

(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2004-197767
(P2004-197767A)

(43) 公開日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int. Cl.⁷
F16C 32/04

F I
F 1 6 C 32/04 Z A A A

テーマコード (参考)
3 J 1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2002-363633 (P2002-363633)	(71) 出願人	300080113 樋笠 博正 香川県高松市木太町2911番地5
(22) 出願日	平成14年12月16日 (2002.12.16)	(71) 出願人	502453403 松下 照男 福岡県福岡市東区みどりが丘1-23-2
		(71) 出願人	502453414 小森 望充 福岡県筑紫野市光が丘3-11-4
		(71) 出願人	501442714 小田部 エドモンド 荘司 福岡県糟屋郡篠栗町大字尾仲205-1
		(72) 発明者	松下 照男 福岡県福岡市東区みどりが丘1-23-2

最終頁に続く

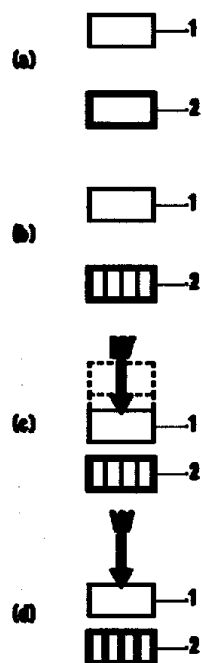
(54) 【発明の名称】 高温超電導軸受の起動と供用方式

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高温超電導軸受の超電導磁気浮上特性の時間的劣化を実用上解消するための起動並びに供用方式を提供する。

【解決手段】 アキシタル型超電導軸受において、超電導磁気浮上に関わる力の熱的、時間的安定性と軸受体積に見合った発生の効率性、加えて回転損失を勘案して超電導体の冷却温度と励磁の関係を最適化する。磁気発生用永久磁石円盤浮上部からなるアキシタル型超電導軸受で、供用開始前に当該超電導軸受を初め高温ゼロ磁場冷却状態にしてから、荷重を懸けて第二種超電導体を一旦高温励磁冷却状態に遷移させ、その後、低温冷却状態にして供用を開始する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

円盤状第二種超電導体を円盤状クライオスタット内で冷媒に浸漬し超電導状態を発現可能な円盤状固定部（以下、円盤状クライオスタット固定子という）と、その円盤状超電導体面の上方に同心非接触で回転可能にギャップを開けて対置した磁気発生用永久磁石円盤状浮上部（以下、円盤状永久磁石回転子という）からなるアキシャル型超電導軸受において、供用開始前に当該超電導軸受を初め高温ゼロ磁場冷却状態にしてから、荷重を懸けて第二種超電導体を一旦高温励磁冷却状態に遷移させ、その後、低温冷却状態にして供用を開始する事を特徴とするアキシャル型超電導軸受の起動方式。

【請求項 2】

請求項 1 のアキシャル型超電導軸受において、供用開始前に当該超電導軸受を初め高温磁場冷却状態にしてから、荷重を懸けて第二種超電導体を一旦高温励磁冷却状態に遷移させ、その後、低温冷却状態にして供用を開始する事を特徴とするアキシャル型超電導軸受の起動方式。

【請求項 3】

中空円柱状第二種超電導体を中空円柱状クライオスタット内で冷媒に浸漬し超電導状態を発現可能な中空円柱状固定部（以下、中空円柱状クライオスタット固定子という）と、その中空円柱状超電導体面の外周にギャップを開けて同心非接触で回転可能に対置した磁気発生用永久磁石中空円柱状可動部（以下、中空円柱状永久磁石回転子という）からなるラジアル型超電導軸受において、供用開始前に当該超電導軸受を初め高温磁場冷却状態にしてから、荷重を懸けて第二種超電導体を一旦高温励磁冷却状態に遷移させ、その後、低温冷却状態にして供用を開始する事を特徴とするラジアル型超電導軸受の起動方式。

【請求項 4】

請求項 3 のラジアル型超電導軸受において、供用開始前に当該超電導軸受を初め高温ゼロ磁場冷却状態にしてから、荷重を懸けて第二種超電導体を一旦高温励磁冷却状態に遷移させ、その後、低温冷却状態にして供用を開始する事を特徴とするラジアル型超電導軸受の起動方式。

【請求項 5】

請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4 に共通した用法で記載の高温冷却並びに低温冷却は、当該超電導軸受に用いた第二種超電導体の種類によって決まる臨界温度以下の温度領域において、当該超電導磁気軸受の超電導磁気浮上に関わる力（以下引張力、反発力、吸引力、吊り下げ力、押上力など類似の力をすべて含む）の単位時間当り不変性・安定性、力の温度 1 ケルビン当り変化率、力の変化率を規制した力の持続時間、用材単位体積当りの力の強さ、単位力当りの発生費用などを当該超電導磁気軸受の非回転時、回転時を含めて評価すると共に回転損失を含め評価勘案して前記高温冷却並びに低温冷却の温度を夫々決定する事を特徴とするアキシャル型並びにラジアル型超電導軸受の起動方式。

【請求項 6】

アキシャル型並びにラジアル型超電導軸受の供用開始準備から供用開始迄の起動プロセス、加えて供用開始から供用継続、供用停止に至るまでの供用プロセスにおいて、起動並びに供用の何れかのプロセスにおいて、第二種超電導体に対し、請求項 5 に記載した要領に沿った有意な高温冷却から低温冷却への冷却温度の低下操作を操作回数の制限なしに行う事を特徴とするアキシャル型並びにラジアル型超電導軸受の起動並びに供用方式。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明が属する技術分野】**

本発明は、諸々の回転機械に供用される高温超電導軸受技術に関する。

【0002】**【従来の技術】**

これまでの代表的な高温超電導軸受の起動、供用方式には、特開平 10 - 98890、特開 2000 - 136825 などに公知の記述があるが、なお、超電導磁気浮上特性の時間

10

20

30

40

50

的劣化に課題を残している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

諸々の回転機械に供用される高温超電導軸受の超電導磁気浮上特性の時間的劣化を実用上解消するための起動並びに供用方式を提供する。

【0004】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項1に記載の円盤状第二種超電導体を円盤状クライオスタット内で液体窒素に浸漬し超電導状態を発現可能な円盤状固定部（以下、円盤状クライオスタット固定子という）と、その円盤状超電導体面の上方に同心非接触で回転可能にギャップを開けて対置した磁気発生用永久磁石円盤状浮上部（以下、円盤状永久磁石回転子という）からなるアキシアル型超電導軸受において、供用開始前に当該超電導軸受を初め高温ゼロ磁場冷却状態にしてから、荷重を懸けて第二種超電導体を一旦高温励磁冷却状態に遷移させ、その後、低温冷却状態にして供用を開始する事を特徴とする。

10

【0005】

上記の課題を解決するため、請求項2に記載のアキシアル型超電導軸受において、供用開始前に当該超電導軸受を初め高温磁場冷却状態にしてから、荷重を懸けて第二種超電導体を一旦高温励磁冷却状態に遷移させ、その後、低温冷却状態にして供用を開始する事を特徴とする。

【0006】

上記の課題を解決するため、請求項3に記載の中空円柱状第二種超電導体を中空円柱状クライオスタット内で液体窒素に浸漬し超電導状態を発現可能な中空円柱状固定部（以下、中空円柱状クライオスタット固定子という）と、その中空円柱状超電導体面の外周にギャップを開けて同心非接触で回転可能に対置した磁気発生用永久磁石中空円柱状可動部（以下、中空円柱状永久磁石回転子という）からなるラジアル型超電導軸受において、供用開始前に当該超電導軸受を初め高温磁場冷却状態にしてから、荷重を懸けて第二種超電導体を一旦高温励磁冷却状態に遷移させ、その後、低温冷却状態にして供用を開始する事を特徴とする。

20

【0007】

上記の課題を解決するため、請求項4に記載のラジアル型超電導軸受において、供用開始前に当該超電導軸受を初め高温ゼロ磁場冷却状態にしてから、荷重を懸けて第二種超電導体を一旦高温励磁冷却状態に遷移させ、その後、低温冷却状態にして供用を開始する事を特徴とする。

30

【0008】

上記の課題を解決するため、請求項5に記載の請求項1、請求項2、請求項3、請求項4に共通した用法で記載の高温冷却並びに低温冷却は、当該超電導軸受に用いた第二種超電導体の種類によって決まる臨界温度以下の温度領域において、当該超電導磁気軸受の超電導磁気浮上に関わる力（以下引張力、反発力、吸引力、吊り下げ力、押上力など類似の力をすべて含む）の単位時間当り不変性・安定性、力の温度1ケルビン当り変化率、力の変化率を規制した力の持続時間、用材単位体積当りの力の強さ、単位力当りの発生費用などを当該超電導磁気軸受の非回転時、回転時を含めて評価すると共に回転損失を含め評価勘案して前記高温冷却並びに低温冷却の温度を夫々決定する事を特徴とする。

40

【0009】

上記の課題を解決するため、請求項6に記載のアキシアル型並びにラジアル型超電導軸受の供用開始準備から供用開始迄の起動プロセス、加えて供用開始から供用継続、供用停止に至るまでの供用プロセスにおいて、起動並びに供用の何れかのプロセスにおいて、第二種超電導体に対し、請求項5に記載した要領に沿った有意な高温冷却から低温冷却への冷却温度の低下操作を操作回数の制限なしに行う事を特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

50

図 1 は、アキシアル型超電導軸受に本発明の請求項 1 が適用された場合の原理図である。(a) は、円盤状永久磁石回転子 1 の発生する磁気の影響が及ばない離れた処に円盤状クライオスタット固定子 2 が配置されている状態を示している。(b) は、(a) の配置のまま、つまりゼロ磁場の状態で円盤状クライオスタット固定子 2 を室温から供用温度より高い特定の温度まで冷却（高温ゼロ磁場冷却）した状態を示している。(c) は (b) の温度を保ったまま、当該超電導軸受を供用する回転機械の回転体の重量 W を円盤状永久磁石回転子 1 に懸けた状態つまり高温励磁冷却状態に遷移した図である。(d) は、荷重 W を懸けたまま、温度を供用の温度（低温冷却状態）にまで下げた回転開始の直前状態で、図 1 は、請求項 1 の起動方式の原理を図化したものである。

【0011】

10

図 2 は、アキシアル型超電導軸受に本発明の請求項 2 が適用された場合の原理図である。(a) は、円盤状永久磁石回転子 1 の発生する磁気の影響が最も強い処に円盤状クライオスタット固定子 2 が配置されている状態を示している。(b) は、(a) の配置のまま、つまり磁場のかかった状態で円盤状クライオスタット固定子 2 を室温から供用温度より高い特定の温度まで冷却（高温磁場冷却）した状態を示している。(c) は (b) の温度を保ったまま、当該超電導軸受を供用する回転機械の回転体の重量 W' を円盤状永久磁石回転子 1 に懸けた状態つまり高温励磁冷却状態に遷移した図である。(d) は、荷重 W' を懸けたまま、温度を供用の温度（低温冷却状態）にまで下げた回転開始の直前状態で、図 2 は、請求項 2 の起動方式の原理を図化したものである。

【0012】

20

図 3 は、ラジアル型超電導軸受に本発明の請求項 3 が適用された場合の原理図である。(a) は、中空円柱状永久磁石回転子 1 の発生する磁気の影響が最も強い処に中空円柱状クライオスタット固定子 2 が配置されている状態を示している。(b) は、(a) の配置のまま、つまり磁場のかかった状態で中空円柱状クライオスタット固定子 2 を室温から供用温度より高い特定の温度まで冷却（高温磁場冷却）した状態を示している。(c) は (b) の温度を保ったまま、当該超電導軸受を供用する回転機械の回転体の重量 W を中空円柱状永久磁石回転子 1 に懸けた状態つまり高温励磁冷却状態に遷移した図である。(d) は、荷重 W を懸けたまま、温度を供用の温度（低温冷却状態）にまで下げた回転開始の直前状態で、図 3 は、請求項 3 の起動方式の原理を図化したものである。

【0013】

30

図 4 は、ラジアル型超電導軸受に本発明の請求項 4 が適用された場合の原理図である。(a) は、中空円柱状永久磁石回転子 1 の発生する磁気の影響が及ばない離れた処に中空円柱状クライオスタット固定子 2 が配置されている状態を示している。(b) は、(a) の配置のまま、つまりゼロ磁場の状態で中空円柱状クライオスタット固定子 2 を室温から供用温度より高い特定の温度まで冷却（高温ゼロ磁場冷却）した状態を示している。(c) は (b) の温度を保ったまま、当該超電導軸受を供用する回転機械の回転体の重量 W' を中空円柱状永久磁石回転子 1 に懸けた状態つまり高温励磁冷却状態に遷移した図である。(d) は、荷重 W' を懸けたまま、温度を供用の温度（低温冷却状態）にまで下げた回転開始の直前状態で、図 4 は、請求項 4 の起動方式の原理を図化したものである。

【0014】

40

【発明の効果】

通常の場合には安全度を考慮して、平均的には臨界電流密度よりも低い態で使用するものであるが、局所的には正の電流部分と負の電流部分が共存し、しかも夫々が臨界状態にあって時間的に変化するため、遍歴に依存した磁場分布によって超電導磁気浮上特性が複雑に変化する（磁束ピンニングと電磁現象、産業図書、1994年参照）。これに対し本発明では、同じ負荷でありながら、全体に臨界状態から外れた余裕のある低温冷却状態とする事によって、そうした時間変化を抑え、よって超電導磁気浮上特性の安定性を大きく改善するものである。これにより、高温超電導軸受の軸受性能は著しい向上が計られ、今後の産業界の発展に貢献できる。

【図面の簡単な説明】

50

【図1】アキシアル型超電導軸受のゼロ磁場冷却の場合の適用原理図

【図2】アキシアル型超電導軸受の磁場冷却の場合の適用原理図

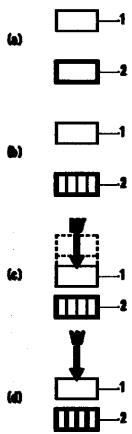
【図3】ラジアル型超電導軸受の磁場冷却の場合の適用原理図

【図4】ラジアル型超電導軸受のゼロ磁場冷却の場合の適用原理図

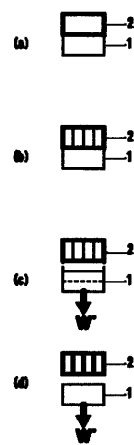
【符号の説明】

- 1 永久磁石回転子
- 2 クライオスタット固定子

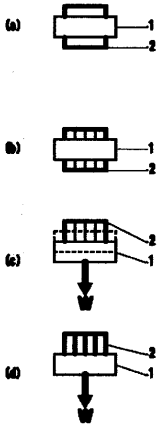
【図1】



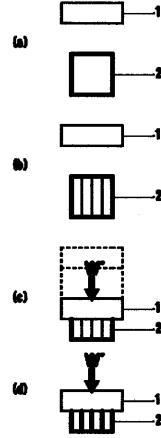
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 小森 望充

福岡県筑紫野市光が丘3 - 1 1 - 4

(72)発明者 小田部 エドモンド 荘司

福岡県糟屋郡篠栗町大字尾仲2 3 - 3 - 1 1 0 5

(72)発明者 樋笠 博正

香川県高松市木太町2 9 1 1 番地5

Fターム(参考) 3J102 AA01 BA18 CA28 DA06 DA21 DA25 FA24 GA20