

(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2017-100706  
(P2017-100706A)

(43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 6 4 C 27/48</b> (2006.01)	B 6 4 C 27/48	
<b>B 6 4 C 27/51</b> (2006.01)	B 6 4 C 27/51	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-219841 (P2016-219841)	(71) 出願人	515234772 マレンコ、スイスヘリコプター、アクチュエ ンゲゼルシャフト MARENCO SWISSHELICO PTER AG スイス国プフェフィコーン、ドルフシュト ラーセ、57
(22) 出願日	平成28年11月10日(2016.11.10)	(74) 代理人	100091982 弁理士 永井 浩之
(31) 優先権主張番号	01639/15	(74) 代理人	100091487 弁理士 中村 行孝
(32) 優先日	平成27年11月11日(2015.11.11)	(74) 代理人	100082991 弁理士 佐藤 泰和
(33) 優先権主張国	スイス(CH)	(74) 代理人	100105153 弁理士 朝倉 悟
(31) 優先権主張番号	01360/16		
(32) 優先日	平成28年10月11日(2016.10.11)		
(33) 優先権主張国	スイス(CH)		

最終頁に続く

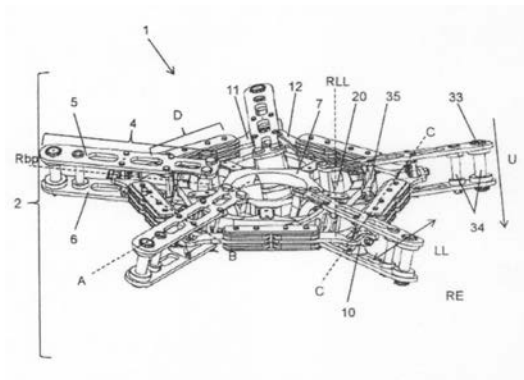
(54) 【発明の名称】 回転翼航空機用のローターヘッドのローターブレード結合装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ローターブレード結合装置において、本発明は、簡素化された設計を有してリード・ラグ運動の改善された減衰を保証するローターブレード結合装置を利用可能とすることを目的とする。

【解決手段】ローターブレード取付部4とそれぞれ交差する伝達要素10が、隣り合う2つの減衰装置Dの一部を形成し、それにより隣り合う2つの減衰装置Dに対して直接的かつ機能的に連結されることによって達成される。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

回転翼航空機、特に直接揚力機ないしヘリコプター用のローターヘッド(1)を形成する目的でローターマストに結合されるためのローターブレード結合装置(2)であって、

- ローターヘッド中央部(7)と、
  - 前記ローターヘッド中央部(7)上に取り付けられ、ローター面(RE)内にある少なくとも3つのローターブレードを受け入れる役目をする、少なくとも3つのローターブレード取付部(4)と、
  - 隣り合うローターブレード取付部(4)同士の間少なくとも1つの連結手段と、
- を備え、

前記ローターブレード取付部(4)はそれぞれ、前記ローター面(RE)に垂直に伸びる回動軸線(RLL)回りの回動運動を行うことができ、

少なくとも1つの前記連結手段が、減衰装置(D)の形態で実現されており、

当該ローターブレード結合装置(2)はプレート形状伝達要素(10)を備え、その伝達要素(10)がそれぞれ、ローターブレード取付部(4)と交差すると共に、少なくとも1つの減衰装置(D)と結合されている、ローターブレード結合装置(2)において、

ローターブレード取付部(4)とそれぞれ交差する前記伝達要素(10)が、隣り合う2つの減衰装置(D)の一部を形成し、それにより前記隣り合う2つの減衰装置(D)に対して直接的かつ機能的に連結されている、ことを特徴とするローターブレード結合装置(2)。

**【請求項 2】**

前記交差する伝達要素(10)は、揺動軸受(25)によって、例えば滑り軸受、特に減摩擦層(41)を伴った球面揺動軸受によって、および/または、弾性軸受、特に1つないし複数のエラストマー層(41)を伴った球面揺動軸受によって、前記ローターブレード取付部(4)に対して傾動可能な方式で取り付けられている、ことを特徴とする請求項1記載のローターブレード結合装置(2)。

**【請求項 3】**

前記減衰装置(D)がプレートダンパーの形態で実現されており、

前記プレートダンパーは、2つの伝達要素(10)を備えると共に少なくとも部分的に受け入れ、それらの伝達要素(10)は、互いに間隔を離されると共に、それぞれ隣り合う前記ローターブレード取付部(4)と交差している、ことを特徴とする請求項1または2記載のローターブレード結合装置(2)。

**【請求項 4】**

前記揺動軸受(25)は、前記ローターブレード取付部(4)の交差部位において、特に前記ローターブレードの回転方向でおよび/またはブレードピッチ軸線(Rbp)に沿って直線的に、前記ローターブレード取付部(4)同士の間配置されたプレートダンパーの形態の前記減衰装置(D)よりも剛性的に実現されている、ことを特徴とする請求項3記載のローターブレード結合装置(2)。

**【請求項 5】**

プレートダンパーの形態の前記減衰装置(D)が、0.5kN/mmから10kN/mmの間、特に1kN/mmから4kN/mmの間の剛性で実現されることができ、または実現されている、ことを特徴とする請求項4記載のローターブレード結合装置(2)。

**【請求項 6】**

前記揺動軸受(25)は、特に前記ローターブレードの回転方向でおよび/またはブレードピッチ軸線(Rbp)に沿って直線的に、前記ローターブレード取付部(4)同士の間配置されたプレートダンパーの形態の前記減衰装置(D)よりも少なくとも3倍剛性的に、特に少なくとも5倍剛性的に実現されている、ことを特徴とする請求項4または5記載のローターブレード結合装置(2)。

**【請求項 7】**

10

20

30

40

50

ローターマスト(9)へ結合されるための、前記請求項のうちの一項に記載のローターブレード結合装置(2)を備えたローターヘッド(1)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第1請求項の前文による、(例えば、直接揚力機ないしヘリコプターなどの)回転翼航空機用のローターヘッドのローターブレード結合装置を記述している。

【0002】

本発明によるローターブレード結合装置は特に、ローターブレードの回転中に発生するフラッピング運動や回動運動を取り扱うものである。

10

【背景技術】

【0003】

ローターブレード結合装置は通常、ローター面に対して垂直に伸びる回転継手を備えている。個々のローターブレード取付部と、それぞれ結合された、揚力を発生させるローターブレードとの間での角度調節に対する、この回転継手の抵抗が、調節可能となっている。それぞれのローターブレードの位置に応じて、水平なローター面内で回動運動が生じる。この回動運動は、後方、即ちローターブレードの回転方向とは反対(「ラグ」)か、前方、即ちローターブレードの回転方向(「リード」)をそれぞれ向いている。角度調節抵抗は通常、これらの所謂リード・ラグ運動をそれぞれ減速ないし減衰させる液圧減衰要素の補助によって調節可能となっている。液圧減衰要素は、設置、検査、および保守に関して特に複雑なものとなっている。そのようなリード・ラグ運動は主としてコリオリ力と空力的抗力とによって引き起こされ、これらのリード・ラグ運動もまた遠心力や慣性力によって影響を受ける。

20

【0004】

ローターブレード結合装置は、例えば特許文献1(US 2008/0159862 A1)より知られているが、その装置では、(回転しているローターブレードの回転方向に弾力的な)複数の減衰要素が、各々隣り合う2つのローターブレード同士の間での連結要素として設けられ、リード・ラグ運動を減衰させる。

【0005】

そのような(特許文献1より知られた)各々隣り合う2つのローターブレード同士の間での減衰要素は通常、「ブレード間」ダンパーとも称される。特許文献1より知られた各々隣り合う2つのローターブレード同士の間での減衰要素を伴ったローターブレード結合装置は、複雑な設計を有している。例えば、個々の減衰要素とローターブレード取付部との間での移行区域には、2つずつの継手および連結ブラケットの追加的な配置が必要とされ、これらの追加的な構成要素のための保守労力は特に大きなものである。さらに、このタイプの2つの継手は、ブレードピッチ軸線から間隔を離されており、よからぬ力学的影響を生じさせ得る、ということが見出された。

30

【0006】

先行技術より知られた、リード・ラグ運動を減衰させるための減衰手段だけでなく、ローターブレード取付部の交差区域における連結要素をも特徴とする他のローターブレード結合装置を、以下で説明する。

40

【0007】

特許文献2(US 2010/0215496 A1)は、特許文献1より知られたローターブレード結合装置のものと同様の設計によるローターブレード結合装置を開示している。

【0008】

特許文献2より知られたローターブレード結合装置は、ローターブレード取付部と交差する部位に配置された減衰装置を備えている。この減衰装置は、エラストマー部品を備えている。その減衰効果は、エラストマー部品の弾性捩りに基づくものである。特に剛性材料からなるロッドが、ローターブレード間の連結要素としての減衰装置同士の間で配置されている。

50

## 【 0 0 0 9 】

特許文献 2 より知られたローターブレード結合装置は、その設置や保守に関して複雑なものとなっている。

## 【 0 0 1 0 】

特許文献 3 (US 4,915,585) は、ローターブレード取付部上にそれぞれ配置された複数のローターブレード、およびリード・ラグ運動を減衰させるための減衰手段を伴った別のローターブレード結合装置を開示している。特許文献 3 はまた、隣り合うローターブレード取付部同士の間での連結手段の形態をした減衰装置、即ち所謂「ブレード間」ダンパーをも開示している。好適な変形例によれば、特許文献 3 より知られたローターブレード結合装置は、ローターブレード取付部とそれぞれ交差する、V 字形状で剛性的に設計されたレバー要素をも備えている。そのレバー要素における一方のレバーアームが減衰要素に関節連結式に連結され、他方のレバーアームが減衰装置に剛結されている。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 1 1 】

【 特許文献 1 】 米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 1 5 9 8 6 2 号明細書

【 特許文献 2 】 米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 1 5 4 9 6 号明細書

【 特許文献 3 】 米国特許第 4 , 9 1 5 , 5 8 5 号明細書

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

20

## 【 0 0 1 2 】

本発明は、最小限の数の継手を備え、先行技術より知られたローターブレード結合装置に比べて簡素化された設計を有するローターブレード結合装置を得られるようにする、という目的に基づくものである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 3 】

これらの目的は、請求項 1 の特徴を伴ったローターブレード結合装置によって達成される。

## 【 0 0 1 4 】

本発明によれば、ローターブレード取付部と交差するプレート形状伝達要素は、隣り合う 2 つの減衰装置の一部を形成し、隣り合う 2 つの減衰装置に対して直接的かつ機能的に連結されている。

30

## 【 0 0 1 5 】

全ての交差するプレート形状伝達要素と減衰装置との組み合わせが、分割リングないしリング構成をそれぞれ形成する。分割リングがローターヘッドに結合される本発明のローターブレード結合装置の状態において、この分割リングは、分割リングとローターマストとの間に直接の機械的で剛性の機能的な連結は作り出さない。それは、分割リングがいれば、完全なるカルダン方式で取り付けられるようなものである。交差するプレート形状伝達要素および減衰装置の全体からなるリング構成は、本質的に円形ないし多角形、特に五角形に実現され得る。

40

## 【 0 0 1 6 】

換言すれば、本発明のローターブレード結合装置における、それぞれの分割リングないしリング構成が、複数の可撓性分割部分を伴うリング構成を呈しており、それらの可撓性分割部分が減衰装置によって形成されているのである。

## 【 0 0 1 7 】

本発明のローターブレード結合装置における、そのようなリング構成にて、地上共振に関する所謂「レグレスシブ(逆進)モード」に対しての特に完全なる減衰が達成されて有利であると判明した。

## 【 0 0 1 8 】

さらに、意外なことに、本発明のローターブレード結合装置におけるリング構成は、既

50

知のローターブレード結合装置におけるリード・ラグ減衰システムと比べて、ローターブレードの回転中に生じる総体的かつ周期的なフラッピング運動の影響を減衰装置にて低減させると判明した。この文脈では、そのようなフラッピング運動は既に、本発明のローターブレード結合装置で相当程度まで空力的に減衰させられるのである。それは、本発明のローターブレード結合装置における各減衰装置の構成要素上への付加的な望ましからぬ荷重が低減され、それにより各減衰装置の構成要素の耐用年数が延長されるようなものである。

#### 【0019】

好適な向上策によれば、ローターブレード取付部と交差するプレート形状伝達要素は、2つのアームを伴う円弧状ないし線分形状に実現される。隣り合う2つの伝達要素それぞれの2つのアーム同士は、プレートダンパーの形態の減衰装置によって互いに直接的に連結される。ローターブレード取付部と交差する伝達要素の十分に剛性的な設計は、材料および/または形状寸法（特に伝達要素の厚さ）の相応の選択にて達成することができる。伝達要素の所望の剛性を達成するための材料は、アルミニウム、鋼鉄、チタニウム、若しくはそれらの合金、または複合繊維材料（例えば、カーボン繊維および/またはガラス繊維）などの、航空機の構造に従来使用されるタイプの材料からなることが特に好ましい。

10

#### 【0020】

交差するプレート形状伝達要素は一体的に実現されるのが好ましいが、交差するプレート形状伝達要素が複数の部分からなることも考えられるであろう。但し本発明の文脈では、一体型のプレート形状伝達要素に加えて、複数の部分からなるプレート形状伝達要素も、関節連結部分の無い、構造的に剛性な要素の形態で実現される。

20

#### 【0021】

ローターブレード取付部と交差する伝達要素は、本発明によれば、隣り合う2つの減衰装置の統合された構成要素を形成し、従って、これら隣り合う2つの減衰装置に対して直接的かつ機能的に連結されている。このため、2つの減衰装置に対して、対応するローターブレード上に作用する力を、改善された方式で直接的に配分することができる。それは、リード・ラグ運動の減衰も同様に改善されるようなものである。本発明によれば、機能的連結という用語は、交差するプレート形状伝達要素が、その交差する伝達要素と、減衰装置におけるその他の構成要素との間で相対運動を生じさせることができるように、減衰装置へと統合されていることを表す。本発明の文脈において、プレート形状伝達要素と減衰装置との間の直接的な機能的連結は、特許文献3より知られたローターブレード結合装置とは対照的に、伝達要素と減衰装置の間には如何なる追加的な継手も配置されないようなものと解釈されたい。

30

#### 【0022】

本発明の文脈において、本発明のローターブレード結合装置は、メインローターのローターマストへ好適に結合されることができる。但し、或いは本発明のローターブレード結合装置がテールローター上に配置されることも考えられるであろう。本発明のローターブレード結合装置は更に、有人および遠隔操縦式の回転翼航空機で用いるのに適している。

#### 【0023】

本発明のローターブレード結合装置は、回動運動およびフラッピング運動を許容するために、ローターブレード取付部のための弾性球面軸受要素をそれぞれ備えていることが好ましい。ローターブレード結合装置における球面軸受要素は、次のように実現して配置することが特に好ましい。即ち、少なくとも3つのローターブレード取付部が回転方向への回転中に可撓性の挙動を示し、少なくとも3つのローターブレード取付部が、本質的にローター面に垂直に伸びる回動軸線の回りでローターヘッド中央部に対する回動運動を行うことができるようにである。それにより、「リード・ラグ」運動を許容するためである。弾性球面軸受要素は更に、その弾性球面軸受要素がフラッピング運動の方向に可撓性の挙動を示すように実現される。また弾性球面軸受要素は、「ブレードピッチ」回動に対して可撓性の挙動を示すように設計される。専門家の中では、かくして設計された軸受要素が所謂「積層球面スラスト軸受」としても知られている。

40

50

## 【0024】

ローターヘッド中央部は、少なくとも2つの開口を特徴とし、各開口内に弾性球面軸受要素が配置されているのが好ましい。或いは、弾性球面軸受要素に代えて、この場所に機械的な軸受要素を配置することも考えられるであろう。

## 【0025】

そのような弾性球面軸受要素は、それぞれのローターブレード取付部からローターマストへの遠心力の伝達を有利に生じさせる。そのような弾性球面軸受要素は特に、(圧力下で)遠心力を伝達して、フラッピング運動、回動運動、および所謂回動的「ブレードピッチ」運動を許容する。本発明の文脈において、用語「エラストマー」は、球面軸受が、引張りおよび圧縮の荷重を受けて弾性的に変形するが、その後もう一度自らの元の変形前の形状へ戻るように、材料としてゴムが好適に用いられることを表す。

10

## 【0026】

その他の有利な諸実施形態は、従属請求項に開示されている。

## 【0027】

交差する伝達要素は、例えば滑り軸受、特に減摩擦層を伴った球面揺動軸受によって、および/または、弾性軸受、特に1つないし複数のエラストマー層を伴った球面揺動軸受によって、ローターブレード取付部に対して傾斜できるように取り付けられていることが好ましい。そのような揺動軸受は、ローターブレード取付部と伝達要素との間での妨げられる事なき回動運動を可能とする。

20

## 【0028】

減衰装置がプレートダンパーの形態で実現されていることが好ましく、プレートダンパーは、少なくとも2つのプレート形状伝達要素を備えると共に少なくとも部分的に受け入れ、それらの伝達要素は、互いに間隔を離されると共に、それぞれ隣り合うローターブレード取付部と交差していることが特に好ましい。換言すれば、本発明の文脈においては、交差するプレート形状伝達要素を受け入れることを可能とする、如何なるタイプのプレートダンパー、ないしは如何なる他の「ブレード間」ダンパー、例えば液圧式ダンパーなどの形態で減衰装置を実現することも考えられるであろう。

## 【0029】

プレートダンパーの形態で実現される減衰装置においては、換言すれば、エラストマープレートの形態にあるプレートダンパーの作動ユニットの剪断(ずれ)によって減衰が実現されるのである。エラストマープレートは粘弾性、即ちエネルギー蓄積のための弾性、並びにエネルギー吸収およびエネルギー変換(減衰)のための粘性の作用を好適に行う。

30

## 【0030】

プレートダンパーのエラストマープレートは、例えば天然ゴム、シリコンゴム、エチレンプロピレンジエンゴム(EPDM)、ポリウレタン、ブチルゴム、ウレタンゴム、ポリ酢酸ビニル、ポリ塩化ビニルその他を含むゴム要素からなることが好ましい。エラストマープレート用には、損失係数が少なくとも0.1の材料が選ばれるのが理想的である。

## 【0031】

プレート形状伝達要素は、金属、例えばアルミニウム、鋼鉄、若しくはチタニウム、または複合繊維材料(例えば、カーボン繊維、ケブラー(登録商標)繊維、アラミド繊維、および/またはガラス繊維を伴うもの)などの形態の材料を含むことが好ましい。

40

## 【0032】

ローターブレード取付部とそれぞれ交差するプレート形状伝達要素は、減衰装置によって少なくとも部分的に受け入れられ、換言すれば減衰装置へと統合されている。このため本発明によれば、交差するプレート形状伝達要素は、その限りにおいて隣り合う2つの減衰装置の構成要素に相当する。ローターブレード取付部と交差するプレート形状伝達要素の、隣り合う2つの減衰装置への統合によって、交差するプレート形状伝達要素は隣り合う2つの減衰装置へ直接的かつ機能的に連結される。

## 【0033】

揺動軸受は、ローターブレード取付部の交差部位において、特にローターブレードの回

50

転方向でおよび／またはブレードピッチ軸線に沿って直線的に、ローターブレード取付部同士の間配置されたプレートダンパーの形態の減衰装置よりも剛性的に実現されていることが好ましい。本発明の文脈において、プレートダンパーの形態の減衰装置の剛性は、その形状寸法ないし形態との組み合わせにおけるその構成要素の選択、および当該構成要素の確実な固定から結果として得られる剛性のことをいう。

【0034】

プレートダンパーの形態で実現される本発明のローターブレード結合装置の減衰装置が、 $0.5 \text{ kN/mm}$ から $10 \text{ kN/mm}$ の間、特に $1 \text{ kN/mm}$ から $4 \text{ kN/mm}$ の間の剛性で実現されることができ、または実現されていることが好ましい。換言すれば、プレートダンパーの形態の減衰装置の剛性は、それぞれの用途に向けて具体的に調節することが容易にでき、特にローターの共振周波数が調節可能となっている。

10

【0035】

揺動軸受は、特にローターブレードの回転方向でおよび／またはブレードピッチ軸線に沿って直線的に、ローターブレード取付部同士の間配置されたプレートダンパーの形態の減衰装置よりも少なくとも3倍剛性的に、特に少なくとも5倍剛性的に実現されていることが特に好ましい。減衰装置の剛性に対して揺動軸受の剛性がより高く実現されるほど、本発明のローターブレード結合装置のローターブレード取付部からそれぞれの分割リングないしリング構成への運動の伝達における損失がより低くなるのである。本発明のもう一つの態様は、本発明のローターブレード結合装置を備え、ローターマストへ結合されるために企図されたローターヘッドに関するものである。

20

【0036】

本発明のローターブレード結合装置の好適な向上策によれば、揺動軸受は、揺動軸受取付ボルトと球面揺動軸受ボール要素とで構成され、揺動軸受取付ボルトは、それが本質的にブレードピッチ軸線方向へ伸びているように、半径方向外向きに配置されるローターブレード取付部に対しての仮想的な相似となってもよい。

【0037】

本発明のローターブレード結合装置の別の好適な向上策によれば、揺動軸受は或いは、各々の分割リングないしリング構成のリング面に垂直な伝達要素内へとそれぞれ組み込まれていてもよい。

【0038】

本発明の対象の好適な例示的实施形態が以下、添付図面を参照してずっと詳細に説明される。

30

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明のローターブレード結合装置における好適実施形態の斜視図。

【図2】本発明のローターブレード結合装置2の詳細を減衰装置Dの拡大図にて示す図。

【図3】本発明のローターブレード結合装置のローターブレード取付部を図1の線A-Aに沿って切った断面図。

【図4】本発明のローターブレード結合装置におけるローターブレード取付部、揺動軸受、および伝達要素の間の、図1の線B-Bに沿った断面図。

40

【図5】本発明のローターブレード結合装置におけるプレートダンパーの形態の減衰装置Dを図1の線C-Cに沿って切った断面図。

【図6】本発明のローターブレード結合装置における追加的な好適実施形態の斜視図。

【図7a】本発明のローターブレード結合装置の追加的な好適実施形態におけるローターブレード取付部を図6の線A'-A'に沿って切った縦断面図。

【図7b】本発明のローターブレード結合装置の追加的な好適実施形態におけるローターブレード取付部（揺動軸受取付ボルトが半径方向に片寄せられている）を図6の線A'-A'に沿って切った縦断面図。

【図8a】本発明のローターブレード結合装置の追加的な好適実施形態におけるローターブレード取付部を図6の線B'-B'に沿って切った横断面図。

50

【図 8 b】本発明のローターブレード結合装置におけるローターブレード取付部（揺動軸受取付ボルトが回転方向に片寄せられている）を図 6 の線 B' - B' に沿って切った横断面図。

【発明を実施するための形態】

【0040】

図 1 は、ローターヘッド 1 における本発明のローターブレード結合装置 2 の好適実施形態の斜視図を示している。この場合、本発明のローターブレード結合装置 2 によって、5 つの図示しないローターブレードをローターヘッド 1 上に取り付けることができる。ローターブレード結合装置 2 は、ローターヘッド中央部（センターピース）7、および当該ローターヘッド中央部上に取り付けられて 5 つのローターブレードを受け入れる役目をする 5 つのローターブレード取付部 4 を備えている。ローターヘッド中央部 7 は、ローターマスト（図 1 には示されない）に対して、擦り耐性方式にて結合される。ローターマストは、図示しない駆動源によって回転するように据え付けられることができ、回転方向 U への回転中、飛行に必要な揚力が生み出される。

10

【0041】

ローターブレード取付部 4 はそれぞれ、上方ローターブレード取付板 5 と下方ローターブレード取付板 6 とを備えている。半径方向外側の部位において、ローターブレード取付板 5 および 6 は、ローターブレードを固定するための弾性支持ボルト 33 を受け入れるために、開口 33 を特徴としている。図 1 はまた、ローターブレード取付部 4 へ結合されたブレード調節ロッド 35 を示している。そのブレード調節ロッド 35 によって、結合されたローターブレード取付部 4 が、ブレードピッチ軸線 R b p（「ブレードピッチ」軸線とも称する）の回りで回動可能となっている。それは、流入空気に対するローターブレードのブレードピッチ角を調節することができて、回転翼航空機が上昇したり下降したりするようにである（所謂「ブレードピッチ」）。

20

【0042】

図 1 に示すローターヘッド中央部 7 は、円板の形状で実現されているが、さらに複数の開口 8 が設けられている。開口 8 内にはそれぞれ、弾性球面軸受要素 20 が配置されている。図 1 の両矢印 L L は、弾性球面軸受要素 20 がそれぞれ、ローター面 R E に垂直に伸びる回動軸線 R L L 回りの三次元回動運動 L L を可能とすることを表示している。それは、ローターブレード 3 のアラインメント次第で生じる、説明したリード・ラグ運動との関連におけるものである。ローター面 R E 内の回動運動 L L は、回転方向 U に（「リード」）、或いは回転方向 U とは反対に（「ラグ」）生じ得る。

30

【0043】

図 1 によれば、ローターブレード取付部 4 と交差する伝達要素 10 と、減衰装置 D との組み合わせが、分割リングないしリング構成をそれぞれ形成している。本発明のローターブレード結合装置のローターヘッドとの結合状態において、分割リングとローターマストとの間には直接的な機械的連結は何ら存在していない。図 1 に示すように、それは、上方と下方のローターブレード取付部 5 ; 6 同士の間での関節連結によって、分割リングが完全なるカルダン方式にて取り付けられるようなものである。

【0044】

同一の構成要素は以後、各図において同じ参照符号によって同定される。

40

【0045】

図 2 は、本発明のローターブレード結合装置 2 の詳細、即ち減衰装置 D の拡大図を示している。その減衰装置 D は、所謂「ブレード間」ダンパーとして、隣り合う 2 つのローターブレード取付部 4 同士の間配置され、プレートダンパーの形態で実現されている。

【0046】

上方減衰要素 15' および下方減衰要素 16' が、第 1 減衰部分 D 1 を形成するために、リングの断片を形成するプレート形状伝達要素 10 の第 1 アーム 11 上に配置され、それにより機能的連結方式にて減衰装置 D へと統合されている。また、上方減衰要素 15'' および下方減衰要素 16'' が、第 2 減衰部分 D 2 を形成するために、隣りのローターブレ

50

ード取付部 4 における隣りのプレート形状伝達要素 10 の第 2 アーム 12 上に配置され、それにより機能的連結方式にて減衰装置へと統合されている。

【0047】

図 2 は更に、減衰要素 15' ; 15" ; 16' ; 16" がそれぞれ、2 つのプレート 17 同士の間に取り込まれたエラストマープレート 18 を特徴としていることを示している。減衰要素 15' ; 15" ; 16' ; 16" は、加硫および/または接着によって互いに固定されている。プレート 17 は、例えば鋼鉄、アルミニウム、若しくはチタニウムなどの金属、または複合繊維材料で出来ていてよい。

【0048】

減衰装置 D は、第 1 減衰部分 D1 と第 2 減衰部分 D2 との間の連結を作り出す、上方連結板 28 および下方連結板 29 を備えている。連結板 28 ; 29 と、減衰部分 D1 ; D2 のその他の構成要素とは、ネジ 30 によって互いに締め付けられ、規定の圧縮側シフト(偏倚)まで予め応力を加えられている。

10

【0049】

減衰装置 D の代替的实施形態によれば、減衰要素 15' ; 15" が(例えば加硫によって)上方連結板 28 へ剛結されることが考えられる。それにより、アーム 11 ; 12 から離れた方に面する側(即ち、連結板 28 と減衰要素 15' ; 15" との間)においてプレート 17 を排除することができて有利な上方一体型減衰部品を(それにより重量を減らす目的で)形成するためである。減衰要素 16' ; 16" を下方連結板 29 へ剛結することによって、下方一体型減衰部品を相似的に実現することができる。上方および下方減衰部品はアーム 11 ; 12 と共に、例えばネジ付継手によって互いに固定される。

20

【0050】

図 2 に示す減衰装置 D においては、ローターヘッドの作動中、減衰要素 15' ; 16' におけるエラストマープレート 18 の剪断のために、伝達要素の第 1 アーム 11 と、第 1 減衰部分 D1 のその他の構成要素との間における相対運動が生じ、減衰要素 15" ; 16" におけるエラストマープレート 18 の剪断のために、追加的な伝達要素 10 の第 2 アーム 12 と、第 2 減衰部分 D2 のその他の構成要素との間における相対運動が生じる。各減衰要素 15' ; 15" ; 16' ; 16" は、サンドイッチ状の方式で実現され、それぞれ、2 つのプレート 17 と、それらの間に配置されるエラストマープレート 18 とから成る。プレート形状伝達要素 10 は、2 つの減衰要素 15' ; 15" ; 16' ; 16" 同士の間

30

【0051】

図 3 は更に、本発明のローターブレード結合装置における、上方ローターブレード取付板 5 および下方ローターブレード取付板 6 を伴ったローターブレード取付部 4 の、図 1 の線 A-A に沿って切った断面を示している。図 3 によれば、揺動軸受取付ボルト 26 と球面揺動軸受ボール要素 27 とからなる揺動軸受(ロッカーベアリング) 25 が、伝達要素 10 の部位に配置されている。揺動軸受取付ボルト 26 は、それが本質的にブレードピッチ軸線 Rbp の方向へ伸びているように、半径方向外向きに配置されるローターブレード取付部 4 に対する仮想的な相似となっている。また、揺動軸受取付ボルト 26 のそのような配置は、ブレードピッチ軸線 Rbp における回転中に特に有利であると判明している。揺動軸受 25 は更に、揺動軸受ボール要素 27 に面した側で揺動軸受ボール要素 27 に対応した球面形状を有する揺動軸受ハウジング 40 を備えている。揺動軸受ハウジング 40 と揺動軸受ボール要素 27 との間の部位には、例えばテフロン(登録商標)層などの減摩擦層ないしはエラストマー層 41 が配置されている。揺動軸受 25 は、ローターブレード取付板 5 ; 6 同士の間スペース 19 内に配置され、固定手段 42 の補助によって固定されている。揺動軸受ハウジング 40 とスペース 19 とが統合された一体型部品の形態で実現されることも、選択肢として考えられる。それは、設置および保守の労力を最小限にできて有利となるようにである。

40

【0052】

ローターヘッド中央部 7 の開口 8 内に、弾性球面軸受要素 20 が設置されている。弾性

50

球面軸受要素 20 は、賦形された軸受部品 21、球台の形状で実現された軸受部品 22、およびローターヘッド中央部 7 を部分的に受け入れる軸受部品 23 を備えている。軸受部品 21 は本質的に、ローターブレード取付板 5 ; 6 に対して剛結されている。さらに、軸受部品 22 は、その可撓性の設計によって回動、フラッピング、およびピッチ角調節を許容する積層ゴム / 金属要素からなっている。

#### 【0053】

図 4 は、本発明のローターブレード結合装置におけるローターブレード取付部 4、揺動軸受 25、および伝達要素 10 の間、即ち伝達要素 10 の凹部 13 の部位における、図 1 の線 B - B に沿った断面を示している。図 4 によれば、揺動軸受 25 は、上方ローターブレード取付板 5 と下方ローターブレード取付板 6 との間のスペーサ 19 内に配置されている。それは、伝達要素 10 が、「ブレードピッチ」調節の状況でローターブレード取付部 4 に対して傾動可能な方式で取り付けられるようにである。揺動軸受 25 は、外側の揺動軸受ボール要素 27 によって取り囲まれた揺動軸受取付ボルト 26 を備えている。それは、揺動軸受 25 が球面揺動軸受の形態で実現されるようにである。揺動軸受ボール要素 27 は、例えば鋼鉄やチタニウムその他などの高強度金属で出来ているのが好ましい。

10

#### 【0054】

図 5 は更に、本発明のローターブレード結合装置におけるプレートダンパーの形態の減衰装置 D を、図 1 の線 C - C に沿って切った断面を示している。

#### 【0055】

図 5 によれば、減衰装置 D は 4 つの貫通孔 32 を特徴としている。各孔 32 内には、それぞれスリーブ 31 が配置されている。スリーブ 32 の長さをしかるべく選択することによって、予め加えられる応力 (プレストレス) を規定の圧縮側シフトまで調節することができる。換言すれば、減衰装置 D の各構成要素が、シフト制御式に規定の圧縮側シフトまで調節されるのである。

20

#### 【0056】

図 5 によれば、2 つのプレート 17 同士の間になめられたエラストマープレート 18 をそれぞれ備える減衰要素 15' ; 15" ; 16' ; 16" が、連結板 28 ; 29、および向かい側のアーム 11 ; 12 とぴったり合う方式で、区分して配置されている。減衰要素 15' ; 15" ; 16' ; 16" のそのような配置によって、減衰装置 D のその他の構成要素、例えば連結板 28 ; 29 に対する、プレート形状伝達要素 10 のアーム 11 の、方向 x への相対運動を有利に減衰させることができる。

30

#### 【0057】

例えばプレート形状伝達要素 10 のアーム 11 の、(ローターブレードのリード・ラグ運動によって引き起こされる) 方向 x への相対運動は、換言すれば、減衰部分 D1 に渡る減衰要素 15' ; 16' のエラストマープレート 18 の剪断によって減衰させられる。図 5 によれば、アーム 11 およびアーム 12 をネジ 30 が貫いて伸びる部位と、それぞれのスリーブ 31 の外径とに、隙間 d1 (減衰部分 D1) および d2 (減衰部分 D2) が存在している。これらの隙間 d1 ; d2 は、最大シフト (ずれ) 距離を画定している。さらに、プレート形状伝達要素 10 の第 1 アーム 11 と、もう一つのプレート形状伝達要素 10 の第 2 アーム 12 との間で、付加的なシフト距離 d3 が画定されている。このシフト距離 d3 は、シフト距離同士の合計 d1 + d2 に略対応しているのが理想的である。

40

#### 【0058】

プレート形状伝達要素 10 およびアーム 11 ; 12 は、隙間 d1 および d2 によって x, y 方向の弾性スラスト変形を、減衰要素 15' ; 16' および 15" ; 16" における弾性圧縮変形能によって z 方向のある程度の変形を、それぞれ吸収することができる。

#### 【0059】

図 6 は、本発明のローターブレード結合装置 2 における追加的な好適実施形態の斜視図を示している。そこでは、揺動軸受 25 がそれぞれ伝達要素 10 内へと、各分割リングないしリング構成のリング面に対して垂直に組み込まれている。

#### 【0060】

50

上方減衰要素 15' および下方減衰要素 16' が、第 1 減衰部分 D1 を形成するために、リングの断片を形成するプレート形状伝達要素 10 の第 1 アーム 11 上に配置され、それにより機能的連結方式にて減衰装置 D へと統合されている。

【0061】

この場合、揺動軸受 25 は、揺動軸受ボール要素 27 に面した側で揺動軸受ボール要素 27 に対応した球面形状を有する揺動軸受ハウジング 40 を備えている。揺動軸受ハウジング 40 は、この場合、プレート形状伝達要素 10 の凹部内に収容されて取り付けられている。揺動軸受ハウジング 40 と揺動軸受ボール要素 27 との間の部位には、減摩擦層、例えばテフロン（登録商標）層、若しくはアルミ青銅や適当なプラスチックの減摩擦層、またはエラストマー層 41 が配置されている。当該各層は、硬化・研磨処理された鋼鉄、セラミクス、またはタングステンカーバイドに連結されていてもよい。

10

【0062】

この実施形態において、揺動軸受取付ボルト 26 は本質的に、ローターブレード取付部 4 の上方ローターブレード取付板 5 と下方ローターブレード取付板 6 との間に伸びている。

【0063】

図 7 a は、本発明のローターブレード結合装置におけるローターブレード取付部 4 を図 6 の線 A' - A' に沿って切った縦断面を示している。

【0064】

この場合、ローターヘッド中央部 7 は複数の開口 8 を特徴としており、各開口 8 内に弾性球面軸受要素 20 がそれぞれ配置されている。軸受要素 20 は、賦形された軸受部品 21、球台の形状で実現された軸受部品 22、およびローターヘッド中央部 7 を部分的に受け入れる軸受部品 23 を備えている。

20

【0065】

揺動軸受 25 は、外側の揺動軸受ボール要素 27 によって取り囲まれた揺動軸受取付ボルト 26 を備えている。それは、揺動軸受 25 が球面揺動軸受の形態で実現されるようである。図 7 a によれば、上方ローターブレード取付板 5 と下方ローターブレード取付板 6 との間に伸びる揺動軸受取付ボルト 26 は、上方ガイドシリンダ 43 および下方ガイドシリンダ 44 内に受け入れられている。この場合、上方ガイドシリンダ 43 は上方ローターブレード取付板 5 上に一体的に形成され、下方ガイドシリンダ 44 は下方ローターブレード取付板 6 上に一体的に形成されている。それに代えて、ガイドシリンダ 43 ; 44 が独立した部品の形態で実現されてローターブレード取付板 5 ; 6 上に固定されることも考えられる。

30

【0066】

図 7 a によれば、揺動軸受取付ボルト 26 と球面揺動軸受ボール要素 27 とからなる揺動軸受 25 が、伝達要素 10 の部位に配置されている。ローターの無負荷回転状態ないし不作動状態において、揺動軸受取付ボルト 26 は、それぞれリング面に垂直かつピッチ角軸線 R b p に垂直に配置され、ないしは整列させられている。また、揺動軸受取付ボルト 26 はこの場合、各ボルト 34 の縦軸線と平行に伸びるように配置されている。

【0067】

この文脈において、図 7 b は、回転するローターブレードを伴ったローターの作動状態におけるローターブレード結合装置 2 を示している。ここでは、揺動軸受取付ボルト 26 がそれぞれ、好ましくは 20° まで（特に 1° から 5° まで）の傾斜角 だけ傾けられ、ないしは片寄せられることができる。

40

【0068】

一例として図 7 b は、ブレードピッチ軸線 R b p の向きに半径方向外側へ傾斜角 だけ片寄せられた揺動軸受取付ボルト 26 を示している。

【0069】

図 8 a は更に、本発明のローターブレード結合装置の追加的な好適実施形態におけるローターブレード取付部を図 6 の線 B' - B' に沿って切った横断面を示している。

50

## 【 0 0 7 0 】

この場合、ローターの無負荷回転状態ないし不作動状態において、揺動軸受取付ボルト 2 6 は、それぞれリング面に垂直に配置され、ないしは整列させられている。

## 【 0 0 7 1 】

一例として図 8 b は、回転するローターブレードの回転方向へ片寄せられた揺動軸受取付ボルト 2 6 を示している。この場合、揺動軸受取付ボルト 2 6 がそれぞれ、この方向へブレードピッチ軸線 R b p 回りに、好ましくは 2 0 ° まで（特に 5 ° から 1 5 ° まで）の傾斜角 だけ傾けられ、ないしは片寄せられることができる。

## 【 0 0 7 2 】

球面揺動軸受の形態にある揺動軸受 2 5 の設計によって、揺動軸受取付ボルト 2 6 は、全ての軸線回りにそれぞれ傾斜角 および だけ傾けられ、ないしは片寄せられることができ、即ち如何なる中間位置、ないしは図 7 b および図 8 b に示す片寄せの重ね合わせにあることができる。

10

## 【 0 0 7 3 】

（図 6 から図 8 b に示すように）球面揺動軸受の形態で実現される揺動軸受 2 5 における揺動軸受取付ボルト 2 6 のそのような配置およびアラインメントにより、特に完全な運動の自由度と衝突の回避とが保証されて有利である。揺動軸受取付ボルト 2 6 の片寄せないし傾きの運動は、典型的にはブレードピッチ軸線 R b p 回りの「ブレードピッチ」、回動軸線 R L L 回りの回動運動、および（「フラッピング」とも呼ばれる）フラッピング運動によって引き起こされるのである。

20

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 7 4 】

- 1 ローターヘッド
- 2 ローターブレード結合装置
- 4 ローターブレード取付部
- 5 上方ローターブレード取付板
- 6 下方ローターブレード取付板
- 7 ローターヘッド中央部
- 8 開口
- 1 0 伝達要素
- 1 1 第 1 アーム
- 1 2 第 2 アーム
- 1 3 凹部
- 1 5 ' ; 1 5 " （プレートダンパーの）上方減衰要素
- 1 6 ' ; 1 6 " （プレートダンパーの）下方減衰要素
- 1 7 プレート（減衰要素）
- 1 8 エラストマープレート（減衰要素）
- 1 9 スペース
- 2 0 弾性球面軸受要素
- 2 1 軸受部品
- 2 2 軸受部品
- 2 3 軸受部品
- 2 5 揺動軸受
- 2 6 揺動軸受取付ボルト
- 2 7 揺動軸受ボール要素
- 2 8 上方連結板
- 2 9 下方連結板
- 3 0 （プレートダンパーの）ネジ
- 3 1 （プレートダンパーの）スリーブ
- 3 2 （伝達要素の）孔

30

40

50

- 3 3 (ローターブレード取付部の) 開口
- 3 4 (ローターブレード取付部の) ボルト
- 3 5 ブレード調節レバー
- 4 0 揺動軸受ハウジング
- 4 1 (揺動軸受の) 減摩擦層 / エラストマー層
- 4 2 固定手段
- 4 3 上方ガイドシリンダ
- 4 4 下方ガイドシリンダ

傾斜角

D 減衰装置

LL 回動運動 (リード・ラグ)

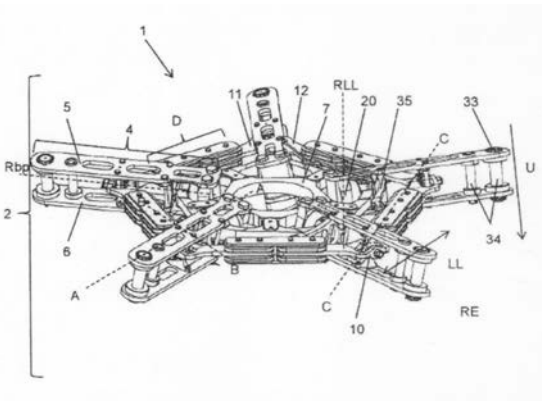
RE ローター面

RLL 回動軸線

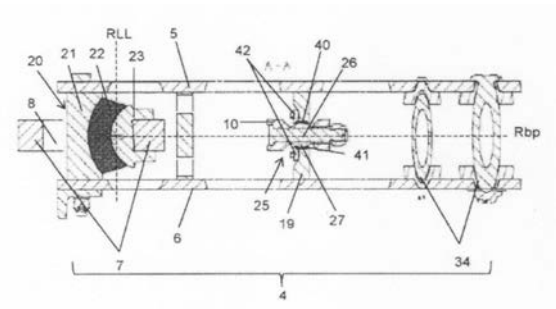
Rbp ブレードピッチ軸線

U (ローターブレードの) 回転方向

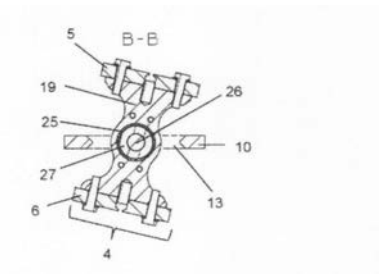
【図1】



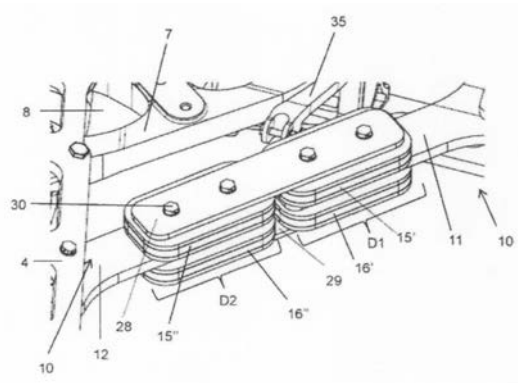
【図3】



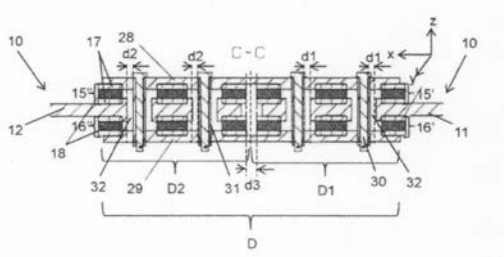
【図4】



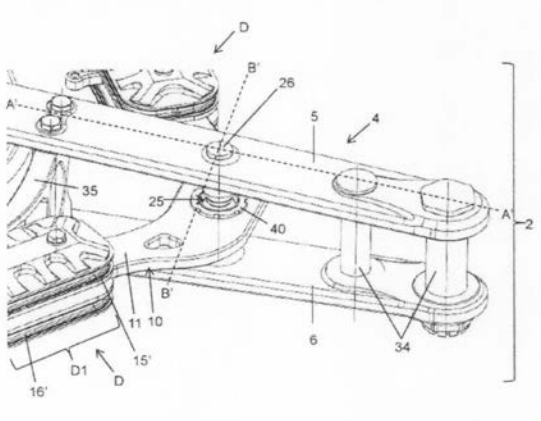
【図2】



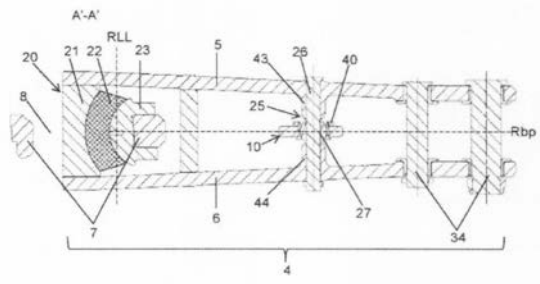
【 図 5 】



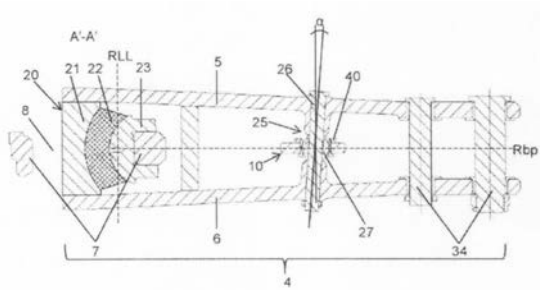
【 図 6 】



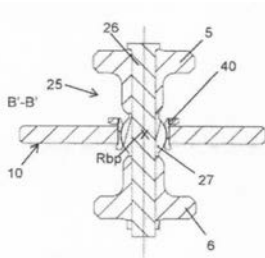
【 図 7 a 】



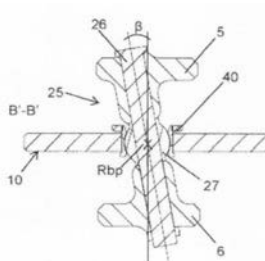
【 図 7 b 】



【 図 8 a 】



【 図 8 b 】



---

フロントページの続き

- (74)代理人 100106655  
弁理士 森 秀行
- (72)発明者 マルティン、シュトゥッキ  
スイス国プフェフィコーン、ドルフシュトラーゼ、57
- (72)発明者 マリオ、カミナダ  
スイス国ヨーナ、アイヒフェルトシュトラーゼ、27
- (72)発明者 パトリック、レジナルド、モーザー  
スイス国ホルゲン、ミュレバッハシュトラーゼ、8ベー
- (72)発明者 リーケルト、レイブランド  
南アフリカ共和国プレトリア、クイーンズウッド、ストーリー、ストリート、1212

【外国語明細書】

2017100706000001.pdf