

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/125517 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 3/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/050194
- (22) 国際出願日: 2016年1月6日(06.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-019416 2015年2月3日(03.02.2015) JP
- (71) 出願人: N T N 株式会社 (NTN CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 板垣 卓 (ITAGAKI Taku); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N 株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 城村 邦彦, 外 (SHIROMURA Kunihiro et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目15番26号 江原特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

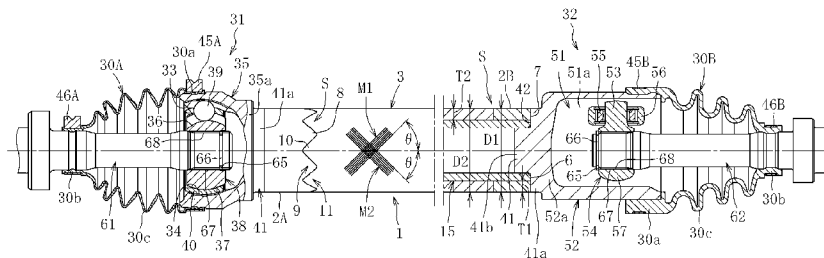
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: POWER TRANSMISSION SHAFT

(54) 発明の名称: 動力伝達シャフト

[図1]



(57) Abstract: The fiber-reinforced plastic of a shaft body has directional fibers and, on an end of short shaft sections, a triangular waveform section, which is obtained by disposing multiple triangular parts along the circumferential direction, is formed. On both ends of the shaft body, triangular waveform sections, which are obtained by disposing multiple triangular parts along the circumferential direction, are formed. The short shaft sections and the shaft body are linearly disposed and integrated in a configuration in which the shaft body is interposed between the pair of short shaft sections by an engagement such that the sides of the triangular waveform sections of the short shaft sections are in contact with the sides of the triangular waveform sections of the shaft body.

(57) 要約: シャフト本体の繊維強化プラスチックは方向性を持った繊維を有し、短軸部の端部に、周方向に沿って三角形状部が複数個配設されてなる三角波形部を形成する。シャフト本体の両端部に、周方向に沿って三角形状部が複数個配設されてなる三角波形部を形成する。短軸部側の三角波形部の側辺とシャフト本体側の三角波形部の側辺とが接触する噛合にて、一対の短軸部間にシャフト本体を介在させた状態で短軸部とシャフト本体とが直線状に配設一体化される。

WO 2016/125517 A1

明 細 書

発明の名称：動力伝達シャフト

技術分野

[0001] 本発明は、動力伝達シャフトに関し、特に、自動車や各種産業機械に用いられる動力伝達用シャフトに関する。

背景技術

[0002] 自動車や各種産業機械に用いられる動力伝達用シャフトは、一般的には鋼製である。しかしながら、このような鋼製では重量が大となる。このため、近年では、軽量化のためにCFRP(炭素繊維強化プラスチック)等の繊維強化プラスチックを用いる場合がある。

[0003] このように、繊維強化プラスチックを用いる場合、強度劣化を防止するために、鉄鋼部材との併用となる。このため、繊維強化プラスチックと鉄鋼部材とを接合する必要性が生じ、従来には、この繊維強化プラスチックと鉄鋼部材とを接合性を考慮したものがある(特許文献1～特許文献3)。

[0004] 特許文献1では、繊維強化プラスチック(FRP)製のチューブ体の端部において、リベットを介して金属製ヨークと接合するものである。この場合、FRP製のチューブ体は、中心軸に対して繊維の配向角度が略直角に巻回される直角巻層からなり、端部においては、中心軸に対して繊維の配向角度が鋭角に巻回される鋭角巻層と、前記直角巻層とが交互に配設したものである。

[0005] 特許文献2では、FRP製筒体の端部が、中心軸に対して繊維の配向角度が45度未満とされたヘリカル巻層と、このヘリカル巻層間に介装されるフープ巻層とを介在させたものである。フープ巻層はその繊維の配向角度が45度以上90度未満とされる。そして、この端部に、金属板から形成される中間円筒部材が圧入され、さらに、この中間円筒部材に、金属製ヨークの圧入軸部が嵌入される。

[0006] この場合、中間円筒部材の外径面及び内径面にセレーションが形成され、

中間円筒部材がFRP製筒体の端部に圧入された際に、外径面側のセレーションがFRP製筒体の端部の内径面に食い込むものである。また、中間円筒部材に、金属製ヨークの圧入軸部が嵌入されることによって、内径面のセレーションには金属製ヨークの圧入軸部の外径面に形成されたセレーションが噛合される。これらによって、FRP製筒体に金属ヨークが接合されることになる。

[0007] 特許文献3は、FRP円筒の両端部に金属製の端部ジョイントを結合してなるFRP駆動シャフトが記載されている。この場合、端部ジョイントは、セレーション軸部材と、このセレーション軸部材に結合される大径フランジ部材とからなる。そして、セレーション軸部材に、波形係合部が形成された短円筒体からなる金属製の突き合わせカラーが外嵌されるとともに、FRP円筒の端部がセレーション軸部材に外嵌状に嵌入されるものである。

[0008] また、FRP円筒の端部には波形係合部が形成され、この波形係合部に前記突き合わせカラーの波形係合部が突き合わされた状態で、波形係合部同士が嵌合する。そして、この波形係合部の嵌合部位に短円筒体からなるカラーが外嵌される。この場合、FRP円筒の波形係合部とカラーの波形係合部とを嵌合させ、その状態で、波形係合部の嵌合部位にカラーを外嵌して接着する。そして、FRP円筒と突き合わせカラーとが一体したものを、セレーション軸部材に圧入することになる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：実開平1-91118号公報

特許文献2：特開2004-308700号公報

特許文献3：特開2011-52720号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 前記特許文献1では、前記したように、FRP製のチューブ体の端部に金

属製ヨークを嵌入し、リベットを用いてこれらを連結するものである。このため、トルク負荷時等に、リベット貫通部位に応力が集中し、比較的低トルク発生時に破損するおそれがある。また、リベットを用いるもので、組み立て性および接合性に優れると言えるものではない。

[0011] 特許文献2では、中間円筒部材の外径面側のセレーションをFRP製筒体の端部の内径面に食い込ませるものであり、この食い込みによって、FRP製筒体の内径面側の繊維が切断されるおそれがある。このため、トルク負荷時にFRP（繊維強化プラスチック）層間で剥離が生じやすいものとなっている。

[0012] 特許文献3では、FRP円筒の端部には波形係合部と突き合わせカラーの波形係合部とが突き合わされた状態で、波形係合部同士が嵌合するものである。しかしながら、この場合もFRP円筒の端部には波形係合部の内径面に、セレーション軸部材のセレーションが食い込むことになる。このため、前記特許文献2と同様、FRP円筒の内径面側の繊維が切断されるおそれがある。また、FRP円筒の繊維配向方向についての限定はない。このため、トルク負荷時において、繊維が剪断方向に力を受けるおそれがあり、強度的に安定しない。

[0013] そこで、本発明は、繊維強化プラスチックの捩り強度を高レベルに確保できて、軽量化を図ることが可能な動力伝達シャフトを提供する。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の動力伝達シャフトは、一對の等速自在継手を連結する動力伝達シャフトであって、各等速自在継手の外側継手部材のカップ底部に連設される金属製の短軸部と、この短軸部間に配設される中空繊維強化プラスチック製のシャフト本体を備え、シャフト本体の繊維強化プラスチックは方向性を持った繊維を有し、各短軸部の端部に、周方向に沿って三角形状部が複数個配設されてなる三角波形部を形成するとともに、シャフト本体の両端部に、周方向に沿って三角形状部が複数個配設されてなる三角波形部を形成し、短軸部側の三角波形部の側辺とシャフト本体側の三角波形部の側辺とが接触する

噛合にて、一对の短軸部間にシャフト本体を介在させた状態で短軸部とシャフト本体とが直線状に配設一体化され、かつ、シャフト本体の繊維強化プラスチックの繊維配向角度を、トルク負荷状態において各三角形状部の斜辺に生じる応力方向と同方向となるように構成したものである。この場合、繊維配向角度として、 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 及び $-30^{\circ} \sim -60^{\circ}$ とするのが好ましく、特に $\pm 45^{\circ}$ が好ましい。なお、繊維配向角度として、 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ や $-30^{\circ} \sim -60^{\circ}$ とした場合、三角波形部の各三角形状部の斜辺のシャフト本体軸心に対して成す角度を $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ や $-30^{\circ} \sim -60^{\circ}$ とすることになる。

[0015] 本発明の動力伝達シャフトによれば、中空繊維強化プラスチック製のシャフト本体の直径（外径寸法）の大径化が可能であり、しかも、シャフト本体の繊維強化プラスチックの繊維配向角度を、トルク負荷状態において各三角形状部の斜辺に生じる応力方向と同方向となるように構成することによって、繊維強化プラスチックの振り強度を高レベルに確保できる。また、繊維配向角度として、 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ($-30^{\circ} \sim -60^{\circ}$) とした場合、三角波形部の各三角形状部の斜辺のシャフト本体軸心に対して成す角度を $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ($-30^{\circ} \sim -60^{\circ}$) とすることによって、三角形状部としては、その頂点部が約 60° から 120° の三角形状を成すことになり、形状による強度も安定する。すなわち、頂点部が約 60° 以下の鋭角であれば、いわゆる先細形状となって形状による強度が安定せず、逆に 120° の鈍角となれば、嵌合部の軸方向長さが短くなって、安定したトルク伝達機能を発揮しにくくなる。

[0016] 中空繊維強化プラスチック製のシャフト本体には芯金が入嵌されているものであったり、保護用パイプ材にて被覆したものであったりしてもよい。これによって、中空繊維強化プラスチックのシャフト本体の座屈に対する補強、及び振り強度の向上を図ることができる。

[0017] 三角波形部が噛合する噛合部にリング形状のカラー部材を外嵌したり、繊維に樹脂を含浸させてなるシート材を巻設したり、樹脂を含浸させてなる繊維

維体を巻設したりすることができる。これらによって、三角波形部が噛合する噛合部が、トルク負荷時に外径側へ拡大（拡張）するのを防止することができる。

[0018] シャフト本体の繊維強化プラスチックには多数の短繊維が含浸されているものであってもよい。多数の短繊維を含浸させることによって、繊維強化プラスチックの強度を向上させることができる。

[0019] 三角波形部が形成された短軸部は、等速自在継手の外側継手部材と一体成形品であってもよい。

発明の効果

[0020] 本発明では、繊維強化プラスチックの振り強度を高レベルに確保でき、形状による強度も安定する。このため、軽量化を図ることができて、トルク伝達機能を有効に発揮できる動力伝達シャフトを提供できる。

[0021] シャフト本体に芯金が入嵌されたものでは、シャフト本体の座屈を防止することができるとともに、振り強度向上に寄与する。保護用パイプ材にて被覆したものであれば、この保護用パイプ材によって、シャフト本体の外周側に、振り強度補強のための芯金としての役割を発揮できるとともに、外部からの異物（例えば飛び石）や紫外線等から保護することができる。

[0022] 三角波形部が噛合する噛合部にカラー部材等を外嵌することによって、トルク負荷時に外径側へ拡大（拡張）するのを防止することができ、接合力低下を防止でき、長期にわたって安定したトルク伝達機能を発揮することができる。

[0023] 多数の短繊維を含浸させることによって、繊維強化プラスチックの強度を向上させることができ、より耐久性に優れた動力伝達シャフトを提供できる。

[0024] また、短軸部が外側継手部材と一体成形品であれば、短軸部の接続作業を省略でき、組み立て作業性の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の動力伝達シャフトの断面図である。

[図2]前記図1に示す動力伝達シャフトの三角波形部が噛合する噛合部の拡大図である。

[図3]三角波形部が噛合する噛合部にカラー部材を被覆した状態の拡大図である。

[図4]繊維配向角が 45° となる繊維に樹脂を含浸させたシートを噛合部に巻設した状態の拡大図である。

[図5]繊維配向角が 90° となる繊維に樹脂を含浸させたシートを噛合部に巻設した動力伝達シャフトの平面図である。

[図6]他の実施形態を示す動力伝達シャフトの断面図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下本発明の実施の形態を図1～図6に基づいて説明する。この動力伝達シャフトは、例えば、自動車や各種産業機械に用いられるものであって、ドライブシャフト等に使用される。

[0027] このドライブシャフトは、固定式等速自在継手31と摺動式等速自在継手32とを、本発明に係る動力伝達シャフト1にて連結してなるものである。この図例では、固定式等速自在継手31にバーフィールド型等速自在継手を用い、摺動式等速自在継手32に、トリポード型等速自在継手を用いている。

[0028] 固定式等速自在継手31は、軸方向に延びる複数のトラック溝33が内径面34に形成された外側継手部材35と、軸方向に延びる複数のトラック溝36が外径面37に円周方向等間隔に形成された内側継手部材38と、外側継手部材35のトラック溝33と内側継手部材38のトラック溝36との間に介在してトルクを伝達する複数のボール39と、外側継手部材の内径面と内側継手部材の外径面との間に介在してボールを保持するケージ40とを備えている。

[0029] 摺動式等速自在継手32は、内周に軸線方向に延びる三本のトラック溝51を設けると共に各トラック溝51の内側壁に互いに対向するローラ案内面51aを設けた外側継手部材52と、半径方向に突出した3つの脚軸53を

備えたトリポード部材 5 4 と、前記脚軸 5 3 に外嵌する内側ローラ 5 5 と、前記トラック溝 5 1 に挿入されると共に前記内側ローラ 5 5 に外嵌する外側ローラ 5 6 とを備えたものである。すなわち、この摺動式等速自在継手 3 2 は、外側ローラ 5 6 が脚軸 5 3 に対して回転自在であると共にローラ案内面 5 1 a に沿って移動可能なダブルローラタイプである。また、トリポード部材 5 4 はボス 5 7 と前記脚軸 5 3 とを備える。脚軸 5 3 はボス 5 7 の円周方向三等分位置から半径方向に突出している。

[0030] 固定式等速自在継手 3 1 における内側継手部材 3 8 の軸孔にトルク伝達可能にシャフト 6 1 の軸端嵌合部を嵌入し、摺動式等速自在継手におけるトリポード部材 5 4 の軸孔にトルク伝達可能にシャフト 6 2 の軸端嵌合部を嵌入している。なお、シャフト 6 1, 6 2 の両軸端嵌合部の端部は、スナップリング等の止め輪 6 5, 6 5 によりそれぞれ抜け止めされている。すなわち、軸端嵌合部の端部に周方向溝 6 6、6 6 が形成され、この周方向溝 6 6、6 6 に止め輪 6 5, 6 5 が嵌合している。

[0031] このシャフト 6 1, 6 2 の軸端嵌合部の外径には雄スプライン 6 7, 6 7 が形成され、両等速自在継手の内側継手部材 3 8 及びトリポード部材 5 4 の軸孔には雌スプライン 6 8, 6 8 が形成されている。シャフト 6 1, 6 2 の軸端嵌合部を等速自在継手 3 1, 3 2 の内側継手部材 3 8 及びトリポード部材 5 4 の軸孔に嵌入することにより、雄スプライン 6 7, 6 7 と雌スプライン 6 8, 6 8 とを噛み合わせることで結合させ、シャフト 6 1 と内側継手部材 3 8 との間でトルク伝達を可能とし、シャフト 6 2 とトリポード部材 5 4 との間でトルク伝達を可能としている。

[0032] シャフト 6 1, 6 2 と各外側継手部材 3 5, 5 2 との間には、外部からの異物の侵入および内部からのグリースの漏洩を防止するためのブーツ 3 0 A, 3 0 B がそれぞれ装着されている。ブーツ 3 0 A, 3 0 B は、大径端部 3 0 a と、小径端部 3 0 b と、大径端部 3 0 a と小径端部 3 0 b とを連結する蛇腹部 3 0 c とからなる。ブーツ 3 0 の大径端部 3 0 a は外側継手部材 3 5, 5 2 の開口端でブーツバンド 4 5 A, 4 5 B により締め付け固定され、そ

の小径端部 30b はシャフトの所定部位でブーツバンド 46A、46B により締め付け固定されている。

[0033] 動力伝達シャフト 1 は、各等速自在継手 31、32 の外側継手部材 35、52 のカップ底部 35a、52b に連設される金属製の短軸部 2A、2B と、この短軸部 2A、2B 間に配設される中空繊維強化プラスチック製のシャフト本体 3 を備える。シャフト本体 3 の繊維強化プラスチックは方向性を持った繊維を有するものである。

[0034] 短軸部 2A、2B は、図 2 に示すように、一端側に周方向に沿って三角形状部 8 が複数個配設されてなる鋼製等の三角波形部 9 が形成されている。なお、三角波形部 9 の三角形状部 8 の頂部はアール状とされている。

[0035] シャフト本体 3 は、例えば、フィラメントワンディング法にて成形される。ここで、フィラメントワンディング法とは、樹脂を含浸させた強化繊維をマンドレル（中空円筒形の成形型）に巻き付けて成形、加熱硬化炉で硬化させて完成品を得る方法である。マンドレル側を回転させる方式とクリールと呼ぶ巻き付けヘッドを回転させる方式がある。

[0036] このため、シャフト本体 3 においては、図 1 に示すように、繊維強化プラスチックは方向性を持った繊維を有するものであり、この繊維配向角度 θ が $+45^\circ$ となる第 1 繊維巻設部 M1 と、繊維配向角度 θ が -45° となる第 2 繊維巻設部 M2 とを有するものとなる。

[0037] また、このシャフト本体 3 の端部には、図 2 に示すように、周方向に沿って三角形状部 10 が複数個配設されてなる三角波形部 11 が形成されている。この場合、三角形状部 10 は平面視において、その斜辺 10a がシャフト軸心に対して成す角度 α として、 45° となる二等辺三角形を成すことになる。なお、三角形状部 10 の頂部は、アール形状とされている。

[0038] この場合、図 1 に示すように、短軸部 2A、2B の外径寸法 D1 と、シャフト本体 3 の外径寸法 D2 と同一寸法に設定され、短軸部 2A、2B の肉厚寸法 T1 と、シャフト本体 3 の肉厚寸法 T2 とが同一寸法に設定される。

[0039] そして、シャフト本体 3 には、パイプ材からなる芯金 15 が内嵌される。

芯金 15 としても、例えば、S 53C や S 43C などに代表される機械構造用鋼や、ボロンを添加して焼入深さと強度向上を図った 10B38 等を用いることができる。この場合、熱硬化処理を行って強度を確保するようにするのが好ましいが、外径寸法が比較的大きく設定できて、強度を確保できるものであれば、熱硬化処理を行わないもののものであってもよい。硬化処理した場合、表面硬度としては、52HRC～65HRC とする。なお、芯金 15 の肉厚寸法としては、図例では、シャフト本体 3 の肉厚寸法 T2 よりも小さく設定されているが、用いる材質によって種々変更でき、芯金 15 の肉厚寸法とシャフト本体 3 の肉厚寸法 T2 と同一としたり、芯金 15 の肉厚寸法をシャフト本体 3 の肉厚寸法 T2 よりも厚くしてもよい。

[0040] 各等速自在継手 31, 32 の外側継手部材 35, 52 の底壁部 35a, 52a には、それぞれ、膨出部 41, 41 が設けられ、この膨出部 41, 41 に芯金 15 の両端部がそれぞれ外嵌され、溶接等の接合手段にて、膨出部 41, 41 に芯金 15 とが一体化される。この膨出部 41 は、外径側の大径部 41a と内径側の小径部 41b とからなる。このため、芯金 15 の端面 6 が膨出部 41 の大径部 41a の端面 42, 42 に突き合わされた状態で接合される。また、短軸部 2A, 2B の端面 7 も端面 42, 42 に突き合わされた状態で、底壁部 35a, 52a に溶接等の接合手段にて接合される。

[0041] そして、図 2 に示すように、短軸部 2A, 2B の三角形状部 8 と、シャフト本体 3 の三角形状部 10 とは、同一形状寸法で、周方向に沿って同一ピッチで配設される。このため、短軸部 2A, 2B の周方向の隣りあう三角形状部 8 間にて形成される三角形状の凹部 12 に、シャフト本体 3 の三角形状部 10 が嵌合するとともに、シャフト本体 3 の周方向の隣りあう三角形状部 10 間にて形成される三角形状の凹部 13 に、短軸部 2A, 2B の三角形状部 8 が嵌合することになる。すなわち、短軸部 2A, 2B の三角波形部 9 とシャフト本体 3 の三角波形部 11 とが噛合することになる。

[0042] この場合、シャフト本体 3 の三角形状部 10 の斜辺 10a 及び短軸部 2A, 2B の三角形状部 8 の斜辺 8a の角度 α 、 β は 45° であり、シャフト本

体3の第1繊維巻設部（繊維がA方向に巻設されたもの）の繊維配向角度 θ が $+45^\circ$ であり、第2繊維（繊維がB方向に巻設されたもの）の繊維配向角度 θ が -45° となるので、トルク負荷時に生じる応力方向と繊維の方向が同方向になる。

[0043] ところで、シャフト本体3の第1繊維（A方向繊維）の繊維配向角度 θ としては、 $+45^\circ$ に限るものではなく、 $+30^\circ \sim +60^\circ$ であればよく、第2繊維（B方向繊維）の繊維配向角度 θ としても $-30^\circ \sim -60^\circ$ であればよい。このため、シャフト本体3の三角形状部10の斜辺及び短軸部2A、2Bの三角形状部8の斜辺の角度 β としても、 45° に限るものではなく、 $30^\circ \sim 60^\circ$ であればよい。すなわち、トルク負荷時に生じる応力方向と繊維の方向が同方向になるように設定できればよい。

[0044] また、シャフト本体3の樹脂としては、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂であっても、PA（ナイロン）、PP（ポリプロピレン）、PEEK（ポリエーテルケトン）等の熱可塑性樹脂等とすることができる。

[0045] 繊維強化プラスチックとしては、繊維が予め樹脂の層を通して含浸させる際に、無数の短繊維を樹脂層に攪拌させながら含浸させておき、巻きつける繊維（第1繊維巻設部M1及び第2繊維巻設部M2）に短繊維を付着させたものであってもよい。これにより、硬化した樹脂内で巻き付けられた長繊維だけでなく、無数の短繊維が含有されたことになる。なお、短繊維の繊維長さとしては、1mm未満とする。

[0046] 次に、図3では、短軸部2Aの三角波形部9とシャフト本体3の三角波形部11との噛合部Sに、短円筒体からなるカラー部材16を外嵌している。カラー部材16は、例えば、S53CやS43Cなどに代表される機械構造用鋼や、ボロンを添加して焼入深さと強度向上を図った10B38等を用いることができる。さらには、ステンレス鋼などの合金鋼や軽量化目的でアルミ合金などの非鉄金属や樹脂等であってもよい。図示しなかったが短軸部2Bも同様にカラー部材16を外嵌してもよい。

[0047] カラー部材16が、短軸部2A、2Bの三角波形部9とシャフト本体3の

三角波形部 11 との噛合部 S に圧入されることになって、噛合部 S を覆うことになる。また、このカラー部材 16 は、トルクを伝達するための部材ではないので、カラー部材 16 を金属製にて構成しても、熱硬化処理を施す必要はないが、もちろん、熱硬化処理を施したものであってもよい。なお、熱硬化処理した場合、表面硬度としては、52HRC～65HRC とする。このカラー部材 16 の肉厚寸法としては、例えば、5mm～10mm 程度とされる。

[0048] 図 4 は、カラー部材 16 に代えて、樹脂を含浸させたシート材 17 を短軸部 2A の三角波形部 9 とシャフト本体 3 の三角波形部 11 との噛合部 S に巻設したものである。この場合、繊維として、シャフト本体 3 の繊維と同様、繊維配向角度 θ が $+45^\circ$ である A 方向繊維と、繊維配向角度 θ が -45° である B 方向繊維とを備えたものである。図 5 では、シート材 17 の繊維配向方向を周方向としている。また、樹脂を含浸させたシート材 17 に代えて樹脂を含浸させてなる繊維体を巻設したものであってもよい。図示しなかったが短軸部 2B にも図 4 および図 5 のシート 17 を嵌合部 S に巻設してもよい。

[0049] 次に、図 6 に示す動力伝達シャフトは、シャフト本体 3 の外周を保護用パイプ材 20 にて被覆したものである。外側継手部材 35, 52 の底壁部 35a, 52a に、短軸部 2A, 2B が一体に連設されている。そして、短軸部 2A, 2B の周方向の隣りあう三角形状部 8 間にて形成される三角形状の凹部 12 に、シャフト本体 3 の三角形状部 10 が嵌合するとともに、シャフト本体 3 の周方向の隣りあう三角形状部 10 間にて形成される三角形状の凹部 13 に、短軸部 2A, 2B の三角形状部 8 が嵌合することになる。すなわち、短軸部 2A, 2B の三角波形部 9 とシャフト本体 3 の三角波形部 11 とが噛合することになる（図 2 参照）。

[0050] そして、短軸部 2A, 2B 及びシャフト本体 3 には、保護用パイプ材 20 が外嵌されている。保護用パイプ材 20 としては、前記芯金 15 と同様、例えば、S53C や S43C などに代表される機械構造用鋼や、ボロンを添加

して焼入深さと強度向上を図った10B38等を用いることができる。この場合も、熱硬化処理を行って強度を確保するようにするのが好ましいが、外径寸法が比較的大きく設定できて、強度を確保できるものであれば、熱硬化処理を行わないものであってもよい。硬化処理した場合、表面硬度としては、52HRC～65HRCとする。

[0051] この保護用パイプ材20の両端部20a、20aが短軸部2A、2Bに外嵌された状態で、その端面が、外側継手部材35、52の底壁部35a、52aの端面43に突き合わされて溶接等の接合手段にて、保護用パイプ材20の両端部20a、20aが短軸部2A、2Bと接合一体化される。

[0052] この場合、保護用パイプ材20の外径寸法D4と外側継手部材35、52の膨出部41、41の外径寸法D5とを同一に設定するとともに、保護用パイプ材20の内径寸法D6とシャフト本体3の外径寸法D2を同一に設定している。また、この場合も、シャフト3の外径寸法D2と、短軸部2A、2Bの外径寸法D1とが同一寸法に設定され、シャフト3の肉厚寸法T2と、短軸部2A、2Bの肉厚寸法T1とが同一寸法に設定されている。このため、短軸部2A、2Bの三角波形部9とシャフト本体3の三角波形部11とが噛合することになる。この状態で、シャフト本体3に保護用パイプ材20が外嵌されることになる。

[0053] 本発明の動力伝達シャフトでは、中空繊維強化プラスチック製のシャフト本体3の直径（外径寸法）の大径化が可能であり、しかも、シャフト本体3の繊維強化プラスチックの繊維配向角度を、トルク負荷状態において各三角形状部8、10の斜辺に生じる応力方向と同方向となるように構成することによって、繊維強化プラスチックの振り強度を高レベルに確保できる。また、三角波形部9、11の各三角形状部8、10の斜辺のシャフト本体軸心に対して成す角度を30°～60°とすることによって、三角形状部10としては、その頂点部が約60°から120°の三角形状を成すこととなり、形状による強度も安定する。すなわち、頂点部が約60°以下の鋭角であれば、いわゆる先細形状となって形状による強度が安定せず、逆に120°の鈍角

となれば、噛合部Sの軸方向長さが短くなって、安定したトルク伝達機能を発揮しにくくなる。

[0054] このため、本発明では、繊維強化プラスチックの捩り強度を高レベルに確保でき、形状による強度も安定する。このため、軽量化を図ることができて、トルク伝達機能を有効に発揮できる動力伝達シャフトを提供できる。特に、三角波形部9、11の各三角形状部8、10の斜辺8a、10aのシャフト本体軸心に対して成す角度を 45° とするとともに、シャフト本体3の繊維強化プラスチックの繊維配向角度を $\pm 45^\circ$ とすることによって、トルク負荷状態において各三角形状部8、11の斜辺8a、10aに生じる応力方向と同方向に設定しやすい利点がある。

[0055] シャフト本体3に芯金15が内嵌されたものでは、シャフト本体3の座屈を防止することができるとともに、捩り強度向上に寄与する。また、三角波形部9、11が噛合する噛合部にカラー部材16等を外嵌することによって、トルク負荷時に外径側へ拡大（拡張）するのを防止することができ、接合力低下を防止でき、長期にわたって安定してトルク伝達機能を発揮することができる。

[0056] 多数の短繊維を含浸させたものでは、繊維強化プラスチックの強度を向上させることができ、より耐久性に優れた動力伝達シャフトを提供できる。

[0057] 保護用パイプ材20にて被覆したものであれば、この保護用パイプ材20によって、シャフト本体3の外周側に、捩り強度補強のための芯金としての役割を発揮できるとともに、外部からの異物（例えば飛び石）や紫外線等から保護することができる。

[0058] 以上、本発明の実施形態につき説明したが、本発明は前記実施形態に限定されることなく種々の変形が可能であって、動力伝達シャフトにおいて、座屈を回避でき、かつ、捩り強度の確保が可能なシャフト本体3を得ることが可能であれば、芯金15や保護用パイプ材20等を省略してもよい。また、シャフト本体3の繊維強化プラスチックとしても、短繊維が含浸されていないものであってもよい。

- [0059] また、シャフト本体 3 の三角形状部 10 の数や大きさ等は、シャフト本体 3 の径寸法や肉厚寸法等に応じて任意に設定できる。なお、前記実施形態では、各三角形状部 10 の頂部としてはアール部を形成することによって、丸みを付けたものであるが、このような丸みをつけないものであってもよい。
- [0060] 芯金 15 や保護用パイプ材 20 を接合する場合、溶接以外に、摩擦接合（摩擦圧接・圧接）にて行ってもよい。摩擦接合とは、金属材料を接触加圧しながら相対運動を起こさせ、発生する摩擦熱を熱源とする接合法である。また、溶接にて接合を行う場合、電子ビーム溶接、レーザ溶接、アーク溶接、又はガス溶接等の種々の溶接方法を採用することができる。
- [0061] また、繊維強化プラスチックからなるシャフト本体 3 の製法として、前記実施形態では、フィラメントワインディング法を示したが、シートワインディング法等の他の方法を採用してもよい。ここで、シートワインディング法とは、回転しているマンドレルの外側に、シート状の繊維に樹脂を含浸し半硬化状態のもの（プリプレグ）を巻き付け、硬化させた後、マンドレルを引き抜いてパイプ状のものを成形する方法である。
- [0062] 繊維強化プラスチックとしては、ガラス繊維強化プラスチック（GFRP）や炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を用いることができ、さらには、ボロン繊維強化プラスチック（BFRP）、アラミド繊維強化プラスチック（AFRP, KFRP）やポリエチレン繊維強化プラスチック（DFRP）等も用いることができる。また、含浸させる短繊維としては、ガラス繊維や炭素繊維等を用いることができるが、カーボンナノチューブ（CNT）やセルロースナノファイバー（CNF）等であってもよい。

産業上の利用可能性

- [0063] 本動力伝達シャフトは、自動車や各種産業機械に用いられる動力伝達用シャフトの用いることができる。固定式等速自在継手として、バーフィールドタイプやアンダーカットフリータイプの等速自在継手であっても、摺動式等速自在継手としては、トリポードタイプ、ダブルオフセットタイプ、クロスグループタイプの等速自在継手であってもよい。ドライブシャフト以外のプ

ロペラシャフトに用いてもよい。また、摺動式等速自在継手としてトリポードタイプを用いる場合、シングルローラタイプであっても、ダブルローラタイプであってもよい。

符号の説明

- [0064] S 嚙合部
- 2 A, 2 B 短軸部
- 3 シャフト本体
- 8, 10 三角形状部
- 9、11 三角波形部
- 15 芯金
- 16 カラー部材
- 17 シート材
- 20 保護用パイプ材
- 31 固定式等速自在継手
- 32 摺動式等速自在継手

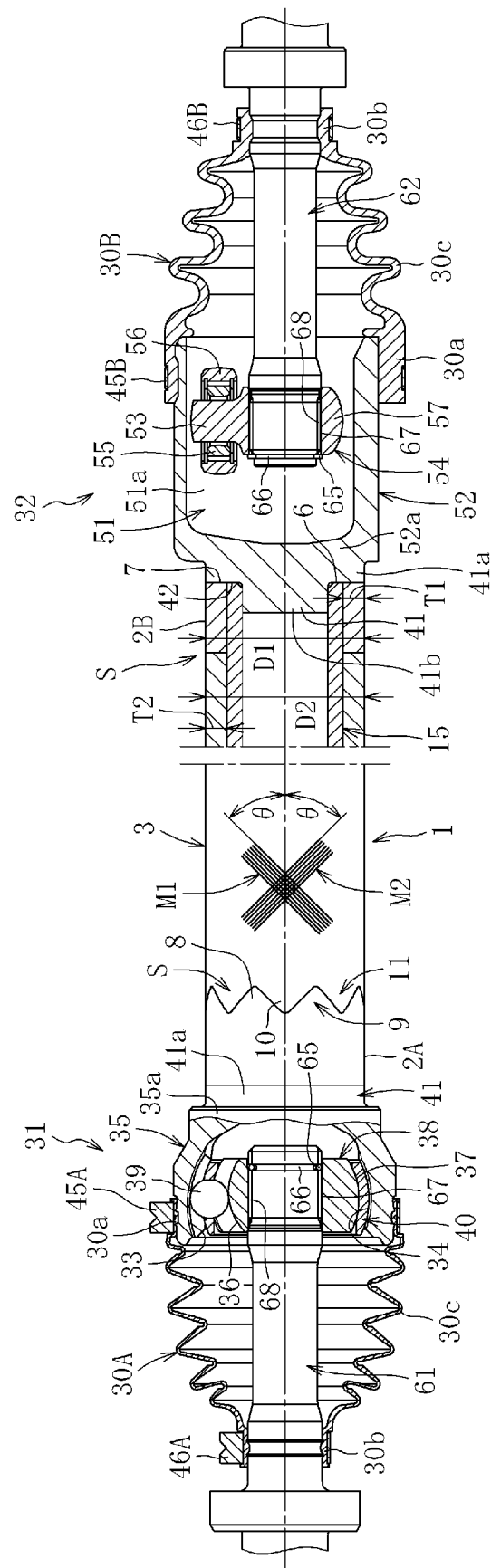
請求の範囲

- [請求項1] 一対の等速自在継手を連結する動力伝達シャフトであって、
各等速自在継手の外側継手部材のカップ底部に連設される金属製の短軸部と、この短軸部間に配設される中空繊維強化プラスチック製のシャフト本体を備え、シャフト本体の繊維強化プラスチックは方向性を持った繊維を有し、各短軸部の端部に、周方向に沿って三角形状部が複数個配設されてなる三角波形部を形成するとともに、シャフト本体の両端部に、周方向に沿って三角形状部が複数個配設されてなる三角波形部を形成し、短軸部側の三角波形部の側辺とシャフト本体側の三角波形部の側辺とが接触する噛合にて、一対の短軸部間にシャフト本体を介在させた状態で短軸部とシャフト本体とが直線状に配設一体化され、かつ、シャフト本体の繊維強化プラスチックの繊維配向角度を、トルク負荷状態において各三角形状部の斜辺に生じる応力方向と同方向となるように構成したことを特徴とする動力伝達シャフト。
- [請求項2] 前記シャフト本体には芯金が内嵌されていることを特徴とする請求項1に記載の動力伝達シャフト。
- [請求項3] 三角波形部が噛合する噛合部にリング形状のカラー部材を外嵌したことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の動力伝達シャフト。
- [請求項4] 三角波形部が噛合する噛合部に、繊維に樹脂を含浸させてなるシート材を巻設したことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の動力伝達シャフト。
- [請求項5] 三角波形部が噛合する噛合部に、樹脂を含浸させてなる繊維体を巻設したことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の動力伝達シャフト。
- [請求項6] シャフト本体の繊維強化プラスチックには多数の短繊維が含まれていることを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の動力伝達シャフト。
- [請求項7] 三角波形部が形成された短軸部は、等速自在継手の外側継手部材と

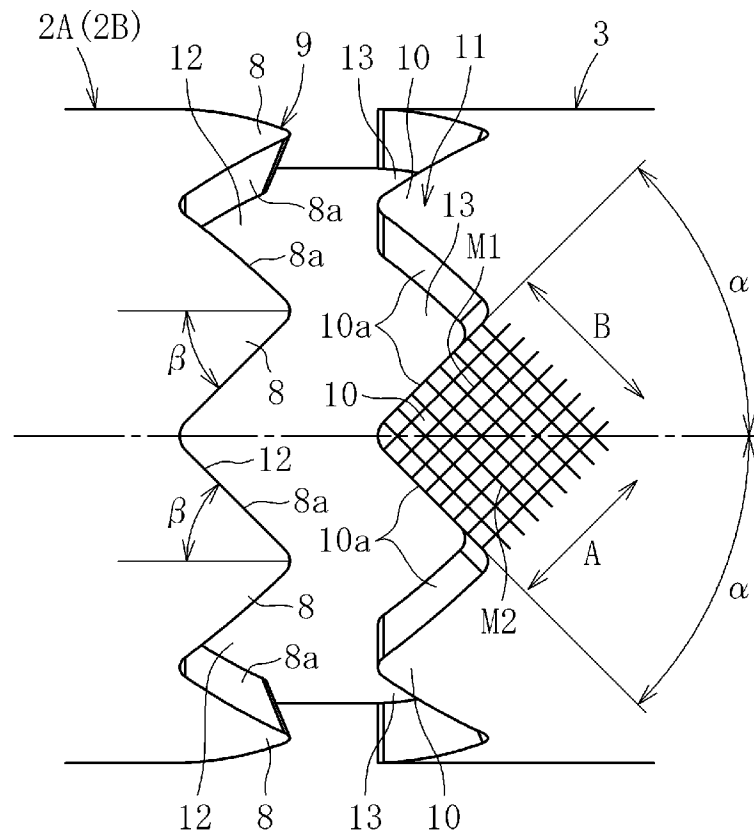
一体成形品であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 項に記載の動力伝達シャフト。

[請求項 8] 中空繊維強化プラスチック製のシャフト本体と、三角波形部が噛合する噛合部とを保護用パイプ材にて被覆したことを特徴とする請求項 1 に記載の動力伝達シャフト。

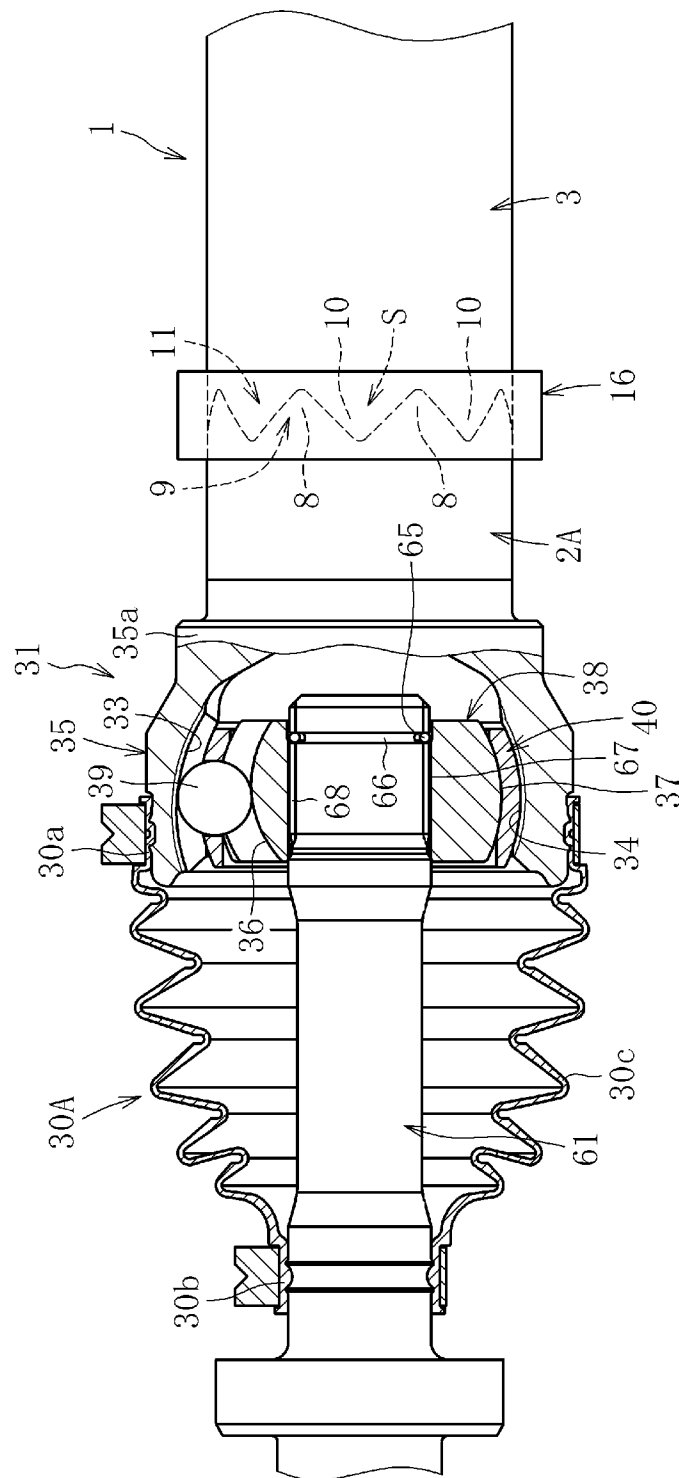
[図1]



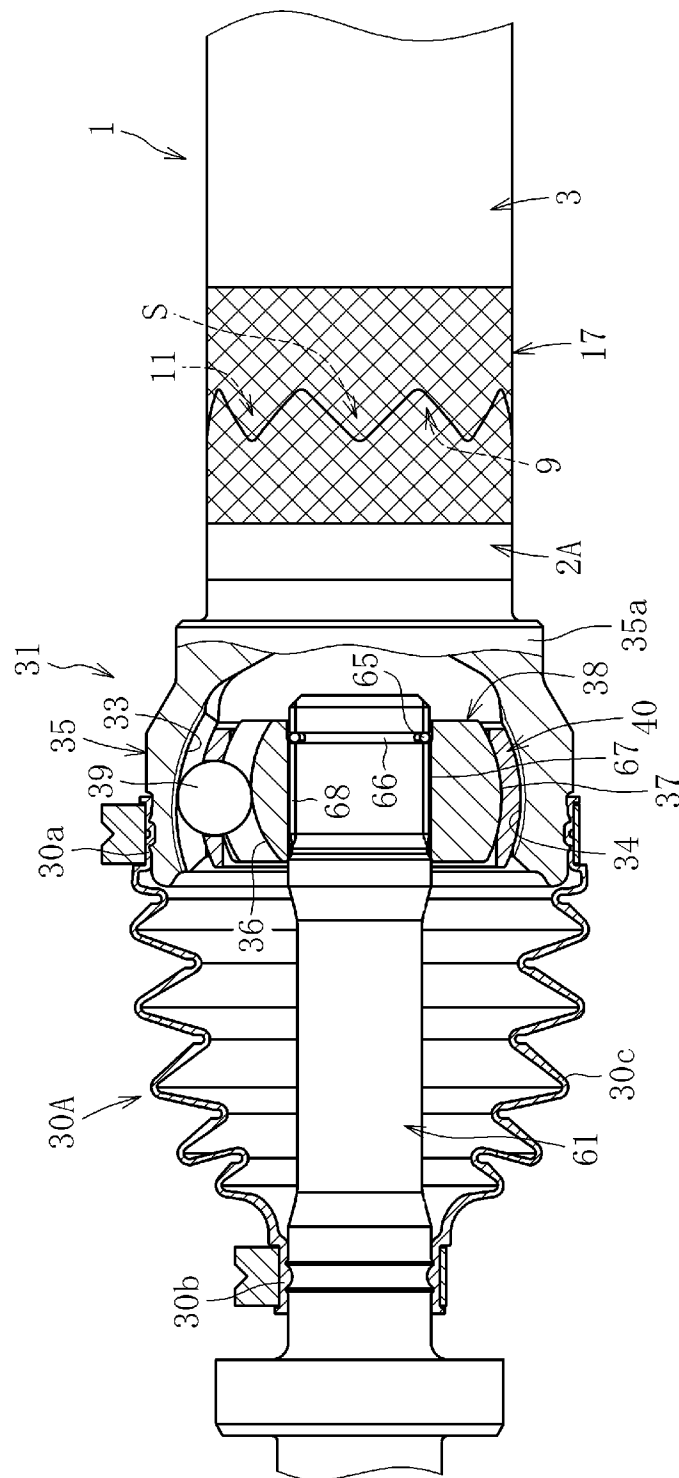
[図2]



[図3]

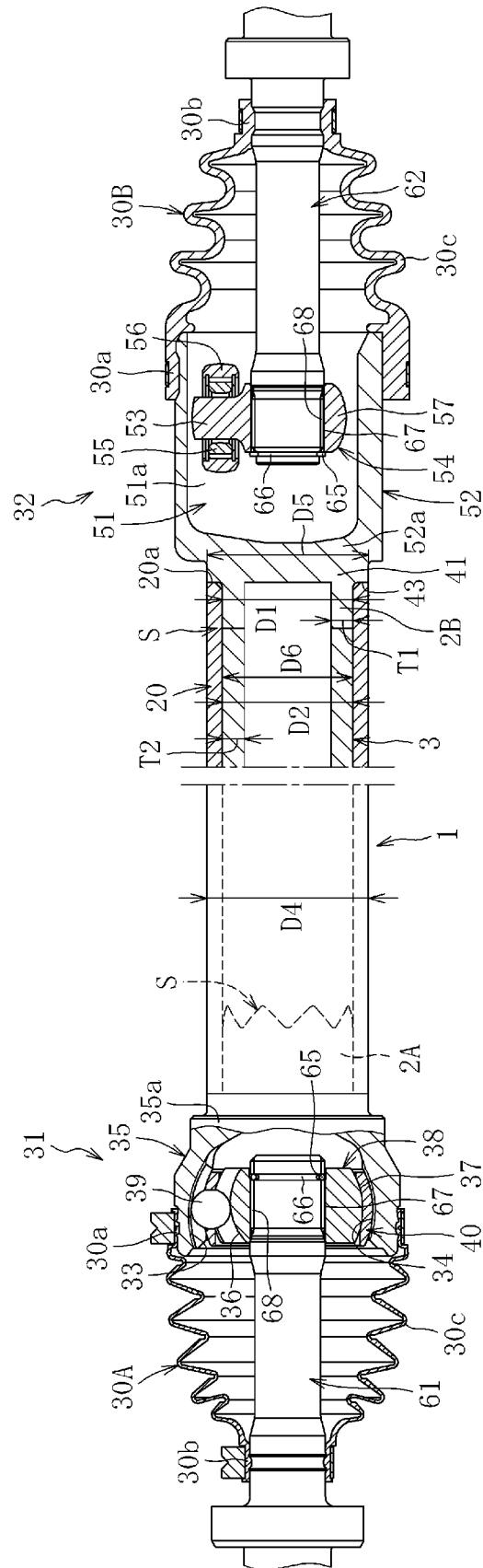


[図4]



This diagram shows a cross-section of a mechanical device. At the top, there's a large cylindrical component labeled 1. Below it, a series of horizontal lines represent a stator or housing, with labels 3, 9, 17, and 2A indicating different sections. A wavy line labeled S is shown within this section. In the center, there's a rotor assembly consisting of several parts: a central shaft-like part labeled 68, surrounded by a sleeve or bearing labeled 66. This is flanked by two sets of curved segments, possibly vanes or blades, labeled 30a and 30b on the left, and 30c and 30d on the right. Various other components are labeled with numbers like 31, 35, 33, 39, 35a, 34, 37, 38, 40, 61, and 65, representing different parts of the assembly such as seals, bearings, and structural elements.

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050194

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C3/02(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)

F16C3/02

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	US 2012/0184383 A1 (SKF AEROSPACE FRANCE), 19 July 2012 (19.07.2012), paragraphs [0044] to [0081]; fig. 1 to 7 & EP 2476924 A1 & FR 2970533 A & ES 2426032 T	1-8
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 43189/1979(Laid-open No. 142718/1980) (Toyota Motor Co., Ltd.), 13 October 1980 (13.10.1980), page 4, line 12 to page 6, line 19; fig. 4 to 6 (Family: none)	1-8

☒ 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 March 2016 (08.03.16)

Date of mailing of the international search report
22 March 2016 (22.03.16)

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/JP2016/050194

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-089580 A (General Electric Co.), 27 March 2002 (27.03.2002), paragraphs [0006] to [0013]; fig. 1 to 5 & US 6352385 B1 column 2, line 19 to column 3, line 57; fig. 1 to 5 & EP 1178231 A2 & ES 2418140 T	1-8
Y	JP 1-154730 A (Mazda Motor Corp.), 16 June 1989 (16.06.1989), page 1, lower left column, line 17 to lower right column, line 12; page 2, lower left column, line 1 to page 3, upper right column, line 16; fig. 1 to 5, 8 (Family: none)	3-8
Y	JP 4-163130 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 08 June 1992 (08.06.1992), page 2, lower left column, line 4 to page 3, lower left column, line 14; fig. 1 to 2 (Family: none)	6-8
Y	JP 2002-235726 A (NTN Corp.), 23 August 2002 (23.08.2002), paragraphs [0001] to [0003], [0029] to [0032]; fig. 1 to 2, 8 & US 2002/0117228 A1 paragraphs [0002] to [0005], [0044] to [0047]; fig. 1 to 2, 8 & EP 1231391 A2	8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C3/02 (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. F16C3/02

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y	US 2012/0184383 A1 (SKF AEROSPACE FRANCE) 2012.07.19, 段落 [0044] - [0081], 図1-7 & EP 2476924 A1 & FR 2970533 A & ES 2426032 T	1-8
Y	日本国実用新案登録出願 54-43189 号 (日本国実用新案登録出願公開 55-142718 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (トヨタ自動車工業株式会社) 1980.10.13, 第4ページ第12行-第6ページ第19行, 第4-6図 (ファミリーなし)	1-8

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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

08.03.2016

国際調査報告の発送日

22.03.2016

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)

久島 弘太郎

3 J

9725

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
Y	JP 2002-089580 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2002.03.27, 段落 [0006] - [0013], 図1-5 & US 6352385 B1, 第2欄第19行-第3欄第57行, 図1-5 & EP 1178231 A2 & ES 2418140 T	1-8
Y	JP 1-154730 A (マツダ株式会社) 1989.06.16, 第1ページ左下欄第 17行-右下欄第12行, 第2ページ左下欄第1行-第3ページ右 上欄第16行, 第1-5, 8図 (ファミリーなし)	3-8
Y	JP 4-163130 A (積水化学工業株式会社) 1992.06.08, 第2ページ左 下欄第4行-第3ページ左下欄第14行, 第1-2図 (ファミリー なし)	6-8
Y	JP 2002-235726 A (エヌティエヌ株式会社) 2002.08.23, 段落 [0 001] - [0003], [0029] - [0032], 図1-2, 8 & US 2002/0117228 A1, 段落[0002]-[0005], [0044]-[0047], 図1-2, 8 & EP 1231391 A2	8