

(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2008-196460

(P2008-196460A)

(43) 公開日 平成20年8月28日(2008.8.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 0 3 D 3/06 (2006.01)</b>	F O 3 D 3/06	3 H 0 7 8
<b>B 6 4 C 11/00 (2006.01)</b>	B 6 4 C 11/00	
<b>F 0 3 D 11/02 (2006.01)</b>	F O 3 D 11/02	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2007-35406 (P2007-35406)  
 (22) 出願日 平成19年2月15日 (2007.2.15)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. サイクロ

(71) 出願人 504133110  
 国立大学法人 電気通信大学  
 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1  
 (72) 発明者 田中 一男  
 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1 国立大学法人 電気通信大学内  
 (72) 発明者 長谷川 信  
 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1 国立大学法人 電気通信大学内  
 Fターム(参考) 3H078 AA05 BB18 CC04 CC22 CC64

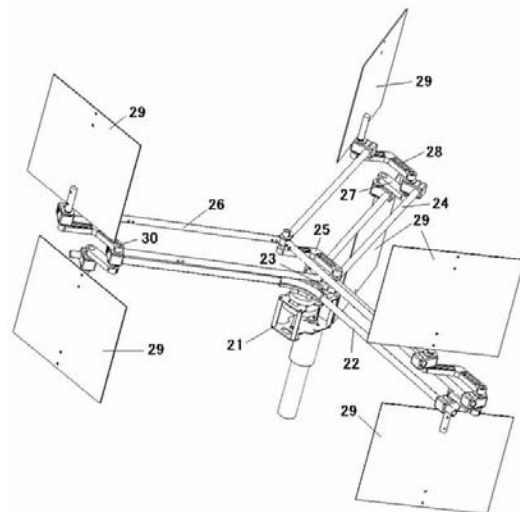
(54) 【発明の名称】 回転翼機構、該回転翼機構を用いた発電装置、並びに移動装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】リンク機構を用いた自転可能な翼を有する回転翼機構を提供する。

【解決手段】回転翼機構は、同心上に回転数の異なる2種類の回転を生み出す機構21と、回転動力が伝わるように連結されたメインリンク22と、メインリンクと略平行に取り付けられ、かつメインリンク22と異なる回転数で回転するように取り付けられた第1サブリンク24と、第1サブリンク24およびメインリンク22と略平行に取り付けられた第2サブリンク26と、を備え、メインリンク22と第1サブリンク24とは、平行4節リンクを形成するように回動自在に連結され、第1サブリンク24と第2サブリンク26とは、メインリンク22と第1サブリンク24とが同一直線上に配置された時に第2サブリンク26がその直線上に配置されないように連結されており、メインリンク22および/または第2サブリンク26に回動自在に取り付けられた翼部材29が第1サブリンク24の回転に応じて自転する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

同心上に回転数の異なる 2 種類の回転を生み出す機構と、前記機構と回転動力が伝わるように連結されたメインリンクと、前記メインリンクと略平行に取り付けられ、かつメインリンクと異なる回転数で回転するように前記機構と取り付けられ、かつ前記メインリンクと平行4節リンクを形成するように回動自在に連結された第1サブリンクと、前記第1サブリンクおよびメインリンクと略平行に取り付けられ、かつ前記メインリンクと第1サブリンクとが同一直線上に配置されたときにその直線上に配置されないように連結された第2サブリンクと、前記メインリンクおよび/または第2サブリンクに回動自在に取り付けられた翼部材と、一端が前記翼部材を支持し、他端が前記第1サブリンクと回転動力が伝わるように連結されており、かつメインリンクおよび/または第2サブリンクに対して回動自在に取り付けられた翼支持部材と、を備え、前記翼部材は、第1サブリンクの回転に応じて自転することを特徴とする回転翼機構。

10

**【請求項 2】**

前記第1サブリンクが、一端が前記同心上に回転数の異なる 2 種類の回転を生み出す機構に備えられた回転軸と該回転軸の中心以外の点とを結ぶ第1クランクリンクと回動自在に連結され、他端が前記第1クランクリンクと実質同一形状の第3クランクリンクと回動自在に連結されており、前記第2サブリンクが、メインリンクと第1サブリンクとが同一直線上に配置されたときに第2サブリンクがその直線上に配置されないように上記第1、3クランクリンクとは異なる形状を有する第2、4クランクリンクを介して、第1サブリンクと平行4節リンクを形成するように取り付けられていることを特徴とする、請求項1に記載の回転翼機構。

20

**【請求項 3】**

前記同心上に回転数の異なる 2 種類の回転を生み出す機構が、互いに平行に配置された第1回転軸および第2回転軸と、前記第1回転軸に同軸で上下に設置された第1歯車および第3歯車と、前記第2回転軸に同軸で上下に設置された第2歯車および第4歯車と、を備え、前記第1歯車と第2歯車、前記第3歯車と第4歯車が夫々噛み合わされており、前記第4歯車は第2回転軸に対して回動可能に設置されていることを特徴とする、請求項1または2記載の回転翼機構。

**【請求項 4】**

前記同心上に回転数の異なる 2 種類の回転を生み出す機構の2種類の回転比が1:2であることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載の回転翼機構。

30

**【請求項 5】**

請求項1乃至4の何れか1項に記載の回転翼機構を備え、前記回転翼機構が流体から与えられる力で回転することにより発生する回転力で発電を行うようにしたことを特徴とする発電装置。

**【請求項 6】**

請求項1乃至4の何れか1項に記載の回転翼機構を備え、前記回転翼機構を回転駆動することにより発生する力で移動するようにしたことを特徴とする移動装置。

**【発明の詳細な説明】**

40

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、回転翼機構、該回転翼機構を用いた発電装置、並びに移動装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来一般に、回転翼機構に設けられた回転動力伝動機構として歯車、ベルト、チェーン等によるものが公知である。例えば歯車による伝動機構としては、特開2005-61392に記載の遊星歯車機構を用いたものが挙げられるが、このような機構は、風車等が大型化した場合、慣性モーメントが大きくなる点や歯車の大型化による重量化の問題、多くの歯車を用いることによる摩擦の問題があり、回転翼機構が大型化した場合には好ましくない。

50

## 【0003】

また、ベルト、チェーン等による伝動機構では、ベルト等の摩擦による損失、回転時におけるベルト等のたわみや高速回転時のベルト等の振動の問題があり、機械的に滑らかな回転ができるか否かが問題である。したがって従来とは異なる新たな伝動機構の開発が試みられている。

## 【0004】

この点、リンクを用いた伝動機構は、棒状に形成されるので、軽量かつ高い剛性を備えることができ、上記問題点の解消が期待される。リンクによる伝動機構としては例えば特開2005-53347号（発明者本願に同じ）が挙げられるが、特開2005-53347号として開発した、いわゆるサイクロジャイロ機構では、翼が自転することなく揺動するのみで迎角の変動が小さいために、十分な流体力を獲得できなかった。すなわち、いわゆるサイクロジャイロ機構は、該機構に備えられた翼部材に生じる揚力の増大を目的としたものであり、本願発明のように翼が受ける抗力をより大きくすることを考慮したものではなかった。

10

## 【0005】

そこで本発明者らは、平行4節リンクを利用して自転可能な翼を有する新たな回転翼機構を開発することとした。しかし、従来の平行4節リンクでは平行4節リンクを形成するために4個の回転軸を要し、精度良く製造しないと、夫々のリンクが重なり合い一直線上に配置された場合、クランクリンクはいずれの向きにも回転でき、この点の力バランスにより回転方向が決まらず、翼軌道が定まらないという問題があった。この位置を死点若しくは思案点という（図1）。

20

## 【0006】

したがって、仮に、従来の平行4節リンク機構を用いて自転可能な翼を有する回転翼機構を製作したとしても安定的に翼を回転させることは困難である。尚、ここで平行4節リンクとは、互いに平行に配置されたリンク部材11と、これらのリンク部材11と交差する方向に延びると共に互いに平行に配置されたリンク部材12とを平行四辺形状に組み合わせると共に、リンク部11と12の交差点をピン等（図示せず）により回転自在に連結したものを意味する。

## 【0007】

また、飛行装置の分野に目を向けると、例えば、従来より存在する飛行機械としては、固定翼機である飛行機やグライダー、垂直軸型の回転翼機であるヘリコプターやオートジャイロ、また軽航空機分類される気球や飛行船などが存在するが、水平軸型回転翼機で飛行に成功した事例は少なく、実用化されたものに至っては皆無である。尚、ここで「水平軸型」とは、回転翼機構を空中を飛行する移動体に適用した場合であって、翼の回転中心である主軸を水平に設ける場合を意味する。

30

## 【0008】

一般に飛行機と呼ばれる固定翼機は、高速での長距離移動や大型運搬に適しているが低速飛行が出来ないことや離着陸に長く広い滑走路が必要であるなどの欠点も多い。その欠点を補うように運用されているのがヘリコプターである。ローターを高速回転することで上昇力を発生させるために機体自体が速度を持つ必要が無く、狭い場所で離着陸が可能のほか、低速飛行やホバリングといった特殊な飛行が可能である。

40

## 【0009】

しかしヘリコプターのような垂直軸型の回転翼機は現在では、構造上の理由から前進時には機体全体を傾けないといけないのだが、水平軸型の場合は水平軸を同心上に回転させることで発生する力の向きを自在に制御することが出来るため、より高い運動性が期待できる。

## 【0010】

また、船舶の推進機構にはこの水平軸の回転体が実用されていることから分かるように、水平軸型の回転翼機ではその移動範囲を水中にまで拡張することも可能である。上記サイクロジャイロ機構も水平軸型の飛行機械に応用可能であるが、上述の問題点がある。したがって、水平軸型の飛行機械に応用可能な新たな回転翼機構の開発が望まれている。

50

## 【 0 0 1 1 】

【特許文献1】特開2005-61392号

【特許文献2】特開2005-53347号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 2 】

本発明は、上記従来事情に鑑みてなされたものであり、その課題とする処は、リンク機構を用いるとともに、自転可能な翼を有する回転翼機構を提供することを課題とする。更に、本発明は夫々のリンクが直線上に配置されたとしても安定的かつ滑らかに回転することのできる回転翼機構を提供することを課題とする。更に、そのような回転翼機構を用いた発電装置および飛行装置を提供することを課題とする。

10

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 3 】

本発明は、上記目的を達成するために次の構成を備える。すなわち本発明に係る回転翼機構は、同心上に回転数の異なる2種類の回転を生み出す機構と、前記機構と回転動力が伝わるように連結されたメインリンクと、前記メインリンクと略平行に取り付けられ、かつメインリンクと異なる回転数で回転するように前記機構と取り付けられ、かつ前記メインリンクと平行4節リンクを形成するように回動自在に連結された第1サブリンクと、前記第1サブリンクおよびメインリンクと略平行に取り付けられ、かつ前記メインリンクと第1サブリンクとが同一直線上に配置されたときにその直線上に配置されないように連結された第2サブリンクと、前記メインリンクおよび/または第2サブリンクに回動自在に取り付けられた翼部材と、一端が前記翼部材を支持し、他端が前記第1サブリンクと回転動力が伝わるように連結されており、かつメインリンクおよび/または第2サブリンクに対して回動自在に取り付けられた翼支持部材と、を備え、前記翼部材は、第1サブリンクの回転に応じて自転することを特徴とする。

20

## 【 0 0 1 4 】

第二の発明に係る回転翼機構においては、第1サブリンクが、一端が前記同心上に回転数の異なる2種類の回転を生み出す機構に備えられた回転軸と該回転軸の中心以外の点とを結ぶ第1クランクリンクと回動自在に連結され、他端が前記第1クランクリンクと実質同一形状の第3クランクリンクと回動自在に連結されており、前記第2サブリンクが、メインリンクと第1サブリンクとが同一直線上に配置されたときに第2サブリンクがその直線上に配置されないように上記第1、3クランクリンクとは異なる形状を有する第2、4クランクリンクを介して、第1サブリンクと平行4節リンクを形成するように取り付けられていることを特徴とする。

30

## 【 0 0 1 5 】

また、第三の発明では、前記同心上に回転数の異なる2種類の回転を生み出す機構が、互いに平行に配置された第1回転軸および第2回転軸と、前記第1回転軸に同軸で上下に設置された第1歯車および第3歯車と、前記第2回転軸に同軸で上下に設置された第2歯車および第4歯車と、を備え、前記第1歯車と第2歯車、前記第3歯車と第4歯車が夫々噛み合わされており、前記第4歯車は第2回転軸に対して回動可能に設置されていることを特徴とする。

40

## 【 0 0 1 6 】

また、第四の発明では、前記機構の生み出す2種類の回転比が1:2となるように設計することにより、メインリンクと第1サブリンクの回転比も1:2となり、翼は装置全体が2回転する間に1回自転することとなる。これにより、例えば本装置を水平軸型回転翼機に用いた場合を考えると、振り上げ時の翼の迎え角が0[deg]で振り下げ時の迎え角90[deg]となるような軌道を描くことができ、振り上げ時の空気力が小さく、振り下げ時の空気力が大きくなり、平均として上昇の力が生まれる。

## 【 0 0 1 7 】

さらに、第五の発明では、前記回転翼機構を、流体のエネルギーを回転エネルギーに変換

50

して発電を行う発電装置に連結されている出力  
回転軸に取り付けることにより、流体の持つエネルギーを電気エネルギー等に変換することが  
できる。

【0018】

また、第六の発明に係る移動装置は、前記回転翼機構を備え、前記回転翼機構を回転駆動  
することにより発生する力で移動するようにしたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、リンク機構を用いた自転可能な翼を有する回転翼機構を提供することが  
可能となる。更に、本発明によれば夫々のリンクが直線上に配置されたとしても安定的かつ滑らかに回転することのできる回転翼機構を提供することが可能となる。すなわち、リンク機構を用いることにより、軽量かつ高い剛性を備えた回転動力伝動機構が実現できる。

10

【0020】

また、リンクは歯車等と異なり加工が容易であり規格に左右されにくいいためパラメータ変更の自由度が高い。例えば、風車や装置全体の大きさの設計変更が容易である。

【0021】

さらに、本発明によれば装置全体の回転とともに翼が自転するため、迎え角の変化を大きくすることができ、より大きな流体力を獲得することが可能となる。

【0022】

さらに、本発明によれば、従来から平行4節リンク機構の懸案とされていた死点、思案点による問題を解決し、安定的な翼軌道を得ることができる。すなわち、略平行に設置されたリンクに対し、さらに並列にリンクを設けることで、一つのリンクともう一つのリンクが直線上に配置された場合でも、新たに並列に設けたリンクが死点・思案点をキャンセルし翼軌道の安定化につながるのである。並列に設けるリンクを一段ではなく、さらに多くすれば、より拘束力を高めることも可能である。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明に係る好適な実施の形態を添付図面とともに詳細に説明する。ただし、図面は模式的なものであり、現実のものとは異なることに留意すべきである。又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることはもちろんである。また、以下に示す実施の形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の技術的思想は、各構成部品の配置などを下記のものに特定するものでない。この発明の技術的思想は、特許請求の範囲において、種々の変更を加えることができる。

30

【0024】

本実施形態に係る回転翼機構を図2を参照して説明する。本発明の回転翼機構は、同心上に回転数の異なる2種類の回転を生み出す機構21と、メインリンク22と、第1クランクリンク23と、第1サブリンク24と、第2クランクリンク25と、第2サブリンク26と、第3クランクリンク27と、第4クランクリンク28と翼部材29と翼支持部材30を主要な要素として備えている。

40

【0025】

本実施形態に係る同心上に2種類の回転を生み出す機構を図3に示す。ここでは歯車を用いることで、この機構を実現させている。なお、「同心上に」とは、「同一の回転中心を有する」という意味である。

【0026】

例えば、この機構を用いて翼を回転させるとした場合、まずモータ等の外部駆動源37から第1回転軸31に固着された第1歯車32に動力が伝えられる。そして、第1歯車32には第2回転軸33に固着された第2歯車34が噛み合わされており、外部駆動源37から第1歯車32に与えられた回転動力は第2歯車34を介して第2回転軸33へと動力伝達が行われる。すなわち、第1

50

回転軸31と第2回転軸33の回転比は、第1歯車32と第2歯車34の歯数の比に依存して変化させる仕組みとなっている。

【0027】

一方、図3にあるように、第1歯車32と第3歯車35は第1回転軸31上に配置され、第3歯車35は第1歯車32と同じ回転数で回転する。また、本実施形態においては、第3歯車35と第4歯車36の歯数を同一としているため、結果的に第4歯車36の回転数と第1回転軸の回転数は同じとなる。

【0028】

さらに、第4歯車36は、第2回転軸33の回転を妨げないように第2回転軸に対して回動可能となっており、これにより第2回転軸33と第4歯車36が同心上で異なる回転数で回転することとなる。例えば、ボールベアリング、オイレスメタル、ベアリング、含油軸受、等を介して第2回転軸に対して第4歯車を回転可能に設置することができる。したがって、第1歯車32と第2歯車34の歯数の比を変えることにより、第2回転軸33と第4歯車36の回転比を変えることができる。

10

【0029】

上記では、同心上に2種類の回転を生み出す機構として歯車を用いた一例を説明したが、第1回転軸から第2回転軸への伝動方式としては歯車に限定されることなく、他の伝動機構、ベルト、チェーンなど滑りの無い種々の方法を採用することができる。

【0030】

また、上記では第1回転軸に外部から回転動力を与える場合について説明したが、第2回転軸に回転動力を与えてもよい。さらに、モータ等の外部駆動源の同期がとれれば、2つの駆動源を用いて両回転軸に動力を与えてもよい。

20

【0031】

本実施形態に係る同心上に2種類の回転を生み出す機構は、該機構が飛行装置に用いられた場合には、第1回転軸に与えられた回転力が第2回転軸および第4歯車に夫々異なる回転数として出力される。一方、該機構が発電装置に用いられた場合には、翼部材が得た回転力が第4歯車に与えられ、第1回転軸および第2回転軸に夫々異なる回転数として出力される。また、迎え角によっては翼部材に回転方向と同じ向きの回転力が生じ、各クランクリンクおよび第1サブリンクを介して第2回転軸に回転力が入力され、第4歯車および第1回転軸に夫々異なる回転数として出力されると考えることもできる。すなわち翼が公転運動するための力を生む（又は受ける）のがメインリンク（又は第4歯車）であり、翼が自転運動するための力を生む（又は受ける）のが第1クランクリンク（又は第2回転軸）なのである。

30

【0032】

図3に示した第4歯車36は、図2に示したメインリンク22に回転動力が伝わるように連結されている。ここで、メインリンク22は、本実施形態においては、3本となっている。メインリンク22は、多少の変形は許容されるものの、実質的に剛体となっている。各メインリンク22は、回転中心からその半径方向へ延長されている。より詳しくは、各メインリンク22は、回転中心から放射状に伸びる方向に配置されている。

【0033】

図4の平面図には、メインリンク、第1サブリンク、第2サブリンクの回転中心付近の連結状態を示してある。各メインリンク44は、内方端において、第4歯車43に固着され外方端において、ピボットピン等の翼支持部材を介して翼部材29を保持している。各メインリンク44には、第4歯車43を介して回転動力が伝わる。このメインリンク44と第4歯車42の連結の様式としては、例えば図4に示すようにねじ45を介して回転動力が伝わるように取り付けられる。ただし、連結の様式はこれに限定されるわけではなく、回転動力が伝わるように連結されていればよい。例えば、第4歯車43に直接メインリンクを取り付けるなど、両者を一体として構成することも可能である。

40

【0034】

一方、第2回転軸41から出力される回転動力は、第1クランクリンク46を介して第1サブリ

50

リンク48へ伝えられる。第1クランクリンク46は、第1サブリンク48とメインリンク44とが平行リンクを形成するように設置され、第2回転軸41と該回転軸の中心以外の点とを結ぶ所定の長さを有している。

【0035】

第1サブリンク48は、本実施形態においては、3本となっている。各第1サブリンク48は、第1クランクリンク46と第3クランクリンク27との間を連結しており、メインリンク44と略平行に配置されている。第3クランクリンク27は、各メインリンク44の外方端と各第1サブリンク48との間を、両端が回転可能な状態で連結する役目をもつ。尚、各第1サブリンク48は、多少の変形は許容されるものの、実質的に剛体となっている。

【0036】

第1クランクリンク46の一端は第2回転軸41に回転動力が伝わるように固着され、他端は連結ピン47に固着されている。一方、第1クランクリンク46と第1サブリンク48との間は、連結ピン47を介して回動可能な状態となっている。

【0037】

これにより、第2回転軸41から出力される動力は、第1サブリンク48へ伝えられ、第4歯車42から出力される回転動力は、メインリンク44へ伝えられる。すなわち、第1歯車32と第2歯車34の歯数の比を変えることにより、第2回転軸41と第4歯車42の回転比を変えることができ、さらには、メインリンク44と第1サブリンク48の回転比も変えることができるのである。

【0038】

図5は、本発明に係る運動機構を模式的に説明する平面図である。ここでは、より理解しやすくするため、メインリンク51と第1サブリンク54は各1つずつとしている。第1サブリンク54とメインリンク51は、回転中心とは異なる他端においてメインリンク51と第1サブリンク54が平行リンクを形成するように、第1クランクリンク53と該クランクリンクと実質同一形状の第3クランクリンク27(55と56を結ぶリンク)を介して夫々回転可能に取り付けられている。第3クランクリンク27と第1サブリンク54、および第3クランクリンク27とメインリンク51との間は、ピンやベアリングなどの適宜な機構を用いることによって、回転可能となっている。

【0039】

翼部材52は、メインリンク51に対して回転可能な状態で取り付けられており、かつ第3クランクリンク27から回転動力が伝わるように連結されている。本実施形態では、一端が翼部材を支持し、他端が第1サブリンクと回転動力が伝わるように連結された翼支持部材により、翼部材52は配置されている。ここで翼部材52は、この実施形態では単純な矩形の板状とされている。ただし、翼部材の形状は矩形に限られず、より抗力を得ることのできる適宜な形状を選択することができる。

【0040】

例えば、該回転翼機構をを発電装置に用いた場合は、流体から翼部材52が得た回転動力が第3クランクリンク27を介して第1サブリンク54へ伝えられる。また、本装置を飛行機械の回転翼として用いた場合は、モータ等からの出力が夫々のリンクへ伝えられ、第3クランクリンク27を介して翼部材を自転させることとなる。

【0041】

第1歯車32と第2歯車34の歯数の比を1:2とした場合には、上記の通り、第1サブリンク54とメインリンク51の回転の比も1:2となり、翼の自転:公転=1:2という翼軌道が生み出されることとなる。この場合、翼部材は、図6に示すような軌道を描く。すなわち、翼部材は、反時計回りに2回公転する間に、時計回りに1回自転する。この軌道を水平軸型飛行機械の回転翼の軌道として考えた場合、振り下げ時には抗力を大きく受け、振り上げ時には極力小さくなるような軌道を描くとともに、上下の軌道において抗力と揚力を得ることができ、ほぼ全方位で上昇力を得ることができる軌道である。この第1歯車32と第2歯車34の歯数の比が1:2という態様は、本発明の好ましい態様である。

【0042】

10

20

30

40

50

ただし、第1歯車32と第2歯車34の歯数の比は、1:2に限定されるわけではなく、夫々の歯数の比を適宜設定することで、各メインリンク22と各第1サブリンク24の回転比を変更する事が可能である。これにより、翼の自転：公転の比の変更も可能であり、用途によって適切な値を用いればよい。

【0043】

次に、本発明に係る回転翼が飛行装置に用いられた場合に上昇力および推進力を生み出す仕組みを簡単に説明する。ここで、仮に、翼部材52の迎角  $\alpha$  を、メインリンク51の回転角  $\theta$  によらず一定とすると、翼部材52が一周する間に働く力は相殺され、上昇力も推進力も生み出すことはできない。

【0044】

しかしながら、この実施形態の回転翼では、前記したように、翼部材52の迎角  $\alpha$  が回転角  $\theta$  により変化するので、回転翼全体として、図7に示すような上昇力  $F$  と推進力  $T$  とが発生し、これらの合成力を回転翼機構に与えることができる。

【0045】

各翼部材に発生する力を図8において説明する。回転角度  $\theta$  としての翼部材は、その回転に伴って、流速  $V$  の空気流を受ける。この空気流により、抗力  $D$  と揚力  $L$  が生じ、これにより、上昇力  $F$  と推進力  $T$  が生じる。結局、この回転角度  $\theta$  である翼部材には、これらの合成力が作用する。これらの力の合計が、図7に示したように、回転翼全体に作用する。このように、本実施形態の回転翼によれば、上昇力および推進力を得ることができるという利点がある。

【0046】

翼部材の回転角度毎に、翼部材に対して生じる上昇力と推進力とを、図9および図10に示す。後記の如く実験値と良く一致しているため、ここではシミュレーションの値を用いる。翼には平板を使用し、抗力係数および揚力係数は、下記の近似関数を用いた。

【0047】

揚力係数  $C_L=0.05+\sin 4 \theta$  ( $0^\circ \leq \theta < 160^\circ$ )、 $C_L=-0.1-\cos(1.95 \times (\theta - 160^\circ))$  ( $160^\circ \leq \theta < 360^\circ$ )、抗力係数  $C_D=0.9(1-\cos 2 \theta)$  また、上昇力  $N$  は、図5より、 $N=0.5 V^2 S \{ (0.05+\sin 2 \theta) \sin \theta + 0.9(\cos^2 \theta - 1) \}$  ( $0^\circ \leq \theta < 320^\circ$ ) および  $N=0.5 V^2 S \{ (-0.1-\cos \{ 1.95(\theta - 160^\circ) \}) \sin \theta + 0.9(\cos^2 \theta - 1) \}$  ( $320^\circ \leq \theta < 720^\circ$ )

【0048】

図9および図10中の、点線が翼に働く揚力および抗力の上昇力成分若しくは推進力成分を表し、夫々のグラフにおいて実線で示された値が、図7に示したように回転翼全体に作用する。図9からは、理想的な軌道を描いた場合には負の力が生じないことが分かる。

【0049】

次に、第2サブリンクを設けた理由を説明する。本発明に係る回転翼機構は、図4に示したように各メインリンク44および各第1サブリンク48に対して略平行に第2サブリンク50が設けられている。第2サブリンク50は、本実施形態においては、3本となっている。各第2サブリンク50は多少の変形は許容されるものの、実質的に剛体となっている。各第2サブリンク50は、第2クランクリンク49と第4クランクリンク28との間を連結している。第2クランクリンク49および第4クランクリンク28は、各第1サブリンク48と各第2サブリンク50との間を、両端が回転可能な状態で連結する役目をもつ。この第2サブリンク50を設けてリンクの並列化を導入した理由は、図5に示すような通常の平行リンク4節では  $\theta = 0^\circ$ 、 $180^\circ$  に死点・思案点が存在し、この点の力バランスにより回転方向が定まらず翼軌道が不安定にあるという問題を解決するためである。

【0050】

本実施形態において、第2クランクリンクは、一端が第1クランクリンクにも連結されている連結ピン47を介して第1サブリンクに対して回動自在に連結されている。他端は、第2サブリンクと回動自在に連結されている。本実施形態では図4に示すように、第2クランクリンクは上方に設けられた第2サブリンクに直接的に嵌め込まれている。すなわち、遊びをもたせた嵌め合い状態（遊嵌）とすることで、第2クランクリンクは第2サブリンクと回動

10

20

30

40

50



自在に連結されている。

【0051】

また、第4クランクリンクは、一端は第3クランクリンクにも連結されている連結ピン30を介して第1サブリンクに対して回動自在に連結される。他端は第2サブリンクに対して回動自在に設けられた翼支持部材と連結されている。これにより、第2サブリンクに対して回動自在に設けられた翼部材が第1サブリンクの回転に応じて自転することが可能となる。

【0052】

図11には、一般的な平行4節リンク機構(図11(a))から本発明(図11(b))への改良過程を示してある。図12には翼部材付近の拡大図を示したが、この図を参照して第2サブリンクを設けて並列化した理由を説明する。メインリンク121と第1サブリンク122とが同一直線上に配置されたとき、第1クランクリンク46と第3クランクリンク125は死点の位置にある。このとき、第2サブリンク123がその直線上に配置されないようにするため、第1クランクリンク46と第3クランクリンク125とは異なる形状を有する第2クランクリンク49および第4クランクリンク126を介して第2サブリンク123を配置する。これにより、第2サブリンク123の外方端に設けられた翼部材124が得た力が、翼支持部材128に連結された第4クランクリンク126を介して該クランクリンクと同一の連結ピン127で結合された第3クランクリンク125に伝わる。その結果、この力が拘束力となって死点が回避されるのである(図12)。このように各リンクを並列構成にすると、お互いの駆動が死点・思案点をキャンセルして翼軌道の安定化に繋がる。

【0053】

図13は、本発明の回転翼機構を上から見た図である。メインリンク131の一つと第1サブリンク132の一つが同一直線上に配置された場合を示してある。図中の点線137で示す部分において、メインリンク131の一つと第1サブリンク132の一つが同一直線上に配置されているが、このとき、これらのリンクの上方に配置された第2サブリンクの一つがその直線上に配置されていない。図13に示す形態では、第1クランクリンク46および第3クランクリンク135を直線状のリンクとし、第2クランクリンク134および第4クランクリンク135を「120°のくの字形」とした場合の例である。このように、第1クランクリンクおよび第3クランクリンクと、第2クランクリンクおよび第4クランクリンクの形状を異なる形状とすることにより、第2サブリンク133も同一直線上に配置されるのを回避できる。

【0054】

尚、ここでは、第2クランクリンク134および第4クランクリンク135を「120°のくの字形」としたが、これに限定されるわけではない。好ましい具体例としては、第1クランクリンクおよび第3クランクリンクと、第2クランクリンクおよび第4クランクリンクの角度を90°ずらす態様である。この態様では、一方のクランクリンクが死点の位置にあるときに、もう一方のクランクリンクが最も回転力を出しやすい位置にくるようにできる。このような構成にすることによって、より死点を回避しやすくすることができる。ただし、理論的には、夫々のクランクリンクの角度が少しでもずれていれば、死点を回避できるものと考えられるため、用途に応じて適宜設計変更を行えばよい。また、第2クランクリンク134および第4クランクリンク135は、「くの字形」に限定されることはなく、例えば曲線状にするなど上述の機能を果たせる形状であればよい。

【0055】

次に、該回転翼機構を用いた水平軸型飛行装置について説明する。下記条件下で上昇力の実測を行った。メインリンク長 $l_m=200\text{mm}$ クランクリンク長さ $l_c=30\text{mm}$ 翼幅 $l_w1=200\text{mm}$ 翼弦長 $l_w2=150\text{mm}$ 動作回転周波数 $f=0.5\sim 4.67\text{Hz}$ 必要回転周波数 $f=6\text{Hz}$ 翼枚数 $n=3$ 枚(上下2段)使用トルク $T=326\text{mNm}$ 使用動力 $P=33\text{W}$ 本体重量 $m=296\text{g}$ 翼の材質:バルサ5mm厚各クランクリンクの材質:

【0056】

この実験により、図14のグラフに示したとおりの上昇力を得ることができた。グラフを参照すると、シミュレーションと実験値とがかなり近い値を示しており、本発明に係る回転

10

20

30

40

50

翼の妥当性は高いと言える。例えば、回転数4.67Hzにおいて計算値が189gfであるのに対して185gfの上昇力が得られている。設計条件を最適化することにより、さらに大きな上昇力が得られると考えられる。

【0057】

また、本発明に係る回転翼機構は図15に示すように発電機構151に備えられた回転軸152に連結することで発電装置の回転翼として使用することもできる。例えば、第1回転軸を歯車やベルト等を介して発電機構の回転軸に連結でき、したがって本発明に係る回転翼機構は垂直軸型風車等の回転翼として利用することもできる。図15は一例として、歯車153を介して連結した場合を示している。なお、発電機構は従来と同様であり、本発明の特徴ではないので詳細な説明は省略する。

10

【0058】

本発電装置は、流れのある流体内に垂直方向に配置された場合、流体が翼部材にあたり、その作用によって翼部材を保持しているメインリンクが第4歯車と一体に回転する。このメインリンクと第4歯車の回転により、上述の第3歯車、第1歯車および第1回転軸等の機構を介して発電装置を作動させることができる。

【0059】

また、このとき、第1歯車の回転により、第1歯車と噛み合わされた第2歯車および第2歯車が固着された第2回転軸も回転し、さらに第1クランクリンクを介して第2回転軸と連結された第1サブリンクも回転する。この第1サブリンクの回転により、第1サブリンクと翼部材との間を結ぶ第3クランクリンクを介して、翼部材がメインリンクに対して自転する。また、各翼部材の流れに対する角度は、メインリンクの回転によって時々刻々変化してゆく。この翼部材の角度の変化により、流体のエネルギーを発電装置のトルクとして効率的に取り込むことができる。

20

【0060】

また、本態様のように、第1歯車と第2歯車の歯数の比は1:2、また第3歯車と第4歯車の歯数の比は1:1で構成された場合は、上述の通り、メインリンクが1回転すると各翼部材は1/2回転するように回転角が制御される。この回転に伴う、翼部材の回転軌跡を図6に示してある。

【0061】

さらに、風向きを検知するセンサを設けておき、計測した風向に応じて翼の迎角を調節する構造とすることも可能である。この調節機構があると、風向に応じて回転を停止してしまうのを回避することができ、効率の良い発電を行うことができる。例えば、ターンテーブルの上に本発明に係る発電装置を設置し、計測した風向に応じてモータ等のアクチュエータによりターンテーブルを回転させ、風車が停止するのを防止することもできる。なお、このような構造は、風力で発電を行うものだけでなく、その他の流体力（例えば水力）で発電を行うものにも適用することができる。

30

【0062】

また、本発明に係る回転翼機構は図16から図18に示すような水平軸型飛行装置の回転翼として用いることも可能である。これらの図中の矢印は各回転翼の回転方向を示している。

40

【0063】

図16には、互いに反対方向に回転する回転翼機構161が機体162の左右に設置されており、回転翼の回転によって生ずる反トルクの平衡および不平衡を制御する為の制御機構を有する態様を示してある。本形態では、図17に示したような補助回転翼173を要しないため、モータ等の駆動力を有効に活用することができる。また、補助翼等の機構が付加されないため、他の形態に比して軽量化が図られる。例えば、電池或いはガソリンを搭載して、モータ或いはエンジンを駆動源とした場合、滞空時間を長くするためにはできる限り軽量化することが求められるが、このような場合にも有利となる。

【0064】

この形態において、モータ等で構成した駆動源の駆動力を、夫々の回転翼に設けられた回

50

転軸に導いて、矢印の方向に回転させることによって各回転翼機構161から上昇力を得ることができる。このとき、各回転翼の回転によって反トルクモーメントが生じるが、矢印で示した向きに互いに反対方向に同一回転数で回転させ、かつ夫々の回転翼の迎角が等しくなるようにすれば、夫々の反トルクモーメントが等しくなって相殺される。その結果、機体は静止状態のまま昇降させることができる。

【0065】

逆に、各回転翼の回転数が異なるように夫々のモータを制御することにより、反トルクが不平衡の状態となり、機体を回動させて方向を変化させることができる。したがって、この回動力と昇降力によって機体の飛行をコントロールすることができる。

【0066】

図17には、同一方向に回転する回転翼機構172が、機体171の左右に設置されており、補助回転翼173がこれらの主回転翼とは離れた位置に設けられている態様を示してある。この形態では、同一方向に回転する2つの回転翼機構172が、上昇力と前後左右方向へ進行する作用を受け持つ。一方、補助回転翼173を主回転翼と直交する方向に回転軸を有するように設置すると共に、主回転翼と離れた位置に設置する。主回転翼の回転によって機体に作用する反トルクモーメントは、この補助回転翼173によって制御される。その結果、機体171の回転制御を行うことができる。

【0067】

図18には、計4個の回転翼機構181を取り付けた態様を示してある。この移動体は、H字形に形成された機体182を有している。この機体182は、実質的に変形しない剛性の高い材料で形成されている。これらの回転翼機構181は、夫々回転数と回転翼の向きが制御される。上述の如くモータが回転することで機体182には反トルクモーメントが生じるが、この反トルクモーメントを相殺するために、向かい合った回転翼同士を反対方向に回転させる。

【0068】

本形態は、上昇力および推進力に寄与する回転翼が4つあるため、旋回性能を高めることができる。また、本形態によれば、ヘリコプター等と異なり、機首を傾けることなく、前後移動と旋回が行える。このため、機動性が高くなるメリットがある。例えば、ヘリコプターが前進する際には、必ず機体の前側を下げて飛行する必要があるが、この移動体の場合には、機体の後側を下げたり、あるいは機体を垂直にした状態でも前進が可能である。すなわち、機体の姿勢に関わらず所望の方向に移動することができる。

【0069】

また、空中で停止するホバリング飛行や低速飛行も可能である。したがって、そのような機敏性が特に必要とされる場所（例えば災害地）において、特に有効であるといえる。なお、このような構造の移動体は、空中を移動するものだけでなく、水中を移動するものにも適用することができる。

【0070】

尚、本発明に係る回転翼機構、並びにこれを用いた発電装置および回転翼は、前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【0071】

例えば、前記実施形態では、メインリンクおよびサブリンクの本数を3としたが、これに限られないことは当然である。メインリンクおよびサブリンクの本数は、偶数でも奇数でもよい。各サブリンクの本数は、通常は、メインリンクの本数と同じとなる。

【0072】

また、上記実施形態では、計6枚の翼部材がメインリンクおよび第2サブリンクに取り付けられた場合について説明したが、メインリンクおよびサブリンクの本数に応じて、増減することができる。例えば、メインリンクおよびサブリンクが各2本の場合、180°間隔で翼部材を配置してもよく、また4本の場合、90°間隔で翼部材を配置してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 3 】

また、上記実施形態では、メインリンクおよび第2サブリンクの外方端に翼部材を取り付ける態様としたが、各クランクリンクの取り付け位置を変えることにより、例えばメインリンクおよび第2サブリンクの中間に翼部材を配置することも可能である。

## 【 0 0 7 4 】

さらに、図19(b)に示したように、メインリンク、第1サブリンクおよび第2サブリンクの間にクランクリンク191および192を増設することによって、同時に翼部材を増やすことも可能である。すなわち、増設したクランクリンクの箇所にも翼部材を配置することが可能である。本発明に係る回転翼機構は、このように翼部材を増設することによって翼部材が獲得する流体力をさらに増大させることが可能である。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 7 5 】

【 図 1 】 平行リンク4節の死点・思案点を説明するための図である。

【 図 2 】 本発明に係る回転翼機構の概略的な構成を示す斜視図である。

【 図 3 】 同心上に2種類の回転を生み出す機構の一例を示す図である。

【 図 4 】 内方端におけるメインリンク、第1サブリンク、第2サブリンクの回転中心付近の連結状態を説明するための図である。

【 図 5 】 メインリンクと第1サブリンクおよび、それらのリンクと第1クランクリンクおよび第3クランクリンクの関係を説明するための回転翼モデルを示す図である。

【 図 6 】 第1歯車と第2歯車の歯数比を1:2とした場合の翼部材の回転軌跡図である。

20

【 図 7 】 図2に示す回転翼に作用する上昇力と推進力を説明するための図である。

【 図 8 】 翼部材に作用する力を説明するための図である。

【 図 9 】 翼部材の回転に従って変化する上昇力を示す図である。

【 図 1 0 】 翼部材の回転に従って変化する推進力を示す図である。

【 図 1 1 】 第2サブリンクの導入過程を示す図である。

【 図 1 2 】 外方端におけるメインリンク、第1サブリンク、第2サブリンクの回転中心付近の連結状態を説明するための図である。

【 図 1 3 】 メインリンクと第1サブリンクが同一直線上に配置された場合の第2サブリンクの配置を説明するための図である。

【 図 1 4 】 実施例の回転翼によって得られた上昇力を示す図である。

30

【 図 1 5 】 本発明に係る回転翼機構を歯車を介して発電機構と連結した場合を示す図である。

【 図 1 6 】 本発明に係る回転翼機構を水平軸飛行機械の回転翼として用いた場合の実施形態の一例を示す図である。

【 図 1 7 】 本発明に係る回転翼機構を水平軸飛行機械の回転翼として用いた場合の実施形態の一例を示す図である。

【 図 1 8 】 本発明に係る回転翼機構を水平軸飛行機械の回転翼として用いた場合の実施形態の一例を示す図である。

【 図 1 9 】 本発明に係る回転翼機構にクランクリンクを増設した場合について説明するための図である。

40

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 7 6 】

11・・・リンク部材

12・・・リンク部材

21・・・同心上に回転数の異なる2種類の回転を生み出す機構

22、44、51、111、121、131・・・メインリンク

23、46、53・・・第1クランクリンク

24、48、54、112、122、132・・・第1サブリンク

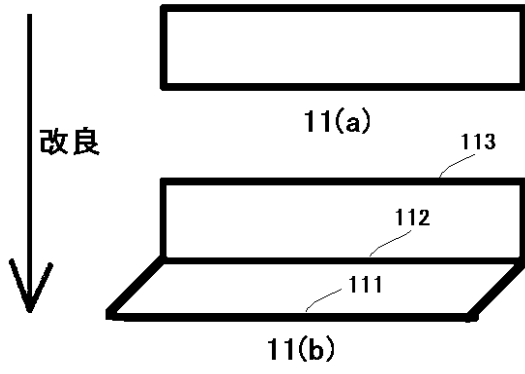
25、49、134・・・第2クランクリンク

26、50、113、123、133・・・第2サブリンク

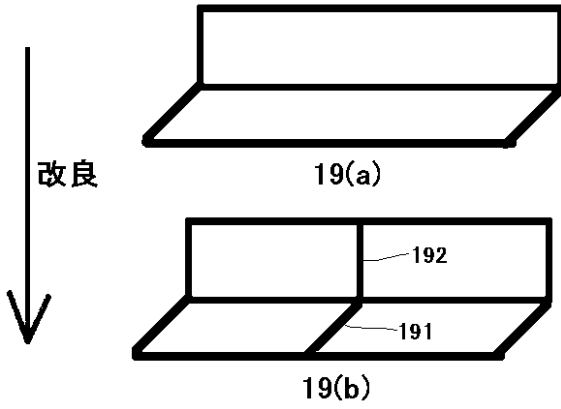
50

27、125・・・第3クランクリンク	
28、126、135・・・第4クランクリンク	
29、52、124、136・・・翼部材	
30、127・・・連結ピン	
31、154・・・第1回転軸	
32・・・第1歯車	
33、41・・・第2回転軸	
34・・・第2歯車	
35、42・・・第3歯車	
36、43・・・第4歯車	10
37・・・外部駆動源	
45・・・ねじ	
47・・・連結ピン	
55・・・メインリンクと第3クランクリンクの交差点	
56・・・第1サブリンクと第3クランクリンクの交差点	
128、129・・・翼支持部材	
137・・・メインリンクと第1サブリンクが同一直線上に配置されている箇所	
151・・・発電機構	
152・・・発電機構に備えられた回転軸	
153・・・発電機構に備えられた回転軸に固着された歯車	20
161、172、181・・・回転翼機構	
162・・・機体	
171・・・機体	
173・・・補助回転翼	
182・・・機体	
191、192・・・増設したクランクリンク	

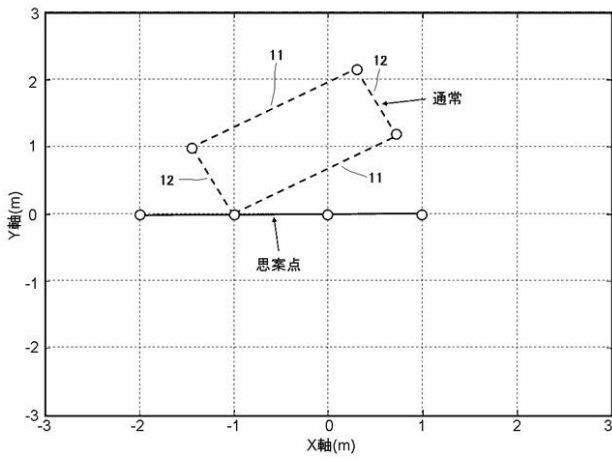
【 図 1 1 】



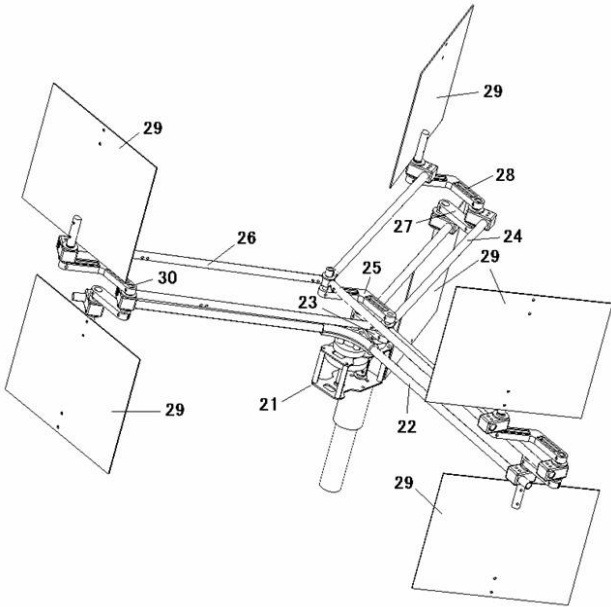
【 図 1 9 】



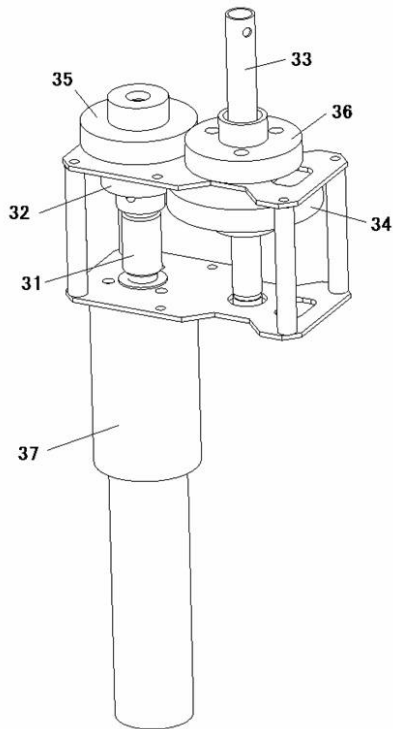
【 図 1 】



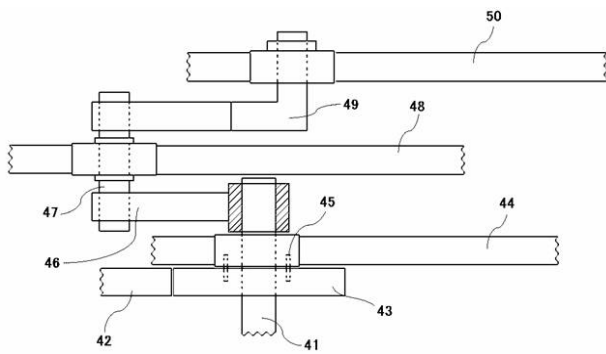
【 図 2 】



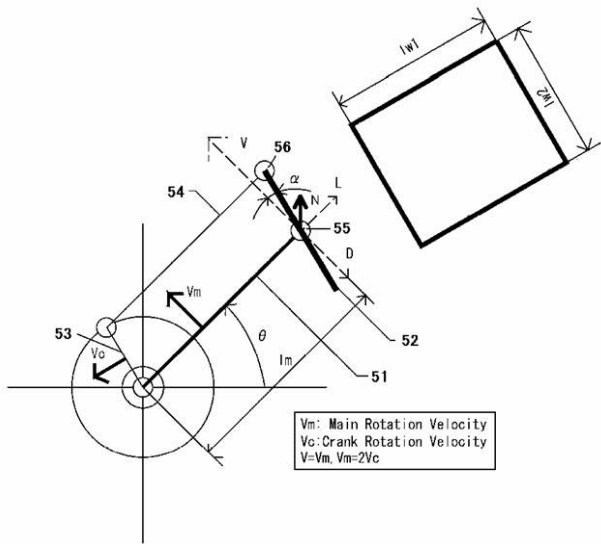
【 図 3 】



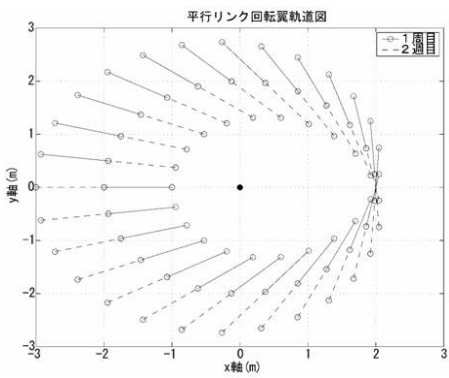
【 図 4 】



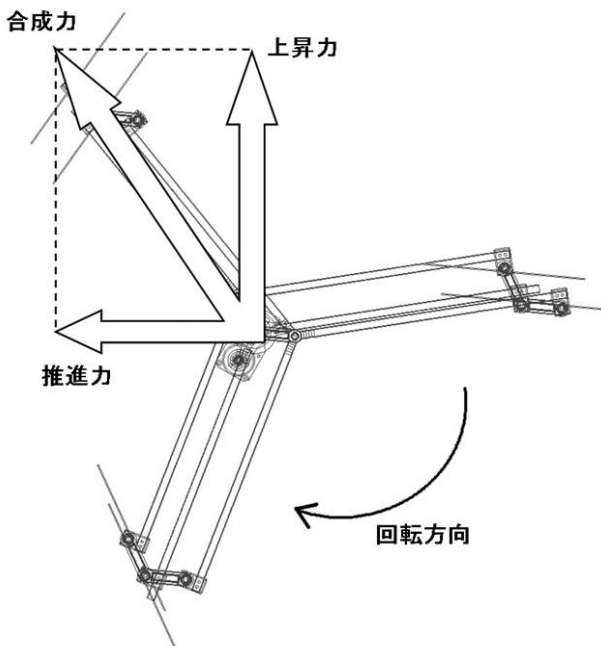
【 図 5 】



【 図 6 】

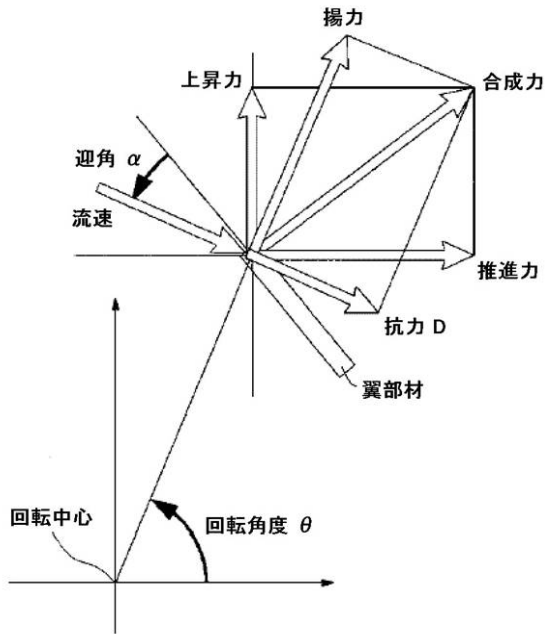


【 図 7 】

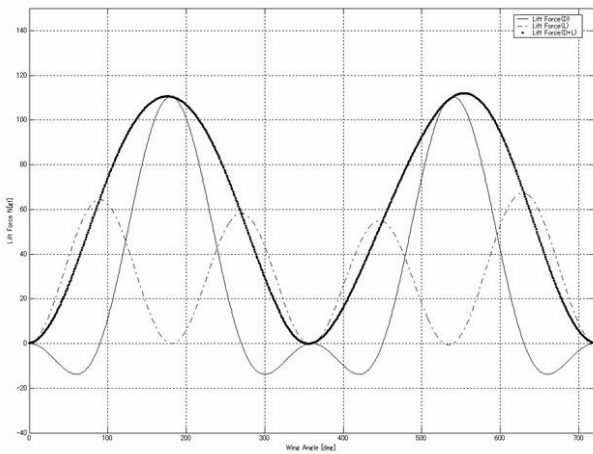




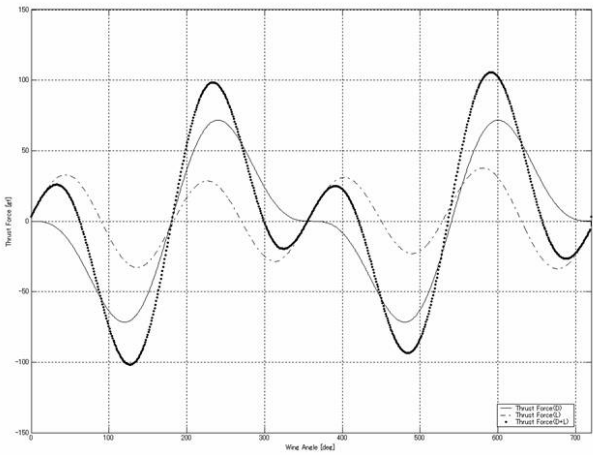
【 図 8 】



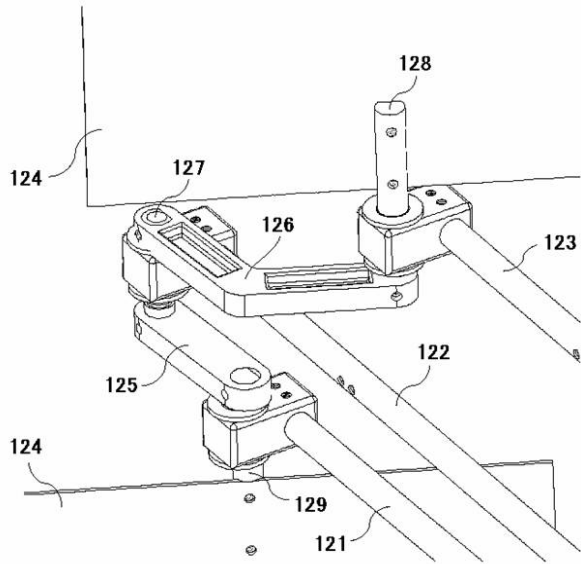
【 図 9 】



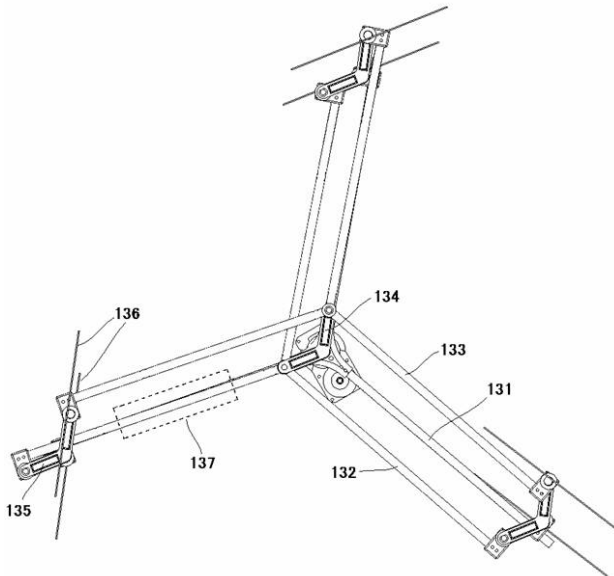
【 図 10 】



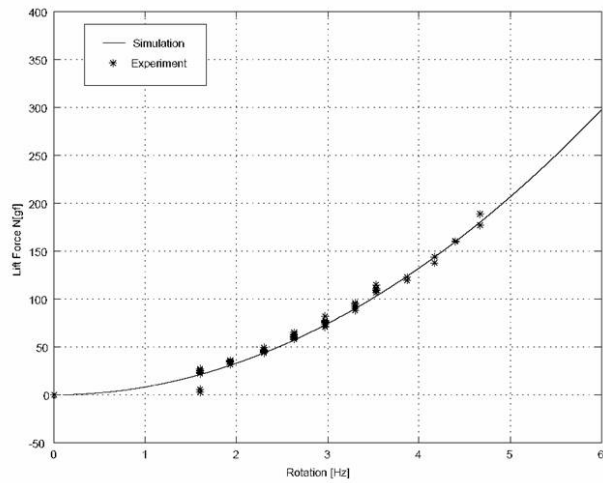
【 図 1 2 】



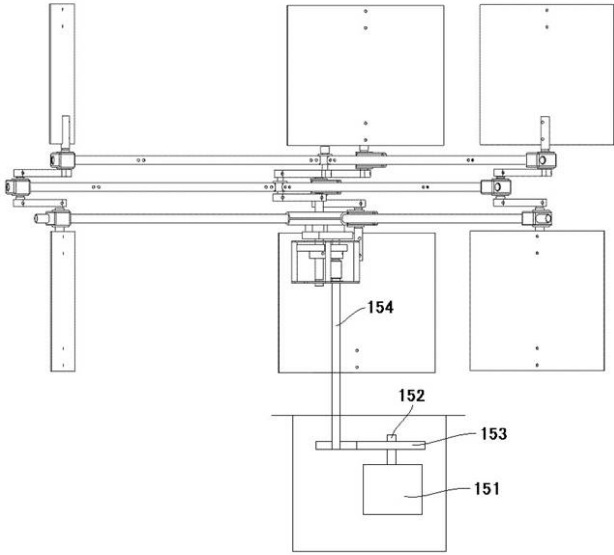
【 図 1 3 】



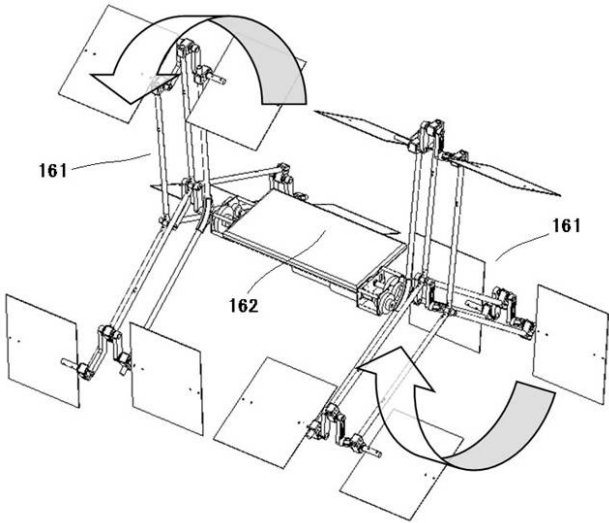
【 図 1 4 】



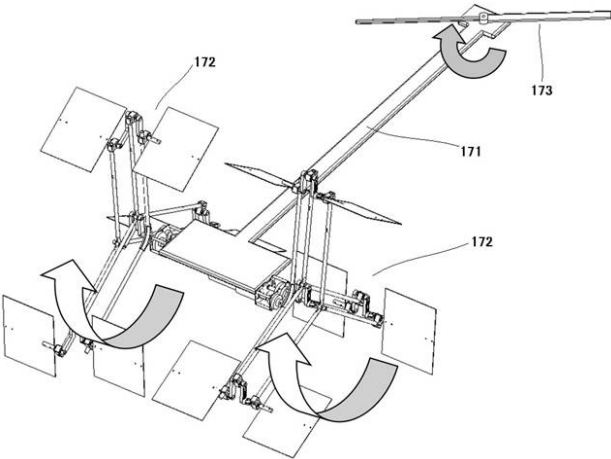
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 18 】

