

(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2017-82945

(P2017-82945A)

(43) 公開日 平成29年5月18日(2017.5.18)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

F 1 6 C 19/38 (2006.01)

F 1 6 C 19/38

3 J 117

F 1 6 C 33/64 (2006.01)

F 1 6 C 33/64

3 J 701

F 1 6 C 43/04 (2006.01)

F 1 6 C 43/04

4 K 0 4 2

C21D 9/40 (2006.01)

C 2 1 D 9/40

A

C2 1 D 1/10 (2006.01)

C 2 1 D 1/10

$$\mathbf{Z}$$

審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L. (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2015-213092 (P2015-213092)

(22) 出願日 平成27年10月29日 (2015.10.29)

(71) 出願人 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 110001195

特許業務法人深見特許事務所

(72) 発明者 堀 径生

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 鳥澤 秀斗

三重県桑名市大字東方字屋弓田3066

NTN株式会社内

(72) 発明者 結城 敬史

三重県桑名市陽だまりの丘5丁目105番

NTN株式会社内

[最終頁に続く](#)

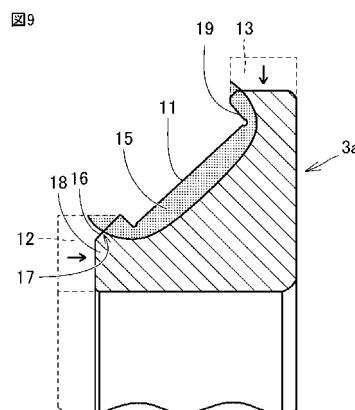
(54) 【発明の名称】 複列円すいころ軸受、軌道輪および複列円すいころ軸受の製造方法

(57) 【要約】

【課題】製造コストが抑制された複列円すいころ軸受を提供する。

【解決手段】複列円すいころ軸受は、環状の形状を有する軌道輪である外輪２と、外輪２の内周側に配置され、環状の形状を有する軌道輪である内輪５と、ころ６とを備える。内輪５には外輪２と対向する外周表面に、底面が転走面となる溝１９が２列形成されている。ころ６は、内輪５の転走面と接するように溝１９の内部に配置されるとともに、外輪２と接する円すい形状のころである。内輪５の外周表面において、溝１９と隣接する領域は、溝１９の内周面から当該領域にまで延在する硬化領域１５と、硬化領域１５より溝１９から離れた位置に配置されるとともに硬化領域１５より硬度の低い非硬化領域１８とを含む。

【選択図】図9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

環状の形状を有する軌道輪である外輪と、
前記外輪の内周側に配置され、環状の形状を有する軌道輪である内輪とを備え、
前記内輪には前記外輪と対向する外周表面に、底面が転走面となる溝が 2 列形成され、
さらに、

前記内輪の前記転走面と接するように前記溝の内部に配置されるとともに、前記外輪と接する円すい形状のころを備え、

前記内輪の前記外周表面において、前記溝と隣接する領域は、前記溝の内周面から前記領域にまで延在する硬化領域と、前記硬化領域より前記溝から離れた位置に配置されるとともに前記硬化領域より硬度の低い非硬化領域とを含む、複列円すいころ軸受。

10

【請求項 2】

前記転走面が前記内輪の中心軸となす角度は 40° 以上 50° 以下である、請求項 2 に記載の複列円すいころ軸受。

【請求項 3】

複列円すいころ軸受の軌道輪の製造方法であって、

鋼から構成され、底面が前記軌道輪の転走面となるべき環状の溝が外周面に形成された成形体を準備する工程と、

前記成形体を誘導加熱することにより、前記溝の前記底面を含み、 A_1 点以上の温度に加熱された加熱領域を形成する工程と、

20

前記加熱領域全体を M_2 点以下の温度に同時に冷却する工程とを備え、

前記成形体を準備する工程では、前記成形体において前記溝に隣接する領域が前記軌道輪の外周表面となるべき位置より外側に延在する余肉部を含み、さらに、

前記冷却する工程の後、前記成形体から前記余肉部を除去する工程を備える、軌道輪の製造方法。

【請求項 4】

前記成形体は環状の形状を有し、

前記成形体を準備する工程において、前記成形体の前記余肉部は、前記成形体の中心軸方向において前記溝を挟むように環状に配置されている、請求項 3 に記載の軌道輪の製造方法。

30

【請求項 5】

前記成形体を準備する工程において、前記成形体の前記溝の前記底面が前記中心軸となす角度は 40° 以上 50° 以下である、請求項 4 に記載の軌道輪の製造方法。

【請求項 6】

軌道輪を準備する工程と、

円すい形状のころを準備する工程と、

前記軌道輪と前記ころとを組み合わせる複列円すいころ軸受を組立てる工程とを備え、

前記軌道輪は請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の軌道輪の製造方法により製造される、複列円すいころ軸受の製造方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

この発明は、複列円すいころ軸受、軌道輪および複列円すいころ軸受の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

風力発電機用の軸受、たとえばブレードの回転動力を伝達する軸を支持する主軸受については、ブレードやロータの自重に起因する荷重成分の他、風荷重に起因する荷重成分も作用する。つまり、当該軸受にはラジアル荷重に加えてアキシアル荷重も作用する。そのため、従来、風力発電機用の軸受として、複列円すいころ軸受を用いることが提案されて

50

いる（たとえば、特表 2 0 0 8 - 5 4 6 9 4 8 号公報参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特表 2 0 0 8 - 5 4 6 9 4 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

上記特表 2 0 0 8 - 5 4 6 9 4 8 号公報に開示されているように、風力発電機に適用された複列円すいころ軸受の外輪には複数のボルト用孔が形成されており、当該ボルト用孔に挿通したボルトにより風力発電機の筐体など周囲の部品と固定される。また、当該複列円すいころ軸受の内輪についても、同様にボルト用孔が形成される場合もある。

10

【0 0 0 5】

このような複列円すいころ軸受の外輪や内輪に関しては、必要な硬度を得るために浸炭鋼を用いて浸炭焼入れを行う、というプロセスが採用されている。これは、以下のような理由による。

【0 0 0 6】

すなわち、上述したように外輪などに形成された複数のボルト用孔については、複列円すいころ軸受を周囲の部品に対して正確に固定するため高い位置精度が求められる。そのため、外輪などに対する熱処理が終了した後に当該ボルト用孔を形成すれば、熱処理前にボルト用孔を形成する場合のように熱処理に伴う外輪の変形などを考慮する必要が無く、作業効率も向上させることができる。一方、熱処理によって外輪などの硬度が高くなると、被削性が低下して機械加工が難しくなる。つまり、外輪などの材料として軸受鋼を用い、熱処理として一般的な全体焼入れを行うと上述したボルト用孔の加工が難しくなるという問題がある。

20

【0 0 0 7】

そこで、上述のように外輪などの材料として浸炭鋼を用い、ボルト用孔が形成されるべき領域に対しては防浸炭処理を施した状態で浸炭焼入れを行うと、防振処理をしていない領域については硬度を高めることができる一方、防浸炭処理を施した領域については硬度上昇を防止しているため、当該浸炭焼入れ後にボルト用孔を形成する加工を容易に行うことができる。

30

【0 0 0 8】

しかし、上記のような浸炭熱処理を行うと、防浸炭処理を施すなど工程数が一般的な焼入れ処理より増加するとともに、一般的な全体焼入れより熱処理自体の処理時間も長くなるため、結果的に製造コストが増大するという問題があった。

【0 0 0 9】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の目的は、製造コストが抑制された複列円すいころ軸受を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 0】

本開示に係る複列円すいころ軸受は、環状の形状を有する軌道輪である外輪と、外輪の内周側に配置され、環状の形状を有する軌道輪である内輪と、ころとを備える。内輪には外輪と対向する外周表面に、底面が転走面となる溝が 2 列形成されている。ころは、内輪の転走面と接するように溝の内部に配置されるとともに、外輪と接する円すい形状のころである。内輪の外周表面において、溝と隣接する領域は、溝の内周面から当該領域にまで延在する硬化領域と、硬化領域より溝から離れた位置に配置されるとともに硬化領域より硬度の低い非硬化領域とを含む。

40

【0 0 1 1】

本開示に係る軌道輪の製造方法は、複列円すいころ軸受の軌道輪の製造方法であって、成形体を準備する工程と、加熱領域を形成する工程と、冷却する工程と、除去する工程と

50

を備える。成形体を準備する工程では、鋼から構成され、底面が軌道輪の転走面となるべき環状の溝が外周面に形成された成形体を準備する。加熱領域を形成する工程では、成形体を誘導加熱することにより、溝の底面を含み、 A_1 点以上の温度に加熱された加熱領域を形成する。冷却する工程では、加熱領域全体を M_5 点以下の温度に同時に冷却する。成形体を準備する工程では、成形体において溝に隣接する領域が軌道輪の外周表面となるべき位置より外側に延在する余肉部を含む。除去する工程では、冷却する工程の後、成形体から余肉部を除去する。

【0012】

本開示に係る複列円すいころ軸受の製造方法は、軌道輪を準備する工程と、円すい形状のころを準備する工程と、軌道輪ところとを組み合わせる複列円すいころ軸受を組立てる工程とを備える。軌道輪は上記軌道輪の製造方法により製造される。

10

【発明の効果】

【0013】

上記によれば、製造コストの増大を招くことなく、十分な特性の軌道輪を備えた複列円すいころ軸受を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本実施形態に係る複列円すいころ軸受の模式図である。

【図2】図1に示した線分II-IIにおける部分断面模式図である。

【図3】図1に示した複列円すいころ軸受を適用した風力発電装置を説明するための模式図である。

20

【図4】図1に示した複列円すいころ軸受の軌道輪および複列円すいころ軸受の製造方法の概略を示すフローチャートである。

【図5】成形体の断面模式図である。

【図6】成形体の部分断面模式図である。

【図7】焼入硬化工程を説明するための模式図である。

【図8】図7の線分VII-VIIにおける断面模式図である。

【図9】仕上工程を説明するための模式図である。

【図10】比較例としての軌道輪の部分断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0015】

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。

【0016】

< 複列円すいころ軸受の構成 >

図1および図2を参照しながら、本実施形態に係る複列円すいころ軸受の構成を説明する。

【0017】

図1および図2に示した複列円すいころ軸受は、環状の形状を有する軌道輪である外輪2と、外輪2の内周側に配置され、環状の形状を有する軌道輪である内輪5と、転動体としての複数のころ6と、複数のころ6の配置を規定する保持器7とを主に備える。外輪2にはボルト用孔8が形成されている。ボルト用孔8は、複列円すいころ軸受のスラスト方向に沿って延びるように形成されている。また、外輪2にはその内周面に2つの転走面が形成されている。2つの転走面は硬化領域15を含む。また、外輪2において硬化領域15が形成された部分以外は、上記硬化領域15より硬度の低い非硬化領域18である。

40

【0018】

内輪5は、2つの内輪部材3a、3bと内輪間座4とを含む。2つの内輪部材3a、3bはそれぞれ環状の形状を有する。内輪間座4は環状の形状を有し、内輪部材3a、3bの間に配置される。なお、内輪間座4は無くてもよい。内輪部材3a、3bのそれぞれには、外輪2と対向する外周表面16に、底面が転走面となる溝19が形成されている。つ

50

まり、内輪 5 には溝 19 が 2 列形成されている。また異なる観点から言えば、外周表面 16 は、内輪部材 3 a、3 b においてころ 6 の中心軸に沿って延びる表面部分を意味する。ころ 6 は、内輪 5 の転走面と接するように溝 19 の内部に配置されるとともに、外輪 2 と接する。ころ 6 は円すい形状のころである。内輪 5 の外周表面 16 において、溝 19 と隣接する領域は、溝 19 の内周面から当該領域にまで延在する硬化領域 15 と、硬化領域 15 より溝 19 から離れた位置に配置されるとともに硬化領域 15 より硬度の低い非硬化領域 18 とを含む。なお、図 2 に示した内輪 5 の外周表面 16 において溝 19 と隣接する領域とは、内輪 5 の中心軸 25 に沿った方向において溝 19 を挟むとともにころ 6 の中心軸に沿って延びる領域である。異なる観点から言えば、内輪 5 の外周表面 16 では、環状の溝 19 に隣接するとともに溝 19 に沿って硬化領域 15 が形成されている。また異なる観点から言えば、硬化領域 15 と非硬化領域 18 との境界部 17 は溝 19 に沿って環状に配置されている。硬化領域 15 は溝 19 の底面および側面から外周表面 16 にまで延びるように形成されている。

10

【0019】

また、転走面である溝 19 の底面が内輪 5 の中心軸 25 となす角度は 40° 以上 50° 以下である。また、当該角度は 45° であってもよい。

【0020】

< 複列円すいころ軸受の作用効果 >

図 1 および図 2 に示した複列円すいころ軸受 1 では、内輪 5 の外周表面 16 が非硬化領域 18 を含んでいるので、当該非硬化領域 18 に対して穴あけ加工などの機械加工を容易に行うことができる。また、外輪 2 も同様に非硬化領域 18 を有しているので、硬化領域 15 を形成する熱処理を実施した後にボルト用孔 8 を容易に形成することができる。

20

【0021】

上記複列円すいころ軸受 1 において、転走面である溝 19 の底面が内輪 5 の中心軸 25 となす角度は 40° 以上 50° 以下となっているので、当該複列円すいころ軸受 1 のみで大きな作用点距離を得ることができる。このため、風力発電装置の主軸用の軸受として当該複列円すいころ軸受 1 を適用することで、当該主軸用の軸受として円筒ころ軸受を複数適用するといった構成よりも、風力発電機の主軸用の軸受部の寸法を小さくすることができる。

【0022】

30

< 複列円すいころ軸受を適用した風力発電装置の構成 >

図 3 を参照しながら、図 1 に示した複列円すいころ軸受を適用した風力発電装置の構成を説明する。

【0023】

図 3 を参照して、風力発電装置 10 は、主軸 22 と、ブレード 30 と、増速機 40 と、発電機 50 と、主軸受 60 とを主に備える。増速機 40、発電機 50 および主軸受 60 は、ナセル 90 に格納されている。ナセル 90 は、タワー 100 によって支持される。つまり、風力発電装置のタワー 100 の上端部には、ナセル 90 が設けられている。

【0024】

主軸 22 の先端部に接続されたロータヘッド 20 には複数のブレード 30 が取り付けられている。主軸 22 はナセル 90 内部で支持される。主軸 22 の回転は、増速機 40 を経由して発電機 50 へと伝達される。

40

【0025】

主軸 22 は、ロータヘッド 20 からナセル 90 内に進入して増速機 40 の入力軸に接続される。主軸 22 は主軸受 60 によって回転自在に支持される。そして、主軸 22 は、風力を受けたブレード 30 により発生する回転トルクを、増速機 40 の入力軸へ伝達する。ブレード 30 は、風力を回転トルクに変換して主軸 22 に伝達する。

【0026】

主軸受 60 は、ナセル 90 内において固設され、主軸 22 を回転自在に支持する。主軸受 60 は、図 1 および図 2 に示した複列円すいころ軸受 1 によって構成される。また、主

50

軸受 60 として用いられる図 1 および図 2 に示した複列円すいころ軸受 1 は、図 2 に示した外輪 2 のボルト用孔 8 に挿通されるボルトによりナセル 90 に固定されている。

【0027】

増速機 40 は、主軸 22 と発電機 50 との間に設けられ、主軸 22 の回転速度を増速して発電機 50 へ出力する。一例として、増速機 40 は、遊星ギヤや中間軸、高速軸等を含む歯車増速機構によって構成される。発電機 50 は、増速機 40 の出力軸 61 に接続され、増速機 40 から受ける回転トルクによって発電する。発電機 50 は、たとえば、誘導発電機によって構成される。

【0028】

風力発電装置は、地上に固定されたタワー 100 に対して、風向に応じてナセル 90 を回転させるヨー運動を行なうことが可能に構成されている。好ましくは、風上にブレード 30 側が位置するようにナセル 90 が回転される。

【0029】

また、風力発電装置 10 は、風力の強さに応じてブレード 30 の風の方向に対する角度（以下、ピッチと称する）を変化させることによって、適度な回転を得るように構成されていてもよい。また、風車の起動・停止を行なう場合にも同様に、ブレードピッチを制御するように構成されていてもよい。また、主軸 22 を 1 回転させる間においても、各ブレード 30 が数度揺動するように制御されていてもよい。このようにすることによって、風から得ることのできるエネルギーの量を調整することができる。たとえば、強風時などでは、風車の回転を抑制するためにブレードの風受け面（翼面、羽面ともいう）を風の方向と平行にする。

【0030】

< 複列円すいころ軸受の軌道輪および複列円すいころ軸受の製造方法 >

図 4 ~ 図 10 を参照しながら、複列円すいころ軸受の軌道輪および複列円すいころ軸受の製造方法を説明する。なお、軌道輪の製造方法としては主に内輪部材 3a（図 2 参照）の製造方法について説明するが、内輪部材 3b（図 2 参照）や外輪 2 についても同様に製造することができる。

【0031】

図 4 を参照して、本実施の形態における内輪の製造方法では、まず工程（S10）として成形体準備工程が実施される。この工程（S10）では、高周波焼入処理に適した任意の成分組成を有する鋼材が準備され、鍛造、旋削などの加工が実施されることにより、所望の内輪の形状に応じた形状を有する成形体が作製される。より具体的には、図 5 および図 6 に示すように、1000 mm 以上の内径を有する内輪の形状に応じた成形体が作製される。

【0032】

図 5 および図 6 に示すように、成形体は鋼から構成され、底面が軌道輪の転走面 11 となるべき環状の溝 19 が外周面に形成されている。また、成形体においては、溝 19 に隣接する領域が軌道輪（内輪部材 3b）の外周表面となるべき点線 14 で示す位置より外側に延在する余肉部 12、13 を含む。ここで、成形体の中心軸に沿った方向における余肉部 12 の厚みは、たとえば 1 mm 以上 5 mm 以下とすることができる。また、成形体の中心軸に対して垂直な径方向における余肉部 13 の厚みは、たとえば 1 mm 以上 5 mm 以下とすることができる。

【0033】

次に、工程（S20）として、焼ならし工程が実施される。この工程（S20）では、工程（S10）において作製された成形体が A_1 変態点以上の温度に加熱された後、 A_1 変態点未満の温度に冷却されることにより焼ならし処理が実施される。このとき、焼ならし処理の冷却時における冷却速度は、成形体を構成する鋼がマルテンサイトに変態しない冷却速度、すなわち臨界冷却速度未満の冷却速度であればよい。そして、焼ならし処理後の成形体の硬度は、この冷却速度が大きくなると高く、冷却速度が小さくなると低くなる。そのため、当該冷却速度を調整することにより、所望の硬度を成形体に付与することが

10

20

30

40

50

できる。

【0034】

次に、図4を参照して、焼入硬化工程が実施される。この焼入硬化工程は、工程(S30)として実施される誘導加熱工程と、工程(S40)として実施される冷却工程とを含んでいる。工程(S30)では、図7および図8を参照して、誘導加熱コイルとしてのコイル121が、成形体において転動体が転走すべき面である転走面11(環状領域)の一部に面するように配置される。なお、コイル121の形状は任意の形状とすることができる。

【0035】

次に、成形体が中心軸周り、具体的には矢印の向きに回転されるとともに、コイル121に対して電源(図示しない)から高周波電流が供給される。これにより、成形体の転走面11を含む表層領域が A_1 点以上の温度に誘導加熱され、転走面11に沿った円環状の加熱領域が形成される。このとき、転走面11の表面の温度は、放射温度計などの温度計122により測定され、管理される。

【0036】

次に、工程(S40)においては、工程(S30)において形成された加熱領域を含む成形体全体に対して、たとえば冷却液としての水が噴射されることにより、加熱領域全体が M_s 点以下の温度に同時に冷却される。これにより、加熱領域がマルテンサイトに変態し、転走面11を含む領域が硬化する。以上の手順により、高周波焼入が実施され、焼入硬化工程が完了する。

【0037】

次に、工程(S50)として焼戻工程が実施される。この工程(S50)では、工程(S30)および(S40)において焼入硬化された成形体が、たとえば炉内に装入され、 A_1 点以下の温度に加熱されて所定の時間保持されることにより、焼戻処理が実施される。

【0038】

次に、工程(S60)として仕上工程が実施される。この工程(S60)では、図9に示すように成形体の余肉部12、13を除去することで内輪部材3aの形状を整えるとともに、その他の必要な加工、たとえば転走面11に対する研磨加工などの仕上げ加工が実施される。以上のプロセスにより、複列円すいころ軸受の内輪を構成する内輪部材3aが完成する。内輪部材3aは、1000mm以上の内径を有し、高周波焼入によって焼入硬化層が転走面11に沿って全周にわたって均質に形成されている。

【0039】

また、内輪部材3aは、上述のように熱処理後に余肉部12、13を除去することによって内輪部材3aの外周表面16において溝19と隣接する領域(図9では、外周表面16において溝19から見て内輪部材3aの中心軸寄りに位置する領域)に硬化領域15と非硬化領域18とが露出する。したがって、内輪部材3aの外周表面16において、硬化領域15と非硬化領域18とが形成されていることを検出することで、当該内輪部材3aが上述した本開示に係る軌道輪の製造方法を用いて製造されたものであるか否かを容易に検知することができる。外周表面16において溝19と隣接する領域に硬化領域15と非硬化領域18とが形成されていることを検出する方法は、硬度測定など従来周知の任意の方法を用いることができる。ここで、外周表面16における硬化領域15の幅、つまり溝19の開口端部から硬化領域15の端部までの距離は1mm以上10mm以下とすることができる。また、図9では外周表面16において溝19から見て内輪部材3aの中心軸寄りに位置する領域だけに、硬化領域15と非硬化領域18との両方が形成されており、外周表面16において溝19から見て外周側に位置する領域には硬化領域15だけが露出している。しかし、本開示においては、外周表面16において、硬化領域15と非硬化領域18との両方が露出するのは、溝19からみて内輪部材3aの外周側の領域のみであってもよいし、溝19から見て外周側の領域および上記中心軸寄りに位置する領域の両方であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

なお、上述のように熱処理を実施するときに余肉部 1 2、1 3（図 9 参照）を形成しなかった場合には、図 1 0 に示すように内輪部材 3 a において外輪 2（図 2 参照）と対向する面である外周表面 1 6 の全面に硬化領域 1 5 が形成される。これは、余肉部 1 2、1 3 が存在しないため内輪部材 3 a の外周表面 1 6 の全体が誘導加熱により加熱されるためである。

【 0 0 4 1 】

さらに、工程（S 7 0）として組立工程が実施される。この工程（S 7 0）では、上述のように作製された内輪部材 3 a と、上記内輪部材 3 a と同様に作製された内輪部材 3 b および外輪 2 とが、別途準備された転動体としてのころ 6（図 2 参照）、保持器 7（図 2 参照）、内輪間座 4（図 2 参照）などと組み合わされることにより、図 1 および図 2 に示したような複列円すいころ軸受 1 が組み立てられる。以上の手順により、本実施の形態における複列円すいころ軸受の製造方法は完了する。また、異なる観点から言えば、図 1 および図 2 に示した複列円すいころ軸受 1 の製造方法は、軌道輪（図 2 に示す外輪 2、内輪部材 3 a、3 b、内輪間座 4）を準備する工程と、円すい形状のころ 6 を準備する工程と、軌道輪ところとを組み合わせる複列円すいころ軸受 1 を組立てる工程とを備える。軌道輪（内輪部材 3 a、3 b）は上述した軌道輪の製造方法により製造される。

【 0 0 4 2 】

本実施の形態では、工程（S 3 0）において、成形体の転走面 1 1 の一部に面するように配置されたコイル 1 2 1 を周方向に沿って相対的に回転させることにより、成形体に加熱領域が形成される。そのため、成形体の外形形状に対して小さいコイル 1 2 1 を採用することが可能となっており、大型の成形体を焼入硬化する場合でも、焼入装置の製作コストを抑制することができる。また、本実施の形態では、加熱領域全体が M_s 点以下の温度に同時に冷却される。そのため、周方向に均質な環状の焼入硬化領域である硬化領域 1 5 を形成することが可能となり、一部の領域に残留応力が集中することが抑制される。

【 0 0 4 3 】

なお、工程（S 3 0）においては、誘導加熱によって成形体を加熱することができれば、任意の形状のコイル 1 2 1 を適用することができる。たとえば、成形体における転走面 1 1 の全体を覆うような環状のコイルを用いてもよい。

【 0 0 4 4 】

なお、上記工程（S 2 0）として実施される焼きならし工程は、本発明の軌道輪の製造方法において必須の工程ではないが、これを実施することにより焼割れの発生を抑制しつつ、鋼からなる成形体の硬度を調整することができる。

【 0 0 4 5 】

この工程（S 2 0）では、成形体に気体とともに硬質の粒子が吹き付けられることにより、成形体が冷却されつつショットブラスト処理が実施されてもよい。これにより、焼ならし処理の際の衝風冷却と同時にショットブラスト処理を実施することができるため、成形体の表層部に生成したスケールが除去され、スケールの生成に起因した内輪部材 3 a の特性低下やスケールの生成による熱伝導率の低下が抑制される。ここで、硬質の粒子（投射材）としては、たとえば鋼や鋳鉄などからなる金属製の粒子を採用することができる。

【 0 0 4 6 】

< 上記製造方法の作用効果 >

図 4 ~ 図 9 に示した本開示に係る軌道輪の製造方法は、複列円すいころ軸受の軌道輪の製造方法であって、上述のように成形体を準備する工程（S 1 0）と、加熱領域を形成する工程（S 3 0）と、冷却する工程（S 4 0）と、除去する工程（S 6 0）とを備える。成形体を準備する工程（S 1 0）では、鋼から構成され、底面が軌道輪の転走面 1 1 となるべき環状の溝 1 9 が外周面に形成された成形体を準備する。加熱領域を形成する工程（S 3 0）では、成形体を誘導加熱することにより、溝 1 9 の底面を含み、 A_1 点以上の温度に加熱された加熱領域を形成する。冷却する工程（S 4 0）では、加熱領域全体を M_s 点以下の温度に同時に冷却する。成形体を準備する工程（S 1 0）では、成形体において

10

20

30

40

50

溝 19 に隣接する領域が軌道輪の外周表面となるべき位置より外側に延在する余肉部 12、13 を含む。除去する工程 (S60) では、冷却する工程 (S40) の後、成形体から余肉部 12、13 を除去する。

【0047】

このようにすれば、誘導加熱によって軌道輪を構成する内輪部材 3a の転走面 11 となるべき溝 19 の底面を含む加熱領域に選択的に焼入れ処理を行うことができるので、防浸炭処理を伴った浸炭熱処理を行う場合より軌道輪の製造工程を簡略化できるとともに、工程に要する時間も短縮できる。このため、軌道輪の製造コストを低減することができる。

【0048】

また、加熱対象となっている溝 19 に隣接して余肉部 12、13 が存在する状態で焼入れ処理を行うので、余肉部 12、13 が無い場合における溝 19 の開口端部、つまり溝 19 の内周面と軌道輪としての内輪部材 3a の外周表面との接続部 (角部) が過加熱あるいは過冷却されることで当該部分に焼割れなどの不具合が発生する可能性を低減できる。つまり、上述した余肉部 12、13 が形成されていることで、加熱領域を形成する工程 (S30) や冷却する工程 (S40) における溝 19 の周囲での加熱状態や冷却状態を均一化することができる。異なる観点から言えば、当該余肉部 12、13 を形成することにより、溝 19 の周囲における質量効果による焼入れのむらの発生を抑制できる。

【0049】

上記軌道輪の製造方法において、図 7 などに示すように成形体は環状の形状を有していてもよい。成形体を準備する工程 (S10) において、成形体の余肉部 12、13 は、成形体の中心軸方向において溝 19 を挟むように環状に配置されていてもよい。この場合、溝 19 の全周に隣接するように余肉部 12、13 を配置することになるので、溝 19 全体について焼入れのむらの発生を抑制することができる。

【0050】

上記軌道輪の製造方法では、成形体を準備する工程 (S10) において、成形体の溝 19 の底面が中心軸となす角度 (図 2 参照) は 40° 以上 50° 以下であってもよい。この場合、上記角度が上述のような数値範囲となる、いわゆる急勾配複列円すいころ軸受の軌道輪 (内輪部材 3a) においては、当該軌道輪の外周表面において溝 19 と隣接する部分と溝 19 の底面に連なる部分とで焼入れ処理時の加熱状態や冷却状態に差が発生し易い。そのため、本開示に係る軌道輪の製造方法が特に有効である。

【0051】

図 1 および図 2 に示した複列円すいころ軸受の製造方法は、軌道輪を準備する工程と、円すい形状のころを準備する工程と、軌道輪ところとを組み合わせて複列円すいころ軸受を組立てる工程とを備える。軌道輪を構成する内輪部材 3a、3b は上記軌道輪の製造方法により製造される。このようにすれば、焼割れなどの不具合を発生させることなく、かつ製造コストの増大を招くことなく、十分な特性の内輪部材 3a、3b を備えた複列円すいころ軸受 1 を得ることができる。

【0052】

以上のように本発明の実施の形態について説明を行ったが、上述の実施の形態を様々に変形することも可能である。また、本発明の範囲は上述の実施の形態に限定されるものではない。本発明の範囲は、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を含むことが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0053】

本実施形態は、風力発電装置に適用される複列円すいころ軸受に特に有利に適用される。

【符号の説明】

【0054】

1 軸受、2 外輪、3a, 3b 内輪部材、4 内輪間座、5 内輪、6 ころ、7 保持器、8 ボルト用孔、9 転走面、10 風力発電装置、11 転走面、12, 1

10

20

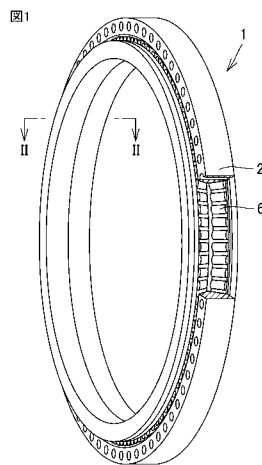
30

40

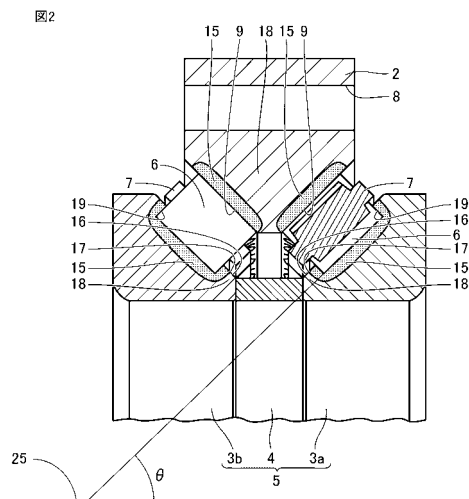
50

3 余肉部、14 点線、15 硬化領域、16 外周表面、17 境界部、18 非硬化領域、19 溝、20 ロータヘッド、22 主軸、25 中心軸、30 ブレード、40 増速機、50 発電機、60 主軸受、61 出力軸、90 ナセル、100 タワー、121 コイル、122 温度計。

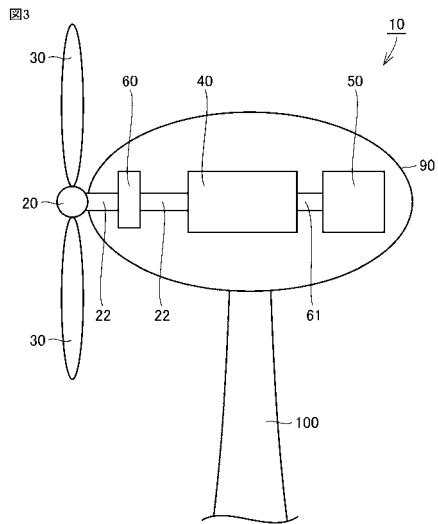
【図1】



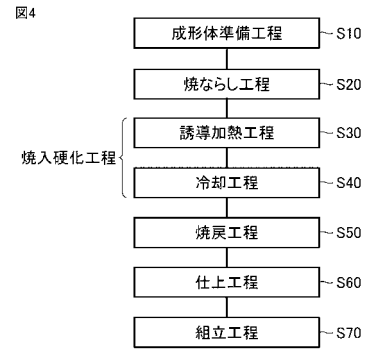
【図2】



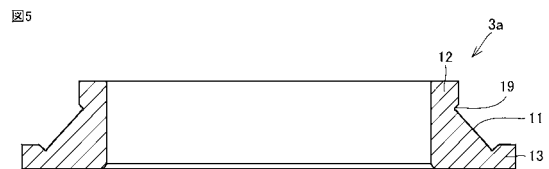
【図 3】



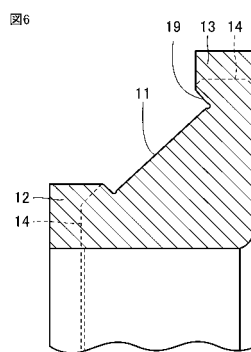
【図 4】



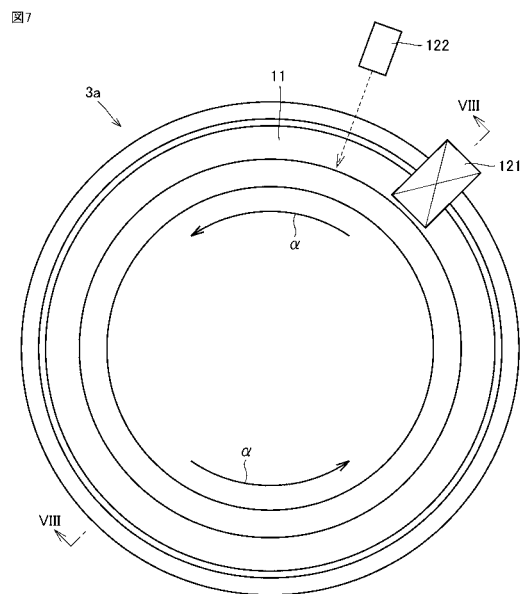
【図 5】



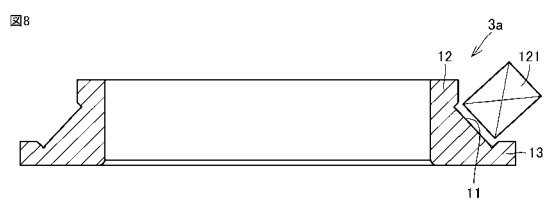
【図 6】



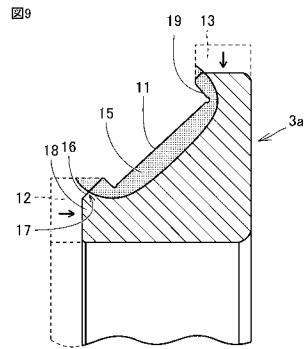
【図 7】



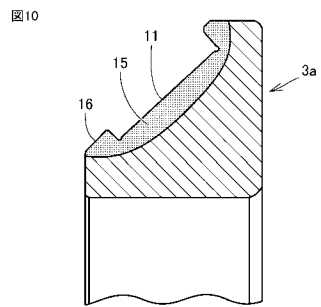
【図 8】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

(72)発明者 大木 力

三重県桑名市陽だまりの丘5丁目105番 NTN株式会社内

(72)発明者 八木田 和寛

三重県桑名市陽だまりの丘5丁目105番 NTN株式会社内

Fターム(参考) 3J117 HA02

3J701 AA16 AA25 AA43 AA54 AA62 BA53 BA54 BA55 BA69 DA03

EA02 FA44 GA24 XB03 XB24 XB33

4K042 AA22 BA03 BA05 DA01 DA02 DA04 DB01 DC02 DD04 DE06

DF02