



(74) 代理人: 小林 博通, 外(KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町 1 番 2 9 号 掖済会ビル S H I G A 内 外国特許事務所内 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明に係るプロペラシャフト (P S 1) は、第 1 筒部材 (1 1) と第 2 筒部材 (1 2) とを溶接してなる溶接部 (1 3) の厚さ (T w) が、第 1 筒部 (1 1 1) の第 1 端部の厚さ (T 1) よりも薄く、かつ第 2 筒部 (1 2 1) の第 1 端部の厚さ (T 1) よりも薄く形成される。このため、溶接部 (1 3) の厚さ (T w) が低減され、溶接部 (1 3) を軽量化することができる。これにより、プロペラシャフト (P S 1) が回転する際の溶接部 (1 3) の振れや、回転のアンバランスを抑制することができる。

明 細 書

発明の名称：

プロペラシャフトの製造方法、及びプロペラシャフト

技術分野

[0001] 本発明は、プロペラシャフトの製造方法、及びプロペラシャフトに関する。

背景技術

[0002] 従来のプロペラシャフトの製造方法としては、例えば以下の特許文献1に記載されたものが知られている。

[0003] 概略を説明すれば、この特許文献に記載のプロペラシャフトの製造方法は、第1筒部と第1継手部とが継ぎ目なく一体に形成されてなる第1筒部材を形成する第1工程と、第2筒部と第2継手部とが継ぎ目なく一体に形成されてなる第2筒部材を形成する第2工程と、第1筒部材と第2筒部材とを摩擦攪拌接合によって接合する第3工程と、を有する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-322135号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、前記従来のプロペラシャフトの製造方法では、第1筒部材と第2筒部材とを摩擦攪拌接合によって接合する。このため、第1筒部材と第2筒部材の溶接部の厚さが、第1筒部材の第1継手部側の端部、及び第2筒部材の第2継手部側の端部よりも厚く形成される。これにより、第1筒部材と第2筒部材の溶接部の重量が増大してしまい、プロペラシャフトの回転時において、前記溶接部の振れが増大すると共に、プロペラシャフトの回転のアンバランスを招来してしまうおそれがある点で、改善の余地が残されていた。

[0006] そこで、本発明は、前記従来のプロペラシャフトの製造方法の技術的課題に鑑みて案出されたものであり、第1筒部材と第2筒部材の溶接部の厚さを低減することができるプロペラシャフトの製造方法、及びプロペラシャフト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

[0007] 本発明は、その一態様として、第1筒部材と第2筒部材の溶接部の厚さが、第1筒部材の第1継手部側の端部（第1端部）の厚さよりも薄く、かつ第2筒部材の第2継手部側の端部（第1端部）の厚さよりも薄く形成されている。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、第1筒部材と第2筒部材の接合部の厚さを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1実施形態に係るプロペラシャフトを軸方向に沿って切断した半断面図である。

[図2]図1に示す筒部材の半断面図である。

[図3]図1に示す第1継手部の拡大図であって、（a）は斜視図、（b）は同図（a）のA方向矢視図、（c）は同図（a）のB方向矢視図である。

[図4]本発明の第1実施形態に係るプロペラシャフトの製造方法を示す図である。

[図5]本発明の第1実施形態の第1変形例に係る筒部材を軸方向に沿って切断した半断面図である。

[図6]本発明の第1実施形態の第2変形例に係る筒部材を軸方向に沿って切断した半断面図である。

[図7]本発明の第2実施形態を示し、同実施形態に係るプロペラシャフトの筒部材を軸方向に沿って切断した半断面図である。

[図8]本発明の第2実施形態の第1変形例に係る筒部材を軸方向に沿って切断した半断面図である。

[図9]本発明の第2実施形態の第2変形例に係る筒部材を軸方向に沿って切断した半断面図である。

[図10]本発明の第3実施形態を示し、同実施形態に係るプロペラシャフトの筒部材を軸方向に沿って切断した半断面図である。

[図11]本発明の第3実施形態の第1変形例に係る筒部材を軸方向に沿って切断した半断面図である。

[図12]本発明の第3実施形態の第2変形例に係る筒部材を軸方向に沿って切断した半断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明に係るプロペラシャフト、及びプロペラシャフトの製造方法の実施形態について、図面に基づいて詳述する。なお、下記の実施形態では、当該プロペラシャフトを、従来と同様、自動車用のプロペラシャフトについて適用したものを例示して説明する。

[0011] また、以下の説明においては、便宜上、各図の左側を「前」、右側を「後」として説明すると共に、各図に示すプロペラシャフトの回転軸線Zに沿う方向を「軸方向」、回転軸線Zに直交する方向を「径方向」、回転軸線Z周りの方向を「周方向」として説明する。

[0012] [第1実施形態]

(プロペラシャフトの構成)

図1は、本発明の第1実施形態に係るプロペラシャフトPS1の全体の形態を表示した、当該プロペラシャフトPS1を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。

[0013] 図1に示すように、プロペラシャフトPS1は、車両の前方に配置される回転軸である図示外の第1回転軸と、車両の後方に配置される回転軸である図示外の第2回転軸との間に、車両の前後方向に沿って配置される。例えば、駆動方式がFR（フロントエンジン・リアドライブ）の車両の場合、前記第1回転軸は、車両の前方に配置され、エンジンやモータ等の駆動源から回転力が伝達されるトランスミッションの出力軸に相当し、前記第2回転軸は

、車両の後方に配置され、車両の後輪へ回転力を伝達するデファレンシャルの入力軸に相当する。

[0014] すなわち、プロペラシャフトPS1は、本発明の筒部材に相当する概ね円筒状のシャフト本体1により構成される。このシャフト本体1は、第1継手部材J1を介して図示外のトランスミッションに接続され、かつ第2継手部材J2を介して図示外のデファレンシャルに接続される。また、シャフト本体1は、軸方向に2分割に構成された、前半部を構成する第1筒部材11と、後半部を構成する第2筒部材12とが、溶接部13を介して接続され、一体に形成されている。

[0015] 第1継手部材J1は、前記図示外のトランスミッションの出力軸に図示外のスプラインを介して一体回転可能に接続される第1駆動側継手部材J11と、シャフト本体1の第1筒部材11の前端部に一体に設けられ、第1従動側継手部材J12を構成する後述の第1継手部112と、第1駆動側継手部材J11と第1継手部112とを一体回転可能に連結する第1十字軸J13と、を備えている。なお、第1駆動側継手部材J11の基端部の外周側には、前記図示外のトランスミッションのケースと径方向に重なるかたちで概ね円筒状のダストカバーDCが取り付けられていて、当該ダストカバーDCによって外部からの異物の侵入が抑制される。

[0016] 第2継手部材J2は、シャフト本体1の第2筒部材12に一体に設けられ、第2従動側継手部材J21を構成する後述の第2継手部122と、前記図示外のデファレンシャルの入力軸に図示外の締結部材（例えばスクリュ）を介して一体回転可能に接続される第2従動側継手部材J22と、第2継手部122と第2従動側継手部材J22とを一体回転可能に連結する第2十字軸J23と、を備えている。

[0017] （シャフト本体の構成）

図2は、図1に示す筒部材としてのシャフト本体1を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。また、図3は、図2に示す第1継手部112の要部拡大図を示している。

- [0018] 図2に示すように、シャフト本体1は、前半部を構成する第1筒部材11と、後半部を構成する第2筒部材12と、第1筒部材11の後端部と第2筒部材12の前端部とを周方向に沿って溶接してなる溶接部13と、を有し、これらが一体に形成されている。
- [0019] 第1筒部材11は、円筒状に形成された第1筒部111と、第1筒部111の前端部に形成され、第1駆動側継手部材J11との連結に供する第1継手部112とを有し、これらが一体に形成されている。ここで、第1筒部材11は、金属材料（例えばアルミニウム）を塑性変形してなるものであり、本実施形態では前記塑性変形の一態様である冷間鍛造のうち、周知の衝撃押出によって成型されている。
- [0020] 第1筒部111は、軸方向において概ね一定の外径を有する円筒状を呈し、第1継手部112が設けられる第1端部が、第1継手部112により閉塞され、前記第1端部とは軸方向反対側の第2端部が、外部に開口する開放された第1開放端部113となっている。また、第1筒部111は、第1端部の厚さT1が、第1継手部112側に向かって徐々に厚くなるように形成され、第2端部の厚さT2が、第1端部の厚さT1よりも薄い、概ね一定の厚さに形成されている。
- [0021] 第1継手部112は、図2、図3に示すように、第1筒部111の第1端部を閉塞する第1継手基部112aと、この第1継手基部112aの外側面から軸方向に沿って概ね平行に延出し、回転軸線Zを挟んで対向する二股状の第1継手ヨーク部112b、112bと、を有し、これらが一体に形成されている。
- [0022] 第1継手基部112aは、一对の第1継手ヨーク部112b、112bの間に位置する中央部が、第1継手基部112aの外周縁よりも軸方向外側（第1継手ヨーク部112b、112bの延出方向）に突出するかたちで形成されていて、第1継手ヨーク部112b、112b同士を繋ぐように径方向に沿って延在している。
- [0023] また、第1継手ヨーク部112b、112bは、内外側に概ね平行な側面

を有し、それぞれ第1継手基部112aの外周縁よりも僅かに内側へオフセットさせて配置されている。そして、第1継手ヨーク部112b, 112bには、第1十字軸J13の軸受けに供する一对の第1継手軸受孔112c, 112cが、回転軸線Zを挟んで対向するように貫通形成されている。第1継手軸受孔112c, 112cは、それぞれニードル軸受NBを介して第1十字軸J13の一对の軸部J131, J131を回転可能に支持する。

[0024] また、第1継手ヨーク部112b, 112bは、第1継手ヨーク部112b, 112bの外径Dc1が第1筒部111の外径Dt1と概ね同等に形成されている。なお、第1継手ヨーク部112b, 112bの外径Dc1は、第1筒部111の外径Dt1と同等以下であればよく、第1継手部材J1の仕様等に応じて任意に設定可能である。

[0025] また、第1継手ヨーク部112b, 112bは、比較的大きなドラフト角 θd を有すると共に、根元部両側の隅アール部112d, 112dの曲率が可能な限り大きくなるように形成されている。これにより、前記鍛造（衝撃押出）成型時における金属材料（本実施形態ではアルミニウム）の流れが比較的良好なものとなり、当該第1継手ヨーク部112b, 112bの鍛造成型が比較的容易となっている。

[0026] 第2筒部材12は、図2に示すように、円筒状に形成された第2筒部121と、第2筒部121の後端部に形成され、第2従動側継手部材J21との連結に供する第2継手部122とを有し、これらが一体に形成されている。ここで、第2筒部材12は、前記第1筒部材11と同様に、金属材料（例えばアルミニウム）を塑性変形してなるものであり、本実施形態では前記塑性変形の一態様である冷間鍛造のうち、周知の衝撃押出によって成型されている。

[0027] 第2筒部121は、軸方向において概ね一定の外径を有する円筒状を呈し、第2継手部122が設けられる第1端部が、第2継手部122により閉塞され、前記第1端部とは軸方向反対側の第2端部が、外部に開口する開放された第2開放端部123となっている。また、第2筒部121は、第1端部

の厚さ T_1 が、第2継手部122側に向かって徐々に厚くなるように形成され、第2端部の厚さ T_2 が、第1端部の厚さ T_1 よりも薄い、概ね一定の厚さに形成されている。

[0028] ここで、第2開放端部123は、第2筒部121の第2端部の外径 D_o2 が第1筒部111の第2端部の内径 D_i1 と同等となるように、第2筒部121の第2端部が段差状に縮径されてなり、第1開放端部113の内側に嵌合可能に構成されている。具体的には、第2開放端部123は、径方向内側へと段差状に曲折する内側段部123aと、内側段部123aを経て縮径し、軸方向に沿って延びる縮径部123bと、を有する。そして、この第2開放端部123は、軸方向において内側段部123aが第1開放端部113と対向し、かつ縮径部123bが第1開放端部113の内周側に嵌合した状態にて、第1開放端部113と接続される。換言すれば、第2開放端部123との関係において、第1開放端部113は、第2開放端部123の縮径部123bの外周側を覆う包囲部113aを構成する。

[0029] 第2継手部122は、第2筒部121の第1端部を閉塞する第1継手基部122aと、この第1継手基部122aの外側面から軸方向に沿って概ね平行に延出し、回転軸線Zを挟んで対向する二股状の第2継手ヨーク部122b、122bと、を有し、これらが一体に形成されている。さらに、この第2継手部122は、第2継手ヨーク部122b、122bの回転方向の位相が第1継手部112の第1継手ヨーク部112b、112bの回転方向の位相と一致するように設けられている。なお、第2継手部122における各部の形状については前記第1継手部112と同一の形状を有するものであるため、具体的な構成については前記第1継手部112の構成説明を参照するものとし、詳細な説明については省略する。

[0030] 以上のように、第2筒部材12は、第2開放端部123を除き、第1筒部材11と同一の形状を成している。換言すれば、第2筒部材12は、第1筒部材11の第1開放端部113に内側段部123a及び縮径部123bを付加したものとなっている。

[0031] 溶接部13は、第1筒部材11の第1開放端部113と、第2筒部材21の第2開放端部123とを、レーザ溶接することによって形成されたものである。溶接部13は、第1筒部111の第1開放端部113と、第2筒部121の内側段部123aとに跨るかたちで、周方向に沿って全周にわたって形成されている。すなわち、この溶接部13は、第1筒部111の第1開放端部113と第2筒部121の内側段部123aとの間に、肉盛り状に膨出するように形成されている。換言すれば、溶接部13は、径方向外側へと膨らむ断面ほぼ円弧状を呈し、第1筒部111の直径 D_{t1} 、第1継手部112の直径 D_{c1} 、第2筒部121の直径 D_{t2} 、及び第2継手部122の直径 D_{c2} よりも大きな直径 D_w を有する。さらに、溶接部13の厚さ T_w は、第1筒部111の第1端部の厚さ T_1 よりも薄く、かつ第2筒部121の第1端部の厚さ T_1 よりも薄く形成される。

[0032] (プロペラシャフトの製造方法)

図4は、図2に示すシャフト本体1の製造方法を示しており、(a)は素材Mの側面図、(b)は第1筒部材11を製造する工程、(c)は第2筒部材12を製造する工程、(d)は第1筒部材11に第2筒部材12を圧入する工程、(e)は第1筒部材11と第2筒部材12との接合部を溶接する工程、を示している。

[0033] シャフト本体1を製造するには、まず、図4(a)に示すアルミニウム製の素材Mを図示外の金型にセットし、図4(b)に示すように、衝撃押出工法により、第1継手部112を前方へ押し出しつつ、第1筒部111を後方へ引き延ばすことによって、第1筒部111と第1継手部112とを同時に成型し、第1筒部材11を形成する(本発明に係る第1工程)。

[0034] 同様に、図4(a)に示すアルミニウム製の素材Mを図示外の金型にセットし、図4(c)に示すように、衝撃押出工法により、第1継手部112を前方へ押し出しつつ、第1筒部111を後方へ引き延ばすことによって、第2筒部121と第2継手部122とを同時に成型し、第2筒部材12を形成する(本発明に係る第2工程)。

[0035] 続いて、図4（d）に示すように、第2筒部材12の第2開放端部123の内側段部123aが第1開放端部113の端縁に当接するまで、第2筒部材12の第2開放端部123の縮径部123bを第1筒部材11の第1開放端部113の内周側に圧入する。

[0036] 最後に、図4（e）に示すように、第1筒部材11の第1開放端部113と第2筒部材12の内側段部123aとの間をレーザ溶接により溶接し（本発明に係る第3工程）、第1筒部材11の第1開放端部113と第2筒部材12の内側段部123aとの間に、溶接部13を形成することにより、シャフト本体1の製造が完了する。

[0037] （本実施形態の作用効果）

前記従来のプロペラシャフトの製造方法では、第1筒部材と第2筒部材とを摩擦撹拌接合によって接合する。このため、第1筒部材と第2筒部材の溶接部の厚さが、第1筒部材の第1継手部側の端部、及び第2筒部材の第2継手部側の端部よりも厚く形成される。特に、前記摩擦撹拌接合の場合、接合部となる第1筒部材と第2筒部材との突き合わせ端部に外周側からツールを押し付けることによって溶接が行われる。このため、前記ツールの押圧力に抗する当て板とするべく、第1筒部材と第2筒部材の一方を他方よりも肉厚に形成したうえで当該他方の内周側にオーバーラップさせる構成が採用されている（前記特許文献1の図1参照）。これにより、第1筒部材と第2筒部材との溶接部の重量が増大してしまい、その結果、プロペラシャフトの回転時において、前記溶接部の振れが増大すると共に、プロペラシャフトの回転のアンバランスを招来してしまうおそれがある点で、改善の余地が残されていた。

[0038] これに対し、本実施形態に係るプロペラシャフトPS1、及びプロペラシャフトPS1の製造方法では、以下のような効果が奏せられることにより、前記従来のプロペラシャフトの製造方法の技術的課題を解決することができる。

[0039] 本実施形態に係るプロペラシャフトPS1の製造方法は、車両の駆動力を

伝達するプロペラシャフトの製造方法であって、第1筒部111と、第1筒部111の回転軸線Z方向の第1端部に第1筒部111と継ぎ目なく一体に形成された第1継手部112と、を備えた第1筒部材11を、金属材料を塑性加工することによって形成する第1工程と、第2筒部121と、第2筒部121の回転軸線Z方向の第1端部に第2筒部121と継ぎ目なく一体に形成された第2継手部122と、を備えた第2筒部材12を、金属材料を塑性加工することによって形成する第2工程と、第1筒部111において前記第1端部とは反対側の第2端部に形成された第1開放端部113と、第2筒部121において前記第1端部とは反対側の第2端部に形成された第2開放端部123と、を溶接することにより、第1筒部111の前記第1端部の厚さT1よりも薄く、かつ第2筒部121の前記第1端部の厚さT1よりも薄い溶接部13を形成する第3工程と、を有する。

[0040] 換言すれば、本実施形態に係るプロペラシャフトPS1は、車両の駆動力を伝達するプロペラシャフトであって、第1筒部111と第2筒部121とを接続してなる筒部材（シャフト本体1）と、第1筒部111の回転軸線Z方向の第1端部に設けられ、第1筒部111と継ぎ目なく一体に形成された第1継手部112と、第2筒部121の回転軸線Z方向の第2端部に設けられ、第2筒部121と継ぎ目なく一体に形成された第2継手部122と、第1筒部111の前記第1端部とは反対側の第2端部に設けられた第1開放端部113と、第2筒部121の前記第1端部とは反対側の第2端部に設けられた第2開放端部123と、を溶接することにより、第1筒部111の前記第1端部の厚さT1よりも薄く、かつ第2筒部121の前記第1端部の厚さT1よりも薄く形成された溶接部13と、を有する。

[0041] このように、本実施形態によれば、第1筒部材11と第2筒部材12とを溶接してなる溶接部13の厚さTwが、第1筒部111の第1端部の厚さT1よりも薄く、かつ第2筒部121の第1端部の厚さT1よりも薄く形成される。このため、溶接部13の厚さTwが低減され、当該溶接部13を軽量化することができる。これにより、プロペラシャフトPS1が回転する際の

溶接部 1 3 の振れや、回転のアンバランスを抑制することができる。

[0042] また、本実施形態に係るプロペラシャフト P S 1 の製造方法では、前記第 1 工程及び前記第 2 工程における前記塑性加工は、衝撃押出によって行われる。

[0043] 換言すれば、本実施形態に係るプロペラシャフト P S 1 は、第 1 筒部 1 1 1 と第 1 継手部 1 1 2、又は第 2 筒部 1 2 1 と第 2 継手部 1 2 2 の少なくとも一方（本実施形態では両方）は、衝撃押出によって形成されている。

[0044] このように、本実施形態によれば、第 1 筒部材 1 1 及び第 2 筒部材 1 2 が、衝撃押出工法によって形成されることで、第 1 筒部 1 1 1 と第 1 継手部 1 1 2、第 2 筒部 1 2 1 と第 2 継手部 1 2 2 を、それぞれ同一の工程で形成することが可能となる。これにより、第 1 筒部材 1 1 及び第 2 筒部材 1 2 を形成する工数（工程）を削減することができると共に、第 1 筒部材 1 1 及び第 2 筒部材 1 2 を形成するための設備を削減することができ、プロペラシャフト P S 1 の製造コストの低廉化を図ることができる。

[0045] しかも、前記衝撃押出工法によれば、第 1 開放端部 1 1 3 及び第 2 開放端部 1 2 3 を厚肉に形成する必要がないため、第 1 筒部 1 1 1 及び第 2 筒部 1 2 1 の厚さをより薄く形成することができるため、プロペラシャフト P S 1 の軽量化にも寄与することができる。

[0046] また、本実施形態に係るプロペラシャフト P S 1 の製造方法では、第 1 継手部 1 1 2 及び第 2 継手部 1 2 2 は、二股のヨーク状に形成されている。

[0047] このように、本実施形態では、第 1 継手部 1 1 2 及び第 2 継手部 1 2 2 が二股のヨーク状に形成されていることで、第 1 継手部 1 1 2 及び第 2 継手部 1 2 2 の汎用性が向上する。これにより、プロペラシャフト P S 1 を、例えば経年劣化等によって第 1 継手部 1 1 2 及び第 2 継手部 1 2 2 のメンテナンスが必要となる、例えばトラック等の車両にも適用することができる。

[0048] また、本実施形態に係るプロペラシャフト P S 1 の製造方法では、第 1 継手部 1 1 2 における前記二股のヨーク（第 1 継手ヨーク部 1 1 2 b, 1 1 2 b）と、第 2 継手部 1 2 2 における前記二股のヨーク（第 2 継手ヨーク部 1

2 2 b, 1 2 2 b) は、回転方向の位相が相互に一致している。

[0049] このように、本実施形態では、第1継手部1 1 2の第1継手ヨーク部1 1 2 b, 1 1 2 bと、第2継手部1 2 2の第2継手ヨーク部1 2 2 b, 1 2 2 bとの回転方向の位相が相互に一致していることで、第1継手部1 1 2と第2継手部1 2 2の間の回転変動を打ち消すことが可能となる。これにより、プロペラシャフトP S 1の回転バランスの向上に供する。

[0050] また、本実施形態に係るプロペラシャフトP S 1の製造方法では、溶接部1 3は、レーザ溶接によって形成されている。

[0051] このように、本実施形態では、溶接部1 3がレーザ溶接によって形成されていることで、シャフト本体1において溶接部1 3の熱影響が及ぶ範囲を最小限に抑えることが可能となり、溶接によって生ずる強度低下をより効果的に抑制することができる。

[0052] また、前記レーザ溶接の場合、溶接部1 3に形成される溶接ビードをより小さく抑えることが可能となるため、溶接部1 3の重量の増加も最小限に抑えることができ、プロペラシャフトP S 1の回転時の振れや、回転のアンバランスを効果的に抑制することができる。

[0053] また、本実施形態に係るプロペラシャフトP S 1の製造方法では、前記第2工程では、第2筒部材1 2における第2継手部1 2 2と第2開放端部1 2 3との間に、第2継手部1 2 2から第2開放端部1 2 3に向かって段差状に縮径する縮径部1 2 3 bが形成され、前記第3工程では、縮径部1 2 3 bが第1開放端部1 1 3の内周側に嵌合した状態でレーザ溶接が行われる。

[0054] 換言すれば、本実施形態に係るプロペラシャフトP S 1は、第2筒部1 2 1は、溶接部1 3と第2開放端部1 2 3との間に、溶接部1 3から第2開放端部1 2 3に向かって段差状に縮径する縮径部1 2 3 bを有し、第1筒部1 1 1は、第1継手部1 1 2と第1開放端部1 1 3との間に、縮径部1 2 3 bの外周側を覆う包囲部1 1 3 aを有する。

[0055] このように、本実施形態によれば、第2筒部材1 2の縮径部1 2 3 bが第1筒部材1 1の第1開放端部1 1 3（包囲部1 1 3 a）の内周側に嵌合した

状態でレーザ溶接が行われることで、溶接時における第1筒部材11と第2筒部材12との芯ずれを抑制することが可能となる。これにより、プロペラシャフトPS1の回転のアンバランスを抑制することができる。

[0056] また、本実施形態に係るプロペラシャフトPS1では、筒部材（シャフト本体1）は、アルミニウムを含む金属材料によって形成されている。

[0057] このように、本実施形態では、シャフト本体1がアルミニウムを含む金属材料によって形成されていることで、当該シャフト本体1が例えばアルミニウムよりも比重の重い鉄で形成されている場合と比べて、プロペラシャフトPS1の軽量化を図ることができる。

[0058] また、アルミニウムは鉄よりも成型性が良好であるため、成型設備の小型化や、成型金型の寿命の向上を図ることが可能となり、プロペラシャフトPS1の製造コストの低廉化に寄与することができる。

[0059] （第1変形例）

図5は本発明に係るプロペラシャフトの第1実施形態の第1変形例を示し、前記第1実施形態に係るシャフト本体1の構成を変更したものである。なお、かかる変更点以外の基本的な構成は前記第1実施形態と同様であるため、当該第1実施形態と同一の構成については、同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。

[0060] 図5は、本発明の第1実施形態の第1変形例に係るプロペラシャフトPS11を示し、シャフト本体1を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。

[0061] 図5に示すように、本変形例に係るプロペラシャフトPS11は、シャフト本体1の軸方向中間部が縮径するように形成されていて、シャフト本体1の軸方向中間部の外径 D_x が、シャフト本体1の軸方向両端部（第1筒部111及び第2筒部121の各第1端部）の外径 D_{t1} 、 D_{t2} よりも小さくなるように形成されている。換言すれば、プロペラシャフトPS11は、シャフト本体1の軸方向中間部が縮径されている点を除き、前記第1実施形態と同様である。

[0062] より具体的に説明すれば、プロペラシャフトPS11は、第1筒部材11において、第1継手部112と第1開放端部113との間に、第1継手部112から第1開放端部113へ向かって外径を段差状に縮小してなる第1縮径部114が形成されている。また、同様に、プロペラシャフトPS11は、第2筒部材12において、第2継手部122と第2開放端部123との間に、第2継手部122から第2開放端部123へ向かって外径を段差状に縮小してなる第2縮径部124が形成されている。そして、第2縮径部124における第2開放端部123に、さらに径方向内側へと段差状に縮径する内側段部123a及び縮径部123bが形成されている。

[0063] このようにして、本変形例に係るプロペラシャフトPS11は、第2縮径部124の第2開放端部123に設けられた縮径部123bが第1縮径部114の第1開放端部113の内周側に圧入嵌合した状態で、第1開放端部113の端縁と第2開放端部123の内側段部123aとの間が周方向に沿ってレーザ溶接されることによって形成されている。

[0064] 以上のことから、本変形例に係るプロペラシャフトPS11の製造方法は、前記第1工程では、第1筒部材11における第1継手部112と第1開放端部113の間に、第1継手部112から第1開放端部113に向かって外径が縮小する第1縮径部114が形成され、前記第2工程では、第2筒部材12における第2継手部122と第2開放端部123の間に、第2継手部122から第2開放端部123に向かって外径が縮小する第2縮径部124が形成され、前記第3工程では、第1縮径部114と第2縮径部124とが溶接される。

[0065] 換言すれば、本変形例に係るプロペラシャフトPS11では、第1筒部111は、第1継手部112と第1開放端部113の間に、第1継手部112から第1開放端部113に向かって外径が縮小する第1縮径部114を有し、第2筒部121は、第2継手部122と前記第2開放端部123の間に、第2継手部122から第2開放端部123に向かって外径が縮小する第2縮径部124を有し、溶接部13は、第1縮径部114と第2縮径部124と

が溶接されている。

[0066] このように、本変形例によれば、第1縮径部114と第2縮径部124とによってシャフト本体1の軸方向中間部が縮径状に形成されていることにより、シャフト本体1の重量の増大を抑制可能となり、プロペラシャフトPS11の軽量化を図ることができる。

[0067] また、第1縮径部114と第2縮径部124とによってシャフト本体1の軸方向中間部が縮径状に形成されていることにより、搭載スペースの狭い車両に対してもレイアウト可能となり、プロペラシャフトPS11のレイアウト性が向上するメリットがある。

[0068] (第2変形例)

図6は本発明に係るプロペラシャフトの第1実施形態の第2変形例を示し、前記第1実施形態に係るシャフト本体1の構成を変更したものである。なお、かかる変更点以外の基本的な構成は前記第1実施形態と同様であるため、当該第1実施形態と同一の構成については、同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。

[0069] 図6は、本発明の第1実施形態の第2変形例に係るプロペラシャフトPS12を示し、シャフト本体1を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。

[0070] 図6に示すように、本変形例に係るプロペラシャフトPS12は、シャフト本体1の軸方向中間部が拡径するように形成されていて、シャフト本体1の軸方向中間部の外径 D_x が、シャフト本体1の軸方向両端部（第1筒部111及び第2筒部121の各第1端部）の外径 D_{t1} 、 D_{t2} よりも大きくなるように形成されている。換言すれば、このプロペラシャフトPS12は、シャフト本体1の軸方向中間部が拡径されている点を除き、前記第1実施形態と同様である。

[0071] より具体的に説明すれば、プロペラシャフトPS12は、第1筒部材11において、第1継手部112と第1開放端部113との間に、第1継手部112から第1開放端部113へと向かって外径を段差状に拡大してなる第1

拡径部 1 1 5 が形成されている。また、同様に、プロペラシャフト P S 1 2 は、第 2 筒部材 1 2 において、第 2 継手部 1 2 2 と第 2 開放端部 1 2 3 との間に、第 2 継手部 1 2 2 から第 2 開放端部へと向かって外径を段差状に拡大してなる第 2 拡径部 1 2 5 が形成されている。そして、第 2 拡径部 1 2 5 における第 2 開放端部 1 2 3 に、径方向内側へと段差状に縮径する内側段部 1 2 3 a 及び縮径部 1 2 3 b が形成されている。

[0072] このようにして、本変形例に係るプロペラシャフト P S 1 2 は、第 2 拡径部 1 2 5 の第 2 開放端部 1 2 3 に設けられた縮径部 1 2 3 b が第 1 拡径部 1 1 5 の第 1 開放端部 1 1 3 の内周側に圧入嵌合した状態で、第 1 開放端部 1 1 3 の端縁と第 2 開放端部 1 2 3 の内側段部 1 2 3 a との間が周方向に沿ってレーザ溶接されることにより形成されている。

[0073] 以上のことから、本変形例に係るプロペラシャフト P S 1 2 の製造方法は、前記第 1 工程では、第 1 筒部材 1 1 における第 1 継手部 1 1 2 と第 1 開放端部 1 1 3 の間に、第 1 継手部 1 1 2 から第 1 開放端部 1 1 3 に向かつて外径が拡大する第 1 拡径部 1 1 5 が形成され、前記第 2 工程では、第 2 筒部材 1 2 における第 2 継手部 1 2 2 と第 2 開放端部 1 2 3 の間に、第 2 継手部 1 2 2 から第 2 開放端部 1 2 3 に向かつて外径が拡大する第 2 拡径部 1 2 5 が形成され、前記第 3 工程では、第 1 拡径部 1 1 5 と第 2 拡径部 1 2 5 とが溶接される。

[0074] 換言すれば、本変形例に係るプロペラシャフト P S 1 2 では、第 1 筒部 1 1 は、第 1 継手部 1 1 2 と第 1 開放端部 1 1 3 の間に、第 1 継手部 1 1 2 から第 1 開放端部 1 1 3 に向かつて外径が拡大する第 1 拡径部 1 1 5 を有し、第 2 筒部 1 2 は、第 2 継手部 1 2 2 と第 2 開放端部 1 2 3 の間に、第 2 継手部 1 2 2 から第 2 開放端部 1 2 3 に向かつて外径が拡大する第 2 拡径部 1 2 5 を有し、溶接部 1 3 は、第 1 拡径部 1 1 5 と第 2 拡径部 1 2 5 とが溶接されている。

[0075] このように、本変形例によれば、第 1 拡径部 1 1 5 と第 2 拡径部 1 2 5 とによってシャフト本体 1 の軸方向中間部が拡径状に形成されていることによ

り、プロペラシャフトPS12の強度を向上させることができる。

[0076] また、第1拡張部115と第2拡張部125とによってシャフト本体1の軸方向中間部が拡張状に形成されていることにより、プロペラシャフトPS12の曲げ固有値を向上させることができる。

[0077] [第2実施形態]

図7は本発明に係るプロペラシャフトの第2実施形態を示し、前記第1実施形態に係る溶接部13の構成を変更したものである。なお、かかる変更点以外の基本的な構成は前記第1実施形態と同様であるため、当該第1実施形態と同一の構成については、同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。

[0078] 図7は、本発明の第2実施形態に係るプロペラシャフトPS2のシャフト本体1を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。

[0079] 図7に示すように、本実施形態に係るプロペラシャフトPS2は、前記第1実施形態と同様、第1筒部材11と第2筒部材12とを有し、第1継手部112の第1継手ヨーク部112b、112bの回転方向の位相と第2継手ヨーク部122b、122bの回転方向の位相とが一致するかたちで、第1開放端部113と第2開放端部123とがレーザ溶接により形成される溶接部13を介して接合されている。そして、このプロペラシャフトPS2は、第2筒部121の第2開放端部123において、第2筒部121の第2端部の内径 D_{i2} が第1筒部111の第2端部の外径 D_{o1} と同等となるように、第2筒部121の第2端部が段差状に拡張されてなり、第1開放端部113の外側に嵌合可能に構成されている。

[0080] 具体的には、第2筒部121の第2開放端部123は、径方向外側へ段差状に曲折する外側段部123cと、外側段部123cを経て拡張し、軸方向に沿って延びる拡張部123dと、を有する。そして、この第2開放端部123は、軸方向において外側段部123cが第1開放端部113と対向し、かつ拡張部123dが第1開放端部113の外周側に嵌合した状態にて、第1開放端部113と接続される。換言すれば、第2開放端部123との関係

において、第1開放端部113は、第2開放端部123の拡張部123dの内周側に覆われる被包囲部113bを構成する。

[0081] 以上のように、第2筒部材12は、第2開放端部123を除き、第1筒部材11と同一の形状を成している。換言すれば、第2筒部材12は、第1筒部材11の第1開放端部113に外側段部123c及び拡張部123dを付加したものとなっている。

[0082] 溶接部13は、第1筒部111の第1開放端部113と、第2筒部121の外側段部123cとに跨るかたちで、周方向に沿って全周にわたって形成されている。すなわち、この溶接部13は、第1筒部111の第1開放端部113と第2筒部121の外側段部123cとの間に、肉盛り状に膨出するように形成されている。換言すれば、溶接部13は、径方向外側へと膨らむ断面ほぼ円弧状を呈し、第1筒部111の直径 D_{t1} 、第1継手部112の直径 D_{c1} 、第2筒部121の直径 D_{t2} 、及び第2継手部122の直径 D_{c2} よりも大きな直径 D_w を有する。さらに、溶接部13の厚さ T_w は、第1筒部111の第1端部の厚さ T_1 よりも薄く、かつ第2筒部121の第1端部の厚さ T_1 よりも薄く形成されている。

[0083] 以上のことから、本実施形態に係るプロペラシャフトPS2の製造方法は、前記第2工程では、第2筒部材12における第2継手部122と第2開放端部123との間に、第2継手部122から第2開放端部123に向かって段差状に拡張する拡張部123dが形成され、前記第3工程では、拡張部123dが第1開放端部113（被包囲部113b）の外周側に嵌合した状態でレーザ溶接が行われる。

[0084] 換言すれば、本実施形態に係るプロペラシャフトでPS2では、第2筒部121は、溶接部13と第2開放端部123との間に、第2継手部122から第2開放端部123に向かって段差状に拡張する拡張部123dを有し、第1筒部111は、第1継手部112と第1開放端部113との間に、拡張部123dの内周側に覆われる被包囲部113bを有する。

[0085] このように、本実施形態によれば、第2筒部材12の拡張部123dが第

1 筒部材 1 1 の第 1 開放端部 1 1 3 (被包囲部 1 1 3 b) の外周側に嵌合した状態でレーザ溶接が行われることで、第 1 筒部材 1 1 と第 2 筒部材 1 2 との芯ずれを抑制することが可能となる。これにより、プロペラシャフト P S 2 の回転のアンバランスを抑制することができる。

[0086] (第 1 変形例)

図 8 は本発明に係るプロペラシャフトの第 2 実施形態の第 1 変形例を示し、前記第 2 実施形態に係るシャフト本体 1 の構成を変更したものである。なお、かかる変更点以外の基本的な構成は前記第 1 実施形態と同様であるため、当該第 2 実施形態と同一の構成については、同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。

[0087] 図 8 は、本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係るプロペラシャフト P S 2 1 を示し、シャフト本体 1 を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。

[0088] 図 8 に示すように、本変形例に係るプロペラシャフト P S 2 1 は、シャフト本体 1 の軸方向中間部が縮径するように形成されていて、シャフト本体 1 の軸方向中間部の外径 D_x が、シャフト本体 1 の軸方向両端部 (第 1 筒部 1 1 1 及び第 2 筒部 1 2 1 の各第 1 端部) の外径 D_{t1} 、 D_{t2} よりも小さくなるように形成されている。換言すれば、このプロペラシャフト P S 2 1 は、シャフト本体 1 の軸方向中間部が縮径されている点を除き、前記第 2 実施形態と同様である。

[0089] より具体的に説明すれば、プロペラシャフト P S 2 1 は、第 1 筒部材 1 1 において、第 1 継手部 1 1 2 と第 1 開放端部 1 1 3 との間に、第 1 継手部 1 1 2 から第 1 開放端部 1 1 3 へ向かって外径を段差状に縮小してなる第 1 縮径部 1 1 4 が形成されている。また、同様に、プロペラシャフト P S 2 1 は、第 2 筒部材 1 2 において、第 2 継手部 1 2 2 と第 2 開放端部 1 2 3 との間に、第 2 継手部 1 2 2 から第 2 開放端部 1 2 3 へ向かって外径を段差状に縮小してなる第 2 縮径部 1 2 4 が形成されている。そして、第 2 縮径部 1 2 4 における第 2 開放端部 1 2 3 に、径方向外側へと段差状に拡径する外側段部

1 2 3 c 及び拡張部 1 2 3 d が形成されている。

[0090] このようにして、本変形例に係るプロペラシャフト P S 2 1 は、第 2 縮径部 1 2 4 の第 2 開放端部 1 2 3 に設けられた拡張部 1 2 3 d が第 1 縮径部 1 1 4 の第 1 開放端部 1 1 3 の外周側に圧入嵌合した状態で、第 2 開放端部 1 2 3 の拡張部 1 2 3 d の先端縁と第 1 開放端部 1 1 3 の外周面との間が周方向に沿ってレーザ溶接されることによって形成されている。

[0091] 以上のように、本変形例においても、第 1 縮径部 1 1 4 と第 2 縮径部 1 2 4 とによってシャフト本体 1 の軸方向中間部が縮径状に形成されていることで、シャフト本体 1 の重量の増大を抑制可能となり、プロペラシャフト P S 2 1 の軽量化を図ることができる。

[0092] また、本変形例においても、第 1 縮径部 1 1 4 と第 2 縮径部 1 2 4 とによってシャフト本体 1 の軸方向中間部が縮径状に形成されていることで、搭載スペースの狭い車両に対してもレイアウト可能となり、プロペラシャフト P S 2 1 のレイアウト性が向上するメリットがある。

[0093] (第 2 変形例)

図 9 は本発明に係るプロペラシャフトの第 2 実施形態の第 2 変形例を示し、前記第 2 実施形態に係るシャフト本体 1 の構成を変更したものである。なお、かかる変更点以外の基本的な構成は前記第 1 実施形態と同様であるため、当該第 2 実施形態と同一の構成については、同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。

[0094] 図 9 は、本発明の第 2 実施形態の第 2 変形例に係るプロペラシャフト P S 2 2 を示し、シャフト本体 1 を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。

[0095] 図 9 に示すように、本変形例に係るプロペラシャフト P S 2 2 は、シャフト本体 1 の軸方向中間部が拡張するように形成されていて、シャフト本体 1 の軸方向中間部の外径 D_x が、シャフト本体 1 の軸方向両端部（第 1 筒部 1 1 1 及び第 2 筒部 1 2 1 の各第 1 端部）の外径 D_{t1} 、 D_{t2} よりも大きくなるように形成されている。換言すれば、このプロペラシャフト P S 2 2 は

、シャフト本体 1 の軸方向中間部が拡径されている点を除き、前記第 2 実施形態と同様である。

[0096] より具体的に説明すれば、プロペラシャフト P S 2 2 は、第 1 筒部材 1 1 において、第 1 継手部 1 1 2 と第 1 開放端部 1 1 3 との間に、第 1 継手部 1 1 2 から第 1 開放端部 1 1 3 へと向かって外径を段差状に拡大してなる第 1 拡径部 1 1 5 が形成されている。また、同様に、プロペラシャフト P S 2 2 は、第 2 筒部材 1 2 において、第 2 継手部 1 2 2 と第 2 開放端部 1 2 3 との間に、第 2 継手部 1 2 2 から第 2 開放端部へと向かって外径を段差状に拡大してなる第 2 拡径部 1 2 5 が形成されている。そして、第 2 拡径部 1 2 5 における第 2 開放端部 1 2 3 に、さらに径方向外側へと段差状に拡径する外側段部 1 2 3 c 及び拡径部 1 2 3 d が形成されている。

[0097] このようにして、本変形例に係るプロペラシャフト P S 2 2 は、第 2 拡径部 1 2 5 の第 2 開放端部 1 2 3 に設けられた拡径部 1 2 3 d が第 1 拡径部 1 1 5 の第 1 開放端部 1 1 3 の外周側に圧入嵌合した状態で、第 2 開放端部 1 2 3 の拡径部 1 2 3 d の先端縁と第 1 開放端部 1 1 3 の外周面との間が周方向に沿ってレーザ溶接されることにより形成されている。

[0098] 以上のように、本変形例においても、第 1 拡径部 1 1 5 と第 2 拡径部 1 2 5 とによってシャフト本体 1 の軸方向中間部が拡径状に形成されていることで、プロペラシャフト P S 2 2 の強度を向上させることができる。

[0099] また、本変形例においても、第 1 拡径部 1 1 5 と第 2 拡径部 1 2 5 とによってシャフト本体 1 の軸方向中間部が拡径状に形成されていることで、プロペラシャフト P S 2 2 の曲げ固有値を向上させることができる。

[0100] [第 3 実施形態]

図 1 0 は本発明に係るプロペラシャフトの第 3 実施形態を示し、前記第 1 実施形態に係る溶接部 1 3 の構成を変更したものである。なお、かかる変更点以外の基本的な構成は前記第 1 実施形態と同様であるため、当該第 1 実施形態と同一の構成については、同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。

[0101] 図10は、本発明の第3実施形態に係るシャフト本体1を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。

[0102] 図10に示すように、本実施形態に係るプロペラシャフトPS3は、同一の形状を有する第1筒部材11と第2筒部材12とが、摩擦圧接により接合されている。すなわち、プロペラシャフトPS3は、第1継手部112の第1継手ヨーク部112b、112bの回転方向の位相と第2継手ヨーク部122b、122bの回転方向の位相とが一致するかたちで、第1筒部材11の第1開放端部113と第2筒部材12の第2開放端部123とが、摩擦圧接により形成された溶接部13を介して接合されている。

[0103] 溶接部13は、シャフト本体1の中央部に設けられていて、周方向に沿って全周にわたって形成されている。具体的には、溶接部13は、前記摩擦圧接により第1開放端部113の内周側及び外周側に形成された第1カール部Cr1と、前記摩擦圧接により第2開放端部123の内周側及び外周側に形成された第2カール部Cr2と、を有する。また、この溶接部13は、第1筒部111の直径Dt1、第1継手部112の直径Dc1、第2筒部121の直径Dt2、及び第2継手部122の直径Dc2よりも大きな直径Dwを有する。さらに、溶接部13の厚さTwは、第1筒部111の第1端部の厚さT1よりも薄く、かつ第2筒部121の第1端部の厚さT1よりも薄く形成されている。

[0104] 以上のことから、本実施形態に係るプロペラシャフトPS3の製造方法では、溶接部13は、摩擦圧接によって形成されている。

[0105] このように、本実施形態によれば、溶接部13が摩擦圧接により形成されていることで、前記レーザ溶接のように溶接部13において第1開放端部113と第2開放端部123とを重ね合わせる必要がない。このため、溶接部13を最も薄く形成することが可能となり、当該溶接部13を最も軽量化することができる。これにより、プロペラシャフトPS3の回転時の振れや、回転のアンバランスを最も効果的に抑制することができる。

[0106] また、本実施形態に係るプロペラシャフトPS3では、溶接部13は、筒

部材（シャフト本体１）の回転軸線Ｚ方向の中央部に形成されている。

[0107] このように、本実施形態では、溶接部１３がシャフト本体１の中央部に配置されていることで、第１筒部材１１と第２筒部材１２を共通化することが可能となる。これにより、シャフト本体１の構成部品の管理点数が削減され、プロペラシャフトＰＳ３の製造コストの低廉化に供する。

[0108] また、本実施形態に係るプロペラシャフトＰＳ３では、溶接部１３は、筒部材（シャフト本体１）の内周側及び外周側にカール部（第１カール部Ｃｒ１及び第２カール部Ｃｒ２）を有する。

[0109] このように、本実施形態では、第１筒部１１１と第２筒部１２１とが、溶接部１３に第１カール部Ｃｒ１及び第２カール部Ｃｒ２を形成してなる摩擦圧接によって溶接されていることで、前記レーザ溶接のように溶接部１３において第１開放端部１１３と第２開放端部１２３とを重ね合わせる必要がない。このため、第１開放端部１１３と第２開放端部１２３とを同一の形状に形成可能となり、プロペラシャフトＰＳ３の製造コストを低減することができる。

[0110] また、第１筒部１１１と第２筒部１２１とが前記摩擦圧接によって溶接されていることで、第１筒部１１１の厚さと第２筒部１２１の厚さとを同一に形成することが可能となる。これにより、溶接部１３の重量が最小限に抑えられ、プロペラシャフトＰＳ３の軽量化が図れるほか、溶接部１３の回転のアンバランスも最小限に抑えられ、プロペラシャフトＰＳ３の振動性能の向上を図ることができる。

[0111] （第１変形例）

図１１は本発明に係るプロペラシャフトの第３実施形態の第１変形例を示し、前記第３実施形態に係るシャフト本体１の構成を変更したものである。なお、かかる変更点以外の基本的な構成は前記第１実施形態と同様であるため、当該第２実施形態と同一の構成については、同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。

[0112] 図１１は、本発明の第３実施形態の第１変形例に係るプロペラシャフトＰ

S 3 1 を示し、シャフト本体 1 を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。

[0113] 図 1 1 に示すように、本変形例に係るプロペラシャフト P S 3 1 は、シャフト本体 1 の軸方向中間部が縮径するように形成されていて、シャフト本体 1 の軸方向中間部の外径 D_x が、シャフト本体 1 の軸方向両端部（第 1 筒部 1 1 1 及び第 2 筒部 1 2 1 の各第 1 端部）の外径 D_{t1} 、 D_{t2} よりも小さくなるように形成されている。換言すれば、このプロペラシャフト P S 3 1 は、シャフト本体 1 の軸方向中間部が縮径されている点を除き、前記第 3 実施形態と同様である。

[0114] より具体的に説明すれば、プロペラシャフト P S 3 1 は、第 1 筒部材 1 1 において、第 1 継手部 1 1 2 と第 1 開放端部 1 1 3 との間に、第 1 継手部 1 1 2 から第 1 開放端部 1 1 3 へ向かって外径を段差状に縮小してなる第 1 縮径部 1 1 4 が形成されている。また、同様に、プロペラシャフト P S 3 1 は、第 2 筒部材 1 2 において、第 2 継手部 1 2 2 と第 2 開放端部 1 2 3 との間に、第 2 継手部 1 2 2 から第 2 開放端部 1 2 3 へ向かって外径を段差状に縮小してなる第 2 縮径部 1 2 4 が形成されている。

[0115] そして、本変形例に係るプロペラシャフト P S 3 1 は、第 1 縮径部 1 1 4 の第 1 開放端部 1 1 3 と第 2 縮径部 1 2 4 の第 2 開放端部 1 2 3 とが、摩擦圧接によって溶接されている。すなわち、プロペラシャフト P S 3 1 は、第 1 縮径部 1 1 4 の第 1 開放端部 1 1 3 と第 2 縮径部 1 2 4 の第 2 開放端部 1 2 3 とが、摩擦圧接により形成される第 1 カール部 C_{r1} と第 2 カール部 C_{r2} からなる溶接部 1 3 を介して接合されている。

[0116] 以上のように、本変形例においても、第 1 縮径部 1 1 4 と第 2 縮径部 1 2 4 とによってシャフト本体 1 の軸方向中間部が縮径状に形成されていることで、シャフト本体 1 の重量の増大を抑えることが可能となり、プロペラシャフト P S 3 1 の軽量化を図ることができる。

[0117] また、本変形例においても、第 1 縮径部 1 1 4 と第 2 縮径部 1 2 4 とによってシャフト本体 1 の軸方向中間部が縮径状に形成されていることで、搭載

スペースの狭い車両に対してもレイアウト可能となり、プロペラシャフト P S 3 1 のレイアウト性が向上するメリットがある。

[0118] (第2変形例)

図 1 2 は本発明に係るプロペラシャフトの第3実施形態の第2変形例を示し、前記第3実施形態に係るシャフト本体 1 の構成を変更したものである。なお、かかる変更点以外の基本的な構成は前記第1実施形態と同様であるため、当該第2実施形態と同一の構成については、同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。

[0119] 図 1 2 は、本発明の第3実施形態の第2変形例に係るプロペラシャフト P S 3 2 を示し、シャフト本体 1 を軸方向に沿って切断した半断面図を示している。

[0120] 図 1 2 に示すように、本変形例に係るプロペラシャフト P S 3 2 は、シャフト本体 1 の軸方向中間部が拡径するように形成されていて、シャフト本体 1 の軸方向中間部の外径 D_x が、シャフト本体 1 の軸方向両端部（第1筒部 1 1 1 及び第2筒部 1 2 1 の各第1端部）の外径 D_{t1} 、 D_{t2} よりも大きくなるように形成されている。換言すれば、このプロペラシャフト P S 3 2 は、シャフト本体 1 の軸方向中間部が拡径されている点を除き、前記第3実施形態と同様である。

[0121] より具体的に説明すれば、プロペラシャフト P S 3 2 は、第1筒部材 1 1 において、第1継手部 1 1 2 と第1開放端部 1 1 3 との間に、第1継手部 1 1 2 から第1開放端部 1 1 3 へと向かって外径を段差状に拡大してなる第1拡径部 1 1 5 が形成されている。また、同様に、プロペラシャフト P S 3 2 は、第2筒部材 1 2 において、第2継手部 1 2 2 と第2開放端部 1 2 3 との間に、第2継手部 1 2 2 から第2開放端部へと向かって外径を段差状に拡大してなる第2拡径部 1 2 5 が形成されている。

[0122] そして、本変形例に係るプロペラシャフト P S 3 2 は、第1拡径部 1 1 5 の第1開放端部 1 1 3 と第2拡径部 1 2 5 の第2開放端部 1 2 3 とが、摩擦圧接によって溶接されている。すなわち、プロペラシャフト P S 3 2 は、第

1 拡径部 1 1 5 の第 1 開放端部 1 1 3 と第 2 拡径部 1 2 5 の第 2 開放端部 1 2 3 とが、摩擦圧接により形成される第 1 カール部 $C r 1$ と第 2 カール部 $C r 2$ からなる溶接部 1 3 を介して接合されている。

[0123] 以上のように、本変形例においても、第 1 拡径部 1 1 5 と第 2 拡径部 1 2 5 とによってシャフト本体 1 の軸方向中間部が拡径状に形成されていることで、プロペラシャフト P S 3 2 の強度を向上させることができる。

[0124] また、本変形例においても、第 1 拡径部 1 1 5 と第 2 拡径部 1 2 5 とによってシャフト本体 1 の軸方向中間部が拡径状に形成されていることで、プロペラシャフト P S 3 2 の曲げ固有値を向上させることができる。

[0125] 本発明は、前記実施形態等で例示した構成や態様に限定されるものではなく、前述した本発明の作用効果を奏し得るような形態であれば、適用対象の仕様やコスト等に応じて自由に変更可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 車両の駆動力を伝達するプロペラシャフトの製造方法であって、
第1筒部と、前記第1筒部の回転軸線方向の第1端部に前記第1筒部と継ぎ目なく一体に形成された第1継手部と、を備えた第1筒部材を、金属材料を塑性加工することによって形成する第1工程と、
第2筒部と、前記第2筒部の回転軸線方向の第1端部に前記第2筒部と継ぎ目なく一体に形成された第2継手部と、を備えた第2筒部材を、金属材料を塑性加工することによって形成する第2工程と、
前記第1筒部において前記第1端部とは反対側の第2端部に形成された第1開放端部と、前記第2筒部において前記第1端部とは反対側の第2端部に形成された第2開放端部と、を溶接することにより、前記第1筒部の前記第1端部の厚さよりも薄く、かつ前記第2筒部の前記第1端部の厚さよりも薄い溶接部を形成する第3工程と、
を有する、ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。
- [請求項2] 請求項1に記載のプロペラシャフトの製造方法であって、
前記第1工程及び前記第2工程における前記塑性加工は、衝撃押出によって行われる、
ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。
- [請求項3] 請求項2に記載のプロペラシャフトの製造方法であって、
前記第1継手部及び前記第2継手部は、二股のヨーク状に形成される、
ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。
- [請求項4] 請求項3に記載のプロペラシャフトの製造方法であって、
前記第1継手部における前記二股のヨークと、前記第2継手部における前記二股のヨークは、回転方向の位相が相互に一致する、
ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。
- [請求項5] 請求項1に記載のプロペラシャフトの製造方法であって、
前記溶接部は、摩擦圧接によって形成される、

ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。

[請求項6]

請求項1に記載のプロペラシャフトの製造方法であって、
前記溶接部は、レーザ溶接によって形成される、
ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。

[請求項7]

請求項6に記載のプロペラシャフトの製造方法であって、
前記第2工程では、前記第2筒部材における前記第2継手部と前記第2開放端部との間に、前記第2継手部から前記第2開放端部に向かって段差状に縮径する縮径部が形成され、

前記第3工程では、前記縮径部が前記第1開放端部の内周側に嵌合した状態で前記レーザ溶接が行われる、

ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。

[請求項8]

請求項6に記載のプロペラシャフトの製造方法であって、
前記第2工程では、前記第2筒部材における前記第2継手部と前記第2開放端部との間に、前記第2継手部から前記第2開放端部に向かって段差状に拡径する拡径部が形成され、

前記第3工程では、前記拡径部が前記第1開放端部の外周側に嵌合した状態で前記レーザ溶接が行われる、

ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。

[請求項9]

請求項1に記載のプロペラシャフトの製造方法であって、
前記第1工程では、前記第1筒部材における前記第1継手部と前記第1開放端部の間に、前記第1継手部から前記第1開放端部に向かって外径が縮小する第1縮径部が形成され、

前記第2工程では、前記第2筒部材における前記第2継手部と前記第2開放端部の間に、前記第2継手部から前記第2開放端部に向かって外径が縮小する第2縮径部が形成され、

前記第3工程では、前記第1縮径部と前記第2縮径部とが溶接される、

ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。

- [請求項10] 請求項1に記載のプロペラシャフトの製造方法であって、
前記第1工程では、前記第1筒部材における前記第1継手部と前記第1開放端部の間に、前記第1継手部から前記第1開放端部に向かって外径が拡大する第1拡径部が形成され、
前記第2工程では、前記第2筒部材における前記第2継手部と前記第2開放端部の間に、前記第2継手部から前記第2開放端部に向かって外径が拡大する第2拡径部が形成され、
前記第3工程では、前記第1拡径部と前記第2拡径部とが溶接される、
ことを特徴とするプロペラシャフトの製造方法。
- [請求項11] 車両の駆動力を伝達するプロペラシャフトであって、
第1筒部と第2筒部とを接続してなる筒部材と、
前記第1筒部の回転軸線方向の第1端部に設けられ、前記第1筒部と継ぎ目なく一体に形成された第1継手部と、
前記第2筒部の回転軸線方向の第2端部に設けられ、前記第2筒部と継ぎ目なく一体に形成された第2継手部と、
前記第1筒部の前記第1端部とは反対側の第2端部に設けられた第1開放端部と、前記第2筒部の前記第1端部とは反対側の第2端部に設けられた第2開放端部と、を溶接することにより、前記第1筒部の前記第1端部の厚さよりも薄く、かつ前記第2筒部の前記第1端部の厚さよりも薄く形成された溶接部と、
を有する、ことを特徴とするプロペラシャフト。
- [請求項12] 請求項11に記載のプロペラシャフトであって、
前記第1筒部と前記第1継手部、又は前記第2筒部と前記第2継手部の少なくとも一方は、衝撃押出によって形成された、
ことを特徴とするプロペラシャフト。
- [請求項13] 請求項11に記載のプロペラシャフトであって、
前記溶接部は、前記筒部材の回転軸線方向の中央部に形成された、

ことを特徴とするプロペラシャフト。

[請求項14]

請求項 1 1 に記載のプロペラシャフトであって、
前記溶接部は、前記筒部材の内周側及び外周側にカール部を有する、
ことを特徴とするプロペラシャフト。

[請求項15]

請求項 1 1 に記載のプロペラシャフトであって、
前記第 2 筒部は、前記溶接部と前記第 2 開放端部との間に、前記溶接部から前記第 2 開放端部に向かって段差状に縮径する縮径部を有し、
前記第 1 筒部は、前記第 1 継手部と前記第 1 開放端部との間に、前記縮径部の外周側を覆う包囲部を有する、
ことを特徴とするプロペラシャフト。

[請求項16]

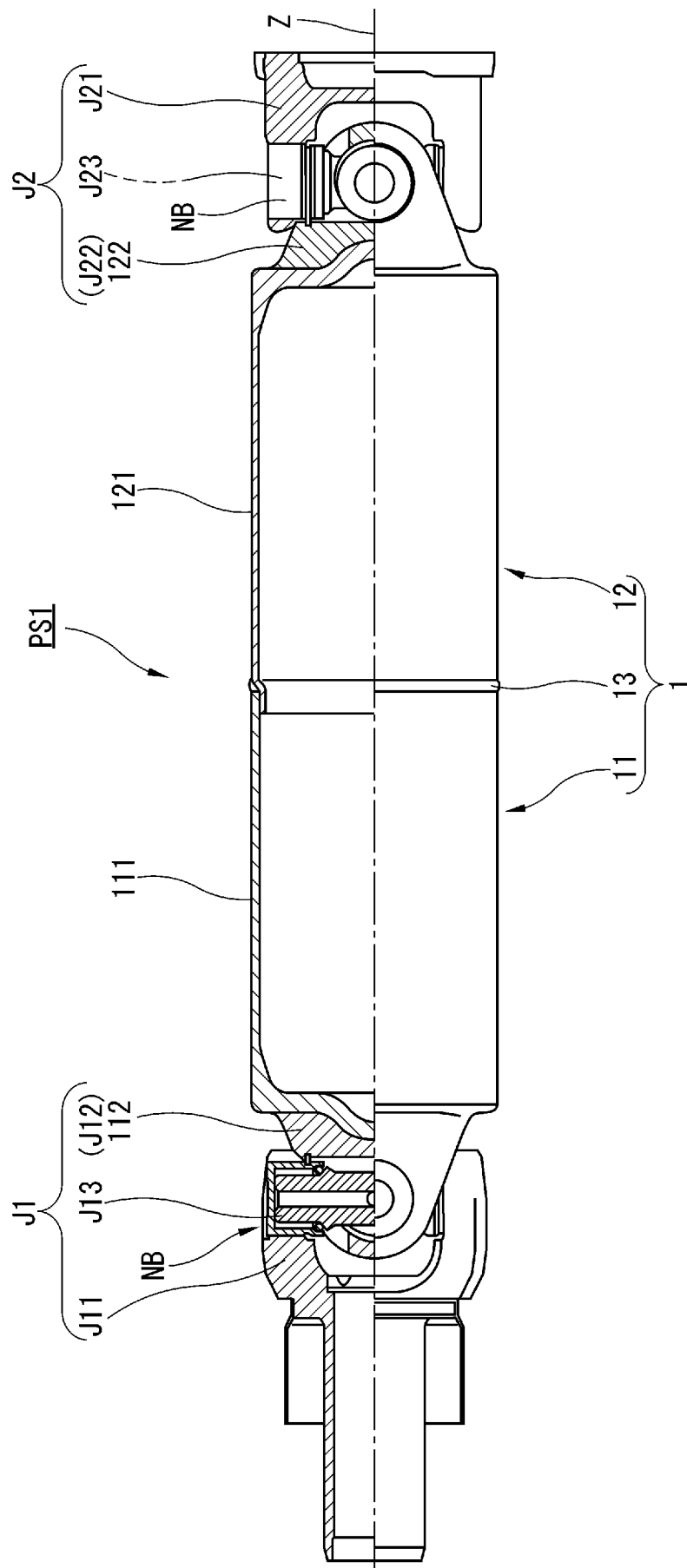
請求項 1 1 に記載のプロペラシャフトであって、
前記第 2 筒部は、前記溶接部と前記第 2 開放端部との間に、前記第 2 継手部から前記第 2 開放端部に向かって段差状に拡径する拡径部を有し、
前記第 1 筒部は、前記第 1 継手部と前記第 1 開放端部との間に、前記拡径部の内周側に覆われる被包囲部を有する、
ことを特徴とするプロペラシャフト。

[請求項17]

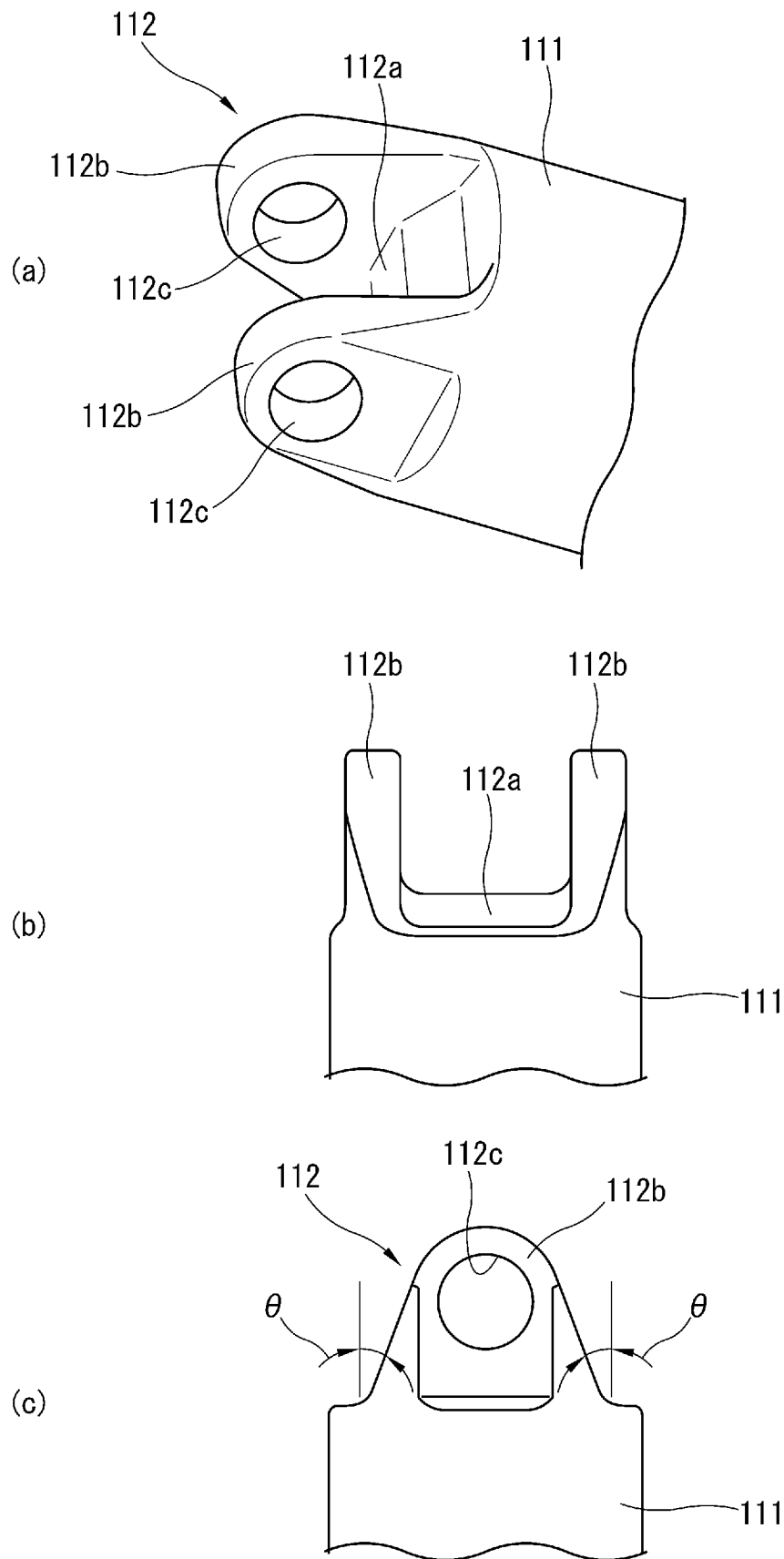
請求項 1 1 に記載のプロペラシャフトであって、
前記第 1 筒部は、前記第 1 継手部と前記第 1 開放端部の間に、前記第 1 継手部から前記第 1 開放端部に向かって外径が縮小する第 1 縮径部を有し、
前記第 2 筒部は、前記第 2 継手部と前記第 2 開放端部の間に、前記第 2 継手部から前記第 2 開放端部に向かって外径が縮小する第 2 縮径部を有し、
前記溶接部は、前記第 1 縮径部と前記第 2 縮径部とが溶接された、
ことを特徴とするプロペラシャフト。

- [請求項18] 請求項 1 1 に記載のプロペラシャフトであって、
前記第 1 筒部は、前記第 1 継手部と前記第 1 開放端部の間に、前記第 1 継手部から前記第 1 開放端部に向かって外径が拡大する第 1 拡径部を有し、
前記第 2 筒部は、前記第 2 継手部と前記第 2 開放端部の間に、前記第 2 継手部から前記第 2 開放端部に向かって外径が拡大する第 2 拡径部を有し、
前記溶接部は、前記第 1 拡径部と前記第 2 拡径部とが溶接された、
ことを特徴とするプロペラシャフト。
- [請求項19] 請求項 1 1 に記載のプロペラシャフトであって、
前記筒部材は、アルミニウムを含む金属材料によって形成された、
ことを特徴とするプロペラシャフト。
- [請求項20] 請求項 1 1 に記載のプロペラシャフトであって、
前記溶接部の直径は、前記第 1 筒部、前記第 1 継手部、前記第 2 筒部、及び前記第 2 継手部の直径と比べて最も大きい、
ことを特徴とするプロペラシャフト。

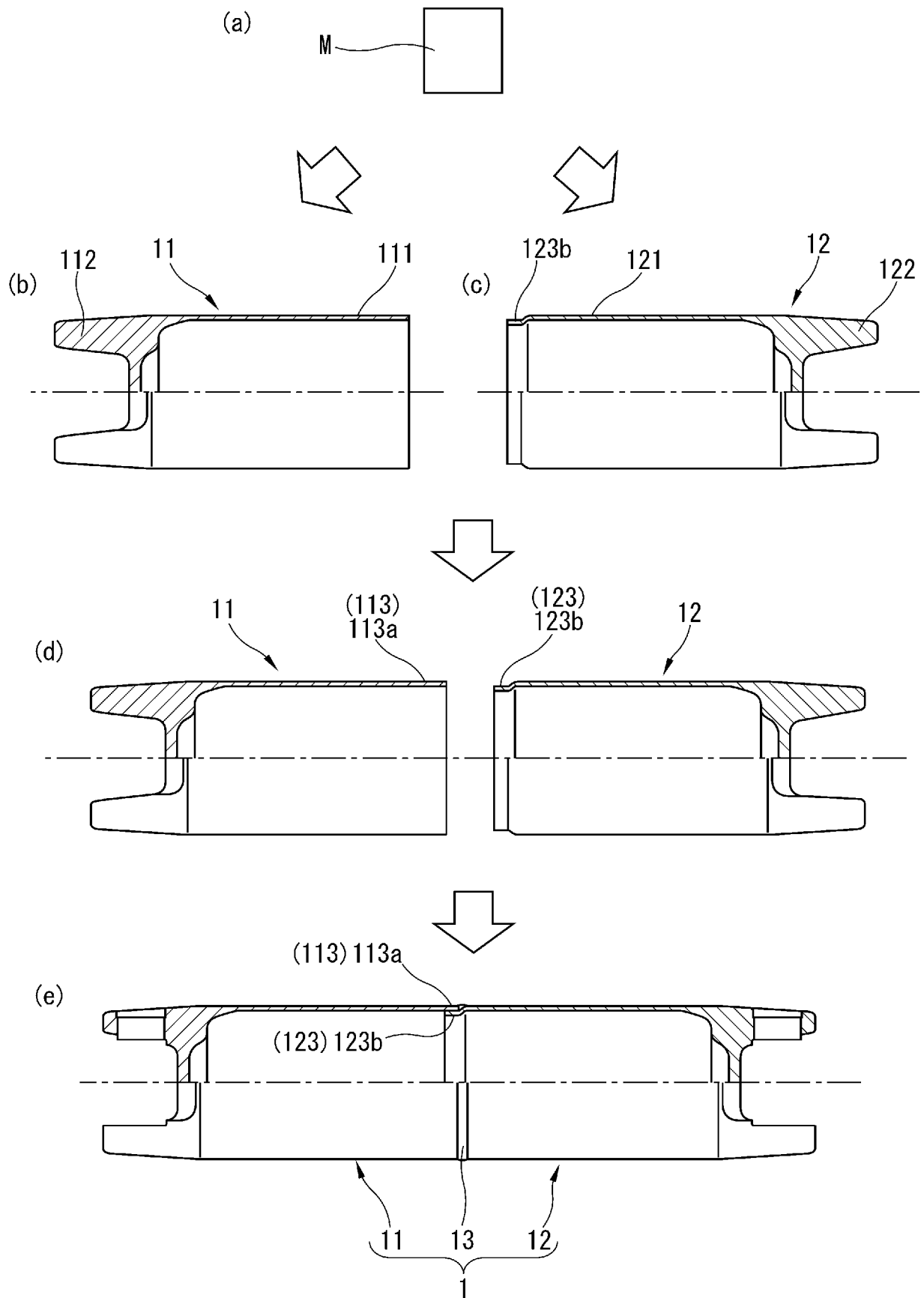
[図1]



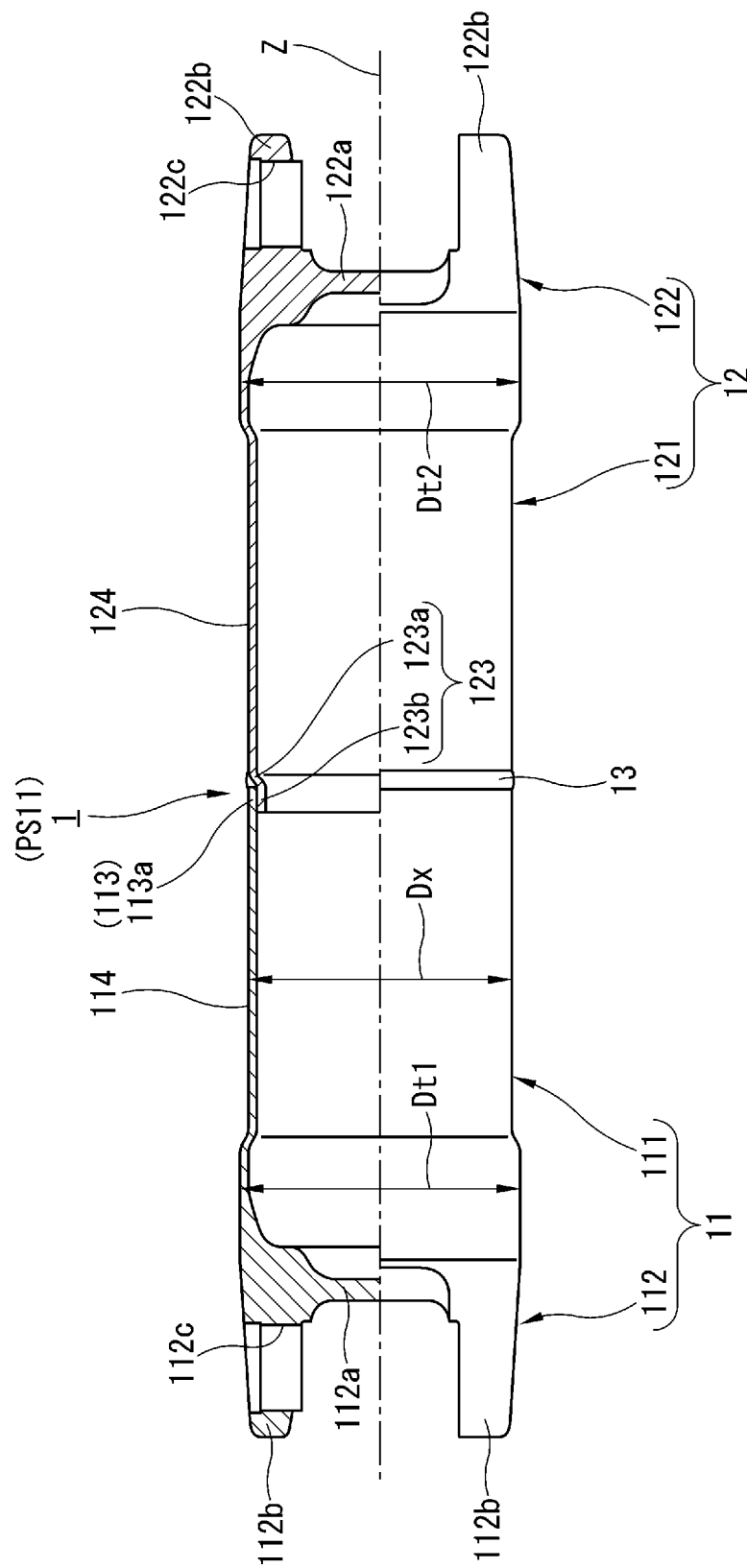
[図3]



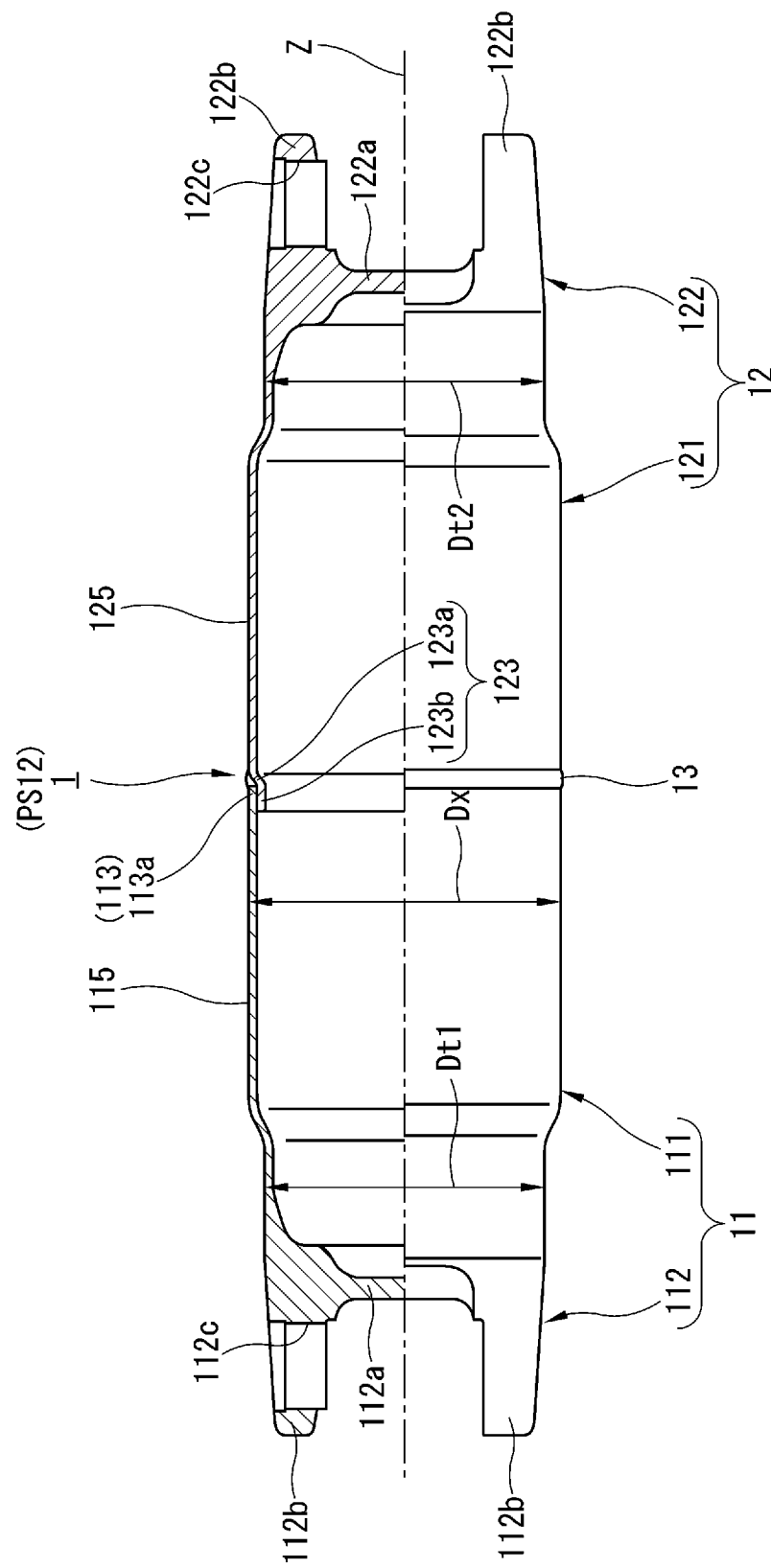
[図4]



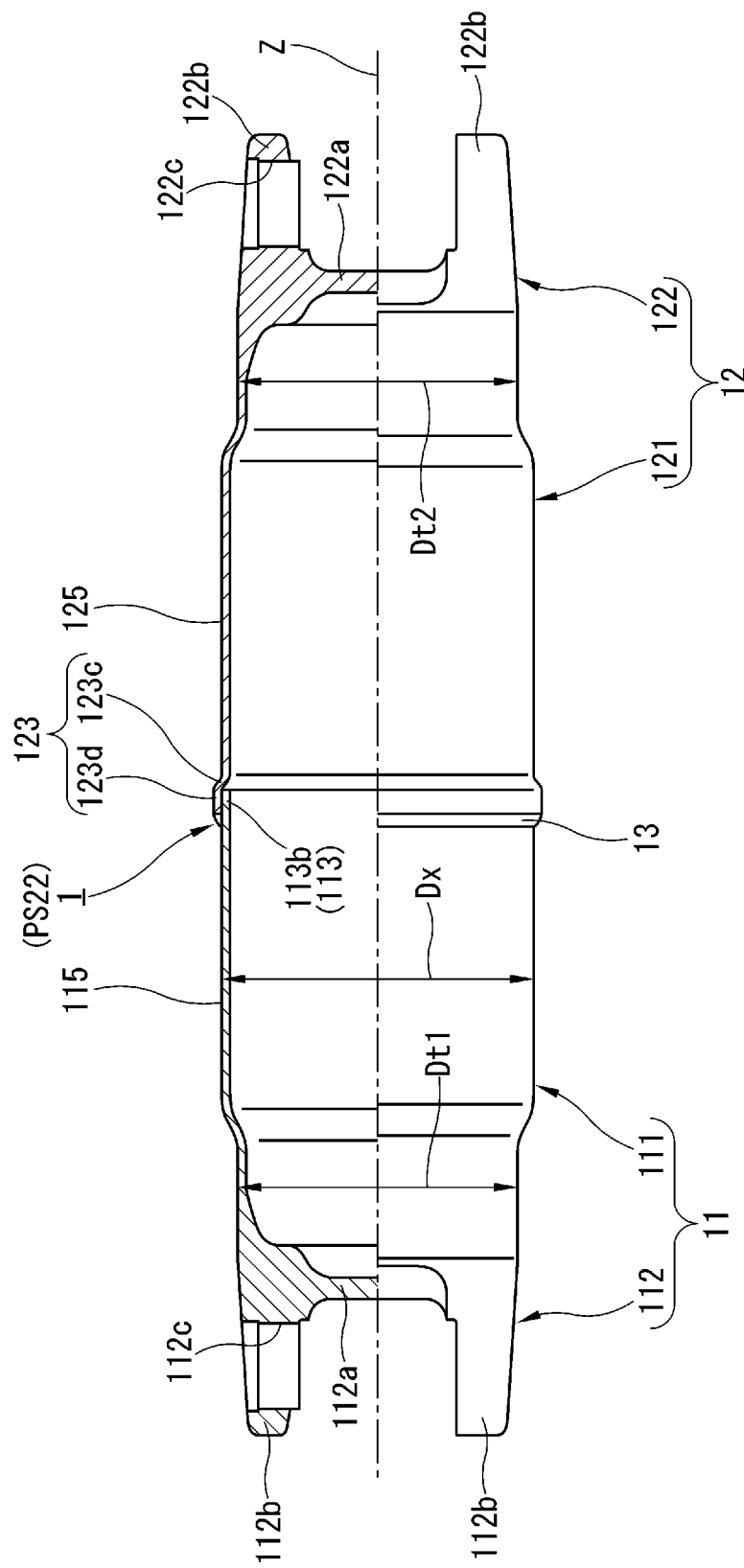
[図5]



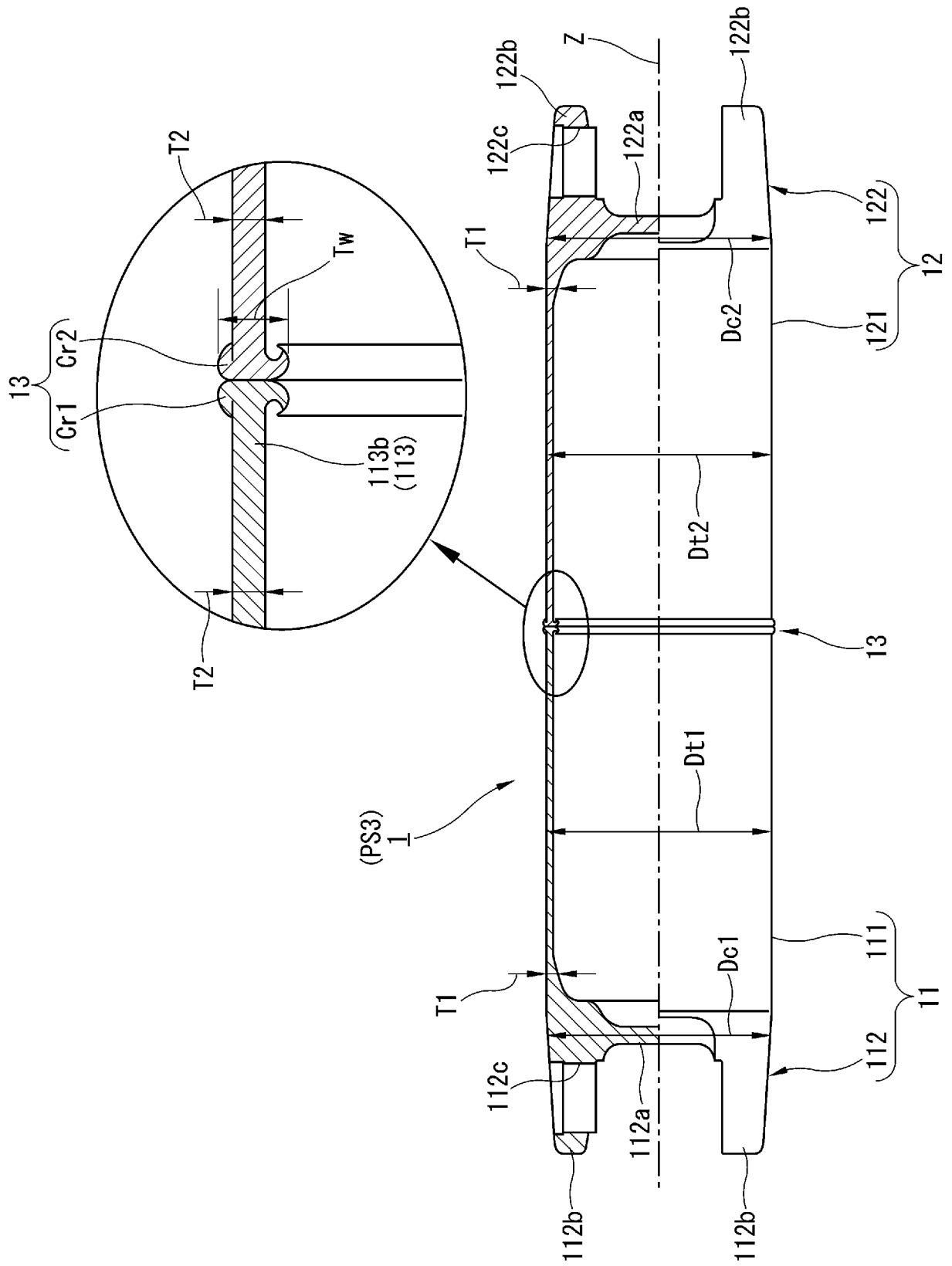
[図6]



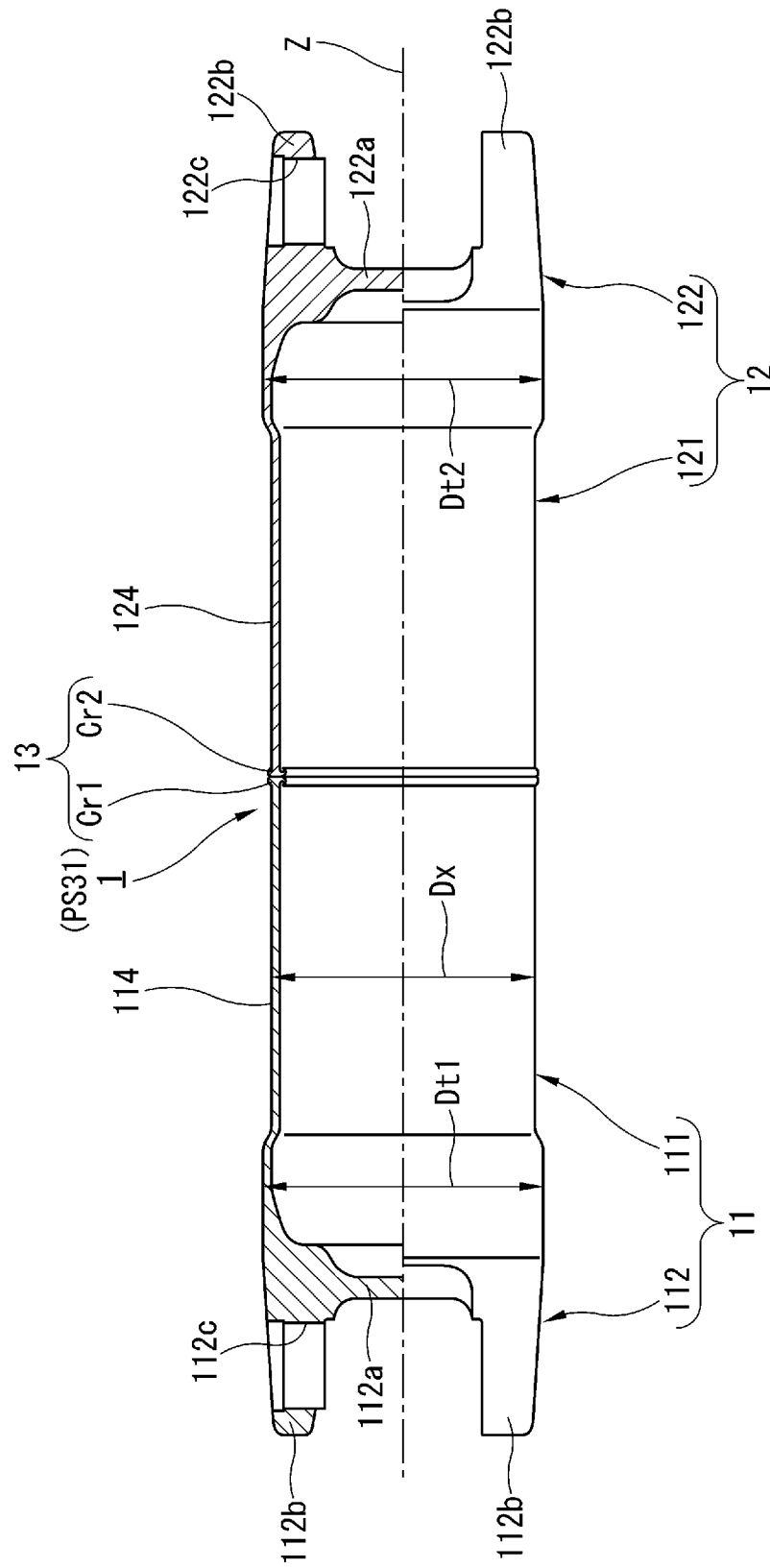
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/005196

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21K 1/06(2006.01)i; **B23K 20/12**(2006.01)i; **F16C 3/03**(2006.01)i; **B23K 26/21**(2014.01)i; **B60K 17/22**(2006.01)i
 FI: B21K1/06; B23K20/12 G; B23K26/21 N; B60K17/22 Z; F16C3/03

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)

B21K1/06; B23K20/12; F16C3/03; B23K26/21; B60K17/22

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
X	JP 2003-322135 A (SHOWA DENKO KK) 14 November 2003 (2003-11-14) paragraphs [0001]-[0130], fig. 1-16	1-13, 15-20
Y		14
Y	JP 2016-3734 A (NTN CORPORATION) 12 January 2016 (2016-01-12) fig. 19	14
A	JP 2000-288747 A (HITACHI METALS LTD) 17 October 2000 (2000-10-17) entire text, all drawings	1-20

☐ 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

24 April 2023

Date of mailing of the international search report

16 May 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/005196

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2003-322135	A	14 November 2003	(Family: none)	
JP	2016-3734	A	12 January 2016	US 2017/0130780 A1 fig. 19	
				WO 2015/194305 A1	
				EP 3159566 A1	
				CN 107002768 A	
JP	2000-288747	A	17 October 2000	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B21K 1/06(2006.01)i; B23K 20/12(2006.01)i; F16C 3/03(2006.01)i; B23K 26/21(2014.01)i; B60K 17/22(2006.01)i FI: B21K1/06; B23K20/12 G; B23K26/21 N; B60K17/22 Z; F16C3/03		
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）） B21K1/06; B23K20/12; F16C3/03; B23K26/21; B60K17/22 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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
X	JP 2003-322135 A（昭和電工株式会社）14.11.2003（2003-11-14） 段落 [0001] - [0130], [図1] - [図16]	1-13, 15-20
Y		14
Y	JP 2016-3734 A（NTN株式会社）12.01.2016（2016-01-12） [図19]	14
A	JP 2000-288747 A（日立金属株式会社）17.10.2000（2000-10-17） 全文, 全図	1-20
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 24.04.2023		国際調査報告の発送日 16.05.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 豊島 唯 3P 9432 電話番号 03-3581-1101 内線 3363

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/005196

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2003-322135	A	14.11.2003	(ファミリーなし)	
JP	2016-3734	A	12.01.2016	US 2017/0130780 A1	
				FIG.19	
				WO 2015/194305 A1	
				EP 3159566 A1	
				CN 107002768 A	
JP	2000-288747	A	17.10.2000	(ファミリーなし)	