

(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
2016 年 12 月 1 日(01.12.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/189989 A1

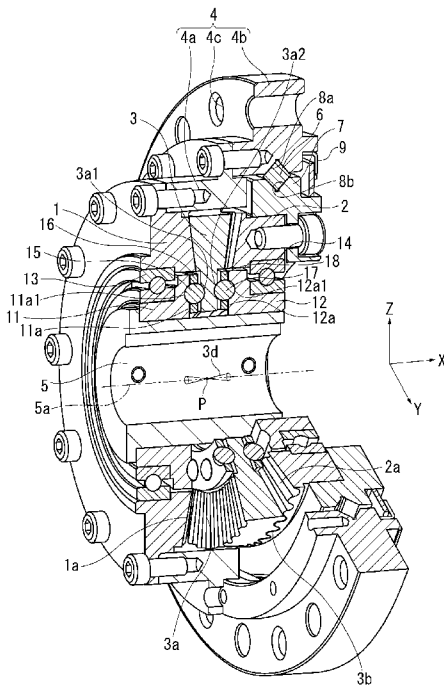
- (51) 国際特許分類:
F16H 1/32 (2006.01) *F16C 33/58* (2006.01)
F16C 19/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061766
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 12 日(12.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-105072 2015 年 5 月 25 日(25.05.2015) JP
特願 2016-039521 2016 年 3 月 2 日(02.03.2016) JP
- (71) 出願人: T H K 株式会社(THK CO., LTD.) [JP/JP];
〒1418503 東京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 番
6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 斉藤 秀生(SAITO, Hideo); 〒1418503 東
京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 番 6 号 T H K
株式会社内 Tokyo (JP). 水谷 雄一(MIZUTANI,
Yuichi); 〒1418503 東京都品川区西五反田 3 丁目
1 1 番 6 号 T H K 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 塩島 利之(SHIOJIMA, Toshiyuki); 〒
1010025 東京都千代田区神田佐久間町二丁目 1
2 番地 フローラル秋葉原 7 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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))

(54) Title: DECELERATION OR ACCELERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 減速又は増速装置



(57) Abstract: Provided is a deceleration device capable of supporting an undulating third crown gear in a highly rigid manner and further capable of improving efficiency. The deceleration device according to the present invention is provided with: a first crown gear 1; a second crown gear 2; a third crown gear 3 that has facing teeth 3a facing the first crown gear 1 and facing teeth 3b facing the second crown gear 2 and being arranged back to back to the facing teeth 3a; and cam parts 11, 12 that cause undulation of the third crown gear 3. The cam parts 11, 12 include a first cam 11 arranged closer to the first crown gear 1 than the third crown gear 3 and a second cam 12 arranged closer to the second crown gear 2 than the third crown gear 3. The third crown gear 3 is sandwiched between the first cam 11 and the second cam 12, first rolling bodies 15 are interposed between the first cam 11 and the third crown gear 3 in a rotatable manner, and second rolling bodies 17 are interposed between the second cam 12 and the third crown gear 13 in a rotatable manner.

(57) 要約: 波動運動する第三冠ギヤを高い剛性で支持することができ、効率も向上させることができる減速装置を提供する。本発明の減速装置は、第一冠ギヤ 1 と、第二冠ギヤ 2 と、第一冠ギヤ 1 に対向する対向歯 3a と第二冠ギヤ 2 に対向する対向歯 3b とを背面合わせで持つ第三冠ギヤ 3 と、第三冠ギヤ 3 を波動運動させるカム部 11、12 と、を備える。カム部 11、12 は、第三冠ギヤ 3 よりも第一冠ギヤ 1 側に配置される第一カム 11 と、第三冠ギヤ 3 よりも第二冠ギヤ 2 側に配置される第二カム 12 と、を有する。第一カム 11 と第二カム 12 とで第三冠ギヤ 3 を挟み、第一カム 11 と第三冠ギヤ 3 との間に転がり運動可能に第一転動体 15 が介在し、第二カム 12 と第三冠ギヤ 13 との間に転がり運動可能に第二転動体 17 が介在する。

WO 2016/189989 A1

明 細 書

発明の名称：減速又は増速装置

技術分野

[0001] 本発明は、第一冠ギヤと、第二冠ギヤと、傾斜して第一冠ギヤ及び第二冠ギヤに噛み合うように、第一冠ギヤに対向する歯と第二冠ギヤに対向する歯とを背面合わせで持つ第三冠ギヤと、を備える減速又は増速装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、第一冠ギヤ、第二冠ギヤ及び第三冠ギヤを備える減速装置が開示されている。第一冠ギヤと第二冠ギヤとの間には、第三冠ギヤが第一冠ギヤに噛み合い、かつ第三冠ギヤが第二冠ギヤに噛み合うように、第三冠ギヤが傾斜して配置される。第三冠ギヤは、屈曲部を備える入力軸に回転可能に支持される。入力軸は、第一冠ギヤと第三冠ギヤとの噛み合い箇所、及び第三冠ギヤと第二冠ギヤとの噛み合い箇所が円周方向に移動するように第三冠ギヤを波動運動させる。

[0003] 第一冠ギヤはハウジングに固定され、第二冠ギヤは出力軸に連結される。入力軸を回転させると、第三冠ギヤの波動運動によって、第三冠ギヤが第一冠ギヤに対して両者の歯数差の分だけ相対的に回転する。また、第三冠ギヤの波動運動によって、第二冠ギヤが第三冠ギヤに対して両者の歯数差の分だけ相対的に回転する。第二冠ギヤの回転数は、第一冠ギヤに対する第三冠ギヤの相対的な回転数と、第三冠ギヤに対する第二冠ギヤの相対的な回転数とを合算したものである。二組のギヤ（第一冠ギヤと第三冠ギヤ、第三冠ギヤと第二冠ギヤ）を、互いに打ち消し合う方向に回転させれば、大きな減速比が得られるし、互いに助長する方向に回転させれば、小さな減速比が得られる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭60-4647号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、特許文献 1 に記載の減速装置には、構造上、解決すべき課題があり、この課題が実用化を妨げている。すなわち、この減速装置においては、入力軸の屈曲部で第三冠ギヤを回転可能に支持する軸受として、クロスローリングを使用している。クロスローリングを使用するのは、ギヤの噛み合い箇所を生ずる反力によって軸受に作用する大きなモーメントに耐えるためである。クロスローリングは、隣接するローラの軸線が互いに直角になるように多数のローラを配列した軸受であり、大きなモーメントに耐えることができる。

[0006] しかし、減速装置は、その性質上、入力軸が高速回転し、出力軸が低速回転するものである。高速回転する入力軸の軸受としてクロスローリングを使用すると、ローラの滑りが原因で、軸受が発熱したり、ロストルクが大きくなって効率が低下したりする。これを避けるために、クロスローラの替わりにボールを用いると、第三冠ギヤを高い剛性で支持できない。なお、減速装置の入力側と出力側を入れ替えて、減速装置を増速装置として使用した場合でも、同様な課題が生じる。

[0007] そこで、本発明は、波動運動する第三冠ギヤを高い剛性で支持することができ、効率も向上させることができる減速又は増速装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本発明の一態様は、第一冠ギヤと、第二冠ギヤと、前記第一冠ギヤに対向する対向歯と前記第二冠ギヤに対向する対向歯とを背面合わせで持つ第三冠ギヤと、前記第三冠ギヤが前記第一冠ギヤに噛み合い、前記第三冠ギヤが前記第二冠ギヤに噛み合うように、前記第三冠ギヤを前記第一冠ギヤ及び前記第二冠ギヤに対して傾斜させ、かつ噛み合う箇所が円周方向に移動するように前記第三冠ギヤを波動運動させるカム部と、を備え、前記カム部は、前記第三冠ギヤよりも前記第一冠ギヤ側に配置され

る第一カムと、前記第三冠ギヤよりも前記第二冠ギヤ側に配置される第二カムと、を有し、前記第一カムと前記第二カムとで前記第三冠ギヤを挟み、前記第一カムと前記第三冠ギヤとの間に転がり運動可能に第一転動体が介在し、前記第二カムと前記第三冠ギヤとの間に転がり運動可能に第二転動体が介在する減速又は増速装置である。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、波動運動する第三冠ギヤを第一カムと第二カムとで挟むので、第三冠ギヤを高い剛性で支持することができる。また、第一及び第二カムと第三冠ギヤとの間に第一及び第二ボールが介在するので、第三冠ギヤを円滑に回転させることができ、減速又は増速装置の効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態の減速装置の断面斜視図である。

[図2]本実施形態の減速装置の断面図である。

[図3]本実施形態の減速装置の分解斜視図である。

[図4]本実施形態の減速装置の第一冠ギヤと第三冠ギヤとの噛み合い箇所、及び第三冠ギヤと第二冠ギヤとの噛み合い箇所の変化を示す側面図である（図4（a）から図4（b）で噛み合い箇所が90度だけ移動し、図4（b）から図4（c）で噛み合い箇所が90度だけ移動する）。

[図5]本実施形態の第一冠ギヤ、第二冠ギヤ及び第三冠ギヤの歯の形状を示す側面図である（図5（a）は第一冠ギヤ及び第二冠ギヤを示し、図5（b）は第三冠ギヤを示す）。

[図6]本実施形態の第三冠ギヤの歯の形状を示す斜視図である。

[図7]本実施形態の第一冠ギヤの対向歯と第三冠ギヤの対向歯との噛み合いを示す側面図である。

[図8]第一冠ギヤ及び第三冠ギヤの歯の展開図である。

[図9]第一冠ギヤ及び第三冠ギヤの基準円 r_c 上の歯形曲線を示す斜視図である。

[図10]図10(a)は動円錐(第三冠ギヤの母体)と定円錐(第一冠ギヤの母体)の頂点と母線が接触した状態を示す斜視図であり、図10(b)は動円錐の歳差運動を示す斜視図である。

[図11]動円錐上の点とベクトルの関係を示す図である。

[図12] θ と ϕ の関係を示すグラフである。

[図13]ベクトル p_2 が描くトロコイド曲線を示す斜視図である。

[図14]歯底曲線 p_3 の形成過程を示す斜視図である。

[図15]歯底曲線 p_3 の求め方を示すグラフである。

[図16]図16(a)は第三冠ギヤの歯底曲線を示し、図16(b)は第一冠ギヤの歯底曲線を示す。

[図17]第一冠ギヤと第三冠ギヤとの歯形曲線上での噛み合いを示す図である。

[図18]歯すじがヘリカル状である場合の第二冠ギヤの斜視図である。

[図19]対数らせんを示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付図面を参照して、本発明の減速又は増速装置の実施形態を詳細に説明する。ただし、本発明の減速又は増速装置は種々の形態で具体化することができ、本明細書に記載される実施形態に限定されるものではない。本実施形態は、明細書の開示を十分にすることによって、当業者が発明の範囲を十分に理解できるようにする意図をもって提供されるものである。また、本実施形態では、入力軸の回転数を減速して出力軸に伝達する減速装置の例を説明するが、減速装置の入力軸と出力軸を入れ替えることで、減速装置を増速装置としても使用することができる。

<第一の実施形態の減速装置の全体構成>

[0012] 図1は本発明の第一の実施形態の減速装置の断面斜視図であり、図2は断面図である。いずれも入力軸の中心線に沿った断面図を示す。添付の図面及び以下の明細書を通して、同一の構成には同一の符号を附す。ハウジング4には、筒形の入力軸5、リング形の出力部7が回転可能に収容される。入力

軸 5 の軸線 5 a と出力部 7 の軸線とは一致する。入力軸 5 を回転させると、入力軸 5 の回転数が減速されて出力部 7 に伝達される。減速比は、ハウジング 4 に收容される第一冠ギヤ 1、第二冠ギヤ 2、及び第三冠ギヤ 3 の歯数によって決定される。なお、以下においては、説明の便宜上、入力軸 5 及び出力部 7 の軸線 5 a を X 方向に配置したときの方向、すなわち図 1 に示す X、Y、Z 方向を用いて減速装置の構成を説明する。

[0013] ハウジング 4 は、筒形のハウジング本体 4 a と、ハウジング本体 4 a の X 方向の一端部にボルト等の締結部材によって固定されるフランジ 4 b と、を備える。フランジ 4 b には、減速装置を相手部品に取り付けるための通し孔 4 c が開けられる。

[0014] フランジ 4 b には、例えばクロスローラ 6 を介して出力部 7 が回転可能に支持される。フランジ 4 b の内周面には、リング形の断面 V 字のレースウェイ 8 a が形成される。出力部 7 の外周面には、レースウェイ 8 a に対向するリング形の断面 V 字のレースウェイ 8 b が形成される。これらのレースウェイ 8 a、8 b の間には、クロスローラ 6 が配列される。クロスローラ 6 を使用することで、第二冠ギヤ 2 と第三冠ギヤ 3 の噛み合い箇所に生ずる反力によって出力部 7 に作用するモーメント等の大きな力に耐えることができる。フランジ 4 b の内側には、クロスローラ 6 に塵芥等の異物が侵入するのを防止するラビリンスシール 9 が取り付けられる。

[0015] ハウジング本体 4 a には、リング形の第一冠ギヤ 1 及びリング形の第二冠ギヤ 2 が、これらの軸線が入力軸 5 の軸線 5 a に一致するように配置される。第一冠ギヤ 1 と第二冠ギヤ 2 との間に第三冠ギヤ 3 が配置される。第一冠ギヤ 1 は、第三冠ギヤ 3 に対向する側にリング形の対向歯 1 a を持つ（図 3 も参照）。第二冠ギヤ 2 は、第三冠ギヤ 3 に対向する側にリング形の対向歯 2 a を持つ（図 3 も参照）。第三冠ギヤ 3 は、第一冠ギヤ 1 に対向するリング形の対向歯 3 a と第二冠ギヤ 2 に対向するリング形の対向歯 3 b とを背面合わせで持つ（図 3 も参照）。第一冠ギヤ 1、第二冠ギヤ 2 及び第三冠ギヤ 3 の対向歯 1 a、2 a、3 a、3 b の詳細な形状は後述する。

- [0016] 第三冠ギヤ 3 は、入力軸 5 の軸線 5 a (X 軸) に直交する平面 (Y Z 平面) に対して Y 軸の回りに角度 α だけ傾く (図 2 参照)。第三冠ギヤ 3 が傾くことで、第三冠ギヤ 3 は、その対向歯 3 a が第一冠ギヤ 1 の対向歯 1 a に円周方向の一箇所で噛み合い、かつその対向歯 3 b が第二冠ギヤ 2 の対向歯 2 a に円周方向の一箇所で噛み合う。
- [0017] 図 1 に示すように、第一冠ギヤ 1 は、ボルト等の締結部材によってハウジング本体 4 a の X 軸方向の端部に固定される。第一冠ギヤ 1 は、ハウジング 4 の一部を構成する。これにより、減速装置の X 軸方向の小型化が図れる。第二冠ギヤ 2 は、ボルト等の締結部材によって出力部 7 に固定され、出力部 7 と一緒に回転する。
- [0018] 第一冠ギヤ 1 及び第二冠ギヤ 2 には、入力軸 5 が貫通する。入力軸 5 は、軸受 1 3, 1 4 を介して第一冠ギヤ 1 及び第二冠ギヤ 2 に回転可能に支持される。
- [0019] 入力軸 5 には、第三冠ギヤ 3 を波動運動させるカム部が取り付けられる。カム部は、第三冠ギヤ 3 よりも第一冠ギヤ 1 側に配置される第一カム 1 1 と、第三冠ギヤ 3 よりも第二冠ギヤ 2 側に配置される第二カム 1 2 と、を備える。第一及び第二カム 1 1, 1 2 は、互いに平行で軸線 5 a に対して傾斜する第一及び第二傾斜面 1 1 a, 1 2 a を有する。第一及び第二傾斜面 1 1 a, 1 2 a は、第三冠ギヤ 3 と同様に、入力軸 5 の軸線 5 a (X 軸) に直交する平面 (Y Z 平面) に対して Y 軸の回りに角度 α だけ傾斜する (図 2 参照)。第三冠ギヤ 3 は、第一カム 1 1 と第二カム 1 2 とに軸線方向に挟まれる。
- [0020] 図 1 に示すように、第一カム 1 1 と第三冠ギヤ 3 との間には、転がり運動可能に第一転動体としての第一ボール 1 5 が介在する。第一カム 1 1 の第一傾斜面 1 1 a は、軸線 5 a (X 軸) 方向から見て円形に形成される (図 3 参照)。第一傾斜面 1 1 a には、第一傾斜面 1 1 a に直交する方向から見て円形の第一ボール転走溝 1 1 a 1 が形成される。第三冠ギヤ 3 の、第一冠ギヤ 1 との対向面には、第一ボール転走溝 1 1 a 1 に対向する円形の第三ボール転走溝 3 c 1 が形成される。これら第一及び第三ボール転走溝 1 1 a 1, 3

c 1の間には、多数の第一ボール 1 5 が配列される。第一及び第三ボール転走溝 1 1 a 1, 3 c 1 は、第一ボール 1 5 が軸方向及び半径方向の荷重を受けられるように設計される。第一ボール 1 5 はリング形の保持器 1 6 に保持される。

[0021] 第二カム 1 2 と第三冠ギヤ 3 との間には、転がり運動可能に第二転動体としての第二ボール 1 7 が介在する。第二カム 1 2 の第二傾斜面 1 2 a には、第二傾斜面 1 2 a に直交する方向から見て円形の第二ボール転走溝 1 2 a 1 が形成される。第三冠ギヤ 3 の、第二冠ギヤ 2 との対向面には、第二ボール転走溝 1 2 a 1 に対向する円形の第四ボール転走溝 3 c 2 が形成される。これら第二及び第四ボール転走溝 1 2 a 1, 3 c 2 の間には、多数の第二ボール 1 7 が配列される。第二及び第四ボール転走溝 1 2 a 1, 3 c 2 は、第二ボール 1 7 が軸方向及び半径方向の荷重を受けられるように設計される。第二ボール 1 7 はリング形の保持器 1 8 に保持される。

[0022] 第一及び第二カム 1 1, 1 2 で挟まれる第三冠ギヤ 3 にバックラッシュが生じないように、第一ボール 1 5 及び第二ボール 1 7 には予圧が与えられる。すなわち、第一ボール 1 5 は第一及び第三ボール転走溝 1 1 a 1, 3 c 1 の間で圧縮され、第二ボール 1 7 は第二及び第四ボール転走溝 1 2 a 1, 3 c 2 の間で圧縮される。

[0023] 図示しないモータ等の駆動源を用いて、入力軸 5 を回転させると、第一カム 1 1 及び第二カム 1 2 に挟まれる第三冠ギヤ 3 が波動運動する（すなわち、第三冠ギヤ 3 の中心線 3 d が 2 つの円錐の軌跡を描くように回転する。この波動運動は歳差運動と呼ばれる）。円錐の頂点を図 1 及び図 2 において点 P で示す。この点 P は第三冠ギヤ 3 の波動運動の中心点であり、側面から見たとき、第三冠ギヤ 3 は点 P を中心にシーソーのように揺動する。図 2 に示すように、厚みのある第三冠ギヤ 3 の波動運動の中心 P を軸線上に配置できるように、円形の第一ボール転走溝 1 1 a 1 の中心 C 1 は、入力軸 5 の軸線 5 a からずれる。同様に、厚みのある第三冠ギヤ 3 の波動運動の中心 P を軸線 5 a 上に配置できるように、円形の第二ボール転走溝 1 2 a 1 の中心 C 2

は、入力軸 5 の軸線 5 a から第一ボール転走溝 1 1 a 1 の中心 C 1 とは点 P を中心にして点対称になるように反対側にずれる。

[0024] 第三冠ギヤ 3 の波動運動に伴い、第一冠ギヤ 1 と第三冠ギヤ 3 との噛み合い箇所、及び第三冠ギヤ 3 と第二冠ギヤ 2 との噛み合い箇所が円周方向に移動する。図 4 (a) から図 4 (b) で噛み合い箇所が 90 度だけ移動し、図 4 (b) から図 4 (c) で噛み合い箇所が 90 度だけ移動する。第三冠ギヤ 3 の波動運動に伴い、第三冠ギヤ 3 が第一冠ギヤ 1 に対して両者の歯数差の分だけ相対的に軸線 5 a の回りを回転する。また、第二冠ギヤ 2 が第三冠ギヤ 3 に対して両者の歯数差の分だけ相対的に軸線 5 a の回りを回転する。第二冠ギヤ 2 の回転数は、第一冠ギヤ 1 に対する第三冠ギヤ 3 の相対的な回転数と、第三冠ギヤ 3 に対する第二冠ギヤ 2 の相対的な回転数とを合算したものになる。二組のギヤ（第一冠ギヤ 1 と第三冠ギヤ 3、第三冠ギヤ 3 と第二冠ギヤ 2）を、互いに打ち消し合う方向に回転させれば、大きな減速比が得られるし、互いに助長する方向に回転させれば、小さな減速比が得られる。

[0025] 第一冠ギヤ 1 の対向歯 1 a の端数を Z 1、第一冠ギヤ 1 の対向歯 1 a に噛み合う第三冠ギヤ 3 の対向歯 3 a の端数を Z 2、第二冠ギヤ 2 に噛み合う第三冠ギヤ 3 の対向歯 3 b の端数を Z 3、第二冠ギヤ 2 の対向歯 2 a の歯数を Z 4 とすると、減速比 GR は以下の式 1 で与えられる。

[0026] [数1]

$$GR = \frac{1}{\left\{ \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1} \right) + \left(\frac{Z_4 - Z_3}{Z_4} \right) \right\}}$$

[0027] 例えば、Z 1 = 40、Z 2 = 41、Z 3 = 51、Z 4 = 50 とすると、減速比は 200 である。Z 1 = 50、Z 2 = 49、Z 3 = 50、Z 4 = 50 とすると、減速比は 50 である。全体の減速比 GR は、第一ギヤ（第一冠ギヤ 1 と第三冠ギヤ 3）の減速比と第二ギヤ（第三冠ギヤ 3 と第二冠ギヤ 2）の減速比から求めることができ、低い減速比から高い減速比まで多様な減速比

を設定することができる。

[0028] $Z1 = Z2$ とすると、第一冠ギヤ 1 は第三冠ギヤ 3 の回転止めのみの役割を持ち、減速比は第二ギヤに委ねられる。 $Z1 \neq Z2$ とすると、第一ギヤは回転止め及び減速の役割を持つ。また、 $Z2 > Z1$ かつ $Z3 < Z4$ 、又は $Z2 < Z1$ かつ $Z3 > Z4$ に設定すれば、第一ギヤ及び第二ギヤを互いに打ち消し合う方向に回転させることができ、高い減速比が得られる。

[0029] 図 3 を参照しつつ、入力軸 5、第一及び第二カム 11, 12 の詳細な構造を説明する。入力軸 5 は、真直であり、第一及び第二カム 11, 12、並びに第三冠ギヤ 3 を貫通する。図 3 に示すように、入力軸 5 は筒形の本体部 5b と、フランジ 5c と、を備える。本体部 5b には、相手部品に回り止めするためのキー溝 5d が形成される。また、本体部 5b には、入力軸 5 と第一及び第二カム 11, 12 を固定するためのピン（図示せず）が挿入される孔 5e が形成される。

[0030] 第一カム 11 は、軸受 13（図 1 参照）に挿入される筒形の本体部 11b と、第一傾斜面 11a が形成されるフランジ 11c と、を備える。第一カム 11 には、ピンが挿入される孔 11e が形成される。第二カム 12 も、軸受 14（図 1 参照）に挿入される筒形の本体部 12b と、第二傾斜面 12a が形成されるフランジ 12c と、を備える。第二カム 12 にも、ピンが挿入される孔 12e が形成される。第一カム 11 と第二カム 12 とは同一の形状である。ただし、第一カム 11 と第二カム 12 の形状は同一に限定されない。第一カム 11 及び第二カム 12 の全体の重心は入力軸 5 の軸線 5a 上にあり、第一カム 11 及び第二カム 12 を高速で回転させても、これらの振れ回りを防止することができる。

<第一ないし第三冠ギヤの歯の形状（歯先部及び歯底部が円錐の側面から構成される例）>

[0031] 図 5 ないし図 7 を参照しつつ、第一冠ギヤ 1、第二冠ギヤ 2 及び第三冠ギヤ 3 の歯の形状を説明する。図 5（a）は第一冠ギヤ 1 及び第二冠ギヤ 2 の側面図を示し、図 5（b）は第三冠ギヤ 3 の側面図を示す。第一冠ギヤ 1 は

、傘歯車状であり、円錐形の母体を持つ。リング形の第一冠ギヤ 1 の、第三冠ギヤ 3 との対向面には、波形の対向歯 1 a が円周方向に連続して形成される。第一冠ギヤ 1 は、放射状に配置される複数の歯先部 1 a 2 と、放射状に配置される複数の歯底部 1 a 1 と、を円周方向に交互に有する。対向歯 1 a の歯底部 1 a 1 は、円錐 C o 1 の側面から構成される凹形状である。多数の歯底部 1 a 1 の円錐 C o 1 の頂点は、1 点で交わる。この交わった点が噛み合い中心 P である。上記のように、噛み合い中心 P は、入力軸 5 の軸線 5 a 上にある。対向歯 1 a の歯先部 1 a 2 も、円錐 C o 1 ' の側面から構成される凸形状である（図 7 の拡大側面図参照）。多数の歯先部 1 a 2 の円錐 C o 1 ' の頂点も、噛み合い中心 P で交わる。

[0032] 第二冠ギヤ 2 は、傘歯車状であり、円錐形の母体を持つ。第一冠ギヤ 1 と同様に、リング形の第二冠ギヤ 2 の、第三冠ギヤ 3 との対向面にも、波形の対向歯 2 a が円周方向に連続して形成される。第二冠ギヤ 2 は、放射状に配置される複数の歯先部 2 a 2 と、放射状に配置される複数の歯底部 2 a 1 と、を円周方向に交互に有する。第二冠ギヤ 2 の対向歯 2 a の歯底部 2 a 1 及び歯先部 2 a 2 も、円錐 C o 2 の側面の一部に形成される。第二冠ギヤ 2 の対向歯 2 a の歯底部 2 a 1 及び歯先部 2 a 2 の円錐 C o 2 の頂点は、噛み合い中心 P の 1 点で交わる。第二冠ギヤ 2 の噛み合い中心 P は、第一冠ギヤ 1 の噛み合い中心 P に一致する。

[0033] 図 5（b）及び図 6 に示すように、第三冠ギヤ 3 は、側面がすり鉢状に凹んだ逆傘歯車状である。第三冠ギヤ 3 には、第一冠ギヤ 1 側に第一冠ギヤ 1 に対向する波形の対向歯 3 a が円周方向に連続して形成される。対向歯 3 a は、放射状に配置される複数の歯先部 3 a 2 と、放射状に配置される複数の歯底部 3 a 1 と、を円周方向に交互に有する。対向歯 3 a の歯底部 3 a 1 は、円錐 C o 3 の側面の一部に形成される。多数の歯底部 3 a 1 の円錐 C o 3 の頂点は、噛み合い中心 P の 1 点で交わる。図 7 に示すように、傾斜した第三冠ギヤ 3 の対向歯 3 a の歯底部 3 a 1 は、第一冠ギヤ 1 の対向歯 1 a の歯先部 1 a 2 と噛み合うので、第三冠ギヤ 3 の歯底部 3 a 1 の円錐 C o 3 の半

径は、第一冠ギヤ1の歯先部1 a 2の円錐C o 1'の半径よりも大きい。第三冠ギヤ3の対向歯3 aの歯先部3 a 2も、円錐C o 3'の側面の一部に形成される。多数の歯先部3 a 2の円錐C o 3'の頂点は、噛み合い中心Pの1点で交わる。図7に示すように、第三冠ギヤ3の対向歯3 aの歯先部3 a 2は、第一冠ギヤ1の対向歯1 aの歯底部1 a 1と噛み合うので、第三冠ギヤ3の歯先部3 a 2の円錐C o 3'の半径は、第一冠ギヤ1の歯底部1 a 1の円錐C o 1の半径よりも小さい。

[0034] 図5(b)及び図6に示すように、第三冠ギヤ3には、第二冠ギヤ2側に第二冠ギヤ2に対向する波形の対向歯3 bが円周方向に連続して形成される。対向歯3 bは、放射状に配置される複数の歯先部3 b 2と、放射状に配置される複数の歯底部3 b 1と、を円周方向に交互に有する。第三冠ギヤ3の対向歯3 bの歯底部3 b 1及び歯先部3 b 2は、円錐C o 4(歯底部3 b 1の円錐C o 4のみを図示する)の側面の一部に形成される。第三冠ギヤ3の対向歯3 bの歯底部3 b 1及び歯先部3 b 2の円錐C o 4の頂点は、噛み合い中心Pの1点で交わる。第三冠ギヤ3の対向歯3 bの噛み合い中心Pは、第三冠ギヤ3の対向歯3 aの噛み合い中心Pに一致する。そして、第三冠ギヤ3の噛み合い中心Pは、第三冠ギヤ3の波動運動の中心P(図1参照)にも一致する。

＜第一ないし第三冠ギヤの歯の形状の他の例(歯先部が円錐の側面から構成され、歯底部がトロコイド曲線を用いて生成される例)＞

[0035] 第一ないし第三冠ギヤ1～3の歯先部1 a 2, 2 a 2, 3 a 2, 3 b 2及び歯底部1 a 1, 2 a 1, 3 a 1, 3 b 1が円錐の側面から構成されると、第一ないし第三冠ギヤ1～3の製作が容易である。しかし、図8の第一冠ギヤ1及び第三冠ギヤ3の歯の展開図に示すように、第三冠ギヤ3の歯先部3 a 2(円形で示す)の軌跡を描くと、第一冠ギヤ1と第三冠ギヤ3との間に僅かな隙間gが空く。この隙間gは、角度伝達誤差や駆動音の増大を招くおそれがある。この隙間gを埋めて、歯先部3 a 2と歯底部1 a 1が完全に転がるようにし、角度伝達精度と静音性とを向上させたのがこの例である。た

だし、この隙間 g は極めて僅かなものであり、隙間 g を埋めなくても、インボリュート歯形と同等の角度伝達精度を得られる。なお、以下では、第一冠ギヤ 1 と第三冠ギヤ 3 の歯形曲面の設計方法を説明するが、第二冠ギヤ 2 と第三冠ギヤ 3 の歯形曲面も同様に設計できる。

(設計の概要)

[0036] 第一冠ギヤ 1 及び第三冠ギヤ 3 の歯形曲面の設計は、図 9 に示すように、まず、第一冠ギヤ 1 及び第三冠ギヤ 3 の基準円 r_c 上の歯形曲線を作成することから始まる。作成した歯形曲線は一本の曲線であり、面ではない。第一冠ギヤ 1 及び第三冠ギヤ 3 の歯形曲面を得るために、基準円の半径 r_c を変化させて得られる歯形曲線を第一冠ギヤ 1 及び第三冠ギヤ 3 の円錐形の母体に沿って並べる。これにより、第一冠ギヤ 1 及び第三冠ギヤ 3 の歯形曲面が得られる。

(歯形曲線の設計指針)

[0037] 第一冠ギヤ 1 及び第三冠ギヤ 3 の歯先部 1 a 2, 3 a 2 が円錐の側面から構成されるとき、基準円 r_c 上の第一冠ギヤ 1 及び第三冠ギヤ 3 の歯先部 1 a 2, 3 a 2 の曲線を単一 R の円弧とする。このとき、歯先部 1 a 2, 3 a 2 と歯底部 1 a 1, 3 a 1 が互いに転がり運動を行うためには、歯底部 1 a 1, 3 a 1 の歯底曲線は、歯先部 1 a 2, 3 a 2 が描く軌跡となる。歯先部 1 a 2, 3 a 2 の単一 R の円弧と歯底部 1 a 1, 3 a 1 の歯底曲線を滑らかに接続することで、図 9 に示すように、第一冠ギヤ 1 及び第三冠ギヤ 3 の基準円 r_c 上の歯形曲線が得られる。歯形曲線の作成は、下記の順序で行われる。

[0038] (i) 波動運動（以下、歳差運動という）によって歯先部 1 a 2, 3 a 2 が通るべき曲線（トロコイド曲線）を求める。

(ii) 歯先部 1 a 2, 3 a 2 の半径を仮定し、歯先部 1 a 2, 3 a 2 が (i) で求めたトロコイド曲線上を通ったときに描く曲線を求め、これを歯底部 1 a 1, 3 a 1 の歯底曲線とする。

(iii) 歯先部 1 a 2, 3 a 2 の歯先曲線（円弧）と歯底部 1 a 1, 3 a 1 の歯底曲線とを互いになめらかに接続するように歯先部 1 a 2, 3 a 2 の半

径を決定する。

(歯先部が通るべきトロコイド曲線の計算)

[0039] 第三冠ギヤ3は、歳差運動をしながら第一冠ギヤ1に噛み合う。第一冠ギヤ1は、第三冠ギヤ3に向かって凸の円錐形の母体を持ち、第三冠ギヤ3は、第一冠ギヤ1に向かってすり鉢状の円錐形の母体を持つ。第一冠ギヤ1及び第三冠ギヤ3それぞれの歯面はそれぞれの円錐形の母体上にある。したがって、周方向には合同な歯形曲線が並ぶが、半径方向では歯形曲線は相似ではあるが合同ではない。このため、ある基準円 r_0 を定め、この基準円 r_0 上での歯形曲線を求める。

[0040] まず、この基準円 r_0 を底面にもつ2つの円錐があり、図10(a)に示すように互いの頂点と母線が接触している状態を仮定し、歳差運動を行う円錐を動円錐、固定された円錐を定円錐とする。ここで、円錐頂点を原点O、底面同士の接触点を点 P_1 、動円錐の底面上の定点を点 P_2 、定円錐の頂点から底面へ下ろした垂線の足を H_1 、動円錐の頂点から底面へ下ろした垂線の足を H_2 とする。このとき、動円錐を歳差運動させたときの点 P_2 の描く軌跡が歯の通るべき曲線(トロコイド曲線)となる。いま、図10(b)に示すように、動円錐が定円錐から離れることなく歳差運動を行った場合を考える。この歳差運動が、動円錐が自身の軸 OH_2 回りに $-\phi$ だけ回転し、かつ定円錐回りを θ 回転するものだとするれば、点 P_1 が OH_1 回りに θ 、点 P_2 が OH_2 回りに $-\phi$ 回転したものとみなせる。ここで、図11に示すように、線分 OH_2 に平行で正規化したベクトルを n 、点Oから点 P_1 までのベクトルを p_1 、点Oから点 P_2 までのベクトルを p_2 とすれば、 p_2 は p_1 を n 回りに ϕ だけ回転したベクトルとみなせるため、

[0041] [数2]

$$p_2 = p_1 \cos \psi + n(n \cdot p_1)(1 - \cos \psi) + (n \times p_1) \sin \psi$$

と表すことができる。ここで、動円錐の底面半径を r_{0r} 、底角を ϕ_{0r} とし、

定円錐の底面半径を r_{cf} 、底角を ϕ_{cf} とすれば、 n と p_1 はそれぞれ、

[0042] [数3]

$$n = \begin{pmatrix} -\cos\theta \sin(\phi_{cf} - \phi_{cr}) \\ -\sin\theta \sin(\phi_{cf} - \phi_{cr}) \\ -\cos(\phi_{cf} - \phi_{cr}) \end{pmatrix}$$

$$p_1 = \begin{pmatrix} r_{cf} \cos\theta \\ r_{cf} \sin\theta \\ -r_{cf} \tan\phi_{cf} \end{pmatrix}$$

と表すことができる。

[0043] ここまで求めてきた p_2 は、 ϕ の値を変えることで第一冠ギヤ 1 と第三冠ギヤ 3 それぞれの歯先部 1 a 2, 3 a 2 の中心が通るべき曲線を表すベクトルを表すことができる。まず、第三冠ギヤ 3 の歯先部 3 a 2 の中心が通るべき曲線を求める。動円錐が第三冠ギヤ 3、定円錐が第一冠ギヤ 1 とみなし、歯数をそれぞれ z_i , z_o とする。また、動円錐の歳差運動のパラメータは $\theta = \theta_i$, $\phi = \phi_i$ とする。このとき、正転ギヤであれば、図 1 2 に示すように θ が 1 回転する間に ϕ は反対方向に 1 歯分だけ多く回転し、逆転ギヤであれば、 θ が 1 回転する間に ϕ は反対方向に 1 歯分だけ少なく回転するため、数 4 が成り立つ。

[0044] [数4]

$$\begin{cases} \theta_i : \psi_i = 2\pi : -2\pi \left(1 + \frac{1}{z_i}\right) & \text{(NORMAL ROTATION)} \\ \theta_i : \psi_i = 2\pi : -2\pi \left(1 - \frac{1}{z_i}\right) & \text{(REVERSE ROTATION)} \end{cases}$$

これを整理して、

[0045]

[数5]

$$\begin{cases} \psi_i = -\frac{z_i + 1}{z_i} \theta_i & (\text{NORMAL ROTATION}) \\ \psi_i = -\frac{z_i - 1}{z_i} \theta_i & (\text{REVERSE ROTATION}) \end{cases}$$

[0046] 第一冠ギヤ1の歯先部1 a 2の中心が通るべき曲線を求める場合、動円錐を第一冠ギヤ1、定円錐を第三冠ギヤ3とみなし、歳差運動のパラメータは $\theta = \theta_o$ 、 $\phi = \phi_o$ とすれば、同様にして数6が成り立つ。

[0047] [数6]

$$\begin{cases} \psi_o = -\frac{z_o - 1}{z_o} \theta_o & (\text{NORMAL ROTATION}) \\ \psi_o = -\frac{z_o + 1}{z_o} \theta_o & (\text{REVERSE ROTATION}) \end{cases}$$

[0048] このように、組み合わせるギヤの特性によって、数5、数6を選択し、 ϕ について数2に代入することで、歯先部の中心が通るべき曲線を求められる。このとき、求めた曲線の例を図13に示す。図13において、ベクトル p_2 が描く軌跡がトロコイド曲線である。 p_1 と p_2 の回転角と方向は図12と同じである。

(歯底曲線の計算)

[0049] 次に、歯底曲線を求める。図14に示すように相手側ギヤの歯先部3 a 2が描く軌跡が歯底曲線 p_3 となる。すなわち、相手側ギヤの歯先部3 a 2の中心が通るべきトロコイド曲線 p_2 を求め、相手側ギヤの歯先部3 a 2の半径をもつ円をこのトロコイド曲線 p_2 上で動かしたときに得られる軌跡を計算すればよい。ここで、相手側ギヤの歯先半径を h_k 、この円をCとする。このとき、図15に示すように、歯底曲線を表すベクトル p_3 は、 p_2 上に円Cを描いたときの点のうち、 p_2 と p_2 の方向ベクトル Δp_2 のどちらにも直交する点P

3までのベクトルとなる。したがって、数7と数8の関係が成り立つ。

[0050] [数7]

$$|\mathbf{p}_3 - \mathbf{p}_2| = h_k$$

[0051] [数8]

$$\mathbf{p}_2 \perp (\mathbf{p}_3 - \mathbf{p}_2) \text{ かつ } \Delta \mathbf{p}_2 \perp (\mathbf{p}_3 - \mathbf{p}_2) \text{ かつ } \mathbf{p}_2 \perp \Delta \mathbf{p}_2$$

以上の結果から、

[0052] [数9]

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_3 - \mathbf{p}_2 &= \pm h_k \frac{\Delta \mathbf{p}_2 \times \mathbf{p}_2}{|\Delta \mathbf{p}_2 \times \mathbf{p}_2|} \\ \Leftrightarrow \mathbf{p}_3 &= \mathbf{p}_2 \pm h_k \frac{\Delta \mathbf{p}_2 \times \mathbf{p}_2}{|\Delta \mathbf{p}_2 \times \mathbf{p}_2|} \end{aligned}$$

が成り立つ。なお、式中の正負は、方向ベクトルの向きによって決定される。

(歯先曲線と歯底曲線の接続)

[0053] 図16(a)は、上記に従って計算した第三冠ギヤ3の歯形曲線(歯先曲線と歯底曲線)を示し、図16(b)は、上記に従って計算した第一冠ギヤ1の歯形曲線(歯先曲線と歯底曲線)を示す。ここでは、歯先曲線と歯底曲線が滑らかに繋がるように歯先曲線の半径を決定する。歯先曲線の半径は、「歯先曲線と歯底曲線が接点をただ一つ持つとき」を条件にして決定する。(歯先曲線の方程式) = (歯底曲線の方程式)を立式し、これが重解を持つときの歯先半径の値を探せばよい。以上により、第一冠ギヤ1及び第三冠ギヤ3の歯形曲線を生成することができる。

[0054] 図17は、上記に従って得られた第一冠ギヤ1及び第三冠ギヤ3の歯形曲

線を示す。図中の黒丸が接触点を示す。(S 1)の接触開始時から(S 5)の接触終了時に至るまで、第一冠ギヤ1と第三冠ギヤ3とが常に接触し、接触点が移動することがわかる。接触点が移動することから、第一冠ギヤ1と第三冠ギヤ3とが互いに転がることがわかる。この図17には第一冠ギヤ1が円周方向に移動するように示されているが、実際には第三冠ギヤ3が円周方向に移動する。

[0055] なお、第一冠ギヤ1及び第三冠ギヤ3の歯底部1 a 1, 3 a 1を円錐の側面から構成し、第一冠ギヤ1及び第三冠ギヤ3の歯先部1 a 2, 3 a 2をトロコイド曲線を用いて生成することもできる。この場合、基準円 r_c 上の第一冠ギヤ1及び第三冠ギヤ3の歯底部1 a 1, 3 a 1の曲線を単一Rの円弧とし、トロコイド曲線を用いて歯先部1 a 2, 3 a 2の歯先曲線を計算すればよい。

<第一ないし第三冠ギヤの歯の形状のさらに他の例(歯すじがヘリカル状である例)>

[0056] 図18に示すように、第三冠ギヤ3の基準円上の歯形曲線の位相を、基準円の半径を変化させる毎に円周方向にずらすことで、歯先部3 a 2及び歯底部3 a 1の歯すじをヘリカル状にすることができる。図18に示すように、第三冠ギヤ3の外側と内側とでは、歯形曲線の位相が異なる。同様に、第一冠ギヤ1の歯すじも同様にヘリカル状にすることができる。

[0057] ヘリカル状の歯すじには、図19に示す対数らせんを採用することができる。対数らせんは、円錐形の母体の母線とのなす角 β が常に一定のらせんであり、数10で表すことができる。

[0058] [数10]

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ae^{b\theta} \cos \theta \\ ae^{b\theta} \sin \theta \\ ae^{b\theta} \tan \beta \end{pmatrix}$$

ここで、a、bはらせんの巻き方のパラメータである。

＜本実施形態の減速装置の効果＞

- [0059] 以上に本実施形態の減速装置の構造を説明した。本実施形態の減速装置によれば、以下の効果を奏する。
- [0060] 波動運動する第三冠ギヤ3を第一カム11と第二カム12とで挟むので、第三冠ギヤ3を高い剛性で支持することができる。また、第一及び第二カム11、12と第三冠ギヤ3との間に第一及び第二ボール15、17が介在するので、第三冠ギヤ3を円滑に回転させることができ、減速装置の効率を向上させることができる。
- [0061] 第一及び第二カム11、12、並びに第三冠ギヤ3を貫通する真直な入力軸5に第一及び第二カム11、12を固定するので、第一及び第二カム11、12で第三冠ギヤ3を挟む構造、及びこれらの組立て性が向上する。
- [0062] 第一及び第二カム11、12に第一及び第二ボール転走溝11a1、12a1を形成し、第三冠ギヤ3に第三及び第四ボール転走溝3c1、3c2を形成するので、第一及び第二ボール15、17が負荷できる荷重を増やすことができ、第三冠ギヤ3の支持剛性がより向上する。
- [0063] 第一カム11の第一ボール転走溝11a1の中心C1と第二カム12の第二ボール転走溝12a1の中心C2とを入力軸5の軸線5aからずらすことで、厚みのある第三冠ギヤ3の波動運動の中心Pを入力軸5の軸線5a上に配置することができる。
- [0064] 第一冠ギヤ1の歯先部1a2、第二冠ギヤ2の歯先部2a2、第三冠ギヤ3の歯先部3a2、3b2が円錐C○1'～C○4'（C○1'、C○3'のみを図示する）の側面を基礎とした凸形状であり、第一冠ギヤ1の歯底部1a1、第二冠ギヤ2の歯底部2a1、第三冠ギヤ3の歯底部3a1、3b1が円錐C○1～C○4の側面を基礎とした凹形状であるので、これらの噛み合いのほとんどを転がりにすることができ、歯車の効率を向上させることができる。
- [0065] なお、本発明において、「円錐の側面を基礎とした凸形状及び凹形状」は

、円錐C o 1 ~ C o 4, C o 1 ' ~ C o 4 ' の側面から構成される凸形状及び凹形状、並びに第三冠ギヤ3の円錐形の母体を第一冠ギヤ1又は第二冠ギヤ2の円錐形の母体に沿って転がしたときに描かれるトロコイド曲線を用いて生成された凸形状及び凹形状を含む。また、このような凸形状及び凹形状を持つ歯先部1 a 2, 2 a 2, 3 a 2, 3 b 2及び歯底部1 a 1, 2 a 1, 3 a 1, 3 b 1の歯すじがヘリカル状である場合を含む。

[0066] 円錐C o 1 ~ C o 4, C o 1 ' ~ C o 4 ' の頂点Pが第三冠ギヤ3の歳差運動の中心Pに一致するので、歯先部1 a 2, 2 a 2, 3 a 2, 3 b 2と歯底部1 a 1, 2 a 1, 3 a 1, 3 b 1とを線接触させることができる。歯当たり面積を大きく、噛み合い率を大きくすることができるので、高剛性化、高効率、静音化が実現できる。

[0067] なお、本発明は、上記実施形態に具現化されるのに限られることはなく、本発明の要旨を変更しない範囲でさまざまな実施形態に具現化可能である。上記実施形態では、第一及び第二カムと第三冠ギヤとの間に第一及び第二ボールを介在させているが、第一及び第二ローラを介在させることもできる。

産業上の利用可能性

[0068] 本発明の減速又は増速装置の用途は、特に限定されるものではなく、ロボットの関節、工作機械、自動車等のさまざまな用途に使用することができる。減速比を大きくすることができ、バックラッシもないことから、高精度の位置決めに適しており、半導体又は液晶製造装置、電子顕微鏡等にも使用することができる。また、入力側と出力側を逆にすることで、増速装置として使用することもでき、水力発電機のような入力側のパワーの大きい発電機の増速装置として使用することができる。

[0069] 本明細書は、2015年5月25日出願の特願2015-105072及び2016年3月2日出願の特願2016-039521に基づく。この内容はすべてここに含めておく。

符号の説明

[0070] 1…第一冠ギヤ、1 a…第一冠ギヤの対向歯、1 a 1…第一冠ギヤの対向歯

の歯底部、1 a 2…第一冠ギヤの対向歯の歯先部、2…第二冠ギヤ、2 a…第二冠ギヤの対向歯、2 a 1…第二冠ギヤの対向歯の歯底部、2 a 2…第二冠ギヤの対向歯の歯先部、3…第三冠ギヤ、3 a…第三冠ギヤの対向歯、3 a 1…第三冠ギヤの対向歯の歯底部、3 a 2…第三冠ギヤの対向歯の歯先部、3 b…第三冠ギヤの対向歯、3 b 1…第三冠ギヤの対向歯の歯底部、3 b 2…第三冠ギヤの対向歯の歯先部、3 c 1…第三ボール転走溝（第三転動体転走溝）、3 c 2…第四ボール転走溝（第四転動体転走溝）、5…入力軸（軸）、5 a…軸線、7…出力部、1 1…第一カム（カム部）、1 1 a…第一傾斜面、1 1 a 1…第一ボール転走溝（第一転動体転走溝）、1 2…第二カム（カム部）、1 2 a…第二傾斜面、1 2 a 1…第二ボール転走溝（第二転動体転走溝）、1 5…第一ボール（第一転動体）、1 7…第二ボール（第二転動体）、C 1…第一ボール転走溝の中心（第一転動体転走溝の中心）、C 2…第二ボール転走溝の中心（第二転動体転走溝の中心）、P…第一ないし第三冠ギヤの噛み合い中心（第三冠ギヤの波動運動の中心）、C o 1～C o 4, C o 1', C o 3'…円錐

請求の範囲

[請求項1]

第一冠ギヤと、

第二冠ギヤと、

前記第一冠ギヤに対向する対向歯と前記第二冠ギヤに対向する対向歯とを背面合わせで持つ第三冠ギヤと、

前記第三冠ギヤが前記第一冠ギヤに噛み合い、前記第三冠ギヤが前記第二冠ギヤに噛み合うように、前記第三冠ギヤを前記第一冠ギヤ及び前記第二冠ギヤに対して傾斜させ、かつ噛み合う箇所が円周方向に移動するように前記第三冠ギヤを波動運動させるカム部と、を備え、

前記カム部は、前記第三冠ギヤよりも前記第一冠ギヤ側に配置される第一カムと、前記第三冠ギヤよりも前記第二冠ギヤ側に配置される第二カムと、を有し、

前記第一カムと前記第二カムとで前記第三冠ギヤを挟み、

前記第一カムと前記第三冠ギヤとの間に転がり運動可能に第一転動体が介在し、

前記第二カムと前記第三冠ギヤとの間に転がり運動可能に第二転動体が介在する減速又は増速装置。

[請求項2]

前記第一及び前記第二カムは、前記第一及び前記第二カム並びに前記第三冠ギヤを貫通する真直な軸に固定されることを特徴とする請求項1に記載の減速又は増速装置。

[請求項3]

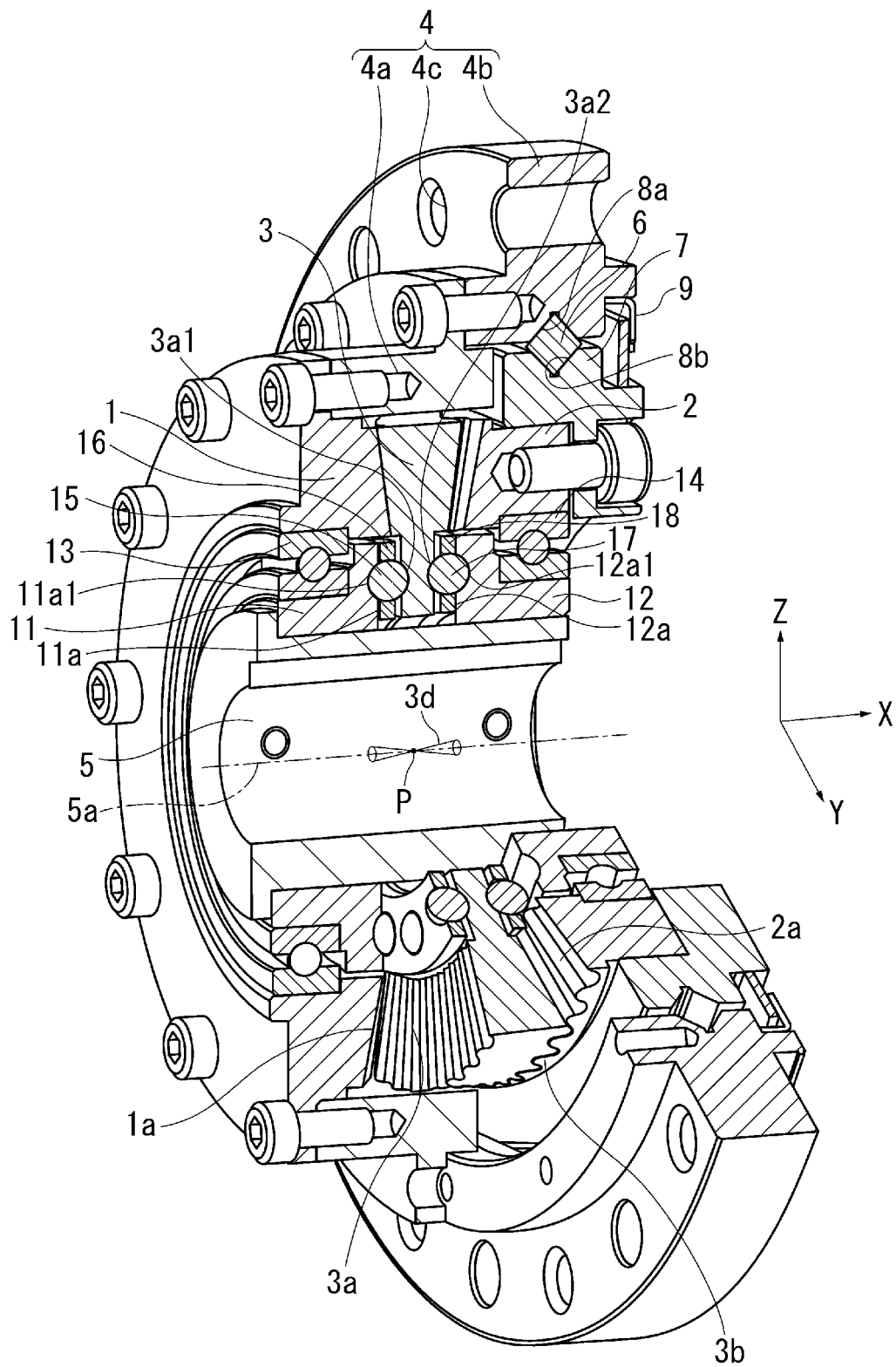
前記第一及び前記第二カムは、互いに平行で、前記第一及び前記第二カムの軸線に対して傾斜する第一及び第二傾斜面を有し、

前記第一及び前記第二傾斜面に、前記第一及び前記第二傾斜面に対して直交する方向から見て円形の第一及び第二転動体転走溝が形成され、

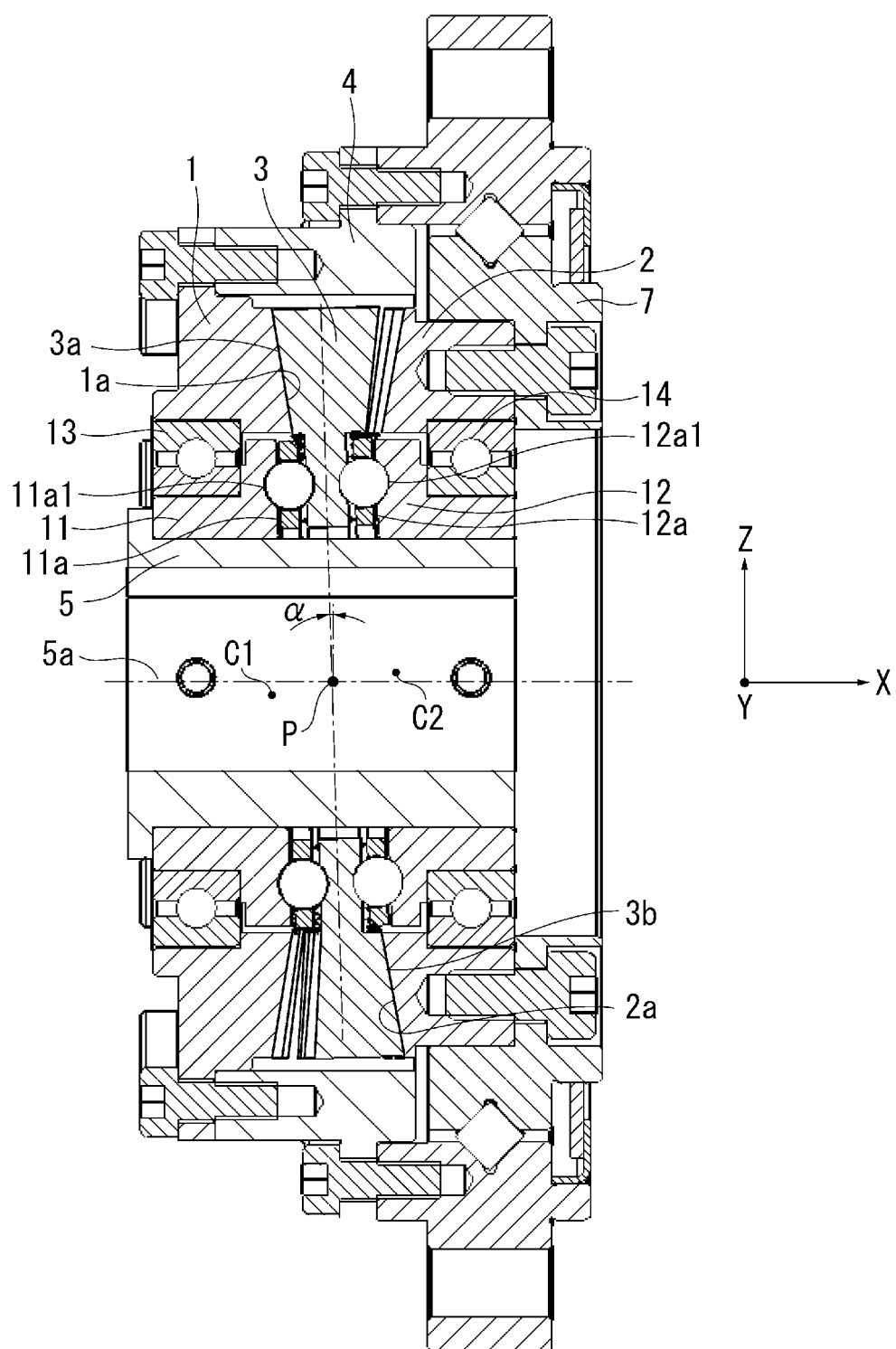
前記第三冠ギヤに、前記第一及び前記第二転動体転走溝に対向する円形の第三及び第四転動体転走溝が背面合わせで形成されることを特徴とする請求項1又は2に記載の減速又は増速装置。

- [請求項4] 厚みのある前記第三冠ギヤの波動運動の中心が前記第一及び前記第二カムの軸線上にあるように、前記第一カムの前記第一転動体転走溝の中心と前記第二カムの前記第二転動体転走溝の中心とが前記軸線からずれることを特徴とする請求項3に記載の減速又は増速装置。
- [請求項5] 前記第一冠ギヤ、前記第二冠ギヤ及び前記第三冠ギヤの対向歯は、歯先部と歯底部とを円周方向に交互に有し、
前記歯先部が、円錐の側面を基礎とした凸形状であり、
前記歯底部が、円錐の側面を基礎とした凹形状であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の減速又は増速装置。
- [請求項6] 前記円錐の頂点が前記第三冠ギヤの波動運動の中心に一致することを特徴とする請求項5に記載の減速又は増速装置。

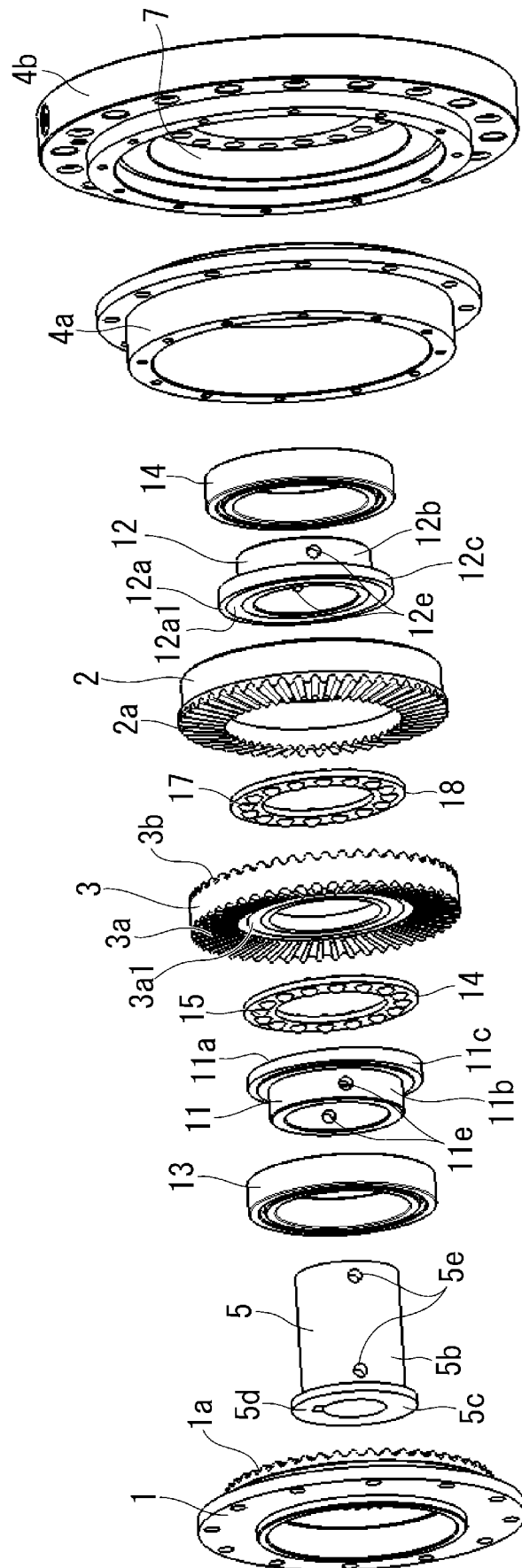
[図1]



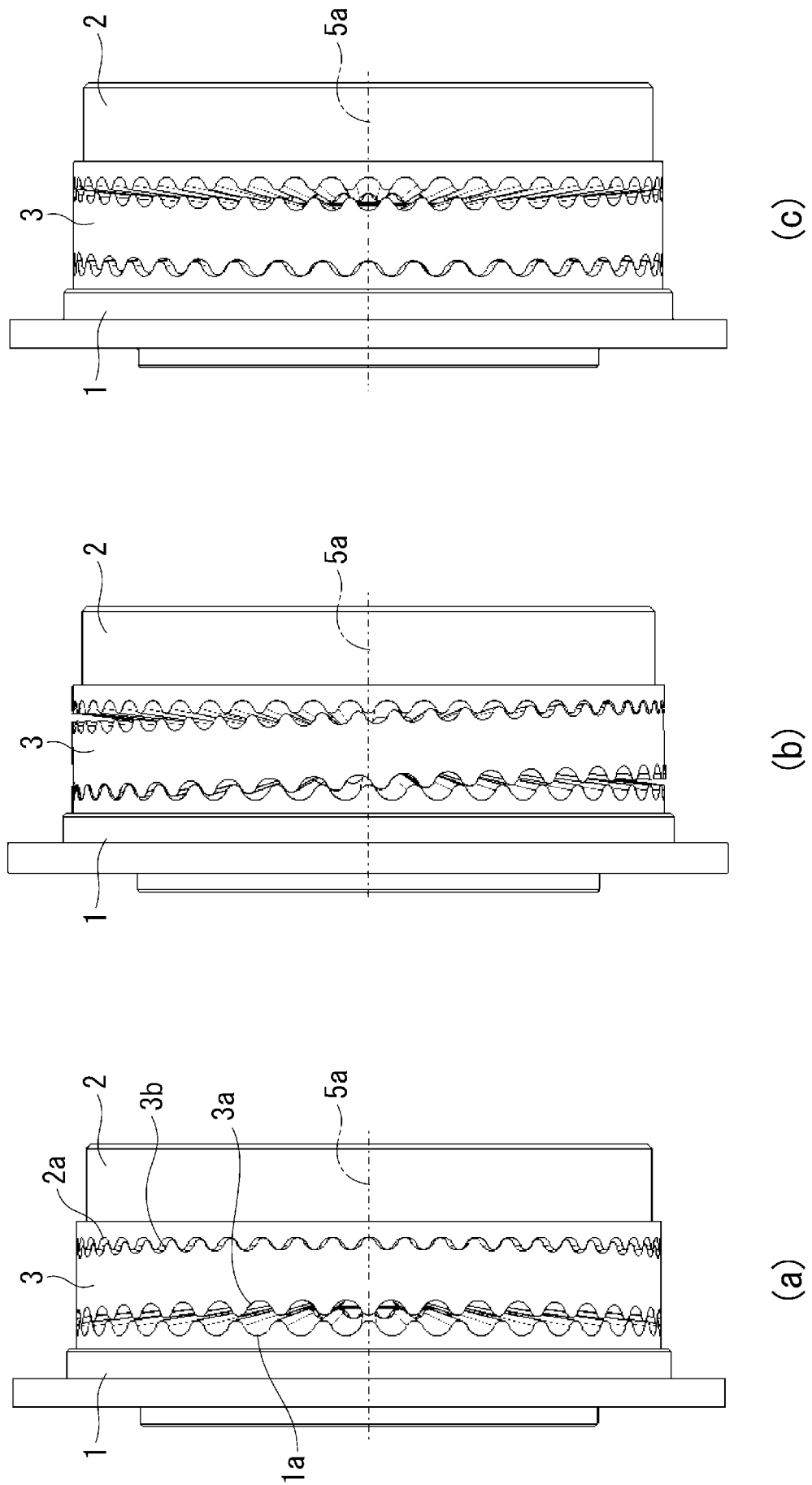
[図2]



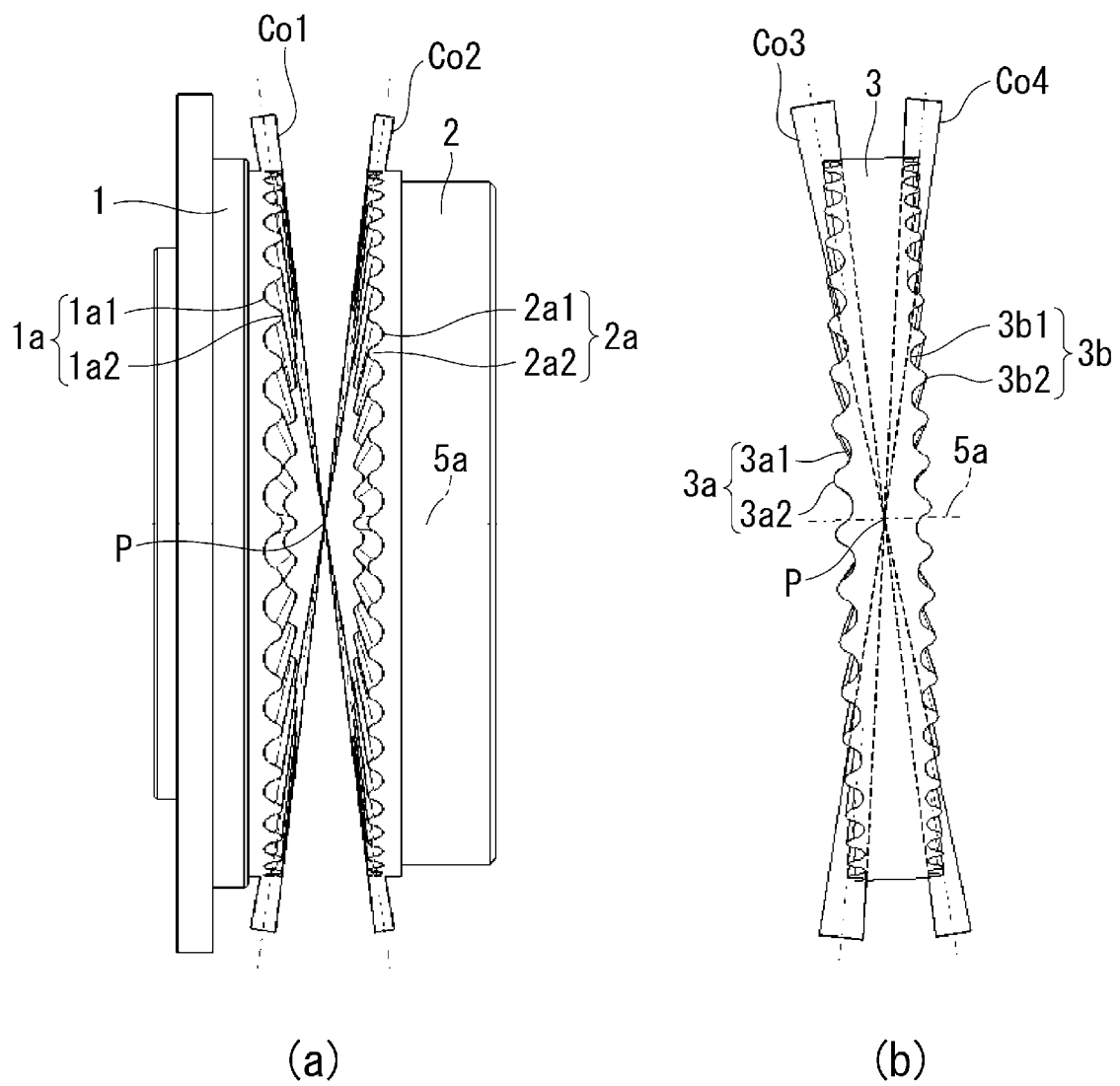
[図3]



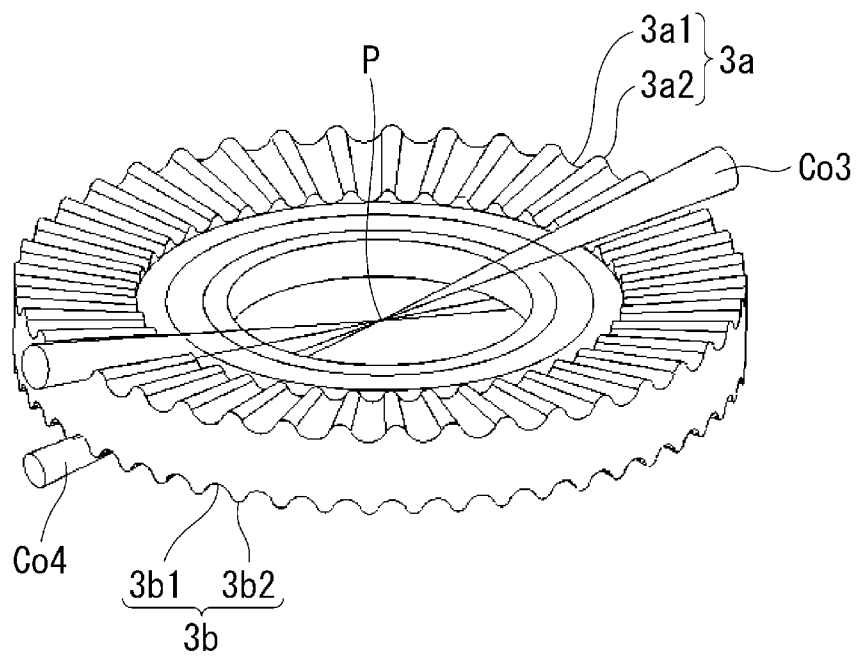
[図4]



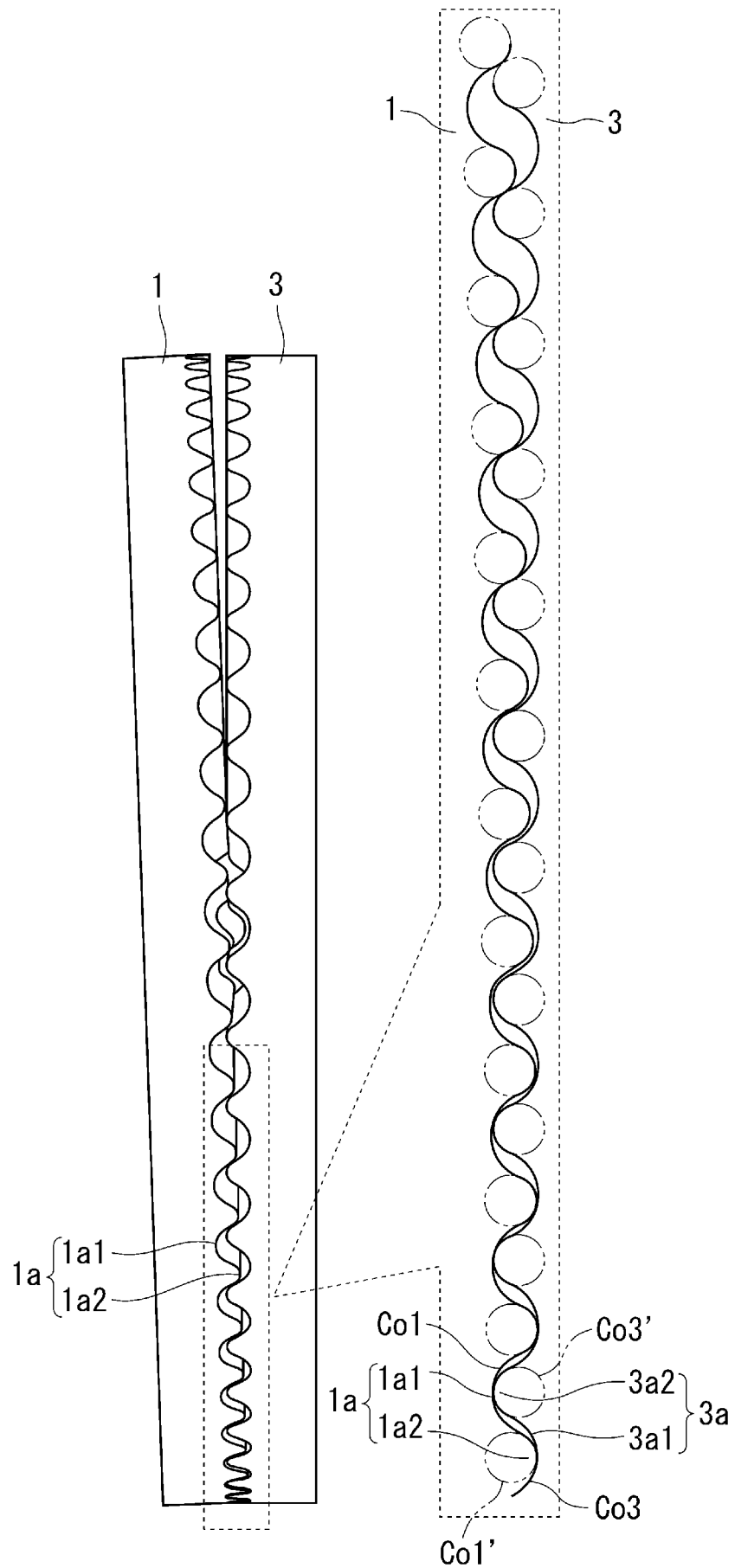
[図5]



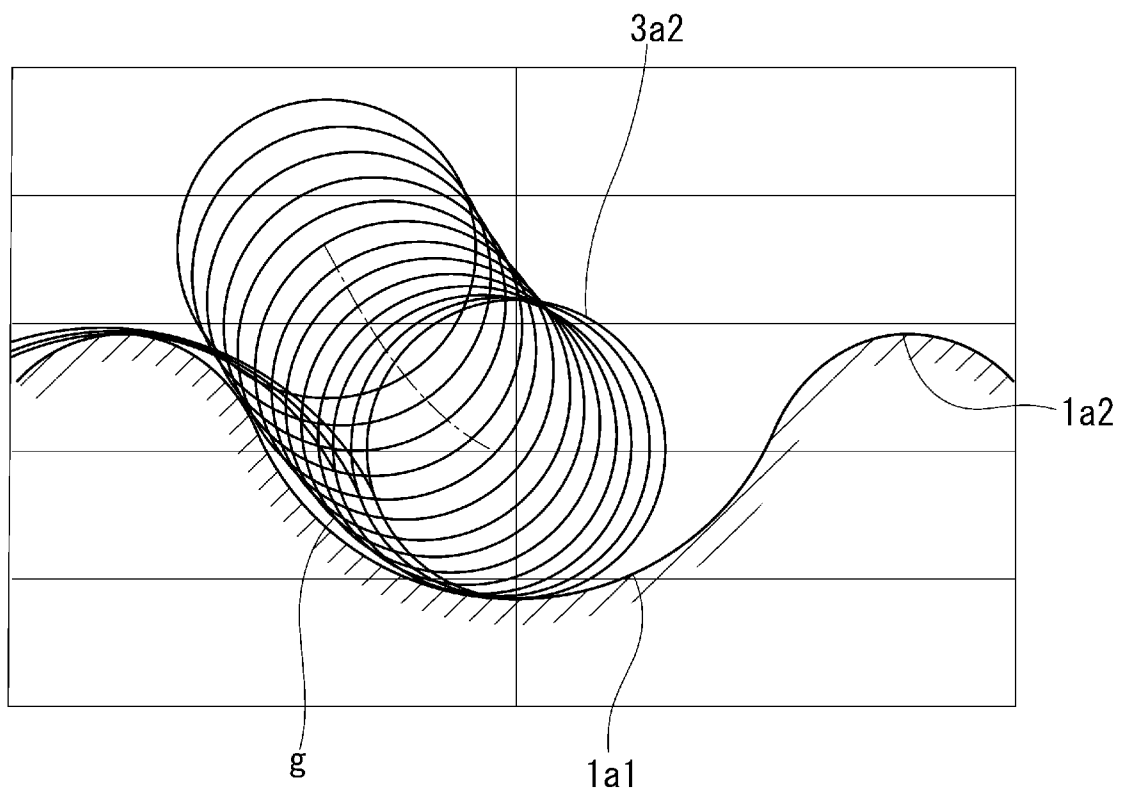
[図6]



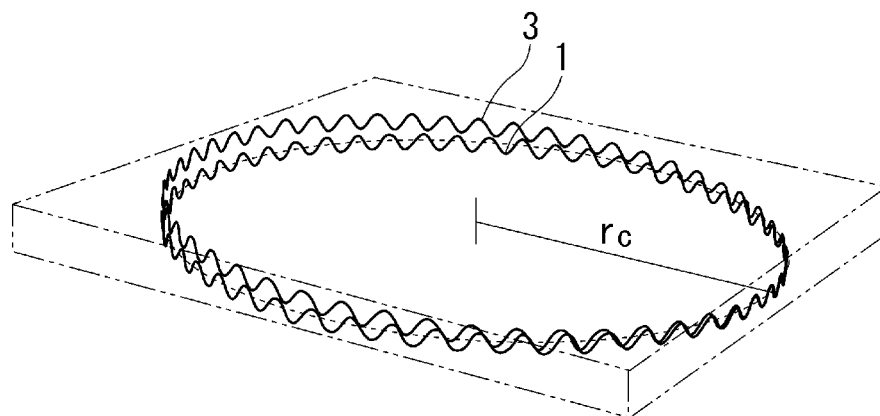
[図7]



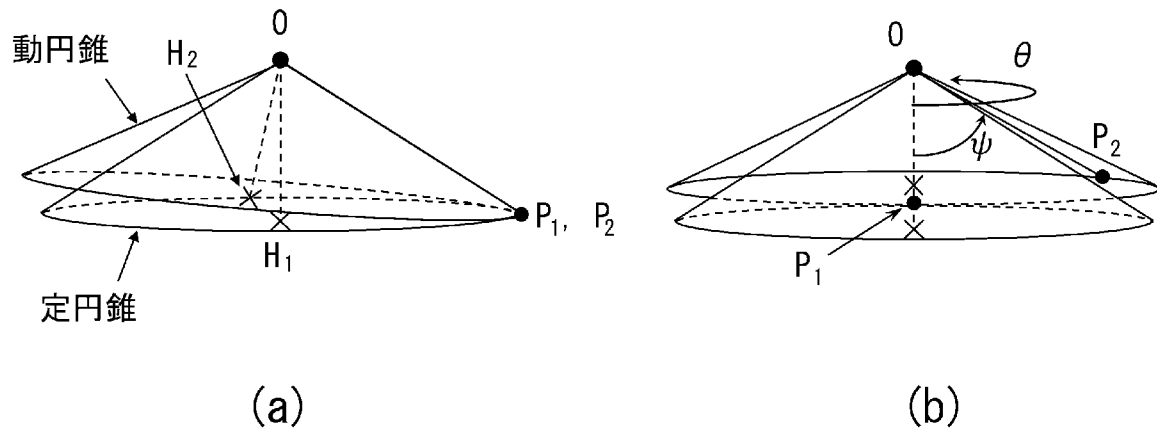
[図8]



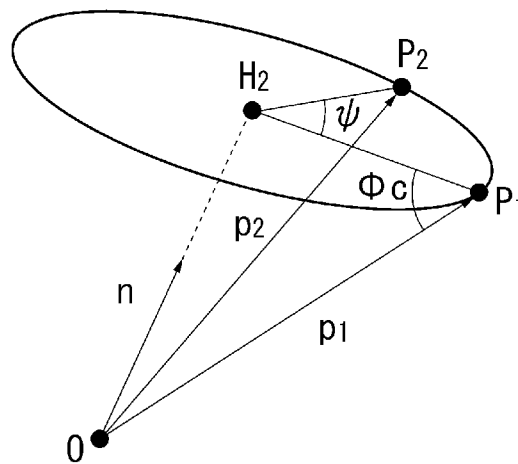
[図9]



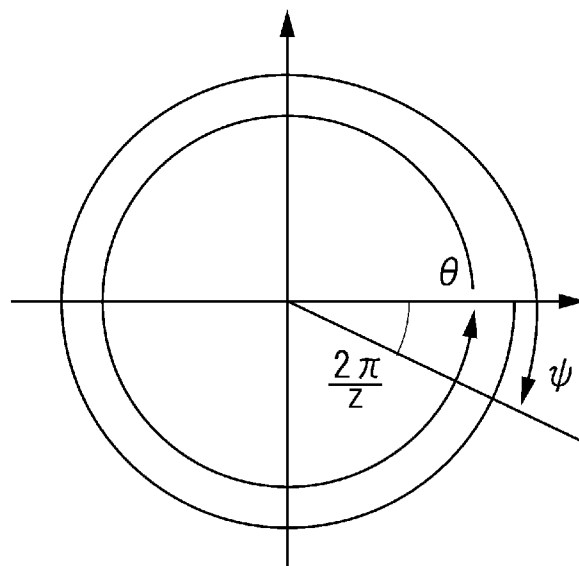
[図10]



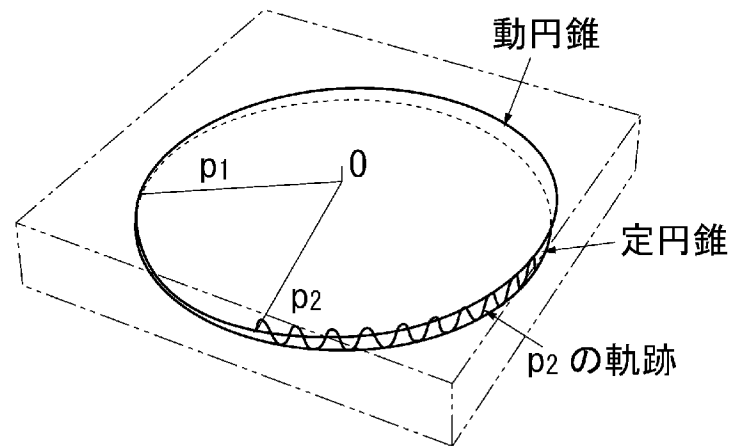
[図11]



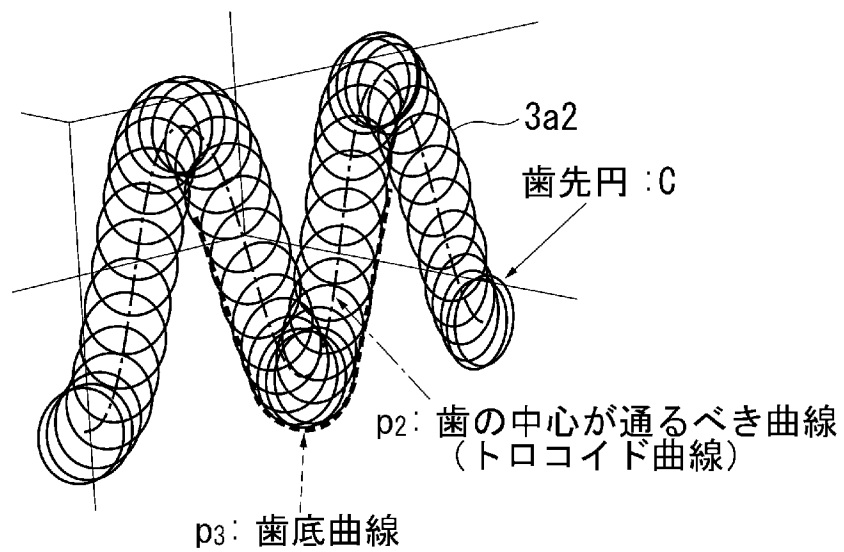
[図12]



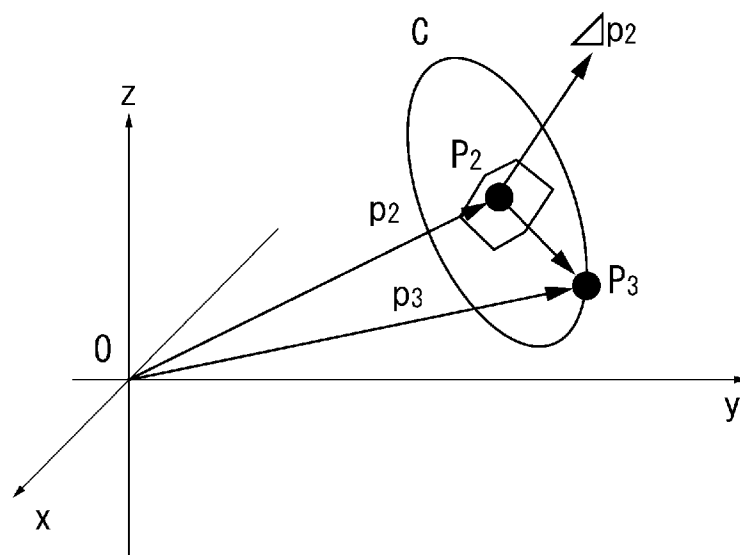
[図13]



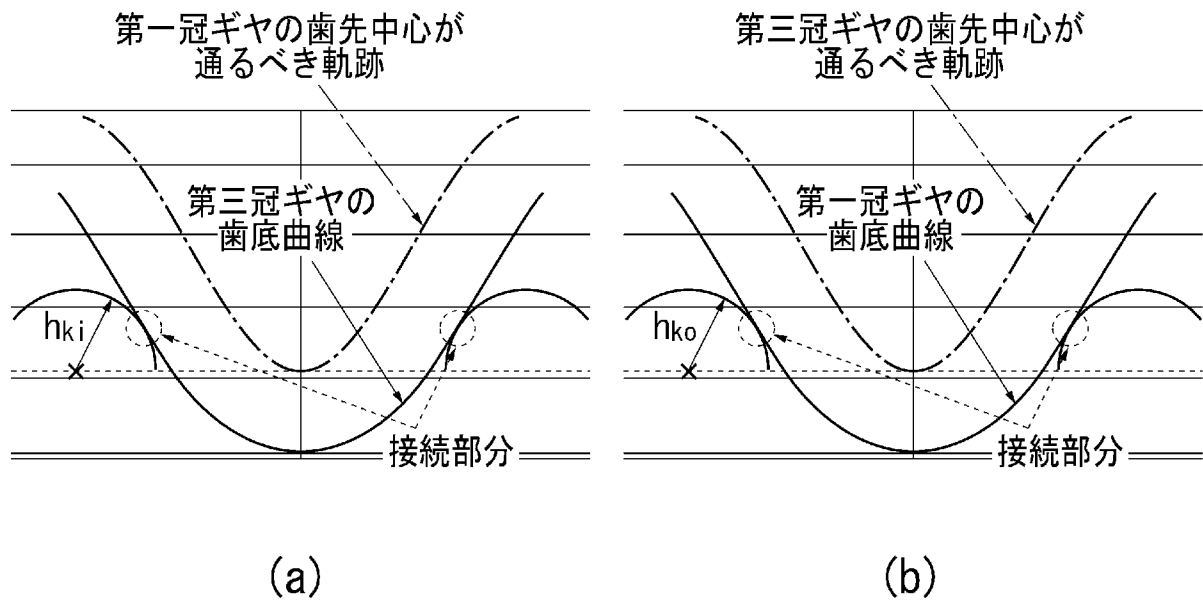
[図14]



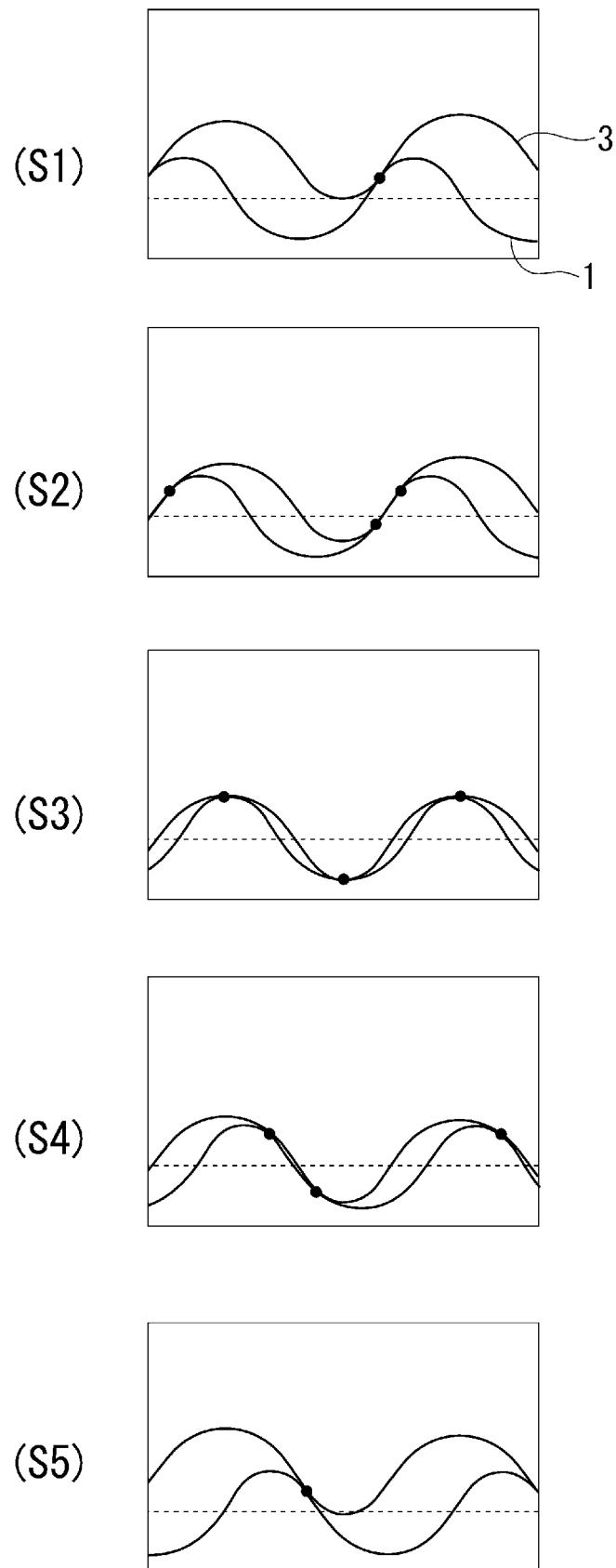
[図15]



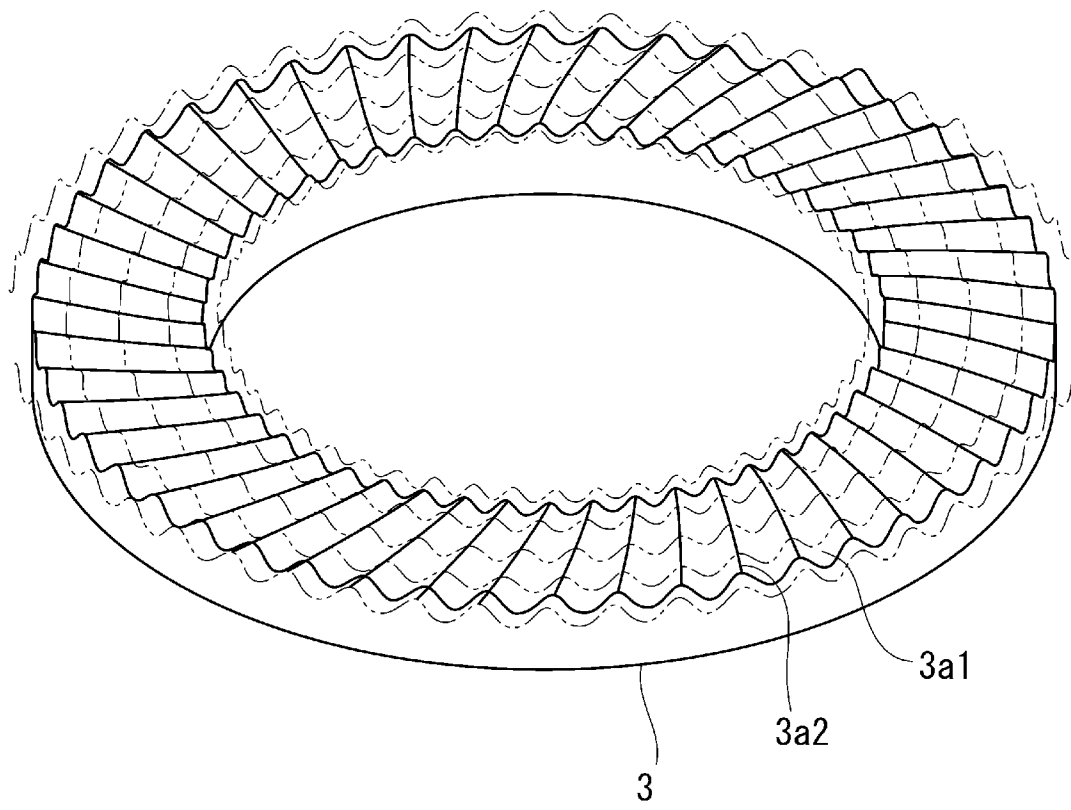
[図16]



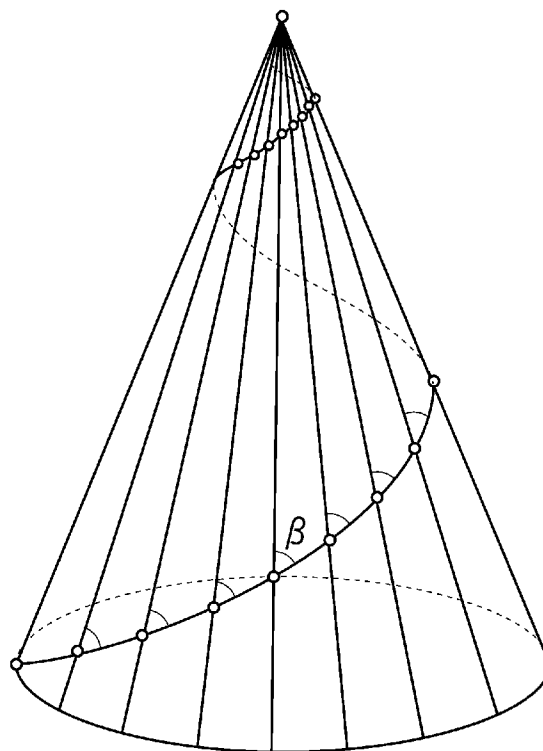
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061766

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H1/32(2006.01)i, F16C19/10(2006.01)i, F16C33/58(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)

F16H1/32, F16C19/10, F16C33/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 1-229165 A (Kabushiki Kaisha Shinko Seisakusho), 12 September 1989 (12.09.1989), fig. 14 & US 4966573 A fig. 14 & EP 332450 A2	1-6
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 135450/1982 (Laid-open No. 39346/1984) (Yugen Kaisha Daiki Seisakusho), 13 March 1984 (13.03.1984), drawings (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 July 2016 (04.07.16)

Date of mailing of the international search report
19 July 2016 (19.07.16)

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/JP2016/061766

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-235445 A (Hiroshi MURAKAMI), 23 August 1994 (23.08.1994), fig. 1 & US 5383821 A fig. 1	1-6

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, F16C19/10(2006.01)i, F16C33/58(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, F16C19/10, F16C33/58

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 1-229165 A (株式会社シンコー製作所) 1989.09.12, 第14図 & US 4966573 A, FIG. 14 & EP 332450 A2	1-6
A	日本国実用新案登録出願57-135450号(日本国実用新案登録出願公開 59-39346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 (有限会社大機製作所) 1984.03.13, 図面 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 6-235445 A (村上 宏) 1994.08.23, 図1 & US 5383821 A, FIG. 1	1-6

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

04.07.2016

国際調査報告の発送日

19.07.2016

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