

(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)



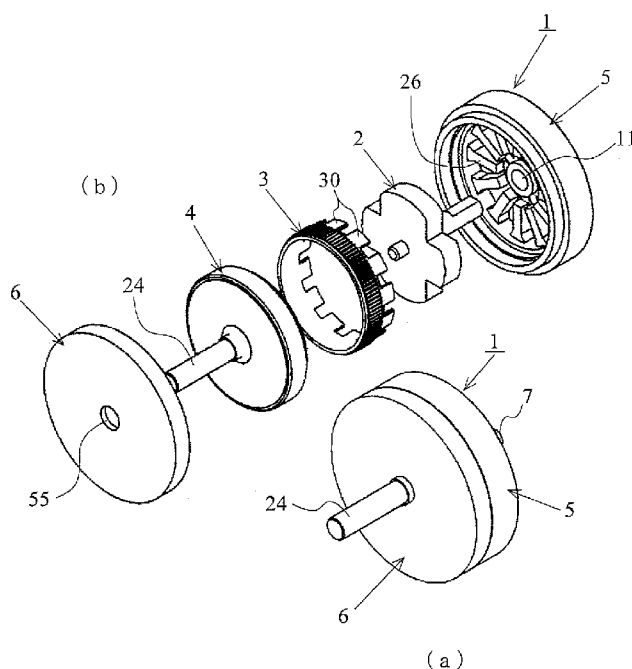
(10) 国際公開番号

WO 2018/211998 A1

- (51) 国際特許分類:
F16H 1/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/017520
- (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 2017-097995 2017年5月17日(17.05.2017) JP
特願 2017-183214 2017年9月25日(25.09.2017) 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:** [Problem] To provide a wave gear device which is capable of inhibiting backlash of a rotation transmission part during rotation transmission, and which is capable of inhibiting a reduction in motive power transmission efficiency. [Solution] A 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,



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))

on the long axis of the external gear 3. Furthermore, engagement pieces 30 near to the long axis of the external gear 3 which has been made to deform into the elliptical shape are in contact with outer end sides of adjacent radial ribs 26, 26 in the radial direction, said outer end sides being where the rib width gradually increases, and form a rotation transmission part in conjunction with the adjacent radial ribs 26, 26. Moreover, engagement pieces 30 near to the short axis of the external gear 3 which has been made to deform into the elliptical shape are disposed away from the adjacent radial ribs 26, 26.

(57) 要約: 【課題】回転伝達時の回転伝達部分の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。そして、楕円形状に変形させられた外歯車3の長軸寄りの係合片30は、隣り合う径方向リブ26、26のリブ幅が漸増する径方向外方端側に当接し、隣り合う径方向リブ26、26と共に回転伝達部分を構成する。また、楕円形状に変形させられた外歯車3の短軸寄りの係合片30は、隣り合う径方向リブ26、26から離間する。

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の低減化が求められている。

[0003] (第1従来例)

図20及び図21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22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23及び図24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25乃至図27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がばね作用部１１１，１１１の弾性力（ばね力）によって円筒部材１０６の係合凹所１１０の壁面１１２，１１２に押し付けられた状態で常時摺接し、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、回転伝達時において、棒状突起２０６が係合穴２０７の内面に継続的に接触するため、棒状突起２０６と係合穴２０７の摺接部に摩擦抵抗（外歯車２０２の楕円変形を妨げる抵抗）が継続的に生じて、動力伝達効率の低下を生じる虞がある。

[0012] そこで、本発明は、回転伝達時の回転伝達部分の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] 図１乃至図９に示すように、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、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、固定部材 5 は、外歯車 3 に対向する面側に、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。また、外歯車 3 は、歯幅方向に沿った一端面側に、固定部材 5 の隣り合う径方向リブ 26 と径方向リブ 26 との間のスペース 31 に係合される係合片 30 が複数形成されている。また、径方向リブ 26 は、径方向外方端側がリブ幅を径方向外方へ向かうに従って漸増するように形成されて、径方向外方端側で隣り合う他の前記径方向リブ 26 との間隔を漸減させている。また、橢円形状に変形させられた外歯車 3 の長軸寄りの係合片 30 は、隣り合う径方向リブ 26、26 のリブ幅が漸増する径方向外方端側に当接し、隣り合う径方向リブ 26、26 と共に回転伝達部分を構成する。また、橢円形状に変形させられた外歯車 3 の短軸寄りの係合片 30 は、隣り合う径方向リブ 26、26 から離間する。そして、外歯車 3 及び固定部材 5、並びに内歯車 4 は、波動発生器 2 の回転に伴って相対回転させられるようになっている。

[0014] 図 1 乃至図 9、及び図 12 に示すように、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、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、固定部材 5 は、外歯車 3 に対向する面側に、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。また、外歯車 3 は、歯幅方向に沿った一端面側に、固定部材 5 の隣り合う径方向リブ 26 と径方向リブ 26 との間のスペース 31 に係合される係合片 30 が複数形成されている

。また、径方向リブ 26 は、径方向内方端側がリブ幅を径方向内方へ向かうに従って漸増するように形成されて、径方向内方端側で隣り合う他の前記径方向リブ 26 との間隔を漸減させている。また、橢円形状に変形させられた外歯車 3 の短軸寄りの係合片 30 は、隣り合う径方向リブ 26、26 のリブ幅が漸増する径方向内方端側に当接し、隣り合う径方向リブ 26、26 と共に回転伝達部分を構成する。また、橢円形状に変形させられた外歯車 3 の長軸寄りの係合片 30 は、隣り合う径方向リブ 26、26 から離間する。そして、外歯車 3 及び固定部材 5、並びに内歯車 4 は、波動発生器 2 の回転に伴って相対回転させられるようになっている。

[0015] また、図 13 乃至図 19 に示すように、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橢円形状に弾性変形させられる円筒状の外歯車 61 と、この橢円形状に弾性変形させられた外歯車 61 の長軸上で外歯車 61 と噛み合う内歯車 62 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、外歯車 61 の歯幅方向に沿った一端面側には、外歯車 61 に一体回転可能な状態で係合される円板状部材 63 が配置されている。また、円板状部材 63 は、外周面から径方向外方へ向かって突出する舌片状の係合片 81 が外周面の周方向に沿って複数形成されている。また、外歯車 61 は、歯幅方向に沿った一端面側に、係合片 81 に係合させられる係合凹所 82 が形成されている。また、係合片 81 は、円板状部材 63 の周方向に沿った幅寸法が径方向外方側へ向かうに従って漸減するように形成されている。また、橢円形状に変形させられた外歯車 61 の長軸寄りの係合凹所 82 は、外歯車 61 の周方向に沿って対向するように位置する一対の側面 85、85 が円板状部材 63 の係合片 81 と隙間をもって係合する。また、橢円形状に変形させられた外歯車 61 の短軸寄りの係合凹所 82 は、外歯車 61 の周方向に沿って対向するように位置する一対の側面 85、85 が円板状部材 63 の係合片 81 に当接し、係合片 81 と共に回転伝達部分を構成する。そして、外歯車 61 及び円板状部材 63、並びに内歯車 62 は、波動発生器 2 の回転に伴って相対回転させられるようになっている。

。

発明の効果

[0016] 本発明に係る波動歯車装置は、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とはもちろんのこと、回転伝達部分の摺動抵抗に起因する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

[0017] [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]本発明の第1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]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6（a）は固定部材の正面図、図6（b）は固定部材の側面図、図6（c）は図6（a）のA5－A5線に沿って切断して示す固定部材の断面図、図6（d）は図6（a）のA6－A6線に沿って切断して示す固定部材の断面図、図6（e）は固定部材の背面図である。

[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]バックラッシの比較実験に使用した比較例に係る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)は図10(a)のB5部の拡大図である。

[図11]本実施形態に係る波動歯車装置のバックラッシと、図10に示した固定部材を本実施形態に係る固定部材に代えて使用した波動歯車装置のバックラッシとを対比して示す図である。

[図12]固定部材の変形例を示す図であり、図12(a)は本変形例に係る固定部材のリブと外歯車の係合片との係合状態を示す図、図12(b)は図12(a)のB6部の拡大図、図12(c)は図12(a)のB7部の拡大図である。

[図13]本発明の第2実施形態に係る波動歯車装置を示す図であり、図13(a)は波動歯車装置の外観斜視図、図13(b)は波動歯車装置の分解斜視図である。

[図14]本発明の第2実施形態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)は波動歯車装置の側面図、図14(c)は図14(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15]図15(a)は図14(c)のA11-A11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15(b)は図15(a)のB8部の拡大図であり、図15(c)は図15(a)のB9部の拡大図である。

[図16]本発明の第2実施形態に係る波動歯車装置を示す図であり、図16(a)はカバーを取り外して示す波動歯車装置の正面図、図16(b)は図16(a)のB10部の拡大図、図16(c)は図16(a)のB11部の拡大図である。

[図17]本発明の第2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17(a)は内歯車の正面図、図17(b)は図17(a)のA12-A12線に沿って切断して示す内歯車の断面図、図17(c)は内歯車の側面図、図17(d)は内歯車の背面図である。

[図18]本発明の第2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18(a)は外歯車の正面図、図18(b)は外歯車の側面図、図18(c)は図18(a)のA13-A13線に沿って切断して示す外歯車の断面図、図18(d)は外歯車の背面図である。

[図19]本発明の第2実施形態に係る波動歯車装置の円板状部材を示す図であり、図19(a)は円板状部材の正面図、図19(b)は円板状部材の側面図、図19(c)は図19(a)のA14-A14線に沿って切断して示す円板状部材の断面図、図19(d)は円板状部材の背面図である。

[図20]第1従来例に係る波動歯車装置を示す正面図である。

[図21]第1従来例に係る波動歯車装置を示す図であり、図20のA15-A15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22]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23]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24]図23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25]第2従来例に係る波動歯車装置の縦断面図である。

[図26]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26(a)は外歯車の縦断面図(図26(b)のA16-A16線に沿って切断して示す断面図)、図26(b)は外歯車の正面図である。

[図27]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

[0018] 以下、本発明の実施形態を図面に基づき詳述する。

[0019] [第1実施形態]

図1乃至図4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1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。また、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1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。

[0020] (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。

[0021] （波動発生器）

図 1 乃至図 3、及び図 5 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。

[0022] 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。

[0023] 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うに従って、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 13 との間が略 V 字形状の凹所 21 になっており、長軸側カム部 12 の橢円状周面 16 と短軸側カム部 13 の橢円状周面 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。

[0024] 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 23c は、入力軸 7（波動発生器 2）の回転中心 23a 及び軸 24 の回転中心 23b と同軸上に位置している。

[0025] (固定部材)

図 1、図 2、図 4、及び図 6 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 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 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。

[0026] また、この固定部材 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。この径方向外方側リブ部分 2 8 は、径方向外方端が円筒部 5 a の内周面に接続されている。そして、隣り合う径方向リブ 2 6、2 6 間には、外歯車 3 の舌片状の係合片 3 0 を係合するためのスペース 3 1 が形成されている。この隣り合う径方向リブ 2 6、2 6 間のスペース 3 1 は、径方向内方端がボス 3 2 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 2 7 と径方向外方側リブ部分 2 8 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。

[0027] ボス 3 2 は、固定部材 5 の中央部に位置し、軸穴 1 1 が貫通しており、先端面 3 3 が波動発生器 2 の橢円状カム 8 の位置決め面 3 4 に当接して、波動発生器 2 の回転中心 2 3 a 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 3 5 がボス 3 2 の周囲に形成されている。なお、隣り合う径方向リブ 2 6、2 6 間に形成されるスペース 3 1 の底面は、逃げ溝 3 5 の底面よりも深い位置に形成されている。

[0028] また、固定部材 5 は、内歯車 4 の外周面 3 6 に嵌合して、内歯車 4（軸 2 4）の回転中心 2 3 c が波動発生器 2（入力軸 7）の回転中心 2 3 a 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 3 7 が形成されている。また、固定部材 5 は、内歯車 4 の一端面 3 8 に当接して、内歯車 4 の回転中心 2 3 b 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 4 0 が形成されている。

[0029] また、固定部材 5 は、カバー 6 の円筒部 4 1 の内周面 4 2 に嵌合され、且つ、カバー 6 の内側面 4 3 に突き当てられる円筒状のカバー係合突起 3 9 が内歯車位置決め内周面 3 7 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。

[0030] （外歯車）

図 1 乃至図 4、及び図 7 に示すように、外歯車 3 は、薄肉の円筒状部材 4 4 の外周面に複数の歯（外歯）4 6 が形成され、内周面 3 a 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 1 6、1 8 に倣って橢円形状に変形させられる。

[0031] この外歯車 3 は、固定部材 5 の径方向リブ 2 6 に対向する側（一側面 2 5 側）に、隣り合う径方向リブ 2 6、2 6 間のスペース 3 1 に係合される舌片状の係合片 3 0 が固定部材 5 のスペース 3 1 と同数形成されている。この外歯車 3 の係合片 3 0 は、固定部材 5 の径方向リブ 2 6 を係合するための径方向リブ収容凹所 4 7 が外歯車 3 の一側面 2 5 側を切り欠くように径方向リブ 2 6 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 4 7、4 7 間に形成されている。そして、この外歯車 3 の係合片 3 0 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 2 6、2 6 の側面に当接することにより、隣り合う径方向リブ 2 6、2 6 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。

[0032] 図4に詳細を示すように、外歯車3は、波動発生器2の橢円状カム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の橢円状カム8が回転すると、橢円状カム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の橢円状カム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。

[0033] （内歯車）

図1乃至図3、及び図8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54が形成されている。また、軸24は、カバー6の軸穴55に嵌合される大径軸部24aが円板状部53の位置決め突起54に隣接して形成されている。

[0034] また、この内歯車4は、円筒状部52の外周側小径部59が固定部材5の内歯車位置決め内周面37に嵌合され、円筒状部52の一端面38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。

[0035] 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。

[0036] （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 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。

[0037] （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、橢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 の橢円状カム 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 24 から被回転体に伝達することができる。

[0038] 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。

[0039] (バックラッシの比較実験)

図 10 は、バックラッシの比較実験に使用した比較例に係る固定部材を示す図であり、図 10 (a) が固定部材の正面図、図 10 (b) が図 10 (a) の B5 部の拡大図である。

[0040] 図 10 に示すように、比較例に係る固定部材 5A は、径方向リブ 26 の径方向外方側の形状が本実施形態に係る固定部材 5 と異なるものの、他の構成が本実施形態に係る固定部材 5 と同一 (形状、寸法、寸法公差、表面粗さ等が同一) である (図 6 参照)。すなわち、図 6 に示すように、本実施形態に係る固定部材 5 において、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。これに対し、図 10 に示す比較例に係る固定部材 5A の径方向リブ 26 は、径方向内方端から径方向外方端へ向けて一定のリブ幅で形成され、径方向外方端と固定部材 5A の円筒部 5a の内周面とが曲面状隅肉部分 5b によって滑らか

に接続され、径方向外方端と円筒部 5 a との接続部分に応力が集中しないように形作られているが、本実施形態に係る固定部材 5 の径方向外方側リブ部分 2 8 に対応するものがない。なお、比較例に係る固定部材 5 A は、径方向リブ 2 6 の曲面状隅肉部分 5 b が外歯車 3 の係合片 3 0 に接触しない位置に形成されている。

[0041] 図 1 1 は、本実施形態に係る波動歯車装置 1（本発明品と略称する）のバックラッシと、図 1 0 に示した固定部材 5 A を本実施形態に係る固定部材 5 に代えて使用した波動歯車装置（比較例品と略称する）のバックラッシとを対比して示す図である。なお、図 1 1 において、縦軸はバックラッシを回転角度（°）で示している。

[0042] この図 1 1 に示すように、本発明品は、バックラッシが比較例品の約 1 / 3 に低減し、高精度の動力伝達が可能になる。

[0043] （第 1 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、回転伝達時における回転伝達部分（係合片 3 0 と一对の径方向リブ 2 6、2 6 の当接部分）のバックラッシを抑えることができることはもちろんのこと、回転伝達部分の摺動抵抗に起因する動力伝達効率の低下を抑えることができる。

[0044] 本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、外歯車 3 の係合片 3 0 が固定部材 5 の径方向リブ 2 6 に常時当接するようになっておらず、外歯車 3 が波動発生器 2 の回転に伴って楕円形状に変形させられたとしても、係合片 3 0 と固定部材 5 の径方向リブ 2 6 との当接部分（回転伝達部分）に楕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ため、回転伝達部分の摩耗を低減できる。

[0045] 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。

[0046] 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。また、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、固定部材 5 の径方向外方側リブ部分 28 の両側面 50, 50 が直線状の傾斜面になっているが（図 4 参照）、これに限られず、径方向外方側リブ部分 28 が径方向外方側へ向かうにしたがってリブ幅を漸増させるものであればよく、例えば、径方向外方側リブ部分 28 の両側面 50, 50 を外側（隣り合う他の径方向リブ 26 側）へ向かって凸の曲面に形成するか、又は、径方向外方側リブ部分 28 の両側面 50, 50 を外側（隣り合う他の径方向リブ 26 側）へ向かって凹の曲面に形成してもよい。

[0047] （固定部材の変形例）

図 12 は、固定部材 5 の変形例を示す図であり、図 4 に対応する図である。なお、図 12（a）は本変形例に係る固定部材 5 の径方向リブ 26 と外歯車 3 の係合片 30 との係合状態を示す図であり、図 12（b）は図 12（a）の B6 部の拡大図であり、図 12（c）は図 12（a）の B7 部の拡大図である。

[0048] 図 12 に示すように、本変形例に係る固定部材 5 は、径方向リブ 26 の形状及びスペース 31 の形状が図 4 に示した固定部材 5 の径方向リブ 26 の形状及びスペース 31 の形状と異なるものの、他の構成が図 4 に示した固定部材 5 と同様である。すなわち、本変形例に係る固定部材 5 の径方向リブ 26 は、リブ幅が一定の部分（径方向リブ 26 の径方向外方端側に位置する径方向外方側リブ部分 28）とリブ幅が変化する部分（径方向リブ 26 の径方向内方端側に位置する径方向内方側リブ部分 27）とがある。径方向外方側リブ部分 28 は、径方向外方端（円筒部 5a の内周面との接続部分）から径方向内方へ向かって一定のリブ幅で形成されている。また、径方向内方側リブ部分 27 は、その径方向外方端（径方向外方側リブ部分 28 との接続部）から径方向内方へ向かうに従ってリブ幅が漸増する部分であり、径方向内方端が隣り合う他の径方向内方側リブ部分 27 の径方向内方端に接続されている。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 間に形成されたスペース 31 は、径方向外方側リブ部分 28 の径方向外方端から径方向内方へ向かうに従って周方向のスペース幅が漸減し、径方向内方側リブ部分 27 の径方向外方端（径方向外方側リブ部分 28 との接続部）から径方向内方へ向かうに従って周方向のスペース幅が V 字状に急激に減少し、径方向内方側リブ部分 27 の径方向内方端で閉じている（周方向のスペース幅がゼロになっている）。なお、スペース 31 の径方向内方端（V 字状の谷底部分）は、径方向内方側へ向かって凸の曲面で形成してもよい。

[0049] このような本変形例に係る固定部材 5 は、外歯車 3 が波動発生器 2 の橢円状カム 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 が径方向内方側リブ部分 27, 27 の両側面 50a, 50a から離れ、橢円の長軸寄りの係合片 30 と径方向リブ 26, 26 との間に隙間が生じる一方（図 12（b）参照）、橢円の短軸（X 方向）寄りの係合片 30 が径方向内方側リブ部分 27, 27 の両側面 50a, 50a に当接し（図 12（c）参照）、外歯車 3 との相対回動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。なお、本変形例に係る固定部材 5 は、橢円状に弾性変形させられた外歯車 3 の短軸寄りの係合片 30 が外歯車 3 の縮径方向への弾性力によって内方側リブ部分 27, 27 の両側面 50a, 50a に当接する。

[0050] また、このような本変形例に係る固定部材 5 は、外歯車 3 の係合片 30 が径方向リブ 26 に常時当接するようになっておらず、外歯車 3 が波動発生器 2 の橢円状カム 8 の回動に伴って橢円形状に変形させられたとしても、外歯車 3 の係合片 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。

[0051] [第 2 実施形態]

図 13 乃至図 16 は、本発明の第 2 実施形態に係る波動歯車装置 1 を示す図である。なお、図 13（a）は波動歯車装置 1 の外観斜視図であり、図 13（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14(a)は波動歯車装置1の正面図であり、図14(b)は波動歯車装置1の側面図であり、図14(c)は図14(a)のA10-A10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15(a)は図14(c)のA11-A11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15(b)は図15(a)のB8部の拡大図であり、図15(c)は図15(a)のB9部の拡大図である。また、図16(a)はカバー6を取り外して示す波動歯車装置1の正面図であり、図16(b)は図16(a)のB10部の拡大図であり、図16(c)は図16(a)のB11部の拡大図である。

[0052] (波動歯車装置の概略構成)

図13乃至図16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61と、この楕円形状に変形させられた外歯車61の長軸上で外歯車61と噛み合う内歯車62と、外歯車61と一体回転できるように係合される円板状部材63と、内歯車62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61、内歯車62、円板状部材63、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。なお、本実施形態に係る波動歯車装置1は、波動発生器2及びカバー6が第1実施形態に係る波動歯車装置1の波動発生器2及びカバー6と共通であるため、波動発生器2及びカバー6の説明を適宜省略する。

[0053] (内歯車)

図13乃至図17に示すように、内歯車62は、図外のロボットアーム等の取付対象物に固定されるようになっており、円筒状部64と円板状部65とでカップ状に形成されている。そして、内歯車62の円板状部65の中心部には、波動発生器2の入力軸7を回転できるように支持する軸穴66が形成されている。また、内歯車62の円板状部65の軸穴66の周囲には、波

動発生器 2 の橢円状カム 8 の位置決め突起 9 を収容する凹所 6 7 が形成されている。そして、この凹所 6 7 の底面 6 8 は、橢円状カム 8 の位置決め突起 9 の位置決め面（端面）3 4 に当接し、波動発生器 2 の回転中心 2 3 a に沿った方向の位置決めを行うようになっている。また、内歯車 6 2 の円板状部 6 5 は、凹所 6 7 の径方向外方側の内側面 7 0 が橢円状カム 8 に嵌合された外歯車 6 1 の一端面に当接し、外歯車 6 1 の回転中心 2 3 a に沿った方向の位置決めを行うようになっている。

[0054] また、内歯車 6 2 の円筒状部 6 4 の内周面側には、歯（内歯）7 1 が周方向に沿って複数形成されている。そして、内歯車 6 2 の歯 7 1 は、波動発生器 2 の橢円状カム 8 によって橢円形状に弾性変形させられた外歯車 6 1 の長軸上の 2 箇所の歯（外歯）7 2 と噛み合うようになっている。そして、円筒状部 6 4 の径方向内方の空間 7 3 には、波動発生器 2 の橢円状カム 8 及び橢円状カム 8 に嵌合された外歯車 6 1 が収容されている。

[0055] また、内歯車 6 2 は、カバー 6 の円筒部 4 1 の内周面 4 2 に嵌合され、且つ、カバー 6 の内側面側に形成された第 1 リング状突起 5 7 に突き当てられる円筒状のカバー係合突起 3 9 が歯（内歯）7 1 よりも径方向外方側の位置に形成されている。この内歯車 6 2 のカバー係合突起 3 9 は、カバー 6 を径方向に位置決めすると共に、カバー 6 を回転中心 2 3 a に沿った方向に位置決めする。そして、この内歯車 6 2 は、円板状部材 6 3 の円板部 7 4 をカバー係合突起 3 9 の径方向内方の空間に十分な隙間をもって収容するようになっている。なお、内歯車 6 2 材とカバー 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。

[0056] （外歯車）

図 1 3 乃至図 1 6、及び図 1 8 に示すように、外歯車 6 1 は、薄肉の円筒状部材 7 5 の外周面 7 6 に複数の歯（外歯）7 2 が形成され、内周面 7 8 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 1 6, 1 8 に倣って橢円形状に変形させられる。

[0057] この外歯車 6 1 は、円板状部材 6 3 の円板部 7 4 に対向する側（歯幅方向に沿った一端側であって、図 1 8（b）、（c）の左側）に、円板状部材 6 3 の係合片 8 1 と係合する係合凹所 8 2 が係合片 8 1 と同数形成されている。そして、この外歯車 6 1 は、隣り合う係合凹所 8 2、8 2 間に、円板状部材 6 3 の隣り合う係合片 8 1、8 1 間のスペース 8 3 に係合される回り止め片 8 4 が形成されている。この外歯車 6 1 の回り止め片 8 4 は、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、周方向に弾性変形し難くなっているため、円板状部材 6 3 の係合片 8 1 に当接することにより、外歯車 6 1 と円板状部材 6 3 とを一体回転させることができる。

[0058] 図 1 6 に示すように、外歯車 6 1 の係合凹所 8 2 の両側面 8 5、8 5（隣り合う一对の回り止め片 8 4、8 4 の側面 8 5、8 5）は、楕円形状の長軸寄りの位置で円板状部材 6 3 の係合片 8 1 と隙間をもって係合し、楕円形状の短軸寄りの位置で円板状部材 6 3 の係合片 8 1 に当接し、外歯車 6 1 と円板状部材 6 3 との相対回転を阻止することができる。すなわち、外歯車 6 1 は、波動発生器 2 の楕円状カム 8 が回転すると、楕円状カム 8 の回転位置に応じて楕円の長軸と短軸の位置が変化し、円滑に楕円状に弾性変形して、短軸寄りの回り止め片 8 4 で円板状部材 6 3 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 6 1 は、回り止め片 8 4（係合凹所 8 2 の両側面 8 5、8 5）が円板状部材 6 3 の係合片 8 1 の傾斜面 8 1 a、8 1 a に常時当接するようになっておらず、波動発生器 2 の楕円状カム 8 の回転に伴って楕円形状に変形させられたとしても、回り止め片 8 4 と円板状部材 6 3 の係合片 8 1 との当接部に楕円形状への弾性変形を妨げる方向の摩擦抵抗が生じにくい。

[0059] （円板状部材）

図 1 3、図 1 4、図 1 6、及び図 1 9 に示すように、円板状部材 6 3 は、波動発生器 2 の回転中心 2 3 a に直交するように配置される円板部 7 4 と、

この円板部 7 4 の中心部に一体に形成された軸 8 6 と、を有している。軸 8 6 は、回転中心 8 6 a が波動発生器 2 の入力軸 7 の回転中心 2 3 a と同心になるように、カバー 6 の軸穴 5 5 に回動可能に嵌合される。円板部 7 4 の中心部には、波動発生器 2 の支持軸 1 0 を相対回動可能に収容する軸受け穴 8 7 が形成されている。円板部 7 4 の外周面 8 8 には、先細の等脚台形状の係合片 8 1 が周方向に沿って等間隔に複数（外歯車 6 1 の係合凹所 8 2 と同数）形成されている。この円板部 7 4 の係合片 8 1 は、等脚台形形状の傾斜面 8 1 a, 8 1 a が楕円形状の外歯車 6 1 の短軸上の位置で外歯車 6 1 の係合凹所 8 2 の両側面 8 5, 8 5（隣り合う一对の回り止め片 8 4, 8 4 の側面 8 5, 8 5）に当接し、楕円形状の外歯車 6 1 の短軸上以外の部分で外歯車 6 1 の係合凹所 8 2 の両側面 8 5, 8 5（隣り合う一对の回り止め片 8 4, 8 4 の側面 8 5, 8 5）に隙間をもって係合するようになっている。このような円板状部材 6 3 の係合片 8 1 は、外歯車 6 1 の係合凹所 8 2 と共に回転伝達部分を構成している。

[0060] （第 2 実施形態に係る波動歯車装置の作動状態）

以上のような構成の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 6 1 の長軸位置が波動発生器 2 の楕円状カム 8 の回動に伴って波動発生器 2 の回転中心 2 3 a の回りを移動（回動）する。外歯車 6 1 と内歯車 6 2 の噛み合い位置は、外歯車 6 1 の長軸上の 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、内歯車 6 2 を固定した場合であって、例えば、内歯車 6 2 の歯数を Z_c とし、外歯車 6 1 の歯数を Z_f （ $Z_f = Z_c - 2$ ）とすると（内歯車 6 2 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 6 1 が波動発生器 2 の回転方向と逆方向に 2 歯分だけ円板状部材 6 3 と共に回動する。すなわち、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、内歯車 6 2 を固定した場合、駆動手段の回転を $2 / Z_f$ に減速して円板状部材 6 3 の軸 8 6 から被回転体に伝達することができる。

[0061] また、本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、円板状部材 6 3 及び外歯車 6 1 を固定した場合であって、例えば、内歯車 6 2 の歯数を Z_c とし、外歯車 6 1 の歯数を Z_f ($Z_f = Z_c - 2$) とすると（内歯車 6 2 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 6 2 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、円板状部材 6 3 及び外歯車 6 1 を固定した場合、駆動手段の回転を $2 / Z_c$ に減速して内歯車 6 2 から被回転体に伝達することができる。

[0062] (第 2 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、回転伝達時における回転伝達部分（円板状部材 6 3 の係合片 8 1 と外歯車 6 1 の係合凹所 8 2 の両側面 8 5, 8 5 との当接部分）の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、回転伝達部分の摺動抵抗に起因する動力伝達効率の低下を抑えることができる。

[0063] 本実施形態に係る波動歯車装置 1 は、円板状部材 6 3 の係合片 8 1 が外歯車 6 1 の係合凹所 8 2 の両側面 8 5, 8 5 に常時当接するようになっておらず、外歯車 6 1 が波動発生器 2 の回転に伴って楕円形状に変形させられたとしても、円板状部材 6 3 の係合片 8 1 と外歯車 6 1 の係合凹所 8 2 の両側面 8 5, 8 5 との当接部分（回転伝達部分）に楕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ため、回転伝達部分の摩耗を低減できる。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] また、本実施形態に係る波動歯車装置 1 において、円板状部材 6 3 の係合片 8 1 は、等脚台形形状に形成する場合に限定されず、半楕円形状、円弧形

状、又は三角形状に形成してもよい。

[0067] [その他の変形例]

本発明の第 1 実施形態に係る波動歯車装置 1 の波動発生器 2 は、外歯車 3 の内周面 3 a に当接する部分にベアリング又はローラを配置してもよい。また、本発明の第 2 実施形態に係る波動歯車装置 1 の波動発生器 2 は、外歯車 6 1 の内周面 7 8 に当接する部分にベアリング又はローラを配置してもよい。

符号の説明

[0068] 1 ……波動歯車装置、2 ……波動発生器、3, 6 1 ……外歯車、4, 6 2 ……内歯車、5 ……固定部材、2 3 a ……回転中心、2 6 ……径方向リブ、3 0 ……係合片、3 1 ……スペース、8 1 ……係合片、8 2 ……係合凹所、8 5 ……側面

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楕円形状に弾性変形させられる円筒状の外歯車と、この楕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、前記固定部材の隣り合う前記径方向リブと前記径方向リブとの間のスペースに係合される係合片が複数形成され、

前記径方向リブは、径方向外方端側がリブ幅を径方向外方へ向かうに従って漸増するように形成されて、径方向外方端側で隣り合う他の前記径方向リブとの間隔を漸減させ、

楕円形状に変形させられた前記外歯車の長軸寄りの前記係合片は、隣り合う前記径方向リブの前記リブ幅が漸増する径方向外方端側に当接し、隣り合う前記径方向リブと共に回転伝達部分を構成し、

楕円形状に変形させられた前記外歯車の短軸寄りの前記係合片は、隣り合う前記径方向リブから離間し、

前記外歯車及び前記固定部材、並びに前記内歯車は、前記波動発生器の回転に伴って相対回転させられる、

ことを特徴とする波動歯車装置。

[請求項2]

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と、この楕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、前記固定部材の隣り合う前記径方向リブと前記径方向リブとの間のスペースに係合される係合片が複数形成され、

前記径方向リブは、径方向内方端側がリブ幅を径方向内方へ向かうに従って漸増するように形成されて、径方向内方端側で隣り合う他の前記径方向リブとの間隔を漸減させ、

楕円形状に変形させられた前記外歯車の短軸寄りの前記係合片は、隣り合う前記径方向リブの前記リブ幅が漸増する径方向内方端側に当接し、隣り合う前記径方向リブと共に回転伝達部分を構成し、

楕円形状に変形させられた前記外歯車の長軸寄りの前記係合片は、隣り合う前記径方向リブから離間し、

前記外歯車及び前記固定部材、並びに前記内歯車は、前記波動発生器の回転に伴って相対回転させられる、

ことを特徴とする波動歯車装置。

[請求項3]

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と、この楕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、前記外歯車に一体回転可能な状態で係合される円板状部材が配置され、

前記円板状部材は、外周面から径方向外方へ向かって突出する舌片状の係合片が前記外周面の周方向に沿って複数形成され、

前記外歯車は、前記歯幅方向に沿った一端面側に、前記係合片に係合させられる係合凹所が形成され、

前記係合片は、前記円板状部材の周方向に沿った幅寸法が径方向外

方側へ向かうに従って漸減するように形成され、

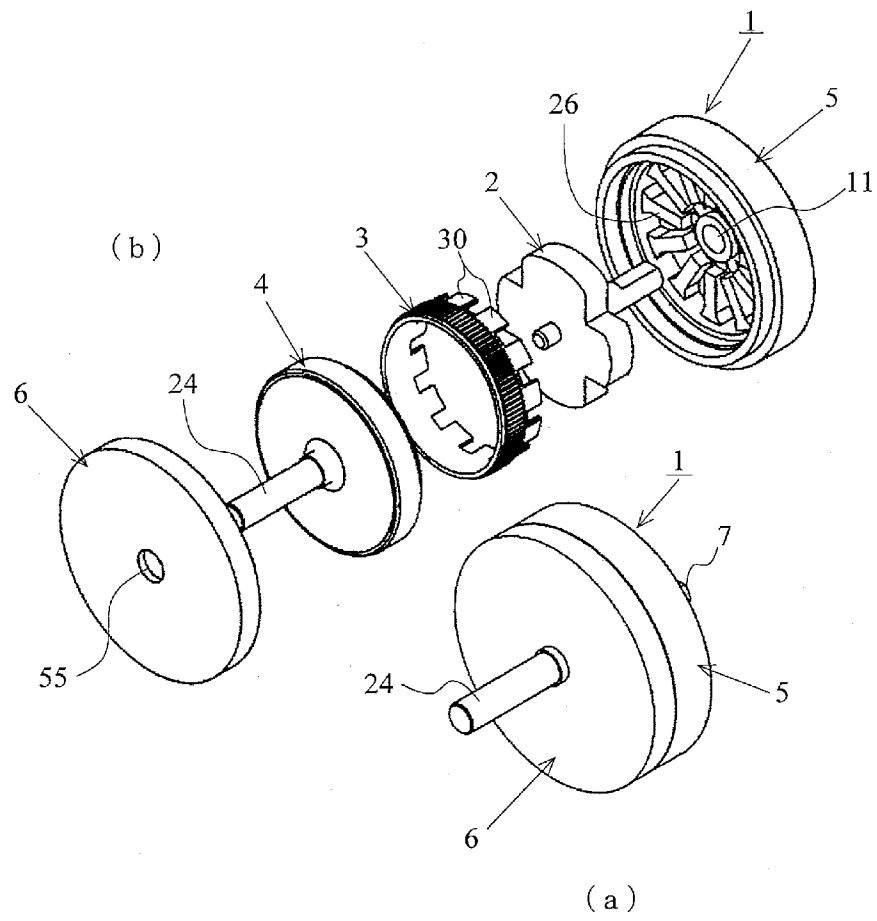
楕円形状に変形させられた前記外歯車の長軸寄りの前記係合凹所は、前記外歯車の周方向に沿って対向するように位置する一对の側面が前記円板状部材の前記係合片と隙間をもって係合し、

楕円形状に変形させられた前記外歯車の短軸寄りの前記係合凹所は、前記外歯車の周方向に沿って対向するように位置する一对の側面が前記円板状部材の前記係合片に当接し、前記係合片と共に回転伝達部分を構成し、

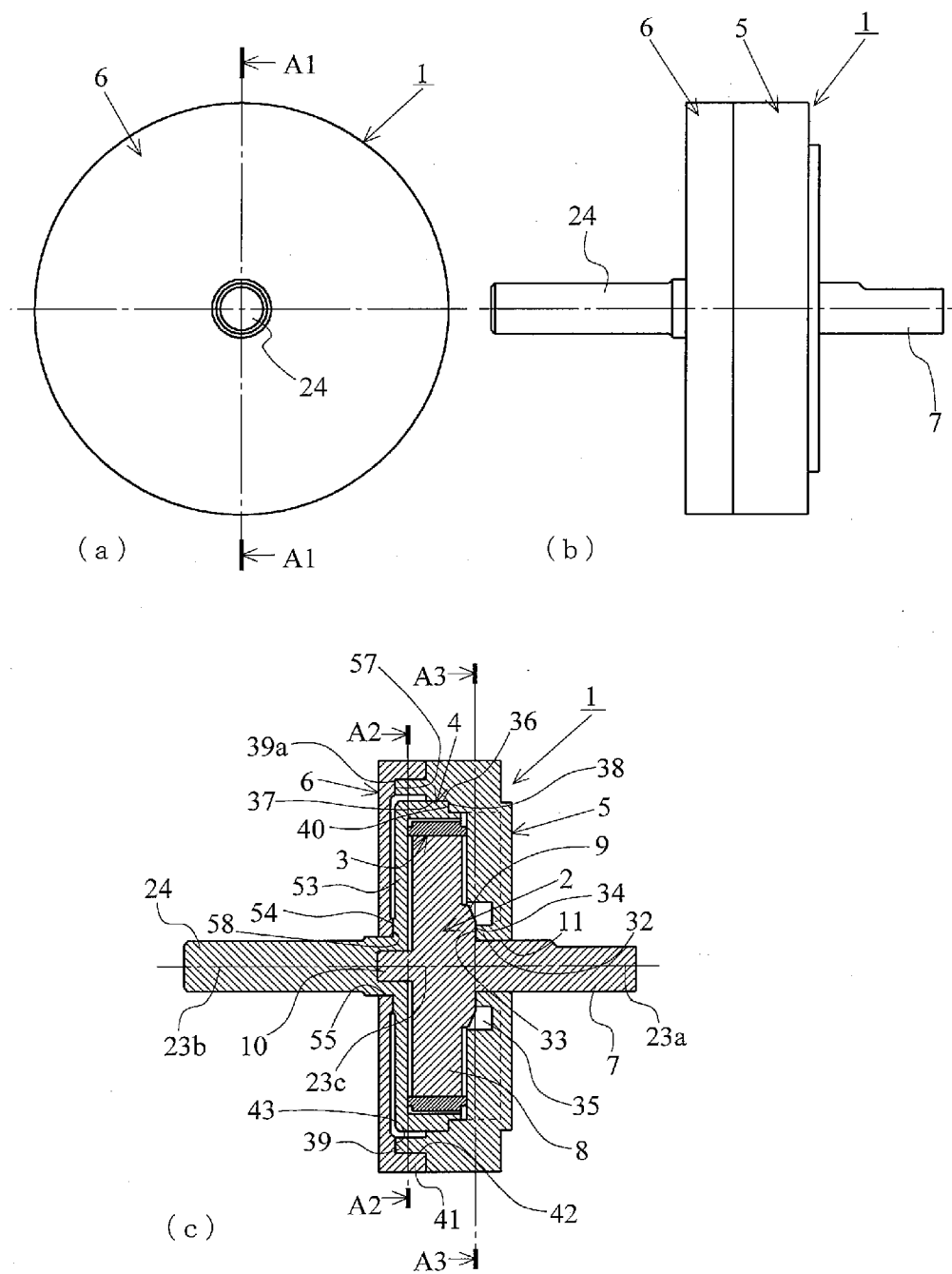
前記外歯車及び前記円板状部材、並びに前記内歯車は、前記波動発生器の回転に伴って相対回動させられる、

ことを特徴とする波動歯車装置。

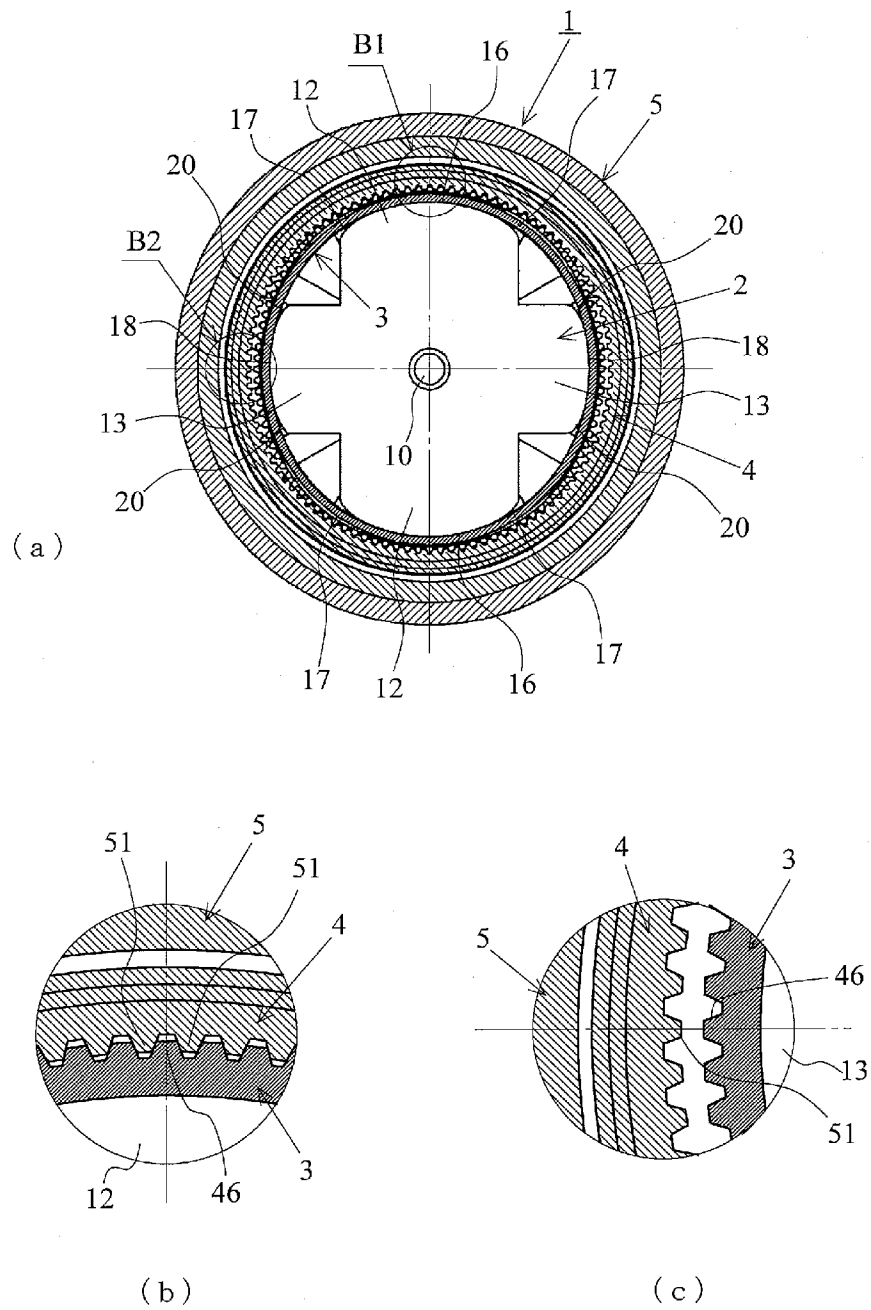
[図1]



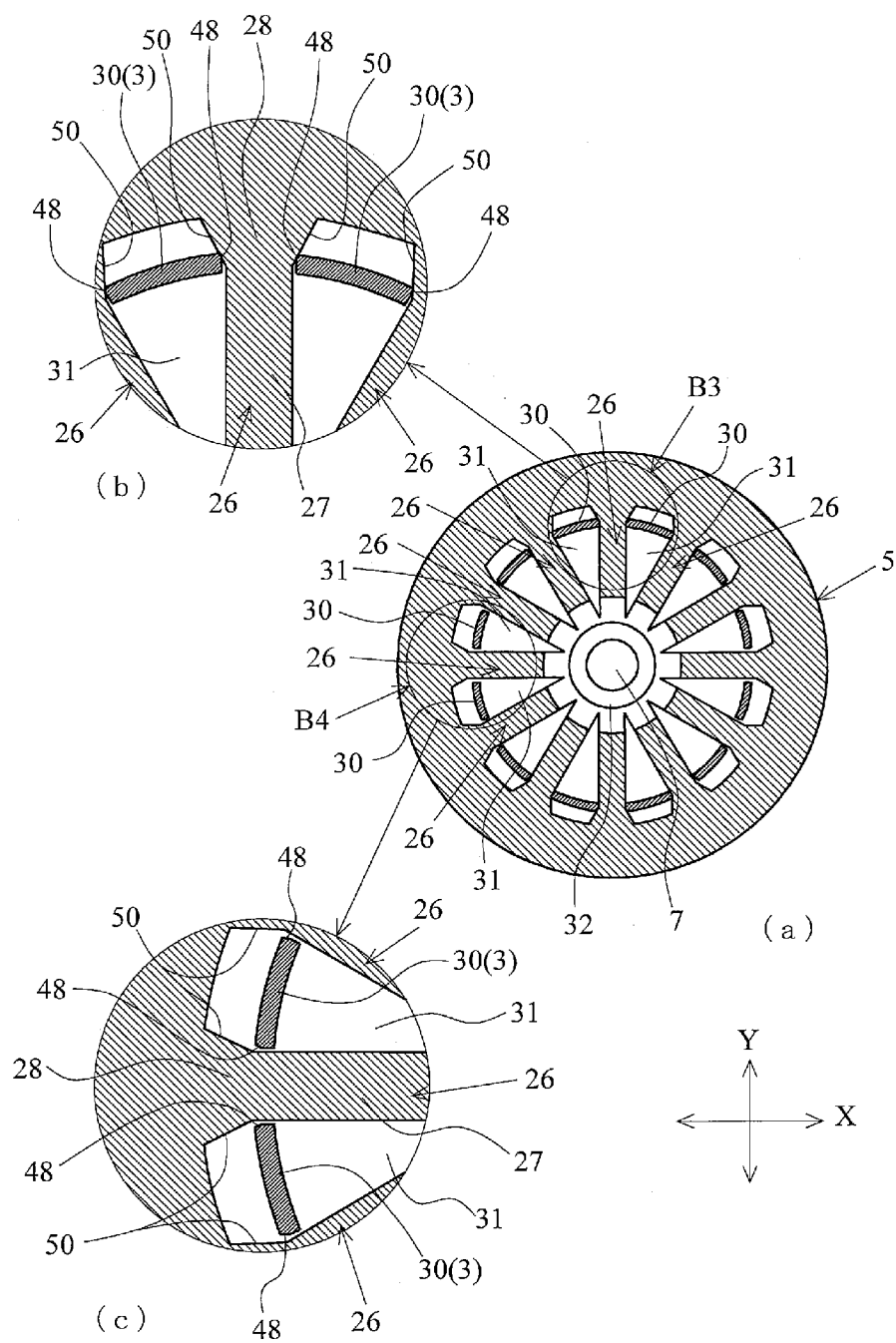
[図2]



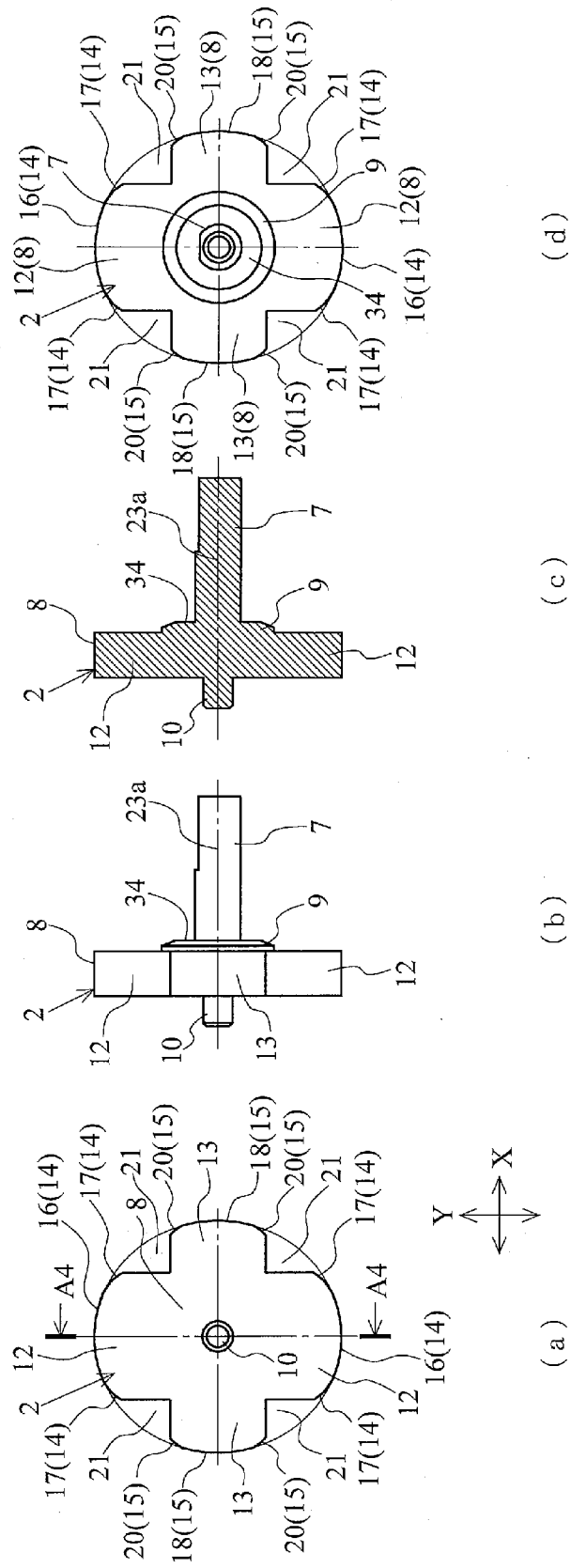
[図3]



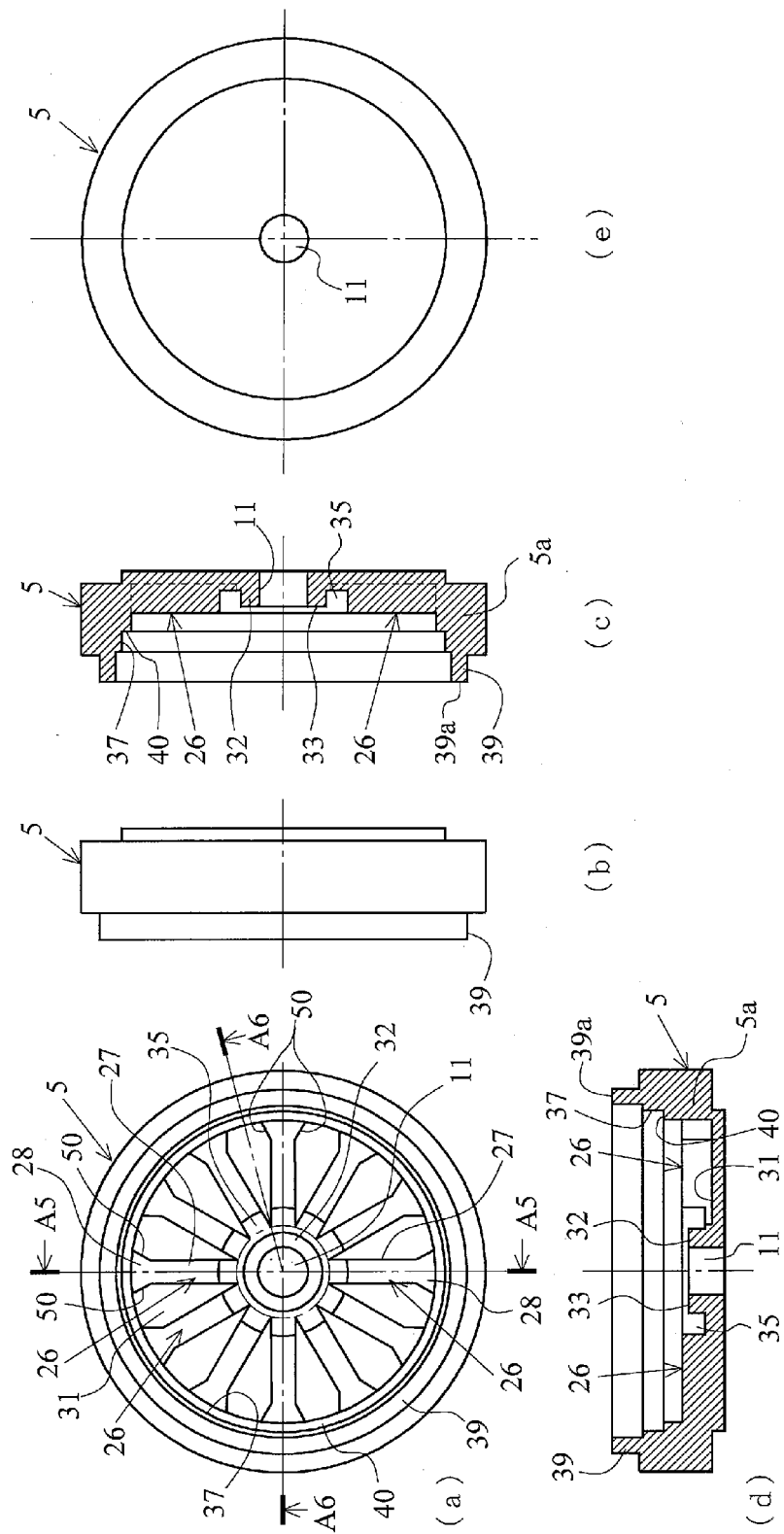
[図4]



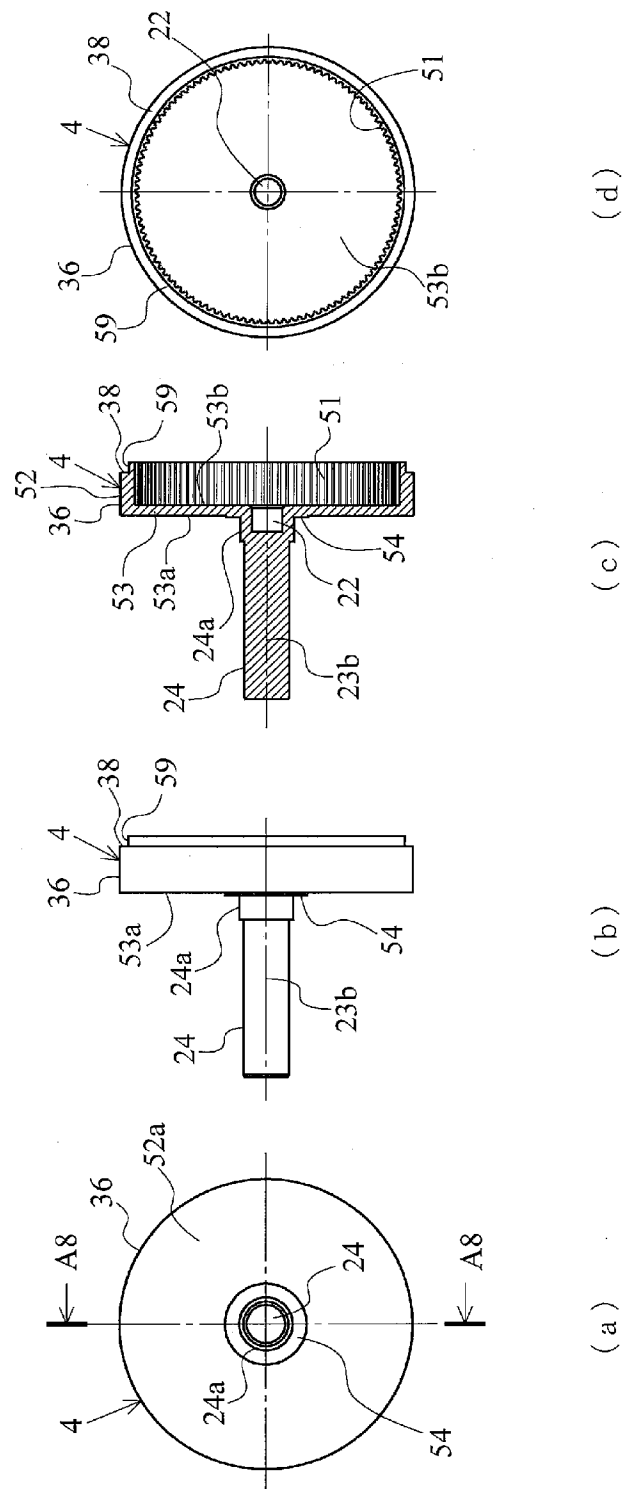
[図5]



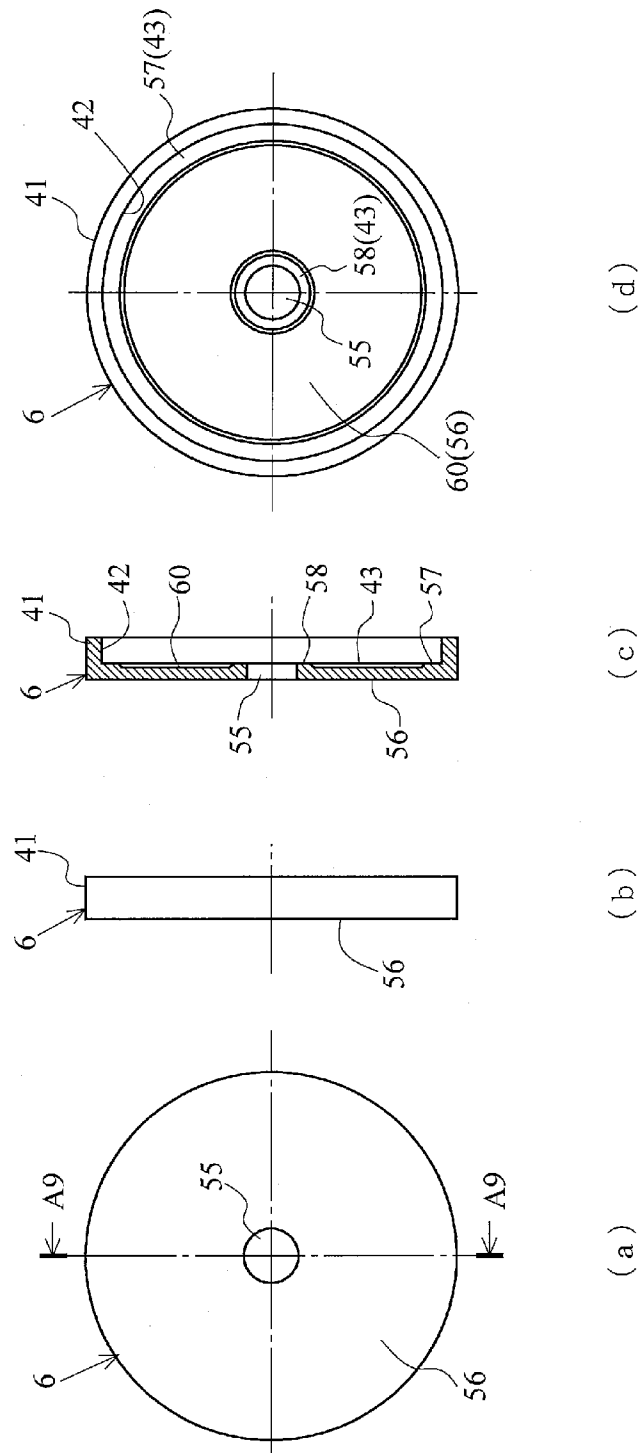
[図6]



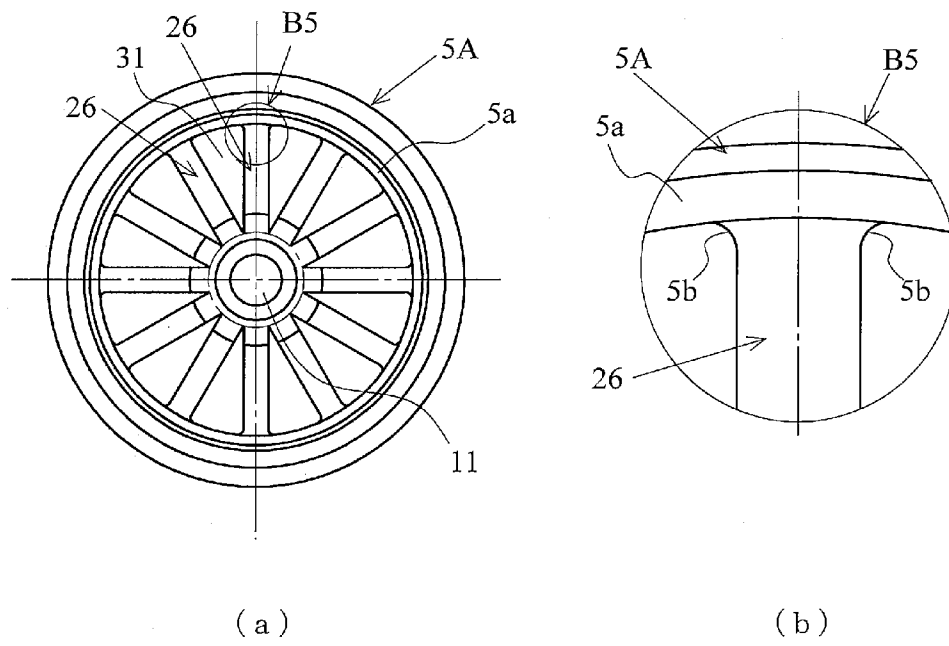
[図8]



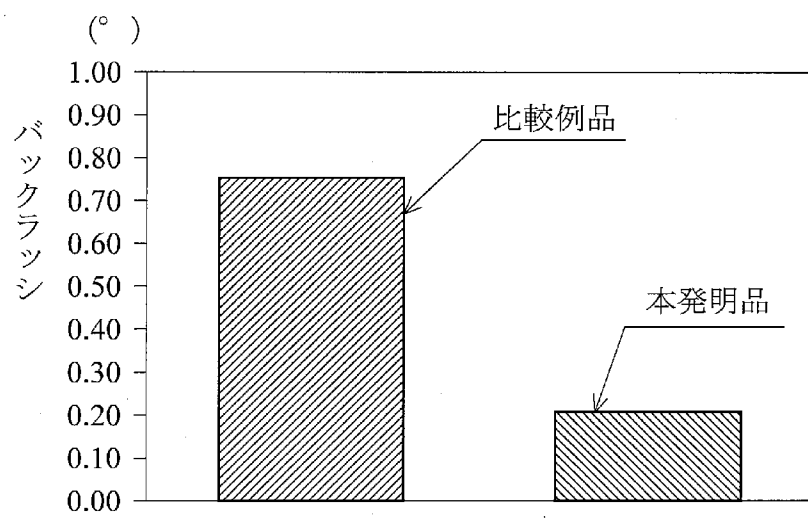
[図9]



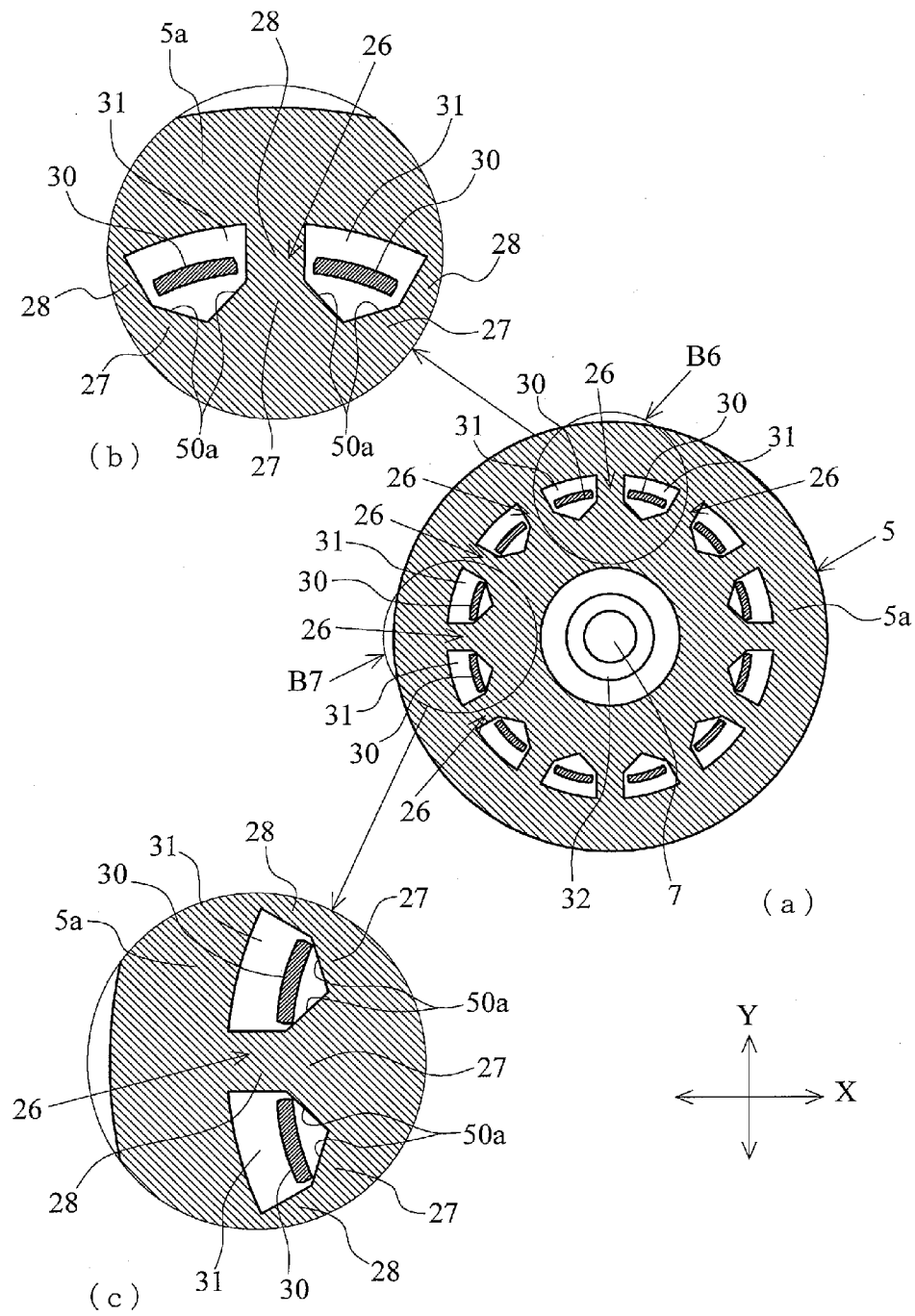
[図10]



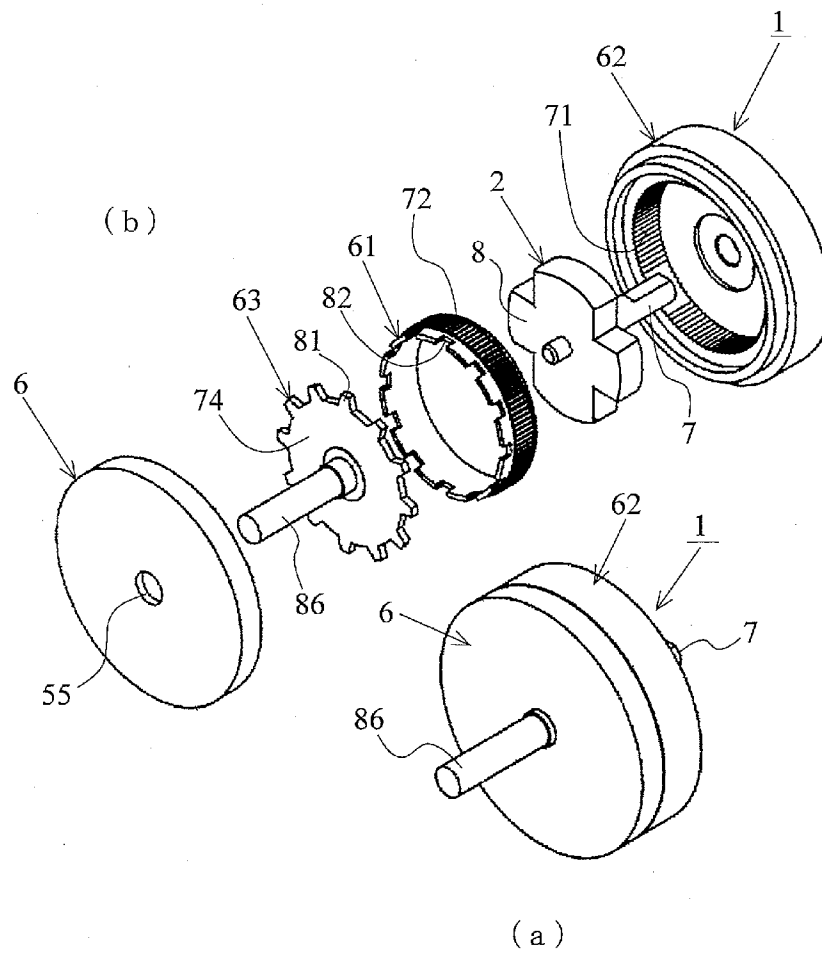
[図11]



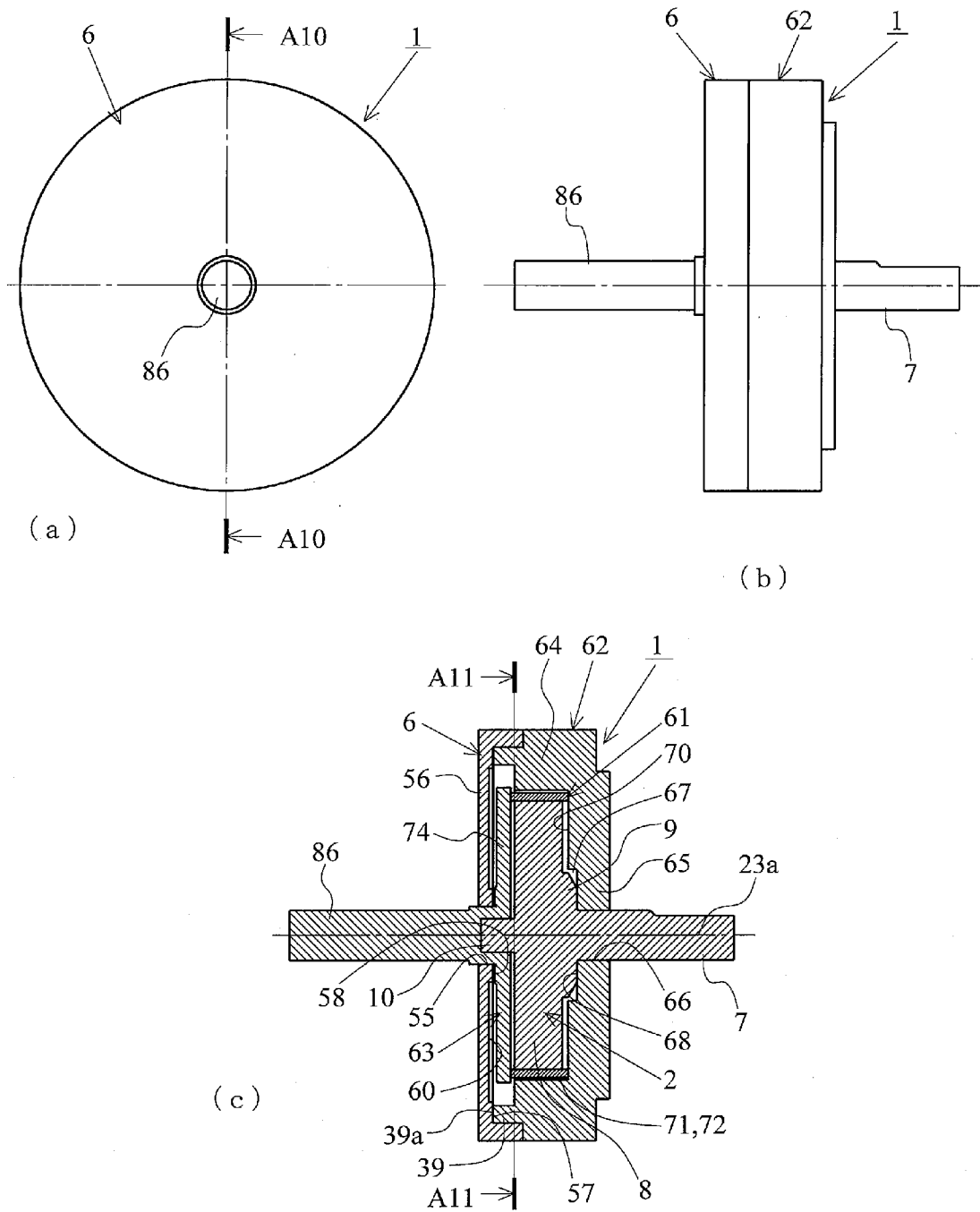
[図12]



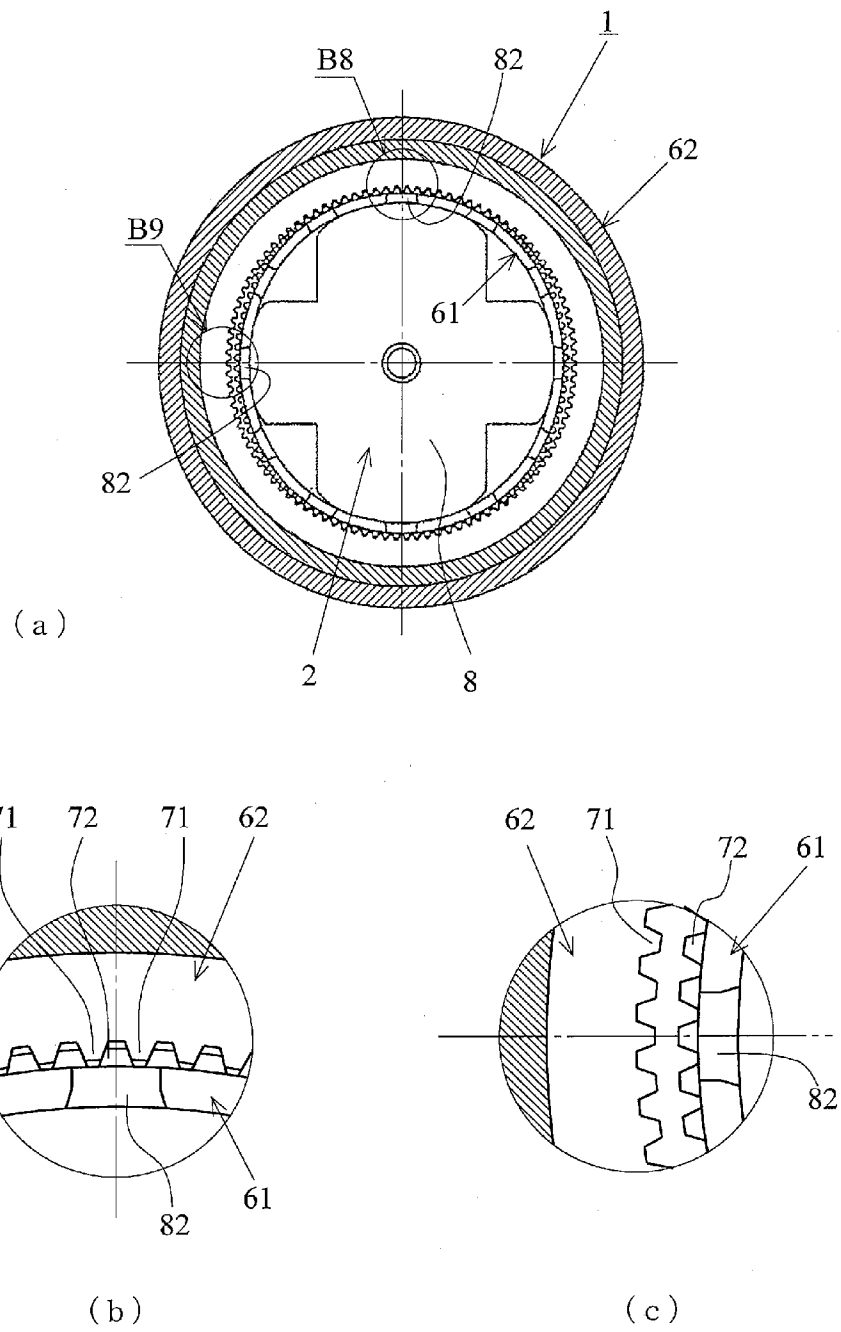
[図13]



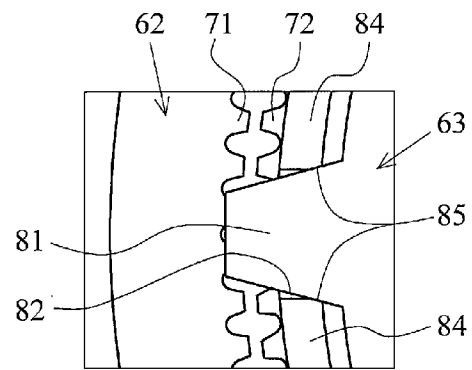
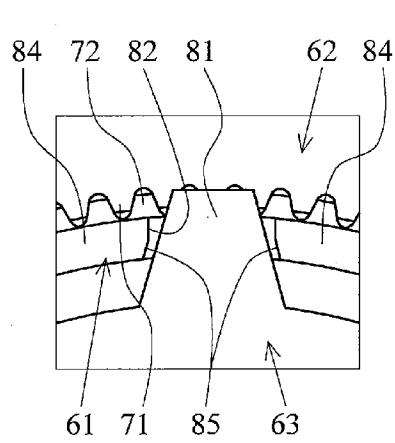
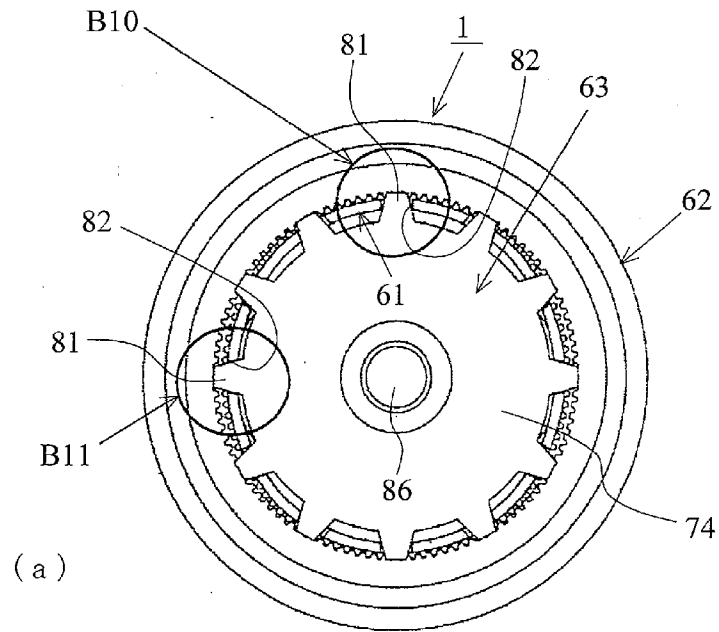
[図14]



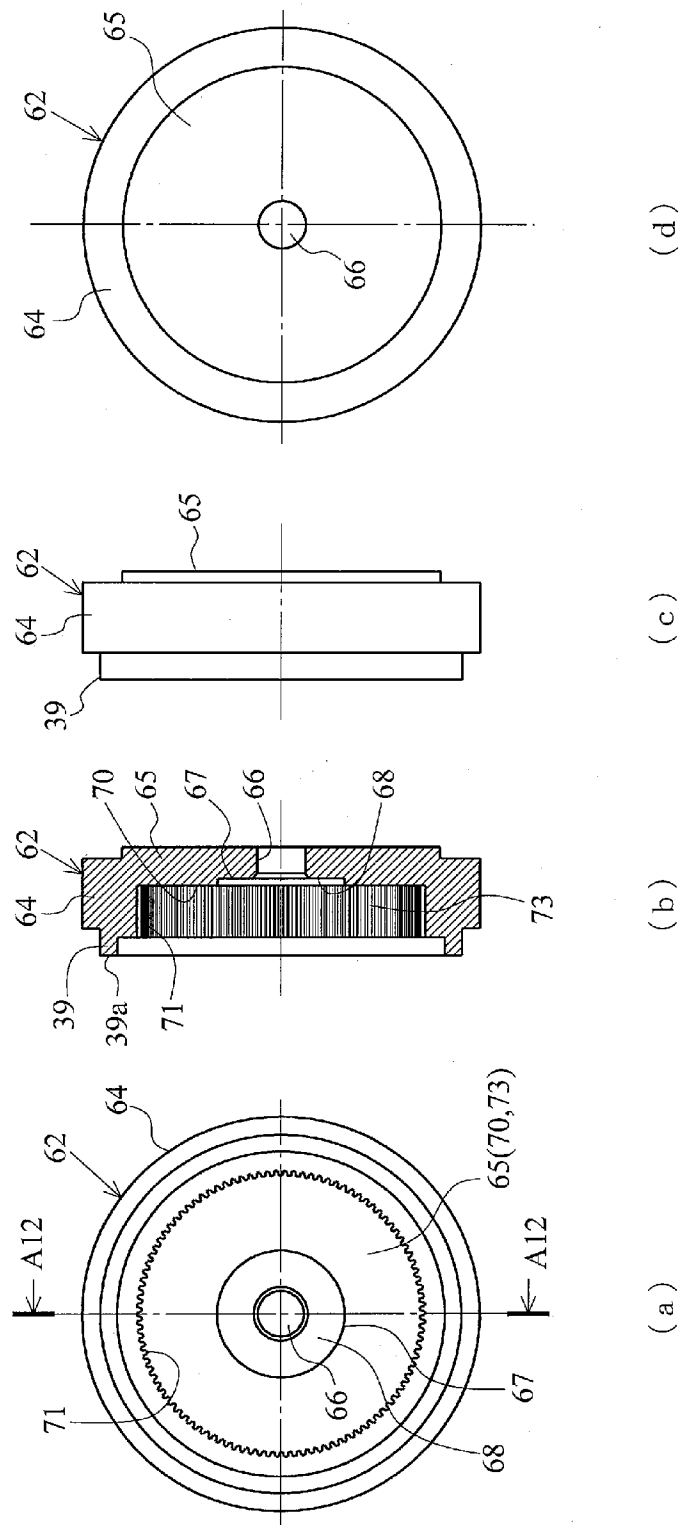
[図15]



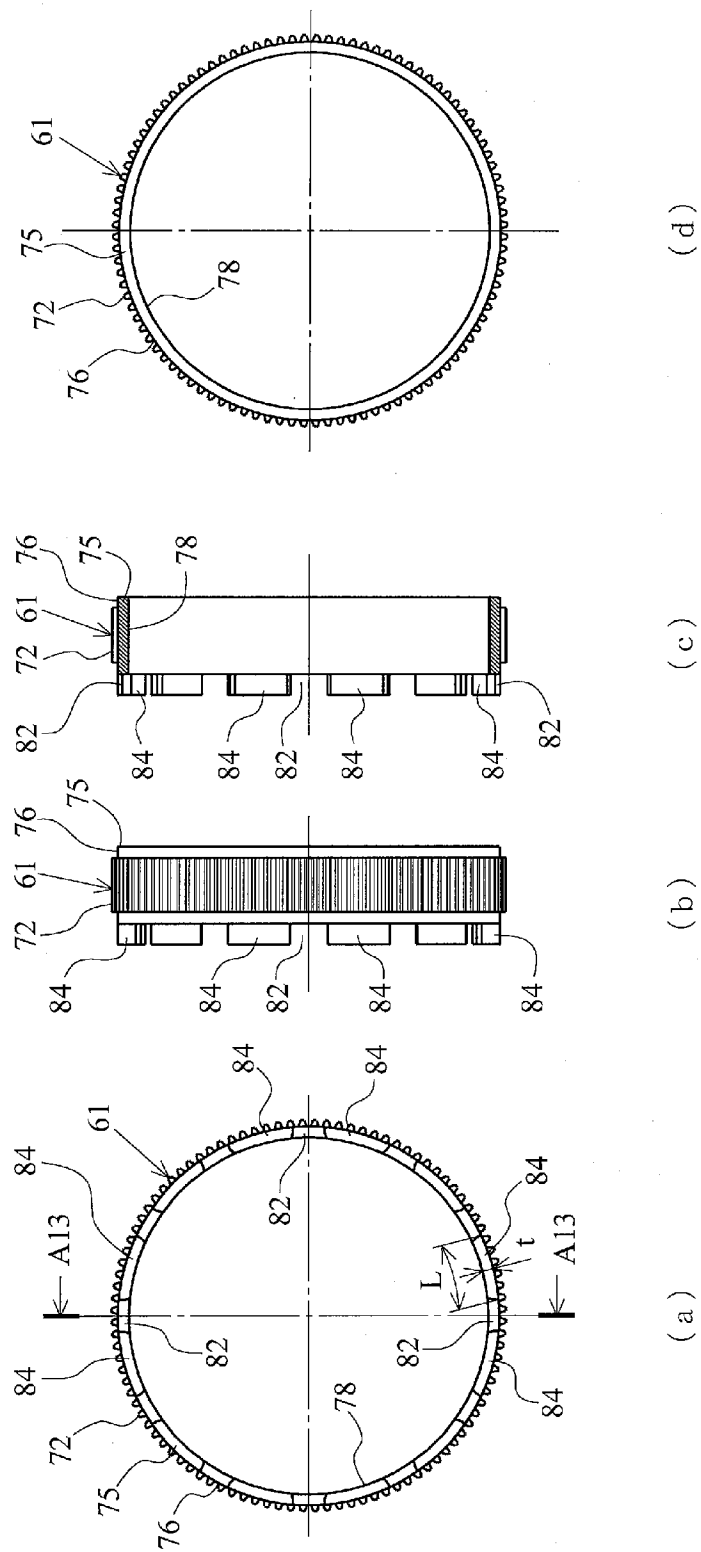
[図16]



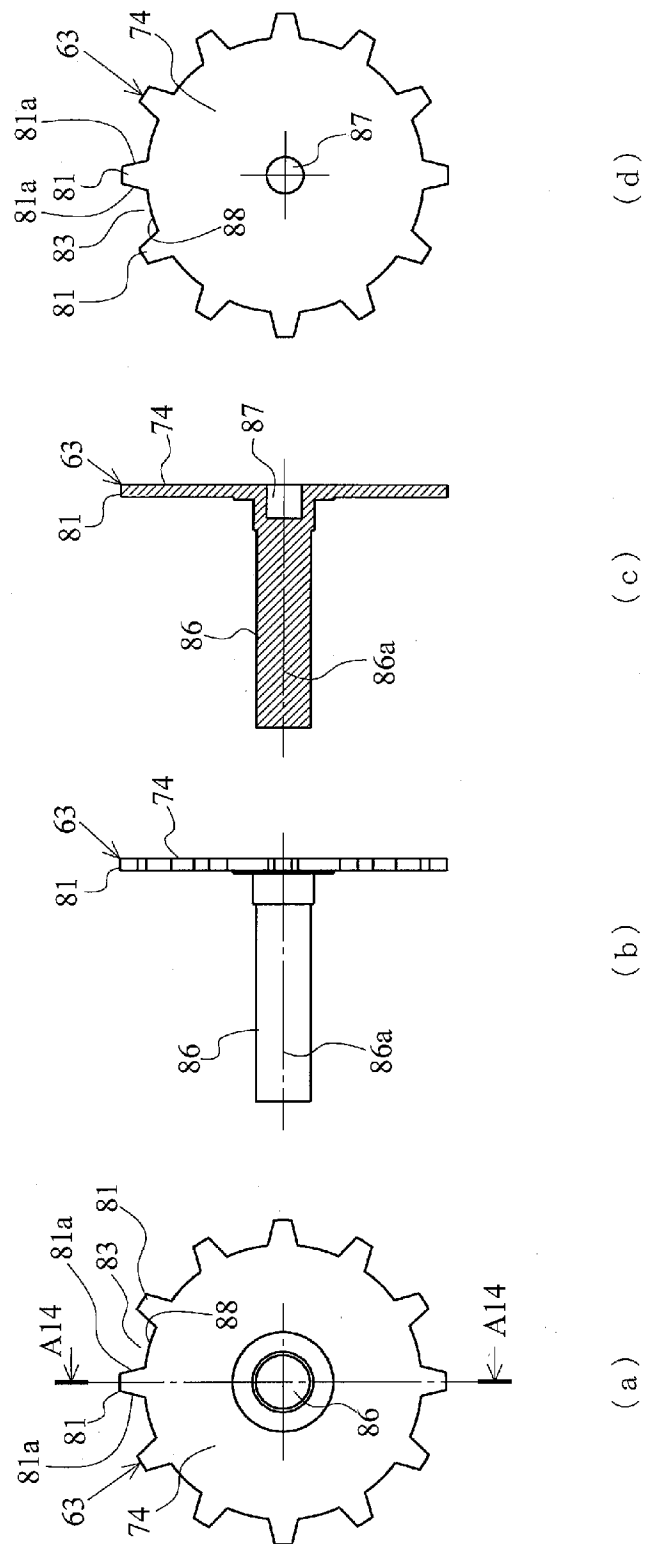
[図17]



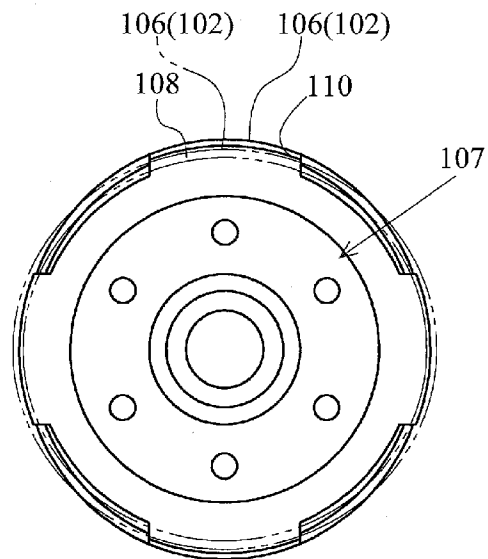
[図18]



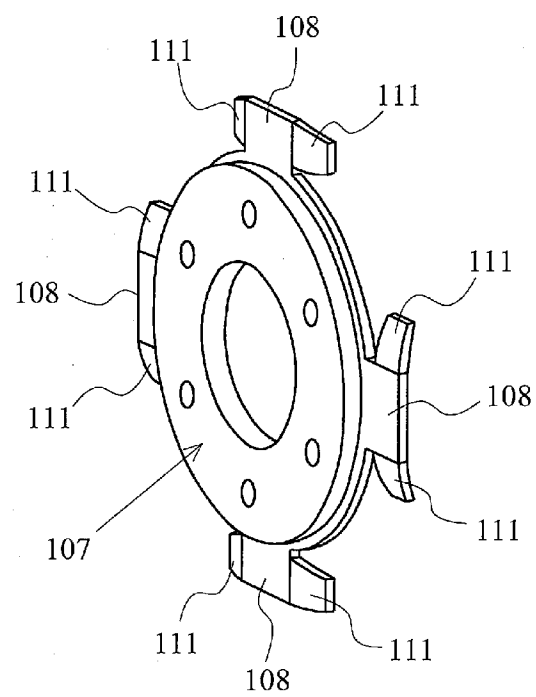
[図19]



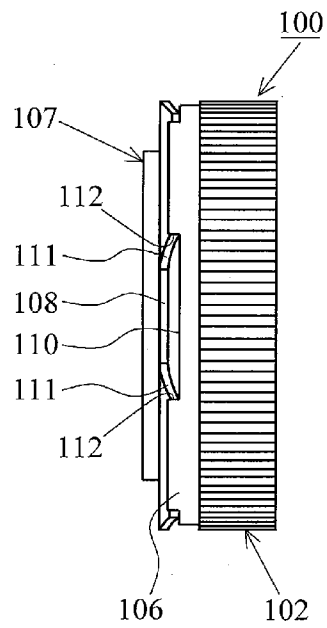
[図22]



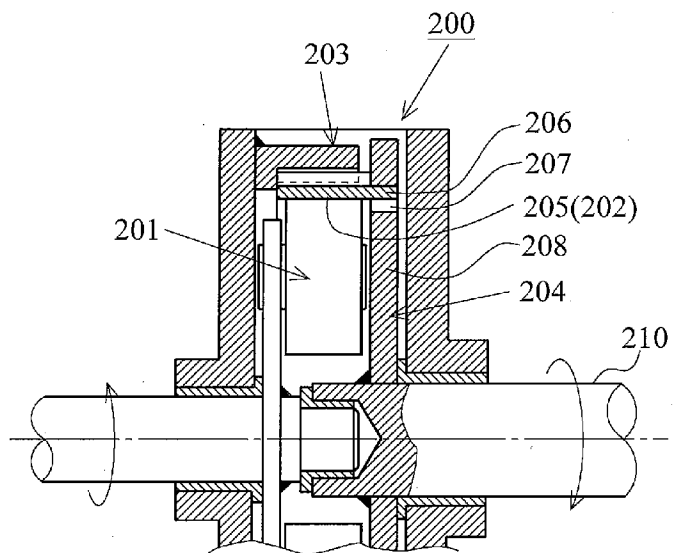
[図23]



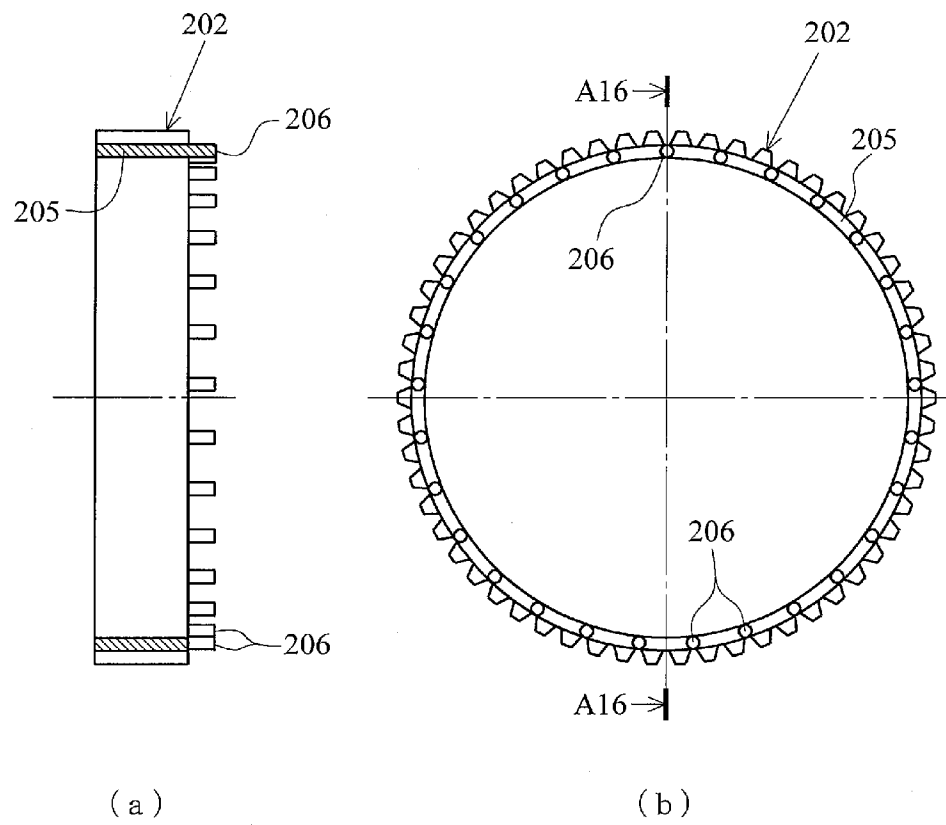
[図24]



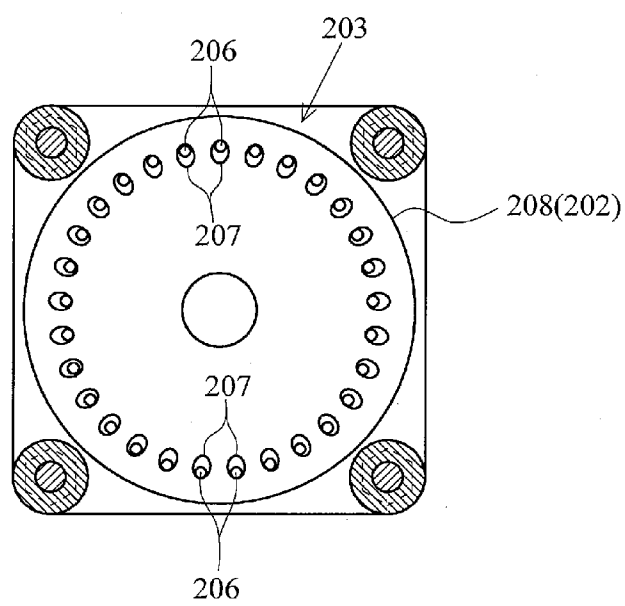
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/017520

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16H1/32 (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

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 A	JP 2014-20496 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 03 February 2014, paragraphs [0033]-[0046], fig. 8-12 (Family: none)	3 1-2
A	JP 47-14502 Y2 (NIPPONDENSO CO., LTD.) 25 May 1972, page 1, right column, line 34 to page 2, right column, line 37, fig. 1-3 (Family: none)	1-2
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 140002/1975 (Laid-open No. 53277/1977) (DAIDO STEEL CO., LTD.) 16 April 1977, specification, page 4, line 1 to page 6, line 5, fig. 3-4 (Family: none)	1-2



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

08 June 2018 (08.06.2018)

Date of mailing of the international search report

19 June 2018 (19.06.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/017520

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 18584/1992 (Laid-open No. 79089/1993) (HOKKAIDOUSUIDOUKIZAI CO., LTD.) 26 October 1993, paragraphs [0011]-[0019], fig. 1-2 (Family: none)	3
A	JP 7-208564 A (JAPAN SERVO CO., LTD.) 11 August 1995, paragraphs [0007]-[0009], fig. 1-3 (Family: none)	3

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

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

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 A	JP 2014-20496 A (アイシン精機株式会社) 2014.02.03, 段落 [0033] - [0046], [図8] - [図12] (ファミリーなし)	3 1-2
A	JP 47-14502 Y2 (日本電装株式会社) 1972.05.25, 第1ページ右欄第34行-第2ページ右欄第37行, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-2

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

08.06.2018

国際調査報告の発送日

19.06.2018

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)

岩本 薫

3 J

5567

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	日本国実用新案登録出願 50-140002 号(日本国実用新案登録出願公開 52-53277 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (大同製鋼株式会社) 1977. 04. 16, 明細書第 4 ページ第 1 行－第 6 ページ第 5 行, 第 3 － 4 図 (ファミリーなし)	1 － 2
A	日本国実用新案登録出願 4-18584 号(日本国実用新案登録出願公開 5-79089 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (北海道水道機材株式会社) 1993. 10. 26, 段落 [0011] － [0019], [図 1] － [図 2] (ファミリーなし)	3
A	JP 7-208564 A (日本サーボ株式会社) 1995. 08. 11, 段落 [0007] － [0009], [図 1] － [図 3] (ファミリーなし)	3