

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4334767号  
(P4334767)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月3日(2009.7.3)

(51) Int. Cl. F I  
**F 0 3 G 7/06 (2006.01)** F O 3 G 7/06 E  
**B 6 4 G 1/22 (2006.01)** B 6 4 G 1/22

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2000-542575 (P2000-542575)	(73) 特許権者	391030332
(86) (22) 出願日	平成11年4月2日(1999.4.2)		アルカテルルーセント
(65) 公表番号	特表2002-518618 (P2002-518618A)		フランス共和国、75008 パリ、リュ
(43) 公表日	平成14年6月25日(2002.6.25)		・ラ ボエテイ 54
(86) 国際出願番号	PCT/FR1999/000774	(74) 代理人	100064908
(87) 国際公開番号	W01999/051878		弁理士 志賀 正武
(87) 国際公開日	平成11年10月14日(1999.10.14)	(74) 代理人	100108578
審査請求日	平成18年3月3日(2006.3.3)		弁理士 高橋 詔男
(31) 優先権主張番号	98/04242	(74) 代理人	100089037
(32) 優先日	平成10年4月6日(1998.4.6)		弁理士 渡邊 隆
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2つの連結された部材間の相対回転を制御するための装置およびこのような装置を少なくとも1つ用いた、特に宇宙船のための展張可能な機械構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

与えられた軸線(14)回りに互いについて連結された第1部材(12)と第2部材(10)との間の相対回転を制御するための制御装置であって、

双安定の形状記憶合金から作られ、前記軸線(14)を中心とするとともに前記軸線に沿って離間した点で前記第1部材(12)と前記第2部材(10)とを連結するトーシヨンパー(16)と、

前記合金の冶金構造における変化の結果、前記相対回転の作動を生み出すバー加熱手段(24)とを備える装置において、

前記トーシヨンパー(16)は、前記第1部材(12)と前記第2部材(10)との間で制御される相対回転の予め設定された角度よりも大きい、前記バー上の前記点の間の相対回転の角度を作り出すことができ、

ストッパ(22)が前記予め設定された角度に前記第1部材(12)と前記第2部材(10)との間の相対回転の角度を制限するのに設けられ、かつ

前記予め設定された角度を越えて前記バー上の前記点の間の超過相対回転を吸収するため、少なくとも1つの機械的ヒューズ(18)が前記トーシヨンパー(16)と前記第1部材(12)との間に設けられていることを特徴とする制御装置。

【請求項2】

前記機械的ヒューズは、前記トーシヨンパー(16)よりも小さい横断面のロッド(18)であり、前記軸線に沿って前記トーシヨンパーに延在するとともに、前記トーシヨ

バーの両端は回転自在にバーの一端と前記第 1 部材 ( 1 2 ) にそれぞれ連結されていることを特徴とする請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

弾性手段 ( 4 0 ) が前記ロッド ( 1 8 ) と前記第 1 部材 ( 1 2 ) との間に収容され、これにより前記第 1 部材を前記軸線に沿って前記トーションバー ( 1 6 ) の方向に作用させるようにしていることを特徴とする請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記加熱手段 ( 2 4 ) は、前記トーションバー ( 1 6 ) の長さ全体にわたって配置され、自身の上に積み重ねられるとともに周リング ( 2 8 ) によってそれぞれ固定される複数のヒータ ( 2 6 ) を備えていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

10

【請求項 5】

逆転防止ロック機構 ( 8 0 , 8 2 , 8 4 , 8 6 ) が、前記第 1 部材 ( 1 2 ) と前記第 2 部材 ( 1 0 ) との間の前記相対回転後に、逆転を防止するのに設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 6】

少なくとも 1 つの関節 ( 5 4 , 5 5 ) によって互いに連結されるとともに最初に積層形態をとる少なくとも第 1 要素 ( 5 0 ) 及び第 2 要素 ( 5 1 ) と、

少なくとも前記第 1 要素と前記第 2 要素との間の相対回転を制御するための、少なくとも 1 つの請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の制御装置 ( 6 9 a , 6 9 b ) とを備えており、

20

前記制御装置が、前記関節内に設けられ、前記積層形態を少なくとも部分的に展張形態に移行させることができることを特徴とする展張可能な機械構造体。

【請求項 7】

少なくとも第 3 要素 ( 5 2 , 5 3 ) を備えており、少なくとも前記第 1 要素、前記第 2 要素、及び前記第 3 要素が少なくとも 1 つの関節 ( 5 4 ~ 5 8 ) によって互いに連結された構造体において、

前記制御装置 ( 6 9 a , 6 9 b ) が少なくとも 1 つの前記関節のうち 1 つの関節 ( 5 5 ) に設けられるとともに、連動手段 ( 6 5 ~ 6 8 ) が前記関節を互いに連結することにより、前記制御装置の作動が前記展張可能な機械構造のすべての要素を展張形態に移動させることを特徴とする請求項 6 に記載の展張可能な機械構造体。

30

【請求項 8】

少なくとも 1 つの前記制御装置は、第 1 制御装置 ( 6 9 a ) 及び第 2 制御装置 ( 6 9 b ) から成り、

少なくとも 1 つの前記関節は、前記要素のうち一番外側の要素 ( 5 0 ) を前記一番外側の要素に隣接する他の要素 ( 5 1 ) に接続する第 1 関節 ( 5 4 ) と、第 2 関節 ( 5 5 ) と、を備えており、

前記第 1 制御装置 ( 6 9 a ) は、前記一番外側の要素の部分展張を制御するために前記第 1 関節に設けられており、

前記第 2 制御装置 ( 6 9 b ) は、前記連動手段によって前記展張可能な機械構造体を展張形態に移行させるために前記第 2 関節に設けられていることを特徴とする請求項 7 に記載の展張可能な機械構造体。

40

【請求項 9】

前記一番外側の部材の部分展張が前記第 1 制御装置 ( 6 9 a ) によって制御されたときに係合可能とされたプレイテイクアップ手段 ( 7 0 ) を介して、前記第 2 制御装置 ( 6 9 b ) が前記一番外側の部材 ( 5 0 ) に連結されていることを特徴とする請求項 8 に記載の展張可能な機械構造体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

50

本発明は主に、与えられた軸線の周りで、互いに対して連結された2つの部材間の相対回転を制御するために構成された装置に関するものである。

【0002】

本発明はまた、宇宙船に取り付けられた太陽電池、ラジエータ、あるいはアンテナなどの展張可能な機械構造体に関するものでもある。このような構造体の展張は、この種の1つあるいは2つ以上の装置によって制御される。

【0003】

本発明は、宇宙船（人工衛星、宇宙探査用ロケットなど）に取り付けられた種々の機械構造体の折りたたみ機構において好ましい適用を見出すことができる。しかしながら、他の分野においても使用できる。なぜなら、機械構造体の展張や折りたたみは、構造体に組み込まれた小型の装置によって高トルクおよび高振幅で制御されることが可能でなければならないからである。

【0004】

【従来の技術】

宇宙船が発射されるときには、たとえば太陽電池、ラジエータ、あるいはアンテナなどの決まった数の装備品を折りたたんだ状態にしておくことが必要である。実際、この形態は発射によって生じる負荷に耐え、かつ発射装置上でそれら装備品に割り当てられた制限容量を満足できるようになっている。このように折りたたんだ状態に維持できる装置は、一般に“積層装置（stacking devices）”と呼ばれている。

【0005】

それ故に、宇宙船が軌道に乗って、積層装置が解除された後に作動する展張制御装置を備えていなければならない。

【0006】

大抵の現存する展張制御装置は、予め力の加えられたバネあるいは電気モータを使用している。

【0007】

バネ式の折りたたみ機構が用いられている場合、展張終了時に相当の振動が発生し、宇宙船に積み込まれた装置の機構に損害を与えたり、これら装置の機構を妨げたりするおそれがある。この欠点を克服するために、制御装置がバネ式制御装置にしばしば付加されている。しかしながら、このことは機構の信頼性を低下させている。

【0008】

電気モータが展張を制御するのに用いられている場合、モータの空間要求と関係する取付空間の制約がある。更に、モータおよびモータの電気制御装置によって構成された装置は、実質的に装置のコスト、結果として宇宙船のコストを増加させている。

【0009】

仏国特許第2684638号公開公報には、双安定の形状記憶合金から作られたトーションバネ、延長トルクプレートあるいは延長アームによって機械構造体の展張を機械化したものが開示されている。冶金組成における変化は、トーションバネ、延長トルクプレートあるいは延長アームの一端でモータ部を局部的に熱するか、もしくは、均等に、しかし制御された方法で熱することにより得られる。固定装置は、機械構造体が最終的な展張形態に達したとき、その構造体をその展張形態に維持するものである。

【0010】

宇宙船の機械構造体の展張を制御するために、形状記憶合金で出来たモータ構成部品の使用は、予め力の加えられたバネあるいは電気モータを使用することにより生じる不利益を排除している。しかしながら、仏国特許第2684638号公開公報で主張されている解決法には多くの問題点が含まれている。

【0011】

このようにして、トーションバネが用いられている場合には、高い能力を生み出すとともに、高い回転トルクを作り出す、重くてかさばるバネを用いる必要がある。

【0012】

10

20

30

40

50

モータ構成部品がプレート形態を有している場合、大きい展張角度を制御することは実質的に不可能である。

【0013】

結局、トルクアームの使用は、質量および占有した空間によって制限している機械的ギヤ比を必要とする。

【0014】

さらに、モータ構成部品の加熱が均一に行われる場合、仏国特許第 2 684 638 号公開公報では、展張運動を制御するように加熱を誘導することを提案している。これは複雑かつコストのかかる制御電子工学を強いるものである。

【0015】

また、モータ構成部品が一方で加熱される場合、この構成部品に沿う自然な熱伝達は、このモータ構成部品の両端間の急激な温度勾配によって加熱装置のところで非常に高い温度として表される。

【0016】

最後に、所望の展張角度が達成された展張運動の終わりでこの機械構造体の展張が一般にロックされると仮定すれば、モータ構成部品によって発生したトルクはこの同じ構成部品により持ちこたえられ、かつ停止位置に達した後にモータ構成部品を破壊してしまうおそれがある。この欠点はロックおよび加熱遮断が同時に行われる場合にのみ排除することができるが、それは装置およびその電子制御装置をより一層複雑化することになる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の主たる目的は、双安定の形状記憶合金からなるモータ構成部品によって、2つの部材間の相対回転を制御を可能とするとともに、比較的少ない空間要求、重量およびコストで高い回転トルクが作り出されかつ大きい展張角度が達成できる装置を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、この結果は、与えられた軸線回りに互いについて連結された2つの部材間の相対回転を制御するための装置によって得られる。この装置は、双安定の形状記憶合金から作られ、前記軸線を中心とするとともに前記軸線に沿って離間した点で前記部材のそれぞれを連結するトーションバーと、前記合金の冶金構造における変化の結果、前記相対回転の作動を生み出すバー加熱手段とを備え、前記トーションバーは、前記部材間で制御される予め設定された相対角度よりも大きい、前記バー上の前記点の間の相対角度を作り出すことができ、ストッパが前記予め設定された角度に前記部材間の相対回転の角度を制限するのに設けられ、かつ前記予め定め設定された角度を越えて前記バー上の前記点の間の超過相対回転を吸収するため、少なくとも1つの機械的ヒューズが前記トーションバーと前記部材の第1部材との間に設けられていることを特徴とするものである。

【0019】

特に狭い空間でかつ重量の維持が要求される場合、ねじれによって動く双安定の形状記憶合金から作られたバーによって形成されたモータ構成部品の使用は、高い回転トルクを作り出すことと大きい展張角度を達成することを可能にしている。弾性式展張装置と一緒に使用される本発明による装置の場合（たとえば、いくつかのフラップを有する太陽電池のいくつかの関節ラインがバネを使って機械化されているもの）において、さらなる伝達部材（たとえば、プリーおよび連結ケーブル）により双安定の形状記憶合金は、支持すべき折りたたみ機構内の残余物が破壊関節ラインの展張を助けることを可能にしている。さらに、トーションバーの加熱がトーションバーを制御あるいは案内することなく実施されるので、複雑な電気制御装置を用いる必要はない。また、このように構成された制御装置は、多大なる信頼性を有するとともに、操作および取付をするのに非常に簡単である。

【0020】

さらに、機械的ヒューズおよびストッパにより2つの部材がストッパに当たったときトー

10

20

30

40

50

ションバーによって作り出され続けるトルクを吸収できるようにしている。したがって、ロックと熱の遮断とを同期させる必要なしにバーの元のままの状態が維持される。

【0021】

好適に、前記機械的ヒューズは、前記トーションバーよりも小さい横断面のロッドであり、前記軸線に沿って前記トーションバーに延在するとともに、前記トーションバーの両端は回転自在にバーの一端と前記第1部材にそれぞれ連結されている。

【0022】

バネのような弾性手段が有利には前記ロッドと前記第1部材との間に収容され、これにより前記第1部材を前記軸線に沿って前記トーションバーの方向に作用させるようにしている。

10

【0023】

軌道内での操作信頼性を確保するため、最終展張中に遭遇する摩擦点におけるヒューズの早期破壊を避けるため、ヒューズは非常に抵抗のある部分によって発射前に取り替えることができる。

【0024】

本発明の好ましい実施形態において、前記加熱手段は、前記トーションバーの長さ全体にわたって配置され、自身の上に積み重ねられるとともに周リングによってそれぞれ固定される複数のヒータを備えている。

【0025】

さらに、逆転防止ロック機構が、前記部材間の前記相対回転後に、逆転を防止するのに設けられている。

20

【0026】

本発明はまた、少なくとも1つの関節によって互いに連結されるとともに最初に積層形態をとる少なくとも2つの部材と、前記関節内に設けられ、前記積層形態を少なくとも部分的に展張した形態にすることができる、本発明による少なくとも1つの制御装置とを備える展張可能な機械構造体に関するものである。

【0027】

従来の折りたたみ機構の技術と比較して、オーバーサイズのバネと既に述べた有利な点をさらに有したこの構成は、折りたたみ機械マージンにおいて考えられる増加（たとえば、少なくとも4倍の増加）、すなわちエンジントルクと抵抗トルクとの間の比を可能としている。実際、かけられたトルクの値がいくらであっても装置の作動速度は非常に遅いので、ロック時の振動は全くない。

30

【0028】

前記展張可能な機械構造体が、少なくとも1つの関節によって互いに連結された少なくとも3つの部材を備える場合、少なくとも1つの制御装置が前記関節の1つに設けられるとともに、連動手段が前記関節を互いに連結することにより、前記制御装置の作動が前記構造の全部材を展張形態に移動させている。

【0029】

たとえば、宇宙船に積み込まれた構造体の移動段階において、このような展張可能な機械構造体の少なくとも1つの最も外側の部材の部分展張が行われる場合、一番外側の部材の部分展張を制御するため、少なくとも1つの第1制御装置は前記構造体の少なくとも1つの一番外側の部材を隣接する部材に連結する第1関節内に設けられている。また前記連動手段を介して前記構造体を展張形態に展張するため、少なくとも1つの第2制御装置が前記構造体の第2関節内に設けられている。

40

【0030】

前記一番外側の部材の部分展張が前記第1制御装置によって制御されたときに係合可能とされたプレイテイクアップ手段を介して、前記第2制御装置が前記構造体の前記一番外側の部材に連結されている。

【0031】

【発明の実施の形態】

50

以下、本発明の好ましい一実施形態を添付した図面に基づいて説明する。本発明はこの実施形態に限定されるものではない。

【0032】

図1Aないし図1Cは本発明による制御装置を非常に概略的に示したものである。この制御装置は、支持固定された第1部材10と軸線14回りに回転する第2部材12との間で発生する高相対回転を許容する高トルクを誘発して作動するものである。

【0033】

本発明による制御装置は主に、延長された円筒形状を有するとともに、双安定の形状記憶合金から作られたトーションバー16を備えている。このトーションバー16は軸線14が中心となるように配置されており、この軸線回りに部材10と部材12との間の予め定められた相対回転が制御される。

10

【0034】

トーションバー16の加熱手段が、装置の作動を制御するために設けられている。これら加熱手段は、図1Aに符号24としてその概略を示している。これら加熱手段は図1Bおよび図1Cには示していない。これら加熱手段24は、以下図2に基づいて説明することにする。

【0035】

トーションバー16の第1端部は、固定された部材10に回転可能に直接取り付けられている。トーションバー16の第2端部は、機械的ヒューズを介して可動性の部材12に取り付けられている。この機械的ヒューズの機能については後述する。

20

【0036】

この機械的ヒューズは円筒形のロッド18によって構成され、軸線14を中心として配置されているとともにトーションバー16の延長上に配置されている。この円筒形のロッド18は、おおよそトーションバー16よりも小さい横断面からなり、かつトルクがかけられた際にロッド18がねじ曲げられるとともに必要な場合には破壊可能である、特に延性を有する別の材料から作られている。

【0037】

トーションバー16と円筒形のロッド18との隣接する端部は、連結支持プレート20によって回転可能に互いに連結されている。円筒形のロッド18の他端は部材12に取り付けられ、回転可能となっている。

30

【0038】

部材10と部材12との間の相対的な回転は、図1Aないし図1Cに符号22としてその概略を示すストップパによってある所定角度に制限される。このストップパは、本発明の範囲から逸脱することなく、装置内部に設けることもできるし装置外部に設けることもできる。

【0039】

双安定の形状記憶合金からなるバー16の使用は、合金の冶金構造における変化がバーの加熱によって生じる間、ねじれがはたらいで、非常に大きい回転(180°以上)が高トルクで作り出されることを可能としている。それにもかかわらず、装置が占めていた質量および空間は減少される。

40

【0040】

バーの冶金組成変化温度を越えるようにバーが加熱手段24によって加熱されると、ねじって予め手を加えておいたバー16は、着実かつゆっくりと図1Aに示す形状から図1Cに示す形状に回転する。

【0041】

図1Aは静止状態にある装置、すなわち加熱手段24が作動する前の状態を示している。そのとき、装置の温度はトーションバー16が作られる合金の冶金組成変化温度よりも下げられている。

【0042】

(制御あるいは誘導されない)一定の加熱力が一様な加熱を与えるようにトーションバー

50

16全体に沿って配置された加熱手段24を介してトーションバー16に加えられるとき、このバーは温度T0で冶金組成が変化し始めるとともにこの変化は温度T1で終了する。これらの温度の値は、本質的に使用した双安定の形状記憶合金の性質によるものである。

【0043】

合金の冶金組成の変化開始温度T0に達すると、部材10と部材12との間の相対回転が始まる。図1Aないし図1Cに示すように、仮に部材10が固定されているとするならば、連結支持プレート20、およびヒューズ18を介してこの支持プレートに連結された部材12は、たとえば図1Bの矢印F1方向に、軸線14まわりにゆっくりと回転し始める。形状記憶合金の相変化が激しい吸熱性であると仮定すれば、トーションバー16は加熱手段24によって与えられた温度の自然な増加に従ってバーのトルクを発生している。

10

【0044】

實際上、トーションバー16の最終的な位置(すなわち、合金の冶金変化が終了するとき達する最終的な相対回転角度)を単一でない製造場面において制御することは難しい。それにまた、バーの形状回復を完全に再現することは事実上不可能である。この難題を克服するため、最終的な相対回転角度が部材10と部材12との間を制御するのに要求されている予め設定された相対回転角度よりも(たとえば約10°だけ)大きいトーションバー16が使用される。

【0045】

したがって、図1Bに示すように、部材10と部材12との間を制御するこの予め設定された相対回転角度が達成されても、部材10に対する軸線14まわりの連結支持プレート20の回転は完了していない。それゆえ、ストッパ22の役割は、達成するのに要求されている予め設定された角度に部材12と部材14との間の相対回転を制限することである。

20

【0046】

図1Cの矢印F2で示すように、トーションバー16を形成している合金の冶金変化の継続は、両方が動かない部材10および部材12に対して軸線14まわりに連結支持プレート20を回転させる影響を有している。ヒューズ18の機能は、自身をねじることによって図示した破壊が起こるまでバー16によって作り出され続けるトルクを吸収することである。ヒューズ18が破壊した場合、スプリング(図示せず)のような弾性手段は開放された部品が適切な位置を維持するのを可能にしている。

30

【0047】

したがって、その状況は部材12がストッパ22に支持されるようになった後に、トーションバー16によって作り出された超過トルクがトーションバー16自身に伝達されることによって避けられる。よって、このバーを破壊する危険は排除されている。これは特に、トーションバー16がもし必要であれば修理あるいは再利用できるようにするものである。

【0048】

以下詳細に示すように、装置が作動した後に達したそれらの相対角度位置に部材10と部材12とを維持するように、逆転防止ロック手段が有利に設けられている。

40

【0049】

加熱手段24の好ましい実施形態を図2に基づいて以下詳細に説明する。

【0050】

この図に示すように、これら加熱手段24はバー16全体に沿って配置されるとともに、このバー上に差し込まれた抵抗体26によって構成された一組のヒータを備えている。各ヒータ26は周リング28によって圍繞されるとともにバー16に対してそれぞれ動かないよう保持されている。装置が作動する場合、これら周リングはヒータ26がバー16のねじれによって作り出された実質的なせん断応力に耐えられるようにするものである。

【0051】

バー16全体に沿って配置されたヒータ26は、熱伝導によって一様な熱を与えることが

50

できることに留意しなければならない。これは、加熱中における実質的な温度勾配の形成、およびそのような温度勾配が存在することにより生じる大きな内部応力の誘発を避けることができるようにすることである。これらヒータ26によって与えられた均一な熱伝導加熱はまた、加熱の持続期間を最適化する間、(バー端部での)熱伝導損失および放射損失に対して操作の感度を最小にする十分な力をもたらすことができるようにされている。

【0052】

加熱手段24の信頼性を向上させるため、これらヒータ26を並列で接続すると有利である。これらヒータ26の1つあるいは2つ以上が不調となったとしても、装置は不具合のないヒータによって作動させることができる。

【0053】

以下、図3ないし図9Bに基づいて本発明による相対回転制御装置の宇宙船に取り付けられた太陽電池への利用の一例を説明する。

【0054】

図3ないし図5に概略を示す実施形態において、太陽電池は蛇腹形態で互いに連結された4枚のフラップ50, 51, 52, 53を備えている。

【0055】

より正確には、隣接するフラップの各組は、2つの同軸継手によって連結されている。したがって、一番外側のフラップ50は2つの関節54, 55によって隣接するフラップ51に連結されている。また、フラップ51は2つの関節56, 57によって隣接するフラップ52に連結されている。さらに、フラップ52は2つの関節58, 59によって一番内側のフラップ53に連結されている。

【0056】

このようにして組み立てられた太陽電池と人工衛星などの構造体60(図4および図5)との間の連結は、トラペジウム形の部材61によってなされている。この部材61は一般に翼根関節と呼ばれるものであり、一方が2つの関節62, 63によってフラップ53に関節的に連結されるとともに、他方が関節64によって宇宙船などの構造体60に関節的に連結されるものである。

【0057】

フラップ50~53を連結する関節・部材61・構造体60は、回動軸を平行に規定するとともに、フラップ50~53および部材61が互いの上にかつ宇宙船の構造体60に対して折り重なるように折りたたまれた図4に示すような折りたたみ格納形態から、フラップ50~53および部材61が全て同一平面上に置かれ、宇宙船の構造体60の隣接する面に対して垂直となる図3に示す完全展張形態に動かすことができるように配置されている。

【0058】

図示した実施形態において、フラップ50とフラップ51とを連結する一方の関節54内に本発明による第1制御装置が設けられている。これにより、太陽電池を図4に示すような完全に折りたたまれた格納形態から図5に示すような部分的に展張された移動形態に動かすことができる。この部分的に展張された形態において、フラップ51, 52, 53および部材61は構造体60に対して完全に折りたたまれたままの状態であり、かつ一番外側のフラップ50は隣接するフラップ51に対して約90°で展張されている。

【0059】

さらに、フラップ50とフラップ51とを連結する他方の関節に本発明による第2制御装置が設けられている。これにより、図5に示すような部分的に展張された移動形態から図3に示すような完全に展張された形態への太陽電池の移動を制御するようにしている。

【0060】

連動手段は異なる関節を連結するものである。これによりフラップ50の90°から180°への展張と同時に、フラップ51, 52, 53の0°から180°への展張および部材61の0°から90°への展張が行われる。これら連動手段を概略的に図4に示す。それらはたとえば、関節55, 56と結合されたプーリに取り付けられた第1のケーブル6

10

20

30

40

50

5、関節57, 58と結合されたプーリに取り付けられた第2のケーブル66、関節59, 62と結合されたプーリに取り付けられた第3のケーブル67、および関節63, 64と結合されたプーリに取り付けられた第4のケーブル68といった公知の手段を備えている。

【0061】

以下、図6に基づいて関節54をより詳細に説明する。

【0062】

この関節54は、図において符号69aで示した、本発明による第1相対回転制御装置を備えている。

【0063】

関節54, 55の軸線14を中心として設けた双安定の形状記憶合金のトーションバーを符号16aとして示す。バー16aの長さ全体にわたって取り付けられた加熱手段はまた符号24aとして示している。

【0064】

エンド部材30aは、トーションバー16aの第1端部を、フラップ51に固定されて設けられた雌クレビス32aに回転自在に連結するものである。この雌クレビス32aは、軸線14に沿って配置されたジャーナル48aを介してフラップ50に固定された雄クレビス46aを支持するものである。

【0065】

これと反対側において、トーションバー16aは、連結支持プレート20a・ヒューズ18a・ピストン36aで1つの部材を形成する部材34aによって軸線14に沿って延在されている。

【0066】

ピストン36aはフラップ50の取付部44aに固定されたエンド部材38aに機械加工された止まり穴39a内に收容されている。さらに詳しく言えば、ピストン36aはエンド部材38aに回転可能に連結されるとともに、軸線14に沿って並進移動可能となっている。圧縮バネ40aは、ピストン36aとエンド部材38aに機械加工された止まり穴の底部との間に收容されている。このバネ40aは、万が一ヒューズ18aが破損したとしても、制御装置69aの別の部材がその場所に維持させることを可能にするものである。

【0067】

円筒形のカウリング42aは、制御装置69aの長さ方向全体にわたって制御装置を同軸的に囲繞するものである。このカウリング42aは、一方の端部で取付部44aに固定されているとともに、他方の端部でエンド部材30aの中心と中心が合うように取り付けられている。

【0068】

図7は太陽電池のフラップ50とフラップ51との間に介在された第2関節55を示している。この第2関節55は、符号69bで示した本発明による第2制御装置を備えている。

【0069】

制御装置69bの双安定の形状記憶合金からなるトーションバー16bおよびこのバーの加熱手段24bを図7に示す。トーションバー16bの中心はまた、関節54, 55に共通の軸線14の中心と一致されている。

【0070】

エンド部材30bはトーションバー16bの第1端部をディスク31bに回転可能に連結するものである。このディスクはフラップ51に固定された取付部32bの中心に置かれている。

【0071】

これと反対側において、トーションバー16bは、連結支持プレート20b・ヒューズ18b・ピストン36bで1つの部材を形成する部材34bによって軸線14に沿って延在

10

20

30

40

50

されている。

【0072】

ピストン36bはフラップ50に取り付けられた雌クレビス44bに固定されたエンド部材38bに機械加工された止まり穴39b内に收容されている。さらに詳しく言えば、ピストン36bはエンド部材38bに回転可能に連結されるとともに、軸線14に沿って並進自在となっている。圧縮バネ40bは、ピストン36bと止まり穴39bの底部との間に收容されている。このバネ40bは、ヒューズ18bが破損したとしても制御装置69bの別の部材がその場所に維持させることを可能にするものである。

【0073】

雌クレビス44bは、軸線14に沿って配置されたジャーナル48bを介してフラップ51に固定された雄クレビス33bを支持するものである。このジャーナル48bはプーリー35を支持しており、このプーリー上には前述した連動手段のケーブル65が通っている。

10

【0074】

円筒形のカウリング42bは、制御装置69bの長さ方向全体にわたって制御装置を同軸的に圍繞するものである。このカウリング42bは、一方の端部でエンド部材38bに固定されているとともに、他方の端部でエンド部材30bの中心と中心が合うように取り付けられている。

【0075】

関節55はまた、図6の第1制御装置69aの作動中、パネル50の部分展開を90°に制限するストップとして作用するプレイクアップ手段70を備えている。言い換えれば、このプレイクアップ手段70は、制御装置69aにおいて図1Aないし図1Cに示すストップ22の機能を果たすものである。

20

【0076】

このプレイクアップ手段70の機能は、図5に示す部分展張が完了するまでフラップ51に対してフラップ50が自由に回転できるようにするとともに、太陽電池の完全な展張が装置69bによって制御されるときにこれら2つのフラップ50, 51の係合を与えることである。

【0077】

これらプレイクアップ手段70は、ディスク31bと太陽電池のフラップ51に固定された取付部32bとの間に介在されている。それらは取付部72に形成されたハウジング76内にキー74を備えている。このキーはエンド部材30bと反対側のディスク31bの表面に突出するものである。キー74は、トーションバー16b・部材34b・エンド部材38b・雌クレビス44bを介してフラップ50に回転自在に連結されている。

30

【0078】

図8Aないし図8Cにより詳細に示すように、ハウジング76の形状はキー74と取付部72との間の相対回動がフラップ50の展張方向、この場合90°に制限されるように形成されている。図8Aに示す最初の折りたたまれた形態において、キー74はフラップ50と平行な方向に向けられている。部分展張は図6に示す装置69aの作動によって制御されながら行われるので、キーが図8Cに示したグループ76の停止面78に当たるまで、キー74はフラップ50とともにグループ76内で回転する。制御装置69bが作動さえしていなければ、フラップ50のさらなる回転は防止される。つぎに、制御装置69aのトーションバー16aによって作り出され続けるトルクを吸収するため、図6に示す制御装置69aのヒューズが作動する。

40

【0079】

図9Aおよび図9Bに関節69a, 69bのそれぞれに取り付けられた逆転防止ロック手段を概略的に示す。これら逆転防止ロック手段は、当業者に公知のロック手段で構成することができる。したがって、このロック手段は図9Aおよび図9Bに示すものに限定されるものではない。

【0080】

さらに、図7の関節55について述べたことは同様に、図6の関節54に置き換えること

50

ができる（逆転防止ロック手段は $90^\circ$ の回転の後、 $180^\circ$ に達するまで行われる）。

【0081】

関節の固定されたフラップ51に連結されたクレビス33bは、軸線14に中心をおいたガイド80を備えている。保持部82は、クレビス44bの軸83によって結合され、関節の移動フラップ50に連結されるとともに、その軸83内に設けられたトーションバネ（図示せず）によってガイド80との当接が維持されるものである。保持部82は、ガイド80同様クレビス33bに取り付けられた機械的ストッパ86と対向して位置させることができるラッチ84を移動させるものである。

【0082】

ガイド80は、所望の展張角度（ここでは $180^\circ$ ）と一致するガイド80の周辺部分80a上に、関節の軸線14に中心を置く円筒形状を有している。保持部82がガイド80の円筒部80aと当接している間は、ラッチ84は関節の軸線から隔てられているとともに逆転は可能である。

10

【0083】

この円筒部80aを過ぎたところに、ガイド80は中空部80bを備えている。本発明による装置69a, 69bによって順次制御された2つの部材間の相対回転の結果、保持部82がこの中空部80bと対向する位置に達するとき、保持部の軸内に設けられたトーションバネの作用により、保持部82は開放されるとともに関節の軸線の方に向かって回転する。ついで、ラッチ84は機械的ストッパ86と対向する位置に達し、その結果2つのフラップ50, 51間の逆方向への相対回転は不可能となる。

20

【0084】

実際、ガイド80の中空部80bの開始点は、2つのフラップが所望の角度から互いに対して回転した正確な時点で保持部82の回転が起こるように位置決めされている。つぎに、これは図9Bに示す展張形態となる。

【0085】

図3ないし図5の太陽電池の説明を終えるにあたり、本発明による制御装置を備えていない関節を低いモータトルクを与えるバネに設けることができることに気づく。こうすることにより、ロック時の振動を許容され得るレベルに制限できるとともに、翼根関節64に対して $90^\circ$ での関節のロックおよび内側フラップの関節56~59, 62, 63に対して $180^\circ$ でのロックを保証できる。

30

【0086】

上述した実施形態における太陽電池の部分展張および完全展張は、以下の手順で行われる。

【0087】

一番外側のフラップ50の部分展張が移動段階で制御されようとする場合には、このフラップの積層装置（図示せず）が解除される。ついで、関節54内に設けられた制御装置69aが作動される。合金から作られた装置69aのトーションバー16aの温度が冶金変化温度に達すると、フラップ50は徐々に $90^\circ$ まで開く。そして、図9Aおよび図9Bに基づく例として説明したような逆転防止ロック手段が関節54のそれぞれにおいて自動的に作動する。

40

【0088】

同時に、フラップ連動手段（ケーブル65~68およびこれらに対応したプーリ）は、各関節に固有のキャッチ（図示せず）によってロックされている。

【0089】

太陽電池の一番外側のフラップ50の $90^\circ$ への部分展張段階中、キー74がグループ76の端面78に当たって止まるまで関節55に取り付けられた第2制御装置69bは取付部32b内で自由に回転する。ついで、 $90^\circ$ まで進められた制御装置69bは、支持体によってフラップ50を $90^\circ$ に維持するのに関与するとともに制御装置69aを固定する。

【0090】

50

装置 6 9 a のトーションバー 1 6 a がフラップ 5 0 と係合することなく仕込み値（たとえば、約 1 0 0 °）まで回転を続けるように、制御装置 6 9 a に取り付けられたヒューズ 1 8 a は自身が壊れるかもしれないところまで作動する。

【 0 0 9 1 】

折りたたみ機構の緩慢さは、フラップ 5 0 が震動なしで、折りたたみ機構において非常に実質的な余裕を備えて開きかつ 9 0 ° にロックできるようにしている（モータトルク / 抵抗トルク 5）。

【 0 0 9 2 】

太陽電池の完全展張が制御されようとするとき、第 2 積層装置（図示せず）が解除されるとともに、第 2 制御装置 6 9 b が作動される。この作動の結果、フラップ 5 0 ~ 5 3 および部材 6 1 は連動手段により同期して開くとともに、制御装置 6 9 b のトーションバー 1 6 b を形成する形状記憶合金によって与えられた非常に遅い回転により非常にゆっくりと開く。連動手段は、フラップ 5 0 が 9 0 ° から 1 8 0 ° に開くと同時に他のフラップ 5 1 ~ 5 3 を 0 ° から 1 8 0 ° に開きかつベース部 6 1 を 0 ° から 9 0 ° に回動させるように構成されたものである。

10

【 0 0 9 3 】

ついで、太陽電池全体は図 9 A および図 9 B に基づいて説明した装置と同じ装置の作動と、図 1 A ないし図 1 C のストッパ 2 2 の形状を有するストッパとによってロックされる。このとき、第 2 制御装置 6 9 b の形状記憶合金トーションバー 1 6 b によって加えられ続けるトルクは、この第 2 装置のヒューズ 1 8 b に伝達される。したがって、回転制御はフラップが係合することなく、ヒューズ 1 8 b が破壊されるかもしれない約 1 0 0 ° のパー仕込み値まで続けられる。この場合においても、折りたたみ機構の緩慢さは、太陽電池が震動なしでかつ非常に実質的な折りたたみ機構の余裕を備えて展張形態に完全に開くとともにロックできるようにしている。関節線失敗の場合において、この余裕は展張を確実にものにするのに使用可能である。

20

【 0 0 9 4 】

各制御装置 6 9 a , 6 9 b は、たとえば各関節 5 4 , 5 5 内に交互に 2 つの制御装置取り付けることによって簡単に 2 倍に増やすことができる。これにより、制御されるべき 2 つの展張位置（部分展張および完全展張）におけるそれぞれの信頼性が確保される。

【 0 0 9 5 】

本発明は図 3 ないし図 9 B に基づいて説明してきた実施形態に制限されるものでないことは明らかである。したがって、展張されるべき構造部材の数に制限はなく、かつ展張制御装置は構造体の別の関節に取り付けることもできる。よって、特に展張されるべき構造体が移動段階において部分展張を必要としないとき、本発明による単一の制御装置を翼根関節 6 4 に取り付けることができる。

30

【 0 0 9 6 】

さらに、本発明による制御装置が宇宙船に取り付けられた付属物あるいは他の機械的に展張可能な構造体を開くのに使用できることは言うまでもない。

【 0 0 9 7 】

最後に、形状記憶合金バーが機械的組成を有していることにより、基礎実験の後、装置が基準位置で予め修理されていないなら、装置内への取り付けは不可能となる。この取り付けは特にバーの両端に不完全な六角形のような幾何学形状を与えることによって得ることができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明による制御装置の斜視図であって、（ A ）は最初の状態、（ B ）は制御されるべき相対回転の所定角度に達したときの状態、（ C ）は装置の作動終了の状態を示す図である。

【 図 2 】 図 1 の制御装置のトーションバーに設けられる加熱手段の取付をより詳細に示す斜視図である。

【 図 3 】 宇宙船の展張制御が本発明による 2 つの制御装置を介して 2 つの段階に設けら

50

れ、展張した状態を示す正面図である。

【図4】 図3の太陽電池が折りたたまれた格納位置ある状態を示す側面図である。

【図5】 太陽電池が部分的に展張した移動形態に状態を示す側面図である。

【図6】 図4ないし図6の太陽電池の継手部を示す部分縦断面図であって、その継手部内に図5の部分的展張形態に太陽電池を移動させるよう構成された第1の制御装置が設けられている状態を示す図である。

【図7】 太陽電池の第2の継手部を示す縦断面図であって、その継手部内に図3に示す完全展張状態に太陽電池を移動させるのに使用された本発明による第2の制御装置が設けられている状態を示す図である。

【図8】 図8の第2の制御装置の端面図であって、プレイテイクアップ手段がこの装置に取り付けられ、太陽電池の折りたたまれた形態から図5の部分展張形態までの状態を示す図である。

10

【図9】 図6および図7の制御装置のそれぞれに取り付けられた逆転防止ロック手段を示す図であって、(A)は最初のロックされていない形態を示し、(B)は所望の相対回転が達成されたときのロックされた形態を示す図である。

【符号の説明】

1 0	部材	
1 2	部材	
1 4	軸線	
1 6	トーションバー	20
1 8	機械的ヒューズ	
2 2	ストッパ	
2 4	加熱手段	
2 6	ヒータ	
2 8	周リング	
4 0	弾性手段	
5 0	フラップ(部材)	
5 1	フラップ(部材)	
5 2	フラップ(部材)	
5 3	フラップ(部材)	30
5 4	関節	
5 5	関節	
5 6	関節	
5 7	関節	
5 8	関節	
6 5	ケーブル(連動手段)	
6 6	ケーブル(連動手段)	
6 7	ケーブル(連動手段)	
6 8	ケーブル(連動手段)	
6 9 a	第1制御装置	40
6 9 b	第2制御装置	
7 0	プレイテイクアップ手段	
8 0	逆転防止ロック機構	
8 2	逆転防止ロック機構	
8 4	逆転防止ロック機構	
8 6	逆転防止ロック機構	

## フロントページの続き

- (74)代理人 100107836  
弁理士 西 和哉
- (74)代理人 100108453  
弁理士 村山 靖彦
- (74)代理人 100110364  
弁理士 実広 信哉
- (72)発明者 ジェラルド・ヴェザン  
フランス・F - 0 6 2 1 0 ・マンドリュエ・ドマン・ドゥ・モール-ヴィール(番地なし)
- (72)発明者 パトリス・ケルホース  
フランス・F - 0 6 2 0 0 ・ニース・プールヴァール・ドゥ・モントリオール・1 2 ・ビス
- (72)発明者 ダニエル・ヴィアル  
フランス・F - 8 3 4 4 0 ・タネロン・ラ・コール・ドゥ・ミシェル(番地なし)
- (72)発明者 ヤニック・ボーダス  
フランス・F - 0 6 1 5 0 ・カンヌ・ラ・ボッカ・リュ・マルコ・デル・ポント・1 1 ・レ・ムエ  
ット
- (72)発明者 フランソワ・レインボール  
フランス・F - 0 6 1 1 0 ・ル・カネ-ロシェヴィル・リュ・ビュフォン・レ・ゲンチアン・6 1  
1

審査官 平岩 正一

## (58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

F03G 7/06

B64G 1/22