

(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2014-491
(P2014-491A)

(43) 公開日 平成26年1月9日(2014. 1. 9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 0 6 B 1/06 (2006.01)	B 0 6 B 1/06 Z	3 C 7 0 7
A 6 1 B 19/00 (2006.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 2	4 C 0 9 6
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 9 0	5 D 1 0 7
B 2 5 J 19/00 (2006.01)	B 2 5 J 19/00 A	

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-135444 (P2012-135444)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成24年6月15日 (2012. 6. 15)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100126240
			弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	有満 安倫
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ ノン株式会社内
		Fターム(参考)	3C707 AS35 BS10 HS29
			4C096 AA18 AB11 AD19 FB09 FC20
			5D107 BB07 CC02 CC10 DD12 FF07
			FF10

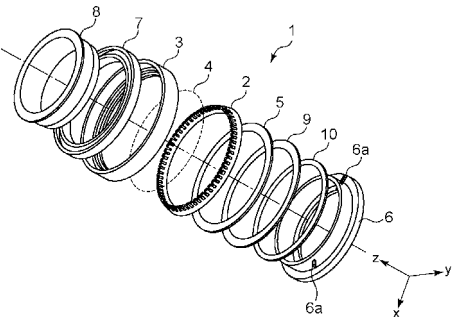
(54) 【発明の名称】 振動型駆動装置、医療装置、及び医療システム

(57) 【要約】

【課題】 本発明は磁気共鳴装置イメージング装置のガントリ近傍または内部に設置しても磁気共鳴イメージング装置の画像へアーチファクトを発生させることのない、振動型駆動装置を提供する。

【解決手段】 圧電素子と、前記圧電素子が固着された弾性部材と、前記弾性部材に振動が励起されることによって、前記弾性部材との間に相対変位が生じる被駆動部材と、前記弾性部材と前記被駆動部材との間に設けられた接触部材と、を備え、前記弾性部材及び前記被駆動部材は、それぞれ非金属材料から成り、前記接触部材は、樹脂、非酸化物系セラミックス、または充填剤が添加されたセラミックスからなる振動型駆動装置を提供する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気 機械エネルギー変換素子と、
前記電気 機械エネルギー変換素子が固着された弾性部材と、
前記弾性部材に振動が励起されることによって、前記弾性部材との間に相対変位が生じる被駆動部材と、
前記弾性部材と前記被駆動部材との間に設けられた接触部材と、を備え、
前記弾性部材は非金属材料から成り、
前記被駆動部材は非金属材料から成り、
前記接触部材は、樹脂、非酸化物系セラミックス、または充填剤が添加されたセラミックスからなる振動型駆動装置。 10

【請求項 2】

前記被駆動部材は、樹脂から成る請求項 1 に記載の振動型駆動装置。

【請求項 3】

前記被駆動部材は、強化プラスチックから成る請求項 1 に記載の振動型駆動装置。

【請求項 4】

前記被駆動部材は、セラミックスから成る請求項 1 に記載の振動型駆動装置。

【請求項 5】

前記弾性部材は、樹脂から成る請求項 1 乃至 4 いずれか一項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 6】

前記弾性部材は、強化プラスチックから成る請求項 1 乃至 4 いずれか一項に記載の振動型駆動装置。 20

【請求項 7】

前記弾性部材は、セラミックスから成る請求項 1 乃至 4 いずれか一項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 8】

前記接触部材は、前記被駆動部材の一部であり、前記被駆動部材と同じ材料から形成されている請求項 1 乃至 3、5、及び 6 いずれか一項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 9】

前記接触部材は、前記弾性部材の一部であり、前記弾性部材と同じ材料から形成されている請求項 1 乃至 3、5、及び 6 いずれか一項に記載の振動型駆動装置。 30

【請求項 10】

前記弾性部材を支持する非金属材料から成る第 1 の支持部材と、
前記被駆動部材を支持する非金属材料から成る第 2 の支持部材と、
前記弾性部材および前記被駆動部材の少なくとも一方を前記接触部材へ接触加圧する非金属材料から成る加圧部材と、を備えた請求項 1 乃至 7 いずれか一項に記載の振動型駆動装置。

【請求項 11】

医療器具と、
医療器具を保持する保持部と、
保持部に取り付けられた振動型駆動装置と、を備え
前記振動型駆動装置は、
電気 機械エネルギー変換素子と、
前記電気 機械エネルギー変換素子が固着された弾性部材と、
前記弾性部材に振動が励起されることによって、前記弾性部材との間に相対変位が生じる被駆動部材と、
前記弾性部材と前記被駆動部材との間に設けられた接触部材と、を備え、
前記弾性部材は非金属材料から成り、
前記被駆動部材は非金属材料から成り、
前記接触部材は、非金属材料から成る、医療装置。 40
50

【請求項 1 2】

前記被駆動部材は、樹脂から成る請求項 1 1 に記載の医療装置。

【請求項 1 3】

前記被駆動部材は、強化プラスチックから成る請求項 1 に記載の医療装置。

【請求項 1 4】

前記被駆動部材は、セラミックスから成る請求項 1 に記載の医療装置。

【請求項 1 5】

前記弾性部材は、樹脂から成る請求項 1 1 乃至 1 4 いずれか一項に記載の医療装置。

【請求項 1 6】

前記弾性部材は、強化プラスチックから成る請求項 1 1 乃至 1 4 いずれか一項に記載の医療装置。 10

【請求項 1 7】

前記弾性部材は、セラミックスから成る請求項 1 1 乃至 1 4 いずれか一項に記載の医療装置。

【請求項 1 8】

前記接触部材は、樹脂から成る請求項 1 1 乃至 1 7 いずれか一項に記載の医療装置。

【請求項 1 9】

前記接触部材は、非酸化物系セラミックスまたは充填剤が添加されたセラミックスから成る請求項 1 1 乃至 1 7 いずれか一項に記載の医療装置。

【請求項 2 0】

前記接触部材は、前記被駆動部材の一部であり、前記被駆動部材と同じ材料から形成されている請求項 1 1 乃至 1 3、1 5、及び 1 6 いずれか一項に記載の医療装置。 20

【請求項 2 1】

前記接触部材は、前記弾性部材の一部であり、前記弾性部材と同じ材料から形成されている請求項 1 1 乃至 1 3、1 5、及び 1 6 いずれか一項に記載の医療装置。

【請求項 2 2】

前記弾性部材を支持する非金属材料から成る第 1 の支持部材と、
前記被駆動部材を支持する非金属材料から成る第 2 の支持部材と、
前記弾性部材および前記被駆動部材の少なくとも一方を前記接触部材へ接触加圧する非金属材料から成る加圧部材と、を備えた請求項 1 1 乃至 2 1 いずれか一項に記載の医療装置。 30

【請求項 2 3】

磁気共鳴イメージング装置と、
前記磁気共鳴イメージング装置内部に設けられた請求項 1 1 乃至 2 1 いずれか一項に記載の医療装置と、
を備える医療システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、磁気共鳴を利用した画像診断装置のボア近傍または内部に設置する振動型駆動装置または、振動型駆動装置を用いた医療装置、及び医療システムに関するものである。 40

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、医療支援ロボットの分野において、磁気共鳴イメージング装置を用いた画像フィードバックによる手術支援ロボットの研究開発が盛んである。旧来の磁気共鳴イメージング装置は、円筒形状のガントリーによって患者の体表を覆う形で画像診断を行う。一方、近年では、開口部の大きなガントリーやガントリーの中央部に広い空間を持つオープン磁気共鳴イメージング装置が開発され、手術支援ロボットや医師による磁気共鳴イメージン 50

グ装置内部への介入の可能性が大きく広がりつつある。一方で、磁気共鳴イメージング装置における静磁場は、 $1.5 [T] \sim 3.0 [T]$ 程度の非常に強いものであり、3次元位置情報を精度よく決定するために、その磁場精度は非常に高精度に管理されている。従って、磁気共鳴イメージング装置のガントリーの近くに持ち込む手術支援ロボットやその他医療機器は、画像アーチファクトの発生など、画像形成への影響を少なくしなければならない。したがって、それらには、磁気共鳴イメージング装置内部で発生している磁場の線形性及び均一性を乱さないことが要求される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

【特許文献1】US 6 274 965 B 1

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】鎮西清行, R. Kikinis, F. Jolesz, "MR Compatibility of Mechatronic Devices: Design Criteria," in Proc. MICCAI '99 Lecture Notes in Computer Science, vol. 1679, 1999, pp. 1020 - 1031.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

特許文献1には磁気共鳴イメージング装置の近くで使用する振動型駆動装置において、housing以外の構成要素について、磁気共鳴イメージング装置の画像アーチファクトに影響を与えない材料で構成すると記載されている。特許文献1では、振動型駆動装置の構成要素としてチタン、タンタル、アルミニウムを用いる構成例が開示されている。

【0006】

一方非特許文献1には、一般的に非磁性金属とされている、オーステナイト系ステンレス鋼 SUS 304、SUS 316 やアルミニウム系金属、チタン系金属などよりも磁化率の低いベリリウム銅であっても、磁気共鳴イメージング装置を用いた取得画像に対し、画像アーチファクトを発生させるという実験結果が報告されている。

30

【0007】

従って、特許文献1に開示されている金属材料をもって振動型駆動装置の各構成要素を形成させたとしても、振動型駆動装置ユニットを磁気共鳴イメージング装置の近くに設置した場合、結果的に画像アーチファクトを発生させる恐れがある。

【0008】

以上の点に鑑みて、本発明の一様態は磁気共鳴イメージング装置のガントリー近傍または内部に設置しても磁気共鳴イメージング装置の画像アーチファクトの発生がない、または低減された、振動型駆動装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

40

上記の課題を解決するため、本発明は解決手段の一様態として、電気機械エネルギー素子と、前記電気機械エネルギー素子が固着された弾性部材と、前記弾性部材に振動が伝達されることによって、前記弾性部材との間に相対変位が生じる被駆動部材と、前記弾性部材と前記被駆動部材との間に設けられた接触部材と、を備え、

前記弾性部材及び前記被駆動部材は、それぞれ非金属材料から成り、前記接触部材は、樹脂、非酸化物系セラミックス、または充填剤が添加されたセラミックスからなる振動型駆動装置を提供する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、磁場が発生している空間において、磁場への影響の少ない振動型駆動

50

装置を提供することができる。たとえば、ガントリ近傍または内部に安全設置でき、さらに磁気共鳴イメージング装置の磁場への影響を最小限に抑えた振動型駆動装置を提供することができる。また、その振動型駆動装置を用いた医療用マニピュレータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】振動型駆動装置の概略斜視図である。

【図2】立体分解表示された振動型駆動装置の概略斜視図である。

【図3】(a)振動型駆動装置の概略断面図、(b)B部拡大図、(c)C部拡大図である。

10

【図4】振動型駆動装置の概略斜視図である。

【図5】立体分解表示された振動型駆動装置の概略斜視図である。

【図6】(a)振動型駆動装置の概略断面図、(b)D部拡大図である。

【図7】振動型駆動装置の概略斜視図である。

【図8】立体分解表示された振動型駆動装置の概略斜視図である。

【図9】(a)振動型駆動装置の概略断面図、(b)F部拡大図である。

【図10】オープン磁気共鳴イメージング装置を模式的に示した概略斜視図である

【図11】医療用マニピュレータの概略斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

20

以下に、本発明の実施の形態について説明する。

【0013】

本発明の一様態は、電気機械エネルギー素子と、前記電気機械エネルギー素子が固着された弾性部材と、前記弾性部材に振動が励起されることによって、前記弾性部材との間に相対変位が生じる被駆動部材と、前記弾性部材と前記被駆動部材との間に設けられた接触部材と、を備え、

前記弾性部材及び前記被駆動部材は、それぞれ非金属材料から成り、前記接触部材は、樹脂、非酸化物系セラミックス、または充填剤が添加されたセラミックスからなる振動型駆動装置に関する。

【0014】

30

なお、本願明細書において、ある部材がAから成る、または、Aから形成される、とは、Aのみから構成されることに限定されず、実質的にAからなる場合を含む。したがって、前記部材が実質的にAから構成されているのと同様の機能を満たすのであれば、A以外の元素や材料が不純物としてAに混入している場合も含む。

【0015】

また、被駆動部材とは、弾性部材の振動により、弾性部材との間に相対変位が生じるものである。なお、弾性部材と被駆動部材の間に相対変位が生じるとは、弾性部材と被駆動部材の両方が移動する場合、弾性部材が固定され被駆動部材が移動する場合、及び被駆動部材が固定され弾性部材が移動する場合を含む。

【0016】

40

(実施の形態1)

図1乃至図3を用いて、本発明の第1の実施形態について説明する。尚、図中に示した座標軸は、共通のものとする。

【0017】

図1は本発明第1の実施形態における振動型駆動装置1の概略斜視図である。図1に示す振動型駆動装置を立体分解表示した概略斜視図を図2に示す。また、図1の振動型駆動装置の、x軸正方向から見た中心軸を通るy-z断面における断面図を図3(a)に示す。図3(a)において、円で囲ったB部及び、C部の拡大詳細図について、各々図3(b)、(c)に示す。

【0018】

50

まず、振動型駆動装置 1 の構造及び、動作原理について説明する。2 は弾性部材であり、裏面には、電気 機械エネルギー変換素子などの機械エネルギー付与素子が設けられる。例えば、圧電素子 5 が固着されている。電気基板 9 によって圧電素子 5 へ電気信号が伝達されると、圧電素子 5 は電氣的エネルギーを機械的エネルギーへ変換し、アキシャル方向へ変位を生じる。圧電素子 5 を複数に分極し、弾性部材 2 の曲げ振動モードに合致した固有振動数を励起させることで、弾性部材 2 の上端面ではアキシャル方向の変位とそれに直交した駆動方向（図では周方向）の変位を得ることができる。また、弾性部材 2 には図に示すように、複数の溝をラジアル方向に設けることにより、より少ないエネルギーで効率的に、より大きな変位を得ることが可能である。一方、図 3（c）に示すように、弾性部材 2 の上端には溝が設けられ、そこに接触部材 4 が埋め込まれ、接触部材 4 の一端が弾性部材 2 に固着されている。接触部材 4 の他端は、被駆動部材 3 に接触している。被駆動部材 3 は弾性部材 3 a をもち、弾性部材 2 のアキシャル方向の変位に倣うことで、弾性部材 2 の上端における 2 次元的な変位から、駆動方向（図では周方向）の変位を効率よく取り出せる機構としている。

10

20

30

40

50

【0019】

次に振動型駆動装置 1 における支持機構について説明する。弾性部材 2 は第 1 の支持部材 6 によって支持されている。第 1 の支持部材 6 は、120 度間隔でラジアル方向に保持機構 6 a を備え、図 3（b）に示すように、保持機構 6 a が弾性部材 2 の溝に嵌め込まれることで、弾性部材 2 をラジアル方向に拘束、支持している。電気基板 9、圧電素子 5 及び弾性部材が一体となったユニットは、支持部材 6 の上に配置された不織布 10 の上に保持されている。図中、保持機構 6 a は、第 1 の支持部材 6 の一部として示してあるが、弾性部材 2 の第 1 の支持部材 6 への組み込み容易性を考慮して、第 1 の支持部材 6 と保持機構 6 a とを別体として形成するなど、第 1 の支持部材 6 を 2 体以上から形成することができる。

【0020】

次に、被駆動部材 3 の支持方法について説明する。7 は、被駆動部材 3 を支持する第 2 の支持部材である。第 2 の支持部材 7 は、外輪 7 a、内輪 7 b、複数の玉 7 c で構成されるラジアル玉軸受である。被駆動部材 3 と第 2 の支持部材 7 は、外輪 7 a の外径嵌合によって支持されている。内輪 7 b の上端部と、加圧部材 8 に設けられた弾性部 8 a とは接触状態にあり、加圧部材 8 の外周に設けられた雄ねじ 8 b と第 1 の支持部材 6 の内周に設けられた雌ねじ 6 b を締め付けることによって、弾性部 8 a を弾性変形させる。加圧部材 8 は、弾性部材 2 および被駆動部材 3 の少なくとも一方を接触部材 4 へ接触加圧する部材であり、この弾性変形を利用することで、アキシャル方向に適切な荷重で加圧することができる。このように、被駆動部材 3 を接触部材 4 側へ適切な荷重で加圧することで、駆動に適した良好な摩擦特性を得ることができる。

【0021】

本実施形態の振動型駆動装置において、弾性部材 2、被駆動部材 3、接触部材 4 が非金属材料から成る。たとえば、弾性部材 2 をセラミックス、被駆動部材 3 を樹脂で形成し、接触部材 4 を樹脂または非酸化物系セラミックスで形成する。なお、弾性部材及び接触部材の両方をセラミックスで形成した場合は、セラミックスが水分を吸着することにより、弾性部と接触部材との間の摩擦特性が安定せず、振動型駆動装置としての性能に悪影響を及ぼすことがある。従って、接触部材を摺動性の良い、強化プラスチック（FRP）等の樹脂やシリコンカーバイド等の非酸化物系セラミックス、非酸化物系セラミックス等が充填剤として添加されたセラミックスで形成することにより、安定した摩擦特性が得られる効果がある。

【0022】

また、上記に加え、第 1 の支持部材 6 及び第 2 の支持部材 7、及び加圧部材 8 は非金属材料、例えばセラミックスや樹脂から成る。

【0023】

本発明の振動型駆動装置において、圧電素子の電極や電気基板の配線以外は、非金属材料

料から成るため、磁場の発生している空間において本発明の振動型駆動装置を使用したとしても、磁場の乱れが発生しない、または、発生したとしても低減されたものとなる。したがって、磁場を乱すことなく振動型駆動装置により物体の位置を移動したり制御したりすることができる。

【 0 0 2 4 】

例えば、本発明における振動型駆動装置を、磁気共鳴イメージング装置近傍または内部で用いる場合、磁気共鳴イメージング装置の画像形成に影響を与えずに、または影響が低減された画像形成を行うことができる。

【 0 0 2 5 】

本実施形態の振動型駆動装置 1 の各構成部材の材料について、具体例を説明する。まず、弾性部材 2 の材料について述べる。本実施の形態では、弾性部材として、セラミックや樹脂を用いることができる。樹脂としては、強化プラスチック (FRP) として、充填剤が添加された樹脂を用いることができ、例えば、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK) にグラスファイバーやカーボンファイバーなどの充填剤が添加された材料を用いることができる。本実施の形態では、ファインセラミックの一種である、立方晶中に一部正方晶を分散・析出させ、熱間静水圧加圧焼結法 (HIP) によって焼結させた部分安定化ジルコニア (PSZ: Partially Stabilized Zirconia) を用いる。安定化ジルコニア (SZ: Stabilized Zirconia) は、耐熱材料として用いられている。安定化ジルコニアは、ジルコニア (ZrO_2) に酸化マグネシウム (MgO) や、イットリア (Y_2O_3)、酸化カルシウム (CaO) 等が固溶させることによって、低温状態でも立方晶を維持する。一方、部分安定化ジルコニア (PSZ) では、正方晶を準安定相として含有させる。このため、酸化マグネシウム (MgO) やイットリア (Y_2O_3) の少なくとも一方を、ジルコニア (ZrO_2) を安定化ジルコニア (SZ) として安定化させるのに必要な量よりも少ない量添加し、適切な熱処理を行う。これによって、ジルコニアを部分的に安定させることが可能である。強度を増すために、アルミナ (Al_2O_3) を固溶していてもよい。部分安定化ジルコニアを採用することで、応力場における亀裂先端の破壊エネルギーが、正方晶から単斜晶へのマルテンサイト変態により吸収されるため、ファインセラミックスでも高い靱性を得られる利点がある。また、弾性部材として、アルミナ (Al_2O_3) を適用することも可能である。参考までに市販の純度 99.5 [%] のアルミナ (Al_2O_3) と、イットリア (Y_2O_3) が添加され熱間静水圧加圧焼結法 (HIP) によって焼結された部分安定化ジルコニア (PSZ) を用いて、弾性部材を形成した場合について、シミュレーション結果をもとに性能比較を行う。シミュレーションは、溝幅 1.0 [mm]、溝底半径 R0.2 [mm] をもつ外径約 60 [mm]、高さ約 5 [mm] の弾性部材にある曲げ振動モードを想定した Peak to Peak で振幅 2 [μm] の強制変位を与えることにより行った。市販されている 99.5 [%] のアルミナ (Al_2O_3) と部分安定化ジルコニア (PSZ)、各々の材料で弾性部材を形成した時の弾性部材に生じる最大主応力を求めたシミュレーション結果を表 1 に示す。表 1 において、各材料の特性値は、概略参考値であり、保証値ではない。表 1 よりアルミナ (Al_2O_3) では、最大主応力が静的な抗折力の約 21 [%] であるのに対し、部分安定化ジルコニア (PSZ) では、最大主応力が静的な抗折力の約 2.6 [%] であることがわかる。弾性部材 2 には、ラジアル方向に周期的な曲げ振動を繰り返し励起するため、弾性部材に生じる最大主応力が静的な抗折力に比べて非常に小さいことが望ましい。セラミックスは脆性材料のため、弾性部材に用いるのに適した、抗折力に対する最大主応力の割合を定義することは困難であるが、一つの指標として煉瓦や石材におけるアンウィン (Unwin) の安全率を参考にする。アンウィンの安全率において、動的な繰り返し荷重が作用する場合は、安全率約 30 が目安とされている。表 1 におけるシミュレーション結果から求めると、アルミナの場合が安全率約 4.7、部分安定化ジルコニア (PSZ) の場合が安全率約 37 に相当し、部分安定化ジルコニア (PSZ) の方がより適切な材料であると判断できる。

【 0 0 2 6 】

部分安定化ジルコニア（P S Z）は、比重がマルテンサイト系ステンレス鋼 S U S 4 2 0 J 2 の約 7 9 [%] 程度と、樹脂やアルミナ（ $A l_2 O_3$ ）などのセラミックス材料と比べて、高比重である。よって、弾性部材として、ファインセラミックスの中でも部分安定化ジルコニア（P S Z）を用いることで、より大きな振動エネルギーを得ることができ、また、樹脂と比較して粘性損失が少ないため、非金属材料の中でも良好な振動特性を得ることができる。

【 0 0 2 7 】

【 表 1 】

表 1 最大主応力のシミュレーション結果（アルミナと部分安定化ジルコニアの比較）

	純度 9 9 . 5 % アルミナ	部分安定化ジルコニア（P S Z）
比重	3.9	6.09
ヤング率 [G P a]	400	200
静的抗折力 [M P a]	450	1700
最大主応力 [M P a]	95	45

【 0 0 2 8 】

次に、被駆動部材 3 の材料とその製造方法について説明する。先に述べたように、被駆動部材は、図中 z 方向において安定した弾性特性を有することが必要である。また、振動型駆動装置の良好な制御特性を得るために、弾性部材の曲げ振動に追従する振動モードに合致した被駆動部材の固有振動数は、弾性部材の、曲げ振動に合致した固有振動数よりも十分高い必要がある。以上の 2 点に鑑みて、被駆動部材は充填剤を添加した樹脂を用いて形成することができ、例えば、ポリエーテルエーテルケトン（P E E K）にグラスファイバーやカーボンファイバーなどの充填剤が添加された強化プラスチック（F R P）を用いて形成できる。充填剤として添加されたグラスファイバー（G F）やカーボンファイバー（C F）は硬質な耐摩耗性材料としても作用し、安定した摩擦力を確保するのにも寄与する。その他、摺動性の向上のためにポリテトラフルオロエチレン（P T F E）などのフッ素系樹脂やポリイミド（P I）等の耐熱性樹脂を含有してもよい。また、摩擦力向上のために、セラミックスまたは樹脂材料にシリコンカーバイド（S i C）やチタンカーバイド（T i C）等の非酸化物系セラミックスを含有してもよい。接触部材の表層としては、ダイヤモンドライクカーボン（D L C）等の非金属材料や、前記シリコンカーバイド（S i C）やチタンカーバイド（T i C）等の非酸化物セラミックスから成る被膜が形成されていてもよい。通常市販されている強化プラスチックを使用して被駆動部材を形成する場合、切削加工あるいは射出成形によって製作するのが一般的である。図中に示した円環状の被駆動部材を、前者の切削加工により製作する場合、市販の F R P から成る棒材を用いて加工するのが一般的である。しかし、棒材の多くは押し出し成形によって製作されているため、充填剤の配向が押し出し方向に揃い、剛性の異方性を生じやすい。加えて、ラジアル方向にも充填剤の密度が異なり、設計に対する特性誤差を生じやすい。また、射出成型によって、円環状の被駆動部材を製作する場合は、金型のゲートを起点とした不均一分散が起こりやすく、同様に剛性の異方性を生じやすい。従って本実施の形態では、次の手順に従い被駆動部材を製作する。まず、粒体状の樹脂と充填剤の繊維を予め均一に混合した後、円筒状の金型に入れて加熱しながら圧縮成形を施し、形成する被駆動部材より大きい寸法の円柱（円盤）状のブランク材を成形する。次に、圧縮成形によって製作されたブランク材を旋盤加工などの機械加工によって所定の寸法に仕上げる。このような手順に従うと、強化プラスチックの充填剤を均一に分散させることができ、弾性部 3 a の弾性特性を精度よく設計することが可能である。設計例として、被駆動部材として従来から用いられている A 5 0 5 6 などのアルミ系金属を用いた場合と同等の弾性機能を、弾性部 3 a に付与する場合を考える。グラスファイバーを 3 0 [%] 添加したポリエーテルエーテルケトン（P E E K）は、アルミニウム系金属 A 5 0 5 6 の約 1 4 [%] のヤング率を持つ

10

20

30

40

50

。被駆動部材の材料として、このグラスファイバーが添加された P E E K を用いた場合、弾性部 3 a の z 方向の厚さ寸法を、駆動周波数に応じて設計することで、A 5 0 5 6 と同等の弾性特性が得られる。このように、充填剤を均一に分散させることにより弾性特性の精度を向上させる効果が期待できる。また、充填剤の添加により、クリープ時間を拡大させる効果が期待できる。本実施の形態では、粒体状の樹脂と充填剤を予め混合した後に圧縮成形したものをブランク材として利用する製作例について説明した。しかし、このような方法が適用困難な場合でも、次のような方法で、充填剤を添加した強化プラスチック (F R P) の異方性を簡易的に改善させることが可能である。市販のバー材や管材、その他の資材をブランク成形用の金型に入れ、加熱しながらゆっくり圧縮成形を施すことで、揃っていた充填剤の配向を分散させる効果が期待できる。

10

【 0 0 2 9 】

次に、加圧部材 8 の材料について説明する。本実施の形態における加圧部材 8 は弾性部 8 a を備えており、その弾性を第 2 の支持部材 7 の予圧と、弾性部材 2 - 接触部材 4 - 被駆動部材 3 間の接触圧力の管理に利用していることから、弾性部 8 a は高精度な弾性特性を持つことが要求される。例えば、弾性部 8 a は樹脂を用いて形成することができ、一般的なエンジニアリングプラスチックを用いて加圧部材 8 を形成すれば、異方性の少ない弾性特性が得られる。更に、被駆動部材 3 と同様に充填剤が添加された強化プラスチック (F R P) を用いると、良好なクリープ特性を得ることができる。

【 0 0 3 0 】

最後に、圧電素子 5、第 1 の支持部材 6、第 2 の支持部材 7、接触部材 4 の材料について説明する。圧電素子 5 としては、圧電層にセラミック等の非磁性体を用いることができ、例えばジルコン酸鉛とチタン酸鉛 ($PbZrO_3 - PbTiO_3$) を主成分とする圧電素子を用いることが出来る。また、第 1 の支持部材 6 は樹脂やセラミックスを用いて形成することができ、高精度な弾性特性や、高い耐熱性が要求されないため、例えば、エンジニアリングプラスチックや、マシナブルセラミックス、ファインセラミックスなどの非金属材料の適用が可能である。第 2 の支持部材 7 については、外輪 7 a 及び、内輪 7 b は樹脂やセラミックスを用いて形成することができ、エンジニアリングプラスチックや、マシナブルセラミックス、ファインセラミックスなどの非金属材料の適用が可能である。玉 7 c は、セラミックス等の非金属材料を用いて形成することができるが、部分安定化ジルコニアを用いて形成すると、靱性、耐熱性、耐摩耗性に優れた玉 7 c を形成することができる。また、接触部材 4 は非金属である樹脂を用いて形成することができる。摺動性を向上させる目的から、接触部材 4 の材料としては、フッ素系樹脂のポリテトラフルオロエチレン (P T F E) が好ましい。また、樹脂としては、セラミックス等の充填剤が添加された樹脂を用いてもよい。たとえば、シリコンカーバイド (S i C) やチタンカーバイド (T i C) 等の非酸化物系セラミックスを含有した樹脂を用いることができる。ポリイミド (P I) 等の耐熱性樹脂を含有してもよい。また、摩擦力向上のために、セラミックスに、シリコンカーバイド (S i C) やチタンカーバイド (T i C) 等の非酸化物系セラミックスを含有してもよい。接触部材の表層として、硬質な摩擦層である、ダイヤモンドライクカーボン (D L C) やシリコンカーバイド (S i C)、チタンカーバイド (T i C) 等の非酸化物系セラミックスから成る被膜を形成してもよい。

20

30

40

【 0 0 3 1 】

本実施の形態において、各部材の適切な材料について説明してきたが、本発明における振動型駆動装置は上述の材料に限定されるものではなく、各部材は、非金属材料により構成されていることを満たしていればよい。ただし、上述のように、弾性部材と被駆動体の両方がセラミックスから成る場合、接触部材を、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) などのフッ素系樹脂やポリイミド (P I) 等の耐熱性樹脂を含有した樹脂で形成することで、良好な摺動性が確保できる。さらに、接触部材として、セラミックスまたは樹脂材料にシリコンカーバイド (S i C) やチタンカーバイド (T i C) 等の非酸化物系セラミックスを含有することで、安定した摩擦特性を得る効果が期待できる。

【 0 0 3 2 】

50

ここで、非金属材料とは金属結合以外からなる材料、すなわち、イオン結合、共有結合、または分子間力をもとに構成されている材料を指す。また、ある部材がAから成る、Aから形成される、とは、Aのみから構成されることに限定されず、実質的にAからなる場合を含む。従って、本実施形態において、例えば磁気共鳴イメージング装置の画像形成に実質的な影響を与えない程度に、ある部材に他の元素や材料等が混入している場合も含む。

【0033】

本実施の形態では、機械エネルギー付与素子の一例として電気 機械エネルギー変換素子の一例である圧電素子を用いたが、これに限定されず、磁歪効果を利用した機械エネルギー付与素子を用いてもよい。また、機械エネルギー付与素子は、電気エネルギーや磁気エネルギーを機械エネルギーに変換するものに限定されず、流体や熱等のもつエネルギーを機械エネルギーに変換するものであってもよい。

10

【0034】

本実施の形態では、円環状の回転駆動型の振動型駆動装置に関する実施の形態について記載したが、中実状の回転型駆動装置や、直動駆動型、面内駆動型、球状駆動型の振動型駆動装置への適用も容易に実施可能である。

【0035】

(実施の形態2)

図4乃至図6を用いて、本発明の第2の実施形態について説明する。尚、図中に示した座標軸は、共通のものとする。また、実施の形態1と共通する箇所は説明を省略し、共通する部品は同一の符号を用いて説明する。

20

【0036】

図4は本発明第2の実施形態における振動型駆動装置21の概略斜視図である。図4に示す振動型駆動装置21を立体分解表示した概略斜視図を図5に示す。また、図4の振動型駆動装置の、x軸正方向から見た中心軸を通るy-z断面における断面図を図6(a)に示す。図6(a)において、円で囲ったD部の拡大詳細図について、図6(b)に示す。

【0037】

まず、振動型駆動装置21の構造及び、動作原理について説明する。22は弾性部材であり、裏面には機械エネルギー付与素子が設けられる。例えば、電気 機械エネルギー変換素子である、圧電素子5が固着されている。実施の形態1と同様に、弾性部材22の曲げ方向の振動モードに合致した固有振動数を励起させることで、弾性部材22の上端面ではアキシャル方向の変位とそれに直交した駆動方向(図では周方向)の変位を得ることができる。一方、図6(b)に示すように、接触部材24の上端は、被駆動部材23に固着され、下端は弾性部材22の上端に接触している。接触部材24は弾性部24aをもち、弾性部材22のアキシャル方向の変位に倣うことで、弾性部材22の上端における2次元的な変位から、駆動方向(図では周方向)の変位を効率よく取り出せる機構としている。

30

【0038】

次に振動型駆動装置21における支持機構について説明する。弾性部材22は第1の支持部材6によって支持され、被駆動部材23は第2の支持部材7によって支持され、支持方法は実施の形態1と同様とする。

40

【0039】

本実施の形態の振動型駆動装置21においても、圧電素子の電極や電気基板の配線以外は、非金属材料から成る。したがって、磁場の発生している空間において本発明の振動型駆動装置を使用したとしても、磁場の乱れが発生しない、または、発生したとしても低減されたものとなる。従って、例えば、本実施の形態における振動型駆動装置21を、磁気共鳴イメージング装置のガントリー近傍または内部で用いる場合、磁気共鳴イメージング装置の画像形成に影響を与えずに、または影響が低減された画像形成を行うことができる。本実施の形態で用いる非金属材料の具体例について、以下に説明する。

【0040】

50

まず、弾性部材 22 の材料について述べる。弾性部材 22 の材料としては、樹脂やセラミックス等を用いることができる。本実施の形態においては、実施の形態 1 と同様に、熱間静水圧加圧焼結法 (HIP) によって焼結させた部分安定化ジルコニア (PSZ: Partially Stabilized Zirconia) を用いる。

【0041】

次に、被駆動部材 23 の材料について説明する。本実施の形態において、被駆動部材はセラミックからなる。被駆動部材は、実施の形態 1 でも説明したように、良好な制御特性を得るために、弾性部材の曲げ振動に追従する振動モードに合致した被駆動部材の固有振動数が、弾性部材の曲げ振動に合致した固有振動数よりも十分高い必要がある。従って、例えば、弾性部材よりも比重が小さく、ヤング率の高い純度 99.5 [%] のアルミナ (Al_2O_3) を使用する。

【0042】

次に、接触部材 24 の材料について説明する。接触部材 24 は、樹脂などの非金属を用いて形成することができる。接触部材 24 については、弾性部 24a の高精度な弾性特性及び、弾性部材 22 に対する摺動性が求められるため、樹脂としては、充填剤が添加された樹脂を用いることができる。例えば、接触部材 24 は、グラスファイバーやカーボンファイバー等の充填剤が均一に分散された強化プラスチックを用いて形成される。接触部材 24 の形成方法としては、粒体状の樹脂と、上記充填剤とを混合した後、圧縮成形することにより形成することができる。樹脂には、例えば、ポリフェニレンサルファイド樹脂 (PPS) や、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK) を用いる。充填剤として添加されたグラスファイバー (GF) やカーボンファイバー (CF) は硬質な耐摩耗性材料としても作用し、安定した摩擦力の確保にも寄与する。また、充填剤として、セラミックスが添加された樹脂を用いることもできる。たとえば、摩擦力向上の観点から、シリコンカーバイド (SiC) やチタンカーバイド (TiC) 等の非酸化物系セラミックスを含有した樹脂を用いることができる。その他、摺動性の向上のためにポリテトラフルオロエチレン (PTFE) などのフッ素系樹脂やポリイミド (PI) 等の耐熱性樹脂を含有してもよい。また、摩擦力向上のために、セラミックスにシリコンカーバイド (SiC) やチタンカーバイド (TiC) 等の非酸化物系セラミックスを含有した材料を用いてもよい。更に、接触部材の表層として、硬質な摩擦層である、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) やシリコンカーバイド (SiC)、チタンカーバイド (TiC) 等の非酸化物系セラミックスから成る被膜を形成してもよい。

【0043】

また、圧電素子 5、電気基板 9、不織布 10、第 1 の支持部材 6、第 2 の支持部材 7、及び加圧部材 8 の材料に関しては、実施の形態 1 と同様のものを用いることができる。

【0044】

本実施の形態における振動型駆動装置 21 は、実施の形態 1 と比較して、被駆動部材 23 を高剛性に形成することができるため、被駆動部材 23 の良好な制御性を確保できる。また、接触部材 24 をセラミックスで形成してもよい。しかし、弾性部材 22 及び接触部材 24 の両方をセラミックスで形成した場合は、セラミックスが水分を吸着することにより、弾性部材 22 と接触部材 24 との間の摩擦特性が安定せず、振動型駆動装置としての性能に悪影響を及ぼすことがある。従って、弾性部材 22、及び被駆動部材 23 をセラミックスで、接触部材 24 を、強化プラスチック (FRP) 等の充填剤が添加された樹脂で形成することで、高精度な弾性特性を確保しつつ、充填剤が硬質な耐摩耗性材料として機能するため、摩擦力も確保できる。また接触部材 24 に、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) などのフッ素系樹脂やポリイミド (PI) 等の耐熱性樹脂を含有することで、良好な摺動性が確保できる。さらに、セラミックスまたは樹脂材料にシリコンカーバイド (SiC) やチタンカーバイド (TiC) 等の硬質非酸化物系セラミックスを含有したり、これらの材料から成る被膜を形成したりすることで、安定した摩擦特性を得る効果が期待できる。

【0045】

本実施の形態では、図 6 (b) の図中 E で示した $x - y$ 平面に平行な平面を境に、被駆動部材 2 3 と接触部材 2 4 が各々形成されているが、図中で示した E と異なる箇所、被駆動部材 2 3 と接触部材 2 4 が固着されていても良い。本実施の形態では、被駆動部材 2 3 がセラミックスで形成されている例について記載したが、被駆動部材 2 3 が強化プラスチック (F R P) 等の非金属材料で構成されていてもよい。また、被駆動部材 2 3 と接触部材 2 4 が同一部材から成る場合や、同一部材が一体で形成されている場合も本発明の範疇に含まれる。

【 0 0 4 6 】

本実施の形態では、機械エネルギー付与素子の一例として電気 機械エネルギー変換素子の一例である圧電素子を用いたが、これに限定されず、磁歪効果を利用した機械エネルギー付与素子を用いてもよい。また、機械エネルギー付与素子は、電気エネルギーや磁気エネルギーを機械エネルギーに変換するものに限定されず、流体や熱等のもつエネルギーを機械エネルギーに変換するものであってもよい。

10

【 0 0 4 7 】

また、本実施の形態では、円環状の回転駆動型の振動型駆動装置に関する実施の形態について記載したが、中実状の回転型駆動装置や、直動駆動型、面内駆動型、球状駆動型の振動型駆動装置への適用も容易に実施可能である。

【 0 0 4 8 】

(実施の形態 3)

図 7 乃至図 9 を用いて、本発明の第 3 の実施形態について説明する。尚、図中に示した座標軸は、共通のものとする。また、実施の形態 1 及び実施の形態 2 と共通する箇所は説明を省略し、共通する部品は同一の符号を用いて説明する。

20

【 0 0 4 9 】

図 7 は本発明第 3 の実施形態における振動型駆動装置 3 1 の概略斜視図である。図 7 に示す振動型駆動装置を立体分解表示した概略斜視図を図 8 に示す。また、図 7 の振動型駆動装置の、 x 軸正方向から見た中心軸を通る $y - z$ 断面における断面図を図 9 (a) に示す。図 9 (a) において、円で囲った F 部の拡大詳細図について、図 9 (b) に示す。

【 0 0 5 0 】

まず、振動型駆動装置 3 1 の構造及び、動作原理について説明する。2 2 は弾性部材であり、裏面には機械エネルギー付与素子が設けられる。例えば、電気 機械エネルギー変換素子である、圧電素子 5 が固着されている。実施の形態 1 と同様に、弾性部材 2 2 の曲げ方向の振動モードに合致した固有振動数を励起させることで、弾性部材 2 の上端面ではアキシシャル方向の変位とそれに直交した駆動方向 (図では周方向) の変位を得ることができる。一方、図 9 (b) に示すように、薄膜状の接触部材 3 4 の上端は、被駆動部材 3 3 に固着され、下端は弾性部材 2 2 の上端に接触している。被駆動部材 3 3 は弾性部 3 3 a をもち、弾性部材 2 2 のアキシシャル方向の変位に倣うことで、弾性部材 2 2 の上端における 2 次元的な変位から、駆動方向 (図では周方向) の変位を効率よく取り出せる機構としている。

30

【 0 0 5 1 】

次に振動型駆動装置 3 1 における支持機構について説明する。弾性部材 2 2 は第 1 の支持部材 6 によって支持され、被駆動部材 2 3 は第 2 の支持部材 7 によって支持され、支持方法は実施の形態 1 と同様とする。

40

【 0 0 5 2 】

本実施の形態の振動型駆動装置 3 1 においても、圧電素子の電極や電気基板の配線以外は、非金属材料から成る。したがって、磁場の発生している空間において本発明の振動型駆動装置を使用したとしても、磁場の乱れが発生しない、または、発生したとしても低減されたものとなる。よって、例えば、本実施の形態における振動型駆動装置 3 1 を、磁気共鳴イメージング装置のガントリ近傍または内部で用いる場合、磁気共鳴イメージング装置の画像形成に影響を与えずに、または影響が低減された、画像形成を行うことができる。本実施の形態で用いる非金属材料の具体例について、以下に説明する。

50

【 0 0 5 3 】

まず、弾性部材 2 2 の材料としては、樹脂やセラミックス等を用いることができる。本実施の形態において、弾性部材 2 2 は、実施の形態 2 と同様に、熱間静水圧加圧焼結法 (HIP) によって焼結させた部分安定化ジルコニア (PSZ: Partially Stabilized Zirconia) を用いる。

【 0 0 5 4 】

次に、被駆動部材 3 3 も、セラミックスである、高靱性の部分安定化ジルコニア (PSZ) を用いる。

【 0 0 5 5 】

接触部材 3 4 は、樹脂、非酸化物系セラミックス、または充填剤として非酸化物系セラミックスが添加されたセラミックスからなり、例えば、摺動性を向上させる目的から、フッ素系樹脂のポリテトラフルオロエチレン (PTFE) を用いて形成することができる。またポリイミド (PI) 等の耐熱性樹脂を含有してもよい。セラミックスまたは樹脂にシリコンカーバイド (SiC) やチタンカーバイド (TiC) 等の非酸化物系セラミックスを含有させることで、摩擦力を向上させることができる。また、接触部材の表層として、硬質な摩擦層である、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) やシリコンカーバイド (SiC)、チタンカーバイド (TiC) 等の非酸化物系セラミックスから成る被膜を形成してもよい。

【 0 0 5 6 】

また、圧電素子 5、電気基板 9、不織布 10、第 1 の支持部材 6、第 2 の支持部材 7、及び加圧部材 8 の材料に関しては、実施の形態 1 と同様のものを用いることができる。

【 0 0 5 7 】

本実施の形態における振動型駆動装置 3 1 は、被駆動部材 3 3 を高靱性に形成することができるため、被駆動部材 3 3 の良好な弾性特性を確保できる。本実施の形態では、弾性部材 2 2 と被駆動部材 3 3 とを、ともに部分安定化ジルコニア (PSZ) で形成しているため、両者を直接接触させると水分の吸着により、安定した摩擦特性が得られないため、振動型駆動装置の性能に悪影響を及ぼすことがある。そこで、本実施の形態のように、弾性部材 2 2 と被駆動部材 3 3 との間に接触部材 3 4 を設けることにより、良好な摺動性を確保することができる。

【 0 0 5 8 】

本実施の形態では、被駆動部材 3 3 がセラミックスで形成されている例について記載したが、被駆動部材 3 3 が強化プラスチック (FRP) 等の非金属材料で構成されていてもよい。接触部材は、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) であることが望ましいが、ポリイミド (PI) 等の耐熱性樹脂を含有してもよい。また、摩擦力向上のために、シリコンカーバイド (SiC) やチタンカーバイド (TiC) 等の非酸化物系セラミックスが充填剤として添加された、セラミックスや樹脂から形成されてもよい。接触部材の表層として、硬質な摩擦層である、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) やシリコンカーバイド (SiC)、チタンカーバイド (TiC) 等の非酸化物系セラミックスから成る被膜を形成してもよい。また、被駆動部材 3 3、接触部材 3 4 が同一部材から成る場合や、同一部材が一体で形成されている場合も本発明の範疇に含まれる。

【 0 0 5 9 】

本実施の形態では、機械エネルギー付与素子の一例として電気 機械エネルギー変換素子の一例である圧電素子を用いたが、これに限定されず、磁歪効果を利用した機械エネルギー付与素子を用いてもよい。また、機械エネルギー付与素子は、電気エネルギーや磁気エネルギーを機械エネルギーに変換するものに限定されず、流体や熱等のもつエネルギーを機械エネルギーに変換するものであってもよい。

【 0 0 6 0 】

また、本実施の形態では、円環状の回転駆動型の振動型駆動装置に関する実施の形態について記載したが、中実状の回転型駆動装置や、直動駆動型、面内駆動型、球状駆動型の振動型駆動装置への適用も容易に実施可能である。

【 0 0 6 1 】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、本発明の振動型駆動装置の応用例を示す。本発明の振動型駆動装置は、磁気共鳴イメージング装置の内部で用いる医療装置に用いることができる。また、本発明の振動型駆動装置を用いて、磁気共鳴イメージング装置内部で使用可能な医療装置を有する、医療システムを提供することができる。

【 0 0 6 2 】

医療システムにおいて、磁気共鳴イメージング装置内部に、本発明の振動型駆動装置を有する医療装置を設置する。本実施の形態において、医療装置は、医療器具と、医療器具を保持し、移動可能に構成された保持部と、保持部に取り付けられ、保持部を移動する振動型駆動装置とを備える。このような構成とすることで、磁気共鳴イメージング装置によって、患者の画像取得情報を取得しながら、医療装置により医療処置を行うことができる。

10

【 0 0 6 3 】

図 1 0 及び図 1 1 を用いて、磁気共鳴イメージング装置の内部で用いられる医療装置として医療用マニピュレータ、固定部としてアーム、医療器具としてエンドエフェクタを用いる例について説明する。なお、医療器具はこれに限定されず、例えば、メス、鉗子、ニードル、プローブ、及び診断用の器具などが含まれる。

【 0 0 6 4 】

図 1 0 は、本発明の医療用マニピュレータ 5 0 を設置した、磁気共鳴イメージング装置 4 0 を模式的に示した概略斜視図である。ここでは、磁気共鳴イメージング装置として、ダブルドーナツ型のオープン磁気共鳴イメージング装置を用いた例を示す。図 1 0 において、4 2 は患者を寝かせるための処置台、4 3 は、処置台 4 2 の保持部、4 1 a、4 1 b は磁気共鳴イメージング装置の構成要素である磁石であり、ここでは円筒形状を有する。円筒形磁石 4 1 a、4 1 b の間には、マニピュレータ 5 0 を設置するためのマニピュレータ設置台 4 4 が設置されている。円筒形磁石 4 1 a、4 1 b の間にマニピュレータ 5 0 を設置しているため、磁気共鳴イメージング装置による画像取得情報を取得しながら、マニピュレータ 5 0 による医療処置を可能としている。

20

【 0 0 6 5 】

次に、医療用マニピュレータ 5 0 の詳細構造について、図 1 1 を用いて説明する。医療用マニピュレータ 5 0 は、各々回転 1 自由度をもつ、第 1 関節 6 1、第 2 関節 6 2、第 3 関節 6 3、第 4 関節 6 4 を介して、第 1 アーム 5 3、第 2 アーム 5 4、第 3 アーム 5 5、第 4 アーム 5 6 を備えた 4 軸垂直多関節アームの構造を有する。各々の関節には、実施の形態 1 乃至 3 に示した、弾性部材等を支持する第 1 の支持部材、被駆動部材等を支持する第 2 の支持部材を備えた、振動型駆動装置 5 1 a ~ 5 1 g が配置され、各関節に駆動トルクを付与することができる。また、第 4 アームの先端にはエンドエフェクタ 5 7 が装着され、穿刺や焼灼、把持等の任意の医療処置を行う。

30

【 0 0 6 6 】

次に、各振動型駆動装置の取り付け構造について説明する。振動型駆動装置 5 1 a の第 1 の支持部材は、マニピュレータ基台 5 2 に固定され、第 2 の支持部材は第 1 アーム 5 3 に固定され、振動型駆動装置 5 1 a は第 1 関節 6 1 まわりの回転トルクを付与可能な構造である。振動型駆動装置 5 1 b 及び 5 1 c の第 1 の支持部材は、ともに第 1 アーム 5 3 に固定され、振動型駆動装置 5 1 b 及び 5 1 c の第 2 の支持部材は、ともに第 1 アーム 5 4 に固定される。振動型駆動装置 5 1 b 及び 5 1 c は第 2 関節 6 2 まわりの回転トルクを付与可能な構造である。振動型駆動装置 5 1 d 及び 5 1 e の第 1 の支持部材は、ともに第 2 アーム 5 4 に固定され、振動型駆動装置 5 1 d 及び 5 1 e の第 2 の支持部材は、ともに第 3 アーム 5 5 に固定される。振動型駆動装置 5 1 d 及び 5 1 e は第 3 関節 6 3 まわりの回転トルクを付与可能な構造である。振動型駆動装置 5 1 f 及び 5 1 g の第 1 の支持部材は、ともに第 3 アーム 5 5 に固定され、振動型駆動装置 5 1 f 及び 5 1 g の第 2 の支持部材は、ともに第 4 アーム 5 6 に固定される。振動型駆動装置 5 1 f 及び 5 1 g は第 4 関節 6

40

50

4 まわりの回転トルクを付与可能な構造である。

【0067】

次に、医療用マニピュレータ50の材料について説明する。振動型駆動装置51a～51gには、実施の形態1乃至3の振動型駆動装置のいずれかを用いている。従って、振動型駆動装置51a～51gは、各々の電気基板や電極を除くすべての部材が非金属材料から成っている。また、マニピュレータ基台52、第1アーム53、第2アーム54、第3アーム55、第4アーム56は、すべて、非金属材料やベリリウム銅等の金属非磁性材料といった、非磁性材料から成っている。

【0068】

従って、本実施の形態によれば、医療用マニピュレータを磁気共鳴イメージング装置の円筒形磁石の近傍に安全に設置することができる。さらに磁気共鳴イメージング装置の磁場への影響を最小限に抑えた医療用マニピュレータを提供することができる。そのため、磁気共鳴イメージング装置による取得画像に対するアーチファクトを最小限に抑えることが可能である。本発明の振動型駆動装置を医療用マニピュレータの関節へ直接配置することで、歯車やベルトなどの動力伝達機構を少なくすることができ、マニピュレータの応答性を高めることが可能である。また、本実施の形態のように、本発明の振動型駆動装置を関節に複数配置することで、駆動トルクを補うことが可能である。

【0069】

本実施の形態では、磁気共鳴イメージング装置として、ダブルドーナツ型オープン磁気共鳴イメージング装置の内部に、医療用マニピュレータを設置した例を示したが、磁気共鳴イメージング装置はこれに限定されない。また、医療用マニピュレータとして、4軸垂直多関節型のマニピュレータを記載したが、水平多関節型のマニピュレータであっても、平行リンク機構型のマニピュレータであってもよく、マニピュレータの自由度や振動型駆動装置の設置場所や個数に制限はない。また、回転駆動型の振動型駆動装置を関節に直接配置した医療用マニピュレータに関する実施の形態について記載したが、振動型駆動装置は、これに限定されない。振動型駆動装置としては、直動駆動型や面内駆動型、球状駆動型の振動型駆動装置を用いてもよく、関節への駆動トルク付与手段として、動力伝達機構を備えていてもよい。

【符号の説明】

【0070】

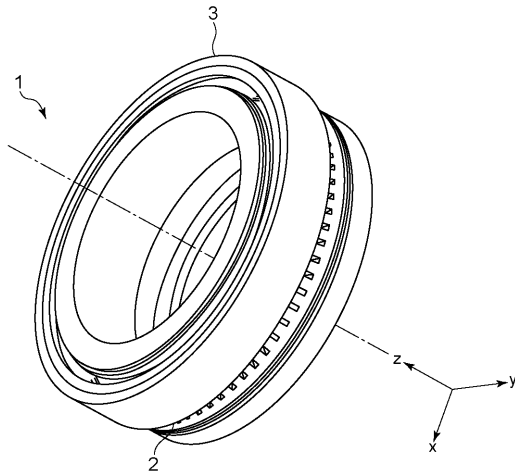
- 1 振動型駆動装置
- 2 弾性部材
- 3 被駆動部材
- 4 接触部材
- 5 圧電素子

10

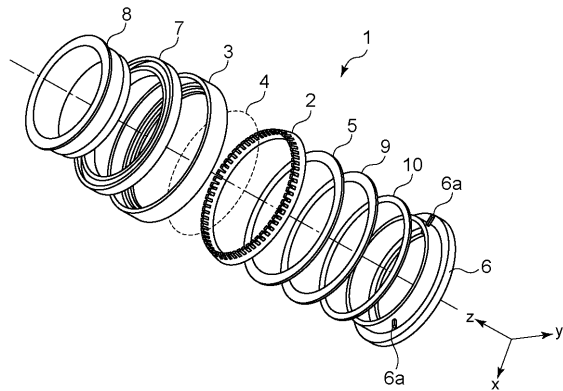
20

30

【 図 1 】

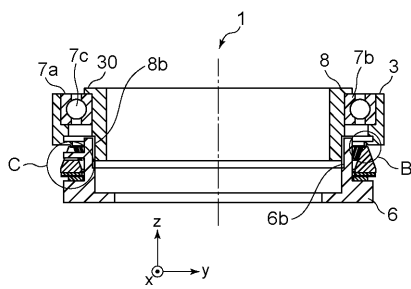


【 図 2 】

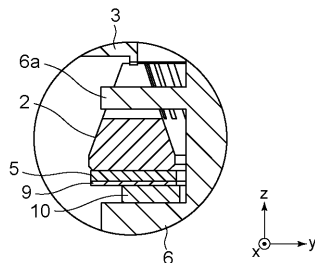


【 図 3 】

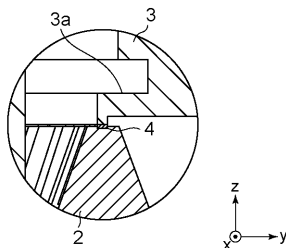
(a)



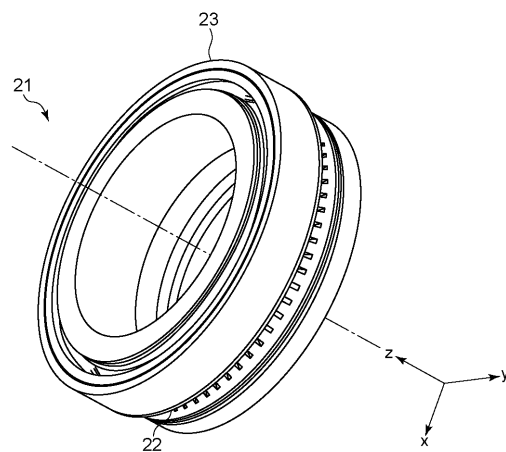
(b)



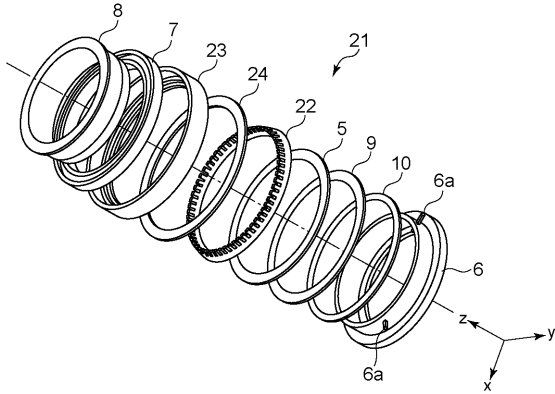
(c)



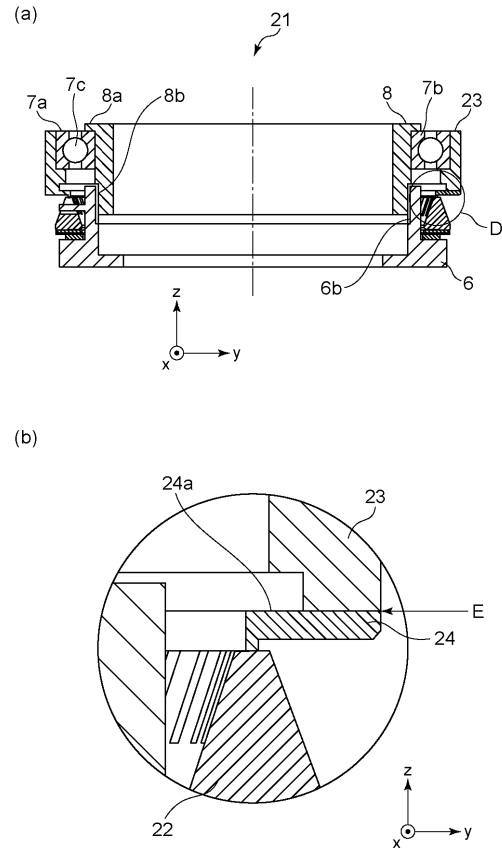
【 図 4 】



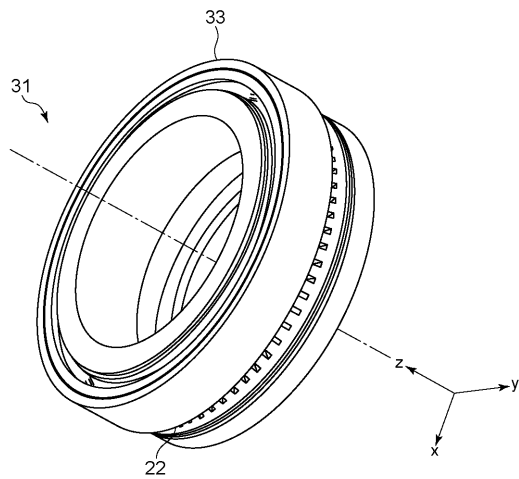
【図 5】



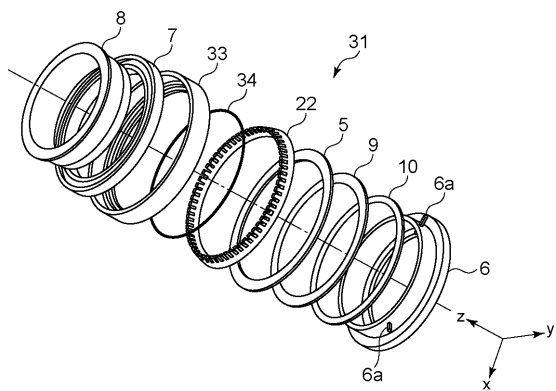
【図 6】



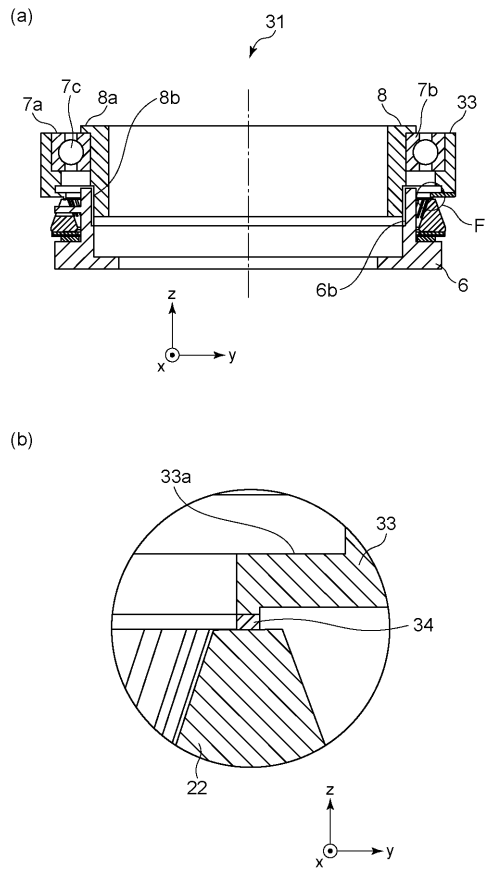
【図 7】



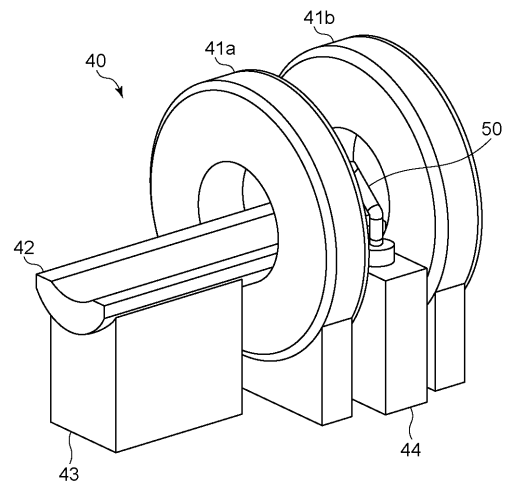
【図 8】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】

