

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001 - 213392

(P 2 0 0 1 - 2 1 3 3 9 2 A)

(43)公開日 平成13年 8月 7日(2001.8.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
B63H 1/37		B63H 1/37	
	1/36	1/36	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

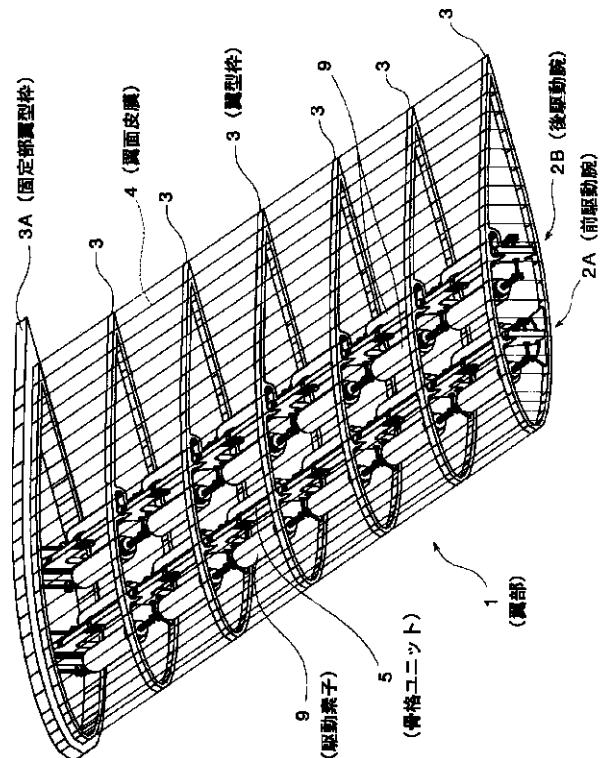
(21)出願番号	特願2000 - 25370(P 2000 - 25370)	(71)出願人	390014306 防衛庁技術研究本部長 東京都新宿区市谷本村町 5 番 1 号
(22)出願日	平成12年 2月 2日(2000.2.2)	(72)発明者	柏谷 達男 神奈川県厚木市妻田北 1 - 14 - 8 - 834合 研究所内
		(72)発明者	横山 徳幸 東京都杉並区宮前 4 - 5 - 4 パールハイ ツ宮前 A 106
		(74)代理人	100067323 弁理士 西村 教光 (外 1 名)

(54)【発明の名称】内部駆動型羽ばたき式推進器駆動機構及びその制御方法

(57)【要約】

【目的】 信頼性にとみ合理的な作動が可能な内部駆動型羽ばたき式推進器の駆動機構とその制御方法を提供する。

【構成】 湾曲機能を有する駆動ユニットを複数個連結してなる駆動腕 2 を弾性翼部 1 内に設け、該駆動腕 2 で該弾性翼部 1 を羽ばたかせるようになし、弾性翼部 1 内に左右方向に所定間隔で複数の翼型棒 3 を設け、該複数の翼型棒 3 間にこれを連結するように夫々複数の骨格ユニット 5 を設け、この骨格ユニット 5 を中間部が隣接する翼型棒 3、3 の中間において関節 8 を介して屈曲自在に結合された左右一対のユニット片 5 A、5 A により構成し、該各骨格ユニット 5 に対応して前記複数の翼型棒 3 間にこれを連結するように夫々複数の伸縮構造の駆動素子 9 を設け、この駆動素子 9 を伸縮駆動させることにより骨格ユニットを屈曲させて弾性翼部 1 を羽ばたかせるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 潜水船等の水中航走体や十分な喫水を持つ水上船舶を推進するために、湾曲機能を有する駆動ユニットを複数個連結してなる駆動腕を弾性翼部内に設け、該駆動腕で該弾性翼部を羽ばたかせるようにした内部駆動型羽ばたき式推進器において、前記弾性翼部内に左右方向に所定間隔で設けた複数の翼型枠と、該複数の翼型枠間にこれを連結するように設けた複数の骨格ユニットであって、中間部が前記複数の翼型枠の中間において関節を介して屈曲自在に結合された左右一対のユニット片よりなる骨格ユニットと、

10 該各骨格ユニットに対応して前記複数の翼型枠間にこれを連結するように夫々設けた複数の伸縮構造の駆動素子とを具備し、前記駆動素子を伸縮駆動させることにより前記骨格ユニットを屈曲させて弾性翼部を羽ばたかせるようにしたことを特徴とする内部駆動型羽ばたき式推進器駆動機構。

【請求項 2】 前記一個の骨格ユニットに対応して、その前後に一対の前記伸縮構造の駆動素子を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の内部駆動型羽ばたき式推進器駆動機構。

【請求項 3】 前記複数の骨格ユニットとこれに対応する前記複数の駆動素子により構成された駆動腕を、前記弾性翼部内に前後平行に少なくとも二列設け、その前駆動腕は前記翼型枠の前方に連結され、その後駆動腕は前記翼型枠の後方に連結されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内部駆動型羽ばたき式推進器駆動機構。

【請求項 4】 請求項 1、2 又は 3 に記載の内部駆動型羽ばたき式推進器駆動機構を用い、その前記複数の各駆動素子を同時に且つ各別に駆動制御して、推進器全体として羽ばたき運動を行わせるようにしたことを特徴とする内部駆動型羽ばたき式推進器の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水中において船舶や水中航走体を推進することを目的とした内部駆動型羽ばたき式推進器の駆動機構とその制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】水中航走船舶の従来の推進器は回転式のスクリューププロペラが主流である。これは機構が単純であり、効率も高いが、プロペラが船尾の乱れた流れの中で、比較的高速で回転することによって生ずるキャビテーションや流体変動力に起因する雑音及び振動が発生しやすく低騒音を必要とする様な水中航走体には問題が多い。

【0003】これに対し、水中を羽ばたいて推進するエイの一種の推進翼のように、体側にある大きな翼をゆっ

くりと動かすことにより推進力を発生する、図 1 に示すような羽ばたき式推進器が考えられる。本出願人は、このような羽ばたき式推進器を出願し、特許されている（特許第 2920206 号）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような推進器は、プロペラに比べて格段に緩やかな周期運動をすることにより、推進器の騒音を極めて低く保ちながら水中航走体を比較的速い速度で効率よく推進することが可能である。一方このような低騒音を期する推進器では、推進力発生に関わらない不要な水の乱れを発生しないことが肝要であるため、その複雑な駆動機構をすべて流線型断面の翼の中に納める必要があり、かつ多数の駆動素子を独立に駆動して、全体として効果的な羽ばたき運動を実現しなければならない。しかしその駆動機構の実現が難しいことと、多数の駆動素子の運動形態が複雑多岐にわたっている。

【0005】本発明は、以上のような点に鑑み、本出願人による上記特許発明にかかる内部駆動型羽ばたき式推進器の駆動機構とその制御方法を改良し、いっそう信頼性にとみ合理的な作動が可能な上記駆動機構とその制御方法を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】次に、上記の課題を達成するための手段を実施の形態にかかる図を参照して説明する。すなわち、本発明は、潜水船等の水中航走体や十分な喫水を持つ水上船舶を推進するために、湾曲機能を有する駆動ユニットを複数個連結してなる駆動腕 2 を弾性翼部 1 内に設け、該駆動腕 2 で該弾性翼部 1 を羽ばたかせるようにした内部駆動型羽ばたき式推進器において、前記弾性翼部 1 内に左右方向に所定間隔で設けた複数の翼型枠 3 と、該複数の翼型枠 3 間にこれを連結するように夫々設けた複数の骨格ユニット 5 であって、中間部が前記隣接する翼型枠 3、3 の中間において関節 8 を介して屈曲自在に結合された左右一対のユニット片 5A、5A よりなる骨格ユニット 5 と、該各骨格ユニット 5 に対応して前記複数の翼型枠 3 間にこれを連結するように夫々設けた複数の伸縮構造の駆動素子 9 とを具備し、前記駆動素子 9 を伸縮駆動させることにより前記骨格ユニットを屈曲させて弾性翼部 1 を羽ばたかせるようにしたことを特徴とする内部駆動型羽ばたき式推進器駆動機構にある。

【0007】前記一個の骨格ユニット 5 に対応して、その前後に一対の前記伸縮構造の駆動素子 9、9 を平行に設けることが望ましい。

【0008】また、本発明は、前記複数の骨格ユニット 5 とこれに対応する前記複数の駆動素子 9 により構成された駆動腕 2 を、前記弾性翼部 1 内に前後平行に少なくとも二列設け、その前駆動腕 2 A は前記翼型枠 3 の前方に回動自在に連結され、その後駆動腕 2 B は前記翼

型枠 3 の後方に回動自在且つ前後方向に移動自在に連結されていることを特徴とする内部駆動型羽ばたき式推進器駆動機構にある。

【 0 0 0 9 】さらに、本発明は、上記の内部駆動型羽ばたき式推進器駆動機構を用い、その前記複数個の各駆動素子 9 を同時に且つ各別の駆動信号により駆動制御して、推進器全体として羽ばたき運動を行わせるようにしたことを特徴とする内部駆動型羽ばたき式推進器の制御方法にある。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】図は、本発明の実施の形態を示す。図 1 に示す本推進器を実現するための片翼分の駆動機構の全体構造を図 2 に示す。図 1 に見られる潜水船の船体 1 0 1 両舷に羽ばたいている一對の推進器としての翼部 1 は、一切の駆動機構をその翼部 1 の内部に持つ。翼部 1 は、中空で断面が流線型であり、その外周面をなす翼面皮膜 4 は、図 2 に示すように、その内部の翼型枠 3 に取り付けられ、翼型枠 3 相互間に張られる。翼型枠 3 は流線型の枠体であり、翼部 1 の左右方向に所定間隔で複数個設けられている。翼面皮膜 4 は伸び縮みの容易な弾性膜によって作られており、駆動機構の羽ばたき運動により周りの水をあおり、その結果水が後方に加速され、その反動で本推進器が前向きの推進力を発生する。

【 0 0 1 1 】駆動機構の構成

本駆動機構の主要構造は図 2 に示すように、2 条の駆動腕 2 すなわち前駆動腕 2 A と後駆動腕 2 B 及び 6 個の翼型枠 3 を有しており、内端部の固定部翼型枠 3 A により船体 1 0 1 に固定される。駆動腕 2 は本推進器の羽ばたき運動を発生する役目を持つ。翼型枠 3 は翼面皮膜 4 に翼型曲面を維持させるとともに、駆動腕 3 からの力を翼面に伝える役目を持つ。固定部翼型枠 3 A は本推進器を船体 1 0 1 に堅固に固定する役目を持つ。

【 0 0 1 2 】駆動腕の構造

2 条の駆動腕 2 (2 A , 2 B) は、図 3 及び図 4 に示すように、隣接する翼型枠 3 間に設けられる屈曲可能な複数の骨格ユニット 5 の連結により構成される。各骨格ユニット 5 は、左右一對のユニット片 5 A が中間の関節 8 により、左右に隣接する翼型枠 3、3 の中間において屈曲自在に結合されている。すなわち、各骨格ユニット 5 はいずれも、1 軸の回転 (図 3 の正面図において紙面に直角な軸回りの回転) のみ自由に行える関節 8 によって互いに連結されている。骨格ユニット 5 を構成するユニット片 5 A の内中間部の中間ユニット片 5 A - 1 はその両端に関節 8 を持ち、クランク状に折曲形成された中間部が後述する連結部材 1 1、1 2 又は 1 3 を介して翼型枠 3 に連結されている。また、基端部側の基端ユニット片 5 A - 2 は一端に関節 8 を持つが他端は固定部翼型枠 3 A にしっかりと固着されており、先端部側の先端ユニット片 5 A - 3 は一端に関節 8 を持ち他端は自由となっているという点が異なっている。隣り合う骨格ユニット

は関節 8 による結合の他に、図 3 及び図 4 に示すように、並列に配置された一對の駆動素子 9 と、駆動素子 9 の両端のロッドエンド 1 0 及び骨格ユニットの両側に突き出したシャフト 6 A を介して連結されている。ただし基端ユニット片 5 A - 2 にはシャフトは取り付けられていないが、これに代わるシャフト 6 B が固定部翼型枠 3 A に設けられている (図 3)。

【 0 0 1 3 】駆動腕の屈曲運動の発生方法

図 5 乃至図 8 には駆動腕 2 (2 A , 2 B) の屈曲運動の発生方法が示されている。駆動素子 9 は電気エネルギー又は流体圧力エネルギー等により、シリンダから突き出したロッド 9 A がその軸方向に出入りして、駆動素子 9 全体としては伸縮を起こして作動するもので、伸縮方向に駆動力を発揮する機能を持っている。この伸縮により駆動素子 9 はロッドエンド 1 0 により両端のシャフト 6 A を伸縮方向に移動させる。一對の駆動素子 9 は等しい伸縮を行う様に制御されるため、隣り合う骨格ユニット 5 はその関節 8 を中心として、相互の角度を増減する運動すなわち屈曲運動を生ずる。

【 0 0 1 4 】1 条の駆動腕 2 (2 A , 2 B) の 6 対の駆動素子 9 は、それぞれ独自の動きをすることができる。この 6 対の駆動素子 9 の動きが合成されて、駆動腕は全体として図 9 に示すように曲線的に屈曲し、固定部骨格ユニットの関節 8 を中心とする扇形状のしなやかな上下運動を可能とする。この屈曲の形状は、6 対の駆動素子 9 の動きを独立に且つ任意に与えることにより、任意性に富んだものとなる。

【 0 0 1 5 】駆動腕による翼型枠の駆動

2 条の駆動腕 2 (2 A , 2 B) は前記のような機構になっているので、それぞれの駆動素子 9 を独立に伸縮させることにより、各々の駆動腕は別々の屈曲運動をすることができる。2 条の駆動腕のうち前駆動腕 2 A は、図 1 0、図 1 1 及び図 1 4 に示すように骨格ユニット 5 の上下の翼型枠連結部材 1 1、1 3 において一つの翼型枠 3 と接続される。また後駆動腕 2 B は上部の翼型枠連結部材 1 2 により翼型枠 3 に接続される。すなわち、各翼型枠 3 は、その 3 点において、前駆動腕 2 A 及び後駆動腕 2 B と連結されている。したがって 1 及び 2 の屈曲形状が決まれば、各翼型枠 3 はこの 3 個の連結部材 1 1、1 2、1 3 によりその位置と姿勢を与えられる。各翼型枠 3 と駆動腕 2 の各骨格ユニット 5 とのこのような連結により、図 2 乃至図 4 に示すような形状輪郭を持つ羽ばたき型駆動機構の片翼全体が構成される。

【 0 0 1 6 】駆動腕と翼型枠の連結部材

連結部材 1 1 は、図 1 0 乃至図 1 6 に示すように前駆動腕 2 A の骨格ユニットの駆動軸 1 4 の A 点を中心に 3 軸の角度変位可能な球面軸受けを持つ車輪であり、車輪の外側面が翼型枠 3 の穴 1 5 に固定されている。この連結構造により、連結部材 1 1 は前駆動腕 1 の屈曲による上下方向の力を翼型枠 3 に伝える働きをする。連結部材 1

2 もまた後駆動腕 2 B の骨格ユニットの駆動軸 1 6 の B 点を中心に同様の球面軸受けを持つ車輪であるが、車輪の外側面は翼型枠 3 のスリット 1 7 にはめられており、車輪はスリット内をスライドするよう拘束されている。このスライドの自由度は、翼型枠 3 に俯仰角が付くときに A 点と B 点の距離が変化するのに対処するために与えられている。この連結構造により、連結部材 1 2 は後駆動腕 2 B による上下方向の力を翼型枠 3 に伝えるとともに、翼型枠 3 に俯仰角変位を生じさせるモーメントを与える働きをする。連結部材 1 3 は前駆動腕 1 の骨格ユニットの駆動軸 1 8 を中心に円筒軸受け（車輪の回転の自由度のみを持つ通常の軸受け）を持つ車輪であり、翼型枠 3 に設けられた 2 枚の平行な案内板 1 9 , 2 0 によって挟まれており、翼型枠 3 の俯仰角変化を自由にしながら、翼型枠の下端部に横向きに力を伝えることができる。

【 0 0 1 7 】羽ばたき運動の実現

前駆動腕 2 A 及び後駆動腕 2 B に取り付けられたそれぞれ 6 対の駆動素子 9 の伸縮を正弦関数状に周期的に行うことにより、前駆動腕 2 A 及び後駆動腕 2 B は互いに少しずつれた屈曲変形を示し、扇形状の上下運動を行う。これに取り付けられた各翼型枠 3 は、駆動腕との接続点である連結部材 1 1 及び連結部材 1 2 の上下位置関係により、その上下位置変位と俯仰角変位を生ずる。各翼型枠 3 がこのような運動を生ずる結果、翼全体は適当な俯仰角変化を示しながら上下に周期的に羽ばたかすることができる。

【 0 0 1 8 】翼型枠による翼面被膜の駆動

本推進器の翼面を形成する翼面被膜 4 は、このこのような翼型枠 3 に取り付けられて被覆しているため、翼面形状を健全に保ったまま羽ばたき運動をする事が出来る。

【 0 0 1 9 】多数の駆動素子の制御方法

図 1 7 に羽ばたき運動を行わせるための各駆動素子対の伸縮の制御方式を示す。各駆動素子対の名称を図 4 のように名付ける。すなわち、A c 1 1、A c 1 2、・・・A c 1 6 は前駆動腕 2 A に取り付けられた駆動素子対を示しており、翼の根本側から翼先端に向かって順に 1 , 2 , ... 6 と番号をつけている。また A c 2 1 , A c 2 2、・・・A c 2 6 は後駆動腕 2 B に取り付けられた駆動素子対を示しており、前駆動腕 2 A と同様に翼の根本側から翼先端に向かって番号をつけている。各駆動素子の動きは図 1 7 のグラフで示している様な運動の繰り返しである。縦軸は駆動素子のロッドの伸び、横軸は時間の経過を示している。A c i j の伸び長さを i_j と表すと、

【 0 0 2 0 】 $i_j = \theta \cdot K \{ t + \tau_j \}$;
 $\tau_j = (j - 1) \cdot T$
 $i_{2j} = \theta \cdot K \{ t + \tau_j + T \}$
 (j = 1 , 2 , ... , 6)

【 0 0 2 1 】により各駆動素子の伸び運動が制御され

る。ここに t は時間を示す変数、 θ は周期運動の角周波数である。K は周期 $2\pi / \omega$ の周期関数で、
 最大値 ; $K_{max} = 1$
 最小値 ; $K_{min} = -k$, $k > 0$

なる性質を持つ任意の関数である。関数 K の具体的な 1 例は

$K(t) = \sin(\omega t)$ (この場合、自動的に $k = 1$)

である。なお伸び長さ θ は、図 3 及び図 4 のように各駆動腕がまっすぐ伸びている状態の駆動素子の伸びとして定義している。この制御方法では、関数 K と角周波数 ω を決めれば、羽ばたき運動の大きさと形態は、3 つのパラメータ θ 、 ω 、及び k の数値で記述される。 θ は駆動素子間の翼端方向の位相差、 ω は駆動腕間の位相差を示している。

【 0 0 2 2 】羽ばたき機構の運動及び駆動素子の制御の実施例

図 1 8 に上記制御方法により実現される本件駆動機構及びその羽ばたき運動を示す。この運動においては、

20 $K(t) = \sin(\omega t)$
 で、
 $\theta = 10 = 5\text{mm}$
 $\omega = 10 \cdot \pi / 180$
 $k = 5 \cdot \pi / 180$

と指定している。この場合の図 3 及び図 4 に示す機構の大きさは、図中に描いた単位長さを 1 0 0 mm としたときのものである。 θ はこの寸法において駆動機構の各部分材が翼面被膜から突き出さないように選択している。

30 【 0 0 2 3 】駆動素子はコンピュータ及びその関連機器と接続することにより、任意の伸縮運動を精密に実現させることができる。したがって、上記の制御法における関数 K の形状や角周波数 ω の値はかなり広範に実現することができる。特に θ の小さい値については実現が容易である。したがってこのような駆動機構と制御方法を使用することにより、非常に緩やかでかつ滑らかな羽ばたき運動を推進翼において実現することができる。

40 【 0 0 2 4 】以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく、請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なのは当業者には自明であろう。

【 0 0 2 5 】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明に係る駆動機構とその駆動制御法は、内部駆動型羽ばたき式推進器を安定した状態で非常に緩やかに、滑らかに且つしなやかに運動させることができ、しかも効果的に水を掻いて推進力を発生するように動かすことができ、その動作の信頼性を向上させることができる。その結果、本発明は従来のプロペラに比べて振動雑音及びキャピテーションの発生が少ない静粛な水中船舶用推進器を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態に係る羽ばたき式推進器を装備した潜水船の概念図である。

【図 2】同推進器の機械的構成を示す内部透視図である。

【図 3】同推進器の駆動機構を示す正面図である。

【図 4】同推進器の駆動機構を示す平面図である。

【図 5】同駆動機構の基本単位の平面図である。

【図 6】同駆動機構の基本単位の正面図である。

【図 7】同駆動機構を構成する駆動素子の動作を示す正面図である。

【図 8】同駆動機構の基本単位の伸長時 (A) 及び収縮時 (B) の動作を示す正面図である。

【図 9】同駆動機構を構成する前駆動腕の動作を示す正面図である。

【図 10】同駆動機構を構成する翼型枠部分の平面図である。

【図 11】同駆動機構を構成する翼型枠部分の側面図である。

【図 12】図 11 中の E - E 線断面図 (A) 及び該断面部分の正面図 (B) である。

【図 13】図 11 中の F - F 線断面図 (A) 及び該断面部分の正面図 (B) である。

【図 14】同駆動機構を構成する翼型枠部分の俯仰角運動時の側面図である。

【図 15】図 14 中の G - G 線断面図である。

【図 16】図 14 中の H - H 線断面図である。

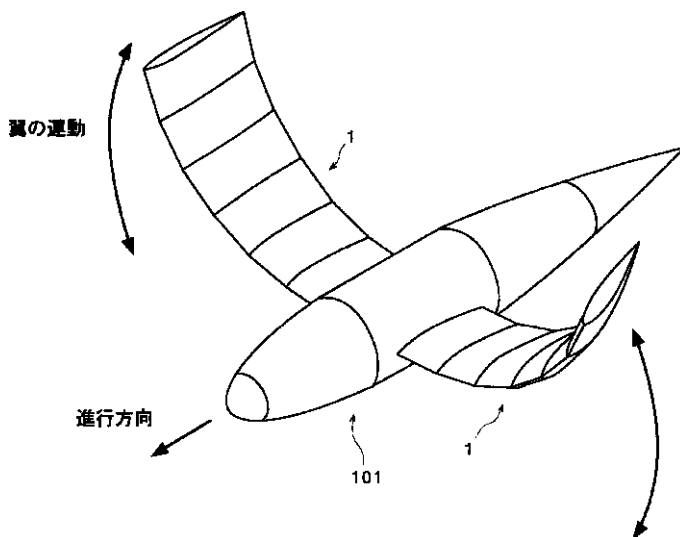
【図 17】本発明に係る羽ばたき式推進器として有効な羽ばたき運動を実現するための駆動素子の伸縮制御の方法を示すグラフ図である。

【図 18】本発明に係る羽ばたき式推進器の羽ばたき運動を 1 周期間の形態の変化で示す図である。

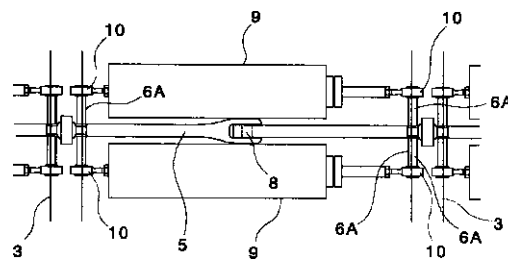
【符号の説明】

- 1 翼部
- 2 駆動腕、2 A 前駆動腕、2 B 後駆動腕
- 3 翼型枠、3 A 固定部翼型枠
- 4 翼面皮膜
- 5 骨格ユニット、5 A ユニット片、5 A - 1 中間ユニット片、5 A - 2 基端ユニット片、5 A - 3 先端ユニット片
- 6 A シャフト、6 B シャフト
- 8 関節
- 9 駆動素子、9 A ロッド
- 10 ロッドエンド
- 11 連結部材 (前駆動腕上部用)
- 12 連結部材 (後駆動腕用)
- 13 連結部材 (前駆動腕下部用)
- 14 前駆動腕用骨格ユニットの翼型枠駆動軸
- 15 翼型枠連結部材固定用穴
- 16 後駆動腕用骨格ユニットの翼型枠駆動軸
- 17 スリット
- 18 前駆動腕用骨格ユニットの下部翼型枠駆動軸
- 19、20 案内板

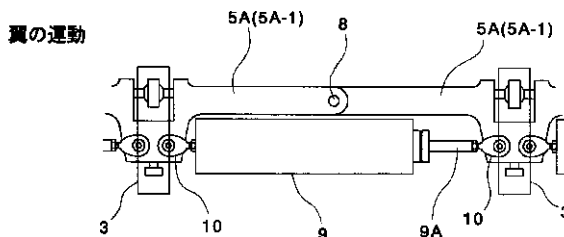
【図 1】



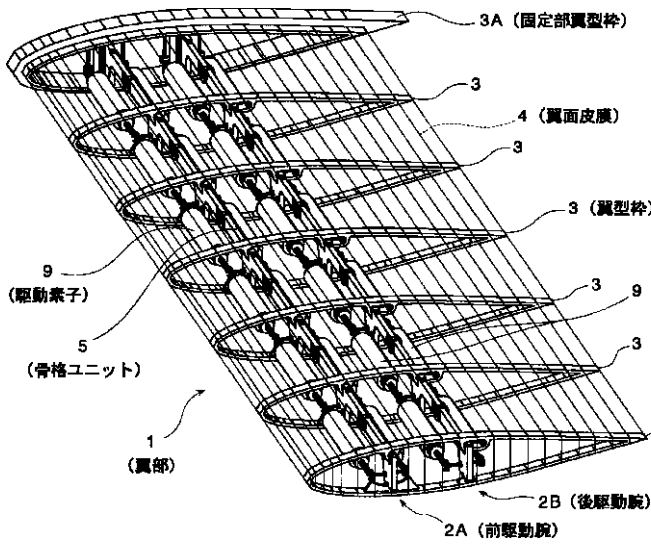
【図 5】



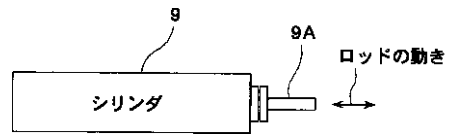
【図 6】



【図 2】

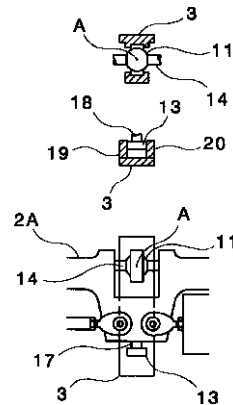
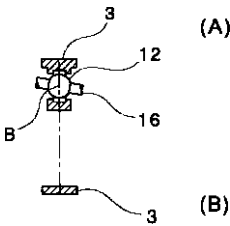


【図 7】

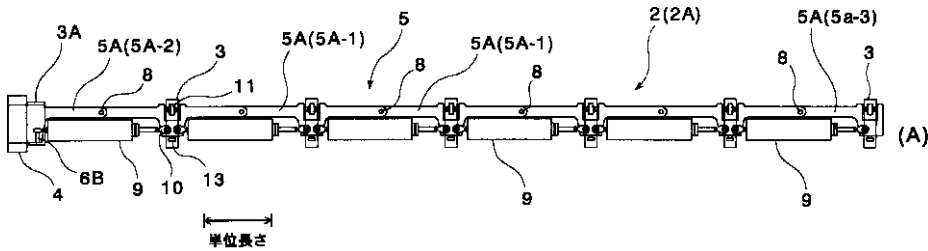


【図 16】

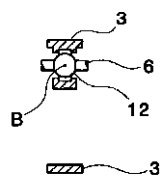
【図 12】



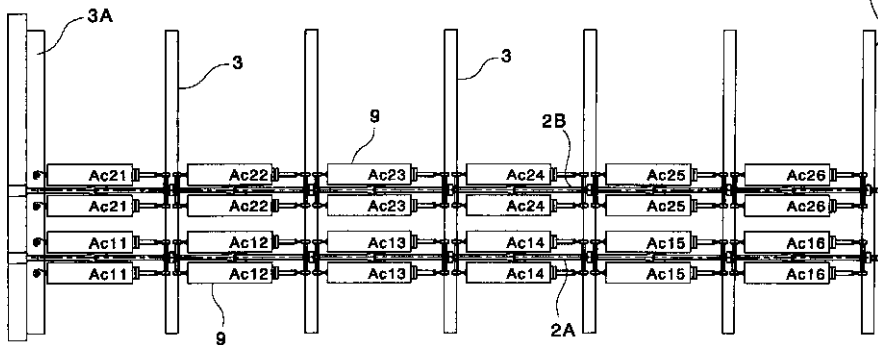
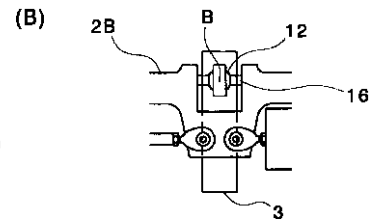
【図 3】



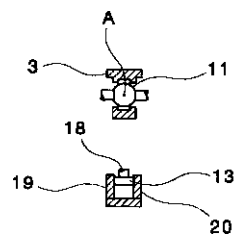
【図 13】



【図 4】

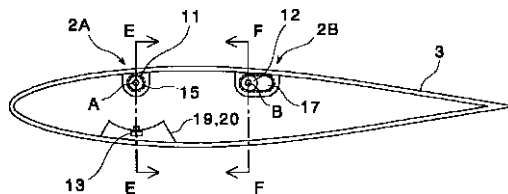
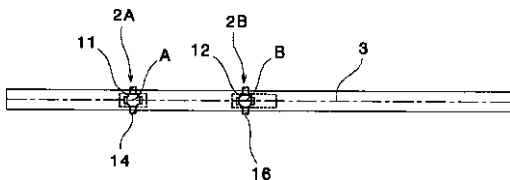


【図 15】

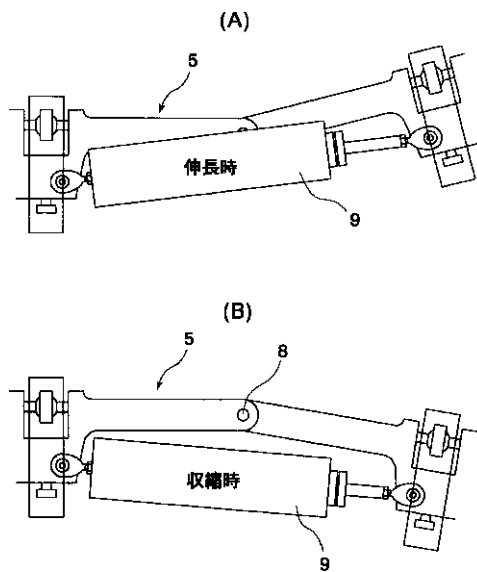


【図 10】

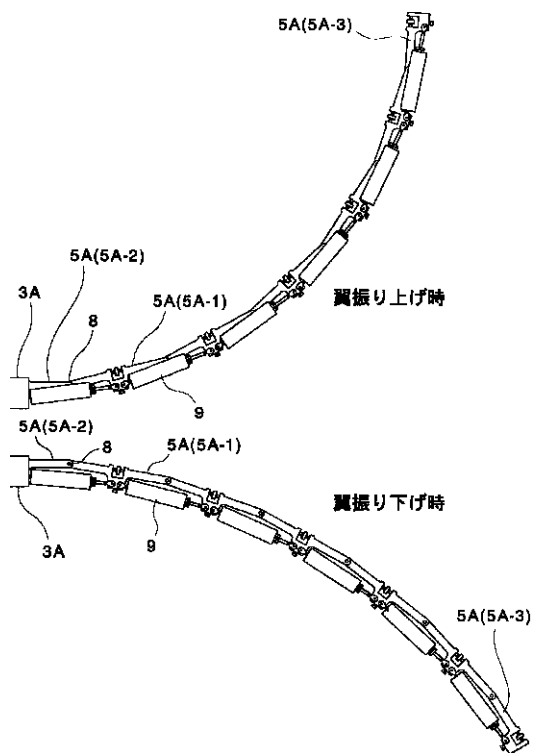
【図 11】



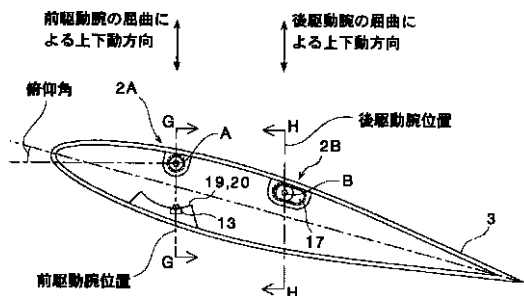
【 図 8 】



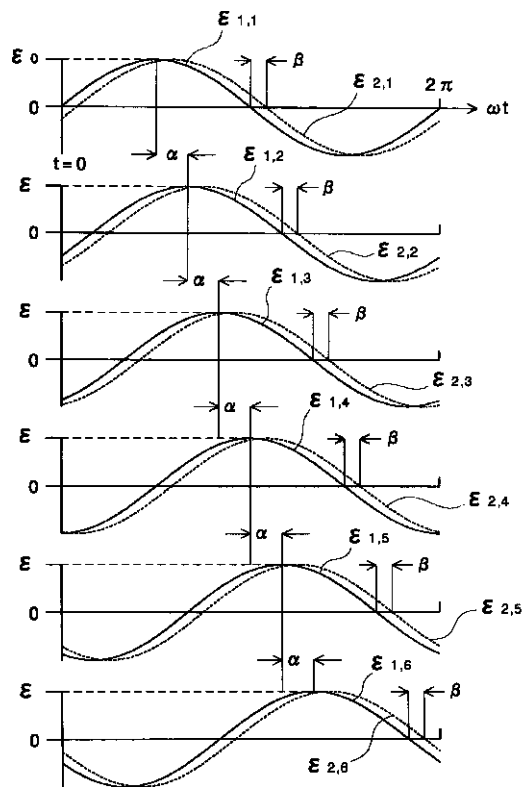
【 図 9 】



【 図 14 】



【 図 17 】



【図18】

