

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2025-81237

(P2025-81237A)

(43)公開日 令和7年5月27日(2025.5.27)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード(参考)	
H 0 2 K	7/09 (2006.01)	H 0 2 K	7/09		3 H 1 3 0
H 0 2 K	7/14 (2006.01)	H 0 2 K	7/14	B	5 H 6 0 7
H 0 2 K	21/24 (2006.01)	H 0 2 K	21/24	M	5 H 6 2 1
H 0 2 N	15/00 (2006.01)	H 0 2 N	15/00		
F 0 4 D	13/06 (2006.01)	F 0 4 D	13/06	H	
審査請求 未請求		請求項の数	15	O L	外国語出願 (全26頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2024-183285(P2024-183285)	(71)出願人	524008915 レヴィトロニクス ゲーエムベーハー スイス連邦 8 0 4 8 チューリッヒ、ペ ントリヴェック 3 0
(22)出願日	令和6年10月18日(2024.10.18)	(74)代理人	110000855 弁理士法人浅村特許事務所
(31)優先権主張番号	23210165	(72)発明者	マルセル シュテットラー スイス連邦 4 8 0 0 ツォフィンゲン、 レーベルクシュトラッセ 6 7
(32)優先日	令和5年11月15日(2023.11.15)	(72)発明者	トーマス シュネーバーガー スイス連邦 3 0 0 6 ベルン、リーベッ クヴェク 1 0
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	(72)発明者	ナターレ バーレッタ スイス連邦 8 0 4 8 チューリッヒ、パ スラーシュトラッセ 1 3 2
		最終頁に続く	

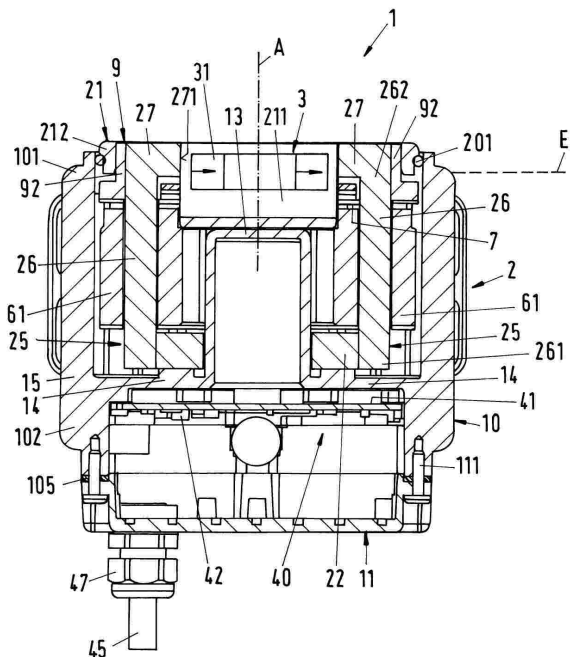
(54)【発明の名称】 磁気浮上デバイス及び遠心ポンプ

(57)【要約】 (修正有)

【課題】磁場センサによって回転子の位置を確実に且つ非常に高い精度で決定することができる磁気浮上デバイス、及びそのような磁気浮上デバイスを備える遠心ポンプを提案する。

【解決手段】ディスク状又はリング状の磁氣的に有効なコア31を含む回転子3の非接触磁気浮上のための磁気浮上デバイス1が提案される。磁気浮上デバイス1は、複数のコイル・コア25を含む固定子2を有し、コイル・コアのそれぞれは、第1の端部261から軸方向Aに第2の端部262まで延びる長手方向脚部26と、長手方向脚部の第2の端部262に配置され且つ軸方向Aに対して垂直な径方向に延びる横方向脚部27とを含み、それぞれの長手方向脚部26に少なくとも1つの集中巻線61が設けられる。横方向脚部27は、カップ状凹部211の周囲に配置されており、回転子3の位置を決定するための複数の磁場センサが、カップ状凹部211の周囲に配置されている。

【選択図】図1



10

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ディスク状又はリング状の磁氣的に有効なコア(31)を含む、回転子(3)の非接触磁気浮上のための磁気浮上デバイスであって、前記磁気浮上デバイスは、複数のコイル・コア(25)を含む固定子(2)を有し、前記コイル・コア(25)のそれぞれは、第1の端部(261)から軸方向(A)に第2の端部(262)まで延在する長手方向脚部(26)と、前記長手方向脚部の前記第2の端部(262)に配置され且つ前記軸方向(A)に対して垂直な径方向に延在する横方向脚部(27)とを含み、少なくとも1つの集中巻線(61)がそれぞれの前記長手方向脚部(26)に設けられており、前記巻線は、それぞれの前記長手方向脚部(26)を取り囲んでおり、前記固定子(2)は、前記回転子(3)を挿入することができるカップ状の凹部(211)をさらに有し、前記カップ状の凹部(211)は、前記固定子(2)の軸方向端部に配置されており、前記横方向脚部(27)は、前記カップ状の凹部(211)の周囲に配置されており、前記回転子(3)の位置を判定するための複数の磁場センサ(8)が、前記カップ状の凹部(211)の周囲に配置されている、回転子(3)の非接触磁気浮上のための磁気浮上デバイスにおいて、それぞれの前記磁場センサ(8)のためのキャビティ(95)を有するリング状の保持デバイス(9)が、前記磁場センサ(8)のために設けられており、前記キャビティは、径方向に関して内壁(951)と外壁(952)とによって境界が定められており、前記磁場センサ(8)を前記キャビティ(95)へ押し込むことができ、前記キャビティ(95)は、前記内壁(951)及び前記外壁(952)が前記磁場センサ(8)に対して平らに配置されるように寸法決めされていることを特徴とする、回転子(3)の非接触磁気浮上のための磁気浮上デバイス。

10

20

【請求項 2】

回路基板(7)が前記軸方向(A)に関して前記巻線(61)と前記横方向脚部(27)との間に配置されており、前記回路基板上にすべての前記磁場センサ(8)が配置されており、前記第2の保持デバイス(9)は、前記回路基板(7)を収容するように設計されている、請求項1に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 3】

前記保持デバイス(9)は、ショルダ(98)が設けられたリング状縁部(97)を有し、前記ショルダ(98)は、前記縁部(97)に関して径方向内側に配置されており、前記回路基板(7)は、前記ショルダ(98)に対して配置される、請求項2に記載の磁気浮上デバイス。

30

【請求項 4】

前記縁部(97)は、前記軸方向(A)に関して前記回路基板(7)を超えて突出するように設計されている、請求項3に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 5】

前記保持デバイス(9)は、それぞれの前記コイル・コア(25)のための別個の切欠き(91)を有し、前記切欠きは、前記コイル・コア(25)を包囲し、前記コイル・コア(25)の前記横方向脚部(27)を収容する、請求項1から4までのいずれか一項に記載の磁気浮上デバイス。

40

【請求項 6】

それぞれの前記キャビティ(95)は、周方向に関して2つの隣接する前記切欠き(91)の間に配置されている、請求項5に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 7】

ちょうど6つの前記コイル・コア(25)が設けられている、請求項1から6までのいずれか一項に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 8】

前記カップ状の凹部(211)の周囲に好ましくは等間隔で配置された、ちょうど6つの磁場センサ(8)を含む、請求項1から7までのいずれか一項に記載の磁気浮上デバイス。

50

【請求項 9】

前記保持デバイス(9)は、前記回路基板(7)が前記ポッティング・コンパウンドによって完全に被覆されるように第1のポッティング・コンパウンドで満たされる、請求項2から8までのいずれか一項に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 10】

それぞれの前記キャビティ(95)のためにそれぞれ別個のガイド・エレメント(96)が設けられており、前記ガイド・エレメントは、前記キャビティ(95)の境界を定める前記内壁(951)及び前記外壁(952)を形成する、請求項1から9までのいずれか一項に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 11】

前記固定子(2)は、前記固定子(2)の軸方向端部を形成する閉じ込め缶(21)を有し、前記閉じ込め缶(21)は、前記回転子(3)を挿入することができるカップ型凹部(211)を有し、前記閉じ込め缶(21)は、径方向外方で前記第2の保持デバイス(9)を包囲する、請求項1から10までのいずれか一項に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 12】

前記軸方向(A)に関して互いに隣接して配置された固定子ハウジング(101)及び制御ハウジング(102)を含むハウジング(10)を有し、前記固定子ハウジング(101)は、そこに集中巻線(61)が配置された前記コイル・コア(25)を収容するように設計され、前記制御ハウジング(102)は、電磁場の発生のために前記巻線(61)を制御し且つ前記巻線(61)に電気エネルギーを供給するための制御ユニット(40)を収容するように設計されている、請求項1から11までのいずれか一項に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 13】

前記ハウジング(10)は、前記集中巻線(61)が配置された前記コイル・コア(25)を、前記固定子ハウジング(101)内に、前記軸方向(A)の第1の取付方向に挿入でき、且つ前記制御ユニット(40)を、前記制御ハウジング(102)内に、第2の取付方向に挿入できるように設計されており、前記第1の取付方向が、前記第2の取付方向と反対の方向に向いている、請求項12に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 14】

前記固定子(2)は、前記軸方向(A)を中心とする回転のために接触することなく前記回転子(3)を磁氣的に駆動することができるトルクを発生するように設計されている、請求項1から13までのいずれか一項に記載の磁気浮上デバイス。

【請求項 15】

流体を搬送するための遠心ポンプであって、前記遠心ポンプは、請求項14に記載の磁気浮上デバイス(1)と、磁氣的に有効なコア(31)を備える回転子(3)とを含み、前記回転子(3)は、閉じ込め缶(21)のカップ型凹部(211)へ挿入することができ、前記回転子(3)は、前記遠心ポンプの回転子(3)として設計されていることを特徴とする、流体を搬送するための遠心ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、独立特許請求項のプリアンブルに記載の磁気浮上デバイス及びかかる磁気浮上デバイスを備える遠心ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

回転子を非接触で磁氣的に支える磁気ベアリング・デバイスは、回転子用の機械式ベアリングを必要としないという利点を有する。回転子は、磁気ベアリング・デバイスの固定子が生成する磁力によって支持又は安定化される。かかる磁気ベアリング・デバイスは、機械式ベアリングがないため、非常に影響を受けやすい物質が搬送される例えば血液ポンプなどのポンプ移送、混合、遠心分離、若しくは攪拌デバイス、純度に関して非常に要求

10

20

30

40

50

が高い、例えば製薬業界若しくは生物工学業界におけるポンプ移送、混合、遠心分離、若しくは攪拌デバイス、又は機械式ベアリングを非常に早く破壊することになる研磨性若しくは侵食性の高い物質が搬送される、例えば半導体業界におけるスラリー、硫酸、リン酸、若しくは他の化学物質用ポンプ若しくはミキサなどのポンプ移送、混合、遠心分離、若しくは攪拌デバイスに特に好適である。

【0003】

かかる磁気ベアリング・デバイスは、生物工学業界では、例えば生物反応器とともに、例えば生物反応器内に若しくは生物反応器の外へ流体を搬送する遠心ポンプ、又は生物反応器内で流体を混合する混合デバイスで使用される。かかる磁気ベアリング・デバイスは、半導体業界では、侵食性又は研磨性の高い物質を搬送するために使用されるだけでなく、例えばウェハを回転させる回転デバイスにも使用される。

10

【0004】

磁気ベアリング・デバイスを粘度計に使用することも知られている。

【0005】

磁気ベアリング・デバイスの有利な、それ自体が知られている設計は、テンブル構造の設計であり、本発明もテンブル構造に関する。

【0006】

テンブル構造特有の特徴は、磁気ベアリング・デバイスの固定子が複数のコイル・コアを備え、コイル・コアのそれぞれが、軸方向に第1の端部から第2の端部まで延在する、長手方向脚部を備えることである。ここで軸方向とは、磁気ベアリング・デバイスが支持する回転子の所望の回転軸で画定される方向を指す。所望の回転軸とは、回転子が動作状態で、固定子に対して中心にあり、且つ傾斜していない姿勢にあるときの、回転子がその周りを回転する回転軸である。各コイル・コアは、長手方向脚部に加えて、いずれも長手方向脚部の第2の端部に配置され、径方向に、通常は内側に向かって延在する横方向脚部を備え、ここで径方向は、軸方向に垂直である。横方向脚部は、したがって、長手方向脚部に対して実質的に直角に延在する。コイル・コアはそれぞれ、L字形状を有し、横方向脚部は、L字の短い脚部を形成する。次いで、支持されるべき回転子が、横方向脚部の間に配置される。

20

【0007】

軸方向に延在する複数の長手方向脚部が、寺院の柱を連想させることが、この構造の名前の由来である。

30

【0008】

磁気ベアリング・デバイスの固定子は、一設計では、例えば、回転子を挿入できるカップ形状の凹部の周囲に円形且つ等間隔に配置された、6つのコイル・コアを備える。長手方向脚部の第1の端部は通常、磁束を伝導するよう作用する、バック・アイアンによって周方向に連結されている。支持されるべき回転子は、磁氣的に有効なコア、例えば、永久磁気ディスク又は永久磁気リングを備え、横方向脚部の径方向内側の端部間に配置され、動作状態で軸方向を中心にして回転し、ここで回転子は、固定子に対して接触せずに磁氣的に支持される。

【0009】

かかる磁気ベアリング・デバイスでは、回転子の磁氣的に有効コアは永久磁石の手法で設計する必要があるというのは、必ずしも事実ではない。回転子の磁氣的に有効コアが、永久磁石を備えない手法で、すなわち永久磁石なしで設計されているような設計も知られている。回転子の磁氣的に有効なコアは、この場合、例えば、強磁性体の手法で設計され、例えば、鉄、ニッケル鉄、コバルト鉄、シリコン鉄、ミューメタル、又は別の強磁性材料でできている。

40

【0010】

さらに、回転子の磁氣的に有効なコアが強磁性材料と永久磁性材料との両方を含む設計が可能である。例えば、永久磁石を、強磁性の基体内に配設又は挿入することができる。かかる設計は、例えば、永久磁性材料を節約することにより、大型回転子のコストを削減

50

したい場合に有利である。

【0011】

長手方向脚部は、巻線を担持し、回転子を非接触で磁氣的に支えるのに必要な電磁場を生成する。巻線は、例えば、1個の集中巻線が、各長手方向脚部の周りに巻かれるように、すなわち、各集中巻線のコイル軸が、いずれも軸方向に延びるように設計されている。ここで、集中巻線のコイル軸が軸方向に延び、集中巻線が、回転子又は回転子の磁氣的に有効なコアが動作状態で支持される径方向平面に配置されないのが、典型的なテンブル構造である。

【0012】

各長手方向脚部にちょうど1個の集中巻線を配置する設計が可能である。他の設計では、各長手方向脚部に複数の、例えばちょうど2個の集中巻線が設けられる。巻線が、周方向に隣り合う2つの長手方向脚部の周囲に巻かれるように設けられ、したがってこれら2つの隣り合う長手方向脚部が両方とも、集中巻線の内部に位置する設計も可能である。

【0013】

回転子の信頼できる安全な非接触磁気ベアリングが、それぞれのケースにおいて高い精度で径方向平面における回転子の現在位置を知り、径方向平面における回転子の位置を所望の位置に調整することができることが非常に重要である。回転子の位置を決定するために、例えば国際公開2014/036419号から、回転子の磁氣的に有効なコアの周囲に配置されるように複数の磁場センサ、例えばホール・センサを磁気ベアリング・デバイスに配置することが知られている。次いで、回転子の現在位置は、磁場センサの信号からできるだけ正確に決定される。しかしながら、磁場センサは、それぞれの位置におけるすべての磁界、すなわち、例えば固定子磁界も検出するので、磁場センサの信号から径方向平面における回転子の正確な位置を決定することはしばしば非常に困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献1】国際公開2014/036419号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

したがって本発明の目的は、この現況技術から始めて、磁場センサによって回転子の位置を確実に且つ非常に高い精度で決定することができる、リング状又はディスク上の磁氣的に有効なコアを備える回転子の非接触磁気浮上のための磁気浮上デバイスを提案することである。さらに、本発明の目的は、かかる磁気浮上デバイスを備える遠心ポンプを提案することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

この目的を満たす本発明の主題は、独立特許請求項の特徴によって特徴づけられる。

【0017】

したがって、本発明によれば、ディスク状又はリング状の磁氣的に有効なコアを含む回転子の非接触磁気浮上のための磁気浮上デバイスが提案され、磁気浮上デバイスは、複数のコイル・コアを含む固定子を有し、コイル・コアのそれぞれは、第1の端部から軸方向に第2の端部まで延びる長手方向脚部と、長手方向脚部の第2の端部に配置され且つ軸方向に対して垂直な径方向に延びる横方向脚部とを含み、それぞれの長手方向脚部に少なくとも1つの集中巻線が設けられ、その巻線はそれぞれの長手方向脚部を包囲しており、固定子は、回転子を挿入することができるカップ状凹部を有し、カップ状凹部は固定子の軸方向端部に配置されており、横方向脚部は、カップ状凹部の周囲に配置されており、回転子の位置を決定するための複数の磁場センサが、カップ状凹部の周囲に配置されている。磁場センサのためのリング状保持デバイスが設けられており、リング状保持デバイスは、それぞれの磁場センサのためのキャビティを有し、キャビティは、径方向に関して内壁及

10

20

30

40

50

び外壁によって境界が定められており、磁場センサをキャビティへ押し込むことができ、キャビティは、内壁及び外壁が磁場センサに対して平らに配置されるように寸法決めされている。

【0018】

内壁及び外壁が磁場センサに対して平らに配置されるように寸法決めされた、それぞれの磁場センサのためのキャビティを有するリング状ホルダが提供されることにより、磁場センサのそれぞれの位置が、極めて高い精度で知られる。特に、カップ状凹部に対する磁場センサの位置は高い精度で知られ、これは、カップ状凹部における回転子の位置の非常に正確な決定を可能にする。特に、それぞれの磁場センサの位置は、キャビティの位置のみによって画定され、例えば、どのように磁場センサが回路基板にはんだ付けされるか又は構造体に接着されるかに依存しない。磁場センサの位置がはんだ付け又は接着としてのかかる接続によって決定されるとしても、これは、一般的に、配置の不正確さを生じ、これは、回転子の位置の決定の精度に対する悪影響を与える。本発明による実施例では、はんだ付け又は接着された接続は磁場センサの位置に影響しないので、これは、回転子位置の決定の非常に高い精度を生じる。

10

【0019】

好ましい実施例によれば、回路基板が軸方向に関して巻線と横方向脚部との間に配置されており、回路基板上にすべての磁場センサが配置されており、保持デバイスは、回路基板を収容するように設計されている。これは、すべての磁場センサを最初に回路基板に接続することができ、これにより、磁場センサを制御し且つ測定信号を受信するための電気接続が回路基板に形成されるという利点を有する。続いて、磁場センサが接続された回路基板が次に保持デバイスへ挿入され、磁場センサがキャビティへ押し込まれる。最後に、例えばねじによって及び/又は保持デバイスに注がれるポッティング・コンパウンドによって、回路基板が保持デバイスにしっかりと接続される。

20

【0020】

ここでは、保持デバイスが、ショルダが設けられたリング状縁部を有し、ショルダが縁部に関して半径方向内側に配置されており、回路基板がショルダに対して配置されることが好ましい。このショルダは、これにより、非常に単純な方法で回路基板を保持デバイスに配置することができるように回路基板のための支持部を形成する。

【0021】

さらに、縁部は、軸方向に関して回路基板を超えて突出するように設計されていることが好ましい。この手段により、保持デバイスにポッティング・コンパウンドを注ぐことが可能であり、回路基板は埋め込み用樹脂によって完全に被覆される。

30

【0022】

好ましい実施例によれば、保持デバイスは、それぞれのコイル・コアのための別個の切欠きを有し、切欠きは、コイル・コアを包囲し、コイル・コアの横方向脚部を収容する。

【0023】

このケースでは、それぞれのキャビティが、周方向に関して2つの隣接する切欠きの間に配置されていることが有利である。これは、それぞれの磁場センサが、それぞれ周方向に関して2つの隣接するコイル・コアの間に配置されることを可能にする。

40

【0024】

特に好ましい実施例によれば、ちょうど6つのコイル・コアが磁気浮上デバイスに設けられている。

【0025】

磁気浮上デバイスは、カップ状凹部の周囲に好ましくは等間隔で配置されたちょうど6つの磁場センサを含むことが好ましい。

【0026】

好ましい実施例において、保持デバイスは、回路基板がポッティング・コンパウンドによって完全に被覆されるように第1のポッティング・コンパウンドで満たされる。第1のポッティング・コンパウンドは、特に好ましくは柔軟なポッティング・コンパウンドであ

50

る。本願の文脈において、柔軟のポッティング・コンパウンドは、40未満のショア硬さDを有するポッティング・コンパウンドを意味する。例えば、シリコン又はポリウレタンが第1のポッティング・コンパウンドとして適している。

【0027】

特に好ましい実施例によれば、巻線が配置されたコイル・コアは、第2のポッティング・コンパウンドが注がれるハウジング内に配置されており、第2のポッティング・コンパウンドは熱伝導性ポッティング・コンパウンドである。この第2の熱伝導性ポッティング・コンパウンドは、硬い熱ポッティング・コンパウンド、例えばエポキシ樹脂である。その結果、第1のポッティング・コンパウンドと第2のポッティング・コンパウンドは互いに異なる。磁気浮上デバイスの作動中、特にその中に磁場センサが配置された保持デバイスの領域において、強い頻繁な温度変動が生じ得る。柔軟なポッティング・コンパウンドはこのような変動に対してより耐性がある。したがって、柔軟なポッティング・コンパウンドは、保持デバイスに注ぐために好ましく、ハウジングに注がれる硬いポッティング・コンパウンドよりも柔軟である。特にコイル・コア及びそこに配置された巻線を包囲する第2のポッティング・コンパウンドは、好ましくは、発生した熱、例えば、銅損失及び鉄損失によって発生した熱をできるだけ効率的に放散させるために特に良好な熱伝導率を有する。高い熱伝導率を達成するために、良好な熱伝導率を有する充填材、例えば、グラファイト粉末、炭素繊維、カーボン・ナノチューブ、酸化アルミニウム粉末、窒化ホウ素粉末又はその他のセラミック粉末が、好ましくは、第2の熱ポッティング・コンパウンドに添加される。これらの充填材は、熱伝導率を改善するが、硬化したポッティング・コンパウンドのより高い硬さも生じる。したがって、第2の熱ポッティング・コンパウンドは、第1のポッティング・コンパウンドよりも高い硬さ、特により高いショア硬さDを有する。

10

20

【0028】

磁場センサをできるだけ正確に配置することに関して、キャビティの境界を定める内壁又は外壁を形成する別個のガイド・エレメントがそれぞれのキャビティのために提供されることが有利である。かかる別個のガイド・エレメントは、通常、例えば射出成形法によって製造される保持デバイス全体よりも非常に高い精度で製造することが容易である。磁場センサのためのキャビティを形成するために、この目的のために設けられた保持デバイスにおける凹部内に別個のガイド・エレメントが軸方向に挿入され、これにより、別個のガイド・エレメントが次に、径方向に関してキャビティの境界を定める内壁又は外壁を形成する。好ましくは、別個のガイド・エレメントは、形状ロック形式で、例えば圧入によって保持デバイスに接続される。

30

【0029】

好ましくは、固定子は、スタータの軸方向端部を形成する閉じ込め缶を有し、閉じ込め缶は、回転子を挿入することができるカップ型凹部を有し、閉じ込め缶は、径方向外方で保持デバイスを包囲する。この好ましい実施例において、閉じ込め缶は、好ましくは、カップ型凹部を有する別個の閉じ込め缶として設計されている。特に構造的な理由から、閉じ込め缶は半径方向外方で第2の保持デバイスを包囲することが好ましい。このベースでは、第2の保持デバイスの軸方向端部領域は、閉じ込め缶内に配置され、周方向で見たとき閉じ込め缶によって完全に包囲される。

40

【0030】

好ましくは、保持デバイスはプラスチックから形成される。例えば、保持デバイスは、射出成形法によって製造された射出成形部品として設計される。

【0031】

さらに、閉じ込め缶がプラスチックから形成されることが好ましい。閉じ込め缶も射出成形部品として設計することができる。

【0032】

好ましい実施例によれば、磁気浮上デバイスは、軸方向に関して互いに隣接して配置された固定子ハウジング及び制御ハウジングを含むハウジングを有し、固定子ハウジングは

50

、そこに集中巻線が配置されたコイル・コアを収容するように設計され、制御ハウジングは、電磁場の発生のために巻線を制御し且つ巻線に電気エネルギーを供給するための制御ユニットを収容するように設計されている。

【0033】

好ましくは、ハウジングは、集中巻線が配置されたコイル・コアを軸方向に第1の取付方向で固定子ハウジング内へ挿入することができ且つ制御ユニットを制御ハウジング内へ第2の取付方向で挿入することができるように設計されており、ここで第1の取付方向は、第2の取付方向とは反対の方向に向けられている。ハウジングは、好ましくは、互いに分離された2つの領域を有し、一方の領域は固定子ハウジングを形成しており、他方の領域は制御ハウジングを形成している。例えば、これらの2つの領域は、例えば電気接続のための通路を有する壁部によって互いに分離させることができる。したがって、ハウジングは、好ましくは、周方向に関して一体に設計される。

10

【0034】

特に好ましい実施例によれば、磁気浮上デバイスの固定子は、軸方向を中心とする回転のための接触なしに回転子を磁氣的に駆動することができるトルクを発生するように設計されている。

【0035】

さらに、本発明による磁気浮上デバイスと、磁氣的に有効なコアを備える回転子とを含み、回転子を閉じ込め缶のカップ型凹部内へ挿入することができ、回転子が遠心ポンプの回転子として設計されている、流体を搬送するための遠心ポンプが本発明によって提案される。

20

【0036】

本発明のさらなる有利な措置及び実施例は、従属請求項から明らかである。

【0037】

以下において、本発明を、実施例を参照しながら、また図面を参照しながら、より詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明による磁気浮上デバイスの一実施例の断面図である。

【図2】斜視分解図における図1の実施例の斜視図である。

30

【図3】固定子及び保持デバイスの斜視図である。

【図4】コイル・コア、巻線、及び保持デバイスの分解斜視図である。

【図5】コイル・コアの長手方向脚部の第1の端部の方向からの保持デバイスの斜視図である。

【図6】図5と同じであるが、反対方向から見た図である。

【図7】保持デバイス及び磁場センサを備える回路基板の分解斜視図である。

【図8】回路基板が挿入された保持デバイスの断面図である。

【図9】拡大図における図8の細部である。

【図10】図9のガイド・エレメントの斜視図である。

【図11】固定子の閉じ込め缶の断面図である。

40

【図12】軸方向断面図における本発明による遠心ポンプの実施例の概略的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

図1は、本発明による磁気浮上デバイスの一実施例の断面図を示しており、その全体を参照符号1で示している。磁気浮上デバイス1は、ディスク形状又はリング形状の磁氣的に有効なコア31を備える回転子3を、非接触で磁気浮上させるよう設計されている。

【0040】

図2は、理解をより深めるために、やはり図1の実施例の斜視図を分解斜視図の形で示しており、回転子3は、図2には示されていない。磁気浮上デバイス1は、テンプル構造

50

に従って設計されており、固定子 2 を備え、固定子 2 は、複数のコイル・コア 2 5、ここでは 6 つのコイル・コア 2 5 を備え、コイル・コアのそれぞれは、第 1 の端部 2 6 1 から軸方向 A に第 2 の端部 2 6 2 まで延在する長手方向脚部 2 6 と、長手方向脚部 2 6 に垂直に配置され、軸方向 A に垂直である径方向に延在する横方向脚部 2 7 とを備える。それぞれの横方向脚部 2 7 は、径方向に関して、関連するコイル・コアの極を形成する端面 2 7 1 によって境界が定められている。

【0041】

それぞれの長手方向脚部 2 6 を包囲する少なくとも 1 つの集中巻線 6 1、この実施例ではちょうど 1 つの集中巻線 6 1 が、それぞれの長手方向脚部 2 5 に設けられている。

【0042】

磁気浮上デバイス 1 はハウジング 1 0 を含み、ハウジング 1 0 内にはコイル・コア 2 5 が配置されている。

【0043】

図 3 及び図 4 は、理解をより深めるために、磁気浮上デバイス 1 の実施例の固定子 2 のさらなる図を示し、ハウジング 1 0 は示されていない。図 3 は、より詳細に説明される固定子 2 及び保持デバイス 9 の斜視図を示す。さらに、図 3 には、バック・アイアン 2 2 が設けられており、このバック・アイアン 2 2 は、長手方向脚部 2 6 のすべての第 1 の端部 2 6 1、すなわち図示（図 1）によれば下端部 2 6 1 を互いに接続しており、磁束を伝導するために働く。バック・アイアン 2 2 は、好ましくは、リング形状に設計される。図 4 は、集中巻線 6 1 が配置されたコイル・コア 2 5、及び保持デバイス 9 の分解斜視図を示している。

【0044】

ハウジング 1 0 は、好ましくは、金属材料、例えばアルミニウム又はステンレス鋼から形成されている。耐化学性をより高めるために、ハウジング 1 0 にはコーティング、好ましくは耐化学性の高いプラスチックから形成されたプラスチック・コーティングを施すことができる。かかるプラスチックの実例には、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）、PFA（パーフルオロアルコキシポリマー）、ECTFE（エチレンクロロトリフルオロエチレン）、ETFE（エチレンテトラフルオロエチレン）、エポキシ樹脂（ポリエポキシ）、PPA（ポリフタルアミド）、PE（ポリエチレン）がある。対象とする用途に応じて、ハウジング 1 0 は、チタン又はクロム鋼から形成することもできる。

【0045】

固定子 2 は、カップ状の凹部 2 1 1 を備える閉じ込め缶 2 1（図 1 1 も参照）をさらに含み、カップ状の凹部 2 1 1 の中に、浮上させられる回転子 3 を挿入することができる（図 1 参照）。閉じ込め缶 2 1 は、固定子 2 又は磁気浮上デバイス 1 の 2 つの軸方向端部のうちの一方、図 1 の図示によれば、固定子 2 の上側の軸方向端部を形成する。ハウジング 1 0 を閉鎖するハウジング・カバー 1 1 が、磁気浮上デバイス 1 の他方の軸方向端部に配置されている。

【0046】

閉じ込め缶 2 1 は、例えば、形状ロック連結（form-locking connection）によって、且つ / 又は弾性シール 2 0 1 を用いて、ハウジング 1 0 にしっかりと接続されている。好ましくは、閉じ込め缶 2 1 は、ハウジング 1 0 に気密封止状態で接続されている。ハウジング・カバー 1 1 は、例えば、ねじ 1 1 1 によってハウジング 1 0 にしっかりと接続されており（図 1）、シーリング・エレメント 1 0 5 が、選択的に、ハウジング・カバー 1 1 とハウジング 1 0 との間に配置される。シーリング・エレメント 1 0 5 は、特に、平坦なシーリングとして設計することができる。好ましくは、ハウジング・カバー 1 1 は、ハウジング 1 0 に気密封止状態で接続される。

【0047】

特に好ましくは、ハウジング 1 0 は、閉じ込め缶 2 1 及びハウジング・カバー 1 1 とともに、固定子 2 の他の部品が気密封止状態で封入される気密封止ハウジングを形成する。ハウジング 1 0 は、好ましくは、熱伝導率が高いポッティング・コンパウンド、例えばエ

10

20

30

40

50

ポキシ樹脂で充填され、それにより、ハウジング 10 の内部に配置された部品はポッティング・コンパウンドによって取り囲まれる。このようにして、全体的な熱抵抗が下がり、且つ振動が減衰される。

【0048】

好ましくは、ハウジング・カバーはプラスチックから形成されている。特に化学的に侵食性の高い環境における用途では、ポリプロピレンなどの耐化学性プラスチックが好ましい。

【0049】

コイル・コア 25 の横方向脚部 27 は、横方向脚部 27 の端面 271 がカップ状の凹部 211 の周囲に配置されるように、閉じ込め缶 21 内に配置される。

10

【0050】

固定子 2 のコイル・コア 25 は、円形の線上に等間隔に配置され、これにより、回転子 3 がカップ状の凹部 211 に挿入されると、端面 271 が回転子 3 の磁氣的に有効なコア 31 を取り囲む。ちょうど 1 個の集中巻線 61 が、それぞれ各長手方向脚部 26 に設けられ、長手方向脚部 26 を取り囲んでいる。

【0051】

他の実施例では、長手方向脚部 26 に 2 つ以上の集中巻線を配置することもできる。例えば、それぞれがそれぞれの長手方向脚部 26 を取り囲んだちょうど 2 つの集中巻線がそれぞれ各長手方向脚部 26 に設けられ、同じ長手方向脚部 26 に配置された 2 つの巻線が、軸方向 A に関して互いに隣接して配置される実施例が存在する。

20

【0052】

集中巻線 61 は、閉じ込め缶 21 のカップ状の凹部 211 内で接触せずに回転子 3 を磁氣的に浮上させることができる電磁場を生成するように働く。

【0053】

さらに、巻線 61 を制御し、巻線 61 に電気エネルギーを供給する制御ユニット 40 が設けられている。制御ユニット 40 は、特に、必要な電流を巻線 61 に供給するパワー・エレクトロニクス、例えば整流器のインバータを含む。制御ユニット 40 は、図 1 及び図 2 に示されている。特に好ましくは、制御ユニット 40 はまた、ハウジング 10 の内部に、例えば図示（図 1）によればコイル・コア 25 の長手方向脚部 26 の第 1 の端部 261 よりも下に配置されている。制御ユニット 40 はまた、好ましくは、熱ポッティング・コンパウンドに封入されるか、又はハウジング 10 及びバック・アイアン 22 及び / 又は固定子 2 のコイル・コア 25 に結合される。好ましくは、制御ユニット 40 は、様々な電子部品 42 が配置された電子基板 41 を含む。

30

【0054】

特に図 1 及び図 2 において認識することができるように、ハウジング 10 は、好ましくは、互いに別個の、軸方向 A に関して互いに隣接して配置された 2 つの領域を含み、一方の領域は固定子ハウジング 101 を形成しており、他方の領域は制御ハウジング 102 を形成している。ハウジング 10 の固定子ハウジング 101 は、巻線 61 が配置されたコイル・コア 25 を収容するように設計されており、制御ハウジング 102 は、制御ユニット 40 を収容するように設計されている。

40

【0055】

好ましい手段によれば、ハウジング 10 は、実質的に円筒状に設計された内部カップ 13 を含み、内部カップ 13 は、巻線 61 によって取り囲まれた内部空間において巻線 61 に対して径方向内側に配置されている。内部カップ 13 は、フランジ状突出部 14 を介してハウジング 10 の外壁 15 に接続されている。外壁 15 は、ハウジング 10 の径方向外側の境界を形成している。特に好ましくは、内部カップ 13 及びフランジ状突出部 14 は、ハウジング 10 の一体部分である。外壁 15、フランジ状突出部 14 及び内部カップ 13 は、全体として一体に設計されており、好ましくは一体型ハウジング 10 を形成する。

【0056】

内部カップ 13 及びフランジ状突出部 14 は、固定子ハウジング 101 を形成したハウ

50

ジング 10 の領域を、制御ハウジング 102 を形成した領域から分離する。

【0057】

フランジ状突出部 14 に連結された内部カップ 13 は、特に図 1 で認識できるように、フランジ状突出部 14 の径方向内側の縁部から軸方向 A に延在し、巻線 61 で取り囲まれた内部空間において、巻線 61 及びバック・アイアン 22 に対して径方向内側に配置されている。径方向に関して、内部カップ 13 は、コイル・コア 25 の長手方向脚部 26 又は長手方向脚部上に配置された巻線 61 に隣接して配置されており、それにより、内部カップ 13 は、巻線 61 及びコイル・コア 25 によって発生した熱を特に良好に吸収及び放散することができる。軸方向 A に関して、内部カップ 13 は、ほぼ閉じ込め缶 21 のカップ状の凹部 211 まで延在している。

10

【0058】

特に図 2 において認識することができるように、ハウジング 10 の固定子ハウジング 101 は、軸方向 A に対して垂直な実質的に円形又はリング状の断面積を有する内部空間を備えて設計されている。これによって固定子ハウジング 101 が、バック・アイアン 22 の周囲に配置されたコイル・コア 25 とともにリング状バック・アイアン 22 を特にうまく収容することができるため、このことは好ましい。ハウジング 10 の制御ハウジング 102 は、軸方向 A に対して垂直な実質的に矩形又は正方形の断面積を有する内部空間を備えて設計されている。これにより制御ハウジング 102 が、制御デバイス 40 の好ましくは矩形又は正方形に設計された電子基板 41 を収容するために特によく適しているため、このことは好ましい。特に製造に関して、回路基板 41 の矩形又は正方形の設計は、例えば丸い設計よりもはるかに簡単である。

20

【0059】

固定子ハウジング 101 及び制御ハウジング 102 のこの実施例により、閉じ込め缶 21 がハウジング 10 を閉鎖している固定子 2 の軸方向端部は実質的に円形の断面を有し、それにより、閉じ込め缶 21 は、丸い又は円形のリング状の設計を有する。対照的に、ハウジング・カバー 11 がハウジング 10 を閉鎖している固定子 2 の軸方向端部は、実質的に矩形又は正方形の断面を有し、それにより、ハウジング・カバー 11 は矩形又は正方形の設計を有する。

【0060】

例示的な特徴とともに、制御ユニット 40 のいくつかの構成要素が図 1 に示されている。制御ユニット 40 は、例えば、電子部品 42、例えば巻線 61 を制御するためのパワー・エレクトロニクスが設けられた電子基板 41 を含む。例えば、電子基板 41 は、センサ、例えば磁場センサからの信号を評価するための評価電子機器をさらに含むことができるか、又は通信インタフェースとして機能することができる。回路基板 41 は、好ましくは、電子プリント又は PCB (プリント回路基板: printed circuit board) として設計される。さらに、接続ケーブル 45 が設けられ、接続ケーブルは、ケーブル接続部 (図示せず) 又はプラグを介して電子基板 41 に接続される。接続ケーブル 45 は、ハウジング 10 から引き出され、例えば磁気浮上デバイス 1 に電力を供給するために働く。接続ケーブル 45 は、封止設計されたケーブル・ブッシング 47 によってハウジング 20 から引き出される。好ましくは、ケーブル・ブッシング 47 は、気密封止状態に設計される。

30

40

【0061】

制御ユニット 40 の電子基板 41 は、巻線を制御し、巻線にエネルギーを供給するために、接続線 (図示せず)、例えばケーブルを介して巻線 61 に接続される。制御ハウジング 102 と固定子ハウジング 101 との間に、接続線を通させるためのフィードスルー又は開口部が設けられることを理解されたい。かかるフィードスルーは、例えばフランジ状突出部 14 又は内部カップ 13 に配置することができる。

【0062】

電子基板 41 は、好ましくは、フランジ状突出部 14 上に直接配置され、それにより、電子基板は、フランジ状突出部 14 に対して配置される。このようにして、制御ユニット

50

40において発生した熱を、ハウジング10を介して特に効率的に放散することが可能である。好ましくは、制御ユニット40における主な熱源、例えば、巻線61のための回路遮断機は、フランジ状突出部14に対して配置される電子基板41の領域に配置される。

【0063】

内部カップ13の内部空間、すなわち内部カップ13によって取り囲まれた空間は、さらなる電子部品、電子基板、又はプラグ若しくは接続部に使用することができる。これらは、より分かりやすい概観のために、図1には示されていない。

【0064】

特に好ましい実施例によれば、固定子2は、回転子3を非接触で磁気浮上させることに加えて、回転子3又は回転子3の磁氣的に有効なコア31にトルクを加えることもできる。ここで所望の回転軸とは、図1に示しているように、回転子3が動作状態で、固定子2に対して中心にあり、且つ傾斜していない姿勢であるときの、回転子3が回転する軸を示す。この所望の回転軸は、軸方向Aに延びており、すなわち、この好ましい実施例では、固定子2の閉じ込め缶21内に配置された回転子3は、軸方向Aを中心にして回転するよう駆動することができる。通常、所望の回転軸は、軸方向Aに延在する固定子2の中心軸と一致する。

【0065】

この実施例では、集中巻線61はしたがって、回転子3を、固定子2に対して接触せずに磁氣的に浮上させることもでき、且つ軸方向Aを中心にして接触せずに回転するよう駆動することもできる、電磁回転場を生成する。

【0066】

6つのコイル・コア25の数は、好ましいが、単に一実施例と理解すべきであることを理解されたい。もちろん、固定子2が6つ未満、例えば5つ、4つ、又は3つのコイル・コア25を備えるような実施例も、或いは固定子2が6つを超える、例えば7つ、8つ、若しくは9つのコイル・コア25、又はより多数のコイル・コア25を備えるような実施例も可能である。

【0067】

回転子3は、リング形状又はディスク形状に設計された、磁氣的に有効なコア31を備える。図1の図示によれば、磁氣的に有効なコア31は、リングとして設計されており、磁気中心面を画定する。代替的に、磁氣的に有効なコア31は、ディスクとして設計することもできる。通常、ディスク状又はリング状の磁氣的に有効なコア31の場合、磁気中心面は、軸方向Aに対して垂直な、回転子3の磁氣的に有効なコア31の幾何学的中心面である。動作状態において、磁氣的に有効なコア31は、軸方向Aにおいて垂直に起立する、径方向平面Eにおいて浮上させられる。径方向平面は、図1に、軸方向Aに対して垂直に起立する線Eによって示されている。したがって、径方向平面Eは、軸方向Aにおいて垂直に起立し且つ線Eを含む平面である。

【0068】

径方向平面Eは、動作状態において、回転子3の磁氣的に有効なコア31が、固定子2の端面271間で能動的に磁気浮上させられる平面である。回転子3が傾斜しておらず、軸方向Aにおいて逸らされていない場合、磁気中心面は径方向平面Eにある。径方向平面Eは、そのz軸が軸方向Aに延びるデカルト座標系のz-y平面を画定する。

【0069】

磁氣的に有効なコア31又は回転子3の径方向位置とは、径方向平面Eにおける回転子3の位置を指す。

【0070】

本発明を理解するのに十分なので、図1の図面における回転子3では、磁氣的に有効なコア31しか示されていない。回転子3は、もちろん、好ましくはプラスチック、金属、合金、又はセラミック若しくはセラミック材料から形成されたジャケット又は封入容器などのさらなる構成要素を含むこともできることを理解されたい。さらに、回転子3は、流

10

20

30

40

50

体を混合、攪拌、又はポンプ移送するためのペーン（例えば、図 1 2 参照）又はその他の構成要素も含むことができる。

【 0 0 7 1 】

回転子 3 が閉じ込め缶 2 1 のカップ状の凹部 2 1 1 に挿入されると、回転子 3、及び特に回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 は、固定子 2 のコイル・コア 2 5 の横方向脚部 2 7 の、径方向外側に配置された端面 2 7 1 によって取り囲まれる。したがって、横方向脚部 2 7 は、複数の固定子突極（pronounced stator pole）、この場合 6 つの固定子極を形成する。横方向脚部 2 7 は、径方向平面 E において長手方向脚部 2 6 の上端に配置されている。それぞれの横方向脚部 2 7 は、回転子 3 に向かって径方向に延在する。

10

【 0 0 7 2 】

回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 が動作中に所望の位置にあるとき、磁氣的に有効なコア 3 1 は、横方向脚部 2 7 の端面 2 7 1 間の中心にあり、したがって径方向平面 E に配置されている横方向脚部 2 7 も、磁気中心平面にも位置している。図示によれば、集中巻線 6 1 は、径方向平面 E より下に配置され、集中巻線のコイル軸が軸方向 A に延びるように整列されている。

【 0 0 7 3 】

長手方向脚部 2 6 のすべての第 1 の端部 2 6 1、すなわち、図示による下側端部 2 6 1（図 1）は、バック・アイアン 2 2 によって互いに接続されている。バック・アイアン 2 2 は、好ましくは、リング形状で設計される。バック・アイアン 2 2 が、長手方向脚部 2 6 のすべての第 1 の端部 2 6 1 に沿って径方向内向きに延在するような実施例が可能である（例えば、図 1 参照）。

20

【 0 0 7 4 】

回転子 3 の磁気浮上のために必要とされる電磁場、選択的に回転子 3 にトルクを発生させるために必要とされる電磁場を発生させるために、コイル・コア 2 5 の長手方向脚部 2 6 は、集中巻線 6 1 として設計された巻線を担持している。

【 0 0 7 5 】

動作状態において、これらの電磁回転場は、これらの集中巻線 6 1 によって生成され、電磁回転場により、回転子 3 に、径方向における任意に調整可能な横方向の力を加えることができ、それにより、回転子 3 の径方向位置、すなわち軸方向 A に対して垂直な径方向平面 E における回転子 3 の位置を、能動的に制御又は調節することができる。選択的に、これらの電磁回転場によって、回転子 3 に追加的にトルクが生じる。

30

【 0 0 7 6 】

回転子 3 の「磁氣的に有効なコア 3 1」とは、磁気浮上力を生成し、また選択的にトルクを生成するために、固定子 2 と磁氣的に相互作用する回転子 3 の領域を指す。

【 0 0 7 7 】

すでに言及したように、この実施例では、磁氣的に有効なコア 3 1 は、リング形状に設計されている。さらに、磁氣的に有効なコア 3 1 は、永久磁石式に設計されている。この目的のために、磁氣的に有効なコア 3 1 は、少なくとも 1 つの永久磁石を含むことができるが、複数の永久磁石を含むこともでき、又はここで説明している実施例と同様に、磁氣的に有効なコア 3 1 が永久磁石であるように、全体的に永久磁性材料で構成することもできる。磁氣的に有効なコア 3 1 は、例えば、径方向に磁化されている。

40

【 0 0 7 8 】

磁氣的に硬い、すなわち高い保磁力を有するこれらの強磁性又はフェリ磁性材料が、一般的に永久磁石と呼ばれる。保磁力とは、材料を消磁するために必要とされる磁界強度である。本願の枠組みの中で、永久磁石は、保磁力、より正確には 1 0 0 0 0 A / m を超える磁気文脈の保磁力を有する構成要素又は材料であると理解される。

【 0 0 7 9 】

磁氣的に有効なコア 3 1 が、永久磁石がないような、すなわち永久磁石なしで設計されるような実施例も可能である。回転子 3 は、この場合、例えば磁気抵抗回転子として設計

50

される。回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 は、この場合、例えば軟磁性材料から形成される。磁氣的に有効なコア 3 1 に好適な軟磁性材料は、例えば強磁性材料又はフェリ磁性材料、すなわち、特に鉄、ニッケル鉄、コバルト鉄、シリコン鉄、ミューメタルである。

【 0 0 8 0 】

さらに、回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 が、強磁性材料と永久磁性材料との両方を含む実施例が可能である。例えば、永久磁石を、強磁性の基体内に配設又は挿入することができる。かかる実施例は、例えば、永久磁性材料を節約することにより、大型回転子のコストを削減したい場合に有利である。

【 0 0 8 1 】

回転子が、籠型回転子の原理に従って設計される実施例も可能である。

10

【 0 0 8 2 】

リング状バック・アイアン 2 2 と固定子 2 のコイル・コア 2 5 との両方はそれぞれ、磁束を伝導する磁束伝導要素として機能するので、軟磁性材料から形成されている。

【 0 0 8 3 】

コイル・コア 2 5 及びバック・アイアン 2 2 に好適な軟磁性材料は、例えば、強磁性材料又はフェリ磁性材料、すなわち、特に鉄、ニッケル鉄、コバルト鉄、シリコン鉄、又はミューメタルである。この場合、固定子 2 については、コイル・コア 2 5 及びバック・アイアン 2 2 が、板金で設計されている、すなわち、複数枚の積み重ねられた薄い板金要素からなる、固定子のシート積層体として設計されていることが好ましい。

【 0 0 8 4 】

20

コイル・コア 2 5 及びバック・アイアン 2 2 は、さらに、前述の材料の、プレスされ、続いて焼結された粒体からなることが可能である。金属粒体は、金属粒体が互いに少なくとも部分的に絶縁されるように、プラスチック母材に埋め込まれることが好ましく、これにより、渦電流損失を最小限に抑えることができる。したがって、電氣的に絶縁され、圧縮された金属粒子からなる軟磁性複合材料も、固定子に好適である。特に、SMC (軟磁性複合材料: *Soft Magnetic Composites*) とも称されるこうした軟磁性複合材料は、電気絶縁層でコーティングされた鉄粉粒からなることができる。これらの SMC は、次いで、粉末冶金工程で所望の形状に成形される。

【 0 0 8 5 】

磁気浮上デバイス 1 の動作中、回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 が固定子 2 と相互作用することにより、固定子 2 に対して接触せずに回転子 3 を磁氣的に浮上させることができ、好ましくは、軸方向 A を中心に接触せずに磁氣的に回転させることもできる。この場合、それによって回転子 3 の磁気浮上が行われる同じ巻線 6 1 が回転子 3 にトルクを発生させるためにも働くことが特に有利である。したがって、好ましくは、回転子 3 の 3 自由度、すなわち回転子の径方向平面 E における位置及び回転を能動的に調節することができる。軸方向 A における、径方向平面 E からのコア 3 1 の軸方向の偏りに関して、回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 は、磁気抵抗力によって受動的に磁気安定化させられ、すなわち、コアの軸方向の偏りを制御することはできない。回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 は、残りの 2 自由度、すなわち、所望の回転軸に対して垂直な径方向平面 E に対する傾斜に関しても、受動的に磁氣的に安定化させられる。したがって、磁氣的に有効なコア 3 1 とコイル・コア 2 5 との相互作用により、回転子 3 は、軸方向 A において、また傾斜に抗して、受動的に磁氣的に浮上させられるか又は受動的に磁氣的に安定化させられ (合計で 3 自由度)、且つ径方向平面において能動的に磁氣的に浮上させられる (2 自由度)。

30

40

【 0 0 8 6 】

一般的にそうであるように、能動的磁気浮上は、この出願の枠組みにおいても、例えば集中巻線 6 1 によって生成される電磁場によって能動的に制御又は調節できる磁気浮上とも呼ばれる。受動的磁気浮上又は受動的磁気安定化は、制御又は調節できないものである。受動的磁気浮上又は受動的磁気安定化は、例えば、回転子 3 が所望の位置から偏った場合、すなわち例えば、回転子が軸方向 A においてずれているか若しくは偏っている場合、又は回転子が傾斜している場合に、回転子 3 を再び所望の位置に戻す磁気抵抗力に基づく

50

【 0 0 8 7 】

磁気浮上デバイス 1 では、従来の磁気ベアリングとは対照的に、磁気浮上、及び選択的に回転子に作用するトルクの発生は、電磁回転場によって実現される。磁気浮上力と、回転子 3 を軸方向 A を中心にして回転させるトルクとを組み合わせるために、一方では、図 1 に示すように、各長手方向脚部 2 6 にちょうど 1 つの集中巻線 6 1 を配置することが可能である。

【 0 0 8 8 】

他方では、磁気浮上力と、回転子 3 を回転させるトルクとを組み合わせるために、2 つの相異なる巻線システムを設ける実施例も可能である。このために、例えば、軸方向 A に関して互いに隣接して配置されたちょうど 2 つの集中巻線が、それぞれの長手方向脚部においてそれぞれ配置されている。これらの 2 つの巻線のうちの一方は、2 つの巻線システムのうちの第 1 のものに属し、他方は、2 つの巻線システムのうちの第 2 のものに属する。

【 0 0 8 9 】

図 1 に示している、各コイル・コア 2 5 にちょうど 1 個の集中巻線 6 1 を備える実施例では、浮上に必要な電流値及びトルクの生成に必要な電流値はいずれも、例えば制御ユニット 4 0 で判断され、例えばソフトウェアを用いた計算により加算又は重ね合わされる。次いで、結果として得られた全電流が、それぞれの集中巻線 6 1 に印加される。

【 0 0 9 0 】

バック・アイアン 2 2 は、理解をより深めるために、図 3 ではコイル・コア 2 5 とは分離して示している。バック・アイアン 2 2 は、実質的にリング形状に設計されており、組み立てられた状態では、長手方向脚部 2 6 の第 1 の端部 2 6 1 に沿って径方向内側に延在している（図 1 も参照）。バック・アイアン 2 2 は、板金で設計されることが好ましい。バック・アイアン 2 2 は、板金の実施例では、軸方向に互いに平行に積み重ねられた複数枚の薄い要素でできている。この場合、すべての要素が実質的にリング形状であり、さらにいずれも同じ厚さであるように、同一に設計されている。

【 0 0 9 1 】

バック・アイアン 2 2 は、径方向の外周面に、平面状に、すなわち湾曲しない状態で設計された複数の平坦部 2 2 2 を備える。固定子 2 が組み立てられた状態では、好ましくは矩形の輪郭を有する長手方向脚部 2 6 のうちの 1 つの第 1 の端部 2 6 1 が、いずれもこれらの平坦部 2 2 2 のそれぞれに当接している。平坦部 2 2 2 の平面状の設計により、バック・アイアン 2 2 とコイル・コア 2 5 の長手方向脚部 2 6 との間で広い接触面が確保され、その結果、バック・アイアン 2 2 と長手方向脚部 2 6 との間の転移部において、磁束が特に良好に伝導されるか又は磁気抵抗が非常に小さくなる。平坦部は、別個のセグメント 2 2 5 に配置することもでき、別個のセグメント 2 2 5 は、バック・アイアン 2 2 の溝に配置される。溝は、別個のセグメント 2 2 5 がバック・アイアン 2 2 の残りの部分と面一になるよう寸法決めされる。

【 0 0 9 2 】

平坦部 2 2 2 の数は、コイル・コア 2 5 の数と同じである、すなわち、ここでは 6 つの平坦部 2 2 2 が設けられ、平坦部は、バック・アイアン 2 2 の外周に沿って等間隔に分散されていることが好ましい。

【 0 0 9 3 】

さらに、軸方向 A に関してバック・アイアン 2 2 を完全に通って延在する 1 つ又は複数の通気口又は通気凹部 2 2 3 をバック・アイアン 2 2 に設けることができる。空気は、例えば、ハウジング 2 0 に熱伝導性ポッティング・コンパウンドを充填する際に、通気凹部 2 2 3 を通って逃げ出すことができる。

【 0 0 9 4 】

磁気浮上デバイス 1 は、カップ形状の凹部 2 1 1 内の回転子 3 の現在の位置を判断するために、磁気浮上デバイス 1 が組み立てられた状態でカップ形状の凹部 2 1 1 の周囲に配

10

20

30

40

50

置される、複数、ここでは6つの磁場センサ8(図7も参照)を含む。磁場センサ8は、それによって磁場を測定できるセンサである。特に、以下のセンサタイプが、磁場センサ8として適している。ホール・センサ又は磁気抵抗センサ又はGMRセンサ(GMR:巨大磁気抵抗)。磁場センサ8を用いて、閉じ込め缶21のカップ形状の凹部211内又は径方向平面Eにおける回転子3の現在の位置を、それ自体既知の手法で判断することができる。

【0095】

図7に示された特に好ましい実施例によれば、すべての磁場センサ8は、回路基板7に配置され、電気接続部81を介して回路基板7に信号接続され、これにより、回路基板7を介してすべての磁場センサ8を制御でき、磁場センサ8によって測定された信号は、回路基板7を介して受信して処理するか、又は、例えば制御デバイス40へ送信できる。

10

【0096】

回路基板7は、軸方向Aに関して、一方の巻線61と他方の横方向脚部27との間に配置される。保持デバイス9もまた図7に示されており、回路基板7を収容するように設計されている。好ましくは、回路基板7は、例えば複数のねじ75によって保持デバイス9に取り付けることができる(図9参照)。

【0097】

回路基板7は、電子プリント又はPCB(プリント回路基板: printed circuit board)として設計されることが好ましい。磁場センサ8及び電気接続部81は、例えばはんだ付けされた接続部によって回路基板7に取り付けられる。さらに、磁場センサの制御及び/又は磁場センサ8によって決定された測定信号の評価のために使用されるかかる構成要素を回路基板7上に設けることができる。

20

【0098】

回路基板7は、実質的にリング形状で設計されており、径方向平面Eに対して平行に配置されている。図7において認識できるように、回路基板7は、閉じたリングとしてではなく、リングセグメント形状の開口74を備えるように設計されており、これにより、回路基板7は、周方向で見たときに2つの端部を有する。好ましくは、回路基板7は、コイル・コア25の長手方向脚部26に関して径方向で内側に配置されており、磁場センサ8が、閉じ込め缶21のカップ状凹部211の周囲に配置されるようになっている。特に好ましくは、磁場センサ8は、周方向に関して回路基板7に等間隔で配置される。

30

【0099】

回路基板7は、回路基板7を制御デバイス40に接続する電気接続要素76をさらに備え、これにより、制御デバイス40及び回路基板7は、電気接続要素76を介して電圧又は電流を交換することができる。電気接続要素76は、フレックスプリントとして設計されていることが好ましい。電気接続要素76は、もちろん、例えばケーブル、ケーブル束、又はフラット・リボン・ケーブルのような、別の手法で設計することもできる。

【0100】

すでに言及したように、磁気浮上デバイス1は、保持デバイス9をさらに含む。保持デバイス9は、磁気浮上デバイス1の特に単純であるが正確な取り付け、及び回転子3が動作状態で配置されるカップ状凹部211に対する磁場センサ8の非常に正確な位置決めを提供する。

40

【0101】

以下では、保持デバイス9が複数の図面に関して説明される。図5は、保持デバイス9を斜視図で示し、見る方向は、長手方向脚部26の第1の端部261の方向からである。図1の図示によれば、したがって、見る方向は、下から保持デバイス9に向けられている。図6は、保持デバイス9を斜視図で示し、見る方向は、図5の見る方向とは逆である。図1の図示によれば、したがって、図6の見る方向は、上から保持デバイス9に向けられている。図5及び図6の両方は、保持デバイス9に配置された回路基板7とともに保持デバイス9を示す。図8は、回路基板7が挿入された保持デバイス9の断面図である。より理解するために、図9は、図8の細部Iの拡大図も示す。

50

【0102】

保持デバイス9は、実質的にプレート形状且つリング形状に設計されており、コイル・コア25の横方向脚部27を受容する複数の切欠き91を含む。切欠き91の数がコイル・コア25の数に等しくなるように、横方向脚部27ごとにちょうど1つの切欠き91が設けられている。保持デバイス9は、閉じ込め缶21に挿入され(図1参照)、閉じ込め缶21の底部から軸方向Aに、図示に従って軸方向Aに巻線61より上に配置された、図示(図1)による下側縁部まで延在する。

【0103】

保持デバイス9は、閉じ込め缶21のカップ形状の凹部211の周囲に配置できるように、リング形状に設計されており、すなわち、カップ形状の凹部211は、径方向外側が保持デバイス9によって取り囲まれる。

【0104】

保持デバイス9は、保持デバイス9の残りの直径よりも小さい外径を有する軸方向縁部領域92を有する。図6の図示によれば、この軸方向縁部領域92は、上側軸方向縁部領域である。軸方向Aに関して、軸方向縁部領域92は、第2の保持デバイス9の外径が増大する突出部93において終わっている。より小さな直径の軸方向縁部領域92及び突出部93を備える実施例は、閉じ込め缶21が径方向外側において保持デバイス9を包囲することができることを保証するように働く。これは、特に図1において認識することができる。閉じ込め缶21は、組立て状態において第2の保持デバイス9の軸方向縁部領域92を包囲する径方向外側縁部212を有する。径方向外側縁部212は、最大で突出部93まで延在する軸方向Aに関する長さであるように設計されている。

【0105】

保持デバイス9は、好ましくはプラスチック、特に好ましくは射出成形によって下降することができるプラスチックから形成されている。保持デバイス9は、したがって、好ましくは射出成形部品として設計されている。保持デバイス9の製造に好適なプラスチックは、例えば、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、ポリアミド(ナイロン、PA)、ポリプロピレン(PP)、又は繊維入りポリプロピレンである。

【0106】

保持デバイス9は、回路基板7のためのホルダと、そのホルダによって磁場センサ8をカップ状凹部211に対して非常に正確に配置することができる磁場センサ8のためのホルダとの両方として働く。このために、径方向に関して内壁951と外壁952とによって境界が定められたキャビティ95が、それぞれの磁場センサ8のための保持デバイス9においてそれぞれ設けられており、磁場センサ8をキャビティ95へ押し込むことができ、キャビティ95は、内壁951及び外壁952が磁場センサ8に対して平らに配置されるように寸法決めされている。これは、図9において最も良く認識することができる。

【0107】

ここでは、キャビティ95の内壁951及び外壁952が磁場センサ8に対して平らに配置されることが実質的な態様である。なぜならば、これは、カップ状凹部211に対する磁場センサ8の位置が非常に高い精度で知られることを意味するからである。磁場センサ8は、好ましくは、矩形に設計されている。キャビティ95は、磁場センサ8を軸方向Aに関してキャビティ95へ完全に挿入することができるように寸法決めされている。したがって、キャビティ95は、少なくとも軸方向Aにおける磁場センサ8の延在と同じ軸方向Aに関する深さである、磁場センサ8のためのポケットを形成している。径方向におけるこのポケットの幅、すなわち内壁951と外壁952との間の径方向で測定される距離は、径方向における磁場センサ8の延在に対応するように寸法決めされており、これにより、磁場センサ8を軸方向にキャビティ95へ押し込むことができ、それにより、キャビティ95の内壁951及び外壁952は磁場センサ8に対して平らに配置される。

【0108】

磁場センサ8が3つの側においてキャビティ95によって包囲されるこの実施例により、一方では、磁場センサ8の位置が非常に高い精度で分かり、他方では、キャビティ95

に配置された磁場センサ 8 がまた非常によく保護される。

【 0 1 0 9 】

組立て中にキャビティ 9 5 への磁場センサ 8 の挿入を容易にするために、軸方向 A で見たときにキャビティ 9 5 がわずかに円錐形に設計されるように内壁 9 5 1 及び / 又は外壁 9 5 2 を軸方向に対してわずかに斜めに設計することが有利である可能性があり、これにより、キャビティ 9 5 は、図 9 における図示に関して上向きにテーパする。

【 0 1 1 0 】

さらに、それぞれの磁場センサ 8 がカップ状凹部 2 1 1 のできるだけ近くに配置されることが好ましい。このために、保持デバイス 9 の内径は、閉じ込め缶 2 1 のカップ状凹部 2 1 1 の外径 D A (図 1 1) と同じサイズであるか又はそれよりも非常にわずかにのみ大きくするように寸法決めされる。したがって、組み立てられた状態において、キャビティ 9 5 の内壁 9 5 1 を形成する保持デバイス 9 の壁部は、閉じ込め缶 2 1 のカップ状凹部 2 1 1 に対して配置される。径方向で見ると、キャビティ 9 5 の境界を定める内壁 9 5 1 は、したがって、閉じ込め缶 2 1 のカップ状凹部 2 1 1 と、磁場センサ 8 との間にそれぞれ配置されている。

10

【 0 1 1 1 】

磁場センサ 8 は、好ましくは、周方向に関して回路基板 7 に等間隔で配置されるので、6 つの磁場センサ 8 のための 6 つのキャビティ 9 5 も、好ましくは、保持デバイス 9 の周方向に関して等間隔で配置される。特に好ましくは、周方向において隣接する 2 つの切欠き 9 1 の間にそれぞれちょうど 1 つのキャビティ 9 5 が配置される。組み立てられた状態において、それぞれの磁場センサ 8 は、したがって、周方向において隣接する 2 つのコイル・コア 2 5 の間にそれぞれ配置される。

20

【 0 1 1 2 】

カップ状凹部 2 1 1 に対する磁場センサ 8 の位置の最も高い可能な精度に関して、キャビティ 9 5 の境界を定める内壁 9 5 1 又は外壁 9 5 2 を形成する、それぞれのキャビティ 9 5 のための別個のガイド・エレメント 9 6 をそれぞれ提供することが好ましい手段である。

【 0 1 1 3 】

図 9 において、ガイド・エレメント 9 6 がキャビティ 9 5 のための外壁 9 5 2 を形成する実施例が示されている。より理解するために、図 1 0 は、さらに、図 9 の別個のガイド・エレメント 9 6 の斜視図を示す。かかる別個のガイド・エレメント 9 6 はそれぞれのキャビティ 9 5 のために設けられているので、したがって、この実施例では 6 つのかかるガイド・エレメント 9 6 が存在する。別個のガイド・エレメント 9 6 は、保持デバイス 9 が製造された後に保持デバイス 9 に押し込まれるだけの別個の構成要素、すなわち保持デバイス 9 とは別個であり、これにより、磁場センサ 8 のためのキャビティ 9 5 を形成する。ガイド・エレメント 9 6 は別個の構成要素であるので、非常に高い精度で製造することができ、このことは、磁場センサ 8 の位置の精度のために有利である。加えて、別個のガイド・エレメント 9 6 は、キャビティ 9 5 の寸法をそれぞれの磁場センサ 8 に適合させることを特に容易にする。

30

【 0 1 1 4 】

図 9 において最も良く認識することができるように、それぞれの別個のガイド・エレメント 9 6 は、L 字形プロフィールを有する。別個のガイド・エレメント 9 6 は、L 字の短い脚部を形成する底部 9 6 1 (図 1 0) と、L 字の長い脚部を形成する側壁 9 6 2 とを有する。ガイド・エレメント 9 6 の底部 9 6 1 は、キャビティ 9 5 の底部も形成する。ガイド・エレメント 9 6 の側壁 9 6 2 は、キャビティ 9 5 の境界を定める外壁 9 5 2 を形成する。側壁 9 6 2 は、2 つの平行なガイド 9 6 3 を含み、ガイド・エレメント 9 6 が保持デバイス 9 に挿入されるときに磁場センサ 8 がそれらのガイド 9 6 3 の間に押し込まれる。2 つの平行なガイド 9 6 3 は、磁場センサ 8 の対応する延在に対応する互いからの距離 D 1 を有し、これにより、磁場センサ 8 は、2 つのガイド 9 6 3 の間に押し込むことができ、その過程でガイド 9 6 3 によってガイドされる。2 つのガイド 9 6 3 は、挿入状態におい

40

50

て軸方向におけるガイド 963 の延在である長さ L を有する。長さ L は、磁場センサ 8 が軸方向 A に関してガイド・エレメント 96 を超えて突出しないように磁場センサ 8 の対応する寸法と少なくとも同じであるように寸法決めされている。

【0115】

すでに言及したように、ここで説明された実施例における保持デバイス 9 は、そこに磁場センサ 8 が配置された回路基板 7 を収容することができるように設計されている。このために、保持デバイス 9 は、ショルダ 98 が設けられたリング状縁部 97 (図 9) を含み、ショルダ 98 は、縁部 97 に関して径方向内側に配置される。ショルダ 98 は、回路基板 7 をショルダ 98 に配置することができ、回路基板 7 がこのショルダ 98 に対して配置されるように、設計及び配置されている。選択的に、回路基板 7 は、複数のねじ 75 によってショルダ 98、ひいては保持デバイス 9 に取り付けることができる。好ましくは、縁部 97 は、軸方向 A に関して回路基板 7 を超えて突出するように設計されている。このことは、保持デバイス 9 全体にポッティング・コンパウンドを注ぐことができ、回路基板がポッティング・コンパウンドによって完全に覆われるという利点を有する。

【0116】

図 11 は、磁気浮上デバイスの実施例の固定子 2 の閉じ込め缶 21 を断面図で示し、断面は、軸方向 A に作成されている。

【0117】

カップ形状の凹部 211 を備える閉じ込め缶 21 は、好ましくは、一体に設計されている。閉じ込め缶 21 は、好ましくはプラスチック、特に好ましくは射出成形によって加工できるプラスチックから形成されている。したがって、閉じ込め缶 21 は、好ましくは、射出成形部品として設計されている。閉じ込め缶 21 の製造に好適なプラスチックは、例えば、アクリロニトリルブタジエンスチレン (ABS)、ポリアミド (ナイロン、PA)、ポリプロピレン (PP)、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、パーフルオロアルコキシアルカン (PFA)、ポリ塩化ビニル (PVC)、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、ポリイミド (PI)、ポリエーテルケトン、ポリサクシニミド (PSI)、ポリフタルアミド (PPA)、又はポリエーテルエーテルケトン (PEEK) である。

【0118】

閉じ込め缶 21 は、回転子 3 を挿入できるカップ形状の凹部 211 と、組み立てられた状態で保持デバイス 9 の軸方向の縁部エリア 92 を囲む、径方向の外側縁部 212 とを含む。

【0119】

以下では、どのように磁気浮上デバイスを非常に簡単な手法で組み立てることができるかを説明する。組立ては、例えば、以下のように実行することができる。磁場センサ 8 が配置され取り付けられたセンサ基板 7 を、保持デバイス 9 に挿入する。このために、磁場センサ 8 のそれぞれをまずキャビティ 95 のうちの 1 つに押し込み、回路基板 7 を保持デバイス 9 のショルダ 98 に配置する。選択的に、回路基板 7 は、ねじ 75 によって保持デバイス 9 に取り付けられる。

【0120】

続いて、回路基板 7 が第 1 のポッティング・コンパウンドによって完全に覆われるように、保持デバイス 9 に第 1 のポッティング材を完全に注ぐ。第 1 のポッティング・コンパウンドは、好ましくは柔軟なポッティング・コンパウンドである。柔軟なポッティング・コンパウンドは、40 未満のショア硬さ D を有するポッティング・コンパウンドを意味する。例えば、シリコン又はポリウレタンが第 1 のポッティング・コンパウンドとして適している。磁気浮上デバイスの作動中、特にその中に磁場センサ 8 が配置された保持デバイス 9 の領域において、強い頻繁な温度変動が生じ得る。柔軟なポッティング・コンパウンドはこのような変動に対してより耐性がある。したがって、柔軟なポッティング・コンパウンドは、保持デバイス 9 に注ぐために好ましい。

【0121】

コイル・コア 25 を、保持デバイス 9 の切欠き 91 及び集中巻線 61 に通過させる。磁

10

20

30

40

50

性バック・アイアン 22 を、長手方向脚部 26 の第 1 の端部 261 間に配置する。保持デバイス 9、バック・アイアン 22、及び集中巻線 61 が配置されたコイル・コア 25 を、ハウジング 10 の固定子ハウジング 101 内に、軸方向 A の第 1 の取付方向に（図 2 の図示に従って左側から）挿入する。この工程において、電気接続要素 76 を、コイル・コア 25 の長手方向脚部 26 に対して平行に、固定子ハウジング 101 を通して制御ハウジング 102 内へ通過させる。

【0122】

保持デバイス 9、巻線 61、バック・アイアン 22、及びコイル・コア 25 がハウジング 10 の固定子ハウジング 101 内に配置されると、閉じ込め缶 21 を、ハウジング 10 上に配置し、シール 201 を閉じ込め缶 21 とハウジング 10 との間に配置することで、封止状態、好ましくは気密封止状態でハウジング 10 に接続する。

10

【0123】

続いて、磁気浮上デバイス 1 のハウジング 10 に熱伝導性ポッティング・コンパウンドを注ぐ。好ましくは、十分に熱伝導性で且つ第 1 のポッティング・コンパウンドとは異なる第 2 のポッティング・コンパウンドがこのために使用される。第 2 の熱伝導性ポッティング・コンパウンドは、好ましくは、第 1 のポッティング・コンパウンドよりも硬い。第 2 の熱伝導性ポッティング・コンパウンドは、動作状態において発生した熱をハウジング内へ迅速且つ確実に放散させるために特に優れた熱伝導率を有するべきであり、その熱は次いでハウジングから主に対流によって放散させられる。第 2 の熱伝導性ポッティング・コンパウンドとして、例えば、ポリウレタン、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、又はポリエステル

20

【0124】

ハウジング 10 の固定子ハウジング 101 に第 2 のポッティング・コンパウンドを注いだ後、第 2 の取付方向において制御ユニット 40 をハウジング 10 の制御ハウジング 102 へ挿入し、第 2 の取付方向は第 1 の取付方向とは反対である。制御ユニット 40 はしたがって、図 2 の図示によれば、右側から制御ハウジング 102 内に挿入される。電気接続エレメント 76 を、制御ユニット 40 に接続する。

【0125】

制御ユニット 40 がハウジング 10 の制御ハウジング 102 に配置されると、ハウジング・カバー 11 がハウジング 10 上に配置され、封止状態、好ましくは気密封止状態でハウジング 10 に接続され、封止エレメント 105 がハウジング 11 とハウジング 10 との間に配置される。ハウジング・カバー 11 は、例えば、複数のねじ 111 によってハウジング 10 に取り付けられる（図 1）。

30

【0126】

選択的に、例えば、腐食性が高い、侵食性が高い、又は爆発性の流体を用いる用途では、ハウジング 10 の制御ハウジング 102 にもポッティング・コンパウンドを注ぐことができる。制御ハウジングにも注ぐ場合、これは、ハウジング・カバー 11 がハウジング 10 上に配置され、ハウジング 10 にしっかりと接続される前に行われる。

【0127】

さらに、遠心ポンプ 100 が、磁気浮上デバイス 1 及び回転子 3 を含み、磁気浮上デバイス 1 が、本発明に従って設計されていることを特徴とする、流体を搬送するための遠心ポンプ 100 が本発明によって提案される。磁気浮上デバイス 1 は、回転子 3 の非接触磁気浮上に加え、軸方向 A を中心とする回転子 3 の回転を駆動する、回転子 3 に作用するトルクを発生することができるように設計されている。

40

【0128】

図 12 は、軸方向 A の断面での概略的な断面図で、全体が参照符号 100 によって示された本発明による遠心ポンプの実施例を示す。より深い理解のために、またより分かりやすい概観のために、ハウジング 10 及び閉じ込め缶 21 は図 12 には示されていない。

【0129】

遠心ポンプ 100 は、搬送される流体のための入口 52 及び出口 53 を含むポンプ・ハ

50

ウジング 5 1 を備えるポンプ・ユニット 5 0 を含み、回転子 3 は、ポンプ・ハウジング 5 1 内に配置されており、流体を搬送するための複数のベーン 5 4 を含む。ポンプ・ユニット 5 0 は、ポンプ・ユニット 5 0 を固定子 2 の閉じ込め缶 2 1 へ挿入することができるように設計されており、これにより、回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 が、横方向脚部 2 7 の端面 2 7 1 によって取り囲まれる。

【 0 1 3 0 】

回転子 3 は、磁気浮上の回転子 3 及びそれによって流体が搬送される遠心ポンプ 1 0 0 の回転子 3 の両方であるため、回転子 3 が一体的な回転子として設計されることが有利な態様である。一体型回転子としてのこの実施例は、非常にコンパクト且つスペース節約設計の利点を提供する。

【 0 1 3 1 】

固定子 2 は、好ましくは閉じ込め缶 2 1 とともに密封封止されたハウジング 1 0 として設計されるハウジング 1 0 (図 1 2 には示されていない) に配置される。制御ユニット 4 0 も好ましくはハウジング 1 0 に配置されるが、必ずしもそうであるわけではない。ハウジング 1 0 には、好ましくは、ポッティング・コンパウンド、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル、又はポリウレタンが充填され、これにより、ハウジング 1 0 内に配置されたすべての構成要素がポッティング・コンパウンドによって取り囲まれる。

【 0 1 3 2 】

ポンプ・ユニット 5 0 は、閉じ込め缶 2 1 (図 1 2 には示されていない) のカップ形状の凹部 2 1 1 に配置され、これにより、ポンプ・ハウジング 5 1 内に設けられた回転子 3 がこのカップ形状の凹部 2 1 1 によって取り囲まれ、回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 は、コイル・コア 2 6 の横方向脚部 2 7 の間に配置される。

【 0 1 3 3 】

ポンプ・ハウジング 5 1 は、好ましくは複数のねじ (図示せず) によって、ハウジング 2 0 に固定される。

【 0 1 3 4 】

回転子 3 は、流体を搬送するための複数のベーン 5 4 を含む。例えば、ここで説明される実施例では、合計で 4 つのベーン 5 4 が設けられており、この数は例示的な特徴である。回転子 3 は、ジャケット 3 8 をさらに含み、このジャケット 3 8 によって回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 が包囲され且つ好ましくは密封封入され、これにより、回転子 3 の磁氣的に有効なコア 3 1 は、搬送される流体と接触することがない。すべてのベーン 5 4 は、ジャケット 3 8 に配置されており、回転子 3 の周方向に関して等間隔で配置されている。それぞれのベーン 5 4 は、径方向で外向きに延在し、トルク防止形式でジャケット 3 8 に接続されている。ベーン 5 4 は、のちにジャケット 3 8 に固定される別個の構成要素であってよい。もちろん、すべてのベーン 5 4 がジャケット 3 8 の一体的部分である、すなわちジャケット 3 8 がすべてのベーン 5 4 とともに一体部品として設計されることも可能である。ベーン 5 4 を備える回転子 3 は、遠心ポンプ 1 0 0 のホイール又はインペラを形成し、それによって 1 つ又は複数の流体が作用させられる。

【 0 1 3 5 】

用語に応じて、ポンプ・ユニット 5 0 のポンプ・ハウジング 5 1 並びにジャケット 3 8 及びベーン 5 4 が、1 つ又は複数のプラスチックから形成されることが好ましい。適切なプラスチックは、ポリエチレン (P E)、低密度ポリエチレン (L D P E)、超低密度ポリエチレン (U L D P E)、エチレンビニルアセテート (E V A)、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリ塩化ビニル (P V C)、ポリプロピレン (P P)、ポリウレタン (P U)、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、アクリロニトリルブタジエンスチレン (A B S)、ポリアクリルポリカーボネート (P C)、ポリエーテルエーテルケトン (P E E K)、又はシリコンである。多くの用途のために、T e f l o n の商標名で知られる材料、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E)、及びパーフルオロアルコキシポリマー (P F A) もプラスチックとして適している。

【 0 1 3 6 】

10

20

30

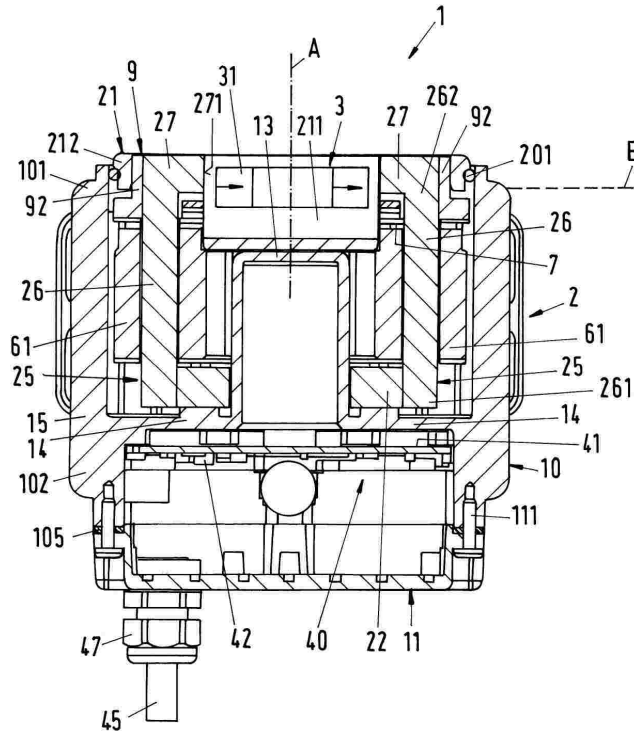
40

50

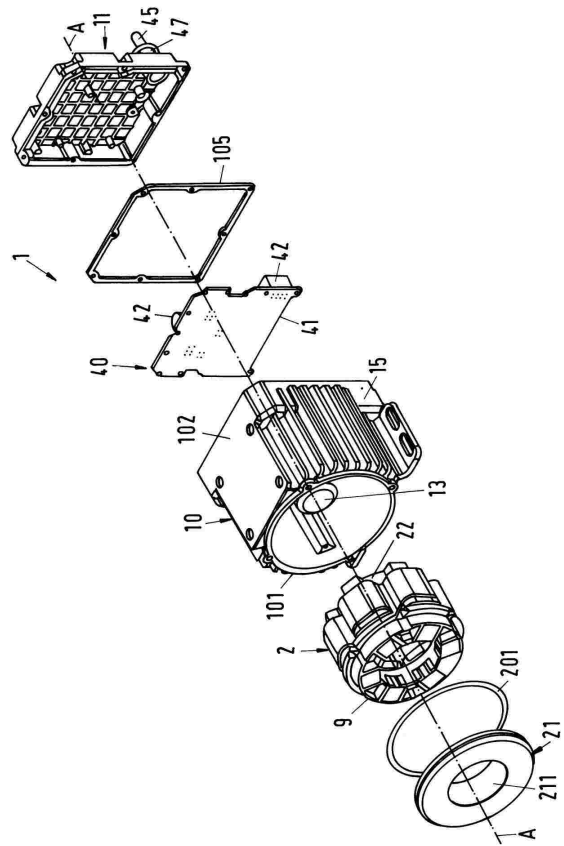
本発明による磁気浮上デバイス 1 は、遠心ポンプ以外のデバイス、例えば、流動性物質を混合するための混合デバイス、例えば、タンク内の流体を混合するための攪拌デバイス、ファン、又は例えば半導体製造においてウェハを支持し且つ回転させるためのデバイスにも適している。

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

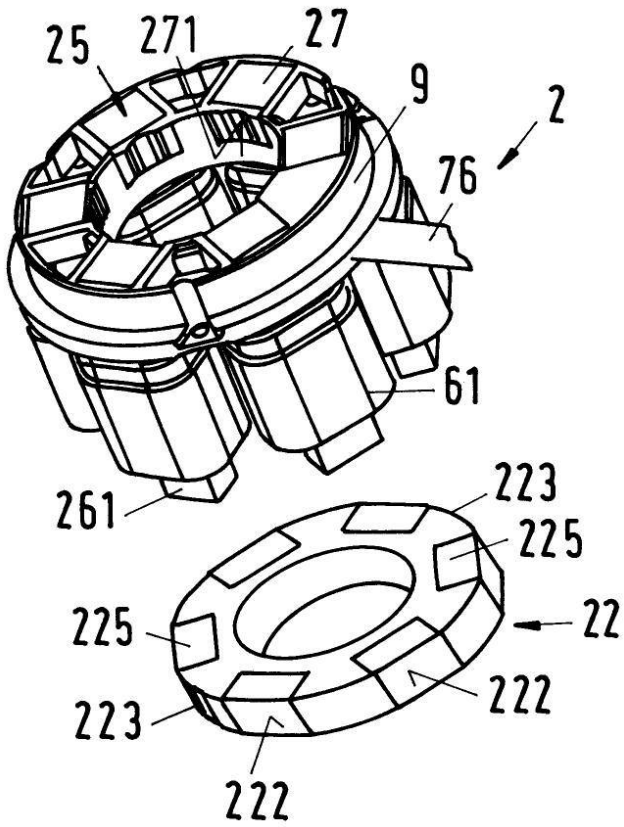
20

30

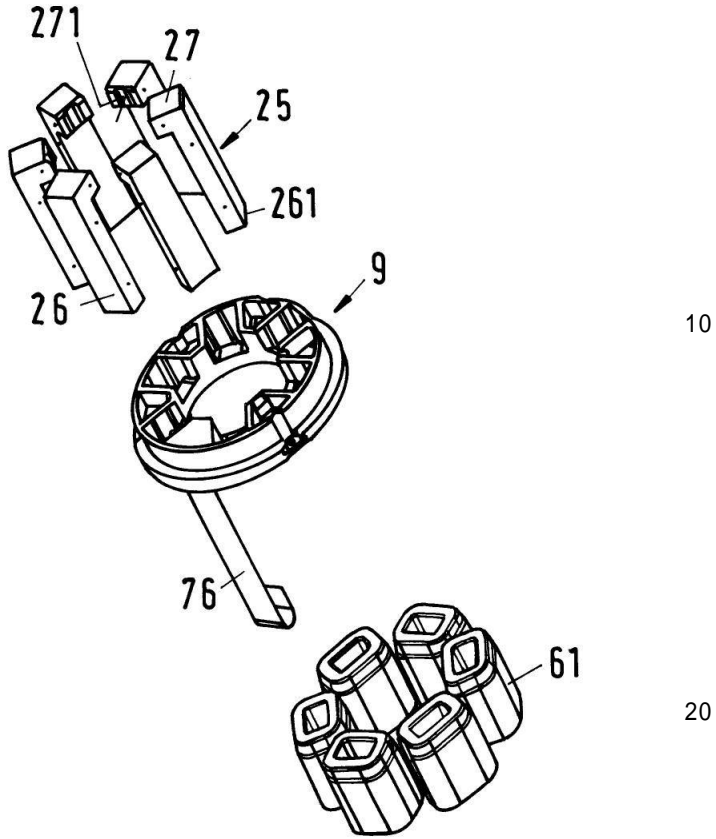
40

50

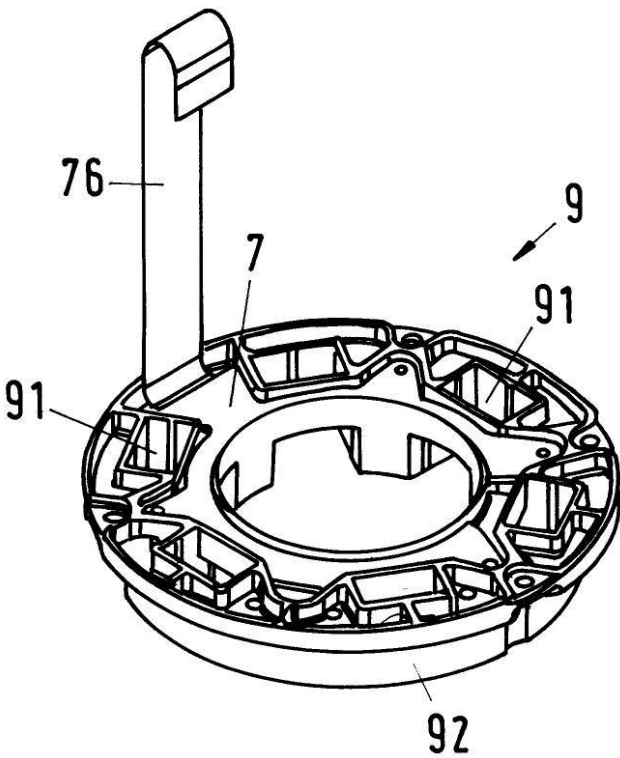
【図3】



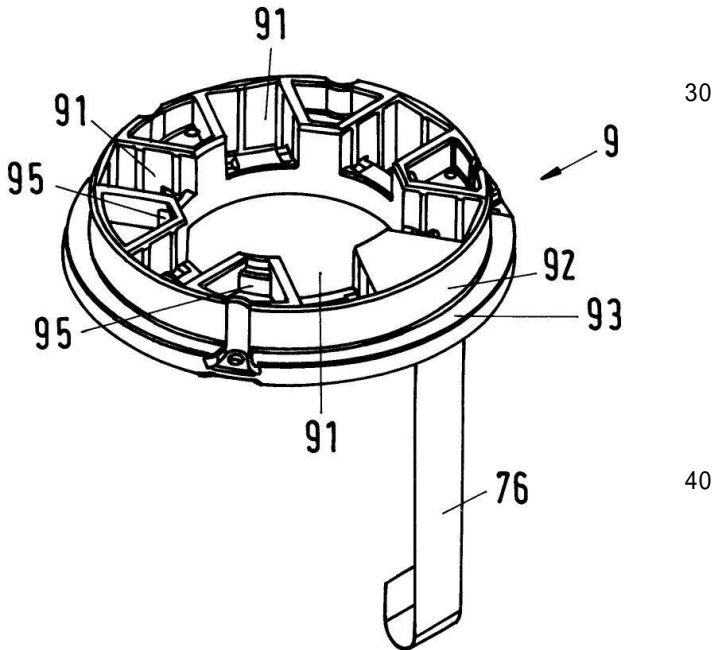
【図4】



【図5】



【図6】



10

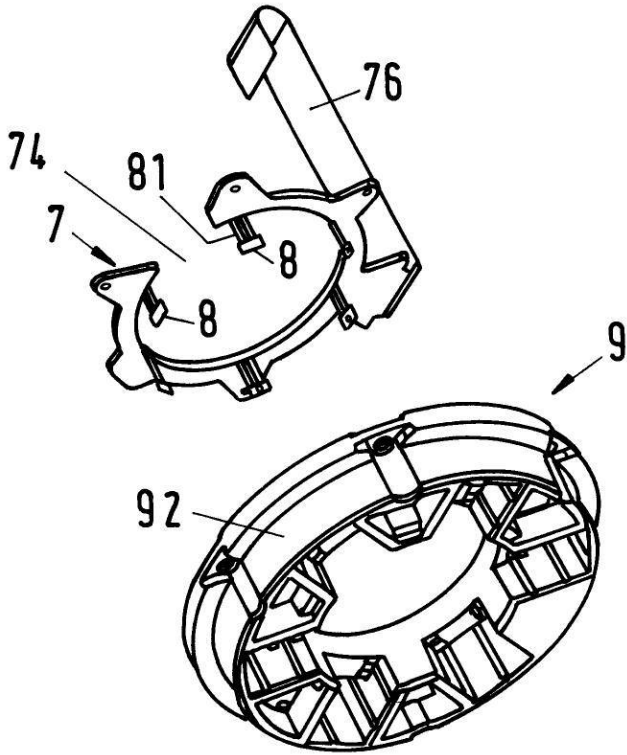
20

30

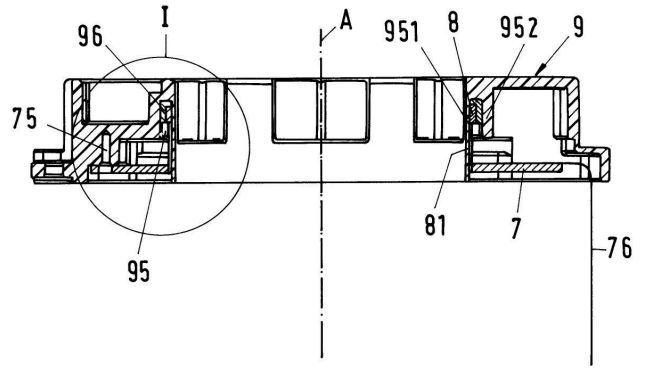
40

50

【 図 7 】



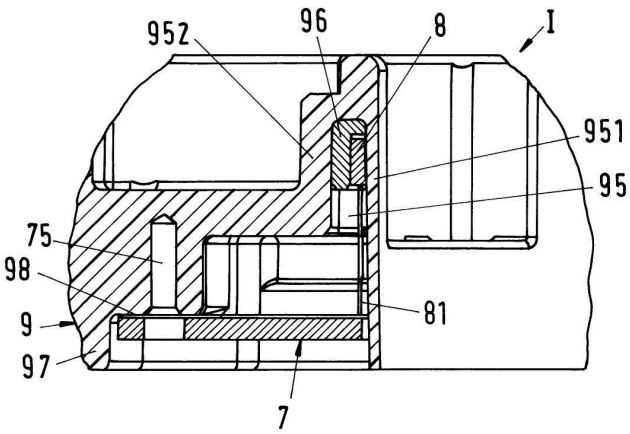
【 図 8 】



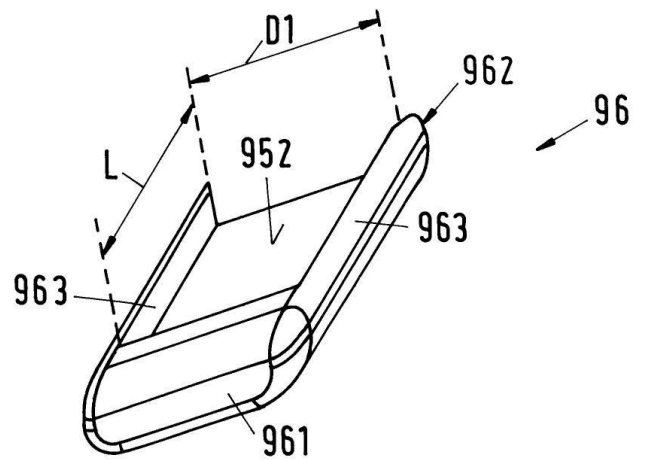
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

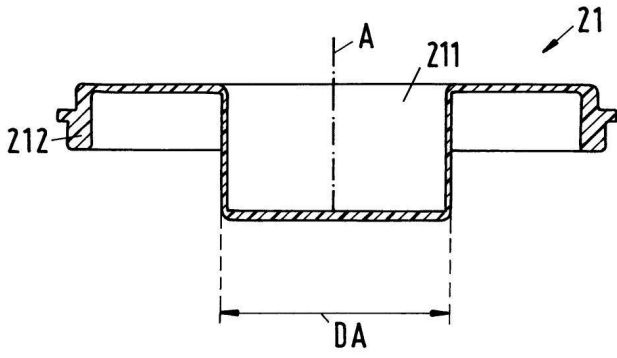


30

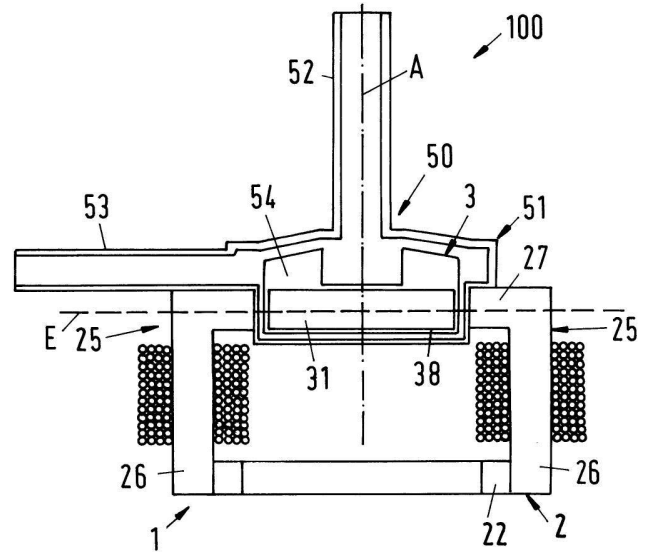
40

50

【図 1 1】



【図 1 2】



10

20

30

40

50

【外国語明細書】

[2025081237000014.pdf](#)

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I テーマコード(参考)
F 0 4 D 29/00 (2006.01) F 0 4 D 29/00 B

(72)発明者 パトリック ヒンニ

スイス連邦 8 7 5 4 ネットシュタル、ブルグリ 5

Fターム(参考) 3H130 AA02 AA05 AB02 AB22 AB42 AC02 AC18 BA73C BA73G BA97C
BA97G DA02Z DB10X DD04X
5H607 BB01 BB07 BB13 CC05 DD02 DD06 FF06 FF12 GG20 GG21
5H621 BB10 GA04 HH01 JK19