

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4357599号
(P4357599)

(45) 発行日 平成21年11月4日 (2009. 11. 4)

(24) 登録日 平成21年8月14日 (2009. 8. 14)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 C 17/02 (2006. 01)

F 1 6 C 17/02 Z

F 1 6 C 3/02 (2006. 01)

F 1 6 C 3/02

F 1 6 C 17/22 (2006. 01)

F 1 6 C 17/22

請求項の数 5 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-500524
 (86) (22) 出願日 平成10年5月27日 (1998. 5. 27)
 (65) 公表番号 特表2002-501592 (P2002-501592A)
 (43) 公表日 平成14年1月15日 (2002. 1. 15)
 (86) 国際出願番号 PCT/NL1998/000303
 (87) 国際公開番号 WO1998/054472
 (87) 国際公開日 平成10年12月3日 (1998. 12. 3)
 審査請求日 平成17年4月26日 (2005. 4. 26)
 (31) 優先権主張番号 1006177
 (32) 優先日 平成9年5月30日 (1997. 5. 30)
 (33) 優先権主張国 オランダ (NL)

(73) 特許権者

シーメンス アクティエンゲゼルシャフト
 ドイツ国 80333 ミュンヘン ヴィ
 ッテルスバッヘルプラッツ 2

(74) 代理人

弁理士 川口 義雄

(74) 代理人

弁理士 小野 誠

(74) 代理人

弁理士 渡邊 千尋

(74) 代理人

弁理士 金山 賢教

(74) 代理人

弁理士 大崎 勝真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転機械用のロータシャフトとこの種のロータシャフトを装備した回転機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転機械のオイル潤滑された滑動接触ベアリング (2) によって保持されるベアリング部分を有する回転機械用のロータシャフト (1) であって、前記ロータシャフト (1) は、少なくとも 1 つの前記ベアリング部分の領域において配置されたスリーブ (5) を備え、該スリーブが円筒形外側表面 (6) を有し、該円筒形外側表面が前記領域において前記ロータシャフト (1) の外側表面を形成する、ロータシャフトにおいて、前記スリーブ (5) が、スリーブ (5) の内側に位置しているシャフト部分 (7) 上に直接に配置された円筒形のスリーブであり、前記スリーブ (5) と前記スリーブ (5) の内側に位置している前記シャフト部分 (7) 間の接触表面が実質的に円筒形の形状を有し、前記円筒形スリーブ (5) が前記スリーブ (5) の前記外側表面 (6) と前記スリーブ (5) の内側に位置している前記シャフト (7) の間で熱絶縁層を形成し、前記スリーブが該スリーブの端の領域において前記スリーブ (5) の内側に位置している前記シャフト部分 (7) 上に焼ばめされており、前記スリーブの一方の端のところにある焼ばめ接続部 (9 ; 10) が他方の端にある焼ばめ接続部 (10 ; 9) よりきついことを特徴とするロータシャフト。

【請求項 2】

前記スリーブ (5) が、端の領域においてより軸方向中心領域においての方が内径が大きく、これによって前記スリーブ (5) と前記スリーブ (5) の内側に位置している前記シャフト部分 (7) の間にチャンバ (8) が形成されることを特徴とする請求項 1 に記載のロータシャフト。

【請求項 3】

前記スリーブの軸方向中心領域の位置で前記スリーブ(5)の内側に位置している前記シャフト部分(7)が前記スリーブの端の領域においてより小さい直径を有し、これによって、前記スリーブ(5)と前記スリーブ(5)の内側に座している前記シャフト部分(7)の間でチャンバ(8)が形成されることを特徴とする請求項1に記載のロータシャフト。

【請求項 4】

前記スリーブ(5)が前記ロータシャフト(1)と同じ材料で製造されることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載のロータシャフト。

【請求項 5】

請求項1から4のいずれか一項に記載のロータシャフト(1)を備えることを特徴とする回転機械。

【発明の詳細な説明】

本発明は回転機械用のロータシャフトであり、このロータシャフトが、この機械にはめ合わされた後はオイル潤滑された滑動接触ベアリング中に保持されるベアリング部分を有するロータシャフトに関する。

この種のロータシャフトでは、蒸気タービン、ガスタービン、遠心ポンプ、ボイラー送りポンプ、軸コンプレッサおよび遠心コンプレッサなどの回転機械で用いられるものが周知である。この種の回転機械は頻繁に高回転速度で動作するが、例えば遠心コンプレッサの場合では、この回転速度は毎分3000回転から18,000回転の間にある。

ロータシャフトがこのような高速で回転する回転機械の問題はロータシャフトの同期不安定性であり、このため機械が振動することである。ロータシャフトのこの同期不安定性の原因は、比較的高いロータシャフトの回転速度においては、ベアリングの位置でシャフトの直径方向に温度差が生じるということにある。このような温度差によって、ロータシャフトがベアリングの位置で少し屈曲し、その結果、アンバランスとなってついには振動する。このプロセスは自己増幅し、その結果ロータの同期不安定性が発生する。

この現象はヨング(F. M. de Jongh)とモートン(P. G. Morton)によって調査され、ASME文献94-GT-35「ベアリングジャーナルの加熱差によって引き起こされるコンプレッサロータの同期不安定性」(The synchronous instability of a compressor rotor due to bearing journal differential heating)に述べられている。

出願人は現在の技術水準に従ってベアリングカップ中で直接的に支持されているロータシャフトを測定した。ベアリングの位置では、平均温度は約50~70であり、シャフト上での直径方向の温度差は約10~15であった。

本発明の目的は温度によって引き起こされた不安定性とそれに起因する回転機械内のロータシャフトの振動を解消することにある。

この目的は、ロータシャフトが少なくとも1つのベアリング部分の領域に、外側ケーシングを装備し、該外側ケーシングがロータシャフトの外側表面と外側ケーシングの内側に位置しているシャフトのその部分との間に熱絶縁層を形成する本発明によって実現されるが、この構成では、前記の外側ケーシングは、外側ケーシングの内側に位置し、それと一緒に構成的な単位を形成しているシャフト部分上に配置されている別体の単一円筒形スリーブからなり、前記スリーブは、ベアリング部分の領域で、ロータシャフトの外側表面を形成する円筒形外側表面を有している。

この対策は、ロータシャフトが温度によって屈曲するという問題を解消するべく見出され、その結果、ロータシャフトが温度によって不安定になるという問題はもはや生じない。ベアリングの位置で、ロータシャフトに熱絶縁層(例えば、DE-U-8706954とDE-A-3734524)を装備することは既知である。しかしながら、このような構造はしばしば複雑になり、さらに、本発明による構造とは全く異なった目的を持つ。

本発明によるロータシャフトの好ましい実施形態が従属請求項に記載されている。

本発明はまた、本発明によるロータシャフトを装備した回転機械に関する。

唯一の図がベアリングの領域における本発明によるロータシャフトの好ましい実施形態の部分を線図的に示す図面を参照して、以下の例示実施形態に関する記述により説明される。

この図は回転機械のロータシャフト1の部分を示す。この場合、これは、アクスルジャーナルとも呼ばれるロータシャフト1の端部分である。ロータシャフト1のこの端部分は、また回転機械の部品として線図中で示されるベアリングハウジング3中で線図的に示されている滑動接触ベアリング2によって支持されている。ベアリング2は、ベアリング2の内側表面とシャフトの外側表面の間に薄膜4を形成するオイルで潤滑される。ベアリング2の領域では、ロータシャフト1、すなわちベアリング部分は、外側ケーシング5の外側表面6とこの外側ケーシング5の内側に位置しているシャフトの部分7の間で熱絶縁層を形成する外側ケーシング5を備えている。この外側ケーシングによって、ヨングとモートンによる上記の論文に述べられている温度による不安定性という問題が防止される。図示の実施形態では、ケーシング5はロータシャフト1上に配置された別体の単一円筒形スリーブ5を備えている。このスリーブ5はシャフト部分7と一緒にいわれる構造的単位を形成している。スリーブ5の外側表面6は、ベアリング部分の領域で、ロータシャフト1の外側表面を形成している。

スリーブ5は、端の領域でより軸方向中心領域においての方が内径が大きく、これによって、チャンバ8がスリーブ5とシャフト部品7の間に形成されている。このチャンバ8内の空気がスリーブ5とシャフト部品7の間で絶縁層を形成している。代わりの絶縁媒体としては、例えばオイルがある。その結果、ベアリング2の位置での直径上で生じるいかなる温度差もロータシャフト1の形状に対して影響することはない。

スリーブ5は、それが支承载力を受容するに十分な剛度と剛性を有し、これによって不安定性をもたらすような半径方向の変形が発生しないように設計されている。

スリーブ5は端の領域においてロータシャフト1上に焼ばめされるのが望ましいが、この場合、温度による伸びに対する自由を与えるべく、一方の端における焼ばめ接続部9が、他方の端における焼ばめ接続部10よりきつければ好都合である。

スリーブ5をロータシャフトと同じ材料(鉄鋼)で作成することは有利である。そうすれば、ベアリング中のオイル領域におけるスリーブの材料の運転特性が分かり予測可能となる。さらに、こうすれば、スリーブとその中にあるロータシャフト部分の双方が同じ熱膨張係数を有し、これによって望ましくない温度依存応力がシャフトとスリーブ間で発生することが防止されるという利点がある。この利点もまた、もちろん、ほぼ同じ熱膨張係数を有する異なった材料を用いて達成することが可能である。

また、スリーブの内側でのシャフトの直径をスリーブの軸方向中心領域の位置において、スリーブの端の領域での直径より小さくすることによって、スリーブとスリーブの内側に位置しているシャフトのその部分の間でチャンバを形成することが可能である。

さらに、絶縁材料からスリーブを製造することが可能であるが、この絶縁材料はセラミック材料ではない方が望ましい。その理由はそれが壊れやすいからである。スリーブを絶縁材料製とすると、直径上の温度差がベアリングの位置でロータシャフト1の形状に対して影響を及ぼさないようにすることが可能である。この場合、このスリーブには、図面に示すスリーブ5のように凹部を与える必要はない。

さらなるオプションとして、例えば「Invar」のように、温度が上昇しても膨張しない材料でスリーブを作成することがある。

上記の図の例証実施形態によるロータベアリングは遠心コンプレッサ中で用いられる。

この機械は最初スリーブ無しで、すなわち熱絶縁層無しで従来型のロータシャフトで試験された。この機械では、毎分7000回転の回転速度での温度によって引き起こされた不安定性は、機械の回転速度を減少させてしまうほどであった。

次に、機械-ベアリングが、当該ロータシャフト部分の直径を減少させ、また、それに本発明によるスリーブを装備することによって変更された。このようにして、機械は毎分10,400回転というその指定された最大速度に達したが、温度誘導不安定性は発生しな

10

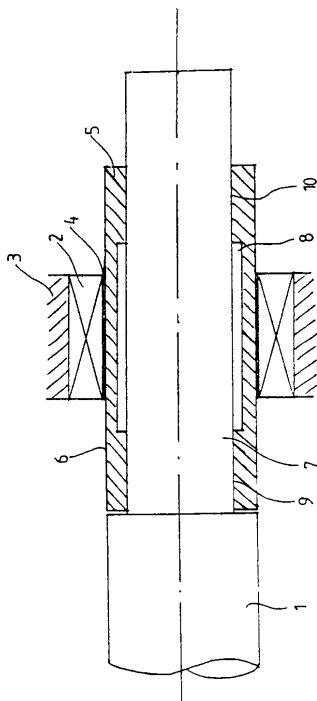
20

30

40

50

かった。これより高い回転速度は試験されなかったが、温度誘導振動と不安定性が本発明による回転機械でのあらゆる回転速度で完全に排除されると結論しても妥当であろう。



フロントページの続き

(74)代理人

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 ファン・デル・ホーフエン, ピーテル

オランダ国、エヌ・エル—7 5 5 8・アー・カー・ヘンゲロ、アー・フオルディングストラート・
1 0 2

審査官 上谷 公治

- (56)参考文献 特開平 0 1 - 1 2 4 6 9 8 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 3 6 8 1 7 (J P , A)
特公昭 4 8 - 0 2 0 3 3 1 (J P , B 1)
実開昭 5 5 - 1 4 8 3 5 6 (J P , U)
特開平 0 8 - 2 5 7 8 0 5 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 3 9 5 2 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F16C 17/02

F16C 3/02

F16C 17/22