

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6802882号
(P6802882)

(45) 発行日 令和2年12月23日 (2020. 12. 23)

(24) 登録日 令和2年12月1日 (2020. 12. 1)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 2 F 9/14 (2006. 01)	B 2 2 F 9/14 Z
B 2 2 F 9/10 (2006. 01)	B 2 2 F 9/10
B 2 2 F 3/16 (2006. 01)	B 2 2 F 3/16
B 2 2 F 3/105 (2006. 01)	B 2 2 F 3/105
B 3 3 Y 70/00 (2020. 01)	B 3 3 Y 70/00

請求項の数 10 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2019-107759 (P2019-107759)	(73) 特許権者	304039548
(22) 出願日	令和1年6月10日 (2019. 6. 10)		コリア・インスティテュート・オブ・サイ
(65) 公開番号	特開2019-214787 (P2019-214787A)		エンス・アンド・テクノロジー
(43) 公開日	令和1年12月19日 (2019. 12. 19)		大韓民国, ソウル 136-791, ソン
審査請求日	令和1年6月10日 (2019. 6. 10)		ブクーク, ファランノ 14-ギル 5
(31) 優先権主張番号	10-2018-0067430	(74) 代理人	110001508
(32) 優先日	平成30年6月12日 (2018. 6. 12)		特許業務法人 津国
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)	(72) 発明者	ヨンボク・イ
			大韓民国, ソウル 02792, ソンブ
			クーク, ファランノ 14-ギル 5
		(72) 発明者	ジュングアン・キム
			大韓民国, ソウル 02792, ソンブ
			クーク, ファランノ 14-ギル 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転力を発生させる駆動部と、

前記駆動部から回転力を受けるように前記駆動部に連結され、一端部が真空チャンバの内部に配置される金属ビーム、及び

前記金属ビームの長さ方向に該金属ビームを相対移動できるように磁気力を用いて前記金属ビームの外周を支持する軸支持部と、を含み、

前記軸支持部は、内側が前記金属ビームの外周と所定の間隔だけ離間して配置され、前記金属ビームとの相対距離を調節自在に、前記金属ビームを支持可能であり、

前記軸支持部は、前記真空チャンバに隣接するように、底に固設可能であることを特徴とする金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置。

【請求項2】

前記軸支持部は、

外形を形成し、内側に形成される収容部を備えるハウジングと、

前記金属ビームの外周に配置されるように前記収容部に設置され、円周方向に沿って複数個突設されるポールを備えるコア部、及び

前記ポールに巻線され、電流が供給されることで、前記ポールに電磁気力を発生させるコイル、を含むことを特徴とする請求項1に記載の金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置。

【請求項3】

10

20

前記ボールの一端部は、前記金属ビームの外周と離間して配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置。

【請求項 4】

前記駆動部は、発生された回転力によって回転し、前記金属ビームの端部に結合される駆動軸を備えてなり、

前記駆動軸と前記金属ビームとの間の偏心を緩和すべく、前記駆動軸の端部と前記金属ビームの端部とを互いに結合させるフレキシブル結合部材をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置。

【請求項 5】

前記駆動部を移動させるようにフィードするリニアステージをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置。

10

【請求項 6】

前記駆動部を移動させるようにフィードするリニアステージ、及び

前記コイルに供給される電流の強さや前記リニアステージのフィードする距離を制御するように前記軸支持部及び前記リニアステージに電気的に接続される制御部をさらに含むことを特徴とする請求項 2 に記載の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記金属ビームと前記軸支持部との間の距離に基づいて前記コイルに供給される電流の強さを制御し、前記軸支持部の剛性を調節することを特徴とする請求項 6 に記載の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置。

20

【請求項 8】

前記制御部は、前記金属ビームと前記軸支持部との間の距離と前記コイルに供給される入力電流値に基づいて消散する金属ビームの距離を算出し、前記消散する金属ビームの距離分だけ前記リニアステージを移動させることを特徴とする請求項 6 に記載の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置。

【請求項 9】

前記軸支持部の内側に設置されるバックアップベアリングをさらに含み、

前記バックアップベアリングは、

前記金属ビームの回転時に前記金属ビームとの間に空気膜を形成するトップフォイル、及び

30

前記トップフォイルに結合され、多孔質の弾性体からなる多孔性フォイルを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置。

【請求項 10】

前記金属ビームは強磁性体であることを特徴とする請求項 1 に記載の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置に関する。

【0002】

40

[国家研究開発支援に関する説明]

本研究は、韓国科学技術研究院の主観の下、韓国 (R e p u b l i c o f K o r e a) の科学技術情報通信部、韓国研究財団の後続研究支援 (戦略研究分野として指定) (極限環境用ボールベアリングの信頼性の向上とスマートボールベアリングコア技術の開発、第 1 7 1 1 0 8 4 5 8 6 号) によってなされるものである。

【背景技術】

【0003】

図面さえあれば誰でも製品を生産することができる 3 D プリンターが「第 4 次産業革命」、「製造業のインターネット革命」と呼ばれ、全世界で関心を集めている。中でも、金属を用いた 3 D プリンター技術は、装備及び材料価格が高く且つ大量生産が難しいという

50

限界から懐疑的な視覚がある。

【0004】

金属を用いた金属3Dプリンターは、PBF(Powder Bed Fusion)方式とDED(Directed Energy Deposition)方式とに大別される。

【0005】

PBF方式は、粉末供給装置で一定の面積を有する粉末ベッドに数十 μ mの金属粉末層を塗布し、造形光源としてレーザーまたは電子ビームを設計図面に従って選択的に照射した後、一層ずつ熔融させ金属粉末を互いに結合させて積み上げる方式である。DED方式は、保護ガスの雰囲気下で金属粉末をリアルタイムで供給し、供給される該金属粉末を高出力のレーザーを用いて熔融して金属粉末を熔融積層していく方式である。PBF方式は、比較的精度よく形状自由度の具現に有利であるという長所がある。

10

【0006】

3Dプリンター用金属粉末は、PBF方式に球形を使用し、多様な製造方式にて微粒子化(atomization)して製造する。代表的に、3Dプリンター用金属粉末の製造方式は、PREP(Plasma Rotating Electrode Process)、PA(Plasma atomization)及びGA(Gas Atomization)などの方式がある。これらのうち、特許文献1のようなPREP方式の場合は、高精度や高均質性、及び高歩留まりという長所を有する。

【0007】

20

しかし、PREP方式では高速回転を保持する必要があるが、高速回転で回転軸の安定性を保持し、且つ、チタン棒の長さが減る度に取り替える必要があるため、生産性が低下するという短所がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国登録特許第5,855,642号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

30

本発明の一目的は、金属棒の移動領域を増大させ、回転軸の回転速度を向上させるとともに安全な駆動を可能にする金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置を提供することである。

【0010】

本発明の他の一目的は、プラズマトーチと金属棒との間の距離を一定の距離に保持する金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置は、回転力を発生させる駆動部と、前記駆動部から回転力を受けるように前記駆動部に連結され、一端部が真空チャンバの内部に配置される金属ビーム(金属の横棒材)、及び前記金属ビームの長さ方向に該金属ビームを相対移動できるように磁気力を用いて前記金属ビームの外周を支持する軸支持部と、を含み、前記軸支持部は、内側が前記金属ビームの外周と所定の間隔だけ離間して配置され、前記金属ビームとの相対距離を調節自在に前記金属ビームを支持可能である。

40

【0012】

前記軸支持部は、外形を形成し、内側に形成される収容部を備えるハウジングと、前記金属ビームの外周に配置されるように前記収容部に設置され、円周方向に沿って複数個突設されるポール(磁極)を備えるコア部、及び前記ポールに巻線され電流が供給されることで前記ポールに電磁気力を発生させるコイルと、を含む。

【0013】

50

前記ボールの一端部は、前記金属ビームの外周と離間して配置されていてよい。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置は、前記駆動部が、発生された回転力によって回転し前記金属ビームの端部に結合される駆動軸を備えてなり、前記駆動軸と前記金属ビームとの間の偏心を緩和すべく前記駆動軸の端部と前記金属ビームの端部とを互いに結合させるフレキシブル結合部材をさらに含んでいてよい。

【 0 0 1 5 】

前記軸支持部は、前記真空チャンバに隣接するように底に固設可能であってよい。

【 0 0 1 6 】

本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置は、前記駆動部を移動させるようにフィードする（送り込む）リニアステージ（直線的可動載物台）をさらに含んでいてよい。

10

【 0 0 1 7 】

本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置は、前記駆動部を移動させるようにフィードするリニアステージ、及び前記コイルに供給される電流の強さや前記リニアステージのフィードする距離を制御するように前記軸支持部及び前記リニアステージに電氣的に接続される制御部をさらに含んでいてよい。

【 0 0 1 8 】

前記制御部は、前記金属ビームと前記軸支持部との間の距離に基づいて前記コイルに供給される電流の強さを制御し、前記軸支持部の剛性を調節することができる。

20

【 0 0 1 9 】

前記制御部は、前記金属ビームと前記軸支持部との間の距離と前記コイルに供給される入力電流値に基づいて消散（消耗）する金属ビームの距離を算出し、前記消散する金属ビームの距離分だけ前記リニアステージを移動させることができる。

【 0 0 2 0 】

本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置は、前記軸支持部の内側に設置されるバックアップベアリングをさらに含み、前記バックアップベアリングは、前記金属ビームの回転時に前記金属ビームとの間に空気膜（空隙）を形成するトップフォイル、及び前記トップフォイルに結合され、多孔質の弾性体からなる多孔性フォイルを含む。

【 0 0 2 1 】

前記金属ビームは強磁性体であってよい。

30

【発明の効果】

【 0 0 2 2 】

本発明は、軸支持部が回転軸の外周と所定の間隔だけ離間して配置され磁気力を用いて回転軸を支持することで、回転軸の高速回転でも安全な駆動を可能にすることができる。

【 0 0 2 3 】

本発明は、制御部がコイルに供給される電流の強さやリニアステージのフィーディング距離を調節することでプラズマトーチと金属ビームとの間の距離を一定に保持することができる。

【 0 0 2 4 】

本発明は、金属ビームの両端にベアリングによって支持され、プラズマトーチを用いて金属ビームの相当量を飛散することができるため、生産性及び安定性を向上させることができる。

40

【 0 0 2 5 】

また、本発明は、軸支持部が回転軸の外周と所定の間隔だけ離間して配置され磁気力を用いて回転軸を支持することで、自動フィーディングを可能にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】本発明の一例に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置の断面図である。

【図 2】図 1 の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置の断面図である。

50

【図 3 a】図 1 中のコア部及びコイルを示す正面図である。

【図 3 b】図 3 a においてバックアップベアリングに設置された例を示す正面図である。

【図 4】初期状態にある図 1 の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置を示す概念図である。

【図 5】最終状態にある図 1 の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置を示す概念図である。

【図 6】本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置のブロック図である。

【図 7】本発明の他の一例に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置の断面図である。

【図 8】図 7 中の金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置の断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、添付の図面を参考して本明細書に開示された実施例について詳しく説明し、同一または類似の構成要素には同一、類似の図面符号を付し、これに対する重複する説明は省略することにする。以下の説明で用いられる構成要素に対する接尾辞「部」は、明細書作成の容易さだけを考慮して付与又は混用されており、それ自体で互いに区別される意味又は役割を持つことはない。また、本明細書に開示された実施例を説明するうえで関連公知技術に関する具体的な説明が本明細書に開示された実施例の要旨を曖昧にし得ると判断される場合、その詳細な説明を省略する。また、添付の図面は本明細書に開示された実施例を理解し易くするためのものであるに過ぎず、添付の図面によって本明細書に開示された技術的思想が制限されることなく、本発明の思想及び技術範囲に含まれるすべての変更、均等物乃至代替物を含むものと理解されるべきである。

20

【0028】

第 1、第 2 などといったように序数を含む用語が多様な構成要素を説明するために用いられることがあるが、当該構成要素が前記用語によって限定されることではない。前記用語は、一つの構成要素を他の構成要素と区別する目的のみから用いられる。

【0029】

ある構成要素が他の構成要素に「連結されて」いると言及されたときは、該他の構成要素に直接的に連結されていることもあるが、別の構成要素が間に介在していることもあると理解されるべきである。

30

【0030】

単数の表現は、文脈上明らかに言及しない限り、複数の表現を含む。

【0031】

本出願における「含む」または「有する」などの用語は、明細書上に記載された特徴、数字、段階、動作、構成要素、部品またはこれらの組み合わせが存在することを表すためのものであって、一つまたはそれ以上の他の特徴や数字、段階、動作、構成要素、部品またはそれらの組み合わせなどの存在または付加可能性を予め排除するためのものではないと理解されるべきである。

【0032】

図 1 及び 2 は、本発明の一例に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 100 の断面図であり、図 3 a は、図 1 中のコア部 43 及びコイル 45 を示す正面図である。図 3 b は、図 3 a においてバックアップベアリング 90 に設置された例を示す正面図である。また、図 6 は、本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 100 のブロック図である。

40

【0033】

以下、図 1 ~ 図 3 b、図 6 を参考して、本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 100 の構造について述べる。

【0034】

本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 100 は、HFMB (Hybrid Foil Magnetic Bearing : ハイブリッドな膜 (フォイル) を

50

有する磁気軸受)またはH F M Bを含む構造からなるものであると理解し得る。

【0035】

本発明に係る金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置100は、駆動部10、金属ビーム30、及び軸支持部40を含む。

【0036】

駆動部10は回転力を発生させる。さらに、駆動部10は、金属ビーム30の端部に結合される駆動軸13を備えることができる。駆動軸13は、駆動部10の発生された回転力によって回転する。図面では図示していないが、駆動部10は、電源に連結されて電力の供給を受けることができ、これにより回転するように構成されていてよい。また、駆動部10は、後述するリニアステージ60によって駆動軸13の長さ方向に移動することができる。一方、駆動部10の両端には支持端部15が設けられていてよく、支持端部15の内側には駆動軸13を回転自在に支持するために駆動軸13を取り囲むように配置されるボールベアリング17が設置されていてよい。これにより、駆動軸13は高速回転でも耐えられるようになる。

10

【0037】

金属ビーム30は、駆動部10から回転力を受けるように駆動軸13に連結され、駆動部10から回転力を受けて回転できるように構成される。また、金属ビーム30は、一端部が真空チャンバ7の内部に配置されるように構成され、プラズマトーチ5によって高温環境で溶けて金属粉末を形成することができる。

【0038】

一例として、図1に示されるように、金属ビーム30は、駆動部10の駆動軸13に連結されていてよく、粉末の形成によって長さが減ったときやメンテナンスのときに取り替え自在に構成されていてよい。この場合、例えば、金属ビーム30は、非磁性体のチタン棒であることが好ましいが、必ずしもこれに限定されるものではない。

20

【0039】

図1に示される例の実施例によると、金属ビーム30は、強磁性体からなるものが好ましい。一例として、強磁性体は12 Cr Steel (12%クロム鋼)であってよい。

【0040】

図1及び2などを参考すると、金属ビーム30は、プラズマトーチ5と偏心するように配置され、駆動部10の回転によって金属ビーム30が一様に融解し、側方向に飛散することで金属粉末が得られるようにすることが好ましい。

30

【0041】

一方、本発明において真空チャンバ7は、内部に真空領域7aを備え、真空領域7aにおいて金属ビーム30から高精度且つ高均一の金属粉末を得ることができる。真空チャンバ7は、一例として、底または固設された固定物に固定されるように形成されていてよい。

【0042】

軸支持部40は、磁気力を用いて金属ビーム30の外周を支持し、金属ビーム30の長さ方向に金属ビーム30を相対移動自在にする。このために、軸支持部40の内周は、金属ビーム30の外周から離間される。軸支持部40は、内側で磁気力が発生するように構成され、磁気力によって金属ビーム30と接触することなく金属ビーム30を支持することができるため、相互摩擦が全く発生しない。

40

【0043】

図1に示されるように、本発明に係る金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置100で用いられる金属ビーム30の全長は、 $A + W + 2L + W'$ であってよく、このとき、金属ビーム30の両端がベアリング(軸支持部40及び自動調芯ベアリング)で支持されているため安定した構造であり、金属ビーム30と軸支持部40との間には全くコンタクトがないため、フィーディング(Feeding)によって2L長さの金属ビームをプラズマトーチですべて飛散させることができる。

50

【0044】

一方、従来技術のボールベアリングを用いた構造の場合は、ボールベアリングが金属ビームに当接して金属ビームと両端のボールベアリングとともに移動する構造であったため、最大生産できる距離はLであって、最小保障長さ（最小必要長さ：Ball bearing~self-aligning：ボールベアリング~自動調芯）であるL'の長さは、常にLと同じかそれよりも長い必要があるので、当該システムで最大生産できる粉末はLである。前の部分のLが後ろの部分のLより長くなると、オーバーハング（overhang）された構造となって非常に不安定になり、高速回転が困難になるため、L'はLよりも長い必要がある。

【0045】

10

図1の拡大図に示されるように、軸支持部40は、金属ビーム30と離間して金属ビーム30を支持することで、金属ビーム30は長さ方向への移動の際も支持された状態で動くことができる。一方、軸支持部40は、後述する制御部70によって能動制御されてベアリングの剛性またはダンピング力を変化させることができ、高速回転の環境下で金属ビーム30の支持をより容易に行うことができる。

【0046】

軸支持部40は、一例として、真空チャンバ7に隣接して固設された固定物や底に固定されていてよく、これにより、金属ビーム30を金属ビーム30の長さ方向に相対移動自在にする。図1には、軸支持部40が真空チャンバ7の外壁の右側及び底に固定される例が示されている。

20

【0047】

本発明における軸支持部40は、一例として、マグネチックベアリングであってよい。

【0048】

軸支持部40は、ハウジング41、コア部43、及びコイル45を含んでいてよい。

【0049】

ハウジング41は、軸支持部40の外形を形成し、内側に設けられてコア部43を設置可能にする収容部41aを備える。

【0050】

コア部43は、金属ビーム30の外周に配置されるようにして収容部41aに設置される。さらに、コア部43は、ポール43aを備え、ポール43aは、コア部43の内側で円周方向に沿って複数個突設される。図3aには、コア部43の内側で円周方向に沿って突出する8個のポール43aが形成される例が示されており、各ポール43aは、後述するコイル45によってN極またはS極に磁化し、磁気力によって金属ビーム30を支持することができる。

30

【0051】

コア部43は薄板であってよく、ハウジング41の収容部に複数個配置されていてよい。例えば、コア部43は、ケイ素鋼板から形成されるものであってよいが、必ずしもこれに限定されるものではない。図3a及び3bに明らかに示されていないが、金属ビーム30の外周とハウジング41の収容部41aとの間にコア部43が金属ビーム30の長さ方向に沿って複数個配置されるようになる。

40

【0052】

コイル45はポール43aに巻き回されていてよく、一例として、コイル45は複数本からなり、各コイル45は隣接した2つのポール43aにそれぞれ巻き回され、電源供給部47から電流が各コイル45に供給されると、磁気力が発生するようになる。

【0053】

軸支持部40は、金属ビーム30と軸支持部40の内側との間の距離を測定する位置センサ48をさらに含んでいてよい。一例として、位置センサ48は、金属ビーム30の外周とポール43aの端部との間の距離を測定することができる。

【0054】

本発明に係る金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置100は、真空チャンバ7の壁に

50

密閉設置され、金属ビーム30を真空チャンバ7の内外に移動できるようにする能動制御密封部(active control seal)80をさらに含んでいてよい。能動制御密封部80が金属ビーム30の外周と直接密着することなく非当接環境を保持可能にした状態で、能動制御密封部80によって真空チャンバ7の内部を真空環境にすることができるようになる。

【0055】

能動制御密封部80は、一例として、磁性流体(magnetic fluid)によってなされる磁性流体シール(magnetic fluid seal : 磁性流体密封部)であってよい。本発明の能動制御密封部80は、真空チャンバ7の壁に磁性流体が位置し磁束によって液体リング(ring)を形成して密封を可能にするものである。磁性流体は、一例として、約10nm程度の磁性を持つ微細粒子に対し特殊表面処理を施した後に液体に混合してなるコロイド状態の流体であってよい。図1の拡大図には、能動制御密封部80によって矢印方向に沿って磁性流体80aが形成される例が示されている。これにより、非当接環境を保持可能にした状態で真空チャンバ7の内部を真空環境にする。

【0056】

本発明に係る金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置100は、フレキシブル結合部材50をさらに含んでいてよい。フレキシブル結合部材50は、駆動軸13の端部と金属ビーム30の端部とを結合させることで駆動軸と回転軸との間で微細に同心がずれる場合でもこれを調整して円滑な回転ができるようにする。これにより、駆動軸13と金属ビーム30との間の中心不一致を緩和し、且つ回転速度が一定の速度を超えるとときに発生し得る不平衡力を緩和することで回転安定性を向上させる。

【0057】

また、フレキシブル結合部材50に隣接して、金属ビーム30には自動調芯ベアリング(self-aligning bearing)55がさらに設置されていてよい。自動調芯ベアリング55が金属ビーム30に設置されることにより、金属ビーム30が極力同心を保持しながら回転できるようになり、且つ、駆動軸13と金属ビーム30との間の不平衡力をより緩和させ、回転安定性をさらに向上させる。図1及び図2には、自動調芯ベアリング55が後述するリニアステージ60に移動自在に設置される例が示されている。

【0058】

本発明に係る金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置100は、リニアステージ60をさらに含んでいてよい。リニアステージ60は、図1及び2に示されるように、駆動部10及び自動調芯ベアリング55を下方から支持することができ、駆動部10を金属ビーム30の長さ方向に沿って移動させることに伴い、金属ビーム30を長さ方向に移動させる。また、リニアステージ60は、動きを微調整することができ、軸支持部40の内側で金属ビーム30の同心が調節できるように構成されることが好ましい。例えば、リニアステージ60は、LMガイドを含んでなるものであってよい。

【0059】

本発明に係る金属3Dプリンター用金属粉末の製造装置100は、制御部70をさらに含んでいてよい。図6のブロック図に示されるように、制御部70は、軸支持部40及びリニアステージ60に電氣的に接続され、軸支持部40のコイル45に供給される電流の強さや駆動部10のフィーディング距離を制御することができる。一例として、制御部70は、軸支持部40の電源供給部47及び位置センサ48に連結されていてよい。

【0060】

制御部70は、金属ビーム30と軸支持部40との間の距離に基づき、コイル45に供給される電流の強さを制御することができる。前記電流強さの制御によって軸支持部40の剛性またはダンピング力が調節できる。これにより、粉末の形成に伴い金属ビーム30の質量が減るときに発生し得る金属ビーム30の偏心を防止し、高速回転を可能にする。金属ビーム30と軸支持部40との間の距離は、一例として、金属ビーム30の外周とコア部43のボール43aの端部との間の空隙距離であってよく、金属ビーム30の中心と

軸支持部 40 の中心との間の距離であってもよい。

【0061】

一例として、前記電流の強さの制御は、式 $f_y = k_i i_y - k_y y$ (以下、「数式 1」) によって行われていてよい。ここで、 $k_y = \mu_0 * A * N^2 / g_0^3 * i_b^2 (\cos \alpha)$ で、 $k_i = \mu_0 * A * N^2 / g_0^2 * i_b (\cos \alpha)$ であってよく、 N はコイル 45 の巻線数、 A はコイル 45 によって巻き回されるポール 43a の断面積、 μ_0 は透過度であってよい。すなわち、 k_y は、位置剛性係数である軸支持部 40 の一定の定数値で、 k_i は、電流剛性係数である軸支持部 40 の一定の定数値であってよい。

【0062】

ここで、 $f_y = mg$ であって、 mg は、軸の重さ (軸支持部 40 によって支持される金属ビーム 30 の合力) であってよく、金属ビーム 30 と軸支持部 40 との間の距離 y に基づき、電流の強さ i_y を制御することができる。

10

【0063】

制御部 70 は、電流制御値である i_y の変化をセンシングして金属ビーム 30 の消散する長さを求めることもできる。

【0064】

また、制御部 70 は、電流の強さから消散する金属ビーム 30 の長さを算出し、消散した金属ビーム 30 の長さ分リニアステージ 60 をフィードすることで駆動部 10 を移動させる。駆動部 10 の移動に伴い、駆動部 10 の駆動軸 13 に連結された金属ビーム 30 が移動するようになる。

20

【0065】

一例として、消散する金属ビーム 30 の長さは、式 $f_x = k_i i_x - k_s x$ (以下、「数式 2」) によって算出されていてよい。ここで、 $k_s = \mu_0 * A * N^2 / g_0^3 * i_b^2 (\cos \alpha)$ で、 $k_i = \mu_0 * A * N^2 / g_0^2 * i_b (\cos \alpha)$ であり、 k_s は、位置剛性係数である軸支持部 40 の一定の定数値で、 k_i は、電流剛性係数である軸支持部 40 の一定の定数値であってよい。また、 $f_x = mg$ (金属ビーム 30 の重さ) であって、 $mg = (\rho \pi r^2 l) g$ であってよい。ここで、 ρ は金属ビーム 30 の密度、 π は円周率、 r は金属ビーム 30 の半径、 l は金属ビーム 30 の長さであって、一定の定数値である。数式 2 に軸支持部 40 に加えられる電流値 i_x 及び金属ビーム 30 と軸支持部 40 との間の距離値 x を入力し、消散する金属ビーム 30 の長さ l を算出することができるようになる。

30

【0066】

制御部 70 は、金属ビーム 30 の消散した長さ l 分リニアステージ 60 をフィードして駆動部 10 を移動させることで、プラズマトーチ 5 と金属ビーム 30 との間の距離を一定に保持できるようにする。

【0067】

一例として、制御部 70 は、金属ビーム 30 とプラズマトーチ 5 との間の距離に基づいてリニアステージ 60 を移動させることができる。金属ビーム 30 とプラズマトーチ 5 との間の距離は、位置センサ 48 によってセンシングされた値であってよい。一例として、金属ビーム 30 粉末の形成が進行するにつれ、金属ビーム 30 の端部とプラズマトーチ 5 との距離が離れると、制御部 70 は、金属ビーム 30 を真空チャンバ 7 の内部にさらに進入させるようにリニアステージ 60 を制御し、駆動部 10 を真空チャンバ 7 に向かって移動させる。

40

【0068】

一方、制御部 70 は、金属ビーム 30 の回転速度に応じて軸支持部 40 の剛性及びダンピング力を調節できるようにする。

【0069】

一方、図 3b を参考すると、本発明に係る金属 3D プリンター用金属粉末の製造装置 100 は、軸支持部 40 の内側に設置されるバックアップベアリング 90 をさらに含んでいてよい。バックアップベアリング 90 は、金属ビーム 30 と軸支持部 40 との間で発生し

50

得る干渉や破損などを防止させる。例えば、軸支持部 40 が誤作動や磁力低下などの理由から金属ビーム 30 を支持し難くなった場合、バックアップベアリング 90 によって金属ビーム 30 と軸支持部 40 との間の当接または衝突を防止させる。

【0070】

バックアップベアリング 90 は、一例として、エアフォイルベアリングであってよい。バックアップベアリング 90 は、金属ビーム 30 の回転の際に金属ビーム 30 との間に空気膜を形成するトップフォイル 93 及び多孔質の弾性体からなる多孔性フォイル 95 を含んでいてよい。金属ビーム 30 と隣接して配置され金属ビーム 30 を浮上させることで金属ビーム 30 と軸支持部 40 との間の当接または衝突を防止させる。バックアップベアリング 90 は、一例として、軸支持部 40 の結合片 49 にボルト 160 によって結合されてい

10

【0071】

以下、図 4 及び図 5 を参考して、本発明の動作過程について述べる。

【0072】

図 4 には、金属粉末を製造する初期段階の状態が示されている。図 4 を参考すると、真空チャンバ 7 の壁に軸支持部 40 が固設されており、軸支持部 40 には、金属ビーム 30 が長さ方向に移動自在に設置されている。金属ビーム 30 は、駆動部 10 に連結され該駆動部から駆動力を受けて回転自在になる。プラズマトーチ 5 と金属ビーム 30 とが所定の距離を保持し、金属ビーム 30 が高速回転しながらプラズマトーチ 5 から伝えられる高温

20

【0073】

図 5 には、金属粉末を製造する最終段階の状態が示されている。最終段階では、真空チャンバ 7 の壁に固定された軸支持部 40 に対し、金属ビーム 30 が長さ方向に沿って左方に移動し、金属ビーム 30 が駆動部 10 から駆動力を受けて高速回転しながらプラズマトーチ 5 から伝えられる高温によって該金属ビーム 30 が溶解して、金属粉末が形成された。プラズマトーチ 5 と金属ビーム 30 とが所定の距離を保持する例が図 5 に示されている。

【0074】

図 7 及び図 8 は、本発明の他の一例に係る金属 3D プリンター用金属粉末の製造装置 200 の断面図である。

30

【0075】

以下、図 7 及び図 8 を参考して、本発明の他の一例に係る金属 3D プリンター用金属粉末の製造装置 200 の構造について述べる。また、金属 3D プリンター用金属粉末の製造装置 200 におけるコア部 43 及びコイル 45 などについては、図 3 a 及び 3 b を参考して述べることにする。なお、以下では、本発明の他の一例に係る金属 3D プリンター用金属粉末の製造装置 200 において特に述べない部分については、本発明の一例に係る金属 3D プリンター用金属粉末の製造装置 100 に係る説明に代えることにする。

【0076】

本発明に係る金属 3D プリンター用金属粉末の製造装置 200 は、駆動部 10、回転軸 220、金属ビーム 230、及び軸支持部 40 を含む。

40

【0077】

駆動部 10 は回転力を発生させる。また、駆動部 10 は、回転軸 220 の端部に結合される駆動軸 13 を備えていてよい。駆動軸 13 は、駆動部 10 からの回転力によって回転する。図面では図示していないが、駆動部 10 は、電源に連結されて電力の供給を受けることができ、これにより回転するように構成されていてよい。また、駆動部 10 は、後述するリニアステージ 60 によって駆動軸 13 の長さ方向に移動することができる。一方、駆動部 10 の両端には支持端部 15 が設けられていてよく、支持端部 15 の内側には駆動軸 13 を回転自在に支持するために駆動軸 13 を取り囲むように配置されるボールベアリング 17 が設置されていてよい。これにより、駆動軸 13 は高速回転でも耐えられるよう

50

になる。

【0078】

回転軸220は、駆動部10に結合され駆動部10から回転力を受ける。回転軸220には、後述する金属ビーム230がねじ止めされる場合、金属ビーム230の端部のねじを収容することができるねじ結合部が形成されていてよい。回転軸220は、駆動部10から高速回転力を受けて遠心力が発生することがある。

【0079】

金属ビーム230は、回転軸220の一端部に連結され、回転軸220とともに回転可能になるように構成される。また、金属ビーム230は、一端部が真空チャンバ7の内部に配置されるように構成され、プラズマトーチ5によって高温環境で溶けて金属粉末を形成することができる。

10

【0080】

一例として、図7に示されるように、金属ビーム230は、回転軸220にボルト結合によって結合されていてよく、粉末の形成によって長さが減ったときやメンテナンスのときに取り替え自在に構成されていてよい。この場合、例えば、金属ビーム230は、非磁性体のチタン棒であることが好ましいが、必ずしもこれに限定されるものではない。

【0081】

図7及び図8などを参考すると、金属ビーム230は、プラズマトーチ5と偏心するように配置され、回転軸220の回転によって金属ビーム230が一様に融解し、側方向に飛散することで金属粉末が得られるようにすることが好ましい。

20

【0082】

一方、本発明において真空チャンバ7は、内部に真空領域7aを備え、真空領域7aにおいて金属ビーム230から高精度且つ高均一の金属粉末を得ることができる。真空チャンバ7は、一例として、底または固設された固定物に固定されるように形成されていてよい。

【0083】

軸支持部40は、磁気力を用いて回転軸220の外周を支持し、回転軸220の長さ方向に回転軸220を相対移動自在にする。軸支持部40は、内側で磁気力が発生するように構成され、磁気力によって回転軸220と接触することなく回転軸220を支持することができるため、相互摩擦が全く発生しない。図7の拡大図に示されるように、軸支持部40は、回転軸220と離間して回転軸220を支持することで、回転軸220は長さ方向への移動の際も支持された状態で動くことができる。一方、軸支持部40は、後述する制御部によって能動制御されてベアリングの剛性またはダンピング力を変化させることができ、高速回転の環境下で回転軸220の支持をより容易に行うことができる。

30

【0084】

軸支持部40は、一例として、真空チャンバ7に隣接して固設された固定物や底に固定されていてよく、これにより、回転軸220及び金属ビーム230を回転軸220の長さ方向に相対移動自在にする。図7には、軸支持部40が真空チャンバ7の外壁の右側及び底に固定される例が示されている。

【0085】

本発明における軸支持部40は、一例として、マグネチックベアリングであってよい。

40

【0086】

軸支持部40は、ハウジング41、コア部43、及びコイル45を含んでいてよい。

【0087】

ハウジング41は、軸支持部40の外形を形成し、内側に設けられてコア部43を設置可能にする収容部41aを備える。

【0088】

コア部43は、回転軸220の外周に配置されるようにして収容部41aに設置される。さらに、コア部43は、ポール43aを備え、ポール43aは、コア部43の内側で円周方向に沿って複数個突設される。図3aには、コア部43の内側で円周方向に沿って突

50

出する 8 個のポール 4 3 a が形成される例が示されており、各ポール 4 3 a は、後述するコイル 4 5 によって N 極または S 極に磁化し、磁気力によって回転軸 2 2 0 を支持することができる。

【 0 0 8 9 】

コア部 4 3 は、薄板であってよく、ハウジング 4 1 の収容に複数個配置されていてよい。例えば、コア部 4 3 は、ケイ素鋼板から形成されるものであってよいが、必ずしもこれに限定されるものではない。図 3 a 及び 3 b に明らかに示されてはいないが、回転軸 2 2 0 の外周とハウジング 4 1 の収容部 4 1 a との間にコア部 4 3 が回転軸 2 2 0 の長さ方向に沿って複数個配置されるようになる。

【 0 0 9 0 】

コイル 4 5 はポール 4 3 a に巻き回されていてよく、一例として、コイル 4 5 は複数本からなり、各コイル 4 5 は隣接した 2 つのポール 4 3 a にそれぞれ巻き回され、電源供給部 4 7 から電流が各コイル 4 5 に供給されると、磁気力が発生するようになる。

【 0 0 9 1 】

軸支持部 4 0 は、回転軸 2 2 0 と軸支持部 4 0 の内側との間の距離を測定する位置センサ 4 8 をさらに含んでいてよい。一例として、位置センサ 4 8 は、回転軸 2 2 0 の外周とポール 4 3 a の端部との間の距離を測定することができる。

【 0 0 9 2 】

本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 2 0 0 は、真空チャンバ 7 の壁に密閉設置され、金属ビーム 2 3 0 及び回転軸 2 2 0 を真空チャンバ 7 の内外に移動できるようにする能動制御密封部 8 0 をさらに含んでいてよい。能動制御密封部 8 0 が金属ビーム 2 3 0 または回転軸 2 2 0 の外周と直接密着することなく非当接環境を保持可能にした状態で、能動制御密封部 8 0 によって真空チャンバ 7 の内部を真空環境にすることができるようになる。能動制御密封部 8 0 は、一例として、磁性流体によってなされる磁性流体シール (s e a l) であってよい。本発明の能動制御密封部 8 0 は、真空チャンバ 7 の壁に磁性流体が位置し磁束によって液体リング (r i n g) を形成して密封を可能にするものである。磁性流体は、一例として、約 1 0 n m 程度の磁性を持つ微細粒子に対し特殊表面処理を施した後に液体に混合してなるコロイド状態の流体であってよい。図 7 の拡大図には、能動制御密封部 8 0 によって矢印方向に沿って磁性流体 8 0 a が形成される例が示されている。これにより、非当接環境を保持可能にした状態で真空チャンバ 7 の内部を真空環境にする。

【 0 0 9 3 】

本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 2 0 0 は、フレキシブル結合部材 5 0 をさらに含んでいてよい。フレキシブル結合部材 5 0 は、駆動軸 1 3 の端部と回転軸 2 2 0 の端部とを結合させることで駆動軸と回転軸との間で微細に同心がずれる場合でもこれを調整して円滑な回転ができるようにする。これにより、駆動軸 1 3 と回転軸 2 2 0 との間の中心不一致を緩和し、且つ回転速度が一定の速度を超えるときに発生し得る不平衡力を緩和することで回転安定性を向上させる。

【 0 0 9 4 】

本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 2 0 0 は、リニアステージ 6 0 をさらに含んでいてよい。リニアステージ 6 0 は、図 7 及び図 8 に示されるように、駆動部 1 0 を下方から支持することができ、駆動部 1 0 を回転軸 2 2 0 の長さ方向に沿って移動させることに伴い、回転軸 2 2 0 を長さ方向に移動させる。また、リニアステージ 6 0 は、動きを微調整することができ、軸支持部 4 0 の内側で回転軸 2 2 0 の同心を調節できるように構成されることが好ましい。例えば、リニアステージ 6 0 は、L M ガイドを含んでなるものであってよい。

【 0 0 9 5 】

本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 2 0 0 は、制御部 (図示せず) をさらに含んでいてよい。制御部は、軸支持部 4 0 及びリニアステージ 6 0 に電氣的に接続され、軸支持部 4 0 のコイル 4 5 に供給される電流の強さや駆動部 1 0 がフィーディン

10

20

30

40

50

グ距離を制御することができる。一例として、制御部は、軸支持部 40 の電源供給部 47 及び位置センサ 48 に連結されていてよい。

【0096】

制御部は、回転軸 220 と軸支持部 40 との間の距離に基づき、コイル 45 に供給される電流の強さを制御することができる。前記電流強さの制御によって軸支持部 40 の剛性またはダンピング力が調節できる。これにより、粉末の形成に伴い金属ビーム 230 の質量が減るときに発生し得る回転軸 220 の偏心を防止し、高速回転を可能にする。回転軸 220 と軸支持部 40 との間の距離は、一例として、回転軸 220 の外周とコア部 43 のポール 43a の端部との間の空隙距離であってよく、回転軸 220 の中心と軸支持部 40 の中心との間の距離であってよい。

10

【0097】

一例として、前記電流の強さの制御は、式 $f_y = k_i i_y - k_y y$ (以下、「数式 1」) によって行われていてよい。ここで、 $k_y = \mu_0 * A * N^2 / g_0^3 * i_b^2 (\cos \alpha)$ で、 $k_i = \mu_0 * A * N^2 / g_0^2 * i_b (\cos \alpha)$ であってよく、 N はコイル 45 の巻線数、 A はコイル 45 によって巻き回されるポール 43a の断面積、 μ_0 は透過度であってよい。すなわち、 k_y は、位置剛性係数である軸支持部 40 の一定の定数値で、 k_i は、電流剛性係数である軸支持部 40 の一定の定数値であってよい。

【0098】

ここで、 $f_y = mg$ であって、 mg は、軸の重さ (軸支持部 40 によって支持される金属ビーム 230 と回転軸 220 の合力) であってよく、回転軸 220 と軸支持部 40 との間の距離 y に基づき、電流の強さ i_y を制御することができる。

20

【0099】

制御部は、電流制御値である i_y の変化をセンシングして金属ビーム 230 の消散する長さを求めることもできる。

【0100】

また、制御部は、電流の強さから消散する金属ビーム 230 の長さを算出し、消散した金属ビーム 230 の長さ分リニアステージ 60 をフィードすることで駆動部 10 を移動させる。駆動部 10 の移動に伴い、駆動部 10 の駆動軸 13 に連結された回転軸 220 が移動し、回転軸 220 の端部に結合された金属ビーム 230 も共に移動するようになる。

【0101】

一例として、消散する金属ビーム 230 の長さは、式 $f_x = k_i i_x - k_s x$ (以下、「数式 2」) によって算出されていてよい。ここで、 $k_s = \mu_0 * A * N^2 / g_0^3 * i_b^2 (\cos \alpha)$ で、 $k_i = \mu_0 * A * N^2 / g_0^2 * i_b (\cos \alpha)$ であり、 k_s は、位置剛性係数である軸支持部 40 の一定の定数値で、 k_i は、電流剛性係数である軸支持部 40 の一定の定数値であってよい。また、 $f_x = mg$ (金属ビーム 230 の重さ) であって、 $mg = (\rho \pi r^2 l) g$ であってよい。ここで、 ρ は金属ビーム 230 の密度、 π は円周率、 r は金属ビーム 230 の半径、 l は金属ビーム 230 の長さであって、一定の定数値である。数式 2 に軸支持部 40 に供給される電流値 i_x 及び回転軸 220 と軸支持部 40 との間の距離値 x を入力し、消散する金属ビーム 230 の長さ l を算出することができるようになる。

30

40

【0102】

制御部は、金属ビーム 230 の消散した長さ l 分リニアステージ 60 をフィードして駆動部 10 を移動させることでプラズマトーチ 5 と金属ビーム 230 との間の距離を一定に保持できるようにする。

【0103】

一例として、制御部は、金属ビーム 230 とプラズマトーチ 5 との間の距離に基づいてリニアステージ 60 を移動させることができる。金属ビーム 230 とプラズマトーチ 5 との間の距離は、位置センサ 48 によってセンシングされた値であってよい。一例として、金属ビーム 230 粉末の形成が進行するにつれ、金属ビーム 230 の端部とプラズマトーチ 5 との距離が離れると、制御部は、金属ビーム 230 に連結された回転軸 220 を真空

50

チャンバ 7 の内部にさらに進入させるようにリニアステージ 6 0 を制御し、駆動部 1 0 を真空チャンバ 7 に向かって移動させる。

【 0 1 0 4 】

一方、制御部は、回転軸 2 2 0 の回転速度に応じて軸支持部 4 0 の剛性及びダンピング力を調節できるようにする。

【 0 1 0 5 】

一方、図 3 b を参考すると、本発明に係る金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 2 0 0 は、軸支持部 4 0 の内側に設置されるバックアップベアリング 9 0 をさらに含んでいてよい。バックアップベアリング 9 0 は、回転軸 2 2 0 と軸支持部 4 0 との間で発生し得る干渉や破損などを防止させる。例えば、軸支持部 4 0 が誤作動や磁力低下などの理由から回転軸 2 2 0 を支持し難くなった場合、バックアップベアリング 9 0 によって回転軸 2 2 0 と軸支持部 4 0 との間の当接または衝突を防止させる。

10

【 0 1 0 6 】

バックアップベアリング 9 0 は、一例として、エアフォイルベアリングであってよい。バックアップベアリング 9 0 は、回転軸 2 2 0 の回転の際に回転軸 2 2 0 との間に空気膜を形成するトップフォイル 9 3 及び多孔質の弾性体からなる多孔性フォイル 9 5 を含んでいてよい。回転軸 2 2 0 と隣接して配置され回転軸を浮上させることで回転軸 2 2 0 と軸支持部 4 0 との間の当接または衝突を防止させる。バックアップベアリング 9 0 は、一例として、軸支持部 4 0 の結合片 4 9 にボルト 1 6 0 によって結合されていてよい。また、ボール 4 3 a の間には誘電体 4 9 a が充填されており、結合片 4 9 は誘電体 4 9 a の内部に設置される。

20

【 0 1 0 7 】

以上で説明した金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置 1 0 0、2 0 0 は、前述した実施例の構成と方法に限定されるものではなく、実施例は、多様な変形がなされ得るように、各実施例の全部または一部を選択的に組み合わせて構成することもできる。

【 0 1 0 8 】

本発明は、本発明の精神及び必須特徴を逸脱しない範囲で他の特定の形態に具体化できることは当業者にとって自明である。したがって、前記した詳細な説明は、すべての面で制限的に解釈されてはならず、例示的なものと考慮されるべきである。本発明の範囲は請求項の合理的解釈によって決められるべきであり、本発明の等価的範囲内のすべての変更は本発明の範囲に含まれる。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 0 9 】

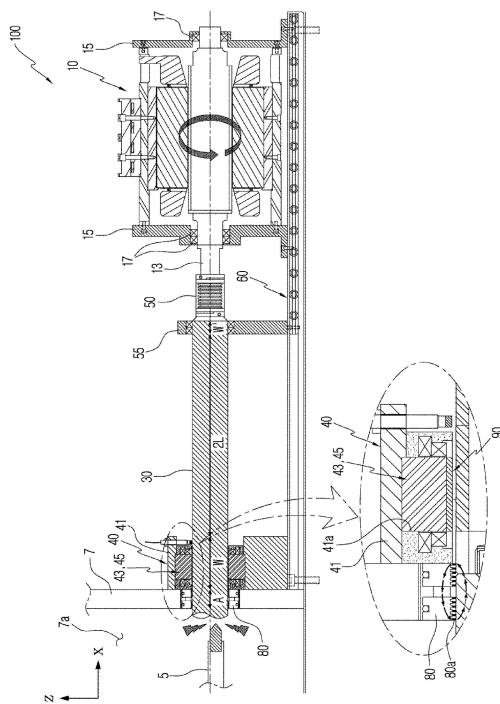
- 1 0 0、2 0 0 : 金属 3 D プリンター用金属粉末の製造装置、
- 5 : プラズマトーチ、
- 7 : 真空チャンバ、
- 7 a : 真空領域、
- 1 0 : 駆動部、
- 1 3 : 駆動軸、
- 1 5 : 支持端部、
- 1 7 : ボールベアリング、
- 2 2 0 : 回転軸、
- 3 0、2 3 0 : 金属ビーム、
- 4 0 : 軸支持部、
- 4 1 : ハウジング、
- 4 3 : コア部、
- 4 3 a : ボール、
- 4 5 : コイル、
- 4 7 : 電源供給部、
- 4 8 : 位置センサ、

40

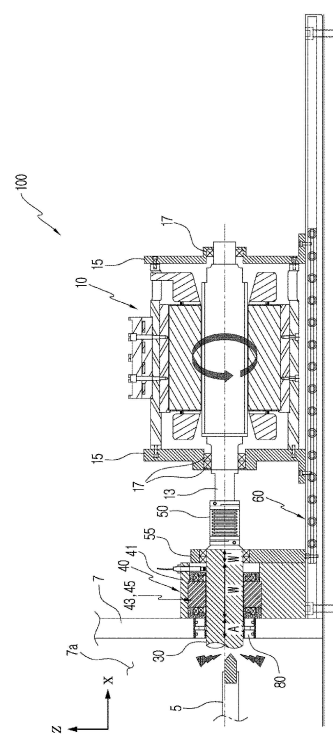
50

- 50 : フレキシブル結合部材、
 55 : 自動調芯ベアリング、
 60 : リニアステージ、
 70 : 制御部、
 80 : 能動制御密封部。

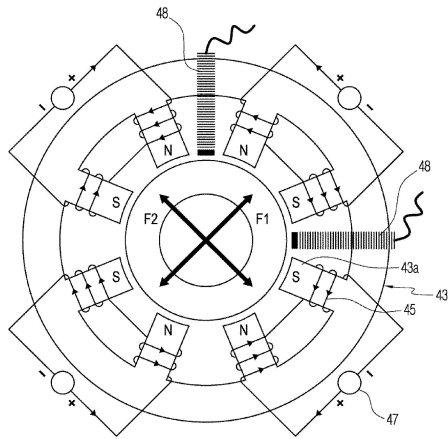
【図 1】



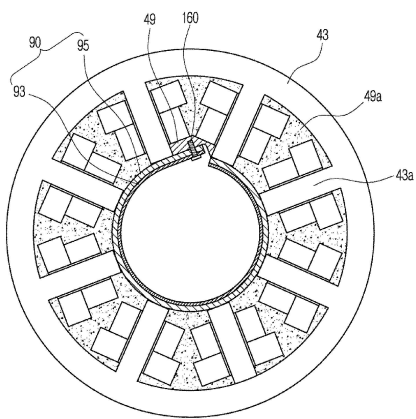
【図 2】



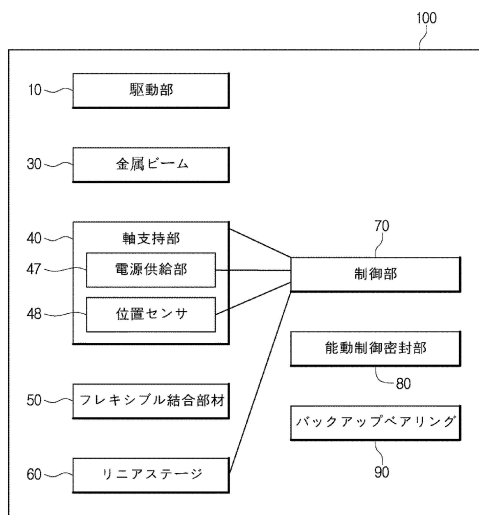
【図 3 a】



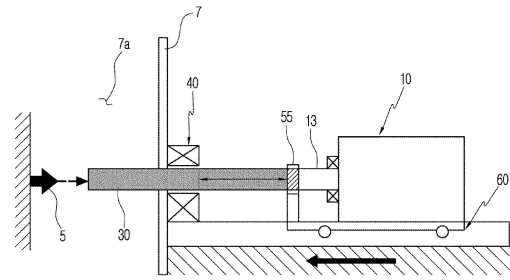
【図 3 b】



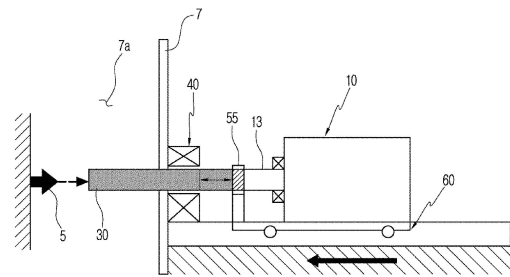
【図 6】



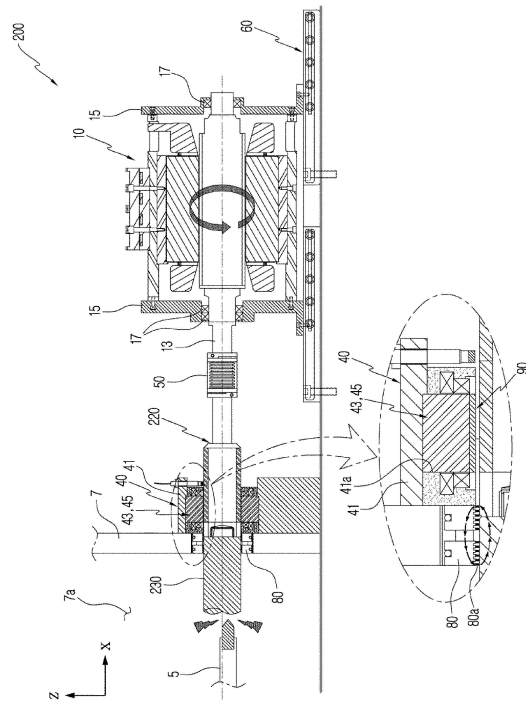
【図 4】



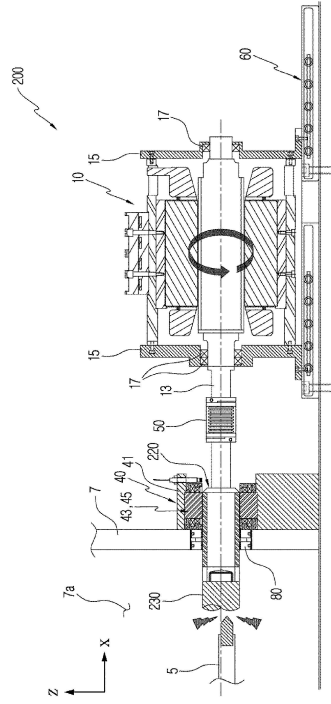
【図 5】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
C 2 2 C	38/00	(2006.01)	C 2 2 C	38/00 3 0 4
C 2 2 C	38/18	(2006.01)	C 2 2 C	38/00 3 0 3 S
			C 2 2 C	38/18

(72)発明者 セナ・ジョン
大韓民国、ソウル 0 2 7 9 2、ソンブック - ク、ファランノ 1 4 - ギル 5

(72)発明者 ボクソン・チェ
大韓民国、ソウル 0 2 7 9 2、ソンブック - ク、ファランノ 1 4 - ギル 5

(72)発明者 ウォンイル・クァク
大韓民国、ソウル 0 2 7 9 2、ソンブック - ク、ファランノ 1 4 - ギル 5

(72)発明者 ジェスン・ピョン
大韓民国、ソウル 0 2 7 9 2、ソンブック - ク、ファランノ 1 4 - ギル 5

審査官 大塚 美咲

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 2 F	9 / 1 4
B 2 2 F	3 / 1 0 5
B 2 2 F	3 / 1 6
B 3 3 Y	7 0 / 0 0
C 2 2 C	3 8 / 0 0
C 2 2 C	3 8 / 1 8