

(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2010-25341
(P2010-25341A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010. 2. 4)

(51) Int.Cl.
F 1 6 C 32/04 (2006.01)
H 0 2 K 7/09 (2006.01)

F I
F 1 6 C 32/04 A
H 0 2 K 7/09

テーマコード (参考)
3 J 1 0 2
5 H 6 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国	特願2009-169385 (P2009-169385) 平成21年7月17日 (2009. 7. 17) 08013120 平成20年7月21日 (2008. 7. 21) 欧州特許庁 (EP)	(71) 出願人 390039413 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト Siemens Aktiengesellschaft ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2 Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany (74) 代理人 100075166 弁理士 山口 巖
--	--	---

最終頁に続く

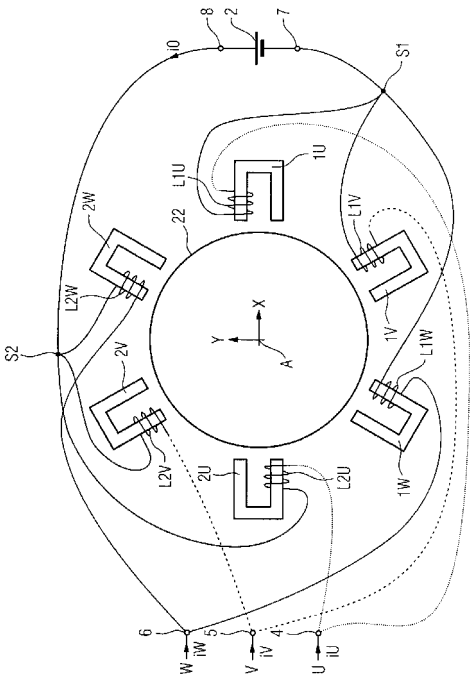
(54) 【発明の名称】 ラジアル磁気軸受並びに多相交流調整器付き磁気軸受装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、円周方向に分布して配置された電磁石（1 U、2 U；1 V、2 V；1 W、2 W）を備えたコンパクトなラジアル磁気軸受を提供することを目的とする。

【解決手段】本発明に基づいて、電磁石（1 U、2 U；1 V、2 V；1 W、2 W）はそれぞれ磁気バイアスおよび多相回転磁界を発生するための共用のコイル（L 1 U、L 2 U；L 1 V、L 2 V；L 1 W、L 2 W）を有している。それらのコイルの第 1 半分群（L 1 U、L 1 V、L 1 W）および第 2 半分群（L 2 U、L 2 V、L 2 W）はそれぞれ中性点（S 1、S 2）に結線されている。その両中性点（S 1、S 2）は磁気バイアス励磁のために直流電源（2）に接続するために利用されている。それらのコイルの反対側端は回転磁界励磁のために多相交流調整器（3）に並列接続するために利用されている。

【選択図】図 4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円周方向に分布して配置された電磁石（１Ｕ、２Ｕ；１Ｖ、２Ｖ；１Ｗ、２Ｗ）を備えたラジアル磁気軸受であって、

電磁石（１Ｕ、２Ｕ；１Ｖ、２Ｖ；１Ｗ、２Ｗ）がそれぞれ磁気バイアスおよび多相回転磁界を発生するための共用のコイル（Ｌ１Ｕ、Ｌ２Ｕ；Ｌ１Ｖ、Ｌ２Ｖ；Ｌ１Ｗ、Ｌ２Ｗ）を有し、それらのコイルの第１半分群（Ｌ１Ｕ、Ｌ１Ｖ、Ｌ１Ｗ）および第２半分群（Ｌ２Ｕ、Ｌ２Ｖ、Ｌ２Ｗ）がそれぞれ中性点（Ｓ１、Ｓ２）に結線され、その両中性点（Ｓ１、Ｓ２）が磁気バイアス励磁のために直流電源（２）に接続するために利用され、これらのコイルの反対側端が回転磁界励磁のために対応した多相交流調整器（３）に並列接続するために利用されていることを特徴とする円周方向に分布して配置された電磁石（１Ｕ、２Ｕ；１Ｖ、２Ｖ；１Ｗ、２Ｗ）を備えたラジアル磁気軸受。

10

【請求項 2】

ラジアル磁気軸受が相Ｕ、Ｖ、Ｗの数に応じた数の相接続端子（４～６）並びに２つの磁気バイアス接続端子（７、８）を有していることを特徴とする請求項 1 に記載のラジアル磁気軸受。

【請求項 3】

電磁石（１Ｕ、２Ｕ；１Ｖ、２Ｖ；１Ｗ、２Ｗ）が多相コイルを備えた回転磁界形電機固定子として形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のラジアル磁気軸受。

20

【請求項 4】

回転磁界形電機固定子が、磁化バイアスの磁極対数 p_v と回転磁界の磁極対数 p_D が値 1 だけ異なっているように巻線されていることを特徴とする請求項 3 に記載のラジアル磁気軸受。

【請求項 5】

多相コイルが穴数 $q = 2 / 5$ の三相コイルであることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のラジアル磁気軸受。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載のラジアル磁気軸受（１）と、回転磁界励磁用の多相交流調整器（３）と、磁化バイアス励磁用の直流電源（２）を備えていることを特徴とする磁気軸受装置。

30

【請求項 7】

交流調整器（３）が入力側の中間回路（３２）並びに後置接続されたインバータ（３１）を有し、直流供給（２）が交流調整器（３）の中間回路（３２）を介して行われることを特徴とする請求項 6 に記載の磁気軸受装置。

【請求項 8】

直流電源（２）が磁化バイアス電流（１０）を調整するためのタイミング制御可能なスイッチ手段特にチョッパを有していることを特徴とする請求項 7 に記載の磁気軸受装置。

【請求項 9】

- 磁氣的に軸受けすべきロータ軸（２２）の x 方向および y 方向における位置を検出するための位置センサと、
- x 方向および y 方向におけるロータ軸（２２）の位置が設定できるように、ラジアル磁気軸受の回転磁界を励磁するための交流調整器（３）に対する操作手段と、位置センサによって検出されたロータ軸（２２）の x 方向および y 方向における実際値が設定可能な目標値となるようにする調整手段を備えた制御装置と、
を有していることを特徴とする請求項 6 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の磁気軸受装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、円周方向に分布して配置された電磁石を備えたラジアル磁気軸受に関する。

50

かかる軸受は能動型磁気軸受あるいは能動型永久磁石軸受とも呼ばれる。

【0002】

本発明はまた、かかるラジアル磁気軸受並びに回転磁界励磁用の多相交流調整器および磁気バイアス励磁用の直流電源を有する磁気軸受装置に関する。その交流調整器は好適にはインバータである。

【背景技術】

【0003】

ここで「半径方向」とは軸受けされたロータ軸の回転軸線に向いた方向であって、そこから離れる方向を意味する。「軸方向」とは回転軸線に対して平行な方向を意味し、「円周方向」とはロータ軸の回転軸線に対する接線方向を意味する。ロータ軸の運転中において、ロータ軸の回転軸線は実際には構造的回転軸線ないしラジアル磁気軸受の回転対称軸線に相当する。

【0004】

分布して配置された少なくとも3個の電磁石とこれらの電磁石のコイルを制御するための電力調整器を有する磁気バイアス形の能動型ラジアル磁気マクスウェル・軸受装置が、特許文献1で知られている。その電力調整器として三相交流調整器が利用されている。そこでの形態に応じて、6個の電磁石が円周方向に相互に60°ずらして配置され、その電磁石は三相コイル付き回転磁界形電機固定子として形成されている。磁気バイアスを発生するために少なくとも1個の補助コイルが設けられている。それらの電磁石は星形結線あるいは三角結線で三相交流調整器に接続されている。さらに特許文献1に、ロータのx方向およびy方向における位置が設定値で与えられるような磁気マクスウェル・軸受装置の運転方法が開示されている。ロータのx方向およびy方向における位置は位置センサによって検出される。x方向およびy方向における制御偏差が計算される。続いて、2/3 - 位相変換によって、三相交流調整器に対する目標電流値が計算され、その三相交流調整器に与えられ、これによって、電磁石のコイルが、ロータの位置が設定可能な目標値に相当するように給電される。

【0005】

かかる軸受は回転機のロータ軸を非接触式で摩擦無しに軸受するために設計されている。対象となる機械は1トン以上の質量と500kW以上特に数MW（メガワット）の定格電力を有する。かかる機械は例えば電動機、発電機、タービン機械、圧縮機、ポンプなどである。これらは最高で4000rpm以上の回転数を有する。その運転中において、ラジアル磁気軸受と被軸受けロータ軸との間の空隙は、好適には、特に0.3mm~0.5mmの範囲に保たれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】欧州特許第0845084号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、上述した従来技術から出発して、コイル構造についてより簡単なラジアル磁気軸受を提供することにある。また本発明の課題は、同等の磁気特性においてよりコンパクトなラジアル磁気軸受を提供することにある。

【0008】

さらに本発明の課題は、かかるラジアル磁気軸受を備えた適切な磁気軸受装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この課題は特許請求の範囲の請求項1の特徴を有する（能動型）ラジアル磁気軸受によって解決される。その有利な実施態様は従属請求項2~5に記載されている。また独立請

10

20

30

40

50

求項 6 に、かかるラジアル磁気軸受を備えた磁気軸受装置が記載されている。その磁気軸受装置の有利な実施態様は従属請求項 7 ~ 9 に記載されている。

【 0 0 1 0 】

本発明に基づいて、複数の電磁石はそれぞれ磁気バイアスおよび多相回転磁界を発生するための共用のコイルを有している。それらのコイルの第 1 半分群および第 2 半分群はそれぞれ中性点に結線されている。その両中性点は磁気バイアス励磁のために直流電源に接続するために利用される。それらのコイルの反対側端は回転磁界励磁のために対応した多相交流調整器に並列接続するために利用される。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

10

本発明の大きな利点は、従来技術に比べて、電磁石当たり 2 個のコイルに代わって、1 個（唯一）のコイルしか必要とされないことにある。これによって、本発明に基づくラジアル磁気軸受のコイル構造は、結線技術の観点並びに巻線作業コストの観点において顕著に単純化される。もう 1 つの利点は、かかるラジアル磁気軸受が電磁石当たり唯一のコイルの利用によってよりコンパクトに実現できることにある。

【 0 0 1 2 】

有利な実施態様において、ラジアル磁気軸受は相数に応じた数の相接続端子並びに 2 つの磁気バイアス接続端子を有している。従って、相数が 3 である場合、ラジアル磁気軸受は 3 個の相接続端子と 2 個の磁気バイアス接続端子を有する。換言すれば、本発明に基づくラジアル軸受は、5 個の電気接続端子を介して交流調整器および直流電源に接続することができる。代案として、並列のコイル端並びに両中性点を別の接続線を介して交流調整器および直流電源に接続することができる。

20

【 0 0 1 3 】

特に有利な実施態様において、電磁石が多相コイルを備えた回転磁界形電機固定子として形成されている。この場合、多相コイルはラジアル磁気軸受の対応した固定子スロットにはめ込まれ、ないしは巻線されている。このようにして、特にコンパクトなラジアル磁気軸受が得られる。

【 0 0 1 4 】

他の有利な実施態様において、回転磁界形電機固定子は、磁化バイアスの磁極対数 p_v と回転磁界の磁極対数 p_D が値 1 だけ異なっているように巻線されている。これによって、印加された回転磁界の相位置が設定可能な場合に、有利に、ロータ軸を位置調整するために円周方向に作用する 2 極の磁界軸が調整可能である。磁化バイアス磁界の磁極対数 p_v 並びに多相回転磁界の磁極対数 p_D は、回転磁界形電機固定子の対応した巻線によって予め設定可能である。

30

【 0 0 1 5 】

好適には、この固定子多相コイルは穴数（Lochzahl） $q = 2 / 5$ の三相コイルである。その穴数は、固定子スロット数を相数、並びに回転磁界により発生された電磁石極の数で割り算した商である。

【 0 0 1 6 】

回転磁界形電機固定子が 1 2 個の固定子スロットを有していることが特に有利である。その場合、三相交流調整器による対応した励磁時に、磁化バイアス磁界は 6 の磁極対数 p_v を有し、三相回転磁界は 5 の磁極対数 p_D を有する。かかるラジアル磁気軸受は、有利に、構造的に非常に簡単で最もコンパクトな構造を有する。

40

【 0 0 1 7 】

ラジアル磁気軸受の内径とその軸長の比は、好適には、0.3 ~ 2 であり、特に、0.8 ~ 1.25 である。特別な用途において、その比は例えば 0.2 のようなそれ以下の値あるいは例えば 5 のようなそれ以上の値にもできる。

【 0 0 1 8 】

また本発明の課題は、本発明に基づくラジアル磁気軸受と、回転磁界励磁用の多相交流調整器と、磁化バイアス励磁用の直流電源を備えている磁気軸受装置によって解決される

50

。かかる磁気軸受装置は、通常の交流調整器の利用並びに本発明によって特に簡単に実現できるコンパクトなラジアル軸受の利用によって、特にコンパクト且つ安価に製造できる。直流電源は交流調整器に対して電氣的に分離することが可能である。

【 0 0 1 9 】

その軸受装置の 1 つの実施態様において、交流調整器は入力側の中間回路並びに後置接続されたインバータを有している。そのインバータは特に三相ユニットである。本発明に基づいて、直流供給は交流調整器の中間回路を介して行われる。交流調整器特にインバータへの直流電源の一体組入れによって、本発明に基づく磁気軸受装置の構造は一層簡単になる。直流電源は交流調整器の中間回路に直結できる。あるいはまた、中間回路に、D C / D C 変換器が接続でき、この D C / D C 変換器は電氣的に分離された直流電源、即ち、
10 無電位の直流電源を可能とする。

【 0 0 2 0 】

他の実施態様において、直流電源は磁化バイアス電流を調整するためのタイミング制御可能なスイッチ手段特にチョッパを有している。これによって、磁化バイアス電流に対して設定可能な電流値が形成できる。

【 0 0 2 1 】

さらに、かかる磁気軸受装置は、他の実施態様において、磁氣的に軸受けすべきロータ軸の x 方向および y 方向における位置を検出するための位置センサを有している。また、かかる磁気軸受装置は、x 方向および y 方向におけるロータ軸の位置が設定できるように、ラジアル磁気軸受の回転磁界を励磁するための交流調整器に対する操作手段を備えた制御装置を有している。この制御装置は、好適には、位置センサによって検出されたロータ軸の x 方向および y 方向における実際値が設定可能な目標値に相応するようにする調整手段を有している。このようにして、ロータ軸の特に精確な軸受けが可能となる。その制御装置は、好適には、交流調整器に一体に組み入れられている。位置センサは特に非接触式に位置を検出するように形成されている。その検出は例えば光学式あるいは磁気式に行われる。
20

【 0 0 2 2 】

以下図を参照して本発明並びにその有利な実施例を詳細に説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【 図 1 】ラジアル磁気軸受で軸受けされたロータ軸を備えた回転機の部分断面図。

【 図 2 】従来における 6 個の電磁石を有するラジアル磁気軸受を制御するための三相交流調整器を備えた電気回路図。

【 図 3 】交流調整器および本発明に基づくコイル結線付きラジアル磁気軸受を備えた磁気軸受装置の電気回路図の例。

【 図 4 】図 3 におけるラジアル磁気軸受の側面図。

【 図 5 】本発明に基づく磁気軸受装置の第 1 実施例の回路図。

【 図 6 】本発明に基づく磁気軸受装置の第 2 実施例の回路図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 4 】

図 1 はラジアル磁気軸受 1 で軸受けされたロータ軸 2 2 を備えた回転機 2 0 の例を示している。この例において、回転機 2 0 はロータ軸 2 2 上に置かれた回転子 2 3 と固定子 2 4 とを有する電動機である。その回転機 2 0 は、あるいはまた、例えばポンプ、圧縮機、スピンドルあるいは他の回転機械でもある。さらにその回転機 2 0 は、好適には、タービン機械である。また、その回転機 2 0 はラジアル磁気軸受 1 のエネルギー供給の喪失時にロータ軸 2 2 を受けるための控え軸受 2 1 を有している。符号 A はロータ軸 2 の回転軸線、A L はラジアル磁気軸受 1 の軸長、I D はラジアル軸受 1 の内径である。この例において、その内径 I D と軸長 A L の比は例えば約 1 . 5 である。
40

【 0 0 2 5 】

図 2 は、上述の特許文献 1 に応じた従来技術における 6 個の電磁石を有するラジアル磁
50

気軸受 1 を制御するための三相交流調整器 3 を備えた電気回路図を示している。この回路図では、付属する 6 個のコイル $L1U$ 、 $L2U$ 、 $L1V$ 、 $L2V$ 、 $L1W$ 、 $L2W$ だけが示されている。3 つの相 U 、 V 、 W のそれぞれの相に対して 2 個のコイル $L1U$ 、 $L2U$ ； $L1V$ 、 $L2V$ ； $L1W$ 、 $L2W$ がそれぞれ直列接続され、中性点 S で結線されている。図示された 3 本の配線にはインバータ側で相電流 iU 、 iV 、 iW が供給される。

【0026】

この例において、交流調整器 3 は入力側の中間回路 32 とこれに後置接続されたいわゆる全ブリッジ回路におけるインバータユニット 31 とを備えたインバータである。符号 34 はタイミング制御可能なスイッチ手段特にパワートランジスタ、35 はフリーホイーリングダイオードである。入力側に印加された入力直流電圧 U_e を安定するために、中間回路コンデンサ 33 が設けられている。また、6 個の磁化バイアスコイル L_V から成る直列回路が電圧中間回路 32 に並列接続されている。その直列回路を通して流れる磁化バイアス電流 i_0 が中間回路 32 を介して供給される。この図には示されていない電磁石はそれぞれ 1 個の右側コイル $L1U$ 、 $L2U$ 、 $L1V$ 、 $L2V$ 、 $L1W$ 、 $L2W$ とそれぞれ 1 個の磁気バイアスコイル L_V を有している。図示された磁気軸受装置は 6 個の電磁石、従って、12 個のコイルの配置を必要とする。

【実施例 1】

【0027】

図 3 は、交流調整器 3 と本発明に基づくコイル結線付きラジアル磁気軸受 1 とを備えた磁気軸受装置 10 の例を示している。図示されたラジアル磁気軸受 1 は、好適には、直径線的に対を成して対向して位置し円周方向に分布して配置された電磁石 $1U$ 、 $2U$ ； $1V$ 、 $2V$ ； $1W$ 、 $2W$ を有し、これらの電磁石は円周方向に相互に 60° ずらして配置されている。本発明に基づいて、電磁石 $1U$ 、 $2U$ ； $1V$ 、 $2V$ ； $1W$ 、 $2W$ はそれぞれ、磁化バイアスおよび回転磁界を発生するための共用のコイル $L1U$ 、 $L2U$ ； $L1V$ 、 $L2V$ ； $L1W$ 、 $L2W$ を有している。すぐに理解できるように、従来における方式に比べて、有利に半数のコイルしか必要とされない。その場合、第 1 の半数のコイル群 ($L1U$ 、 $L1V$ 、 $L1W$) および第 2 の半数のコイル群 ($L2U$ 、 $L2V$ 、 $L2W$) はそれぞれ中性点 $S1$ 、 $S2$ で結線されている。この両中性点 $S1$ 、 $S2$ は本発明に基づいて磁気バイアス励磁用の直流電源 2 に接続するために利用されている。これらのコイルの反対側端は回転磁界励磁のために回転磁界の相 U 、 V 、 W の数に応じた多相交流調整器 3 に並列接続するために利用されている。両中性点 $S1$ 、 $S2$ は図示されていない接続線を介して磁気バイアス電気接続端子 7、8 に接続されている (図 4 参照)。磁気バイアス電流 i_0 を供給するために電池記号で表された直流電源 2 がそれらの接続端子 7、8 を介して接続されている。図 4 の左側部分に、相数に応じた数、即ち、この実施例では 3 個の相接続端子 4、5、6 が存在している。これらの接続端子 4、5、6 は図示されていない接続線を介して、右下側部分に図示された 3 個 (第 1 半分) の電磁石 $1U$ 、 $1V$ 、 $1W$ のコイル $L1U$ 、 $L1V$ 、 $L1W$ のコイル端に接続されている。それと並んで、左上側部分に図示された 3 個 (第 2 半分) の電磁石 $2U$ 、 $2V$ 、 $2W$ のコイル $L2U$ 、 $L2V$ 、 $L2W$ のコイル端が、図示されていない接続線を介して位相接続端子 4、5、6 に接続されている。

【0028】

図 4 は、それぞれ直径線的に対向して位置する 2 個の電磁石 $1U$ 、 $2U$ ； $1V$ 、 $2V$ ； $1W$ 、 $2W$ のコイル $L1U$ 、 $L2U$ ； $L1V$ 、 $L2V$ ； $L1W$ 、 $L2W$ が図示されていない応分の相電流 iU 、 iV 、 iW で通電されることを示している。これによって、特に一定の磁化バイアス電流 i_0 により引き起こされた磁界が、供給される相電流 iU 、 iV 、 iW の相状態に応じて、ある時は強められ、ある時は弱められる。換言すれば、図示されたロータ軸 22 は相状態に応じてある時は一方向に、ある時には他方向にもっと引き寄せられる。その都度の相電流 iU 、 iV 、 iW を供給するために利用される交流調整器はこの図には示されていない。理解を容易にするためにロータ軸 22 の内側に、ロータ軸 22 の半径方向動きにおける x 方向並びに y 方向が記されている。

【0029】

好適には、電磁石 1 U、2 U ; 1 V、2 V ; 1 W、2 W は多相コイル付き回転磁界形電機固定子として形成されている。この場合、かかる固定子は多相コイルがはめ込まれる複数の固定子スロットを有している。好適には、かかる回転磁界形電機固定子は、磁化バイアスの磁極対数 p_v と回転磁界の磁極対数 p_D が値 1 だけ異なっているように巻線されている。

【 0 0 3 0 】

特にコンパクトなラジアル磁気軸受は、多相コイルが穴数 (Lochzahl) $q = 2 / 5$ の三相コイルであることによって得られる。これは例えば、対応した三相コイルがはめ込まれた 12 個の固定子スロットを備えた回転磁界形電機固定子によって達成される。その三相コイルで発生された半径方向磁界は 5 の磁極対数 p_D を有し、これに対し、磁化バイアス磁界は 6 の磁極対数 p_v を有する。

10

【 0 0 3 1 】

図 5 は、第 1 実施例に応じた本発明に基づく磁気軸受装置 10 を示している。これは、図 5 の左側部分にインバータの形態の交流調整器 3 を有し、右側に結線済みラジアル磁気軸受 1 を有している。この回路図において、2 つの中性点 S 1、S 2 における 6 個のコイル L 1 U、L 2 U ; L 1 V、L 2 V ; L 1 W、L 2 W の本発明に基づく接続も理解できる。本発明に基づいて、交流調整器 3 の中間回路 32, 2 を介して磁気バイアス電流 i_0 の供給が行われる。換言すれば、中間回路 32, 2 はラジアル磁気軸受 1 において磁気バイアスを発生するための直流電源 2 の機能を有する。その中間回路 32, 2 に例として整流装置 36 が前置接続されている。この整流装置 36 は、例えば 230 V の系統電圧のような入力交流電圧 U_n から、中間回路 32, 2 に対する整流済み入力直流電圧 U_e を供給する。符号 15、16 は交流調整器 3 の電源系統接続端子である。

20

【実施例 2】

【 0 0 3 2 】

図 6 は本発明に基づく磁気軸受装置 10 の第 2 実施例を示している。この場合、直流電源 2 は磁化バイアス電流 i_0 を調整するためのタイミングスイッチ手段特にチョッパを有している。これによって、スイッチ手段 37 の対応したタイミング制御において、実際に無段階の磁化バイアス電流 i_0 が発生できる。このようにして、例えばラジアル磁気軸受 1 の減衰特性が調整できる。

【 0 0 3 3 】

30

さらに、本発明に基づく磁気軸受装置 10 は、磁氣的に軸受けすべきロータ軸 22 の x 方向および y 方向における位置を検出するための図示されていない位置センサを有することができる。また、この磁気軸受装置 10 は、x 方向および y 方向におけるロータ軸 22 の位置が設定できるように、ラジアル磁気軸受の回転磁界を励磁するための交流調整器に対する操作手段を備えた制御装置を有している。その制御装置は、好適には、位置センサによって検出されたロータ軸 22 の x 方向および y 方向における実際値が設定可能な目標値になるようにする調整手段を有している。その対応した調整方法は上述した特許文献 1 に詳細に記載されている。

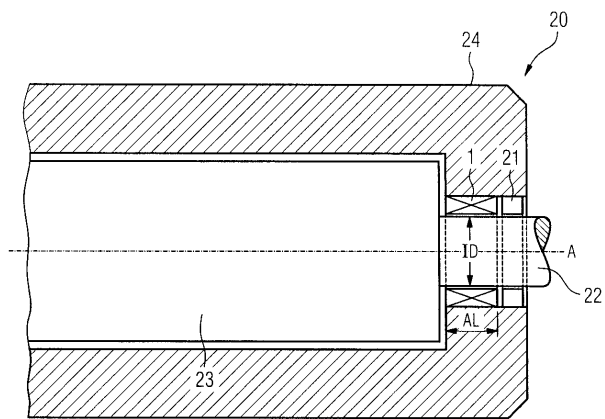
【符号の説明】

【 0 0 3 4 】

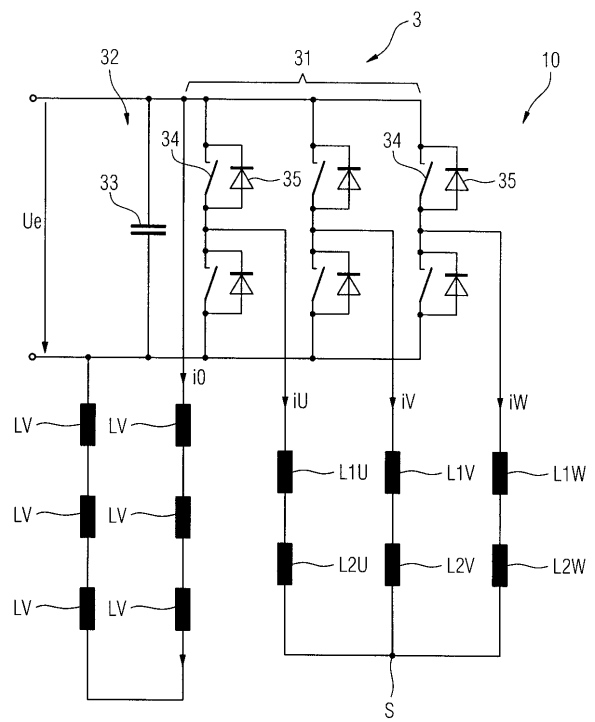
40

- 1 ラジアル磁気軸受
- 2 直流電源
- 3 交流調整器
- 10 磁気軸受装置
- 22 ロータ軸
- 31 インバータ
- 32 中間回路

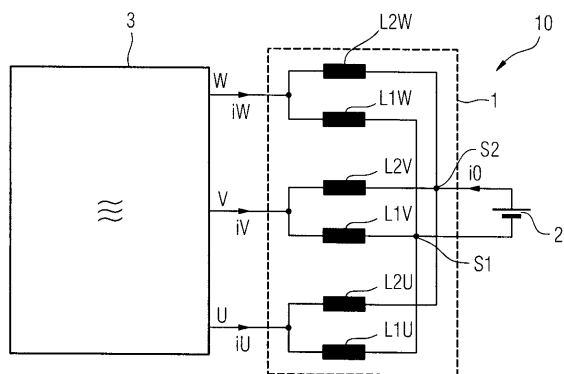
【図 1】



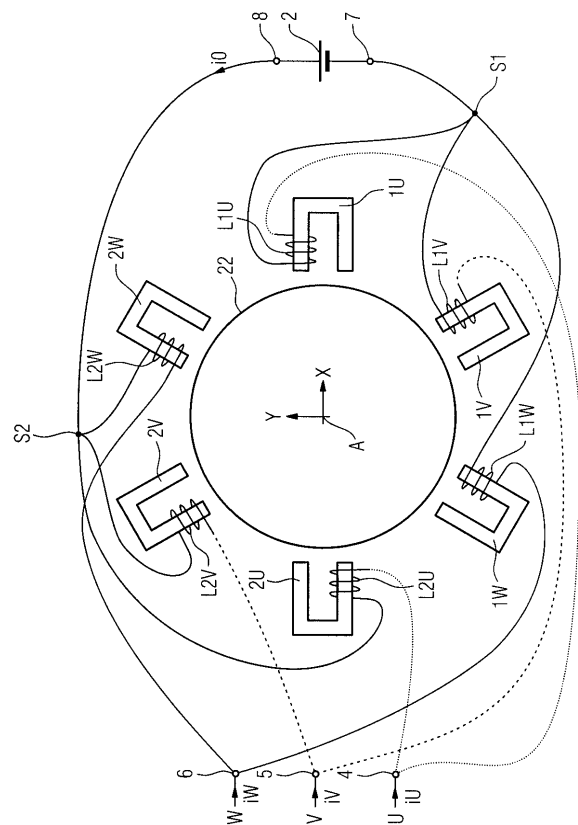
【図 2】



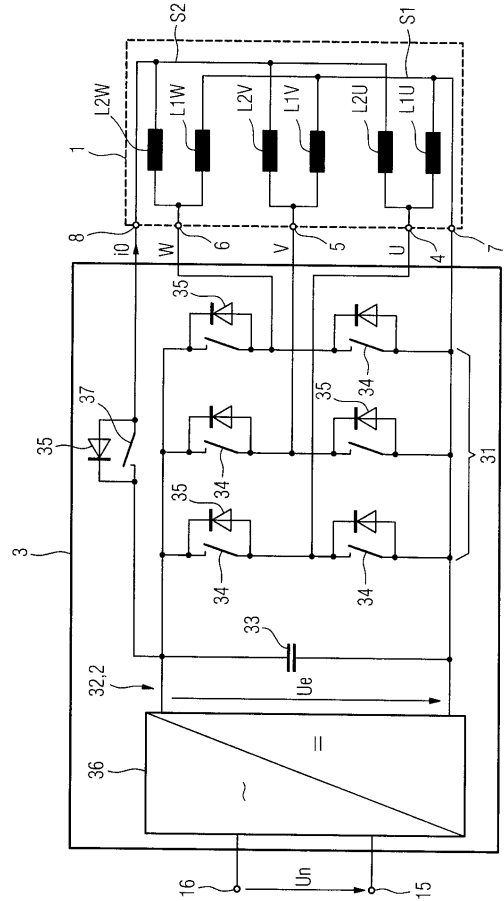
【図 3】



【図 4】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 ロルフ フォルマー

ドイツ連邦共和国 3 6 1 2 9 ゲルスフェルト エスペンラウプシュトラッセ 1 3

Fターム(参考) 3J102 AA01 BA03 BA17 CA19 DA03 DA09 DA12 DA18 DA30 DB05

DB10 DB37 GA06 GA10 GA13

5H607 AA04 BB01 BB14 CC01 CC03 FF06 GG21