

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力軸と同心に配置されるサンローラと、前記サンローラの外周側に前記サンローラと同心に配置され、出力軸に接続されるリングローラと、前記サンローラの外周面と前記リングローラの内周面との間で、前記入力軸と平行な自転軸を中心に支持され、前記サンローラの外周面と前記リングローラの内周面に転がり接触する複数の中間ローラと、伝達トルクの大きさに比例して押し付け力を付与するローディングカム機構と、を備える摩擦ローラ式減速機であって、

前記中間ローラは、前記自転軸と、該自転軸を挿通する挿通孔が芯部に形成され、外周面が前記サンローラと前記リングローラに転がり接触するローラ本体と、前記自転軸と前記ローラ本体の挿通孔との間に設けられた転がり軸受と、を有し、

前記転がり軸受は、前記自転軸と前記ローラ本体の挿通孔との間に介装される複数の玉により、前記ローラ本体を前記自転軸に沿って移動自在に、且つ前記自転軸を中心に回転自在に支持することを特徴とする摩擦ローラ式減速機。

【請求項 2】

前記自転軸の前記複数の玉より外周側に設けられ、前記複数の玉と転がり接触する部材は、前記自転軸の軸線に沿った断面が前記軸線と平行な直線となる内周面を有することを特徴とする請求項 1 に記載の摩擦ローラ式減速機。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、摩擦ローラ式減速機に関する。

【背景技術】**【0002】**

電気自動車等に用いられる駆動システムにおいては、小型軽量化を目的として、高速回転するモータにトラクションドライブを組み合わせたユニットを用いている。モータの回転数を減速して駆動輪に伝達する減速機としては、摩擦ローラ式減速機が用いられる。この摩擦ローラ式減速機は、入力軸と出力軸、及び、減速機構を構成するサンローラ、リングローラ、複数の中間ローラを有して構成されている（例えば、特許文献 1～3 参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2014 - 40886 号公報

【特許文献 2】特開 2014 - 40892 号公報

【特許文献 3】特開 2014 - 163495 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

上記構成の摩擦ローラ式減速機においては、中間ローラを支持する支持軸にケージ&ローラを使用している。ケージ&ローラは、保持器のポケットにニードルが回転自在に保持された構造であり、ニードルと保持器との間には隙間が存在する。そのため、摩擦ローラ式減速機を作動させた際、運転条件によっては、その隙間によりケージ&ローラのニードルにスキューを生じさせる懸念がある。スキューが生じると、トルク伝達時におけるリングローラやサンローラ等の弾性変形に中間ローラが追従しにくくなる。その結果、ケージ&ローラと、中間ローラを支持するホルダとが接触することや、中間ローラの支持軸に軸方向の力が作用してトラクション面に過大な荷重が作用することが生じ得る。

【0005】

本発明は、上記事項に鑑みてなされたものであり、減速機の運転条件によらずに、中間ローラを常に安定してリングローラやサンローラ等の弾性変形に追従させることができる摩擦ローラ式減速機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は下記構成からなる。

(1) 入力軸と同心に配置されるサンローラと、前記サンローラの外周側に前記サンローラと同心に配置され、出力軸に接続されるリングローラと、前記サンローラの外周面と前記リングローラの内周面との間で、前記入力軸と平行な自転軸を中心に支持され、前記サンローラの外周面と前記リングローラの内周面に転がり接触する複数の中間ローラと、伝達トルクの大きさに比例して押し付け力を付与するローディングカム機構と、を備える摩擦ローラ式減速機であって、

前記中間ローラは、前記自転軸と、該自転軸を挿通する挿通孔が芯部に形成され、外周面が前記サンローラと前記リングローラに転がり接触するローラ本体と、前記自転軸と前記ローラ本体の挿通孔との間に設けられた転がり軸受と、を有し、

前記転がり軸受は、前記自転軸と前記ローラ本体の挿通孔との間に介装される複数の玉により、前記ローラ本体を前記自転軸に沿って移動自在に、且つ前記自転軸を中心に回転自在に支持することを特徴とする摩擦ローラ式減速機。

(2) 前記自転軸の前記複数の玉より外周側に設けられ、前記複数の玉と転がり接触する部材は、前記自転軸の軸線に沿った断面が前記軸線と平行な直線となる内周面を有することを特徴とする(1)に記載の摩擦ローラ式減速機。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、摩擦ローラ式減速機の運転条件によらず、中間ローラを常に安定してリングローラやサンローラ等の弾性変形に追従させることができる。これにより、中間ローラが他の部材と干渉することや、中間ローラのトラクション面に過大な荷重が作用すること等を未然に防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態を説明するための図で、摩擦ローラ式減速機の一部断面斜視図である。

【図2】図1に示す摩擦ローラ式減速機の要部拡大断面図である。

【図3】揺動ホルダの斜視図である。

【図4】可動リングローラ素子とカムリングに形成されるカム溝の配置を模式的に示す平面図である。

【図5】図4に示すカム溝のA-A断面であって、ローディングカム機構が推力を発生していない状態(A)と、推力を発生している状態(B)とをそれぞれ示す断面図である。

【図6】中間ローラを支持する揺動ホルダの断面斜視図である。

【図7】リングローラを構成するリングローラ素子の斜視図である。

【図8】リングローラ素子と、リングローラ素子を高周波焼入れする熱処理装置とを示す斜視図である。

【図9】図8のP-P線断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

< 摩擦ローラ式減速機の構成 >

まず、摩擦ローラ式減速機の全体構成について説明する。

図1は本発明の実施形態を説明するための図で、摩擦ローラ式減速機の一部断面斜視図、図2は摩擦ローラ式減速機の要部拡大断面図である。図1及び図2に示すように、摩擦ローラ式減速機100は、入力軸11と同心に配置されるサンローラ15と、出力軸13に接続されるリングローラ17と、複数の中間ローラ19と、伝達トルクの大きさに比例して押し付け力を付与するローディングカム機構23と、を備える。

【0010】

本構成の摩擦ローラ式減速機 100 は、モータ等の駆動源から入力軸 11 に入力された回転力が、サンローラ 15 から複数の中間ローラ 19 を介してリングローラ 17 に減速されて伝達され、リングローラ 17 から出力軸 13 に回転動力を伝達するものである。

【0011】

サンローラ 15 は、入力軸 11 の一端に設けられ、入力軸 11 と一体形成された中実構造のローラである。サンローラ 15 の外周面 15a は、軸断面の外縁形状が単一円弧状の凹曲線となる凹曲面に形成されている。

【0012】

リングローラ 17 は、入力軸 11 の軸方向に並設された一对のリングローラ素子であって、固定リングローラ素子 27 と、軸方向に移動自在な可動リングローラ素子 29 とを有する。これら各リングローラ素子 27, 29 は、カップ状の連結部 21 の内側に収容された状態で、サンローラ 15 の外周側にサンローラ 15 と同心に配置されている。

10

【0013】

図 2 に示すように、固定リングローラ素子 27 及び可動リングローラ素子 29 の内周面 27a, 29a は、各リングローラ素子 27, 29 が互いに対向する対向側端面 24, 24 から軸方向反対側の外側端面 26, 26 に向かうに従って内径が小さくなる環状の傾斜面となっている。これらの傾斜面は、中間ローラ 19 が転動する転がり接触面となる。なお、内周面 27a, 29a は、上記傾斜面に限らず、軸断面の外縁形状が単一円弧状の凹曲線となる凹曲面であってもよい。

【0014】

20

複数の中間ローラ 19 は、詳細を後述するように、それぞれ転がり軸受 22 を介して支持軸（自転軸）31 に回転自在、且つ軸方向に変位可能に揺動ホルダ 32 に支持されている。各中間ローラ 19 は、サンローラ 15 の外周面 15a とリングローラ 17 の内周面 27a, 29a との間の環状空間に配置される。

【0015】

図 3 に揺動ホルダの斜視図を示す。中間ローラ 19 は、自転軸となる支持軸 31 の両端部で揺動ホルダ 32 に支持される。揺動ホルダ 32 は、中間ローラ 19 と同数だけ設けられ、各揺動ホルダ 32 に一つの間接ローラ 19 が支持される。

【0016】

揺動ホルダ 32 は、支持軸 31 の両端部を支持する一对のアーム部 71a, 71b と、各アーム部 71a, 71b を連結する基部 75 と、を有する。これら一对のアーム部 71a, 71b と基部 75 とが一体にされて、単一の揺動ホルダ 32 が構成されている。基部 75 には、支持軸 31 と平行な揺動軸 73 が挿通されている。

30

【0017】

この揺動ホルダ 32 は、図 1 に示すように、揺動軸 73 を介してキャリア 33 に支持されている。

【0018】

支持軸 31 は、入力軸 11 の回りで自転する中間ローラ 19 を高い強度で揺動ホルダ 32 に支持させるため、軸に使用する材料や施す熱処理が最適に選定されている。また、サンローラ 15 を有する入力軸 11 も同様に、軸に使用する材料や熱処理が最適に選定されている。

40

【0019】

中間ローラ 19 の外周面 19a は、軸断面の外縁形状が単一円弧状の凸曲線となる凸曲面であり、それぞれサンローラ 15 の外周面 15a とリングローラ 17 の内周面 17a に転がり接触する。

【0020】

連結部 21 は、略円板状に形成され中心部が出力軸 13 に連結される基端部 37 と、基端部 37 の外周縁から軸方向に延設され、内径側にリングローラ 17 が保持される円筒状のローラ保持部 39 と、を有する。

【0021】

50

円筒状のローラ保持部 39 の内部には、基端部 37 側から、波板状の予圧スプリング 67、カムリング 49、玉 51、可動リングローラ素子 29、固定リングローラ素子 27、止め輪 47 がこの順で挿入され、これら各部材がローラ保持部 39 に組み付けられている。

【 0 0 2 2 】

ローラ保持部 39 の内周部には、複数の凹溝 43 が軸方向に沿って形成され、また、基端部 37 とは反対側の端部には、円周方向にリング溝 45 が形成されている。

【 0 0 2 3 】

ローラ保持部 39 の凹溝 43 は、固定リングローラ素子 27 の外周部の複数箇所に形成された、径方向外側に突出する突起 28 を収容する。突起 28 は、ローラ保持部 39 の凹溝 43 に回転方向のがたつきがない状態で係合し、ローラ保持部 39 と固定リングローラ素子 27 との回転トルクの伝達を可能にする。

【 0 0 2 4 】

ローラ保持部 39 のリング溝 45 には止め輪 47 が嵌入される。止め輪 47 は、固定リングローラ素子 27 の軸方向位置を規制し、固定リングローラ素子 27 をローラ保持部 39 に固定する。

【 0 0 2 5 】

連結部 21 の基端部 37 は、例えば、旋盤加工等の切削加工により形成され、ローラ保持部 39 は、プレス成形等の塑性加工により形成される。これら基端部 37 とローラ保持部 39 とは、双方を単体で形成した後に互いに接合することで、低コストで高精度に軸芯を一致させることができる。

【 0 0 2 6 】

カムリング 49 は、その外周部から径方向外側に突出する複数の突起 61 を有する。カムリング 49 の突起 61、及び固定リングローラ素子 27 の突起 28 は、それぞれローラ保持部 39 の凹溝 43 に係合する。

【 0 0 2 7 】

カムリング 49 は、出力軸 13 側の外側端面に、外径側の一部を環状に切欠いた切欠き部 63 が形成されており、この切欠き部 63 に予圧スプリング 67 が装着される。

【 0 0 2 8 】

< ローディングカム機構 >

次に、ローディングカム機構について説明する。

図 1 に示す可動リングローラ素子 29 と、カムリング 49 と、転動体である玉 51 は、ローディングカム機構 23 を構成する。このローディングカム機構 23 は、サンローラ 15、リングローラ 17、及び中間ローラ 19 の押圧力を摩擦ローラ式減速機 100 が担う伝達トルクに比例して増減させる。

【 0 0 2 9 】

図 4 は可動リングローラ素子 29 とカムリング 49 に形成されるカム溝の配置を模式的に示す平面図、図 5 (A)、(B) は図 4 に示すカム溝の A - A 断面であって、ローディングカム機構が推力を発生していない状態 (A) と、推力を発生している状態 (B) とをそれぞれ示す断面図である。

【 0 0 3 0 】

図 4 及び図 5 に示すように、可動リングローラ素子 29 の外側端面 26 (図 2 参照) には、円周方向に沿って複数 (図示例では 3 箇所) の第 1 カム溝 53 が等間隔で形成されている。カムリング 49 は、第 1 カム溝 53 に対面する側の端面に、第 1 カム溝 53 に対応する円周方向位置に複数 (図示例では 3 箇所) の第 2 カム溝 55 が等間隔で形成されている。これら第 1 カム溝 53 と第 2 カム溝 55 との間に、それぞれ玉 51 が挟持される。

【 0 0 3 1 】

第 1 カム溝 53 及び第 2 カム溝 55 の軸方向の溝深さは、円周方向に関して中央部で最も深く、円周方向に沿って漸次変化して、カム溝 53、55 の円周方向端部に向かうに従って浅くなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

入力軸 1 1 が停止している状態では、図 5 (A) に示すように、各玉 5 1 は各カム溝 5 3 , 5 5 の最も深くなった部分に位置する。この状態では、カムリング 4 9 は、予圧スプリング 6 7 の弾性力により、可動リングローラ素子 2 9 側に向けて押圧されている。

【 0 0 3 3 】

入力軸 1 1 が回転駆動されると、図 5 (B) に示すように、各玉 5 1 が各カム溝 5 3 , 5 5 の浅くなった部分に移動する。これにより、可動リングローラ素子 2 9 を固定リングローラ素子 2 7 に向けて押圧する軸方向推力が発生する。ローディングカム機構 2 3 が発生する軸方向推力により、固定リングローラ素子 2 7 と可動リングローラ素子 2 9 との間隔が縮まると、図 1 に示すように、リングローラ 1 7 の内周面 1 7 a と、各中間ローラ 1 9 の外周面 1 9 a との転がり接触部における面圧が上昇する。この面圧上昇とともに、各中間ローラ 1 9 の外周面 1 9 a とサンローラ 1 5 の外周面 1 5 a との転がり接触部の面圧も上昇する。その結果、入力軸 1 1 と出力軸 1 3 との間に存在する複数の転がり接触部の面圧が、入力軸 1 1 と出力軸 1 3 との間で伝達するトルクが大きくなるほど上昇する。

【 0 0 3 4 】

また、ローディングカム機構 2 3 が軸方向推力を発生すると、リングローラ 1 7 等のトラクション部品の弾性変形や各接触点が弾性変形する。この弾性変形による可動リングローラ素子 2 9 の軸方向変位に伴って、中間ローラ 1 9 は軸方向に沿って、固定リングローラ素子 2 7 側へ変位する。

【 0 0 3 5 】

< 中間ローラの支持構造 >

次に、上記構成の摩擦ローラ式減速機 1 0 0 における中間ローラ 1 9 の支持構造について更に詳細に説明する。

【 0 0 3 6 】

図 6 は中間ローラを支持する揺動ホルダ 3 2 の断面斜視図である。中間ローラ 1 9 は、自転軸である支持軸 3 1 と、ローラ本体 8 3 と、支持軸 3 1 とローラ本体 8 3 の挿通孔 8 1 との間に設けられた一对の転がり軸受 2 2 と、を有する。ローラ本体 8 3 は、支持軸 3 1 を挿通する挿通孔 8 1 が芯部に形成され、外周面 1 9 a がサンローラ 1 5 とリングローラ 1 7 (図 1 参照) に転がり接触する。

【 0 0 3 7 】

一对の転がり軸受 2 2 は、支持軸 3 1 とローラ本体 8 3 の挿通孔 8 1 との間に介装される複数の玉 8 7 により、それぞれローラ本体 8 3 を支持する。

【 0 0 3 8 】

本構成例の一对の転がり軸受 2 2 は、深溝玉軸受を構成し、少なくとも 2 列の複列玉軸受で構成される。なお、十分な寿命を得るためには、それぞれの転がり軸受 2 2 を 4 列以上の複列玉軸受とすることが好ましい。

【 0 0 3 9 】

具体的には、一对の転がり軸受 2 2 は、支持軸 3 1 の外周に圧入される 2 つのスリーブ 8 9 , 8 9 と、各スリーブ 8 9 の外周面に形成された 2 列の転動溝 9 1 , 9 1 に転がり接触する複数の玉 8 7 とを有する。スリーブ 8 9 , 8 9 は、標準の深溝玉軸受の内輪と略同等の部品で構成できる。

【 0 0 4 0 】

スリーブ 8 9 , 8 9 は、支持軸 3 1 の外周面に固定され、支持軸 3 1 とともに揺動ホルダ 3 2 のアーム部 7 1 a , 7 1 b と一体に固定される。スリーブ 8 9 , 8 9 は、複数の玉 8 7 と転がり接触し、ローラ本体 8 3 を、支持軸 3 1 を中心に回転自在に支持する。

【 0 0 4 1 】

また、ローラ本体 8 3 の挿通孔 8 1 は、ローラ的一端側から他端側を貫通する円筒孔であり、支持軸 3 1 の回転軸線に沿った断面が、支持軸 3 1 の回転軸線と平行な直線となる内周面を有する。

【 0 0 4 2 】

つまり、挿通孔 8 1 の内周面は、支持軸 3 1 の回転軸線に沿って溝や段差のない滑らかな面であり、玉 8 7 との接触抵抗が少ない。そのため、ローラ本体 8 3 は、回転軸線の方に低抵抗で移動自在となって、転がり軸受 2 2 に支持される。

【 0 0 4 3 】

したがって、上記構成の中間ローラ 1 9 は、ローラ本体 8 3 が、回転自在で、且つ回転軸線に沿って移動自在となり、図 1 に示すローディングカム機構 2 3 からのローディング力によるリングローラ 1 7 及びサンローラ 1 5 の弾性変形に容易に追従できる。

【 0 0 4 4 】

中間ローラ 1 9 の回転軸線に沿った移動範囲は、中間ローラ 1 9 の外周面の曲面とリングローラ 1 7、及びサンローラ 1 5 の転がり接触面との接触によって規制されており、回転軸線に沿った移動量が過大に生じることはない。したがって、ローラ本体 8 3 は、揺動ホルダ 3 2 のアーム部 7 1 a, 7 1 b 等の他の部材と干渉することはない。

【 0 0 4 5 】

また、中間ローラ 1 9 に回転軸線方向の力が作用しても、転動溝 9 1 に大きな軸方向力が負荷されることがない。そのため、ローラ本体 8 3 の回転抵抗が増大してロックすることや、軸ずれによってトラクション面に過大な荷重が作用することはない。

【 0 0 4 6 】

< 入力軸の熱処理 >

次に、入力軸 1 1 の熱処理について説明する。

サンローラ 1 5 を一体に備える入力軸 1 1 は、少なくともサンローラ 1 5 のトラクション面に、表面硬さを所定値以上（例えば、ビッカース硬さ H v (J I S Z 2244) で 6 9 7 以上）で、且つ所定の深さまで一定以上の硬さ分布を有するように、硬化熱処理を施す必要がある。一方、入力軸 1 1 のサンローラ 1 5 が形成された側の反対側端部付近に設けられる図示しないねじ部等は、遅れ破壊の懸念から、低い表面硬さ（例えば、H v 3 7 2 程度以下）とする必要がある。

【 0 0 4 7 】

一般的に、単一部品の中で、部位によって異なる硬さを持たせるには、例えば、高い硬さが必要な部位だけ高周波焼入れを行い、その他の部位は高周波焼入れ前と同じ硬さのままにしておく手法が採られる。図 1 に示す入力軸 1 1 の場合、入力軸 1 1 の素材を J I S 規格の S U J 2（高炭素クロム軸受鋼鋼材）とし、サンローラ 1 5 のトラクション面には表面硬さ H v 6 9 7 以上となるように高周波焼入れを行い、その他の部位は熱処理を施さない。また、ねじ部の他に、強度を高めたいスプライン部があれば、スプライン部に生じる面圧等に応じて、設計上必要であればトラクション面と同様にスプライン部に高周波焼入れを行う。

【 0 0 4 8 】

しかし、上記した摩擦ローラ式減速機 1 0 0 においては、潤滑油中に、バリや摩耗粉等の異物が混入する場合が考えられる。その場合、異物がトラクション面に噛み込むことによる表面疲労型の剥離の発生が懸念される。この表面疲労型の剥離に対しては、表面硬度を高くすることと、残留オーステナイト量を高くすることを同時に成立させることで抑止可能である。ところが、残留オーステナイトは、それ自体の硬度が焼入れ組織中のマルテンサイトよりも低い。そのため、表面硬度と残留オーステナイト量の条件を両立させるためには、浸炭処理、好ましくは浸炭窒化処理を行い、表面硬度と残留オーステナイト量を共に管理する必要がある。

【 0 0 4 9 】

浸炭処理や浸炭窒化処理を行うと、熱処理炉中で被熱処理材の表面が露出した部位は、炭素又は窒素が材料内に浸入し、焼入れ後の硬度が高くなる。そこで、上記のようにねじ部等の硬度を低く抑えたい部位がある場合、その部位に熱処理前に防炭材などを塗布、又はメッキして、表面からの炭素又は窒素の浸入を抑制するためのコーティングを行う。或いは、硬化層深さ以上に余分に肉厚を大きくし、熱処理後に除去加工を行い、結果的に表面硬度を低くする。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

防炭材を塗布する場合、防炭材を塗布してから所定の時間以内に熱処理を行う必要があることや、防炭材の剥がれによる防炭不良が生じる虞もある。そのため、生産管理上の問題点が多く、コストも増大する懸念がある。また、肉厚を余分に大きく取る方法では、硬化熱処理後の加工部位が増えることとなり、加工コストの増大に繋がる。

【 0 0 5 1 】

そこで、本構成においては、入力軸 1 1 に対して浸炭処理又は浸炭窒化処理を行い、炉冷後に表面硬度が $H_v 372$ 以下となるように冷却し、トラクション面及びその他スプライン等の必要な部位に高周波焼入れした後、焼き戻しを行う。

【 0 0 5 2 】

その場合、入力軸 1 1 に使用可能な素材としては、SCR420 等のクロム鋼鋼材、SCM435 等のクロム・モリブデン鋼材、SNCM420 等のニッケル・クロム・モリブデン鋼材、SNC415 等のニッケル・クロム鋼材、SUJ2 等の高炭素クロム軸受鋼材等、種々の材料が挙げられる。

【 0 0 5 3 】

上記した硬化層深さは、中間ローラ 19 の外周面 19 a (図 6 参照)に関連した所定の範囲であることが好ましい。すなわち、前述したように、中間ローラ 19 の外周面 19 a は、軸断面の外縁形状が単一円弧状の凸曲面となっている。硬化層深さは、この凸曲面の単一円弧の曲率直径に対して 0.5 % 以上、2 % 未満の範囲にすることが好ましい。硬化層深さが、上記の 0.5 % を下回る場合には、強度が不十分となる場合があり、2 % 以上では硬化層深さが深すぎるため、高周波焼入れ時にオーバーヒート等の不具合が生じる虞がある。

【 0 0 5 4 】

また、入力軸 1 1 の浸炭処理又は浸炭窒化処理後の表面炭素濃度は、1.4 wt % を越えないことが望ましい。1.4 wt % を越えると、硬化層内に粗大な炭化物が形成され、高周波焼入れ時の焼入れムラの原因になる場合がある。高周波焼入れ後の硬さを確保するためには、有効硬化層の深さ位置における炭素と窒素の合計濃度が 0.6 wt % 以上であることが好ましい。

【 0 0 5 5 】

< リングローラの熱処理 >

次に、リングローラ 17 の熱処理について説明する。

リングローラ 17 のトラクション面には、表面硬さを所定値以上 (例えば、ビッカース硬さ H_v で 697 以上) で、且つ所定の深さまで一定以上の硬さとなるような硬さ分布を持つ硬化熱処理を施す必要がある。また、リングローラ 17 と、リングローラ 17 を支持する部材との間で動力伝達を行うため、その動力伝達部においても、一定以上の硬度が必要とされる場合がある。

【 0 0 5 6 】

そのため、通常はリングローラ 17 の全体を均一に加熱し、急冷する、いわゆるずぶ焼入れが行われる。また、転がり疲労寿命の向上 (特に、表面硬度を高くすることと、適度な残留オーステナイト量を持たせることの両立により、異物圧痕による表面疲労型剥離に対する寿命が向上する) と、芯部の靱性向上のために、素材炭素濃度が低い材料に対し、浸炭や浸炭窒化処理が施されることも多い。しかしながら、リングローラ 17 は、径が大きく、肉厚が薄いため、焼入れ時に熱処理変形を起こしやすいという問題がある。

【 0 0 5 7 】

特にリング状の部材を焼入れする場合には、その形状から反りや曲がりの発生が避けられない。熱処理変形が大きいと、熱処理後の研磨加工で熱処理影響部が除去しきれないリスクが増大する。また、熱処理影響部を避けるため、熱処理後の加工取り代を大きく設定すると、加工時間や熱処理時間の増大、ひいてはコストの増大を招く。

【 0 0 5 8 】

そこで、本構成においては、リングローラ 17 の内径側のトラクション面のみを高周波

10

20

30

40

50

加熱し、冷却するといった高周波焼入れを適用する。高周波焼入れは、短時間、局所加熱が可能であり、また、内径側からの均一加熱と均一冷却が可能のため、反りや曲がりの発生が少なくなる。

【0059】

図7にリングローラ17を構成するリングローラ素子27の斜視図を示す。リングローラ素子27は、動力伝達部となる突起(爪部等)28を有する。この突起28に高い硬度が必要とされる場合には、トラクション面である内周面27aの焼入れよりも前に、動力伝達部の高周波焼入れを行い、その後、トラクション面に高周波焼入れを行う。トラクション面を先に焼入れし、その後に動力伝達部を焼入れすると、先に焼入れしたトラクション面に熱の影響が及び、トラクション面が高温で焼き戻されるような状態となる。その場合、リングローラ素子27に硬度低下及び残留オーステナイト量の減少が生じ、転がり疲労寿命が低下する虞がある。

10

【0060】

なお、トラクション面と動力伝達部との各部位を高周波焼入れした後、まとめて焼き戻しを行う手順であってもよい。この手順によれば、熱処理のコスト低減が図れる。

【0061】

また、更なる転がり疲労寿命の向上、特に異物混入下での寿命向上のためには、リングローラ素子27全体を浸炭又は浸炭窒化処理を施した後、必要な部位に高周波焼入れを行うことが好ましい。

【0062】

一般に、異物混入下での寿命向上のためには、表面硬度を高めることと、適度な量の残留オーステナイト相を持たせることとの、相反することの両立が必要である。そのために、浸炭又は浸炭窒化処理を施すことが広く行われている。しかし、浸炭又は浸炭窒化処理を施し、そのまま焼入れを行う方法では、上記したように熱処理変形が大きくなる虞がある。これを回避するために、上記したリングローラ素子27のトラクション面のみ高周波焼入れする方法を採用することが好ましい。

20

【0063】

なお、部材の芯部に靱性が必要とされる場合には、浸炭又は浸炭窒化処理のための加熱及び均熱化の後の冷却を緩やかにを行い(例えば炉冷)、部材全体の硬度を低く保った状態で、引き続き高周波焼入れを行えばよい。これは、リングローラ素子27のように、肉厚の薄い部材を、焼入れのように急激に冷却すると、芯部にまで焼入れ硬化が及び、靱性が低下するためである。

30

【0064】

次に、リングローラ17に上記した熱処理を行う熱処理装置について説明する。

図8はリングローラ素子27と、リングローラ素子27を高周波焼入れする熱処理装置111とを示す斜視図、図9は図8のP-P線断面図である。

【0065】

熱処理装置111は、円環状の筒体として形成された加熱コイル113と、筒体の外周部に配置された複数のノズル部115とを有する。加熱コイル113の内部空間113aには、冷却液供給路117を通じて冷却水が供給される。供給された冷却水は、複数のノズル部115からリングローラ素子27のトラクション面である内周面27aに向けて噴射される。

40

【0066】

この熱処理装置111は、リングローラ素子27のトラクション面の高周波加熱と冷却に用いられ、加熱と冷却が同一の熱処理装置111で行えるよう、加熱コイル113の一部にノズル部115が設けられる。

【0067】

本構成の加熱コイルによれば、リングローラ素子27の加熱後、直ちに冷却を行うことができるため、一定以上の速い冷却速度を確保できる。そのため、焼入れ硬度が得やすく、不完全焼入れ組織が形成されにくくなる。また、ノズル部115から被加熱領域に向け

50

て正面から冷却水を吹き付けでき、トラクション面全体が均一に冷却可能となる。なお、図示例ではリングローラ素子 27 を示して説明しているが、リングローラ素子 29 に対しても同様に適用可能である。

【0068】

また、加熱コイルの形状のため、リングローラ素子 27 の円周上全ての領域を均一に加熱することが困難な場合には、リングローラ素子 27 を回転させながら、リングローラ素子 27 を局所的に加熱、冷却してもよい。

【0069】

上記した熱処理を行うリングローラ素子 27 に使用可能な素材としては、SCR420 等のクロム鋼鋼材、SCM435 等のクロム・モリブデン鋼材、SNCM420 等のニッケル・クロムモリブデン鋼材、SNC415 等のニッケル・クロム鋼材、SUJ2 等の高炭素クロム軸受鋼鋼材等、種々の材料が挙げられる。

【0070】

リングローラ素子 27 の熱処理による好ましい硬化層深さは、中間ローラ 19 の外周面 19a (図 6 参照) に関連した所定の範囲であることが好ましい。浸炭層深さは、前述したように中間ローラ 19 の外周面 19a における凸曲面の単一円弧の曲率直径に対して 0.5% 以上、2% 未満の範囲にすることが好ましい。硬化層深さが、上記の 0.5% を下回る場合には、強度が不十分となる場合があり、2% 以上では硬化層深さが深すぎるため、高周波焼入れ時にオーバーヒート等の不具合が生じる虞がある。

【0071】

また、リングローラ素子 27 の浸炭処理又は浸炭窒化処理後の表面炭素濃度は、1.4 wt% を越えないことが望ましい。1.4 wt% を越えると、硬化層内に粗大な炭化物が形成され、高周波焼入れ時の焼入れムラの原因になる場合がある。高周波焼入れ後の硬さを確保するためには、有効硬化層の深さ位置における炭素と窒素の合計濃度が 0.6 wt% 以上であることが好ましい。

【0072】

以上説明したように、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、実施形態の各構成を相互に組み合わせることや、明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者が変更、応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。

【0073】

上記構成の摩擦ローラ式減速機 100 は、リングローラ 17 を一対のリングローラ素子で構成して、一方のリングローラ素子をローディングカム機構 23 により軸方向に移動させているが、これに限らず、サンローラ 15 を一対のサンローラ素子で構成し、ローディングカム機構により、いずれか一方のサンローラ素子を軸方向に移動させる構成としてもよい。

【0074】

また、上記の摩擦ローラ式減速機 100 は、電気自動車、ハイブリッド自動車等の電気自動車用のモータ減速機として使用した場合を例に説明したが、これに限らず、例えば産業機械においても適用可能である。

【0075】

更に、中間ローラ 19 は、支持軸 31 にスリーブ 89 が固定された構成に限らず、ローラ本体 83 側にスリーブ 89 が固定され、スリーブ 89 と支持軸 31 との間に玉 87 が配置された構成としてもよい。また、スリーブ 89 を設ける代わりに、支持軸 31 やローラ本体 83 に軌道溝を形成した構成としてもよい。

【符号の説明】

【0076】

- 11 入力軸
- 13 出力軸
- 15 サンローラ

10

20

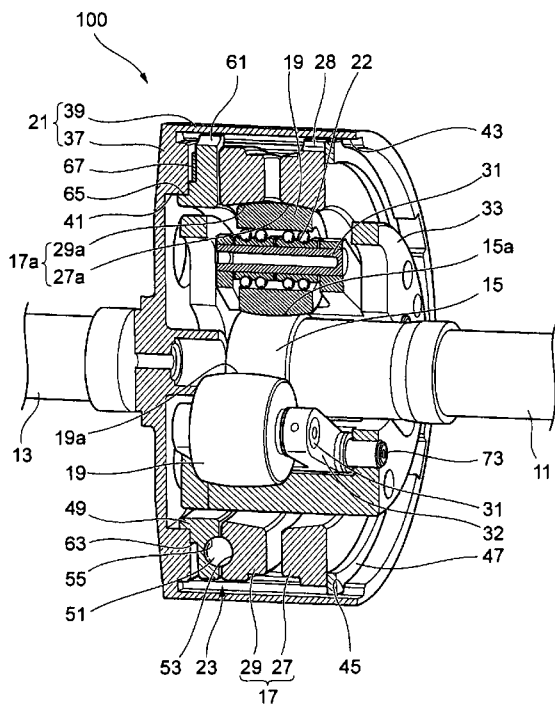
30

40

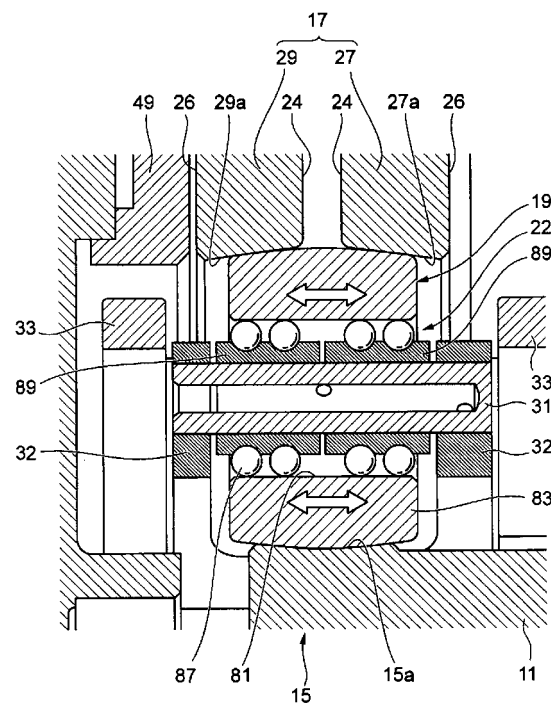
50

- 17 リングローラ
- 19 中間ローラ
- 22 転がり軸受
- 23 ローディングカム機構
- 31 支持軸（自転軸）
- 81 挿通孔
- 83 ローラ本体
- 87 玉
- 89 スリーブ
- 91 転動溝
- 100 摩擦ローラ式減速機

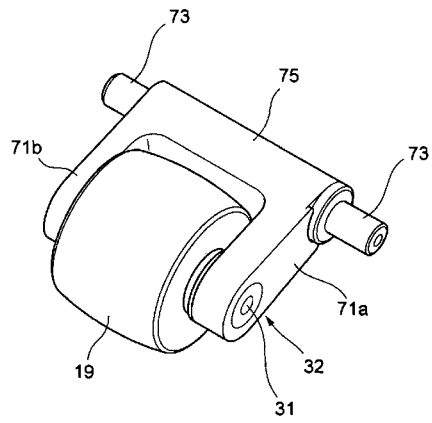
【図1】



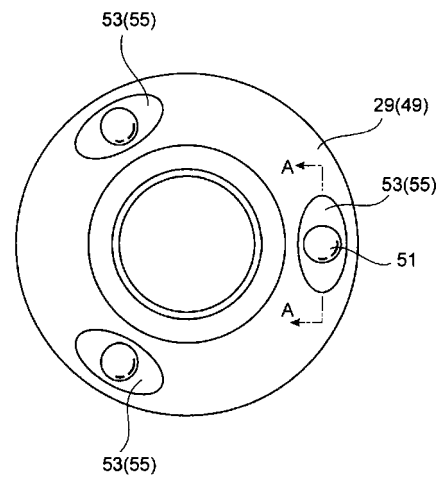
【図2】



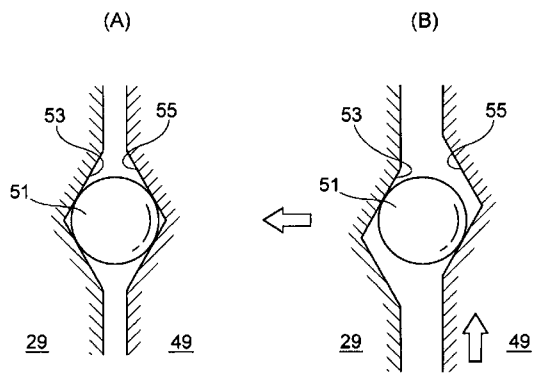
【 図 3 】



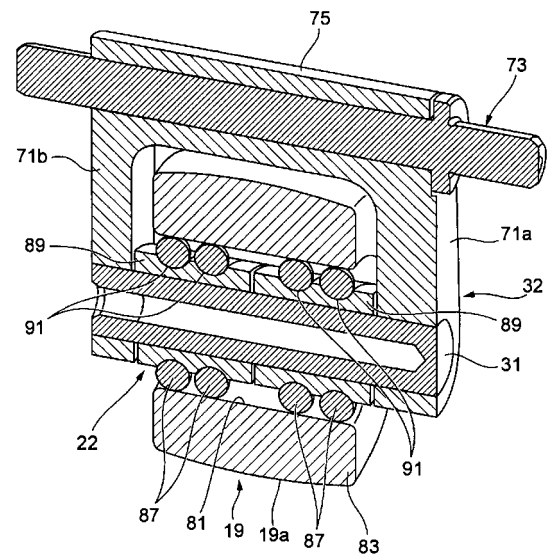
【 図 4 】



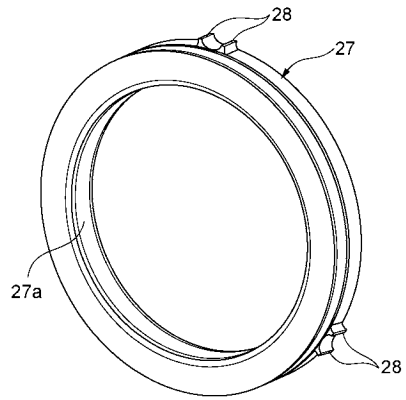
【 図 5 】



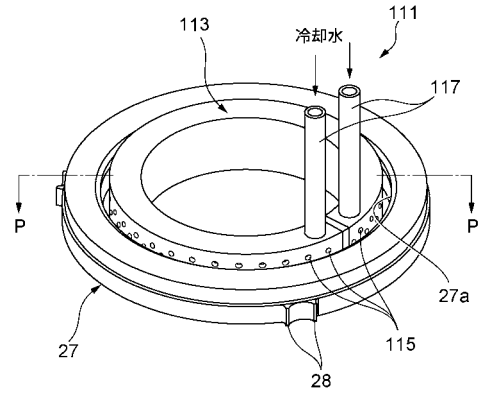
【 図 6 】



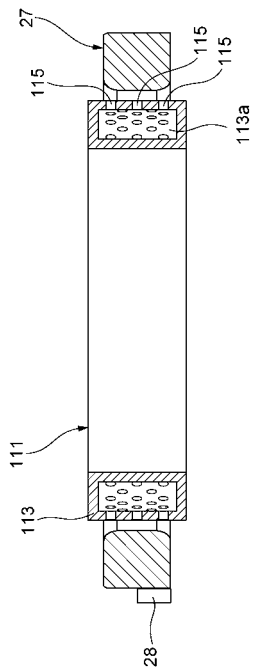
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3J051 AA01 BA03 BB02 BC02 BD02 BE04 EC03 FA02
3J701 AA02 AA43 AA54 AA62 AA65 BA55 BA77 FA02 FA41 GA11