

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4150799号
(P4150799)

(45) 発行日 平成20年9月17日(2008.9.17)

(24) 登録日 平成20年7月11日(2008.7.11)

(51) Int.Cl. F I
B 6 4 C 33/02 (2006.01) B 6 4 C 33/02
A 6 3 H 27/28 (2006.01) A 6 3 H 27/28

請求項の数 7 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-533258 (P2007-533258)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成18年8月29日 (2006.8.29)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2006/316989</p> <p>(87) 国際公開番号 W02007/026701</p> <p>(87) 国際公開日 平成19年3月8日 (2007.3.8)</p> <p>審査請求日 平成20年2月14日 (2008.2.14)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2005-249996 (P2005-249996)</p> <p>(32) 優先日 平成17年8月30日 (2005.8.30)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 504174135 国立大学法人九州工業大学 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号</p> <p>(74) 代理人 100090697 弁理士 中前 富士男</p> <p>(74) 代理人 100127155 弁理士 来田 義弘</p> <p>(72) 発明者 平木 講儒 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学内</p> <p>(72) 発明者 後藤 尚史 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学内</p> <p>審査官 杉山 悟史</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 羽ばたき式飛行装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(1) 胴体部と、
 (2) 回転駆動源によって回転駆動され、回転軸が前記胴体部に対して左右方向を向いて該胴体部に配置されるクランク部材、及び該クランク部材に連結されて前後動すると共に上下動するクランクロッドを有するクランク機構と、
 (3) 前記胴体部の軸心の直上にあつて、前記クランクロッドの上端部にその前端部が一定角度で連結された背骨材と、
 (4) 前記背骨材の前端部に内側端部が回動可能に連結された左右の翼前支持材と、前記背骨材を中心にして左右の前記翼前支持材の間に張られかつ中央部で前記背骨材に固定されて折れ曲がり可能な翼シートとを有する左右対となる翼体と、
 (5) 前記胴体部に揺動可能に取付けられて、前記左右の翼前支持材の中間部をそれぞれ支持する左右の揺動支持部材とを有し、
 前記クランク部材の回転によって前記クランクロッドを昇降し、前記対となる翼体を上下に動かすフラッピング運動と、前記対となる翼体に捺じり動作を与えるフェザリング運動とを同時に与え、
しかも、前記左右の揺動支持部材は、それぞれ前記胴体部に下端部が連結される前側斜め部材と後側斜め部材とを有することを特徴とする羽ばたき式飛行装置。

【請求項2】

請求項1記載の羽ばたき式飛行装置において、前記クランク部材は回転円板と、その周囲

に設けられたピンを有し、前記クランクロッドの下端部は前記ピンに回転自由に連結されていることを特徴とする羽ばたき式飛行装置。

【請求項 3】

請求項 1 及び 2 のいずれか 1 項に記載の羽ばたき式飛行装置において、前記前側斜め部材及び前記後側斜め部材のいずれか一方又は双方は、前後動調整可能に前記胴体部に取付けられていることを特徴とする羽ばたき式飛行装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の羽ばたき式飛行装置において、前記前側斜め部材及び前記後側斜め部材のいずれか一方又は双方は、上下動調整可能に前記胴体部に取付けられていることを特徴とする羽ばたき式飛行装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の羽ばたき式飛行装置において、前記前側斜め部材及び前記後側斜め部材のいずれか一方又は双方は、伸縮調整可能になっていることを特徴とする羽ばたき式飛行装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の羽ばたき式飛行装置において、前記クランクロッドは、伸縮調整可能になっていることを特徴とする羽ばたき式飛行装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の羽ばたき式飛行装置において、前記クランク部材の回転駆動源として、ゴム巻き動力、モータ又はエンジンを有することを特徴とする羽ばたき式飛行装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、胴体部の両側に設けられた翼を羽ばたかせて推進力と揚力を発生させて飛行する羽ばたき式飛行装置に関する。

【背景技術】

【0002】

翼の羽ばたき動作の主運動である翼の打ち上げ及び打ち下ろしの往復運動（フラッピング運動ともいう）は、胴体に搭載したモータ等の回転動力源により発生させた回転運動をクランクを利用してある支点回りの往復回転運動に変換することで実現している。ここで、図 18 に示すように、羽ばたき式飛行装置 100 を、図示しない胴体に搭載された図示しない回転動力源と、胴体の中央部に取付けられた翼支持部材 102 と、翼支持部材 102 に中央の屈曲部 103 を介して折れ曲がり可能に連結される左右一対の翼 104、105 と、回転動力源に連結され進行方向に対して垂直な面内（左右に延びる垂直面内）で回転運動を行なうクランクピン 106 と、クランクピン 106 の先端部と翼 104、105 の各支持部 107、108 を接続するクランクシャフト 109、110 とを有して構成した場合、左右の翼 104、105 を打ち上げる（クランクピン 106 が下死点から上死点に向かう）とき及び左右の翼 104、105 を打ち下げる（クランクピン 106 が上死点から下死点に向かう）とき、クランクピン 106 に連結された 2 つのクランクシャフト 109、110 は対称的な運動を行なうことができない。このため、左右の翼 104、105 の動きは完全に対称とはならず、左右の翼 104、105 の動作には位相差が発生する。このため、羽ばたき式飛行装置 100 では左右のバランスが崩れて、羽ばたき式飛行装置 100 は左右に揺れ動きながら飛行を行なうことになる。

30

40

【0003】

一方、実際の鳥の翼の動かし方は、フラッピング運動だけでなく、翼の擦じりに関する往復運動（フェザリング運動又はピッチング運動ともいう）、翼を前方に押し出したり後退させたりする運動（リードラグ運動ともいう）、翼の支点自身を上下動する運動（ヒーピング運動ともいう）等の各種運動を組み合わせた自由度の大きな運動となっており、飛行中は各種運動を状況に応じて使い分けている。

50

【0004】

このため、翼の動作に、例えば、フラッピング運動とフェザリング運動を実現させるためには、フラッピング運動用とフェザリング運動用の回転動力源をそれぞれ搭載すればよいが、2つの回転動力源を搭載すると、胴体のサイズや重量が大きくなるため、飛行の面で不利となる。そこで、例えば、日本国特開2004-237975号公報に提案されているように、1つの回転動力源からフラッピング運動とフェザリング運動を得る羽ばたき装置として、回転している円板上でストッパーのついた小径円板を転がすことで、翼を前後方向に打ち上げ打ち下ろしするフラッピング運動を行なうと共に、打ち上げ打ち下ろしの切り返しのタイミングで揚力が大きくなるように翼を擦るフェザリング運動を与える装置が提案されている。

10

しかしながら、日本国特開2004-237975号公報に記載された発明では、翼を擦るフェザリング運動が円板上を小径円板が転がるという2次的な運動によって与えられるため、動力の伝達効率が悪く、実用的には揚力の向上を期待できないという問題がある。

【0005】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、1つの回転動力源から大きな推進力及び揚力を発生させるフラッピング運動とフェザリング運動を同時に行なうことが可能な羽ばたき式飛行装置を提供することを目的とする。

【発明の開示】

【0006】

前記目的に沿う第1の発明に係る羽ばたき式飛行装置は、(1)胴体部と、(2)回転駆動源によって回転駆動され、回転軸が前記胴体部に対して左右方向を向いて該胴体部内に配置されるクランク部材、及び該クランク部材に連結されて前後動すると共に上下動するクランクロッドを有するクランク機構と、(3)前記胴体部の軸心の直上において、前記クランクロッドの上端部にその前端部が一定角度で連結された背骨材と、(4)前記背骨材の前端部に内側端部が回動可能(屈曲自在)に連結された左右の翼前支持材と、前記背骨材を中心にして左右の前記翼前支持材の間に張られかつ中央部で前記背骨材に固定されて折れ曲がり可能な翼シートとを有する左右対となる翼体と、(5)前記胴体部に揺動(傾動)可能に取付けられて、前記左右の翼前支持材の中間部をそれぞれ支持する左右の揺動支持部材とを有し、前記クランク部材の回転によって前記クランクロッドを昇降し、前記対となる翼体を上下に動かすフラッピング運動と、前記対となる翼体に擦り動作を与えるフェザリング運動とを同時に与える。

20

30

【0007】

即ち、クランク部材に連結された1つの回転駆動源(例えば、モータやエンジン)を回転させることによって、クランクロッドを胴体部に対して前後動すると共に上下動させることができる。クランクロッドの上端部と背骨材の前端部は一定角度で連結され、クランクロッドの傾き及び昇降によって、背骨材も揺動並びに上下動する。そして、背骨材の前端部には、左右に伸びる翼前支持材が回動可能に連結され、かつこの翼前支持材の中間部は胴体部の左右に揺動可能に取付けられた揺動支持部材によって支持されているので、クランクロッドの昇降及び揺動によって、背骨材と左右の翼前支持材が連動する。これによって、背骨材を中心にして左右の翼前支持材との間に張られた翼シートを有する翼体のフラッピング及びフェザリング運動が1つの回転駆動源により実現可能となるとともに、フラッピング運動のみの場合に比べ、揚力及び推進力を増大させることが可能となる。

40

【0008】

なお、クランクロッドの長さ、クランクロッドに背骨材を固着する際の角度、及び左右の揺動支持部材が連結される左右の翼前支持材の途中位置を変更することにより、左右の翼体のフラッピング運動に対して連成させるフェザリング運動のタイミングを設定することが可能になり、翼の打ち上げ時の抗力を小さくし、翼の打ち下げ時の上昇力を大きくすることができ、安定した揚力を発生させることが可能になる。

更に、左右の揺動支持部材が連結される翼前支持材の支持位置を変更することにより、総

50

フラッピング角度を調整することが可能となる。ここで、総フラッピング角度とは、胴体部を正面視して、翼体を最大に打ち上げた（即ち、左右対となる翼体の両先部を最上部にする）ときに翼前支持材が水平となす角度（上フラッピング角度）と、翼体を最大に打ち下げたときに翼前支持材が水平となす角度（下フラッピング角度）の和を指す。

【0009】

第2の発明に係る羽ばたき式飛行装置は、第1の発明に係る羽ばたき式飛行装置において、前記クランク部材は回転円板と、その周囲に設けられたピンを有し、前記クランクロッドの下端部は前記ピンに回転自由に連結されている。クランク部材に回転円板を用いることによって、慣性力を有効に利用してクランク部材の回転が円滑になり、更にその機構も簡略化され全長も短くなり、胴体部に横置きすることが容易となる。

10

【0010】

第3の発明に係る羽ばたき式飛行装置は、第1、第2の発明に係る羽ばたき式飛行装置において、前記左右の揺動支持部材は、それぞれ前記胴体部に下端部が連結される前側斜め部材と後側斜め部材とを有する。これによって、揺動支持部材をより強固に構成でき、翼前支持材の中間部を前後方向に容易に移動させないで支持することが可能となる。更に、揺動支持部材に加わる荷重を胴体部に分散させることができる。

【0011】

第4の発明に係る羽ばたき式飛行装置は、第3の発明に係る羽ばたき式飛行装置において、前記前側斜め部材及び前記後側斜め部材のいずれか一方又は双方は、前後動調整可能に前記胴体部に取付けられている。これによって、翼前支持材の中間部を回動自在に支持する位置を調節することができ、上フェザリング角度と下フェザリング角度の配分を調整することが可能になる。ここで、上フェザリング角度とは、胴体部を側面視して、背骨材の後端側が水平線（胴体部の軸心）より持ち上がった（即ち、背骨材が最も下向きとなった）状態の水平線と背骨材とのなす最大角度をいう。下フェザリング角度とは、胴体部を側面視して、背骨材の後端側が水平線（胴体部の軸心）より下がった（即ち、背骨材が最も上向きとなった）状態の水平線と背骨材とのなす最大角度をいう。なお、飛行中に上フェザリング角度と下フェザリング角度の配分を調整することにより、発生する空気力の大きさと方向を変化させることが可能になり、直進飛行から上昇又は下降飛行に移行することが可能になる。また、例えば、飛行中に回転駆動源を停止して、左右の揺動支持部材の上端部の位置を同時に胴体部に対して前後に移動させることにより、左右の翼体を所望の角度に設定することが可能になり、飛行の軌道を変更することができる。

20

30

【0012】

第5の発明に係る羽ばたき式飛行装置は、第3、第4の発明に係る羽ばたき式飛行装置において、前記前側斜め部材及び前記後側斜め部材のいずれか一方又は双方は、上下動調整可能に前記胴体部に取付けられている。また、第6の発明に係る羽ばたき式飛行装置は、第3～第5の発明に係る羽ばたき式飛行装置において、前記前側斜め部材及び前記後側斜め部材のいずれか一方又は双方は、伸縮調整可能になっている。

第5、第6の発明によって、左右の揺動支持部材の上端部の位置を胴体部に対して上下に変化させることができ、上フラッピング角度と下フラッピング角度の配分を調整することが可能になる。なお、飛行中に上フラッピング角度と下フラッピング角度の配分を調整することにより、発生する空気力の大きさと方向を変化させることが可能になり、飛行の軌道を変更することが可能になる。

40

【0013】

第7の発明に係る羽ばたき式飛行装置は、第1～第6の発明に係る羽ばたき式飛行装置において、前記クランクロッドは、伸縮調整可能になっている。これによって、背骨材の前端部の平均的位置を上下に変化させることが可能となり総フラッピング角度を変えることができる。またクランクロッドを伸縮することによって、クランクロッドの鉛直方向とのなす角を変化し、総フェザリング角度を自由に調整することが可能となる。ここで、総フェザリング角度とは、上フェザリング角度と下フェザリング角度の和を指す。

【0014】

50

そして、第 8 の発明に係る羽ばたき式飛行装置は、第 1 ~ 第 7 の発明に係る羽ばたき式飛行装置において、前記クランク部材の回転駆動源として、ゴム巻き動力、モータ又はエンジンを有する。これによって、この羽ばたき式飛行装置を飛ばすことができ、特にモータやエンジンを用いて、例えば、左右の揺動支持部材をそれぞれ構成する前側斜め部材や後側斜め部材の長さなどを無線を用いたリモートコントローラ等によって変えると、この羽ばたき式飛行装置の操縦を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】本発明の一実施例に係る羽ばたき式飛行装置の説明図である。

【図 2】(A)、(B) はそれぞれ同羽ばたき式飛行装置の一部切欠き側断面図、一部正断面図である。

10

【図 3】(A)、(B) はそれぞれ同羽ばたき式飛行装置の一部切欠き側断面図、一部正断面図である。

【図 4】(A)、(B) はそれぞれ同羽ばたき式飛行装置の一部切欠き側断面図、一部正断面図である。

【図 5】(A)、(B) はそれぞれ同羽ばたき式飛行装置の一部切欠き側断面図、一部正断面図である。

【図 6】同羽ばたき式飛行装置の翼体と屈曲部との連結状態を示す説明図である。

【図 7】同羽ばたき式飛行装置の翼体と揺動支持部材との連結状態を示す説明図である。

【図 8】(A) ~ (C) は同羽ばたき式飛行装置の揺動支持部材の説明図である。

20

【図 9】(A)、(B) はそれぞれ揺動支持部材と胴体部との連結状態を示す説明図である。

【図 10】翼体における総フラッピング角、上フラッピング角、及び下フラッピング角の説明図である。

【図 11】(A)、(B) は翼体における上フラッピング角と下フラッピング角の配分変化を示す説明図である。

【図 12】翼体における総フェザリング角、上フェザリング角、及び下フェザリング角の説明図である。

【図 13】翼体のフラッピング運動とフェザリング運動の連成状態を示す説明図である。

【図 14】(A)、(B) は翼体における上フェザリング角と下フェザリング角の配分変化を示す説明図である。

30

【図 15】(A)、(B) は胴体部に対する上支点部の上下位置の変化に伴う上フラッピング角と下フラッピング角の配分変化を示す説明図である。

【図 16】(A)、(B) は胴体部に対する上支点部の前後位置の変化に伴う上フェザリング角と下フェザリング角の配分変化を示す説明図である。

【図 17】(A)、(B) は胴体部に対する左右の上支点部の上下位置を独立に変化した場合の上フラッピング角と下フラッピング角の配分変化を示す説明図である。

【図 18】従来例に係る羽ばたき式飛行装置の説明図である。

【図 19】(A) はフラッピング運動とフェザリング運動を連動させた場合の風速と空気力(揚力方向)を示すグラフ、(B) はフラッピング運動のみの風速と空気力(揚力方向)の関係を示すグラフである。

40

【図 20】(A) はフラッピング運動とフェザリング運動を連動させた場合の風速と空気力(推力方向)を示すグラフ、(B) はフラッピング運動のみの風速と空気力(推力方向)の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施例につき説明し、本発明の理解に供する。

図 1 ~ 図 5 に示すように、本発明の一実施例に係る羽ばたき式飛行装置 10 は、胴体部 11 と、胴体部 11 の軸心の直上に設けられた背骨材 40 と、背骨材 40 の両側に設けられ

50

た左右一対の翼体 1 2、1 3 とを有している。以下、これらについて詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

図 2 (A)、(B) ~ 図 5 (A)、(B) に示すように、胴体部 1 1 は、例えば、底部材 1 4 と、底部材 1 4 の両側に平行に設けられた左、右側部材 1 5、1 6 と、底部材 1 4 及び左、右側部材 1 5、1 6 の前側に設けられる正面部材 1 7、底部材 1 4 及び左、右側部材 1 5、1 6 の後側に設けられる背面部材 1 8 を有している。

【 0 0 1 8 】

そして、胴体部 1 1 内には、胴体部 1 1 の前後方向に延びる垂直面内を回転するクランク部材 1 9 と、クランク部材 1 9 の回転駆動源 (図示せず) が搭載されている。ここで、クランク部材 1 9 は、その回転軸 2 0 が図示しない軸受を介して左側部材 1 5 に直交して取付けられ左側部材 1 5 に平行に配置された回転円板 2 0 a と、回転円板 2 0 a の縁部に回転軸 2 0 の軸心に平行に (偏心して) 取付けられたピン 2 1 とを有している。なお、回転軸 2 0 は、例えば、歯車等の図示しない動力伝達機構を介してモータ、エンジン、ゴム巻き動力等の回転駆動源の回転動力軸と接続している。また、ピン 2 1 の先部には、クランクロッド 2 2 の下端部が回動自在に連結されている。更に、クランクロッド 2 2 の途中には、例えば、ねじを用いた機械式の長さ伸縮機構 2 3 が設けられて、クランクロッド 2 2 の長さが伸縮可能になっている。クランク部材 1 9 及びクランクロッド 2 2 を有して、回転運動を上下運動 (前後方向に運動する場合も含む) に変えるクランク機構が形成される。

【 0 0 1 9 】

図 6 に示すように、左右一対の翼体 1 2、1 3 はそれぞれ、例えば、胴体部 1 1 の軸心直上に設けられた背骨材 4 0 の前端部を中心にして左右方向に直線状に延びる長尺の翼前支持材 2 4、2 5 と、左右の翼前支持材 2 4、2 5 とそれぞれ平行に、しかも、背骨材 4 0 の後端部を中心にして左右方向に配置される短尺の後側フレーム 2 6、2 7 と、左右の翼前支持材 2 4、2 5 の先端部及び左右の後側フレーム 2 6、2 7 の先端部をそれぞれ接続する左右の連結フレーム 2 8、2 9 とを有している。更に、翼体 1 2、1 3 は、左右の翼前支持材 2 4、2 5、左右の後側フレーム 2 6、2 7、及び左右の連結フレーム 2 8、2 9 全体を覆う 1 枚の翼シート 3 0 を有している。なお、この翼シート 3 0 の中央部は背骨材 4 0 に固定され、背骨材 4 0 を中心として中央部で折れ曲がり可能となっている。

【 0 0 2 0 】

ここで、左右の翼前支持材 2 4、2 5 の基端部 (中心側) は、前後方向に隙間を設けて平行に配置された取付け部材 3 1、3 2 の間にそれぞれ装入され、左右のピン 3 3 により取付け部材 3 1、3 2 に回動可能に取付けられて前側屈曲機構 3 4 を形成している。同様に、左右の後側フレーム 2 6、2 7 の基端部 (中心側) は、前後方向に隙間を設けて平行に配置された取付け部材 3 5、3 6 の間にそれぞれ装入されて、左右のピン 3 7 により取付け部材 3 5、3 6 に回動可能に取付けられて後側屈曲機構 3 8 を形成している。これによって、左右一対の翼体 1 2、1 3 は、前側屈曲機構 3 4 及び後側屈曲機構 3 8 を介して折れ曲がり可能に連結される。なお、前側屈曲機構 3 4、後側屈曲機構 3 8 及び背骨材 4 0 を有して屈曲部 3 9 が構成され、この屈曲部 3 9 に翼体 1 2、1 3 の内側端部が連結されている。

【 0 0 2 1 】

また、クランクロッド 2 2 の上端部には、背骨材 4 0 の前端部が一定角度 (この実施例では直角) で固着され、前側屈曲機構 3 4 はクランクロッド 2 2 の上部に、後側屈曲機構 3 8 は背骨材 4 0 の後端部にそれぞれ連結されている。

【 0 0 2 2 】

更に、左右一対の翼体 1 2、1 3 の翼前支持材 2 4、2 5 の途中位置には、揺動支持部材 4 1、4 2 の上端部にそれぞれ設けられた上支点部 4 3、4 4 が連結されている。ここで、上支点部 4 3、4 4 は、例えば、図 7、図 8 (A) ~ (C) に示すように、翼前支持材 2 4、2 5 の途中位置に設けられ翼前支持材 2 4、2 5 を挿通させてその軸心回りに回動可能に支持するフレーム受部材 4 5 と、フレーム受部材 4 5 を載置して両側から把持する

10

20

30

40

50

継手 4 5 a とを有している。

【 0 0 2 3 】

そして、継手 4 5 a は、フレーム受部材 4 5 を載置する台座部材 4 5 b と、台座部材 4 5 b の両側に設けられ台座部材 4 5 b に載置されたフレーム受部材 4 5 を挟む一对のピン受け部材 4 6、4 7 とを備え、ピン受け部材 4 6、4 7 にはフレーム受部材 4 5 の両側にそれぞれ設けられた短ピン部材 4 7 a が挿通する孔 4 7 b が設けられている。ここで、継手 4 5 a は揺動支持部材 4 1、4 2 の上端部に取付けられ、フレーム受部材 4 5 を挿通する翼前支持材 2 4、2 5 には、フレーム受部材 4 5 を挟むようにストッパー部材 4 7 c が設けられている。これによって、翼前支持材 2 4、2 5 に揺動及び回動可能に揺動支持部材 4 1、4 2 の上端部を連結することができる。

10

【 0 0 2 4 】

また、図 7、図 8 に示すように、左右の揺動支持部材 4 1、4 2 は、前側斜め部材 4 8、4 9 と後側斜め部材 5 0、5 1 をそれぞれ備え、図 9 に示すように、左の揺動支持部材 4 1 の前側斜め部材 4 8 及び後側斜め部材 5 0 の各下端部には、下端部を胴体部 1 1 の左側部材 1 5 にそれぞれ取付ける下支点部 5 2、5 3 が設けられ、右の揺動支持部材 4 2 の前側斜め部材 4 9 及び後側斜め部材 5 1 の各下端部には、下端部を胴体部 1 1 の右側部材 1 6 にそれぞれ取付ける下支点部 5 4、5 5 が設けられている。

【 0 0 2 5 】

ここで、前側斜め部材 4 8、4 9 の上端部にはフレーム受部材 4 5 が取付けられ、後側斜め部材 5 0、5 1 の上端部側には、後側斜め部材 5 0、5 1 の両側の部分を残して中央部に軸心方向に切り欠き部 5 4 a が形成されて、前側斜め部材 4 8、4 9 の上端部側は、この切り欠き部 5 4 a を挿通している。そして、切り欠き部 5 4 a を挿通している前側斜め部材 4 8、4 9 の上端部側には貫通孔 5 5 a がそれぞれ形成され、貫通孔 5 5 a には切り欠き部 5 4 a の両側の突出部 5 4 b にそれぞれ形成された孔 5 4 c を介して連結ピン 5 5 b が装入されている。また、下支点部 5 2 (5 4)、5 3 (5 5) は、例えば、図 9 (A)、(B) に示すように、前側斜め部材 4 8 (4 9) 及び後側斜め部材 5 0 (5 1) の下端部に設けられた孔を貫通するピン部材 5 6 と、ピン部材 5 6 の両端側を回動可能に支持する一对のピン受け部材 5 7、5 8 を備えて、前側斜め部材 4 8 (4 9) 及び後側斜め部材 5 0 (5 1) の下端部と回動可能に連結する回動連結機構 5 9 を有している。

20

【 0 0 2 6 】

更に、下支点部 5 2 (5 4)、5 3 (5 5) は、回動連結機構 5 9 を胴体部 1 1 の左側部材 1 5 (右側部材 1 6) に対して前後移動可能に支持する前後移動機構 6 0 と、左側部材 1 5 (右側部材 1 6) 上に設けられ前後移動機構 6 0 を左側部材 1 5 (右側部材 1 6) に対して上下移動可能となるように前後移動機構 6 0 の両側をそれぞれ支持する対となる上下移動機構 6 0 a を有している。ここで、前後移動機構 6 0 及び上下移動機構 6 0 a には、例えば、ねじを用いた機械式の長さ伸縮機構を使用することができる。更に、前側斜め部材 4 8、4 9 と後側斜め部材 5 0、5 1 の途中には、例えば、ねじを用いた機械式の長さ伸縮機構 6 1 ~ 6 4 が設けられて、前側斜め部材 4 8 (4 9) と後側斜め部材 5 0 (5 1) の長さが伸縮調整可能になっている。

30

【 0 0 2 7 】

このような構成とすることにより、前後移動機構 6 0 (上下移動機構 6 0 a) を駆動させることにより、回動連結機構 5 9 を介して前側斜め部材 4 8 (4 9) と後側斜め部材 5 0 (5 1) の下端をそれぞれ胴体部 1 1 に対しての前後 (上下) に移動させることができ、前側斜め部材 4 8 (4 9) と後側斜め部材 5 0 (5 1) の下端部を胴体部 1 1 に対して左右にそれぞれ揺動させることができる。

40

ここで、前後移動機構 6 0 を操作して、前側斜め部材 4 8 (4 9) 及び後側斜め部材 5 0 (5 1) にそれぞれ連結している回動連結機構 5 9 を同時に同一方向に実質的に同一距離だけ移動させると、前側斜め部材 4 8 (4 9) の上端が胴体部 1 1 に対する高さ位置を変えずに胴体部 1 1 に対して前後に移動することになり、上支点部 4 3 (4 4) を胴体部 1 1 に対する高さ位置を一定にして胴体部 1 1 に対して前後に移動させることができる。

50

【 0 0 2 8 】

また、前後移動機構 6 0 を操作して、前側斜め部材 4 8 (4 9) 及び後側斜め部材 5 0 (5 1) にそれぞれ連結している回動連結機構 5 9 を同時に反対方向に実質的に同一距離だけ移動させたり、上下移動機構 6 0 a を操作することにより、前側斜め部材 4 8 (4 9) の上端が胴体部 1 1 に対する前後位置を変えずに胴体部 1 1 に対して上下に移動することになり、上支点部 4 3 (4 4) を胴体部 1 1 に対する前後位置を一定にして胴体部 1 1 に対して上下に移動させることができる。更に、前後移動機構 6 0 及び上下移動機構 6 0 a を連動させることにより、前側斜め部材 4 8 (4 9) 及び後側斜め部材 5 0 (5 1) にそれぞれ連結している回動連結機構 5 9 を介して前側斜め部材 4 8 (4 9) の上端を胴体部 1 1 に対して前後及び上下に移動させて、上支点部 4 3 (4 4) を胴体部 1 1、更に詳細には、クランク部材 1 9 の軸心に対して前後及び上下に移動させることができる。上支点部 4 3 (4 4) の位置を前後方向に移動させると、これに伴い背骨材 4 0 の前後方向の位置、詳細にはクランク部材 1 9 の軸心に対する前後位置が変わる。

10

【 0 0 2 9 】

続いて、本発明の羽ばたき式飛行装置 1 0 の作用について説明する。

前後移動機構 6 0 を用いて胴体部 1 1 の左、右側部材 1 5、1 6 上における下支点部 5 2 ~ 5 5 の位置を決定して固定し、長さ伸縮機構 6 1 ~ 6 4 を用いて前側斜め部材 4 8、4 9 と後側斜め部材 5 0、5 1 の長さを決定して固定すると、前側斜め部材 4 8、4 9 と後側斜め部材 5 0、5 1 を二辺とする三角形の大きさが決まる。これにより、胴体部 1 1 に対して、上支点部 4 3、4 4 の上下及び前後位置がそれぞれ固定され、左右の翼体 1 2、1 3 は上支点部 4 3、4 4 との連結位置において胴体部 1 1 側に固定される状態になる。そして、回転駆動源を駆動させてクランク部材 1 9 を回転させると、ピン 2 1 に連結するクランクロッド 2 2 は上下動を繰り返し、クランクロッド 2 2 に固着する背骨材 4 0 も、胴体部 1 1 の軸心の直上にある平行線に対して上下に揺動を繰り返す。

20

【 0 0 3 0 】

このとき、左右の翼体 1 2、1 3 は、上支点部 4 3、4 4 との連結位置において胴体部 1 1 側に固定される状態であるので、屈曲部 3 9 を構成する前側屈曲機構 3 4 と後側屈曲機構 3 8 が上下動を行なうと、翼体 1 2、1 3 は中央の屈曲部 3 9 を介して上下に折れ曲がる動作を繰り返し、フラッピング運動が実現される。

ここで、クランク部材 1 9 の回転円板 2 0 a は胴体部 1 1 の前後方向に延びる垂直面内で回転するので、クランクロッド 2 2 は、正面視して胴体部 1 1 に対して上下動を行なうことになり、クランクロッド 2 2 の上下動と屈曲部 3 9 における翼体 1 2、1 3 の折れ曲がり動作は同期する。このため、各翼体 1 2、1 3 のフラッピング運動は対称に（位相差なく）行なわれる。これによって、翼体 1 2、1 3 の上下の空気が後方に安定して押し出されることになり、その反力として胴体部 1 1 に推進力を発生させることができる。

30

【 0 0 3 1 】

また、下支点部 5 2 ~ 5 5 には、それぞれ前側斜め部材 4 8、4 9 と後側斜め部材 5 0、5 1 の下端部を胴体部 1 1 の左、右側部材 1 5、1 6 に回動可能に連結する回動連結機構 5 9 が設けられているので、前側斜め部材 4 8、4 9 と後側斜め部材 5 0、5 1 の下端部は胴体部 1 1 に対して左右に揺動可能となる。このため、翼前支持材 2 4、2 5 の中間部に連結される上支点部 4 3、4 4 と前側屈曲機構 3 4 との間の距離を、例えば、図 2 (B)、図 4 (B) に示すように、翼前支持材 2 4、2 5 が水平状態のときに、正面視して揺動支持部材 4 1、4 2 がそれぞれ垂直又は垂直より外側に少し開くように予め調整し、クランクロッド 2 2 の下端部のピン 2 1 の位置をクランク部材 1 9 の回転円板 2 0 a の上下方向中央位置にしておくのが好ましい。これによって、図 3 (B) に示すように翼体 1 2、1 3 が最も打ち上げられた状態と、図 5 (B) に示すように翼体 1 2、1 3 が最も打ち下げられた状態の場合は、上支点部 4 3、4 4 が前側屈曲機構 3 4 側（内側）に寄るように、前側斜め部材 4 8、4 9 と後側斜め部材 5 0、5 1 は内側に揺動する。これによって、円滑なフラッピング運動を実現できる。なお、この実施例においては、翼体が打ち上げられたとは、翼体の先側が上がった状態を、翼体が打ち下げられたとは翼体の先部が下

40

50

った状態をいう。

【 0 0 3 2 】

図 3 (A)、(B) に示すようにクランクロッド 2 2 の下端が胴体部 1 1 に対して最下点位置にあるとき、前側屈曲機構 3 4 と後側屈曲機構 3 8 も胴体部 1 1 に対して最下点位置にあり、翼体 1 2、1 3 は中央の屈曲部 3 9 を介して上側に最大に折れ曲がり、翼体 1 2、1 3 は最も打ち上げた状態になる。また、図 5 (A)、(B) に示すようにクランクロッド 2 2 の下端が胴体部 1 1 に対して最上点位置にあるとき、前側屈曲機構 3 4 と後側屈曲機構 3 8 も胴体部 1 1 に対して最上点位置にあり、翼体 1 2、1 3 は中央の屈曲部 3 9 を介して下側に最大に折れ曲がり、翼体 1 2、1 3 は最も打ち下げた状態になる。そして、図 1 0 に示すように、翼体 1 2、1 3 を最も打ち上げた状態で翼前支持材 2 4、2 5 が水平となす上フラッピング角 α_u と翼体 1 2、1 3 を最も打ち下げた状態で翼前支持材 2 4、2 5 が水平となす下フラッピング角 α_d の和が総フラッピング角 α となり、総フラッピング角度 α の大きさに応じて推進力が変化する。

10

【 0 0 3 3 】

なお、図 1 1 (A)、(B) に示すように、翼体 1 2 と上支点部 4 3 との連結位置を P 点から Q 点に移動させて連結位置と前側屈曲機構 3 4 との間の距離を大きくすると、翼体 1 2 が中央の屈曲部 3 9 において上方に折れ曲がる際の上フラッピング角が α_{uP} から α_{uQ} ($\alpha_{uQ} < \alpha_{uP}$) に変化し、翼体 1 2 が中央の屈曲部 3 9 において下方に折れ曲がる際の下フラッピング角を α_{dP} から α_{dQ} ($\alpha_{dQ} < \alpha_{dP}$) に変化させることができ、総フラッピング角 α を $\alpha_{uP} + \alpha_{dP}$ から $\alpha_{uQ} + \alpha_{dQ}$ に減少させることができる。従って、作製する羽ばたき式飛行装置 1 0 の仕様に応じて、翼体 1 2 と上支点部 4 3 との連結位置を調整し総フラッピング角度 α を設定する。

20

【 0 0 3 4 】

左右の翼体 1 2、1 3 において、揺動支持部材 4 1、4 2 の上支点部 4 3、4 4 の胴体部 1 1 に対する前後方向の位置が固定されているので、前側屈曲機構 3 4 が上下動を行なっても、前側屈曲機構 3 4 の胴体部 1 1 に対する前後位置は略一定に保持される。従って、クランクロッド 2 2 の下端部がピン 2 1 と共に回転軸 2 0 の回りを回転移動する際、図 1 2 に示すように、前側屈曲機構 3 4 に連結するクランクロッド 2 2 の上端部の胴体部 1 1 に対する前後位置は一定に保持されて、クランクロッド 2 2 は上下する。この場合、クランクロッド 2 2 の上端部は胴体部 1 1 に対して前後方向は一定に保持されているが、上下方向には移動し、これに伴い一定角度で連結されている背骨材 4 0 の前端部もクランクロッド 2 2 の上端部と同じ運動を繰り返す。なお、図 1 2 ではクランク部材 1 9 の軸心の直上に背骨材 4 0 の前端部が位置しておらず、背骨材 4 0 の前端部がクランク部材 1 9 の軸心より前側に位置する例を示している。これによって、上フェザリング角 β_u が下フェザリング角 β_d より大きくなる。

30

【 0 0 3 5 】

そして、クランクロッド 2 2 の上端部の上下動に連動して、背骨材 4 0 が揺動を繰り返すと、屈曲部 3 9 の後側屈曲機構 3 8 の位置が前側屈曲機構 3 4 に対して上下及び前後に変化する。このため、翼体 1 2、1 3 のフラッピング運動を行ないながら、翼体 1 2、1 3 を胴体部 1 1 の進行方向に対して傾斜する（捻じる）フェザリング運動を行なうことができる。ここで、クランクロッド 2 2 の下端がクランク部材 1 9 の最上点位置にあって翼体 1 2、1 3 が最も打ち下げた状態からクランクロッド 2 2 の下端がクランク部材 1 9 の最下点位置にあって翼体 1 2、1 3 が最も打ち上げた状態に向かう際に、図 2 (A)、(B) に示すように、胴体部 1 1 の進行方向に対して翼体 1 2、1 3 を、翼体 1 2、1 3 の前側が上になるように傾ける。また、クランクロッド 2 2 の下端がクランク部材 1 9 の最下点位置にあって翼体 1 2、1 3 が最も打ち上げた状態からクランクロッド 2 2 の下端がクランク部材 1 9 の最上点位置にあって翼体 1 2、1 3 が最も打ち下げた状態に向かう際に、図 4 (A)、(B) に示すように、胴体部 1 1 の進行方向に対して翼体 1 2、1 3 を、翼体 1 2、1 3 の前側が下になるように傾ける。以上のようにすると、図 1 3 に示すように、翼体 1 2、1 3 の打ち下げ時には推進力と共に打ち下げの反力としての揚力を効率的

40

50

に得ることができ、翼体 12、13 の打ち上げ時には推進力と共に打ち上げの反力として
の下向き力を小さくすることができる。これによって、羽ばたき式飛行装置 10 は飛行を
行なうことができる。なお、揚力と下向き力との関係は、背骨材 40 の前端部の位置がク
ランク部材 19 の軸心に対して前側にあるか、後側にあるかで変わる。従って、後側斜め
部材 50、51、前側斜め部材 48、49 の胴体部 11 への取り付け位置、その長さを変
更することによって背骨材 40 の前端部の位置を調整できる。

【0036】

そして、図 12 に示すように、翼体 12、13 が前側を上にして最も傾いた状態で背骨材
40 が水平となす下フェザリング角 θ_d と翼体 12、13 が前側を下にして最も傾いた状
態で背骨材 40 が水平となす上フェザリング角 θ_u の和が総フェザリング角 θ となり、総
フェザリング角 θ の大きさと、上フェザリング角 θ_u 及び下フェザリング角 θ_d の配分によ
り、揚力及び下向き力を変化させることができる。従って、作製しようとする羽ばたき式
飛行装置 10 の飛行性能に応じて、総フェザリング角 θ の大きさと、上フェザリング角
 θ_u 及び下フェザリング角 θ_d の配分を決定する。なお、この配分は背骨材 40 の前端部の前
後方向位置、クランクロッド 22 の長さによって変わる。背骨材 40 の前端部の位置は、
前側斜め部材 48、49 及び後側斜め部材 50、51 によって調整できる。

10

【0037】

なお、図 14 (A)、(B) に示すように、長さ伸縮機構 23 を駆動させクランクロッド
22 の長さを長くして、前側屈曲機構 34 を D 点から E 点にすると、翼体 12、13 が最
も下向き傾斜した状態で背骨材 40 が水平となす上フェザリング角は θ_{uD} から θ_{uE} ($<$
 θ_{uD}) に変化し、翼体 12、13 が最も上向き傾斜した状態で背骨材 40 が水平となす下フ
ェザリング角は θ_{dD} から θ_{dE} ($<$ θ_{dD}) に変化させることができ、総フェザリング角 θ を
 $\theta_{uD} + \theta_{dD}$ から $\theta_{uE} + \theta_{dE}$ に減少させることができる。従って、作製しようとする羽ばた
き式飛行装置 10 の飛行性能に応じて、クランクロッド 22 の伸縮範囲を決定し総フェザ
リング角度 θ を設定する。

20

【0038】

ここで、下支点部 52 ~ 55 の位置を変えずに、前側斜め部材 48、49 及び後側斜め部
材 50、51 に設けられている長さ伸縮機構 61 ~ 64 を連動して駆動させて前側斜め部
材 48、49 及び後側斜め部材 50、51 の長さを伸縮すると、例えば、図 15 (A)、
(B) に示すように、上支点部 43 の胴体部 11 に対する高さ位置を R 点から S 点に移動
させて低くすると、総フラッピング角 θ を一定にして、上フラッピング角を θ_{uR} から θ_{uS}
($<$ θ_{uR}) に、下フラッピング角を θ_{dR} から θ_{dS} ($>$ θ_{dR}) にそれぞれ変化させて、上フ
ラッピング角と下フラッピング角の配分を変化させることができる。

30

【0039】

一方、前側斜め部材 48、49 及び後側斜め部材 50、51 の長さを変えずに、前後移動
機構 60 を駆動させて下支点部 52 ~ 55 の位置を変化させると、図 16 (A)、(B)
に示すように、上支点部 43、44 を胴体部 11 に対して前側に移動することができ、総
フェザリング角 θ を一定にして、上フェザリング角を θ_{uF} から θ_{uG} ($>$ θ_{uF}) に、下フェ
ザリング角を θ_{dF} から θ_{dG} ($<$ θ_{dF}) にして、上フェザリング角と下フェザリング角の配
分を変化させることができる。これによって、飛行中に上フラッピング角と下フラッピ
ング角の配分及び上フェザリング角と下フェザリング角の配分を調整して推進力と揚力を変
えることができ、羽ばたき式飛行装置 10 の例えば、上昇角及び下降角を調整できる。

40

【0040】

また、飛行中に、例えばリモコン装置等によって、前側斜め部材 48 及び後側斜め部材 5
0 にそれぞれ設けられている長さ伸縮機構 61、63 と、前側斜め部材 49 及び後側斜め
部材 51 にそれぞれ設けられている長さ伸縮機構 62、64 を独立して駆動させることに
より、前側斜め部材 48、49 及び後側斜め部材 50、51 の長さを独立に伸縮すること
ができ、例えば、図 17 (A)、(B) に示すように、左の翼体 12 と連結する上支点部
43 の胴体部 11 に対する高さ位置を、右の翼体 13 と連結する上支点部 44 の胴体部 1
1 に対する高さ位置より高くすることができる。

50

これによって、翼体 1 2 の上フラッピング角 u_{12} を翼体 1 3 の上フラッピング角 u_{13} より大きくし、翼体 1 2 の下フラッピング角 d_{12} を翼体 1 3 の下フラッピング角 d_{13} より小さくすることができる。その結果、翼体 1 2 に加わる空気力の大きさ及び方向と、翼体 1 3 に加わる空気力の大きさ及び方向を別々に変えることができ、尾翼を用いることなく直進飛行から旋回飛行に移行することが可能になる。

【0041】

更に、回転駆動源の運転を止めて左右の翼体 1 2、1 3 のフラッピング運動及びフェザリング運動を停止させて羽ばたき式飛行装置 1 0 が慣性飛行を行なっているときに、例えば、リモコン装置によって、前後駆動機構 6 0 を操作して回動連結機構 5 9 を同時に同一方向に実質的に同一距離だけ移動させて上支点部 4 3 (4 4) の胴体部 1 1 に対する高さ位置を一定にして胴体部 1 1 に対して前後に移動させると、左右の翼体 1 2、1 3 の迎え角を変更することができ、翼体 1 2、1 3 に働く空気力のベクトルを変化させて、上昇飛行又は下降飛行に移行できる。なお、回動連結機構 5 9 を同時に反対方向に実質的に同一距離だけ移動させて上支点部 4 3 (4 4) の胴体部 1 1 に対する前後位置を一定にして胴体部 1 1 に対して上下に移動させても、回動連結機構 5 9 を独立に移動させて上支点部 4 3 (4 4) を胴体部 1 1 に対して前後及び上下に移動させるようにして、左右の翼体 1 2、1 3 の迎え角を変更することもできる。

【0042】

また、回転駆動源の運転を止めて左右の翼体 1 2、1 3 のフラッピング運動及びフェザリング運動を停止させて羽ばたき式飛行装置 1 0 が慣性飛行を行なっているときに、左右の揺動支持部材 4 1、4 2 の前後駆動機構 6 0 及び上下移動機構 6 0 a のいずれか一方又は双方をそれぞれ独立に操作して、左右の上支点部 4 3、4 4 の胴体部 1 1 に対する上下位置、又は胴体部 1 1 に対する前後及び上下位置が異なるようにする。これによって、左右の翼体 1 2、1 3 で迎え角が異なることにより左右の翼体 1 2、1 3 に作用する空気力のベクトルも異なり、旋回飛行に移行することができる。

【実験例】

【0043】

次に、図 1 9、図 2 0 を参照しながら、フラッピング運動にフェザリング運動を加えた場合の作用、効果を確認する実験について説明する。

図 1 9 (A) はフラッピング運動とフェザリング運動を連動させた場合の風速と空気力 (揚力方向) を示すグラフ、(B) はフラッピング運動のみの風速と空気力 (揚力方向) の関係を示すグラフである。フラッピング運動のみの場合は、風速 (横軸) を上げてても仰角を増やさなければ正の揚力は生じないが、フェザリング運動と連動させるとほぼどの仰角でも正の揚力を生じている。

【0044】

図 2 0 (A) はフラッピング運動とフェザリング運動を連動させた場合の風速と空気力 (推力方向) を示すグラフ、(B) はフラッピング運動のみの風速と空気力 (推力方向) の関係を示すグラフである。風速 (横軸) を上げると抵抗が増すので、フラッピング運動のみの場合は、推力は負の値になってしまうが、フラッピング運動とフェザリング運動を連動させると風速を増してもほぼ正の推力を発生している。

【0045】

以上、本発明の実施例を説明したが、本発明は、この実施例に限定されるものではなく、発明の要旨を変更しない範囲での変更は可能であり、前記したそれぞれの実施例や変形例の一部又は全部を組み合わせると本発明の羽ばたき式飛行装置を構成する場合も本発明の権利範囲に含まれる。

例えば、本発明の羽ばたき式飛行装置には尾翼を設けなかったが、尾翼を取付けることもできる。尾翼を取付けることにより、左右の翼体を羽ばたかせた際の反力で胴体部が揺れるのを防止でき、安定した飛行を行なうことができる。また、飛行中に、翼体の羽ばたき動作を行わない状態でも、左右の翼体と連結する上支点部の胴体部に対する上下及び前後位置を変化することにより、直進飛行から上昇飛行、下降飛行、及び旋回飛行のいずれ

10

20

30

40

50

か1に移行することが可能になる。

なお、クランクロッド22、背骨材40、翼前支持材24、25、後側フレーム26、27、揺動支持部材41、42の連結はピン又は軸を用いて回動可能に連結しているが、弾性部材又は自由に繰り返し折り曲げ可能な部材を用いて、回動可能又は繰り返し屈曲可能に連結することもできる。

【0046】

また、飛行中に、前側斜め部材及び後側斜め部材の長さを独立に伸縮させながら、下支点部の位置をそれぞれ独立に変化させることにより、左右の翼体のフラッピング角及びフェザリング角を同時に独立に変化させて、羽ばたき式飛行装置に作用する空気力のベクトルを変化させることもできる。

【産業上の利用可能性】

【0047】

本発明に係る羽ばたき式飛行装置の産業上の利用分野として、次の分野がある。

(1) 模型飛行機等の玩具分野

回転動力源が1つで、簡単な機構で左右の翼体のフラッピング運動及びフェザリング運動を実現しているので、低コストで故障発生が少ない玩具を提供できる。

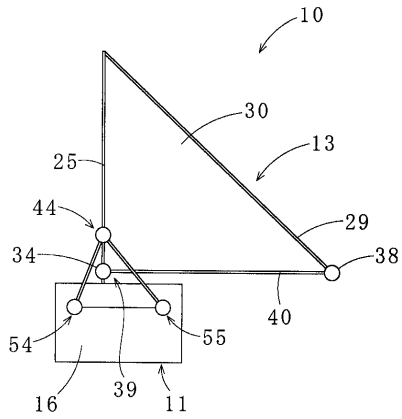
(2) 災害救援ロボット分野

無線操縦化して撮影装置(例えば、CCDカメラや赤外線カメラ)を搭載することによって、例えば半倒壊した建物の中など、狭くあるいは危険で容易に人間の近づけない場所にいち早く到着して生存者を発見するなど、災害発生時の迅速な被災状況把握や人命救助が可能になる。

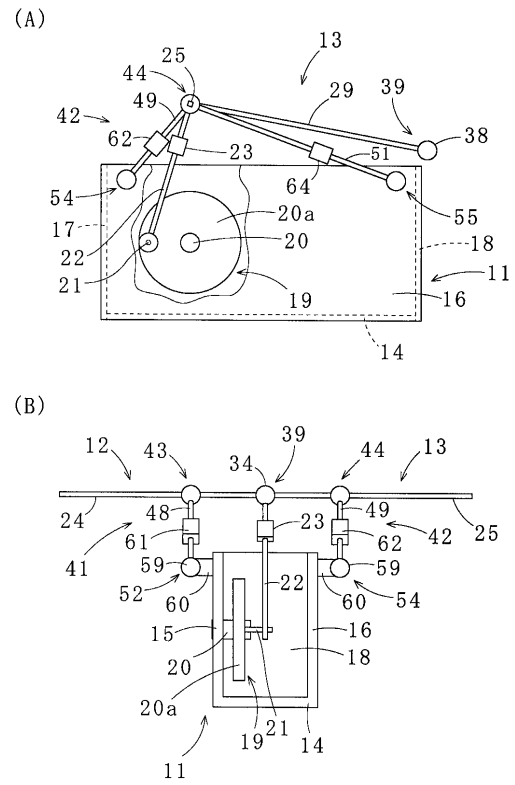
(3) 大気探査ロボット分野

自律飛行を可能にして、例えば空港周辺で風の観測を行えば、離着陸時の航空機を危険にさらすマイクロバーストを検知することができ、大気分析装置を搭載して火山の火口上空を飛行させれば噴火活動把握に貢献させることができ、もちろん温室効果ガス(二酸化炭素など)や大気汚染の観測にも利用できる。さらにデータ送信装置を搭載して惑星探査機から放出して惑星大気中を飛行させれば従来行われてきたパラシュートによる降下に比べより広範囲での観測が可能になる。

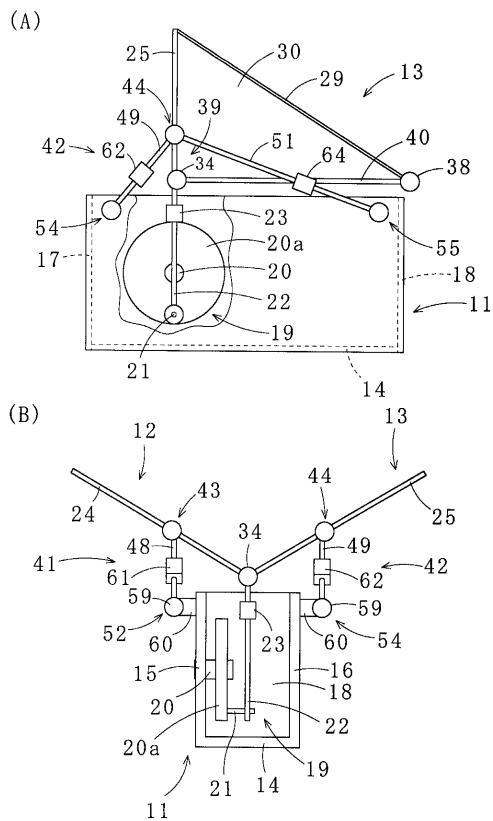
【図 1】



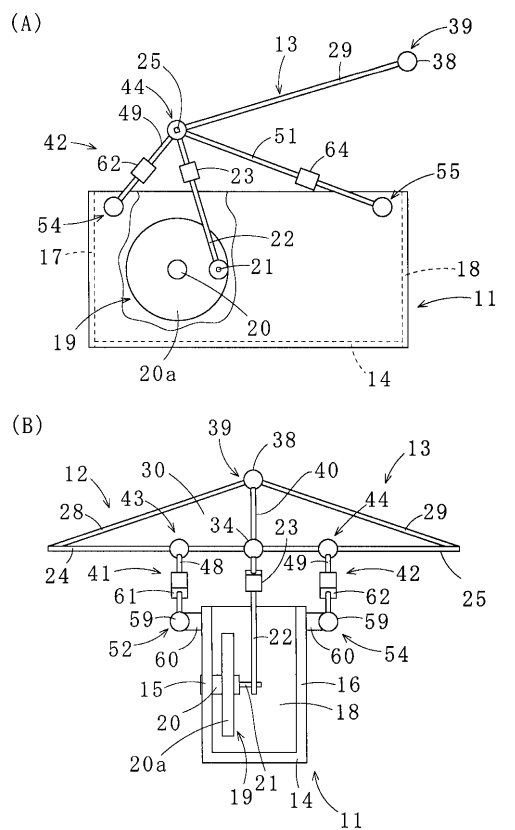
【図 2】



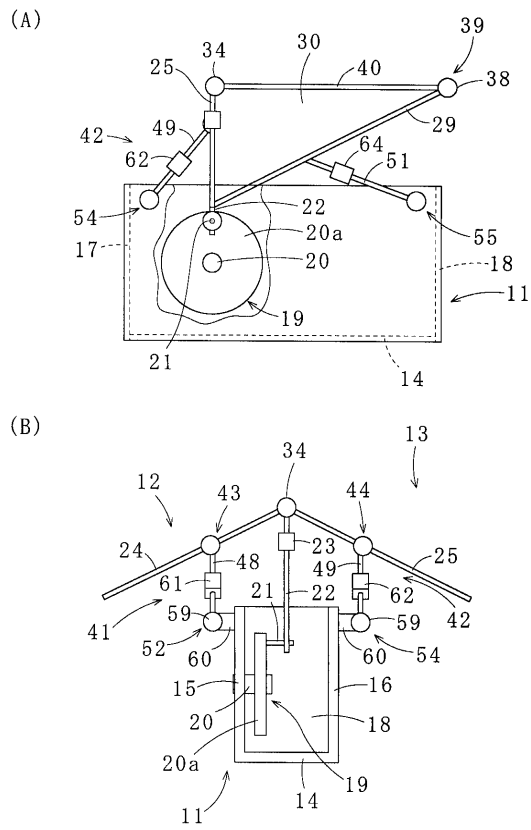
【図 3】



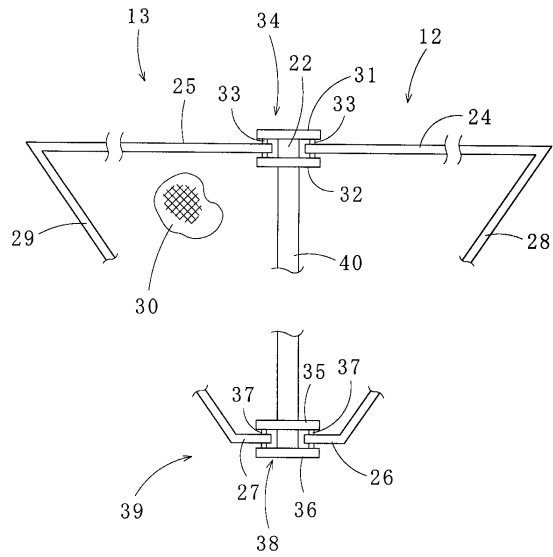
【図 4】



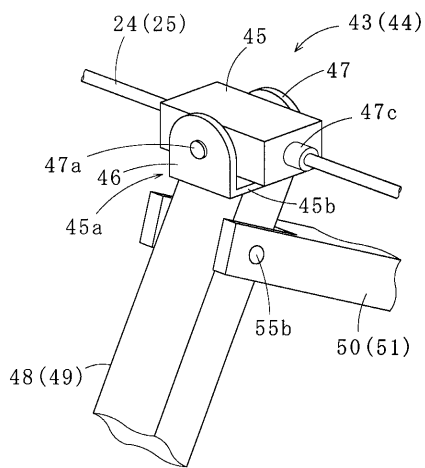
【図5】



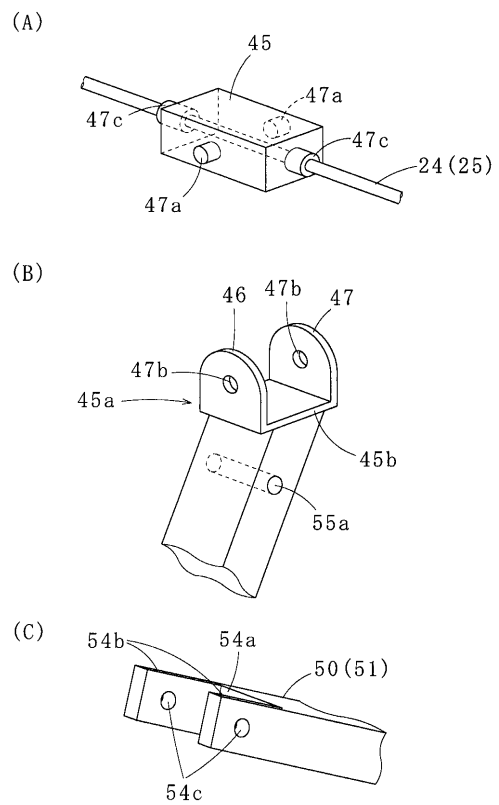
【図6】



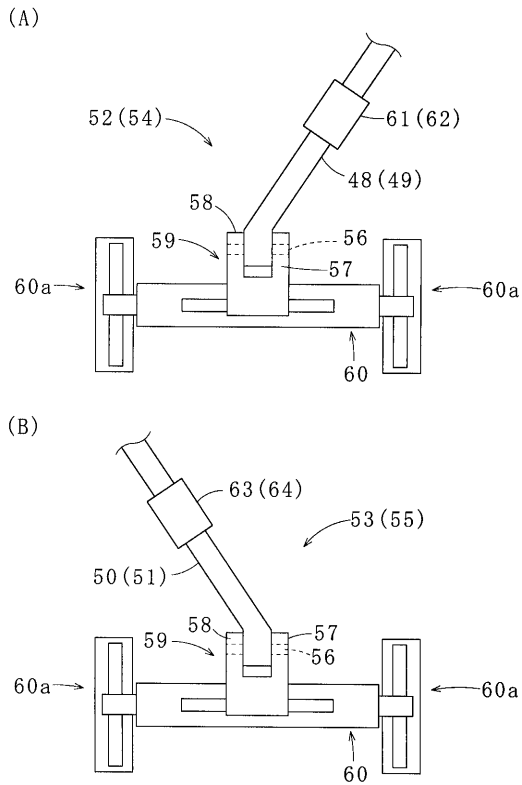
【図7】



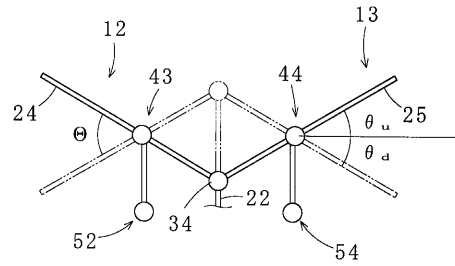
【図8】



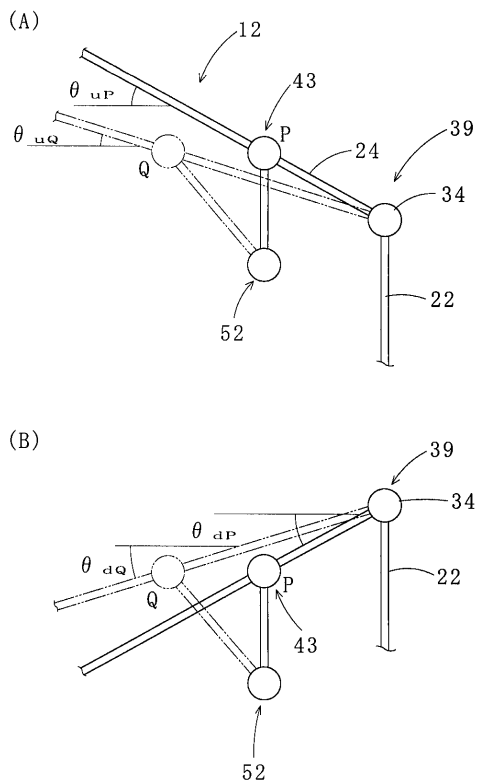
【図 9】



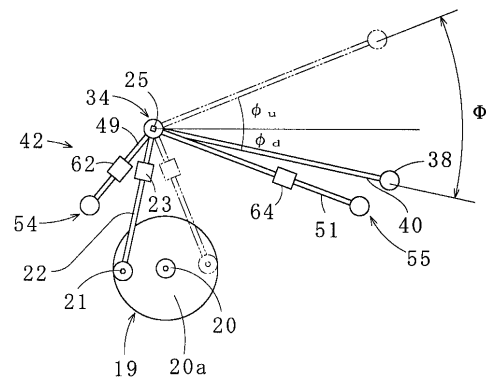
【図 10】



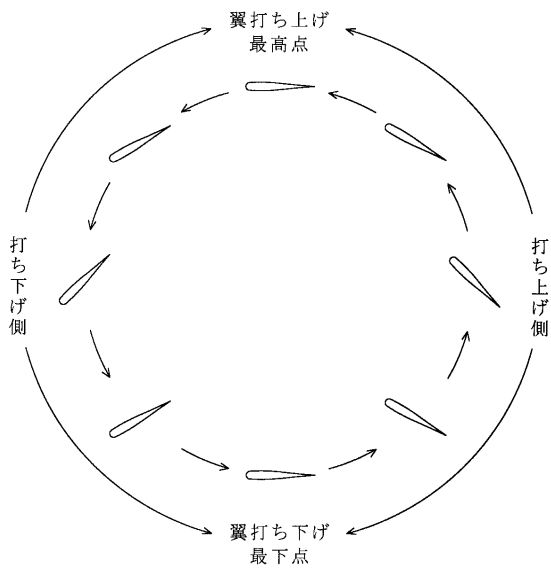
【図 11】



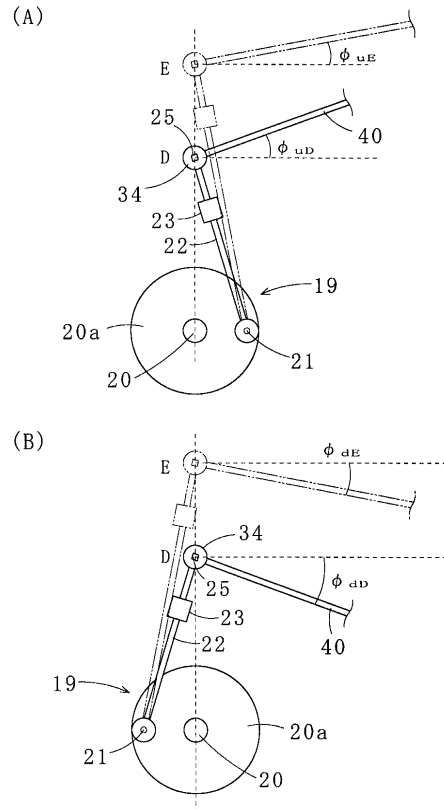
【図 12】



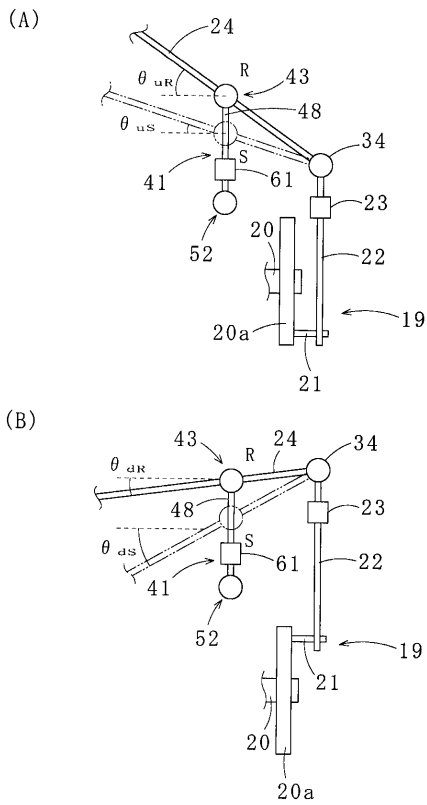
【図13】



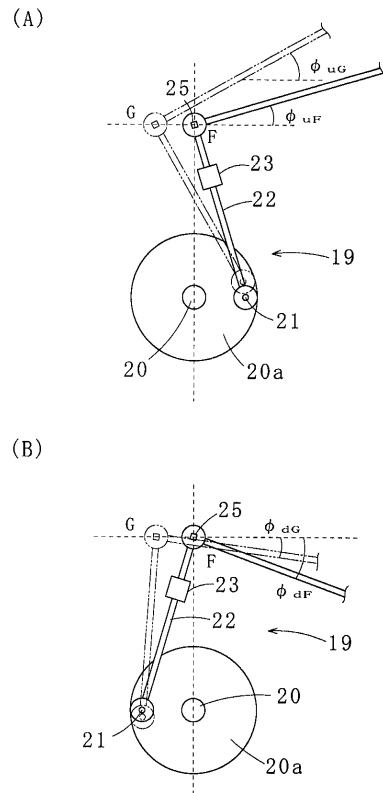
【図14】



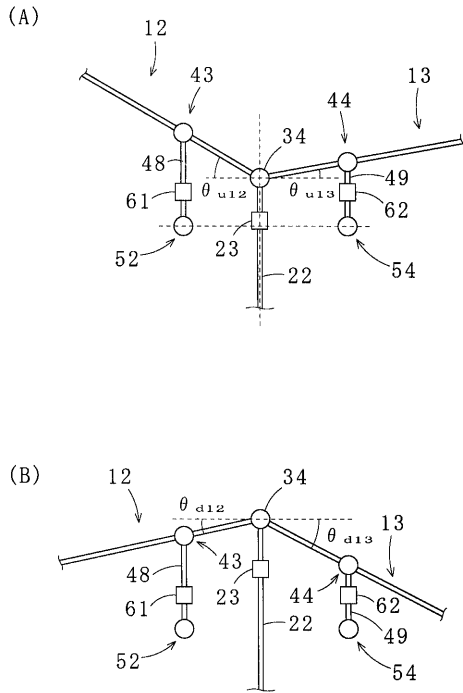
【図15】



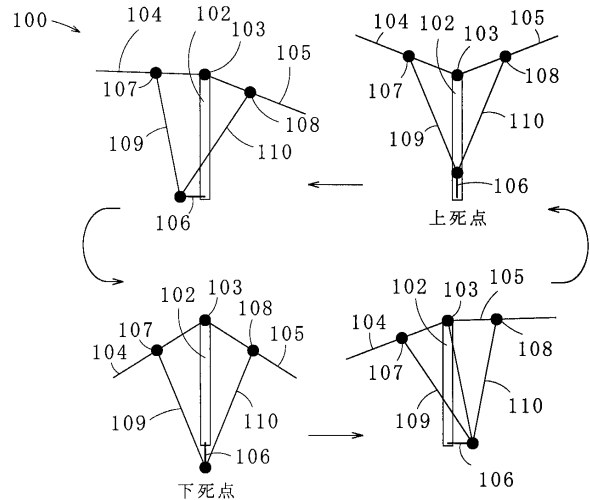
【図16】



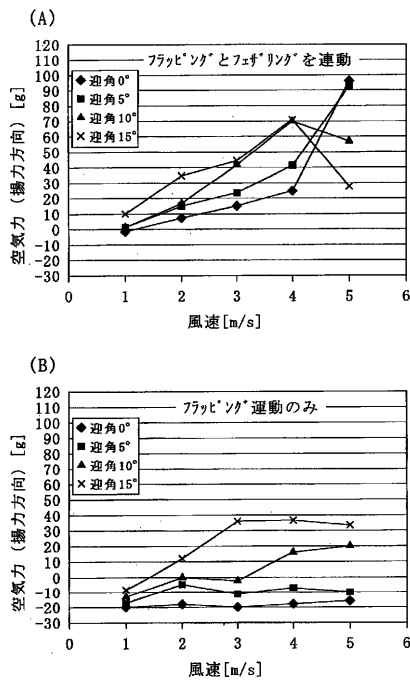
【図17】



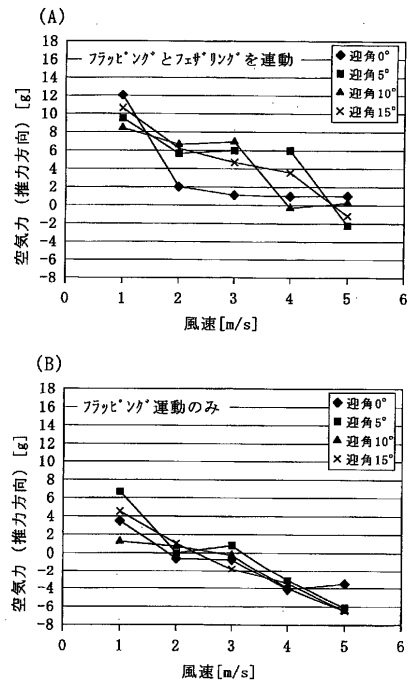
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-237975(JP,A)
特開平06-287839(JP,A)
特開平05-178293(JP,A)
米国特許第01980002(US,A)
米国特許第01835630(US,A)
米国特許第01564469(US,A)
西独国特許第01025275(DE,B)
仏国特許出願公開第02776937(FR,A1)
仏国特許出願公開第00960496(FR,A1)
仏国特許出願公開第00736100(FR,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64C 33/00 - 33/02
A63H 27/28