

明 細 書

発明の名称：ウォームホイールの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ウォームホイールの製造方法に関する。

背景技術

[0002] ウォームシャフト及びウォームホイールを介して、電動モータの回転力をラック軸に伝達する電動パワーステアリング装置が知られている。ウォームホイールは、ウォームシャフトの歯と噛み合う複数の歯を有する。ウォームホイールの各歯は、ウォームシャフトが所定の方法に回転するときにウォームシャフトの歯によって押される第1歯面と、ウォームシャフトが逆方向に回転するときにウォームシャフトの歯によって押される第2歯面とを有する。

[0003] JP2013-160334Aには、第1歯面の一部及び第2歯面の一部が凹曲面状に形成されたウォームホイールが開示されている。具体的には、歯面の略半分の領域が凹曲面部分として形成され、他方の領域がヘリカル面部分として形成される。凹曲面部分は、歯の中央から端に向かうほど歯筋から離れるように形成され、ヘリカル面部分は、歯筋と平行に形成される。

[0004] また、JP2013-160334Aには、第1型と第2型とに分割可能な成形型を用いてウォームホイールを製造する方法が開示されている。第1型は第1歯面を成形する第1成形面を有し、第2型は第2歯面を成形する第2成形面を有する。第1型と第2型とは、第1成形面と第2成形面とが間隔を空けて対向しかつ第1型における第1成形面とは反対側の第1分割面が第2型における第2成形面とは反対側の第2分割面と接触するように、互いに組み合わされる。ウォームホイールの歯を成形するためのキャビティは、第1成形面と第2成形面とによって画定される。成形後のウォームホイールは、第1型と第2型を歯筋方向に沿って互いに引き離すことによって、第1型と第2型から取り外される。

発明の概要

- [0005] ウォームホイールがウォームシャフトと噛み合うと、ウォームホイールの歯に接触面圧が生じる。この接触面圧は、第1歯面及び第2歯面の曲面部を、ウォームシャフトの歯に対応した形状で形成しウォームシャフトとウォームホイールの歯どうしの接触面積を大きくすることによって低減される。接触面圧をより低減するために、曲面部をさらに大きくすることが望まれている。
- [0006] しかしながら、JP2013-160334Aに開示される方法では、第1型及び第2型から成形後のウォームホイールを取り外す際に、第1型及び第2型が歯筋方向に互いに引き離される。第1型及び第2型を歯筋方向に互いに引き離すためには、第1分割面及び第2分割面を歯筋方向に平行に形成する必要がある。そのため、第1歯面及び第2歯面の曲面部を大きくすることができない。
- [0007] 仮に、第1歯面及び第2歯面の曲面部を大きくすると、第1型の第1成形面及び第2型の第2成形面は、歯の中央から一端に向かうほど歯筋から離れるように形成されるだけでなく、歯の中央から他端に向かうほど歯筋から離れるように形成される。第1分割面及び第2分割面が歯筋に沿って形成されるので、第1型及び第2型の中央部が両端部よりも太くなる。そのため、第1型及び第2型を成形後のウォームホイールから抜き出すことができない。
- [0008] このように、JP2013-160334Aに開示される方法では、第1歯面及び第2歯面の曲面部を大きくすることができない。
- [0009] 本発明は、ウォームホイールの歯面の曲面部をウォームシャフトの歯に対応した形状で形成しつつ大きくすることを目的とする。
- [0010] 本発明は、ウォームシャフトのシャフト歯と噛み合う複数のホイール歯を備えるウォームホイールを製造する方法に関する。本発明のある態様によれば、ウォームホイールの製造方法は、所定方向へのウォームシャフトの回転時にシャフト歯によって押されるホイール歯の第1歯面を成形する第1型と、逆方向へのウォームシャフトの回転時にシャフト歯によって押されるホ

イール歯の第2歯面を成形する第2型と、を組み合わせ、第1型と第2型とによって画定されるキャビティを形成する工程と、キャビティに溶融材料を注入し、ホイール歯を成形する工程と、第1型及び第2型を、ホイール歯の歯筋に対して傾斜する方向に互いに引き離す工程と、を備える。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る製造方法により製造されるウォームホイールの側面図であり、ウォームシャフトと噛み合った状態を示す。

[図2]図2は、図1におけるウォームホイールの一部を示す斜視図である。

[図3]図3は、図2におけるウォームホイールのピッチ円筒面の部分展開図である。

[図4]図4は、本発明の実施形態に係る製造方法を説明するための図であり、第1型と第2型とを組み合わせた状態を示す。

[図5]図5は、本発明の実施形態に係る製造方法を説明するための図であり、キャビティに溶融樹脂を注入した状態を示す。

[図6]図6は、本発明の実施形態に係る製造方法を説明するための図であり、第1型と第2型とを互いに引き離した状態を示す。

[図7]図7は、比較例に係る製造方法を説明するための図である。

[図8]図8は、本発明の実施形態の変形例に係る製造方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係るウォームホイール10の製造方法について説明する。

[0013] 図1に示すように、ウォームホイール10は、ウォーム減速機100に用いられる。ウォーム減速機100では、ウォームホイール10はウォームシャフト20と噛み合う。ウォームシャフト20はモータの回転軸（不図示）に連結され、ウォームホイール10は例えばピニオン（不図示）に連結される。モータから出力される回転力は、ウォームホイール10及びピニオンを通じて車輪を転蛇するラック軸に伝達され、ドライバーによる車輪の操舵を

補助する。

- [0014] モータの回転軸の回転に伴ってウォームシャフト20が回転すると、ウォームホイール10が回転する。このとき、ウォームシャフト20の回転は、減速してウォームホイール10に伝達される。ウォームホイール10の回転に伴って、ピニオンが回転する。このように、ウォーム減速機100は、モータの回転をウォームシャフト20及びウォームホイール10を介して減速してピニオンに伝達する。
- [0015] ウォームシャフト20は、円柱状のシャフト本体21と、シャフト本体21の外周に螺旋状に形成されるシャフト歯22と、を有する。ウォームホイール10は、円環状のホイール本体11と、ホイール本体11の外周から突出する複数のホイール歯12と、を有する。ホイール歯12のピッチは、シャフト歯22のピッチとほぼ等しく、ホイール歯12がシャフト歯22と噛み合う。
- [0016] ホイール本体11及びホイール歯12は、樹脂材料からなり一体的に成形される。ホイール本体11の内周には金属製のスリーブ17が設けられる。
- [0017] ホイール歯12は、ウォームホイール10の外周に形成される。また、ホイール歯12は、ウォームホイール10の周方向と交差する第1及び第2歯面13, 14を有する。第2歯面14は、ホイール歯12の第1歯面13とは反対側に位置する。
- [0018] ウォームシャフト20が所定方向（図1に示すD1方向）に回転すると、ホイール歯12の第1歯面13がシャフト歯22によって押される。その結果、ウォームホイール10は、図1に示すD3方向に回転する。ウォームシャフト20が逆方向（図1に示すD2方向）に回転すると、ホイール歯12の第2歯面14がシャフト歯22によって押される。その結果、ウォームホイール10は、図1に示すD4方向に回転する。
- [0019] 図2は、ウォームホイール10の一部を示す斜視図である。図3は、ウォームホイール10のピッチ円筒面の部分展開図である。
- [0020] 図2及び図3に示すように、ホイール歯12は、ウォームホイール10の

回転軸 R に沿う方向（以下、単に「回転軸方向」と称する）と直交する第 1 及び第 2 端面 1 5, 1 6 を更に有する。第 2 端面 1 6 は、ホイール歯 1 2 の第 1 端面 1 5 とは反対側に位置する。

[0021] 図 3 に示すように、第 1 歯面 1 3 は、ウォームホイール 1 0 の回転軸 R に沿って第 1 端面 1 5 から平面状に形成される平面部 1 3 a と、平面部 1 3 a から第 2 端面 1 6 まで曲面状に形成される曲面部 1 3 b と、を有する。曲面部 1 3 b は、ウォームシャフト 2 0 のシャフト歯 2 2（図 1 参照）に対応して、平面部 1 3 a から D 4 方向に曲げられて形成される。

[0022] 第 2 歯面 1 4 は、第 1 歯面 1 3 と同様に、平面部 1 4 a と曲面部 1 4 b とを有する。平面部 1 4 a は、ウォームホイール 1 0 の回転軸 R に沿って第 2 端面 1 6 から平面状に形成される。曲面部 1 4 b は、ウォームシャフト 2 0 のシャフト歯 2 2 に対応した形状で曲面状に形成される。

[0023] 第 1 歯面 1 3 に曲面部 1 3 b が形成され第 2 歯面 1 4 に曲面部 1 4 b が形成されるので、ホイール歯 1 2 の歯筋方向は、回転軸方向に対して傾斜する。

[0024] ここで、「歯筋」は、第 1 端面 1 5 の中心と第 2 端面 1 6 の中心とを通る仮想線を意味し、図 3 において符合「T」が付された一点鎖線で示される。

「歯筋方向」は、歯筋 T に沿った方向を意味する。

[0025] 第 1 歯面 1 3 が曲面部 1 3 b を有するので、第 1 歯面 1 3 の全体が平面部 1 3 a のみによって形成された場合と比較して、ウォームシャフト 2 0 が D 1 方向に回転するときの第 1 歯面 1 3 とシャフト歯 2 2 との接触面積を増やすことができる。同様に、第 2 歯面 1 4 が曲面部 1 4 b を有するので、第 2 歯面 1 4 の全体が平面部 1 4 a のみによって形成された場合と比較して、ウォームシャフト 2 0 が D 2 方向に回転するときの第 2 歯面 1 4 とシャフト歯 2 2 との接触面積を増やすことができる。

[0026] 第 1 及び第 2 歯面 1 3, 1 4 とシャフト歯 2 2 との接触面積が増加することによって、第 1 及び第 2 歯面 1 3, 1 4 に生じる接触面圧を低減することができる。したがって、ホイール歯 1 2 の耐久性を向上させることができる。

。

[0027] 次に、ウォームホイール 10 のホイール歯 12 を成形するための金型 30 について、図 4 から図 6 を参照して説明する。金型 30 は、第 1 金型ブロック 40 と第 2 金型ブロック 50 とに分割可能に形成される。

[0028] 第 1 金型ブロック 40 は、ホイール歯 12 の第 1 歯面 13 (図 3 参照) を成形する複数の第 1 型 43 を有する。第 1 型 43 は、第 1 金型ブロック 40 の本体部 41 から突出する。第 1 型 43 の成形面 44 には、第 1 歯面 13 に対応して、平面部 44 a と曲面部 44 b とが形成される。つまり、平面部 44 a は回転軸 R に沿って平面状に形成され、曲面部 44 b は平面部 44 a から D4 方向に曲げられて形成される。

[0029] 第 2 金型ブロック 50 は、ホイール歯 12 の第 2 歯面 14 (図 3 参照) を成形する複数の第 2 型 53 を有する。第 2 型 53 は、第 2 金型ブロック 50 の本体部 51 から突出する。第 2 型 53 の成形面 54 には、第 2 歯面 14 に対応して、平面部 54 a と曲面部 54 b とが形成される。

[0030] 第 1 金型ブロック 40 と第 2 金型ブロック 50 とを組み合わせた状態では、成形面 44 と成形面 54 とが間隔を空けて対向する。第 1 型 43 の先端は、第 2 金型ブロック 50 の本体部 51 の側面 52 に接触する。第 2 型 53 の先端は、第 1 金型ブロック 40 の本体部 41 の側面 42 に接触する。

[0031] ホイール歯 12 (図 3 参照) を成形するためのキャビティ 31 は、成形面 44, 54、及び側面 42、52 によって画定される。つまり、本体部 41 の側面 42 がホイール歯 12 の第 1 端面 15 を成形し、本体部 51 の側面 52 がホイール歯 12 の第 2 端面 16 を成形する。

[0032] また、第 1 金型ブロック 40 と第 2 金型ブロック 50 とを組み合わせた状態では、第 1 型 43 における成形面 44 とは反対側の面 45 と、第 2 型 53 における成形面 54 とは反対側の面 55 と、が互いに接する。つまり、金型 30 は、面 45 及び面 55 を境に分割可能である。以下において、「面 45」、「面 55」を、それぞれ、「分割面 45」、「分割面 55」とも称する。

。

[0033] 次に、ウォームホイール 10 の製造方法、より具体的にはホイール歯 12 の成形方法について説明する。

[0034] まず、図 4 に示すように、第 1 金型ブロック 40 と第 2 金型ブロック 50 とを組み合わせ、キャビティ 31 を形成する。次に、図 5 に示すように、キャビティ 31 に溶融樹脂を注入し、溶融樹脂を冷却する。樹脂がキャビティ 31 の形状に対応した形状で固まり、樹脂製のホイール歯 12 が成形される。

[0035] 次に、図 6 に示すように、第 1 金型ブロック 40 と第 2 金型ブロック 50 とを回転軸方向に互いに引き離す。その結果、成形後のウォームホイール 10 が第 1 金型ブロック 40 と第 2 金型ブロック 50 とから取り外される。

[0036] 本実施形態では、第 1 金型ブロック 40 及び第 2 金型ブロック 50 が回転軸方向に互いに引き離されるので、第 1 金型ブロック 40 の分割面 45 及び第 2 金型ブロック 50 の分割面 55 は、ウォームホイール 10 の回転軸 R に沿って形成される。

[0037] 第 1 型 43 の曲面部 44 b は、前述のように、回転軸 R に沿う平面部 44 a から D4 方向に曲げられて形成される。第 1 型 43 の分割面 45 が回転軸 R に沿って形成されるので、曲面部 44 b は、平面部 44 a から第 1 型 43 の先端に向かうほど分割面 45 に近づくように曲げられて形成される。そのため、第 1 型 43 は、基端（第 1 型 43 を引き離す方向における第 1 型 43 の端部）から先端に向かうほど細く形成される。したがって、第 1 型 43 を成形後のウォームホイール 10 から抜き出すことができる。

[0038] 同様に、第 2 型 53 の曲面部 54 b は、回転軸 R に沿う平面部 54 a から D3 方向に曲げられて形成される。第 2 型 53 の分割面 55 が回転軸 R に沿って形成されるので、曲面部 54 b は、平面部 54 a から第 2 型 53 の先端に向かうほど分割面 55 に近づくように曲げられて形成される。そのため、第 2 型 53 は、基端（第 2 型 53 を引き離す方向における第 2 型 53 の端部）から先端に向かうほど細く形成される。したがって、第 2 型 53 を成形後のウォームホイール 10 から抜き出すことができる。

[0039] ここで、比較例に係るウォームホイールの製造方法について、図7を参照して説明する。比較例においても、第1金型ブロック140は、成形面144と分割面145とを有する複数の第1型143を有し、第2金型ブロック150は、成形面154と分割面155とを有する複数の第2型153を有する。成形面144には平面部144aと曲面部144bとが形成され、成形面154には平面部154aと曲面部154bとが形成されている。

[0040] 比較例では、第1金型ブロック140と第2金型ブロック150とは、ホイール歯112の歯筋方向に互いに引き離される。この場合、第1型143の分割面145は、歯筋Tに沿って形成される。そのため、第1型143の平面部144aは歯筋Tに沿って形成され、第1型143の曲面部144bは平面部144aからD4方向に曲げられて形成される。

[0041] 仮に、比較例において、図7に2点差線で示すように、平面部144aを回転軸Rに沿って形成した場合、平面部144aは、基端から曲面部144bに向かうほど分割面145から離れるように延在する。また、曲面部144bを平面部144aから曲げて形成した場合、曲面部144bの一部は、平面部144aから第1型143の中央に向かうほど分割面145から離れるように曲がる。そのため、第1型143は、基端から中央に向かうほど太く形成される。したがって、第1型143を成形後のウォームホイールから抜き出すことができない。

[0042] このように、比較例では、平面部144aを歯筋Tに沿って形成しているため曲面部144bを平面部144aから曲げて形成する。つまり、比較例では、平面部144aを歯筋Tに対して傾斜するように形成することができず、また、曲面部144bを、平面部144aから第1型143の中央に向かうほど歯筋Tに近づくように形成することができない。

[0043] ホイール歯112の第1歯面113は第1型143の成形面144の形状に対応した形状で成形されるので、ホイール歯112の平面部113aを歯筋Tに対して傾斜するように形成することができない。また、ホイール歯112の曲面部113bを平面部113aからホイール歯112の中央へ向か

うほど歯筋Tに近づくように曲げることができない。したがって、ホイール歯112の曲面部113bを、ウォームシャフト20のシャフト歯22（図1参照）に対応した形状で形成しつつ大きくすることができない。

[0044] 同様に、比較例では、第2型153の分割面155を歯筋Tに沿って形成する必要がある。そのため、ホイール歯112の平面部114aを歯筋Tに対して傾斜するように形成することができず、曲面部114bを平面部114aからホイール歯112の中央へ向かうほど歯筋Tに近づくように曲げることができない。したがって、ホイール歯112の曲面部114bを、ウォームシャフト20のシャフト歯22（図1参照）に対応した形状で形成しつつ大きくすることができない。

[0045] 本実施形態では、図6に示すように、第1金型ブロック40が第2金型ブロック50から回転軸方向に引き離されるので、第1型43の分割面45が回転軸Rに沿って形成される。そのため、回転軸Rに沿って形成された第1型43の平面部44aは、分割面45に沿って延在する。また、平面部44aから曲げて形成された曲面部44bは、平面部44aから第1型43の先端に向かうほど分割面45に近づくように曲がる。そのため、第1型43は、基端から先端に向かうほど細く形成される。したがって、第1型43を成形後のウォームホイール10から抜き出すことができる。

[0046] このように、本実施形態では、平面部44aを回転軸Rに沿って形成することができ曲面部44bを平面部44aから曲げて形成することができる。つまり、平面部44aを歯筋Tに対して傾斜するように形成することができ、また、曲面部44bを、平面部44aから第1型43の中央に向かうほど歯筋Tに近づくように形成することができる。

[0047] ホイール歯12の第1歯面13は第1型43の成形面44の形状に対応した形状で成形されるので、ホイール歯12の平面部13aを歯筋Tに対して傾斜するように形成することができる。また、ホイール歯12の曲面部13bを平面部13aからホイール歯12の中央へ向かうほど歯筋Tに近づくように曲げることができる。したがって、ホイール歯12の曲面部13bを、

ウォームシャフト20のシャフト歯22（図1参照）に対応した形状で形成しつつ大きくすることができる。

[0048] 同様に、第2型53の分割面55は回転軸Rに沿って形成される。そのため、ホイール歯12の平面部14aを歯筋Tに対して傾斜するように形成することができ、曲面部14bを平面部14aからホイール歯12の中央へ向かうほど歯筋Tに近づくように曲げることができる。したがって、ホイール歯12の曲面部14bを、ウォームシャフト20のシャフト歯22（図1参照）に対応した形状で形成しつつ大きくすることができる。

[0049] また、本実施形態では、第1型43が第2型53から回転軸方向に引き離されるので、第1型43の分割面45が回転軸Rに沿って形成される。そのため、成形面44の接線が回転軸Rと平行になるまで、成形面44を、中央から基端に向かうほど歯筋Tから離れるように曲げて形成することができる。同様に、成形面54の接線が回転軸Rと平行になるまで、成形面54を、中央から基端に向かうほど歯筋Tから離れるように曲げて形成することができる。したがって、ホイール歯12の曲面部13b, 14bをシャフト歯22に対応した形状で形成しつつより大きくすることができる。

[0050] 本実施形態では、第1歯面13に平面部13aと曲面部13bが形成されるが、第1歯面13の全体が曲面状に形成されていてもよい。同様に、第2歯面14の全体が曲面状に形成されていてもよい。つまり、第1型43を用いて第1歯面13の全体を曲面状に形成し、第2型53を用いて第2歯面14の全体を曲面状に形成してもよい。

[0051] 第1型43を用いて第1歯面13の全体が曲面状に形成され第2型53を用いて第2歯面14の全体が曲面状に形成されるので、第1及び第2歯面13, 14の全体を曲面状に形成する際に、型成形によって成形したホイール歯12に加工を加える必要がない。したがって、より少ない工数で第1及び第2歯面13, 14の曲面部13b, 14bを大きくすることができる。

[0052] 第1金型ブロック40及び第2金型ブロック50は、回転軸方向に沿って引き離される形態に限られず、ホイール歯12の歯筋Tに対して傾斜する方

向に引き離されればよい。この場合であっても、第1金型ブロック40と第2金型ブロック50との分割面45, 55は、歯筋Tに対して傾斜して形成される。そのため、第1型43及び第2型53の成形面44, 54を、中央から基端に向かうほど歯筋Tから離れるように曲げて形成することができる。したがって、ホイール歯12の曲面部13b, 14bをシャフト歯22に対応した形状で形成しつつ大きくすることができる。

[0053] 第1金型ブロック40及び第2金型ブロック50を引き離す方向は、歯筋Tに対して回転軸R側に傾斜していることが好ましい。この場合には、分割面45, 55は、歯筋Tに対して回転軸R側に傾斜して形成される。そのため、第1型43及び第2型53の成形面44, 54を、中央から基端の近傍まで歯筋Tから離れるように曲げて形成することができる。したがって、曲面部13b, 14bをシャフト歯22に対応した形状で形成しつつ大きくすることができる。

[0054] 図8は、本実施形態の変形例に係る製造方法を説明するための図であり、この製造方法によって製造されるホイール歯212、及びこの製造方法において用いられる金型230を示す。ホイール歯212（図3参照）を成形するためのキャビティ231は、第1金型ブロック240と第2金型ブロック250とによって画定される。

[0055] 第1金型ブロック240の分割面245は、歯筋Tから回転軸R側にかつ回転軸Rを超えて傾斜している。同様に、第2金型ブロック250の分割面255は、歯筋Tから回転軸R側にかつ回転軸Rを超えて傾斜している。金型230では、ホイール歯212の成形後に、第1金型ブロック240と第2金型ブロック250とが、分割面245, 255に沿って、つまり歯筋Tから回転軸R側にかつ回転軸Rを超えて傾斜する方向に互いに引き離される。

[0056] 変形例に係る製造方法では、第1型243及び第2型253の基端における成形面244, 254が分割面245, 255と平行になるまで成形面244, 254を曲面状に形成することができる。したがって、ホイール歯2

1 2 の第 1 及び第 2 歯面 2 1 3, 2 1 4 の曲面部 2 1 3 b, 2 1 4 b を拡大させることができ、ホイール歯 2 1 2 とシャフト歯 2 2 (図 1 参照) との接触面積を大きくすることができる。

[0057] 以下、本発明の実施形態の構成、作用、及び効果をまとめて説明する。

[0058] 本実施形態は、ウォームシャフト 2 0 のシャフト歯 2 2 と噛み合う複数のホイール歯 1 2, 2 1 2 を備えるウォームホイール 1 0 の製造方法に係る。ウォームホイール 1 0 の製造方法は、D 1 方向へのウォームシャフト 2 0 の回転時にシャフト歯 2 2 によって押されるホイール歯 1 2, 2 1 2 の第 1 歯面 1 3, 2 1 3 を成形する第 1 型 4 3, 2 4 3 と、D 2 方向へのウォームシャフト 2 0 の回転時にシャフト歯 2 2 によって押されるホイール歯 1 2, 2 1 2 の第 2 歯面 1 4, 2 1 4 を成形する第 2 型 5 3, 2 5 3 と、を組み合わせ、第 1 型 4 3, 2 4 3 と第 2 型 5 3, 2 5 3 とによって画定されるキャビティ 3 1, 2 3 1 を形成する工程と、キャビティ 3 1, 2 3 1 に溶融樹脂を注入し、ホイール歯 1 2, 2 1 2 を成形する工程と、第 1 型 4 3, 2 4 3 及び第 2 型 5 3, 2 5 3 を、ホイール歯 1 2, 2 1 2 の歯筋 T に対して傾斜する方向に互いに引き離す工程と、を備える。

[0059] この構成では、第 1 型 4 3, 2 4 3 及び第 2 型 5 3, 2 5 3 が歯筋 T に対して傾斜する方向に互いに引き離されるので、第 1 型 4 3, 2 4 3 と第 2 型 5 3, 2 5 3 との分割面 4 5, 2 4 5, 5 5, 2 5 5 は、歯筋 T に対して傾斜して形成される。そのため、第 1 型 4 3, 2 4 3 及び第 2 型 5 3, 2 5 3 の成形面 4 4, 2 4 4, 5 4, 2 5 4 を、中央から基端に向かうほど歯筋 T から離れるように曲げて形成することができる。したがって、ホイール歯 1 2, 2 1 2 の曲面部 1 3 b, 2 1 3 b, 1 4 b, 2 1 4 b をシャフト歯 2 2 に対応した形状で形成しつつ大きくすることができる。

[0060] また、ウォームホイール 1 0 の製造方法は、ホイール歯 1 2, 2 1 2 の歯筋 T に対して回転軸 R 側に傾斜する方向に第 1 型 4 3, 2 4 3 及び第 2 型 5 3, 2 5 3 を互いに引き離す。

[0061] この構成では、第 1 型 4 3, 2 4 3 及び第 2 型 5 3, 2 5 3 がホイール歯

1 2, 2 1 2の歯筋Tに対して回転軸R側に傾斜する方向に互いに引き離されるので、第1型4 3, 2 4 3と第2型5 3, 2 5 3との分割面4 5, 2 4 5, 5 5, 2 5 5は、歯筋Tに対して回転軸R側に傾斜して形成される。そのため、第1型4 3, 2 4 3及び第2型5 3, 2 5 3の成形面4 4, 2 4 4, 5 4, 2 5 4を、中央から基端の近傍まで歯筋Tから離れるように曲げて形成することができる。したがって、ホイール歯1 2, 2 1 2の曲面部1 3 b, 2 1 3 b, 1 4 b, 2 1 4 bをシャフト歯2 2に対応した形状で形成しつつ大きくすることができる。

[0062] また、ウォームホイール1 0の製造方法は、ウォームホイール1 0の回転軸Rに沿う方向に第1型4 3及び第2型5 3を互いに引き離す。

[0063] この構成では、第1型4 3及び第2型5 3が回転軸方向に互いに引き離されるので、第1型4 3と第2型5 3との分割面4 5, 5 5は、回転軸Rに沿って形成される。そのため、成形面4 4, 5 4の接線が回転軸Rと平行になるまで、成形面4 4, 5 4を、中央から基端に向かうほど歯筋Tから離れるように曲げて形成することができる。したがって、ホイール歯1 2の曲面部1 3 b, 1 4 bをシャフト歯2 2に対応した形状で形成しつつより大きくすることができる。

[0064] また、ウォームホイール1 0の製造方法は、第1型4 3, 2 4 3を用いて第1歯面1 3, 2 1 3の全体を曲面状に形成するとともに第2型5 3, 2 5 3を用いて第2歯面1 4, 2 1 4の全体を曲面状に形成する。

[0065] この構成では、第1型4 3, 2 4 3を用いて第1歯面1 3, 2 1 3の全体が曲面状に形成され第2型5 3, 2 5 3を用いて第2歯面1 4, 2 1 4の全体が曲面状に形成されるので、第1及び第2歯面1 3, 2 1 3, 1 4, 2 1 4の全体を曲面状に形成する際に、型成形によって成形したホイール歯1 2, 2 1 2に加工を加える必要がない。したがって、より少ない工数でホイール歯1 2, 2 1 2の曲面部1 3 b, 2 1 3 b, 1 4 b, 2 1 4 bを大きくすることができる。

[0066] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適

用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

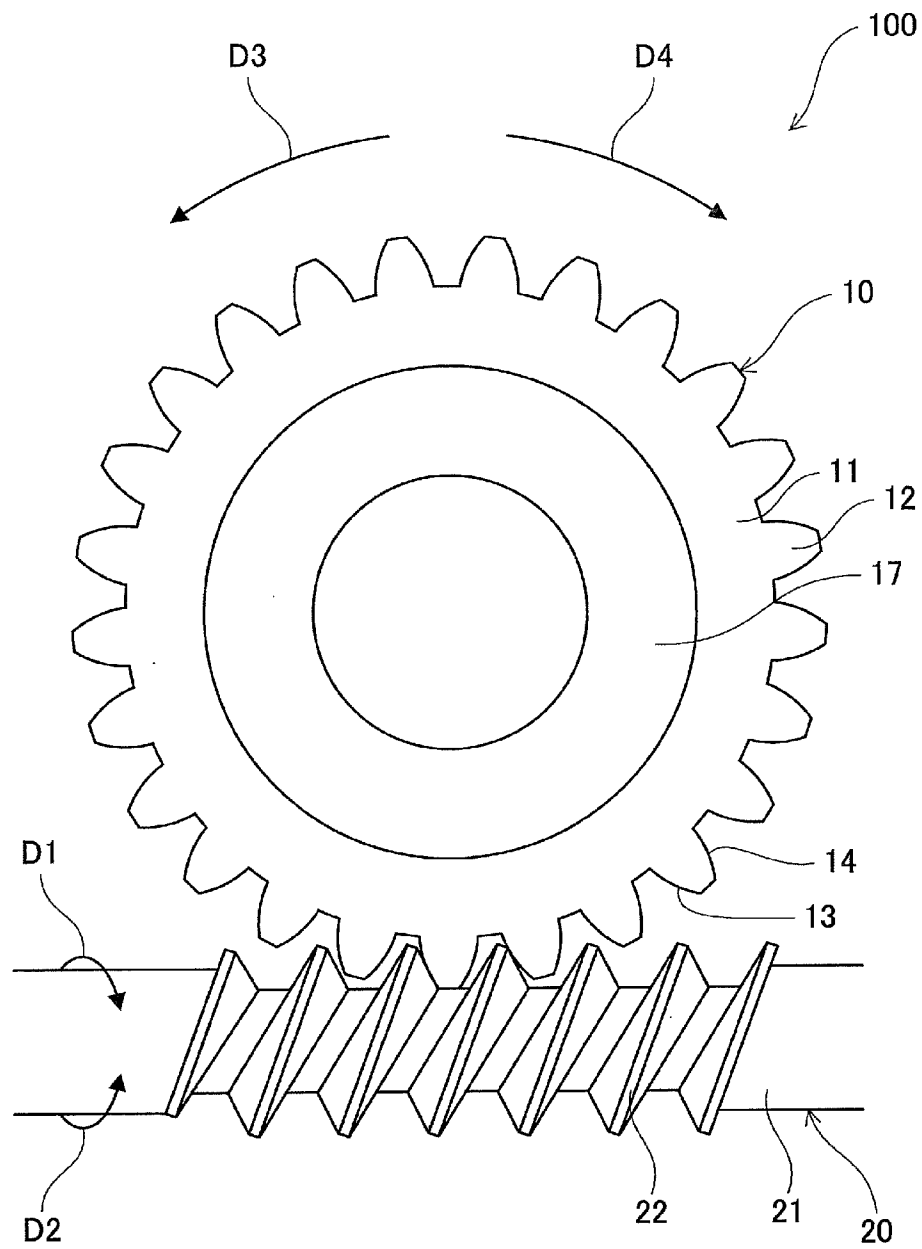
[0067] 例えば、上記実施形態では、ホイール歯 12, 212 は樹脂からなる。樹脂に代え、溶融可能な材料からホイール歯 12, 212 が形成されていてもよい。

[0068] 本願は 2016 年 3 月 28 日に日本国特許庁に出願された特願 2016-63851 に基づく優先権を主張し、この出願の全ての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

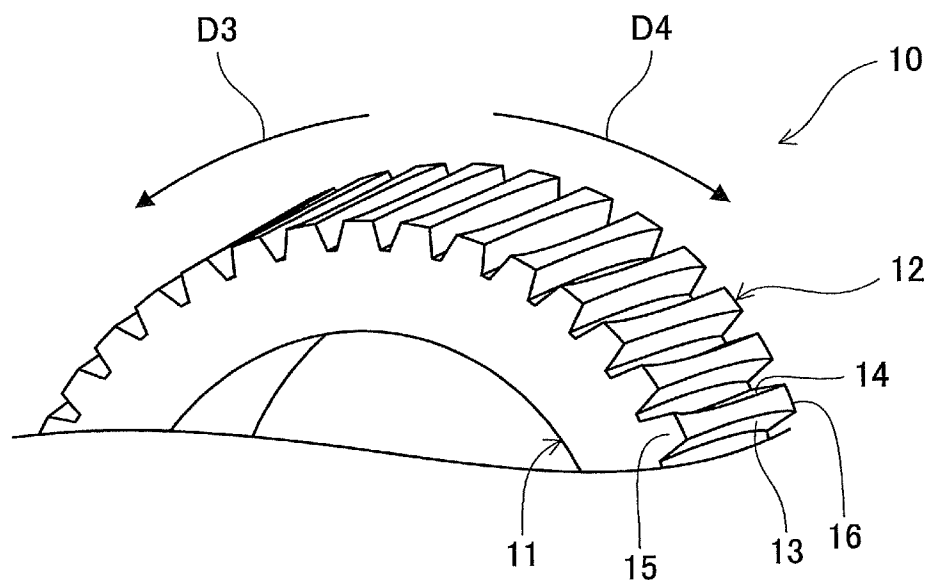
請求の範囲

- [請求項1] ウォームシャフトのシャフト歯と噛み合う複数のホイール歯を備えるウォームホイールの製造方法であって、
- 所定の方向への前記ウォームシャフトの回転時に前記シャフト歯によって押される前記ホイール歯の第1歯面を成形する第1型と、逆方向への前記ウォームシャフトの回転時に前記シャフト歯によって押される前記ホイール歯の第2歯面を成形する第2型と、を組み合わせ、前記第1型と前記第2型とによって画定されるキャビティを形成する工程と、
- 前記キャビティに溶融材料を注入し、前記ホイール歯を成形する工程と、
- 前記第1型及び前記第2型を、前記ホイール歯の歯筋に対して傾斜する方向に互いに引き離す工程と、を備える
- ウォームホイールの製造方法。
- [請求項2] 請求項1に記載のウォームホイールの製造方法であって、
- 前記ホイール歯の歯筋に対して前記ウォームホイールの回転軸側に傾斜する方向に前記第1型及び前記第2型を互いに引き離す
- ウォームホイールの製造方法。
- [請求項3] 請求項1に記載のウォームホイールの製造方法であって、
- 前記ウォームホイールの回転軸に沿う方向に前記第1型及び前記第2型を互いに引き離す
- ウォームホイールの製造方法。
- [請求項4] 請求項1に記載のウォームホイールの製造方法であって、
- 前記第1型を用いて前記第1歯面の全体を曲面状に形成するとともに前記第2型を用いて前記第2歯面の全体を曲面状に形成する
- ウォームホイールの製造方法。

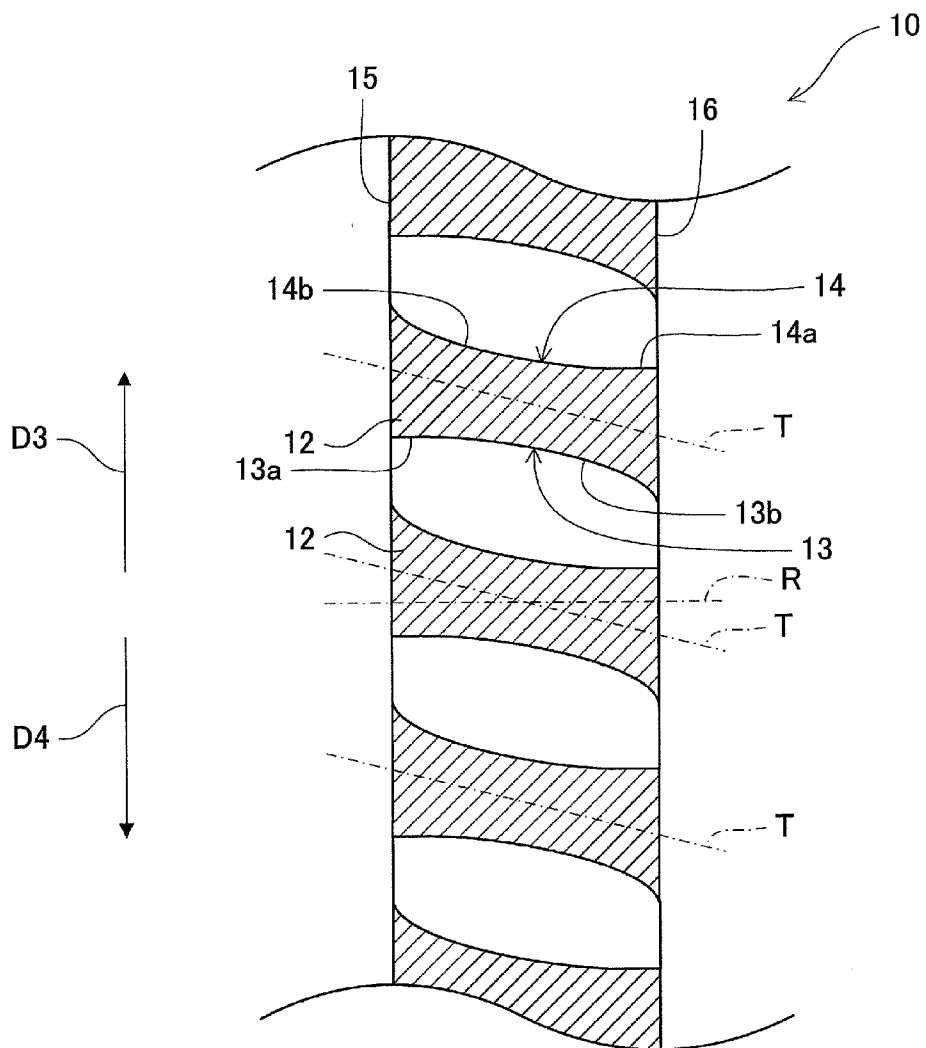
[図1]



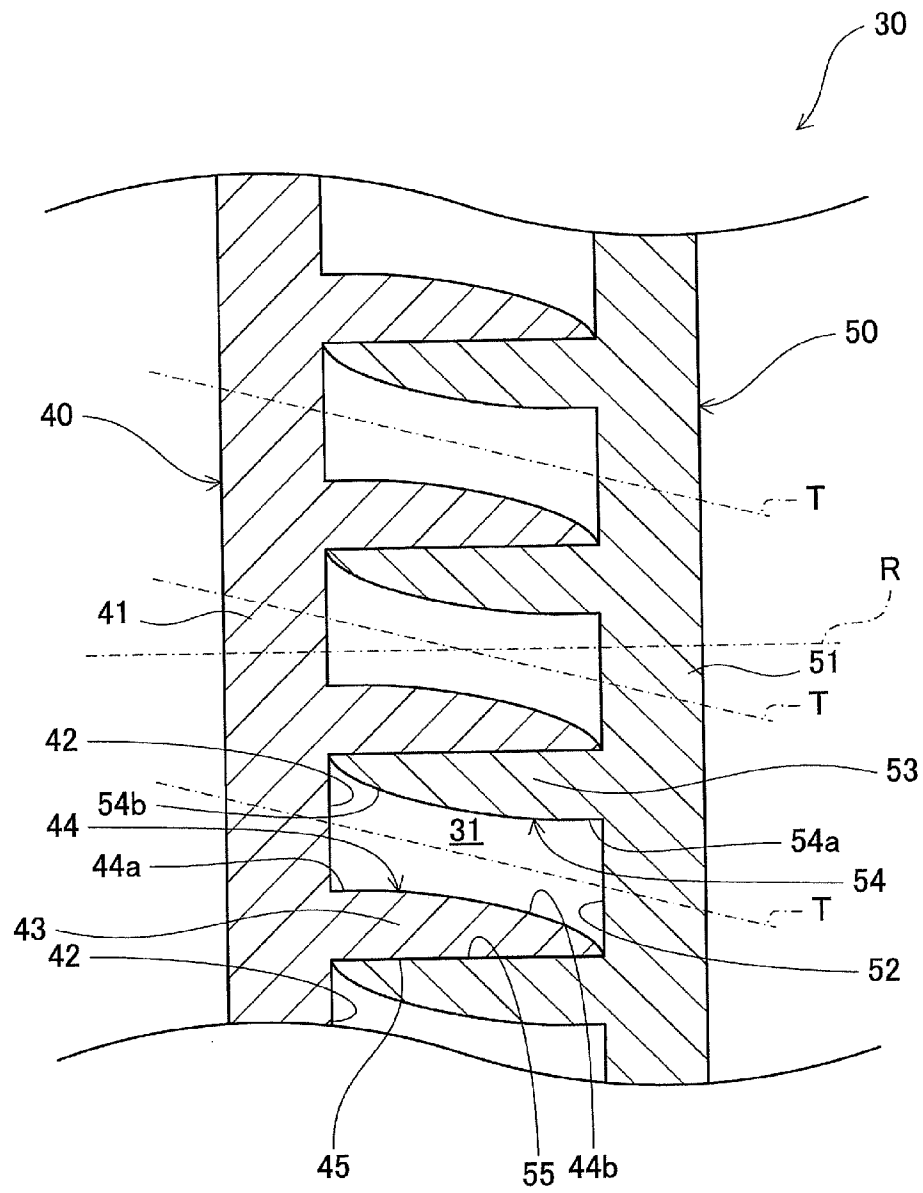
[図2]

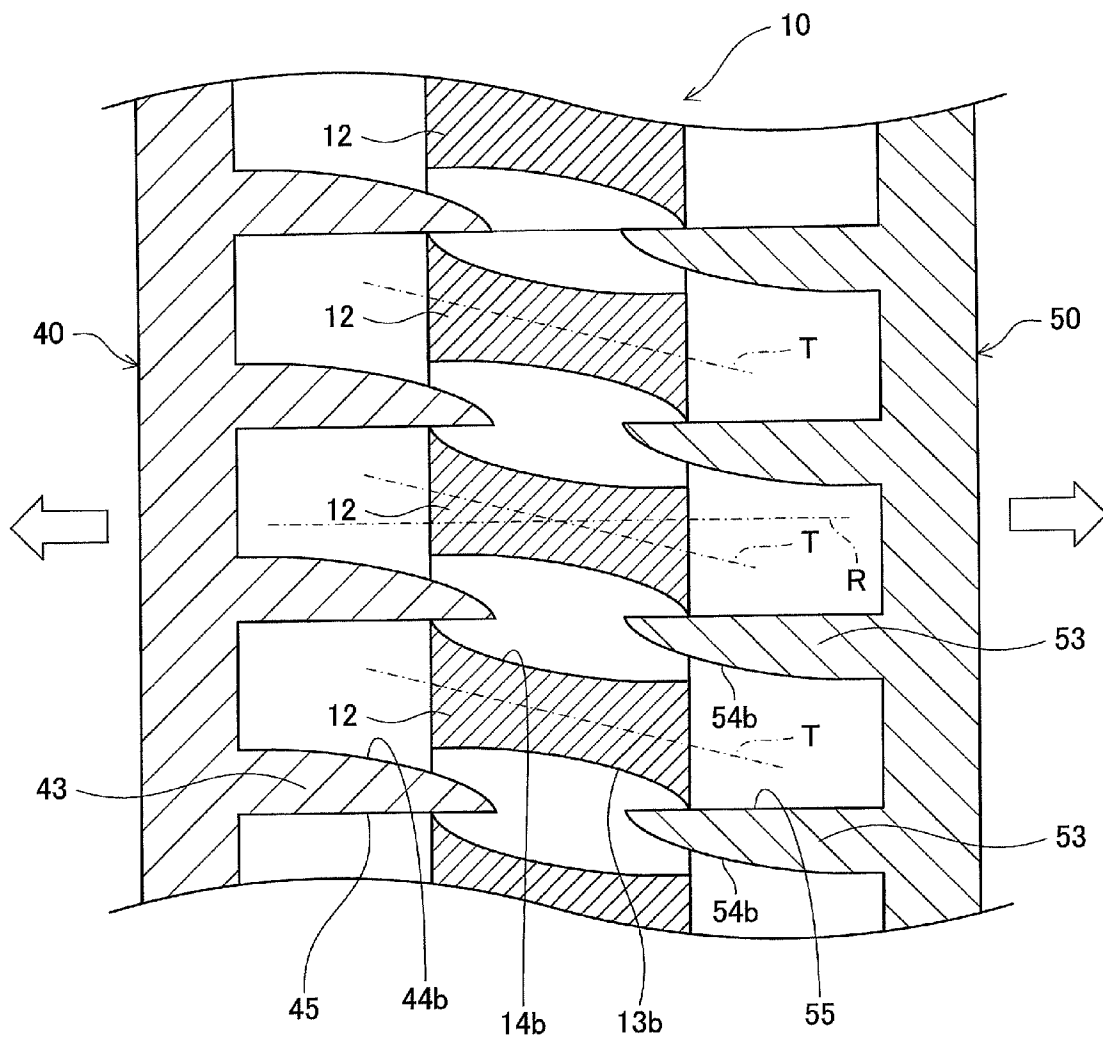


[図3]

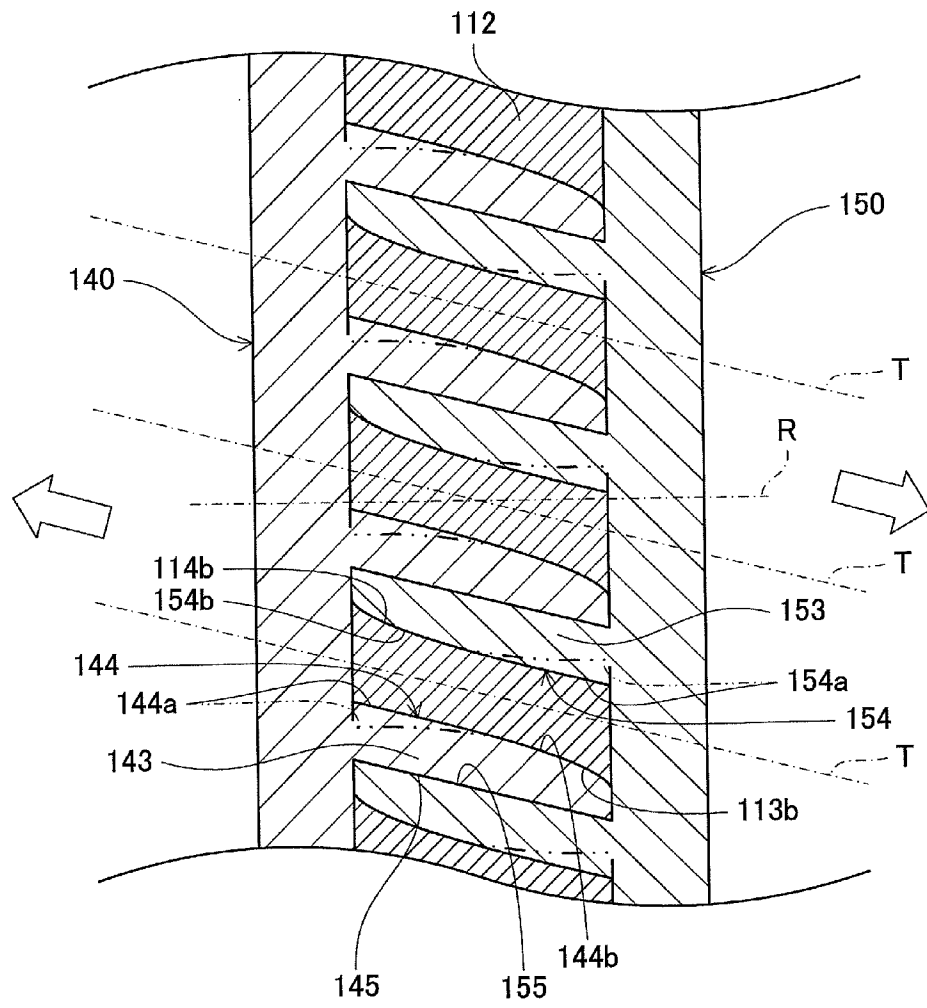


[図4]

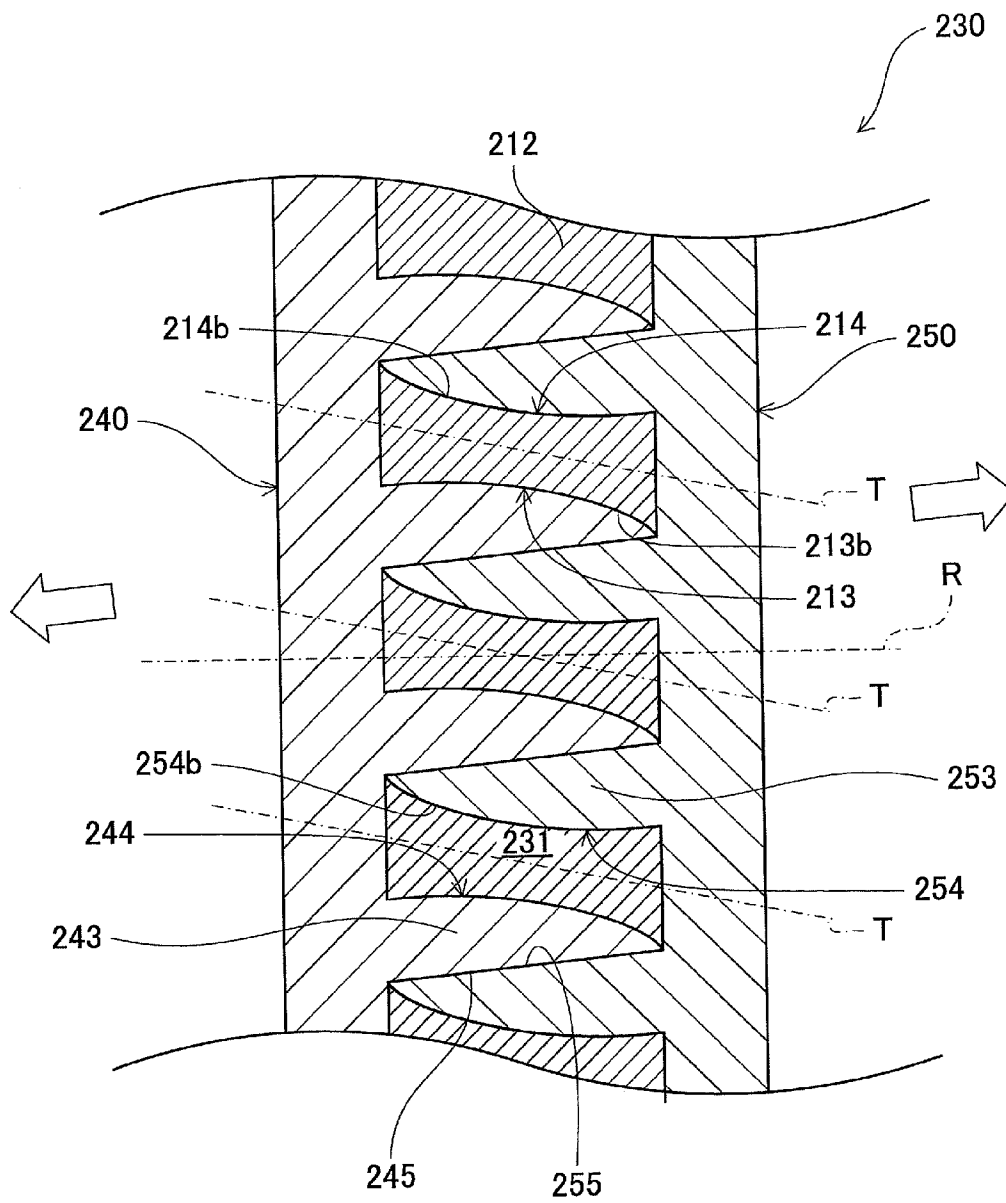




[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/005739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H55/22(2006.01)i, B29C33/42(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, F16H55/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16H55/22, B29C33/42, B62D5/04, F16H55/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-160334 A (JTEKT Corp.), 19 August 2013 (19.08.2013), fig. 6 & US 2013/0199325 A1 fig. 6 & EP 2626594 A1	1-4
A	JP 2007-245521 A (Hiwin Technologies Corp.), 27 September 2007 (27.09.2007), fig. 4 to 5 (Family: none)	1-4
A	JP 2009-137067 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 25 June 2009 (25.06.2009), fig. 7 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 May 2017 (08.05.17)

Date of mailing of the international search report
16 May 2017 (16.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/005739

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 02-63661 A (Honda Motor Co., Ltd.), 02 March 1990 (02.03.1990), fig. 3 to 5 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16H55/22(2006.01)i, B29C33/42(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, F16H55/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16H55/22, B29C33/42, B62D5/04, F16H55/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-160334 A（株式会社ジェイテクト）2013.08.19, 図6 & US 2013/0199325 A1、Fig. 6 & EP 2626594 A1	1-4
A	JP 2007-245521 A（上銀科技股▲分▼有限公司）2007.09.27, 図4-5（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2009-137067 A（アイシン精機株式会社）2009.06.25, 図7 （ファミリーなし）	1-4

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.05.2017

国際調査報告の発送日

16.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

塚本 英隆

3 J

3331

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 02-63661 A (本田技研工業株式会社) 1990. 03. 02, 第 3 - 5 図 (ファミリーなし)	1-4