

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7529911号
(P7529911)

(45)発行日 令和6年8月6日(2024.8.6)

(24)登録日 令和6年7月29日(2024.7.29)

(51)国際特許分類

F I

F 1 6 H 55/12 (2006.01)

F 1 6 H 55/12

請求項の数 15 (全26頁)

(21)出願番号	特願2023-529547(P2023-529547)	(73)特許権者	000001247
(86)(22)出願日	令和4年3月10日(2022.3.10)		株式会社ジェイテクト
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/010695		愛知県刈谷市朝日町一丁目1番地
(87)国際公開番号	WO2022/264559	(73)特許権者	000237307
(87)国際公開日	令和4年12月22日(2022.12.22)		株式会社ジェイテクトコラムシステム
審査請求日	令和5年12月12日(2023.12.12)		静岡県湖西市鷺津2028
(31)優先権主張番号	PCT/JP2021/023087	(74)代理人	100105957
(32)優先日	令和3年6月17日(2021.6.17)		弁理士 恩田 誠
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(74)代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(72)発明者	川村 尚史
			愛知県刈谷市朝日町一丁目1番地 株式
			会社ジェイテクト内
		(72)発明者	鈴木 宏明
			愛知県刈谷市朝日町一丁目1番地 株式
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 歯車、及びステアリング装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

環状のスリーブと、
前記スリーブの一部を覆うように射出成型により設けられた環状の歯部と、を有し、
前記スリーブは、前記スリーブの軸方向に積層された環状の複数の鋼板を含む積層体であり、
前記スリーブは、前記スリーブを前記軸方向に貫通する複数の肉抜き孔を有し、
前記複数の肉抜き孔は、前記軸方向から見た場合の形状が互いに異なる、第1肉抜き孔と、第2肉抜き孔とを含んでおり、
前記複数の肉抜き孔は、前記スリーブが1回転する間のいずれの位相位置においても異なる状態となるように、前記スリーブの周方向に配置され、
前記複数の鋼板の各々は、前記鋼板を前記軸方向に貫通する複数の肉抜き用貫通孔を有し、
前記複数の肉抜き用貫通孔は、前記軸方向から見た場合の形状が互いに異なる、第1肉抜き用貫通孔と、第2肉抜き用貫通孔とを含んでおり、
前記複数の肉抜き用貫通孔は、前記スリーブが1回転する間のいずれの位相位置においても異なる状態となるように、前記スリーブの周方向に配置され、
前記複数の肉抜き用貫通孔は、前記複数の鋼板が積層された状態で前記複数の肉抜き孔を形成する歯車。

【請求項2】

10

20

前記スリーブは、前記歯部によって覆われる部位に結合部を有し、前記結合部は、前記歯部に対する前記スリーブの周方向への移動を抑制するべく、前記歯部と結合し、

前記複数の鋼板の各々は結合形成部を有し、前記結合形成部は、前記複数の鋼板が積層された状態で前記結合部を形成する請求項 1 に記載の歯車。

【請求項 3】

前記結合部は、前記スリーブの外周面において前記軸方向に延びる複数の溝を含み、

前記複数の溝は、前記周方向において所定間隔を空けて配置され、

各鋼板の前記結合形成部は複数の鋼板溝を含み、前記複数の鋼板溝は、前記複数の鋼板が積層された状態で前記複数の溝を形成する請求項 2 に記載の歯車。

【請求項 4】

前記複数の肉抜き孔は、前記スリーブの周方向に所定間隔を空けて配置され、

前記複数の肉抜き用貫通孔は、前記周方向に所定間隔を空けて配置される請求項 1 に記載の歯車。

【請求項 5】

前記複数の鋼板の各々は、前記軸方向に突出する鋼板凸部と、前記軸方向に深さを有する鋼板凹部とを有し、

前記複数の鋼板の各々は、前記複数の鋼板が積層された状態で互いに隣接した前記鋼板の前記鋼板凸部と前記鋼板凹部とが嵌合するように構成される請求項 1 ～ 請求項 4 のうちいずれか一項に記載の歯車。

【請求項 6】

前記鋼板凸部と前記鋼板凹部とは、前記歯部によって覆われる各鋼板の部位に設けられている請求項 5 に記載の歯車。

【請求項 7】

前記鋼板凸部と前記鋼板凹部とは、前記歯部によって覆われる各鋼板の部位に設けられ、前記鋼板凸部と前記鋼板凹部とは、夫々同数が、前記スリーブの周方向に等間隔を空けて配置されている請求項 5 に記載の歯車。

【請求項 8】

前記鋼板凸部と前記鋼板凹部とは、前記歯部によって覆われる各鋼板の部位に設けられ、前記鋼板凸部と前記鋼板凹部とは、夫々同数が、前記スリーブの周方向に交互に配置されている請求項 5 に記載の歯車。

【請求項 9】

前記鋼板凸部と前記鋼板凹部とは、前記歯部によって覆われない各鋼板の部位に設けられており、

前記スリーブは、前記歯部によって覆われる部位において、前記スリーブを前記軸方向に貫通することによって前記軸方向における前記歯部の両側の部位を相互に連結する連結孔を有し、

前記複数の鋼板の各々は、前記鋼板を前記軸方向に貫通する連結用貫通孔を有し、前記連結用貫通孔は、前記複数の鋼板が積層された状態で前記連結孔を形成する請求項 5 に記載の歯車。

【請求項 10】

前記歯部は、前記歯部の外周面において前記軸方向に延びる複数の溝を含み、

前記複数の溝は、前記スリーブの径方向において深さを有し、

前記複数の溝は、前記軸方向の両端から中央に向かって前記深さが大きくなるように構成されており、

前記スリーブは、前記軸方向の両端側に位置する第 1 の部位と、前記軸方向の中央領域に位置する第 2 の部位とを含み、

前記第 1 の部位の外径は、前記第 2 の部位の外径と比べて大きい請求項 1 に記載の歯車。

【請求項 11】

前記複数の鋼板は、前記軸方向の両端に配置される 2 つの第 1 の鋼板と、前記 2 つの第 1 の鋼板の間に配置される 1 つ以上の第 2 の鋼板とを含み、

10

20

30

40

50

前記 2 つの第 1 の鋼板は前記第 1 の部位を含み、前記 1 つ以上の第 2 の鋼板は前記第 2 の部位を含む請求項 10 に記載の歯車。

【請求項 12】

前記第 2 の鋼板の数は 2 つ以上であり、

前記 2 つの第 1 の鋼板の外径は全て同一であるとともに、前記 2 つ以上の第 2 の鋼板の外径は全て同一であり、

前記 2 つの第 1 の鋼板の外径は、前記 2 つ以上の第 2 の鋼板の外径と比べて大きい請求項 11 に記載の歯車。

【請求項 13】

前記溝は、前記第 1 の部位に対応する箇所において第 1 の深さを有するとともに、前記第 2 の部位に対応する箇所において第 2 の深さを有し、

前記第 1 の部位の外径と前記第 2 の部位の外径との差は、前記第 1 の深さと前記第 2 の深さとの差に基づき定められる請求項 10 ~ 請求項 12 のうちいずれか一項に記載の歯車。

【請求項 14】

前記第 1 の部位と前記第 2 の部位とは、前記スリーブの周全体に亘って設けられる請求項 10 ~ 請求項 12 のうちいずれか一項に記載の歯車。

【請求項 15】

車両のステアリングホイールが連結されたステアリング軸と、

車両の転舵輪を転舵させるべく動作する転舵軸と、

モータと、

請求項 1 ~ 請求項 4、又は請求項 10 ~ 請求項 12 のうちいずれか一項に記載の歯車を有する減速機構と、を有し、

前記減速機構は、前記モータを、前記ステアリング軸、又は前記転舵軸と連結するステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、歯車、及びステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば、モータの回転力を伝達する場合、特許文献 1 に記載の減速装置が用いられる。特許文献 1 に記載の減速装置は、ピニオン軸と、リダクションギヤとを含んでいる。ピニオン軸は、モータの回転軸に連結されている。リダクションギヤは、出力軸に嵌合されているとともに、ピニオン軸に噛み合っている。出力軸は、ステアリング装置のステアリングシャフトに連結されている。リダクションギヤは、主歯車と、副歯車とを含んでいる。主歯車は、鉄等を含む材料により形成されている。副歯車は、芯金と、合成樹脂部材とを含んでいる。芯金は、鉄等を含む材料により環状に形成されている。合成樹脂部材は、合成樹脂により環状に形成されている。合成樹脂部材は、芯金の外周に固定されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2009 - 222149 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 に記載の芯金を軽量化する場合、たとえば芯金の一部を肉抜きする、又は削る等、芯金に対して軽量化の加工を施す必要がある。ただし、芯金に対して軽量化の加工を施す場合、軽量化の程度に限界がある。これは、軽量化の加工に用いる設備能力や加工の方法が制限されるのが理由である。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

本開示の一態様に係る歯車は、環状のスリーブと、前記スリーブの一部を覆うように射出成型により設けられた環状の歯部と、を有している。前記スリーブは、前記スリーブの軸方向に積層された環状の複数の鋼板を含む積層体である。

【 0 0 0 6 】

本開示の一態様に係るステアリング装置は、車両のステアリングホイールが連結されたステアリング軸と、車両の転舵輪を転舵させるべく動作する転舵軸と、モータと、上述の歯車を有する減速機構と、を有している。前記減速機構は、前記モータを、前記ステアリング軸、又は前記転舵軸と連結する。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 0 7 】

【図 1】ステアリング装置の模式図。

【図 2】第 1 実施形態に係るウォームホイールの斜視図。

【図 3】図 2 のウォームホイールが備えるスリーブの斜視図。

【図 4】図 3 の I V - I V 線に沿った断面図。

【図 5】図 3 のスリーブを構成するプレートの 1 つを示す正面図。

【図 6】図 5 の V I - V I 線に沿った断面図。

【図 7】図 5 の V I I - V I I 線に沿った断面図。

【図 8】図 3 のスリーブを構成するプレート同士の嵌合構造を示す模式図。

【図 9】第 2 実施形態に係るウォームホイールの斜視図。

20

【図 10】図 9 の範囲 A の拡大図。

【図 11】図 9 のウォームホイールのスリーブを構成するプレートの 1 つを示す斜視図。

【図 12】第 3 実施形態に係るウォームホイールの拡大図。

【図 13】図 12 のウォームホイールのスリーブを構成するプレートの 1 つを示す正面図。

【図 14】図 12 の歯部に設けられた溝の底面に対応する位置での断面構造を示す断面図。

【図 15】他の実施形態に係るプレートの積層の状態を示す模式図。

【図 16】他の実施形態に係るスリーブの斜視図。

【図 17】他の実施形態に係るステアリング装置の模式図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

30

< 第 1 実施形態 >

以下、図 1 ~ 図 8 を参照して第 1 実施形態を説明する。

図 1 に示すように、車両は、ステアリング装置 1 を搭載している。ステアリング装置 1 は、操舵機構 2 と、アクチュエータ 3 と、操舵制御装置 4 とを有している。操舵機構 2 は、車両のステアリングホイール 10 に対する運転者による操作であるステアリング操作に基づいて、車両の転舵輪 15 を転舵させる。アクチュエータ 3 は、モータトルクを操舵機構 2 に付与する。モータトルクは、ステアリング操作を補助するための補助力であるとともに、転舵輪 15 を転舵させるための転舵力である。つまり、ステアリング装置 1 は、ステアリング操作を補助する電動パワーステアリング装置である。操舵制御装置 4 は、アクチュエータ 3 の動作を制御する。

40

【 0 0 0 9 】

< 操舵機構の構成 >

操舵機構 2 は、ステアリング軸 11 と、ラック軸 12 と、ラックアンドピニオン機構 13 とを有している。

【 0 0 1 0 】

ステアリング軸 11 は、コラム軸 11 a と、中間軸 11 b と、ピニオン軸 11 c とを有している。コラム軸 11 a の第 1 端は、車両のステアリングホイール 10 に連結されている。コラム軸 11 a の第 2 端は、中間軸 11 b の第 1 端に連結されている。中間軸 11 b の第 2 端は、ピニオン軸 11 c の第 1 端に連結されている。ピニオン軸 11 c の第 2 端は、ラック軸 12 に連結されている。ピニオン軸 11 c と、ラック軸 12 とは、ラックアン

50

ドピニオン機構 1 3 を介して連結されている。ラック軸 1 2 の両端は、タイロッド 1 4 を介して車両の左右の転舵輪 1 5 にそれぞれ連結されている。ラックアンドピニオン機構 1 3 は、ラック軸 1 2 に設けられた図示しないラック歯と、ピニオン軸 1 1 c に設けられた図示しないピニオン歯とが噛合されることで構成されている。本実施形態において、ラック軸 1 2 は、転舵軸の一例である。

【 0 0 1 1 】

これにより、ステアリング軸 1 1 は、ステアリングホイール 1 0 の回転に連動して回転する。ステアリング軸 1 1 の回転は、ラックアンドピニオン機構 1 3 を介してラック軸 1 2 の軸方向の往復動に変換される。当該往復動は、タイロッド 1 4 を介して左右の転舵輪 1 5 にそれぞれ伝達されることにより、転舵輪 1 5 の転舵角を変化させる。

10

【 0 0 1 2 】

< アクチュエータの構成 >

アクチュエータ 3 は、モータ 2 0 と、減速機構 2 2 とを有している。モータ 2 0 は、回転力であるモータトルクを出力する出力軸 2 1 を有している。モータ 2 0 は、たとえば三相のブラシレスモータである。

【 0 0 1 3 】

減速機構 2 2 は、ウォーム軸 2 3 と、ウォームホイール 2 4 とを有している。ウォーム軸 2 3 は、モータ 2 0 の出力軸 2 1 の先端に連結されている。ウォームホイール 2 4 は、ウォーム軸 2 3 に設けられたウォームに噛合されている。ウォームホイール 2 4 は、コラム軸 1 1 a に嵌合されている。ウォームホイール 2 4 は、コラム軸 1 1 a に一体回転可能に連結されている。

20

【 0 0 1 4 】

モータ 2 0 のモータトルクは、ウォーム軸 2 3、及びウォームホイール 2 4、すなわち減速機構 2 2 を介してコラム軸 1 1 a へと伝達される。こうして伝達されるモータトルクは、ステアリング軸 1 1 を回転させる。つまり、モータ 2 0 のモータトルクは、ステアリング軸 1 1 を回転させてラック軸 1 2 を軸方向に往復動させる力に変換される。当該往復動させる力は、ステアリング操作を補助する補助力となる。

【 0 0 1 5 】

< 操舵制御装置の構成 >

操舵制御装置 4 は、モータ 2 0 に接続されている。操舵制御装置 4 は、モータ 2 0 の動作を制御する。操舵制御装置 4 は、たとえば図示しない中央処理装置 (C P U)、及びメモリを有している。所定の演算周期ごとに、メモリに記憶されたプログラムを C P U が実行する。これにより、各種の制御が実行される。

30

【 0 0 1 6 】

操舵制御装置 4 には、車両に設けられる各種のセンサが接続されている。操舵制御装置 4 は、各種のセンサの検出結果に基づきモータ 2 0 の制御量である電流の供給を制御する。これにより、操舵制御装置 4 は、モータ 2 0 の動作を制御する。各種のセンサは、たとえばトルクセンサ 4 0 と、回転角センサ 4 1 と、車速センサ 4 2 とを含む。トルクセンサ 4 0 は、コラム軸 1 1 a に設けられている。トルクセンサ 4 0 は、ステアリング操作によりステアリング軸 1 1 に付与された操舵トルク T_h を検出する。回転角センサ 4 1 は、モータ 2 0 に設けられている。回転角センサ 4 1 は、モータ 2 0 の出力軸 2 1 の回転角 θ_m を検出する。車速センサ 4 2 は、車両の走行速度である車速 V を検出する。

40

【 0 0 1 7 】

< ウォームホイールの構成 >

図 2 に示すように、ウォームホイール 2 4 は、スリーブ 5 0 と、歯部 6 0 とを有している。本実施形態において、ウォームホイール 2 4 は、歯車の一例である。

【 0 0 1 8 】

スリーブ 5 0 には、鋼等の金属材料が用いられている。スリーブ 5 0 の形状は、円筒状、又は環状である。スリーブ 5 0 は、径方向における中央部を軸方向に貫通する軸孔 5 1 を有している。図 2 中に二点鎖線で示すように、軸孔 5 1 には、コラム軸 1 1 a が挿入さ

50

れている。スリーブ50は、コラム軸11aに一体回転可能に連結されている。

【0019】

歯部60の材料には、合成樹脂等の高分子材料が用いられている。歯部60の形状は、円筒状、又は環状である。歯部60は、スリーブ50の一部を覆うように射出成型により形成されている。歯部60は、スリーブ50の外周側部位を覆う。歯部60は、スリーブ50を軸方向両側から部分的に覆うとともに、スリーブ50を径方向外側から覆う。歯部60は、スリーブ50に対して一体化されている。歯部60は、その外周面において、歯面61を有している。図2中に二点鎖線で示すように、歯面61は、ウォーム軸23に設けられたウォームに噛み合う面である。

【0020】

<スリーブの構成>

図3、及び図4に示すように、スリーブ50は、複数のプレート70を有している。本実施形態において、プレート70の数は4つである。なお、プレート70の数は、複数であれば、4つ未満や5つ以上等、適宜変更可能である。プレート70は、板状の鋼、いわゆる鋼板である。プレート70は、たとえばプレス等の加工によって鋼板を環状に打ち抜いて製造される。プレート70は、たとえばプレス等の加工によって鋼板を環状に打ち抜いて製造される。プレート70は、スリーブ50の軸方向に積層されている。スリーブ50は、積層された複数のプレート70を含む積層体である。各プレート70の軸方向は、スリーブ50の軸方向と一致する。各プレート70の板厚方向は、スリーブ50の軸方向と一致する。

【0021】

<溝について>

スリーブ50は、その外周面において、複数の溝52を有している。本実施形態において、溝52の数は、たとえば歯部60の歯面61に設けられた溝の数より多い。なお、溝52の数は歯部60の歯面61に設けられた溝の数以下等、適宜変更可能である。溝52は、スリーブ50の軸方向に真っ直ぐ延びている。溝52は、スリーブ50の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。スリーブ50において、溝52が設けられている部位は、歯部60によって覆われる部位である。スリーブ50は、溝52によって歯部60の内周側部位と結合する。本実施形態において、溝52は、結合部の一例である。

【0022】

<肉抜き孔について>

スリーブ50は、軸孔51の周囲に配置された複数の肉抜き孔53を有している。本実施形態において、肉抜き孔53の数は10個である。なお、肉抜き孔53の数は、10個未満や11個以上等、適宜変更可能である。肉抜き孔53は、スリーブ50を軸方向に貫通する。各肉抜き孔53は、スリーブ50の軸方向に真っ直ぐ延びている。肉抜き孔53は、スリーブ50の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。スリーブ50において、肉抜き孔53が設けられている部位は、歯部60によって覆われない部位である。肉抜き孔53は、スリーブ50の軽量化を目的として設けられている。スリーブ50は、肉抜き孔53の分だけ軽量化されている。

【0023】

肉抜き孔53は、第1肉抜き孔53aと、第2肉抜き孔53bとを含んでいる。第1肉抜き孔53aと、第2肉抜き孔53bとは、スリーブ50の軸方向から見た場合の形状が互いに異なる。第1肉抜き孔53aの形状は、スリーブ50の軸方向から見た場合に、台形状である。スリーブ50の周方向における第1肉抜き孔53aの寸法は、スリーブ50の径方向外側に向かって次第に大きくなる。第2肉抜き孔53bの形状は、スリーブ50の軸方向から見た場合に、台形の非平行な一対の対片が、スリーブ50の径方向における第2肉抜き孔53bの中間部分で互いに近付くように変形した形状である。言い換えれば、第2肉抜き孔53bの形状は、スリーブ50の周方向における第2肉抜き孔53bの寸法が、径方向における中間部分で他の部分よりも小さくなっている点で、第1肉抜き孔53aの形状と異なる。なお、第1肉抜き孔53aの形状と、第2肉抜き孔53bの形状と

10

20

30

40

50

は、互いに異なっていれば、適宜変更可能である。

【 0 0 2 4 】

本実施形態において、10個の肉抜き孔53のうち、7個が第1肉抜き孔53aであるとともに、3個が第2肉抜き孔53bである。第2肉抜き孔53bは、スリーブ50の周方向において、第1の箇所、第2の箇所、及び第3の箇所に配置されている。第1の箇所と第2の箇所との間に、3個の第1肉抜き孔53aが配置されている。第1の箇所と第3の箇所との間に、2個の第1肉抜き孔53aが配置されるとともに、第2の箇所と第3の箇所との間に、2個の第1肉抜き孔53aが配置されている。これにより、10個の肉抜き孔53は、スリーブ50が1回転する間のいずれの位相位置においても異なる状態になる。よって、スリーブ50の周方向の位相は、一義的に決まる。

10

【 0 0 2 5 】

< 凸部と、凹部とについて >

スリーブ50は、肉抜き孔53よりも径方向外側の部位において、複数の凸部54と、複数の凹部55とを有している。凸部54、及び凹部55は、スリーブ50の軸方向の両面の各々に設けられている。本実施形態において、凸部54の数は、スリーブ50の軸方向の両面の各々で10個である。また、凹部55の数は、スリーブ50の軸方向の両面の各々で10個である。つまり、凸部54の数は、スリーブ50の軸方向の両面で互いに同じであり、凹部55の数は、スリーブ50の軸方向の両面で互いに同じである。さらに、スリーブ50の軸方向の両面の各々において、凸部54の数と凹部55の数とは互いに同じである。なお、凸部54の数と、凹部55の数とは、それぞれ、10個未満や11個以上等、適宜変更可能である。

20

【 0 0 2 6 】

凸部54は、スリーブ50の軸方向の一面から当該軸方向に突出する。凸部54の形状は、円柱状である。凸部54の突出長さ、すなわち円柱の長さは、1つのプレート70の板厚よりも小さい。凹部55は、スリーブ50の軸方向の一面から当該軸方向に深さを有する。凹部55の形状は、スリーブ50の軸方向から見て、スリーブ50の周方向に長径を有する楕円形状である。凹部55の深さは、凸部54の突出長さとほぼ同一である。つまり、凹部55の深さは、1つのプレート70の板厚よりも小さい。円形の断面形状を有する凸部54の直径は、楕円形の断面形状を有する凹部55の短径より若干大きいとともに、凹部55の長径より小さい。

30

【 0 0 2 7 】

スリーブ50の両面の各々において、凸部54と凹部55とは、スリーブ50の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて交互に配置されている。スリーブ50の両面の各々において、1つの凸部54と1つの凹部55とが、各肉抜き孔53の径方向外側の両角に対応する位置に配置されている。スリーブ50において、凸部54と凹部55とが設けられている部位は、歯部60によって覆われる部位である。スリーブ50は、凸部54と凹部55とによって、歯部60の内周側部位と結合する。

【 0 0 2 8 】

< プレーットの構成 >

図5は、1つのプレート70を示している。本実施形態において、スリーブ50を構成する4つのプレート70は、互いに同一構成である。プレート70は環状であり、径方向における中央部にプレート軸孔71を有する。プレート軸孔71は円形であり、プレート70の中央部を軸方向に貫通している。プレート軸孔71は、プレート70の製造時において、たとえばプレス等の加工によって、鋼板の対応する箇所を打ち抜いて形成される。プレート軸孔71を形成する方法は、たとえばプレス等の加工によって環状に打ち抜かれた後の鋼板に対して、切削加工によってプレート軸孔71を形成する等、適宜変更可能である。

40

【 0 0 2 9 】

< プレート溝について >

プレート70は、その外周面において、鋼板溝である複数のプレート溝72を有してい

50

る。本実施形態において、プレート溝 7 2 の数は、スリーブ 5 0 の溝 5 2 の数と同数である。プレート溝 7 2 は、プレート 7 0 の板厚方向に真っ直ぐ延びている。プレート溝 7 2 は、プレート 7 0 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて設けられている。プレート 7 0 において、プレート溝 7 2 が設けられている部位は、歯部 6 0 によって覆われる部位である。プレート溝 7 2 は、プレート 7 0 の製造時において、たとえばプレス等の加工によって、鋼板の対応する箇所を打ち抜いて形成される。プレート溝 7 2 を形成する方法は、たとえばプレス等の加工によって環状に打ち抜かれた後の鋼板に対して、切削加工によってプレート溝 7 2 を形成する等、適宜変更可能である。本実施形態において、各プレート溝 7 2 は、結合形成部の一例である。

【 0 0 3 0 】

＜肉抜き用貫通孔について＞

プレート 7 0 は、プレート軸孔 7 1 の周囲に配置された複数の肉抜き用貫通孔 7 3 を有している。本実施形態において、肉抜き用貫通孔 7 3 の数は、スリーブ 5 0 の肉抜き孔 5 3 の数と同じである。各肉抜き用貫通孔 7 3 は、プレート 7 0 を板厚方向に貫通している。肉抜き用貫通孔 7 3 は、プレート 7 0 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。プレート 7 0 において、肉抜き用貫通孔 7 3 が設けられている部位は、歯部 6 0 によって覆われない部位である。

【 0 0 3 1 】

肉抜き用貫通孔 7 3 は、第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a と、第 2 肉抜き用貫通孔 7 3 b とを含んでいる。第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a と、第 2 肉抜き用貫通孔 7 3 b とは、プレート 7 0 の板厚方向から見た場合の形状が互いに異なる。第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a の形状は、スリーブ 5 0 の第 1 肉抜き孔 5 3 a の形状と同一である。第 2 肉抜き用貫通孔 7 3 b の形状は、スリーブ 5 0 の第 2 肉抜き孔 5 3 b の形状と同一である。肉抜き用貫通孔 7 3 は、プレート 7 0 の製造時において、たとえばプレス等の加工によって、鋼板の対応する箇所を打ち抜いて形成される。なお、肉抜き用貫通孔 7 3 を形成する方法は、たとえばプレス等の加工によって環状に打ち抜かれた後の鋼板に対して、切削加工によって肉抜き用貫通孔 7 3 を形成する等、適宜変更可能である。

【 0 0 3 2 】

本実施形態において、10 個の肉抜き用貫通孔 7 3 のうち、7 個が第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a であるとともに、3 個が第 2 肉抜き用貫通孔 7 3 b であることは、スリーブ 5 0 の肉抜き孔 5 3 と同様である。第 2 肉抜き用貫通孔 7 3 b は、プレート 7 0 の周方向において、第 1 の箇所、第 2 の箇所、及び第 3 の箇所に配置されている。第 1 の箇所と第 2 の箇所との間に、3 個の第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a が配置されている。第 1 の箇所と第 3 の箇所との間に、2 個の第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a が配置されるとともに、第 2 の箇所と第 3 の箇所との間に、2 個の第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a が配置されている。これにより、プレート 7 0 の周方向の位相は、一義的に決まる。

【 0 0 3 3 】

＜プレート凸部と、プレート凹部とについて＞

プレート 7 0 は、肉抜き用貫通孔 7 3 よりも径方向外側の部位において、鋼板凸部である複数のプレート凸部 7 4 と、鋼板凹部である複数のプレート凹部 7 5 とを有している。プレート凸部 7 4、及びプレート凹部 7 5 は、プレート 7 0 の板厚方向の両面の各々に設けられている。本実施形態において、プレート 7 0 の各面にあるプレート凸部 7 4 の数は、スリーブ 5 0 の各面にある凸部 5 4 の数と同じである。プレート 7 0 の各面にあるプレート凹部 7 5 の数は、スリーブ 5 0 の各面にある凹部 5 5 の数と同じである。つまり、プレート凸部 7 4 の数は、プレート 7 0 の両面で互いに同じであり、プレート凹部 7 5 の数は、プレート 7 0 の両面で互いに同じである。さらに、プレート 7 0 の両面の各々において、プレート凸部 7 4 の数とプレート凹部 7 5 の数とは互いに同じである。プレート 7 0 において、プレート凸部 7 4 とプレート凹部 7 5 とが設けられている部位は、歯部 6 0 によって覆われる部位である。

【 0 0 3 4 】

プレート凸部 7 4 は、プレート 7 0 の軸方向の一面から当該軸方向に突出する。プレート凸部 7 4 の形状は、凸部 5 4 の形状と同一である。プレート凸部 7 4 の突出長さ、すなわち円柱の長さは、1 つのプレート 7 0 の板厚よりも小さい。プレート凹部 7 5 の形状は、凹部 5 5 の形状と同一である。プレート凹部 7 5 の深さは、プレート凸部 7 4 の突出長さとはほぼ同一である。プレート凹部 7 5 の深さは、1 つのプレート 7 0 の板厚よりも小さい。円形の断面形状を有するプレート凸部 7 4 の直径が、楕円形の断面形状を有するプレート凹部 7 5 の短径より若干大きいとともに、プレート凹部 7 5 の長径より小さいことは、凸部 5 4 と凹部 5 5 との関係と同様である。プレート 7 0 のプレート凸部 7 4 は、他のプレート 7 0 のプレート凹部 7 5 に対して圧入可能に構成されている。プレート凸部 7 4 は、プレート 7 0 の製造時において、たとえばプレス等の加工によって、鋼板の対応する箇所を張り出すように金型に押し込んで形成される。プレート凹部 7 5 は、プレート 7 0 の製造時において、たとえばプレス等の加工によって、鋼板の対応する箇所に金型を押し込んで形成される。

10

【 0 0 3 5 】

プレート凸部 7 4 とプレート凹部 7 5 とは、プレート 7 0 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて交互に配置されている。1 つのプレート凸部 7 4 と1 つのプレート凹部 7 5 とが、各肉抜き用貫通孔 7 3 の径方向外側の両角に対応する位置に配置されている。

【 0 0 3 6 】

図 6、及び図 7 に示すように、プレート 7 0 の一方の面にあるプレート凸部 7 4 の各々は、プレート 7 0 の他方の面にあるプレート凹部 7 5 の 1 つと、プレート 7 0 の周方向、及び径方向において一致するように配置される。つまり、図 5 に示すように、プレート 7 0 の板厚方向から見て、プレート 7 0 の一方の面にあるプレート凸部 7 4 の各々は、プレート 7 0 の他方の面にあるプレート凹部 7 5 の 1 つと重なるように配置されている。これと同様、プレート 7 0 の板厚方向から見て、プレート 7 0 の一方の面にあるプレート凹部 7 5 の各々は、プレート 7 0 の他方の面にあるプレート凸部 7 4 の 1 つと重なるように配置されている。

20

【 0 0 3 7 】

< プレートの積層について >

プレート 7 0 は、板厚方向において互いに反対向きの第 1 面及び第 2 面を有する。例えば、図 5 中の紙面表側の面がプレート 7 0 の第 1 面であり、図 5 中の紙面裏側の面がプレート 7 0 の第 2 面である。全てのプレート 7 0 の第 1 面が同じ方向を向いた状態で、すなわち、各プレート 7 0 の第 1 面が隣接するプレート 7 0 の第 2 面と向き合う状態で、複数のプレート 7 0 が板厚方向に積層される。また、複数のプレート 7 0 は、肉抜き用貫通孔 7 3 の形状が板厚方向から見て互いに一致する状態で、板厚方向に積層される。

30

【 0 0 3 8 】

これにより、全てのプレート 7 0 の周方向の相対的な位相は一義的に決まる。つまり、全てプレート 7 0 の間では、プレート軸孔 7 1 の位置が板厚方向から見て一致する。全てのプレート 7 0 の間では、プレート溝 7 2 の位置が板厚方向から見て一致する。全てのプレート 7 0 の間では、肉抜き用貫通孔 7 3 の位置、及び形状が板厚方向から見て一致する。詳細には、全てのプレート 7 0 の間では、第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a の位置が板厚方向から見て一致するとともに、第 2 肉抜き用貫通孔 7 3 b の位置が板厚方向から見て一致する。さらに、全てのプレート 7 0 の間では、プレート凸部 7 4、及びプレート凹部 7 5 の位置が板厚方向から見て一致する。隣接する 2 つのプレート 7 0 の間では、一方のプレート 7 0 のプレート凸部 7 4 の各々が、他方のプレート 7 0 のプレート凹部 7 5 の 1 つと板厚方向において対向する。

40

【 0 0 3 9 】

図 8 に示すように、隣接する 2 つのプレート 7 0 の間では、一方のプレート 7 0 のプレート凸部 7 4 の各々が、他方のプレート 7 0 のプレート凹部 7 5 の 1 つに嵌合される、詳細には圧入される。隣接するプレート 7 0 は、プレート凸部 7 4 とプレート凹部 7 5 とが

50

嵌合することによって互いに一体化される。これにより、複数のプレート 7 0 が板厚方向に積層された積層体であるスリーブ 5 0 が完成する。

【 0 0 4 0 】

図 3、及び図 4 に示すように、積層された複数のプレート 7 0 のプレート軸孔 7 1 は、板厚方向に並ぶことによってスリーブ 5 0 の軸孔 5 1 を形成する。積層された複数のプレート 7 0 のプレート溝 7 2 は、板厚方向に並ぶことによってスリーブ 5 0 の溝 5 2 を形成する。積層された複数のプレート 7 0 の肉抜き用貫通孔 7 3 は、板厚方向に並ぶことによってスリーブ 5 0 の肉抜き孔 5 3 を形成する。特に、積層された複数のプレート 7 0 の第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a は、板厚方向に並ぶことによってスリーブ 5 0 の第 1 肉抜き孔 5 3 a を形成する。積層された複数のプレート 7 0 の第 2 肉抜き用貫通孔 7 3 b は、板厚方向に並ぶことによってスリーブ 5 0 の第 2 肉抜き孔 5 3 b を形成する。

10

【 0 0 4 1 】

図 4 に破線で示すように、隣接するプレート 7 0 の互いに嵌合しているプレート凸部 7 4 及びプレート凹部 7 5 は、スリーブ 5 0 の内部に埋まって外部に露出されない。一方、図 4 に示すように、スリーブ 5 0 の軸方向における両面に位置するプレート凸部 7 4 及びプレート凹部 7 5 は、他のプレート凸部 7 4 又はプレート凹部 7 5 と嵌合しておらず、スリーブ 5 0 の外部に露出されることによってスリーブ 5 0 の凸部 5 4 及び凹部 5 5 を形成する。スリーブ 5 0 の凸部 5 4 及び凹部 5 5 を形成するプレート凸部 7 4 及びプレート凹部 7 5 は、スリーブ 5 0 の軸方向の両端に配置される 2 つのプレート 7 0 a , 7 0 b の第 1 面又は第 2 面に設けられる。

20

【 0 0 4 2 】

< 本実施形態の作用 >

本実施形態によれば、スリーブ 5 0 は、肉抜き孔 5 3 を有する分だけ軽量化されている。肉抜き孔 5 3 は、積層された複数のプレート 7 0 の肉抜き用貫通孔 7 3 が板厚方向に並ぶことによって形成されている。スリーブ 5 0 の軽量化は、プレート 7 0 の積層前の過程において、各プレート 7 0 に対し、肉抜き用貫通孔 7 3 を形成するための加工を施すことで実現できる。

【 0 0 4 3 】

本実施形態のように、スリーブ 5 0 を複数のプレート 7 0 の積層体によって構成する場合、スリーブ 5 0 の軽量化は、各プレート 7 0 の製造時に肉抜き用貫通孔 7 3 を形成するための加工を各プレート 7 0 に施せば実現できる。このように、積層前の各プレート 7 0 に対して加工を施して肉抜き用貫通孔 7 3 を形成する場合には、積層体であるスリーブ 5 0 に対して加工を施して肉抜き孔 5 3 を形成する場合と比べて、スリーブ 5 0 を容易に軽量化できる。これは、軽量化の加工に用いる設備能力を低減できたり、軽量化の加工の方法を容易にできたりするのが理由である。

30

【 0 0 4 4 】

< 第 1 実施形態の効果 >

(1 - 1) 積層前の各プレート 7 0 に対して軽量化の加工を施す場合には、積層体であるスリーブ 5 0 に対して軽量化の加工を施す場合と比べて、軽量化の加工に用いる設備能力を低減できたり、軽量化の加工の方法を容易にできたりする。つまり、スリーブ 5 0 を複数のプレート 7 0 の積層体によって構成することにより、軽量化の加工の設備能力や加工の方法に対する制限を緩和することができる。したがって、スリーブ 5 0 の軽量化の加工について、軽量化の程度の限界を引き上げることができる。

40

【 0 0 4 5 】

(1 - 2) スリーブ 5 0 は、歯部 6 0 によって覆われる部位に溝 5 2 を有している。スリーブ 5 0 は、溝 5 2 によって歯部 6 0 の内周側部位と結合する。スリーブ 5 0 と歯部 6 0 との間での周方向への相対移動は、溝 5 2 によって抑制される。したがって、スリーブ 5 0 と歯部 6 0 との間での結合の強度を高めることができる。

【 0 0 4 6 】

(1 - 3) スリーブ 5 0 の軽量化は、肉抜き孔 5 3 によって実現されている。つまり、

50

スリーブ 5 0 の軽量化は、積層された複数のプレート 7 0 の肉抜き用貫通孔 7 3 によって実現されている。スリーブ 5 0 の軽量化の加工に必要な設備能力としては、プレート 7 0 の製造時において、たとえばプレス等の加工によって肉抜き用貫通孔 7 3 を打ち抜くことができる設備能力があればよい。

【 0 0 4 7 】

(1 - 4) 肉抜き孔 5 3 は、スリーブ 5 0 の軸方向から見た場合の形状が互いに異なる第 1 肉抜き孔 5 3 a と第 2 肉抜き孔 5 3 b とを含んでいる。肉抜き用貫通孔 7 3 は、プレート 7 0 の板厚方向から見た場合の形状が互いに異なる第 1 肉抜き用貫通孔 7 3 a と第 2 肉抜き用貫通孔 7 3 b とを含んでいる。これにより、複数のプレート 7 0 が積層された状態では、周方向における位相を複数のプレート 7 0 の間で一致させることができる。これは、スリーブ 5 0 において、軸孔 5 1、溝 5 2、肉抜き孔 5 3、凸部 5 4、及び凹部 5 5 の芯出しをするのに効果的である。

10

【 0 0 4 8 】

(1 - 5) たとえばプレス等の加工によってプレート軸孔 7 1、プレート溝 7 2、及び肉抜き用貫通孔 7 3 を打ち抜くと、プレート 7 0 にはバリが生じる。こうしたバリは、同一の加工の設備の場合、プレート 7 0 の同一の部位において、大きさや形状が近似する。複数のプレート 7 0 が積層された状態では、周方向における位相がプレート 7 0 の間で一致する場合、大きさや形状が近似したバリを有する部位同士が隣接する。この場合、大きさや形状が近似しないバリを有する部位同士が隣接する場合と比べて、プレート 7 0 の間のクリアランスを小さくすることができる。したがって、スリーブ 5 0 において、軸孔 5 1、溝 5 2、肉抜き孔 5 3、凸部 5 4、及び凹部 5 5 の芯出しを好適に実現することができる。

20

【 0 0 4 9 】

(1 - 6) 隣接したプレート 7 0 の間では、プレート凸部 7 4 がプレート凹部 7 5 に対して圧入されている。隣接したプレート 7 0 の間での周方向への相対移動は、プレート凸部 7 4 とプレート凹部 7 5 との嵌合によって抑制される。これは、隣接したプレート 7 0 の間での板厚方向への相対移動についても同様である。したがって、隣接したプレート 7 0 の間の嵌合の強度を高めることができる。

【 0 0 5 0 】

(1 - 7) プレート凸部 7 4 とプレート凹部 7 5 とが設けられているプレート 7 0 の部位は、歯部 6 0 によって覆われる部位である。プレート凸部 7 4 及びプレート凹部 7 5 のうちの一部は、歯部 6 0 の内周側部位と結合する凸部 5 4 及び凹部 5 5 を形成する。スリーブ 5 0 と歯部 6 0 との間での周方向への相対移動は、凸部 5 4 と凹部 5 5 とによって抑制される。したがって、スリーブ 5 0 と歯部 6 0 との間の結合の強度を高めることができる。

30

【 0 0 5 1 】

(1 - 8) 軸方向の荷重に対する歯部 6 0 の変形、いわゆる倒れは凸部 5 4 と凹部 5 5 とによって抑制される。凸部 5 4 及び凹部 5 5 を形成する一部のプレート凸部 7 4 及びプレート凹部 7 5 は、隣接したプレート 7 0 の間の結合の強度を高める効果と、スリーブ 5 0 と歯部 6 0 との間の結合の強度を高める効果を発揮する。さらに加えて、凸部 5 4 及び凹部 5 5 を形成する一部のプレート凸部 7 4 及びプレート凹部 7 5 は、軸方向の荷重に対する歯部 6 0 の強度を高める効果を発揮する。この場合、各種の効果を発揮する構成を個別に形成する場合と比べて、プレート 7 0 の構成を簡素化することができる。これは、プレート 7 0 を製造する際の加工に用いる設備能力を低減したり、加工の方法を容易にしたりするのに効果的である。

40

【 0 0 5 2 】

(1 - 9) 本実施形態では、スリーブ 5 0 を複数のプレート 7 0 の積層体によって形成することにより、軽量化の加工での軽量化の程度の限界を引き上げることができるステアリング装置 1 を実現できる。

【 0 0 5 3 】

50

< 第 2 実施形態 >

次に、図 9 ~ 図 11 を参照して第 2 実施形態を説明する。なお、説明の便宜上、上記第 1 実施形態と同一の構成については上記第 1 実施形態と同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

図 9 に示すように、スリーブ 80 は、積層された複数のプレート 90 を含む積層体である。スリーブ 80 は、第 1 実施形態のスリーブ 50 が肉抜き孔 53、凸部 54、及び凹部 55 を有しているのに対して、肉抜き孔 83、凸部 84、凹部 85、及び連結孔 86 を有している点が、第 1 実施形態と異なる。また、各プレート 90 は、第 1 実施形態の各プレート 70 が肉抜き用貫通孔 73、プレート凸部 74、及びプレート凹部 75 を有しているのに対して、肉抜き用貫通孔 93、プレート凸部 94、プレート凹部 95、及び連結用貫通孔 96 を有している点が、第 1 実施形態と異なる。

10

【 0 0 5 5 】

< 肉抜き孔について >

図 9 に示すように、スリーブ 80 は、外周側部位に複数の肉抜き孔 83 を有している。本実施形態において、肉抜き孔 83 の数は、8 個である。なお、肉抜き孔 83 の数は、8 個未満や 9 個以上等、適宜変更可能である。各肉抜き孔 83 は、スリーブ 80 を軸方向に貫通する。各肉抜き孔 83 は、スリーブ 80 の軸方向に真っ直ぐ延びている。肉抜き孔 83 は、スリーブ 80 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。スリーブ 80 において、肉抜き孔 83 が設けられている部位は、歯部 60 によって覆われない部位である。肉抜き孔 83 がスリーブ 80 の軽量化を目的として設けられていることは、スリーブ 50 の肉抜き孔 53 と同様である。

20

【 0 0 5 6 】

肉抜き孔 83 の形状は互いに同一である。肉抜き孔 83 の形状は、スリーブ 80 の周方向に延びる長孔の形状である。なお、肉抜き孔 83 の形状は、全ての肉抜き孔 83 の形状が同一であれば、適宜変更可能である。

【 0 0 5 7 】

< 凸部と、凹部とについて >

スリーブ 80 は、肉抜き孔 83 よりも径方向内側の部位において、複数の凸部 84 と、複数の凹部 85 とを有している。凸部 84 は、スリーブ 80 の軸方向の両面のうち、第 1 面に設けられる。凹部 85 は、スリーブ 80 の軸方向の両面のうち、第 2 面に設けられる。本実施形態において、凸部 84 の数は、図 9 中の紙面表側のスリーブ 80 の第 1 面で 8 個である。凹部 85 の数は、図 9 中の紙面裏側のスリーブ 80 の第 2 面で 8 個である。

30

【 0 0 5 8 】

凸部 84 は、スリーブ 80 の第 1 面から軸方向に突出する。凸部 84 の形状は、円柱状である。凸部 84 の突出長さ、すなわち円柱の長さは、1つのプレート 90 の板厚よりも小さい。各凹部 85 は、スリーブ 80 の第 2 面から軸方向に深さを有する。凹部 85 の形状は、スリーブ 80 の軸方向からみて円形である。凹部 85 の深さは、各凸部 84 の突出長さとはほぼ同一である。凹部 85 の深さは、1つのプレート 90 の板厚よりも小さい。円形の断面形状を有する凸部 84 の直径は、円形の断面形状を有する凹部 85 の直径よりも若干大きい。

40

【 0 0 5 9 】

凸部 84 は、スリーブ 80 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。凹部 85 は、スリーブ 80 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。凸部 84 は、肉抜き孔 83 の周方向中央に対応する位置に一つずつ配置されている。凹部 85 も同様に、肉抜き孔 83 の周方向中央に対応する位置に一つずつ配置されている。スリーブ 80 において、凸部 84 と凹部 85 とが設けられている部位は、歯部 60 によって覆われない部位である。

【 0 0 6 0 】

< 連結孔について >

50

スリーブ 8 0 は、肉抜き孔 8 3 よりも径方向外側の部位において、複数の連結孔 8 6 を有している。本実施形態において、連結孔 8 6 の数は、溝 5 2 の数の半分である。なお、連結孔 8 6 の数は溝 5 2 の数の半分未満等、適宜変更可能である。各連結孔 8 6 は、スリーブ 8 0 を軸方向に貫通する。各連結孔 8 6 は、スリーブ 8 0 の軸方向に真っ直ぐ延びている。各連結孔 8 6 の形状は、スリーブ 8 0 の軸方向から見て円形である。

【 0 0 6 1 】

連結孔 8 6 は、スリーブ 8 0 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。連結孔 8 6 は、溝 5 2 の配列間隔の 2 倍の間隔を空けて配置されている。周方向に隣り合う 2 つの連結孔 8 6 の間に、1 つの溝 5 2 が配置されている。スリーブ 8 0 において、連結孔 8 6 が設けられている部位は、歯部 6 0 によって覆われる部位

10

【 0 0 6 2 】

図 1 0 に図 9 の範囲 A を拡大して示すように、連結孔 8 6 は、軸方向における歯部 6 0 の両側の部位を相互に連結している。連結孔 8 6 には、歯部 6 0 を射出成型する際に歯部 6 0 の材料が流れ込む。連結孔 8 6 に流れ込んだ材料は、各連結孔 8 6 の内部にて、スリーブ 8 0 の軸方向の両側に存在する材料に接続された状態で硬化する。つまり、スリーブ 8 0 は、連結孔 8 6 によって歯部 6 0 の内周側部位と結合する。

【 0 0 6 3 】

< 肉抜き用貫通孔について >

図 1 1 に示すように、プレート 9 0 は、外周側部位に複数の肉抜き用貫通孔 9 3 を有している。本実施形態において、肉抜き用貫通孔 9 3 の数は、スリーブ 8 0 の肉抜き孔 8 3 の数と同じである。肉抜き用貫通孔 9 3 は、プレート 9 0 を板厚方向に貫通している。肉抜き用貫通孔 9 3 は、プレート 9 0 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。プレート 9 0 において、肉抜き用貫通孔 9 3 が設けられている部位は、歯部 6 0 によって覆われない部位である。

20

【 0 0 6 4 】

肉抜き用貫通孔 9 3 の形状は互いに同一であるとともに、肉抜き孔 8 3 の形状と同一である。肉抜き用貫通孔 9 3 は、プレート 9 0 の製造時において、たとえばプレス等の加工によって、鋼板の対応する箇所を打ち抜いて形成される。なお、肉抜き用貫通孔 9 3 を形成する方法は、たとえばプレス等の加工によって環状に打ち抜かれた後の鋼板に対し、切削加工によって肉抜き用貫通孔 9 3 形成する等、適宜変更可能である。

30

【 0 0 6 5 】

< プレート凸部と、プレート凹部とについて >

プレート 9 0 は、肉抜き用貫通孔 9 3 よりも径方向内側の部位において、鋼板凸部である複数のプレート凸部 9 4 と、鋼板凹部である複数のプレート凹部 9 5 とを有している。プレート凸部 9 4 は、プレート 9 0 の軸方向の両面のうち、第 1 面に設けられる。プレート凹部 9 5 は、プレート 9 0 の軸方向の両面のうち、第 2 面に設けられる。本実施形態において、プレート凸部 9 4 の数は、図 1 1 中の紙面表側のプレート 9 0 の第 1 面で、凸部 8 4 の数と同じである。プレート凹部 9 5 の数は、図 1 1 中の紙面裏側のプレート 9 0 の第 2 面で、凹部 8 5 の数と同じである。

40

【 0 0 6 6 】

プレート凸部 9 4 は、プレート 9 0 の第 1 面から軸方向に突出する。プレート凸部 9 4 の形状は、凸部 8 4 の形状と同一である。プレート凸部 9 4 の突出長さは、1 つのプレート 9 0 の板厚よりも小さい。プレート凹部 9 5 は、プレート 9 0 の第 2 面から軸方向に深さを有する。プレート凹部 9 5 の形状は、凹部 8 5 の形状と同一である。プレート凹部 9 5 の深さは、1 つのプレート 9 0 の板厚よりも小さい。円形の断面形状を有するプレート凸部 9 4 の直径が、円形の断面形状を有するプレート凹部 9 5 の直径と比べて若干大きいことは、凸部 8 4 と凹部 8 5 との関係と同様である。プレート 9 0 のプレート凸部 9 4 は、他のプレート 9 0 のプレート凹部 9 5 に対して圧入可能に構成されている。プレート凸部 9 4 は、プレート 9 0 の製造時において、たとえばプレス等の加工によって、鋼板の対

50

応する箇所を張り出すように金型に押し込んで形成される。プレート凹部 9 5 は、プレート 9 0 の製造時において、たとえばプレス等の加工によって、鋼板の対応する箇所に金型を押し込んで形成される。

【 0 0 6 7 】

プレート凸部 9 4 は、プレート 9 0 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。プレート凹部 9 5 は、プレート 9 0 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。プレート凸部 9 4 は、肉抜き用貫通孔 9 3 の周方向中央に対応する位置に一つずつ配置されている。プレート凹部 9 5 も同様に、肉抜き用貫通孔 9 3 の周方向中央に対応する位置に一つずつ配置されている。プレート 9 0 において、プレート凸部 9 4 とプレート凹部 9 5 とが設けられている部位は、歯部 6 0 によって覆われない部位である。

10

【 0 0 6 8 】

図 1 1 に示すように、プレート 9 0 の板厚方向から見て、プレート 9 0 の第 1 面にあるプレート凸部 9 4 の各々は、プレート 9 0 の第 2 面にあるプレート凹部 9 5 の 1 つと重なるように配置されている。つまり、プレート 9 0 の第 1 面にあるプレート凸部 9 4 の各々は、プレート 9 0 の第 2 面にあるプレート凹部 9 5 の 1 つと、プレート 9 0 の周方向及び径方向において一致するように配置される。

【 0 0 6 9 】

< 連結用貫通孔について >

プレート 9 0 は、肉抜き用貫通孔 9 3 よりも径方向外側の部位に複数の連結用貫通孔 9 6 を有している。本実施形態において、連結用貫通孔 9 6 の数は、スリーブ 8 0 の連結孔 8 6 の数と同じである。各連結用貫通孔 9 6 は、プレート 9 0 を板厚方向に貫通している。各連結用貫通孔 9 6 の形状は、各連結孔 8 6 の形状と同一である。

20

【 0 0 7 0 】

連結用貫通孔 9 6 は、プレート 9 0 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。連結用貫通孔 9 6 は、プレート溝 7 2 の配列間隔の 2 倍の間隔を空けて配置されている。周方向に隣り合う 2 つの連結用貫通孔 9 6 の間に、1 つのプレート溝 7 2 が配置されている。プレート 9 0 において、連結用貫通孔 9 6 が設けられている部位は、歯部 6 0 によって覆われる部位である。連結用貫通孔 9 6 は、プレート 9 0 の製造時において、たとえばプレス等の加工によって、鋼板の対応する箇所を打ち抜いて形成される。なお、連結用貫通孔 9 6 を形成する方法は、たとえばプレス等の加工によって環状に打ち抜かれた後の鋼板に対し、切削加工によって連結用貫通孔 9 6 を形成する等、適宜変更可能である。

30

【 0 0 7 1 】

< プレートの積層について >

全てのプレート 9 0 の第 1 面が同じ方向を向いた状態で、すなわち、各プレート 9 0 の第 1 面が隣接するプレート 9 0 の第 2 面と向き合う状態で、複数のプレート 9 0 が板厚方向に積層される。複数のプレート 9 0 が積層された状態では、プレート軸孔 7 1 が板厚方向に並び、プレート溝 7 2 が板厚方向に並び、肉抜き用貫通孔 9 3 が板厚方向に並び、複数のプレート 9 0 が積層された状態では、プレート凸部 9 4 が板厚方向に並び、プレート凹部 9 5 が板厚方向に並び、連結用貫通孔 9 6 が板厚方向に並び、隣接する 2 つのプレート 9 0 の間では、一方のプレート 9 0 のプレート凸部 9 4 の各々が、他方のプレート 9 0 のプレート凹部 9 5 の 1 つと板厚方向において対向する。

40

【 0 0 7 2 】

隣接する 2 つのプレート 9 0 の間では、一方のプレート 9 0 のプレート凸部 9 4 の各々が、他方のプレート 9 0 のプレート凹部 9 5 の 1 つに嵌合される、詳細には圧入される。隣接するプレート 9 0 は、プレート凸部 9 4 とプレート凹部 9 5 とが嵌合することによって互いに一体化される。これにより、複数のプレート 9 0 が板厚方向に積層された積層体であるスリーブ 8 0 が完成する。

【 0 0 7 3 】

50

図 9 に示すように、積層された複数のプレート 9 0 の肉抜き用貫通孔 9 3 は、板厚方向に並ぶことによってスリーブ 8 0 の肉抜き孔 8 3 を形成する。隣接するプレート 9 0 の互いに嵌合しているプレート凸部 9 4 及びプレート凹部 9 5 は、スリーブ 8 0 の内部に埋まって外部に露出されない。一方、図 9 に示すように、スリーブ 8 0 の軸方向における両面に位置するプレート凸部 9 4 及びプレート凹部 9 5 は、他のプレート凸部 9 4 又はプレート凹部 9 5 と嵌合しておらず、スリーブ 8 0 の外部に露出されることによってスリーブ 8 0 の凸部 8 4 及び凹部 8 5 を形成する。スリーブ 8 0 の凸部 8 4 を形成するプレート凸部 9 4 は、スリーブ 8 0 の軸方向の第 1 端に配置される 1 つのプレート 9 0 a の第 1 面に設けられる。スリーブ 8 0 の凹部 8 5 を形成するプレート凹部 9 5 は、スリーブ 8 0 の軸方向の第 2 端に配置される 1 つのプレート 9 0 b の第 2 面に設けられる。

10

【 0 0 7 4 】

< 第 2 実施形態の効果 >

(2 - 1) スリーブ 8 0 において、連結孔 8 6 が設けられている部位は、歯部 6 0 によって覆われる部位である。連結孔 8 6 が歯部 6 0 の内周側部位と結合する。スリーブ 5 0 と歯部 6 0 との間での周方向への相対移動は、連結孔 8 6 によって抑制される。したがって、スリーブ 5 0 と歯部 6 0 との間の結合の強度を高めることができる。

【 0 0 7 5 】

(2 - 2) スリーブ 8 0 と歯部 6 0 との間での周方向への相対移動は、連結孔 8 6 によって抑制される。軸方向の荷重に対する歯部 6 0 の変形、いわゆる倒れは連結孔 8 6 によって抑制される。連結孔 8 6 は、スリーブ 8 0 と歯部 6 0 との間の結合の強度を高める効果と、軸方向の荷重に対する歯部 6 0 の強度を高める効果とを発揮する。この場合、各種の効果を発揮する構成を個別に形成する場合と比べて、プレート 9 0 の構成を簡素化することができる。これは、プレート 9 0 を製造する際の加工に用いる設備能力を低減したり、加工の方法を容易にしたりするのに効果的である。

20

【 0 0 7 6 】

< 第 3 実施形態 >

次に、図 1 2 ~ 図 1 4 を参照して第 3 実施形態を説明する。なお、説明の便宜上、上記第 1 実施形態と同一の構成については上記第 1 実施形態と同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 7 7 】

図 1 2 に示すように、スリーブ 1 0 0 は、積層された複数のプレート 1 1 0 を含む積層体である。スリーブ 1 0 0 は、第 1 実施形態のスリーブ 5 0 が外径を同一とするプレート 7 0 の積層体であるのに対して、外径の異なる 2 種類のプレート 1 1 0 の積層体である点が、第 1 実施形態と異なる。なお、スリーブ 1 0 0 は、外径の異なる 2 種類のプレート 1 1 0 の積層体である以外の構成が、第 1 実施形態と同一構成である。

30

【 0 0 7 8 】

歯部 6 0 は、その外周面である歯面 6 1 においてスリーブ 1 0 0 の軸方向に延びる複数の溝 6 2 を有する。本実施形態において、溝 6 2 の数は、たとえばスリーブ 1 0 0 の外周面に設けられた溝 1 0 2 a , 1 0 2 b の数より少ない。なお、溝 6 2 の数はスリーブ 1 0 0 の外周面に設けられた溝 1 0 2 a , 1 0 2 b の数以上等、適宜変更可能である。溝 6 2 は、スリーブ 1 0 0 の軸方向に対して微小の角度を有する方向に真っ直ぐ延びている。溝 6 2 は、スリーブ 1 0 0 の周方向において所定間隔を空けて、たとえば等間隔を空けて配置されている。つまり、複数の溝 6 2 は、歯面 6 1 において斜歯である。なお、複数の溝 6 2 は、スリーブ 1 0 0 の軸方向に対する角度を変更する等、適宜変更可能である。たとえば複数の溝 6 2 は、歯面 6 1 において平歯であってもよい。歯部 6 0 の軸方向は、スリーブ 1 0 0 の軸方向と一致する。歯部 6 0 の周方向は、スリーブ 1 0 0 の周方向と一致する。

40

【 0 0 7 9 】

溝 6 2 は、スリーブ 1 0 0 の径方向において深さを有する。溝 6 2 は、軸方向の両端から中央に向かって深さが大きくなるように構成されている。溝 6 2 の底面 6 2 a の軸方向

50

の両端は、底面 6 2 a のうち最も径方向外側に位置する部位である。底面 6 2 a の軸方向の中央は、底面 6 2 a のうち最も径方向内側に位置する部位である。底面 6 2 a は、軸方向の両端の間でスリーブ 1 0 0 の径方向内側に向かって円弧上に湾曲している。

【 0 0 8 0 】

< プレーットの構成 >

本実施形態において、スリーブ 1 0 0 を構成する 4 つのプレート 1 1 0 は、互いに外径の異なる大径プレート 1 1 0 a と小径プレート 1 1 0 b とを含む。本実施形態において、大径プレート 1 1 0 a の数と小径プレート 1 1 0 b の数とはそれぞれ 2 つである。なお、プレート 1 1 0 の数は、大径プレート 1 1 0 a が 2 つ以上且つ小径プレート 1 1 0 b が 1 つ以上であればよく、例えば、大径プレート 1 1 0 a が 2 つ且つ小径プレート 1 1 0 b が 1 つや 3 つ等、適宜変更可能である。大径プレート 1 1 0 a と小径プレート 1 1 0 b とは、たとえばプレス等の加工によってそれぞれに対応する外径となるように鋼板を環状に打ち抜いて製造される。本実施形態において、大径プレート 1 1 0 a は、第 1 の鋼板の一例である。小径プレート 1 1 0 b は、第 2 の鋼板の一例である。

10

【 0 0 8 1 】

図 1 3 は、1 つの大径プレート 1 1 0 a を実線で示している。また、同図は、1 つの小径プレート 1 1 0 b を一点鎖線で示している。大径プレート 1 1 0 a の外径は、小径プレート 1 1 0 b の外径と比べて大きい。本実施形態において、小径プレート 1 1 0 b の外径は、第 1 実施形態のプレート 7 0 の外径と同一である。つまり、大径プレート 1 1 0 a の外径は、第 1 実施形態のプレート 7 0 の外径と比べて大きい。2 つの大径プレート 1 1 0 a の外径は、同一である。2 つの小径プレート 1 1 0 b の外径は、同一である。

20

【 0 0 8 2 】

< スリーブの構成 >

図 1 2 に示すように、2 つの大径プレート 1 1 0 a と 2 つの小径プレート 1 1 0 b とは、スリーブ 1 0 0 の軸方向に積層されている。スリーブ 1 0 0 の軸方向の両端には、大径プレート 1 1 0 a が 1 つずつ配置されている。2 つの大径プレート 1 1 0 a の間には、これらに挟まれるように 2 つの小径プレート 1 1 0 b が配置されている。スリーブ 1 0 0 は、スリーブ 1 0 0 の軸方向の両端側に位置する 2 つの軸端部位 1 0 1 a を含む。スリーブ 1 0 0 は、スリーブ 1 0 0 の軸方向の中央領域に位置する 1 つの中央部位 1 0 1 b を含む。中央部位 1 0 1 b は 2 つの軸端部位 1 0 1 a の間に位置する。

30

【 0 0 8 3 】

各軸端部位 1 0 1 a は、1 つの大径プレート 1 1 0 a に対応する部位である。軸端部位 1 0 1 a は、スリーブ 1 0 0 の周全体に亘って設けられている。軸端部位 1 0 1 a の外径は、大径プレート 1 1 0 a の外径である。中央部位 1 0 1 b は、2 つの小径プレート 1 1 0 b に対応する部位である。中央部位 1 0 1 b は、スリーブ 1 0 0 の周全体に亘って設けられている。中央部位 1 0 1 b の外径は、小径プレート 1 1 0 b の外径である。したがって、軸端部位 1 0 1 a の外径は、中央部位 1 0 1 b の外径と比べて大きい。軸端部位 1 0 1 a は、大径プレート 1 1 0 a の半径と小径プレート 1 1 0 b の半径との差分だけ中央部位 1 0 1 b よりも径方向外側に突出する。スリーブ 1 0 0 の外周面は段差形状を有し、スリーブ 1 0 0 の軸方向の両端の間に径方向内側に凹んだ凹部を有する。本実施形態において、軸端部位 1 0 1 a は、第 1 の部位の一例である。中央部位 1 0 1 b は、第 2 の部位の一例である。

40

【 0 0 8 4 】

< 大径プレートの外径と小径プレートの外径との差について >

図 1 4 は、スリーブ 1 0 0 の一部が歯部 6 0 により覆われた状態において、歯部 6 0 に設けられた溝 6 2 の底面 6 2 a に対応する位置での断面構造を示している。図 1 4 には、溝 6 2 の底面 6 2 a 上の 3 つの点 P 1 , P 2 , P 3 が示されている。点 P 1 , P 3 は軸端部位 1 0 1 a に対応する箇所であり、点 P 2 は中央部位 1 0 1 b に対応する箇所である。点 P 1 の箇所における底面 6 2 a の位置と点 P 2 の箇所における底面 6 2 a の位置とは、スリーブ 1 0 0 の径方向において差分 A だけ異なる。言い換えれば、点 P 1 の箇所におけ

50

る溝 6 2 の深さと点 P 2 の箇所における溝 6 2 の深さとは、スリーブ 1 0 0 の径方向において差分 A だけ異なる。同様に、点 P 1 の箇所における底面 6 2 a の位置と点 P 3 の箇所における底面 6 2 a の位置とは、スリーブ 1 0 0 の径方向において差分 A だけ異なる。言い換えれば、点 P 1 の箇所における溝 6 2 の深さと点 P 3 の箇所における溝 6 2 の深さとは、スリーブ 1 0 0 の径方向において差分 A だけ異なる。点 P 1 , P 3 の箇所における溝 6 2 の深さは第 1 の深さであり、点 P 2 の箇所における溝 6 2 の深さは第 2 の深さである。つまり、溝 6 2 は、軸端部位 1 0 1 a に対応する箇所において第 1 の深さを有するとともに、中央部位 1 0 1 b に対応する箇所において第 2 の深さを有する。

【 0 0 8 5 】

図 1 4 には、スリーブ 1 0 0 の外周面上の 3 つの点 Q 1 , Q 2 , Q 3 が示される。点 Q 1 は、スリーブ 1 0 0 の軸方向の一端側に配置される軸端部位 1 0 1 a の軸方向中央、つまりスリーブ 1 0 0 の軸方向の一端側に配置される大径プレート 1 1 0 a の板厚方向の中央、に位置する。点 Q 1 と点 P 1 とは、スリーブ 1 0 0 の軸方向において互いに同じ位置にある。点 Q 2 は、スリーブ 1 0 0 の中央部位 1 0 1 b の軸方向中央、つまり 2 つの小径プレート 1 1 0 b の境界、に位置する。点 Q 2 と点 P 2 とは、スリーブ 1 0 0 の軸方向において互いに同じ位置にある。点 Q 3 は、スリーブ 1 0 0 の軸方向の他端側に配置される軸端部位 1 0 1 a の軸方向中央、つまりスリーブ 1 0 0 の軸方向の他端側に配置される大径プレート 1 1 0 a の板厚方向の中央、に位置する。点 Q 3 と点 P 3 とは、スリーブ 1 0 0 の軸方向において互いに同じ位置にある。軸端部位 1 0 1 a の半径と中央部位 1 0 1 b の半径とは、差分 B だけ異なる。言い換えれば、大径プレート 1 1 0 a の半径と小径プレート 1 1 0 b の半径とは、差分 B だけ異なる。半径に関する差分 B は、外径に関する差分 ($2 \times B$) と言い換えることができる。

【 0 0 8 6 】

図 1 4 に示される断面において、スリーブ 1 0 0 の外周面の形状は、3 つの点 Q 1 , Q 2 , Q 3 を曲線で結んだ場合に得られる形状、すなわち、スリーブ 1 0 0 の軸方向の両端の間でスリーブ 1 0 0 の径方向内側に向かって湾曲している円弧形状に近似できる。つまり、スリーブ 1 0 0 の外周面の形状は、歯部 6 0 の溝 6 2 の底面 6 2 a に倣った形状である。

【 0 0 8 7 】

スリーブ 1 0 0 の半径に関する差分 B は、歯部 6 0 の溝 6 2 の深さに関する差分 A に基づき定められている。言い換えれば、スリーブ 1 0 0 の外径に関する差分 ($2 \times B$) は、歯部 6 0 の溝 6 2 の深さに関する差分 A に基づき定められている。本実施形態において、差分 B は、たとえば差分 A と同一である。図 1 4 において、点 P 1 , P 3 と点 Q 1 , Q 3 との間の距離 C は、点 P 2 と点 Q 2 との間の距離 D と同一である。つまり、差分 A と差分 B とが同一の場合、距離 C と距離 D とは同一である。距離 C と距離 D とは、歯部 6 0 の径方向における厚みを定義する。歯部 6 0 の径方向における厚みは、点 P 1 , Q 1 に対応する部位と、点 P 2 , Q 2 に対応する部位と、点 P 3 , Q 3 に対応する部位とで同一である。

【 0 0 8 8 】

< 第 3 実施形態の効果 >

(3 - 1) スリーブ 1 0 0 の軸方向の両端側に位置する軸端部位 1 0 1 a の外径は、スリーブ 1 0 0 の軸方向の中央領域に位置する中央部位 1 0 1 b の外径と比べて大きい。歯部 6 0 においてスリーブ 1 0 0 が存在する部位では、径方向の厚みのばらつきを低減することができる。したがって、歯部 6 0 の強度のばらつきを低減することができる。

【 0 0 8 9 】

(3 - 2) 軸端部位 1 0 1 a と中央部位 1 0 1 b とは、積層前の大径プレート 1 1 0 a 及び小径プレート 1 1 0 b にそれぞれ加工を施すことによって実現される。この場合、積層体であるスリーブ 1 0 0 に対して加工を施す場合と比べて、軸端部位 1 0 1 a 及び中央部位 1 0 1 b の加工に用いる設備能力を低減できたり、これらの加工の方法を容易にできたりする。

【 0 0 9 0 】

10

20

30

40

50

(3 - 3) 大径プレート 1 1 0 a と小径プレート 1 1 0 b との作製では、2 種類の外径の鋼板を作製すればよい。この場合、3 種類の外径の鋼板を作製する場合と比べて、作製の手間を省くことができる。

【 0 0 9 1 】

(3 - 4) スリーブ 1 0 0 の外周面では、歯部 6 0 の溝 6 2 の底面 6 2 a に倣った形状を実現することができる。これは、歯部 6 0 において、スリーブ 1 0 0 が存在する部位の径方向における厚みのばらつきを低減するのに効果的である。

【 0 0 9 2 】

(3 - 5) 歯部 6 0 においてスリーブ 1 0 0 が存在する部位では、径方向における厚みのばらつきを低減することができる部位を周全体に亘って設けることができる。これは、歯部 6 0 の強度のばらつきを低減するのに効果的である。

10

【 0 0 9 3 】

< 他の実施形態 >

上記各実施形態は次のように変更してもよい。また、以下の他の実施形態は、技術的に矛盾しない範囲において、互いに組み合わせることができる。

【 0 0 9 4 】

・図 1 5 に示すように、上記第 1 実施形態において、スリーブ 5 0 を構成する複数のプレート 7 0 は、隣接するプレート 7 0 のプレート溝 7 2 が周方向にずれた状態となるように構成されてもよい。これは、スリーブ 5 0 と歯部 6 0 との間の結合の強度をさらに高めるのに効果的である。この図 1 5 の実施形態は、上記第 2 実施形態及び上記第 3 実施形態に対しても同様に適用できる。

20

【 0 0 9 5 】

・図 1 6 に示すように、上記第 1 実施形態において、スリーブ 5 0 の軸方向の両端に配置される 2 つのプレート 7 0 a , 7 0 b の少なくとも一方のプレート軸孔 7 1 は、プレート軸孔 7 1 に挿入されたステアリング軸 1 1 の外周に対して食い込むように構成された内周縁を有してもよい。この場合、プレート軸孔 7 1 の内径は、ステアリング軸 1 1 の外径よりも小さく設定されている。プレート 7 0 a , 7 0 b の少なくとも一方は、プレート軸孔 7 1 の内周縁から径方向外側に向かって延びる複数のスリット 1 2 0 を有している。これは、スリーブ 5 0 とステアリング軸 1 1 との間の結合の強度をさらに高めるのに効果的である。この図 1 6 の実施形態は、上記第 2 実施形態及び上記第 3 実施形態に対しても同様に適用できる。

30

【 0 0 9 6 】

・上記第 1 実施形態において、凸部 5 4 と凹部 5 5 との形状は、互いに嵌合可能な形状である限り、適宜変更可能である。これは、上記第 2 実施形態及び上記第 3 実施形態についても同様である。

【 0 0 9 7 】

・上記第 1 実施形態において、複数のプレート 7 0 を一体化させる方法は、適宜変更可能である。たとえば、複数のプレート 7 0 は、レーザー溶接やスポット溶接等の溶接、又は接着剤等を利用した接着によって一体化されてもよい。また、複数のプレート 7 0 は、積層された状態で複数のプレート 7 0 に跨って挿通されるボルトやピン等の別部材によって一体化されてもよい。別部材がピンの場合、当該ピンの先端をかしめることもできる。ここに記載した他の実施形態を採用する場合、プレート凸部 7 4 及びプレート凹部 7 5 は削除できる。つまり、凸部 5 4 及び凹部 5 5 は削除できる。ここに記載した他の実施形態は、上記第 2 実施形態に対しても同様に適用できる。この場合、プレート凸部 9 4 及びプレート凹部 9 5 は削除できる。つまり、凸部 8 4 及び凹部 8 5 は削除できる。これは、上記第 3 実施形態についても同様である。

40

【 0 0 9 8 】

・上記第 1 実施形態では、スリーブ 5 0 と歯部 6 0 との間での周方向への相対移動を抑制する構成は、1) 溝 5 2、及び、2) 凸部 5 4 と凹部 5 5 との組み合わせ、のうち少なくともいずれか 1 つを含んでいればよい。たとえば、凸部 5 4 及び凹部 5 5 を採用する場

50

合、溝 5 2 は削除できる。この場合、凸部 5 4 及び凹部 5 5 は、連結部に対応する。プレート凸部 7 4 及びプレート凹部 7 5 は、連結形成部に対応する。これは、上記第 2 実施形態についても同様である。つまり、スリーブ 8 0 と歯部 6 0 との間での周方向への相対移動を抑制する構成は、溝 5 2 と、連結孔 8 6 とのうち少なくともいずれか一つを含んでいればよい。たとえば、連結孔 8 6 を採用する場合、溝 5 2 は削除できる。この場合、連結孔 8 6 は、連結部に対応する。連結用貫通孔 9 6 は、連結形成部に対応する。これは、上記第 3 実施形態についても同様である。

【 0 0 9 9 】

・上記第 1 実施形態において、肉抜き孔 5 3 は、歯部 6 0 によって覆われるスリーブ 5 0 の部位に設けられていてもよい。この場合であっても、スリーブ 5 0 の軽量化については実現できる。ここに記載した他の実施形態は、上記第 2 実施形態及び上記第 3 実施形態に対しても同様に適用できる。

10

【 0 1 0 0 】

・上記第 1 実施形態において、肉抜き孔 5 3 は、上記第 2 実施形態と同様、全て同一形状であってもよい。肉抜き用貫通孔 7 3 は、全て同一形状であってもよい。一方、上記第 2 実施形態において、肉抜き孔 8 3 は、上記第 1 実施形態と同様、互いに異なる形状の肉抜き孔を含んでいてもよい。肉抜き用貫通孔 9 3 は、互いに異なる形状の肉抜き用貫通孔を含んでいてもよい。これは、上記第 3 実施形態についても同様である。

【 0 1 0 1 】

・上記第 1 実施形態において、凹部 5 5 は、上記第 2 実施形態と同様、円形の断面形状を有してもよい。プレート凹部 7 5 は、円形の断面形状を有してもよい。一方、上記第 2 実施形態において、凹部 8 5 は、上記第 1 実施形態と同様、楕円形の断面形状を有してもよい。プレート凹部 9 5 は、楕円形の断面形状を有してもよい。これは、上記第 3 実施形態についても同様である。

20

【 0 1 0 2 】

・上記第 3 実施形態において、小径プレート 1 1 0 b は、軸方向一方側に位置する大径部と、軸方向の他方側に位置する小径部とを有していてもよい。小径部の外径は大径部の外径よりも小さい。大径部の外径は、たとえば大径プレート 1 1 0 a と同一であればよい。4 つのプレート 1 1 0 が積層された状態では、2 つの小径プレート 1 1 0 b は、小径部同士が互いに対向するように配置されていればよい。大径部の外径は、大径プレート 1 1 0 a より小さくてもよい。この場合、スリーブ 1 0 0 の外周面の外径は、スリーブ 1 0 0 の軸方向の両端の間において複数段階で変化する。

30

【 0 1 0 3 】

・上記第 3 実施形態において、大径プレート 1 1 0 a は、軸方向一方側に位置する大径部と、軸方向の他方側に位置する小径部とを有していてもよい。小径部の外径は大径部の外径よりも小さい。小径部の外径は、たとえば小径プレート 1 1 0 b と同一、又は小径プレート 1 1 0 b よりも大きくてもよい。4 つのプレート 1 1 0 が積層された状態では、2 つの大径プレート 1 1 0 a は、小径部が小径プレート 1 1 0 b に対向するように配置されていればよい。小径部の外径が小径プレート 1 1 0 b よりも大きい場合、スリーブ 1 0 0 の外周面の外径は、スリーブ 1 0 0 の軸方向の両端の間において複数段階で変化する。

40

【 0 1 0 4 】

・上記第 3 実施形態において、スリーブ 1 0 0 は、積層された 5 つ以上のプレート 1 1 0 を含む場合、外径の異なる 3 種類以上のプレート 1 1 0 の積層体であってもよい。たとえば 5 つのプレート 1 1 0 を含む場合、スリーブ 1 0 0 の軸方向の両端には、最も大きい外径を有するプレートが 1 つずつ配置されていればよい。2 つの最も大きい外径を有するプレートの間には、2 番目に大きい外径を有するプレートが配置されていればよい。2 番目に大きい外径を有するプレートの間には、最も小さい外径を有する 1 つのプレートが配置されていればよい。この場合、スリーブ 1 0 0 の外周面の外径は、スリーブ 1 0 0 の軸方向の両端の間において複数段階で変化する。ここに記載した他の実施形態において、中央部位 1 0 1 b は、最も小さい外径を有する 1 つのプレートに対応する部位である。つま

50

り、中央部位 1 0 1 b の外径は、最も小さい外径を有する 1 つのプレートの外径である。

【 0 1 0 5 】

・上記第 3 実施形態において、軸端部位 1 0 1 a は、スリーブ 1 0 0 の周方向において非連続的に設けられていてもよい。中央部位 1 0 1 b は、スリーブ 1 0 0 の周方向において非連続的に設けられていてもよい。この場合、スリーブ 1 0 0 において、軸端部位 1 0 1 a 及び中央部位 1 0 1 b が設けられていない部位では、スリーブ 1 0 0 の軸方向において外径が同一である。

【 0 1 0 6 】

・上記第 3 実施形態において、歯部 6 0 の歯面 6 1 の先端の形状は、溝 6 2 の底面 6 2 a と同様の円弧形状であってもよいし、平面形状であってもよい。なお、上記第 1 実施形態及び上記第 2 実施形態の歯部 6 0 は、上記第 3 実施形態と同様の溝 6 2 を有していてもよいし、ここに記載した他の実施形態の歯面 6 1 を有していてもよい。

【 0 1 0 7 】

・図 1 7 に示すように、上記各実施形態において、ステアリング装置 1 のアクチュエータ 3 は、モータ 2 0 のモータトルクをラック軸 1 2 へと伝達するように構成されてもよい。モータ 2 0 は、減速機構 2 2 を介してピニオン軸 1 7 に連結される。ピニオン軸 1 7 は、ラックアンドピニオン機構 1 6 を介してラック軸 1 2 に連結される。

【 0 1 0 8 】

・上記各実施形態において、ステアリング装置 1 は、ステアリングホイール 1 0 と転舵輪 1 5 との間の動力伝達路が機械的に分離したステアバイワイヤ式のステアリング装置であってもよい。この場合、アクチュエータ 3 のモータトルクは、ステアリングホイール 1 0 に付与する反力、及び転舵輪 1 5 を転舵させる転舵力のうち少なくともいずれかとして用いられてもよい。その他、ステアリング装置 1 は、車両の左右の後輪を転舵させる後輪用のステアリング装置であってもよい。この場合、アクチュエータ 3 のモータトルクは、左右の後輪を転舵させる転舵力として用いられてもよい。

10

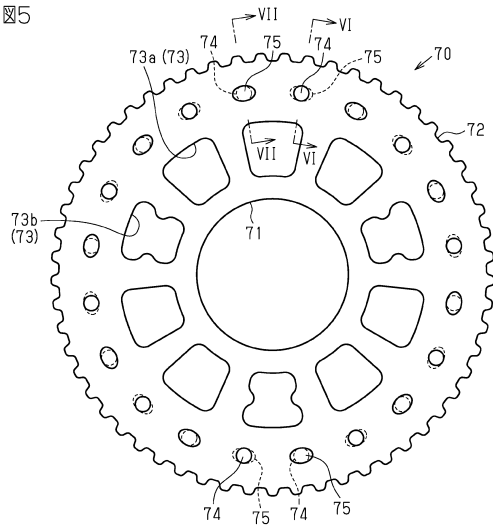
20

30

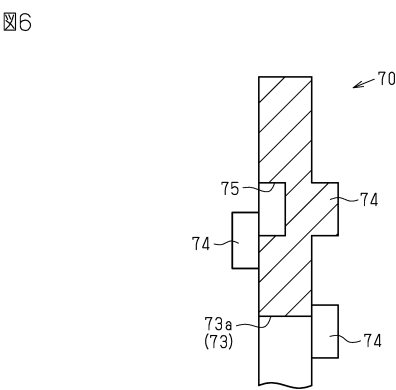
40

50

【図 5】

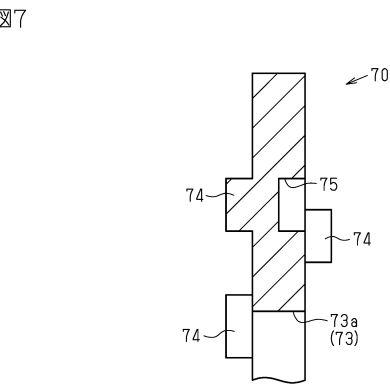


【図 6】

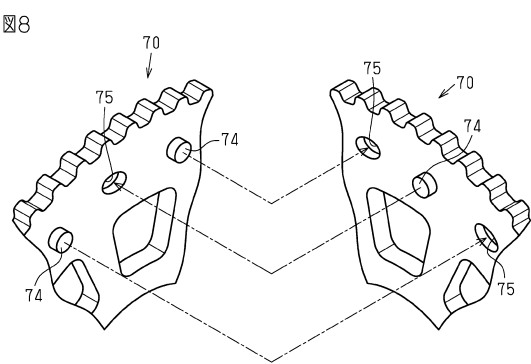


10

【図 7】



【図 8】



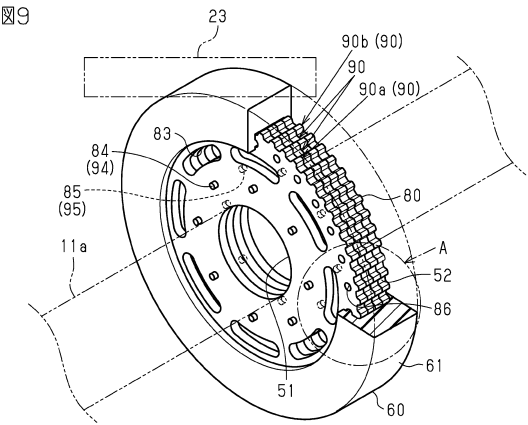
20

30

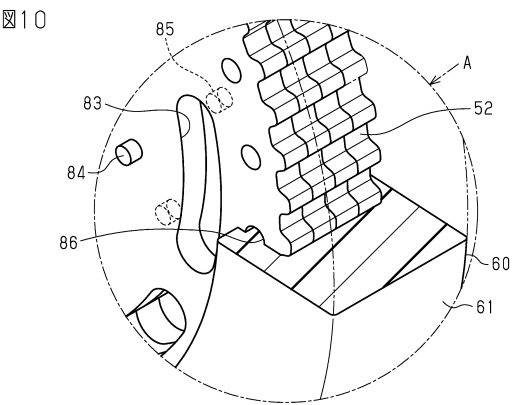
40

50

【図 9】



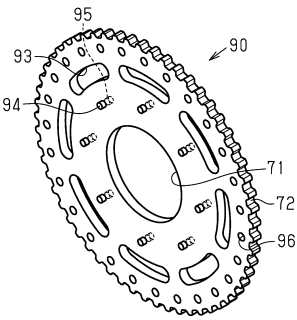
【図 10】



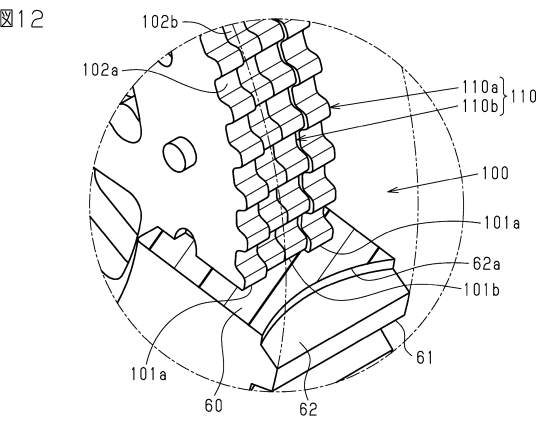
10

【図 11】

図11



【図 12】



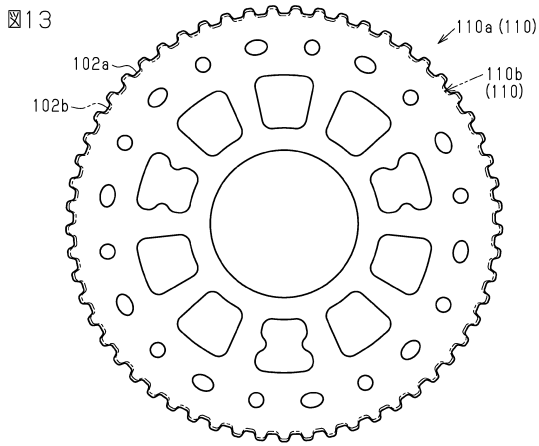
20

30

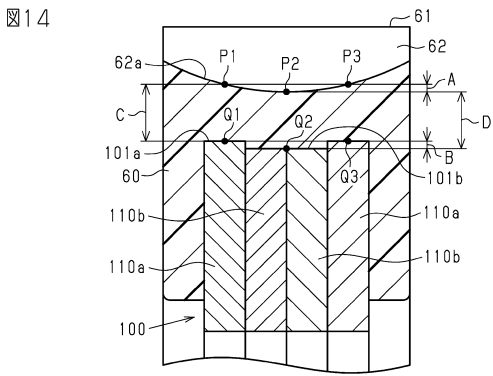
40

50

【 図 1 3 】

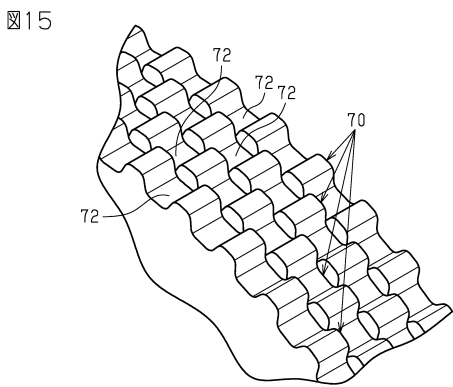


【 図 1 4 】

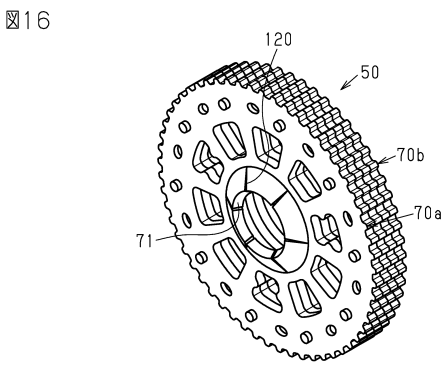


10

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



20

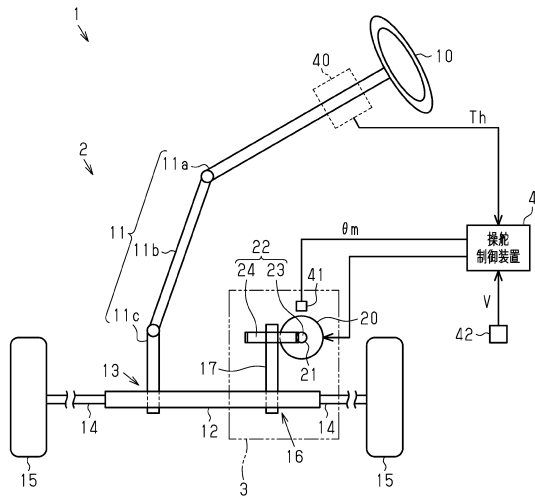
30

40

50

【 図 1 7 】

图 17



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 会社ジェイテクト内
- (72)発明者 戎 哲也
- 愛知県刈谷市朝日町一丁目 1 番地 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 藤岡 勇基
- 愛知県刈谷市朝日町一丁目 1 番地 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 杉浦 友紀
- 愛知県刈谷市朝日町一丁目 1 番地 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 伊藤 康介
- 愛知県刈谷市朝日町一丁目 1 番地 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 谷岡 康弘
- 愛知県刈谷市朝日町一丁目 1 番地 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 作田 雅芳
- 愛知県刈谷市朝日町一丁目 1 番地 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 梅藤 孝啓
- 静岡県湖西市鷺津 2 0 2 8 株式会社ジェイテクトコラムシステム内
- (72)発明者 仲秋 貴雄
- 静岡県湖西市鷺津 2 0 2 8 株式会社ジェイテクトコラムシステム内
- (72)発明者 村上 喜章
- 静岡県湖西市鷺津 2 0 2 8 株式会社ジェイテクトコラムシステム内
- (72)発明者 山口 孝志
- 静岡県湖西市鷺津 2 0 2 8 株式会社ジェイテクトコラムシステム内
- (72)発明者 浅川 和久
- 大阪府八尾市南植松町 2 丁目 3 4 番地 株式会社ジェイテクトマシンシステム内
- 審査官 鷲巣 直哉
- (56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 1 2 7 7 2 2 (J P , A)
- 特開 2 0 1 8 - 2 0 4 6 6 0 (J P , A)
- 登録実用新案第 3 0 8 4 7 7 8 (J P , U)
- 中国実用新案第 2 0 5 1 5 5 0 8 1 (C N , U)
- 特開 2 0 1 5 - 0 8 2 9 1 1 (J P , A)
- 特開 2 0 1 8 - 0 0 9 6 5 7 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- F 1 6 H 5 5 / 1 2