

(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
2018年11月22日(22.11.2018)



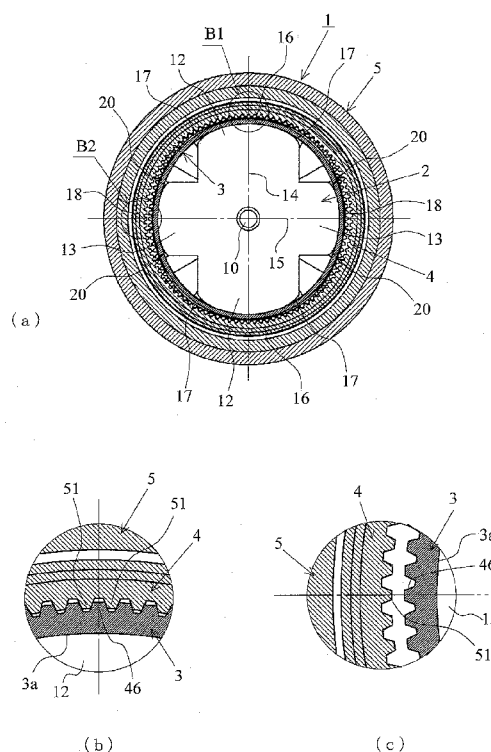
(10) 国際公開番号

WO 2018/211997 A1

- (51) 国際特許分類:
F16H 1/32 (2006.01) *F16H 55/06* (2006.01)
F16H 53/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/017518
- (22) 国際出願日: 2018年5月2日(02.05.2018)
- (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 2017-098010 2017年5月17日(17.05.2017) 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). 鈴木 昌恭 (SUZUKI, Masayasu); 〒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,

(54) Title: WAVE GEAR DEVICE

(54) 発明の名称: 波動歯車装置



(57) **Abstract:** This wave gear device (1) is provided with: a wave generator (2) which is made to rotate; a cylindrical external gear (3) which is made to deform elastically into an elliptical shape as a result of being fitted to the wave generator (2); and an internal gear (4) which meshes with the external gear (3) which has been made to deform elastically into the elliptical shape, on the long axis of the external gear (3). A cam (8) of the wave generator (2) has, formed thereon, a pair of long axis-side elliptical arc surfaces (16) and a pair of short axis-side elliptical arc surfaces (18) which slide along the

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, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

inner circumferential surface (3a) of the external gear (3). Long axis-side arc surfaces (17) are smoothly connected to both sides of each of the long axis-side elliptical arc surfaces (16) of the cam (8) in the circumferential direction. Furthermore, short axis-side arc surfaces (20) are smoothly connected to both sides of each of the short axis-side elliptical arc surfaces (18) of the cam (8) in the circumferential direction. Each set of two arc surfaces (17, 20) form substantially wedge-shaped gaps in conjunction with the inner circumferential surface (3a) of the external gear (3).

(57) 要約: 波動歯車装置 (1) 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) の長軸上で外歯車 (3) と噛み合う内歯車 (4) と、を有している。波動発生器 (2) のカム (8) は、外歯車 (3) の内周面 (3 a) に摺接する長軸側楕円弧面 (1 6) と短軸側楕円弧面 (1 8) とがそれぞれ一対形成されている。カム (8) の長軸側楕円弧面 (1 6) の周方向両側には、長軸側円弧面 (1 7) が滑らかに接続されている。また、カム (8) の短軸側楕円弧面 (1 8) の周方向両側には、短軸側円弧面 (2 0) が滑らかに接続されている。両円弧面 (1 7, 2 0) は、外歯車 (3) の内周面 (3 a) との間に略楔状の隙間を形成する。

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、サーボモータ等の駆動手段の回転を大きく減速して被駆動手段側に伝達するようになっている。このような波動歯車装置は、駆動手段と被駆動手段の間に配置されるため、摺動部の摩擦等に起因するエネルギーロスを抑え、効率的に動力伝達することが求められている。

[0003] (第1従来例)

例えば、図14に示す波動歯車装置100は、円筒状の外歯車102が波動発生器101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、この楕円形状に弾性変形させられた外歯車102の長軸上の外歯が内歯車103の内歯に噛み合い、波動発生器101が図外の駆動手段（例えば、サーボモータ）によって回転させられると、外歯車102の長軸の位置が波動発生器101の回転に伴って回転し、外歯車102の外歯と内歯車103の内歯の噛み合い位置が波動発生器101の回転中心の回りを移動して、外歯車102と内歯車103とが外歯車102と内歯車103の歯数差（一般的には、歯数差が2）の分だけ相対回転するようになっている。そして、この図14に示す波動歯車装置100の波動発生器101は、ボールベアリング105が楕円形状のカム部材104の外周面に嵌合され、そのボールベアリング105のアウターレースがカム部材104の外周面の形状に倣って楕円形状に弾性変形されるようになっており、そのボールベアリング105の楕円形状のアウターレースが外歯車102の内周面に嵌合されているため、カム部

材 1 0 4 の外周面が外歯車 1 0 2 の内周面に直接摺接する場合と比較して、相対回転する波動発生器 1 0 1 と外歯車 1 0 2 との間で生じるエネルギーロスを低減できる（特許文献 1 参照）。

[0004] （第 2 従来例）

また、図 1 5 に示す波動歯車装置 2 0 0 は、波動発生器 2 0 1 が円形支持板 2 0 2 と 4 個のローラ 2 0 3 とを有し、一对のローラ（主ローラ）2 0 3，2 0 3 が他の一对のローラ（補助ローラ）2 0 3，2 0 3 よりも円形支持板 2 0 2 の回転中心 2 0 4 から遠い位置に配置されているため、これら一对の主ローラ 2 0 3，2 0 3 と一对の補助ローラ 2 0 3，2 0 3 とが円筒状の外歯車 2 0 5 の内周面に嵌合されると、一对の主ローラ 2 0 3，2 0 3 と一对の補助ローラ 2 0 3，2 0 3 とが外歯車 2 0 5 を楕円形状に弾性変形させる。そして、この図 1 5 に示す波動歯車装置 2 0 0 は、円形支持板 2 0 2（波動発生器 2 0 1）が図外の駆動手段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 2 0 5 の長軸 2 0 6 の位置（主ローラ 2 0 3 の位置）が円形支持板 2 0 2 の回転中心 2 0 4 の回りを移動して、外歯車 2 0 5 と内歯車 2 0 7 の噛み合い位置も円形支持板 2 0 2 の回転中心 2 0 4 の回りを移動し、外歯車 2 0 5 と内歯車 2 0 7 とが外歯車 2 0 5 と内歯車 2 0 7 の歯数差の分だけ相対回転するようになっている。このような波動歯車装置 2 0 0 は、外歯車 2 0 5 の内周面に 4 個のローラ 2 0 3 が接触するようになっているため、第 1 従来例に係る波動歯車装置 1 0 0 と同様に、相対回転する波動発生器 2 0 1 と外歯車 2 0 5 との間で生じるエネルギーロスを低減できる（特許文献 2 参照）。

[0005] （第 3 従来例）

また、図 1 6 に示す波動歯車装置 3 0 0 は、波動発生器 3 0 1 がカム 3 0 2（一对の円弧状周面 3 0 3 を有するカム 3 0 2）の外周面にフッ素樹脂の薄膜 3 0 4 を被覆して構成され、この波動発生器 3 0 1 が円筒状の外歯車 3 0 5 の内周面に嵌合されると、外歯車 3 0 5 を楕円形状に弾性変形させる。そして、この図 1 6 に示す波動歯車装置 3 0 0 は、波動発生器 3 0 1 が図外

の駆動手段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 305 の長軸 306 の位置が波動発生器 301 の回転中心 307 の回りを移動して、外歯車 305 と内歯車 308 の噛み合い位置も波動発生器 301 の回転中心 307 の回りを移動し、外歯車 305 と内歯車 308 とが外歯車 305 と内歯車 308 の歯数差の分だけ相対回転するようになっている。このような波動歯車装置 300 は、外歯車 305 の内周面にフッ素樹脂の薄膜が接触するようになっているため、波動発生器 301 のカム 302 の外周面が外歯車 305 の内周面に直接摺接する場合と比較して、相対回転する波動発生器 301 と外歯車 305 との間で生じるエネルギーロスを低減できる（特許文献 3 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献 1：特開 2011-196423 号公報

特許文献 2：特開 2005-188740 号公報

特許文献 3：実開昭 48-029273 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、第 1 従来例に係る波動歯車装置 100 は、高価なボールベアリング 105 が波動発生器 101 に使用されており、製品価格が高いため、製品価格の低廉化が求められていた。

[0008] また、第 2 従来例に係る波動歯車装置 200 は、波動発生器 201 が円形支持板 202 に 4 個のローラ 203 を取り付ける構成であり、波動発生器 201 の部品点数が多く、製品価格が高いため、製品価格の低廉化が求められていた。

[0009] また、第 3 従来例に係る波動歯車装置 300 は、波動発生器 301 がカム 302 の外周面にフッ素樹脂の薄膜 304 を被覆する構成になっており、フッ素樹脂の材料費が必要となると共に、カム 302 の外周面にフッ素樹脂の

薄膜 304 を被覆する加工費が必要になり、製品価格が高いため、製品価格の低廉化が求められていた。

[0010] そこで、本発明は、波動発生器の構造を簡単化し、相対回転する波動発生器と外歯車との間で生じるエネルギーロスを低減すると共に、波動歯車装置の製品価格を低廉化することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 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、波動発生器 2 は、外歯車 3 の内周面 3 a に嵌合されて、外歯車 3 を楕円形状に弾性変形させるカム 8 を有している。また、カム 8 は、外歯車 3 の内周面 3 a に摺接して、外歯車 3 を楕円形状に弾性変形させる楕円弧面 16 がカム 8 の回転中心 23 a の回りに 2 回対称となるように少なくとも一対形成されている。また、カム 8 の楕円弧面 16 の周方向に沿った両側には、楕円弧面 16 の周方向に沿った両端の曲率半径と同一の曲率半径の円弧面 17 がそれぞれ形成されている。また、楕円弧面 16 と円弧面 17 との接続部は、楕円弧面 16 の接続部側端部の法線方向が円弧面 17 の接続部側端部の法線方向と一致するように形成されている。また、円弧面 17 は、外歯車 3 の内周面 3 a との間に隙間 19 a を形成し、且つ、外歯車 3 の内周面 3 a との隙間 19 a を楕円弧面 16 に近づくに従って略楔状に狭めるようになっている。

発明の効果

[0012] 本発明に係る波動歯車装置は、波動発生器のカムの楕円弧面が外歯車の内周面に摺接する簡単な構造であり、カムの外周面の形状を工夫するだけで、カムと外歯車との摺接抵抗を削減できるため、相対回転する波動発生器と外歯車との間で生じるエネルギーロスを低減することができると共に、波動歯車装置の製品価格を低廉化することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態に係る波動歯車装置を示す図であり、図1（a）は波動歯車装置の外観斜視図、図1（b）は波動歯車装置の分解斜視図である。

[図2]本発明の実施形態に係る波動歯車装置を示す図であり、図2（a）は波動歯車装置の正面図、図2（b）は波動歯車装置の側面図、図2（c）は図2（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。

[図3]図3（a）は図2（c）のA2－A2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）は図3（a）のB1部の拡大図であり、図3（c）は図3（a）のB2部の拡大図である。

[図4]図4（a）は図2（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4（b）は図4（a）のB3部の拡大図であり、図4（c）は図4（a）のB4部の拡大図である。

[図5]本発明の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5（a）は波動発生器の正面図、図5（b）は波動発生器の側面図、図5（c）は図5（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5（d）は波動発生器の背面図である。

[図6]図5（a）の波動発生器を拡大して示す図である。

[図7]波動発生器の変形例を示す図であり、図7（a）は波動発生器の正面図、図7（b）は波動発生器の側面図、図7（c）は図7（a）のA5－A5線に沿って切断して示す波動発生器の断面図、図7（d）は波動発生器の背面図である。

[図8]図7（a）の波動発生器を拡大して示す図である。

[図9]図9（a）は第1比較例に係る波動発生器の正面図であり、図9（b）は第2比較例に係る波動発生器の正面図である。

[図10]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10（a）は固定部材の正面図、図10（b）は固定部材の側面図、図10（c）は図10（a）のA6－A6線に沿って切断して示す固定部材の断面図、図10（d）は図10（a）のA7－A7線に沿って切断して示す

固定部材の断面図、図 10 (e) は固定部材の背面図である。

[図11]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 11 (a) は外歯車の正面図、図 11 (b) は外歯車の側面図、図 11 (c) は図 11 (a) の A 8 - A 8 線に沿って切断して示す外歯車の断面図、図 11 (d) は外歯車の背面図である。

[図12]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 12 (a) は内歯車の正面図、図 12 (b) は内歯車の側面図、図 12 (c) は図 12 (a) の A 9 - A 9 線に沿って切断して示す内歯車の断面図、図 12 (d) は内歯車の背面図である。

[図13]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 13 (a) はカバーの正面図、図 13 (b) はカバーの側面図、図 13 (c) は図 13 (a) の A 10 - A 10 線に沿って切断して示すカバーの断面図、図 13 (d) はカバーの背面図である。

[図14]第 1 従来例に係る波動歯車装置を示す図であり、図 14 (a) は波動歯車装置の正面図、図 14 (b) は図 14 (a) の A 11 - A 11 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15]第 2 従来例に係る波動歯車装置の正面図である。

[図16]第 3 従来例に係る波動歯車装置の正面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態を図面に基づき詳述する。

[0015] 図 1 乃至図 4 は、本発明の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 の外観斜視図であり、図 1 (b) は波動歯車装置 1 の分解斜視図（波動歯車装置 1 を各部品毎に分解して示す斜視図）である。また、図 2 (a) は波動歯車装置 1 の正面図であり、図 2 (b) は波動歯車装置 1 の側面図であり、図 2 (c) は図 2 (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。また、図 3 (a) は図 2 (c) の A 2 - A 2 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 3 (b) は図 3 (a) の B 1 部の拡大図であり、図 3 (c) は図

3 (a) の B 2 部の拡大図である。また、図 4 (a) は図 2 (c) の A 3 - A 3 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 4 (b) は図 4 (a) の B 3 部の拡大図であり、図 4 (c) は図 4 (a) の B 4 部の拡大図である。

[0016] (波動歯車装置の概略構成)

図 1 乃至図 4 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。

[0017] (波動発生器)

図 1 乃至図 3、図 5、及び図 6 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カム 8 と、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。

[0018] 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。

[0019] カム 8 は、長軸側カム部 12 と短軸側カム部 13 とを有し、正面側から見た形状が略十字状になっている。このカム 8 は、外歯車 3 の内周面 3a に嵌合されることにより、外歯車 3 を楕円形状に弾性変形させる。そして、カム 8 は、楕円形状に弾性変形させられた外歯車 3 の長軸上に長軸側カム部 12 が位置し、楕円形状に弾性変形させられた外歯車 3 の短軸上に短軸側カム部 13 が位置するようになっている。

[0020] 長軸側カム部 12 は、長軸 14 上に位置する一対の長軸側楕円弧面 16、

16と、長軸側橢円弧面16の周方向に沿った両側にそれぞれ形成された長軸側円弧面17、17と、で外周面を構成している。長軸側円弧面17は、カム8の正面側の形状において、曲率半径(R1)が長軸側橢円弧面16の周方向に沿った両端の曲率半径と同一の曲率半径になっている。また、長軸側円弧面17は、外歯車3の内周面3aとの間に隙間を形成し、且つ、外歯車3の内周面3aとの隙間19aを長軸側橢円弧面16に近づくに従って略楔状に狭めるようになっている。そして、長軸側橢円弧面16と長軸側円弧面17との接続部は、長軸側橢円弧面16の接続部側端部の法線方向が長軸側円弧面17の接続部側端部の法線方向と一致するように形成されており、長軸側橢円弧面16と長軸側円弧面17とが滑らかに接続されている。

[0021] 短軸側カム部13は、短軸15上に位置する一对の短軸側橢円弧面18、18と、短軸側橢円弧面18の周方向に沿った両側にそれぞれ形成された短軸側円弧面20、20と、で外周面を構成している。短軸側円弧面20は、カム8の正面側の形状において、曲率半径(R2)が短軸側橢円弧面18の周方向に沿った両端の曲率半径と同一の曲率半径になっている。また、短軸側円弧面20は、外歯車3の内周面3aとの間に隙間19bを形成し、且つ、外歯車3の内周面3aとの隙間19bを短軸側橢円弧面18に近づくに従って略楔状に狭めるようになっている。そして、短軸側橢円弧面18と短軸側円弧面20との接続部は、短軸側橢円弧面18の接続部側端部の法線方向が短軸側円弧面20の接続部側端部の法線方向と一致するように形成されており、短軸側橢円弧面18と短軸側円弧面20とが滑らかに接続されている。

[0022] また、カム8は、長軸側カム部12と短軸側カム部13との間が略V字形の凹所21になっており、長軸側カム部12の長軸側橢円弧面16と短軸側カム部13の短軸側橢円弧面18のみが外歯車3の内周面3a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3a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。

[0023] また、カム8は、長軸側橢円弧16及び短軸側橢円弧18を含む外側橢円

29 a よりも長軸 14 側及び短軸 15 側に寸法 m だけ小さい内側橢円 29 b (外側橢円 29 a と相似形の橢円) 上に、長軸側円弧面 17 の周方向端部と短軸側円弧面 20 の周方向端部とが位置している。

[0024] このような波動発生器 2 のカム 8 は、図 5 (a) 及び図 6 に示すように、波動発生器 2 (入力軸 7) の回転中心 23 a を通り Y 軸に平行な中心線 (長軸 14) を対称軸とする線対称の形状であり、また、波動発生器 2 (入力軸 7) の回転中心 23 a を通り X 軸に平行な中心線 (短軸 15) を対称軸とする線対称の形状である。

[0025] 支持軸 10 は、内歯車 4 の軸受け穴 22 に嵌合されている。そして、支持軸 10 の回転中心 23 c は、波動発生器 2 (入力軸 7) の回転中心 23 a 及び軸 24 の回転中心 23 b と同軸上に位置している。

[0026] 図 9 (a) は、第 1 比較例に係る波動発生器 2 の正面図を示す図である。この第 1 比較例に係る波動発生器 2 のカム 8 は、図 6 に示す本実施形態に係るカム 8 の長軸側円弧面 17 及び短軸側円弧面 20 を取り除いた形状になっており、図 6 に示す本実施形態に係るカム 8 と同一の材料 (プラスチック) で形成されている。すなわち、第 1 比較例に係る波動発生器 2 のカム 8 において、長軸側カム部 12 の幅寸法 W1 は、本実施形態に係る波動発生器 2 の長軸側カム部 12 の長軸側橢円弧面 16 が形成された部分における幅寸法 W1 と同一である。また、第 1 比較例に係る波動発生器 2 のカム 8 において、短軸側カム部 13 の幅寸法 W2 は、本実施形態に係る波動発生器 2 の短軸側カム部 13 の短軸側橢円弧面 18 が形成された部分における幅寸法 W2 と同様である。

[0027] このような第 1 比較例に係る波動発生器 2 を使用した波動歯車装置 1 (以下、第 1 比較例品と略称する) と本実施形態に係る波動歯車装置 1 の起動トルクとを比較すると、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は第 1 比較例品よりも起動トルクを約 24 % 低減できる。すなわち、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、第 1 比較例品よりも外歯車 3 の内周面 3 a とカム 8 との摺接抵抗を低減できる。

[0028] また、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、外歯車 3 の内周面 3 a とカム 8 との隙間 19 a, 19 b 及び凹所 21 に潤滑剤を充填した場合、外歯車 3 の内周面 3 a とカム 8 との隙間 19 a, 19 b 及び凹所 21 に潤滑剤を充填しない場合と比較し、起動トルクを約 39% 低減できる。一方、第 1 比較例品は、外歯車 3 の内周面 3 a とカム 8 との隙間（凹所 21）に潤滑剤を充填した場合、外歯車 3 の内周面 3 a とカム 8 との隙間（凹所 21）に潤滑剤を充填しない場合と比較し、起動トルクを約 30% 低減できる。このように、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、外歯車 3 の内周面 3 a とカム 8 との隙間 19 a, 19 b 及び凹所 21 に潤滑剤を充填した場合、外歯車 3 の内周面 3 a とカム 8 とが摺接する際に、外歯車 3 の内周面 3 a と長軸側円弧面 17 との間に生じる楔効果によって、潤滑剤を外歯車 3 の内周面 3 a と長軸側橢円弧面 16 との間に導き入れることができ、また、外歯車 3 の内周面 3 a と短軸側円弧面 20 との間に生じる楔効果によって、潤滑剤を外歯車 3 の内周面 3 a と短軸側橢円弧面 18 との間に導き入れることができるため、第 1 比較例品よりも大きな起動トルクの低減効果を期待できる。

[0029] （波動発生器の変形例）

図 7 及び図 8 は、波動発生器 2 の変形例を示す図である。なお、図 7（a）は波動発生器 2 の正面図であり、図 7（b）は波動発生器 2 の側面図であり、図 7（c）は図 7（a）の A5-A5 線に沿って切断して示す波動発生器 2 の断面図であり、図 7（d）は波動発生器 2 の背面図である。また、図 8 は図 7（a）の波動発生器 2 を拡大して示す図である。

[0030] 本変形例に係る波動発生器 2 は、図 5 及び図 6 に示した波動発生器 2 の短軸側カム部 13 を省略した形状になっている点を除き、他の構成部分が図 5 及び図 6 に示した波動発生器 2 と同様である。

[0031] 図 9（b）は、第 2 比較例に係る波動発生器 2 の正面図を示す図である。この第 2 比較例に係る波動発生器 2 のカム 8 は、図 8 に示す本実施形態に係るカム 8 の長軸側円弧面 17, 17 を取り除いた形状になっており、図 8 に示す本実施形態に係るカム 8 と同一の材料（プラスチック）で形成されてい

る。すなわち、第2比較例に係る波動発生器2のカム8において、長軸側カム部12の幅寸法W1は、本実施形態に係る波動発生器2の長軸側カム部12の長軸側橢円弧面16が形成された部分における幅寸法W1と同一である。

[0032] 本変形例に係る波動発生器2は、起動トルクを低減するために、第2比較例に係る波動発生器2に代えて使用することができる。

[0033] (固定部材)

図1、図2、図4、及び図10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25（歯幅方向に沿った一端面であって、図2（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11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。

[0034] また、この固定部材5は、外歯車3の一側面25に対向する面側に、入力軸7（波動発生器2）の回転中心23aに対して放射状に延びる複数の径方向リブ26が形成されている。この径方向リブ26は、リブ幅が一定の部分（径方向内方側リブ部分27）とリブ幅が変化する部分（径方向外方側リブ部分28）とがある。すなわち、径方向リブ26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27と、径方向内方側リブ部分27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28とがある。そして、隣り合う径方向リブ26、26間には、外歯車3の舌片状の係合片30を係合するためのスペース31が形成されている。この隣り合う径方向リブ26、26間のスペース31は、径方向内方端がボス32の近傍に位置し、その径方向内方端から径方向外方へ向かうに従って周方向のスペース幅が漸増し、径方向内方側リブ部分27と径方向外方側リブ部分28との接続部（境界部）から径方向外方へ向かうに従って周方向のスペース幅が漸減している。

[0035] ボス32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33が波動発生器2のカム8の位置決め面34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35がボス32の周囲に形成されている。なお、隣り合う径方向リブ26, 26間に形成されるスペース31の底面は、逃げ溝35の底面よりも深い位置に形成されている。

[0036] また、固定部材5は、内歯車4の外周面36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37が形成されている。また、固定部材5は、内歯車4の一端面38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40が形成されている。

[0037] また、固定部材5は、カバー6の円筒部41の内周面42に嵌合され、且つ、カバー6の内側面43に突き当てられる円筒状のカバー係合突起39が内歯車位置決め内周面37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。

[0038] （外歯車）

図1乃至図4、及び図11に示すように、外歯車3は、薄肉の円筒状部材44の外周面45に複数の歯（外歯）46が形成され、内周面3aに波動発生器2のカム8が嵌合されることにより、波動発生器2のカム8によって弾性変形させられ、カム8の長軸側橢円弧面16及び短軸側橢円弧面18に倣って橢円形状に変形させられる。

[0039] 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間のスペース31に係合される舌片状の係合片30が固定部材5のスペース31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収容凹所47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収容凹所47, 47

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、隣り合う径方向リブ 26, 26 の側面に当接することにより、隣り合う径方向リブ 26, 26 と共に回転伝達部分を構成し、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。

[0040] 図 4 に詳細を示すように、外歯車 3 は、波動発生器 2 のカム 8 によって橢円状に弾性変形させられると、橢円の長軸（Y 方向）寄りの係合片 30 の両側面 48, 48（円筒状部材 44 の周方向に沿った両側面 48, 48）が径方向外方側リブ部分 28 の側面 50 に当接し、橢円の短軸（X 方向）寄りの係合片 30 の両側面 48, 48 が径方向リブ 26, 26 との間に隙間を生じるようになっている。すなわち、外歯車 3 は、波動発生器 2 のカム 8 が回転すると、カム 8 の回転位置に応じて橢円の長軸と短軸の位置が変化し、円滑に橢円状に弾性変形して、長軸寄りの係合片 30 が固定部材 5 の隣り合う径方向リブ 26, 26 に当接し、長軸寄りの係合片 30 で固定部材 5 との相対回転を阻止することができるため、回転伝達時における回転伝達部分のバックラッシュを抑えることができる。このような、外歯車 3 は、係合片 30 が固定部材 5 の径方向リブ 26 に常時当接するようになっておらず、波動発生器 2 のカム 8 の回転に伴って橢円形状に変形させられたとしても、係合片 30 と固定部材 5 の径方向リブ 26 との当接部に橢円形状への弾性変形を妨げる方向の摺接抵抗が生じにくい。

[0041] （内歯車）

図 1 乃至図 3、及び図 12 に示すように、内歯車 4 は、歯（内歯）51 が内周面側に形成された円筒状部 52 と、円筒状部 52 の端部から径方向内方へ延びる円板状部 53 と、円板状部 53 の外側面 53a 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 53 の内側面 53b の中心部には、波動発生器 2 の支持軸 10 を相対回転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 53 の外側面 53a の中心部には、

カバー 6 と当接する位置決め突起 5 4 が形成されている。また、軸 2 4 は、カバー 6 の軸穴 5 5 に嵌合される大径軸部 2 4 a が円板状部 5 3 の位置決め突起 5 4 に隣接して形成されている。

[0042] また、この内歯車 4 は、円筒状部 5 2 の外周側小径部 5 9 が固定部材 5 の内歯車位置決め内周面 3 7 に嵌合され、円筒状部 5 2 の一端面 3 8 が固定部材 5 の内歯車位置決め端面 4 0 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 4 0 に当接させられ）、固定部材 5 に対して相対回転できるようにになっている。

[0043] このような内歯車 4 は、波動発生器 2 のカム 8 によって楕円形状に変形させられた外歯車 3 の長軸上の 2 箇所を外歯車 3 と噛み合い、波動発生器 2 のカム 8 によって楕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。

[0044] （カバー）

図 1、図 2、及び図 1 3 に示すように、カバー 6 は、円板状部 5 6 の径方向外方端に円筒部 4 1 が一体に形成され、円筒部 4 1 が固定部材 5 のカバー係合突起 3 9 に嵌合され、円板状部 5 6 の内側面 4 3 の径方向外方端に位置する第 1 リング状突起 5 7 が固定部材 5 のカバー係合突起 3 9 の先端面 3 9 a に突き当てられ、円板状部 5 6 の内側面 4 3 の径方向内方端に位置する第 2 リング状突起 5 8 が内歯車 4 の円板状部 5 3 の位置決め突起 5 4 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 5 6 の第 1 リング状突起 5 7 と第 2 リング状突起 5 8 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 0 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。

[0045] （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 1 4 の位置が波動発生器 2 のカム 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 1 4 上の 2 箇所であるため、波動発生器 2 の回動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。

[0046] また、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、内歯車 4 が固定され、外歯車 3 及び固定部材 5 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、外歯車 3 及び固定部材 5 が波動発生器 2 の回転方向と逆方向に 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、内歯車 4 が固定された場合、駆動手段の回転を $2 / Z_f$ に減速して外歯車 3 及び固定部材 5 から被回転体に伝達することができる。

[0047] （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、波動発生器 2 のカム 8 の長軸側橢円弧面 1 6 及び短軸側橢円弧面 1 8 が外歯車 3 の内周面 3 a に摺接する簡単な構造であり、カム 8 の外周面の形状を工夫するだけで、カム 8 と外歯車 3 との摺接抵抗を削減できるため、相対回転する波動発生器 2 と外歯車 3 との間で生じるエネルギーロスを低減することができると共に、波動歯車装置 1 の製品価格を低廉化することができる。

[0048] 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。

[0049] 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

[0050] 1 ……波動歯車装置、2 ……波動発生器、3 ……外歯車、3 a ……内周面、4 ……内歯車、8 ……カム、16 ……楕円弧面（長軸側楕円弧面）、17 ……円弧面（長軸側円弧面）、19 a ……隙間、23 a ……回転中心

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、

前記波動発生器は、前記外歯車の内周面に嵌合されて、前記外歯車を橢円形状に弾性変形させるカムを有し、

前記カムは、前記外歯車の内周面に摺接して、前記外歯車を橢円形状に弾性変形させる橢円弧面がカムの回転中心の回りに2回対称となるように少なくとも一対形成され、

前記カムの前記橢円弧面の周方向に沿った両側には、前記橢円弧面の周方向に沿った両端の曲率半径と同一の曲率半径の円弧面がそれぞれ形成され、

前記橢円弧面と前記円弧面との接続部は、前記橢円弧面の接続部側端部の法線方向が前記円弧面の接続部側端部の法線方向と一致するように形成され、

前記円弧面は、前記外歯車の内周面との間に隙間を形成し、且つ、前記外歯車の内周面との隙間を前記橢円弧面に近づくに従って略楔状に狭める、

ことを特徴とする波動歯車装置。

[請求項2]

前記カムは、橢円形状の前記外歯車の長軸上に位置する一対の長軸側橢円弧面と、橢円形状の前記外歯車の短軸上に位置する一対の短軸側橢円弧面と、を有し、

前記カムの前記長軸側橢円弧面の周方向に沿った両側には、前記長軸側橢円弧面の周方向に沿った両端の曲率半径と同一の曲率半径の長軸側円弧面がそれぞれ形成され、

前記カムの前記短軸側橢円弧面の周方向に沿った両側には、前記短軸側橢円弧面の周方向に沿った両端の曲率半径と同一の曲率半径の短

軸側円弧面がそれぞれ形成され、

前記長軸側円弧面は、前記外歯車の内周面との間に隙間を形成し、
且つ、前記外歯車の内周面との隙間を前記長軸側橢円弧面に近づくに従って略楔状に狭め、

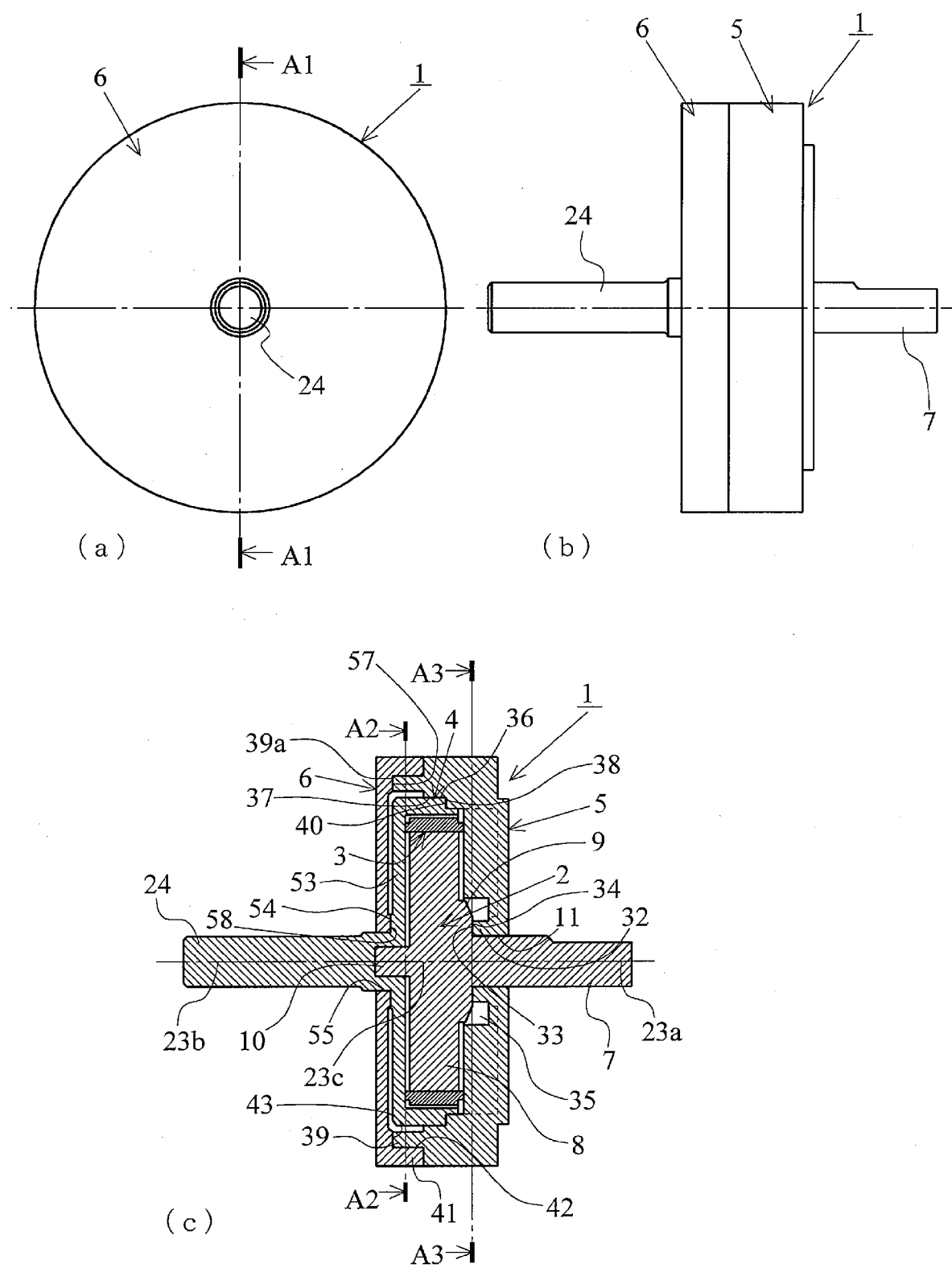
前記短軸側円弧面は、前記外歯車の内周面との間に隙間を形成し、
且つ、前記外歯車の内周面との隙間を前記短軸側橢円弧面に近づくに従って略楔状に狭める、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の波動歯車装置。

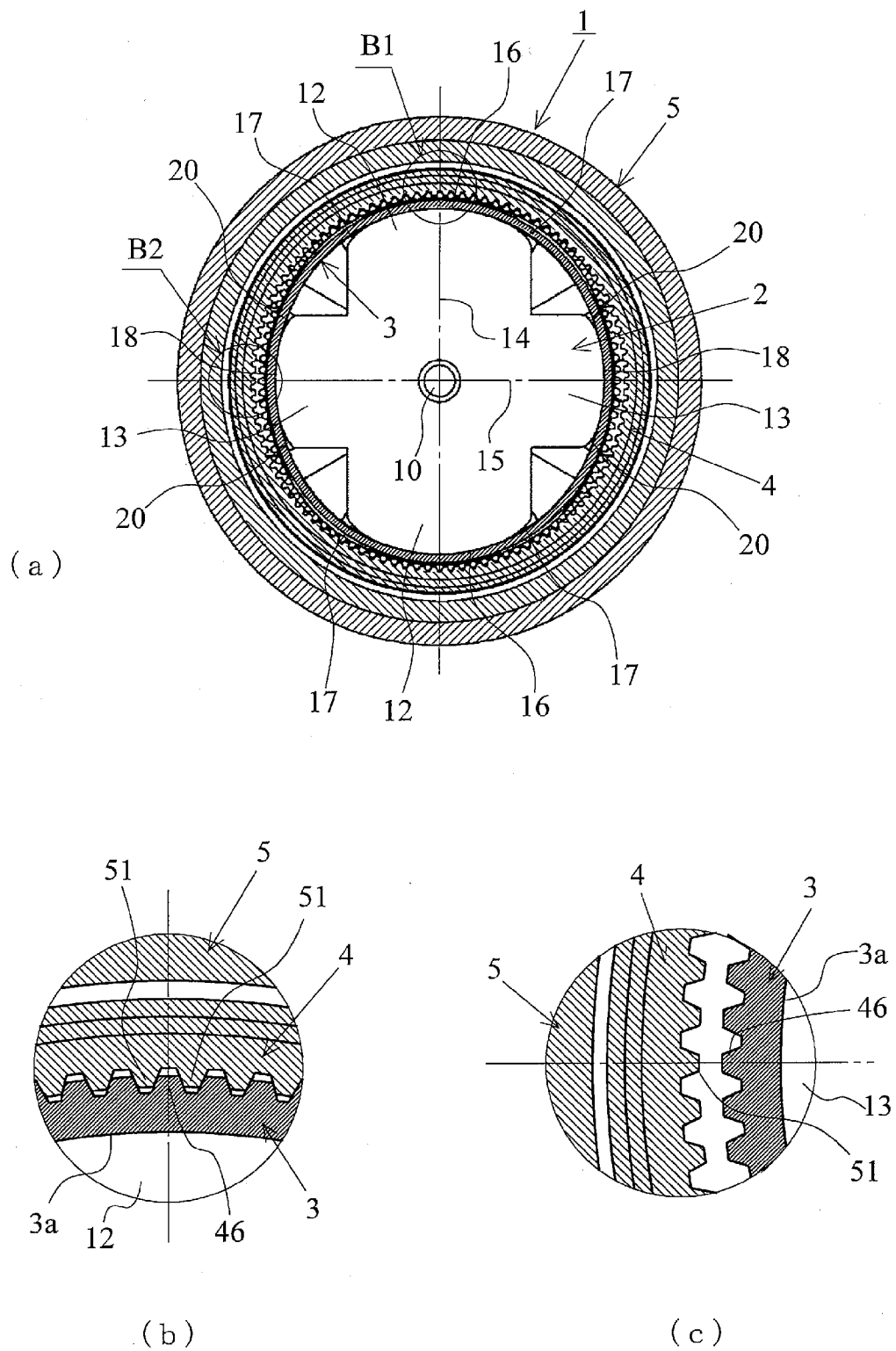
[請求項3] 前記隙間には、潤滑剤が充填された、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波動歯車装置。

[請求項4] 前記カム、前記外歯車、及び前記内歯車がプラスチックで形成された、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の波動歯車装置。

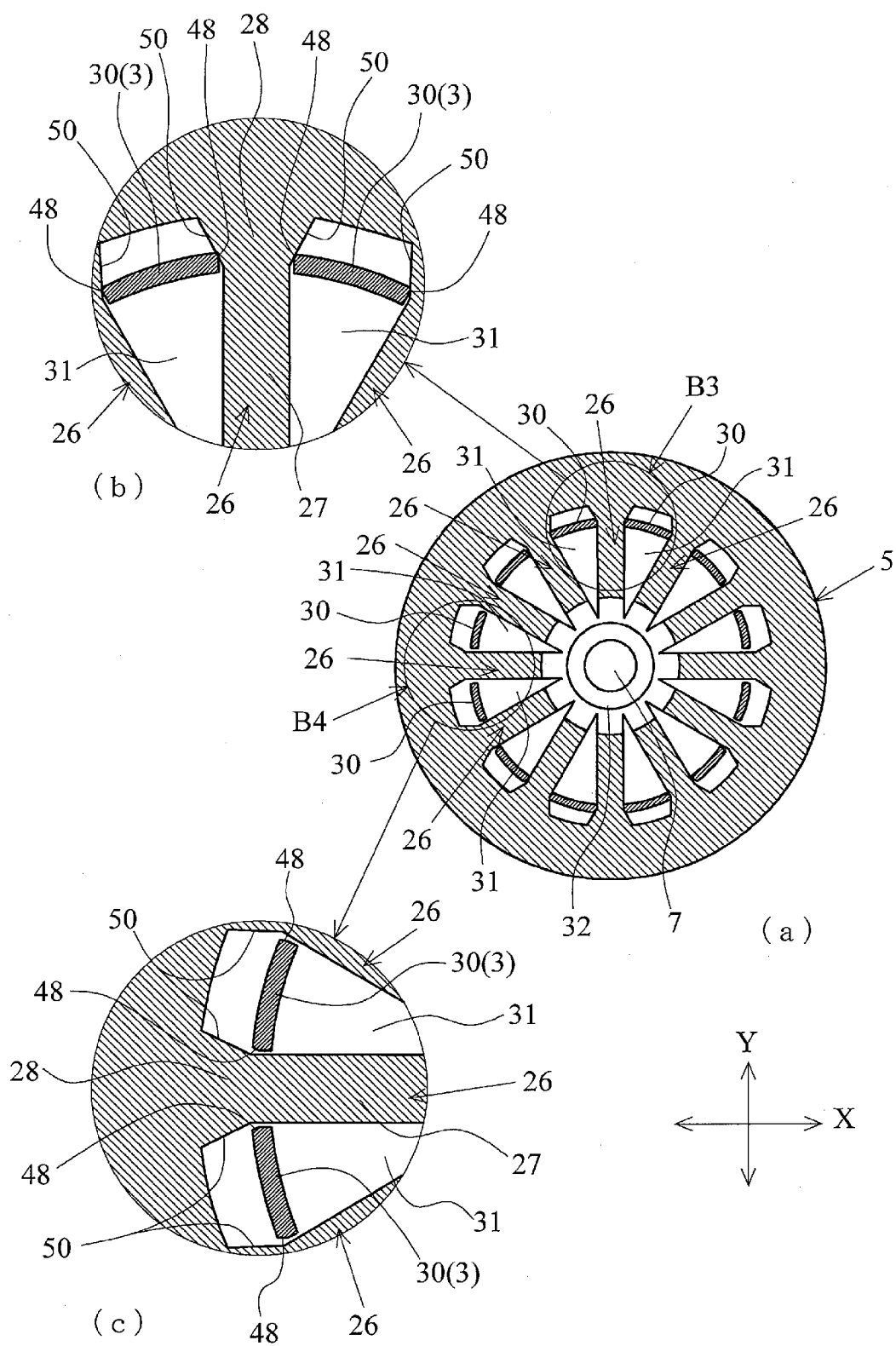
[図2]



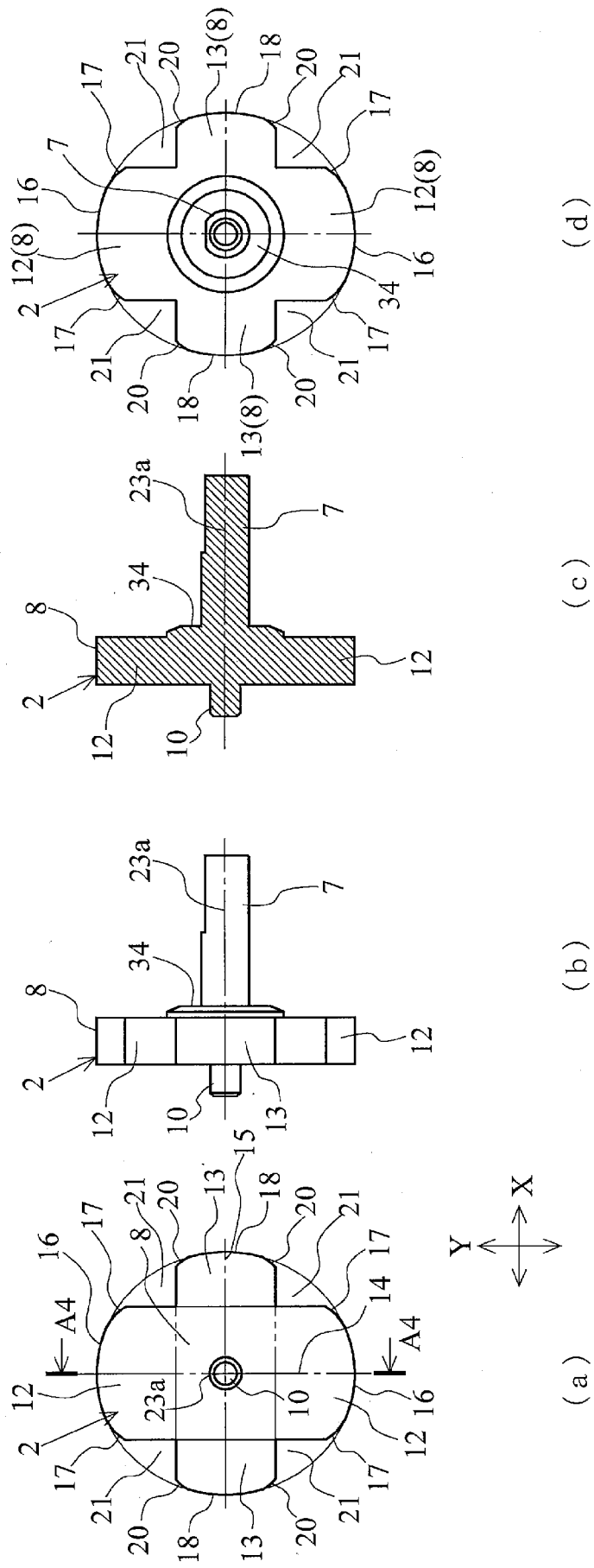
[図3]



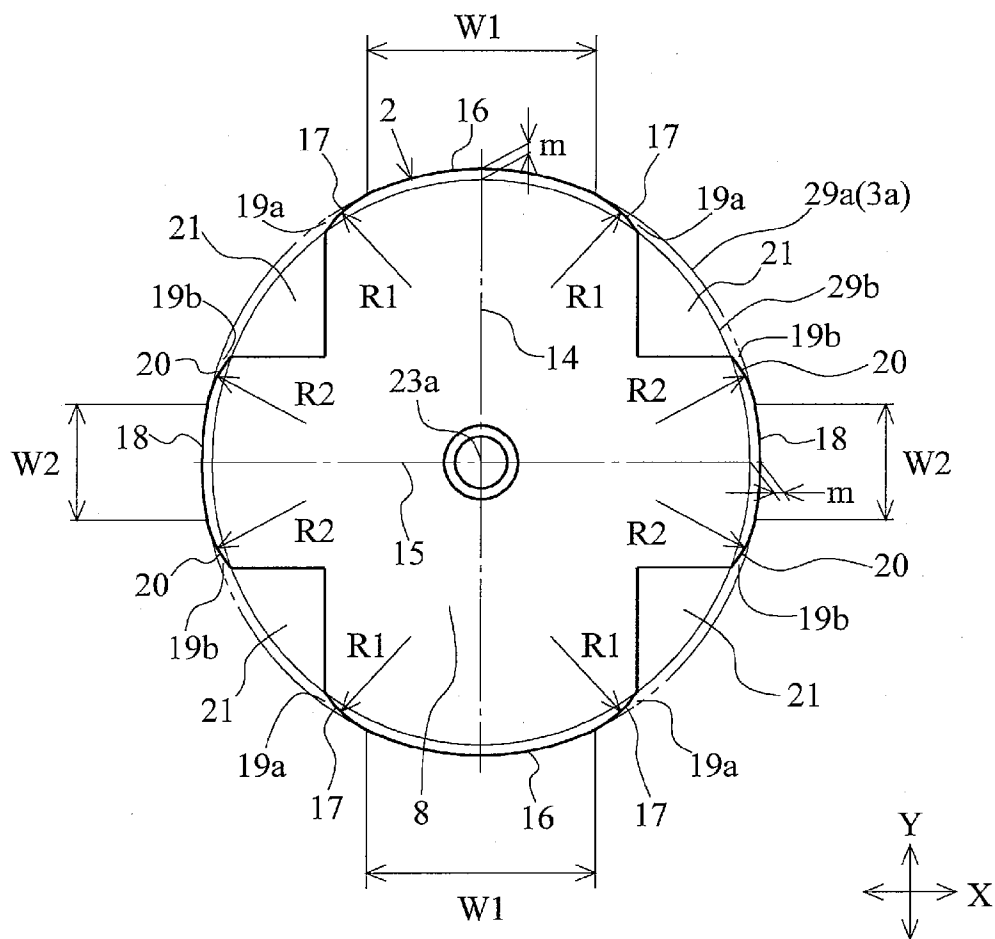
[図4]



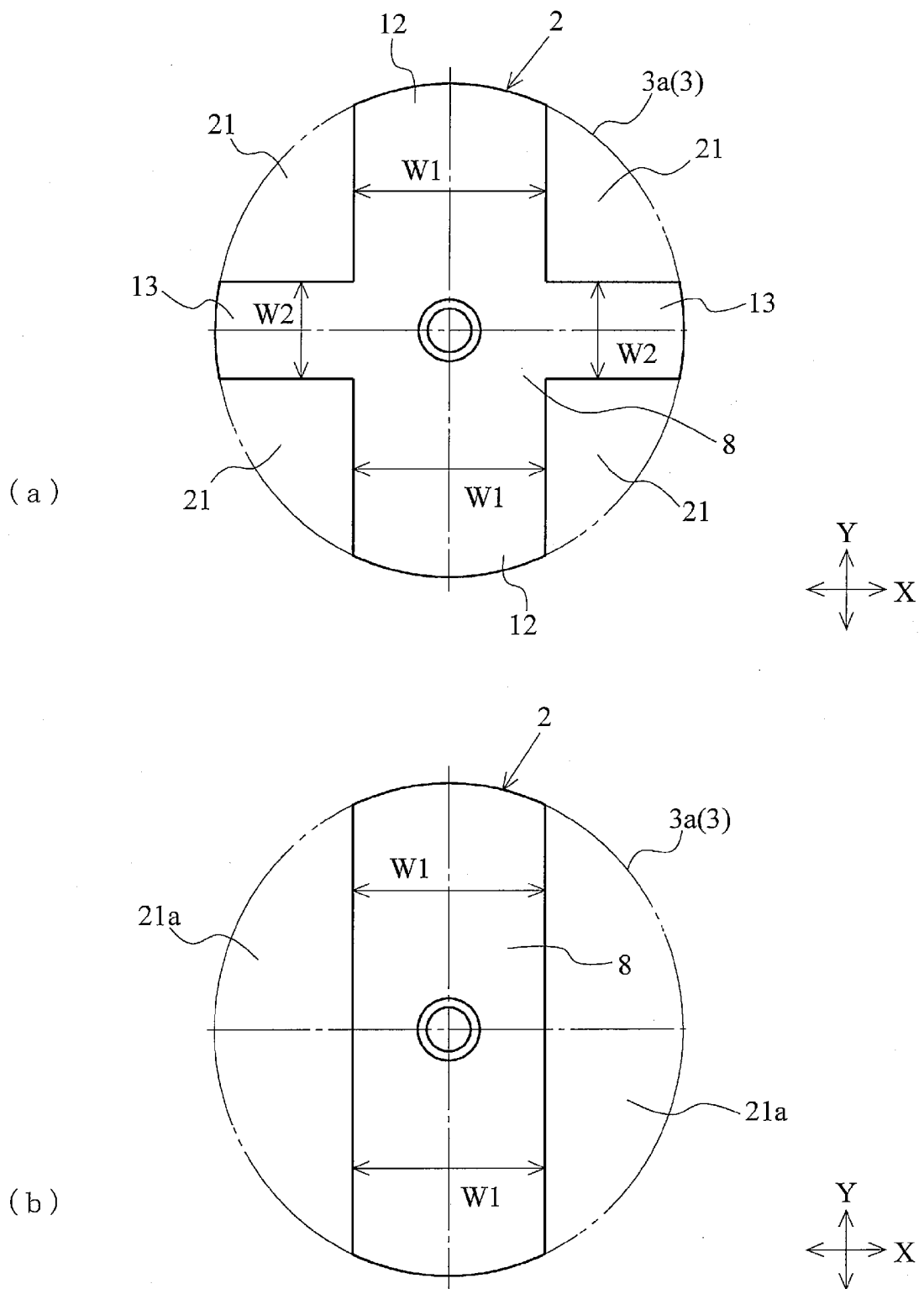
[図5]



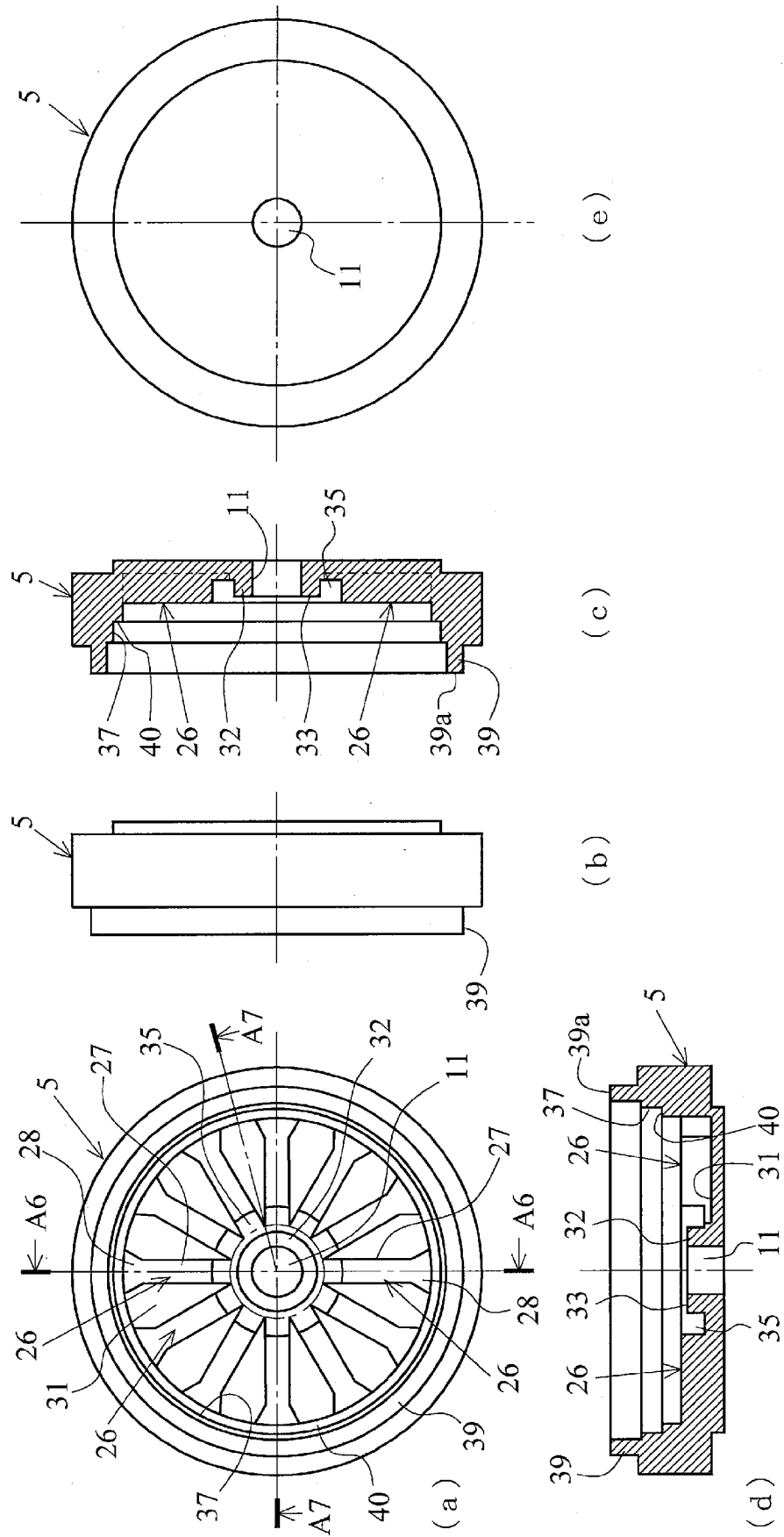
[図6]



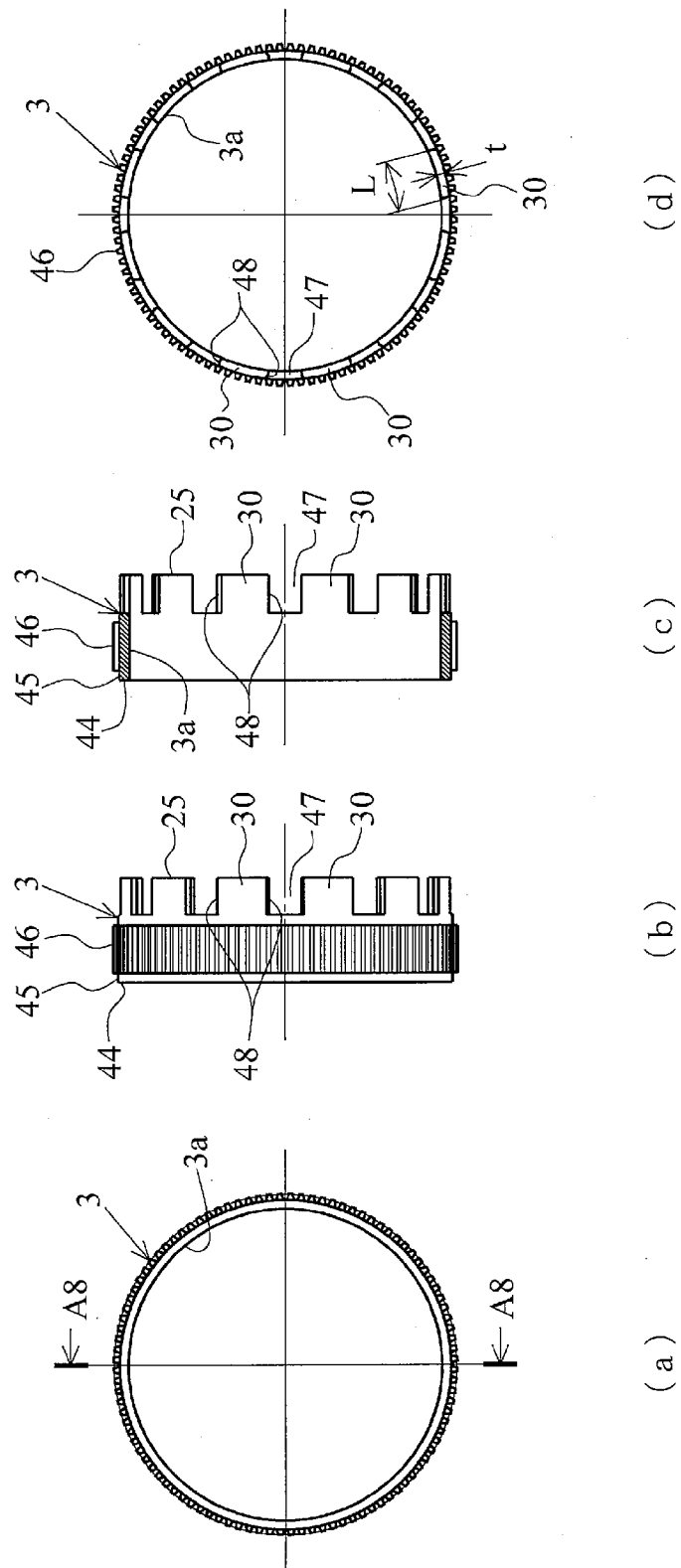
[図9]



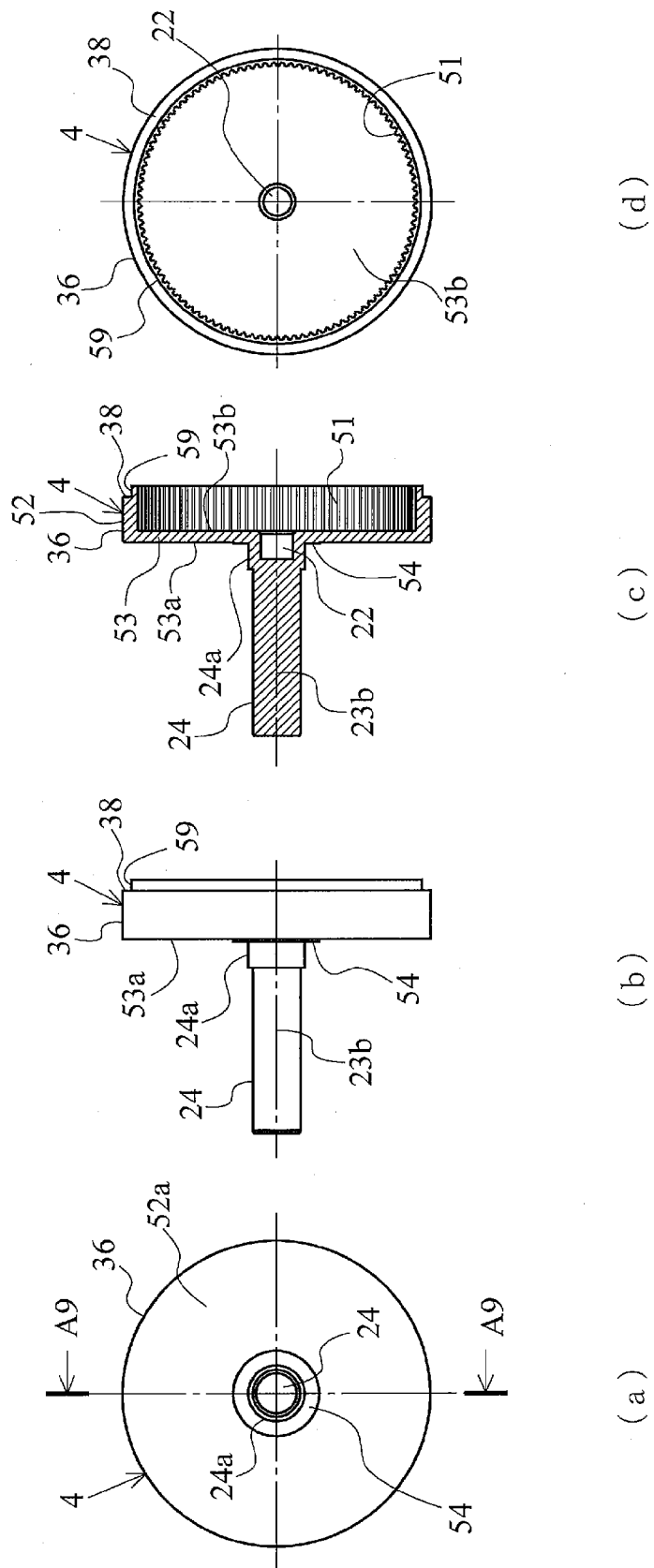
[図10]



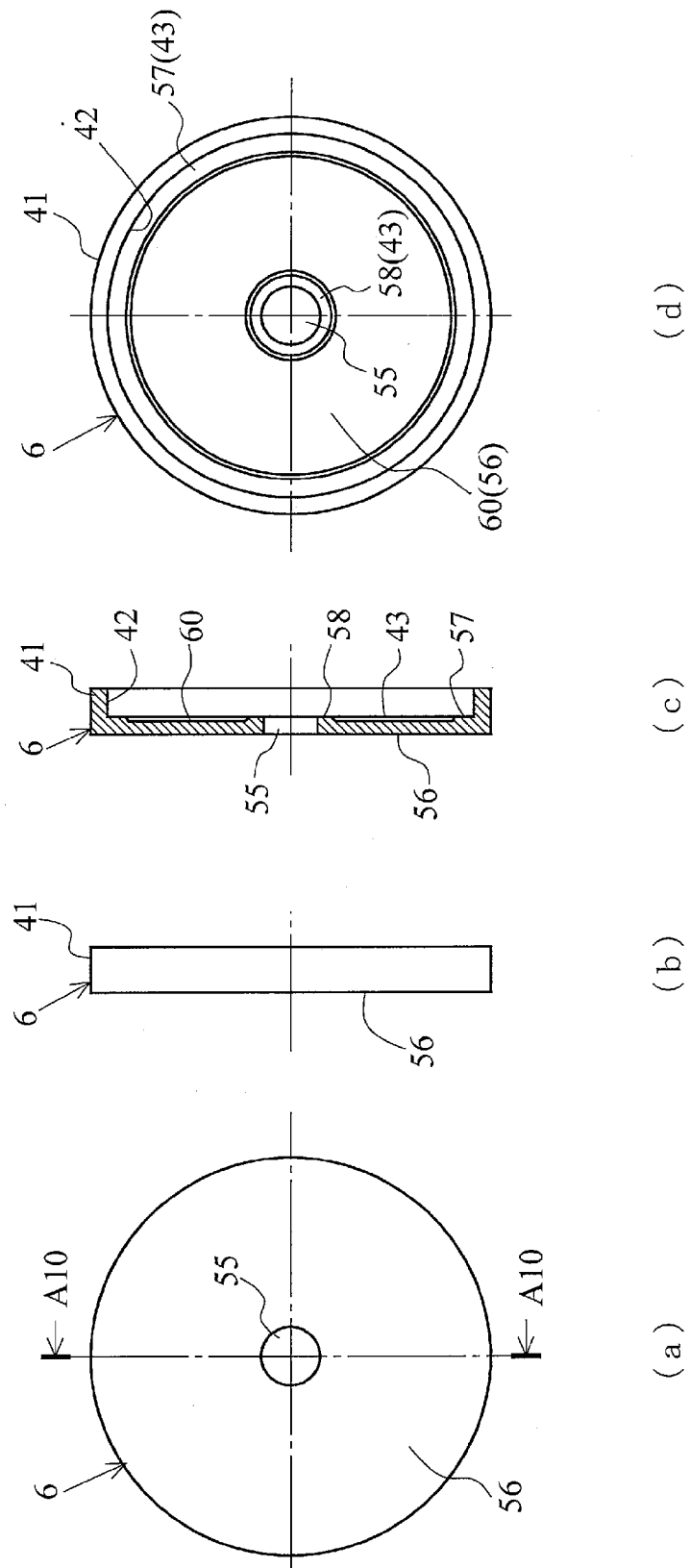
[図11]



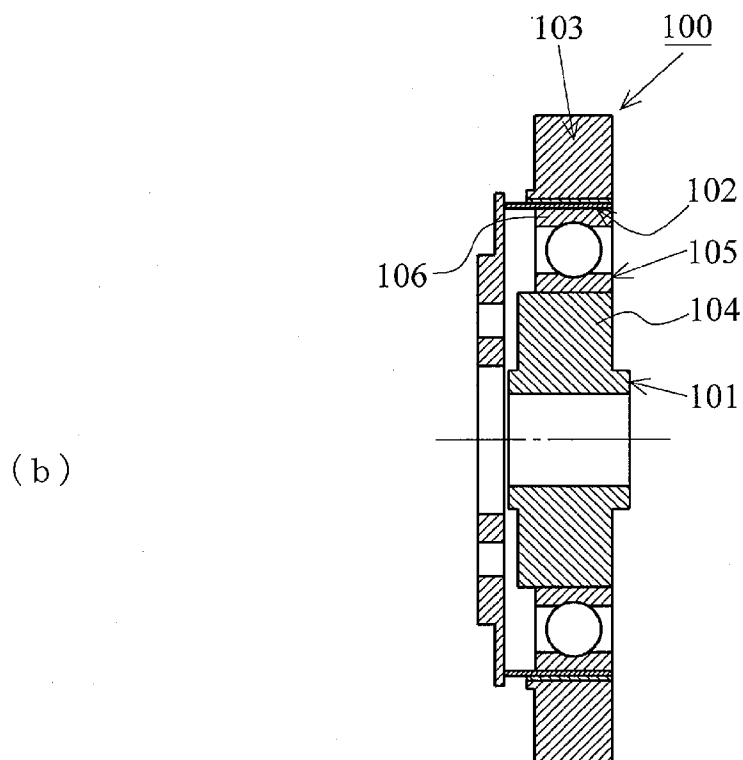
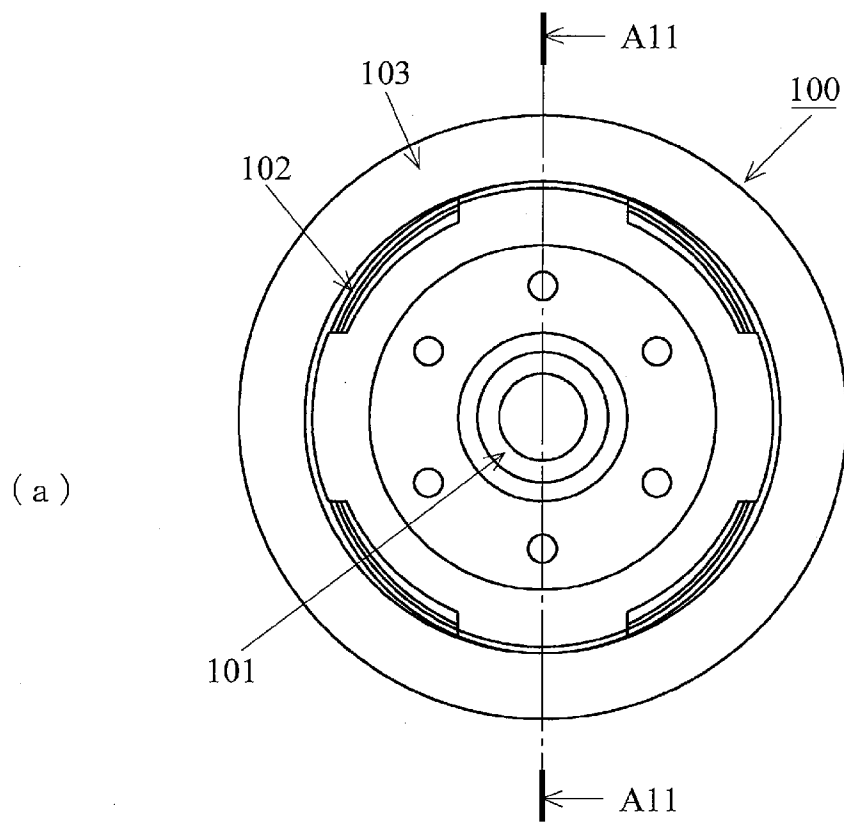
[図12]



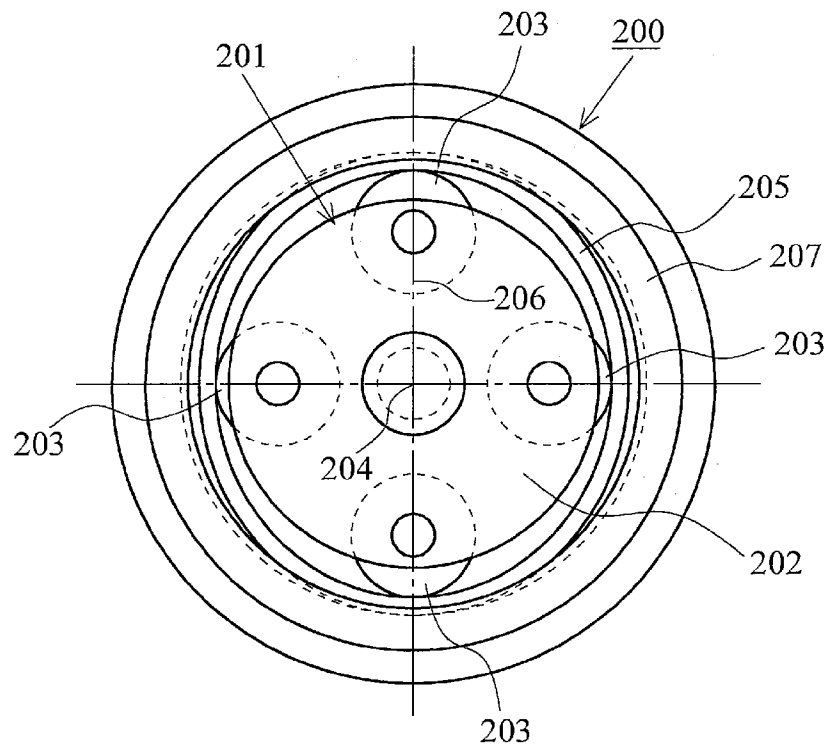
[図13]



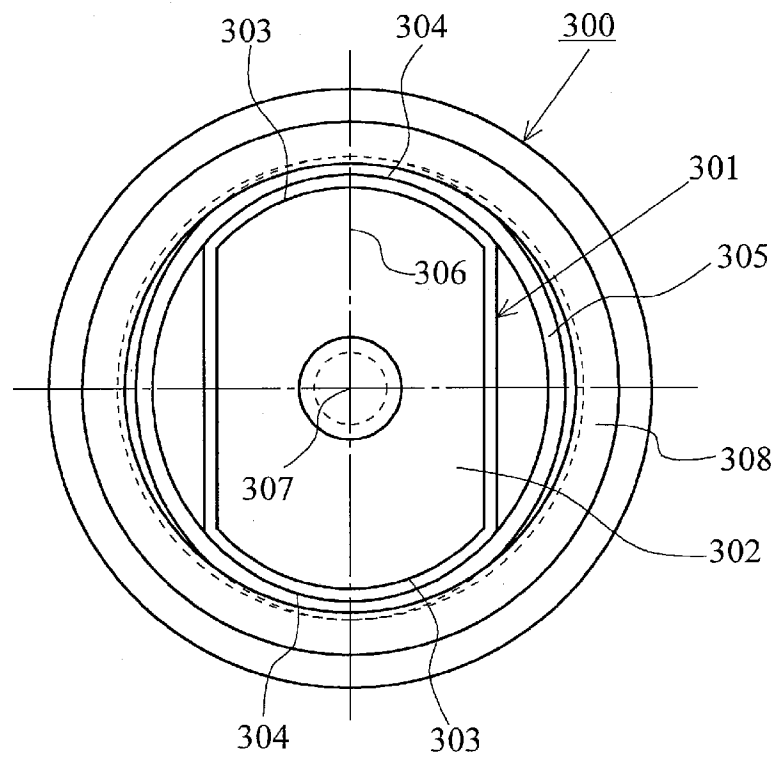
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/017518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16H1/32 (2006.01) i, F16H53/02 (2006.01) i, F16H55/06 (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, F16H53/02, F16H55/06

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2015-224684 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 14	1-2
Y	December 2015, paragraphs [0024]-[0056], fig. 1-14 (Family: none)	3-4
Y	JP 2017-72234 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 13 April 2017, paragraph [0013], fig. 1 (Family: none)	3-4
Y	JP 2005-188740 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 14 July 2005, paragraph [0083] (Family: none)	4

☐

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

"I" 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
10 July 2018 (10.07.2018)

Date of mailing of the international search report
24 July 2018 (24.07.2018)

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, F16H53/02(2006.01)i, F16H55/06(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, F16H53/02, F16H55/06

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 Y	JP 2015-224684 A（アイシン精機株式会社）2015.12.14, 段落 [0024]-[0056], 第1-14図（ファミリーなし）	1-2 3-4
Y	JP 2017-72234 A（トヨタ自動車株式会社）2017.04.13, 段落[0013], 第1図（ファミリーなし）	3-4
Y	JP 2005-188740 A（三菱重工業株式会社）2005.07.14, 段落[0083] （ファミリーなし）	4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.07.2018

国際調査報告の発送日

24.07.2018

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）

岡本 健太郎

3 J

3830

電話番号 03-3581-1101 内線 3328