

(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
2019年5月31日(31.05.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/102777 A1

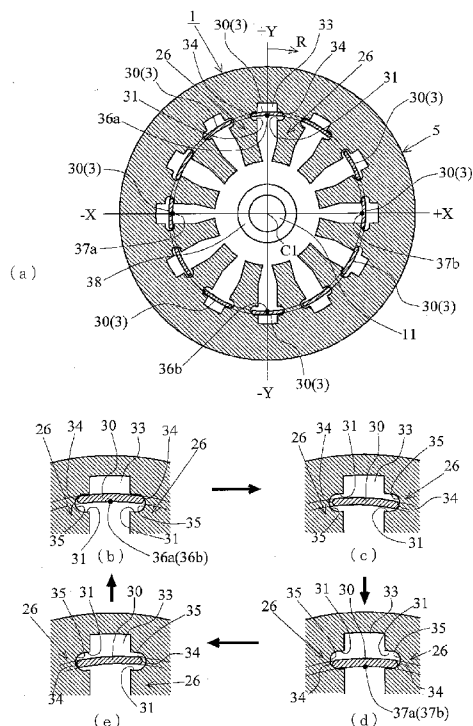
- (51) 国際特許分類:
F16H 1/32 (2006.01) *F16H 55/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/039610
- (22) 国際出願日: 2018年10月25日(25.10.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-226605 2017年11月27日(27.11.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社エンプラス (ENPLAS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3320034 埼玉県川口市並木2丁目30番1号 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 近江 憲仕(OHMI, Kenji); 〒3320034 埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式会社エンプラス内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人大貫小竹国際特許事務所 (OHNUKI & KOTAKE); 〒1010041 東京

都千代田区神田須田町二丁目25番地 山崎須田町ビル5階 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, JO, 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, 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,

(54) Title: STRAIN WAVE GEARING DEVICE

(54) 発明の名称: 波動歯車装置



(57) Abstract: [Problem] To provide a strain wave gearing device with which it is possible to suppress backlash during rotation transmission and to suppress a deterioration in motive force transmission efficiency, without reducing the magnitude of transmitted torque. [Solution] A strain wave gearing device 1 comprises: a wave generator which is caused to rotate; a cylindrical external gear 3 which is elastically deformed into an elliptical shape by being fitted onto the wave generator; and an inner gear which meshes with the external gear 3 on the long axis of the external gear 3 that has been elastically deformed into said elliptical shape. Furthermore, circumferential direction end portions 34 on both sides, in the external gear 3 circumferential direction, of engaging pieces 30 of the external gear 3 engage with engaging piece accommodating recesses 31 formed in each of a pair of radial direction ribs 26, 26 which are adjacent to one another, and when the external gear 3 is elastically deformed into the elliptical shape by the wave generator, the circumferential direction end portions 34 slide along engaging piece abutting walls 35 of the engaging piece accommodating recesses 31, preventing relative rotation between the external gear 3 and a fixed member 5.

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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：【課題】伝達トルクの大きさを小さくすることなく、回転伝達時におけるバックラッシュを抑え、動力伝達効率の低下を抑えることができる波動歯車装置を提供する。【解決手段】波動歯車装置 1 は、回転させられる波動発生器と、この波動発生器に嵌合されることによって楕円形状に弾性変形させられる円筒状の外歯車 3 と、この楕円形状に弾性変形させられた外歯車 3 の長軸上で外歯車 3 と噛み合う内歯車と、を有している。そして、外歯車 3 の係合片 30 は、外歯車 3 の周方向に沿った両側の周方向端部 34 が隣り合う一対の径方向リブ 26、26 にそれぞれ形成された係合片収容凹所 31 に係合され、外歯車 3 が波動発生器によって楕円形状に弾性変形させられると、周方向端部 34 が係合片収容凹所 31 の係合片当接壁 35 に摺接して、外歯車 3 と固定部材 5 との相対回転を阻止する。

明 細 書

発明の名称： 波動歯車装置

技術分野

[0001] この発明は、回転を減速するために使用される波動歯車装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、波動歯車装置は、ヒューマノイドロボット、半導体製造装置、及び工作機械等に幅広く使用され、サーボモータ等の回転を大きく減速して伝達するようになっている。そして、この波動歯車装置は、高精度の回転伝達を実現するために回転伝達部分のバックラッシュの低減化が求められている。

[0003] (第1従来例)

図10及び図11は、第1従来例に係る波動歯車装置100を示すものである。これらの図に示す波動歯車装置100は、楕円形状の波動発生器101と、この波動発生器101の外周面に嵌合される外歯車102と、この外歯車102と噛み合う内歯車103と、を有している。この波動歯車装置100において、波動発生器101は、外周面が楕円形状のカム部材104と、このカム部材104の外周面に嵌合されることによってカム部材104の外周面に倣って楕円形状に変形するボールベアリング105と、を有している。また、外歯車102は、弾性変形可能な薄肉の円筒部材106の外周面に複数の歯が形成されており、波動発生器（ボールベアリング）の楕円形状の外周面に嵌合されると、波動発生器の楕円形状の外周面に倣って楕円形状に変形させられるようになっている。また、この外歯車102は、円板状の出力部材107の係合突起108と係合する係合凹所110が円筒部材106の一端側の周方向に沿って形成されている。内歯車103は、変形し難い剛構造体であり、内歯が楕円形状に変形させられた外歯車102の長軸上に位置する外歯と噛み合うようになっている。

[0004] この第1従来例に係る波動歯車装置100は、内歯車103の歯数を Z_c とし、外歯車102の歯数を Z_f とし、内歯車103を固定した場合、波動発生器101の N 回転に対し、外歯車102が $N \cdot (Z_c - Z_f) / Z_f$ 回転するようになっている。なお、第1従来例に係る波動歯車装置100は、内歯車103の歯数(Z_c)と外歯車102の歯数(Z_f)との差が2になっている。

[0005] 図12に示すように、第1従来例に係る波動歯車装置100は、外歯車102が波動発生器101によって円滑に楕円変形させられるようにするため、出力部材107の係合突起108が外歯車102の係合凹所110内をスライド移動できるようになっている。しかしながら、このような波動歯車装置100は、出力部材107の係合突起108と外歯車102の係合凹所110との係合部分(回転伝達部分)に隙間が形成されると、その隙間分だけ回転伝達時に回転方向のガタツキ(バックラッシュ)を生じる。

[0006] そこで、図13及び図14に示すように、第1従来例に係る波動歯車装置100は、出力部材107の係合突起108の幅方向両側にばね作用部111を設け、そのばね作用部111を弾性変形させた状態で円筒部材106の係合凹所110の両側の壁面112に当接させ、回転伝達時の回転方向へのガタツキ(バックラッシュ)を抑えるようになっている。

[0007] (第2従来例)

図15乃至図17は、第2従来例に係る波動歯車装置200を示すものである。これらの図に示す第2従来例に係る波動歯車装置200は、波動発生器201、外歯車202、内歯車203、及び出力部材204からなっている。外歯車202は、弾性変形可能な薄肉状の円筒部材205の外周面に複数の歯(外歯)が形成されており、波動発生器201によって楕円形状に弾性変形させられ、長軸上の2箇所で内歯車203と噛み合っている。

[0008] そして、この第2従来例に係る波動歯車装置200の外歯車202は、円筒部材205の一側面側に棒状突起206を突出形成し、その棒状突起206の移動軌跡に沿う内面形状の係合穴207を出力部材204の円板状部2

０８に形成し、棒状突起２０６とこの棒状突起２０６に係合する係合穴２０７とで回転伝達部分を構成して、外歯車２０２の楕円変形を許容しつつ、回転伝達時のバックラッシュを抑え、波動発生器２０１の回転を減速して出力部材２０４の出力軸２１０から出力するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献１：特開２０１１－１９６４２３号公報

特許文献２：特開２０１５－１６９２５６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、第１従来例に係る波動歯車装置１００は、外歯車１０２が波動発生器１０１によって楕円変形させられる際に、出力部材１０７の係合突起１０８のばね作用部１１１，１１１と円筒部材１０６の係合凹所１１０の壁面１１２，１１２とが常時摺接し、係合突起１０８のばね作用部１１１，１１１と円筒部材１０６の係合凹所１１０の壁面１１２，１１２との摺接部に摩擦抵抗（外歯車１０２の楕円変形を妨げる抵抗）が生じて、動力伝達効率の低下を生じる虞がある。

[0011] また、第２従来例に係る波動歯車装置２００は、棒状突起２０６が弾性変形可能な薄肉状の円筒部材２０５の一側面側に突出形成される構成であるため、棒状突起２０６が細く、第１従来例の波動歯車装置１００のような大きさのトルク伝達が困難であった。

[0012] そこで、本発明は、伝達トルクの大きさを小さくすることなく、回転伝達時におけるバックラッシュを抑えることができると共に、動力伝達効率の低下を抑えることができる波動歯車装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明は、回転させられる波動発生器２と、この波動発生器２に嵌合されることによって楕円形状に弾性変形させられる円筒状の外歯車３と、この楕

円形状に弾性変形させられた外歯車 3 の長軸上で前記外歯車 3 と噛み合う内歯車 4 と、を有する波動歯車装置 1 に関するものである。本発明において、前記外歯車 3 の歯幅方向に沿った一端面側には、固定部材 5 が対向するように配置されている。また、前記固定部材 5 は、前記外歯車 3 に対向する面側に、前記波動発生器 2 の回転中心 2 3 a に対して放射状に延びる複数の径方向リブ 2 6 が形成されている。また、前記外歯車 3 は、前記歯幅方向に沿った一端面側に、前記固定部材 5 へ向かって突出する舌片状の係合片 3 0 が周方向に沿って複数形成されている。また、前記係合片 3 0 は、前記外歯車 3 の周方向に沿った両側の周方向端部 3 4 が隣り合う一対の径方向リブ 2 6、2 6 にそれぞれ形成された係合片収容凹所 3 1、3 1 に係合され、前記外歯車 3 が前記波動発生器 2 によって楕円形状に弾性変形させられると、前記周方向端部 3 4 が前記係合片収容凹所 3 1 の係合片当接壁 3 5 に摺接して、前記外歯車 3 と前記固定部材 5 との相対回転を阻止する。また、前記係合片収容凹所 3 1 の係合片当接壁 3 5 は、前記外歯車 3 が前記波動発生器 2 によって楕円形状に弾性変形された際の前記係合片 3 の前記周方向端部 3 4 の移動軌跡に沿った曲面に形成されている。また、前記内歯車 4 は、前記波動発生器 2 の回転に伴って前記外歯車 3 及び前記固定部材 5 に対して回転させられる。

発明の効果

[0014] 本発明に係る波動歯車装置は、伝達トルクの大きさを小さくすることなく、回転伝達時におけるバックラッシュを抑えることができることはもちろんのこと、動力伝達効率の低下を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の第 1 実施形態に係る波動歯車装置を示す図であり、図 1 (a) は波動歯車装置の正面図、図 1 (b) は波動歯車装置の側面図、図 1 (c) は図 1 (a) の A 1 - A 1 線に沿って切断して示す波動歯車装置 1 の断面図である。

[図2]図 2 (a) は図 1 (c) の A 2 - A 2 線に沿って切断して示す波動歯車

装置の断面図、図2（b）は図2（a）のB1部の拡大図、図2（c）は図2（a）のB2部の拡大図である。

[図3]図3（a）は図1（c）のA3－A3線に沿って切断して示す波動歯車装置の断面図であり、図3（b）は第1係合片と一对の係合片収容凹所との関係を示す第1状態の図、図3（c）は第1係合片と一对の係合片収容凹所との関係を示す第2状態の図、図3（d）は第1係合片と一对の係合片収容凹所との関係を示す第3状態の図、図3（e）は第1係合片と一对の係合片収容凹所との関係を示す第4状態の図である。

[図4]本発明の第1実施形態に係る波動歯車装置の波動発生器を示す図であり、図4（a）は波動発生器の正面図、図4（b）は波動発生器の側面図、図4（c）は図4（a）のA4－A4線に沿って切断して示す波動発生器の断面図、図4（d）は波動発生器の背面図である。

[図5]本発明の第1実施形態に係る波動歯車装置の固定部材を示す図であり、図5（a）は固定部材の正面図、図5（b）は固定部材の側面図、図5（c）は図5（a）のA5－A5線に沿って切断して示す固定部材の断面図、図5（d）は図5（a）のA6－A6線に沿って切断して示す固定部材の断面図、図5（e）は固定部材の背面図である。

[図6]図6（a）は固定部材の係合片収容凹所を部分的に拡大して示す図であり、図6（b）は図6（a）に示した係合片収容凹所の変形例を示す図である。

[図7]本発明の第1実施形態に係る波動歯車装置の外歯車を示す図であり、図7（a）は外歯車の正面図、図7（b）は外歯車の側面図、図7（c）は図7（a）のA7－A7線に沿って切断して示す外歯車の断面図、図7（d）は外歯車の背面図、図7（e）は図7（d）に示した外歯車の係合片を拡大して示す図である。

[図8]本発明の第1実施形態に係る波動歯車装置の内歯車を示す図であり、図8（a）は内歯車の正面図、図8（b）は内歯車の側面図、図8（c）は図8（a）のA8－A8線に沿って切断して示す内歯車の断面図、図8（d）

は内歯車の背面図である。

[図9]本発明の第1実施形態に係る波動歯車装置のカバーを示す図であり、図9(a)はカバーの正面図、図9(b)はカバーの側面図、図9(c)は図9(a)のA9-A9線に沿って切断して示すカバーの断面図、図9(d)はカバーの背面図である。

[図10]第1従来例に係る波動歯車装置を示す正面図である。

[図11]第1従来例に係る波動歯車装置を示す図であり、図10(a)のA10-A10線に沿って切断して示す波動歯車装置の断面図である。

[図12]第1従来例に係る波動歯車装置の出力部材と外歯車との関係を示す図である。

[図13]第1従来例に係る波動歯車装置の出力部材の変形例を示す図である。

[図14]図13に示した出力部材と外歯車との係合部を示す図である。

[図15]第2従来例に係る波動歯車装置の縦断面図である。

[図16]第2従来例に係る波動歯車装置の外歯車を示す図であり、図16(a)は外歯車の縦断面図(図16(b)のA11-A11線に沿って切断して示す断面図)、図16(b)は外歯車の正面図である。

[図17]第2従来例に係る波動歯車装置における外歯車の棒状突起と出力部材の係合穴との係合状態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態を図面に基づき詳述する。

[0017] 図1及び図2は、本発明の第1実施形態に係る波動歯車装置1を示す図である。なお、図1(a)は波動歯車装置1の正面図であり、図1(b)は波動歯車装置1の側面図であり、図1(c)は図1(a)のA1-A1線に沿って切断して示す波動歯車装置1の断面図である。また、図2(a)は図1(c)のA2-A2線に沿って切断して示す波動歯車装置1の断面図であり、図2(b)は図2(a)のB1部の拡大図であり、図2(c)は図2(a)のB2部の拡大図である。

[0018] (波動歯車装置の概略構成)

図 1 及び図 2 に示すように、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、図外のサーボモータ等の駆動手段によって回転させられる波動発生器 2 と、この波動発生器 2 に嵌合されることによって橢円形状に弾性変形させられる円筒状の外歯車 3 と、この橢円形状に変形させられた外歯車 3 の長軸上で外歯車 3 と噛み合う内歯車 4 と、図外のロボットアーム等の取付対象物に固定される固定部材（ハウジング）5 と、固定部材 5 に固定されるカバー 6 と、を有している。そして、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、波動発生器 2、外歯車 3、内歯車 4、固定部材 5、及びカバー 6 がプラスチック（例えば、ポリアセタール（POM）、ポリアミド（PA）等）で形成されている。

[0019] （波動発生器）

図 1、図 2、及び図 4 に示すように、波動発生器 2 は、入力軸 7 と、この入力軸 7 の先端側に一体に形成された橢円状カム 8 と、橢円状カム 8 の正面の回転中心部から突出する（入力軸 7 の突出方向とは逆の方向に突出する）支持軸 10 と、を有している。

[0020] 入力軸 7 は、固定部材 5 の軸穴 11 で回転できるように支持され、図外の駆動手段に接続される。

[0021] 橢円状カム 8 は、長軸側カム部 12 と短軸側カム部 13 とによって構成されており、正面側から見た形状が略十字状になっている。そして、長軸側カム部 12 の外周面 14 及び短軸側カム部 13 の外周面 15 は、外歯車 3 に接触する橢円状周面 16、18 と、この橢円状周面 16、18 の周方向両端側に滑らかに接続された円弧状周面 17、20 と、を有している。円弧状周面 17、20 は、曲率半径が橢円状周面 16、18 の周方向両端の曲率半径と同一になっており、橢円状周面 16、18 との接続部から周方向端部に向かって、橢円状周面 16、18 に支持された外歯車 3 との間の隙間が楔状に漸増するように形成されている。そして、円弧状周面 17、20 は、橢円状周面 16、18 が外歯車 3 の内周面 3a と摺接する際に、潤滑剤を楔効果によって橢円状周面 16、18 と外歯車 3 の内周面 3a との間に導き入れるように機能する。また、橢円状カム 8 は、長軸側カム部 12 と短軸側カム部

1 3 との間が略 V 字形状の凹所 2 1 になっており、長軸側カム部 1 2 の橢円状周面 1 6 と短軸側カム部 1 3 の橢円状周面 1 8 のみが外歯車 3 の内周面 3 a に摺接するようになっているため、全周が外歯車 3 の内周面 3 a と摺接する場合と比較して、外歯車 3 との摺接抵抗が小さく抑えられる。

[0022] 支持軸 1 0 は、内歯車 4 の軸受け穴 2 2 に嵌合されている。そして、支持軸 1 0 の回転中心 2 3 c は、入力軸 7 (波動発生器 2) の回転中心 2 3 a 及び軸 2 4 の回転中心 2 3 b と同軸上に位置している。

[0023] (固定部材)

図 1 乃至図 3、及び図 5 に示すように、固定部材 (ハウジング) 5 は、外歯車 3 の一側面 2 5 (歯幅方向に沿った一端面であって、図 1 (c) の右側端面) に対向するように配置され、中心部に形成された軸穴 1 1 で波動発生器 2 の入力軸 7 を回転できるように支持している。

[0024] また、図 5 に示すように、固定部材 5 は、外歯車 3 の一側面 2 5 に対向する面側に、入力軸 7 (波動発生器 2) の回転中心 2 3 a に対して放射状に延びる複数の径方向リブ 2 6 が形成されている。この径方向リブ 2 6 は、リブ幅が一定の部分 (径方向内方側リブ部分 2 7) とリブ幅が変化する部分 (径方向外方側リブ部分 2 8) とがある。すなわち、径方向リブ 2 6 は、径方向内方端から径方向外方端側へ向けて一定のリブ幅で形成された径方向内方側リブ部分 2 7 と、径方向内方側リブ部分 2 7 の径方向外方端から径方向外方へ向かうに従ってリブ幅を漸増するように形成された径方向外方側リブ部分 2 8 とがある。そして、径方向リブ 2 6 には、外歯車 3 の舌片状の係合片 3 0 を係合するための係合片収容凹所 3 1、3 1 が一対形成されている (図 3 参照)。この一対の係合片収容凹所 3 1、3 1 は、同一円周上に位置し、且つ、径方向リブ 2 6 の幅方向の中心線 3 2 (固定部材 5 の中心 C 1 を通り、径方向へ延びる直線) に対して線対称の形状になっている。係合片収容凹所 3 1 は、外歯車 3 の舌片状の係合片 3 0 を固定部材 5 の正面側から係合させることができるように、径方向リブ 2 6 の外歯車 3 に対向する面側に形成されており、正面側に向けて開口する周方向溝 (固定部材 5 の周方向に沿った

溝)である(図6(a)参照)。また、この係合片収容凹所31は、一端側が隣り合う径方向リブ26、26間に形成される径方向溝33に開口し、他端側が係合片30の周方向端部34と接触する係合片当接壁35によって閉じられている(図6(a)参照)。係合片当接壁35は、係合片30の円弧形状に形成された周方向端部の移動軌跡に沿うような曲面になっている(図3(b)～(e)、図6(a)、及び図7(e)参照)。また、固定部材5の係合片収容凹所31の溝幅wは、楕円状に変形させられる外歯車3の係合片30の動きを許容する寸法になっている(図3(b)～(e)参照)。

[0025] 図3は、外歯車3の係合片30と固定部材5の係合片収容凹所31との関係を示す図である。なお、図3(a)は、図1(c)のA3-A3線に沿って切断して示す波動歯車装置1の断面図であり、X軸とY軸の交点が固定部材5の中心C1と一致し、波動発生器2の長軸の一端36aが+Y軸上に位置し、係合片30の一つ(説明の便宜上、第1係合片30と称する)が波動発生器2の長軸の一端36a上に位置している状態を示す図である。そして、図3(b)は、第1係合片30が波動発生器2の長軸の一端36a上にある場合の第1係合片30と一对の係合片収容凹所31、31との関係を示す第1状態の図である。また、図3(c)は、波動発生器2の長軸の一端36aが第1状態の位置から時計回り方向(矢印Rで示す方向)に45°回動した場合の第1係合片30と一对の係合片収容凹所31、31との関係を示す第2状態の図である。また、図3(d)は、波動発生器2の長軸の一端36aが第1状態の位置から時計回り方向に90°回動し、第1係合片30が波動発生器2の短軸の一端37a上に位置する場合の第1係合片30と一对の係合片収容凹所31、31との関係を示す第3状態の図である。また、図3(e)は、波動発生器2の長軸の一端36aが第1状態の位置から時計回り方向(矢印Rで示す方向)に135°回動した場合の第1係合片30と一对の係合片収容凹所31、31との関係を示す第4状態の図である。また、波動発生器2の長軸の一端36aが第1状態の位置から時計回り方向(矢印Rで示す方向)に180°回動すると、第1係合片30が波動発生器2の長軸

の他端 36 b 上に位置することになり、図 3 (b) で示す第 1 状態に戻る。このように、第 1 係合片 30 と一对の係合片収容凹所 31, 31 との関係は、波動発生器 2 が半回転すると、第 1 ～第 4 状態を経て第 1 状態に戻るようになっている。したがって、第 1 係合片 30 と一对の係合片収容凹所 31, 31 との関係は、波動発生器が 1 回転すると、第 1 ～第 4 状態を経て第 1 状態に戻るサイクルが 2 回繰り返されることになる。

[0026] 図 3 (b) 及び図 3 (d) に示すように、第 1 係合片 30 は、波動発生器 2 の長軸（一端 36 a、他端 36 b）上及び短軸（一端 37 a、他端 37 b）上に位置する場合、両周方向端部 34, 34 が一对の係合片収容凹所 31, 31 の係合片当接壁 35, 35 に接触する。これにより、外歯車 3 は、固定部材 5 に対して回り止めされる。

[0027] また、第 1 係合片 30 は、波動発生器 2 の長軸の一端 36 a が第 1 状態から第 1 象限を時計回り方向に回転すると、一对の周方向端部 34, 34 のうちの一方（図中右側）の周方向端部 34 が一对の係合片収容凹所 31, 31 のうちの一方（図中右側）の係合片収容凹所 31 の係合片当接壁 35 に当接する。また、第 1 係合片 30 は、波動発生器 2 の長軸の一端 36 a が第 3 状態から第 4 象限を時計回り方向に回転すると、他方（図中左側）の周方向端部 34 が他方（図中左側）の係合片収容凹所 31 の係合片当接壁 35 に当接する。

[0028] すなわち、外歯車 3 は、波動発生器 2 の長軸が Y 軸上に位置し、波動発生器 2 の短軸が X 軸上に位置すると仮定すると、第 1 象限の係合片 30 の一对の周方向端部 34, 34 の一方（波動発生器 2 の回転方向側の周方向端部 34）が波動発生器 2 の回転方向（R 方向）側の係合片収容凹所 31 の係合片当接壁 35 に摺接し、第 4 象限の係合片 30 の一对の周方向端部 34, 34 の他方（波動発生器 2 の回転方向と逆側の周方向端部 34）が波動発生器 2 の回転方向（R 方向）と逆側の係合片収容凹所 31 の係合片当接壁 35 に摺接する結果、固定部材 5 に対する相対回転が阻止される。

[0029] また、外歯車 3 は、波動発生器 2 の長軸が Y 軸上に位置し、波動発生器 2

の短軸がX軸上に位置すると仮定すると、第3象限の係合片30の一对の周方向端部34, 34の一方(波動発生器2の回動方向側の周方向端部34)が波動発生器2の回動方向(R方向)側の係合片収容凹所31の係合片当接壁35に摺接し、第2象限の係合片30の一对の周方向端部34, 34の他方(波動発生器2の回動方向と逆側の周方向端部34)が波動発生器2の回動方向(R方向)と逆側の係合片収容凹所31の係合片当接壁35に摺接する結果、固定部材5に対する相対回動が阻止される。

[0030] このように、第1係合片30は、波動発生器2が1回転し、第1乃至第4状態を経て第1状態に戻るサイクルが2回行われる間に、係合片収容凹所31の係合片当接壁35に常時摺接(滑り接触)することになる。その結果、外歯車3と固定部材5は、外歯車3に回動トルクが作用しても、外歯車3が固定部材5に対してガタツキ(回動方向のずれ動き)を生じることがない。

[0031] 図1及び図5に示すように、固定部材5のボス38は、固定部材5の中央部に位置し、軸穴11が貫通しており、先端面40が波動発生器2の楕円状カム8の位置決め面41に当接して、波動発生器2の回転中心23aに沿った方向の位置決めを行うようになっている。そして、固定部材5は、波動発生器2との接触を少なくするための環状の逃げ溝42がボス38の周囲に形成されている。

[0032] また、図1及び図5に示すように、固定部材5は、内歯車4の外周面43に嵌合して、内歯車4(軸24)の回転中心23bが波動発生器2(入力軸7)の回転中心23aと同軸上に位置するように、内歯車4を径方向に位置決めする内歯車位置決め内周面44が形成されている。また、固定部材5は、内歯車4の一端面45に当接して、内歯車4の回転中心23bに沿った方向に、内歯車4を位置決めする内歯車位置決め端面46が形成されている。

[0033] また、図1及び図5に示すように、固定部材5は、カバー6の円筒部47の内周面48に嵌合され、且つ、カバー6の内側面50に突き当てられる円筒状のカバー係合突起51が内歯車位置決め内周面44よりも径方向外方側の位置に形成されている。なお、固定部材5とカバー6とは、ボルト等の締

結手段、溶着、又はクリップ等で固定される。

[0034] なお、図6（b）は、固定部材5の係合片收容凹所31の変形例を示す図であり、図6（a）に対応する図である。この図6（b）に示すように、本変形例に係る係合片收容凹所31は、一对の溝側壁52、52が周方向に沿って平行に（一定の溝幅 w で）延びる図6（a）の係合片收容凹所31と異なり、溝幅を係合片当接壁35との接続部から径方向溝33に向けて漸増するように（ $w_a > w$ となるように）一对の溝側壁52、52が傾斜している。すなわち、本変形例に係る係合片收容凹所31は、係合片当接壁35及び溝側壁52で形成されている。このような係合片收容凹所31に、溝側壁52が設けられることで、溝側壁52が係合片30を導くガイドのような役割を果たし、係合片30がスムーズに当接壁35に接触するようになる。このような本変形例に係る係合片收容凹所31は、係合片30の周方向端部34のみと確実に摺接し、係合片30の周方向端部34以外の部分との接触を回避し、係合片30との摺接時の抵抗を低減することが可能になる。

[0035] （外歯車）

図1乃至図3、及び図7に示すように、外歯車3は、薄肉の円筒状部材53の外周面54に複数の歯（外歯）55が形成され、内周面3aに波動発生器2の橢円状カム8が嵌合されることにより、波動発生器2の橢円状カム8によって弾性変形させられ、橢円状カム8の橢円状周面16、18に倣って橢円形状に変形させられる。

[0036] この外歯車3は、固定部材5の径方向リブ26に対向する側（一側面25側）に、隣り合う径方向リブ26、26の係合片收容凹所31、31に係合される舌片状の係合片30が固定部材5の径方向溝33と同数形成されている。この外歯車3の係合片30は、固定部材5の径方向リブ26に係合するための径方向リブ收容凹所56が外歯車3の一側面25側を切り欠くように径方向リブ26と同数形成されることにより、隣り合う径方向リブ收容凹所56、56間に形成されている。そして、この外歯車3の係合片30は、外歯車3の径方向（板厚方向）に撓み変形するものの、板厚（ t ）に対する周

方向長さ（L）が数倍大きく、周方向に対する強度が大きくて、周方向に弾性変形し難くなっているため、周方向端部34が係合片収容凹所31の係合片当接壁35に当接することにより、外歯車3を固定部材5に対して確実に回り止めすることができる。また、係合片30の周方向両側の周方向端部34、34は、円弧状に形成され、固定部材5の係合片収容凹所31の係合片当接壁35に滑らかに摺接できるようになっている。

[0037] このような外歯車3は、波動発生器2の橢円状カム8が1回転すると、図3（b）～（e）に示した第1乃至第4状態を経て第1状態に戻るサイクルが2回行われ、係合片30の周方向端部34が係合片収容凹所31の係合片当接壁35に常時摺接（滑り接触）する。

[0038] （内歯車）

図1、図2、及び図8に示すように、内歯車4は、歯（内歯）57が内周面側に形成された円筒状部58と、円筒状部58の端部から径方向内方へ延びる円板状部60と、円板状部60の外側面60aの中心部分に一体に形成された軸24と、を有している。また、円板状部60の内側面60bの中心部には、波動発生器2の支持軸10を相対回動可能に収容する軸受け穴22が形成されている。また、円板状部60の外側面60aの中心部には、カバー6と当接する位置決め突起61が形成されている。また、軸24は、カバー6の軸穴62に嵌合される大径軸部24aが円板状部60の位置決め突起61に隣接して形成されている。

[0039] また、この内歯車4は、円筒状部58の外周面43が固定部材5の内歯車位置決め内周面44に嵌合され、円筒状部58の一端面45が固定部材5の内歯車位置決め端面46に当接させられ（カバー6の径方向内方端側で押されて内歯車位置決め端面46に当接させられ）、固定部材5に対して相対回動できるようになっている。

[0040] このような内歯車4は、波動発生器2の橢円状カム8によって橢円形状に変形させられた外歯車3の長軸上の2箇所で外歯車3と噛み合い、波動発生器2の橢円状カム8によって橢円形状に変形させられた外歯車3の短軸上で

外歯車 3 と最も大きく離間するようになっている。

[0041] (カバー)

図 1、図 2、及び図 9 に示すように、カバー 6 は、円板状部 6 3 の径方向外方端に円筒部 4 7 が一体に形成され、円筒部 4 7 が固定部材 5 のカバー係合突起 5 1 に嵌合され、円板状部 6 3 の内側面 5 0 の径方向外方端に位置する第 1 リング状突起 6 4 が固定部材 5 のカバー係合突起 5 1 の先端面 5 1 a に突き当てられ、円板状部 6 3 の内側面 5 0 の径方向内方端に位置する第 2 リング状突起 6 5 が内歯車 4 の円板状部 6 0 の位置決め突起 6 1 に当接させられるようになっている。なお、カバー 6 は、円板状部 6 3 の第 1 リング状突起 6 4 と第 2 リング状突起 6 5 との間の内側面が内歯車 4 との接触を避けるための接触回避凹所 6 6 になっており、相対回転する内歯車 4 との摺接抵抗を削減するようになっている。

[0042] (第 1 実施形態に係る波動歯車装置の作動状態)

以上のように構成された本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、波動発生器 2 が駆動手段（例えば、サーボモータ）によって回転させられると、楕円形状に弾性変形させられた外歯車 3 の長軸位置が波動発生器 2 の楕円状カム 8 の回転に伴って波動発生器 2 の回転中心 2 3 a の回りを移動（回転）する。そして、外歯車 3 と内歯車 4 の噛み合い位置は、外歯車 3 の長軸上の 2 箇所であるため、波動発生器 2 の回転位置に応じて移動する。ここで、波動歯車装置 1 は、外歯車 3 及び固定部材 5 が固定され、内歯車 4 が回転可能に構成されている場合であって、例えば、内歯車 4 の歯数を Z_c とし、外歯車 3 の歯数を Z_f ($Z_f = Z_c - 2$) とすると（内歯車 4 よりも歯数を 2 だけ少なくすると）、波動発生器 2 の 1 回転に対し、内歯車 4 が波動発生器 2 の回転方向と同一方向に 2 歯分だけ回転する。すなわち、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、外歯車 3 及び固定部材 5 が固定された場合、駆動手段の回転を $2/Z_c$ に減速して内歯車 4 の軸 2 4 から被回転体に伝達することができる。

[0043] (本実施形態に係る波動歯車装置の効果)

本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、外歯車 3 が波動発生器 2 によって楕円形状に弾性変形させられると、外歯車 3 の係合片 30 の周方向端部 34 が固定部材 5 の径方向リブ 26 に形成された係合片収容凹所 31 の係合片当接壁 35 に常時摺接するため、外歯車 3 と固定部材 5 の相対回転が阻止され、外歯車 3 と固定部材 5 のガタツキ（回転方向のずれ動きであるバックラッシュ）を抑えることができる。その結果、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、内歯車 4 の回転ムラを抑えることができ、高精度の回転伝達が可能になる。

[0044] また、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、外歯車 3 が固定部材 5 に固定され、内歯車 4 が外歯車 3 によって回転させられ、内歯車 4 から回転トルクが出力されるようになっている。その結果、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、回転トルクを外部に出力するための出力部材を設置する必要がなく、部品点数を削減でき、全体構造をコンパクト化することが可能になる。

[0045] また、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、外歯車 3 の係合片 30 の周方向端部 34 が摺接する固定部材 5 の係合片収容凹所 31 の係合片当接壁 35 を係合片 30 の周方向端部 34 の移動軌跡に沿った形状に形成してあるため、外歯車 3 が楕円形状に変形させられる際に、係合片 30 の周方向端部 34 が係合片収容凹所 31 の係合片当接壁 35 に円滑に案内され、外歯車 3 の楕円変形を妨げる摩擦抵抗が生じにくい。その結果、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、第 1 従来例に係る波動歯車装置 100 と比較した場合、動力伝達効率の低下を抑えることができる。

[0046] また、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、外歯車 3 の係合片 30 が舌片状に形成され、板厚（ t ）に対する周方向長さ（ L ）が数倍大きく、周方向に対する強度が大きくて、周方向に弾性変形し難くなっているため、周方向端部 34 が係合片収容凹所 31 の係合片当接壁 35 に当接することにより、外歯車 3 を固定部材 5 に対して確実に回り止めすることができる。その結果、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、第 2 従来例に係る波動歯車装置 200 と比較した場合、大きな回転トルクの伝達が可能になる。

[0047] 本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、全体をプラスチックで形成するよう

になっているため、全体を金属で形成する場合と比較し、軽量化、低コスト化を図ることができる。

[0048] なお、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、全体をプラスチックで形成する場合を例示したが、これに限定されず、一部又は全体を金属で形成してもよい。

符号の説明

[0049] 1 ……波動歯車装置、2 ……波動発生器、3 ……外歯車、4 ……内歯車、5 ……固定部材、23a ……回転中心、26 ……径方向リブ、30 ……係合片、31 ……係合片収容凹所、34 ……周方向端部、35 ……係合片当接壁

請求の範囲

[請求項1]

回転させられる波動発生器と、この波動発生器に嵌合されることによって橢円形状に弾性変形させられる円筒状の外歯車と、この橢円形状に弾性変形させられた外歯車の長軸上で前記外歯車と噛み合う内歯車と、を有する波動歯車装置において、

前記外歯車の歯幅方向に沿った一端面側には、固定部材が対向するように配置され、

前記固定部材は、前記外歯車に対向する面側に、前記波動発生器の回転中心に対して放射状に延びる複数の径方向リブが形成され、

前記外歯車は、前記歯幅方向に沿った一端面側に、前記固定部材へ向かって突出する舌片状の係合片が周方向に沿って複数形成され、

前記係合片は、前記外歯車の周方向に沿った両側の周方向端部が隣り合う一対の前記径方向リブにそれぞれ形成された係合片収容凹所に係合され、前記外歯車が前記波動発生器によって橢円形状に弾性変形させられると、前記周方向端部が前記係合片収容凹所の係合片当接壁に摺接して、前記外歯車と前記固定部材との相対回転を阻止し、

前記係合片収容凹所の係合片当接壁は、前記外歯車が前記波動発生器によって橢円形状に弾性変形された際の前記係合片の前記周方向端部の移動軌跡に沿った曲面に形成され、

前記内歯車は、前記波動発生器の回転に伴って前記外歯車及び前記固定部材に対して回転させられる、

ことを特徴とする波動歯車装置。

[請求項2]

前記外歯車が前記波動発生器によって橢円形状に弾性変形させられ、前記係合片が前記外歯車の長軸上及び短軸上に位置した場合に、前記両側の周方向端部が一対の前記係合片収容凹所の係合片当接壁にそれぞれ当接し、

前記外歯車が前記波動発生器によって橢円形状に弾性変形させられ、前記係合片が前記外歯車の長軸上及び短軸上に位置しない場合に、

前記両側の周方向端部の一方が一对の前記係合片収容凹所の一方の前記係合片当接壁に摺接するか、又は前記両側の周方向端部の他方が一对の前記係合片収容凹所の他方の前記係合片当接壁に摺接する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の波動歯車装置。

[請求項3] 前記係合片収容凹所は、前記径方向リブの前記外歯車に対向する面側に形成された周方向溝であり、前記周方向溝の一端が隣り合う径方向リブ間の径方向溝に開口し、前記周方向溝の他端が前記係合片当接壁によって閉じられた、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波動歯車装置。

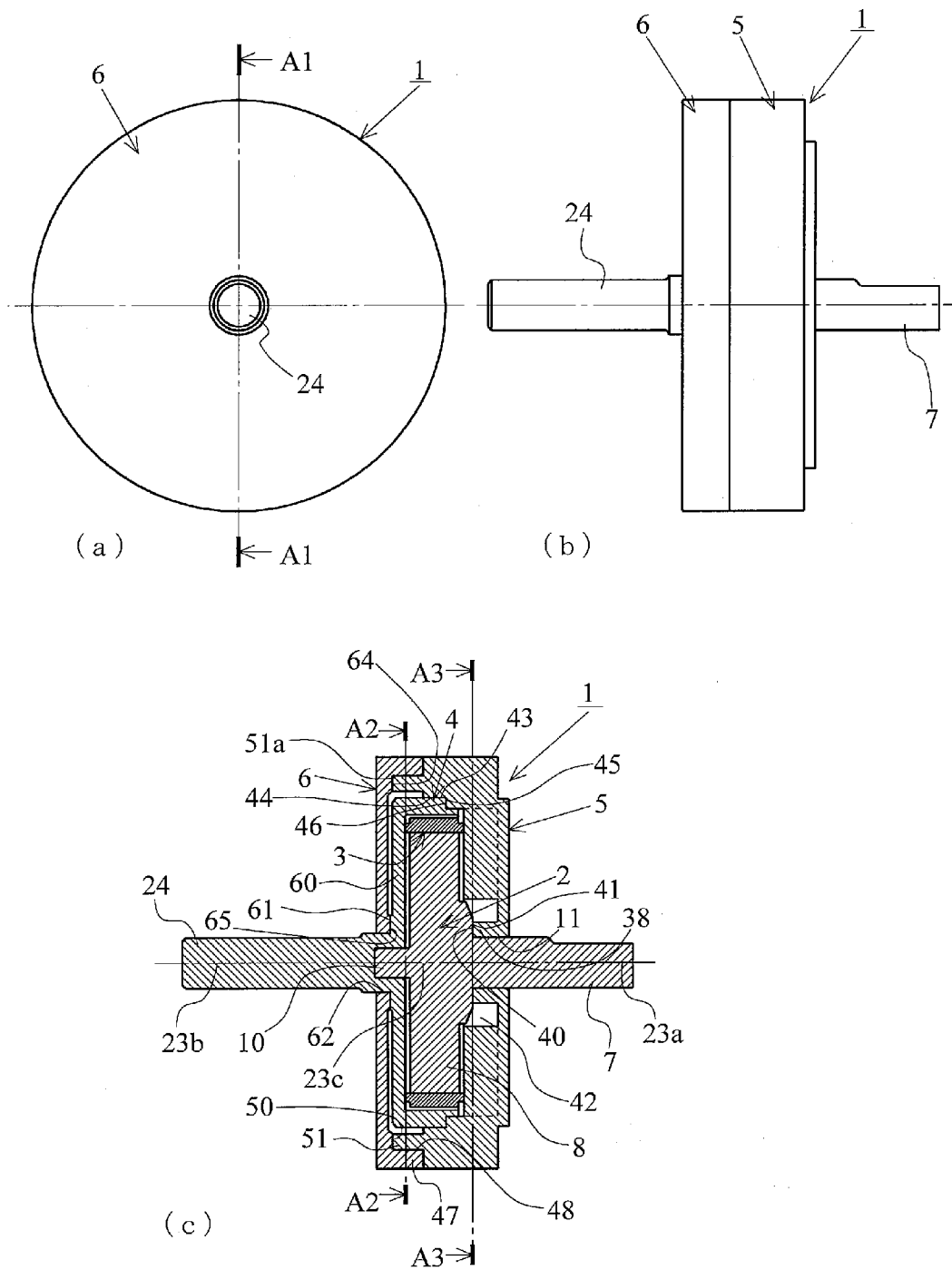
[請求項4] 前記係合片収容凹所は、前記係合片当接壁から前記径方向溝に向けて溝幅を漸増させるように形成された、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の波動歯車装置。

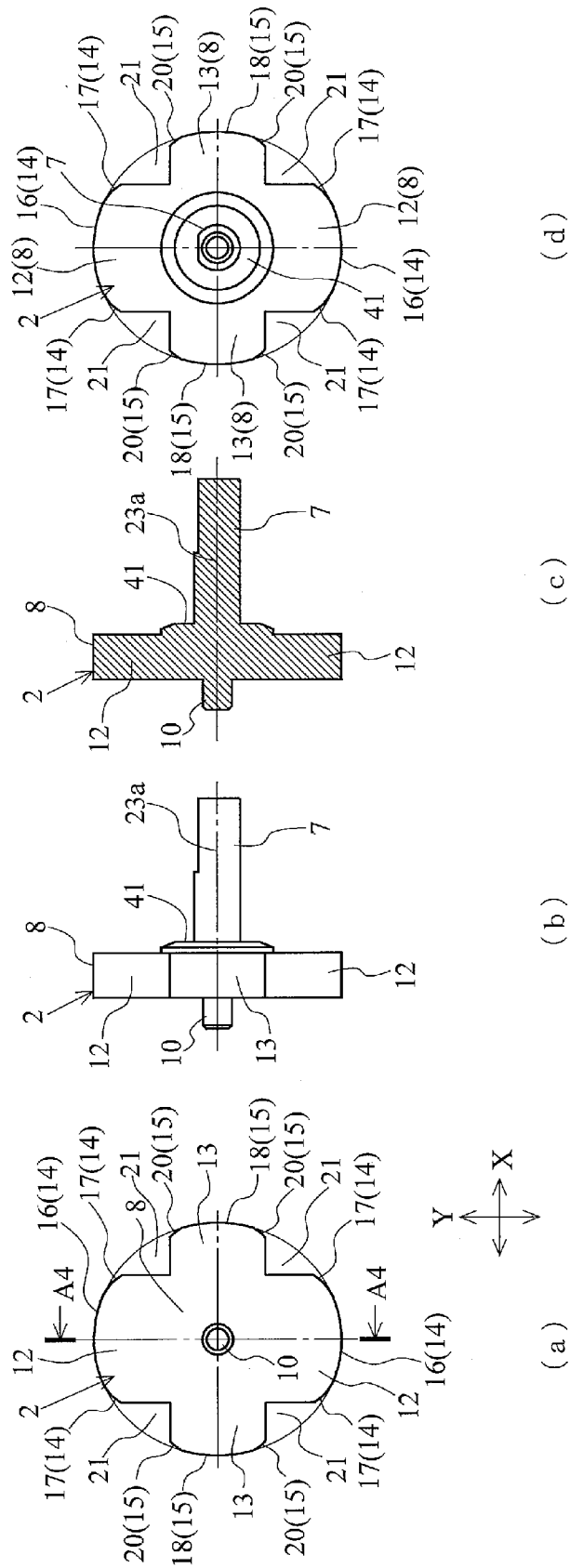
[請求項5] 前記係合片は、周方向長さ L が板厚 t と比較して大きい、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の波動歯車装置。
。

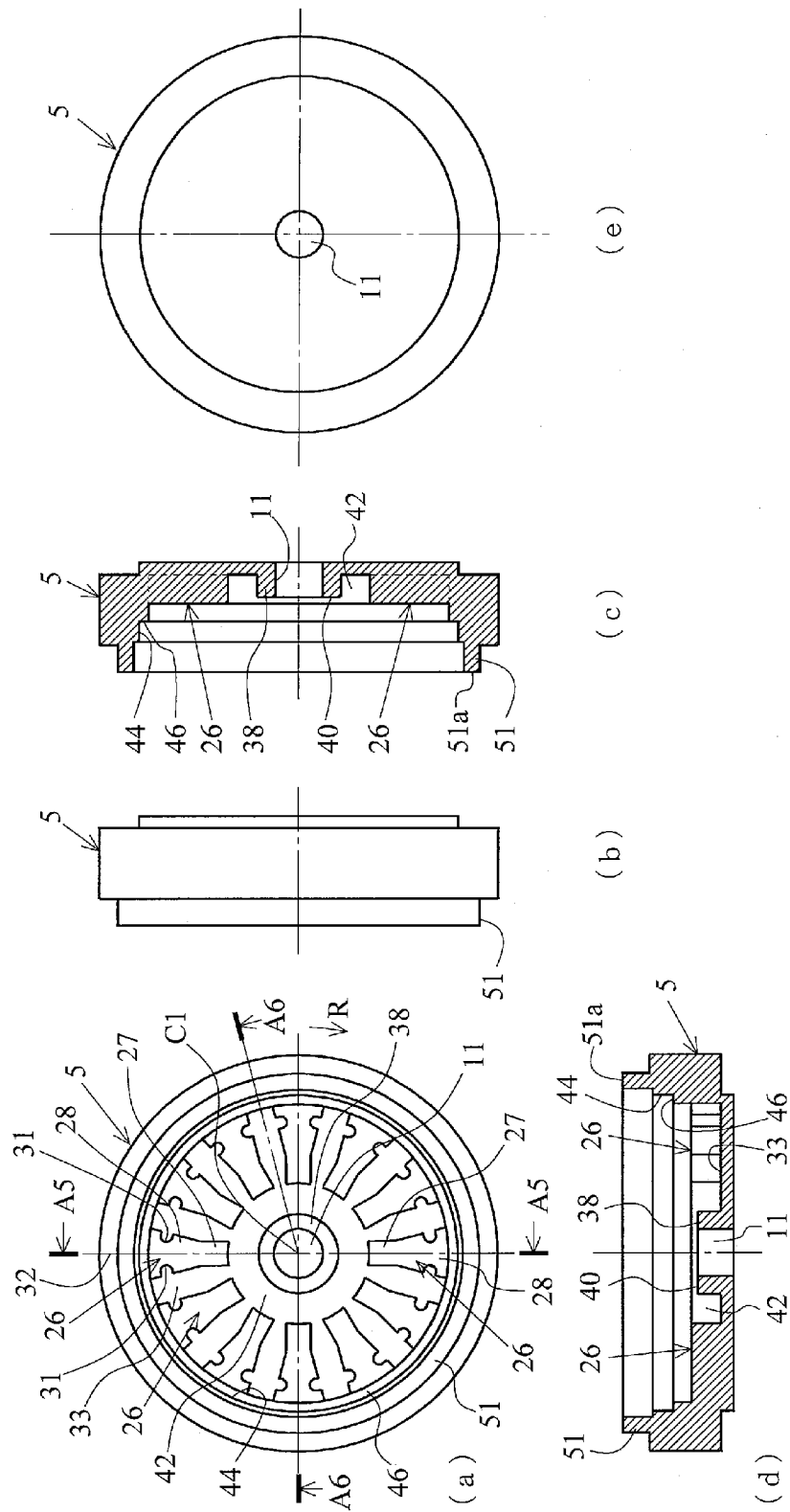
[図1]



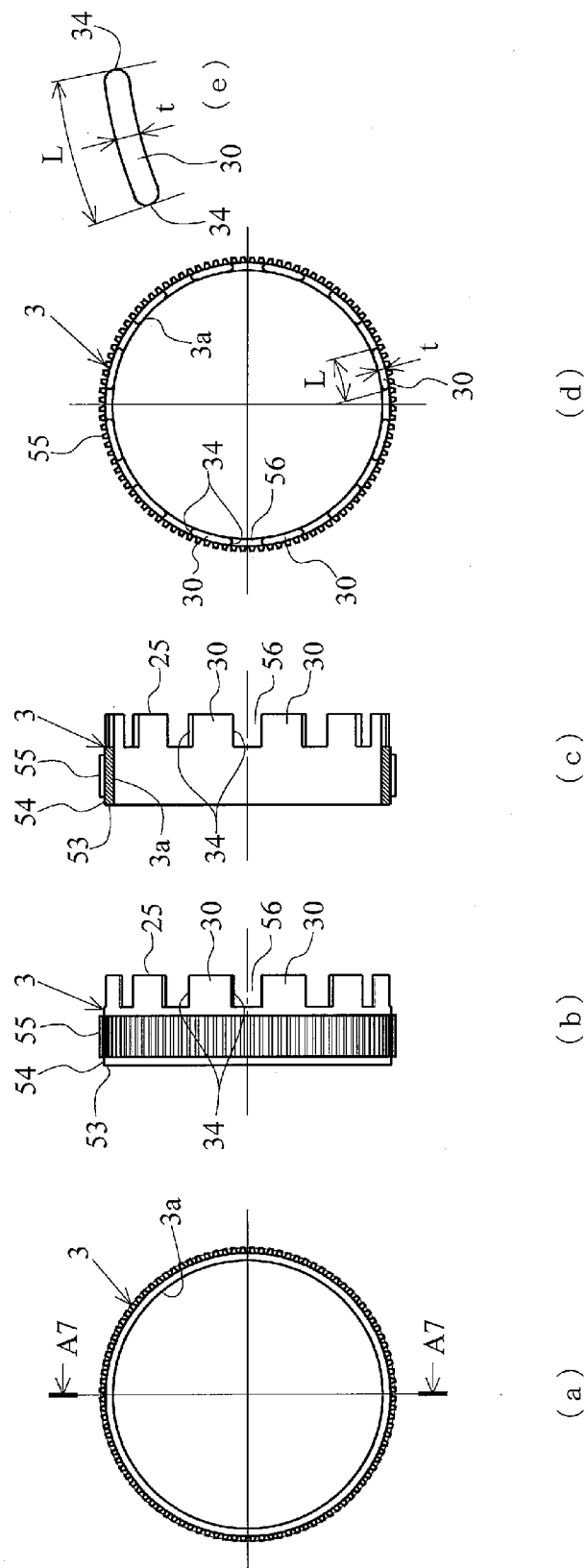
[図4]



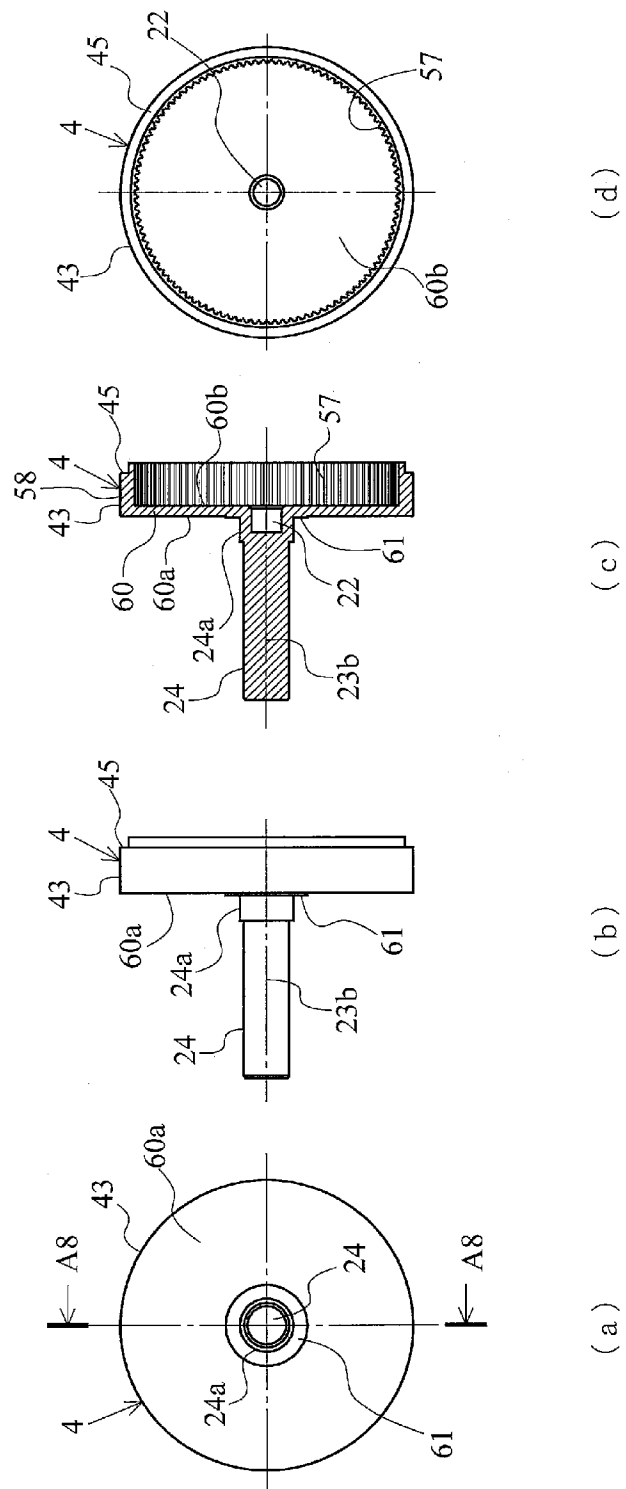
[図5]



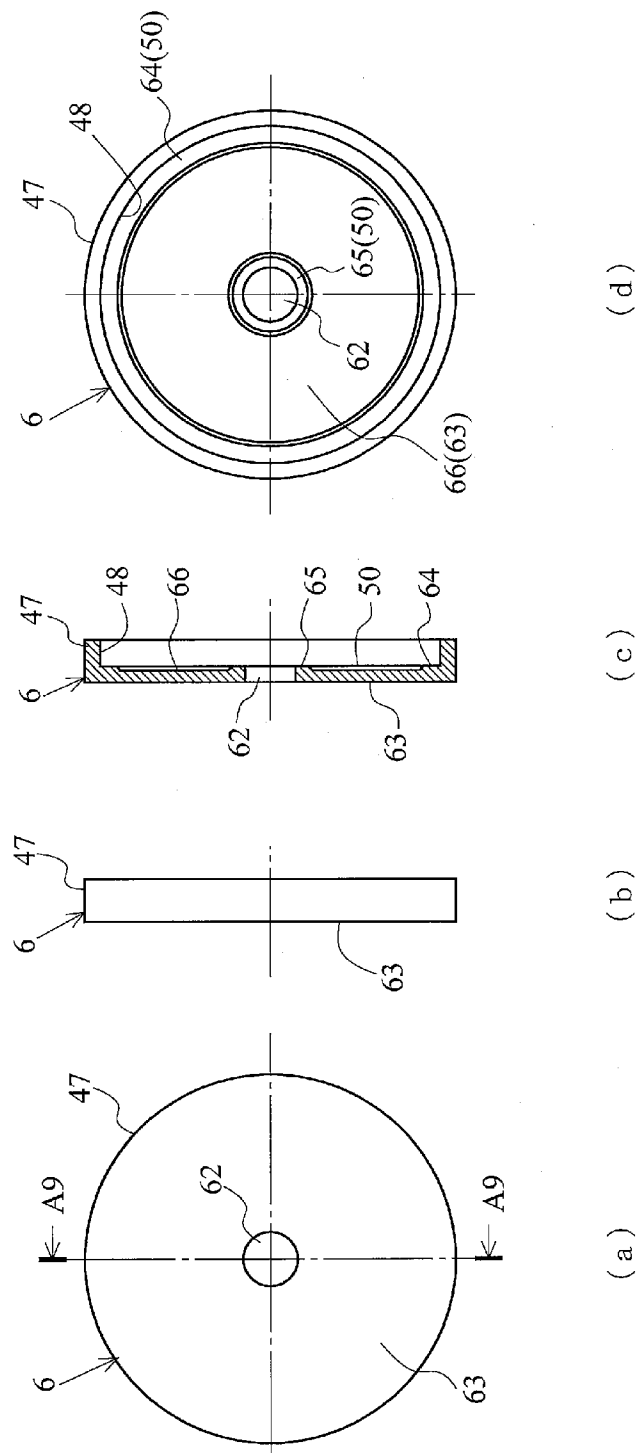
[図7]



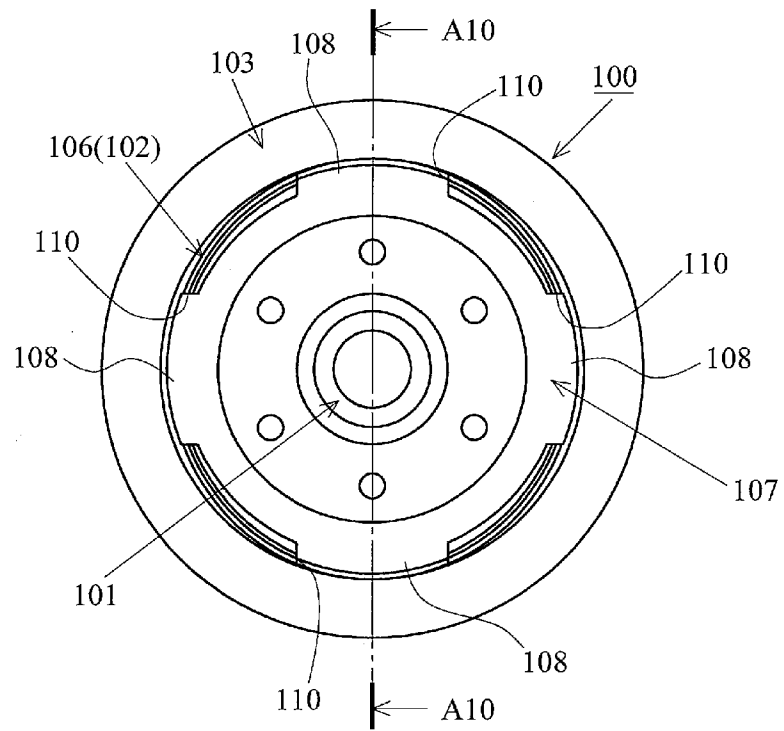
[図8]



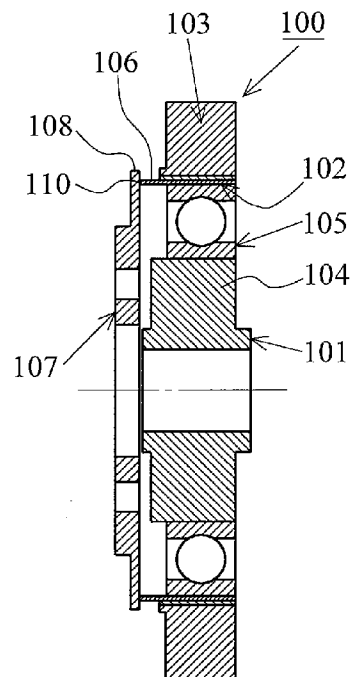
[図9]



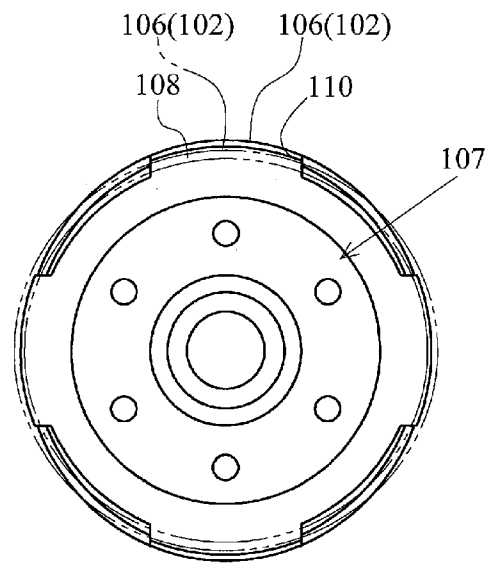
[図10]



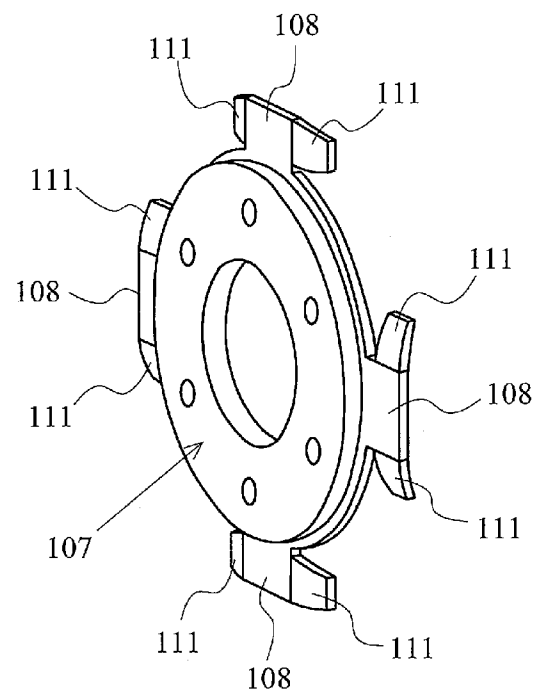
[図11]



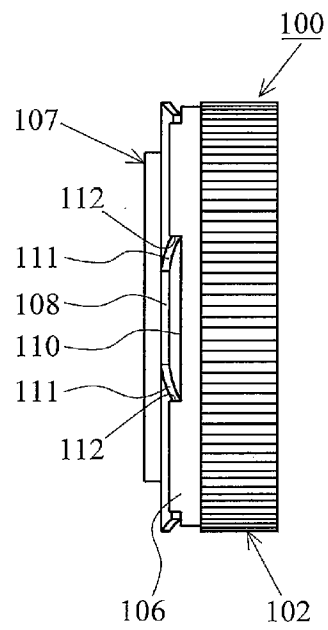
[図12]



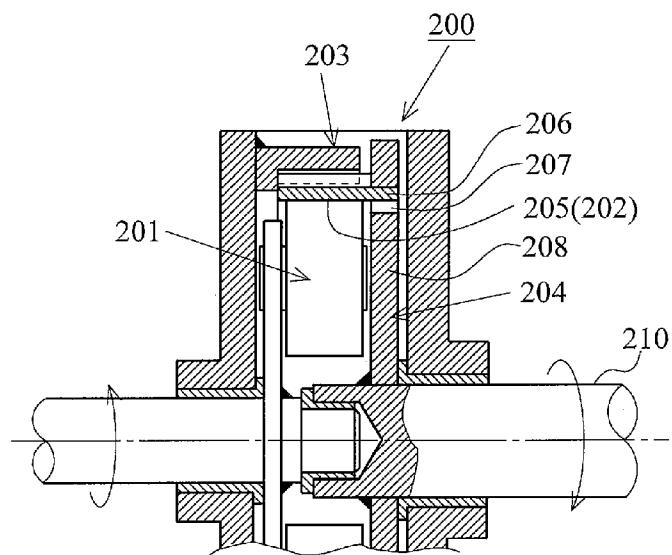
[図13]



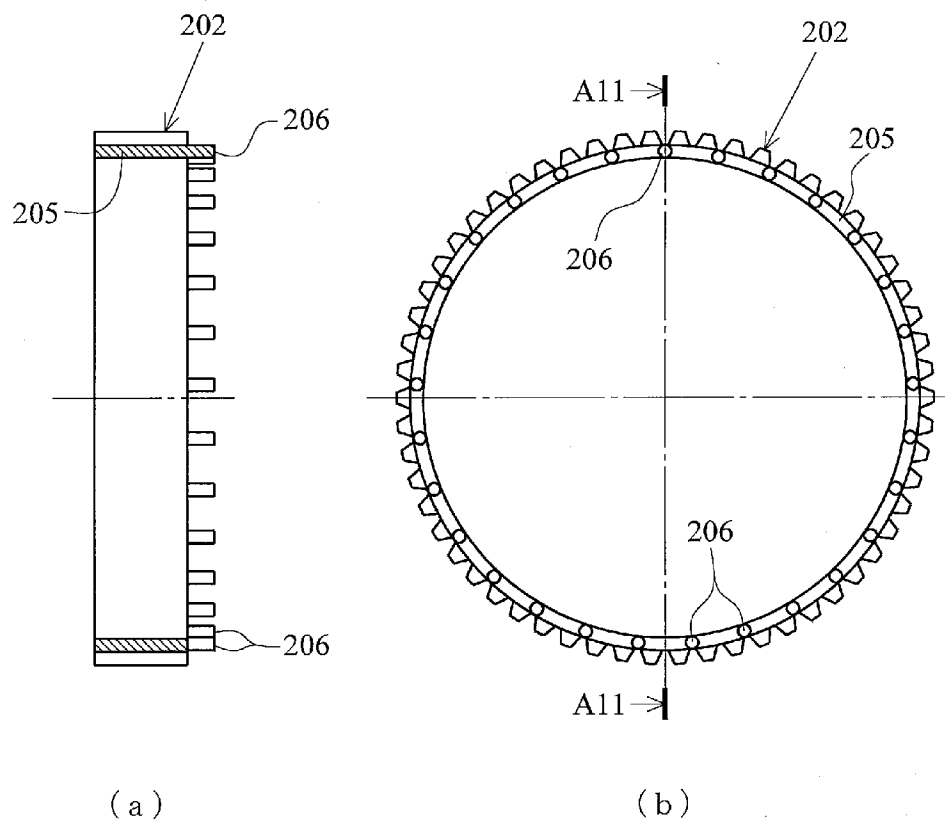
[図14]



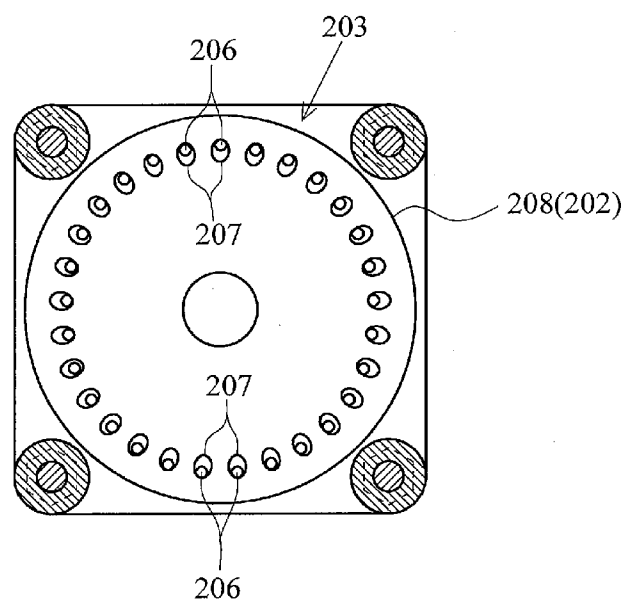
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/039610

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16H1/32 (2006.01) i, F16H55/18 (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)

Int.Cl. F16H1/32, F16H55/18

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	JP 2014-20496 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 03 February 2014, paragraphs [0033]-[0046], fig. 8-12 (Family: none)	1-5
A	JP 3058092 U (BANDAI CO., LTD.) 08 June 1999, 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
17 January 2019 (17.01.2019)

Date of mailing of the international search report
29 January 2019 (29.01.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16H1/32(2006.01)i, F16H55/18(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. F16H1/32, F16H55/18

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2014-20496 A（アイシン精機株式会社） 2014.02.03, 段落 0033-0046, 図 8-12（ファミリーなし）	1-5
A	JP 3058092 U（株式会社バンダイ） 1999.06.08, 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	「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

17.01.2019

国際調査報告の発送日

29.01.2019

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）

前田 浩

3 J

2943

電話番号 03-3581-1101 内線 3328