

(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
2025年5月1日(01.05.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/088913 A1

(51) 国際特許分類:

F16H 55/17 (2006.01) *C22C 37/00* (2006.01)
B22F 5/08 (2006.01) *C22C 38/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/031876

(22) 国際出願日: 2024年9月5日(05.09.2024)

(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 2023-184997 2023年10月27日(27.10.2023) JP

(71) 出願人: 住友電気焼結合金株式会社
(**SUMITOMO ELECTRIC SINTERED ALLOY, LTD.**) [JP/JP]; 〒7160192 岡山県高梁市成羽町成羽2901番地 (JP).

(72) 発明者: 吉田 健太郎 (**YOSHIDA Kentaro**); 〒7160192 岡山県高梁市成羽町成羽2901番地 住友電気焼結合金株式会社内 (JP). 狹間 拓哉(**HAZAMA Takuya**); 〒7160192 岡山県高梁市成羽町成羽2901番地 住友電気焼結合金株式会社内 (JP). 西澤 伊織(**NISHIZAWA Iori**); 〒7160192 岡山県高梁市成羽町成羽2901番地 住友電気焼結合金株式会社内 (JP).

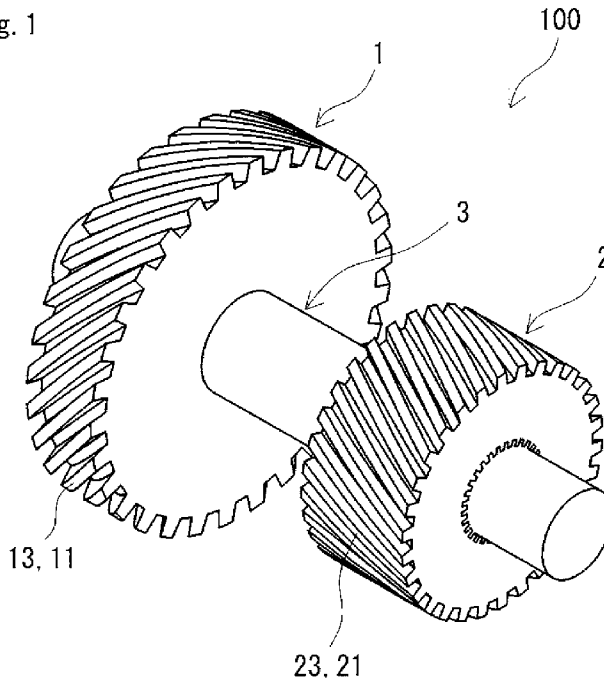
(74) 代理人: 森田 剛史, 外(**MORITA Takeshi et al.**); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社内 (JP).

(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,

(54) **Title:** GEARED SHAFT AND METHOD FOR MANUFACTURING GEARED SHAFT

(54) 発明の名称: ギア付きシャフト、およびギア付きシャフトの製造方法

Fig. 1



(57) **Abstract:** A geared shaft comprising: a first sintered gear having an outer peripheral surface provided with a plurality of first teeth, and an inner peripheral surface provided with a first inner spline; a second sintered gear having an outer peripheral surface provided with a plurality of second teeth, and an inner peripheral surface provided with a second inner spline; and a shaft having an outer peripheral surface provided with a first outer spline and a second outer spline, wherein the first sintered gear and the shaft are coupled together by a press-fit structure between the first inner spline and the first

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, MU, 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, GA, 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))

outer spline, the second sintered gear and the shaft are coupled together by a press-fit structure between the second inner spline and the second outer spline, and the distance between the center of a meshing pitch circle of the first teeth and the center of a meshing pitch circle of the second teeth is 50 μm or less.

(57) 要約: 複数の第一の歯が設けられた外周面と第一内スプラインが設けられた内周面とを有する第一焼結ギアと、複数の第二の歯が設けられた外周面と第二内スプラインが設けられた内周面とを有する第二焼結ギアと、第一外スプラインと第二外スプラインとが設けられた外周面を有するシャフトと、を備え、前記第一焼結ギアと前記シャフトとの結合は、前記第一内スプラインと前記第一外スプラインとの圧入構造であり、前記第二焼結ギアと前記シャフトとの結合は、前記第二内スプラインと前記第二外スプラインとの圧入構造であり、前記第一の歯のかみ合いピッチ円の中心と前記第二の歯のかみ合いピッチ円の中心との間の距離が50 μm 以下である、ギア付きシャフト。

明 細 書

発明の名称：

ギア付きシャフト、およびギア付きシャフトの製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、ギア付きシャフト、およびギア付きシャフトの製造方法に関する。本出願は、2023年10月27日出願の日本出願第2023-184997号に基づく優先権を主張し、上記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1は、複数のはず歯が設けられた外周面を有する焼結体の製造方法を開示している。特許文献1の焼結体の製造方法は、原料粉末を用意する工程と、金型を用いて原料粉末を一軸加圧することで円筒状の圧粉成形体を作製する工程と、圧粉成形体の外周面を機械加工して複数のはず歯が設けられた外周面を有する加工成形体を作製する工程と、加工成形体を焼結する工程とを備える。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-186625号公報

発明の概要

[0004] 本開示のギア付きシャフトは、複数の第一の歯が設けられた外周面と第一内スプラインが設けられた内周面とを有する第一焼結ギアと、複数の第二の歯が設けられた外周面と第二内スプラインが設けられた内周面とを有する第二焼結ギアと、第一外スプラインと第二外スプラインとが設けられた外周面を有するシャフトと、を備える。前記第一焼結ギアと前記シャフトとの結合は、前記第一内スプラインと前記第一外スプラインとの圧入構造である。前記第二焼結ギアと前記シャフトとの結合は、前記第二内スプラインと前記第二外スプラインとの圧入構造である。前記第一の歯のかみ合いピッチ円の中心

心と前記第二の歯のかみ合いピッチ円の中心との間の距離が $50\mu\text{m}$ 以下である。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、実施形態のギア付きシャフトを示す概略斜視図である。

[図2]図2は、実施形態のギア付きシャフトを示す縦断面図である。

[図3]図3は、実施形態のギア付きシャフトを示す部分横断面図である。

[図4]図4は、実施形態のギア付きシャフトを示す別の部分横断面図である。

[図5]図5は、実施形態のギア付きシャフトにおける第一焼結ギアの第一はす歯のかみ合いピッチ円の中心と第二焼結ギアの第二はす歯のかみ合いピッチ円の中心とを示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

特許文献1のはす歯歯車はシャフトと組み合わせて利用されることがある。しかし、特許文献1は、はす歯歯車とシャフトとの組み合わせ方については開示していない。そのため、はす歯歯車とシャフトとを効率的に組み合わせることが求められている。特に、1つのシャフトに対して複数のはす歯歯車を組み合わせる場合、より効率的に組みわせることが求められる。本開示は、生産性に優れるギア付きシャフトを提供することを目的の一つとする。

[0007] [本開示の効果]

本開示のギア付きシャフトは、生産性に優れる。

[0008] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

[0009] (1) 本開示の一態様のギア付きシャフトは、複数の第一の歯が設けられた外周面と第一内スプラインが設けられた内周面とを有する第一焼結ギアと、複数の第二の歯が設けられた外周面と第二内スプラインが設けられた内周面とを有する第二焼結ギアと、第一外スプラインと第二外スプラインとが設けられた外周面を有するシャフトと、を備える。前記第一焼結ギアと前記シャフトとの結合は、前記第一内スプラインと前記第一外スプラインとの圧入

構造である。前記第二焼結ギアと前記シャフトとの結合は、前記第二内スプラインと前記第二外スプラインとの圧入構造である。前記第一の歯のかみ合いピッチ円の中心と前記第二の歯のかみ合いピッチ円の中心との間の距離が $50\mu\text{m}$ 以下である。これは第一焼結ギアと第二焼結ギアの同軸度が $50\mu\text{m}$ 以下であることを意味する。

[0010] 上記（１）のギア付きシャフトは、第一焼結ギアにシャフトを圧入し、第二焼結ギアにシャフトを圧入するだけで製造できるため、生産性に優れる。生産性に優れる上記（１）のギア付きシャフトは低コストである。

[0011] 上記（１）のギア付きシャフトは、例えば電気自動車（BEV: Battery Electric Vehicle）または燃料電池車（FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle）といったモータを主動力とする車両に備わるトラクションモータシステム（eAxle: eアクスル）に用いられる。この用途では、上記（１）のギア付きシャフトには高トルクが作用する。上記（１）のギア付きシャフトは、第一内スプラインと第一外スプラインとの圧入構造により第一焼結ギアとシャフトとが結合されていて、第二内スプラインと第二外スプラインとの圧入構造により第二焼結ギアとシャフトとが結合されていることで、高トルクに耐えることができる。また、上記（１）のギア付きシャフトは、第一焼結ギアと第二焼結ギアの同軸度が $50\mu\text{m}$ 以下であることで、高トルクが作用する状況下でも第一焼結ギアおよび第二焼結ギアの振れが大きくなり難い。そのため、上記（１）のギア付きシャフトは、振動および騒音を抑制し易い。その上、上記（１）のギア付きシャフトは、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアのいずれか一方に偏って負荷がかかることを抑制できるので、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアのいずれか一方が変形することを抑制し易く、かつ耐久性に優れる。よって、上記（１）のギア付きシャフトは、高トルクが作用する用途に好適である。

[0012] （２）上記（１）のギア付きシャフトにおいて、前記第一の歯および前記第二の歯は、いずれもはす歯である。

- [0013] 上記（２）のギア付きシャフトは、はす歯を備えている場合であっても、生産性に優れる。
- [0014] （３）上記（１）または（２）のギア付きシャフトにおいて、前記第一内スプラインの各歯先と前記第一外スプラインの各歯底とが圧入されており、前記第二内スプラインの各歯先と前記第二外スプラインの各歯底とが圧入されていてもよい。前記第一内スプラインの各歯先と前記第一外スプラインの各歯底との圧入代は、 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であり、前記第二内スプラインの各歯先と前記第二外スプラインの各歯底との圧入代は、 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であってもよい。
- [0015] 上記（３）のギア付きシャフトは、上記圧入代が $5\mu\text{m}$ 以上であることで、高トルクが作用する状況下でもシャフトに対して第一焼結ギアおよび第二焼結ギアが位置ずれし難い。そのため、上記（３）のギア付きシャフトは、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアの振れが大きくなり難い。上記（３）のギア付きシャフトは、上記圧入代が $50\mu\text{m}$ 以下であることで、上記中心同士の間距離、即ち第一焼結ギアと第二焼結ギアの間軸度を $50\mu\text{m}$ 以下にし易い。その上、上記（３）のギア付きシャフトは、上記圧入代が $50\mu\text{m}$ 以下であることで、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアへのシャフトの圧入に伴う第一の歯および第二の歯の変形を抑制できる。
- [0016] （４）上記（１）から上記（３）のいずれかのギア付きシャフトにおいて、前記第一内スプラインの歯の数は、前記複数の第一の歯の数の倍数または約数分の１倍であり、前記第二内スプラインの歯の数は、前記複数の第二の歯の数の倍数または約数分の１倍であってもよい。
- [0017] 上記（４）のギア付きシャフトは、第一の歯および第二の歯に相手ギアの歯が噛み合うことに伴う第一内スプライン、第一外スプライン、第二内スプライン、および第二外スプラインへの負荷に偏りが生じ難い。そのため、上記（４）のギア付きシャフトは、第一内スプライン、第一外スプライン、第二内スプライン、および第二外スプラインの不均一な変形を抑制でき、耐久性を向上できる。

- [0018] (5) 上記(1)から上記(4)のいずれかのギア付きシャフトにおいて、前記シャフトの長さは100mm以上であってもよい。
- [0019] 長いシャフトに第一焼結ギアと第二焼結ギアとが一体に形成された焼結部品は、ニアネットシェイプ成形では製造できない。上記(5)のギア付きシャフトは第一焼結ギアにシャフトを圧入し、第二焼結ギアにシャフトを圧入するだけで製造できる。そのため、シャフトの長さが100mm以上である上記(5)のギア付きシャフトでも容易に製造できる。よって、上記(5)のギア付きシャフトは、生産性に優れる。
- [0020] (6) 上記(1)から上記(5)のいずれかのギア付きシャフトにおいて、前記第一焼結ギアと前記第二焼結ギアとの間の最短距離は1mm以上150mm以下であってもよい。
- [0021] 長いシャフトに第一焼結ギアと第二焼結ギアとが一体に形成されていて、第一焼結ギアと第二焼結ギアとの間の最短距離が長い焼結部品は、ニアネットシェイプ成形では製造できない。上記(6)のギア付きシャフトは第一焼結ギアにシャフトを圧入し、第二焼結ギアにシャフトを圧入するだけで製造できる。そのため、上記最短距離が1mm以上である上記(6)のギア付きシャフトでも容易に製造できる。よって、上記最短距離が1mm以上である上記(6)のギア付きシャフトは、生産性に優れる。また、上記最短距離が1mm以上である上記(6)のギア付きシャフトは、幅広い用途に好適である。上記(5)のギア付きシャフトは、上記最短距離が150mm以下であることで、大きくなり過ぎないため、生産性に優れる。
- [0022] (7) 上記(1)から上記(6)のいずれかのギア付きシャフトにおいて、前記第一焼結ギアの厚さは3mm以上150mm以下であり、前記第二焼結ギアの厚さは3mm以上150mm以下であってもよい。
- [0023] 上記(7)のギア付きシャフトは、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアの厚さが3mm以上であることで、歯筋が長くなるため、第一の歯および第二の歯の強度が高くなる。上記(7)のギア付きシャフトは、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアの厚さが150mm以下であることで、歯筋が長過ぎないた

め、生産性に優れる。

[0024] (8) 上記(1)から上記(7)のいずれかのギア付きシャフトにおいて、前記第一焼結ギアの外径は30mm以上150mm以下であり、前記第二焼結ギアの外径は30mm以上150mm以下であってもよい。

[0025] 上記(8)のギア付きシャフトは、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアの外径が30mm以上であることで、第一の歯および第二の歯に作用する負荷を低減し易い。上記(8)のギア付きシャフトは、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアの外径が150mm以下であることで、第一焼結ギアと第二焼結ギアとが大き過ぎないため、生産性に優れる。

[0026] (9) 本開示の一態様のギア付きシャフトの製造方法は、複数の第一の歯が設けられた外周面と第一内スプラインが設けられた内周面とを有する第一焼結ギアと、複数の第二の歯が設けられた外周面と第二内スプラインが設けられた内周面とを有する第二焼結ギアとを作製する工程Aと、第一外スプラインと第二外スプラインとが設けられた外周面を有するシャフトを準備する工程Bと、前記第一内スプラインと前記第一外スプラインとを圧入することで前記第一焼結ギアと前記シャフトとを結合し、前記第二内スプラインと前記第二外スプラインとを圧入することで前記第二焼結ギアと前記シャフトとを結合する工程Cと、を備える。前記工程Aは、前記第一内スプラインの各歯先と前記第二内スプラインの各歯先とを切削加工または研磨加工する工程を含む。前記工程Bは、前記第一外スプラインの各歯底と前記第二外スプラインの各歯底とを切削加工または研磨加工する工程を含む。

[0027] 上記(9)のギア付きシャフトの製造方法では、工程Aが第一内スプラインの各歯先と第二内スプラインの各歯先とを切削加工または研磨加工する工程を含み、工程Bが第一外スプラインの各歯底と第二外スプラインの各歯底とを切削加工または研磨加工する工程とを含む。そのため、上記(9)のギア付きシャフトの製造方法は、第一外スプラインの歯底円の中心と第二外スプラインの歯底円の中心との間の距離が50μm以下であるシャフトを製造できる。よって、上記(9)のギア付きシャフトの製造方法は、第一の歯の

かみ合いピッチ円の中心と前記第二の歯のかみ合いピッチ円の中心との間の距離が $50\mu\text{m}$ 以下であるギア付きシャフトを製造できる。上記（９）のギア付きシャフトの製造方法は、第一焼結ギアにシャフトを圧入し、第二焼結ギアにシャフトを圧入することで、第一焼結ギアとシャフトとを結合することができ、第二焼結ギアとシャフトとを結合することができる。そのため、上記（９）のギア付きシャフトの製造方法は、生産性よくギア付きシャフトを製造できる。

[0028] （１０）上記（９）のギア付きシャフトの製造方法において、前記第一の歯および前記第二の歯は、いずれもはす歯である。

[0029] 上記（１０）のギア付きシャフトの製造方法では、生産性よく、はす歯を備えたギア付きシャフトを製造できる。

[0030] （１１）上記（９）または上記（１０）のギア付きシャフトの製造方法において、前記第一内スプラインの各歯先と前記第一外スプラインの各歯底とを圧入し、前記第二内スプラインの各歯先と前記第二外スプラインの各歯底とを圧入する。前記第一内スプラインの各歯先と前記第一外スプラインの各歯底との圧入代は、 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であり、前記第二内スプラインの各歯先と前記第二外スプラインの各歯底との圧入代は、 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下である。

[0031] 上記（１１）のギア付きシャフトの製造方法では、上記圧入代が $5\mu\text{m}$ 以上であることで、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアの振れが大きくなり難いギア付きシャフトを製造できる。上記（１１）のギア付きシャフトの製造方法では、上記圧入代が $50\mu\text{m}$ 以下であることで、第一焼結ギアと第二焼結ギアの同軸度を $50\mu\text{m}$ 以下にし易いことに加えて、第一焼結ギアおよび第二焼結ギアへのシャフトの圧入に伴う第一の歯および第二の歯の変形を抑制できる。

[0032] （１２）上記（９）から上記（１１）のいずれかのギア付きシャフトの製造方法において、前記第一内スプラインの歯の数は、前記複数の第一の歯の数の倍数または約数分の１倍であり、前記第二内スプラインの歯の数は、前

記複数の第二の歯の数の倍数または約数分の1倍である。

[0033] 上記(12)のギア付きシャフトの製造方法では、第一内スプライン、第一外スプライン、第二内スプライン、および第二外スプラインの不均一な変形を抑制でき、耐久性を向上したギア付きシャフトを製造できる。

[0034] 《本開示の実施形態の詳細》

本開示の実施形態を図面に基づいて以下に説明する。図中の同一符号は同一名称物を示す。各図面が示す部材の大きさは、説明を明確にする目的で表現されており、必ずしも実際の寸法関係を表すものではない。

[0035] 《実施形態》

[ギア付きシャフト]

図1から図5を参照して、実施形態のギア付きシャフト100を説明する。以下においては、ギアの歯がはす歯である例について説明する。図1に示されるように、実施形態のギア付きシャフト100は、第一焼結ギア1と第二焼結ギア2とシャフト3とを備える。実施形態のギア付きシャフト100の特徴の一つは、第一焼結ギア1および第二焼結ギア2がシャフト3に対して特定の圧入構造によって結合されている点にある。図2の縦断面図は、シャフト3の中心軸に沿った平面でギア付きシャフト100が切断された断面図である。図2では、後述する第一はす歯13および第二はす歯23は簡略化して示されている。図3の部分横断面図は、シャフト3の中心軸に直交する平面で第一焼結ギア1およびシャフト3が切断された断面図の一部である。図4の部分横断面図は、シャフト3の中心軸に直交する平面で第二焼結ギア2およびシャフト3が切断された断面図の一部である。図5は、図1に示される第一焼結ギア1の第一はす歯13のかみ合いピッチ円P1の中心C1と図1に示される第二焼結ギア2の第二はす歯23のかみ合いピッチ円P2の中心C2とを簡略化して示している。中心C1と中心C2とは、説明の便宜上、間隔をあけて示している。

[0036] [第一焼結ギア・第二焼結ギア]

第一焼結ギア1は、図1に示されるように複数の第一はす歯13が設けら

れた外周面 1 1 と、図 3 に示されるように第一内スプライン 1 4 が設けられた内周面 1 2 とを有する。

第二焼結ギア 2 は、図 1 に示されるように複数の第二はす歯 2 3 が設けられた外周面 2 1 と、図 4 に示されるように第二内スプライン 2 4 が設けられた内周面 2 2 とを有する。以下、第一焼結ギア 1 および第二焼結ギア 2 の共通する説明では、単に焼結ギアという。

[0037] (材質)

焼結ギアは、複数の金属粒子同士が結合されてなる。金属は、例えば、鉄系材料または非鉄金属である。鉄系材料は、例えば純鉄または鉄合金である。非鉄金属は、例えば、銅、銅合金、チタン、チタン合金、アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム、マグネシウム合金、純タングステンである。焼結ギアの材質には鉄系材料が好適である。

[0038] 本開示において純鉄とは、純度が 99% 以上の鉄を意味する。即ち、本開示において純鉄とは、鉄 (Fe) の含有割合が 99 質量% 以上のものを意味する。

[0039] 鉄合金とは、添加元素を含み、残部が鉄 (Fe) および不可避不純物からなるものである。鉄合金は Fe を最も多く含む。鉄合金に含まれる添加元素は、例えば、銅 (Cu)、ニッケル (Ni)、錫 (Sn)、クロム (Cr)、モリブデン (Mo)、マンガン (Mn)、および炭素 (C) からなる群より選択される 1 種以上の元素である。Cu, Ni, Sn, Cr, Mo, および Mn の含有割合は、焼結ギア全体を 100 質量% とするとき、例えば合計で 0.5 質量% 以上 5.0 質量% 以下、1.0 質量% 以上 3.0 質量% 以下である。C の含有割合は、焼結ギア全体を 100 質量% とするとき、例えば 0.2 質量% 以上 2.0 質量% 以下、0.4 質量% 以上 1.0 質量% 以下である。

[0040] 焼結ギアの組成は、ICP 発光分光分析法 (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry: ICP-OES) によって成分分析を行うことで確認

できる。

[0041] (相対密度)

焼結ギアの相対密度は例えば95%以上である。相対密度が95%以上である焼結ギアは、強度等の機械的特性に優れる。焼結ギアの相対密度は、更に96%以上、特に97%以上であってもよい。焼結ギアの相対密度の上限は特に限定されず製造できる範囲で適宜選択できる。焼結ギアの相対密度は、例えば99.9%以下であってもよい。焼結ギアの相対密度は95%以上99.9%以下、更に96%以上99.9%以下、特に97%以上99.9%以下であってもよい。

[0042] 焼結ギアの相対密度は、焼結ギアの真密度に対する実際の焼結ギアの密度の比率(%)をいう。焼結ギアの相対密度は、 $\left[\frac{\text{実際の焼結ギアの密度}}{\text{焼結ギアの真密度}} \times 100 \right]$ によって求められる。実際の焼結ギアの密度は、焼結ギアを油中に浸漬して焼結ギアに油を含浸させ、 $\left[\text{含油密度} \times \left(\frac{\text{含油前の焼結ギアの質量}}{\text{含油後の焼結ギアの質量}} \right) \right]$ によって求めることができる。含油密度は、 $\left(\frac{\text{含油後の焼結ギアの質量}}{\text{含油後の焼結ギアの体積}} \right)$ である。実際の焼結ギアの密度は、 $\left(\frac{\text{含油前の焼結ギアの質量}}{\text{含油後の焼結ギアの体積}} \right)$ で求めることができる。含油後の焼結ギアの体積は、代表的には液体置換法によって測定することができる。焼結ギアの真密度とは、内部に空隙が含まれていないとみなしたときの焼結ギアの組成から求められる理論密度のことである。

[0043] (外周面)

図1に示されるように、第一焼結ギア1の複数の第一はす歯13は、第一焼結ギア1の外周面11に第一焼結ギア1の中心軸周りに沿って並列に配置されている。各第一はす歯13は、第一焼結ギア1の中心軸に対して所定のねじれ角で傾いた歯である。各第一はす歯13の歯筋は、第一焼結ギア1の中心軸に対して交差している。第二焼結ギア2の複数の第二はす歯23は、第二焼結ギア2の外周面21に第二焼結ギア2の中心軸周りに沿って並列に配置されている。各第二はす歯23は、第二焼結ギア2の中心軸に対して所

定のねじれ角で傾いた歯である。各第二はす歯 2 3 の歯筋は、第二焼結ギア 2 の中心軸に対して交差している。第一はす歯 1 3 のねじれ角と第二はす歯 2 3 のねじれ角は互いに異なる角度である。

[0044] (内周面)

図 3 に示されるように、第一焼結部材の第一内スプライン 1 4 は、第一焼結ギア 1 の内周面 1 2 に設けられている。第一内スプライン 1 4 は、第一焼結ギア 1 の中心軸周りに沿って交互に配置される歯と歯溝とを有する。第一内スプライン 1 4 の歯の数は、図 1 に示される第一はす歯 1 3 の数と同数でもよいし、第一はす歯 1 3 の数よりも多くてもよいし少なくともよい。第一内スプライン 1 4 の歯の数は、第一はす歯 1 3 の数の倍数または約数分の 1 倍であってもよい。倍数とは正の整数を正の整数倍した数のことである。約数とは正の整数を割り切る正の整数のことである。例えば、第一はす歯 1 3 の数が 3 2 個の場合、3 2 の倍数は 3 2、6 4、1 2 8 などであり、3 2 の約数は 1、2、4、8、1 6、3 2 であるので、第一内スプライン 1 4 の歯の数は 1 2 8 個、6 4 個、3 2 個、1 6 個、8 個、4 個、2 個などである。第二焼結部材の第二内スプライン 2 4 は、第二焼結ギア 2 の内周面 2 2 に設けられている。第二内スプライン 2 4 は、第二焼結ギア 2 の中心軸周りに沿って交互に配置される歯と歯溝とを有する。第二内スプライン 2 4 の歯の数は、図 1 に示される第二はす歯 2 3 の数と同数でもよいし、第二はす歯 2 3 の数よりも多くてもよいし少なくともよい。第二内スプライン 2 4 の歯の数は、第二はす歯 2 3 の数の倍数または約数分の 1 倍であってもよい。

[0045] 第一内スプライン 1 4 および第二内スプライン 2 4 は、図 3 および図 4 に示されるように、主として複数の歯底 1 4 1、2 4 1 と複数の歯先 1 4 2、2 4 2 と複数の歯面 1 4 3、2 4 3 とによって構成されている。各歯底 1 4 1、2 4 1 は、隣り合う歯の間に設けられる空間、即ち歯溝の底を構成する面である。各歯先 1 4 2、2 4 2 は、各歯の先端の領域を構成する面である。各歯面 1 4 3、2 4 3 は、各歯底 1 4 1、2 4 1 と各歯先 1 4 2、2 4 2 との間をつなぐ面である。第一内スプライン 1 4 の各歯筋は、第一焼結ギア

1 の中心軸に沿っている。第二内スプライン 2 4 の各歯筋は、第二焼結ギア 2 の中心軸に沿っている。

[0046] (厚さ)

図 2 に示される第一焼結ギア 1 の厚さ T_1 と第二焼結ギア 2 の厚さ T_2 とは適宜選択できる。厚さ T_1 は第一焼結ギア 1 の中心軸に沿った長さであり、厚さ T_2 は第二焼結ギア 2 の中心軸に沿った長さである。厚さ T_1 と厚さ T_2 とは、互いに同じでもよいし、互いに異なってもよい。厚さ T_1 および厚さ T_2 は、例えば 3 mm 以上 150 mm 以下である。厚さ T_1 および厚さ T_2 は、5 mm 以上 100 mm 以下であってもよいし、10 mm 以上 70 mm 以下であってもよい。

[0047] (外径)

第一焼結ギア 1 の外径 D_1 と第二焼結ギア 2 の外径 D_2 とは適宜選択できる。外径 D_1 、 D_2 は、歯先円直径である。外径 D_1 と外径 D_2 とは、互いに同じでもよいし、互いに異なってもよい。本例では、外径 D_1 が外径 D_2 よりも大きい。外径 D_1 および外径 D_2 は、例えば 30 mm 以上 150 mm 以下である。外径 D_1 および外径 D_2 は、40 mm 以上 120 mm 以下であってもよいし、50 mm 以上 100 mm 以下であってもよい。

[0048] [シャフト]

シャフト 3 は、図 3、図 4 に示されるように、第一外スプライン 3 3 と第二外スプライン 3 4 とが設けられた外周面 3 1 を有する。シャフト 3 は、焼結材であってもよいし溶製材であってもよい。シャフト 3 の材質は、例えば第一焼結ギア 1 および第二焼結ギア 2 の材質の欄で説明した材質である。第一焼結ギア 1 および第二焼結ギア 2 の材質の欄で説明した材質であれば、シャフト 3 の材質が第一焼結ギア 1 および第二焼結ギア 2 の材質と同じであってもよいし異なってもよい。

[0049] 本例のシャフト 3 は、図 2 に示されるように、第一端部から第二端部に向かって順に設けられた第一小径部 3 5、大径部 3 6、および第二小径部 3 7 を有する。第一小径部 3 5 と大径部 3 6 との接続箇所第一段差が設けられ

ている。大径部 3 6 と第二小径部 3 7 との接続箇所に第二段差が設けられている。第一小径部 3 5 の外周面に第一外スプライン 3 3 が設けられている。第一外スプライン 3 3 は、第一小径部 3 5 の外周面にシャフト 3 の中心軸周りに沿って交互に配置される歯と歯溝とを有する。第二小径部 3 7 の外周面に第二外スプライン 3 4 が設けられている。第二外スプライン 3 4 は、第二小径部 3 7 の外周面にシャフト 3 の中心軸周りに沿って交互に配置される歯と歯溝とを有する。

[0050] 第一外スプライン 3 3 に対して第一内スプライン 1 4 が圧入されている。第一外スプライン 3 3 と第一内スプライン 1 4 との圧入構造によってシャフト 3 と第一焼結ギア 1 とが結合されている。本例では、第一段差によって第一焼結ギア 1 が第二焼結ギア 2 に近づくことが制限される。第二外スプライン 3 4 に対して第二内スプライン 2 4 が圧入されている。第二外スプライン 3 4 と第二内スプライン 2 4 との圧入構造によってシャフト 3 と第二焼結ギア 2 とが結合されている。本例では、第二段差によって第二焼結ギア 2 が第一焼結ギア 1 に近づくことが制限される。ギア付きシャフト 1 0 0 は、第一内スプライン 1 4 と第一外スプライン 3 3 との圧入構造により第一焼結ギア 1 とシャフト 3 とが結合されていて、第二内スプライン 2 4 と第二外スプライン 3 4 との圧入構造により第二焼結ギア 2 とシャフト 3 とが結合されていることで、高トルクに耐えることができる。第一外スプライン 3 3 の数は、第一内スプライン 1 4 の数と同数である。第二外スプライン 3 4 の数は、第二内スプライン 2 4 の数と同数である。

[0051] 第一外スプライン 3 3 および第二外スプライン 3 4 は、図 3 および図 4 に示されるように、主として複数の歯底 3 3 1、3 4 1 と複数の歯先 3 3 2、3 4 2 と複数の歯面 3 3 3、3 4 3 とによって構成されている。各歯底 3 3 1、3 4 1 は、隣り合う歯の間に設けられる空間、即ち歯溝の底を構成する面である。各歯先 3 3 2、3 4 2 は、各歯の先端の領域を構成する面である。各歯面 3 3 3、3 4 3 は、各歯底 3 3 1、3 4 1 と各歯先 3 3 2、3 4 2 との間をつなぐ面である。

[0052] 本例では、図3に示されるように第一外スプライン33の各歯底331と第一内スプライン14の各歯先142とが圧入され、図4に示されるように第二外スプライン34の各歯底341と第二内スプライン24の各歯先242とが圧入されている。図3に示される第一外スプライン33の各歯底331と第一内スプライン14の各歯先142との第一圧入代 $\alpha 1$ は、例えば5 μm 以上50 μm 以下である。図4に示される第二外スプライン34の各歯底341と第二内スプライン24の各歯先242との第二圧入代 $\alpha 2$ は、例えば5 μm 以上50 μm 以下である。第一圧入代 $\alpha 1$ および第二圧入代 $\alpha 2$ が5 μm 以上であることで、高トルクが作用する状況下でもシャフト3に対して第一焼結ギア1および第二焼結ギア2が位置ずれし難い。そのため、第一焼結ギア1および第二焼結ギア2の振れが大きくなり難い。第一圧入代 $\alpha 1$ および第二圧入代 $\alpha 2$ が50 μm 以下であることで、図5に示される第一はす歯13のかみ合いピッチ円P1の中心C1と第二はす歯23のかみ合いピッチ円P2の中心C2との間の距離Dcを50 μm 以下にし易い。ここで距離Dcは、第一焼結ギア1と第二焼結ギア2の同軸度である。その上、第一焼結ギア1および第二焼結ギア2へのシャフト3の圧入に伴う第一はす歯13および第二はす歯23の変形を抑制できる。図3、図4に示される第一圧入代 $\alpha 1$ および第二圧入代 $\alpha 2$ は、5 μm 以上50 μm 以下に限定されず、0（ゼロ） μm 以上80 μm 以下であってもよいし、10 μm 以上50 μm 以下であってもよい。

[0053] 第一圧入代 $\alpha 1$ は、第一焼結ギア1およびシャフト3の材質と、第一内スプライン14および第一外スプライン33の諸元と、シャフト3からの第一焼結ギア1の抜け荷重とから算出できる。第二圧入代 $\alpha 2$ は、第二焼結ギア2およびシャフト3の材質と、第二内スプライン24および第二外スプライン34の諸元と、シャフト3からの第二焼結ギア2の抜け荷重とから算出できる。

[0054] 図5に示されるように、第一はす歯13のかみ合いピッチ円P1の中心C1と第二はす歯23のかみ合いピッチ円P2の中心C2との間の距離Dcは

50 μm 以下である。各かみ合いピッチ円P 1, P 2の中心C 1、C 2は、第一外スプライン3 3および第二外スプライン3 4を寸法測定することで導出できる。本例では、第一内スプライン1 4の各歯先1 4 2と第一外スプライン3 3の各歯底3 3 1とが圧入され、第二内スプライン2 4の各歯先2 4 2と第二外スプライン3 4の各歯底3 4 1とが圧入されている。そのため、第一外スプライン3 3の歯底円の中心と第二外スプライン3 4の歯底円の中心との間の距離が50 μm 以下である。距離D cが50 μm 以下であることで、ギア付きシャフト1 0 0は高トルクが作用する状況下でも第一焼結ギア1および第二焼結ギア2の振れが大きくなり難い。そのため、ギア付きシャフト1 0 0は、振動および騒音を抑制し易い。その上、ギア付きシャフト1 0 0は、第一焼結ギア1および第二焼結ギア2のいずれか一方に偏って負荷がかかることを抑制できるので、第一焼結ギア1および第二焼結ギア2のいずれか一方が変形することを抑制し易く、耐久性に優れる。よって、ギア付きシャフト1 0 0は、高トルクが作用する用途に好適である。距離D cは、30 μm 以下であれば、上記振れがより一層抑制され易い。

[0055] 図2に示されるシャフト3の長さLは、ギア付きシャフト1 0 0の用途に応じて適宜選択できる。シャフト3の長さLとは、シャフト3の中心軸に沿った長さである。長さLは、例えば100 mm以上である。長さLは、110 mm以上、120 mm以上であってもよい。長さLは、例えば150 mm以下である。長さLは、100 mm以上150 mm以下、110 mm以上150 mm以下、120 mm以上150 mm以下であってもよい。

[0056] シャフト3の第一外スプライン3 3と第二外スプライン3 4との間の最短長さは、ギア付きシャフト1 0 0の用途に応じて適宜選択できる。上記最短長さは、第一外スプライン3 3と第二外スプライン3 4との間においてシャフト3の中心軸に沿った長さのうち最も短い長さである。上記最短長さによって、第一焼結ギア1と第二焼結ギア2との間の最短距離D mが決まる。最短距離D mとは、第一焼結ギア1と第二焼結ギア2との間においてシャフト3の中心軸に沿った距離のうち最も短い距離である。最短距離D mは、例え

ば1 mm以上150 mm以下である。最短距離D mは、3 mm以上100 mm以下であってもよいし、5 mm以上80 mm以下であってもよい。

[0057] [ギア付きシャフトの製造方法]

実施形態のギア付きシャフトの製造方法は、工程Aから工程Cを備える。

工程Aは、第一焼結ギア1と第二焼結ギア2とを作製する。

工程Bは、シャフト3を準備する。

工程Cは、第一焼結ギア1および第二焼結ギア2にシャフト3を圧入することで、第一焼結ギア1および第二焼結ギア2をシャフト3に結合する。

実施形態のギア付きシャフトの製造方法は、上述した実施形態のギア付きシャフト100を製造できる。

[0058] [工程A：焼結ギアの作製]

第一焼結ギア1および第二焼結ギア2は、例えば工程a1から工程a8を順に行うことによって作製される。

工程a1は、原料粉末を準備する。

工程a2は、原料粉末を加圧成形してはす歯が形成されていない円筒面である外周面と内スプラインが設けられた内周面とを有する圧粉成形体を作製する。

工程a3は、圧粉成形体を歯切り加工して複数のはす歯が設けられた外周面を有する第一加工体を作製する。

工程a4は、第一加工体を焼結して焼結体を作製する。

工程a5は、焼結体の各はす歯を面取り加工して第二加工体を作製する。

工程a6は、第二加工体を熱処理して熱処理体を作製する。

工程a7は、熱処理体の各内スプラインおよび端面を切削加工または研磨加工する。

工程a8は、熱処理体の各はす歯を切削加工または研磨加工する。

工程a7と工程a8とは順番が逆でもよい。

[0059] [工程a1：原料粉末の準備]

工程a1では、鉄系粉末または非鉄系粉末を含む原料粉末が準備される。

原料粉末は、潤滑剤を更に含んでいてもよい。金型に潤滑剤を塗布する場合、原料粉末は潤滑剤を含んでいなくてもよい。原料粉末は有機バインダーを含有しない。

[0060] (鉄系粉末)

鉄系粉末は、純鉄粉、第一鉄合金粉末、第一混合粉末、第二混合粉末、第三混合粉末、および第四混合粉末からなる群より選択される1種の粉末である。純鉄粉を構成する純鉄は、上述の通り純度が99%以上の鉄である。第一鉄合金粉末を構成する第一鉄合金の種類は、上述した鉄合金である。第一混合粉末は、純鉄粉と合金化元素の粉末とからなる。

合金化元素の粉末とは、工程a4を行った際、純鉄粉に拡散して上述した鉄合金を作製する元素の粉末である。合金化元素は、上述した鉄合金の添加元素である。製造される焼結ギアが複数種の添加元素を含む鉄合金からなる場合、合金化元素の粉末は複数種の添加元素の粉末を含む。第二混合粉末は、第二鉄合金粉末と炭素粉末とからなる。第二鉄合金粉末を構成する第二鉄合金の一例は、Fe-Cu系合金、Fe-Ni-Mo-Cu系合金、Fe-Ni-Mo系合金、Fe-Cr系合金、Fe-Ni系合金、またはFe-Mo-Mn-Cr系合金である。第三混合粉末は、純鉄粉と上記合金化元素の粉末と第一鉄合金粉末とからなる。第四混合粉末は、純鉄粉と上記合金化元素の粉末と第二鉄合金粉末と炭素粉末とからなる。

[0061] (非鉄系粉末)

非鉄系粉末は、上述した非鉄金属の粉末である。

[0062] (潤滑剤)

潤滑剤は、工程a2において原料粉末を加圧した際の潤滑性を高めることによって成形性を高める。潤滑剤の種類は、例えば、高級脂肪酸、金属石鹸、脂肪酸アミド、または高級脂肪酸アミドである。これらの潤滑剤は、公知のものが利用できる。潤滑剤の存在形態は、固体状や粉末状、液体状など形態を問わない。潤滑剤には、これらの少なくとも1種を単独でまたは組み合わせて用いることができる。原料粉末における潤滑剤の含有割合は、原料粉

末全体が100質量%である場合、例えば0.1質量%以上2.0質量%以下、0.3質量%以上1.5質量%以下、0.5質量%以上1.0質量%以下である。上記含有割合が上記範囲であれば、工程a2において緻密な圧粉成形体が作製され易い。その上、工程a4で加工体を焼結した際に潤滑剤が消失することによる体積収縮を低減でき、寸法精度が高く、高密度な焼結ギアが製造され易い。

[0063] [工程a2：原料粉末の加圧成形]

工程a2では、原料粉末が加圧成形されることではす歯が形成されていない円筒面である外周面と内スプラインが設けられた内周面とを有する圧粉成形体が作製される。上記外周面および上記内周面を作製できる適宜な金型によって圧粉成形体が作製される。即ち、上記内周面の内スプラインは、金型の形状転写により形成される。金型への金属粉末の焼き付きを防止するために、ダイの内周面やパンチの押圧面に上述の潤滑剤が塗布されていてもよい。

[0064] 成形圧力が大きいほど相対密度の高い圧粉成形体が作製される。成形圧力は、例えば1560MPa以上である。成形圧力が1560MPa以上であることで、95%以上の相対密度を有する圧粉成形体が作製され易い。圧粉成形体の相対密度は、 $\left[\left(\text{実際の圧粉成形体の密度} / \text{圧粉成形体の真密度} \right) \times 100 \right]$ によって求められる。実際の圧粉成形体の密度の求め方は、上述した実際の焼結ギアの密度の求め方と同じである。圧粉成形体の真密度の求め方は、上述した焼結ギアの真密度の求め方と同じである。成形圧力は、更に1660MPa以上、1760MPa以上、特に1860MPa以上、1960MPa以上であってもよい。成形圧力の上限は特にはない。

[0065] [工程a3：歯切り加工]

工程a3では、圧粉成形体の外周面を歯切り加工して複数のす歯が設けられた外周面を有する第一加工体が作製される。歯切り工具は、例えば、ホブ、ブローチ、ピニオンカッタである。歯切り加工に供する前に、有機バインダーを溶かした揮発性溶液または可塑性溶液を圧粉成形体の外周面に塗布

または浸漬させてもよい。この塗布または浸漬によって、歯切り加工時の圧粉成形体の表層の割れまたは欠けが低減され易い。

[0066] [工程 a 4 : 焼結]

工程 a 4 では、第一加工体が焼結されることで焼結体が作製される。焼結により第一加工体が収縮する。よって、焼結体の相対密度は、第一加工体の相対密度以上となる。圧粉成形体の相対密度が 95 % 以上であれば、焼結体の相対密度が 95 % 以上となる。焼結条件は、原料粉末の組成に応じて適宜選択できる。焼結温度は、例えば 1100℃ 以上 1400℃ 以下、1200℃ 以上 1300℃ 以下であってもよい。焼結時間は、例えば 15 分以上 150 分以下、20 分以上 60 分以下であってもよい。焼結条件は、公知の条件を適用できる。

[0067] [工程 a 5 : 面取り加工]

工程 a 5 では、各はす歯が面取り加工されることで第二加工体が作製される。面取り加工は、例えば、はす歯の歯底エッジと歯面エッジと歯先エッジとに施される。歯底エッジは、焼結ギアの端面と歯底との稜線である。歯面エッジとは、焼結ギアの端面と歯面との稜線である。歯先エッジとは、焼結ギアの端面と歯先との稜線である。面取り工具は、例えばブラシである。

[0068] [工程 a 6 : 熱処理]

工程 a 6 では、第二加工体が熱処理されることで熱処理体を作製される。熱処理は、焼入れ処理および焼戻し処理である。この熱処理によって、熱処理体の機械的特性、特に硬度および靱性が向上し易い。焼入れ処理は、浸炭焼入れ処理でもよい。焼入れ処理および焼戻し処理は公知の条件を適用できる。

[0069] [工程 a 7 : 内スプラインおよび端面の切削加工または研磨加工]

工程 a 7 では、熱処理体の各内スプラインおよび端面が切削加工または研磨加工される。本例では、各内スプラインの加工対象は歯先である。この切削加工または研磨加工によって、第一はす歯 13 のかみ合いピッチ円 P1 の中心 C1 と第二はす歯 23 のかみ合いピッチ円 P2 の中心 C2 との間の距離

D_c が $50\ \mu\text{m}$ 以下になり易い。その上、第一圧入代 α_1 および第二圧入代 α_2 を上記範囲にすることができる。

[0070] [工程 a 8 : はす歯の切削加工または研磨加工]

工程 a 8 では、各はす歯が切削加工または研磨加工される。本例では、各はす歯の歯先が切削加工または研磨加工される。この切削加工または研磨加工によって、複数のはす歯の歯先を設計寸法に合わせることができる。

[0071] [工程 B]

シャフト 3 は、例えば工程 b 1 から工程 b 4 を順に行うことによって準備できる。

工程 b 1 は、棒材を準備する。棒材の材質は、上述したシャフト 3 の材質と同じ材質である。

工程 b 2 は、棒材を歯切り加工して第一外スプラインと第二外スプラインとが設けられた外周面を有する加工体を作製する。

工程 b 3 は、加工体を熱処理して熱処理体を作製する。熱処理の条件は、上記工程 a 6 と同じである。

工程 b 4 は、熱処理体の第一外スプラインと第二外スプラインとを切削加工または研磨加工する。本例では、第一外スプラインの各歯底と第二外スプラインの各歯底とが切削加工または研磨加工される。この切削加工または研磨加工によって、第一外スプライン 3 3 の歯底円の中心と第二外スプライン 3 4 の歯底円の中心との間の距離が $50\ \mu\text{m}$ 以下になり易い。そのため、第一はす歯 1 3 のかみ合いピッチ円 P 1 の中心 C 1 と第二はす歯 2 3 のかみ合いピッチ円 P 2 の中心 C 2 との間の距離 D_c が $50\ \mu\text{m}$ 以下になり易い。その上、第一圧入代 α_1 および第二圧入代 α_2 を上記範囲にすることができる。

[0072] [工程 C]

工程 C では、第一内スプライン 1 4 に第一外スプライン 3 3 を圧入することで第一焼結ギア 1 とシャフト 3 とを結合し、第二内スプライン 2 4 に第二外スプライン 3 4 を圧入することで第二焼結ギア 2 とシャフト 3 とを結合す

る。本例では、第一外スプライン 3 3 の各歯底 3 3 1 と第一内スプライン 1 4 の各歯先 1 4 2 とを圧入させ、第二外スプライン 3 4 の各歯底 3 4 1 と第二内スプライン 2 4 の各歯先 2 4 2 とを圧入させる。これらの結合によって、実施形態のギア付きシャフト 1 0 0 が製造される。

[0073] 実施形態のギア付きシャフトの製造方法では、工程 a 7 において第一内スプライン 1 4 の各歯先 1 4 2 と第二内スプライン 2 4 の各歯先 2 4 2 とを切削加工または研磨加工し、工程 b 4 において第一外スプライン 3 3 の各歯底 3 3 1 と第二外スプライン 3 4 の各歯底 3 4 1 とを切削加工または研磨加工する。そのため、実施形態のギア付きシャフトの製造方法は、上述した実施形態のギア付きシャフト 1 0 0 を製造できる。実施形態のギア付きシャフトの製造方法は、第一焼結ギア 1 にシャフト 3 を圧入し、第二焼結ギア 2 にシャフト 3 を圧入することで、第一焼結ギア 1 とシャフト 3 とを結合でき、第二焼結ギア 2 とシャフト 3 とを結合することができるため、生産性よくギア付きシャフト 1 0 0 を製造できる。

[0074] 本発明は、これらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

- [0075] 1 0 0 ギア付きシャフト
- 1 第一焼結ギア
 - 1 1 外周面
 - 1 2 内周面
 - 1 3 第一はす歯（第一の歯）
 - 1 4 第一内スプライン
 - 1 4 1 歯底
 - 1 4 2 歯先
 - 1 4 3 歯面
 - 2 第二焼結ギア

- 2 1 外周面
- 2 2 内周面
- 2 3 第二はす歯（第二の歯）
- 2 4 第二内スプライン
 - 2 4 1 歯底
 - 2 4 2 歯先
 - 2 4 3 歯面
- 3 シャフト
 - 3 1 外周面
 - 3 3 第一外スプライン
 - 3 3 1 歯底
 - 3 3 2 歯先
 - 3 3 3 歯面
 - 3 4 第二外スプライン
 - 3 4 1 歯底
 - 3 4 2 歯先
 - 3 4 3 歯面
 - 3 5 第一小径部
 - 3 6 大径部
 - 3 7 第二小径部
- T 1、T 2 厚さ
- D 1、D 2 外径
- D m 最短距離
- L 長さ
- α 1 第一圧入代
- α 2 第二圧入代
- P 1、P 2 かみ合いピッチ円
- C 1、C 2 中心

D c 距離

請求の範囲

- [請求項1] 複数の第一の歯が設けられた外周面と第一内スプラインが設けられた内周面とを有する第一焼結ギアと、
複数の第二の歯が設けられた外周面と第二内スプラインが設けられた内周面とを有する第二焼結ギアと、
第一外スプラインと第二外スプラインとが設けられた外周面を有するシャフトと、を備え、
前記第一焼結ギアと前記シャフトとの結合は、前記第一内スプラインと前記第一外スプラインとの圧入構造であり、
前記第二焼結ギアと前記シャフトとの結合は、前記第二内スプラインと前記第二外スプラインとの圧入構造であり、
前記第一の歯のかみ合いピッチ円の中心と前記第二の歯のかみ合いピッチ円の中心との間の距離が $50\mu\text{m}$ 以下である、
ギア付きシャフト。
- [請求項2] 前記複数の第一の歯および前記複数の第二の歯は、いずれもはす歯である、請求項1に記載のギア付きシャフト。
- [請求項3] 前記第一内スプラインの各歯先と前記第一外スプラインの各歯底とが圧入されており、 前記第二内スプラインの各歯先と前記第二外スプラインの各歯底とが圧入されており、 前記第一内スプラインの各歯先と前記第一外スプラインの各歯底との圧入代は、 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であり、
前記第二内スプラインの各歯先と前記第二外スプラインの各歯底との圧入代は、 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下である、請求項1または請求項2に記載のギア付きシャフト。
- [請求項4] 前記第一内スプラインの歯の数は、前記複数の第一の歯の数の倍数または約数分の1倍であり、
前記第二内スプラインの歯の数は、前記複数の第二の歯の数の倍数または約数分の1倍である、請求項1から請求項3のいずれか1項に

記載のギア付きシャフト。

[請求項5] 前記シャフトの長さは100mm以上である、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のギア付きシャフト。

[請求項6] 前記第一焼結ギアと前記第二焼結ギアとの間の最短距離は1mm以上150mm以下である、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のギア付きシャフト。

[請求項7] 前記第一焼結ギアの厚さは3mm以上150mm以下であり、
前記第二焼結ギアの厚さは3mm以上150mm以下である、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載のギア付きシャフト。

[請求項8] 前記第一焼結ギアの外径は30mm以上150mm以下であり、
前記第二焼結ギアの外径は30mm以上150mm以下である、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載のギア付きシャフト。

[請求項9] 複数の第一の歯が設けられた外周面と第一内スプラインが設けられた内周面とを有する第一焼結ギアと、複数の第二の歯が設けられた外周面と第二内スプラインが設けられた内周面とを有する第二焼結ギアとを作製する工程Aと、

第一外スプラインと第二外スプラインとが設けられた外周面を有するシャフトを準備する工程Bと、

前記第一内スプラインと前記第一外スプラインとを圧入することで前記第一焼結ギアと前記シャフトとを結合し、前記第二内スプラインと前記第二外スプラインとを圧入することで前記第二焼結ギアと前記シャフトとを結合する工程Cと、を備え、

前記工程Aは、前記第一内スプラインの各歯先と前記第二内スプラインの各歯先とを切削加工または研磨加工する工程を含み、

前記工程Bは、前記第一外スプラインの各歯底と前記第二外スプラインの各歯底とを切削加工または研磨加工する工程を含む、
ギア付きシャフトの製造方法。

[請求項10] 前記複数の第一の歯および前記複数の第二の歯は、いずれもはす歯

である、請求項 9 に記載のギア付きシャフトの製造方法。

[請求項11]

前記第一内スプラインの各歯先と前記第一外スプラインの各歯底とを圧入し、

前記第二内スプラインの各歯先と前記第二外スプラインの各歯底とを圧入し、

前記第一内スプラインの各歯先と前記第一外スプラインの各歯底との圧入代は、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下であり、

前記第二内スプラインの各歯先と前記第二外スプラインの各歯底との圧入代は、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下である、請求項 9 または請求項 10 に記載のギア付きシャフトの製造方法。

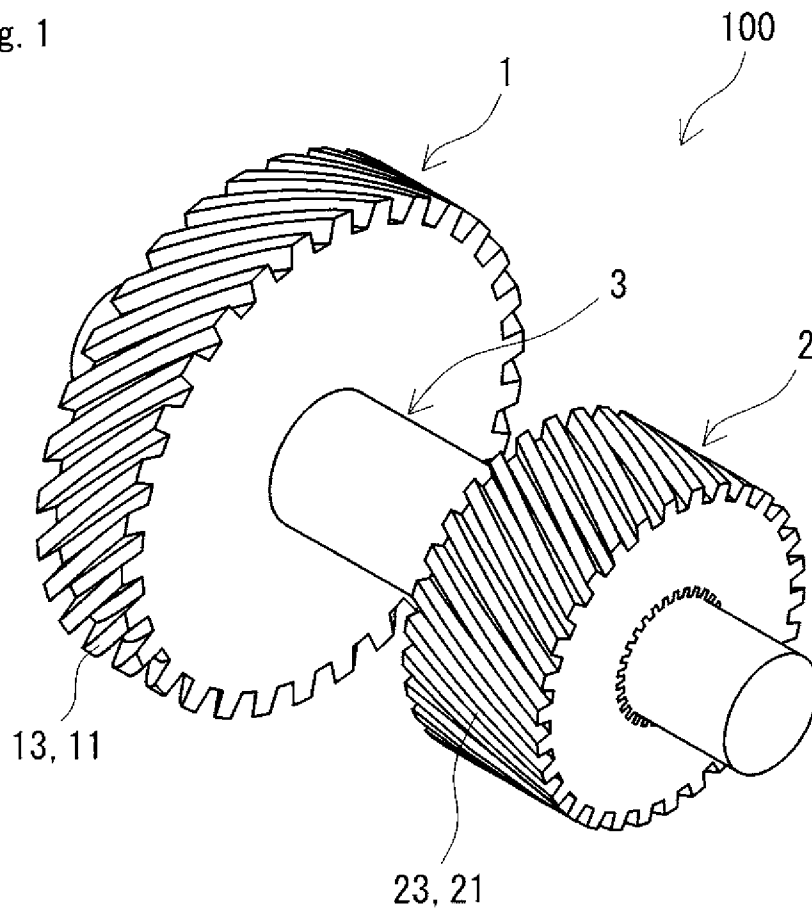
[請求項12]

前記第一内スプラインの歯の数は、前記複数の第一の歯の数の倍数または約数分の 1 倍であり、

前記第二内スプラインの歯の数は、前記複数の第二の歯の数の倍数または約数分の 1 倍である、請求項 9 から請求項 11 のいずれか 1 項に記載のギア付きシャフトの製造方法。

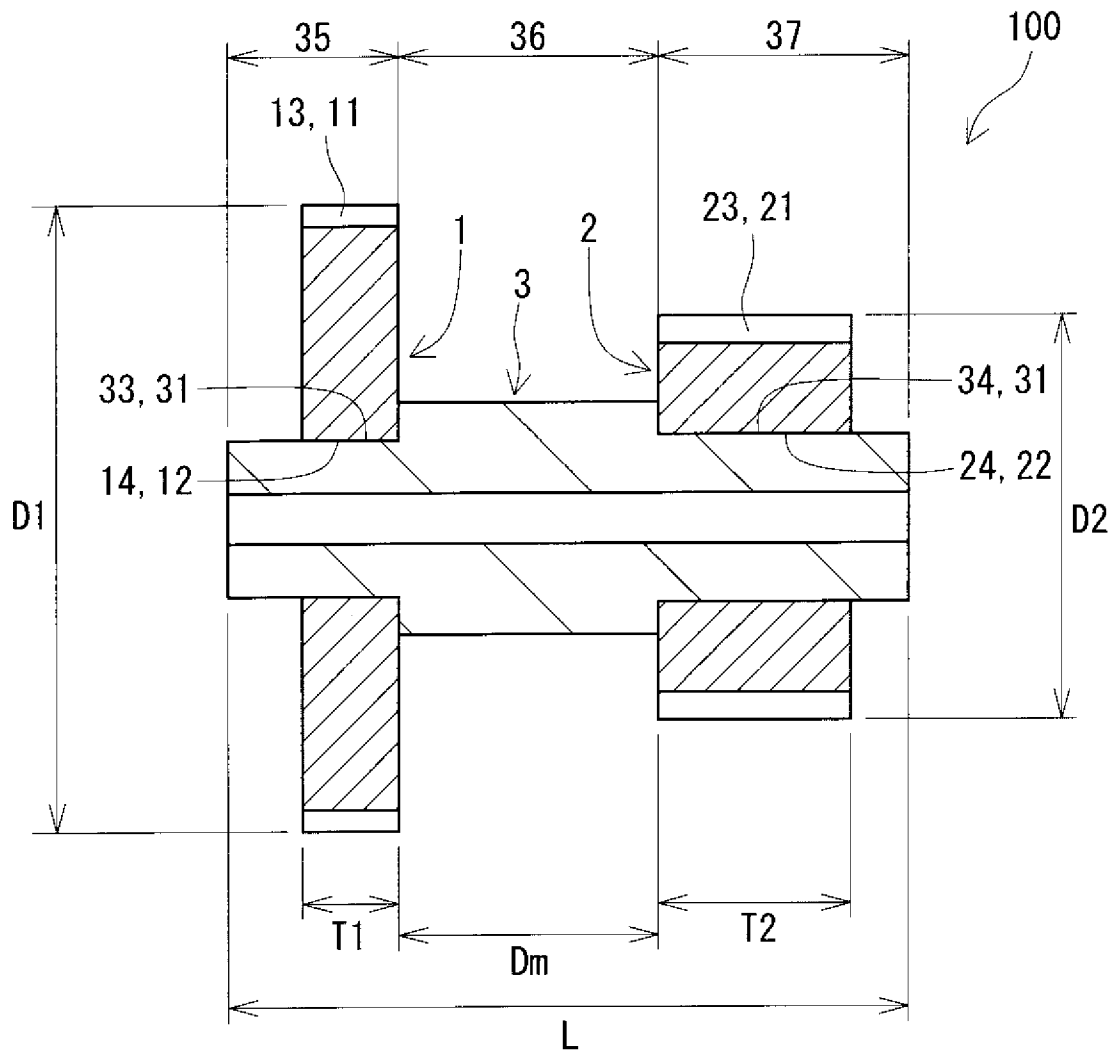
[図1]

Fig. 1



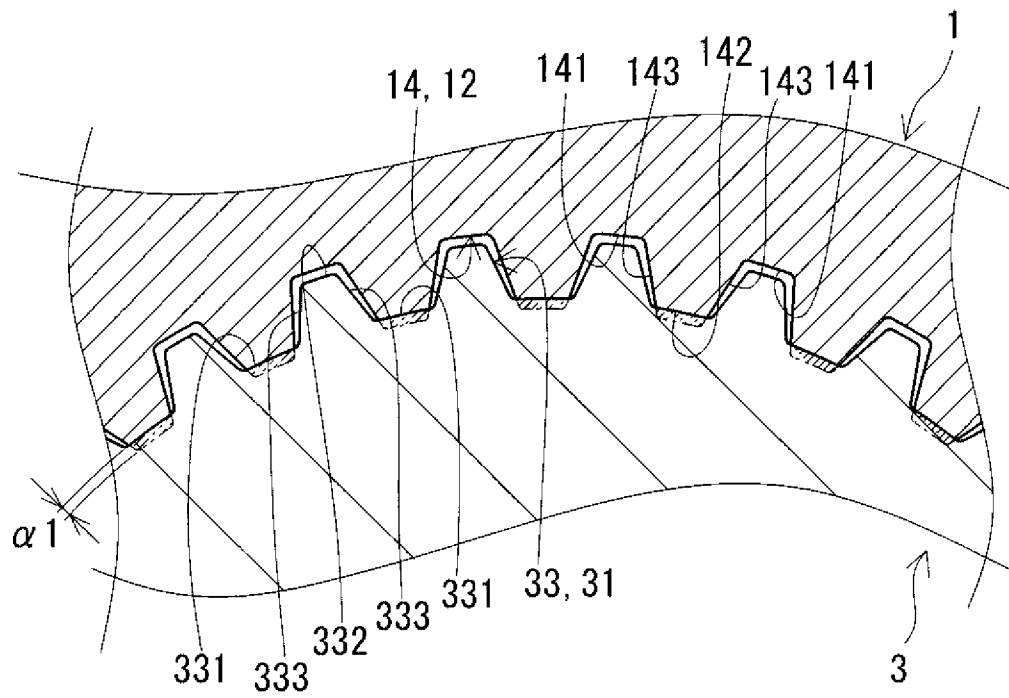
[図2]

Fig. 2



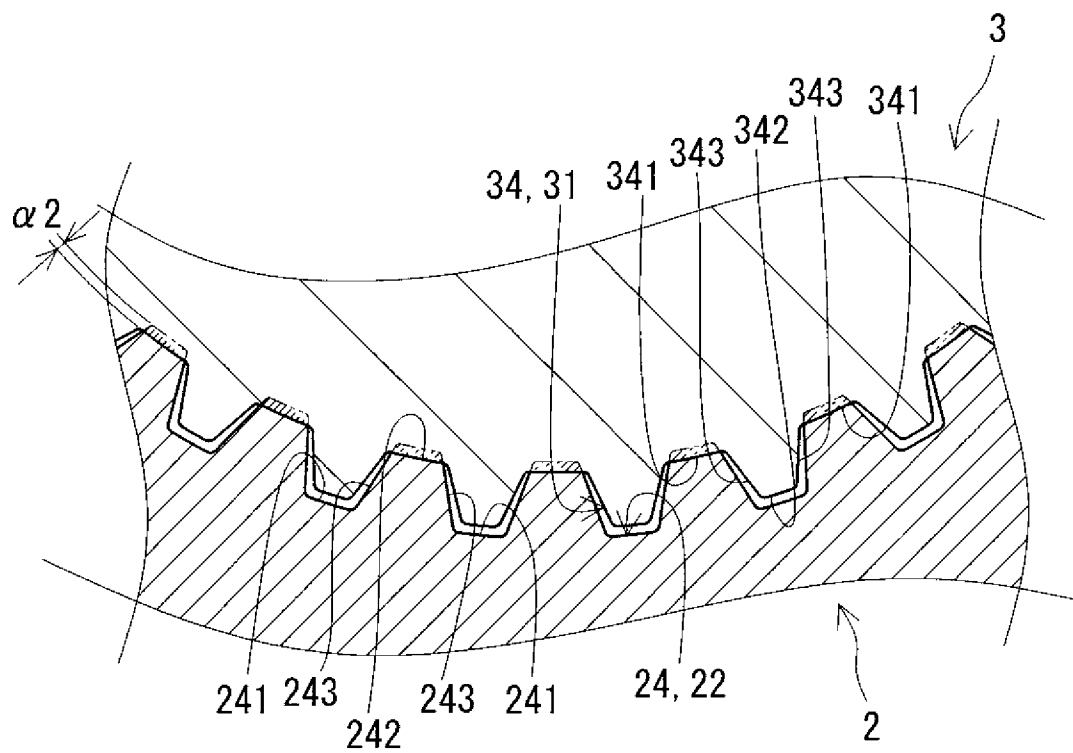
[図3]

Fig. 3



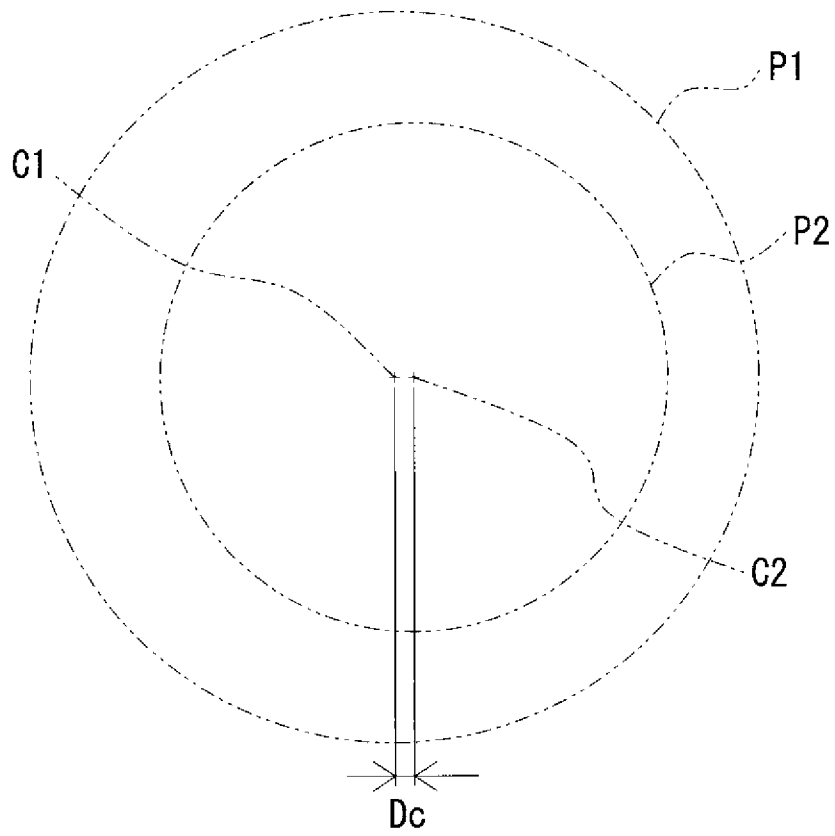
[図4]

Fig. 4



[図5]

Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/031876

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F16H 55/17**(2006.01)i; **B22F 5/08**(2006.01)i; **C22C 37/00**(2006.01)i; **C22C 38/00**(2006.01)i

FI: F16H55/17 A; B22F5/08; C22C38/00 304; C22C37/00 Z

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)

F16H55/17; B22F5/08; C22C37/00; C22C38/00

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 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 2017-94798 A (NTN CORPORATION) 01 June 2017 (2017-06-01) paragraphs [0045], [0059]-[0060], [0065], fig. 6, 8	1-12
Y	JP 63-183107 A (MITSUBISHI METAL CORP.) 28 July 1988 (1988-07-28) page 2, lower right column, line 15 to page 4, lower left column, line 4, fig. 1-2	1-12
Y	JP 2013-29030 A (DENSO CORPORATION) 07 February 2013 (2013-02-07) paragraphs [0025]-[0026], fig. 2-3	1-12
Y	JP 2014-77474 A (AISIN AI CO., LTD.) 01 May 2014 (2014-05-01) paragraphs [0016], [0036], fig. 3	3-8, 11-12
Y	JP 2002-221269 A (ISUZU MOTORS LIMITED) 09 August 2002 (2002-08-09) paragraphs [0006]-[0007], fig. 2	6-8
Y	JP 2017-154168 A (MUSASHI SEIMITSU INDUSTRY CO., LTD.) 07 September 2017 (2017-09-07) paragraph [0036], fig. 4	9-12



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

27 September 2024

Date of mailing of the international search report

08 October 2024

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/JP2024/031876

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-94798	A	01 June 2017	(Family: none)	
JP	63-183107	A	28 July 1988	(Family: none)	
JP	2013-29030	A	07 February 2013	DE 102012106331 A1	
				CN 102900583 A	
JP	2014-77474	A	01 May 2014	(Family: none)	
JP	2002-221269	A	09 August 2002	(Family: none)	
JP	2017-154168	A	07 September 2017	EP 3424612 A1	
				paragraph [0037], fig. 4	
				WO 2017/150208 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

F16H 55/17(2006.01)i; B22F 5/08(2006.01)i; C22C 37/00(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i
FI: F16H55/17 A; B22F5/08; C22C38/00 304; C22C37/00 Z

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））
F16H55/17; B22F5/08; C22C37/00; C22C38/00

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 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024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	JP 2017-94798 A（NTN株式会社）01.06.2017（2017 - 06 - 01） 段落[0045], [0059]-[0060], [0065], 図6, 8	1-12
Y	JP 63-183107 A（三菱金属株式会社）28.07.1988（1988 - 07 - 28） 第2頁右下欄第15行-第4頁左下欄第4行, 第1-2図	1-12
Y	JP 2013-29030 A（株式会社デンソー）07.02.2013（2013 - 02 - 07） 段落[0025]-[0026], 図2-3	1-12
Y	JP 2014-77474 A（アイシン・エーアイ株式会社）01.05.2014（2014 - 05 - 01） 段落[0016], [0036], 図3	3-8, 11-12
Y	JP 2002-221269 A（いすゞ自動車株式会社）09.08.2002（2002 - 08 - 09） 段落[0006]-[0007], 図2	6-8
Y	JP 2017-154168 A（武蔵精密工業株式会社）07.09.2017（2017 - 09 - 07） 段落[0036], 図4	9-12

☐ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

27.09.2024

国際調査報告の発送日

08.10.2024

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）

増岡 亘 3J 9143

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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/JP2024/031876

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-94798	A	01.06.2017	(ファミリーなし)	
JP	63-183107	A	28.07.1988	(ファミリーなし)	
JP	2013-29030	A	07.02.2013	DE 102012106331 A1	
				CN 102900583 A	
JP	2014-77474	A	01.05.2014	(ファミリーなし)	
JP	2002-221269	A	09.08.2002	(ファミリーなし)	
JP	2017-154168	A	07.09.2017	EP 3424612 A1	
				段落[0037], 図4	
				WO 2017/150208 A1	