

(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15日(15.11.2018)



(10) 国際公開番号

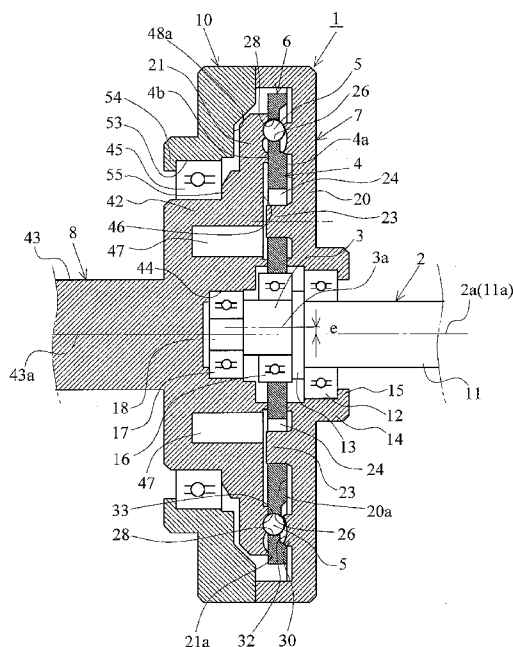
WO 2018/207625 A1

- (51) 国際特許分類:
F16H 1/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/016820
- (22) 国際出願日: 2018年4月25日(25.04.2018)
- (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 2017-094866 2017年5月11日(11.05.2017) 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: 梶原 靖 (KAJIWARA, Yasushi); 〒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,

(54) Title: BALL REDUCTION GEAR

(54) 発明の名称: ボール減速機

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To provide a ball reduction gear which has a simple structure and for which the machining workload is low. [Solution] A ball reduction gear 1 equipped with: an eccentric disc cam 3 that rotates integrally with an input-side rotating body 2; an oscillating body 4 that is oscillated by the eccentric disc cam 3; multiple balls 5 arranged along an outer circumferential surface 25 of the oscillating body 4; a fixed member 7 having a first side-surface part 20 positioned facing one side surface 4a of the oscillating body 4; and an output-side rotating body 8 having a second

[続葉有]



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))

side-surface part 21 positioned facing the other side surface 4b of the oscillating body 4. Multiple radial grooves 32 for guiding the balls 5 along the radial direction are formed in the first side-surface part 20, and an undulating groove 33 for guiding the balls 5 in an undulating fashion along the circumferential direction is formed in the second side-surface part 21. Rotation suppression holes 24 in the oscillating body 4 are provided with a gap defined relative to rotation suppression bosses 23 of the first side-surface portion 20, said gap being twice the amount of eccentricity of the eccentric disc cam 3. Curved-surface sections 26 that make linear contact with the balls 5 are formed in the outer circumferential surface 25 of the oscillating body 4.

(57) 要約: 【課題】構造が簡単で、加工工数が少ないボール減速機を提供する。【解決手段】ボール減速機1は、入力側回転体2と一体に回転する偏心円板カム3と、偏心円板カム3によって揺動させられる揺動体4と、揺動体4の外周面25に沿って複数配置されたボール5と、揺動体4の一方の側面4aに対向して位置する第1側面部20を有する固定部材7と、揺動体4の他方の側面4bに対向して位置する第2側面部21を有する出力側回転体8と、を備えている。第1側面部20には、ボール5を径方向に沿って案内する径方向溝32が複数形成され、第2側面部21には、ボール5を周方向に沿って波形状に案内する波形溝33が形成されている。揺動体4の回転抑制穴24は、第1側面部20の回転抑制ボス23との間に、偏心円板カム3の偏心量の2倍の隙間が設けられている。揺動体4の外周面25には、ボール5と線接触する曲面部26が形成されている。

明 細 書

発明の名称： ボール減速機

技術分野

[0001] この発明は、回転を減速して伝達するために使用されるボール減速機に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、ボール減速機は、歯車減速装置と比較して、小型で且つ大きな減速比を得られることから、各種機械（例えば、産業用ロボット、舵角可変式ステアリング装置等）の動力伝達部に使用されている。

[0003] 図 2 3 は、このような従来のボール減速機 2 0 0 を示す図である。なお、図 2 3（a）は、従来のボール減速機 2 0 0 の縦断面図であり、図 2 3（b）は、図 2 3（a）の A 1 6－A 1 6 線に沿って切断して示すボール減速機 2 0 0 の断面図である。

[0004] 図 2 3 に示すように、ボール減速機 2 0 0 は、入力軸 2 0 1 に形成された偏心カム 2 0 2 の外周側にベアリング 2 0 3 を介して偏心回転板 2 0 4 が取り付けられており、偏心回転板 2 0 4 が偏心カム 2 0 2 によって偏心駆動されるようになっている。また、このボール減速機 2 0 0 は、図示しない出力軸に連結される出力側回転体 2 0 5 が偏心回転板 2 0 4 の径方向内方側の両側にそれぞれ配置されており、入力軸 2 0 1 が出力側回転体 2 0 5 の内周側にベアリング 2 0 6 を介して相対回転できるように支持されている。また、このボール減速機 2 0 0 は、産業用ロボットの一部等に固定される固定部材 2 0 7 が偏心回転板 2 0 4 の径方向外方側の両側にボール 2 0 8 を介してそれぞれ配置されており、出力側回転体 2 0 5 が固定部材 2 0 7 の内周側にベアリング 2 1 0 を介して回転可能に支持されている。そして、偏心回転板 2 0 4 と固定部材 2 0 7 とに挟まれるボール 2 0 8 は、偏心回転板 2 0 4 の側面に形成された第 1 波形溝（外サイクロイド曲線で形作られる第 1 サイクロイド溝）2 1 1 と固定部材 2 0 7 の内側面（偏心回転板 2 0 4 に対向する側

面)に形成された第2波形溝(内サイクロイド曲線で形作られる第2サイクロイド溝)212とに転動できるように係合されており、偏心回転板204と固定部材207とを連結している。なお、第2波形溝212の波数は、第1波形溝211の波数よりも2波多くなるように形成されている。

[0005] また、出力側回転体205は、偏心吸収機構213を介して偏心回転板204に連結されている。偏心吸収機構213は、偏心回転板204が出力側回転体205に対して偏心運動するのを可能にするものであり(偏心回転板204の偏心を吸収するものであり)、偏心回転板204の回転を出力側回転体205に伝達するようになっている。この偏心吸収機構213は、偏心回転板204と出力側回転体205との間に介装された複数のボール214と、このボール214を転動可能に収容する偏心回転板204の駆動環状溝215と、出力側回転体205の従動環状溝216とによって構成されている。駆動環状溝215及び従動環状溝216は、偏心カム202の偏心量を考慮して形状及び大きさが決定され、偏心回転板204が入力軸201の回転中心に対して偏心回転する際のボール214の動きを許容し、出力側回転体205がボール214を介して偏心回転板204と一体に回転するのを可能にしている(特許文献1参照)。

[0006] このような従来のボール減速機200は、例えば、偏心回転板204の第1波形溝211の波数を $N-2$ とし、固定部材207の第2波形溝212の波数を N とした場合、入力軸201が図示しない電動機等によって回転駆動されると、偏心回転板204が入力軸201の偏心カム202によって偏心駆動され、出力側回転体205が偏心吸収機構213を介して偏心回転板204と一体となって回転することになるが、出力側回転体205が入力軸201の1回転に対して $-2/(N-2)$ 回転(入力軸201の回転方向と逆の方向に $2/(N-2)$ 回転)することになる。すなわち、従来のボール減速機200は、偏心回転板204の第1波形溝211の波数を $N-2$ とし、固定部材207の第2波形溝212の波数を N とした場合、減速比が $2/(N-2)$ になる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平5－10400号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、図23に示す従来のボール減速機200は、偏心回転板204の両側面にそれぞれ第1波形溝211が形成され、偏心回転板204の両側にそれぞれ配置された固定部材207の内側面に第2波形溝212が形成されているため、合計4側面（4箇所）に波形溝211，211，212，212を高精度に形成しなければならず、加工工数が嵩むという問題を有していた。

[0009] そこで、本発明は、構造が簡単で、加工工数が少ないボール減速機の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 請求項1に係る発明は、入力側回転体2の回転を出力側回転体8に減速して伝達するボール減速機1に関するものである。この発明に係るボール減速機1は、入力側回転体2と一体に回転する偏心円板カム3と、偏心円板カム3の外周側に相対回転可能に嵌合され、偏心円板カム3によって揺動させられる揺動体4と、揺動体4の外周面25に沿って複数配置されたボール5と、揺動体4の両側面4a，4bのうちの一方に対向して位置する第1側面部20を有し、被固定部材に固定される固定部材7と、を備えている。そして、出力側回転体8は、揺動体4の両側面4a，4bのうちの他方に対向して位置する第2側面部21を有し、回転中心43aとしての軸心が入力側回転体2の回転中心2aと同軸上に位置するように配置されている。また、第1側面部20と第2側面部21のいずれか一方は、入力側回転体2の回転中心2aに直交する仮想平面において、回転中心2aから放射状に延びる方向を径方向とすると、ボール5を第1側面部20と第2側面部21のいずれか一

方の径方向に沿って転動可能に案内する径方向溝 32 が入力側回転体 2 の回転中心 2a の回りに複数形成されている。また、第 1 側面部 20 と第 2 側面部 21 のいずれか他方は、前記仮想平面において、回転中心 2a を中心とする仮想円の外縁に沿った方向を周方向とすると、ボール 5 を第 1 側面部 20 と第 2 側面部 21 のいずれか他方の前記周方向に沿って波形状に案内する環状の波形溝 33 が形成されている。また、ボール 5 は、径方向溝 32 及び波形溝 33 に転動可能に係合され、揺動体 4 が偏心円板カム 3 によって揺動させられると、径方向溝 32 及び波形溝 33 内を転動させられる。また、揺動体 4 は、第 1 側面部 20 と第 2 側面部 21 のいずれか一方から突出する回転抑制ボス 23 に係合する回転抑制穴 24 が形成されている。また、揺動体 4 の回転抑制穴 24 は、入力側回転体 2 の回転中心 2a に対する偏心円板カム 3 の偏心量 (e) の 2 倍の隙間 (2e) が回転抑制ボス 23 との間に形成される。また、揺動体 4 の外周面 25 には、ボール 5 と線接触する曲面部 26, 27, 28 が形成されている。

[0011] 請求項 2 に係る発明は、入力側回転体 102, 103 の回転を出力側回転体 108 に減速して伝達するボール減速機 101 に関するものである。この発明に係るボール減速機 101 は、入力側回転体 102, 103 と一体に回転する偏心円板カム 104 と、偏心円板カム 104 の外周側に相対回転可能に係合され、偏心円板カム 104 によって揺動させられる揺動体 105 と、揺動体 105 の外周面 105b に沿って複数配置されたボール 106 と、揺動体 105 を揺動できるように径方向内方側に收容すると共に、被固定部材に固定される固定部材 107 と、揺動体 105 及び固定部材 107 の一方の側面 105c, 136a に対向するように配置され、入力側回転体 102, 103 に相対回転可能に支持された第 1 出力側回転体 108A と、揺動体 105 及び固定部材 107 の他方の側面 105d, 136b に対向するように配置され、第 1 出力側回転体 108A に一体回転できるように固定されると共に、入力側回転体 102, 103 に相対回転可能に支持され、第 1 出力側回転体 108A と共に出力側回転体 108 を構成する第 2 出力側回転体 10

8 Bと、を備えている。そして、固定部材107は、入力側回転体102、103の回転中心102a、103aに直交する仮想平面において、回転中心102、103から放射状に延びる方向を径方向とすると、ボール106を前記径方向にスライド移動可能に案内する径方向溝138がボール106の数と同数形成されると共に、径方向溝138の径方向内方端がボール106の出入りを可能にする開口端になっている。また、第1出力側回転体108Aは、固定部材107の一方の側面136aに対向する第1側面部132を有している。また、第2出力側回転体108Bは、固定部材107の他方の側面136bに対向する第2側面部141を有している。また、第1側面部132及び第2側面部141は、前記仮想平面において、回転中心102a、103aを中心とする仮想円の外縁に沿った方向を周方向とすると、ボール106を前記周方向に沿って波形状に案内する環状の波形溝140が形成されている。また、揺動体105は、第1側面部132と第2側面部141のいずれか一方から突出する回転抑制ボス132に係合する回転抑制穴131が形成されている。また、揺動体105の回転抑制穴131は、入力側回転体102、103の回転中心102a、103aに対する偏心円板カム104の偏心量(e)の2倍の隙間(2e)が回転抑制ボス132との間に形成される。また、揺動体105の外周面105bには、ボール106と線接触する曲面部129が形成されている。

発明の効果

[0012] 請求項1の発明に係るボール減速機は、揺動体に対向する出力側回転体と固定部材のうちの一方の側面部にのみ波形溝を形成するようになっているため、波形溝を4側面にそれぞれ形成する構造が複雑な従来例と比較し、構造を簡単化することができ、加工工数を削減することができる。

[0013] 請求項2の発明に係るボール減速機は、揺動体及び固定部材に対向する第1出力側回転体の第1側面部と第2出力側回転体の第2側面部の2箇所にのみ波形溝を形成するようになっているため、波形溝を4側面にそれぞれ形成する構造が複雑な従来例と比較し、構造を簡単化することができ、加工工数

を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第1実施形態に係るボール減速機の縦断面図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係るボール減速機の入力軸（入力側回転体）を示す図であり、図2（a）は入力軸の正面図（先端面を示す図）、図2（b）は入力軸の側面図である。

[図3]本発明の第1実施形態に係るボール減速機の揺動体を示す図であり、図3（a）は揺動体の正面図、図3（b）は図3（a）のA1－A1線に沿って切断して示す揺動体の断面図、図3（c）は揺動体の側面図、図3（d）は揺動体の背面図である。

[図4]図4（a）は図3（b）のB1部の拡大図、図4（b）は図3（c）のB2部の拡大図である。

[図5]本発明の第1実施形態に係るボール減速機の外側揺動リングを示す図であり、図5（a）は外側揺動リングの縦断面図（図5（b）のA2－A2線に沿って切断して示す断面図）、図5（b）は外側揺動リングの正面図である。

[図6]本発明の第1実施形態に係るボール減速機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A3－A3線に沿って切断して示す固定部材の断面図である。

[図7]本発明の第1実施形態に係るボール減速機の出力側回転体を示す図であり、図7（a）は出力側回転体の側面図、図7（b）は出力側回転体の縦断面図（図7（c）のA4－A4線に沿って切断して示す断面図）、図7（c）は出力側回転体の正面図である。

[図8]本発明の第1実施形態に係るボール減速機のカバーを示す図であり、図8（a）はカバーの正面図、図8（b）はカバーの側面図、図8（c）はカバーの縦断面図（図8（a）のA5－A5線に沿って切断して示す断面図）、図8（d）はカバーの背面図である。

[図9]揺動体の第1変形例を示す図であり、図9(a)は揺動体の正面図、図9(b)は図9(a)のA6-A6線に沿って切断して示す揺動体の断面図、図9(c)は揺動体の側面図、図9(d)は揺動体の背面図、図9(e)は図9(b)のB3部の拡大図である。

[図10]揺動体の第2変形例を示す図であり、図10(a)は揺動体の正面図、図10(b)は揺動体の側面図、図10(c)は揺動体の背面図、図10(d)は図10(a)のA7-A7線に沿って切断して示す揺動体の断面図である。

[図11]本発明の第2実施形態に係るボール減速機の縦断面図である。

[図12]本発明の第2実施形態に係るボール減速機の揺動体を示す図であり、図12(a)は揺動体の正面図、図12(b)は揺動体の側面図、図12(c)は図12(b)のB4部の拡大図、図12(d)は図12(a)のA8-A8線に沿って切断して示す揺動体の断面図である。

[図13]本発明の第2実施形態に係るボール減速機の第2出力側回転体を示す図であり、図13(a)は第2出力側回転体の側面図、図13(b)は第2出力側回転体の縦断面図(図13(c)のA9-A9線に沿って切断して示す断面図)、図13(c)は第2出力側回転体の正面図である。

[図14]本発明の第3実施形態に係るボール減速機の縦断面図である。

[図15]本発明の第3実施形態に係るボール減速機の入力軸(入力側回転体)を示す図であり、図15(a)は入力軸の正面図(先端面を示す図)、図15(b)は入力軸の側面図、15(c)は入力軸の後端面を示す図である。

[図16]本発明の第3実施形態に係るボール減速機のキャップ(入力側回転体)を示す図であり、図16(a)はキャップの正面図、図16(b)は図16(a)のA10-A10線に沿って切断して示すキャップの断面図、図16(c)はキャップの背面図である。

[図17]本発明の第3実施形態に係るボール減速機の揺動体を示す図であり、図17(a)は揺動体の正面図、図17(b)は揺動体の側面図、図17(c)は図17(a)のA11-A11線に沿って切断して示す揺動体の断面

図である。

[図18]本発明の第3実施形態に係るボール減速機の固定部材を示す図であり、図18(a)は固定部材の正面図、図18(b)は図18(a)のA12-A12線に沿って切断して示す固定部材の断面図である。

[図19]本発明の第3実施形態に係るボール減速機の第1出力側回転体を示す図であり、図19(a)は第1出力側回転体の正面図、図19(b)は図19(a)のA13-A13線に沿って切断して示す第1出力側回転体の断面図である。

[図20]本発明の第3実施形態に係るボール減速機の第2出力側回転体を示す図であり、図20(a)は第2出力側回転体の正面図、図20(b)は図20(a)のA14-A14線に沿って切断して示す第2出力側回転体の断面図である。

[図21]本発明の第3実施形態に係るボール減速機の波形溝を簡略化して示す斜視図である。

[図22]本発明の第3実施形態に係るボール減速機のボールが波形溝内を転動させられた場合のボールの転動軌跡を示す図であり、図22(a)はボールの転動軌跡の平面図、図22(b)は図22(a)のA15-A15線に沿って切断して示す仮想断面上に転動軌跡の波を投影して示す図である。

[図23]従来のボール減速機を示す図であり、図23(a)はボール減速機の縦断面図、図23(b)は図23(a)のA16-A16線に沿って切断して示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態を図面に基づき詳述する。

[0016] [第1実施形態]

(全体構造)

図1は、本発明の第1実施形態に係るボール減速機1の縦断面図である。この図1に示すように、本実施形態に係るボール減速機1は、入力軸（入力側回転体）2、偏心円板カム3、揺動体4、複数のボール（鋼球）5、外側

揺動リング 6、固定部材 7、出力側回転体 8、及びカバー 10 等で構成されている。

[0017] (入力軸)

図 1 及び図 2 に示すように、入力軸 2 は、軸本体部 11 が第 1 ベアリング 12 を介して固定部材 7 によって回転自在に支持されており、図示しない電動機等によって回転駆動されるようになっている。この入力軸 2 は、軸本体部 11 よりも大径の鏝状部 13 が軸本体部 11 に隣接して形成され、第 1 ベアリング 12 の側面が鏝状部 13 の側面に突き当てられ、第 1 ベアリング 12 を固定部材 7 のボス部 14 の内周側突起 15 と鏝状部 13 との間に保持するようになっている。また、この入力軸 2 は、鏝状部 13 よりも軸先端側で且つ鏝状部 13 に隣接する位置に偏心円板カム 3 が形成されている。この偏心円板カム 3 は、その中心 3a が入力軸 2 の回転中心 2a (軸本体部 11 の回転中心 11a) に対して偏心量 (e) だけ偏心して位置する円板であり、入力軸 2 の回転中心 2a の回りに入力軸 2 と一体となって偏心回転する。そして、偏心円板カム 3 の外周側には、揺動体 4 が第 2 ベアリング 16 を介して相対回転可能に取り付けられている。また、入力軸 2 は、第 3 ベアリング 17 を取り付ける先端軸部 18 が形成されている。この先端軸部 18 は、その回転中心 18a が入力軸 2 の回転中心 2a (軸本体部 11 の回転中心 11a) と同心であり、出力側回転体 8 を第 3 ベアリング 17 を介して回転可能に支持するようになっている。なお、以下の説明において、入力軸 2 の回転中心 2a に直交する仮想平面を考えた場合、径方向とは、その仮想平面上を回転中心 2a から放射状に延びる方向をいうものとする。また、入力軸 2 の回転中心 2a に直交する仮想平面を考えた場合、周方向とは、入力軸 2 の回転中心 2a を中心とする仮想円の外縁に沿った方向をいうものとする。

[0018] (揺動体)

図 1、図 3 及び図 4 に示すように、揺動体 4 は、固定部材 7 と出力側回転体 8 との間に配置され、偏心円板カム 3 によって揺動させられるようになっている。そして、この揺動体 4 は、一方の側面 4a が固定部材 7 の第 1 側面

部 20 に対向し、他方の側面 4b が出力側回転体 8 の第 2 側面部 21 に対向するように位置している。また、この揺動体 4 は、第 2 ベアリング 16 が嵌合される軸受け穴 22 を径方向の中心部に有し、固定部材 7 の回転抑制ボス 23 が嵌合される回転抑制穴 24 を軸受け穴 22 の周囲に複数有している。揺動体 4 の回転抑制穴 24 は、丸棒状突起である回転抑制ボス 23 との隙間が偏心円板カム 3 の偏心量 (e) の 2 倍 ($2e$) になるように形成されており、揺動体 4 が偏心円板カム 3 によって揺動させられるのを可能にしている。また、この揺動体 4 は、複数のボール 5 を外周面 25 で転動可能に支持するようになっている。揺動体 4 の外周面 25 は、図 3 (a) に示すように軸受け穴 22 と同心の円形状であり、ボール 5 と線接触する曲面部 26 (揺動体側の転動溝) がボール 5 と同数形成されている。この揺動体 4 の曲面部 26 は、揺動体 4 を機械加工する場合、揺動体 4 に対するボール 5 の転動軌跡をシミュレーションソフト (例えば、ANSYS) で解析し、その解析データとボール径等をマシニングセンタに入力し、マシニングセンタに装着したボールエンドミル等の加工工具をボール 5 の転動軌跡に沿うように動かして加工する。また、この揺動体 4 の曲面部 26 は、揺動体 4 を射出成形する場合、揺動体 4 に対するボール 5 の転動軌跡をシミュレーションソフト (例えば、ANSYS) で解析し、その解析データとボール径等を金型加工機械に入力し、金型加工機械の加工工具を入力データに基づいて動かし、金型のキャビティ内に曲面部形成面を加工して、射出成形時にキャビティ内の曲面部形成面を転写することにより形作られる。

[0019] このようにして形成された揺動体 4 は、ボール 5 が曲面部 26 に線接触した状態 (図 4 (b) の太線 29 で示すような線接触状態) で転動するため、ボール 5 が平坦な外周面 25 に点接触した状態で転動する場合と比較し、ボール 5 との接触部の変形 (塑性変形、摩耗) が生じ難く、耐久性が向上する。なお、本実施形態に係る揺動体は、射出成形で形作る場合、曲面部がアンダーカット形状になるが、成形収縮によって円滑に金型から分離できるようになっている。

[0020] (外側揺動リング)

図1及び図5に示すように、外側揺動リング6は、円環状に形成されており、揺動体4の径方向外方側で、且つ固定部材7の第1側面部20と出力側回転体8の第2側面部21との間に配置されている。この外側揺動リング6は、揺動体4、及び揺動体4の外周面25（曲面部26）で支持された複数のボール5を揺動体係合穴27内に収容できるようになっている。そして、この外側揺動リング6は、その内周面28と揺動体4の外周面25（曲面部26）との間に複数のボール5を保持するようになっている。

[0021] (固定部材)

図1及び図6に示すように、固定部材7は、図示しない被固定部材（例えば、機械のフレーム、又はロボットのアーム）に固定され、入力軸2の軸本体部11をボス部14の内周面に取り付けられた第1ベアリング12によって回転自在に支持するようになっている。また、この固定部材7は、揺動体4の一方の側面4aに対向する第1側面部20の内側面20a（一方の側面4aに対向する側面）にボール支持突起30が形成されている。このボール支持突起30は、断面形状が先細の台形状の環状体であり、ボス部14のベアリング取付穴31の中心31aと同心に形成された環状体である。そして、このボール支持突起30は、揺動体4の曲面部26で支持されたボール5に係合する径方向溝32が周方向に沿って等間隔で複数形成されている。この径方向溝32は、ボール支持突起30を径方向に切り欠くように形成され、径方向に直交する断面形状がボール5の半径と同様の曲率半径の円弧形状であり、出力側回転体8の波形溝33内を転動するボール5の径方向での移動軌跡に合わせ、ボール5の移動軌跡の径方向中間位置における溝深さが最も深く、移動軌跡の径方向中間位置から径方向内方端及び径方向外方端へ向かうに従って溝深さが滑らかに漸減するように、径方向内方側から径方向外方側へ向かって略円弧状の断面形状になっている。また、固定部材7の径方向溝32は、出力側回転体8の波形溝33の波数をN波とすると、 $(N+1)$ 箇所形成され、 $(N+1)$ 個のボール5を1個ずつ転動可能に収容す

る。このような固定部材 7 の径方向溝 3 2 は、偏心円板カム 3 が 1 回転し、揺動体 4 が 1 ストローク分だけ揺動させられると、ボール 5 を揺動体 4 の揺動量に応じた分だけ径方向に転動させることができる。また、固定部材 7 は、第 1 側面部 2 0 と揺動体 4 との接触面積を減らして接触抵抗を低減するため、ボール支持突起 3 0 よりも径方向内方側の第 1 側面部 2 0 及びボール支持突起 3 0 よりも径方向外方側の第 1 側面部 2 0 に、接触逃がし凹所 3 4, 3 5 が周方向に沿って複数形成されている。また、固定部材 7 は、その径方向外方端側にカバー取付部 3 6 が形成されている。そして、このカバー取付部 3 6 の内側には、揺動体 4 が揺動可能に收容されると共に、出力側回転体 8 が回転可能に收容されるようになっている。また、この固定部材 7 のカバー取付部 3 6 は、正面側から見た外形形状が略矩形形状になっており、位置決めピン取付穴 3 7、組立用ねじ穴 3 8、及び固定ボルト挿入穴 4 0 が各コーナー部（4 隅）に形成されている。位置決めピン取付穴 3 7 には、カバー 1 0 の位置決めピン係合穴 4 1 に係合する位置決めピン（図示せず）が圧入されるようになっている。これにより、カバー 1 0 は、固定部材 7 に位置決めされた状態で固定される。また、組立用ねじ穴 3 8 には、カバー 1 0 を固定部材 7 に固定する組立用ボルトのねじ部（図示せず）が螺合されるようになっている。また、固定ボルト挿入穴 4 0 には、図外の被固定部材にカバー 1 0 及び固定部材 7 を一体として取り付けるための固定ボルトの軸部（図示せず）が挿入される。なお、固定部材 7 の接触逃がし凹所 3 4, 3 5 には、グリース等の潤滑剤が適宜收容される。

[0022] （出力側回転体）

図 1 及び図 7 に示すように、出力側回転体 8 は、揺動体 4 の両側面 4 a, 4 b のうちの他方の側面 4 b に対向して位置する第 2 側面部 2 1 と、この第 2 側面部 2 1 の径方向内方側に一体に形成された軸受用円筒部 4 2 と、この軸受用円筒部 4 2 と一体に形成された出力軸部 4 3 と、を有している。この出力側回転体 8 は、軸受用円筒部 4 2 の径方向内方側に位置する軸受け穴 4 4 が第 3 ベアリング 1 7 を介して入力軸 2 の先端軸部 1 8 で回転自在に支持

されると共に、軸受用円筒部 4 2 の外周側が第 4 ベアリング 4 5 を介してカバー 1 0 で回転自在に支持され、出力軸部 4 3 が入力軸 2 の回転中心 2 a と同心で回転するようになっている。そして、第 2 側面部 2 1 の内側面 2 1 a（揺動体 4 の他方の側面 4 b に対向する側面）には、揺動体 4 の外周面 2 5（曲面部 2 6）によって支持されたボール 5 に係合する波形溝 3 3 が出力軸部 4 3 の回転中心（軸心） 4 3 a を中心として環状（無端状）に形成されている。この波形溝 3 3 は、ボール 5 を第 2 側面部 2 1 の周方向に沿って波形状に案内するようになっており、径方向内方端を谷底 3 3 a とし、径方向外方端を山頂 3 3 b とし、谷底 3 3 a と山頂 3 3 b との径方向中間位置を波高さ中央位置とすると、谷底 3 3 a の溝深さ及び山頂 3 3 b の溝深さが波高さ中央位置の溝深さよりも深くなるように、溝深さが滑らかに変化している。このような形状の波形溝 3 3 に対し、径方向溝 3 2 は、径方向中間位置が波形溝 3 3 の波高さ中央位置に対応し、この径方向中間位置における溝深さが最も深く、波形溝 3 3 の谷底 3 3 a に対応する径方向位置及び波形溝 3 3 の山頂 3 3 b に対応する径方向位置に向かうにしたがって溝深さが浅くなるように形成されている。そして、出力側回転体 8 は、偏心円板カム 3 が 1 回転し、揺動体 4 が 1 ストローク分だけ揺動させられ、ボール 5 が固定部材 7 の径方向溝 3 2 内を径方向に 1 往復すると、波形溝 3 3 の 1 波分だけ回転する。出力軸部 4 3 は、その回転中心 4 3 a が入力軸 2 の回転中心 2 a と同心となるように配置され、図示しない被駆動部材に接続される。また、出力側回転体 8 は、第 2 側面部 2 1 と揺動体 4 との接触面積を減らして接触抵抗を低減するため、波形溝 3 3 よりも径方向内方側の第 2 側面部 2 1 に、接触逃がし凹所 4 6 が形成されると共に、肉抜き穴 4 7 が周方向に沿って複数形成されている。なお、接触逃がし凹所 4 6 には、グリース等の潤滑剤が適宜収容される。

[0023] (カバー)

図 1 及び図 8 に示すように、カバー 1 0 は、フランジ部 4 8 と円筒部 5 0 とを一体に有しており、径方向内方に出力側回転体 8 を回転可能に収容する

空間が形成されている。フランジ部48は、正面側から見た外形形状が固定部材7のカバー取付部36の外形形状と同様の略矩形形状になっており、位置決めピン係合穴41、組立用ボルト取付穴51、及び固定ボルト挿入穴52が各コーナー部（4隅）に形成されている。このカバー10の位置決めピン係合穴41、組立用ボルト取付穴51、固定ボルト挿入穴52は、固定部材7の位置決めピン取付穴37、組立用ねじ穴38、及び固定ボルト挿入穴40に一対一で対応するように形成されている。そして、カバー10の位置決めピン係合穴41には、固定部材7に固定された位置決めピン（図示せず）が挿入される。また、組立用ボルト取付穴51には、固定部材7とカバー10を締め付け固定する組立用ボルト（図示せず）が係合される。また、固定ボルト挿入穴52には、図外の被取付物にカバー10及び固定部材7を一体として取り付けるための固定ボルト（図示せず）が係合される。カバー10のフランジ部48は、出力側回転体8に対向する側面48aが出力側回転体8の第2側面部21との間に隙間が生じるように配置されている。また、カバー10の円筒部50は、軸受嵌合穴53の内周面が第4ベアリング45の外周面に嵌合され、第4ベアリング45を介して出力側回転体8の軸受用円筒部42を回転自在に支持している。また、円筒部50の軸方向端部には、第4ベアリング45のアウターレースの側面側に位置するベアリング位置決め突起54が形成されている。このベアリング位置決め突起54は、出力側回転体8のベアリング位置決め段部55との間に第4ベアリング45を収容し、第4ベアリング45が出力側回転体8とカバー10との間から抜け出すのを防止している。

[0024] （本実施形態に係るボール減速機の作動）

以上のような本実施形態に係るボール減速機1は、入力軸2と偏心円板カム3とが一体になって1回転すると、揺動体4が偏心円板カム3の偏心量（ e ）の2倍の寸法（ $2e$ ）だけ揺動させられ、揺動体4の外周面25（曲面部26）によって支持されたボール5が固定部材7の径方向溝32内を1往復する。この際、出力側回転体8は、ボール5が固定部材7の径方向溝32

内を第1側面部20の径方向に沿って移動するだけであるため、固定部材7に対して波形溝33の1波分だけ回転させられる。したがって、本実施形態に係るボール減速機1は、波形溝33の波数がNであり、径方向溝32の溝数が(N+1)であるため、入力軸2の1回転に対し、出力側回転体8が入力軸2と逆方向へ1/N回転することになる。なお、本実施形態に係るボール減速機1は、図6及び図7に示すように、出力側回転体8の波形溝33の波数(N)が51であり、固定部材7の径方向溝32の溝数(N+1)が52である場合を例示している。したがって、本実施形態に係るボール減速機1は、入力軸2の回転を1/51(1/N)に減速して出力側回転体8に伝達する。

[0025] (本実施形態に係るボール減速機の第1の効果)

以上のように構成された本実施形態に係るボール減速機1は、揺動体4に対向する出力側回転体8の第2側面部21にのみ波形溝33を形成するようになっているため、波形溝211, 211, 212, 212を4箇所それぞれ形成する従来例のボール減速機200と比較し(図23参照)、構造が簡単であり、加工工数の削減が可能になる。

[0026] (本実施形態に係るボール減速機の第2の効果)

また、本実施形態に係るボール減速機1は、径方向溝32と波形溝33との交差する箇所にボール5が位置するようになっているため、ボール208が偏心回転板204の第1波形溝211の溝壁と固定部材207の第2波形溝212の溝壁に同時に接触するように構成された従来例のボール減速機200と比較し(図23参照)、構造が簡単になり、径方向溝32及び波形溝33の加工が容易になると共に、揺動体4、固定部材7、及び出力側回転体8等の組立作業が容易になる。

[0027] (本実施形態に係るボール減速機の第3の効果)

また、本実施形態に係るボール減速機1は、ボール5が揺動体4の曲面部26に線接触した状態で転動するため、ボール5が平坦な外周面25に点接触した状態で転動する場合と比較し、ボール5との接触部の変形(塑性変形

、摩耗）が生じ難く、耐久性が向上する。

[0028] (揺動体の第1変形例)

図9は、揺動体4の第1変形例を示す図である。なお、図9(a)は揺動体4の正面図であり、図9(b)は図9(a)のA6-A6線に沿って切断して示す揺動体4の断面図であり、図9(c)は揺動体4の側面図であり、図9(d)は揺動体4の背面図であり、図9(e)は図9(b)のB3部の拡大図である。

[0029] 本変形例に係る揺動体4は、図9(e)に示すような加工工具56を使用し、その加工工具56をボール5の転動軌跡に沿って動かすことによって、アンダーカット部分の無い曲面部57(揺動体側の転動溝)を外周面25に形成することができる。本変形例に係る揺動体4の曲面部57は、上記実施形態に係る揺動体4の曲面部26の約半分になり、ボール5と線接触する長さも上記実施形態に係る揺動体4の曲面部26の約半分になるが、アンダーカット部分が無いため、ボール減速機1の組立順序の制限がなく、また、射出成形時における成形収縮を利用せずに離型できる。その結果、本変形例に係る揺動体4は、成形収縮による離型を考慮しなくてもよい分だけ部品設計上の制限を少なくすることができ、高精度の曲面部57(揺動体側の転動溝)が形作られる。

[0030] (揺動体の第2変形例)

図10は、揺動体4の第2変形例を示す図である。なお、図10(a)は揺動体4の正面図であり、図10(b)は揺動体4の側面図であり、図10(c)は揺動体4の背面図であり、図10(d)は図10(a)のA7-A7線に沿って切断して示す揺動体4の断面図である。

[0031] 本変形例に係る揺動体4は、ボール5が第1実施形態に係るボール減速機1の半分に削減された状態で使用されるものである。この揺動体4は、外周面25から径方向外方へ向かって突出する回転抑制突起58がボール5の数と同数形成され、回転抑制突起58が固定部材7の隣り合う径方向溝32, 32に沿って転動するボール5, 5の間に位置し、偏心円板カム3によって

円滑に揺動させられるものの、偏心円板カム 3 の周りを回転するのが抑えられる。また、この揺動体 4 は、隣り合う一对の回転抑制突起 5 8, 5 8 の間の外周面 2 5 に、図 4 (b) に示すアンダーカット形状の曲面部 2 6 (揺動体側の転動溝) が形成されるか、又は、図 9 (e) に示すアンダーカット形状の無い曲面部 5 7 (揺動体側の転動溝) が形成される。

[0032] このような本変形例に係る揺動体 4 は、回転抑制突起 5 8 が周り止めの機能を発揮するため、第 1 実施形態に係る揺動体 4 の複数の回転抑制穴 2 4 を形成しなくてもよいため、成形収縮のばらつきを生じにくく、高精度に製造できる。その結果、本変形例に係る揺動体 4 は、成形収縮を利用して金型から離型する場合においても、外周面 2 5 の曲面部 2 6 (揺動体側の転動溝) を高精度に成形できる。また、本変形例に係る揺動体 4 は、第 1 実施形態に係る揺動体 4 の複数の回転抑制穴 2 4 を形成しなくてもよいため、射出成形時におけるウェルドラインが生じにくく、第 1 実施形態に係る揺動体 4 よりも強度を大きくできる。

[0033] [第 2 実施形態]

(全体構造)

図 1 1 は、本発明の第 2 実施形態に係るボール減速機 1 の縦断面図である。本実施形態に係るボール減速機 1 は、出力側回転体 8 に回転抑制ボス 6 0 を複数形成し、その回転抑制ボス 6 0 を揺動体 4 の回転抑制穴 2 4 に係合するようになっている点が第 1 実施形態に係るボール減速機 1 と相違する。そして、本実施形態に係るボール減速機 1 は、後述する揺動体 4 の外周面 2 5 側の形状、及び出力側回転体 8 の一部 (回転抑制ボス 6 0) を除き、その他の構成が第 1 実施形態に係るボール減速機 1 と同様である。したがって、本実施形態に係るボール減速機 1 の説明は、第 1 実施形態に係るボール減速機 1 の説明と重複する説明を省略する。

[0034] 本実施形態に係るボール減速機 1 において、出力側回転体 8 の回転抑制ボス 6 0 と揺動体 4 の回転抑制穴 2 4 との間は、第 1 実施形態に係るボール減速機 1 における固定部材 7 の回転抑制ボス 2 3 と揺動体 4 の回転抑制穴 2

4 との隙間と同様に、偏心円板カム 3 の偏心量 (e) の 2 倍の寸法 ($2e$) である。そして、このような本実施形態に係るボール減速機 1 は、揺動体 4 が偏心円板カム 3 によって揺動させられながら出力側回転体 8 と共に出力軸部 43 の回転中心 43a の周りを回転させられる。

[0035] (揺動体)

図 12 は、本実施形態に係るボール減速機 1 の揺動体 4 を示す図である。なお、図 12 (a) は揺動体 4 の正面図であり、図 12 (b) は揺動体 4 の側面図であり、図 12 (c) は図 12 (b) の B4 部の拡大図であり、図 12 (d) は図 12 (a) の A8-A8 線に沿って切断して示す揺動体 4 の断面図である。

[0036] 揺動体 4 は、上述のとおり、偏心円板カム 3 によって揺動させられながら出力側回転体 8 と共に回転する。そして、この揺動体 4 によって転動可能に支持されるボール 5 は、固定部材 7 の径方向溝 32 内を転動すると共に出力側回転部材 8 の波形溝 33 内を転動するようになっている。その結果、本実施形態に係るボール減速機 1 は、ボール 5 が揺動体 4 の外周面 25 に沿って相対回転することになる。

[0037] このような揺動体 4 の外周面 25 は、軸受け穴 22 と同心の円形状であり、ボール 5 と線接触する曲面部 61 (揺動体側の転動溝) が周方向に沿って連続して形成されている。この揺動体 4 の曲面部 61 は、出力側回転体 8 の波形溝 33 と同じ波数になる。そして、この揺動体 4 の曲面部 61 は、揺動体 4 を機械加工する場合、揺動体 4 に対するボール 5 の転動軌跡をシミュレーションソフト (例えば、ANSYS) で解析し、その解析データとボール径等をマシニングセンタに入力し、マシニングセンタに装着したボールエンドミル等の加工工具をボール 5 の転動軌跡に沿うように動かして加工する。また、この揺動体 4 の曲面部 61 は、揺動体 4 を射出成形する場合、揺動体 4 に対するボール 5 の転動軌跡をシミュレーションソフト (例えば、ANSYS) で解析し、その解析データとボール径等を金型加工機械に入力し、金型加工機械の加工工具を入力データに基づいて動かし、金型のキャビティ内に

曲面部形成面を加工して、射出成形時にキャビティ内の曲面部形成面を転写することにより形作られる。なお、図12(c)において、ボール5の転動軌跡62は、曲面部61に2点鎖線で表したように、複雑な連続した形状になっている。また、本実施形態に係る揺動体4は、曲面部61が第1実施形態に係る揺動体4の曲面部26と同様にアンダーカット形状に形成されているが(図4(a)参照)、第1実施形態の第1変形例に係る揺動体4の曲面部57と同様にアンダーカット形状の無い曲面部61にしてもよい(図9(e)参照)。

[0038] (出力側回転体)

図13は、本実施形態に係るボール減速機1の出力側回転体8を示す図である。なお、図13(a)は出力側回転体8の側面図であり、図13(b)は出力側回転体8の縦断面図(図13(c)のA9-A9線に沿って切断して示す断面図)であり、図13(c)は出力側回転体8の正面図である。

[0039] 本実施形態に係るボール減速機1の出力側回転体8は、揺動体4の回転抑制穴24に係合される回転抑制ボス60が第2側面部21に形成されている点を除き、他の構成が第1実施形態に係るボール減速機1の出力側回転体8と同様である。なお、本実施形態に係るボール減速機1において、出力側回転体8の回転抑制ボス60は、第1実施形態に係るボール減速機1の固定部材7の回転抑制ボス23と同様に、揺動体4の回転抑制穴24と偏心円板カム3の偏心量 e の2倍($2e$)の隙間をもって係合する。これにより、本実施形態における出力側回転体8は、偏心円板カム3によって揺動させられる揺動体4を出力軸部43の回転中心43aの周りに回転させることができる。

[0040] 以上のような本実施形態に係るボール減速機1は、第1実施形態に係るボール減速機1の第1乃至第3の効果と同様の効果を得ることができる。

[0041] [第3実施形態]

(全体構造)

図14は、本発明の第3実施形態に係るボール減速機101の縦断面図で

ある。この図 1 4 に示すように、本実施形態に係るボール減速機 1 0 1 は、入力軸（入力側回転体）1 0 2、キャップ（入力側回転体）1 0 3、偏心円板カム 1 0 4、揺動体 1 0 5、複数のボール（鋼球）1 0 6、固定部材 1 0 7、及び出力側回転体 1 0 8（第 1 出力側回転体 1 0 8 A、第 2 出力側回転体 1 0 8 B）等で構成されている。

[0042] （入力軸）

図 1 4 及び図 1 5 に示すように、入力軸 1 0 2 は、第 1 ベアリング 1 1 0 を介して第 1 出力側回転体 1 0 8 A を回動自在に支持しており、図示しない電動機等によって回転駆動されるようになっている。この入力軸 1 0 2 は、軸本体部 1 1 1 よりも大径の銚状部 1 1 2 が軸本体部 1 1 1 に隣接して形成され、その銚状部 1 1 2 に隣接して軸受支持部 1 1 3 が形成され、その軸受支持部 1 1 3 に第 1 ベアリング 1 1 0 が取り付けられ、第 1 ベアリング 1 1 0 を第 1 出力側回転体 1 0 8 A の軸受穴 1 1 4 の内周側突起 1 1 5 と銚状部 1 1 2 との間に保持するようになっている。また、この入力軸 1 0 2 は、軸受支持部 1 1 3 よりも軸先端側で且つ軸受支持部 1 1 3 に隣接する位置に偏心円板カム 1 0 4 が形成されている。この偏心円板カム 1 0 4 は、その中心 1 0 4 a が入力軸 1 0 2 の回転中心 1 0 2 a（軸本体部 1 1 1 の回転中心 1 1 1 a）に対して偏心量（ e ）だけ偏心して位置する偏心軸部であり、入力軸 1 0 2 の回転中心 1 0 2 a の回りに入力軸 1 0 2 と一体となって偏心回転する。そして、偏心円板カム 1 0 4 の外周側には、揺動体 1 0 5 が第 2 ベアリング 1 1 6 を介して相対回動可能に取り付けられている。また、入力軸 1 0 2 は、キャップ 1 0 3 を取り付けの先端軸部 1 1 7 が形成されている。この先端軸部 1 1 7 は、その回転中心が軸本体部 1 0 2 の回転中心 1 0 2 a と同心であり、キャップ 1 0 3 の軸穴 1 1 8 に嵌合され、先端面 1 1 7 a がキャップ 1 0 3 の軸穴 1 1 8 内に突出するストッパ突起 1 2 0 に突き当てられている。また、入力軸 1 0 2 の先端軸部 1 1 7 には、キャップ 1 0 3 を固定するためのボルト 1 2 1 のねじ軸部 1 2 1 a と螺合するねじ穴（雌ねじ）1 2 2 が形成されている。なお、以下の説明において、入力軸 1 0 2 の回転中

心 1 0 2 a に直交する仮想平面を考えた場合、径方向とは、その仮想平面上を回転中心 1 0 2 a から放射状に延びる方向を言うものとする。また、入力軸 1 0 2 の回転中心 1 0 2 a に直交する仮想平面を考えた場合、周方向とは、入力軸 1 0 2 の回転中心 1 0 2 a を中心とする仮想円の外縁に沿った方向を言うものとする。

[0043] (キャップ)

図 1 4 及び図 1 6 に示すように、キャップ 1 0 3 は、入力軸 1 0 2 の先端軸部 1 1 7 にボルト 1 2 1 で固定され、入力軸 1 0 2 と共に入力側回転体を構成し、回転中心 1 0 3 a が入力軸 1 0 2 の回転中心 1 0 2 a と一致するように形成されている。このキャップ 1 0 3 は、回転中心 1 0 3 a に沿った一端側（図 1 6 (b) の右端側）に開口する軸穴 1 1 8 と、回転中心 1 0 3 a に沿った他端側（図 1 6 (b) の左端側）に開口するボルト頭部収容穴 1 2 3 と、ボルト頭部収容穴 1 2 3 と軸穴 1 1 8 とを連通するボルト軸部挿通穴 1 2 4 と、が形成されている。また、このキャップ 1 0 3 は、円筒状の外周面 1 0 3 b の一端側にリング状の軸受ストッパ 1 2 5 が形成され、外周面 1 0 3 b に取り付けられた第 3 ベアリング 1 2 6 の側面が軸受ストッパ 1 2 5 に突き当てられており、第 2 出力側回転体 1 0 8 B の軸受穴 1 2 7 内の内周側突起 1 2 8 と軸受ストッパ 1 2 5 との間に第 3 ベアリング 1 2 6 を保持するようになっている。なお、キャップ 1 0 3 は、軸穴 1 1 8 の回転中心及び外周面 1 0 3 b の回転中心がキャップ 1 0 3 の回転中心 1 0 3 a と同心である。

[0044] (揺動体)

図 1 4 及び図 1 7 に示すように、揺動体 1 0 5 は、偏心円板カム 1 0 4 によって揺動させられるように円板状に形成され、中心の軸受穴 1 3 0 が第 2 ベアリング 1 1 6 の外周面に嵌合され、偏心円板カム 1 0 4 と相対回動できるように第 2 ベアリング 1 1 6 で支持されている。この揺動体 1 0 5 は、その中心 1 0 5 a が偏心円板カム 1 0 4 の中心 1 0 4 a と同心となるように形成され、外周面 1 0 5 b が偏心円板カム 1 0 4 の中心 1 0 4 a と同心の円筒

面であり、外周面 105b に形成した曲面部 129（揺動体側の転動溝）で複数のボール 106 を線接触状態を保ちながら転動可能に支持している。また、揺動体 105 は、軸受穴 130 の径方向外方側に、周方向に沿って 8 カ所の回転抑制穴 131 が等間隔で形成されている。この揺動体 105 の回転抑制穴 131 は、第 1 出力側回転体 108A の第 1 側面部 132 に形成された回転抑制ボス 133 が隙間（偏心円板カム 104 の偏心量 e の 2 倍の隙間 $2e$ ）をもって係合され、揺動体 105 が偏心円板カム 104 で円滑に揺動させられるようになっている。そして、この揺動体 105 は、出力側回転体 108 と共に回転するようになっているため、ボール 106 と線接触する曲面部 129 が周方向に沿って連続して形成されており、波形溝 140 の溝数と同数の波数となるように形成されている。また、この揺動体 105 の曲面部 129 は、出力側回転体 108 の波形溝 140 が第 1 出力側回転体 108A と第 2 出力側回転体 108B とで軸方向（中心 105a に沿った方向）への変位方向が逆転するため（図 21 及び図 22 参照）、その波形溝 140 の変位に倣って軸方向への変位方向が逆転する（図 17（b）参照）。そして、図 17（c）に示す曲面部 129 の形状（断面形状）は、第 1 実施形態に係る揺動体 4 の曲面部 26 と同様にアンダーカット形状に形成されると（図 4（a）参照）、ボール 106 との接触部分に作用する力の軸方向（中心 105a に沿った方向）成分の合成力が打ち消し合うことになり、揺動体 105 に作用するスラスト力を抑えることができるので好ましいが、第 1 実施形態の第 1 変形例に係る揺動体 4 の曲面部 57 と同様のアンダーカット形状の無い曲面部 61 と同様の形状にしてもよい（図 9（e）参照）。この揺動体 105 の曲面部 129 は、揺動体 105 を機械加工する場合、揺動体 105 に対するボール 106 の転動軌跡をシミュレーションソフト（例えば、ANSYS）で解析し、その解析データとボール径等をマシニングセンタに入力し、マシニングセンタに装着したボールエンドミル等の加工工具をボール 106 の転動軌跡に沿うように動かして加工する。また、この揺動体 105 の曲面部 129 は、揺動体 105 を射出成形する場合、揺動体 105 に対する

ボール 106 の転動軌跡をシミュレーションソフト（例えば、ANSYS）で解析し、その解析データとボール径等を金型加工機械に入力し、金型加工機械の加工具を入力データに基づいて動かし、金型のキャビティ内に曲面部形成面を加工して、射出成形時にキャビティ内の曲面部形成面を転写することにより形作られる。

[0045] （固定部材）

図 14 及び図 18 に示すように、固定部材 107 は、正面側の形状が略四角形状であり、中心部に揺動体収容穴 134 が形成されている。この固定部材 107 は、外縁に沿うように形成された固定枠部 135 と、この固定枠部 135 の径方向内方側に形成された径方向溝形成円板部 136 と、を有している。そして、固定部材 107 は、固定枠部 135 の四隅にボルト穴 137 が形成され、この四箇所のボルト穴 137 に固定用ボルト（図示せず）が挿入され、図示しない被固定部材（例えば、機械のフレーム、又はロボットのアーム）に固定用ボルトで固定されるようになっている。この固定部材 107 は、揺動体収容穴 134 の中心 134a が入力軸 102 の回転中心 102a と同心となるように被固定部材に固定される。そして、固定部材 107 の揺動体収容穴 134 には、揺動体 105 が揺動できるように収容される。また、この固定部材 107 は、揺動体収容穴 134 の内周面 134b から径方向に沿って延びる径方向溝 138 が周方向に沿って等間隔で複数（波形溝 140 の波数を N とすると、 $(N+1)/3$ 箇所）形成されている。この径方向溝 138 は、径方向内方端がボール 106 の出入りを可能にする開口端であり、溝幅がボール 106 の直径よりも僅かに大きく形成され、溝長さ（径方向長さ）が揺動体 105 の揺動量（偏心円板カム 104 の偏心量 e ）を考慮した長さに形成され、揺動体 105 の外周面 105b に支持されたボール 106 が径方向に沿ってスライド移動させられるようになっている。また、この固定部材 107 は、径方向溝形成円板部 136 の板厚がボール 106 の直径よりも小さく形成されており、径方向溝 138 に係合されたボール 106 の中心を径方向溝形成円板部 136 の板厚方向中心位置に合致させた場合

、ボール１０６が径方向溝形成円板部１３６の両側に均等に出っ張り、その径方向溝１３８内のボール１０６が出力側回転体１０８に形成された波形溝１４０に転動可能に係合されるようになっている。このような固定部材１０７の径方向溝１３８は、偏心円板カム１０４が１回転し、揺動体１０５が１ストローク分だけ揺動させられると、ボール１０６を揺動体１０５の揺動量に応じた分だけ径方向に転動させることができる。なお、本実施形態において、固定部材１０７の径方向溝形成円板部１３６は、その板厚が揺動体１０５の板厚と同一寸法になっている。

[0046] (第１出力側回転体)

図１４及び図１９に示すように、第１出力側回転体１０８Ａは、揺動体１０５の両側面１０５ｃ、１０５ｄのうちの一方の側面１０５ｃ、及び固定部材１０７の径方向溝形成円板部１３６の両側面１３６ａ、１３６ｂのうちの一方の側面１３６ａに対向して位置する第１側面部１３２を有している。また、第１出力側回転体１０８Ａは、入力軸１０２に取り付けられた第１ベアリング１１０を収容する軸受穴１１４が形成され、第１ベアリング１１０のアウトレースの側面が軸受穴１１４の端部に形成された内周側突起１１５に突き当てられるようになっている。この第１出力側回転体１０８Ａの第１側面部１３２は、第２出力側回転体１０８Ｂを連結固定するための回転抑制ボス１３３が周方向に等間隔で複数（８箇所）形成されている。この回転抑制ボス１３３は、揺動体１０５の回転抑制穴１３１を貫通して第２出力側回転体１０８Ｂの第２側面部１４１に形成された回転抑制ボス収容凹部１４２に嵌合されるようになっている。そして、この回転抑制ボス１３３には、第２出力側回転体１０８Ｂをボルト１４３で固定するためのねじ穴（雌ねじ）１４４が形成されている。また、第１出力側回転体１０８Ａの第１側面部１３２は、隣り合う回転抑制ボス１３３、１３３間に接触逃がし凹所１４５が形成され、その接触逃がし凹所１４５内にグリース等の潤滑剤が適宜収容される。また、第１出力側回転体１０８Ａの第１側面部１３２は、回転抑制ボス１３３及び接触逃がし凹所１４５の径方向外方側に波形溝１４０が形成さ

れている。

[0047] (第2出力側回転体)

図14及び図20に示すように、第2出力側回転体108Bは、揺動体105の両側面105c、105dのうちの他方の側面105d、及び固定部材107の径方向溝形成円板部136の両側面136a、136bのうちの他方の側面136bに対向して位置する第2側面部141を有している。この第2出力側回転体108Bの第2側面部141は、第1出力側回転体108Aの回転抑制ボス133に対向する位置に、回転抑制ボス133に嵌合される回転抑制ボス収容凹部142が回転抑制ボス133と同数形成されている。また、第2出力側回転体108Bの第2側面部141は、隣り合う回転抑制ボス収容凹部142、142間に接触逃がし凹所146が形成され、その接触逃がし凹所146内にグリース等の潤滑剤が適宜収容される。また、第2出力側回転体108Bは、キャップ103に取り付けられた第3ベアリング126を収容する軸受穴127が形成され、第3ベアリング126のアウトーレースの側面が軸受穴127の端部に形成された内周側突起128に突き当てられるようになっている。また、第2出力側回転体108Bは、第2側面部141側の径方向内方端側に、第2ベアリング116との接触を避ける逃がし穴147が形成されている。また、第2出力側回転体108Bの第2側面部141は、回転抑制ボス収容凹部142及び接触逃がし凹所146の径方向外方側に波形溝140が形成されている。また、第2出力側回転体108Bは、第1出力側回転体108Aの回転抑制ボス133に対向する位置に、第2側面部141の反対側に位置する側面148側に開口するボルトヘッド収容凹所150が形成されると共に、ボルトヘッド収容凹所150と回転抑制ボス収容凹部142とを連通するボルト穴151が形成されている。そして、この第2出力側回転体108Bは、ボルトヘッド収容凹所150及びボルト穴151に挿入されたボルト143のねじ軸部143aが第1出力側回転体108Aの回転抑制ボス133のねじ穴144に螺合され、第1出力側回転体108Aに固定され、第1出力側回転体108Aと一体とな

って出力側回転体 108 を構成する。なお、この第 2 出力側回転体 108 B は、第 2 側面部 141 の反対側に位置する側面 148 側で、且つ、ボルトヘッド收容凹所 150 よりも径方向内方側の位置に周方向に沿って複数のねじ穴 152 が形成され、第 2 出力側回転体 108 B によって回動させられる図示しない被回転部材が複数のねじ穴 152 に螺合される図示しない複数のボルトで固定される。

[0048] (波形溝)

図 14、図 19、図 20、及び図 21 に示すように、波形溝 140 は、第 1 出力側回転体 108 A の第 1 側面部 132 と第 2 出力側回転体 108 B の第 2 側面部 141 に跨って形成されており、偶数個 ($N = 50$) の波が入力軸 102 の回転中心 102 a の回りに連続して環状に形成され、固定部材の $(N + 1) / 3$ 箇所 (17 箇所) の径方向溝 138 に收容されたボール 106 と転動可能に係合するようになっている。この波形溝 140 は、波の径方向内方端に位置する部分を谷底 140 a とし、波の径方向外方端に位置する部分を山頂 140 b とすると、谷底 140 a が第 1 出力側回転体 108 A の第 1 側面部 132 と第 2 出力側回転体 108 B の第 2 側面部 141 とに跨って形成され、奇数番の波の山頂 140 b の溝深さが第 1 側面部 132 と第 2 側面部 141 のいずれか一方側よりも第 1 側面部 132 と第 2 側面部 141 のいずれか他方側に深く形成され、偶数番の波の山頂 140 b の溝深さが第 1 側面部 132 と第 2 側面部 141 のいずれか一方側よりも第 1 側面部 132 と第 2 側面部 141 のいずれか他方側に深く形成され、谷底 140 a から山頂 140 b に向かって溝深さが漸増するように形成されている。即ち、この波形溝 140 は、鋸の「あさり (歯振)」と類似した形状になっている。このような第 1 出力側回転体 108 A の波形溝 140 と第 2 出力側回転体 108 B の波形溝 140、及び固定部材 107 の径方向溝 138 に係合するボール 106 は、径方向溝 138 内を径方向に沿って移動する際に、3 次元的に形成された波形溝 140 によって入力軸 102 の回転中心 102 a に沿った方向にも移動する。なお、波形溝 140 は、上述のとおり、第 1 出力側回

転体 108A の第 1 側面部 132 と第 2 出力側回転体 108B の第 2 側面部 141 に跨って形成されているが、第 1 出力側回転体 108A と第 2 出力側回転体 108B とを固定する際に、第 1 出力側回転体 108A の位置決め溝 153 と第 2 出力側回転体 108B の位置決め溝 154 とを位置合わせすることにより（図 14、図 19、及び図 20 参照）、第 1 出力側回転体 108A と第 2 出力側回転体 108B とが高精度に位置決めされた状態で固定されるため、第 1 出力側回転体 108A 側の波形溝 140 と第 2 出力側回転体 108B 側の波形溝 140 とでずれを生じることがなく、高精度に形作られる。

[0049] 図 22 は、ボール 106 が波形溝 140 内を転動させられた場合のボール 106 の転動軌跡 155 を示す図である。なお、図 22 (a) は、ボール 106 の転動軌跡 155 の平面図（入力軸 102 の回転中心 102a に直交する仮想平面に投影した転動軌跡 155）である。また、図 22 (b) は、図 22 (a) の A15 - A15 線に沿って切断して示す仮想断面上に、隣り合う転動軌跡の波 W1, W2 を投影して示す図である。そして、この図 22 に示したボール 106 の転動軌跡 155 は、波形溝 140 の溝形状を示している。また、図 22 において、R は径方向を表し、Z は入力軸 102 の回転中心 102a に沿った方向を示している。

[0050] この図 22 に示すように、ボール 106 の転動軌跡 155 において、隣り合う転動軌跡 155 の波 W1, W2 のうちの第 1 の波 W1 は、波形溝 140 の谷底 140a から山頂 140b に向かうにしたがって -Z 方向に一定の割合で傾斜している。また、転動軌跡 155 の第 2 の波 W2 は、波形溝 140 の谷底 140a から山頂 140b に向かうにしたがって +Z 方向に一定の割合で傾斜している。そして、第 1 の波 W1 の -Z 方向への移動量は、第 2 の波 W2 の +Z 方向への移動量と同一になっている。なお、例えば、転動軌跡 155 の第 1 の波 W1 を形作る波形溝 140 は、山頂 140b に対応する部分が第 1 出力側回転体 108A の第 1 側面部 132 側で深くなるように形成されている。この第 1 の波 W1 に対し、転動軌跡 155 の第 2 の波 W2 を形

作る波形溝 140 は、山頂 140b に対応する部分が第 2 出力側回転体 108B の第 2 側面部 141 側で深くなるように形成されている。

[0051] (本実施形態に係るボール減速機の作動)

以上のような本実施形態に係るボール減速機 101 は、入力軸 102 と偏心円板カム 104 とが一体になって 1 回転すると、揺動体 105 が偏心円板カム 104 の偏心量 (e) の 2 倍の寸法 (2e) だけ揺動させられ、揺動体 105 の外周面 105b で支持されたボール 106 が固定部材 107 の径方向溝 138 内を 1 往復する。この際、出力側回転体 108 (第 1 出力側回転体 108A 及び第 2 出力側回転体 108B) は、ボール 106 が固定部材 107 の径方向溝 138 内を第 1 側面部 132 及び第 2 側面部 141 の径方向に沿って移動するだけであるため、固定部材 107 に対して波形溝 140 の 1 波分だけ回転させられる。したがって、本実施形態に係るボール減速機 101 は、波形溝 140 の波数が N であり、径方向溝 138 の溝数が (N+1) / 3 であるため、入力軸 102 の 1 回転に対し、出力側回転体 108 が入力軸 102 と逆方向へ 1 / N 回転することになる。なお、本実施形態に係るボール減速機 101 は、図 18 及び図 21 に示すように、出力側回転体 108 の波形溝 140 の波数 (N) が 50 であり、固定部材 107 の径方向溝 138 の溝数 (N+1) / 3 が 17 である場合を例示している。したがって、本実施形態に係るボール減速機 101 は、入力軸 102 の回転を 1 / 50 (1 / N) に減速して出力側回転体 108 に伝達する。

[0052] (本実施形態に係るボール減速機の第 1 の効果)

以上のように構成された本実施形態に係るボール減速機 101 は、揺動体 105 及び固定部材 107 に対向する第 1 出力側回転体 108A の第 1 側面部 132 及び第 2 出力側回転体 108B の第 2 側面部 141 の 2 箇所のように波形溝 140 を形成するようになっていたため、波形溝 211, 211, 212, 212 を 4 箇所にそれぞれ形成する従来例のボール減速機 200 と比較し (図 23 参照)、加工工数の削減が可能になる。

[0053] (本実施形態に係るボール減速機の第 2 の効果)

また、本実施形態に係るボール減速機 101 は、径方向溝 138 と波形溝 140 との交差する箇所にボール 106 が位置するようになっているため、ボール 208 が偏心回転板 204 の第 1 波形溝 211 の溝壁と固定部材 207 の第 2 波形溝 212 の溝壁に同時に接触するように構成された従来のボール減速機 200 と比較し（図 23 参照）、径方向溝 138 及び波形溝 140 の加工が容易になると共に、揺動体 105、固定部材 107、及び出力側回転体 108（第 1 出力側回転体 108A 及び第 2 出力側回転体 108B）等の組立作業が容易になる。

[0054] （本実施形態に係るボール減速機の第 3 の効果）

また、本実施形態に係るボール減速機 1 は、ボール 106 が揺動体 105 の曲面部 129 に線接触した状態で転動するため、ボール 106 が平坦な外周面 105b に点接触した状態で転動する場合と比較し、ボール 106 との接触部の変形（塑性変形、摩耗）が生じ難く、耐久性が向上する。

[0055] なお、本実施形態のボール減速機 101 は、第 1 出力側回転体 108A の第 1 側面部 132 に回転抑制ボス 133 を形成し、第 2 出力側回転体 108B の第 2 側面部 141 に回転抑制ボス収容凹部 142 を形成するようになっているが、第 1 出力側回転体 108A の第 1 側面部 132 に回転抑制ボス収容凹部 142 を形成し、第 2 出力側回転体 108B の第 2 側面部 141 に回転抑制ボス 133 を形成するようにしてもよい。

[0056] [第 1 乃至第 3 実施形態の変形例]

本発明の第 1 及び第 2 実施形態に係るボール減速機 1 は、第 1 乃至第 4 ベアリング 12、16、17、45 として、ボールベアリング、ローラベアリング、ブッシュ等が使用される。また、本発明の第 3 実施形態に係るボール減速機 101 は、第 1 乃至第 3 ベアリング 110、116、126 として、ボールベアリング、ローラベアリング、ブッシュ等が使用される。

[0057] また、本発明の第 1 及び第 2 実施形態に係るボール減速機 1 は、全体（入力軸 2、揺動体 4、外側揺動リング 6、固定部材 7、出力側回転体 8、及びカバー 10）を金属で形成する場合、全体の一部を合成樹脂材料で形成する

場合、又は第1乃至第4ベアリング12, 16, 17, 45及びボール5以外の全体を合成樹脂材料で形成する場合が考えられる。また、本発明の第3実施形態に係るボール減速機101は、全体（入力軸102、キャップ103、揺動体105、固定部材107、及び出力側回転体108）を金属で形成する場合、全体の一部を合成樹脂材料で形成する場合、又は第1乃至第3ベアリング110, 116, 126及びボール106以外の全体を合成樹脂材料で形成する場合が考えられる。

符号の説明

[0058] 1, 101……ボール減速機、2, 102……入力軸（入力側回転体）、2a, 102a……回転中心、3, 104……偏心円板カム、4, 105……揺動体、4a, 105c, 136a……一方の側面、4b, 105d, 136b……他方の側面、5, 106……ボール、7, 107……固定部材、8, 108……出力側回転体、20, 132……第1側面部、21, 141……第2側面部、23, 60, 133……回転抑制ボス、24, 131……回転抑制穴、25, 105b……外周面、26, 57, 61, 129……曲面部、32, 138……径方向溝、33, 140……波形溝、43a……回転中心、108A……第1出力側回転体、108B……第2出力側回転体

請求の範囲

- [請求項1] 入力側回転体の回転を出力側回転体に減速して伝達するボール減速機において、
- 前記入力側回転体と一体に回転する偏心円板カムと、
- 前記偏心円板カムの外周側に相対回転可能に嵌合され、前記偏心円板カムによって揺動させられる揺動体と、
- 前記揺動体の外周面に沿って複数配置されたボールと、
- 前記揺動体の両側面のうちの一方に対向して位置する第1側面部を有し、被固定部材に固定される固定部材と、を備え、
- 前記出力側回転体は、前記揺動体の両側面のうちの他方に対向して位置する第2側面部を有し、回転中心としての軸心が前記入力側回転体の回転中心と同軸上に位置するように配置され、
- 前記第1側面部と前記第2側面部のいずれか一方は、前記入力側回転体の回転中心に直交する仮想平面において、前記回転中心から放射状に延びる方向を径方向とすると、前記ボールを前記第1側面部と前記第2側面部のいずれか一方の前記径方向に沿って回転可能に案内する径方向溝が前記入力側回転体の回転中心の回りに複数形成され、
- 前記第1側面部と前記第2側面部のいずれか他方は、前記仮想平面において、前記回転中心を中心とする仮想円の外縁に沿った方向を周方向とすると、前記ボールを前記第1側面部と前記第2側面部のいずれか他方の前記周方向に沿って波形状に案内する環状の波形溝が形成され、
- 前記ボールは、前記径方向溝及び前記波形溝に回転可能に係合され、前記揺動体が前記偏心円板カムによって揺動させられると、前記径方向溝及び前記波形溝内を回転させられ、
- 前記揺動体は、前記第1側面部と前記第2側面部のいずれか一方から突出する回転抑制ボスに係合する回転抑制穴が形成され、
- 前記揺動体の前記回転抑制穴は、前記入力側回転体の回転中心に対

する前記偏心円板カムの偏心量の2倍の隙間が前記回転抑制ボスとの間に形成され、

前記揺動体の外周面には、前記ボールと線接触する曲面部が形成された、

ことを特徴とするボール減速機。

[請求項2] 入力側回転体の回転を出力側回転体に減速して伝達するボール減速機において、

前記入力側回転体と一体に回転する偏心円板カムと、

前記偏心円板カムの外周側に相対回転可能に嵌合され、前記偏心円板カムによって揺動させられる揺動体と、

前記揺動体の外周面に沿って複数配置されたボールと、

前記揺動体を揺動できるように径方向内方側に收容すると共に、被固定部材に固定される固定部材と、

前記揺動体及び前記固定部材の一方の側面に対向するように配置され、前記入力側回転体に相対回転可能に支持された第1出力側回転体と、

前記揺動体及び前記固定部材の他方の側面に対向するように配置され、前記第1出力側回転体に一体回転できるように固定されると共に、前記入力側回転体に相対回転可能に支持され、前記第1出力側回転体と共に前記出力側回転体を構成する第2出力側回転体と、を備え、

前記固定部材は、前記入力側回転体の回転中心に直交する仮想平面において、前記回転中心から放射状に延びる方向を径方向とすると、前記ボールを前記径方向にスライド移動可能に案内する径方向溝が前記ボールの数と同数形成されると共に、前記径方向溝の径方向内方端が前記ボールの出入りを可能にする開口端になっており、

前記第1出力側回転体は、前記固定部材の一方の側面に対向する第1側面部を有し、

前記第2出力側回転体は、前記固定部材の他方の側面に対向する第

2 側面部を有し、

前記第 1 側面部及び前記第 2 側面部は、前記仮想平面において、前記回転中心を中心とする仮想円の外縁に沿った方向を周方向とすると、前記ボールを前記周方向に沿って波形状に案内する環状の波形溝が形成され、

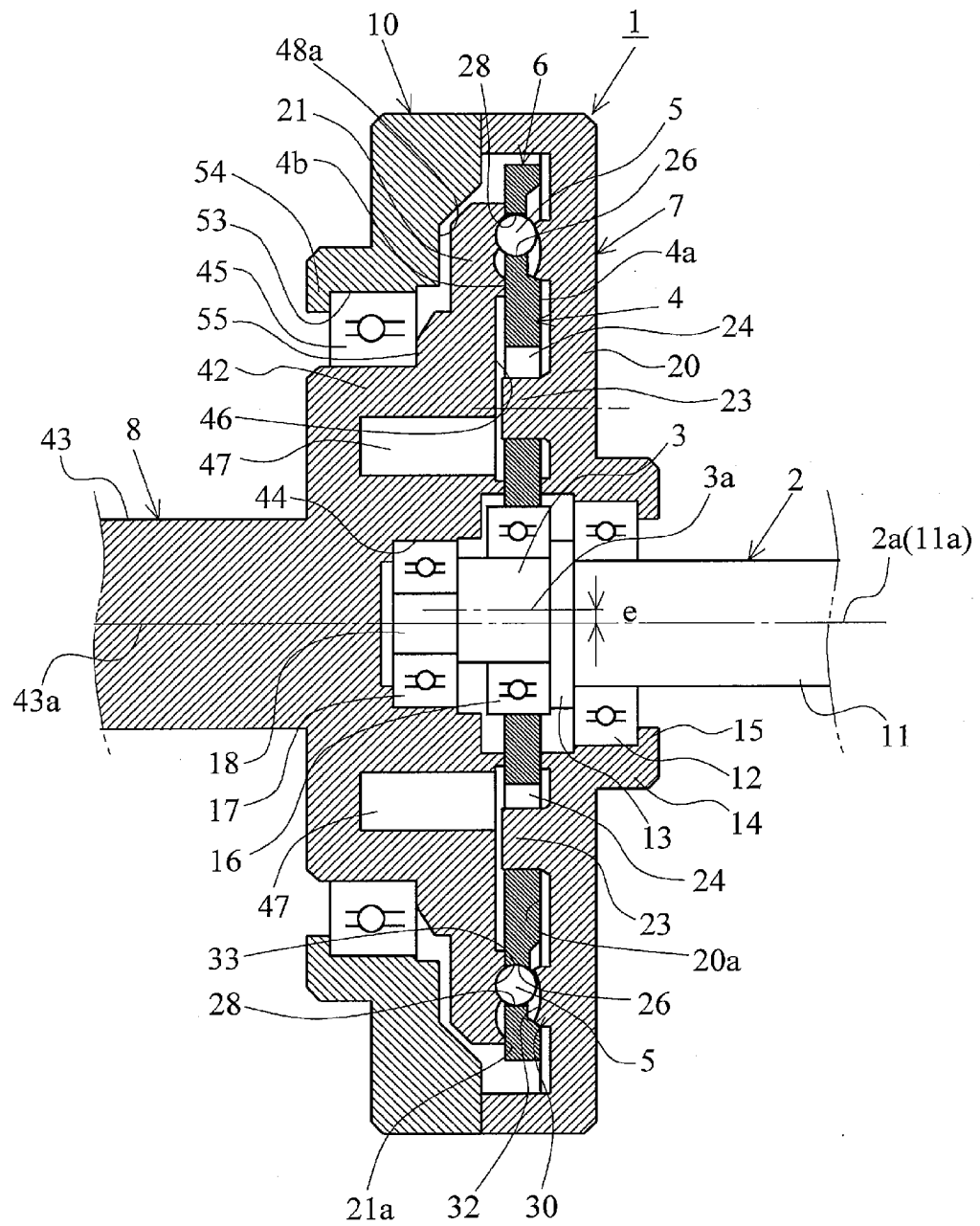
前記揺動体は、前記第 1 側面部と前記第 2 側面部のいずれか一方から突出する回転抑制ボスに係合する回転抑制穴が形成され、

前記揺動体の前記回転抑制穴は、前記入力側回転体の回転中心に対する前記偏心円板カムの偏心量の 2 倍の隙間が前記回転抑制ボスとの間に形成され、

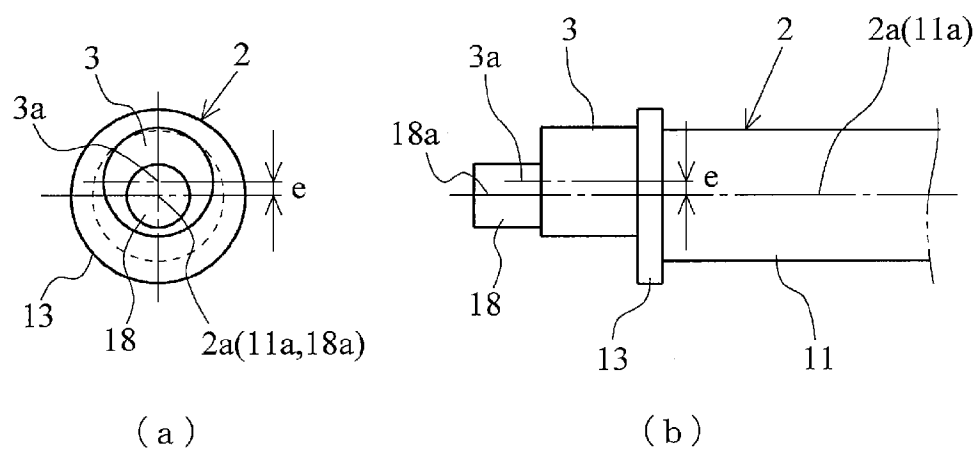
前記揺動体の外周面には、前記ボールと線接触する曲面部が形成された、

ことを特徴とするボール減速機。

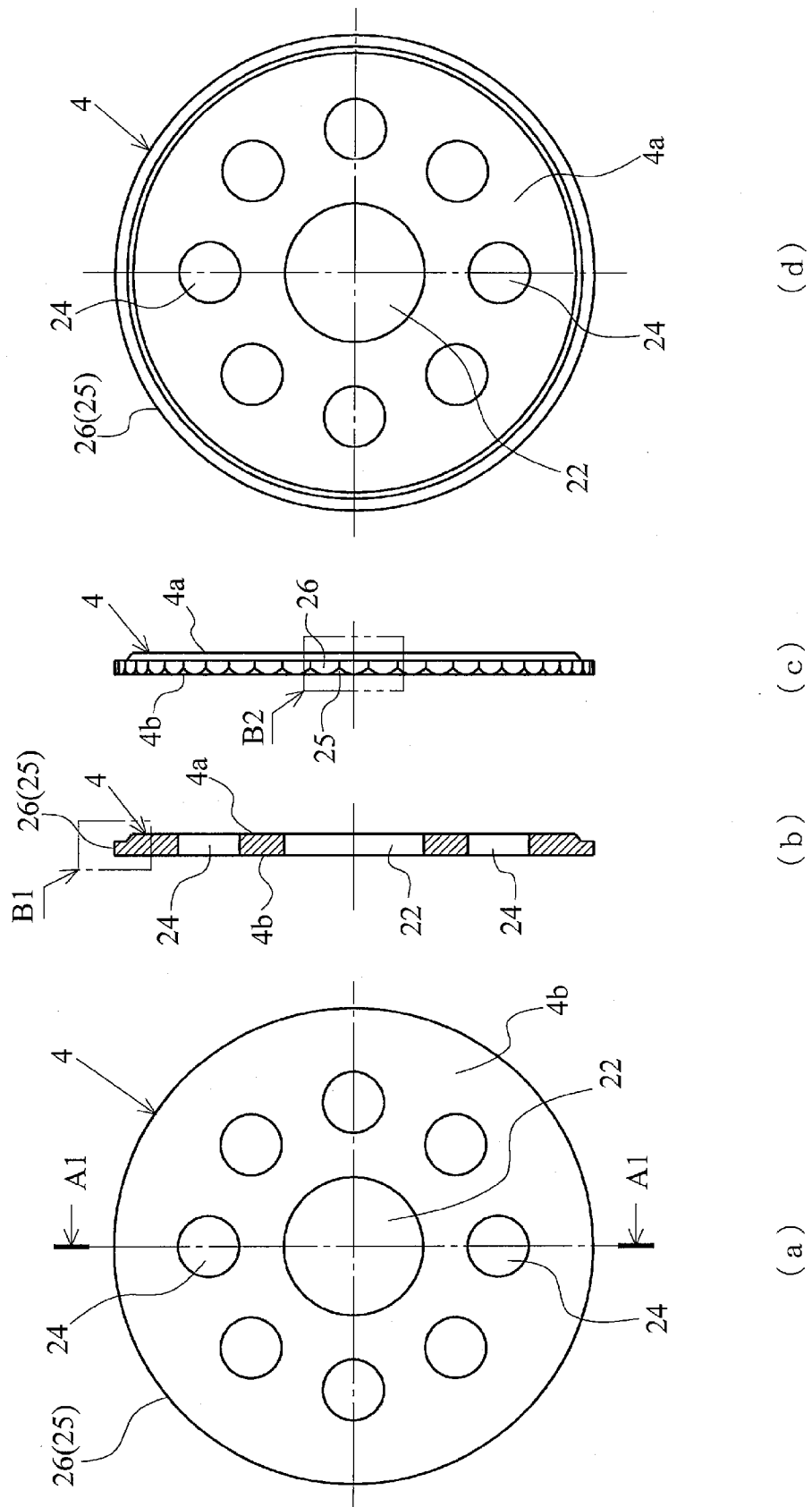
[図1]



[図2]

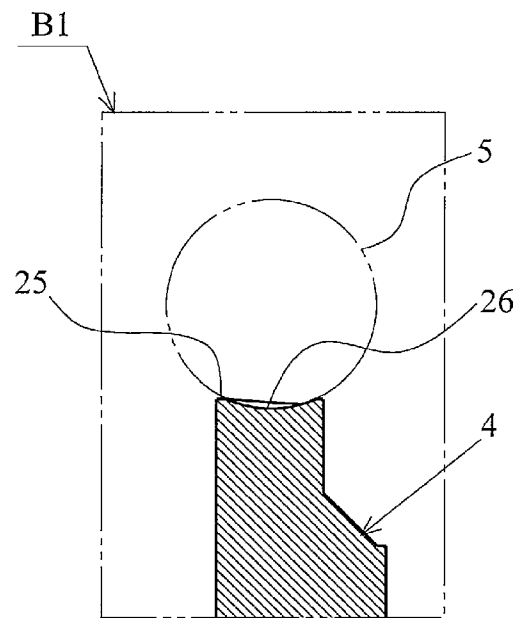


[図3]

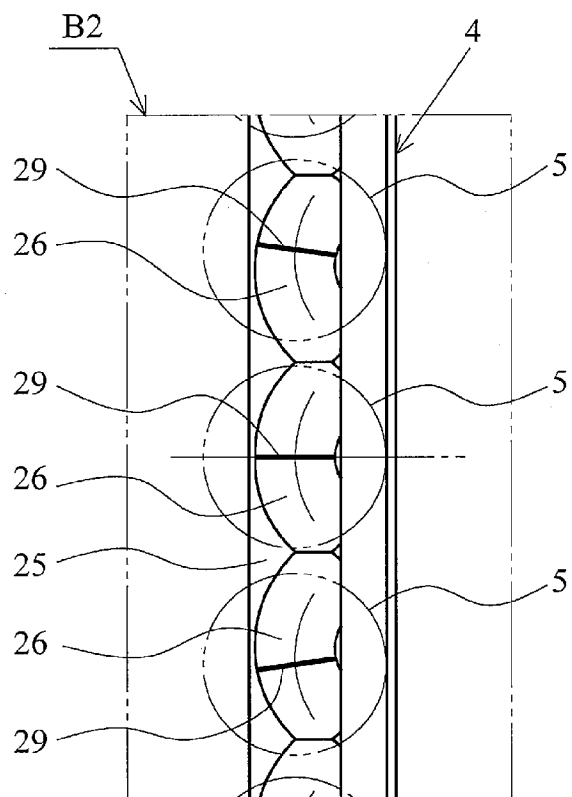


[図4]

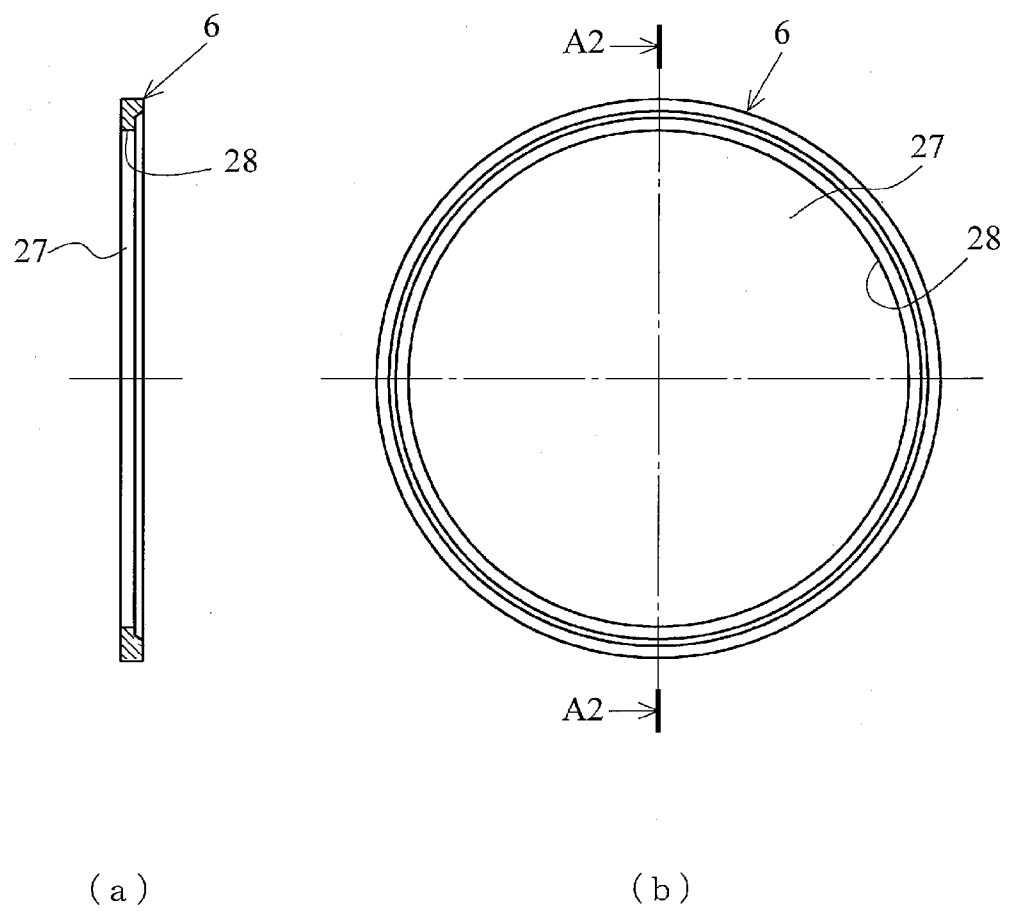
(a)



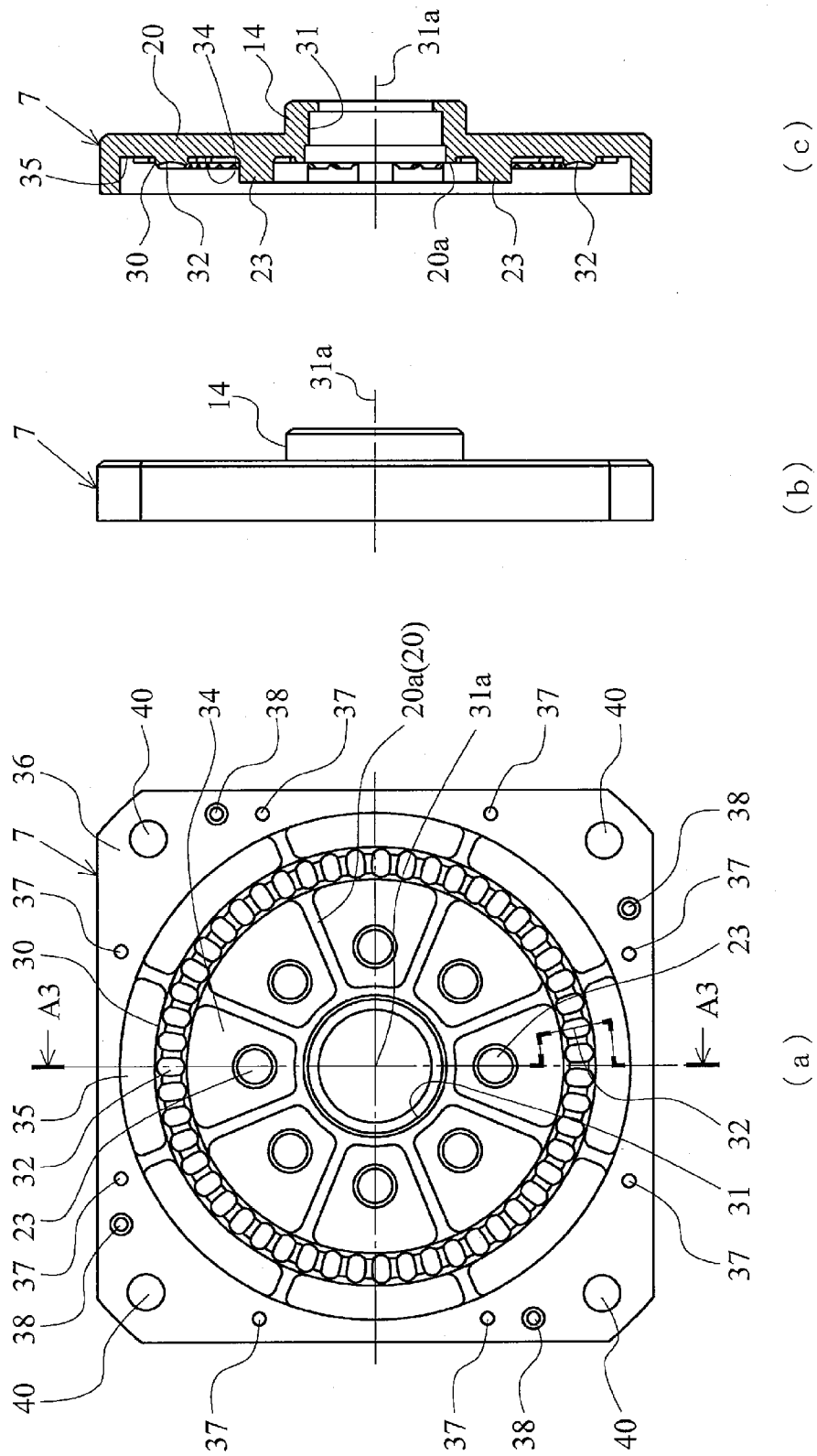
(b)



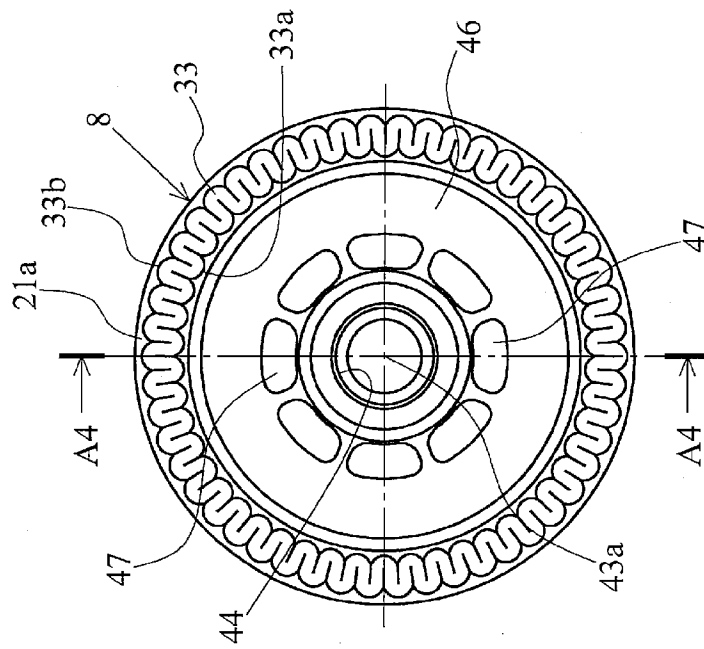
[図5]



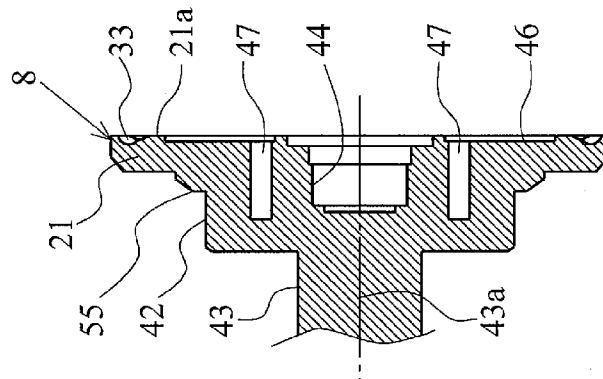
[図6]



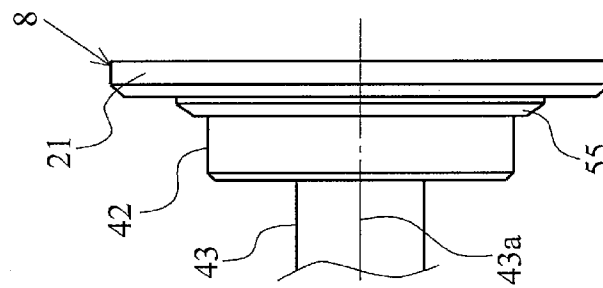
[図7]



(c)

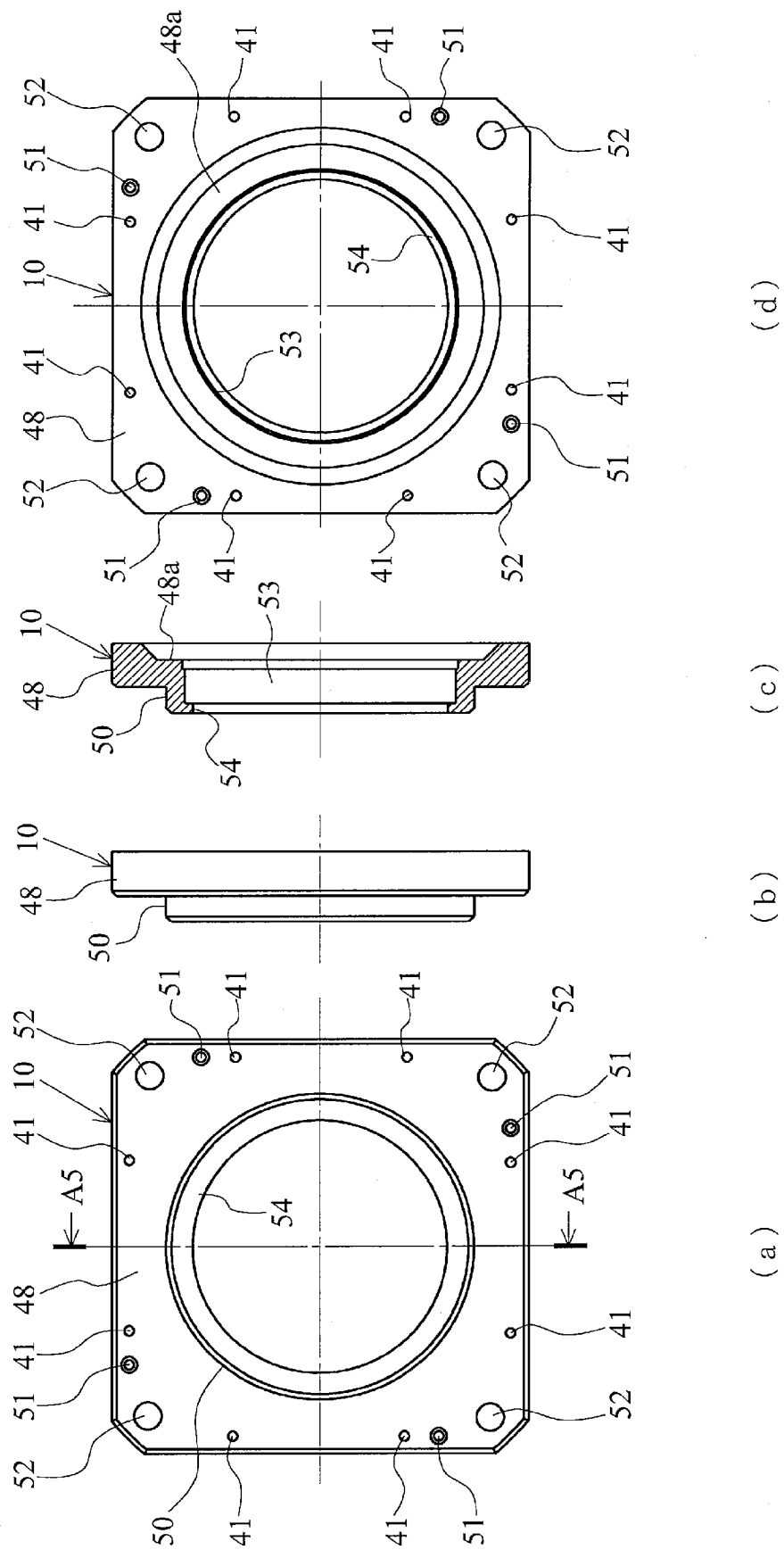


(b)

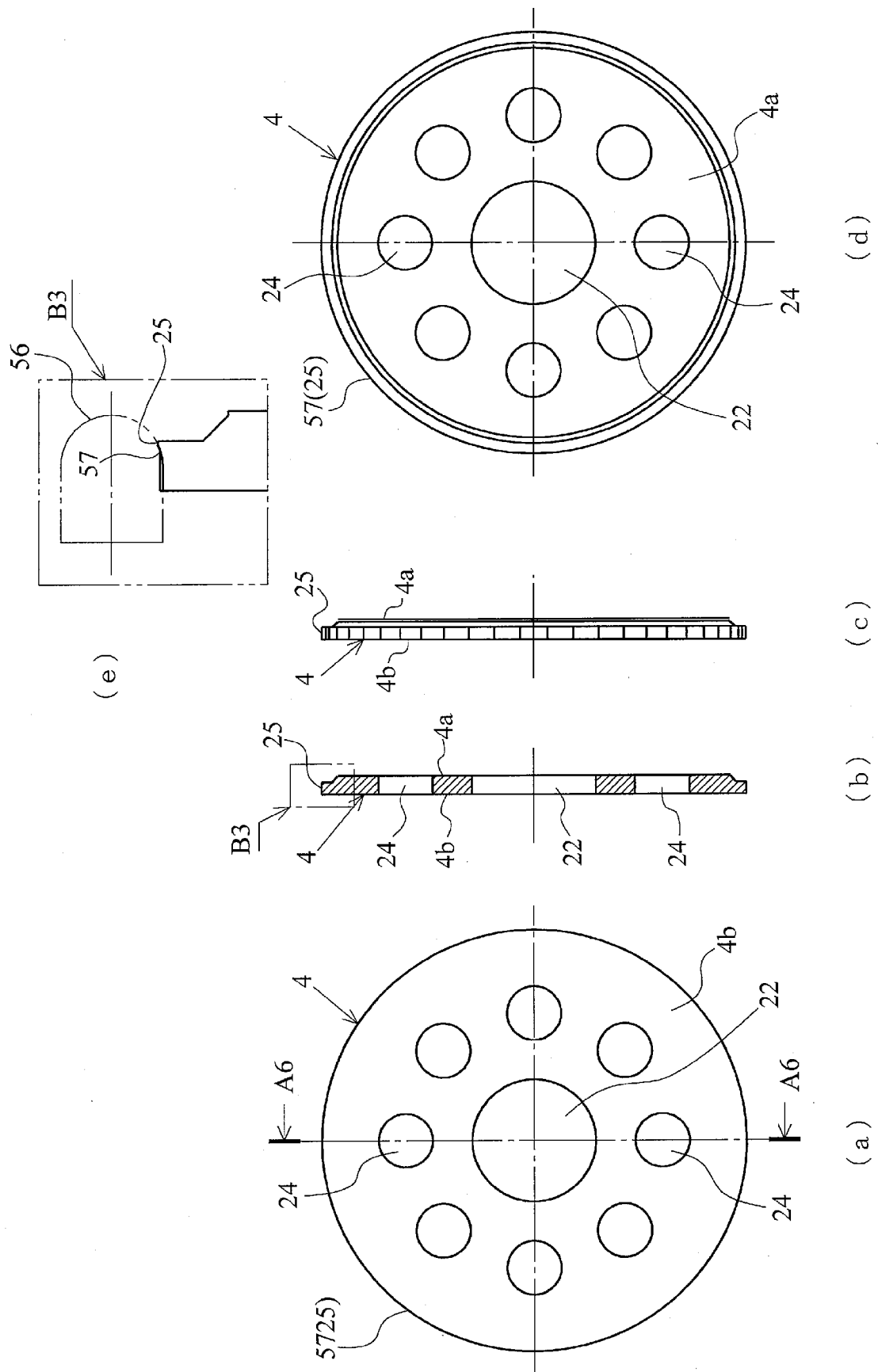


(a)

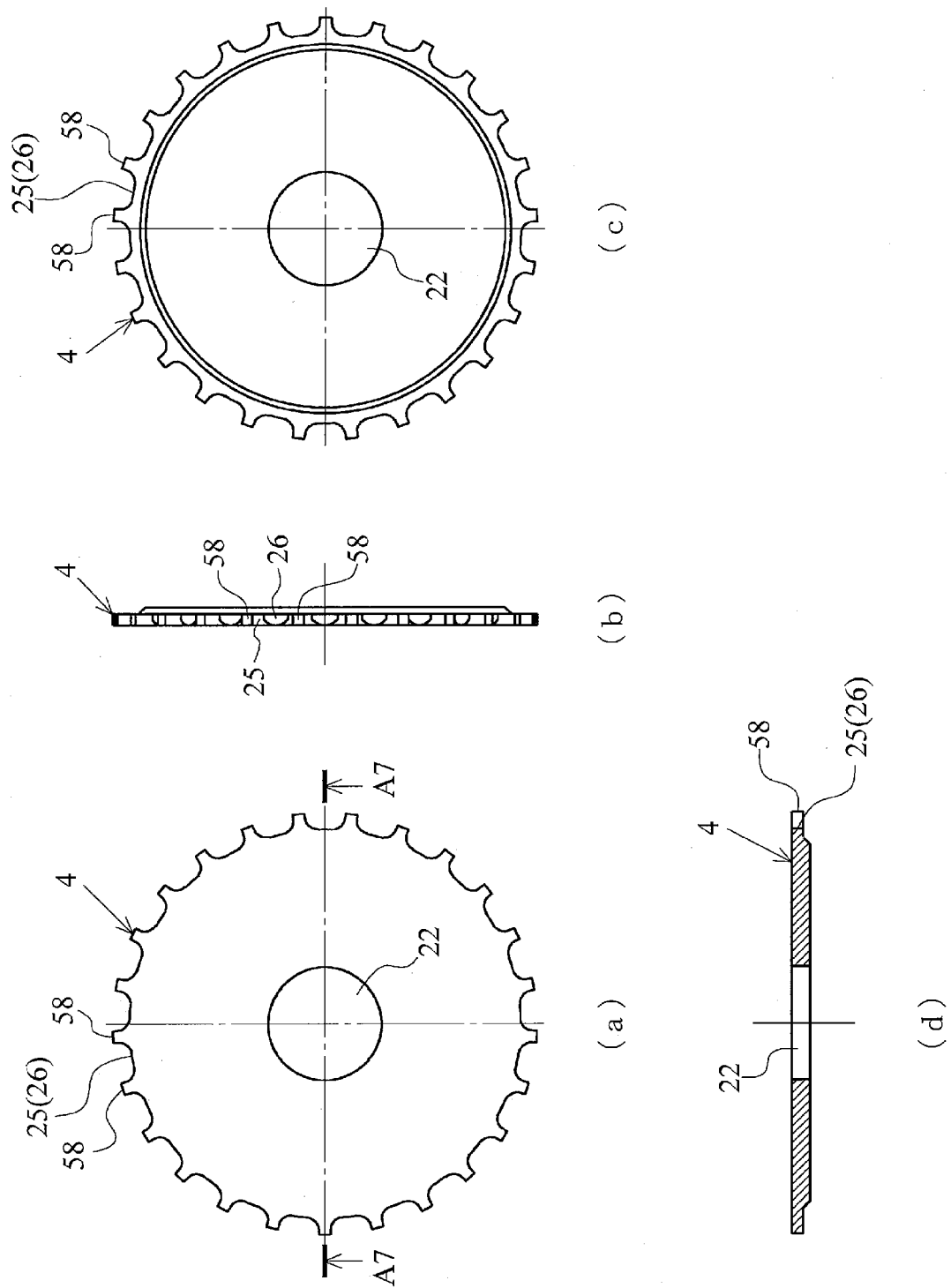
[図8]



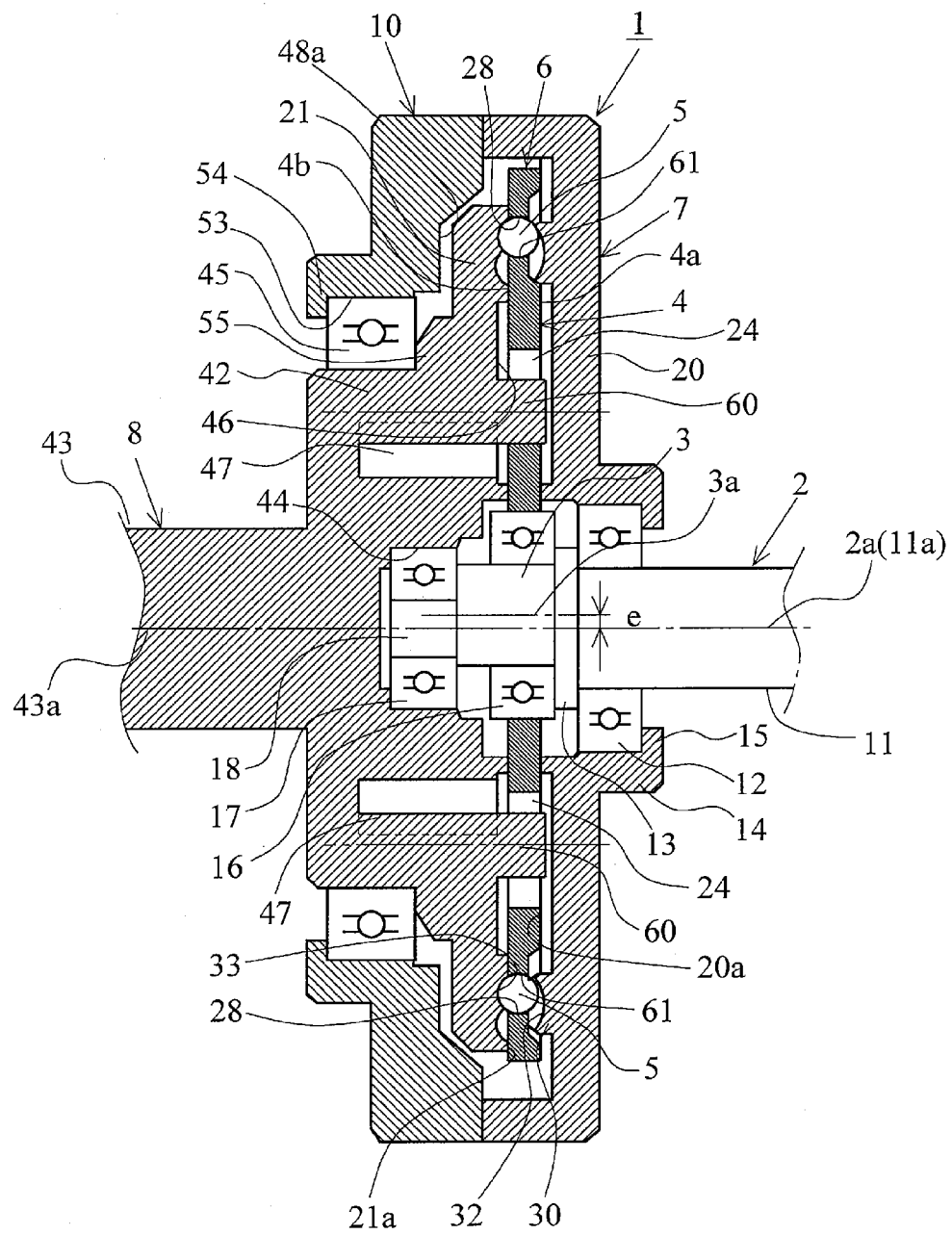
[図9]



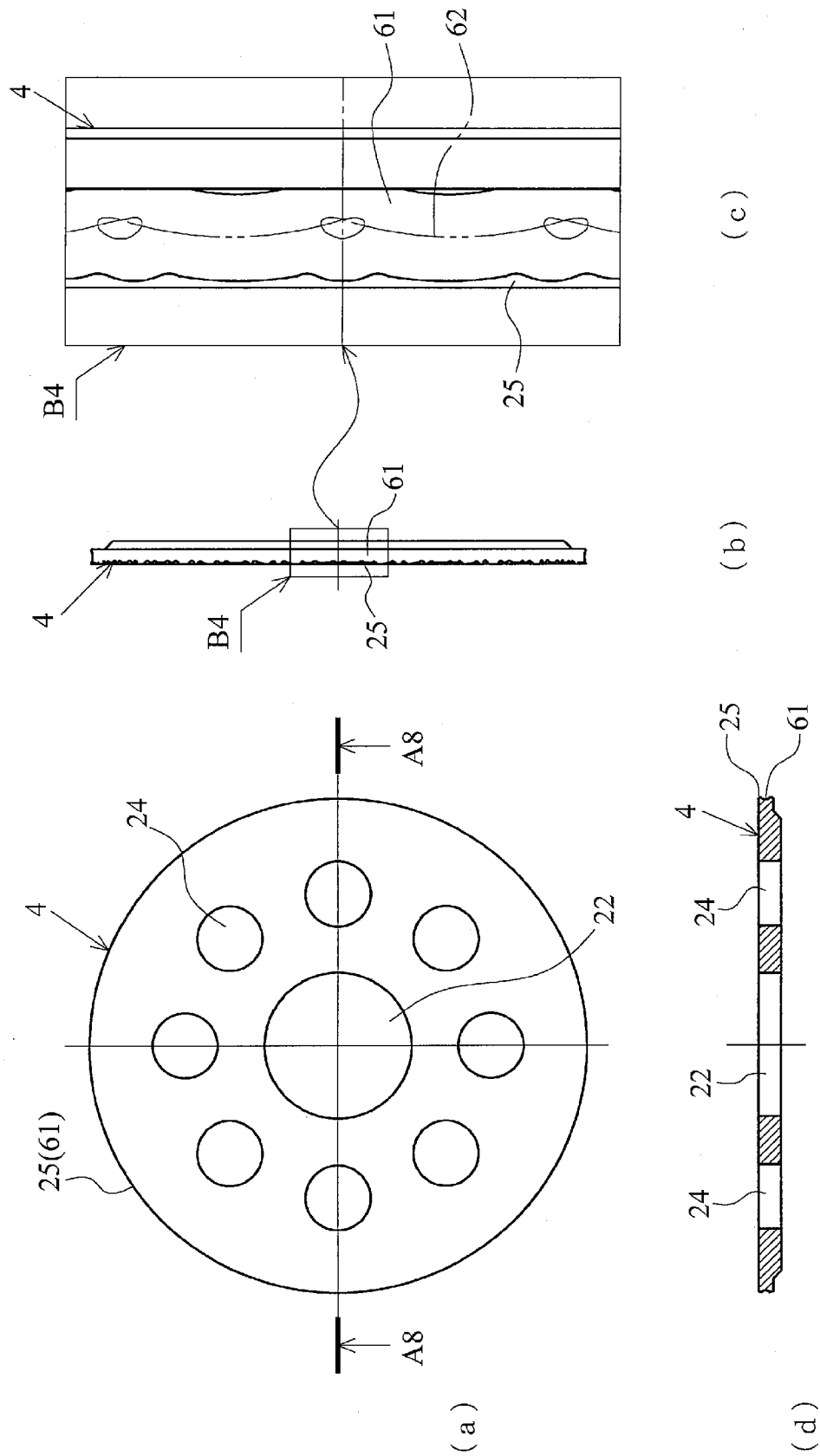
[図10]



[図11]

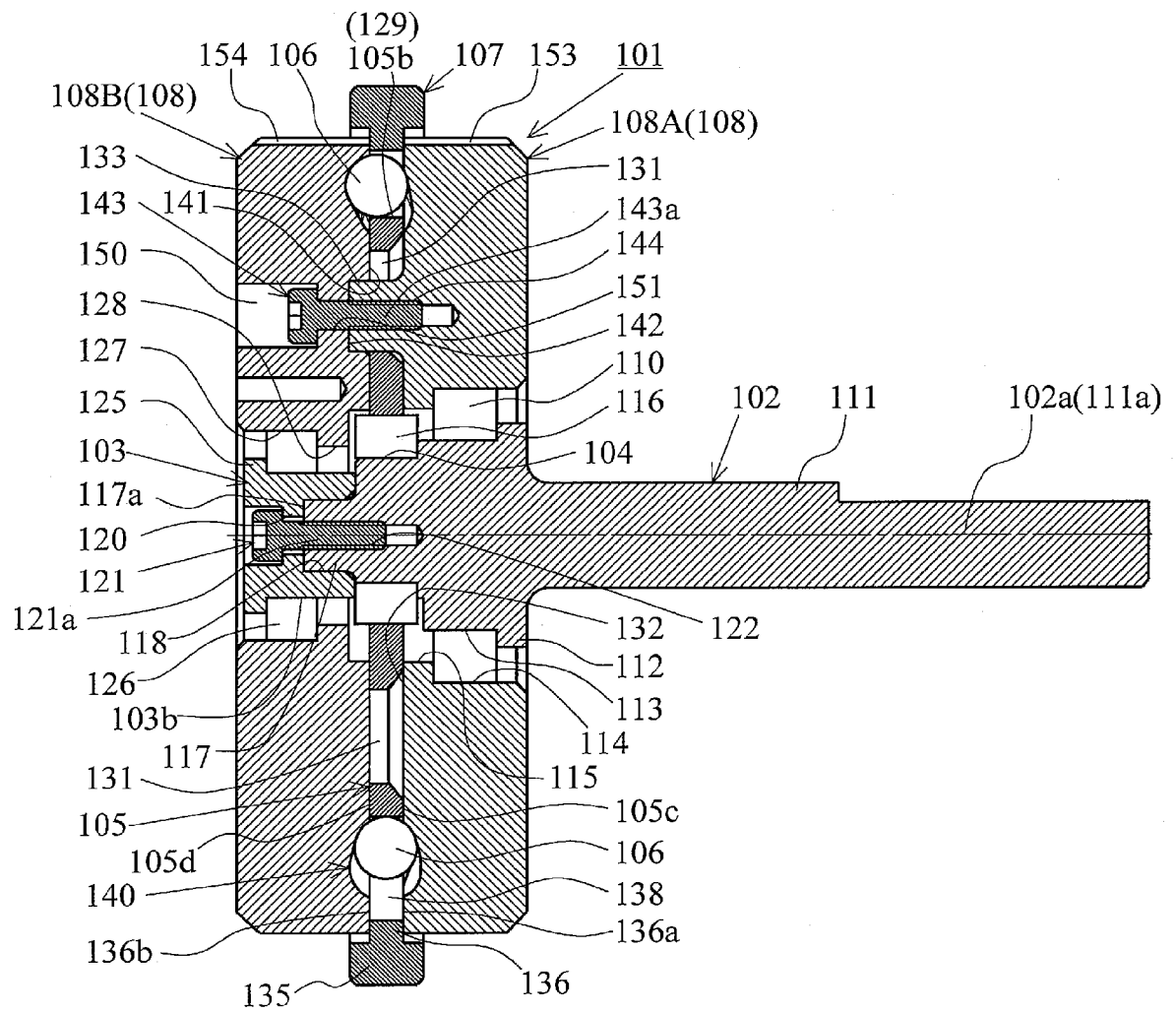


[図12]

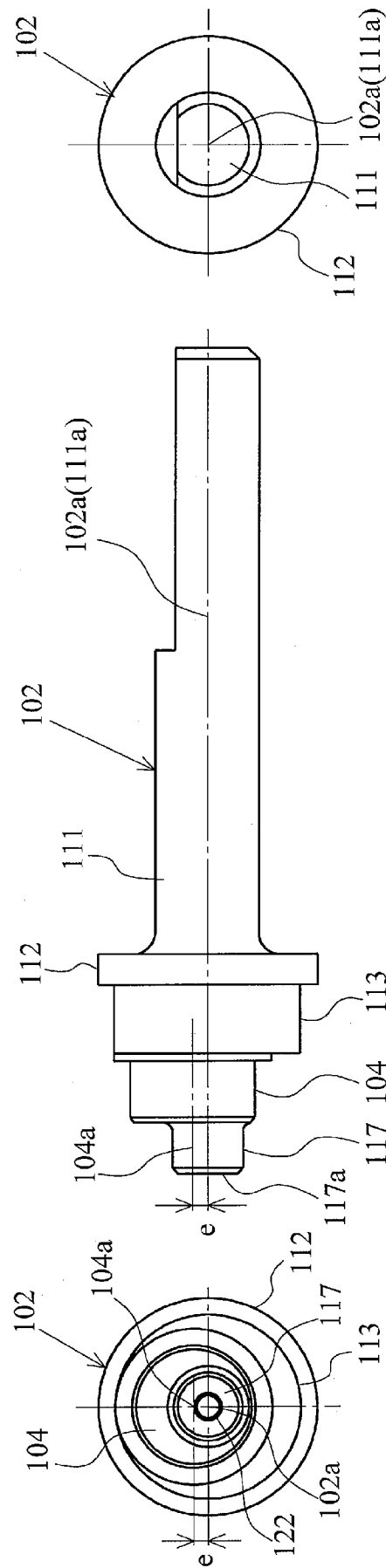


(c)

[図14]



[図15]

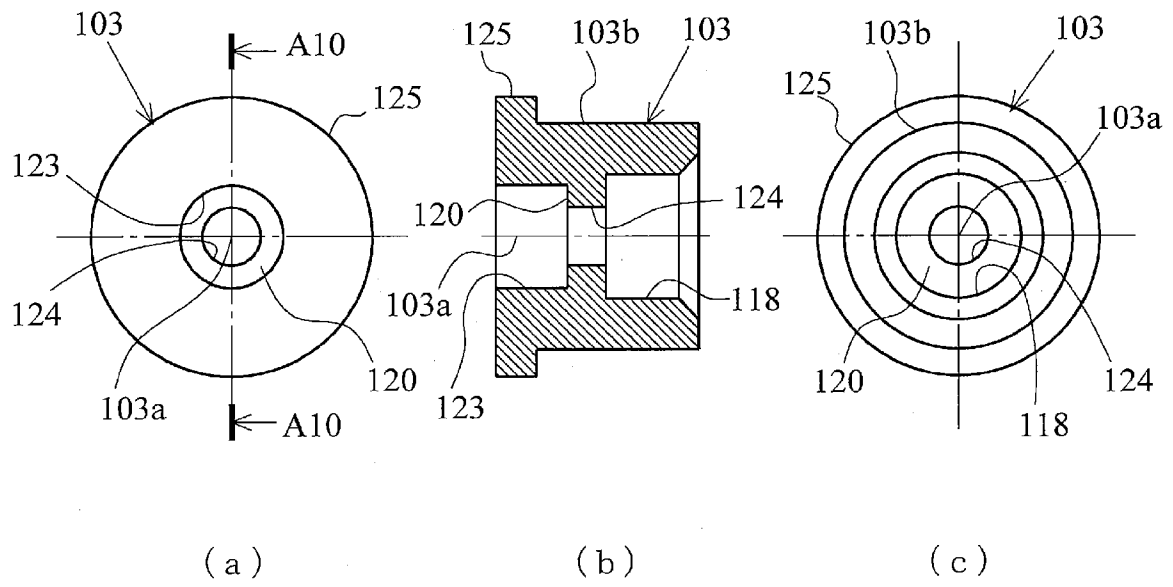


(c)

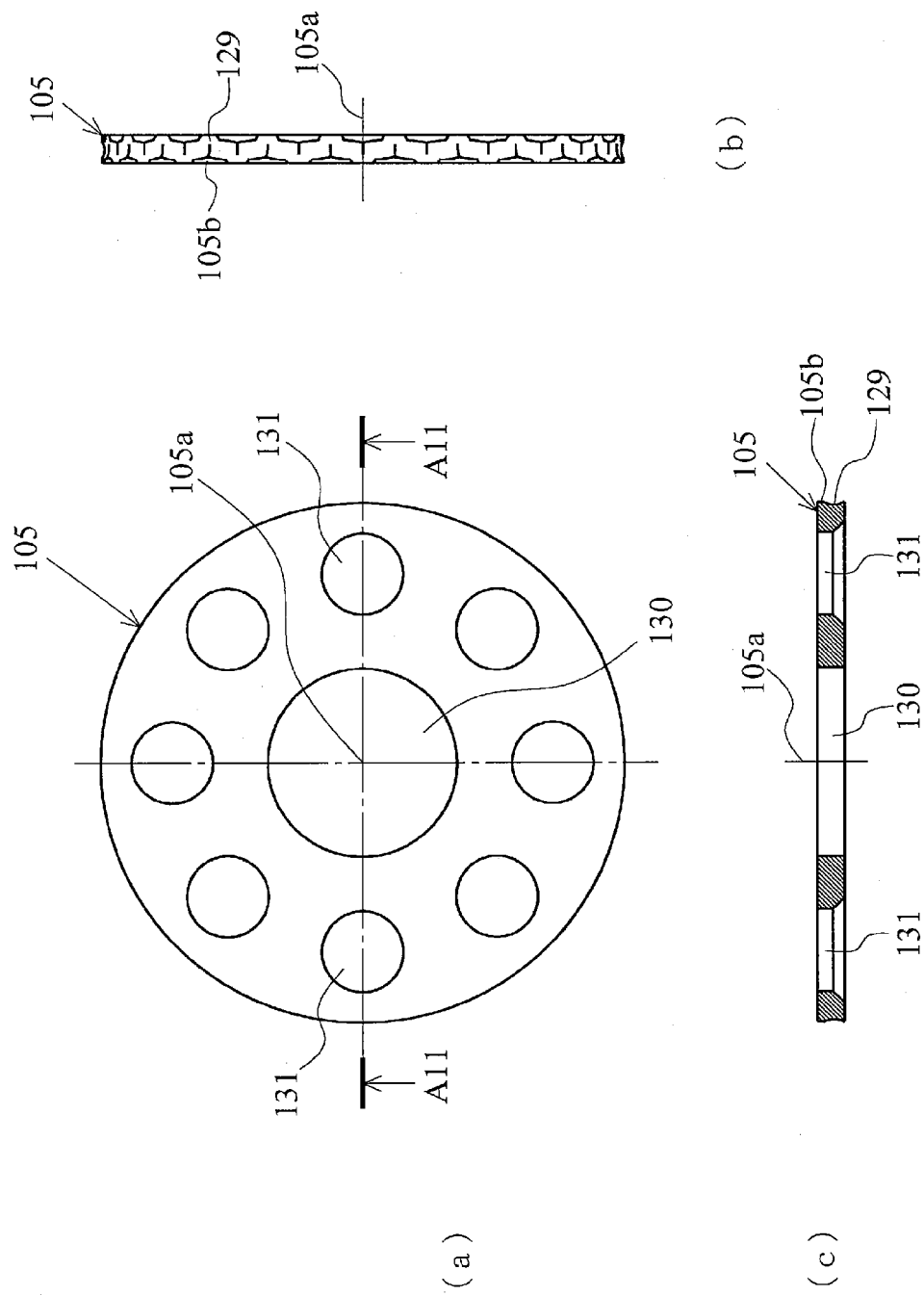
(b)

(a)

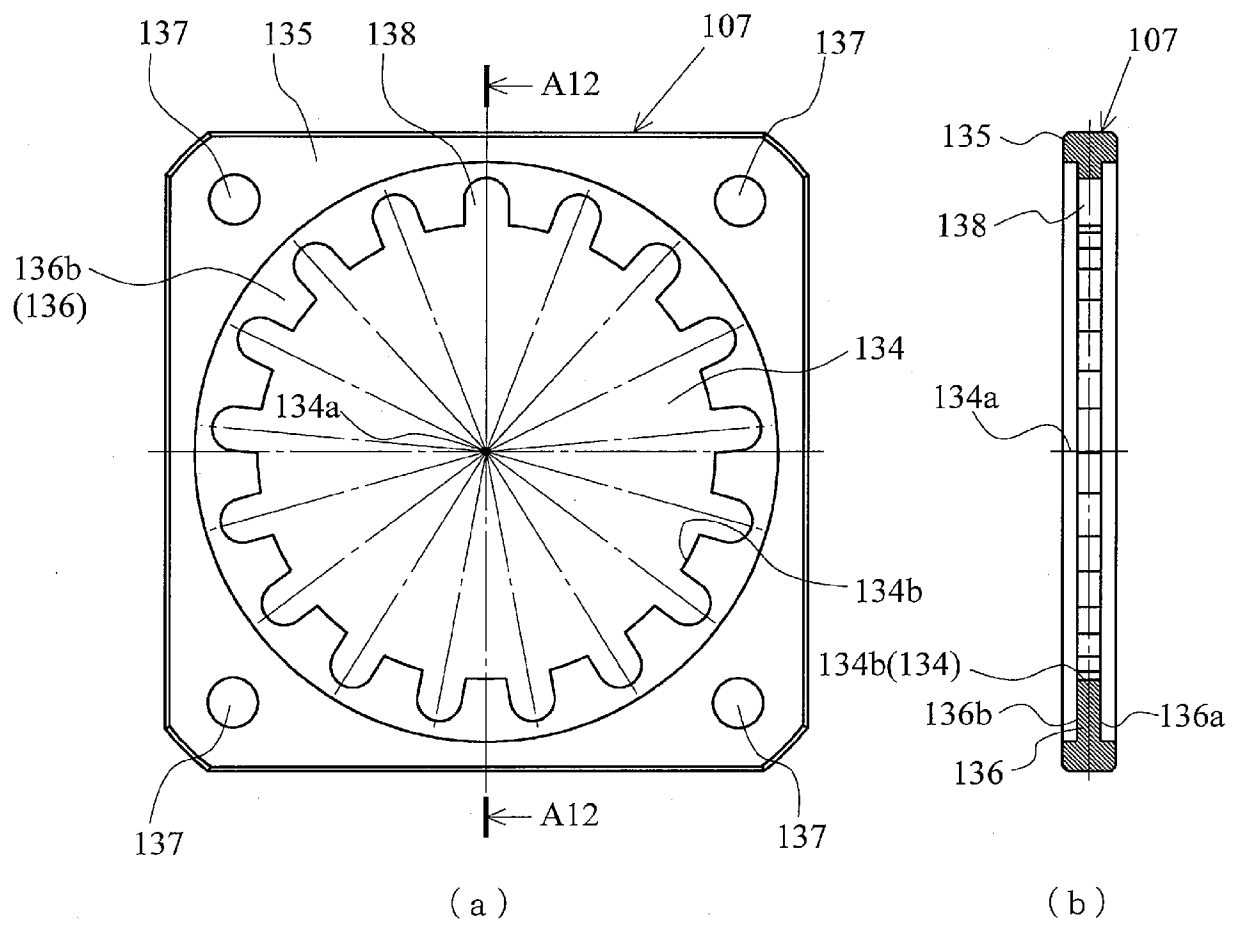
[図16]



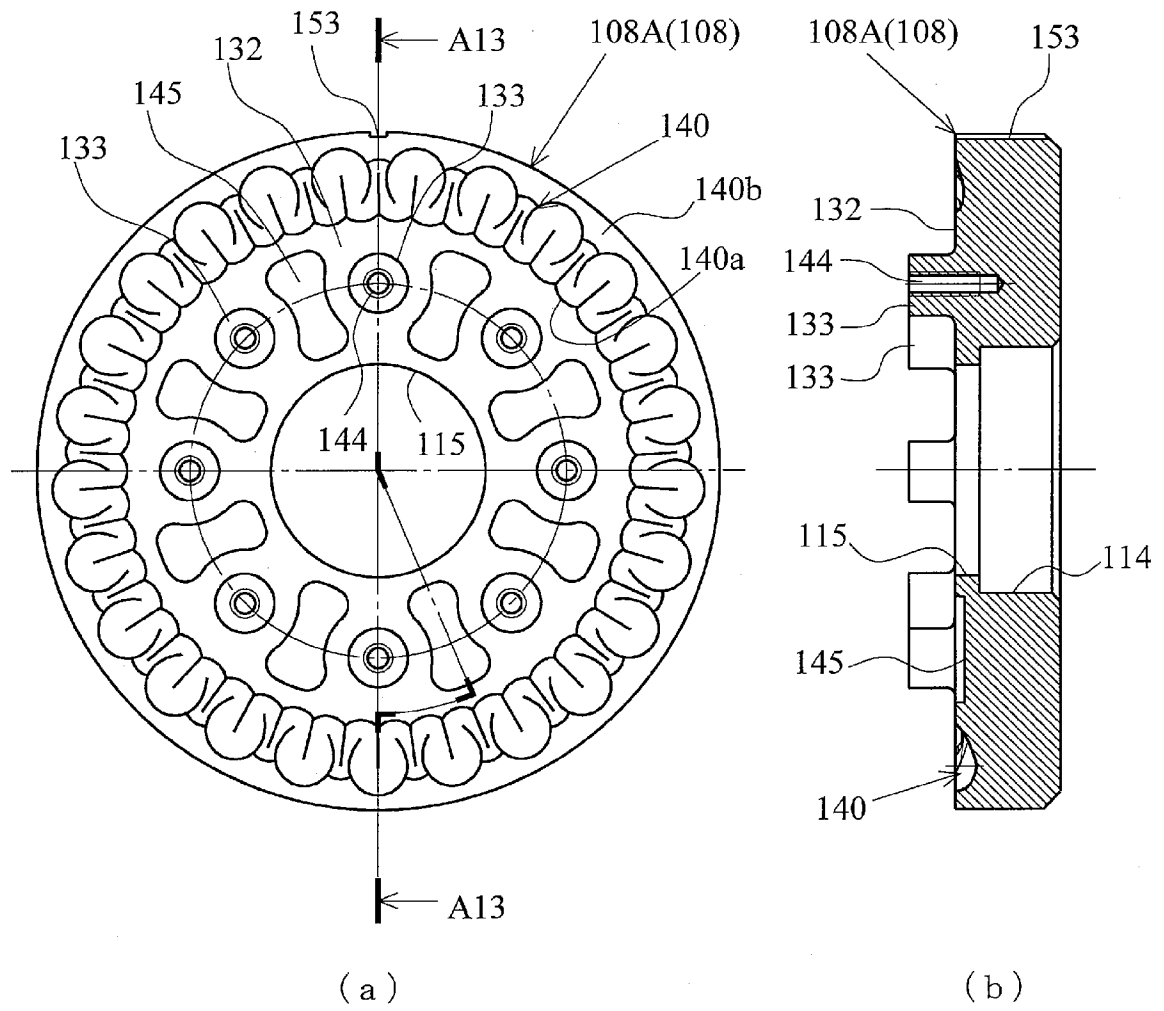
[図17]



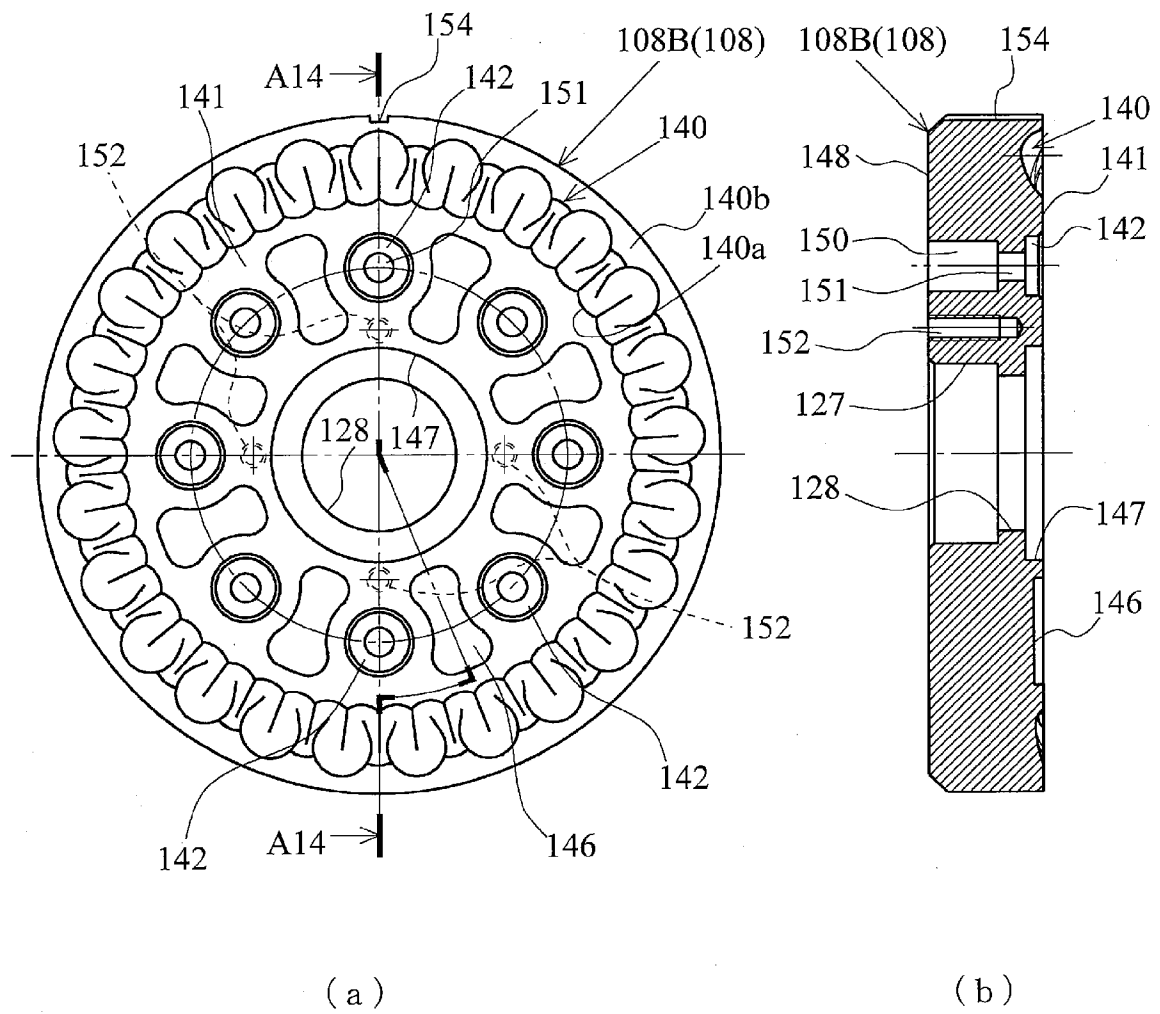
[図18]



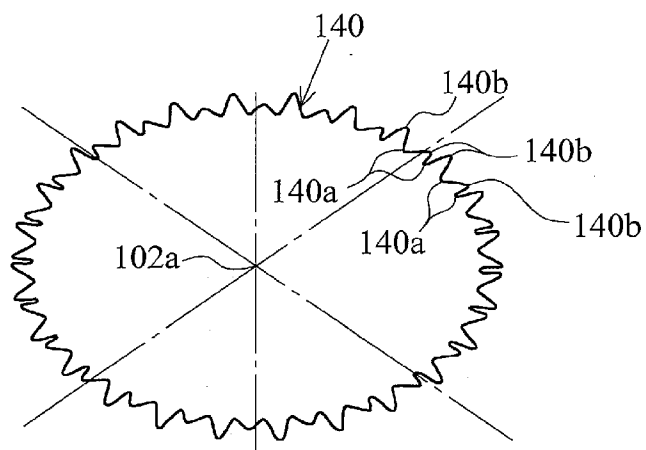
[図19]



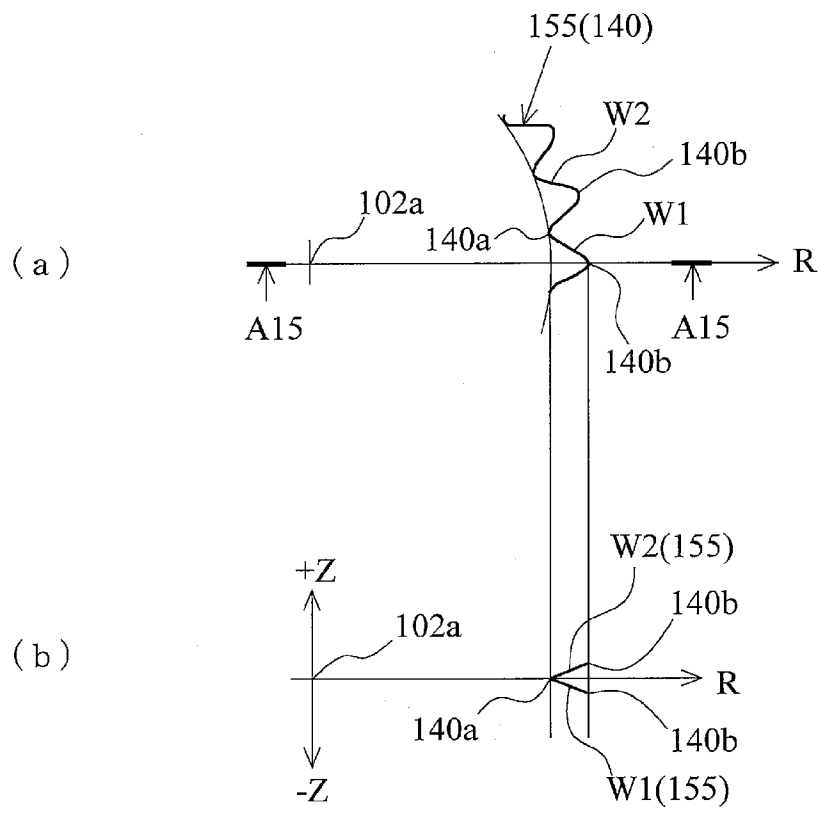
[図20]



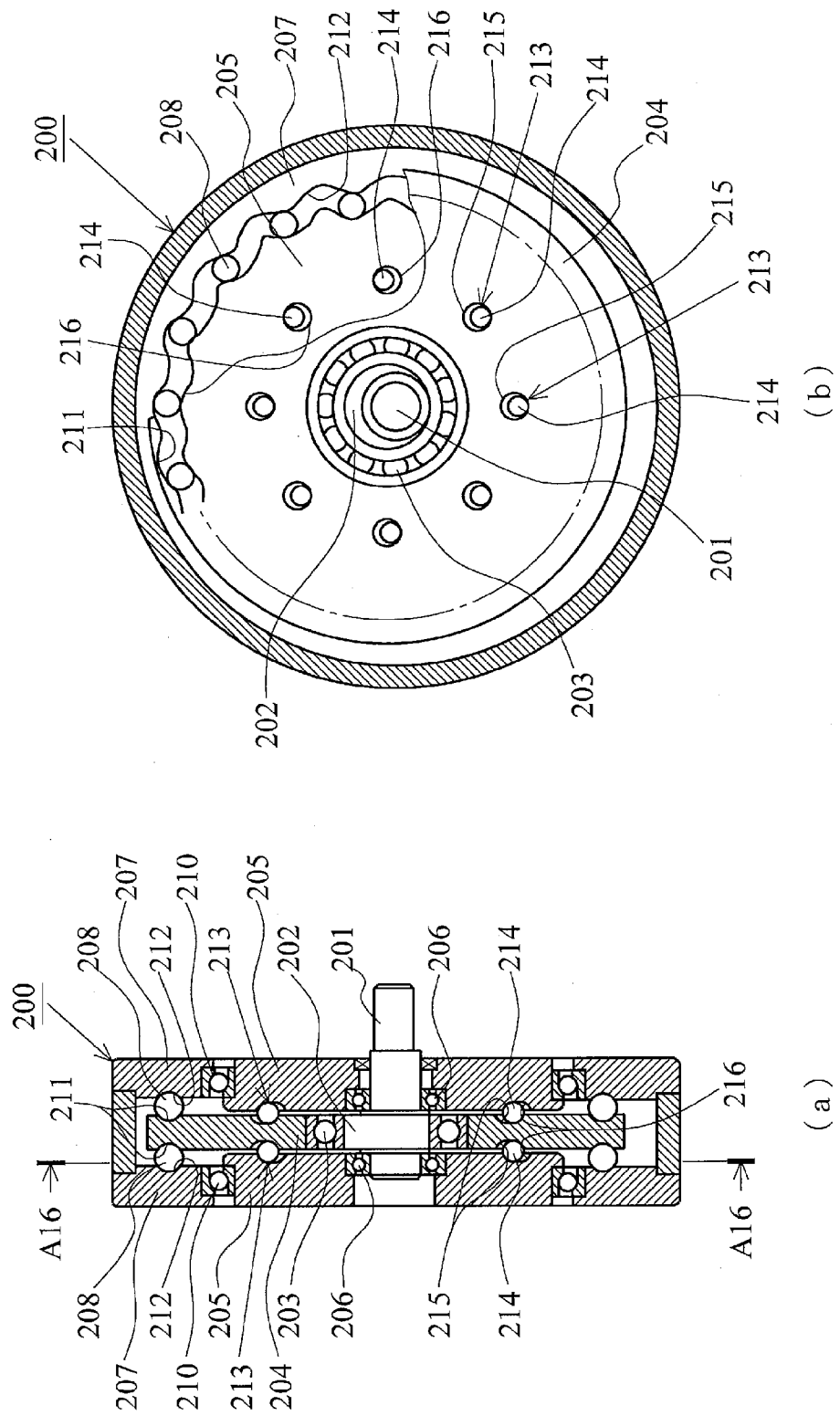
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/016820

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.
A	JP 61-112854 A (SHINKO-FACTORY CO., LTD.) 30 May 1986, fig. 1 (Family: none)	1-2
A	JP 2000-199559 A (HITACHI METALS, LTD.) 18 July 2000, fig. 1 & US 6463830 B1, fig. 1 & EP 1010922 A1	1-2
A	JP 2016-98943 A (MUSASHI SEIMITSU INDUSTRY CO., LTD.) 30 May 2016, fig. 1 (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
04 June 2018 (04.06.2018)

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.

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
A	JP 61-112854 A (株式会社 シンコー製作所) 1986.05.30, 第1図 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 2000-199559 A (日立金属株式会社) 2000.07.18, 図1 & US 6463830 B1, Fig.1 & EP 1010922 A1	1-2
A	JP 2016-98943 A (武蔵精密工業株式会社) 2016.05.30, 図1 (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

04.06.2018

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)

塚本 英隆

3 J

3331

電話番号 03-3581-1101 内線 3328