

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4523391号
(P4523391)

(45) 発行日 平成22年8月11日(2010.8.11)

(24) 登録日 平成22年6月4日(2010.6.4)

(51) Int.Cl.

F I

FO1D 5/16 (2006.01)
FO1D 5/26 (2006.01)

FO1D 5/16
FO1D 5/26

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2004-343939 (P2004-343939)
(22) 出願日 平成16年11月29日(2004.11.29)
(65) 公開番号 特開2005-163789 (P2005-163789A)
(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)
審査請求日 平成19年8月3日(2007.8.3)
(31) 優先権主張番号 10356237.0
(32) 優先日 平成15年12月2日(2003.12.2)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 503416353
アルストム テクノロジー リミテッド
ALSTOM Technology Ltd
スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ
シュトラッセ 7
Brown Boveri Strasse 7, CH-5401 Baden, Switzerland
(74) 代理人 100061815
弁理士 矢野 敏雄
(74) 代理人 100094798
弁理士 山崎 利臣
(74) 代理人 100099483
弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸流タービンの羽根のための振動減衰装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸流タービン、特にガスタービンの羽根（20，20'）のための振動減衰装置であって、該振動減衰装置が前記羽根（20，20'）の羽根ブレード（10）における切欠き（16，16'）内に配置されかつ摩擦プロセスを活用して前記羽根（20，20'）の振動を減衰する振動減衰部材（17）を有している形式のものにおいて、前記切欠きが半径方向で羽根ブレード（10）の内部を通して延在する中空室（16，16'）として構成されており、該中空室（16，16'）内に前記振動減衰部材（17）が半径方向で挿入されており、前記中空室（16，16'）と該中空室（16，16'）内に挿入された振動減衰部材（17）が円筒形に構成されており、前記振動減衰部材（17）がばね弾性的に前記中空室（16，16'）の壁に押付けられており、前記振動減衰部材（17）が円筒軸線を中心として巻回された、ばね材料、特にばね鋼から構成されている、ことを特徴とする、軸流タービンの羽根のための振動減衰装置。

【請求項 2】

前記減衰部材（17）が一体に構成されている、請求項1記載の振動減衰装置。

【請求項 3】

前記羽根（20，20'）が半径方向で内から外へ相前後して配置されて、シャフト（12）、プラットフォーム（11）及び羽根ブレード（10）を有し、前記振動減衰部材（17）を受容するための中空室（16，16'）が前記羽根ブレード（10）の外端から羽根ブレード（10）を通して前記プラットフォーム（11）の近くまで延びておりか

つ前記羽根ブレード（１０）の外端だけからしか接近可能ではなく、前記中空室（１６，１６'）が羽根ブレード（１０）の外端にて閉鎖部材（１８）によって閉鎖可能である、請求項１又は２記載の振動減衰装置。

【請求項４】

前記羽根（２０，２０'）が半径方向で内から外へ相前後して配置されてシャフト（１２）、プラットフォーム（１１）及び羽根ブレード（１０）を有し、振動減衰部材（１７）を受容する前記中空室（１６，１６'）がシャフト（１２）の内方端部から前記羽根ブレード（１０）へ深く延び込んでおり、前記シャフト（１２）の内方端部だけから接近可能である、請求項１又は２記載の振動減衰装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【０００１】

本発明はタービン技術分野に関連している。本発明は請求項１の上位概念に記載した軸流タービンの羽根のための振動減衰装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

軸流タービン、例えばガスタービンの回転羽根は半径方向に延び、ロータ軸を中心として回転するロータの外周に取付けられている。回転羽根はタービン段における片持式に支持された羽根ブレードとして構成されていることができるが、しかし外周にてカバーリング（shroud）又は減衰装置（shubber）又は保持ワイヤ（lacing wire）で互いに結合されていることもできる。

20

【０００３】

羽根においてはタービンの運転中、タービンを通して高速で流れる媒体の交番作用と高速回転とによって振動が励起される。したがって過去においては羽根において発生する振動を減衰するために種々の提案が成されている。これらの提案の若干は羽根固定部領域に特殊な振動減衰部材を装備することに限定されている。これは羽根ブレード自体に変更を加える必要はないという利点を有している。しかし欠点は羽根ブレードにおける振動がほとんど間接的にしかコントロールできないことにある。

【０００４】

したがって羽根ブレード自体に振動減衰部材を配置しかつ格納し、この振動減衰部材で羽根ブレードにおける振動を直接的にコントロールする提案が成されるようになった。例えばEP-B1-0727563号明細書によれば、タービンのロータ羽根のための振動減衰装置であって、羽根ブレードの外側の1/3にて圧力側の中央に円形の切欠き又はポケットが配置され、該切欠き又はポケットが振動減衰部材（サイン形の）を受容している振動減衰装置が公知である。前記ポケットは外へ向かって羽根ブレード輪郭に適合させられたポケット蓋体によって閉鎖されている。振動減衰部材は若干の部位にてポケット及びポケット蓋体の内壁に接触し、振動減衰部材が羽根に対し相対的に移動した場合に壁における摩擦によって振動を減衰する。この公知の振動減衰装置の欠点はポケット及びポケット蓋体との構成に費用がかかり、振動減衰部材が空間的に羽根ブレードのきわめて小さい領域に制限されることである。

30

40

【０００５】

これに対しUS-B1-6607359号明細書に提案された解決策は蓋体を必要としない。この解決策においては簡単に成形された振動減衰部材が特別に準備されたポケットに押込まれ、振動減衰部材の上へ向けられた表面が継目なしで羽根ブレードの圧力側の面に接続させられている。この解決策も振動減衰装置の個々の部材の費用のかかる正確な加工を必要としかつ局部的に限られた振動減衰しか可能にしない。

【０００６】

WO-A1-01/49975号明細書においては、羽根の吸込み側に切欠きを生ぜしめ、次いで蓋体で閉鎖することで、例えば閉鎖溶接することで狭い空気室を構成し、羽根振動が発生した場合に運動する空気の粘性に基づき振動減衰作用が発揮させられるように

50

なっている。この形式の振動減衰はフレキシブル性が少なく、振動減衰装置を組込むことによる流動技術的な欠点を回避するために、羽根表面に費用のかかる、正確な加工もしくは後加工を必要とする。

【0007】

要約すれば、上記解決策は一方では流動技術的に重要な羽根表面に干渉することに基づき費用のかかる注意深い加工が必要であり、他方では狭く限られた領域でしか振動減衰を実現することができない。

【特許文献1】EP-B1-0727563号明細書

【特許文献2】US-B1-6607359号明細書

【特許文献3】WO-A1-01/49975号明細書

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の課題は軸流タービンの羽根のための振動減衰装置であって、構造が簡単で、作用が効果的で、羽根ブレードの大きな領域に亘って有効である振動減衰装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の課題は請求項1の特徴全体によって解決された。本発明の核心は振動減衰装置の振動減衰部材が、半径方向で羽根ブレードの内部を通して延びる中空室として構成された切欠き内に格納されていることである。この切欠き内に振動減衰部材は半径方向で挿入されている。振動減衰部材が半径方向に導入される半径方向に延びる中空室によって、羽根の外輪郭は振動減衰装置の影響は受けない。又、中空室は羽根ブレードの長い区間に亘って延びるので、羽根ブレード全体における振動をきわめて効果的に減衰することができる。

20

【0010】

本発明の有利な構成の特徴は中空室と中空室内に挿入された振動減衰部材とが円筒形に構成されていることである。これによって振動減衰装置の製作と組み込みは一層簡易化される。

【0011】

30

本発明の第1実施例の特徴は振動減衰する摩擦プロセスが振動減衰部材の内部で行なわれるように振動減衰部材が構成されていることである。この場合、有利には振動減衰部材は振動減衰作用を有する材料、特に粘性の液体の形をした材料を有している。公知技術(WO-A1-01/49975号明細書を参照)とは異なって振動減衰作用を有する媒体を有する部材は羽根とは別個に簡単な形式で製作されかつきわめて簡単に羽根へ挿入される。

【0012】

本発明の別の構成の特徴は振動減衰作用を発揮する摩擦プロセスが主として振動減衰部材と中空室の壁との間で行なわれるように振動減衰部材が構成されていることである。この場合、振動減衰部材は一体構造を有し、中空室の壁にばね弾性的に支えられる。このためには特に振動減衰部材はばね材料、特にばね鋼から成り、シリンダ軸線を中心として巻回された薄板として構成されている。

40

【0013】

中空室は必要に応じて羽根の内方端部又は外方端部からアプローチ可能であることができる。1つのケースでは羽根は半径方向で内から外へ相前後して配置されてシャフト、ブラットフォーム及び羽根ブレードを有している。この場合には振動減衰部材を受容するための中空室は羽根ブレードの外方端部から羽根ブレードを通してブラットフォームの近くまで延在し、羽根ブレードの外方端部からしかアプローチ可能ではない。中空室は羽根ブレードの外方端部から閉鎖部材によって閉鎖可能である。この構成では付加的な閉鎖部材が必要ではあるが、振動減衰部材は羽根がすでにロータに固定された状態で組立てること

50

又は変更することができる。

【0014】

別のケースでは同じ羽根構成で、振動減衰部材を受容する中空室は羽根の内方端部から羽根ブレード内へ深く延び込み、羽根の内方端部からしかアプローチ可能ではない。このケースでは羽根をロータに取付ける前に振動減衰部材は組込まなければならない。しかしその代わりに閉鎖部材は不要になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明は振動減衰装置を有する羽根構造に関する。図1に示されているように羽根20は角速度 Ω でロータ軸15を中心として回転するロータのロータ区分13の外周に取付けられかつ半径方向に延在している。羽根20は半径方向で内から外へ相前後して配置されて、シャフト12、プラットフォーム11及び本来の羽根ブレード10を有している。羽根20は、シャフト12の下方端部において通常の形式でクリスマスツリー状に成形された羽根足14で、ロータ区分13における対応する切欠きに挿入されている。1つのタービン段の、ロータ軸15を中心として環を成して配置された羽根の羽根ブレード10は、片持式に構成されているか羽根先端部にて互いに、カバーバンド、振動減衰装置又は保持ワイヤで結合されていることができる。

【0016】

各羽根20は半径方向に延在するように羽根ブレード10の内部に配置された円筒形の中空室16を有している。中空室16は羽根先端から穿孔されるか、電蝕されるか又は羽根20を鋳造する際に形成される。しかし、中空室16は、図3における羽根20'が示すように、同じ形式で羽根足14側から羽根20'に形成されることもできる。最大の静的及び動的な負荷は通常は羽根ブレード10の最も外側の縁部に発生するので羽根ブレード10の内部に配置された中空室16もしくは16'は羽根の強度を弱化させない。

【0017】

円筒形の中空室16もしくは16'に格納された円筒形の振動減衰部材17はばね鋼から成る薄板（例えば方形の薄板）から成っている。この薄板は円筒軸を中心として円筒形に巻回されて円筒形の摩擦ばねを生ぜしめる（図2の拡大された区分）。このようにして得られたばねは（緊縮下で）中空室16もしくは16'内へ押込まれる。ばねは中空室16もしくは16'内で再び部分的に巻解し、中空室16もしくは16'の壁に対する接触圧を生ぜしめる。同時にばねの巻条は相互に押しあう。

【0018】

羽根先端から羽根ブレード10内へ達する中空室16（図1）のためには中空室16は閉鎖部材18によって閉鎖される。この閉鎖部材18はねじピンとして、対応するねじ孔へねじ込まれる。ねじピンのねじ山は羽根振動に基づくねじピンの自動的な解離を回避するために潰されることができる。しかし、これに対し択一的に羽根10が溶接可能な合金から成る限り、閉鎖部材は溶接固定されることもできる。中空室16'が羽根足14側から羽根ブレード10内へ達していると、閉鎖部材は不要である。何故ならば振動減衰部材17を有する中空室16'は羽根20'がロータに固定されると直ちにロータ区分13によって閉じられるからである。

【0019】

タービンの運転の間に羽根20もしくは20'が振動を開始すると、中空室16もしくは16'と振動減衰部材17（摩擦ばね）の巻条との間には摩擦をもたらし相対運動が生じる。振動減衰部材17の振動減衰の質は摩擦係数と接触圧とに関連する。接触圧は中空室16もしくは16'に押込んだあとでばね緊縮力に基づき振動減衰部材17が自動的に巻解することで生ぜしめられる。したがって接触圧の高さは巻条の数に関連し、簡単な形式で羽根ブレード10の寸法に関連して変化させられることができる。振動減衰装置の摩擦接触している異なる材料（ばね鋼、羽根合金）のための温度に関連した摩擦係数は文献により公知である。有効な振動減衰特性を振動減衰部材にて得るためには接触圧の好適な値はハンマテストによって経験的に確認される。

【0020】

本発明の枠内で振動を減衰する他の可能性は、円筒形の摩擦ばねの代りに、中空室の内壁との摩擦によって振動を減衰するのではなく振動減衰部材自体において行なわれる摩擦プロセスによって振動を減衰する振動減衰部材（図1から3までには図示せず）を円筒状の中空室16もしくは16'内に配置することである。このような内部摩擦プロセスは例えば振動減衰部材の内部に収納した高粘性の液体、例えば油又は他の振動減衰作用を有する材料によって惹き起こされる。

【0021】

これまで公知であるタービン羽根の振動減衰装置と比較して本発明による振動減衰装置は以下の利点を有している。

10

（イ）羽根ブレードと振動減衰部材との間の接触と減衰部材自体はガス、蒸気又は排ガス流に対し保護される。これによって振動装置の確実な機能に関する不可量性はある程度排除される。

（ロ）振動減衰部材は羽根ブレードの種々の曲げ振動を効果的に阻止でき、羽根ブレードの有効性は接続直径により表記できるブレード振動とは無関係になる。

（ハ）振動減衰部材の有効性は羽根で装備された円板の回転振動に直接的には関連しなくなる。したがって振動減衰部材は回転振動の広領域のために使用することができる。これは可変な回転数で働くタービン、例えば飛行機駆動装置の場合に特に重要である。

（ニ）振動減衰装置が故障した場合、すべての破損した部分は閉鎖された中空室内に留まり、タービン羽根が破損させられることはない。

20

（ホ）振動領域の有効性が回転速度に関連する程度は少なくなるのでばね鋼から成る薄板の代りに多層のプレート又は他の材料を、振動減衰部材の振動減衰特性を改善するために使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1実施例による半径方向の振動減衰装置を有するタービン羽根を部分的に断面した側面図。

【図2】図1の振動減衰装置をA-A面に沿って断面した全体図と拡大部分図。

【図3】本発明の第2実施例による半径方向の振動減衰装置を有するタービン羽根を部分的に断面した、図1に相当する側面図（A-A面に沿った断面は同様に図2に相応する）

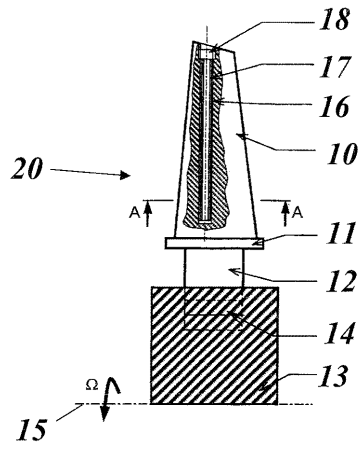
30

【符号の説明】

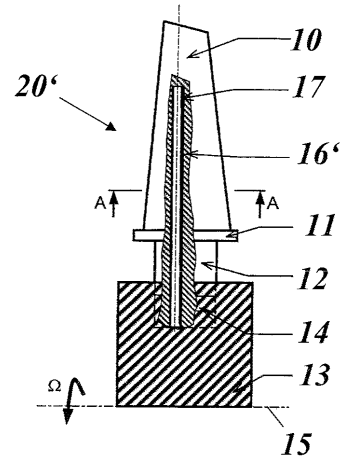
【0023】

10 羽根ブレード、 11 プラットフォーム、 12 シャフト、 13 ロータ区分、 14 羽根足、 15 ロータ軸線、 16, 16' 中空室（円筒、半径）、 17 振動減衰部材、 18 閉鎖部材、 20, 20' 羽根（軸流タービン）

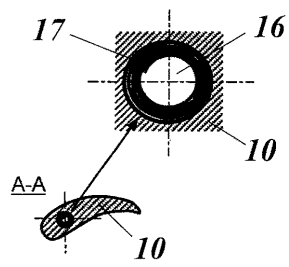
【図 1】



【図 3】



【図 2】



フロントページの続き

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74)代理人 230100044

弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 ピエール＝アレン マセリー

スイス国 ヴューレンロース ドルフシュトラッセ 10

(72)発明者 ダリウシュ シュヴェドヴィッツ

メキシコ国 モレロス クエルナバーカ コル ロマス デ クエルナバーカ パセオ デ ラ

レフォルマ 454 カーサ 24

(72)発明者 ヤロスラフ シュヴェドヴィッツ

スイス国 ヌスバウメン フル＝アシュトラッセ 8

審査官 栗倉 裕二

(56)参考文献 特開昭55-046042 (JP, A)

実開昭54-029201 (JP, U)

特開平10-047004 (JP, A)

特開昭57-140501 (JP, A)

特開昭63-012803 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/16

F01D 5/26