

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4149603号  
(P4149603)

(45) 発行日 平成20年9月10日(2008.9.10)

(24) 登録日 平成20年7月4日(2008.7.4)

(51) Int.Cl.		F 1
<b>B 2 3 F</b> 19/00	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 F 19/00
<b>B 2 4 B</b> 21/16	<b>(2006.01)</b>	B 2 4 B 21/16
<b>B 2 4 B</b> 19/09	<b>(2006.01)</b>	B 2 4 B 19/09

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平11-64903	(73) 特許権者	000002107
(22) 出願日	平成11年3月11日(1999.3.11)		住友重機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2000-263329(P2000-263329A)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(43) 公開日	平成12年9月26日(2000.9.26)	(74) 代理人	100089015
審査請求日	平成17年5月11日(2005.5.11)		弁理士 牧野 剛博
		(74) 代理人	100080458
			弁理士 高矢 諭
		(74) 代理人	100076129
			弁理士 松山 圭佑
		(72) 発明者	峯岸 清次
			愛知県大府市朝日町六丁目1番地 住友重
			機械工業株式会社 名古屋製造所内
		(72) 発明者	石川 哲三
			愛知県大府市朝日町六丁目1番地 住友重
			機械工業株式会社 名古屋製造所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 外歯歯車の研磨方法及び研磨装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内歯歯車と、該内歯歯車に内接噛合する外歯歯車とを有し、内歯歯車の中心が外歯歯車の周囲の内側にある歯車伝動装置に用いられる前記外歯歯車の歯面を研磨する研磨方法において、

少なくとも1つの内歯を切欠いた加工用の内歯歯車を用意し、

その内歯を切欠いた部分に、該切欠いた部分の内歯の機能を果たす研磨手段を配置し、該研磨手段を配置した加工用の内歯歯車の内周側に研磨加工すべき外歯歯車を内接噛合させ、

その状態で、前記研磨加工すべき外歯歯車に入力運動を与えることで、外歯歯車と加工用の内歯歯車の噛み合い運動をさせ、

そのときの外歯歯車の運動を研磨加工のための創成運動として、前記研磨手段により前記外歯歯車の歯面を歯形方向に研磨することを特徴とする外歯歯車の研磨方法。

【請求項2】

請求項1において、

前記研磨加工すべき外歯歯車の歯を歯筋方向に成形砥石で研磨した後、該外歯歯車を前記加工用の内歯歯車の内周側にセットして、前記研磨手段を用いた歯形方向の研磨を実行することを特徴とする外歯歯車の研磨方法。

【請求項3】

請求項1又は2において、

10

20

前記研磨手段に外歯歯車の歯面に向かう押圧力を外部から与えながら、該歯面の研磨を実行することを特徴とする外歯歯車の研磨方法。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれかにおいて、

前記内歯を切欠いた部分を前記加工用の内歯歯車の周方向に等間隔に複数形成し、前記研磨手段を該内歯歯車の複数の切欠いた部分にそれぞれ配置して外歯歯車の歯面の研磨を行うことを特徴とする外歯歯車の研磨方法。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれかにおいて、

前記研磨手段が、前記外歯歯車の歯面に接触して該歯面を研磨すると共に研磨に使用する部分を順次更新可能なフィルム研磨材と、該フィルム研磨材を背後からバックアップしてフィルム研磨材と共に前記内歯としての機能を果たす硬質のバックアップ部材とからなることを特徴とする外歯歯車の研磨方法。

10

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記歯車伝動装置が、内歯歯車の内歯をローラで構成した揺動式内接噛合遊星歯車装置であり、

前記研磨手段を構成する前記バックアップ部材としてローラを用い、該ローラの周面で前記フィルム研磨材を背後からバックアップし、該フィルム研磨材をローラの周方向に送り移動させることで、研磨に使用する部分を更新することを特徴とする外歯歯車の研磨方法。

20

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 において、

前記フィルム研磨材を用いた歯形方向の研磨を実行する際に、更に、前記バックアップ部材又は外歯歯車の少なくとも一方を前記フィルム研磨材を挟んで歯筋方向に相対的に振動させることを特徴とする外歯歯車の研磨方法。

【請求項 8】

内歯歯車と該内歯歯車に内接噛合する外歯歯車とを有し、内歯歯車の中心が外歯歯車の周囲の内側にある歯車伝動装置に用いられる前記外歯歯車の歯面を研磨する研磨装置において、

30

少なくとも 1 つの内歯が切欠かれると共に、内周側に加工すべき外歯歯車が内接噛合される加工用の内歯歯車と、

前記内歯の切欠かれた部分に配置されて内歯の機能を果たすと同時に外歯歯車の歯面を研磨する研磨手段と、

前記外歯歯車に入力運動を与えることで、外歯歯車と内歯歯車の噛み合い運動をさせ、そのときの外歯歯車の運動を創成運動として前記研磨手段により外歯歯車の歯面を歯形方向に研磨させる創成運動生成手段と、

を具備したことを特徴とする外歯歯車の研磨装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、更に、

前記研磨手段を外歯歯車の歯面に向けて押圧させる押圧機構を具備したことを特徴とする外歯歯車の研磨装置。

40

【請求項 10】

請求項 8 又は 9 のいずれかにおいて、

前記内歯の切り欠かれた部分を、前記加工用の内歯歯車の周方向に等間隔に複数形成し、前記研磨手段を該内歯歯車の複数の切欠いた部分にそれぞれ配置したことを特徴とする外歯歯車の研磨装置。

【請求項 11】

請求項 8～10 のいずれかにおいて、

前記研磨手段を、前記外歯歯車の歯面に接触して該歯面を研磨すると共に研磨に使用する

50

部分を順次更新可能なフィルム研磨材と、該フィルム研磨材を背後からバックアップしてフィルム研磨材と共に前記内歯としての機能を果たす硬質のバックアップ部材とで構成したことを特徴とする外歯歯車の研磨装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 において、

前記歯車伝動装置が、内歯歯車の内歯をローラで構成した揺動式内接噛合遊星歯車装置であり、

前記研磨手段を構成する前記バックアップ部材としてローラを用い、該ローラの周面で前記フィルム研磨材を背後からバックアップし、該フィルム研磨材を送り機構によりローラの周方向に送り移動させることで、研磨に使用する部分を更新するようにしたことを特徴とする外歯歯車の研磨装置。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 1 又は 1 2 において、

更に、前記バックアップ部材又は外歯歯車の少なくとも一方を前記フィルム研磨材を挟んで歯筋方向に相対的に振動させるオシレーション機構を備えたことを特徴とする外歯歯車の研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内歯歯車に内接噛合する外歯歯車の研磨方法及び研磨装置に係り、特に内歯歯車の中心が外歯歯車の周囲の内側にある歯車伝動装置に用いられる外歯歯車の歯面を研磨するのに適した研磨方法及び研磨装置に関する。

20

【0002】

【従来の技術】

従来、内歯歯車に内接噛合する外歯歯車を有し、且つ、前記内歯歯車の中心が、外歯歯車の周囲の内側にある歯車伝動装置（国際分類 F 1 6 H 1 / 3 2 に該当する伝動装置）が広く知られている。

【0003】

この種の伝動装置の代表的な例として、第 1 軸と、該第 1 軸の回転によって回転する偏心体と、該偏心体にベアリングを介して取り付けられ偏心回転が可能とされた複数の外歯歯車と、該外歯歯車に外ピンで構成される内歯を介して内接噛合する内歯歯車と、前記外歯歯車に該外歯歯車の自転成分のみを取り出す内ピンを介して連結された第 2 軸と、を備えた内接噛合遊星歯車構造がある。

30

【0004】

この構造の従来例を図 8 及び図 9 に示す。この従来例は、前記第 1 軸を入力軸とすると共に、第 2 軸を出力軸とし、且つ内歯歯車を固定することによって上記構造を「減速機」に適用したものである。

【0005】

入力軸 1 には所定位相差（この例では  $180^\circ$ ）をもって偏心体 3 a、3 b が嵌合されている。この偏心体 3 a、3 b は、それぞれ入力軸 1（中心 O 1）に対して偏心量 e だけ偏心している（中心 O 2）。それぞれの偏心体 3 a、3 b にはベアリング 4 a、4 b を介して 2 枚の外歯歯車 5 a、5 b が複列に取り付けられている。この外歯歯車 5 a、5 b には内ローラ孔 6 a、6 b が複数設けられ、内ピン 7 及び内ローラ 8 が嵌入されている。

40

【0006】

外歯歯車を 2 枚（複列）にしているのは、主に伝達容量の増大、強度の維持、回転バランスの保持を図るためである。

【0007】

前記外歯歯車 5 a、5 b の外周にはトロコイド歯形や円弧歯形の歯 9 が設けられている。この歯 9 はケーシング 1 2 に固定された内歯歯車 2 0 と内接噛合している。内歯歯車 2 0 は、内周に軸線方向に沿った複数の半円状のピン保持孔 1 3 を有するピン保持リング

50

10と、前記ピン保持孔13に回転しやすく遊嵌され且つピン保持孔13から露出した部分で円弧状歯形を形成する外ピン11とから構成されている。

【0008】

前記外歯歯車5a、5bを貫通する内ピン7は、出力軸2付近のフランジ部に固着又は嵌入されている。

【0009】

入力軸1が1回転すると偏心体3a、3bが1回転する。この偏心体3a、3bの1回転により、外歯歯車5a、5bは入力軸1の周りで揺動回転を行おうとするが、内歯歯車20によってその自転が拘束されるため、外歯歯車5a、5bは、この内歯歯車20に内接しながらほとんど揺動のみを行うことになる。

10

【0010】

今、例えば外歯歯車5a、5bの歯数をN、内歯歯車20の歯数をN+1とした場合、その歯数差Nは1である。そのため、入力軸1の1回転毎に外歯歯車5a、5bは、ケーシング12に固定された内歯歯車20に対して1歯分だけずれる(自転する)ことになる。これは入力軸1の1回転が外歯歯車5a、5bの $-1/N$ の回転に減速されたことを意味する。

【0011】

この外歯歯車5a、5bの回転は内ローラ孔6a、6b及び内ピン7(内ローラ8)の隙間によってその揺動成分が吸収され、自転成分のみが該内ピン7を介して出力軸2へと伝達される。

20

【0012】

この結果、結局減速比 $-1/N$ (マイナスは逆回転を表す)の減速が達成される。

【0013】

なお、この内接噛合遊星歯車構造は、現在種々の減速機あるいは増速機に適用されている。例えば、上記構造においては、第1軸を入力軸、第2軸を出力軸とすると共に、内歯歯車を固定するようにしていたが、第1軸を入力軸、内歯歯車を出力軸とすると共に、第2軸を固定することによっても、減速機を構成することが可能である。更に、これらの構造において、入、出力軸を逆転させることにより、「増速機」を構成することもできる。

【0014】

ところで、この種の内接噛合遊星歯車機構を小型化、高負荷能力化するためには、噛み合い部や摺動部を持つ部品のうち、内歯歯車20は高力特性を有し、外歯歯車5a、5b、外ピン11、内ローラ8、内ピン7、軸受4a、4b、偏心体3a、3bは高力特性と高硬度特性を有するように作らなければならない。そこで、通常は、そのような特性を持つ金属材料で上記の部品を製作している。

30

【0015】

しかし、高力特性、高硬度特性を有する金属材料は、通常比較的高い摩擦係数を持つため、これらの金属材料を使用した摺動接触面は、油やグリースで潤滑しておく必要があり、潤滑は接触面に油膜を形成して行うことから、そのための隙間を伝動機構の接触面同士の間で作っておく必要がある。この隙間は、部品の加工誤差を吸収するためにも必要なものである。

40

【0016】

このような隙間は機構全体の遊びやガタを作ることになり、一方側の回転がすぐに他方側の回転となって現れなくなってしまう。このような応答の遅れを以下、角度バックラッシュということにする。

【0017】

このような角度バックラッシュは伝動機構が例えば産業用ロボットの関節のような正逆回転を伴う位置制御機構として使用されたときにはその制御精度を低下させるものになってしまうため、該角度バックラッシュを無くすためには前記隙間を小さくしなければならない。しかし、この隙間を小さくすることは潤滑油保持の面から見ると好ましいとは言えず、結局、角度バックラッシュの低減と潤滑性能向上とは相反するものとなっている。

50

## 【 0 0 1 8 】

他方、摺動部分に燐酸塩皮膜等の化成処理皮膜を形成し、摺動部分の摩擦係数を低下させることも公知である。この化成処理皮膜はそれ自体が低摩擦係数ではなく、微小な凹凸に多量の潤滑油を保持しているために低摩擦係数となるものである。

## 【 0 0 1 9 】

伝動機構の噛み合い、摺動接触面に上記公知の化成処理皮膜を形成することも考えられるが、化成処理皮膜はそれ自体摩耗しやすく、皮膜が短時間ではがれてしまう欠点がある。

## 【 0 0 2 0 】

特願昭60-271649号(特公平2-36825号公報、特許1623717号)では、伝動機構の接触面の隙間を小さくし、且つ潤滑油の保持を長期に亘って維持できるようにした接触面の構造及びその製造方法を提供することを目的にして、歯形の研削目の歯筋方向及び該研削目の歯筋方向と交差する方向(歯形方向)に凹凸面を形成し、且つ、この凹凸の高さよりも低い膜厚で化成処理皮膜を施した接触面を提案している。

10

## 【 0 0 2 1 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

しかし、公知のこれらの方法はいずれも、外歯歯車と内歯歯車との歯形の接触面の摩擦係数を潤滑油の存在(保持)によって小さくすることにより、高効率、長寿命を達成しようとするものであり、接触面を滑らかにするという発想を持つものではなかった。特に化成処理被膜は、それ自体が低摩擦なのではなく、凹凸のある被膜の間に潤滑油を保持することにより低摩擦を得るというものであるから、平滑過ぎると潤滑油を保持できないことから接触面の表面粗さは必ずしも良好ではなかった。

20

## 【 0 0 2 2 】

このように従来伝動機構では、潤滑油の保持によって摩擦係数を低減することを主目的としていたため、歯車の歯面(接触面)の表面粗さを、積極的に高めることは行っていなかった。このため、外歯歯車と内歯歯車の外ピンの噛み合い部が滑りを伴いながら転がり接触しようとする際に、接触面の粗さによって滑り騒音及び転がり騒音を生じるという問題があった。また、このような理由によって滑り騒音が大きくなることから、外歯歯車と内歯歯車の隙間をいま以上に小さくすることは難しく、それが前述した角度バックラッシュの増大の原因ともなっていた。

## 【 0 0 2 3 】

本発明は、上記事情を考慮し、外歯歯車の歯の噛み合いに伴う騒音発生の低減に寄与することができると共に、接触部分の焼き付きをいわゆる流体潤滑によって防止し、併せて角度バックラッシュを低減することを可能とした外歯歯車の研磨方法、及び、その方法の実施に使用する研磨装置を提供することを目的とする。

30

## 【 0 0 2 4 】

## 【 課題を解決するための手段 】

本発明は、内歯歯車と、該内歯歯車に内接噛合する外歯歯車とを有し、内歯歯車の中心が外歯歯車の周囲の内側にある歯車伝動装置に用いられる前記外歯歯車の歯面を研磨する研磨方法において、少なくとも1つの内歯を切欠いた加工用の内歯歯車を用意し、その内歯を切欠いた部分に、該切欠いた部分の内歯の機能を果たす研磨手段を配置し、該研磨手段を配置した加工用の内歯歯車の内周側に研磨加工すべき外歯歯車を内接噛合させ、その状態で、前記研磨加工すべき外歯歯車に入力運動を与えることで、外歯歯車と加工用の内歯歯車の噛み合い運動をさせ、そのときの外歯歯車の運動を研磨加工のための創成運動として、前記研磨手段により前記外歯歯車の歯面を歯形方向に研磨することにより、上記課題を解決したものである。

40

## 【 0 0 2 5 】

この種の歯車伝動装置として揺動内接噛合歯車伝動装置を例にとると、その外歯歯車は、一般に歯底部分を含めて円弧歯形やトロコイド歯形のような滑らかな歯形となるが、本発明によれば、歯面の歯形方向のうねりや粗さを減少して、表面の平滑度を増すことができる。また、それと共にピッチ精度や歯形精度の向上をも図ることができる。

50

## 【 0 0 2 6 】

この点を先に出願した技術と比較して説明する。

## 【 0 0 2 7 】

本出願人は先に、外歯歯車の歯を歯筋方向に成形砥石で研削した後、外歯歯車の歯面に対し、押圧部材でバックアップすることによりフィルム研磨材を押し付け、その状態で外歯歯車の歯とフィルム研磨材とを歯形方向に相対的に摺動させることにより歯面を研磨する方法を案出し、「特願平 1 1 - 8 0 2 1 号」として出願した。

## 【 0 0 2 8 】

しかし、この方法は、成型砥石によって研削した箇所を、フィルム研磨材による研磨加工により「なぞる」というものであり、表面粗さの向上は大いに期待できるものの、砥石で研削した外歯歯車のピッチ精度や歯形精度を、フィルム研磨材による研磨加工で更にアップすることまではできない。

10

## 【 0 0 2 9 】

これを改善するため、本発明では、外歯歯車に、実際に内歯歯車と噛み合わせたときと同じ運動を行わせて、それを研磨加工のための創成運動としている。即ち、外歯歯車を加工用に用意した内歯歯車の内部にセットして、偏心体を介して外歯歯車に揺動回転（入力運動）を与えると、外歯歯車は、内歯歯車と噛み合うことで自転を始める。つまり、外歯歯車は、揺動運動（公転運動）と自転運動をすることになる。本発明では、この外歯歯車の噛み合い運動を、加工のための創成運動として、研磨手段により外歯歯車の歯面を歯形方向に研磨するのである。

20

## 【 0 0 3 0 】

このとき外歯歯車は、本来の出力を取り出すときの動きと同じ動きをし、これが研磨加工のための創成運動となるわけであるから、外歯歯車の歯は、内歯の機能を果たす研磨手段に対して、実際の内歯に対するのと同じように摺動することになる。従って、実際の動きに即した外歯歯車の摺動作用によって、外歯歯車の歯面を研磨することになり、加工面を鏡面化できる上に外歯歯車のピッチ精度や歯形精度の向上をも図ることができる。

## 【 0 0 3 1 】

つまり、先願の技術では、既に前加工ででき上がっている外歯歯車の歯形ラインの精度以上のものは出せないが、本発明では、実際の外歯歯車の運動を創成運動として利用した研磨加工を行うので、実際の内歯に合致する形状に歯形ラインを整形していくことができる。従って、歯形のラインを理想の形に、より近づけることができる。

30

## 【 0 0 3 2 】

もちろん、前記の創成運動による研磨によって、歯面の歯形方向のうねりや粗さを減少して、表面の平滑度を増すことができるので、その結果として、歯と歯が噛み合うことで滑りを伴う転がり接触をした際に、滑り騒音や転がり騒音が発生するのを抑制することができる。この特性は、この種の揺動内接噛合構造に要求される特性として非常に大きな意義を有する。

## 【 0 0 3 3 】

また、表面粗さが小さくなることにより、接触面間の流体潤滑が可能となる。このため、焼き付きのおそれなく、歯と歯の隙間を小さくすることができ、がたつき音を減らせると共に角度バックラッシュも低減できる。

40

## 【 0 0 3 4 】

ここで、前記外歯歯車の歯を歯筋方向に成形砥石で研磨した後、該外歯歯車を前記加工用の内歯歯車の内周側にセットして、前記研磨手段を用いた歯形方向の研磨を実行するようになれば、より効率的な研磨を行なうことができる（請求項 2）。

## 【 0 0 3 5 】

また、内歯歯車の切欠部分に組み込んだ研磨手段を動かないよう固定的に設けておけば、研磨手段によって創成研磨のみが行われるが、研磨手段に外歯歯車の歯面に向かう押圧力を外部から与えながら歯面の研磨を実行するようになれば、創成研磨と倣い研磨を同時に行うことができ、一層歯面の表面粗さ向上を図ることができる（請求項 3）。

50

## 【0036】

また、研磨手段を内歯歯車の複数の切欠いた部分にそれぞれ配置して同時に外歯歯車の歯面の研磨を行うようにすれば、研磨効率の向上が図れる上に、特に研磨手段に押圧力を外部から加えながら研磨する場合には、研磨手段が配置されることによって発生するラジアル荷重が全周で相殺されるため、一層良好である（請求項4）。

## 【0037】

また、前記研磨手段を、外歯歯車の歯面に接触して該歯面を研磨すると共に研磨に使用する部分を順次更新可能なフィルム研磨材と、該フィルム研磨材を背後からバックアップしてフィルム研磨材と共に内歯としての機能を果たす硬質のバックアップ部材とで構成すれば、フィルム研磨材は順次研磨に使用する部分を更新することが容易にできるものであるから、研磨効率のアップが図れる（請求項5）。

10

## 【0038】

また、研磨手段は内歯歯車の内歯の機能を果たすものであるから、他の内歯と同じように構成することが望ましい。例えば、内歯歯車の内歯が円弧歯形の場合は、内歯を回転自在なローラ（径が小さい場合はピンとも言う）で構成することがあるが、そのような場合は、前記研磨手段を構成するバックアップ部材としてローラを用い、該ローラの周面でフィルム研磨材を背後からバックアップし、フィルム研磨材をローラの周方向に送り移動させることで研磨に使用する部分を更新するようにすることが望ましい（請求項6）。

## 【0039】

この場合、ローラとフィルム研磨材で内歯の機能を果たすわけであるから、ローラ半径とフィルム研磨材の厚さを足した値を、内歯歯車の円弧歯形の曲率半径と等しく設定する必要がある。これはフィルム研磨材の厚さが大きい場合には特に重要な事である。

20

## 【0040】

また、フィルム研磨材を用いた歯形方向の創成研磨を実行する際に、更に、バックアップ部材又は外歯歯車のいずれか一方、又は両方をフィルム研磨材を挟んで歯筋方向に相対的に振動させるようにしてもよい。そうすれば、一層表面粗さの向上を図ることができる（請求項7）。

## 【0041】

なお、フィルム研磨材としては、ポリエステルフィルムに酸化アルミニウム、シリコンカーバイト、ダイヤモンド等の微粒子研磨剤をコーティングしたものをを用いるのがよい。

30

## 【0042】

一方、内歯歯車と該内歯歯車に内接噛合する外歯歯車とを有し、内歯歯車の中心が外歯歯車の周囲の内側にある歯車伝動装置に用いられる前記外歯歯車の歯面を研磨する研磨装置において、少なくとも1つの内歯が切欠かれると共に、内周側に加工すべき外歯歯車が内接噛合される加工用の内歯歯車と、前記内歯の切欠かれた部分に配置されて内歯の機能を果たすと同時に外歯歯車の歯面を研磨する研磨手段と、前記外歯歯車に入力運動を与えることで、外歯歯車と内歯歯車の噛み合い運動をさせ、そのときの外歯歯車の運動を創成運動として前記研磨手段により外歯歯車の歯面を歯形方向に研磨させる創成運動生成手段と、を具備したことにより、上記課題を解決したものである（請求項8）。

## 【0043】

その場合、研磨手段を外歯歯車の歯面に向けて押圧させる押圧機構を具備した構成としてもよい。そうすれば、請求項3の発明の研磨方法を実現することができるため、創成研磨と同時に微研磨を実行することができる。研磨手段に押圧力を与える手段としては、例えば空圧シリンダ機構を使用することができる（請求項9）。

40

## 【0044】

なお、研磨手段を内歯歯車の複数の切欠いた部分にそれぞれ配置すれば、研磨効率をアップさせることができると共に押圧力を伴った研磨を行ってもラジアル荷重の発生を防止できる（請求項10）。

## 【0045】

また、前記研磨手段は、外歯歯車の歯面に接触して該歯面を研磨すると共に研磨に使用する

50

る部分を順次更新可能なフィルム研磨材と、該フィルム研磨材を背後からバックアップしてフィルム研磨材と共に前記内歯としての機能を果たす硬質のバックアップ部材とで構成することが望ましい（請求項11）。

【0046】

その際、歯車伝動装置が、内歯歯車の内歯をローラで構成した揺動式内接噛合遊星歯車装置である場合には、研磨手段を構成するバックアップ部材としてローラを用い、該ローラの周面でフィルム研磨材を背後からバックアップし、フィルム研磨材を送り機構によりローラの周方向に送り移動させることで、研磨に使用する部分を更新することができる（請求項12）。なお、ローラ材質としてはポリウレタン等の軟質材が好ましい。

【0047】

また、バックアップ部材、あるいは外歯歯車をフィルム研磨材を挟んで歯筋方向に相対的に振動させるオシレーション機構を備えると、一層の研磨効果を上げることができる（請求項13）。

【0048】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0049】

図1は本発明の研磨方法を実施するのに使用する研磨装置の概略構成を示す正面図、図2は図1のII-II矢視断面図、図3は同研磨装置の主要部の関係を拡大して示す図である。

【0050】

ここで、研磨する対象のワークは、図8、図9で示した揺動内接噛合遊星歯車伝動装置の外歯歯車5a、5bと同類の外歯歯車Wである。この外歯歯車Wは、外周にトロコイド歯形を有するものである。

【0051】

図1に示すように、この研磨装置は、外歯歯車Wの歯面を研磨する研磨加工機械300と、研磨加工に必要な創成運動を外歯歯車Wに与える創成運動部（創成運動生成手段）250とから構成されている。研磨加工機械300は、機械本体301の創成運動部側に、水平方向に突出させて研磨ヘッド（研磨手段）311を設けた構成のものである。

【0052】

研磨ヘッド311は、機械本体301から延ばした押圧シリンダ（押圧機構）のロッド330の先端に取り付けられた軟質のバックアップローラ（バックアップ部材）312と、該バックアップローラ312により背後から支持されることで円筒面状の研磨面を作り出すフィルム研磨材320とで構成されている。バックアップローラ312は、水平な軸廻りに回転可能とされ、フィルム研磨材320をその周面でバックアップしている。

【0053】

フィルム研磨材320は、リールに巻かれた長尺材として用意され、先端のバックアップローラ312と、それより斜めに後退した位置にある図1中上下のガイドローラ316、316とを囲むように配されている。そして、機械本体301内に配した送り機構によって、鉛直な面内でバックアップローラ312の周方向に送り移動させられて、研磨に使用する部分（バックアップローラ312でバックアップされた部分）を順次更新できるようになっている。

【0054】

バックアップローラ312と2つのガイドローラ316、316は二等辺三角形の各頂点位置に配されており、バックアップローラ312は前述のように押圧シリンダのロッド330の先端に配されて移動できるようになっているが、ガイドローラ316は固定フレーム310に固定され定位置で回転するように配されている。

【0055】

また、バックアップローラ312は、図示しないオシレーション機構部によって軸方向（外歯歯車Wの歯筋方向）に微振動させられるようになっており、必要に応じてその微振動をフィルム研磨材320に加えることで、フィルム研磨材320を、その送り方向と直交

10

20

30

40

50

する方向にオシレーションする。

【0056】

また、この研磨加工機械300は、図示しないが、研磨時の脱落砥粒を除去する手段や、冷却のための研削液を供給・排出する手段等を備えている。

【0057】

この研磨加工機械300で使用するフィルム研磨材320は、図4にその断面を示すように、ポリエステルフィルム320aの表面に、熱硬化性接着剤320b、320cを用いて酸化アルミニウム、シリコンカーバイト、ダイヤモンド等の研磨粒子(微粒子研磨剤)320dをコーティングしたものであり、研磨粒子320dの一部が露出している方が研磨側である。

10

【0058】

この研磨加工機械300は、創成運動部250と共に同じ共通ベース500の上に設置されている。次に創成運動部250について説明する。

【0059】

創成運動部250は、基本的には、加工用の内歯歯車120の内部に、ワークである外歯歯車Wを内接噛合せ、外歯歯車Wに対しモータ100によって入力回転を与えることができるようにしたものである。この場合、揺動内接噛合遊星歯車伝動装置の外歯歯車Wを研磨するのであるから、モータ100の出力軸101を結合する偏心体軸103や、偏心体軸103に形成した偏心体103a、103bと外歯歯車Wの間に配するベアリング104a、104b等が部品として用意されている。

20

【0060】

加工用の内歯歯車120は、製品化の段階で使用する内歯歯車と同じ構成のものに切欠部170を形成したものである。即ち、リング状の内歯歯車の外周の一部を平面で切り落とし、それにより、円周方向に12個ある内歯111の1つを、その周辺部ごと切欠いたものである。この場合の内歯111は、外ピン111aと、外ピン111aの外周に回転自在に嵌められた外ローラ111bとから構成されたものである。加工用の内歯歯車120は、その切欠部170を研磨加工機械300側に向けて、支持台200のプレート210の板面に、モータ100のフランジ112と一緒にボルト220で共締め固定されている。この場合のモータ100のフランジ112は、揺動内接噛合遊星歯車伝動装置を構成する場合の端面カバーと同じ形状に形成されている。

30

【0061】

プレート210には貫通孔があいており、モータ100の本体部分は、その貫通孔を通して内歯歯車120と反対側に出されている。

【0062】

鉛直に立った姿勢で支持台200に保持された加工用の内歯歯車120の切欠部170には、外部から研磨加工機械300の研磨ヘッド311が水平に挿入されている。そして、挿入された研磨ヘッド311が、切欠いた位置に配置されるはずの内歯と同じ機能を果たすように構成されている。

【0063】

ここでは、他の内歯111が外ピン111aと外ローラ111bで構成されているので、外ローラ111bの周面とほぼ同曲率の円弧歯形面を、バックアップローラ312で背後から支持されたフィルム研磨材320が構成することができるように、バックアップローラ312の径が、フィルム研磨材320の厚さに応じて設定されている。つまり、(バックアップローラ312の半径)+(フィルム研磨材320の厚さ)=(外ローラ111bの半径)、となるように設定されている。

40

【0064】

また、創成運動部250の内歯歯車120には、ワークである外歯歯車Wが内接噛合されている。外歯歯車Wの内周には、ベアリング104aを介して、偏心体軸103に形成した偏心体103aが嵌合され、偏心体軸103の中心孔にモータ100の出力軸101が嵌合されている。もう一つの偏心体103bとベアリング104aは、今回の研磨加工で

50

は使用しないので、あいたままになっている。

【 0 0 6 5 】

そして、外歯歯車Wは、出力軸 1 0 1 の軸線方向に動かないように、押さえ部材 1 5 1、1 5 2 で止められている。一方の押さえ部材 1 5 1 は、モータフランジ 1 1 2 と一体化されており、外歯歯車Wの一方の面（紙面右側の面）を支持している。他方の押さえ部材 1 5 2 は、モータ出力軸 1 0 1 の軸端側に配され、ボルト 2 2 0 を含む図示せぬいくつかのボルトで内歯歯車 1 2 0 に固定され、外歯歯車Wの他方の面（紙面左側の面）を支持している。

【 0 0 6 6 】

次に、外歯歯車Wの歯の仕上げ方法について説明する。

【 0 0 6 7 】

歯の仕上げ工程では、第 1 工程で砥石による研削加工を施し、第 2 工程で前述の研磨装置を用いた研磨工程を施す。

【 0 0 6 8 】

第 1 工程では、図 5 に示すように、歯形状に成形された砥石 4 0 0 を外歯歯車Wの歯形に合わせて回転させ、外歯歯車Wを歯筋方向（図面と垂直な方向）に動かすことにより歯を研削する。この工程は加工のベースとなるもので、歯のピッチ精度や歯形精度（歯形ライン精度）はこの工程で確保する。このとき、歯面の歯形方向には、図 6 に示すように粗さとうねりが残る。

【 0 0 6 9 】

そこで、それを取り除くことを主目的として次に第 2 工程の研磨を行う。

【 0 0 7 0 】

この工程では、まず、図 1 に示すように、第 1 工程を済ませた外歯歯車Wを創成運動部 2 5 0 に組み込む。この場合は実際に出力を取り出すわけではないので、自転成分のみを取り出すための内ピンや内ローラは不要である。

【 0 0 7 1 】

次いで、その状態でモータ 1 0 0 を駆動し、偏心体軸 1 0 3 を回すことで、外歯歯車Wに入力運動である揺動回転（公転）を与える。そうすると、外歯歯車Wが、固定された内歯歯車 1 2 0 に噛み合うことで、自転運動を始める。このように、創成運動部 2 5 0 は、基本的には揺動内接噛合遊星歯車伝動装置そのものの動きをする。

【 0 0 7 2 】

そして、このように公転及び自転する外歯歯車Wの運動を、研磨加工のための創成運動として、研磨ヘッド 3 1 1 のフィルム研磨材 3 2 0 によって外歯歯車Wの歯面を歯形方向に創成研磨する。

【 0 0 7 3 】

この際、研磨ヘッド 3 1 1 は定位置に固定したまま保持しておくこともできるし、研磨加工機械 3 0 0 に装備した押圧シリンダで外歯歯車Wの歯面に押し付けることにより、研磨ヘッド 3 1 1 をバックアップローラ 3 1 2 を介して外歯歯車Wの歯面に俵わせて、俵い研磨を同時に行うこともできる。最終仕上げのみを俵い研磨としてもよい。

【 0 0 7 4 】

また、研磨加工機械 3 0 0 に装備したオシレーション機構を動作させて、研磨ヘッド 3 1 1 を外歯歯車Wの歯筋方向に微往復運動させることにより、更に能率のよい研磨を行うこともできる（図 3 参照）。

【 0 0 7 5 】

図 7 は第 2 工程後のデータを示す。第 2 工程により、第 1 工程での歯形方向のうねりと粗さが除去される。また、データは示さないが、歯形ラインも整形される。なお、第 2 の工程の研削加工の取代は、ほとんど粗さとうねり相当分であって、大略 1 ~ 3  $\mu\text{m}$  程度である。

【 0 0 7 6 】

フィルム研磨材 3 2 0 は、所定時間研磨した段階で、あるいは外歯歯車Wを所定角度、あ

10

20

30

40

50

るいは所定歯数研磨した段階で所定量だけ送り（引張り）、新たな面で研磨できるようにする。

【0077】

このようにして、外歯歯車Wの歯形方向の粗さとうねりが除去され、表面粗さが向上するので、歯形方向に移動しながら滑りを伴って転がり接触する外ローラ111b（内歯歯車の内歯に相当）との間を流体潤滑できるようになる。その結果、適正な油膜が確保されやすくなり、これにより歯と歯の隙間を詰めても焼き付きが生じにくくなり、角度バックラッシュも低減できる。

【0078】

また、歯形方向の表面粗さが向上するので、主に滑りや転がりによる騒音が低下すると共に、外ローラ111bと外歯歯車Wの動荷重が減少することで、実質的な噛合率が大きくなり、一層の低騒音化が達成できる。

10

【0079】

なお、上記実施形態における創成運動部250では、外歯歯車Wを中心の1本の偏心体軸103で駆動しているが、入力を複数の偏心体軸に振り分けて、該複数の偏心体軸によって外歯歯車を駆動する形式の揺動内接噛合遊星歯車伝動装置の場合は、そのような形式で外歯歯車に入力運動を与えるようにする必要がある。要は、実際に組み上げる伝動装置とできるだけ同じ構造を用いて外歯歯車を動かすようにすればよい。

【0080】

また、外歯歯車と内歯歯車の歯数差は1でもよいし、2以上でもよい。又、外歯歯車の歯形はトロコイドに限定されない。

20

【0081】

また、上記実施形態では、研磨加工機械300を内歯歯車120の円周方向の1箇所に1台配備しているが、円周方向に複数配備して同時に研磨できるようにして研磨効率を高めることもできる。例えば、研磨加工機械を2台あるいは3台を配備してもよい。この場合、該研磨加工機械を円周方向に等間隔に配備するようにすると、特に押圧手段によって押圧力を付与しながら研磨する場合にラジアル方向の荷重が相殺されるので一層良好である。なお、この場合は、加工用の内歯歯車に設ける切欠部の数も当然増やすことになる。但し、2個以上の切欠部を設けると、内歯歯車が周方向に分離してしまうので、研磨ヘッドを挿入できる程度の大きさの開口を切欠部として設け、内歯歯車の円周方向の連続性を断

30

【0082】

また、上記実施形態では、フィルム研磨材320を背後からバックアップする部材としてバックアップローラ312を用いたが、必ずしも回転する部材を使用しなくてもよく、単なる当て板の機能を果たすシューを使用してもよい。

【0083】

また、上記実施形態では、揺動内接噛合遊星歯車伝動装置の外歯歯車を研磨する場合を示したが、それ以外の内接噛合歯車伝動装置の場合、例えば撓み噛合い式遊星歯車伝動装置（ハーモニックドライブ）の外歯歯車を研磨する場合にも本発明は適用することができる。

40

【0084】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、外歯歯車の歯面の歯形方向の表面粗さを向上させることができるので、外歯歯車の歯の噛み合いに伴う騒音発生を低減と、接触面の流体潤滑による油膜確保の実現を図ることができる。従って、歯面の焼き付きを抑えながら、歯と歯の隙間を詰めることができ、その点からも騒音低減に寄与することができる。又、角度バックラッシュも低減できる。又、前工程で形成した歯形ラインを整形することもでき、歯形精度やピッチ精度の向上も図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の研磨装置の概略構成図

50

【図2】図1のII-II矢視断面図

【図3】図1の主要部の拡大図

【図4】前記研磨装置で使用するフィルム研磨材の拡大断面図

【図5】本発明の実施形態の研磨方法を実施する前の工程で行う研削加工の説明図

【図6】本発明の研磨方法を行う前の加工面の粗さデータを示す特性図

【図7】本発明の研磨方法を行った後の加工面の粗さデータを示す特性図

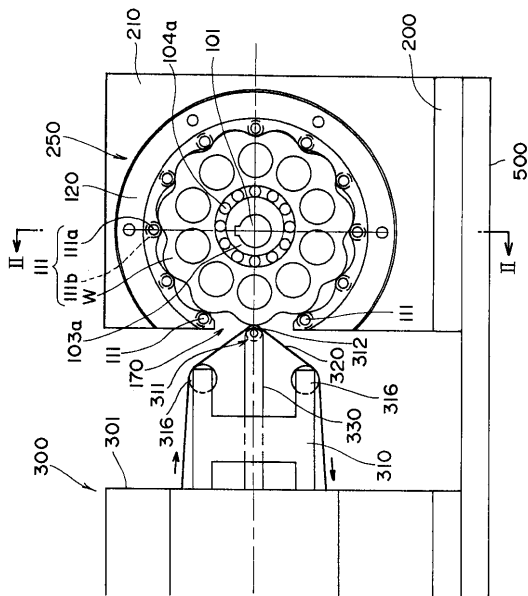
【図8】本発明による研磨対象のワークを含む内接噛合遊星外歯歯車機構の断面図

【図9】図8のIX-IX矢視断面図

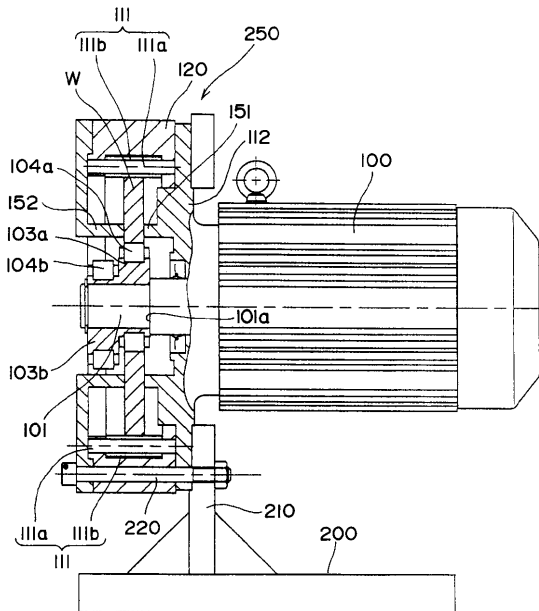
【符号の説明】

- W...外歯歯車(ワーク)
- 120...加工用の内歯歯車
- 170...切欠部
- 300...研磨加工機械
- 311...研磨ヘッド(研磨手段)
- 312...バックアップローラ
- 320...フィルム研磨材
- 250...創成運動部(創成運動生成手段)
- 400...整形砥石

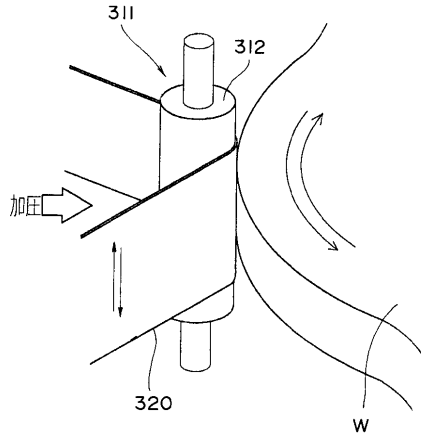
【図1】



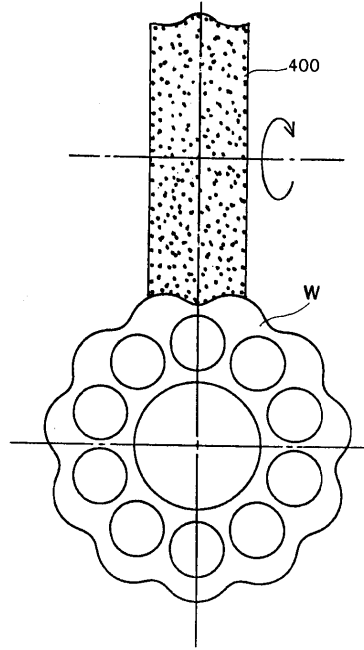
【図2】



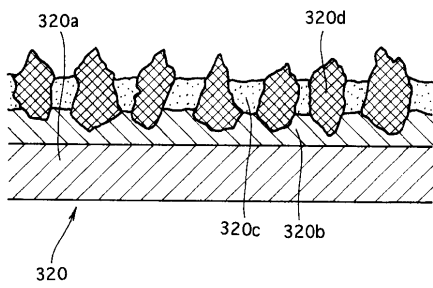
【図3】



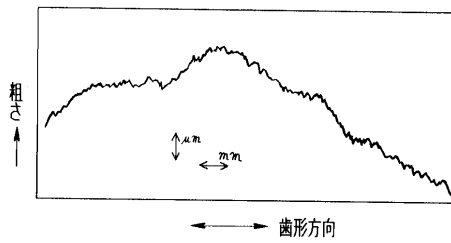
【図5】



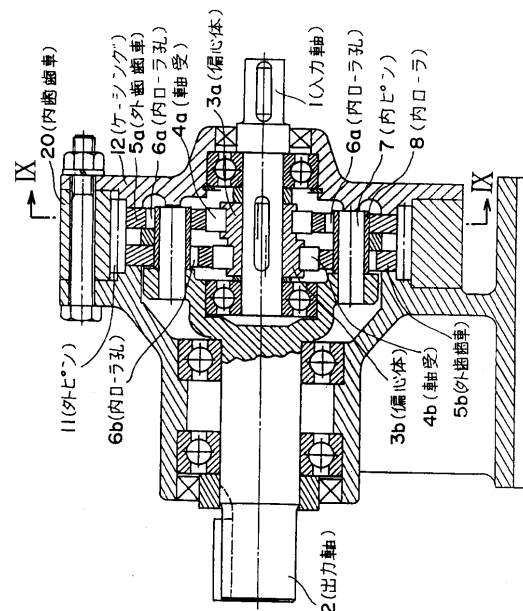
【図4】



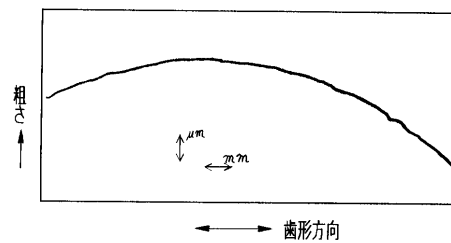
【図6】



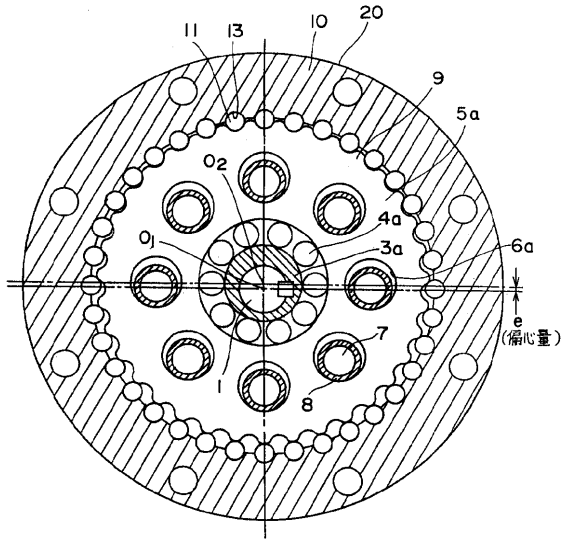
【図8】



【図7】



【図9】



---

フロントページの続き

審査官 中村 泰二郎

- (56)参考文献 特開平60-217017(JP,A)  
特公昭31-010900(JP,B1)  
特開昭59-059344(JP,A)  
実開平04-045658(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

B23F 1/00-23/12

B24B 21/16

B24B 19/09