

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-196650

(P2008-196650A)

(43) 公開日 平成20年8月28日(2008.8.28)

(51) Int. Cl.		F 1			テーマコード (参考)	
F 1 6 D	3/26	(2006.01)	F 1 6 D	3/26	X	3 D 0 3 0
B 6 2 D	5/04	(2006.01)	B 6 2 D	5/04		3 D 2 3 3
B 6 2 D	1/20	(2006.01)	B 6 2 D	1/20		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-34565 (P2007-34565)	(71) 出願人	000004204
(22) 出願日	平成19年2月15日 (2007.2.15)		日本精工株式会社
			東京都品川区大崎1丁目6番3号
		(74) 代理人	100074170
			弁理士 秋山 修
		(72) 発明者	加藤 寛
			群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 日本精工株式会社内
		(72) 発明者	亀井 功志
			群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 日本精工株式会社内
		Fターム(参考)	3D030 DC40
			3D233 CA02 CA04 CA05

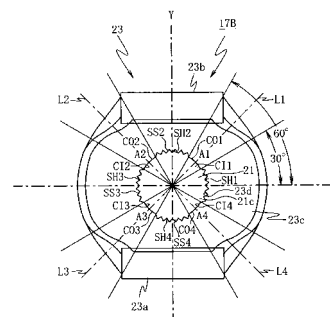
(54) 【発明の名称】 自在継手、これを使用したステアリング装置及び電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】軸結合位置にスプラインやセレーション等を形成した連結孔を設けた場合でもトルク伝達時に大きな応力集中が生じることを抑制することができる自在継手、これを使用したステアリング装置及び電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】一対のアーム部とこれらアーム部を連結する連結部とでU字状に形成されてシャフトに連結された一対のヨークと、該一対のヨークを連結する十字軸とで構成される自在継手17Aであって、少なくとも一方のヨーク23における連結部23cに形成された前記シャフト21との連結孔23dの形状を、前記一対のアーム部23a, 23bの中央部間を前記連結孔の中心を通過して結ぶ第1の線と前記連結孔の中心を通過して前記第1の線と直交する第2の線とを座標軸とするXY座標系で、前記両座標軸に対して45度ずれた仮想線L1~L4近傍の高応力領域A1~A4で、応力集中を抑制する形状変化率に設定した。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一対のアーム部とこれらアーム部を連結する連結部とでU字状に形成されてシャフトに連結された一対のヨークと、該一対のヨークを連結する十字軸とで構成される自在継手であって、

少なくとも一方のヨークにおける連結部に形成された前記シャフトとの連結孔の形状を、前記一対のアーム部の中央部間を前記連結孔の中心を通して結ぶ第1の線と前記連結孔の中心を通して前記第1の線と直交する第2の線とを座標軸とする座標系で、前記両座標軸に対して45度ずれた仮想線近傍の高応力領域で、応力集中を抑制する形状変化率に設定されていることを特徴とする自在継手。

10

【請求項 2】

応力集中を抑制する形状変化率を有する形状は、直線形状及び曲率半径の大きい円弧形状の何れか一方であることを特徴とする請求項1に記載の自在継手。

【請求項 3】

前記仮想線近傍の領域は、前記座標系における第1の線及び第2の線で区切られる4象限の各領域において、当該仮想線を挟む ± 15 度の範囲内であることを特徴とする請求項1又は2に記載の自在継手。

【請求項 4】

前記連結孔はセレーション孔及びスプライン孔の何れか一方であり、前記高応力領域で当該セレーション孔及びスプライン孔の何れか一方が欠歯されて形状変化率が小さい値に設定されていることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載の自在継手。

20

【請求項 5】

前記セレーション孔及びスプライン孔の一対のアーム側の端面に座繰りが形成されていることを特徴とする請求項4に記載の自在継手。

【請求項 6】

前記連結孔は二面幅及び小判形の何れかで形成され、両者の変化率が少ない領域を前記仮想線の近傍領域となるように設定したことを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載の自在継手。

【請求項 7】

前記請求項1乃至6に記載の自在継手を使用したことを特徴とするステアリング装置。

30

【請求項 8】

前記請求項1乃至6に記載の自在継手を、ステアリングコラムに設けた操舵系に操舵補助力を発生する操舵補助機構の出力軸とステアリングギヤ機構との間に介装したことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、シャフトに連結された一対のアーム部とこれらアーム部を連結する連結部とでU字状に形成された一対のヨークと、該一対のヨークを連結する十字軸とで構成される自在継手、これを使用したステアリング装置及び電動パワーステアリング装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

この種の自在継手としては、例えば第1、第2ヨークを構成する十字軸結合部材と軸結合部材とに、透孔、スプライン歯、ボルト孔を形成していない状態で、両者を溶接により結合し、この溶接の後で、十字軸結合部材と軸結合部材とに透孔、スプライン歯及びボルト孔を形成するようにして、溶接による歪が透孔、スプライン歯及びボルト孔の相対位置を狂わせないようにした自在継手の製造方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平5-87152号公報（第1頁、第4頁、図1、図2、図4）

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記特許文献1に記載の従来例にあつては、自在継手をステアリング装置に使用した場合、近年の電動パワーステアリング装置の発達により、コラム側に操舵補助力を付与する操舵補助機構を備える例が多くなり、コラム側からステアリングギヤ機構に対してトルクを伝達するステアリング軸に自在継手を設けると、自在継手に高トルク伝達機能が要求されるようになっている。

【0004】

この自在継手の高トルク伝達機能が要求されることにより、ヨークに発生する応力も当然高くなる。このため、図17及び図18に示すように、所定距離だけ離れた一对のアーム部1a及び1bとこれらアーム部1a及び1b間を連結する連結部1cとでU字状に形成されたヨーク2を形成し、連結部1cにシャフトを連結する連結孔3を形成した場合には、最大応力の発生部位はアーム1a及び1bの根元であるが、アーム1a及び1bの変形に伴い連結部1cも変形し、連結孔3のアーム1a, 1b側は図19に示すように楕円状に変形する。すなわち、アーム1a及び1bの中央部と連結孔3の中心点を通る第1の線をY軸とし、同様に連結孔3の中心点を通して第1の線と直交する第2の線をX軸とするXY座標系で、両座標軸に対して45度ずれた軸を長軸L1, L3及び短軸L2, L4とする楕円形に変形し、その短軸L2, L4に接する部分が高応力部位となり、この位置にスプラインやセレーションを形成した場合にはより大きな応力集中が発生することになる。回転方向は正逆双方向であるので、応力集中部位が4箇所存在してしまうという未解決の課題がある。

【0005】

そこで、本発明は、上記従来例の未解決の課題に着目してなされたものであり、軸結合位置にスプラインやセレーション等を形成した連結孔を設けた場合でもトルク伝達時に大きな応力集中が生じることを抑制することができる自在継手、これを使用したステアリング装置及び電動パワーステアリング装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、請求項1に係る自在継手は、一对のアーム部とこれらアーム部を連結する連結部とでU字状に形成されてシャフトに連結された一对のヨークと、該一对のヨークを連結する十字軸とで構成される自在継手であつて、少なくとも一方のヨークにおける連結部に形成された前記シャフトとの連結孔の形状を、前記一对のアーム部の中央部間を前記連結孔の中心を通して結ぶ第1の線と前記連結孔の中心を通して前記第1の線と直交する第2の線とを座標軸とする座標系で、前記両座標軸に対して45度ずれた仮想線近傍の高応力領域で、応力集中を抑制する形状変化率に設定されていることを特徴としている。

【0007】

また、請求項2に係る自在継手は、請求項1に係る発明において、応力集中を抑制する形状変化率を有する形状は、直線形状及び曲率半径の大きい円弧形状の何れか一方であることを特徴としている。

さらに、請求項3に係る自在継手は、請求項1又は2に係る発明において、前記仮想線近傍の領域は、前記座標系における第1の線及び第2の線で区切られる4象限の各領域において、当該仮想線を挟む ± 15 度の範囲内であることを特徴としている。

【0008】

さらにまた、請求項4に係る自在継手は、請求項1乃至3の何れか1つに係る発明において、前記連結孔はセレーション孔及びスプライン孔の何れか一方であり、前記高応力領域で当該セレーション孔及びスプライン孔の何れか一方が欠歯されて形状変化率が所定値以下に設定されていることを特徴としている。

なおさらに、請求項5に係る自在継手は、請求項4に係る発明において、前記セレーション孔及びスプライン孔の一对のアーム側の端面に座繰りが形成されていることを特徴と

10

20

30

40

50

している。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 6 に係る自在継手は、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 つに係る発明において前記連結孔は二面幅及び小判形の何れかで形成され、両者の変化率が少ない領域を前記仮想線の近傍領域となるように設定したことを特徴としている。

さらに、請求項 7 に係るステアリング装置は、前記請求項 1 乃至 6 に記載の自在継手を使用したことを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

さらにまた、請求項 8 に係る電動パワーステアリング装置は、前記請求項 1 乃至 6 に記載の自在継手をステアリングコラムに設けた操舵系に操舵補助力を発生する操舵補助機構の出力軸とステアリングギヤ機構との間に介装したことを特徴としている。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、ヨークにおける連結部のトルク伝達時に応力集中し易い高応力領域で、シャフトとの連結孔の応力集中を抑制する形状変化率に設定したので、高応力領域での応力集中を抑制して自在継手の耐久性を向上させると共に、高トルク伝達時の振れを抑制して円滑なトルク伝達を行うことができるという効果が得られる。

また、本発明による自在継手をステアリング装置に適用すると、ステアリング装置自体の耐久性を向上させることができると共に、操舵フィーリングを向上させることができるという効果が得られる。

20

【 0 0 1 2 】

さらに、本発明によるコラム式電動パワーステアリング装置を備えたステアリング装置に適用すると、より大きなトルク伝達を行っても、耐久性に影響を与えることなく、振れを抑制して操舵フィーリングを向上させることができるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明の自在継手を電動パワーステアリング装置に適用した場合の一実施形態を示す全体構成図、中間シャフトの拡大縦断面図、図 3 及び図 4 は自在継手のヨークを示す側面図、図 5 は高トルク伝達時の高応力部位を示す連結孔を模式的に示すヨークの側面図である。

30

【 0 0 1 4 】

図中、2 は後端（図 1 において右端）にステアリングホイール 1 を装着したステアリングシャフトであって、このステアリングシャフト 2 がステアリングコラム 3 に回転自在に保持されている。ステアリングシャフト 2 の前端（図 1 において左端）には、ステアリングシャフト 2 に操舵補助トルクを付与するウォーム減速機 1 1 と、このウォーム減速機 1 1 に操舵補助トルクを発生する電動モータ 1 2 とで構成される操舵補助機構 4 が連結されている。

【 0 0 1 5 】

ウォーム減速機 1 1 の出力軸 1 4 には、自在継手 1 7 A を介して中間シャフト 1 8 が連結され、この中間シャフト 1 8 が自在継手 1 7 B を介してラックピニオン式のステアリングギヤ機構 6 のピニオン軸 1 9 に連結されている。

40

ステアリングギヤ機構 6 のラック軸（図示せず）は、タイロッド 5 を介して図示しない転舵輪に連結されている。

【 0 0 1 6 】

ここで、ステアリングシャフト 2 は、アウターシャフト 7 とインナーシャフト 8 とを有し、アウターシャフト 7 の前端部とインナーシャフト 8 の後端部とをスプライン結合させると共に、合成樹脂を介して結合されている。したがって、アウターシャフト 7 とインナーシャフト 8 とは、衝突時に上記合成樹脂を破断させて、全長を縮めることができる。

また、ステアリングシャフト 2 を挿通した筒状のステアリングコラム 3 は、アウターコ

50

ラム 9 とインナーコラム 10 とをテレスコープ状に組み合わせてなり、軸方向きの衝撃が加わった場合に、この衝撃によるエネルギーを吸収しつつ全長が縮まる所謂コラプシブル構造としている。

【0017】

そして、インナーコラム 10 の前端部を、ウォーム減速機 11 のハウジング 11 a の後端面に固定し、インナーシャフト 8 をウォーム減速機 11 のハウジング 11 a 内に挿通して、このインナーシャフト 8 の前端部をウォーム減速機 11 のハウジング 11 a の前端面から軸 14 として突出させている。

そして、ステアリングコラム 3 のアウターコラム 9 がアップブラケット 15 U によって車体側部材 16 にチルト及びテレスコ位置調整可能に支持されていると共に、操舵補助機構 4 におけるウォーム減速機 11 のハウジング 11 a が車体側部材 16 に取付けられたロアブラケット 15 L に回動自在に支持されたピボットピン 15 p を中心として上下方向に揺動可能に支持されている。

【0018】

中間シャフト 18 は、その縦断面図を表す図 2 に示すように、自在継手 17 A に連結された雄軸 21 と、この雄軸 21 の外周側にセレーション結合され且つ自在継手 17 B に連接された雌軸 22 とを備えている。

ここで、自在継手 17 A は、図 2 に示すように、一对のヨーク 23 及び 24 と、これら一对のヨーク 23 及び 24 を連結する十字軸 25 とで構成されている。ヨーク 23 は、一对のアーム部 23 a 及び 23 b と、これらアーム部 23 a 及び 23 b の基部間を連結する連結部 23 c とで U 字状に形成されている。そして、連結部 23 c には、ヨーク 23 の側面図を表す図 3 に示すように、中心位置に連結孔 23 d が貫通形成されている。この連結孔 23 d の内周面には、一对のアーム部 23 a 及び 23 b の中央部間を前記連結孔 23 d の中心を通って結ぶ第 1 の線を Y 軸とし、この第 1 の線と直交し、連結孔 23 d の中心を通る第 2 の線を X 軸とする X Y 座標系で、第 1 ～ 第 4 象限における X Y 座標軸に対して 45 度ずれた仮想線 L1 ～ L4 の近傍例えば仮想線 L1 ～ L4 を挟んで反時計方向及び時計方向に $\pm 15^\circ$ の範囲即ち X 軸を 0° とすると、第 1 象限では $30^\circ \sim 60^\circ$ の範囲、第 2 象限では $120^\circ \sim 150^\circ$ の範囲、第 3 象限では $210^\circ \sim 240^\circ$ の範囲及び第 4 上限では $300^\circ \sim 330^\circ$ の範囲に設定される高応力領域 A1 ～ A4 を除く領域にセレーション穴部 SH1 ～ SH4 を形成し、高応力領域 A1 ～ A4 には形状変化率が応力集中を抑制する小さい値となるように例えば連結孔 23 d の中心点を中心とする円筒内面 CI1 ～ CI4 が形成されている。

【0019】

この連結孔 23 d に、後述する雄軸 21 の連結孔 23 d のセレーション穴部 SH1 ～ SH4 に噛合するセレーション軸部 SS1 ～ SS4 と、円筒内周面 CI1 ～ CI4 に係合する円筒外周面 CO1 ～ CO4 とを有する連結軸部 21 c が連結されている。そして、連結部 23 c と連結軸部 21 c とが、例えば溶接、加締め等の固着手段によって一体に連結されている。

【0020】

また、他方のヨーク 24 も、ヨーク 23 と同様に一对のアーム部 24 a 及び 24 b とこれらアーム部 24 a 及び 24 b の基部間を連結する連結部 24 c とで U 字状に形成され、連結部 24 c にウォーム減速機 11 の出力軸 14 がボルト 27 によって抱き締めされている。

さらに、十字軸 25 は、図 2 に示すように、胴部 25 a と、この胴部に十字状に夫々形成した 4 個の軸部 25 b とで構成されている。各軸部 25 b はその先端部に中心軸位置にスパイダーピン 25 c が埋設されていると共に、外周面にニードルベアリング 25 d が配設され、スパイダーピン 25 c 及びニードルベアリング 25 d を覆うようにベアリングカップ 25 e が配設されている。そして、十字軸 25 の各軸部 25 b が、ヨーク 23 及び 24 のアーム部 23 a, 23 b 及び 24 a, 24 b に形成されたベアリングカップ挿通孔 26 に挿通されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

一方、自在継手 1 7 B も、自在継手 1 7 A と同様の構成を有し、中間シャフト 1 8 の雌軸 2 2 に連結されたヨーク 2 3 とステアリングギヤ機構 6 のピニオン軸 1 9 に連結されたヨーク 2 4 と、これらヨーク 2 3 及び 2 4 を連結する十字軸 2 5 とを備えている。

さらに、雄軸 2 1 は、図 2 に示すように、小径の中央軸部 2 1 a とその左端に形成された中央軸部 2 1 a より大径に形成されたセレーション軸部 2 1 b 及び右端に形成された連結軸部 2 1 c とを有する。セレーション軸部 2 1 b は軸方向長さが比較的長めに形成され、連結軸部 2 1 c は軸方向長さが比較的短めに形成されている。そして、連結軸部 2 1 c には前述したように図 3 に示すセレーション軸部 S S 1 ~ S S 4 及び円筒外周面 C O 1 ~ C O 4 が形成されている。

10

【 0 0 2 2 】

また、雌軸 2 2 は、円筒状に形成され、その内周面に全長に亘ってセレーション穴部 2 2 a が形成され、図 2 の左端外周面に、図 4 に示すように、自在継手 1 7 B のヨーク 2 3 の連結孔 2 3 d に形成されたセレーション穴部 S H 1 ~ S H 4 に噛合するセレーション軸部 S S 1 ~ S S 4 と、形状変化率が小さい円筒内周面 C I 1 ~ C I 4 に係合する円筒外周面 C O 1 ~ C O 4 とを有する連結軸部 2 2 b が形成されている。そして、連結軸部 2 2 b のセレーション軸部 S S 1 ~ S S 4 を自在継手 1 7 B のヨーク 2 3 の連結孔 2 3 d におけるセレーション穴部 S H 1 ~ S H 4 に噛合させ、且つ連結軸部 2 2 b の円筒外周面 C O 1 ~ C O 4 を連結孔 2 3 d の円筒内周面 C I 1 ~ C I 4 に係合させた状態で、連結軸部 2 2 b と連結部 2 3 c とが図 2 に示すように例えば溶接、加締め等の固着手段で連結されている。

20

【 0 0 2 3 】

次に、上記第 1 の実施形態の動作を説明する。

今、運転者がステアリングホイール 1 を操舵すると、ステアリングホイール 1 に伝達された操舵トルクを図示しない操舵トルクセンサで検出すると共に、車速を図示しない車速センサで検出し、操舵トルクと車速とに基づいて図示しない操舵補助制御装置で、操舵状態での最適な操舵補助力を発生するように電動モータ 1 2 を駆動制御する。

【 0 0 2 4 】

このため、電動モータ 1 2 で発生された操舵補助力がウォーム減速機 1 1 を介してステアリングシャフト 2 に伝達される。このように操舵補助力がステアリングシャフト 2 に伝達されることにより、ウォーム減速機 1 1 の出力軸 1 4 から大きな操舵トルクが出力され、これが自在継手 1 7 A、中間シャフト 1 8、自在継手 1 7 B を介してステアリングギヤ機構 6 のピニオン軸 1 9 に伝達される。ステアリングギヤ機構 6 では、ピニオン軸 1 9 に伝達された回転運動を、ステアリングギヤを構成するピニオン及びこれに噛合するラックによって車幅方向の直線運動に変換し、タイロッド 5 を介して図示しない転舵輪に伝達してこの転舵輪を転舵させる。

30

【 0 0 2 5 】

このとき、操舵補助機構 4 の電動モータ 1 2 でステアリングホイール 1 に伝達された操舵トルクに応じた最適な操舵補助力を発生させるので、ステアリングホイール 1 を軽く操舵することができる。

40

このように、操舵補助機構 4 がステアリングコラム 3 の出力側に設けられているので、ウォーム減速機 1 1 の出力軸 1 4 には大きな操舵トルクが作用することになり、この大きな操舵トルクが自在継手 1 7 A 及び 1 7 B と中間シャフト 1 8 とを介してステアリングギヤ機構 6 に伝達される。

【 0 0 2 6 】

このため、前述したように、中間シャフト 1 8 の両端に連結された自在継手 1 7 A 及び 1 7 B のヨーク 2 3 におけるアーム部 2 3 a 及び 2 3 b に捩じれ力が作用することになる。これにより、例えばステアリングホイール 1 を右切りしたときに、ヨーク 2 3 の接続部 2 3 c の連結孔 2 3 d が、連結孔 2 3 d を模式的に表す図 5 に示すように、矢印 Z 方向のトルクによって、X Y 座標系における仮想線 L 1 及び L 3 を長軸とし、仮想線 L 2 及び L

50

4を短軸とする楕円状に変形し、これによって連結孔23dの仮想線L2及びL4位置が高応力部HSとなる。このとき、図3に示すように、高応力部HSに相当する連結孔23dの仮想線L2及びL4を含む高応力領域A2及びA4には形状変化率の大きいセレーシオン穴部SH1～SH4が欠歯されて、形状変化率の小さい連結孔23dの中心点を中心とする円筒内周面CI2及びCI4とされているので、これら円筒内周面CI2及びCI4に応力が集中することを確実に抑制することができ、耐久性を向上させることができると共に、ヨーク23とこれに連結された中間シャフト18の雄軸21との間に捩じれによる位相ずれが生じることを防止して、操舵フィーリングの変化を防止することができる。

【0027】

なお、上記第1の実施形態においては、高応力領域A1～A4でセレーシオン穴部を欠歯して応力集中を抑制する形状変化率が小さい円弧面とした場合について説明したが、これに限定されるものではなく、円弧面に代えて仮想線L1～L4と直交する直線状としたり、形状変化率が小さい状態でうねる曲線状としたりすることもできる。

また、上記第1の実施形態においては、高応力領域A1～A4として、仮想線L1～L4を挟む $\pm 15^\circ$ の範囲に設定した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、仮想線L1～L4の近傍の特に応力集中が大きくなる領域のみを欠歯状態として形状変化率の小さい内周面を形成するようにしてもよく、逆に高応力領域A1～A4を、仮想線L1～L4を挟む $\pm 15^\circ$ の範囲より大きく設定するようにしてもよく、セレーシオン穴部SH1～SH4とセレーシオン軸部SS1～SS4とのセレーシオン結合で最大操舵トルクを伝達可能な程度までセレーシオン穴部SH1～SH4の形成領域を狭めることができる。

【0028】

さらに、上記第1の実施形態においては、連結孔23dにセレーシオン穴部SH1～SH4を形成した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、セレーシオン穴部SH1～SH4に代えてスプライン穴部を形成するようにしてもよく、この場合には雄軸21及び雌軸22にセレーシオン軸部SS1～SS4に代えてスプライン軸部を形成するようにすればよいものである。

【0029】

次に、本発明の第2の実施形態を図6について説明する。

この第2の実施形態では、高応力領域の厚みを薄くして捩れ易くすることにより、高応力領域での応力集中を抑制するようにしたものである。

すなわら、第2の実施形態では、自在継手17A（又は17B）のヨーク23は、その縦断面図及びその矢印H方向から見た矢視図である図6（a）及び（b）に示すように、連結部23cの連結孔24dの全内周に亘ってセレーシオン孔部SH0を形成すると共に、連結孔24dのアーム部23a及び23b側端面に連結孔23dの内径より大きな内径の座繰り孔30が形成されていることを除いては前述した第1の実施形態と同様の構成を有する。

【0030】

この第2の実施形態によると、ヨーク23の連結部23cにおける連結孔23dの内周面に全周に亘ってセレーシオン孔部SH0が形成されていると共に、連結孔23dのアーム部23a及び23b側端面に連結孔23dの内径より大きな内径の座繰り孔30が形成されているので、連結部23cにおける連結孔23dの周囲の厚みが座繰り孔30の深さ分減少するので、連結孔23dの周囲が変形しやすくなり、ヨーク23のアーム部23a及び23bに操舵トルクによる捩れ力が作用したときに、連結孔23dの周囲が容易に変形してステアリングホイール1を右切りしたときの仮想線L2及びL4近傍の高応力領域A2及びA4、ステアリングホイール1を左切りしたときの仮想線L1及びL3近傍の高応力領域A1及びA3で応力集中が発生することを抑制することができる。

【0031】

このため、耐久性を向上させることができると共に、ヨーク23とこれに連結された中間シャフト18の雄軸21との間に捩じれによる位相ずれが生じることを防止して、操舵

10

20

30

40

50

フィーリングの変化を防止することができる。

なお、上記第２の実施形態においては連結孔２３ｄの内周面に全周に亘ってセレーション穴部ＳＨ０を形成した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、セレーション穴部ＳＨ０に代えてスプライン穴部を形成するようにしてもよい。

【００３２】

また、上記第２の実施形態においては、連結孔２３ｄの内周面の全周に亘ってセレーション孔部ＳＨ０を形成した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、前述した第１の実施形態と同様に高応力領域Ａ１～Ａ４を欠歯状態として形状変形率を小さくして応力集中をさらに抑制するようにしてもよい。

次に、本発明の第３の実施形態をヨークの側面図を表す図７について説明する。

10

【００３３】

この第３の実施形態では、ヨーク２３における連結部２３ｃに形成した連結孔２３ｄを二面幅形状とし、その所定距離だけ離れて平行な直線状内周面ＬＩ１及びＬＩ２とこれら内周面ＬＩ１及びＬＩ２の端部間を結ぶ円弧状内周面ＣＩ１及びＣＩ２との連結位置で形状変化率の大きい境界部ＢＰ１～ＢＰ４が前述した第１の実施形態における高応力領域Ａ１～Ａ４から外れた領域となるように設定され、雄軸２１の連結軸部２１ｃ又は雌軸２２の連結軸部２２ｂが連結孔２３ｄに挿通可能な二面幅形状とされていることを除いては、前述した第１の実施形態と同様の構成を有する。

【００３４】

この第３の実施形態によると、自在継手１７Ａ及び１７Ｂを構成するヨーク２３の連結孔２３ｄが二面幅形状に形成され、この連結孔２３ｄに雄軸２１の連結軸部２１ｃ又は雌軸の連結軸部２２ｂが挿通されているので、雄軸２１又は雌軸２２とヨーク２３との間の操舵トルクの伝達を確実に行うことができる。

20

また、二面幅形状の連結孔２３ｄにおける形状変化率の大きな直線状内周面ＬＩ１及びＬＩ２と円弧状内周面ＣＩ１及びＣＩ２との境界部ＢＰ１～ＢＰ４が高応力領域Ａ１～Ａ４から外れた位置に形成されているので、この境界部ＢＰ１～ＢＰ４に応力が集中することを確実に防止することができ、耐久性を向上させることができると共に、ヨーク２３とこれに連結された中間シャフト１８の雄軸２１との間に擦れによる位相ずれが生じることを防止して、操舵フィーリングの変化を防止することができる。

【００３５】

30

なお、上記第３の実施形態においては、ヨーク２３の連結部２３ｃにおける連結孔２３ｄが二面幅形状である場合について説明したが、これに限定されるものではなく、図示しないが直線部ＬＩ１及びＬＩ２を円弧状に形成した小判形状としたり、ヨークの側面図を表す図８に示すように長方形としたり、同様にヨークの側面図を表す図９に示すように正八角形状としたりすることができ、何れの形状でも、形状変化率が大きくなる直線部同士の境界部ＢＰ１～ＢＰ４が高応力領域Ａ１～Ａ４を外れるように設定することにより、高応力領域Ａ１～Ａ４で応力集中が発生することを抑制して、耐久性を向上させることができると共に、ヨーク２３とこれに連結された中間シャフト１８の雄軸２１又は雌軸２２との間に擦れによる位相ずれが生じることを防止して、操舵フィーリングの変化を防止することができる。

40

【００３６】

次に、本発明の第４の実施形態を図１０～図１３について説明する。ここで、図１０はヨークを示す図であって、（ａ）及び（ｂ）は熱間鍛造後のヨークを示す上半部を断面とした正面図及び側面図、（ｃ）はアーム部を切削した後の組立状態を示す側面図、図１１は下側のアーム部を断面としたヨークの拡大側面図、図１２は従来例のヨークを示す図であって、（ａ）及び（ｂ）は熱間鍛造後のヨークを示す上半部を断面とした正面図及び側面図、（ｃ）はアーム部を切削した後の組立状態を示す側面図、図１３は従来例の問題点の説明に供する下側のアーム部を断面とした側面図である。

【００３７】

この第４の実施形態では、自在継手１７Ａ及び１７Ｂのヨークにおけるベアリングカッ

50

ブ挿通孔の補強を行うようにしたものである。

すなわち、第４の実施形態では、自在継手１７Ａ及び１７Ｂのヨーク２４を熱間鍛造による成形する際に、図１０（ａ）及び（ｂ）に示すように、図１１に示すヨーク２４のアーム部２４ａ及び２４ｂの先端側に形成した十字軸２５のベアリングカップ２５ｅを挿通するベアリングカップ挿通孔２６の機械的強度を補強するために、熱間鍛造の終了時に両アーム部２４ａ及び２４ｂにおけるベアリングカップ挿通孔２６の周囲の肉厚を厚めに形成する。

【００３８】

ここでは、図１１に示すように、熱間鍛造の抜き勾配を考慮して、アーム部２４ａ及び２３ｂの対向面を、連結孔２５ｄの中心点Ｏから十字軸２５のシールリング２５ｆの外端部までの寸法Ａに、シールリング２５ｆとアーム部２４ａ及び２４ｂの内側面との接触を回避してシール性を確保するために必要な寸法Ｂを加算した寸法Ｃを維持する平坦面に形成するために、熱間鍛造での抜き勾配（５°程度）を形成したときのアーム部２４ａ及び２４ｂの幅方向の両端位置から連結孔２５ｄの中心点Ｏまでの寸法が前述した寸法Ｃとなるようにアーム部２４ａ及び２４ｂの厚みを厚めに熱間鍛造する（図１０（ａ），（ｂ）参照）。

【００３９】

その後、図１０（ｃ）に示すように、アーム部２４ａ及び２４ｂの外側端面及び内側端面を夫々抜き勾配が形成されている部分を切除する切削を行って平坦面に仕上げる。

この切削加工によって、アーム部２４ａ及び２４ｂの厚みは、全域で最大限の厚みを確保することができ、アーム部２４ａ及び２４ｂのベアリングカップ挿通孔２６の周囲における機械的強度を確保することができる。

【００４０】

因みに、従来は、図１２（ａ）～（ｃ）に示すように、アーム部２４ａ及び２４ｂの外側端面については切削加工して抜き勾配部分を切除するが、内側端面については切削加工を施すことなく熱間鍛造成形のままの状態を維持するようにしていたため、図１３に示すように、抜き勾配（５°程度）の頂点位置と連結孔２４ｄの中心点までの寸法が前記寸法Ｃとなるように設定しており、抜き勾配によってアーム部２４ａ及び２４ｂの内側端面が抜き勾配の頂点位置から幅方向両側に行くに従い厚みが薄くなり、アーム部２４ａ及び２４ｂの左右両端部の最小厚みＤが薄くなって、ベアリングカップ挿通孔２６の周囲の機械的強度が低下してしまうという未解決の課題がある。

【００４１】

しかしながら、上述した第４の実施形態では、抜き勾配を切除した切削加工後の平坦面と連結孔２４ｄの中心点との寸法が寸法Ｃに設定されているので、ベアリングカップ挿通孔２６の周囲の厚みを図１１においてハッチング領域で示すように従来例に比較して厚くすることができ、ベアリングカップ挿通孔２６の周囲での機械的強度を十分に確保することができる。

【００４２】

なお、上記第４の実施形態においては、熱間鍛造時に約５°の抜き勾配を形成する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、前述した図１０と同様の図１４（ａ）～（ｃ）に示すように、アーム部２４ａ及び２４ｂの内周面及び外周面を抜き勾配に代えて比較的曲率の大きい円筒面２４ｆ，２４ｇとすることもできる。この場合には、アーム部２４ａ及び２４ｂの外形寸法に規制がない場合には、アーム部２４ａ及び２４ｂの外側端面への切削を行わず、ベアリングカップ挿通孔２６の外側端面位置に座繰り孔４０を形成して、両座繰り孔４０の底部間の寸法Ｅ（図１４（ｂ）参照）が、アーム部先端の拡大図を表す図１５に示すようにベアリングカップ２５ｅを加締部２４ｈによって加締める際に、必要な十字軸２５のベアリングカップ２５ｅの端面間寸法Ｆ（図１４（ｃ）参照）より長い寸法に設定されている。このように、アーム部２４ａ及び２４ｂの外側端面を円筒面２４ｇとして残すことにより、アーム部２４ａ及び２４ｂの厚みを円筒面２４ｇの盛り上がり分だけ増加させることができ、アーム部２４ａ及び２４ｂの機械的強度を向上

10

20

30

40

50

させることができる。

【 0 0 4 3 】

なお、上記第 1 ～ 第 4 の実施形態においては、本発明による自在継手 1 7 A 及び 1 7 B を電動パワーステアリング装置に適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、ステアリング装置の全体構成を表す図 1 6 に示すように、操舵補助機構 4 を省略してステアリングシャフト 2 を直接自在継手 1 7 A に連結するようにした通常のステアリング装置にも本発明を適用することができ、その他自在継手を組込んだ任意の動力伝達装置に本発明の自在継手 1 7 A 及び 1 7 B を適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 4 】

10

【 図 1 】 本発明を電動パワーステアリング装置に適用した場合の全体構成図である。

【 図 2 】 本発明を適用した中間シャフトを示す縦断面図である。

【 図 3 】 図 2 の一方の自在継手のヨークを示す側面図である。

【 図 4 】 図 2 の他方の自在継手のヨークを示す側面図である。

【 図 5 】 高トルク作用時の応力発生状態を示す連結孔を模式的に示すヨークの側面図である。

【 図 6 】 本発明の第 2 の実施形態を示す自在継手のヨークを示す図であって、(a) は縦断面図、(b) は側面図である。

【 図 7 】 本発明の第 3 の実施形態を示す自在継手のヨークを示す側面図である。

【 図 8 】 本発明の第 3 の実施形態を示す自在継手のヨークの変形例を示す側面図である。

20

【 図 9 】 本発明の第 3 の実施形態を示す自在継手のヨークのさらに他の変形例を示す側面図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 4 の実施形態を示すヨークを示す図であって、(a) 及び (b) は熱間鍛造後のヨークを示す上半部を断面とした正面図及び側面図、(c) はアーム部を切削した後の組立状態を示す側面図である。

【 図 1 1 】 第 4 の実施形態における効果の説明に供する下側のアーム部を断面としたヨークの側面図である。

【 図 1 2 】 従来例のヨークを示す図であって、(a) 及び (b) は熱間鍛造後のヨークを示す上半部を断面とした正面図及び側面図、(c) はアーム部を切削した後の組立状態を示す側面図である。

30

【 図 1 3 】 従来例の問題点の説明に供する下側のアーム部を断面としたヨークの側面図である。

【 図 1 4 】 本発明の第 4 の実施形態の変形例を示す図であって、(a) 及び (b) は熱間鍛造後のヨークを示す上半部を断面とした正面図及び側面図、(c) はアーム部を切削した後の組立状態を示す側面図である。

【 図 1 5 】 図 1 4 の十字軸の加締め状態を示すヨークの要部の底面図である。

【 図 1 6 】 本発明を適用し得る通常のステアリング装置を示す全体構成図である。

【 図 1 7 】 ヨークの高トルク伝達時の捩れ状態を示す斜視図である。

【 図 1 8 】 ヨークの高トルク伝達時の捩れ状態を示す側面図である。

【 図 1 9 】 高トルク作用時の応力発生状態を示すヨークの側面図である。

40

【 符号の説明 】

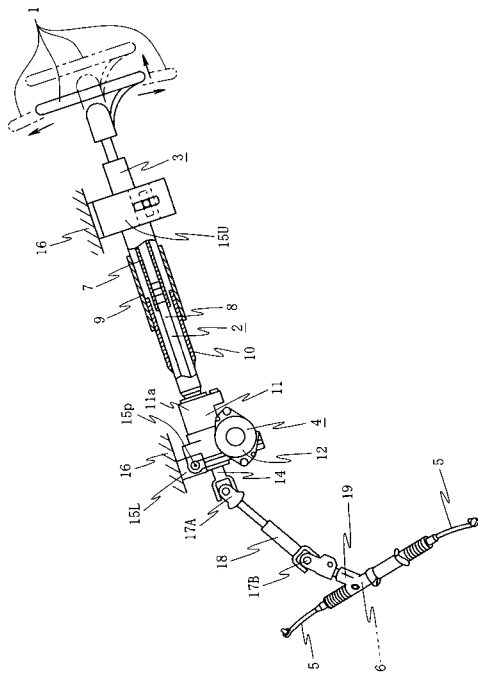
【 0 0 4 5 】

1 ... ステアリングホイール、 2 ... ステアリングシャフト、 3 ... ステアリングコラム、 4 ... 操舵補助機構、 6 ... ステアリングギヤ機構、 1 7 A , 1 7 B ... 自在継手、 1 8 ... 中間シャフト、 2 1 ... 雄軸、 2 1 c ... 連結軸部、 2 2 ... 雌軸、 2 2 b ... 連結軸部、 2 3 ... ヨーク、 2 3 a , 2 3 b ... アーム部、 2 3 c ... 連結部、 2 3 d ... 連結孔、 2 4 ... ヨーク、 2 4 a , 2 4 b ... アーム部、 2 4 c ... 連結部、 2 4 e ... ベアリングカップ挿通孔、 2 5 ... 十字軸、 2 5 a ... ニードルベアリング、 2 5 b ... ベアリングカップ、 3 0 ... 座繰り孔、 A 1 ~ A 4 ... 高応力領域、 L 1 ~ L 4 ... 仮想線、 S H 1 ~ S H 4 ... セレクション穴部、 C I 1 ~ C I 4 ... 円弧状内周面、 S S 1 ~ S S 4 ... セレクション軸部、 C O 1 ~ C O 4 ... 円弧状外周

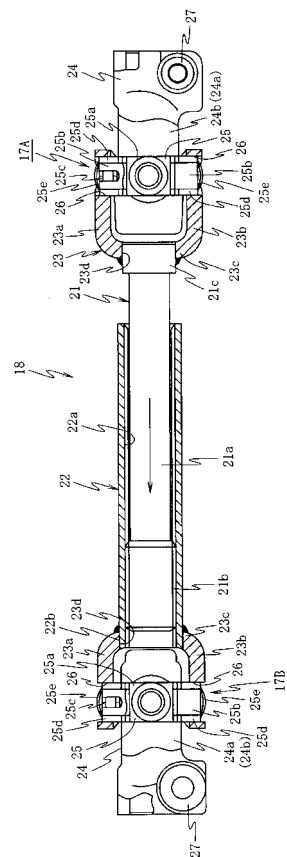
50

面

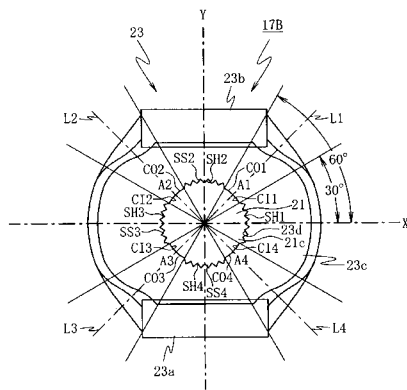
【図 1】



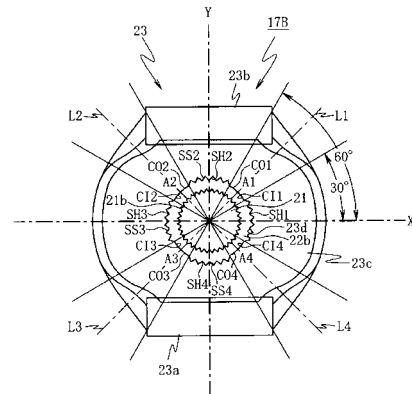
【図 2】



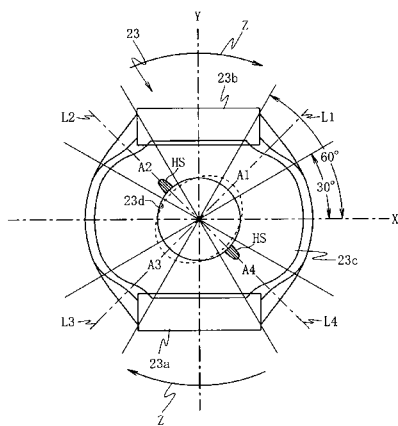
【図 3】



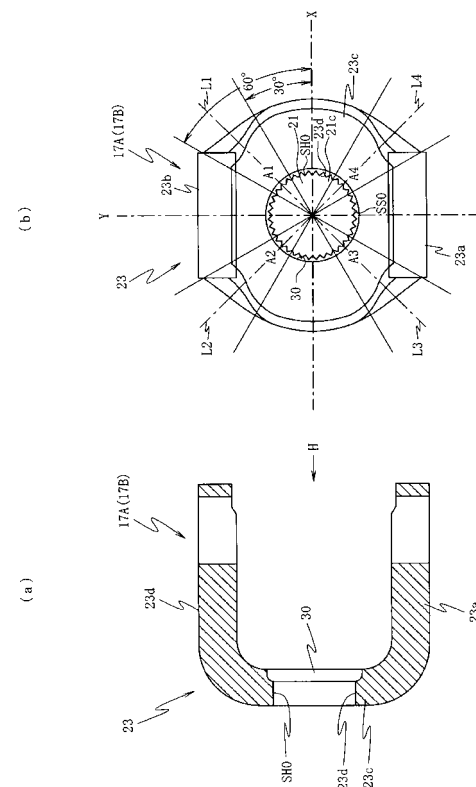
【図 4】



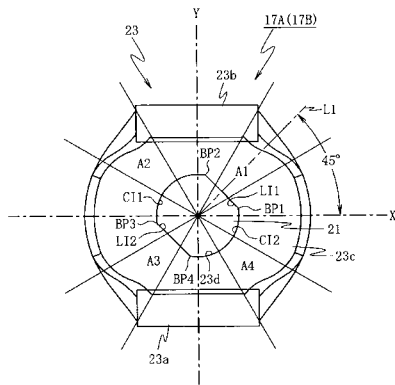
【図 5】



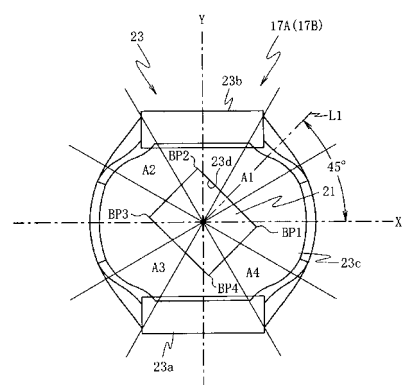
【図 6】



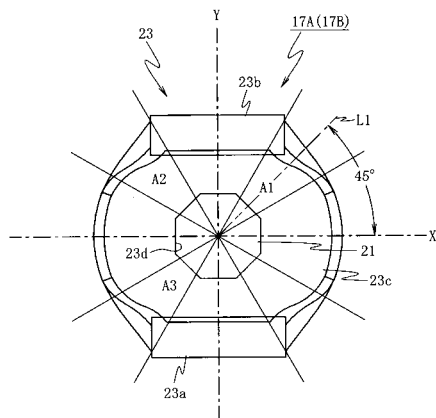
【図 7】



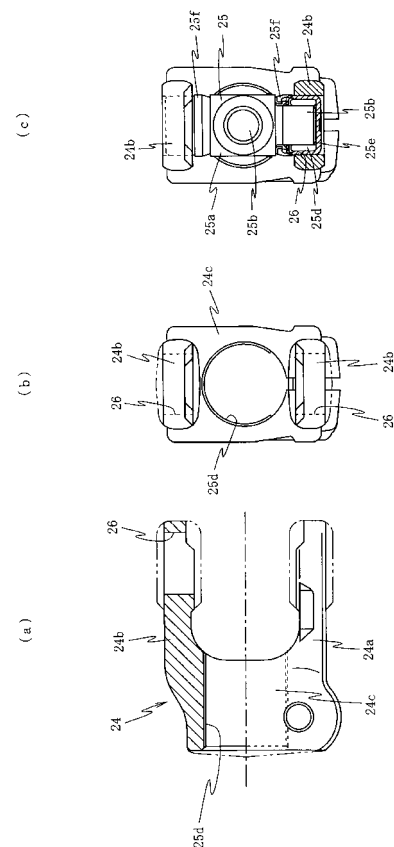
【図 8】



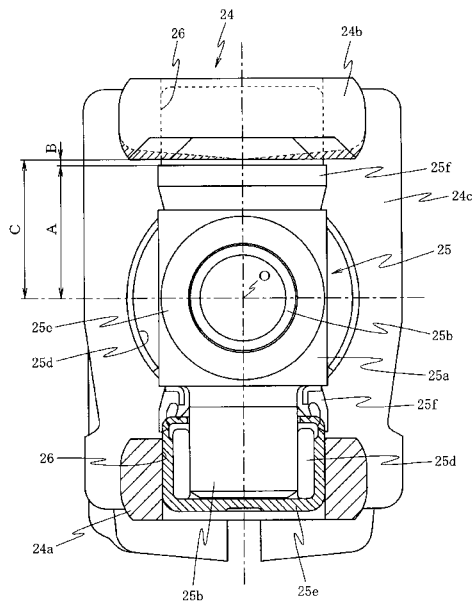
【図 9】



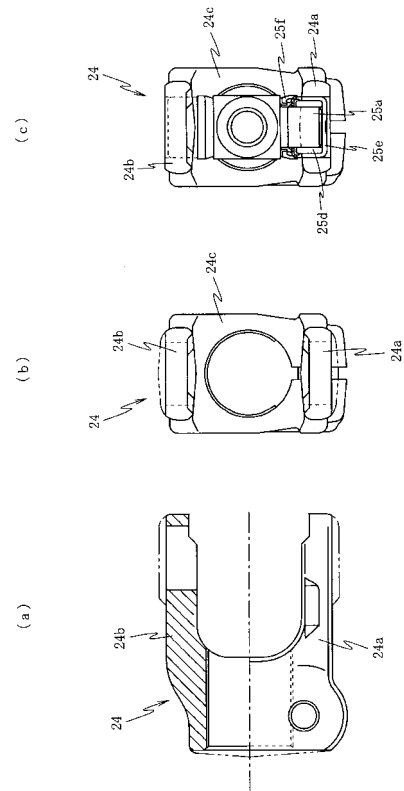
【図 10】



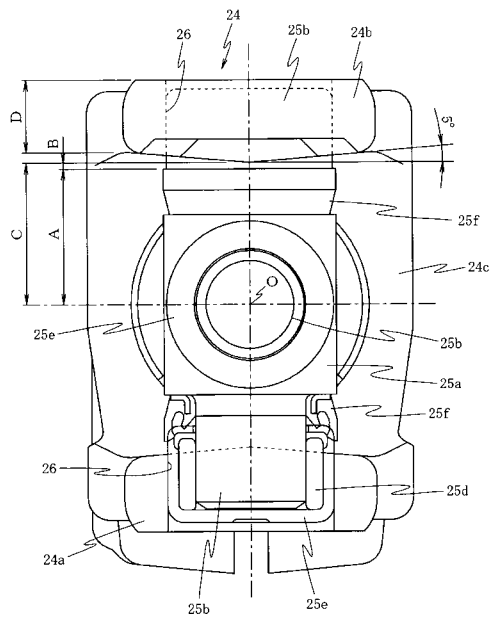
【図 1 1】



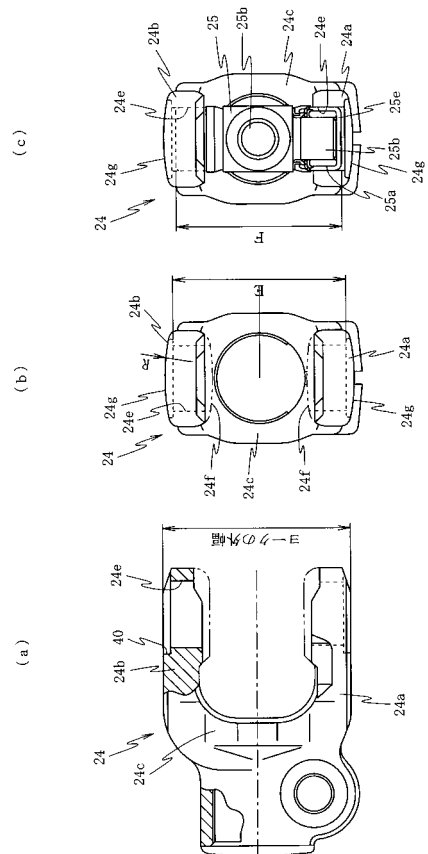
【図 1 2】



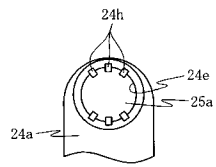
【図 1 3】



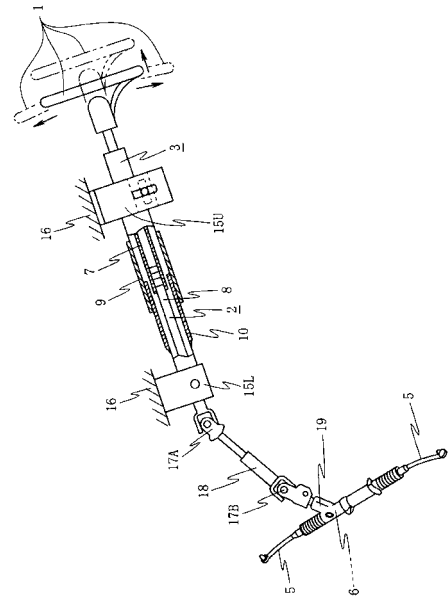
【図 1 4】



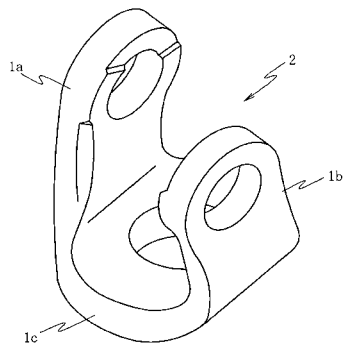
【図 15】



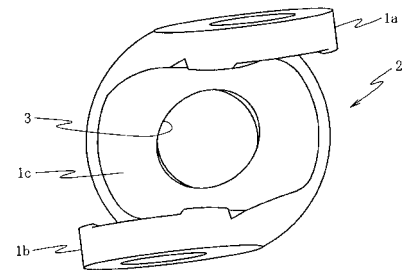
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

