

(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
2017 年 9 月 8 日(08.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/149987 A1

- (51) 国際特許分類:
B64C 33/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/001944
- (22) 国際出願日: 2017 年 1 月 20 日(20.01.2017)
- (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 2016-037484 2016 年 2 月 29 日(29.02.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP). シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町 1 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 中村 和敬(NAKAMURA, Kazutaka); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 三宅 知之(MIYAKE, Tomoyuki). 加藤 正紀(KATO, Masanori); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1

〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 濱本 将樹(HAMAMOTO, Masaki).

(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).

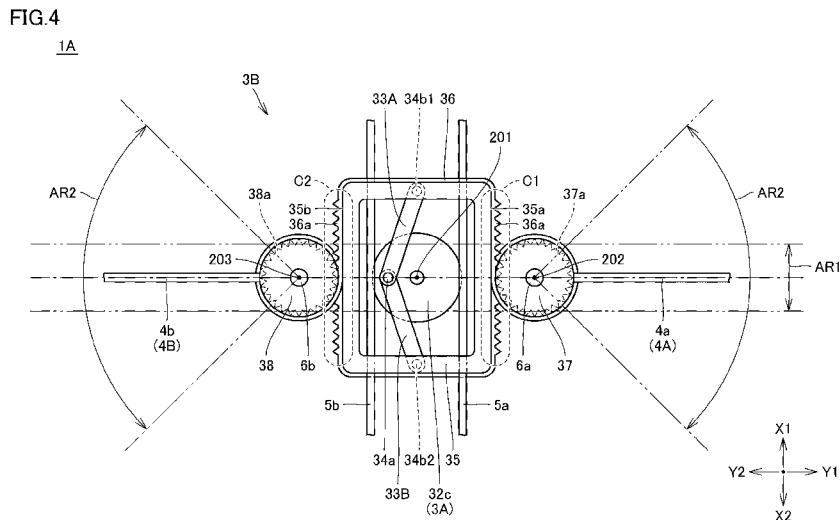
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, 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,

[続葉有]

(54) Title: FLAPPING DEVICE

(54) 発明の名称: 羽ばたき装置



(57) Abstract: A flapping device (1A) is equipped with a power source, a power transmission mechanism, and wing bodies (4A, 4B). The power transmission mechanism includes: a rotation transmission member (32c) that rotates upon receiving power transmitted from the power source; a slider (35) that moves in a linear reciprocating manner along the X-axis upon receiving power transmitted from the rotation transmission member (32c); and rotating bodies (37, 38) that move in a reciprocating manner in the rotation direction upon receiving power transmitted from the slider (35). The wing bodies (4A, 4B) swing in such a way that the distal ends thereof move approximately along the X-axis through the reciprocal motion in the rotation direction of the rotating bodies (37, 38). The power transmission mechanism further includes a pair of crank arms (33A, 33B) that connect the rotation transmission member (32c) and the slider (35). One end of each of the crank arms is connected so as to be able to rotate with respect to the rotation transmission member (32c), and the other end of each of the crank arms is connected so as to be able to rotate and slide with respect to the slider (35).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/149987 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

羽ばたき装置 (1 A) は、動力源と、動力伝達機構と、動力伝達機構によって駆動される羽体 (4 A, 4 B) とを備える。動力伝達機構は、動力源からの動力の伝達を受けて回転する回転伝達部材 (3 2 c) と、回転伝達部材 (3 2 c) からの動力の伝達を受けて X 軸方向に往復直線運動するスライダ (3 5) と、スライダ (3 5) からの動力の伝達を受けて回転方向に往復運動する回転体 (3 7, 3 8) とを含む。羽体 (4 A, 4 B) は、回転体 (3 7, 3 8) が回転方向に往復運動することでその先端が概ね X 軸方向に沿って移動するように揺動する。動力伝達機構は、回転伝達部材 (3 2 c) とスライダ (3 5) とを接続する一対のクランクアーム (3 3 A, 3 3 B) をさらに含み、これらの各々の一端は、回転伝達部材 (3 2 c) に対して回転可能に接続され、これらの各々の他端は、スライダ (3 5) に対して回転かつスライド移動可能に接続される。

明 細 書

発明の名称：羽ばたき装置

技術分野

[0001] 本発明は、躯体に組付けられた動力源によって羽体が駆動されて揺動することで浮上力を得る羽ばたき装置に関する。

背景技術

[0002] 通常、羽ばたき装置においては、躯体の左舷および右舷のそれぞれに羽体が設けられており、躯体に組付けられた動力源によって当該羽体が駆動される。その際、羽体は、躯体側に位置する基端を回転中心として当該基端とは反対側に位置する先端が概ね前後方向に向けて移動するように揺動する。

[0003] たとえば、特表２０１２－５２９３９８号公報（特許文献１）の図９には、羽体が取付けられたマストの基端にロッカーアームが組付けられ、駆動源としての回転電動機から出力される回転運動がクランクによって往復直線運動に変換されることでロッカーアームが周期的に押し引きされ、これによりロッカーアームによってマストが駆動されることで羽体が前後方向に揺動するように構成された羽ばたき装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特表２０１２－５２９３９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、羽体が前後方向に揺動するように構成された羽ばたき装置においては、羽体の移動速度が可能な限り速められていることが必要であるとともに、羽体の繰り返し動作が確実に履行されるように構成されていることが重要である。羽体の移動速度が遅い場合には、羽ばたき装置の浮上力が低下してしまうことになり、また羽体の切り返しが不完全である場合には、羽ばたき装置の姿勢が安定しないことになり、いずれの場合にも運動効率が低下す

ることとなって飛行能力が大幅に劣ったものとなってしまふ。

[0006] したがって、本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、運動効率の向上が図られた羽ばたき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

[0007] 本発明の第1の局面に基づく羽ばたき装置は、躯体と、上記躯体に組付けられた動力源と、羽体と、上記動力源にて発生した動力を上記羽体に伝達する動力伝達機構と、を備えている。上記羽体は、上記動力伝達機構によって駆動される。上記動力伝達機構は、上記躯体によって回転可能に支持され、上記動力源からの動力の伝達を受けて第1回転軸を回転中心として回転する回転伝達部材と、上記躯体によって移動可能に支持され、上記回転伝達部材からの動力の伝達を受けて第1方向に往復直線運動するスライダと、上記躯体によって回転可能に支持され、上記スライダからの動力の伝達を受けて上記第1方向と直交する第2方向に延在する第2回転軸を回転中心として回転方向に往復運動する回転体と、を含んでいる。上記羽体は、その基端が上記回転体に固定されることにより、上記回転体が上記回転方向に往復運動することでその先端が概ね上記第1方向に沿って移動するように揺動する。上記動力伝達機構は、上記回転伝達部材と上記スライダとを接続する一对のクランクアームをさらに含んでいる。上記一对のクランクアームの各々の一端は、上記第1回転軸の延在方向と平行な方向に延在する共通の回転軸を回転中心として、上記回転伝達部材の偏心位置に回転可能に接続されている。上記一对のクランクアームの各々の他端は、上記第1回転軸の延在方向と平行な方向に延在しかつ上記第1方向において距離をもって位置する互いに異なる回転軸を回転中心として、上記スライダに対して回転可能に接続されている。さらに、上記一对のクランクアームの各々の上記他端は、上記第1回転軸の延在方向と直交する方向において、上記スライダに対してスライド移動可能に接続されている。

[0008] 上記本発明の第1の局面に基づく羽ばたき装置にあっては、上記一对のクランクアームの各々の上記他端に孔部が設けられるとともに、上記孔部に挿

通するようにクランクピンが上記スライダに取付けられることにより、上記一对のクランクアームの各々の上記他端が、上記スライダに対して回転可能に接続されていることが好ましく、またその場合に、上記孔部に上記クランクピンが遊嵌されることにより、上記一对のクランクアームの各々の上記他端が、上記第1回転軸の延在方向と直交する方向において、上記スライダに対してスライド移動可能に接続されていることが好ましい。

[0009] 上記本発明の第1の局面に基づく羽ばたき装置の第1の態様にあつては、上記動力伝達機構が、上記スライダに一部が固定された弾性ベルトをさらに含んでいてもよく、その場合には、上記スライダに対する上記弾性ベルトの非固定部分が上記回転体に巻回されることにより、上記スライダが往復直線運動することで上記回転体が上記回転方向に往復運動することになる。

[0010] 上記第1の態様にあつては、上記回転体が、ギヤからなるとともに、上記弾性ベルトが、上記ギヤに歯合する歯付きベルトからなることが好ましい。

[0011] 上記本発明の第1の局面に基づく羽ばたき装置の第2の態様にあつては、上記スライダと上記回転体とが接触していてもよく、その場合には、上記スライダが往復直線運動することで上記回転体が上記回転方向に往復運動することになる。

[0012] 上記第2の態様にあつては、上記回転体が、ギヤからなるとともに、上記スライダが、上記ギヤに歯合する歯付きスライダからなることが好ましい。

[0013] 上記本発明の第1の局面に基づく羽ばたき装置にあつては、上記スライダの上記第1方向に沿った移動と、上記羽体の上記第1方向に沿った揺動とが、逆向きであることが好ましい。

[0014] 本発明の第2の局面に基づく羽ばたき装置は、躯体と、上記躯体に組付けられた動力源と、第1羽体および第2羽体と、上記動力源にて発生した動力を上記第1羽体および上記第2羽体に伝達する動力伝達機構と、を備えている。上記第1羽体および上記第2羽体は、上記動力伝達機構によって駆動される。上記動力伝達機構は、上記躯体によって回転可能に支持され、上記動力源からの動力の伝達を受けて第1回転軸を回転中心として回転する回転伝

達部材と、上記躯体によって移動可能に支持され、上記回転伝達部材からの動力の伝達を受けて第1方向に往復直線運動するスライダと、上記躯体によって回転可能に支持され、上記スライダからの動力の伝達を受けて上記第1方向と直交する第2方向に延在する第2回転軸および第3回転軸をそれぞれ回転中心として回転方向に往復運動する第1回転体および第2回転体と、を含んでいる。上記第1回転体および上記第2回転体は、上記第1方向および上記第2方向の双方に直交する第3方向に沿って並んで配置されている。上記第1羽体は、その先端が上記第1回転体から見て上記第2回転体が位置する側とは反対側に位置するようにその基端が上記第1回転体に固定されており、上記第2羽体は、その先端が上記第2回転体から見て上記第1回転体が位置する側とは反対側に位置するようにその基端が上記第2回転体に固定されている。上記第1羽体および上記第2羽体は、上記第1回転体および上記第2回転体がそれぞれ回転方向に往復運動することで各々の先端が同期的に概ね上記第1方向に沿って移動するように揺動する。上記動力伝達機構は、上記回転伝達部材と上記スライダとを接続する一对のクランクアームをさらに含んでいる。上記一对のクランクアームの各々の一端は、上記第1回転軸の延在方向と平行な方向に延在する共通の回転軸を回転中心として、上記回転伝達部材の偏心位置に回転可能に接続されている。上記一对のクランクアームの各々の他端は、上記第1回転軸の延在方向と平行な方向に延在しかつ上記第1方向において距離をもって位置する互いに異なる回転軸を回転中心として、上記スライダに対して回転可能に接続されている。さらに、上記一对のクランクアームの各々の上記他端は、上記第1回転軸の延在方向と直交する方向において、上記スライダに対してスライド移動可能に接続されている。

[0015] 上記本発明の第2の局面に基づく羽ばたき装置にあっては、上記スライダの上記第1方向に沿った移動と、上記第1羽体および上記第2羽体の上記第1方向に沿った揺動とが、逆向きであることが好ましい。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、運動効率の向上が図られた羽ばたき装置を提供することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の要部の概略斜視図である。

[図2]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の躯体の図示を省略した要部の概略斜視図である。

[図3]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の回転運動伝達部の構成および動作を説明するための概略正面図である。

[図4]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の運動変換部の構成および動作を説明するための概略上面図である。

[図5]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の一对のクランクアームの一端側の組付構造を示す図である。

[図6]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の一对のクランクアームの他端側の組付構造を示す図である。

[図7]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の運動変換部の動作の詳細を説明するための概略上面図である。

[図8]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の運動変換部の動作の詳細を説明するための概略上面図である。

[図9]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の運動変換部の動作の詳細を説明するための概略上面図である。

[図10]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の運動変換部の動作の詳細を説明するための概略上面図である。

[図11]本発明の実施の形態1における羽ばたき装置と比較形態に係る羽ばたき装置とのスライダの速度変化を比較した模式的なグラフである。

[図12]本発明の実施の形態2における羽ばたき装置の運動変換部の構成を示す概略上面図である。

[図13]本発明の実施の形態3における羽ばたき装置の運動変換部の構成を示

す概略上面図である。

[図14]本発明の実施の形態4における羽ばたき装置の運動変換部の構成を示す概略上面図である。

[図15]本発明の実施の形態5における羽ばたき装置の躯体の図示を省略した要部の概略斜視図である。

[図16]本発明の実施の形態5における羽ばたき装置の運動変換部の構成および動作を説明するための概略上面図である。

[図17]本発明の実施の形態6における羽ばたき装置の運動変換部の構成を示す概略上面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態について、図を参照して詳細に説明する。なお、以下に示す実施の形態においては、同一のまたは共通する部分について図中同一の符号を付し、その説明は繰り返さない。

[0019] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における羽ばたき装置の要部の概略斜視図であり、図2は、躯体の図示を省略した当該要部の概略斜視図である。図3は、図2に示す回転運動伝達部の構成および動作を説明するための概略正面図であり、図4は、図2に示す運動変換部の構成および動作を説明するための概略上面図である。また、図5は、図2に示す一对のクランクアームの一端側の組付構造を示す図であり、図6は、図2に示す一对のクランクアームの他端側の組付構造を示す図である。まず、これら図1ないし図6を参照して、本実施の形態における羽ばたき装置1Aの構成および概略的な動作について説明する。

[0020] 図1に示すように、羽ばたき装置1Aは、躯体100と、躯体100に組付けられた動力源としての回転電動機2と、回転電動機2にて発生した動力を伝達する動力伝達機構3と、動力伝達機構3によって駆動される一对の羽体としての第1羽体4Aおよび第2羽体4Bと、上述した回転電動機2に電力を供給する図示しないバッテリーとを主として備えている。図2に示すよう

に、動力伝達機構 3 は、回転運動伝達部 3 A と運動変換部 3 B とを含んでいる。

[0021] ここで、図 1 および図 2 に示すように、羽ばたき装置 1 A の前後、左右および上下にそれぞれ X 軸、Y 軸および Z 軸をとり、羽ばたき装置 1 A の前方側および後方側に向けての方向をそれぞれ X 1 方向および X 2 方向と定義し、羽ばたき装置 1 A の右方側および左方側に向けての方向をそれぞれ Y 1 方向および Y 2 方向と定義し、羽ばたき装置 1 A の上方側および下方側に向けての方向をそれぞれ Z 1 方向および Z 2 方向と定義し、以下においては、これら軸および方向を用いて説明を行なう。

[0022] 図 1 に示すように、躯体 100 は、羽ばたき装置 1 A の本体部を構成する部材であり、上述した回転電動機 2、動力伝達機構 3 およびバッテリーが組付けられてなるものである。躯体 100 は、たとえばフレーム状の骨組みにて構成されており、これに加えて当該骨組みを覆うカバーを備えていてもよい。

[0023] 図 1 ないし図 3 に示すように、回転電動機 2 は、羽ばたき装置 1 A の下部に配置されており、上述したように躯体 100 に組付けられている。回転電動機 2 は、回転運動を出力する出力シャフト 2 a を含んでおり、出力シャフト 2 a は、金属製のシャフトにて構成されている。出力シャフト 2 a は、Z 軸方向に沿って延在して配置されており、その先端にギヤ 2 b が固定されている。ギヤ 2 b は、出力シャフト 2 a の軸線周りの回転に伴って出力シャフト 2 a と共に回転する。

[0024] なお、通常、回転電動機 2 は、使用者もしくは自動化されたアルゴリズムにより制御指示が与えられる制御装置によって制御されるが、当該制御の詳細は、本発明の内容に直接関係しないため、説明の簡略化のためにここではその詳細を省略し、本実施の形態においては、上述した図示しないバッテリーからの電力を受けて回転電動機 2 が直接的に駆動されるものとして、その説明を行なう。また、上述した制御装置の有無や制御装置を備える場合における具体的な制御方法は、本発明を適用する際に何ら影響を及ぼすものではない。

い。

[0025] 回転運動伝達部 3 A は、第 1 伝達部材 3 1 と第 2 伝達部材 3 2 とを含んでいる。第 1 伝達部材 3 1 および第 2 伝達部材 3 2 は、いずれも躯体 1 0 0 によって回転可能に支持されている。

[0026] 第 1 伝達部材 3 1 は、Z 軸方向に沿って延在する第 1 接続ロッド 3 1 a と、第 1 接続ロッド 3 1 a の一端に固定されたギヤ 3 1 b と、第 1 接続ロッド 3 1 a の他端に固定されたギヤ 3 1 c とを有している。ギヤ 3 1 b およびギヤ 3 1 c は、いずれも第 1 接続ロッド 3 1 a と共に第 1 接続ロッド 3 1 a の軸線周りに回転する。

[0027] 第 2 伝達部材 3 2 は、Z 軸方向に沿って延在する第 2 接続ロッド 3 2 a と、第 2 接続ロッド 3 2 a の一端に固定されたギヤ 3 2 b と、第 2 接続ロッド 3 2 a の他端に固定された回転伝達部材としてのディスク 3 2 c とを有している。ギヤ 3 2 b およびディスク 3 2 c は、いずれも第 2 接続ロッド 3 2 a と共に第 2 接続ロッド 3 2 a の軸線周りに回転する。

[0028] 第 1 接続ロッド 3 1 a の一端に固定されたギヤ 3 1 b は、出力シャフト 2 a の先端に固定されたギヤ 2 b と歯合している。また、第 2 接続ロッド 3 2 a の一端に固定されたギヤ 3 2 b は、第 1 接続ロッド 3 1 a の他端に固定されたギヤ 3 1 c と歯合している。

[0029] 以上により、回転電動機 2 の出力シャフト 2 a に生じた回転運動が、第 1 伝達部材 3 1 および第 2 伝達部材 3 2 へ回転運動のまま伝達されることになり、その結果、回転運動伝達部 3 A の出力部としてのディスク 3 2 c が第 2 接続ロッド 3 2 a の軸線周りに回転運動することになる。すなわち、回転伝達部材としてのディスク 3 2 c は、第 2 接続ロッド 3 2 a の延在方向と平行な方向（すなわち Z 軸方向）に延在する第 1 回転軸 2 0 1（図 4 参照）を回転中心として回転する。なお、第 1 伝達部材 3 1 および第 2 伝達部材 3 2 は、ギヤ 3 1 b、3 1 c、3 2 b の歯数が調節されることにより、減速機として機能する。

[0030] ここで、第 1 伝達部材 3 1 の第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 伝達部材 3

2の第2接続ロッド32aは、いずれも炭素繊維製のロッドにて構成されている。これにより、これら第1接続ロッド31aおよび第2接続ロッド32aの各々によって後述する負荷変動抑制部A1、A2（図3参照）が構成されることになるが、その詳細については後述することとする。

[0031] また、回転電動機2のギヤ2bと第1伝達部材31のギヤ31bとの歯合部および第1伝達部材31のギヤ31cと第2伝達部材32のギヤ32bとの歯合部は、それぞれ所定の大きさのバックラッシュを有している。これにより、これら歯合部の各々によって後述する負荷変動抑制部B1、B2（図3参照）が構成されることになるが、その詳細については後述することとする。

[0032] 図1、図2および図4に示すように、運動変換部3Bは、回転電動機2および回転運動伝達部3Aの上方に配置されており、第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bならびにクランクピン34a、34b1、34b2からなるクランクと、スライダ35と、弾性ベルト36と、第1回転体37と、第2回転体38とを主として備えている。

[0033] スライダ35は、矩形棒状の部材にて構成されており、回転運動伝達部3Aの第2伝達部材32の上方に位置している。スライダ35は、躯体100に設けられた一对のスライドガイド5a、5bによって移動可能に支持されている。より詳細には、一对のスライドガイド5a、5bは、X軸方向に沿って延在するようにY軸方向に並んで配設されており、スライダ35の所定位置には、当該スライドガイド5a、5bが挿通される複数の貫通孔が設けられている。これにより、当該複数の貫通孔にスライドガイド5a、5bが挿通されることにより、スライダ35は、第1方向であるX軸方向に沿って移動可能に構成されている。

[0034] スライダ35の下方であって第2伝達部材32の上方には、一对のクランクアームである第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bが配置されている。第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bは、いずれもその延在方向がXY平面と平行となるように配置されてい

る。

[0035] 図4を参照して、第1クランクアーム33Aは、その一端がクランクピン34aによって第2伝達部材32のディスク32cの偏心位置に回転可能に組付けられており、その他端がクランクピン34b1によってスライダ35の前端位置に回転可能に組付けられている。

[0036] より詳細には、図5(A)に示すように、第1クランクアーム33Aの上記一端には、孔部33a1が設けられており、当該孔部33a1に挿通するようにクランクピン34aがディスク32cに取付けられている。ここで、第1クランクアーム33Aの上記一端がディスク32cに対して回転可能に組付けられることとなるように、孔部33a1は、摩擦を低減するための所定のクリアランス分だけ、当該孔部33a1を挿通する部分のクランクピン34aよりも僅かに大きく形成されている。

[0037] 一方、図6(A)に示すように、第1クランクアーム33Aの上記他端には、孔部33b1が設けられており、当該孔部33b1に挿通するようにクランクピン34b1がスライダ35の前端位置に取付けられている。ここで、孔部33b1は、少なくとも第1クランクアーム33Aが延びる方向に沿って、当該孔部33b1を挿通する部分のクランクピン34b1の外形よりも顕著に大きく（すなわち、摩擦を低減するための所定のクリアランス分よりも十分に大きく）形成されており、たとえば図示する如くの長孔によって構成されている。これにより、クランクピン34b1は、孔部33b1に遊嵌されている。

[0038] そのため、第1クランクアーム33Aの上記他端は、スライダ35に回転可能に組付けられるばかりでなく、さらに、XY平面内方向において、スライダ35に対してスライド移動可能に組付けられることになる。

[0039] 図4を参照して、第2クランクアーム33Bは、その一端がクランクピン34aによって第2伝達部材32のディスク32cの偏心位置に回転可能に組付けられており、その他端がクランクピン34b2によってスライダ35の後端位置に回転可能に組付けられている。

[0040] より詳細には、図5（B）に示すように、第2クランクアーム33Bの上記一端には、孔部33a2が設けられており、当該孔部33a2に挿通するようにクランクピン34aがディスク32cに取付けられている。ここで、第2クランクアーム33Bの上記一端がディスク32cに対して回転可能に組付けられることとなるように、孔部33a2は、摩擦を低減するための所定のクリアランス分だけ、当該孔部33a2を挿通する部分のクランクピン34aよりも僅かに大きく形成されている。

[0041] 一方、図6（B）に示すように、第2クランクアーム33Bの上記他端には、孔部33b2が設けられており、当該孔部33b2に挿通するようにクランクピン34b2がスライダ35の後端位置に取付けられている。ここで、孔部33b2は、少なくとも第2クランクアーム33Bが延びる方向に沿って、当該孔部33b2を挿通する部分のクランクピン34b2の外形よりも顕著に大きく（すなわち、摩擦を低減するための所定のクリアランス分よりも十分に大きく）形成されており、たとえば図示する如くの長孔によって構成されている。これにより、クランクピン34b2は、孔部33b2に遊嵌されている。

[0042] そのため、第2クランクアーム33Bの上記他端は、スライダ35に回転可能に組付けられるばかりでなく、さらに、XY平面内方向において、スライダ35に対してスライド移動可能に組付けられることになる。

[0043] ここで、上記のように、第1クランクアーム33Aの上記一端と第2クランクアーム33Bの上記一端とは、共通のクランクピン34aによってディスク32cに回転可能に組付けられている。そのため、第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bの各々の一端は、回転伝達部材としてのディスク32cの第1回転軸201の延在方向と平行な方向に延在する共通の回転軸を回転中心として、当該ディスク32cの偏心位置に回転可能に接続されることになる。

[0044] 一方、上記のように、第1クランクアーム33Aの上記他端と第2クランクアーム33Bの上記他端とは、それぞれ互いに異なるクランクピン34b

1, 34b2によってスライダ35に回転可能かつスライド移動可能に組付けられている。そのため、第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bの各々の他端は、回転伝達部材としてのディスク32cの第1回転軸201の延在方向と平行な方向に延在しかつスライダ35の移動方向であるX軸方向において距離をもって位置する互いに異なる回転軸を回転中心として、スライダに対して回転可能に接続されるとともに、回転伝達部材としてのディスク32cの第1回転軸201の延在方向と直交する方向において、スライダ35に対してスライド移動可能に接続されることになる。

[0045] これにより、図4に示すように、回転運動伝達部3Aの出力部としてのディスク32cが第1回転軸201を回転中心として回転運動することにより、ディスク32cに組付けられた第1クランクアーム33Aの上記一端および第2クランクアーム33Bの上記一端（すなわち、クランクピン34aが位置する側の端部）も第1回転軸201を回転中心として回転することになる。これに伴い、スライダ35は、第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bによって周期的に押し引きされることになり、スライドガイド5a, 5bの延在方向であるX軸方向に沿って往復直線運動することになる。なお、図4においては、当該スライダ35の往復直線運動の際のスライダ35の重心位置の移動範囲を矢印AR1にて表わしている。

[0046] 図2および図4に示すように、スライダ35の右方および左方には、それぞれ第1回転体37および第2回転体38が配置されている。より詳細には、第1回転体37および第2回転体38は、スライダ35を挟むように第3方向であるY軸方向において並んで配置されている。第1回転体37および第2回転体38は、それぞれ略円柱状の部材にて構成されており、その周面がスライダ35に対向するように配置されている。

[0047] より具体的には、第1回転体37は、躯体100に設けられたZ軸方向に延在するガイドシャフト6aに固定されており、当該ガイドシャフト6aは、躯体100によって回転可能に支持されている。これにより、図4に示すように、スライダ35の右側面35a側において、第1回転体37が、第2

方向であるZ軸方向に延在する第2回転軸202を回転中心として回転可能に位置することになる。

[0048] また、第2回転体38は、躯体100に設けられたZ軸方向に延在するガイドシャフト6bに固定されており、当該ガイドシャフト6bは、躯体100によって回転可能に支持されている。これにより、図4に示すように、スライダ35の左側面35b側において、第2回転体38が、第2方向であるZ軸方向に延在する第3回転軸203を回転中心として回転可能に位置することになる。

[0049] なお、第1回転体37および第2回転体38のスライダ35と対面する部分の周面には、それぞれ当該周面上を周回するようにギヤ溝が設けられている。当該ギヤ溝には、それぞれ歯37a、38aが設けられており、これにより第1回転体37および第2回転体38が、ギヤとしても機能することになる。

[0050] スライダ35の外周面と、第1回転体37の周面および第2回転体38の周面には、弾性ベルト36が巻回されている。当該弾性ベルト36は、その一方の主面の所定位置に歯36aが設けられた歯付きベルトからなる。弾性ベルト36は、弾性を呈する限りにおいてはどのような材質のものであっても構わないが、樹脂製またはゴム製であることが好ましい。なお、弾性ベルト36は、後述する負荷の変動を抑制する観点に基づいてその設計を行なうことが必要である。

[0051] 弾性ベルト36のうち、スライダ35の外周面に巻回された部分は、スライダ35の外周面のうちの上述した右側面35aおよび左側面35bを除く部分においてスライダ35に固定されている。また、弾性ベルト36のうち、スライダ35の外周面に巻回された部分においては、上述した歯36aが外側を向いている。

[0052] また、弾性ベルト36のうち、スライダ35の外周面に巻回された部分と第1回転体37の周面に巻回された部分とは、8の字を描くようにスライダ35および第1回転体37に巻き付けられている。ここで、弾性ベルト36

のうち、第1回転体37の周面に巻回された部分においては、上述した歯36aが内側を向いており、第1回転体37の周面に設けられたギヤ溝の歯37aに歯合している。

[0053] さらに、弾性ベルト36のうち、スライダ35の外周面に巻回された部分と第2回転体38の周面に巻回された部分とは、8の字を描くようにスライダ35および第2回転体38に巻き付けられている。ここで、弾性ベルト36のうち、第2回転体38の周面に巻回された部分においては、上述した歯36aが内側を向いており、第2回転体38の周面に設けられたギヤ溝の歯38aに歯合している。

[0054] これにより、スライダ35の右側面35a側においては、弾性ベルト36の非固定部分が第1回転体37に巻回されることになり、スライダ35の左側面35b側においては、弾性ベルト36の非固定部分が第2回転体38に巻回されることになる。

[0055] そのため、上述したスライダ35のX軸方向に沿った往復直線運動に伴い、第1回転体37および第2回転体38に巻回された部分の弾性ベルト36がそれぞれ第1回転体37および第2回転体38の回転方向に沿って送られることになり、これに伴って第1回転体37および第2回転体38が、それぞれ上述した第2回転軸202および第3回転軸203を回転中心として回転方向に往復運動することになる。ここで、第1回転体37の回転方向と第2回転体38の回転方向とは、常時逆向きとなる。

[0056] 以上により、運動変換部3Bにおいては、回転運動伝達部3Aを介して伝達された回転運動が往復運動に変換され、運動変換部3Bの出力部としての第1回転体37および第2回転体38が、それぞれ回転方向に同期的に往復運動することになる。

[0057] ここで、上述したように、スライダ35と第1回転体37および第2回転体38との間の運動伝達は、弾性ベルト36によって実現されている。これにより、この弾性ベルト36によって後述する負荷変動抑制部C1、C2（図4参照）が構成されることになるが、その詳細については後述することと

する。

[0058] 図2および図4に示すように、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bは、それぞれ第1回転体37および第2回転体38に組付けられている。より詳細には、第1回転体37のスライダ35が位置する側とは反対側の周面の所定位置には、第1羽体4Aのマスト4aの一端である基端が固定されており、第2回転体38のスライダ35が位置する側とは反対側の周面の所定位置には、第2羽体4Bのマスト4bの一端である基端が固定されている。

[0059] これにより、第1羽体4Aは、羽ばたき装置1Aの右舷側において、その先端が第1回転体37から見て第2回転体38が位置する側とは反対側に位置するようにY1方向に向けて延在することになり、第2羽体4Bは、羽ばたき装置1Aの左舷側において、その先端が第2回転体38から見て第1回転体37が位置する側とは反対側に位置するようにY2方向に向けて延在することになる。

[0060] 以上により、図4に示すように、運動変換部3Bの出力部としての第1回転体37および第2回転体38がそれぞれ第1回転軸201および第2回転軸202を回転中心として回転方向に同期的に往復運動することにより、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bは、それぞれ第1回転体37および第2回転体38に駆動されて同期的に揺動することになる。

[0061] その際、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bも、それぞれ上述した第1回転軸201および第2回転軸202を回転中心として回転方向に同期的に往復運動することになるため、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bは、その先端がそれぞれ第1方向であるX軸方向に概ね沿って移動するように同期的に揺動する。なお、図4においては、当該第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの揺動範囲を矢印AR2にて表わしている。

[0062] 以上において説明したように、本実施の形態における羽ばたき装置1Aにおいては、駆動源としての回転電動機2にて発生した回転運動が、動力伝達機構3によって伝達される際に往復運動に変換され、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bが当該往復運動の伝達を受けて揺動するように構成されている。

これにより、第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bが同期的に揺動することで羽ばたき装置1 Aが連続的に羽ばたくことになり、これに伴って浮上力が得られることになる。

[0063] ここで、上述したように、本実施の形態における羽ばたき装置1 Aにおいては、動作時において、第1回転体3 7および第2回転体3 8が回転方向に往復運動することで第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bが揺動するばかりでなく、スライダ3 5についてもこれが往復直線運動を行なう。その際、スライダ3 5の往復直線運動と第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bの揺動とは、常時逆向きになる。以下、この点について詳細に説明する。

[0064] 図7ないし図10は、上述した本実施の形態における羽ばたき装置の運動変換部の動作の詳細を説明するための概略上面図である。ここで、図7ないし図10は、スライダ3 5ならびに第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bが、図4に示す状態から第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bの同期的な羽ばたき動作の1周期の間に、どのように移動するかを時系列で示した図である。

[0065] 図4に示す状態においては、スライダ3 5が、スライダ3 5の往復直線運動の可動範囲内のほぼ中央位置にある。この場合、第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bは、それぞれ3時の位置および9時の位置にあり、上方からZ2方向に向けて見下ろした場合に、これら第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bが同一直線上に位置している。なお、その際、回転運動伝達部3 Aと運動変換部3 Bとの接続部であるディスク3 2 cに組付けられた第1クランクアーム3 3 Aの上記一端および第2クランクアーム3 3 Bの上記一端（すなわち、ピン3 4 aが位置する側の端部）は、9時の位置にある。

[0066] まず、図7に示すように、回転電動機2の動力の伝達を受けてディスク3 2 cが図4に示す状態から反時計回りに90°回転することにより、上記接続部が9時の位置から6時の位置にまで達するに際しては、スライダ3 5が図中に示すDR11方向に向けて移動することになり、これに伴ってスライダ3 5の重心位置もX2方向に向けて移動する。

[0067] また、その際、第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bは、第1回転体3 7およ

び第2回転体38がそれぞれ反時計回りおよび時計回りに回転することによって図中に示すDR21方向に向けて（すなわち、それぞれ12時の位置側に向けて）移動することになるが、この移動は概ねX1方向に向けての移動となる。

[0068] そのため、この間においては、スライダ35の移動方向と第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの移動方向とが、概ねX軸方向に沿って逆向きとなる。したがって、スライダ35の重心位置がX2方向に向けて後退することによってスライダ35がカウンターウェイトとして作用することになり、第1羽体4Aおよび第2羽体4BのX1方向に向けての移動に伴って生じる加速度と、当該スライダ35のX2方向に向けての移動に伴って生じる加速度とが逆向きとなり、結果として慣性力が打ち消されることになる。

[0069] 次に、図8に示すように、回転電動機2の動力の伝達を受けてディスク32cが図7に示す状態からさらに反時計回りに90°回転することにより、上記接続部が6時の位置から3時の位置にまで達するに際しては、スライダ35が図中に示すDR12方向に向けて移動することになり、これに伴ってスライダ35の重心位置もX1方向に向けて移動する。

[0070] また、その際、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bは、第1回転体37および第2回転体38がそれぞれ時計回りおよび反時計回りに回転することによって図中に示すDR22方向に向けて（すなわち、それぞれ3時の位置側および9時の位置側に向けて）移動することになるが、この移動は概ねX2方向に向けての移動となる。

[0071] そのため、この間においても、スライダ35の移動方向と第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの移動方向とが、概ねX軸方向に沿って逆向きとなる。したがって、スライダ35の重心位置がX1方向に向けて前進することによってスライダ35がカウンターウェイトとして作用することになり、第1羽体4Aおよび第2羽体4BのX2方向に向けての移動に伴って生じる加速度と、当該スライダ35のX1方向に向けての移動に伴って生じる加速度とが逆向きとなり、結果として慣性力が打ち消されることになる。

[0072] 次に、図9に示すように、回転電動機2の動力の伝達を受けてディスク32cが図8に示す状態からさらに反時計回りに90°回転することにより、上記接続部が3時の位置から12時の位置にまで達するに際しては、スライダ35が図中に示すDR13方向に向けて移動することになり、これに伴ってスライダ35の重心位置もX1方向に向けて移動する。

[0073] また、その際、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bは、第1回転体37および第2回転体38がそれぞれ時計回りおよび反時計回りに回転することによって図中に示すDR23方向に向けて（すなわち、それぞれ6時の位置側に向けて）移動することになるが、この移動は概ねX2方向に向けての移動となる。

[0074] そのため、この間においても、スライダ35の移動方向と第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの移動方向とが、概ねX軸方向に沿って逆向きとなる。したがって、スライダ35の重心位置がX1方向に向けて前進することによってスライダ35がカウンターウェイトとして作用することになり、第1羽体4Aおよび第2羽体4BのX2方向に向けての移動に伴って生じる加速度と、当該スライダ35のX1方向に向けての移動に伴って生じる加速度とが逆向きとなり、結果として慣性力が打ち消されることになる。

[0075] 次に、図10に示すように、回転電動機2の動力の伝達を受けてディスク32cが図9に示す状態からさらに反時計回りに90°回転することにより、上記接続部が12時の位置から3時の位置にまで達するに際しては、スライダ35が図中に示すDR14方向に向けて移動することになり、これに伴ってスライダ35の重心位置もX2方向に向けて移動する。

[0076] また、その際、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bは、第1回転体37および第2回転体38がそれぞれ反時計回りおよび時計回りに回転することによって図中に示すDR24方向に向けて（すなわち、それぞれ3時の位置側および9時の位置側に向けて）移動することになるが、この移動は概ねX1方向に向けての移動となる。

[0077] そのため、この間においても、スライダ35の移動方向と第1羽体4Aお

よび第2羽体4 Bの移動方向とが、概ねX軸方向に沿って逆向きとなる。したがって、スライダ3 5の重心位置がX 2方向に向けて後退することによってスライダ3 5がカウンターウェイトとして作用することになり、第1羽体4 Aおよび第2羽体4 BのX 1方向に向けての移動に伴って生じる加速度と、当該スライダ3 5のX 2方向に向けての移動に伴って生じる加速度とが逆向きとなり、結果として慣性力が打ち消されることになる。

[0078] 以上において説明したように、本実施の形態における羽ばたき装置1 Aにおいては、動作時において、スライダ3 5の往復直線運動と第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bの揺動とが、常時逆向きとなる。

[0079] そのため、スライダ3 5がカウンターウェイトとして作用することにより、第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bが揺動することによって生じる慣性力が常時打ち消されることになり、躯体1 0 0に周期的な振動が発生することが抑制されて羽ばたき装置1 Aの姿勢が安定することになる。

[0080] また、これと同時に、第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bの揺動がスムーズに行われることになるため、動力源としての回転電動機2の出力シャフト2 aに加わる負荷の変動が大幅に抑制できることになる。

[0081] したがって、上記の如くスライダ3 5がカウンターウェイトとして作用するように構成した場合には、従来に比して運動効率が大幅に向上することになり、飛行能力に優れた羽ばたき装置とすることができる。

[0082] ここで、本実施の形態においては、上述したように、回転伝達部材としてのディスク3 2 cとスライダ3 5とを接続するクランク機構が、一般的な1本のクランクアームを用いたクランク機構とは異なり、一對の（すなわち2本の）クランクアーム（すなわち、第1クランクアーム3 3 Aおよび第2クランクアーム3 3 B）を用いたクランク機構にて構成されており、さらにはこれら一對のクランクアームの端部（すなわち、第1クランクアーム3 3 Aおよび第2クランクアーム3 3 Bの各々の上記他端）が、スライダに対して回転可能に接続されるばかりでなく、スライダ3 5に対してスライド移動可能に接続されている。このように構成することにより、従来に比して運動効

率が大幅に向上する効果を得ることができる。以下、その理由について詳細に説明する。

[0083] 図 1 1 は、本実施の形態における羽ばたき装置と比較形態に係る羽ばたき装置とのスライダの速度変化を比較した模式的なグラフである。なお、図 1 1 に示すグラフの横軸は、クランクの回転角度を表わしており、縦軸は、スライダの速度を表わしている。なお、第 1 羽体および第 2 羽体は、いずれもスライダの移動によってほぼ直接的に駆動されるものであるため、スライダの速度は、そのまま第 1 羽体および第 2 羽体の速度と考えてよい。

[0084] ここで、比較形態に係る羽ばたき装置は、本実施の形態における羽ばたき装置 1 A と比較した場合に、ディスクとスライダとを接続するクランク機構の構成と異なり、上述した一般的な 1 本のクランクアームを用いてこれらディスクとスライダとを接続したものである。

[0085] 具体的には、比較形態に係る羽ばたき装置においては、上述した第 2 クランクアームが設けられておらず、ディスクとスライダとが、第 1 クランクアームによってのみ接続されたものである。ここで、第 1 クランクアームの一端は、ディスクに対して回転可能にのみ組付けられることとなるように、ディスクの偏心位置に組付けられており、第 1 クランクアームの他端は、スライダに対して回転可能にのみ組付けられることとなるように（すなわち、スライダに対してスライド移動可能に組付けられることがないように）、スライダの前端位置に組付けられている。

[0086] 図 1 1 に示すように、比較形態に係る羽ばたき装置においては、スライダが可動範囲内の最前方位置付近にある場合におけるスライダの移動速度の変化が、スライダの可動範囲内における最後方位置付近にある場合におけるスライダの移動速度の変化よりも、その変化の度合いが大きくなっている。これは、ディスクとスライダとを接続する 1 本のクランクアームの上記他端が、スライダの前端位置に接続されていることに起因する。

[0087] そのため、スライダが最後方位置付近に配置されることで羽体が切り返される動作（すなわち、羽体の揺動範囲の前方側の位置において羽体が切り返

される繰り返し動作（以下、これを「前方繰り返し動作」と称する）が、羽体の速度変化が小さいことによって慣性に従って比較的スムーズに行われることとなる反面、スライダが最前方位置付近に配置されることで羽体が切り返される動作（すなわち、羽体の揺動範囲の後方側の位置において羽体が切り返される繰り返し動作（以下、これを「後方繰り返し動作」と称する））が、羽体の速度変化が大きいことによって十分にスムーズに行われ難い状態となってしまう、場合によっては、当該後方繰り返し動作が不完全になってしまう場合が生じる。

[0088] この後方繰り返し動作が不完全となってしまった場合には、羽体のはばたき動作が意図したものとはならないため、羽ばたき装置の姿勢が安定なくなり、結果として動力源としての回転電動機の出カシャフトに加わる負荷の変動が大きくなってしまい、運動効率の低下に繋がることになる。

[0089] 一方、本実施の形態における羽ばたき装置 1 Aにおいては、スライダ 3 5 の可動範囲内の最前方位置付近にある場合におけるスライダ 3 5 の移動速度の変化と、スライダ 3 5 が可動範囲内の最後方位置付近にある場合におけるスライダ 3 5 の移動速度の変化とが、いずれも同程度となり、その変化の度合いが十分に小さくなっている。

[0090] これは、上述したように、第 1 クランクアーム 3 3 A および第 2 クランクアーム 3 3 B の各々の上記他端が、スライダ 3 5 に対して回転可能に接続されるばかりでなく、スライダ 3 5 に対してスライド移動可能に接続されているためであり、これにより、スライダ 3 5 が最前方位置付近に位置するタイミングと、スライダ 3 5 が最後方位置付近に位置するタイミングとにおいて、所定時間にわたってスライダ 3 5 が空走する状態が形成されるためである。

[0091] より詳細には、図 6 に示したように、第 1 クランクアーム 3 3 A の上記他端に設けられた孔部 3 3 b 1 および第 2 クランクアーム 3 3 B の上記他端に設けられた孔部 3 3 b 2 が、いずれも、対応するクランクピン 3 4 b 1, 3 4 b 2 の前後方向における大きさよりも大きく構成されているため、上述し

た2つのタイミングにおいて、ディスク32cの回転に伴って移動するクランクピン34b1の周面と孔部33b1の壁面との当接、ならびに、ディスク32cの回転に伴って移動するクランクピン34b2の周面と孔部33b2の壁面との当接が、一時的に解除される状態が発生する。これに伴い、スライダ35が第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bによって一時的に駆動されない状態が発生する。

[0092] そのため、図11に示すように、スライダ35が第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bによって駆動された状態から上述した空走する状態に切り替わった直後においては、スライダ35に急激な減速が生じることになり、これに伴って第1羽体4Aおよび第2羽体4Bに大きな慣性力が付与されることになる。その結果、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bのそれぞれの前方切り返し動作および後方切り返し動作が行なわれ易くなる。

[0093] したがって、スライダ35が空走する状態が上述した所定のタイミングにおいて所定時間にわたって形成されることにより、スライダ35の可動範囲内の最前方位位置付近および最後方位位置付近にある場合におけるスライダ35の移動速度の変化の度合いが十分に小さく抑えられることとなって、結果として前方切り返し動作および後方切り返し動作のいずれもがよりスムーズに安定的に行なわれることになる。

[0094] このように、本実施の形態における羽ばたき装置1Aにおいては、上述した如くの羽体の切り返し動作が不完全となってしまう状況の発生が抑制できることになり、羽ばたき装置の姿勢がより安定することになり、従来に比して運動効率が大幅に向上する効果を得ることができる。

[0095] また、上記構成を採用した場合には、図11から理解されるように、スライダ35が空走する状態が所定のタイミングにおいて所定時間にわたって形成されることにより、前方切り返し動作から後方切り返し動作に至るまでの羽体の後方に向けての移動動作（以下、これを「後方羽ばたき動作」と称する）と、後方切り返し動作から前方切り返し動作に至るまでの羽体の前方に

向けての移動動作（以下、これを「前方羽ばたき動作」と称する）とにおいて、羽体の移動速度もより大きく（すなわち速く）なるため、より大きな浮上力を得ることが可能になる。したがって、この意味においても運動効率が大幅に向上することになり、飛行能力に優れた羽ばたき装置とすることができる。

[0096] なお、比較形態に係る羽ばたき装置においては、上述した如くのスライダが空走する状態がないため、第1羽体および第2羽体をはじめとした駆動部に常時負荷がかかることになり、結果として駆動源に対する負荷の変動が大きくなる。特に、第1羽体および第2羽体の繰り返し動作時には、第1羽体および第2羽体ならびにスライドに慣性力が作用し、大きな負荷の変動が駆動源に加わることになる。

[0097] 一方、本実施の形態における羽ばたき装置1Aにおいては、比較形態に係る羽ばたき装置における最大負荷発生時（すなわち、第1羽体および第2羽体の繰り返し動作時）において駆動源に加わる負荷が殆どなく、さらに駆動源による駆動力がスライダ35に伝達されるタイミングにおいては、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの繰り返し動作に伴って発生する反動がディスク32cの回転を妨げない状態にある。そのため、本実施の形態における羽ばたき装置1Aとすることにより、駆動源に対する負荷の変動が抑制できるばかりでなく、駆動源に加わる負荷の大きさ自体をも低減することができ、駆動効率が飛躍的に向上した羽ばたき装置とすることができる。

[0098] なお、本実施の形態における羽ばたき装置1Aにおいては、スライダ35の前後方向に沿った移動と、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの前後方向に沿った揺動とが、逆向きとなるように構成した場合を例示したが、当該構成とすることにより得られる運動効率の向上の効果と、上述したようにスライダに所定のタイミングにおいて所定時間にわたって空走状態を設けることによって得られる運動効率の向上の効果とは、それぞれ独立した効果であるため、スライダ35の移動と第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの揺動とが逆向きとなるように構成することは、必ずしも必須の要件となるものではない。

[0099] また、本実施の形態においては、第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bがそれぞれ3時および9時の位置に配置された状態において、第1クランクアーム3 3 Aおよび第2クランクアーム3 3 Bのディスク3 2 cに接続された一端（すなわち、クランクピン3 4 aが位置する側の端部）が、ディスク3 2 cの第1回転軸2 0 1に対して3時または9時の位置に配置されるように構成した場合を例示したが、この場合には、上記状態からの第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bの前方側に向けての揺動範囲と後方側に向けての揺動範囲とに厳密な意味において差が生じることになる。そのため、上記状態からの第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bの前方側に向けての揺動範囲と後方側に向けての揺動範囲とを同じ大きさにするためには、第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bがそれぞれ3時および9時の位置に配置された状態において第1クランクアーム3 3 Aの上記一端および第2クランクアーム3 3 Bの上記一端が、ディスク3 2 cの第1回転軸2 0 1に対して前方側（すなわち、3時の位置から見て2時側および9時の位置から見て10時側に）に配置されることとなるように、第1クランクアーム3 3 Aおよび第2クランクアーム3 3 Bの長さをそれぞれ適切に調節すればよい。

[0100] 上述したように、本実施の形態における羽ばたき装置1 Aにおいては、動力伝達機構3に複数の負荷変動抑制部A 1, A 2, B 1, B 2, C 1, C 2が設けられている。この負荷変動抑制部A 1, A 2, B 1, B 2, C 1, C 2は、いずれも、第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bの揺動に際して、これら第1羽体4 Aおよび第2羽体4 Bが空気抵抗を受けることによって発生し、動力伝達機構3を介して回転電動機2の出力シャフト2 aに伝達されることとなる負荷の変動を抑制するものである。以下、この負荷変動抑制部A 1, A 2, B 1, B 2, C 1, C 2の詳細について説明する。

[0101] 図3に示すように、負荷変動抑制部A 1, A 2は、それぞれ第1伝達部材3 1の第1接続ロッド3 1 aおよび第2伝達部材3 2の第2接続ロッド3 2 aによって構成されている。ここで、上述したように、第1接続ロッド3 1 aおよび第2接続ロッド3 2 aは、いずれも炭素繊維製であり、回転電動機

2の金属製の出力シャフト2aよりも振れ易い。より詳細には、第1接続ロッド31aおよび第2接続ロッド32aを、たとえばロッドの軸方向に繊維配向を有する炭素繊維強化プラスチック（CFRP）にて構成することにより、振れに対しては適度な弾性を有するとともに撓みに対しては適度な剛性を有する部材とすることができる。そのため、第1接続ロッド31aおよび第2接続ロッド32aは、上述した負荷の伝達の際に捻じれることによって、相当程度にこの負荷の変動を吸収することができる。

[0102] ここで、第1接続ロッド31aおよび第2接続ロッド32aが振れ易い場合には、これら第1接続ロッド31aおよび第2接続ロッド32aが負荷の変動を受けて回転運動の伝達に僅かな位相のずれを生じさせることになる。しかしながら、この位相のずれが十分に小さければ、これが運動伝達に大きなロスを与えることはなく、逆に上述した負荷の変動の吸収の効果が顕著に得られることになる。

[0103] そのため、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの揺動に伴って当該第1羽体4Aおよび第2羽体4Bから動力伝達機構3を介して回転電動機2の出力シャフト2aに伝達される負荷の変動が、当該負荷変動抑制部A1、A2によって吸収されることで平準化される。したがって、回転電動機2の出力シャフト2aに加わる負荷の変動が大幅に抑制できることになる。

[0104] また、図3に示すように、負荷変動抑制部B1、B2は、それぞれ回転電動機2のギヤ2bと第1伝達部材31のギヤ31bとの歯合部および第1伝達部材31のギヤ31cと第2伝達部材32のギヤ32bとの歯合部によって構成されている。ここで、上述したように、これら歯合部は、いずれも所定の大きさの隙間、いわゆるバックラッシュを有している。すなわち、これら歯合部が十分なバックラッシュを有していることにより、上述した負荷の伝達の際に当該バックラッシュの存在によって相当程度にこの負荷の変動が吸収できることになる。

[0105] ここで、これら歯合部が必要以上に大きなバックラッシュを有している場合には、運動伝達にロスが生じたり、ギヤの寿命が短くなってしまうたりす

るおそれがある。しかしながら、当該バックラッシュの大きさを最適化すれば、これが運動伝達やギヤの寿命に大きな影響を及ぼすことはなく、逆に上述した負荷の変動の吸収の効果が顕著に得られることになる。

[0106] そのため、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの揺動に伴って当該第1羽体4Aおよび第2羽体4Bから動力伝達機構3を介して回転電動機2の出力シャフト2aに伝達される負荷の変動が、当該負荷変動抑制部B1、B2によって吸収されることで平準化される。したがって、回転電動機2の出力シャフト2aに加わる負荷の変動が大幅に抑制できることになる。なお、上述したバックラッシュの量は、ギヤ間の回転運動の伝達が妨げられない範囲で可能な限り大きく設定されることが好ましい。

[0107] さらに、図4に示すように、負荷変動抑制部C1、C2は、それぞれ弾性ベルト36によって構成されている。ここで、上述したように、弾性ベルト36は、良好な弾性を呈するものであるため、第1回転体37および第2回転体38からスライダ35に上述した負荷が伝達されるに際して、当該弾性ベルト36が弾性変形（もっぱら伸長）することにより、相当程度にこの負荷の変動が吸収できることになる。

[0108] ここで、当該弾性ベルト36を用いることにより、運動伝達の際に僅かに伝達の遅れが発生することになる。しかしながら、当該伝達の遅れが十分に小さければ、これが運動伝達に大きなロスを与えることはなく、逆に上述した負荷の変動の吸収の効果が顕著に得られることになる。

[0109] そのため、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの揺動に伴って当該第1羽体4Aおよび第2羽体4Bから動力伝達機構3を介して回転電動機2の出力シャフト2aに伝達される負荷の変動が、当該負荷変動抑制部C1、C2によって吸収されることで平準化される。したがって、回転電動機2の出力シャフト2aに加わる負荷の変動が大幅に抑制できることになる。

[0110] 以上において説明したように、本実施の形態における羽ばたき装置1Aにおいては、動力伝達機構3に設けられた負荷変動抑制部A1、A2、B1、B2、C1、C2によって、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bから動力伝達

機構 3 を介して回転電動機 2 の出力シャフト 2 a に伝達されることとなる負荷の変動が大幅に抑制できるため、従来に比して運動効率が大幅に向上することになり、飛行能力に優れた羽ばたき装置とすることができる。

[0111] なお、本実施の形態においては、負荷変動抑制部 A 1, A 2 として、回転電動機 2 の金属製の出力シャフト 2 a よりも振れ易い部材からなる第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 接続ロッド 3 2 a を用いた場合を例示して説明を行なったが、これに代えて、負荷変動抑制部 A 1, A 2 として、回転電動機 2 の金属製の出力シャフト 2 a よりも撓み易い部材からなる第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 接続ロッド 3 2 a を用いることも可能である。

[0112] より詳細には、第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 接続ロッド 3 2 a を、たとえば変形し難い金属製の部材に形状加工（一例として、金属製のロッドの表面に切れ目を入れる形状加工）等を施すことによってこれを比較的撓み変形し易くしたものに構成することにより、撓みに対しては適度な弾性を有するとともに振れに対しては適度な剛性を有する部材とすることができる。そのため、第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 接続ロッド 3 2 a をこのような部材にて構成した場合には、上述した負荷の伝達の際にこれらが撓むことによって、相当程度にこの負荷の変動を吸収することができる。

[0113] ここで、第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 接続ロッド 3 2 a が撓み易い場合には、これら第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 接続ロッド 3 2 a が負荷の変動を受けて僅かに軸ずれを生じさせることになる。しかしながら、この軸ずれが十分に小さければ、これが運動伝達に大きなロスを与えることはなく、逆に上述した負荷の変動の吸収の効果が顕著に得られることになる。

[0114] そのため、第 1 羽体 4 A および第 2 羽体 4 B の揺動に伴って当該第 1 羽体 4 A および第 2 羽体 4 B から動力伝達機構 3 を介して回転電動機 2 の出力シャフト 2 a に伝達される負荷の変動が、当該負荷変動抑制部 A 1, A 2 によって吸収されることで平準化される。したがって、回転電動機 2 の出力シャフト 2 a に加わる負荷の変動が大幅に抑制できることになる。

[0115] また、第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 接続ロッド 3 2 a を回転電動機 2

の金属製の出力シャフト 2 a よりも振れ易くかつ撓み易い部材にて構成することも可能である。その場合には、第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 接続ロッド 3 2 a を樹脂製のものやゴム製のもの、比較的に変形し易い金属製のもの、あるいは変形し難い金属製の部材に形状加工等を施すことによってこれを比較的に変形し易くしたもの（たとえばスプリング状のもの）等にて構成すればよい。このように構成した場合にも、回転電動機 2 の出力シャフト 2 a に加わる負荷の変動が大幅に抑制できることになる。

[0116] なお、本実施の形態における羽ばたき装置 1 A においては、複数の負荷変動抑制部 A 1, A 2, B 1, B 2, C 1, C 2 が設けられていたが、少なくともこのうちの 1 つが動力伝達機構 3 に設けられていれば、運動効率の向上が相当程度に図られることになる。たとえば、上述した本実施の形態において、第 1 接続ロッド 3 1 a および第 2 接続ロッド 3 2 a のいずれか一方のみを炭素繊維強化プラスチックにて構成してもよい。

[0117] （実施の形態 2）

図 1 2 は、本発明の実施の形態 2 における羽ばたき装置の運動変換部の構成を示す概略上面図である。以下、この図 1 2 を参照して、本実施の形態における羽ばたき装置 1 B について説明する。なお、本実施の形態における羽ばたき装置 1 B の動作については、上述した実施の形態 1 における羽ばたき装置 1 A の動作と基本的に同様であるため、ここではその説明を繰り返さない。

[0118] 図 1 2 に示すように、本実施の形態における羽ばたき装置 1 B は、上述した実施の形態 1 における羽ばたき装置 1 A と比較した場合に、スライダ 3 5 と第 1 回転体 3 7 および第 2 回転体 3 8 との間の距離がより大きく構成されている点において相違している。

[0119] 具体的には、羽ばたき装置 1 B においては、スライダ 3 5 と第 1 回転体 3 7 および第 2 回転体 3 8 との間の距離が調節されることにより、当該距離が、羽ばたき装置 1 A のそれよりも大きく構成されている。これにより、弾性ベルト 3 6 とスライダ 3 5 の右側面 3 5 a および左側面 3 5 b との間には、

隙間G 1 が形成されることになる。

[0120] このように構成した場合には、上述した実施の形態 1 において説明した効果が得られるばかりでなく、隙間G 1 が存在する分だけ弾性ベルト 3 6 に伸縮等の変形が生じ易くなるとともに、その伸縮等の変形がスライダ 3 5 や第 1 回転体 3 7 および第 2 回転体 3 8 によって阻害されることがなくなるため、上述した負荷の変動がより顕著に吸収できる効果が得られる。したがって、運動効率がさらに大幅に向上することになり、飛行能力に特に優れた羽ばたき装置とすることができる。

[0121] なお、当該隙間G 1 は、スライダ 3 5 と弾性ベルト 3 6 の第 1 回転体 3 7 に歯合する部分および第 2 回転体 3 8 に歯合する部分との間の大きさが、それぞれ弾性ベルト 3 6 の厚みよりも大きくなるように構成されていることが好ましい。

[0122] （実施の形態 3）

図 1 3 は、本発明の実施の形態 3 における羽ばたき装置の運動変換部の構成を示す概略上面図である。以下、この図 1 3 を参照して、本実施の形態における羽ばたき装置 1 C について説明する。

[0123] 図 1 3 に示すように、本実施の形態における羽ばたき装置 1 C は、上述した実施の形態 1 における羽ばたき装置 1 A と比較した場合に、第 1 回転体 3 7 および第 2 回転体 3 8 に対する弾性ベルト 3 6 の巻き付け方が相違している。

[0124] 具体的には、羽ばたき装置 1 A においては、スライダ 3 5 の外周面に巻回された部分と第 1 回転体 3 7 の周面に巻回された部分とが、スライダ 3 5 と第 1 回転体 3 7 との間の部分において切り換わるように構成されていたが（たとえば図 4 等参照）、羽ばたき装置 1 C においては、この切り換わり部分が、第 1 回転体 3 7 から見てスライダ 3 5 が位置する側とは反対側（すなわち、第 1 羽体 4 A が位置する側）に配置されるように構成されている。

[0125] また、同様に、羽ばたき装置 1 A においては、スライダ 3 5 の外周面に巻回された部分と第 2 回転体 3 8 の周面に巻回された部分とが、スライダ 3 5

と第2回転体38との間の部分において切り換わるように構成されていたが（たとえば図4等参照）、羽ばたき装置1Cにおいては、この切り換わり部分が、第2回転体38から見てスライダ35が位置する側とは反対側（すなわち、第2羽体4Bが位置する側）に配置されるように構成されている。

[0126] これに伴い、弾性ベルト36のうち、第1回転体37の周面に巻回された部分および第2回転体38の周面に巻回された部分と、スライダ35に外周面に巻回された部分との間に位置する部分（すなわち、弾性ベルト36のうち、スライダ35、第1回転体37および第2回転体38のいずれにも巻回されていない部分）においては、歯36aがいずれも内側（すなわちスライダ35側）を向いている。

[0127] この場合においても、上述した実施の形態2の場合と同様に、弾性ベルト36とスライダ35の右側面35aおよび左側面35bとの間に、隙間G2が形成されることになる。したがって、隙間G2が存在する分だけ弾性ベルト36に伸縮等の変形が生じ易くなるとともに、その伸縮等の変形がスライダ35や第1回転体37および第2回転体38によって阻害されることがなくなるため、上述した負荷の変動がより顕著に吸収できる効果が得られることになる。

[0128] また、このように構成した場合には、上述した実施の形態1における羽ばたき装置1Aの動作とは異なり、スライダ35の前後方向に沿った移動と、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bの前後方向に沿った揺動とが、ほぼ常時同じ方向に向けて生じることになるが、スライダ35に所定のタイミングにおいて所定時間にわたって空走状態を設けることによって得られる運動効率の向上の効果自体は、確実に得られることになる。そのため、従来に比して運動効率が向上することになり、飛行能力に特に優れた羽ばたき装置とすることができる。

[0129] なお、本実施の形態の如くの構成を採用する場合においては、躯体100に周期的な振動が発生することを抑制するために、別途、第1羽体4Aおよび第2羽体4Bならびにスライダ35の運動に対してカウンターウェイトと

なるバランスマスならびにその駆動機構等を設けることが好ましい。

[0130] (実施の形態4)

図14は、本発明の実施の形態4における羽ばたき装置の運動変換部の構成を示す概略上面図である。以下、この図14を参照して、本実施の形態における羽ばたき装置1Dについて説明する。なお、本実施の形態における羽ばたき装置1Dの動作については、上述した実施の形態1における羽ばたき装置1Aの動作と基本的に同様であるため、ここではその説明を繰り返さない。

[0131] 図14に示すように、本実施の形態における羽ばたき装置1Dは、上述した実施の形態1における羽ばたき装置1Aと比較した場合に、回転伝達部材としてのディスク32cとスライダ35とを接続するクランクアームが、さらに一对（すなわち2本）追加されている点において相違している。

[0132] 具体的には、羽ばたき装置1Dにおいては、ディスク32cの上方の位置に当該ディスク32cと共に回転するディスク32c'が、ディスク32cと一体に設けられており、このディスク32c'の偏心位置と、スライダ35の前端位置および後端位置とをそれぞれ接続するように、第3クランクアーム33Cおよび第4クランクアーム33Dが設けられている。

[0133] ここで、第3クランクアーム33Cおよび第4クランクアーム33Dのディスク32c'に対する組付構造は、第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bのディスク32cに対する組付構造と同じであり、また、第3クランクアーム33Cおよび第4クランクアーム33Dのスライダ35に対する組付構造は、それぞれ第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bのスライダ35に対する組付構造と同じである。

[0134] なお、第1回転軸201の延在方向に沿って見た場合に、第3クランクアーム33Cおよび第4クランクアーム33Dのディスク32c'に対する接続位置は、第1回転軸201を基準として、第1クランクアーム33Aおよび第2クランクアーム33Bのディスク32cに対する接続位置の点対称位置に配置されており、また、第3クランクアーム33Cおよび第4クランク

アーム 3 3 D のスライダ 3 5 に対する接続位置は、それぞれ第 1 クランクアーム 3 3 A および第 2 クランクアーム 3 3 B のスライダ 3 5 に対する接続位置の直上の位置（すなわち、スライダ 3 5 を介した上方の位置）に配置されている。

[0135] このように構成した場合には、上述した実施の形態 1 において説明した効果が得られるばかりでなく、ディスク 3 2 c とスライダ 3 5 とを接続するクランク機構の構成が羽ばたき装置 1 D の左右において対称になるため、躯体 1 0 0 に振動が発生することがより抑制できる効果が得られる。したがって、運動効率がさらに向上することになり、飛行能力に特に優れた羽ばたき装置とすることができる。

[0136] （実施の形態 5）

図 1 5 は、本発明の実施の形態 5 における羽ばたき装置の躯体の図示を省略した要部の概略斜視図である。また、図 1 6 は、図 1 5 に示す運動変換部の構成および動作を説明するための概略上面図である。以下、これら図 1 5 および図 1 6 を参照して、本実施の形態における羽ばたき装置 1 E について説明する。

[0137] 図 1 5 および図 1 6 に示すように、本実施の形態における羽ばたき装置 1 E は、上述した実施の形態 1 における羽ばたき装置 1 A と比較した場合に、動力伝達機構 3 のうちの運動変換部 3 B の構成においてのみ相違している。

[0138] 具体的には、運動変換部 3 B は、第 1 クランクアーム 3 3 A および第 2 クランクアーム 3 3 B ならびにクランクピン 3 4 a, 3 4 b 1, 3 4 b 2 からなるクランクと、スライダ 3 5 と、第 1 回転体 3 7 と、第 2 回転体 3 8 とを主として備えており、上述した実施の形態 1 において示した如くの弾性ベルト 3 6 は備えていない。ここで、スライダ 3 5 は、歯付きスライダにて構成されており、より詳細には、スライダ 3 5 の右側面 3 5 a および左側面 3 5 b にそれぞれ歯 3 5 c が設けられている。

[0139] 第 1 回転体 3 7 および第 2 回転体 3 8 は、その周面がそれぞれスライダ 3 5 の右側面 3 5 a および左側面 3 5 b に接触するように配置されており、こ

れによりスライダ３５の右側面３５ａおよび左側面３５ｂに設けられた歯３５ｃは、それぞれ第１回転体３７の周面に設けられたギヤ溝の歯３７ａおよび第２回転体３８の周面に設けられたギヤ溝の歯３８ａに歯合している。

[0140] すなわち、本実施の形態における羽ばたき装置１Ｅは、スライダ３５と第１回転体３７および第２回転体３８との間の運動伝達が、いわゆるラックアンドピニオンにて構成されたものであり、歯付きスライダからなるスライダ３５と、ギヤからなる第１回転体３７および第２回転体３８とが歯合することにより、これらの間の運動伝達が実現されている。

[0141] この場合には、図１６に示すように、スライダ３５のＸ軸方向に沿った往復直線運動に伴って、第１回転体３７および第２回転体３８が、それぞれ第１回転軸２０１および第２回転軸２０２を回転中心として回転方向に往復運動することになる。なお、第１回転体３７の回転方向と第２回転体３８の回転方向とは、常時逆向きとなる。

[0142] これにより、運動変換部３Ｂの出力部としての第１回転体３７および第２回転体３８がそれぞれ第１回転軸２０１および第２回転軸２０２を回転中心として回転方向に同期的に往復運動することにより、第１羽体４Ａおよび第２羽体４Ｂは、それぞれ第１回転体３７および第２回転体３８に駆動されて同期的に揺動することになる。

[0143] その際、ここではその詳細な説明は省略するが、上述した実施の形態１の場合と同様に、スライダ３５の往復直線運動と第１羽体４Ａおよび第２羽体４Ｂの揺動とが、常時逆向きになるため、スライダ３５がカウンターウェイトとして作用することにより、第１羽体４Ａおよび第２羽体４Ｂが揺動することによって生じる慣性力が常時打ち消されることになる。

[0144] また、ここではその詳細な説明は省略するが、上述した実施の形態１の場合と同様に、第１クランクアーム３３Ａおよび第２クランクアーム３３Ｂの各々の上記他端が、スライダ３５に対して回転可能に接続されるばかりでなく、スライダ３５に対してスライド移動可能に接続されているため、スライダ３５が空走する状態が所定のタイミングにおいて所定時間にわたって形成

されることになり、結果として前方切り返し動作および後方切り返し動作のいずれもがよりスムーズに安定的に行なわれることになり、さらには、後方羽ばたき動作および前方羽ばたき動作において、羽体の移動速度もより大きく（すなわち速く）なり、結果としてより大きな浮上力を得ることが可能になる。

[0145] このように構成した場合にも、上述した実施の形態 1 において説明した効果と同様の効果が得られることになり、運動効率の向上が図られた飛行能力に優れた羽ばたき装置とすることができる。

[0146] （実施の形態 6）

図 1 7 は、本発明の実施の形態 6 における羽ばたき装置の運動変換部の構成を示す概略上面図である。以下、この図 1 7 を参照して、本実施の形態における羽ばたき装置 1 F について説明する。

[0147] 図 1 7 に示すように、本実施の形態における羽ばたき装置 1 F は、上述した実施の形態 5 における羽ばたき装置 1 E と比較した場合に、スライダ 3 5 の構成において相違している。

[0148] 具体的には、羽ばたき装置 1 E においては、矩形棒状の部材からなるスライダ 3 5 の右側部および左側部のそれぞれ外側に第 1 回転体 3 7 および第 2 回転体 3 8 が配置されるように構成されていたが（たとえば図 1 6 参照）、羽ばたき装置 1 F においては、矩形棒状の部材からなるスライダ 3 5 の大きさが調節されることにより、スライダ 3 5 の右側部の内側および左側部の内側に、それぞれ第 1 回転体 3 7 および第 2 回転体 3 8 が配置されるように構成されている。

[0149] これに伴い、スライダ 3 5 の右側部の内周面および左側部の内周面にそれぞれ歯 3 5 c が設けられており、これら歯 3 5 c が、それぞれ第 1 回転体 3 7 の周面に設けられたギヤ溝の歯 3 7 a および第 2 回転体 3 8 の周面に設けられたギヤ溝の歯 3 8 a に歯合している。

[0150] このように構成した場合には、上述した実施の形態 5 における羽ばたき装置 1 E の動作とは異なり、スライダ 3 5 の前後方向に沿った移動と、第 1 羽

体 4 A および第 2 羽体 4 B の前後方向に沿った揺動とが、ほぼ常時同じ方向に向けて生じることになるが、スライダ 3 5 に所定のタイミングにおいて所定時間にわたって空走状態を設けることによって得られる運動効率の向上の効果自体は、確実に得られることになる。そのため、従来に比して運動効率が向上することになり、飛行能力に特に優れた羽ばたき装置とすることができ。

[0151] なお、本実施の形態の如くの構成を採用する場合においては、躯体 1 0 0 に周期的な振動が発生することを抑制するために、別途、第 1 羽体 4 A および第 2 羽体 4 B ならびにスライダ 3 5 の運動に対してカウンターウェイトとなるバランスマスならびにその駆動機構等を設けることが好ましい。

[0152] 上述した本発明の実施の形態 1 ないし 6 においては、単一の動力源にて発生した動力が動力伝達機構によって分配されることにより、躯体の右舷に設けられた羽体と躯体の左舷に設けられた羽体とが同時に駆動されるように構成した場合を例示して説明を行なったが、躯体の右舷に設けられた羽体と躯体の左舷に設けられた羽体とが、それぞれ別途独立して設けられた駆動源によって駆動されるように構成してもよい。

[0153] また、上述した本発明の実施の形態 1 ないし 6 においては、躯体の右舷と躯体の左舷とにそれぞれ 1 つずつ羽体を設けてなる場合を例示して説明を行なったが、躯体の右舷と躯体の左舷とにそれぞれ複数の羽体が設けられるように構成してもよい。

[0154] また、上述した本発明の実施の形態 1 ないし 4 においては、単一の部材からなる環状の（すなわち、無端の）弾性ベルトがスライダ、第 1 回転体および第 2 回転体に巻回されてなる場合を例示して説明を行なったが、端部を有する非環状の弾性ベルトにてこれを代替することとしてもよいし、スライダおよび第 1 回転体のみに巻き付けられた弾性ベルトと、スライダおよび第 2 回転体のみに巻き付けられた弾性ベルトとによって、これを代替することとしてもよい。

[0155] また、上述した本発明の実施の形態 1 ないし 4 においては、第 1 回転体お

よび第2回転体をギヤにて構成するとともに、弾性ベルトを歯付きベルトにて構成した場合を例示して説明を行なったが、第1回転体および第2回転体を、歯を有さない摩擦ローラにて構成するとともに、弾性ベルトを、歯を有さない摩擦ベルトにて構成することとしてもよい。

[0156] また、上述した本発明の実施の形態5および6においては、第1回転体および第2回転体をギヤにて構成するとともに、スライダを歯付きスライダにて構成した場合を例示して説明を行なったが、第1回転体および第2回転体を、歯を有さない摩擦ローラにて構成するとともに、スライダを、歯を有さない摩擦スライダにて構成することとしてもよい。

[0157] さらに、動力源の具体的な構成や動力伝達機構の具体的な構成は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、適宜その変更が可能であり、また、上述した実施の形態において開示した特徴的な構成は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、相互にその組み合わせが可能である。

[0158] このように、今回開示した上記実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではない。本発明の技術的範囲は請求の範囲によって画定され、また請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

[0159] 本出願は、2016年2月29日に提出された日本特許出願である特願2016-037484号に基づく優先権の利益を主張するものであり、当該日本特許出願を参照することにより、これに記載されたすべての内容を援用するものである。

符号の説明

[0160] 1A～1F 羽ばたき装置、2 回転電動機、2a 出力シャフト、2b ギヤ、3 動力伝達機構、3A 回転運動伝達部、3B 運動変換部、31 第1伝達部材、31a 第1接続ロッド、31b, 31c ギヤ、32 第2伝達部材、32a 第2接続ロッド、32b ギヤ、32c, 32c' ディスク、33A 第1クランクアーム、33B 第2クランクアーム、33C 第3クランクアーム、33D 第4クランクアーム、33a1,

33 a 2, 33 b 1, 33 b 2 孔部、34 a, 34 b 1, 34 b 2 クラ
ンクピン、35 スライダ、35 a 右側面、35 b 左側面、35 c 歯
、36 弾性ベルト、36 a 歯、37 第1回転体、37 a 歯、38
第2回転体、38 a 歯、4 A 第1羽体、4 B 第2羽体、4 a, 4 b
マスト、5 a, 5 b スライドガイド、6 a, 6 b ガイドシャフト、10
0 躯体、201 第1回転軸、202 第2回転軸、203 第3回転軸
、A1, A2, B1, B2, C1, C2 負荷変動抑制部、G1, G2 隙
間。

請求の範囲

[請求項1]

躯体と、
前記躯体に組付けられた動力源と、
羽体と、
前記動力源にて発生した動力を前記羽体に伝達する動力伝達機構と、
を備え、
前記羽体は、前記動力伝達機構によって駆動され、
前記動力伝達機構は、
前記躯体によって回転可能に支持され、前記動力源からの動力の伝達を受けて第1回転軸を回転中心として回転する回転伝達部材と、
前記躯体によって移動可能に支持され、前記回転伝達部材からの動力の伝達を受けて第1方向に往復直線運動するスライダと、
前記躯体によって回転可能に支持され、前記スライダからの動力の伝達を受けて前記第1方向と直交する第2方向に延在する第2回転軸を回転中心として回転方向に往復運動する回転体と、を含み、
前記羽体は、その基端が前記回転体に固定されることにより、前記回転体が前記回転方向に往復運動することでその先端が概ね前記第1方向に沿って移動するように揺動し、
前記動力伝達機構は、前記回転伝達部材と前記スライダとを接続する一対のクランクアームをさらに含み、
前記一対のクランクアームの各々の一端が、前記第1回転軸の延在方向と平行な方向に延在する共通の回転軸を回転中心として、前記回転伝達部材の偏心位置に回転可能に接続され、
前記一対のクランクアームの各々の他端が、前記第1回転軸の延在方向と平行な方向に延在しかつ前記第1方向において距離をもって位置する互いに異なる回転軸を回転中心として、前記スライダに対して回転可能に接続され、
さらに、前記一対のクランクアームの各々の前記他端が、前記第1

回転軸の延在方向と直交する方向において、前記スライダに対してスライド移動可能に接続されている、羽ばたき装置。

[請求項2] 前記一对のクランクアームの各々の前記他端に孔部が設けられるとともに、前記孔部に挿通するようにクランクピンが前記スライダに取り付けられることにより、前記一对のクランクアームの各々の前記他端が、前記スライダに対して回転可能に接続され、

前記孔部に前記クランクピンが遊嵌されることにより、前記一对のクランクアームの各々の前記他端が、前記第1回転軸の延在方向と直交する方向において、前記スライダに対してスライド移動可能に接続されている、請求項1に記載の羽ばたき装置。

[請求項3] 前記動力伝達機構が、前記スライダに一部が固定された弾性ベルトをさらに含み、

前記スライダに対する前記弾性ベルトの非固定部分が前記回転体に巻回されることにより、前記スライダが往復直線運動することで前記回転体が前記回転方向に往復運動する、請求項1または2に記載の羽ばたき装置。

[請求項4] 前記回転体が、ギヤからなり、

前記弾性ベルトが、前記ギヤに歯合する歯付きベルトからなる、請求項3に記載の羽ばたき装置。

[請求項5] 前記スライダと前記回転体とが接触することにより、前記スライダが往復直線運動することで前記回転体が前記回転方向に往復運動する、請求項1または2に記載の羽ばたき装置。

[請求項6] 前記回転体が、ギヤからなり、

前記スライダが、前記ギヤに歯合する歯付きスライダからなる、請求項5に記載の羽ばたき装置。

[請求項7] 前記スライダの前記第1方向に沿った移動と、前記羽体の前記第1方向に沿った揺動とが、逆向きである、請求項1から6のいずれかに記載の羽ばたき装置。

[請求項8]

躯体と、

前記躯体に組付けられた動力源と、

第1羽体および第2羽体と、

前記動力源にて発生した動力を前記第1羽体および前記第2羽体に伝達する動力伝達機構と、を備え、

前記第1羽体および前記第2羽体は、前記動力伝達機構によって駆動され、

前記動力伝達機構は、

前記躯体によって回転可能に支持され、前記動力源からの動力の伝達を受けて第1回転軸を回転中心として回転する回転伝達部材と、

前記躯体によって移動可能に支持され、前記回転伝達部材からの動力の伝達を受けて第1方向に往復直線運動するスライダと、

前記躯体によって回転可能に支持され、前記スライダからの動力の伝達を受けて前記第1方向と直交する第2方向に延在する第2回転軸および第3回転軸をそれぞれ回転中心として回転方向に往復運動する第1回転体および第2回転体と、を含み、

前記第1回転体および前記第2回転体は、前記第1方向および前記第2方向の双方に直交する第3方向に沿って並んで配置され、

前記第1羽体は、その先端が前記第1回転体から見て前記第2回転体が位置する側とは反対側に位置するようにその基端が前記第1回転体に固定され、

前記第2羽体は、その先端が前記第2回転体から見て前記第1回転体が位置する側とは反対側に位置するようにその基端が前記第2回転体に固定され、

前記第1羽体および前記第2羽体は、前記第1回転体および前記第2回転体がそれぞれ回転方向に往復運動することで各々の先端が同期的に概ね前記第1方向に沿って移動するように揺動し、

前記動力伝達機構は、前記回転伝達部材と前記スライダとを接続す

る一対のクランクアームをさらに含み、

前記一対のクランクアームの各々の一端が、前記第 1 回転軸の延在方向と平行な方向に延在する共通の回転軸を回転中心として、前記回転伝達部材の偏心位置に回転可能に接続され、

前記一対のクランクアームの各々の他端が、前記第 1 回転軸の延在方向と平行な方向に延在しかつ前記第 1 方向において距離をもって位置する互いに異なる回転軸を回転中心として、前記スライダに対して回転可能に接続され、

さらに、前記一対のクランクアームの各々の前記他端が、前記第 1 回転軸の延在方向と直交する方向において、前記スライダに対してスライド移動可能に接続されている、羽ばたき装置。

[請求項9]

前記スライダの前記第 1 方向に沿った移動と、前記第 1 羽体および前記第 2 羽体の前記第 1 方向に沿った揺動とが、逆向きである、請求項 8 に記載の羽ばたき装置。

[図1]

FIG.1

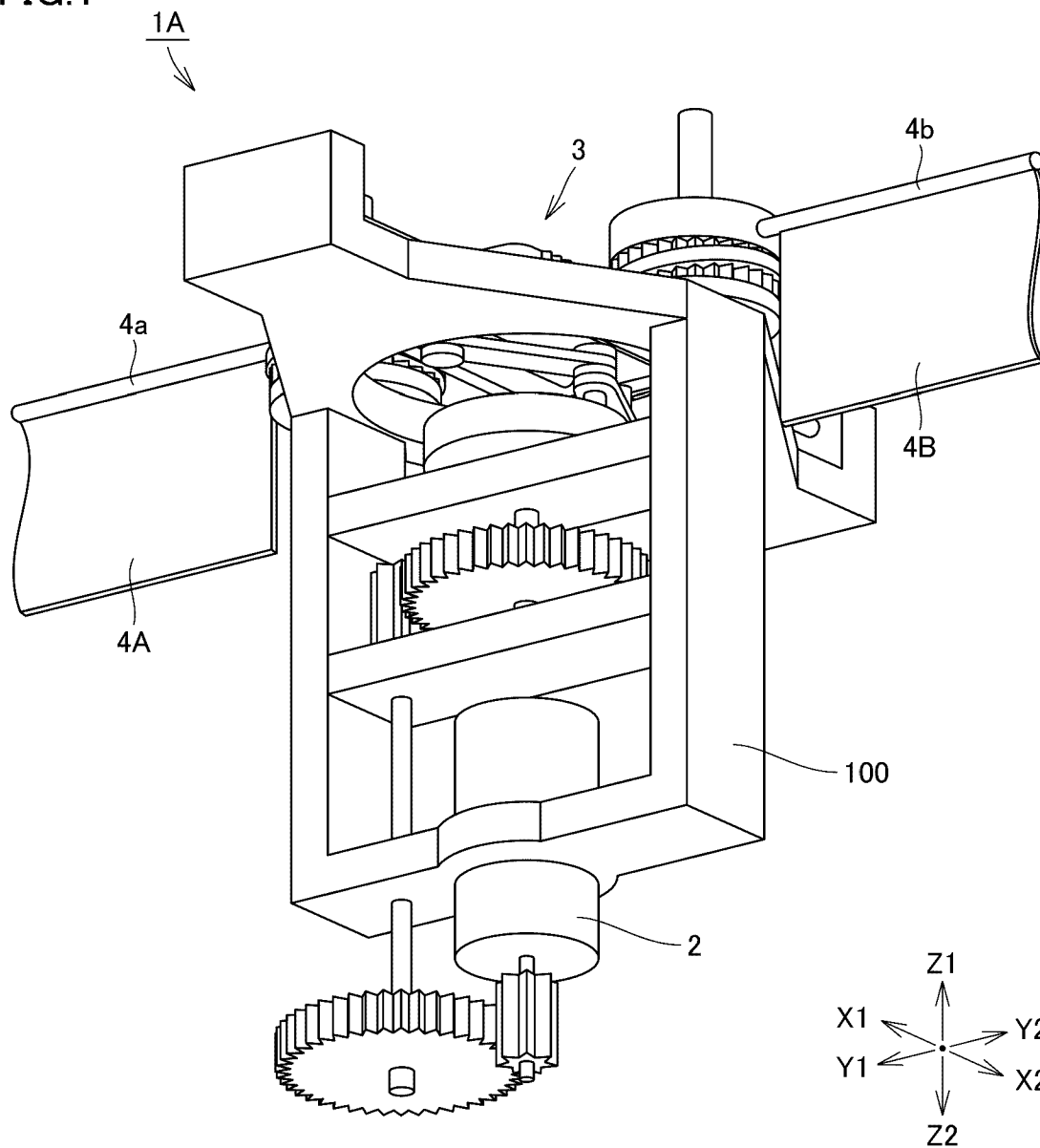
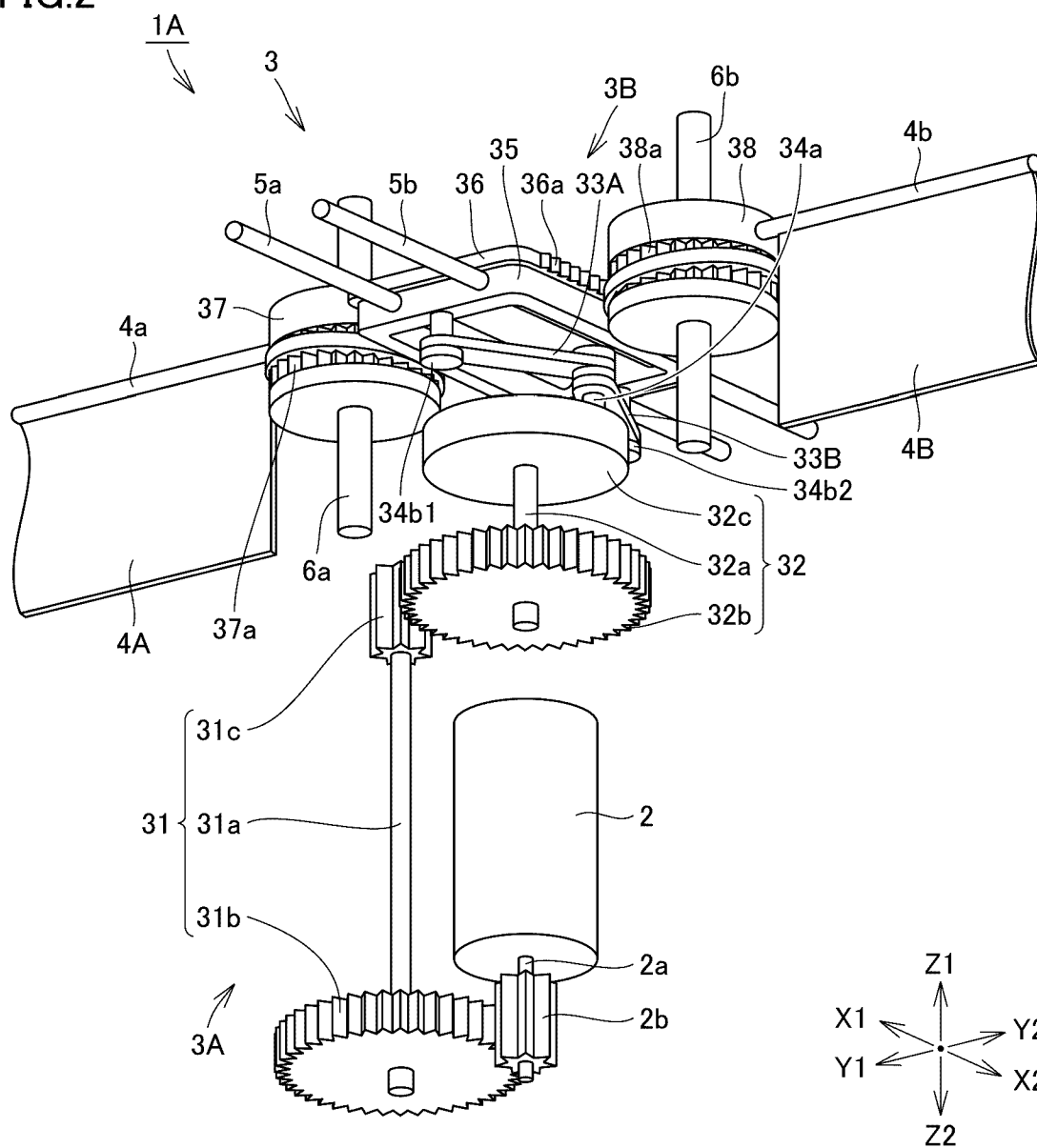
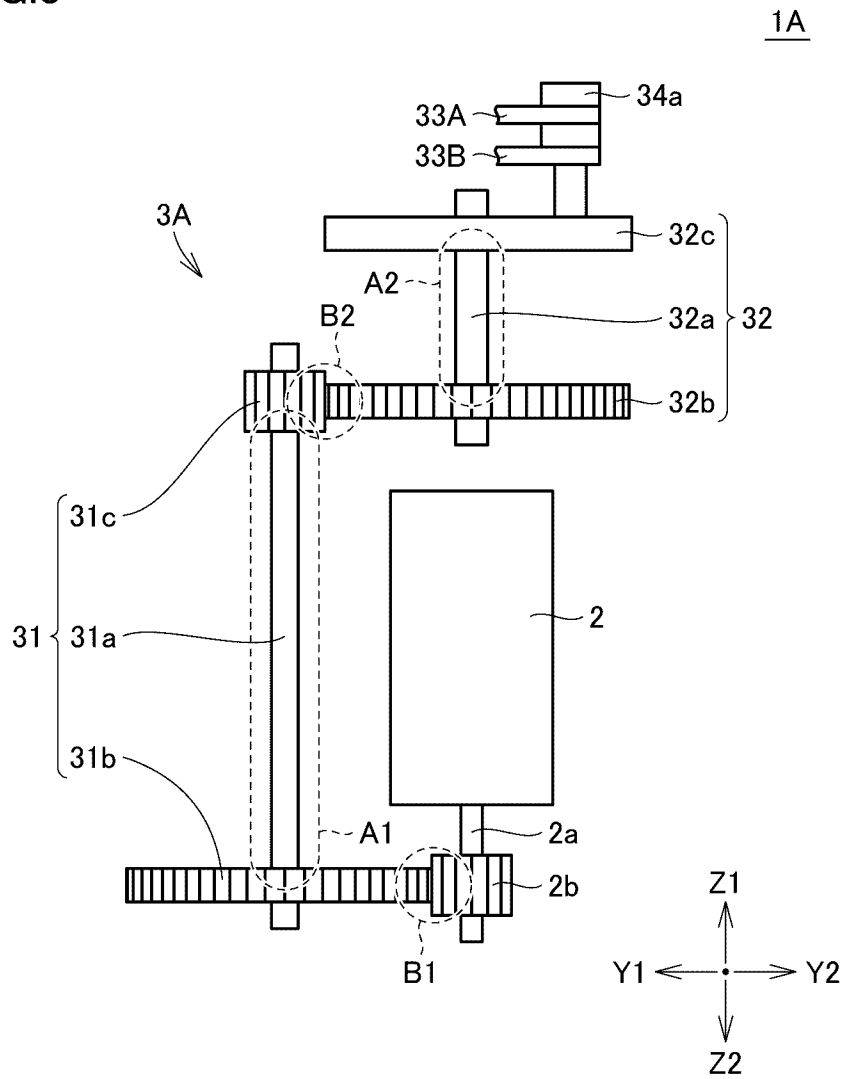


FIG.2



[図3]

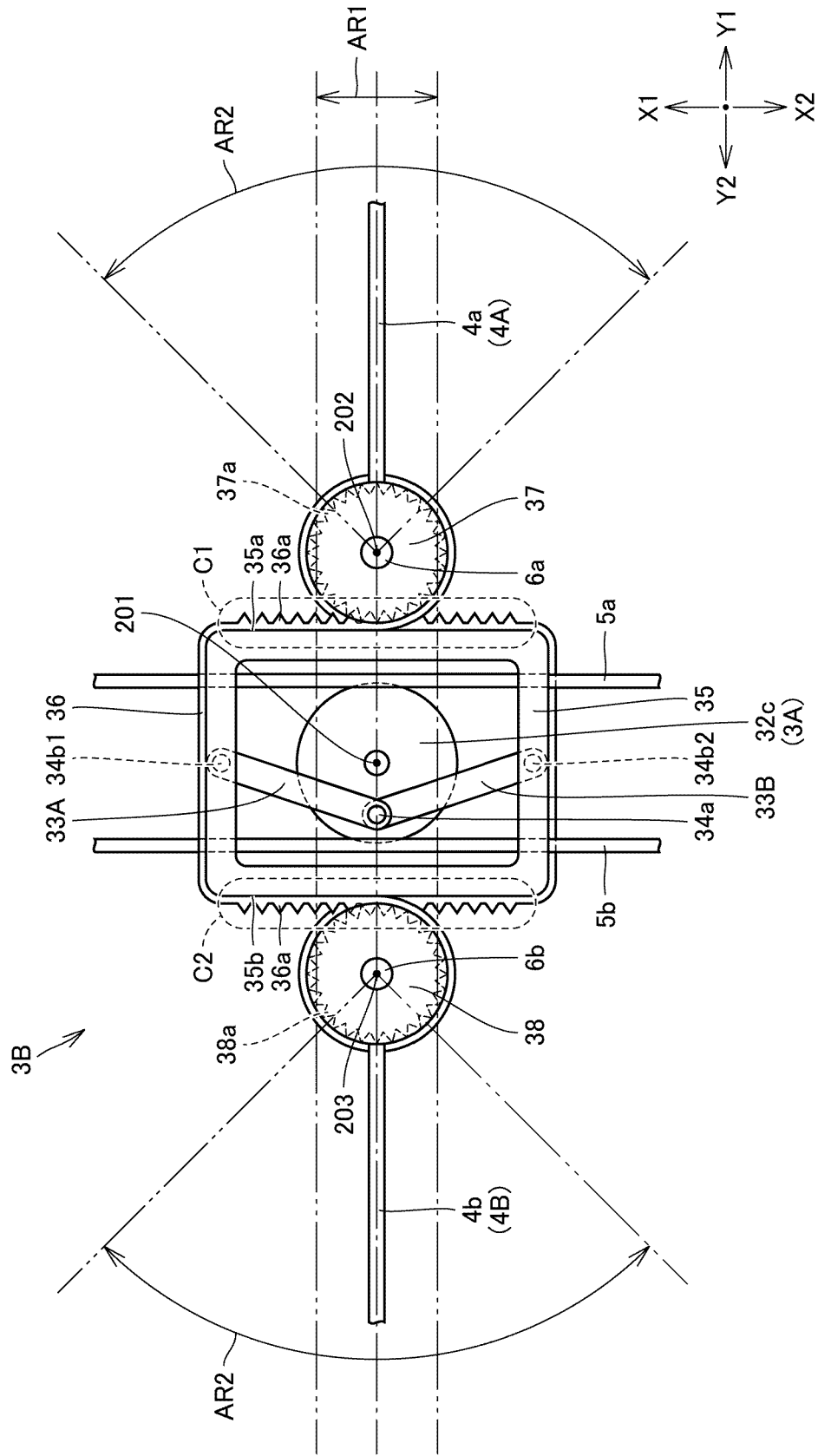
FIG.3



[図4]

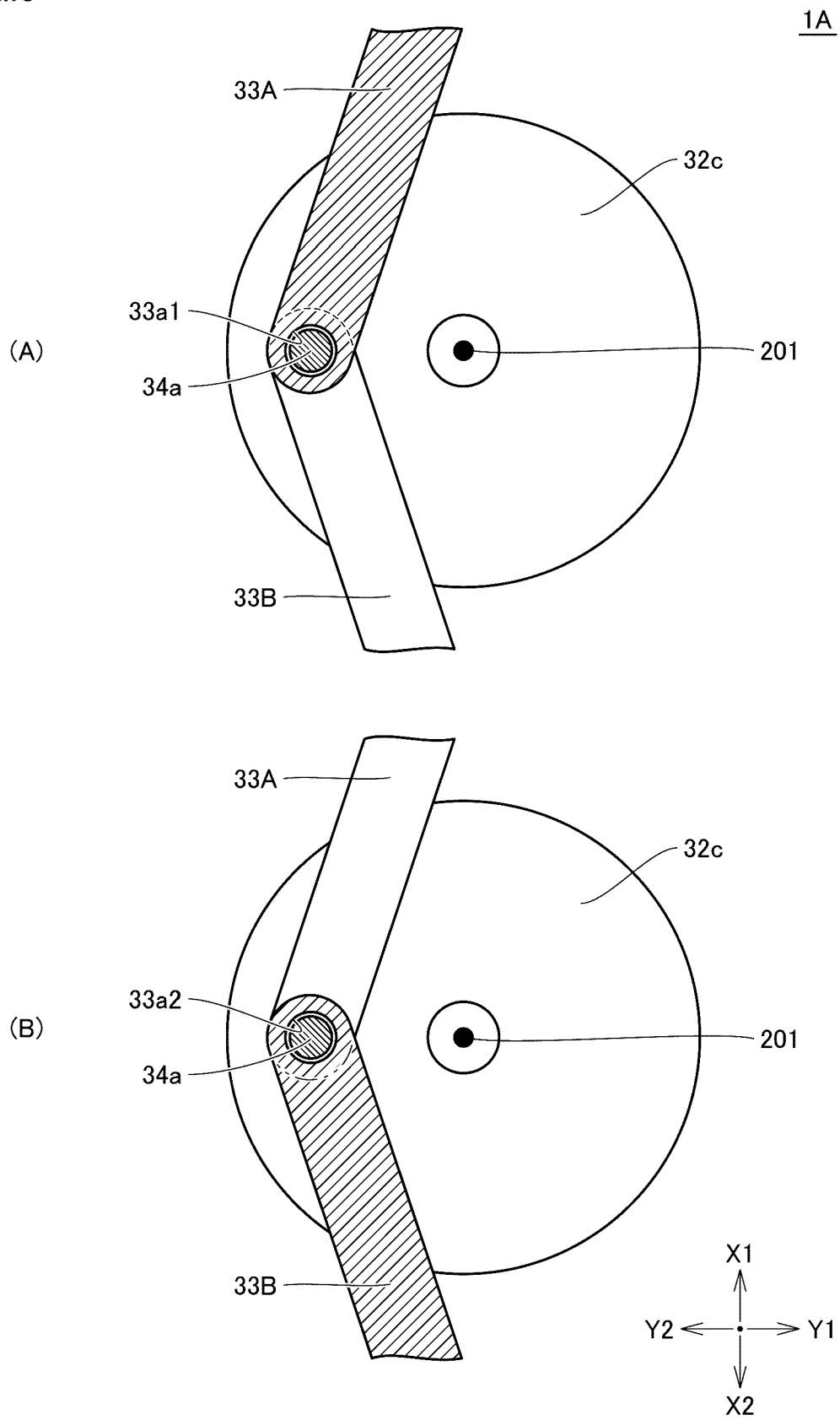
FIG.4

1A



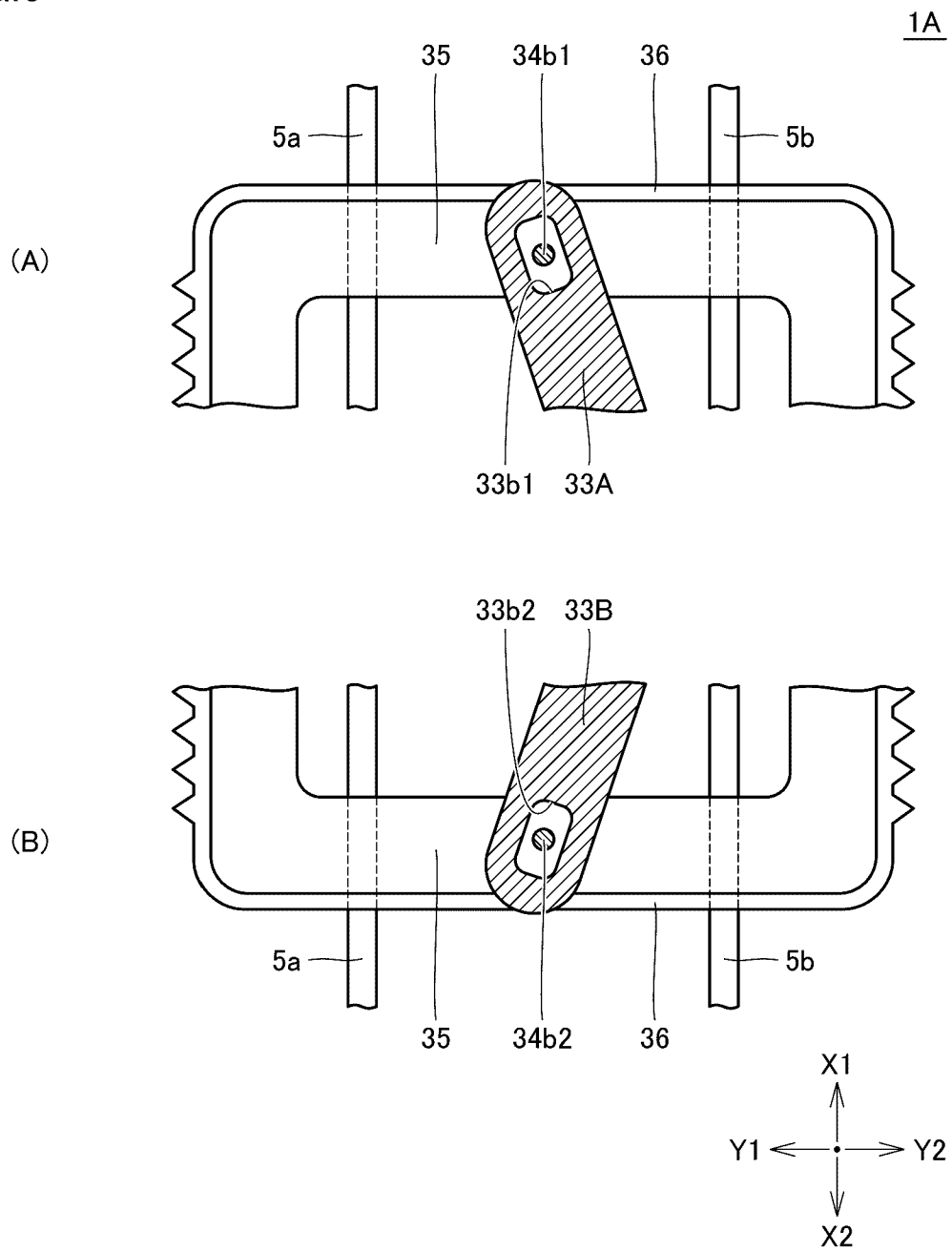
[図5]

FIG.5



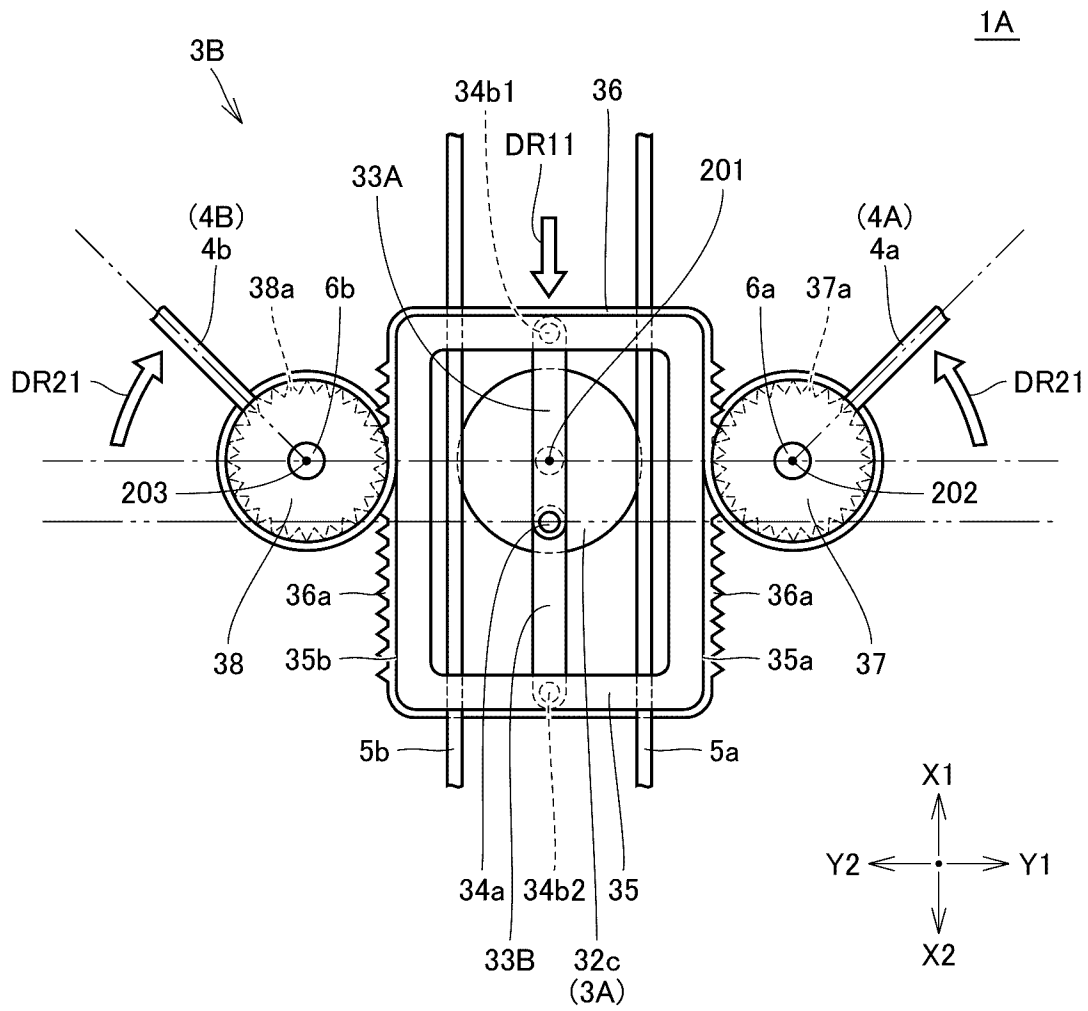
[図6]

FIG.6



[図7]

FIG.7



[図8]

FIG.8

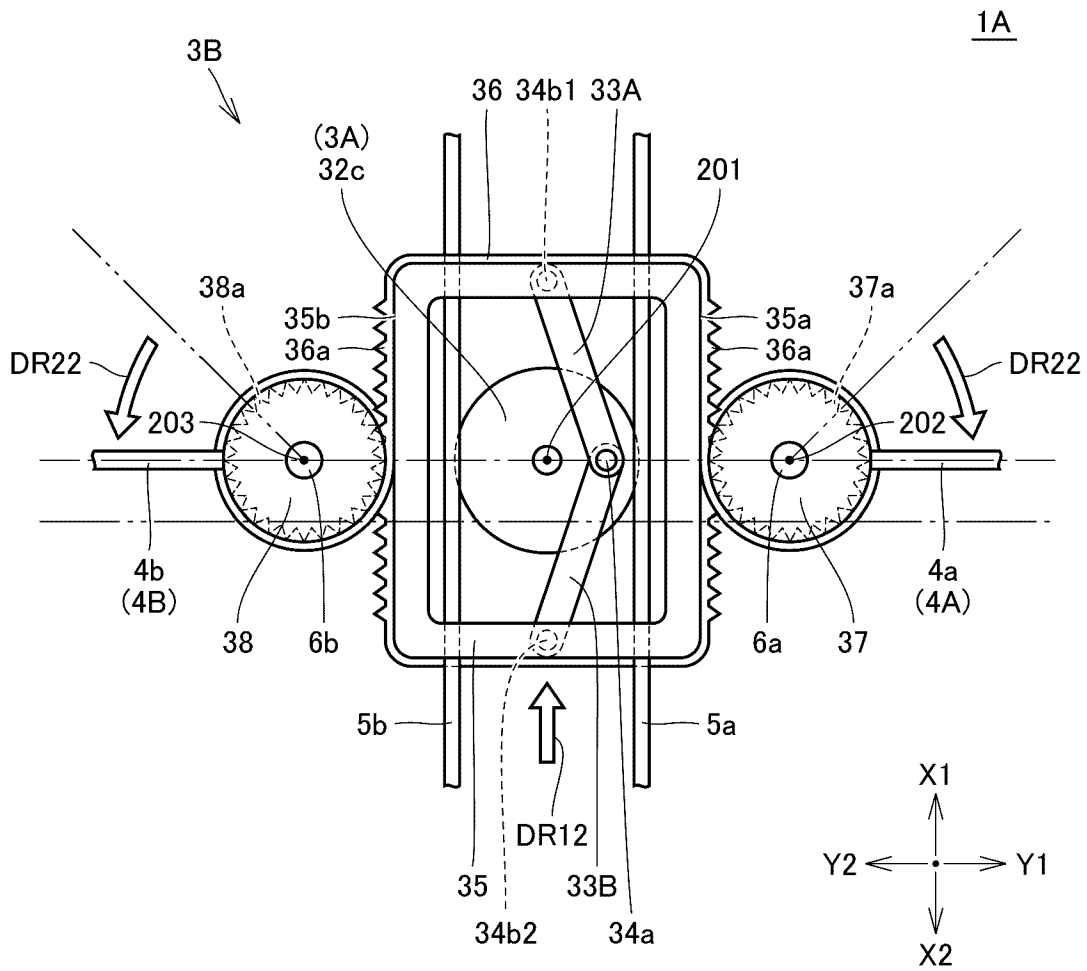
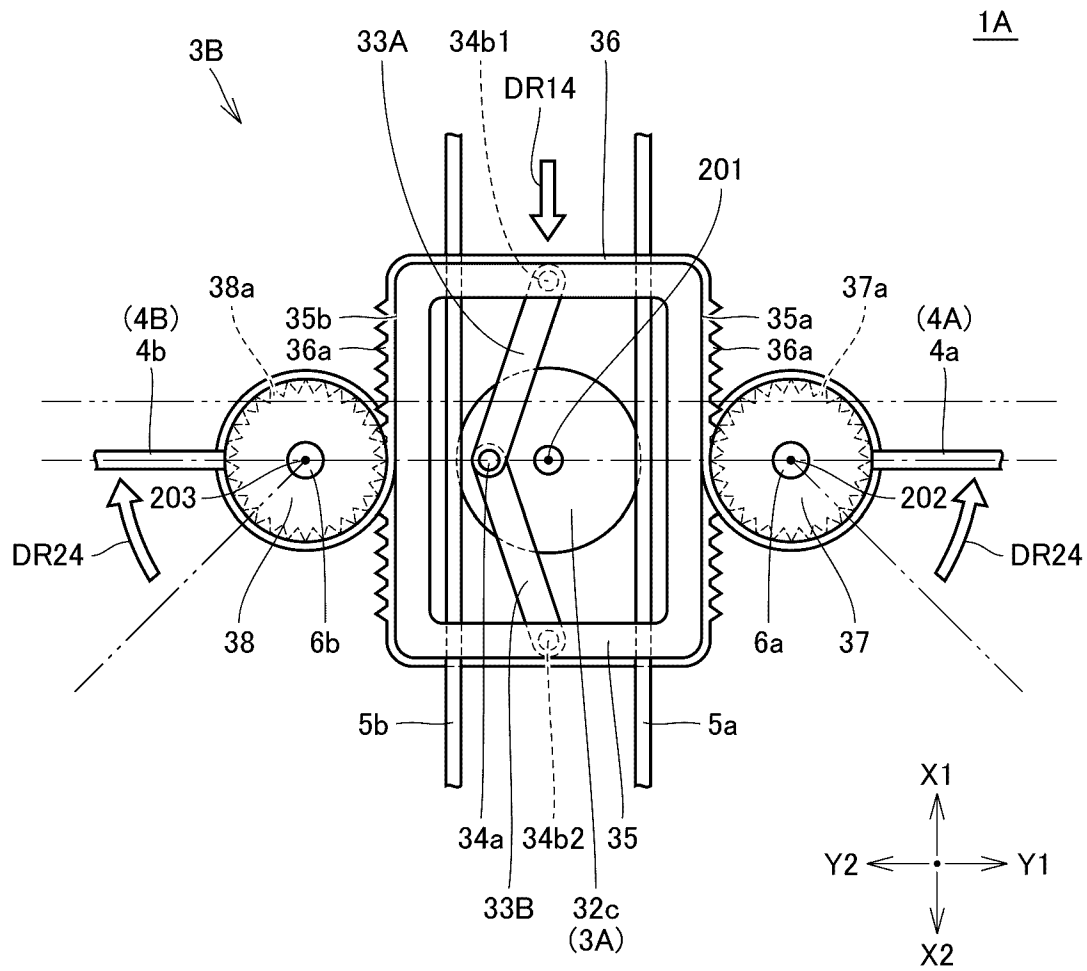


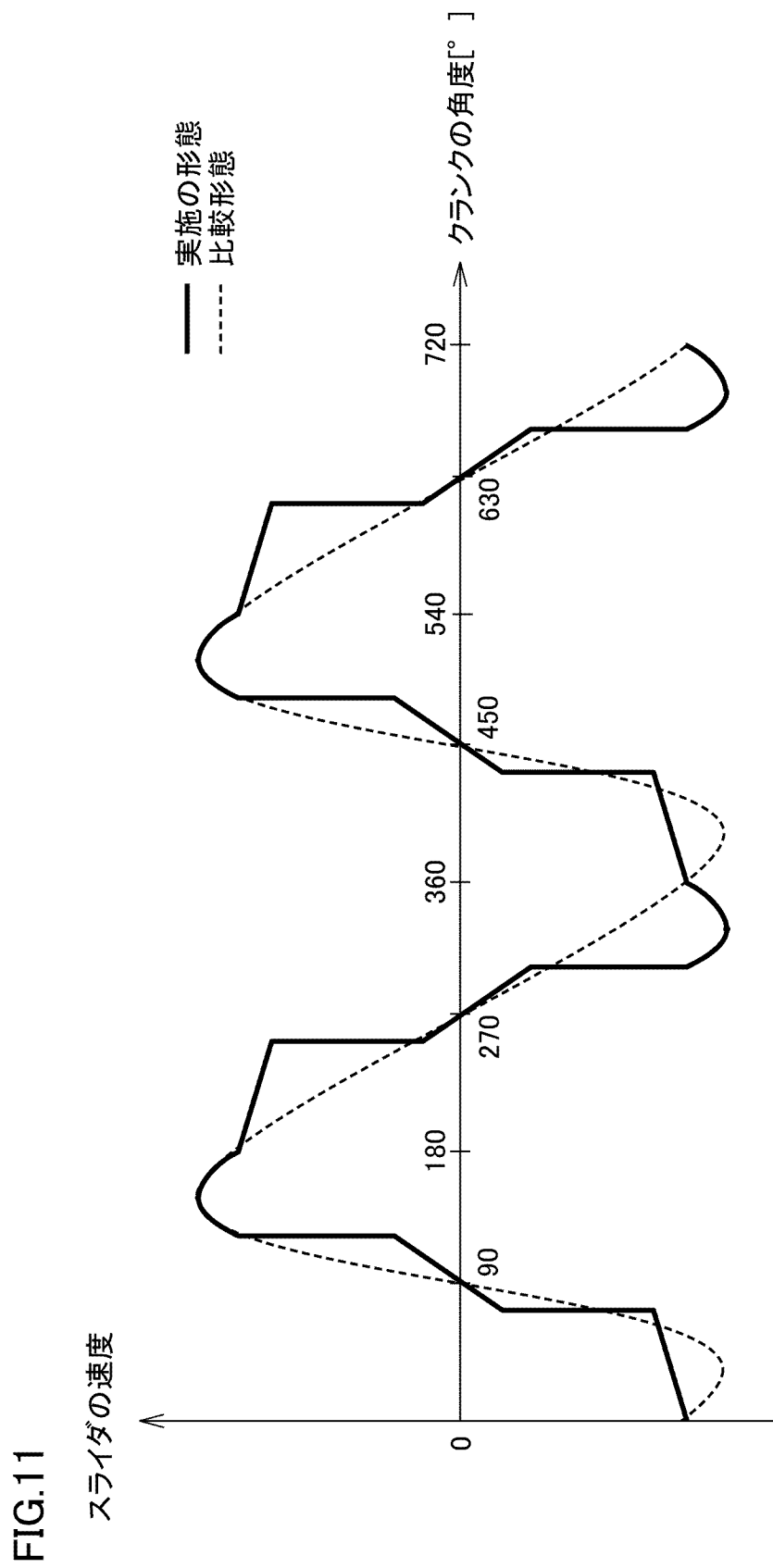
FIG.9

[図10]

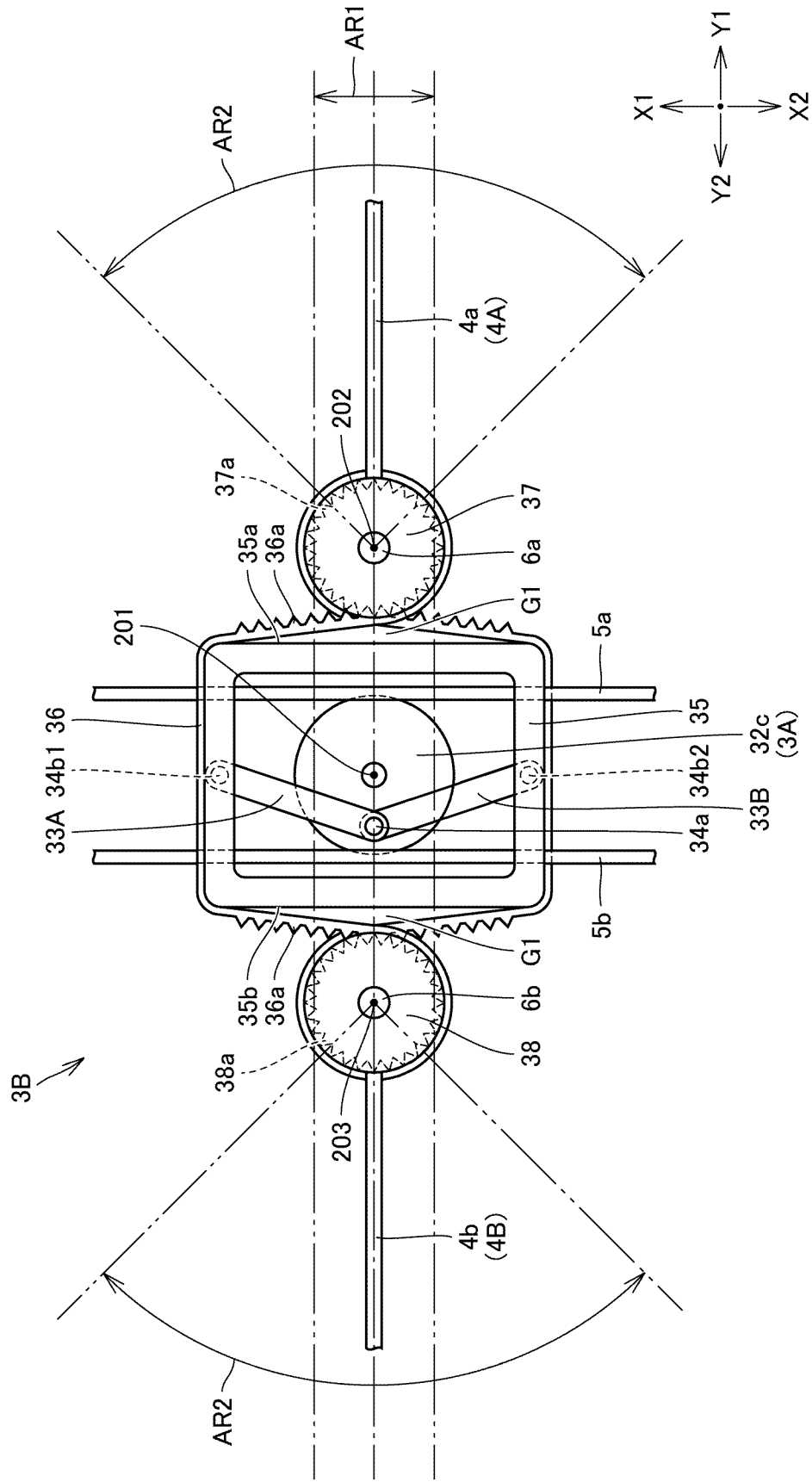
FIG.10



[図11]



[FIG.12]



[図13]

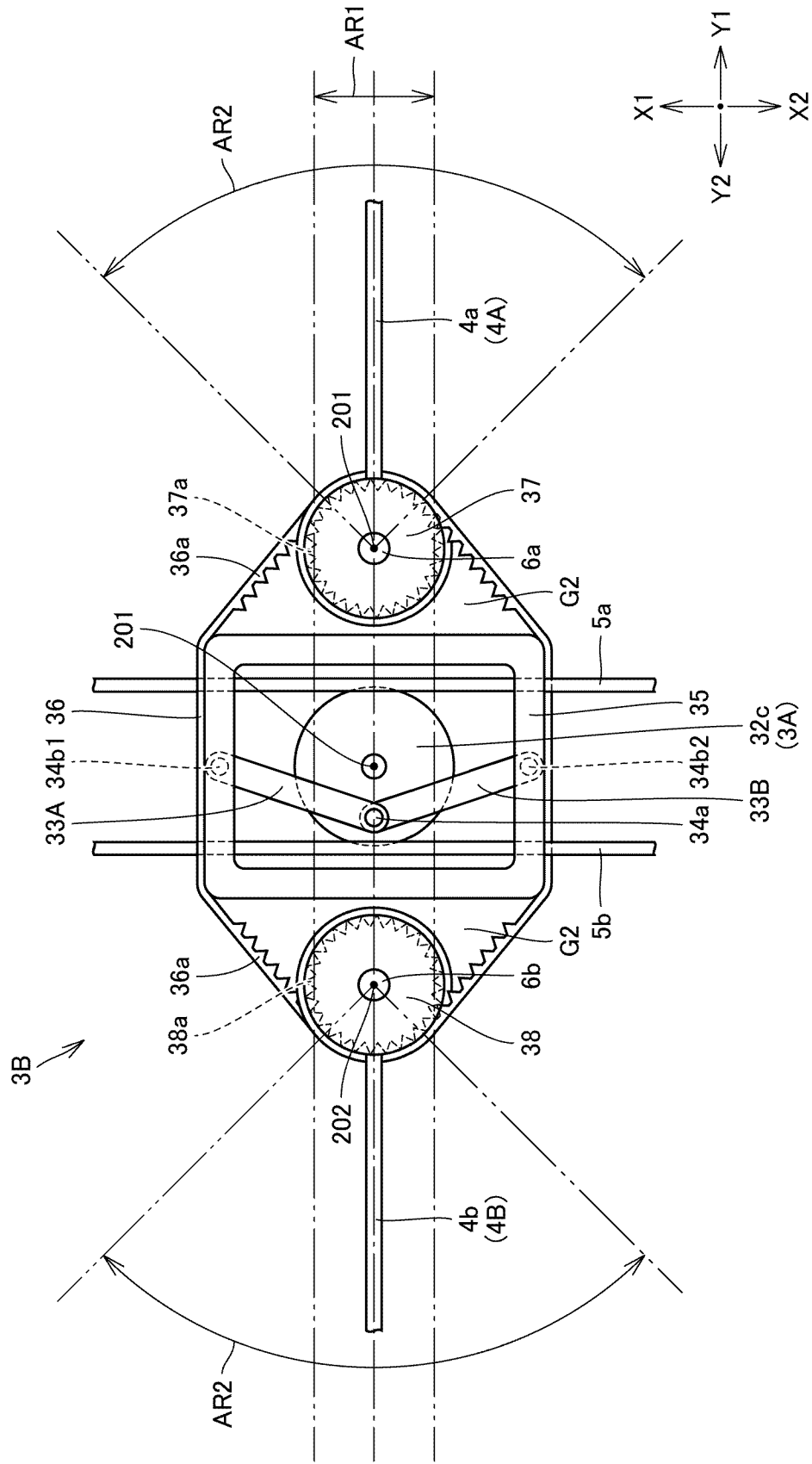
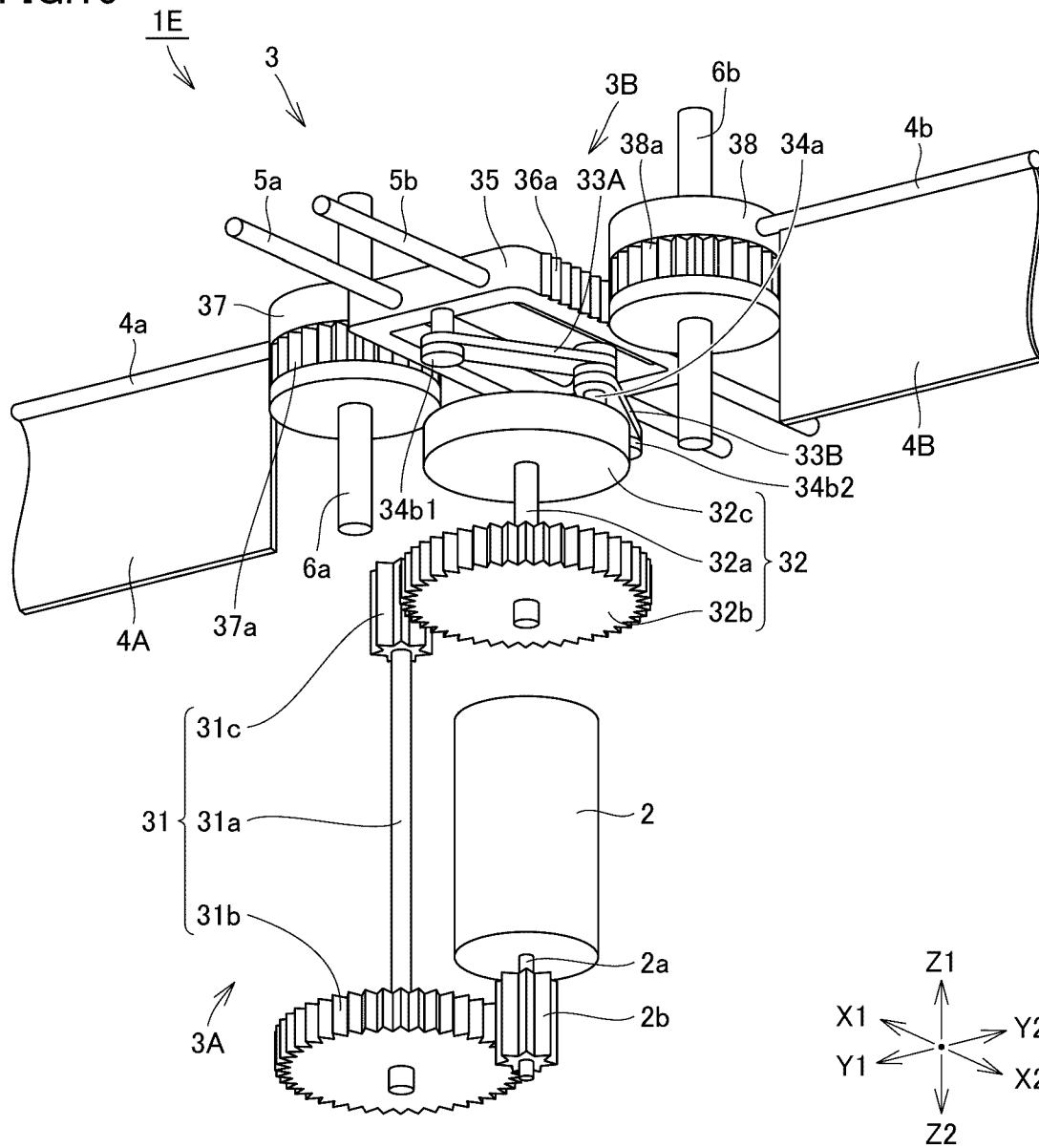


FIG.13

1C

FIG.15



[FIG.16]

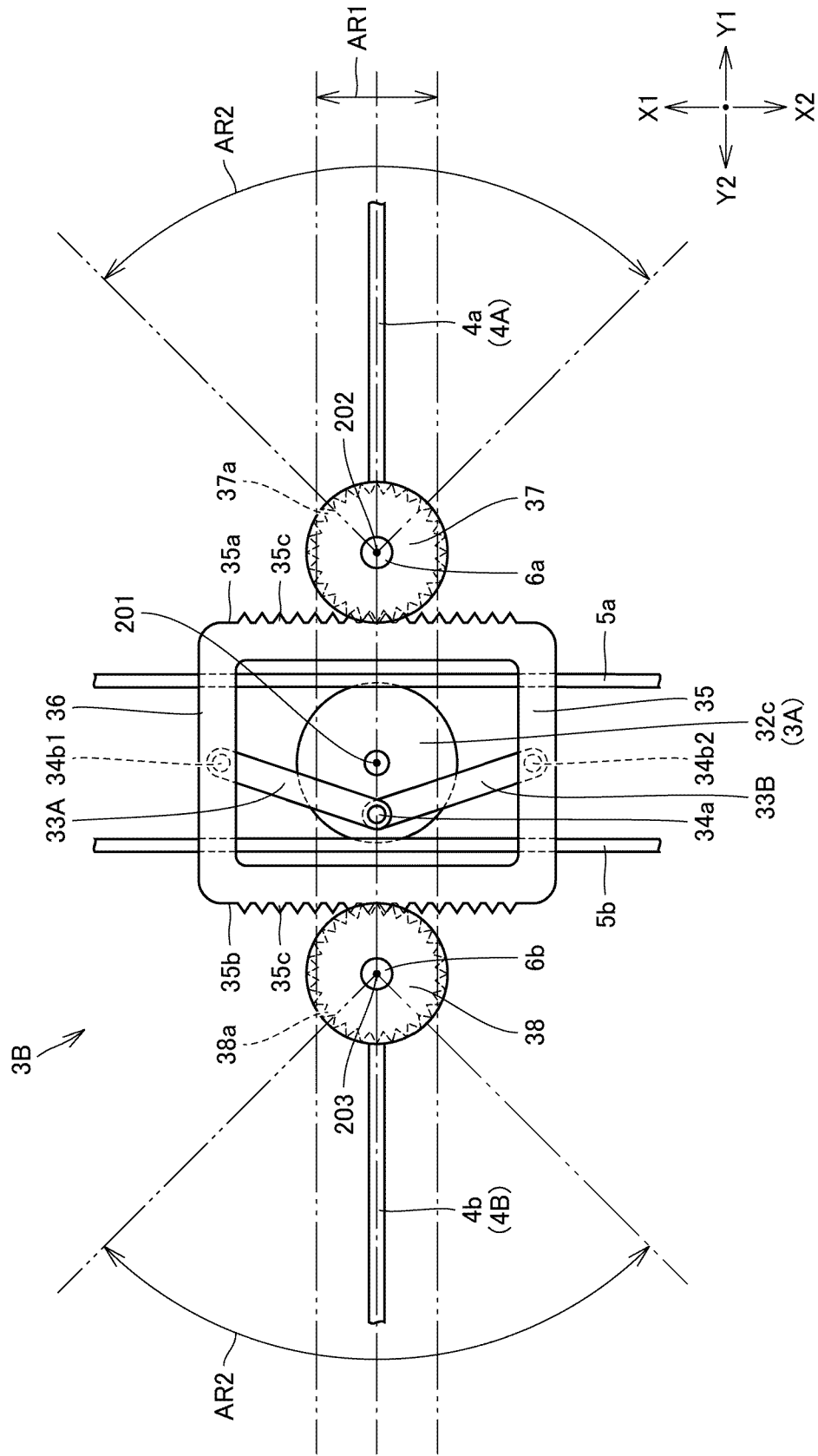
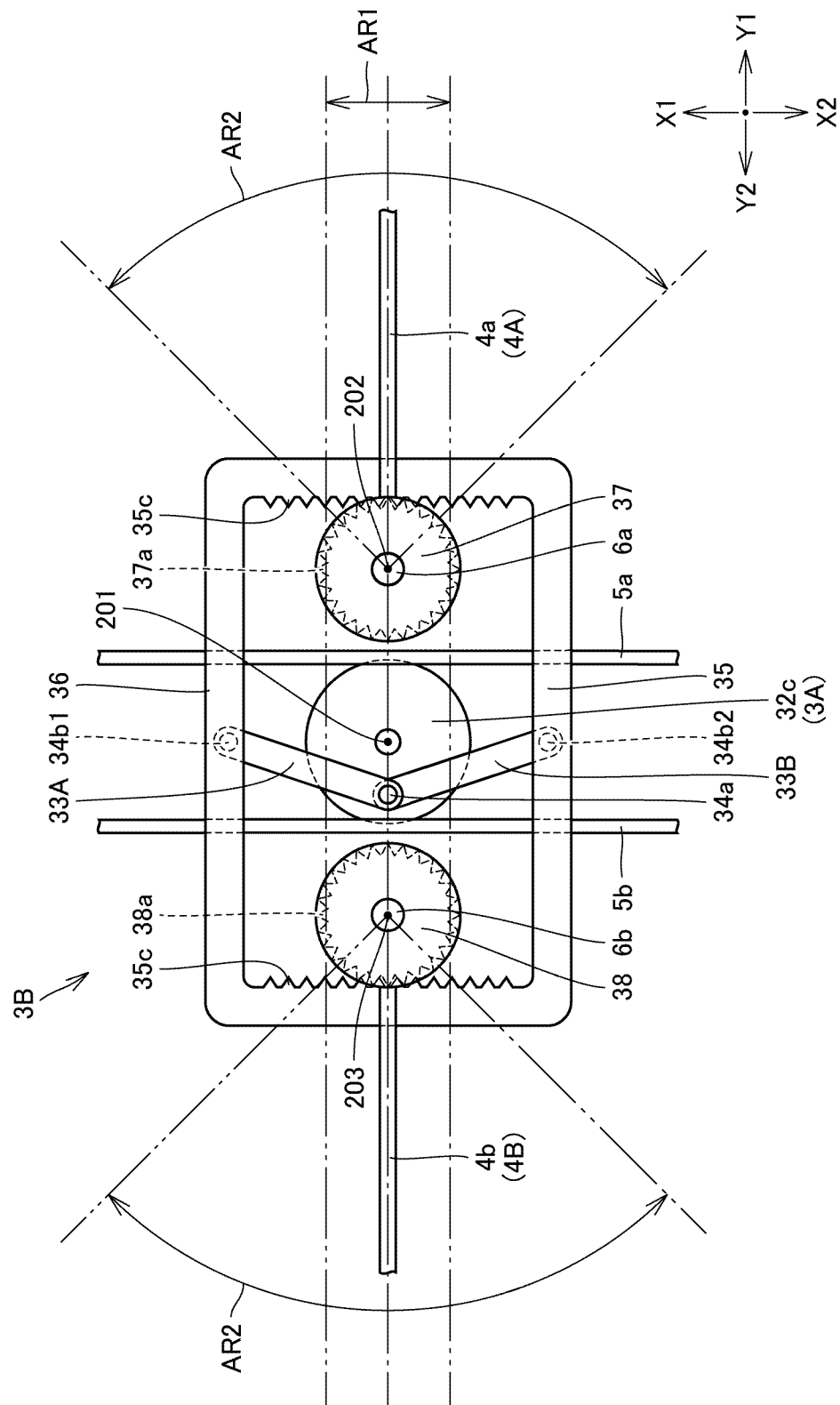


FIG.16

1E

[FIG.17]

1F



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64C33/02(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)

B64C33/02

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	US 2015/0307191 A1 (DAEDALUS FLIGHT SYSTEMS, LLC, UNIVERSITY OF MARYLAND, COLLEGE PARK), 29 October 2015 (29.10.2015), fig. 15 (Family: none)	1-9
A	JP 2015-174538 A (Gakko Hojin Ikutoku Gakuen), 05 October 2015 (05.10.2015), fig. 1 (Family: none)	1-9
A	JP 2011-73673 A (Sharp Corp.), 14 April 2011 (14.04.2011), fig. 1 to 2 & WO 2007/032269 A1 fig. 1 to 2	1-9

☐ 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
09 February 2017 (09.02.17)

Date of mailing of the international search report
21 February 2017 (21.02.17)

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. B64C33/02 (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. B64C33/02

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	US 2015/0307191 A1 (DAEDALUS FLIGHT SYSTEMS, LLC, UNIVERSITY OF MARYLAND, COLLEGE PARK) 2015. 10. 29, 第 15 図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2015-174538 A (学校法人幾徳学園) 2015. 10. 05, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-9

☒ 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

09. 02. 2017

国際調査報告の発送日

21. 02. 2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

前原 義明

3 D

4 8 5 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

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	JP 2011-73673 A (シャープ株式会社) 2011.04.14, 第 1-2 図 & WO 2007/032269 A1, 第 1-2 図	1-9