

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4681272号
(P4681272)

(45) 発行日 平成23年5月11日 (2011.5.11)

(24) 登録日 平成23年2月10日 (2011.2.10)

(51) Int. Cl.

F I

F O 1 D 11/08 (2006.01)
F O 2 C 7/18 (2006.01)
F O 2 C 7/24 (2006.01)
F O 2 C 7/28 (2006.01)

F O 1 D 11/08
F O 2 C 7/18 E
F O 2 C 7/24 A
F O 2 C 7/28 A

請求項の数 10 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2004-320157 (P2004-320157)
(22) 出願日 平成16年11月4日 (2004.11.4)
(65) 公開番号 特開2005-140114 (P2005-140114A)
(43) 公開日 平成17年6月2日 (2005.6.2)
審査請求日 平成19年11月1日 (2007.11.1)
(31) 優先権主張番号 10/700,251
(32) 優先日 平成15年11月4日 (2003.11.4)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
GENERAL ELECTRIC CO
MPANY
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタデイ、リバーロード、1番
(74) 代理人 100137545
弁理士 荒川 聡志
(74) 代理人 100105588
弁理士 小倉 博
(74) 代理人 100106541
弁理士 伊藤 信和
(74) 代理人 100129779
弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンシュラウド用のばね質量ダンパシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービン段用のダンパシステムであって、

タービンを通る高温ガス通路の一部を画成する第1の表面(11)を有するシュラウド(12)と、

前記シュラウドを支持するシュラウド本体(10)と、

その表面(18)から隆起しかつ前記第1の表面と対向する前記シュラウドの背面表面(22)と係合する少なくとも3つの突起(20)を有するダンパブロック(16)と、

前記シュラウド本体によって支持されかつ前記ダンパブロックに結合されて、前記シュラウドの背面表面との前記突起の係合により前記ダンパブロック及びシュラウドに荷重を加え、それによって前記シュラウドの振動運動を減衰させるダンピング機構(30)とを含むダンパシステム。

【請求項 2】

前記突起の2つ(20a、20b)が、タービンを通る高温ガスの流れの方向に対して上流方向における前記ダンパブロック表面(18)の前端縁に隣接して位置し、また前記少なくとも3つの突起の第3の突起(20c)が、前記ダンパブロックの側部の中間において前記ダンパブロック表面の後端縁に隣接して位置している、請求項1記載のシステム。

【請求項 3】

前記ダンパブロック表面(18)が、前記突起(20)によって前記シュラウドの背面表面(22)から間隔を置いて配置されて、前記シュラウドとダンパブロックとの間に熱絶

10

20

縁層を形成している、請求項 1 又は請求項 2 記載のシステム。

【請求項 4】

前記シュラウドがセラミック材料で形成され、また前記ダンパブロックが金属材料で形成されている、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項記載のシステム。

【請求項 5】

前記ダンピング機構が、ばね (60) と前記ばねによって付勢されて前記ダンパブロックに対して荷重を加えるピストン (32) とを含む、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項記載のシステム。

【請求項 6】

前記ばねを冷却するための冷却媒体と連通した前記ばね用のハウジング (62) を含む、請求項 5 記載のシステム。

10

【請求項 7】

前記ダンピング機構がピストン (32) を含み、前記ダンパブロックがボールソケット継手 (39) によって前記ピストンに固定され、前記ボールソケット継手内に冷却媒体を供給するための少なくとも 1 つの冷却通路 (42) が、前記ピストンに沿って設けられている、請求項 5 又は請求項 6 記載のシステム。

【請求項 8】

前記ピストンが、前記シュラウド本体の開口 (34) を貫通し、かつ前記開口を貫通する該ピストンの表面に沿って互いに間隔を置いて配置されて酸化及び / 又は摩耗によるピストンとシュラウドブロックとの膠着を最小にする少なくとも一対のランド部 (48) を含む、請求項 7 記載のシステム。

20

【請求項 9】

前記ばね用のカップ形ハウジング (62) と、前記ハウジングの一端に設けられかつ前記ばねの一端部がそれに対して押し付けられたキャップ (64) と、前記ばねの反対側端部と前記ピストンとの間に設けられた環状の熱絶縁ワッシャ (52) と、前記ハウジング内に開口した前記ばねを冷却するための冷却通路 (67) とを含む、請求項 7 記載のシステム。

【請求項 10】

当該ダンパシステムがばね質量ダンピングシステムである、請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項記載のシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タービンの高温ガス通路における回転構成部品を囲むシュラウドの振動を減衰させるためのダンピングシステムに関し、具体的にはセラミックシュラウドに作用しかつ各タービンブレードが個々のシュラウドを通過するときの高温ガス通路内の圧力パルスによる振動応答を最小にするように該シュラウドを調整するためのばね質量ダンピングシステムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

セラミックマトリックス複合材は、タービン内の高温ガス通路の境界面となるシュラウドの選択候補の材料として利点がある。セラミック複合材は、耐熱材料性能を備えている。シュラウドは、各ブレードすなわちパケットがシュラウドを通過するとき、高温ガスの圧力パルス (圧脈波) に起因する振動を受けることが分かるであろう。さらに、パケットが高速回転に近づくことにより、振動が共振周波数又は共振周波数の近傍となり、従ってタービンを長期商業運転する間に期待寿命を維持するためには振動を減衰させる必要がある。しかしながら、セラミック複合材は、取付けるのが困難であり、複合材を金属構成部品に対して取付けるように構成した場合には、例えば摩耗、金属との間でのイオン輸送に

50

よる酸化、応力集中及びセラミック複合材に対する損傷のような破損メカニズムを有する。

【特許文献 1】米国特許第 4245954 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 4621976 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 5346362 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 5639211 号明細書

【特許文献 5】米国特許第 6113349 号明細書

【特許文献 6】米国特許第 6726448 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0003】

従って、セラミック複合材シュラウドをタービンの金属構成部品に取付けることに関連する動力学関連の問題に対して有害モード応答を最小にするように対応する必要性が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の態様によると、セラミック複合材シュラウドと金属支持構造体との間の取付け機構を提供し、この取付け機構は、シュラウド上への荷重と組み合わせた状態でシュラウドに加わる圧力分布を利用して、バケットがシュラウドを通過するときの高温ガスの圧力パルスによる有害な振動応答を最小にするようにシュラウドを調整する。上記のことを達成するために、本発明の 1 つの態様では、セラミック複合材シュラウド/ダンピングブロック、ダンパ荷重伝達機構及びダンピング機構を含むばね質量ダンピングシステムを提供する。ダンパブロックは、シュラウドの背面と係合し、それによりダンパブロック表面をシュラウドの背面から間隔を置いて配置させ、対流絶縁層を形成し、かつダンパブロック上への熱負荷を減少させるための少なくとも 3 つの突起を含む。3 つの突起は、システムの動的応答を調整するようにダンパブロックに沿って特別に位置決め設置される。荷重伝達機構は、外側シュラウドブロックのソケット領域内におけるばねダンピング機構に加えてダンパブロックとの間のボールソケット継手を有するピストンを含む。ボールソケット継手では、ピストンとダンパブロックとの間の相対運動を可能にするピン保持システムを使用する。さらに、継手の長期摩耗性能を向上させるために、局所的フィルム冷却が行われる。ピストンは、熱絶縁ワッシャ及び好ましくはさらに金属ワッシャを介してばねと係合しており、両ワッシャとも冷却媒体が供給されたキャップ内に封入される。冷却媒体は、ばねの温度を温度限界値以下に維持してシュラウドへの正の予荷重を維持する。本発明の様々な他の態様が、以下の説明を検討することにより明らかになるであろう。

20

30

【0005】

本発明による好ましい実施形態では、タービン段用のダンパシステムを提供し、本ダンパシステムは、タービンを通る高温ガス通路の一部を画成する第 1 の表面を有するシュラウドと、シュラウドを支持するシュラウド本体と、その表面から隆起しかつ第 1 の表面と対向するシュラウドの背面表面と係合する少なくとも 3 つの突起を有するダンパブロックと、シュラウド本体によって支持されかつダンパブロックに結合されて、シュラウドの背面表面との突起の係合によりダンパブロック及びシュラウドに荷重を加え、それによってシュラウドの振動運動を減衰させるようになったダンピング機構とを含む。

40

【0006】

本発明による別の好ましい実施形態では、タービン段用のダンパシステムを提供し、本ダンパシステムは、タービンを通る高温ガス通路の一部を画成する第 1 の表面を有する、セラミック材料で形成されたシュラウドと、シュラウドを支持するシュラウド本体と、シュラウド本体によって支持されかつシュラウドと係合する、金属材料で形成されたダンパブロックと、シュラウド本体によって支持されかつダンパブロックに結合されてダンパブロック及びシュラウドに荷重を加えて該シュラウドの振動運動を減衰させるようになった、ダンパブロックに荷重を加えるためのばねを含むダンピング機構とを含む。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

次に図1及び図2を参照すると、複数のシュラウド12を支持する外側シュラウドブロック又は本体10を示している。図1は円周方向の図であり、また図2は、タービンを通る高温ガス流の流れの方向に対向する軸方向前向き方向の図である。図2の検討から分かるように、シュラウドブロック10は、3つの別個のシュラウドを支持するのが好ましい。複数のシュラウドブロック10がタービン軸線の周りに円周方向配列で配置され、またそれらシュラウドブロック10は、タービンを通して流れる高温ガスの通路の一部を囲みかつ形成する複数のシュラウド12を支持することが分かるであろう。シュラウド12は、セラミック複合材で形成され、図示していないボルトによってシュラウドブロック10に固定され、かつ高温ガス通路の高温ガスと接触する第1の内側表面11(図2)を有する。

10

【0008】

本発明のダンパシステムは、ダンパブロック/シュラウド接触部と、ダンパ荷重伝達機構と、ダンピング機構とを含む。ダンパブロック/シュラウド接触部は、例えば2200°Fまでの高温使用限界値を有する超合金材料であるPM2000などの金属材料で形成されたダンパブロック16を含む。図1及び図3に示すように、ダンパブロック16の半径方向内向き表面18(図3)は、シュラウド12の背面表面22(図1)と係合する少なくとも3つの突起20を含む。突起20は、シュラウド12とダンパブロック16との間での摩耗及び膠着を受ける傾向を最小にしながら、シュラウド12に対して十分な荷重を分配できるような大きさにされる。突起の位置は、システム固有周波数振動応答試験及びモード分析によって決定される所望のシステム動的応答に応じて決まる。従って、突起20の位置は予め定められる。

20

【0009】

突起20a及び突起20bの2つは、ダンパブロック16の前端縁に沿ってかつダンパブロックの対向する側部に隣接して設置される。従って、突起20a及び20bは、ダンパブロック16の前端縁に沿って側部に対して対称に設置される。残りの突起20cは、ダンパブロック16の後端縁に隣接しかつダンパブロックの1つの側部に近寄って設置される。従って、後方の突起20cは、ブロック16の後端縁に沿ってかつダンパブロック16の両側部に対して非対称に設置される。この構成の場合、突起20は、ダンパブロック16とシュラウド12の背面との間に実質的絶縁(断熱)空間、すなわち対流絶縁層を形成し、この対流絶縁層によりダンパブロックへの熱負荷が低減することも分かるであろう。突起20はさらに、普通はセラミック複合材のシュラウド表面にある表面粗さ変動を吸収する。

30

【0010】

全体を符号30で示したダンパ荷重伝達機構は、ピストン32を有するピストン組立体を含み、該ピストンはシュラウドブロック10に形成された開口34を貫通する。ピストン32の半径方向内側端部すなわち遠位端部は、ダンパブロック16に形成された相補形ソケット38内に受けられたボール36で終端し、これによりボールソケット継手を形成する。図2に最もよく示されているように、ボール36から間隔を置いた手前の位置におけるピストンの側面は、ボールよりも直径が小さくしており、ピストンの両側に沿って例えば溶接によってピン40をダンパブロック16に固定して、ダンパブロック16とピストン32との間で継手を保持する。この継手により、ピストン32とブロック16との間の相対運動が可能になる。

40

【0011】

冷却媒体、例えば圧縮機吐出空気をボールソケット継手内に供給するための一对のフィルム冷却孔44で終端した状態で、ピストンに沿って軸方向に中央冷却用通路42が形成される。冷却媒体、例えば圧縮機吐出空気は、シュラウドブロック10の半径方向外側の供給源から以下に説明するダンピング機構を通して供給される。図4に最も良く示されているように、ピストンの側面には、少なくとも一对の半径方向外向きに突出しかつ軸方向

50

に間隔を置いて配置されたランド部 48 が設けられる。ランド部 48 は、長期連続運転の間に酸化及び／又は摩耗に起因してシャフトがシュラウドブロック 10 の開口に膠着する可能性を低減する。

【0012】

ダンパ荷重伝達機構はさらに、それぞれ重ね合わせ金属ワッシャ及び熱絶縁ワッシャ 50 及び 52 を含む。ワッシャは、ピストン 32 によって支持されたカップ 54 内に配置される。金属ワッシャ 50 は、熱絶縁ワッシャ 52 の支持体となっており、熱絶縁ワッシャは、一体構造のセラミックシリコン窒化物で形成されるのが好ましい。熱絶縁ワッシャ 52 は、ダンパブロック 12 との接触によるピストンの熱伝達経路を遮る。

【0013】

ダンピング機構は、ばね 60 を含む。ばねは、構造的コンプライアンスにおける一貫性を確保する手段として組付けられるのに先立って、温度及び荷重について予め調整される。ばね 60 は、シュラウドブロック 10 の背面に沿って形成されたカップ形ハウジング 62 内に取付けられる。ばねは、一端部が絶縁ワッシャ 52 と係合してピストン 32 を半径方向内向きに付勢するように予荷重がかけられている。ばね 60 の反対側端部は、例えばねじ山によってハウジング 62 に固定されたキャップ 64 と係合する。キャップ 64 は、圧縮機吐出空気からの冷却流をハウジング内に流してばねの温度を所定の温度以下に保つことを可能にする中央開口又は通路 67 を有する。従って、ばねは、ピストンへの正の予荷重を維持する低耐熱性合金で作られ、従って所定の規定温度限界値以下に保たれる。冷却媒体はさらに、冷却通路 42 及びフィルム冷却孔 44 に供給されてボールソケット継手を冷却する。通路 65 は、使用済み冷却媒体を排出するために設けられる。カップ 54 によって保持された金属ワッシャ 50 により、絶縁ワッシャ 52 が万一破損した場合にばねの保持及び予荷重が保証されることが分かるであろう。

【0014】

運転中、ダンピング機構のばね 60 により、ピストン 32 への、従ってダンパブロック 16 への半径方向内向きに向いた力が維持されることが分かるであろう。ダンパブロック 16 は、次にシュラウド 12 の背面 22 に対して押し付けられて振動を減衰し、特に共振周波数又は共振周波数の近傍の振動応答を回避する。

【0015】

現在最も実用的かつ好ましい実施形態であると考えられるものについて本発明を説明してきたが、本発明は、開示した実施形態に限定されるものではなく、また、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】本発明による好ましいダンパシステムを示す、タービンの軸線の周りで円周方向に見た外側シュラウドブロックの断面図。

【図 2】タービンの高温ガス通路に対して軸方向前向き方向に見た外側シュラウドブロックの断面図。

【図 3】シュラウドの背面と係合する突起を備えたダンパブロックの内面を示す斜視図。

【図 4】ダンパ荷重伝達機構とダンピング機構との一部分を示す拡大断面図。

【符号の説明】

【0017】

- 10 シュラウド本体
- 12 シュラウド
- 16 ダンパブロック
- 20、20a、20b、20c ダンパブロックの突起
- 22 シュラウドの背面表面
- 30 ダンピング機構
- 32 ピストン

10

20

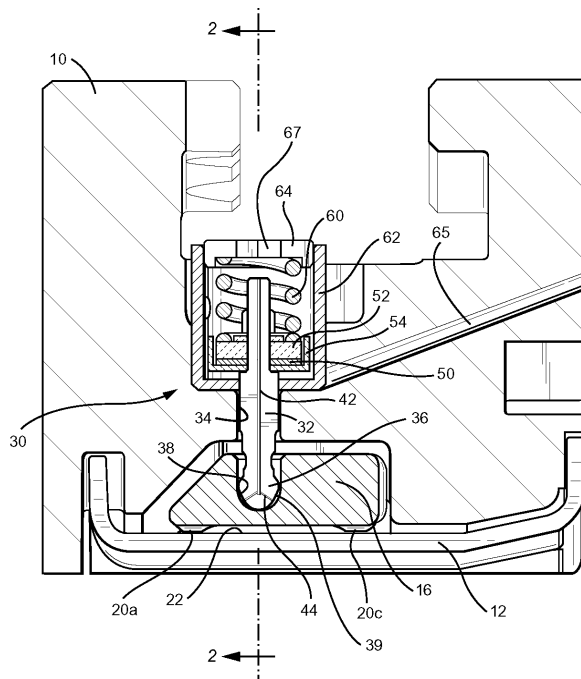
30

40

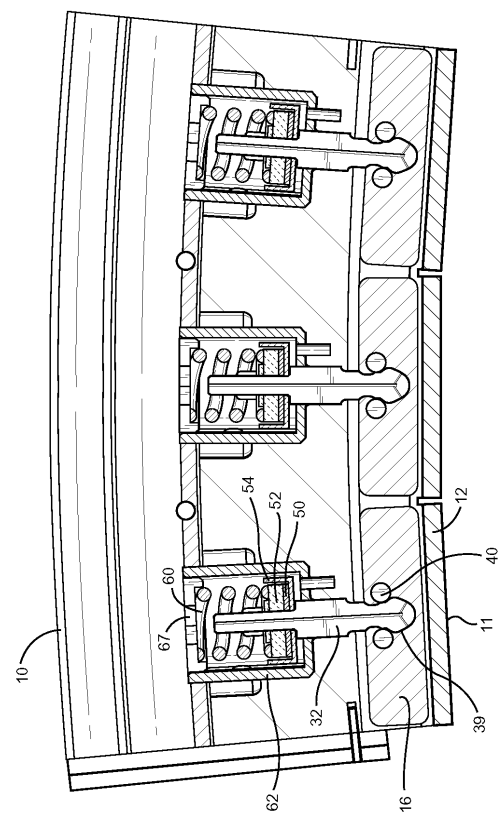
50

- 3 4 シュラウドブロックの開口
- 3 6 ボール
- 3 8 ダンパブロックのソケット
- 3 9 ボールソケット継手
- 4 2 冷却通路
- 4 4 フィルム冷却孔
- 5 0 金属ワッシャ
- 5 2 熱絶縁ワッシャ
- 5 4 カップ
- 6 0 ばね
- 6 2 ハウジング
- 6 4 キャップ
- 6 5 使用済み冷却媒体通路
- 6 7 中央開口

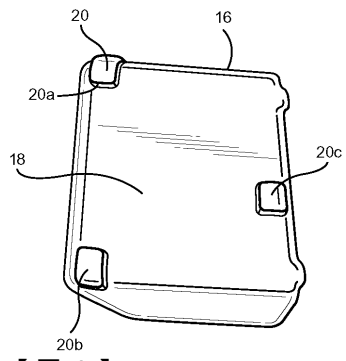
【図 1】



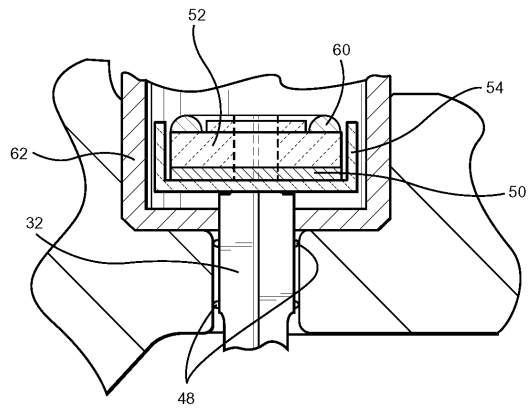
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 マーク・スチュアート・シュレーダー
アメリカ合衆国、ノース・カロライナ州、ヘンダーソンビル、ビー・ツリー・ウェイ、100番
- (72)発明者 ロナルド・ラルフ・カイロ
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、グリーア、ウッズ・ロード、246番
- (72)発明者 クリストファー・グレース
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、シンプソンビル、ウーチェスター・ブレイス、411番
- (72)発明者 トッド・ガレット・ウェッツェル
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、リバーデール・ロード、9番
- (72)発明者 ケビン・レオン・ブルース
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、グリーア、ホイスラー・ドライブ、6番
- (72)発明者 アンドリュー・ウィリアム・ミラー
アメリカ合衆国、ペンシルベニア州、リンカーン・ユニバーシティ、オーウェンウッド・ドライブ、127番
- (72)発明者 ロナルド・フィリップ・ニマー
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、モロウ・アベニュー、2148番

審査官 稲葉 大紀

- (56)参考文献 特開昭50-043308(JP,A)
特開昭55-075506(JP,A)
カナダ国特許出願公開第01156844(CA,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01D 11/00 - 11/10