

(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
2017年10月5日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/169892 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 3/00 (2006.01) *F16H 57/04* (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/010874
- (22) 国際出願日: 2017年3月17日(17.03.2017)
- (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 2016-068066 2016年3月30日(30.03.2016) JP
- (71) 出願人: アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
(AISIN AW CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 森 篤(MORI, Atsushi); 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 前野 克弘(MAENO, Katsuhiko); 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). ▲高▼林 直生(TAKABAYASHI, Naoki); 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 喜多 昭彦(KITA, Akihiko); 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番

地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 田島 清志(TAJIMA, Kiyoshi); 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 飯沼 敏也(IINUMA, Toshiya); 〒4441154 愛知県安城市桜井町北阿原下48番地8 株式会社エイ・ダブリュ・エンジニアリング内 Aichi (JP). 岩田 匡平(IWATA, Kyohel); 〒4441154 愛知県安城市桜井町北阿原下48番地8 株式会社エイ・ダブリュ・エンジニアリング内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人アイテック国際特許事務所 (ITEC INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1410031 東京都品川区西五反田2-19-3 五反田第一生命ビルディング Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

[続葉有]

(54) Title: SHAFT

(54) 発明の名称: シャフト

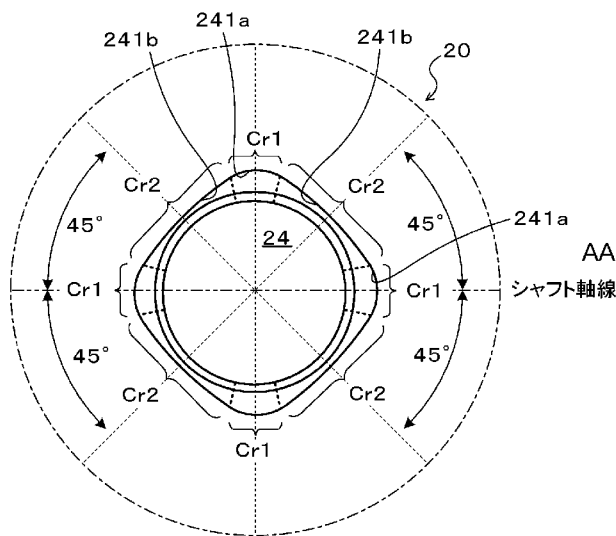


FIG. 3

AA Shaft axis

形成される。

(57) Abstract: Provided is a shaft having a hole extending radially outward from the inside of the shaft and open to the outer peripheral surface of the shaft. When viewed in the radial direction of the shaft, the opening of the hole has a contour having a first curvature and a second curvature which is smaller than the first curvature. The hole has, in the radial direction of the shaft: an outer hole section extending radially inward a predetermined length from the opening end while maintaining the contour; a cylindrical inner hole section having a smaller hole diameter than the outer hole section; and a reduced-diameter section having a diameter reduced from the outer hole section toward the inner hole section. The outer hole section, the reduced-diameter section, and the inner hole section are arranged in this order from the outside to the inside of the shaft in the radial direction.

(57) 要約: シャフトは、内部から径方向外側へ延在して外周面で開口する孔を有する。孔の開口は、シャフトの径方向から見たときに、第1曲率と、第1曲率よりも小さい第2曲率とを含む外形形状である。また、孔は、シャフトの径方向において、開口端から径方向内側に向かって所定長さまで外径形状を維持したまま延在している外側孔部と、外側孔部よりも孔径が小さい筒状の内側孔部と、外側孔部から内側孔部に向かって縮径される縮径部とを有する。そして、シャフトの径方向外側からその内側に向かって外側孔部、縮径部、内側孔部の順に並ぶように



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))

明 細 書

発明の名称：シャフト

技術分野

[0001] 本明細書において開示する本開示の発明は、シャフトに関する。

背景技術

[0002] 従来、この種のシャフトとしては、自動変速機に使用され、内部から径方向に延びて外周面で開口する潤滑孔を有するものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。このシャフトは、当該シャフトの軸方向に対して45度オフセットした方向に沿った長穴状の潤滑孔を有する。潤滑孔は、シャフトの径方向において、内径側で略円形とされ、内径側から外径側に向かうにつれて穴が長穴状に広がるようにテーパ（面取り形状）によって形成される。これにより、トルクの伝達に伴うシャフトのねじりに対して応力集中を低減させ、耐久性を向上させることができるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第8187133号

発明の概要

[0004] 従来におけるシャフトは、円形の潤滑孔に比してシャフトのねじりに対して応力集中を低減させる効果が認められるものの、孔の面取り形状によっては、応力集中を十分に低減させることができない可能性があり、なお改善の余地がある。

[0005] 本開示の発明は、内部から径方向外側に延びて外周面で開口する孔を有するシャフトのねじりに対する強度をより高めることを主目的とする。

[0006] 本開示の発明は、上述の主目的を達成するために以下の手段を採った。

[0007] 本開示のシャフトは、外力により回転するシャフトであって、内部から径方向外側へ延在して外周面で開口する孔を有し、前記孔の開口は、前記シャフトの径方向から見たときに、第1曲率と、該第1曲率よりも小さい第2曲

率とを含む外形形状であり、前記孔は、前記シャフトの径方向において、開口端から径方向内側に向かって所定長さまで前記外形形状を維持したまま延在している外側孔部と、前記外側孔部よりも孔径が小さい筒状の内側孔部と、前記外側孔部から前記内側孔部に向かって縮径される縮径部とを有し、前記シャフトの径方向外側から該シャフトの内側に向かって前記外側孔部、前記縮径部、前記内側孔部の順に並ぶように形成されることを要旨とするものである。

[0008] この本開示のシャフトでは、内部から径方向外側に延在して外周面で開口する孔を有するものにおいて、孔の開口は、シャフトの径方向から見たときに、第1曲率と、第1曲率よりも小さい第2曲率とを含む外形形状とされる。そして、孔は、シャフトの径方向において、開口端から径方向内側に向かって所定長さまで外形形状を維持したまま延在している外側孔部と、外側孔部よりも孔径が小さい筒状の内側孔部と、外側孔部から内側孔部に向かって縮径される縮径部とを有し、シャフトの径方向外側からその内側に向かって外側孔部、縮径部、内側孔部の順に並ぶように形成される。これにより、シャフトにねじり方向の力が加わったときに孔の開口部（外側孔部）の内周面のうち引張応力が作用する面を、第1曲率よりも小さい第2曲率の面で形成するものとすれば、当該第2曲率の面によって引張応力を分散させることが可能となり、応力集中を回避することができる。また、開口部（外側孔部）と内側孔部との間を縮径部（曲面）によって滑らかに繋ぐことで、開口部（外側孔部）と内側孔部との間の応力集中も回避することができる。この結果、シャフトのねじりに対する強度をより高めることができる。ここで、第2曲率は、曲面（曲線）の他、曲率ゼロ、即ち平面（直線）も含まれる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本実施形態に係るシャフト20の外観を示す外観図である。

[図2]図1のシャフト20のA-A断面を示す断面図である。

[図3]図1のシャフト20のB領域を拡大して示す部分拡大図である。

[図4]図1のシャフト20のC-C断面を示す断面図である。

[図5]油孔24の開口部241および拡径部243の形状を示す説明図である。

[図6A]油孔24の形成工程の一例を示す説明図である。

[図6B]油孔24の形成工程の一例を示す説明図である。

[図6C]油孔24の形成工程の一例を示す説明図である。

[図6D]油孔24の形成工程の一例を示す説明図である。

[図7A]シャフト20に回転トルクが入力される様子を示す説明図である。

[図7B]シャフト20に回転トルクが入力される様子を示す説明図である。

[図8A]本実施形態のシャフトの油孔において軸線に対して45度の傾きをなす面を作用面とするミーゼス応力の分布を示すグラフである。

[図8B]比較例のシャフトの油孔において軸線に対して45度の傾きをなす面を作用面とするミーゼス応力の分布を示すグラフである。

[図9]他の実施形態に係るシャフト20Bを示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0010] 次に、図面を参照しながら、本開示の発明を実施するための形態について説明する。なお、図面や本文中におけるC rや ϕ 等の記載は、記号として用いているものであり、実際の曲率や半径等を示すものではない。

[0011] 図1は本実施形態に係るシャフト20の外観を示す外観図であり、図2は図1のシャフト20のA-A断面を示す断面図であり、図3は図1のシャフト20のB領域を拡大して示す部分拡大図であり、図4は図1のシャフト20のC-C断面を示す断面図であり、図5は油孔24の開口部241および拡径部243の形状を示す説明図である。

[0012] 本実施形態のシャフト20は、例えば、車両に搭載されるエンジンやモータなどの動力源からの動力を変速して駆動輪に連結された車軸に伝達する変速機用のシャフトとして用いられる。変速機用のシャフトとしては、例えば、動力源からの動力が入力されるインプットシャフトや、インプットシャフトからの動力が伝達される各種シャフト（インターミディエイトシャフトなど）、変速機が備える遊星歯車のプラネタリキャリアに支持されるピニオン

シャフトなどを挙げることができる。

[0013] シャフト20は、鋼製のシャフトであり、その内部に軸方向に延びる油路22と、油路22から径方向外側に延びて外周面で開口する油孔24、26とが形成されている。シャフト20は、例えば、潤滑・冷却用の作動油を油孔26から導入し、油路22を経て油孔24から吐出する。

[0014] 油孔24の開口部（外側孔部）241は、図3に示すように、周方向に大小異なる曲率をもつ非円形の内周面を有する。即ち、開口部241の内周面は、シャフト20の軸線方向および軸線に対して直交方向の4箇所それぞれ第1曲率 C_{r1} の第1曲面241aを有すると共に、シャフト20の軸線に対して45度方向の4箇所にそれぞれ第1曲率 C_{r1} よりも小さい第2曲率 C_{r2} の第2曲面241bを有する。周方向に隣接する第1曲面241aと第2曲面241bとは、滑らかに繋がれている。すなわち、第1曲面241aで発生するせん断応力の大きさと、第2曲面241bで発生する圧縮応力ならびに引張応力の大きさが同等の大きさとなる寸法にするため、第2曲面241bの円弧部分の長さを最大限確保しつつ、隣り合う第2曲面241bと第2曲面241bとの間を第1曲面241aで滑らかにつなぐことで、開口部241の内周面が形成される。

[0015] 油孔24の内部（内側孔部）242は、開口部241（外側孔部）の内径（短辺の内径）よりも小さな内径をもつ円形の内周面を有し、開口部241と内部242との間には、図4に示すように、内部242から開口部241に向かって曲率 C_{r3} で円弧状に拡張される拡張部243（開口部241から内部242に向かう方向に対しては円弧状に縮径される縮径部）が形成されている。開口部241と内部242とは、拡張部243によって滑らかに繋がれている。拡張部243は、図4に示すように、内部242の内周面から開口部241の内周面へ向かうにつれて、拡張の変化率が小さくなるように凹状に湾曲する凹曲面により形成されている。これにより、拡張部243に応力が集中しないようにすることができる。また、この場合、拡張部243と内部242との境界部は、形状が不連続となるから、当該部位での応力

の集中を回避するために、滑らかに繋がるアール（R）が付与されている。

[0016] 図6A、図6B、図6C、図6Dは、油孔24の形成工程の一例を示す説明図である。油孔24の形成は以下のようにして行なわれる。まず、ドリル等によりシャフト20の軸心を通して径方向に貫通させる孔開け加工を行なう（図6A参照）。次に、孔開け加工により形成された孔の開口面積をプレスや切削等により拡大させて開口部241および拡張部243を形成する座ぐり加工を行なう（図6B参照）。上述したように、拡張部243を凹曲面としたから、プレス等により拡張部243を容易に形成することができる。また、拡張部243において拡張の変化率が最も大きくなる部位は、内部242と拡張部243との境界部となり、拡張部243の内周面から内部242の内周面に向かって山状に変化するため、その後のR付与加工も容易に行なうことができる。そして、形成された拡張部243と内部242との境界に対してプレスや切削などにより滑らかなアール（R）を付与するR付与加工を行ない（図6C参照）、上述の座ぐり加工およびR付与加工を孔の反対側にも施して（図6D参照）、完成する。なお、こうしてシャフト20に油孔24を含む全ての油路22、油孔26が形成されると、シャフト20に熱処理を施し、その後、外周面を研磨する。このように、油孔24の形成は、熱処理の前、即ちシャフト20を硬化させる前に実行される。これにより、上述した座ぐり加工やR付与加工を容易に且つ高い精度で実行することができる。

[0017] いま、シャフト20に回転トルクが付与された場合を考える。この場合、シャフト20の軸線に対し、油孔24における横断面および縦断面に沿って、せん断応力が作用している。油孔の開口部において、せん断応力が発生する面に対して45度の傾きをなす面では、引張および圧縮の応力を生じ、圧縮・引張応力の値はともにシャフト半径におけるせん断応力の値に等しいものとなる。また、引張応力が最大となる面に対して90度の傾きをなす面には、圧縮応力が作用する。本実施形態のシャフト20では、孔24の内周面として、回転トルクが付与されたときに、せん断応力が作用する面を、比較

的大きい第1曲率 C_{r1} の第1曲面241aで形成し、圧縮応力または引張応力が作用する面を、比較的小さい第2曲率 C_{r2} の第2曲面241bにより形成する。これにより、シャフト20のねじりに対して油孔24の内周面に作用する引張応力を第2曲面241bで分散させることができるため、シャフト20のねじりに対する強度を高めることができる。

[0018] 図8に、シャフトの油孔において軸線に対して45度の傾きをなす面を作用面とするミーゼス応力の分布を示すグラフである。図8Aは、本実施形態の油孔24における分布を示し、図8Bは、比較例の油孔における分布を示す。なお、比較例では、油孔の開口部に、面取り角度が45度で且つ周方向に曲率一定（円形）の面取り（テーパ面）を施したものをを用いるものとした。なお、図8の例では、油孔の延伸方向に垂直で且つシャフトの軸線を通る面で分割された分割シャフトを用い、当該分割シャフトの一端を固定すると共に他端に500Nmの回転トルクを正逆両方向に付与し、油孔の作用面においてシャフト表面（外周面）から径方向内側へ向かう距離ごとに発生応力を計測することによりシミュレーションを行なった。図示するように、本実施形態における、油孔24の作用面におけるミーゼス応力の最大値を σ_1 とし、比較例における、油孔の作用面におけるミーゼス応力の最大値を σ_2 とすると、 σ_1 の値が σ_2 の値よりも小さくなった。このように、本実施形態の油孔24を有するシャフト20では、比較例の油孔を有するシャフトに比して、ねじりに対する応力が適切に分散され、高い強度が確保されていることが確認された。特に、比較例のシャフトの油孔において、ミーゼス応力が最大値 σ_2 を示すのは、面取りの根元部分であり、面取り（テーパ面）を拡径部243（曲面）に置き換えることで、シャフト20のねじりに対して高い強度を得ることができる。

[0019] ここで、例えば、自動変速機のインプットシャフトにクラッチを介して接続されたエンジンと、インプットシャフトに接続されたモータとを備え、シャフト20がインプットシャフトやインターミディエイトシャフトとして構成された車両を考える。この車両において、シャフト20のねじりの方向は

、車両駆動時（加速時）にエンジンやモータから駆動トルクを出力する場合と車両制動時（減速時）にモータから制動トルク（回生トルク）を出力する場合とで逆向きとなる。本実施形態のシャフト20では、油孔24の開口部241は、図7A、図7Bに示すように、シャフト20の軸線方向に対して駆動トルクによるねじり側に45度（図7A中、+45度）傾いた方向と制動トルクによるねじり側に45度（図7B中、-45度）傾いた方向との両側で、上記第1曲率 C_{r1} よりも小さい第2曲率 C_{r2} の第2曲面241bにより形成される。したがって、車両駆動時にエンジンやモータから比較的大きな駆動トルクが出力される場合に、当該駆動トルクによるシャフト20のねじりに対して高い強度（耐久性）を確保することができると共に、車両制動時にモータから比較的大きな制動トルク（回生トルク）が出力される場合にも、当該制動トルクによるシャフト20のねじりに対して高い強度（耐久性）を確保することができる。

[0020] 以上説明した本実施形態のシャフト20によれば、内部から径方向外側に延びる油孔24の開口部241に、周方向で大小異なる曲率に変化する非円形の内周面を形成するものとし、開口部241の内周面として、シャフト20の軸線方向の面およびシャフト20の軸線に対して直交方向の面、即ち回転トルクが付与されたときにせん断応力が作用する面を比較的大きい第1曲率 C_{r1} の第1曲面241aで形成し、シャフト20の軸線に対して45度方向の面、即ち回転トルクが付与されたときに圧縮応力または引張応力が作用する面を第1曲率 C_{r1} よりも小さい第2曲率 C_{r2} の第2曲面241bで形成する。これにより、シャフト20のねじりに伴って、油孔24の開口部241の内周面に作用する引張応力を効果的に分散させることができ、シャフト20の強度を高めることができる。しかも、開口部（外側孔部）241と内部（内側孔部）242との間は、拡径部243（縮径部）によって滑らかに繋がれるから、開口部241と内部242との間の応力集中も回避することができ、シャフト20の強度をより高めることができる。したがって、油孔の開口部に円形の面取りが施された従来のシャフトに比して、より大

きな回転トルクの伝達に対応することができ、同じ大きさの回転トルクであれば、従来のシャフトに比して外径をより小さくすることができる。

[0021] 上述した実施形態では、油孔24の開口部241に、大小異なる2つの曲率（第1曲率 C_{r1} 、第2曲率 C_{r2} ）をもつ内周面（第1曲面241a、第2曲面241b）を形成するものとしたが、3つ以上の曲率をもつ内周面を形成するものとしてもよい。例えば、シャフトを、エンジンやモータからの動力を変速して車軸に伝達する変速機用のシャフトとして用いる場合、曲率が小さい方から順に曲率A、曲率B、曲率Cとすると、油孔の内周面として、シャフトの軸線方向に対して駆動トルク（エンジントルクやモータトルク）によるねじり側に45度（+45度）傾いた方向の面を曲率Aの曲面（又は平面）により形成し、シャフトの軸線方向に対して制動トルク（エンジンブレーキやモータ回生トルク）によるねじり側に45度（-45度）傾いた方向の面を曲率Bの曲面により形成し、曲率Aの曲面と曲率Bの曲面とを曲率Cの曲面によって滑らかに繋ぐものとすることができる。

[0022] 上述した実施形態では、油孔24の開口部241に、シャフト20の軸線に対して45度方向の面を第1曲率 C_{r1} よりも小さい第2曲率 C_{r2} の第2曲面241bによって形成するものとしたが、図9の他の実施形態のシャフト20Bに示すように、第2曲率 C_{r2} として曲率ゼロの面、すなわち平面241cによって形成するものとしてもよい。この場合、第1曲面241aを、平面241cと周方向で滑らかに繋がるように形成するものとするればよい。

[0023] 上述した実施形態では、シャフト20の軸線に対して全ての45度方向を含む範囲（図3における4箇所）が第2曲面241bまたは平面241cにより形成されるものとしたが、シャフト20の軸線に対して45度方向を含む一の範囲と、当該一の範囲に対向する45度方向を含む範囲の2箇所（図7Aにおける範囲と図7Bにおける範囲の一方のみ）が第2曲面241bまたは平面241cにより形成されるものとしてもよい。

[0024] 上述した実施形態では、拡径部243を、内部242の内周面から開口部

241の内周面に向かうにつれて、拡張径の変化率が小さくなるように凹状に湾曲する凹曲面により形成するものとしたが、これに限定されるものではなく、内部242の内周面から開口部241の内周面に向かうにつれて、拡張径の変化率が大きくなるように凸状に湾曲する凸曲面により形成するものとしてもよく、これによっても、当該拡張部での応力集中を回避することができる。この場合、拡張部と開口部241との境界部は、形状が不連続となるから、当該部位での応力の集中を回避するために、滑らかに繋がるアール（R）が付与されてもよい。

[0025] 以上説明したように、本開示のシャフトは、外力により回転するシャフト（20）であって、内部から径方向外側へ延在して外周面で開口する孔（24）を有し、前記孔（24）の開口は、前記シャフトの径方向から見たときに、第1曲率（ C_{r1} ）と、該第1曲率（ C_{r1} ）よりも小さい第2曲率（ C_{r2} ）とを含む外形形状であり、前記孔は、前記シャフトの径方向において、開口端から径方向内側に向かって所定長さまで前記外形形状を維持したまま延在している外側孔部（241）と、前記外側孔部（241）よりも孔径が小さい筒状の内側孔部（242）と、前記外側孔部（241）から前記内側孔部（242）に向かって縮径される縮径部（243）とを有し、前記シャフト（20）の径方向外側から該シャフト（20）の内側に向かって前記外側孔部（241）、前記縮径部（243）、前記内側孔部（242）の順に並ぶように形成されることを要旨とするものである。

[0026] この本開示のシャフトでは、内部から径方向外側に延在して外周面で開口する孔を有するものにおいて、孔の開口は、シャフトの径方向から見たときに、第1曲率と、第1曲率よりも小さい第2曲率とを含む外形形状とされる。そして、孔は、シャフトの径方向において、開口端から径方向内側に向かって所定長さまで外形形状を維持したまま延在している外側孔部と、外側孔部よりも孔径が小さい筒状の内側孔部と、外側孔部から内側孔部に向かって縮径される縮径部とを有し、シャフトの径方向外側からその内側に向かって外側孔部、縮径部、内側孔部の順に並ぶように形成される。これにより、シ

シャフトにねじり方向の力が加わったときに孔の開口部（外側孔部）の内周面のうち引張応力が作用する面を、第1曲率よりも小さい第2曲率の面で形成するものとすれば、当該第2曲率の面によって引張応力を分散させることが可能となり、応力集中を回避することができる。また、開口部（外側孔部）と内側孔部との間を縮径部（曲面）によって滑らかに繋ぐことで、開口部（外側孔部）と内側孔部との間の応力集中も回避することができる。この結果、シャフトのねじりに対する強度をより高めることができる。ここで、第2曲率は、曲面（曲線）の他、曲率ゼロ、即ち平面（直線）も含まれる。

[0027] こうした本開示のシャフトにおいて、前記外側孔部（241）の内周面は、前記シャフト（20）の軸線方向に対して当該シャフト（20）のねじり側に45度傾いた方向に前記第2曲率の面が形成され、前記シャフト（20）の軸線方向に前記第1曲率の面が形成されるものとしてもよい。こうすれば、シャフトのねじりに対して引張応力が最大となる面が第2曲率の面で形成されるため、応力をより確実に分散させることができる。

[0028] 或いは、本開示のシャフトにおいて、前記外側孔部（241）の内周面は、前記シャフトの軸線方向に対して+45度傾いた方向と-45度傾いた方向とに前記第2曲率の面が形成されるものとしてもよい。こうすれば、シャフトのねじりが正逆両方向で発生する場合でも、応力をより確実に分散させることができる。

[0029] また、本開示のシャフトにおいて、前記外側孔部（241）は、開口端から径方向内側に向かって前記シャフト（20）の軸線に対して垂直に所定長さまで前記外形形状を維持したまま延在しているものとしてもよい。なお、シャフトの軸線に対して垂直とは、厳密な意味での垂直のみならず、孔をプレス抜き加工で形成する場合において発生するダレや必要な抜き勾配程度の傾斜は許容される。

[0030] さらに、本開示のシャフトにおいて、前記縮径部（243）の内周面は、前記孔の延在方向に対して凹状に湾曲した凹曲面により形成されるものとしてもよい。こうすれば、孔の内部における油の潤滑・供給性能を従来の油孔

と同等程度に保持したまま、孔の外側孔部（開口部）と内側孔部（内部）との間の異径部分に、応力が集中するのを抑制することができ、シャフトの強度をさらに高めることができる。また、縮径部の内周面を凹曲面としたから、プレス加工等により縮径部を容易に形成することができる

[0031] 以上、本開示の発明の実施の形態について説明したが、本開示の発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本開示の発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

産業上の利用可能性

[0032] 本開示の発明は、シャフトの製造産業に利用可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 外力により回転するシャフトであって、
内部から径方向外側へ延在して外周面で開口する孔を有し、
前記孔の開口は、前記シャフトの径方向から見たときに、第1曲率と、該第1曲率よりも小さい第2曲率とを含む外形形状であり、
前記孔は、前記シャフトの径方向において、開口端から径方向内側に向かって所定長さまで前記外形形状を維持したまま延在している外側孔部と、前記外側孔部よりも孔径が小さい筒状の内側孔部と、前記外側孔部から前記内側孔部に向かって縮径される縮径部とを有し、前記シャフトの径方向外側から該シャフトの内側に向かって前記外側孔部、前記縮径部、前記内側孔部の順に並ぶように形成される、
シャフト。
- [請求項2] 請求項1記載のシャフトであって、
前記外側孔部の内周面は、前記シャフトの軸線方向に対して当該シャフトのねじり側に45度傾いた方向に前記第2曲率の面が形成され、
前記シャフトの軸線方向に前記第1曲率の面が形成される、
シャフト。
- [請求項3] 請求項1記載のシャフトであって、
前記外側孔部の内周面は、前記シャフトの軸線方向に対して+45度傾いた方向と-45度傾いた方向とに前記第2曲率の面が形成される、
シャフト。
- [請求項4] 請求項1ないし3いずれか1項に記載のシャフトであって、
前記外側孔部は、開口端から径方向内側に向かって前記シャフトの軸線に対して垂直に所定長さまで前記外形形状を維持したまま延在している、
シャフト。
- [請求項5] 請求項1ないし4いずれか1項に記載のシャフトであって、

前記縮径部の内周面は、前記孔の延在方向に対して凹状に湾曲した凹曲面により形成される、
シャフト。

[図1]

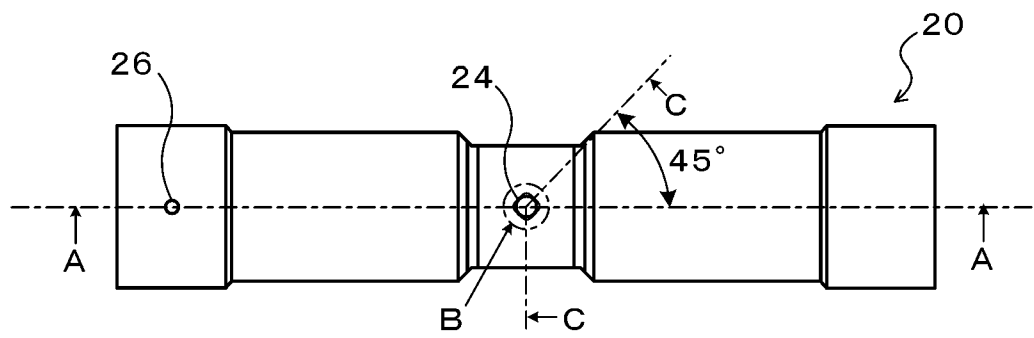


FIG. 1

[図2]

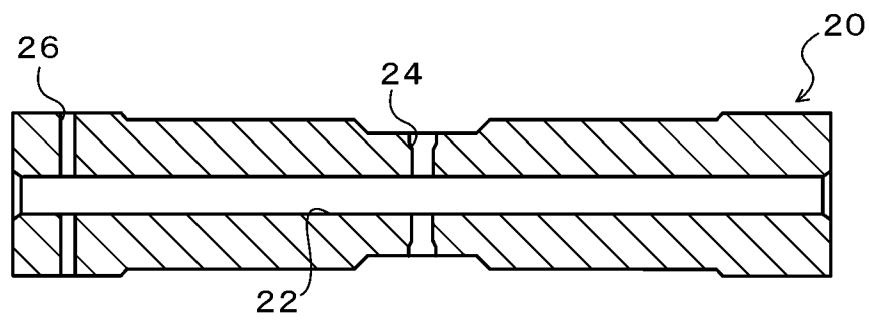


FIG. 2

FIG. 4

[図5]

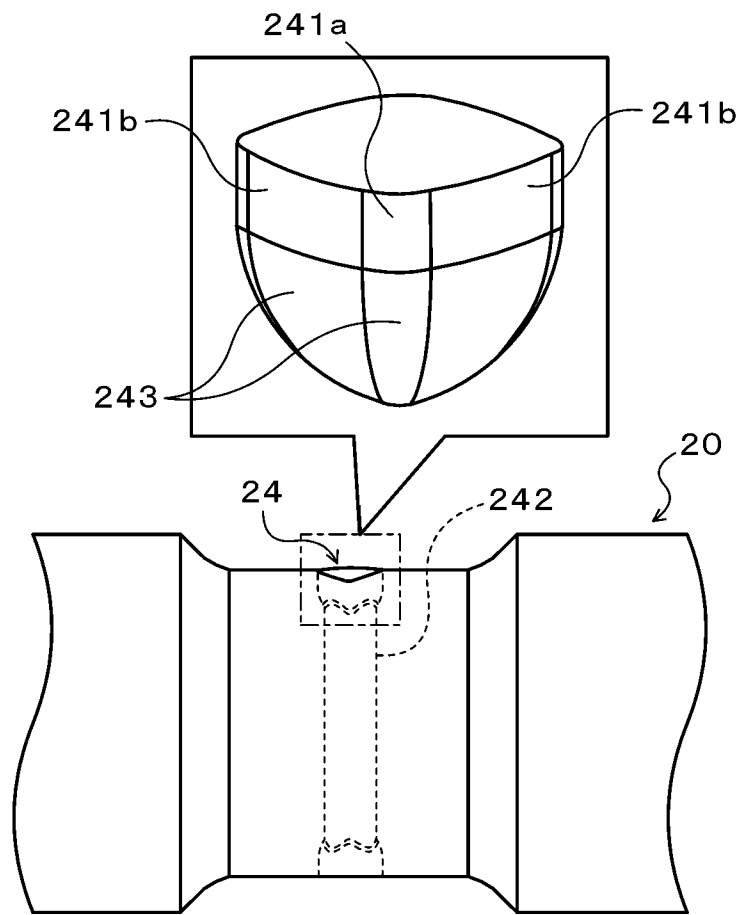


FIG. 5

[図6A]

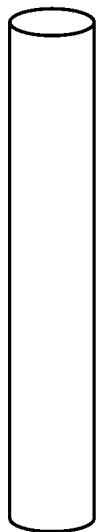


FIG. 6A

[図6B]

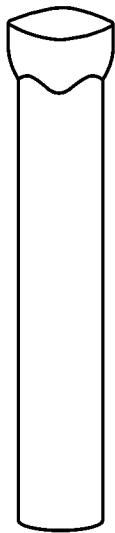


FIG. 6B

[図6C]



FIG. 6C

[図6D]

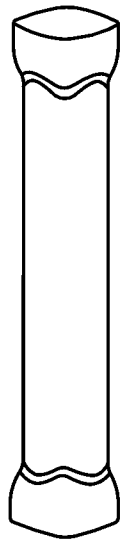


FIG. 6D

[図7A]

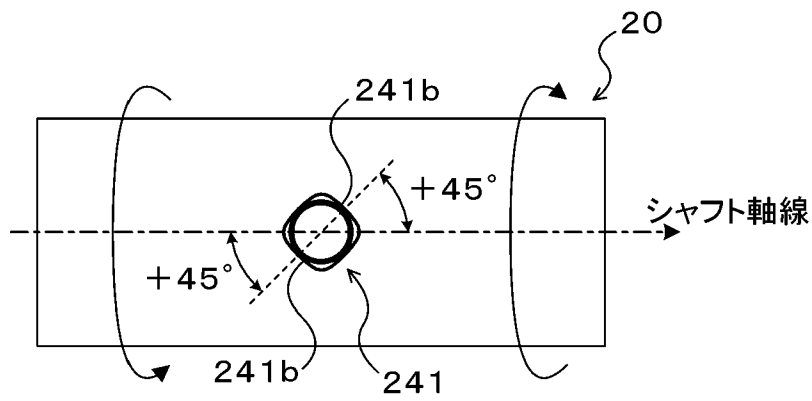


FIG. 7A

[図7B]

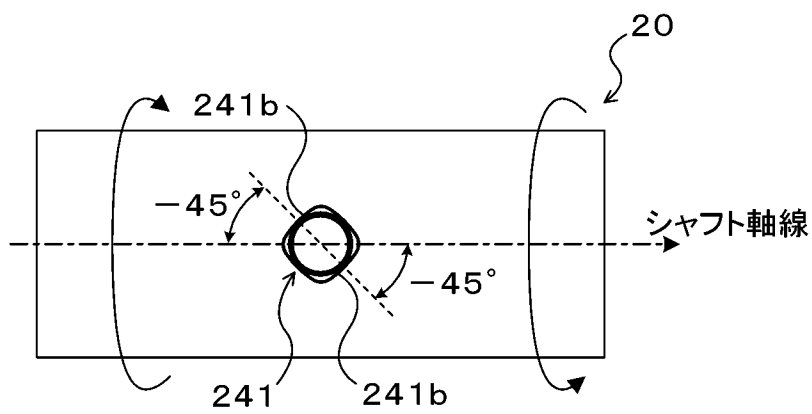


FIG. 7B

[図8A]

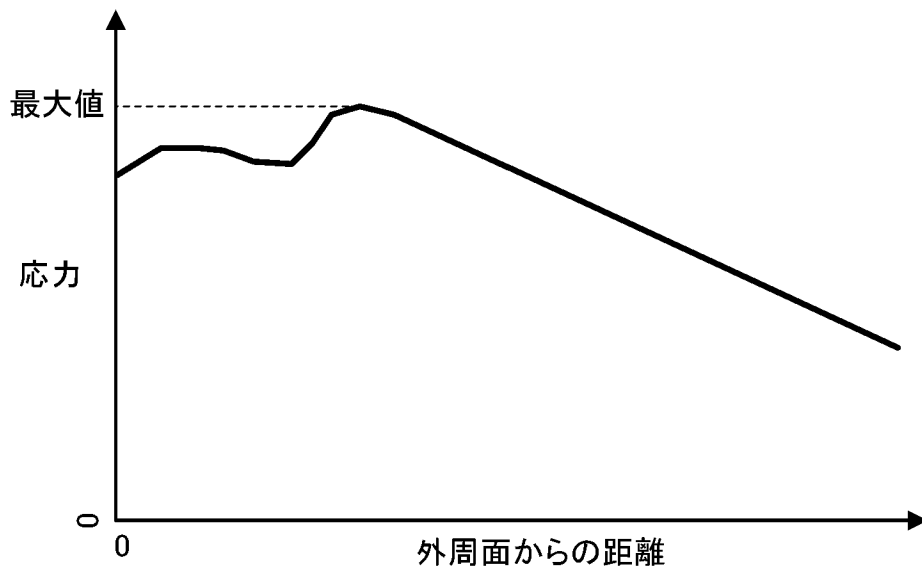


FIG. 8A

[図8B]

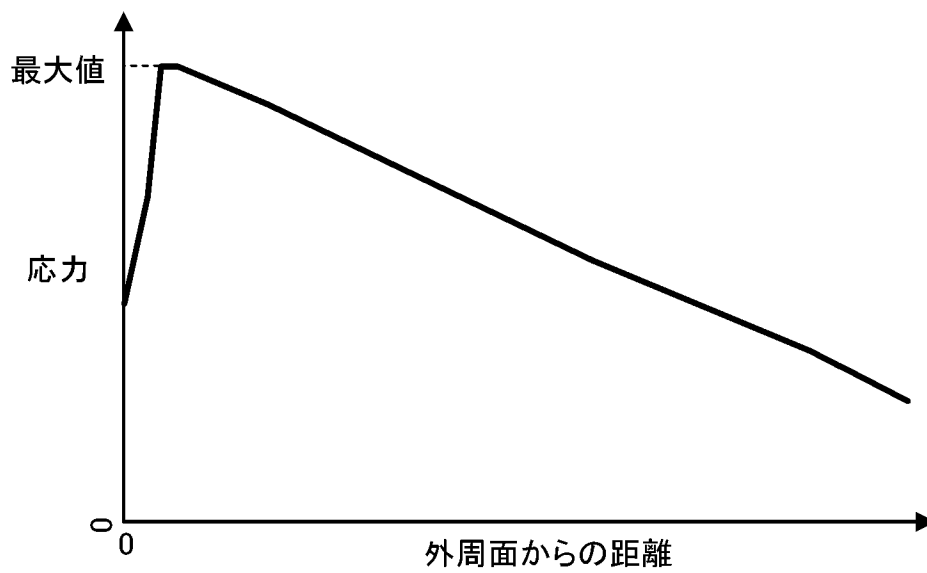


FIG. 8B

[図9]

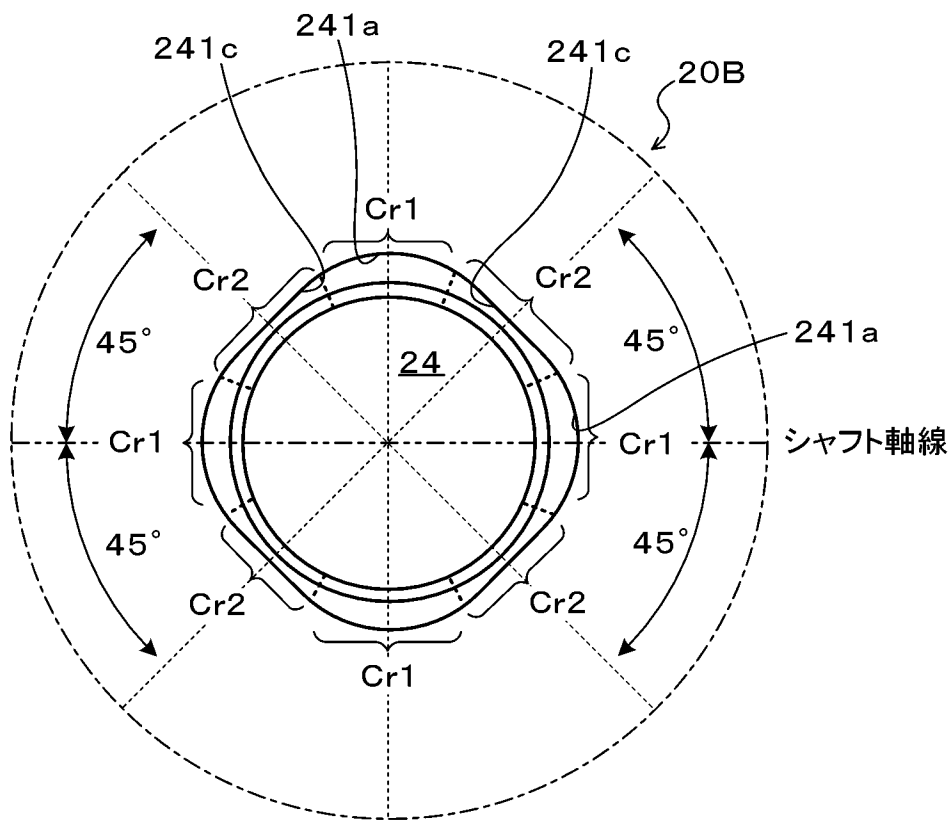


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/010874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C3/00(2006.01)i, F16H57/04(2010.01)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)

F16C3/00, F16H57/04

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	WO 2010/018149 A2 (ZF FRIEDRICHSHAFEN AG), 18 February 2010 (18.02.2010), entire text; all drawings & DE 102008041253 A1	1-5
A	US 2011/0245008 A1 (DEUTSCH, Laurence Andrew), 06 October 2011 (06.10.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2010-203514 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 16 September 2010 (16.09.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☒ 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
02 June 2017 (02.06.17)

Date of mailing of the international search report
13 June 2017 (13.06.17)

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/JP2017/010874

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 2010-106896 A (Aisin AW Co., Ltd.), 13 May 2010 (13.05.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 62-142044 A (Kobe Steel, Ltd.), 25 June 1987 (25.06.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16C3/00(2006.01)i, F16H57/04(2010.01)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. F16C3/00, F16H57/04

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	WO 2010/018149 A2 (ZF FRIEDRICHSHAFEN AG) 2010.02.18, 全文, 全図 & DE 102008041253 A1	1-5
A	US 2011/0245008 A1 (DEUTSCH, Laurence Andrew) 2011.10.06, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2010-203514 A（日産自動車株式会社）2010.09.16, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-5

☒ 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

02.06.2017

国際調査報告の発送日

13.06.2017

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）

中村 大輔

3 J

3 6 2 5

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 2010-106896 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2010.05.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 62-142044 A (株式会社神戸製鋼所) 1987.06.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5