軸受装置に、特に有利に適用され得る。

【図面の簡単な説明】

【００９８】

【図１】本発明の一実施の形態における車輪用軸受装置の構成を示す概略断面図である。

【図２】本発明の一実施の形態における車輪用軸受装置の製造方法の概略を示す流れ図である。

【図３】本発明の一実施の形態における車輪用軸受装置の製造方法のうち、ハブ輪製造工程の概略を示す流れ図である。

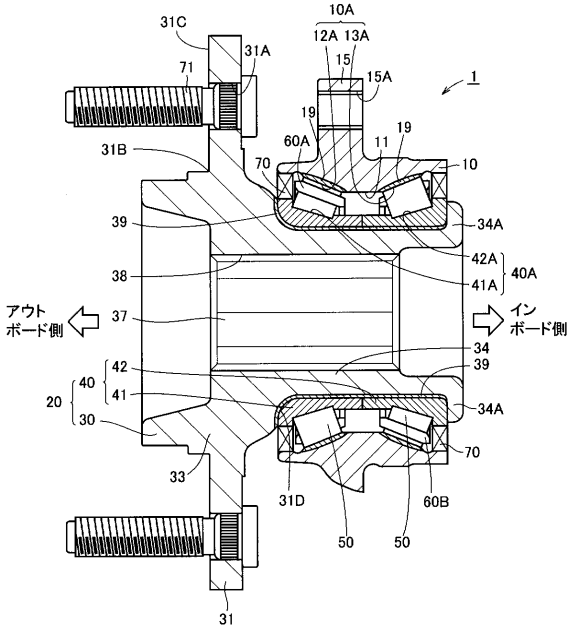
【図４】本発明の一実施の形態の調質工程における加熱パターン（鋼製部材に与えられる温度履歴）の一例を示す図である。

【符号の説明】

【００９９】

１　車輪用軸受装置、１０　外輪、１０Ａ　外側転走面、１１　内周面、１２Ａ　第１外側転走面、１３Ａ　第２外側転走面、１５　外輪フランジ、１５Ａ　外輪貫通穴、１９　硬化部、２０　内方部材、３０　ハブ輪、３１　車輪取り付けフランジ、３１Ａ　ハブ輪ボルト穴、３１Ｂ，３１Ｄ　付け根部、３１Ｃ　ブレーキロータ取り付け面、３３　非硬化部、３４　小径部、３４Ａ　加締め部、３７　セレーション部、３８　挿入穴、３９　硬化部、４０　内輪、４０Ａ　内側転走面、４１　第１内輪、４１Ａ　第１内側転走面、４２　第２内輪、４２Ａ　第２内側転走面、５０　ころ、６０Ａ，６０Ｂ　保持器、７０　シール部材、７１　ボルト。

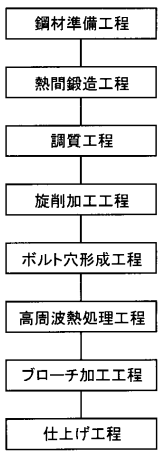
【図１】



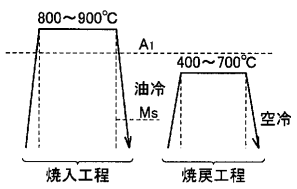

【図２】




【図３】




【図４】



フロントページの続き

(72)発明者　前田　喜久男
三重県桑名市大字東方字尾弓田３０６６　ＮＴＮ株式会社内
(72)発明者　大槻　寿志
静岡県磐田市東貝塚１５７８番地　ＮＴＮ株式会社内

審査官　水野　治彦

(56)参考文献　特開２００６－２９１２５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－００３０６１（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１６８４０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｃ　１９／３８
Ｂ６０Ｂ　２７／００
Ｂ６０Ｂ　３５／１８
Ｆ１６Ｃ　３５／０６７