

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第4740467号  
(P4740467)

(45) 発行日 平成23年8月3日 (2011.8.3)

(24) 登録日 平成23年5月13日 (2011.5.13)

(51) Int. Cl.	F I
FO2C 7/06 (2006.01)	FO2C 7/06 F
FO1D 25/16 (2006.01)	FO1D 25/16 H
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00 A
FO2C 7/18 (2006.01)	FO2C 7/18 A

請求項の数 3 外国語出願 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2001-107878 (P2001-107878)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成13年4月6日 (2001.4.6)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2002-54458 (P2002-54458A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公開日	平成14年2月20日 (2002.2.20)		MPANY
審査請求日	平成20年4月2日 (2008.4.2)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(31) 優先権主張番号	09/635086	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成12年8月8日 (2000.8.8)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	マーク・クリストファー・スチミッド
			アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ
			ユナ、クリフトン・パーク・ロード、14
			49番
		審査官	藤原 弘
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンにおけるさねはぎ荷重及び空気／オイルシール温度の制御

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

既存のタービン構成要素によってタービンの熱パラメータを制御することによって、空気／オイルシール（50）の温度を許容しうる低さに維持しつつ、さねはぎ継手（40）の荷重を維持することを含むタービンの動作方法であって、上記制御が、タービン排気フレームを横切る空気の質量流量を制御することを含み、上記既存のタービン構成要素が排気送風機（48）であり、かつ空気の質量流量を制御することが上記排気送風機（48）の速度を制御することを含んでおり、前記タービンが、前記さねはぎ継手（40）を間に挟んで互いに固定され且つ互いに軸方向に整列しているタービンホイール（18）と後部軸（44）とを含んでいて、前記タービンホイールと前記後部軸が加えられる温度に対して異なる応答を示して過渡状態で熱不整合を生じるものであり、当該方法が、タービン構成要素の特性に従ってタービン構成要素の熱力学モデルを決定し、前記熱力学モデルに従ってタービン排気フレームを横切る空気の質量流量を制御することをさらに含む、方法。

【請求項 2】

前記構成要素の特性が動作温度、質量、密度、相対位置及び速度を含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記タービンが、後部軸（44）に隣接して配設された第 4 段ホイール（18）をさらに含んでおり、当該方法が、第 4 段ホイール（18）と後部軸（44）との間のさねはぎ継手（40）の近傍でタービン送風機の速度を制御することを含む、請求項 1 記載の方法

。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、発電用陸上ガスタービンなどのタービンに関し、特に、空気／オイルシールの高温に起因する軸受けの火災を防止しつつ、さねはぎ荷重を維持するために、排気送風機の質量流量を制御する方法に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

典型的なガスタービンにおいては、回転子ホイールとスペーサを重ね合わせることでタービン回転子を形成し、重ね合わされた複数のホイールとスペーサを相互にボルトで固定している。さねはぎ継手は、通常、スペーサとホイールとの間に設けられる。

##### 【0003】

#### 【発明が解決しようとする課題】

標準燃焼運転停止中、第4段ホイールと後部軸との間のさねはぎ継手は、絶えず稼動している軸受け排気送風機からの冷却が高速で行われているために無荷重状態となり、その結果、間隙が形成される。さねはぎ継手が開いてしまうか、又は無荷重状態になると、各部品は相対的に動き、そのために、回転子は平衡を失い、大きな振動を引き起こす可能性がある。高いコストと長い時間を要する平衡回復の作業や、回転子の交換が必要になるであろう。回転子の平衡の欠如は動作の上で許容されるものではなく、通常、設計技師は、そのような平衡の欠如が起らないようにあらゆる努力をする。これに対し、運転停止中に軸受け排気送風機をオフした場合には、前部空気／オイルシールの温度が「ソークバック」現象によって最大設計実施基準を超える。空気／オイルシールの温度が設定最大設計限界を越えると、その結果、軸受けが発火し、機械に極めて重大な打撃を与えるであろう。

##### 【0004】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明の一実施例では、タービンを動作させる方法は、既存のタービン構成要素によってタービンの熱パラメータを制御することにより、空気／オイルシールの温度を許容しうる低さに維持しつつ、さねはぎ継手の荷重を維持することからなる。この工程は、タービン排気フレームを横切る空気の質量流量を制御することにより実施すればよい。この意味で、タービン構成要素は排気送風機であり、且つ空気の質量流量は排気送風機を速度を制御することにより制御されるのが好ましい。

##### 【0005】

本発明の別の実施例では、タービンは、さねはぎ継手を間に挟んで互いに固定され且つ互いに軸方向に整列しているタービンホイールと、後部軸とを含む。タービンホイールと後部軸は加えられる温度に対して異なる応答を示すので、過渡状態で熱不整合を生じる。タービンを動作させる方法は、タービン構成要素の特性に従ってタービン構成要素の熱力学モデルを決定する工程と、この熱力学モデルに従ってタービン排気フレームを横切る空気の質量流量を制御する工程とを含む。構成要素の特性の例としては、動作温度、質量、密度、相対位置、速度などがある。

##### 【0006】

本発明の更に別の実施例においては、後部軸に隣接して配設された第4段ホイールを含むタービンを動作させる方法は、第4段ホイールと後部軸との間のさねはぎ継手の近傍でタービン送風機の速度を制御し、それにより、さねはぎ継手の冷却速度を制御する工程を含む。

##### 【0007】

#### 【発明の実施の形態】

図1を参照すると、全体を図中符号10で示されたタービン回転子を含むタービンの一部が示されている。タービン回転子は、例えば、4段タービン回転子の部品を形成する回転

10

20

30

40

50

子ホイール 12、14、16 及び 18 などの要素を重ね合わせた構造を有し、それらのホイールの間にはスペーサ 20、22 及び 24 が交互に挟み込まれている。ホイール要素とスペーサ要素は、回転子内部で複数の細長く、周囲方向に沿って延出するボルトによって一体に保持されていることがわかるであろう。尚、図 1 には 1 つのボルト 26 のみが示されている。ホイール 12、14、16、18 は、それぞれ、複数の周囲方向に沿って互いに離間したタービンバケット 12a、14a、16a、18a を装着している。ノズル 30、32、34、36 はバケット 12a、14a、16a、18a と共にそれぞれ段を形成している。ホイールとスペーサは相互に軸方向に整列して位置しており、ホイールとスペーサの間にはさねはぎ継手が設けられている。この実施例のさねはぎ継手 40 は、図示されているように、最終段ホイール 18 と、後部軸 44 の一部を形成する後部軸ホイール 42 との間にある。さねはぎ継手はタービンの全動作範囲にわたって相互に係止状態に維持される。図示されているように、後部軸 44 は後部軸受け 46 の内部で回転子 10 と共に回転自在である。タービンの動作中、特に運転停止時及びタービンの始動時には、回転子の様々な要素間に熱不整合が起こる。通常、機械は絶えず稼動している軸受け排気送風機 48 を含む。タービンが定常状態で動作しているとき、タービンの様々な要素間における温度分布は所定の範囲内の熱不整合しか示さないもので、タービンの動作に悪影響が及ぶとは考えられない。しかし、過渡的動作(すなわち、運転停止時及び始動時)の間は、排気送風機 48 からの冷却の速度が速いために熱不整合は著しく大きくなり、これに対処しなければならない。例えば、後部軸ホイール 42 と最終段、例えば、第 4 段のホイール 18 との間にあるさねはぎ継手 40 は、許容しうる熱不整合をはるかに越えるような著しく大きな熱不整合を生じる。そのように大きな熱不整合によって熱膨張と収縮の速度に差が発生するため、さねはぎは開いてしまうか、又は無荷重状態になることがある。この状態においては、要素は相対的に動き、その結果、回転子は平衡を失って大きな振動を引き起こすので、平衡状態を回復するというコストのかかる作業や、回転子の交換が必要になる。

#### 【0008】

すなわち、運転停止中、様々なタービン段の高温ガス経路を流れる高温ガスと、ボア管冷却回路組み立て体を通る蒸気の流れが停止する。ホイール 18 は質量が非常に大きく、タービンの定常状態動作中には高温に加熱されているので、ホイール 18 は後部軸ホイール 42 における熱損失と比較して非常にゆっくりとした速度で熱を失って行く。その結果、さねはぎ継手 40 では大きな熱不整合が起こるのである。

#### 【0009】

この問題を修正しようとする試みの 1 つにおいては、タービンの運転停止時に、さねはぎ継手 40 における熱不整合に対抗するために、排気送風機 48 の動作を停止させることが可能であろう。しかし、この場合、運転停止時に排気送風機 48 をオフしてしまうと、前部空気/オイルシール 50 の温度は「ソークバック」によって最大設計実施基準をたやすく超えるおそれがある。空気/オイルシール 50 の温度が設定された最大設計限界を超えると、軸受けが発火し、機械に極めて大きな打撃を与える。

#### 【0010】

従って、過渡的状态の間に軸受け送風機により排出される排気の質量流量を制御することにより、さねはぎの荷重を許容限界に維持することができると共に、空気/オイルシールの温度を設定限界以下に維持することができる。タービン排気フレームを横切る空気の質量流量の制御は、排気送風機 48 の速度を制御することにより実現される。送風機の速度は、機械の各構成要素の物理的な面及び機械的な面の特性である機械の熱力学的特性に基づいて決定されるプロファイルに従い、時間の経過に伴って変化する。図 2 に示すような展開された詳細全流れ物理モデルを使用して、軸受け送風機 48 のスケジュールをどのようにすれば、所望の成果が実現されるかを決定するために、温度及び機械的特性の両面で基線燃焼運転停止過渡状態を解析することができる。図 2 は、General Electric Model 7 H ガスタービン設計の熱力学モデルの一例を示す。このモデルは、例えば、650 の全(静止部品及び回転部品)物理流体要素と、25,000 個の 2 次元熱固体要素と、40,000 個のノードと、1,200 個の境界条件を伴う 7,000 個の表面要素と、1,000

10

20

30

40

50

0 個の伝導熱伝達リンクと、繰り返しごとに 1 0 0 秒の 3 , 0 0 0 個の放射熱伝達リンクを含む、機械の詳細な部品ごとの熱力学的構造解析を含んでいる。図 2 に示すような熱力学モデルは言うまでもなく機械ごとに異なり、前述のように、図 2 に示すモデルは単なる一例である。

【 0 0 1 1 】

図 2 に示す例の熱力学モデルのような熱力学モデルを使用して、空気 / オイルシール 5 0 を許容しうる低温に維持しつつ、さねはぎ荷重を維持し且つさねはぎ継手を閉じた状態に維持するという設計基準に適合するように、排気送風機制御の許容プロファイル範囲を決定 / 最適化することができる。この点に関して、許容限界(すなわち、さねはぎ荷重の許容限界と、空気 / オイルシールの温度の許容限界)の間に最大のマージンを与えるロバースト構成を獲得するために、統計プロセスを使用してプロファイルがモデルを通して試行し、最適化することができる。

10

【 0 0 1 2 】

本発明の方法によれば、最適化した送風機プロファイルに従って軸受け送風機を厳密に制御することにより、タービンの過渡的段階(運転停止時又は始動時など)の間にさねはぎ荷重を許容限界に維持でき、また、空気 / オイルシールの温度を設定限界以下に維持できる。後部軸冷却回路に空気を供給する送風機の流れを正確に制御することによって、プロセス能力はさねはぎ荷重とシール温度の双方について 6 シグマをたやすく超え、従って、さねはぎ継手における熱不整合は排除される。

20

【 0 0 1 3 】

本発明を現時点で最も実用的で且つ好ましい実施例であると考えられるものに関連して説明したが、本発明は開示した実施例に限定されず、特許請求の範囲の趣旨に包含される様々な変形及び等価の構成を含むことを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 タービンの一部の部分横断面図。

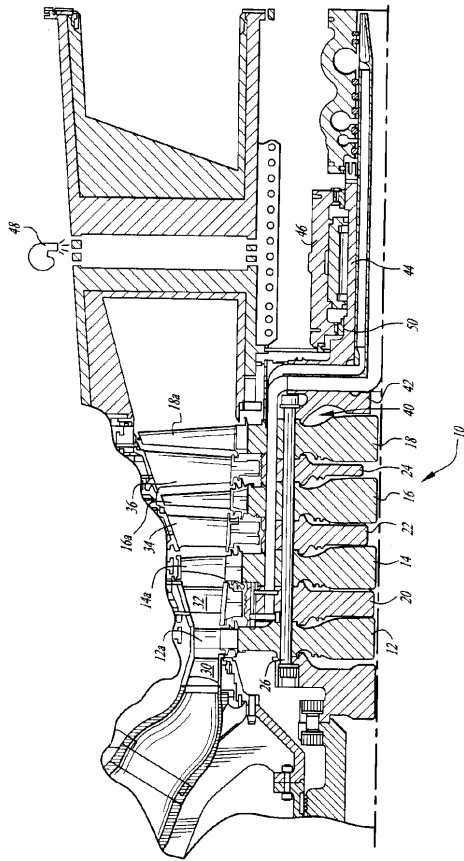
【図 2】 熱力学モデルの決定を示すタービンの一例の図。

【符号の説明】

1 0 ... タービン回転子、 1 2、 1 4、 1 6、 1 8 ... 回転子ホイール、 4 0 ... さねはぎ継手、 4 2 ... 後部軸ホイール、 4 4 ... 後部軸、 4 6 ... 後部軸受け、 4 8 ... 排気送風機、 5 0 ... 空気 / オイルシール

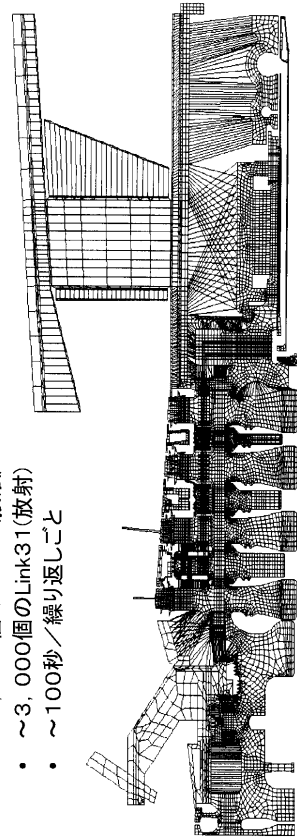
30

【図 1】



【図 2】

- ~650のLFE要素
- ~25,000個の要素(2次元、8ノード、熱固体)
- ~40,000個のノード
- ~7,000個のSurf19/1200のBC
- ~1,000個のLink34(接触)
- ~3,000個のLink31(放射)
- ~100秒/繰り返しごと



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭59-173527(JP,A)  
欧州特許出願公開第1013892(EP,A2)  
特開2000-192803(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/08  
F01D 25/16  
F02C 7/00  
F02C 7/06  
F02C 7/18