

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2022-137632
(P2022-137632A)

(43)公開日 令和4年9月22日(2022.9.22)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
B 6 4 C	33/00	(2006.01)	B 6 4 C	33/00
A 6 3 H	27/28	(2006.01)	A 6 3 H	27/28
A 6 3 H	29/22	(2006.01)	A 6 3 H	29/22

2 C 1 5 0

C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2021-37206(P2021-37206)
(22)出願日 令和3年3月9日(2021.3.9)

(71)出願人 899000068
学校法人早稲田大学
東京都新宿区戸塚町 1 丁目 1 0 4 番地
(74)代理人 100114524
弁理士 榎本 英俊
(72)発明者 渡邊 孝信
東京都新宿区戸塚町 1 丁目 1 0 4 番地 学
校法人早稲田大学内
(72)発明者 野沢 大智
東京都新宿区戸塚町 1 丁目 1 0 4 番地 学
校法人早稲田大学内
F ターム(参考) 2C150 CA09 DA17 EB11 EG12 EG33

(54)【発明の名称】羽ばたき型飛翔体

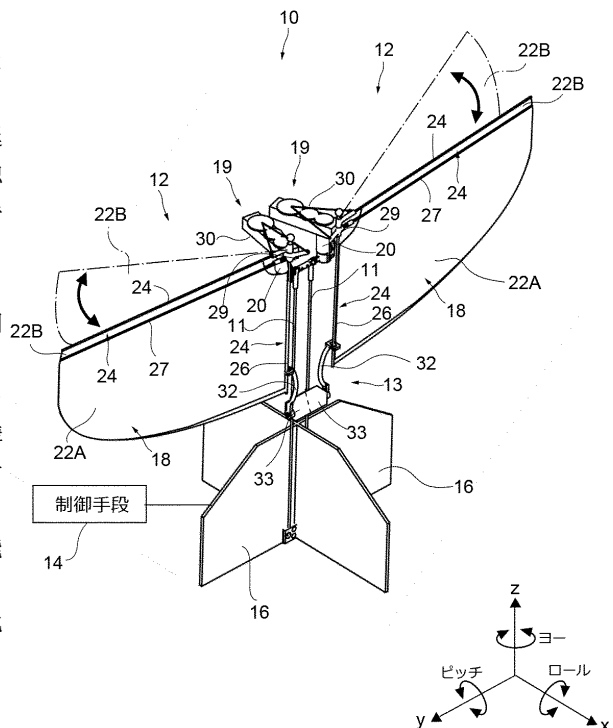
(57)【要約】

【課題】機体の軽量化及び小型化を促進しつつ、多様な飛行制御を実現する。

【解決手段】羽ばたき型飛翔体 1 0 は、機体の前後に延びる胴部 1 1 と、胴部 1 1 の前側に配置され、左右で独立した羽ばたき動作を可能とする一対の羽ばたき動作手段 1 2 と、羽ばたき動作による推力の方向を変化させる推力偏向手段 1 3 とを備えている。羽ばたき動作手段 1 2 は、羽ばたき翼となる主翼部 1 8 と、主翼部 1 8 の羽ばたき動作を可能に動力伝達する羽ばたき機構 1 9 と、主翼部 1 8 の羽ばたき動作の駆動源となる羽ばたき用モータ 2 0 とを備えている。主翼部 1 8 は、羽ばたき機構 1 9 からの動力伝達により相互に離間接近可能に動作する一対の翼本体 2 2 A, 2 2 B を含み、これら翼本体 2 2 A, 2 2 B の離間接近動作により前記推力を発生可能に構成される。推力偏向手段 1 3 は、胴部 1 1 に対する翼本体 2 2 A, 2 2 B の姿勢を左右独立して任意に変化可能に設けられる。

【選択図】

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機体に対して推力を発生させる羽ばたき動作を行いながら飛行可能な羽ばたき型飛翔体において、
機体の前後に延びる胴部と、当該胴部の前側に取り付けられて、左右で独立した前記羽ばたき動作を可能とする左右一对の羽ばたき動作手段と、前記羽ばたき動作による推力の方向を変化させる推力偏向手段とを備え、
前記羽ばたき動作手段は、羽ばたき翼となる主翼部と、当該主翼部の羽ばたき動作を可能に動力伝達する羽ばたき機構と、当該羽ばたき機構を介した前記主翼部の前記羽ばたき動作の駆動源となる羽ばたき用駆動装置とを備え、
前記主翼部は、前記羽ばたき機構からの動力伝達により相互に離間接近可能に動作する一对の翼本体を含み、これら翼本体の離間接近動作により前記推力を発生可能に構成され、
前記推力偏向手段は、前記胴部に対する前記翼本体の姿勢を左右独立して任意に変化可能に設けられることを特徴とする羽ばたき型飛翔体。

10

【請求項 2】

前記推力偏向手段の動作制御を行う制御手段を更に備え、
前記推力偏向手段は、前記主翼部をピッチ方向に回転させる動力源となる推力偏向用駆動装置を含み、
前記制御手段では、前記推力偏向用駆動装置の駆動制御により、左右の前記主翼部を相互に逆方向に回転させて機体にヨートルクを発生させるヨー制御が行われることを特徴とする請求項 1 記載の羽ばたき型飛翔体。

20

【請求項 3】

前記推力偏向手段の動作制御を行う制御手段を更に備え、
前記推力偏向手段は、前記主翼部をピッチ方向に回転させる動力源となる推力偏向用駆動装置を含み、
前記制御手段では、前記推力偏向用駆動装置の駆動制御により、左右の前記主翼部をそれぞれ同方向に回転させて機体にピッチトルクを発生させるピッチ制御が行われることを特徴とする請求項 1 記載の羽ばたき型飛翔体。

【請求項 4】

前記制御手段では、前記羽ばたき用駆動装置の動作制御により、左右で異なるように前記羽ばたき動作を行って機体にロールトルクを発生させるロール制御が行われることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の羽ばたき型飛翔体。

30

【請求項 5】

前記羽ばたき動作手段及び前記推力偏向手段の動作制御を行う制御手段を更に備え、
前記推力偏向手段は、前記主翼部をピッチ方向に回転させる動力源となる推力偏向用駆動装置を含み、
前記制御手段では、左右それぞれの前記翼本体で発生する前記推力の方向をピッチ方向に独立して調整するように、前記推力偏向用駆動装置の駆動を制御するとともに、左右それぞれの前記翼本体で発生する前記推力の大きさを独立して調整するように、前記羽ばたき用駆動装置の駆動を制御することを特徴とする請求項 1 記載の羽ばたき型飛翔体。

40

【請求項 6】

前記羽ばたき動作手段及び前記推力偏向手段の動作制御を行う制御手段を更に備え、
前記推力偏向手段は、前記主翼部をピッチ方向に回転させる動力源となる推力偏向用駆動装置を含み、
前記制御手段では、機体のピッチ角及びヨー角を調整可能に前記推力偏向用駆動装置の駆動を制御するとともに、機体のロール角を調整可能に前記羽ばたき用駆動装置の駆動を制御することを特徴とする請求項 1 記載の羽ばたき型飛翔体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、機体に対して揚力や推力を発生させる羽ばたき動作を行いながら飛行可能な羽ばたき型飛翔体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、翼部材の打ち上げ動作と打ち下ろし動作を繰り返し行いながら、機体に揚力や推力を発生させ、当該機体の空中飛行を可能にする羽ばたき型飛翔体が知られている。このような羽ばたき型飛翔体の多くは、飛行中に発生する揚力を調整しながら姿勢制御を行っており、当該揚力のように空気力学的作用で生じる力は、機体の飛行速度に依存するため、機体の姿勢制御が難しく、特に、ホバリング等の低速飛行時には姿勢制御に必要な力が発生し難い。そこで、本発明者らは、機体の重心移動を利用して機体の姿勢制御を行える羽ばたき型飛行機を既に提案している（特許文献1参照）。この羽ばたき型飛行機は、機体の前後に延びる胴部と、胴部の前側に取り付けられて羽ばたき動作を行うための羽ばたき動作手段と、機体の重心位置の移動によって、飛行時の飛行姿勢を変化させる重心移動手段とを備えている。この重心移動手段では、錘を前後に揺動させて機体の重心位置を移動することにより、機体に対するピッチ方向の回転制御が行われる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2018-144668号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、インフラ点検等の情報収集を目的とする飛翔体は、高い飛翔能力及び情報収集能力が要求される。高い飛翔能力を得るには、直交3軸回りの広範な回転制御と高い応答速度とを有する飛行制御が必要である。また、情報収集能力を確保するためには、機体制御用のセンサの他に、種々のセンサ等の計測機器を機体に搭載する必要がある。従って、このような飛翔体には、飛行姿勢を制御するための機構類の軽量化や小型化を促進する必要がある。しかしながら、本発明者らが既に提案した前述の羽ばたき型飛行機にあっては、重心移動手段を設けるため、これが機体の軽量化や小型化を阻害する要因となる。また、当該羽ばたき飛行機では、その構造上、ピッチ制御のみの回転制御しかなされず、多様な飛行制御の実現には一定の限界があるという問題もある。

30

【0005】

本発明は、このような課題に着目して案出したものであり、その目的は、機体の軽量化及び小型化を促進しつつ、多様な飛行制御を実現することができる羽ばたき型飛翔体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的を達成するため、本発明は、主として、機体に対して推力を発生させる羽ばたき動作を行いながら飛行可能な羽ばたき型飛翔体において、機体の前後に延びる胴部と、当該胴部の前側に取り付けられて、左右で独立した前記羽ばたき動作を可能とする左右一対の羽ばたき動作手段と、前記羽ばたき動作による推力の方向を変化させる推力偏向手段とを備え、前記羽ばたき動作手段は、羽ばたき翼となる主翼部と、当該主翼部の羽ばたき動作を可能に動力伝達する羽ばたき機構と、当該羽ばたき機構を介した前記主翼部の前記羽ばたき動作の駆動源となる羽ばたき用駆動装置とを備え、前記主翼部は、前記羽ばたき機構からの動力伝達により相互に離間接近可能に動作する一対の翼本体を含み、これら翼本体の離間接近動作により前記推力を発生可能に構成され、前記推力偏向手段は、前記胴部に対する前記翼本体の姿勢を左右独立して任意に変化可能に設けられる、という構成を採っている。

40

【0007】

なお、本特許請求の範囲及び本明細書において、「機体」とは、羽ばたき型飛翔体全体の

50

総称として用いる。また、「推力」は、特に明記して区別しない限り、「揚力」をも含む概念として用いる。

【0008】

また、本特許請求の範囲及び本明細書において、図1の機体の垂直姿勢を基準として、「ロール」とは、同図中x軸となるロール軸回りの回転を意味し、「ピッチ」とは、同図中y軸となるピッチ軸回りの回転を意味し、「ヨー」とは、同図中上下方向となる鉛直方向に延びるz軸となるヨー軸回りの回転を意味する。

【0009】

更に、本特許請求の範囲及び本明細書において、位置若しくは方向を示す用語は、特に明記しない限り、図1の垂直姿勢を基準として、次のように定義する。「前」、「後」は、進行方向における「前」、「後」を意味し、図1において、z軸方向の上側が「前」で、同下側が「後」となる。また、「左」、「右」は、機体の進行方向に直交する横方向（図1中y軸方向）における進行方向の「左」、「右」を意味する。

【発明の効果】

【0010】

本発明の推力偏向手段により、左右独立した羽ばたき動作によって推力を左右独立して発生することができる翼本体について、胴部に対する姿勢を左右独立して任意に変化させることが可能となる。これにより、羽ばたき動作の調整及び胴部に対する翼本体の傾き調整を左右で変化させることができ、これら調整により、直交3軸回りの回転制御と方向転換等の移動制御をより広範に行うことができる。従って、このような構成により、補助翼や方向舵等の動翼等を別途設けることなく、羽ばたき翼に対する動作機構により、ヨー方向を含む直交3軸回りの回転制御範囲を拡大することができる。この結果、本発明によれば、機体の構成部品点数の削減による機体全体の小型化及び軽量化を図りつつ、多様な飛行制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施形態に係る羽ばたき型飛翔体の概略斜視図である。

【図2】羽ばたき動作手段の概略正面図である。

【図3】(A)は、ピッチ制御における主翼部18の動作説明のための概念図であり、(B)は、ヨー制御における主翼部18の動作説明のための概念図であり、(C)は、ロール制御における主翼部18の動作説明のための概念図である。

【図4】機体が垂直姿勢からピッチ方向の回転を伴う飛行に変化する状態を説明するための斜視図である。

【図5】機体が垂直姿勢からヨー方向の回転を伴う飛行に変化する状態を説明するための斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0013】

図1には、本実施形態に係る羽ばたき型飛翔体の概略斜視図が示されている。この図において、前記羽ばたき型飛翔体10は、機体に対して推力を発生させる羽ばたき動作を伴いながら、同図中x軸回りの回転運動（ロール）、同図中y軸回りの回転運動（ピッチ）、及び同図中z軸回りの回転運動（ヨー）を可能とする構成となっている。

【0014】

この羽ばたき型飛翔体10は、図1の垂直姿勢における上下方向となる機体の進行方向前後に延びる棒材からなる胴部11と、胴部11の前側（図1中上側）に配置されて羽ばたき動作を行うための羽ばたき動作手段12と、羽ばたき動作手段12の後方（同図中下方）に配置され、羽ばたき動作による推力の方向を変化させる推力偏向手段13と、羽ばたき動作手段12及び推力偏向手段13の動作制御を行う制御手段14と、胴部11の後側（図1中下側）に取り付けられる尾翼部16とを備えている。

【0015】

前記胴部11は、特に限定されるものではないが、カーボンロッド等の軽量且つ高強度の材質の棒材によってフレーム状に形成されている。

【0016】

前記羽ばたき動作手段12は、左右で独立した羽ばたき動作が可能となるように、胴部11を中心としてほぼ線対称に左右一対配置され、当該左右の羽ばたき動作手段12は、同一の構成となっている。また、各羽ばたき動作手段12は、推力偏向手段13での後述する推力偏向動作を左右独立して行えるように、それぞれ、胴部11に対し、図1中y軸回りとなるピッチ方向の相対回転を許容するように支持されている。

【0017】

以下の羽ばたき動作手段12に関する説明では、一方のみについて行い、それと同一の構成の他方の羽ばたき動作手段12の説明は省略する。

【0018】

前記羽ばたき動作手段12は、羽ばたき翼となる主翼部18と、主翼部18の羽ばたき動作を可能に動力伝達する羽ばたき機構19と、羽ばたき機構19を介した主翼部18の羽ばたき動作の駆動源となる1つの羽ばたき用モータ20（羽ばたき用駆動装置）とにより構成される。

【0019】

前記主翼部18は、図2に示されるように、羽ばたき機構19からの動力伝達により相互に離間接近可能に動作する一対の翼本体22A、22Bと、翼本体22A、22Bを支持するとともに、羽ばたき機構19に接続された翼フレーム24とからなる。

【0020】

前記各翼本体22A、22Bは、それぞれ同一の形状及びサイズに設けられており、それらが離間接近する羽ばたき動作により、それらの間から推力を発生させる素材及び形状をなす。なお、特に限定されるものではないが、本実施形態の翼本体22は、ポリエチレン製のフィルムにより形成され、直線状及び円弧状の外縁部分を有する楕円扇形に近似する形状となっている。なお、翼本体22は、本実施形態と同様の作用を奏する限りにおいて、種々の形状や材質等を採用することができる。

【0021】

前記翼フレーム24は、縦方向に延びる1本の縦ロッド26と、縦ロッド26の図2中上端側でそれぞれほぼ直交するように配置される2本の横ロッド27とからなる。

【0022】

前記縦ロッド26には、翼本体22A、22Bについて、図2中下方に延びる直線状の外縁部分のうち図2中下寄りの部位がそれぞれ固定されている。前記各横ロッド27には、翼本体22A、22Bが1枚ずつ取り付けられ、同図中左右に延びる直線状の外縁部分がそれぞれ固定されている。これら縦ロッド26及び横ロッド27は、特に限定されるものではないが、カーボンロッド等の軽量且つ高強度の材質の棒材で形成される。

【0023】

前記羽ばたき機構19は、図1及び図2に示されるように、各縦ロッド26の図1中上端側2箇所回転可能に取り付けられた2つの回転接続部29と、これら回転接続部29と羽ばたき用モータ20の間に繋がる動力伝達部30とからなる。

【0024】

前記動力伝達部30は、羽ばたき用モータ20の回転駆動により、縦ロッド26を回転軸として、2箇所の回転接続部29を相反する方向に回転させる伝達機構により構成される。すなわち、動力伝達部30は、羽ばたき用モータ20の正転逆転を繰り返すように駆動することで、一対の翼本体22A、22Bが離間接近し、前述の羽ばたき動作が可能となる。なお、ここでの伝達機構については、図示を簡略化しているが、リンク機構、ギア、回転軸等を適宜組み合わせた公知の構造からなり、本発明の本質部分でないため、構造の詳細な説明を省略する。

【0025】

10

20

30

40

50

前記羽ばたき用モータ20は、前述したように、その駆動により、羽ばたき機構19から主翼部18に動力が伝達され、主翼部18による羽ばたき動作が可能となる。特に限定されるものではないが、本実施形態では、羽ばたき用モータ20としてDCモータが用いられている。

【0026】

前記推力偏向手段13は、胴部11に対する翼本体22A、22Bの姿勢を左右独立して任意に変化可能に設けられており、左右それぞれの羽ばたき動作手段12について、それぞれ独立して、羽ばたき動作で発生する推力の方向を変化させるように機能する。

【0027】

この推力偏向手段13は、図1に示されるように、左右の羽ばたき動作手段12の各主翼部18にそれぞれ連なる一对の連結部材32と、これら各連結部材32を独立して動作させる動力源の2個のサーボモータからなる推力偏向モータ33（推力偏向用駆動装置）とを備えている。

【0028】

前記連結部材32は、胴部11の延出方向に沿って配置され、その一端側が、縦ロッド26の図1中下寄りの位置で当該縦ロッド26に沿ってスライド可能に接続されている。一方、連結部材32の他端側は、推力偏向モータ33の回転軸に接続されており、推力偏向モータ33の駆動により、連結部材32は、胴部11に対し、前記スライドを伴いながらピッチ方向に回転運動可能となっている。また、前述した通り、羽ばたき動作手段12は、胴部11に対してピッチ方向に回転可能に支持されているため、推力偏向モータ33の駆動に伴い、主翼部18を含む羽ばたき動作手段12全体がピッチ方向に回転運動し、胴部11に対する主翼部18の傾斜角度を変化させることができる。

【0029】

従って、左右独立して羽ばたき動作を行う各主翼部18は、推力偏向モータ33の駆動により、胴部11に対して左右独立してピッチ方向に傾くように変位する。このため、主翼部18の翼本体22A、22Bの離間接近動作を繰り返すことにより発生する推力の作用方向は、ピッチ軸回りで左右独立して変化可能となる。

【0030】

前記制御手段14は、図示省略した操作装置等からの操作者からの操作指令に対応し、前記各モータ20、33の駆動制御を行えるようになっている。つまり、制御手段14では、羽ばたき用モータ20の駆動制御により、それぞれの翼本体22A、22Bで発生する推力の大きさが左右独立して調整されるとともに、推力偏向モータ33の駆動制御により、当該推力の発生方向が左右独立して調整される。なお、制御手段14については、詳細な図示を省略しているが、前記操作装置からの操作指令信号を受信可能な無線モジュールや各種の電子部品からなる処理回路等を含むコンピュータが組み込まれたボード等からなり、当該ボードは、例えば、胴部11に固定される。

【0031】

前記尾翼部16は、特に限定されるものではないが、胴部11の後端部分で相互に直交するように4枚固定されており、後述する飛行を可能に、空気力学等を考慮した形状及び材質によって形成されている。

【0032】

なお、以上の構成の羽ばたき型飛翔体10について、各構成要素のサイズ、重量、設置位置等の詳細な仕様に関しては、後述する飛行動作を実現可能となるようにそれぞれ設定される。

【0033】

次に、前記羽ばたき型飛翔体10の羽ばたき動作及び推力偏向動作につき、以下例示的に説明する。

【0034】

先ず、羽ばたき型飛翔体10が、図1に示されるように、尾翼部16が接地する垂直姿勢で自立した状態から、左右の羽ばたき用モータ20をそれぞれ異なる駆動方向で同一の駆

10

20

30

40

50

動力で回転させると、左右の主翼部 18 で相互に同一となる羽ばたき動作が開始される。この際、これら主翼部 18 では、同図中 1 点鎖線により概略的に示すように、それぞれ 2 枚の翼本体 22 A, 22 B 同士が離間接近動作を繰り返すことで、左右均一に推力が発生し、機体が垂直姿勢で上昇飛行する。なお、制御手段 14 により羽ばたき動作の速度を調整することで、羽ばたき型飛翔体 10 を垂直姿勢のままホバリングさせることができる。

【0035】

この状態から、推力偏向モータ 33 の駆動により、図 3 (A) に示されるように、左右の主翼部 18 をピッチ方向に回転しながら相互に同一となる方向に傾けると、当該主翼部 18 から発生した推力 F が鉛直方向から x 軸方向に傾き、機体にピッチトルクを発生させるピッチ制御がなされる。この結果、図 4 に示されるように、機体は、同図下側の垂直姿勢から、羽ばたき用モータ 20 の駆動制御による羽ばたき動作の調整により、各主翼部 18 側を進行方向の前方側とする同図上側の傾斜飛行状態、更には水平飛行状態に変化する。この際の機体の傾斜角度（ピッチ角）や姿勢変位速度は、各推力偏向モータ 33 の駆動量や駆動速度の制御により行われる。

【0036】

また、図 1 の垂直姿勢から、推力偏向モータ 33 の駆動により、図 3 (B) に示されるように、胴部 11 に対し、左右の主翼部 18 をピッチ方向に回転しながら相互に逆方向に傾けると、左右の主翼部 18 による推力 F の方向が反対方向となり、これにより、機体にヨートルクを発生させるヨー制御がなされる。この結果、図 5 に示されるように、機体は、同図下側の垂直姿勢から、羽ばたき用モータ 20 の駆動制御による羽ばたき動作の調整により、胴部 11 に沿う中心軸 C 回りに回転しながら上昇飛行し、或いは、上空で、中心軸 C 回りに回転しながらホバリングする飛行動作がなされる。この際の機体の回転角度（ヨー角）や姿勢変位速度は、各推力偏向モータ 33 の駆動量や駆動速度の制御により行われる。

【0037】

更に、図 1 の垂直姿勢から、左右の主翼部 18 の間で、各羽ばたき用モータ 20 の回転速度に差を付けると、図 3 (C) に示されるように、左右の主翼部 18 で発生する推力 F に差が生じ、当該推力 F の差により、機体にロールトルクを発生させるロール制御がなされる。この際の機体の回転角度（ロール角）や姿勢変位速度は、各羽ばたき用モータ 20 の駆動量や駆動速度の制御により行われる。

【0038】

以上のように、ピッチ方向の回転角であるピッチ角、ヨー方向の回転角であるヨー角、及びロール方向の回転角であるロール角は、羽ばたき用モータ 20 及び推力偏向モータ 33 の回転量及び回転方向によって左右独立して調整される。

【0039】

本実施形態によれば、左右の羽ばたき動作手段 12 の動作制御により、左右の主翼部 18 による羽ばたき動作の調整を左右独立して行えるとともに、機体のロール角の調整が可能となる。また、推力偏向手段 13 による左右の主翼部 18 の動作制御により、機体のピッチ角若しくはヨー角の調整が可能となる。従って、これら調整を左右間で同一若しくは非同一に行うことで、機体の移動速度の調整の他、所望とする方向転換等を任意に組み合わせることができる。その結果、羽ばたき型飛翔体 10 では、様々な機体の姿勢での飛行やホバリングが可能となり、急旋回やアクロバティックな飛行等、複雑で多様な飛行が実現可能となる。また、ヨー制御等を行う補助翼や方向舵等の動翼を羽ばたき翼と別に設ける必要がなく、機体全体の小型化及び軽量化に寄与することができる。

【0040】

なお、前記実施形態では、図示しない操作装置による操作者のマニュアル操作により、各種態様で羽ばたき型飛翔体 10 を飛行させるようにしたが、制御手段 14 として、機体の姿勢を検出する姿勢センサ、加速度センサ、位置センサ等を設け、当該各センサからの検出結果によるフィードバック制御により、予め指定した所望の飛行状態を維持できるように、各モータ 20, 33 の駆動制御による飛行制御を自動で行う自動制御機能を設けるこ

とも可能である。

【0041】

その他、本発明における装置各部の構成は図示構成例に限定されるものではなく、実質的に同様の作用を奏する限りにおいて、種々の変更が可能である。

【符号の説明】

【0042】

- 10 羽ばたき型飛翔体
- 11 胴部
- 12 羽ばたき動作手段
- 13 推力偏向手段
- 14 制御手段
- 18 主翼部
- 19 羽ばたき機構
- 20 羽ばたき用モータ（羽ばたき用駆動装置）
- 22A、22B 翼本体
- 33 推力偏向モータ（推力偏向用駆動装置）
- F 推力

10

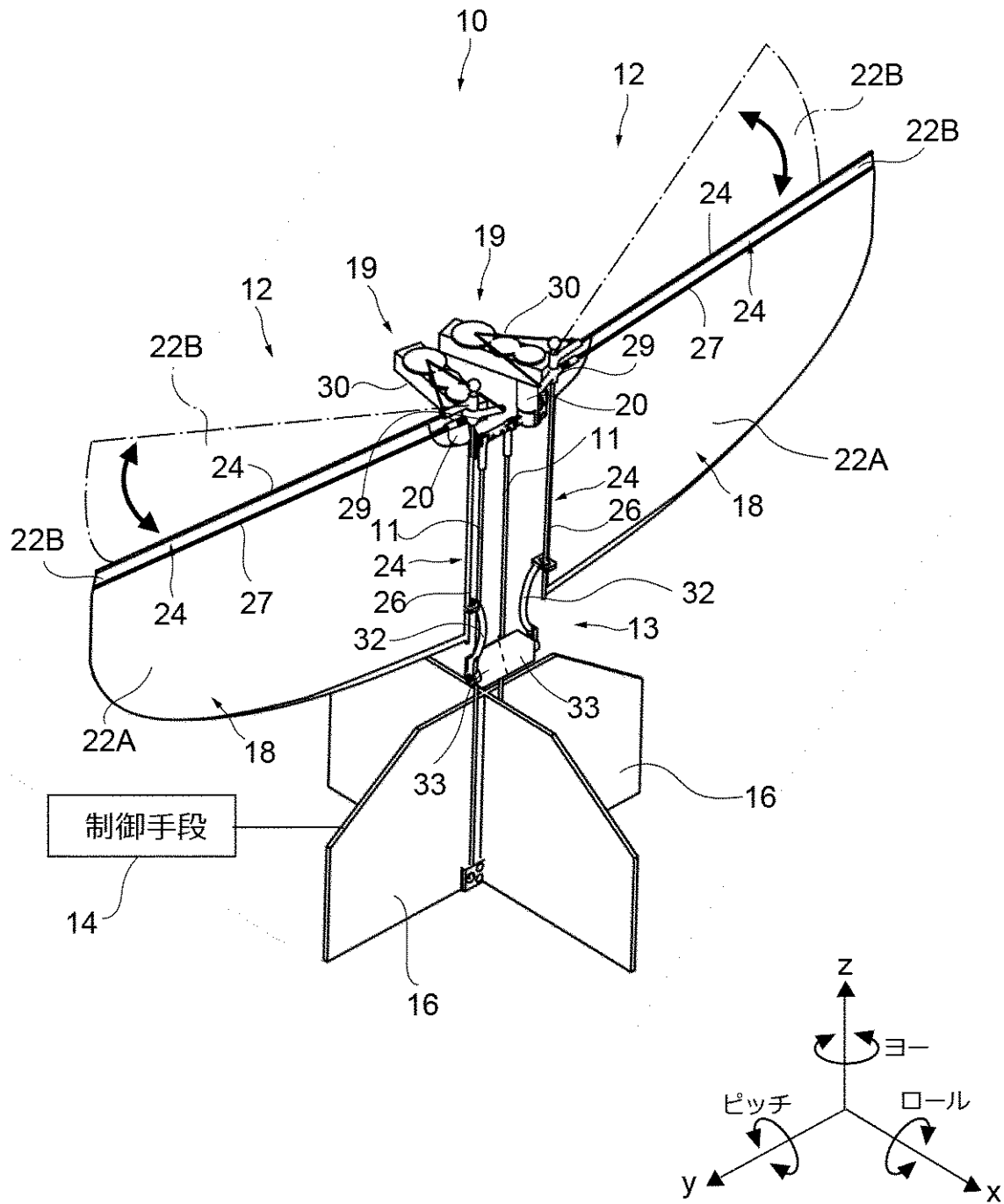
20

30

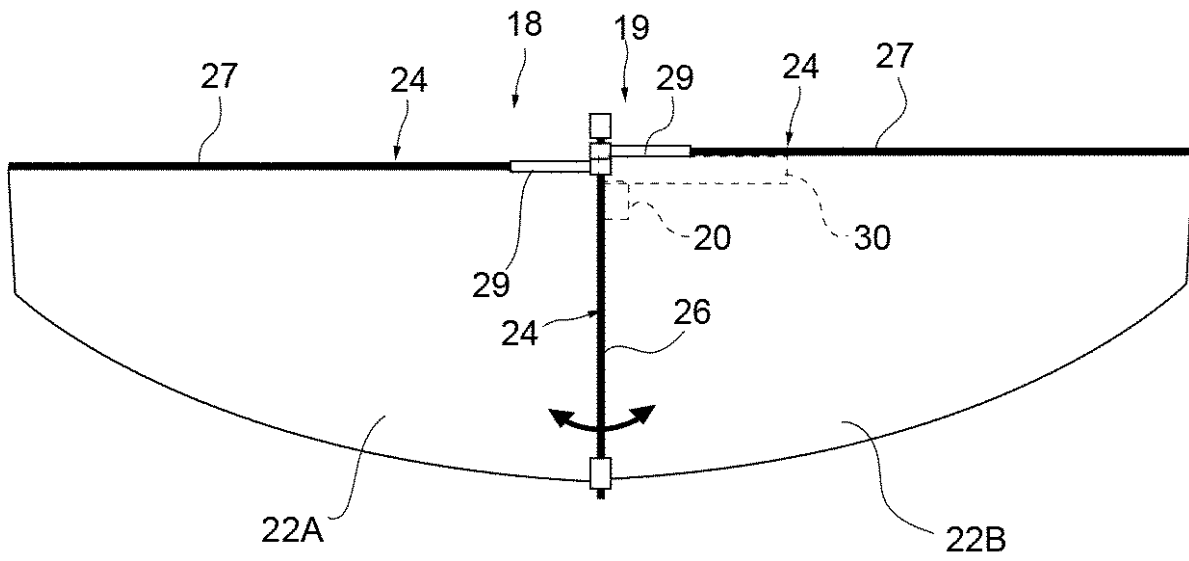
40

50

【図1】



【図 2】



10

20

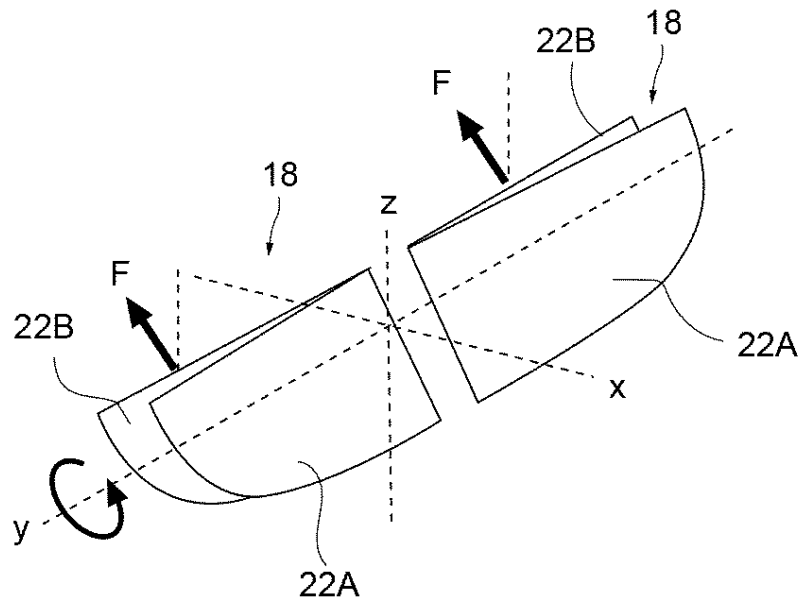
30

40

50

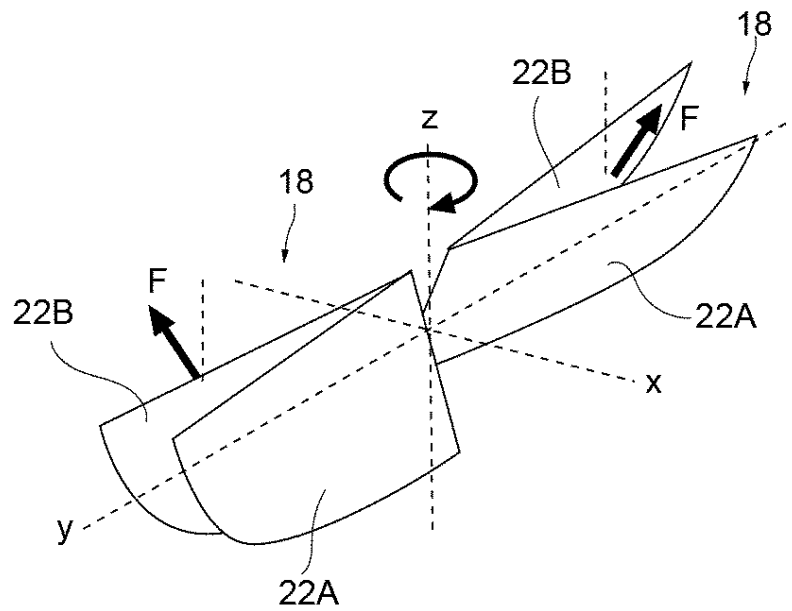
【図3】

(A)



10

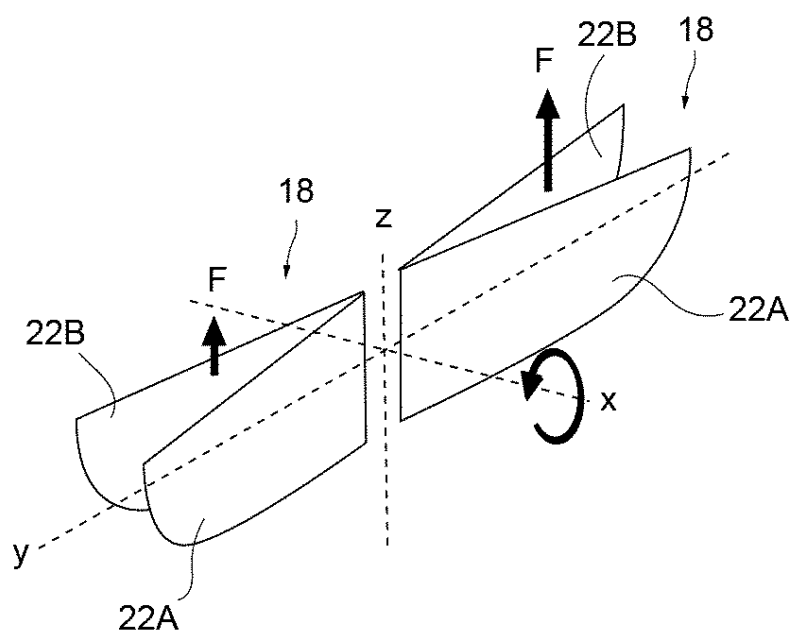
(B)



20

30

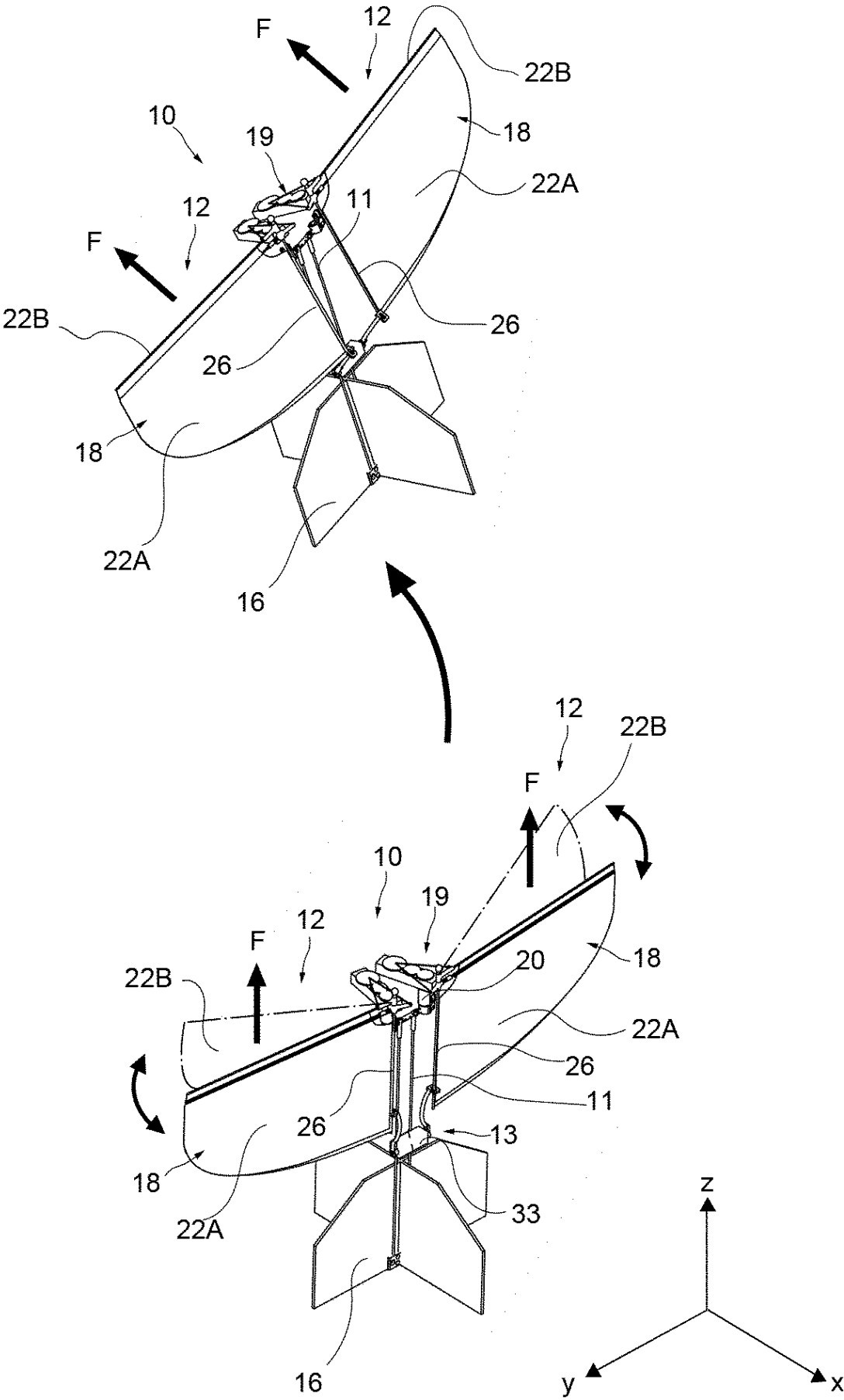
(C)



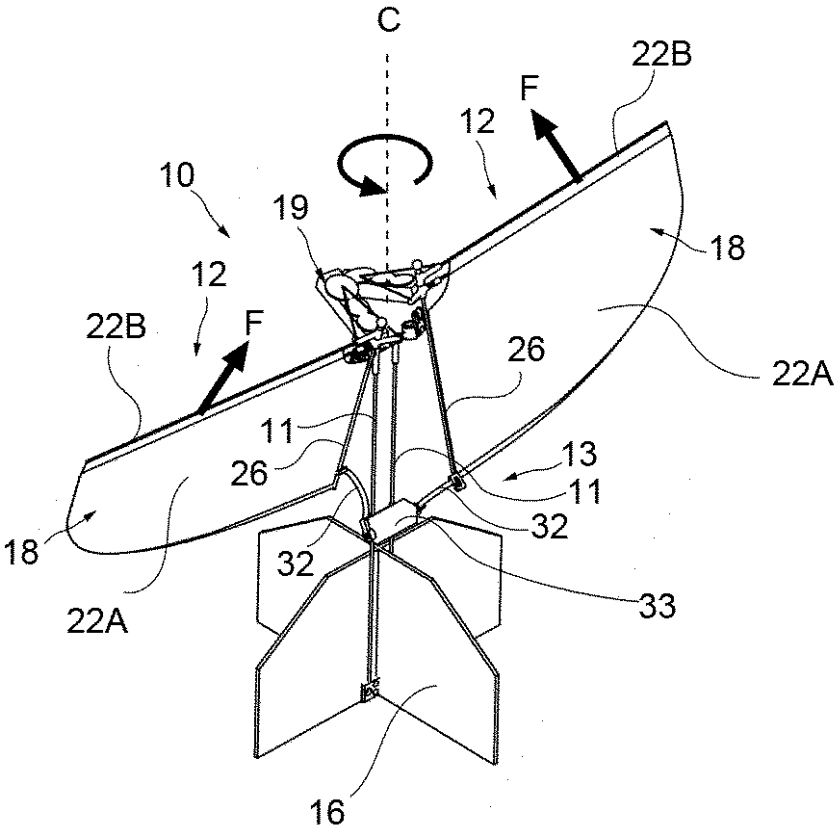
40

50

【図 4】

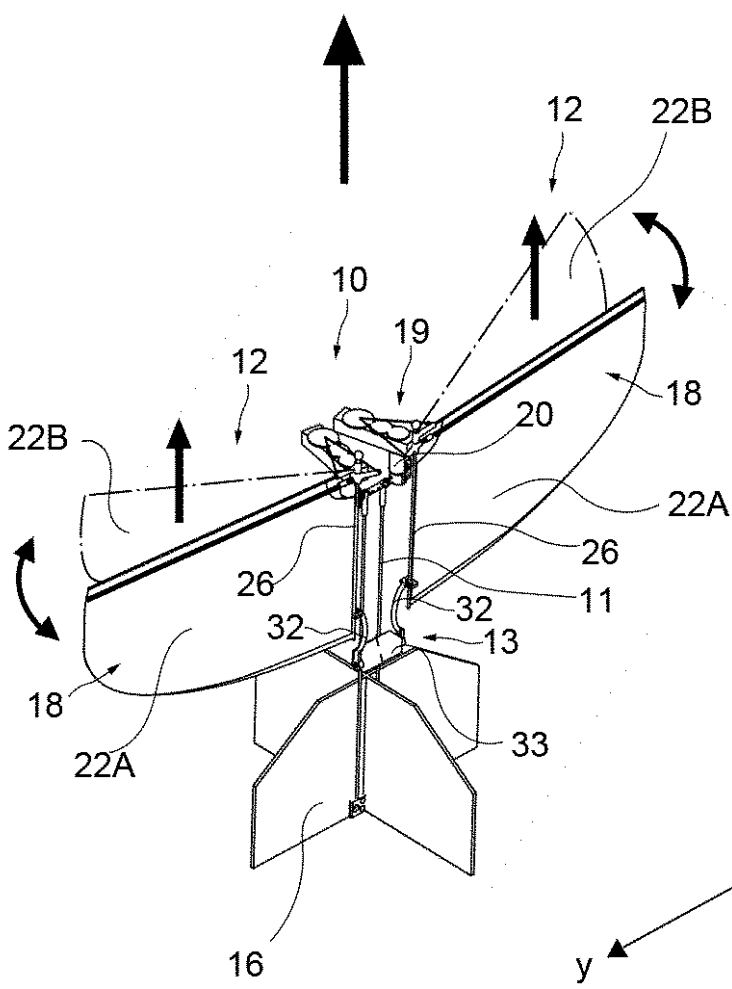


【図 5】



10

20



30

40

50