

(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2019-198444
(P2019-198444A)

(43) 公開日 令和1年11月21日(2019.11.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 C 1/06 (2006.01)	A 6 1 C 1/06	4 C 0 5 2
A 6 1 C 1/18 (2006.01)	A 6 1 C 1/18	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2018-94261 (P2018-94261)
(22) 出願日 平成30年5月16日 (2018. 5. 16)

(71) 出願人 504258527
国立大学法人 鹿児島大学
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
(74) 代理人 100095407
弁理士 木村 満
(74) 代理人 100162259
弁理士 末富 孝典
(74) 代理人 100133592
弁理士 山口 浩一
(74) 代理人 100168114
弁理士 山中 生太
(72) 発明者 菊地 聖史
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
国立大学法人 鹿児島大学内
Fターム(参考) 4C052 AA13 BB02 CC18

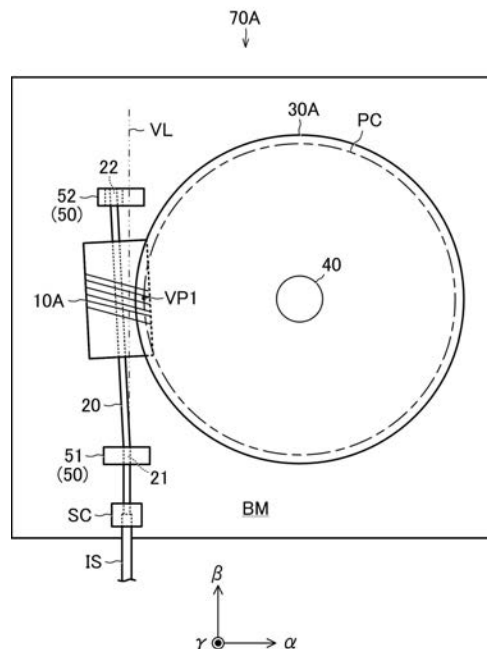
(54) 【発明の名称】 動力伝達装置及び口腔内加工装置

(57) 【要約】

【課題】バックラッシュが低減されるにも関わらず、小型に実現することができ、かつ歯車にトルクに起因する相対変位が生じにくい動力伝達装置を提供する。

【解決手段】ウォーム10Aを支持する可撓回転軸20が、第1軸受け部材51と第2軸受け部材52とによって、撓みを有する状態に保持される。可撓回転軸20の復元力によってウォーム10Aがウォームホイール30Aに押し付けられる。第1軸受け部材51は、可撓回転軸20の第1保持部分21の、第1保持部分21における可撓回転軸20の長さ方向と直交する平面に平行な面内方向の相対変位を阻止している。第2軸受け部材52は、可撓回転軸20の第2保持部分22の、第1保持部分21における可撓回転軸20の長さ方向とウォーム10Aがウォームホイール30Aに押し付けられる方向とに平行な平面に交差する交差方向の相対変位を阻止している。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

相手歯車と噛み合う歯車と、
可撓性を有する素材で形成され、前記歯車を支持する可撓回転軸と、
前記可撓回転軸の撓みに対する復元力によって、前記歯車が前記相手歯車に押し付けられるように、前記撓みを有する状態に前記可撓回転軸を保持する保持部材と、
を備え、

前記保持部材が、各々前記可撓回転軸を回転可能に保持し、かつ互いに前記可撓回転軸に沿う方向に離間して配置されている第 1 軸受け部材及び第 2 軸受け部材を有し、

前記第 1 軸受け部材が、前記可撓回転軸における前記第 1 軸受け部材によって保持される第 1 保持部分の、前記第 1 保持部分における前記可撓回転軸の長さ方向と直交する第 1 仮想平面に平行な面内方向の、前記相手歯車に対する相対変位を阻止しており、

前記第 2 軸受け部材が、前記可撓回転軸における前記第 2 軸受け部材によって保持される第 2 保持部分の、前記第 1 保持部分における前記可撓回転軸の長さ方向と前記歯車が前記相手歯車に押し付けられる方向とに平行な第 2 仮想平面に交差する交差方向の、前記相手歯車に対する相対変位を阻止している、

動力伝達装置。

【請求項 2】

前記第 2 軸受け部材が、前記第 2 保持部分の、前記歯車が前記相手歯車に押し付けられる向きの、前記相手歯車に対する相対変位を許容している、

請求項 1 に記載の動力伝達装置。

【請求項 3】

前記第 2 軸受け部材が、前記第 2 保持部分の、前記歯車が前記相手歯車に押し付けられる向き及び前記歯車が前記相手歯車から遠ざかる向きの、前記相手歯車に対する相対変位も阻止している、

請求項 1 に記載の動力伝達装置。

【請求項 4】

前記歯車が、前記第 1 軸受け部材と前記第 2 軸受け部材との間に配置されている、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の動力伝達装置。

【請求項 5】

歯牙及び骨を加工可能な加工ヘッドと、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の動力伝達装置によって構成されている第 1 動力伝達装置と、前記第 1 動力伝達装置を構成する前記歯車としての第 1 ウォームと噛み合う前記相手歯車としての第 1 ウォームホイールとを有し、前記第 1 ウォームの回転に伴う前記第 1 ウォームホイールの回転によって、前記加工ヘッドを、口腔の内部において第 1 方向に変位させる第 1 変位機構と、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の動力伝達装置によって構成されている第 2 動力伝達装置と、前記第 2 動力伝達装置を構成する前記歯車としての第 2 ウォームと噛み合う前記相手歯車としての第 2 ウォームホイールとを有し、前記第 2 ウォームの回転に伴う前記第 2 ウォームホイールの回転によって、前記加工ヘッドを、前記口腔の内部において前記第 1 方向と直交する第 2 方向に変位させる第 2 変位機構と、

を備える、口腔内加工装置。

【請求項 6】

前記第 1 ウォームホイールを支持する役割と、前記第 2 ウォームホイールを支持する役割とを兼ねる共通回転軸をさらに備え、

前記第 2 動力伝達装置を構成する前記保持部材が、前記第 1 ウォームホイールに取り付けられており、

前記第 1 方向とは、前記第 1 ウォームホイールが回転する 方向であり、

前記第 2 方向とは、前記共通回転軸に平行な z 方向である、

請求項 5 に記載の口腔内加工装置。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

それぞれ前記口腔の外部に設置される第 1 モータ及び第 2 モータと、
 前記第 1 モータの回転を、前記第 1 動力伝達装置を構成する前記可撓回転軸に伝達する
 第 1 フレキシブルシャフトと、
 前記第 2 モータの回転を、前記第 2 動力伝達装置を構成する前記可撓回転軸に伝達する
 第 2 フレキシブルシャフトと、
 をさらに備える、請求項 5 又は 6 に記載の口腔内加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、動力伝達装置と、これを備える口腔内加工装置とに関する。

10

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に開示されるように、互いに噛み合うウォーム及びウォームホイールと、それらウォームとウォームホイールとの間のバックラッシュを低減するために、ウォームをウォームホイールに押し付ける板ばねとを備える動力伝達装置が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 9 - 291982 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記動力伝達装置は、ウォーム及びウォームホイールとは別に、板ばねを必要とするため、特に、小型に実現することが求められる用途、例えば口腔内を加工する口腔内加工装置への応用には適さない。そこで、バックラッシュが低減されるにも関わらず、小型に実現することができる動力伝達装置が望まれる。

【0005】

また、上記動力伝達装置のように、歯車を相手歯車に押し付ける場合、歯車に位置の自由度が付与されるため、歯車が、自己に作用するトルクによって、相手歯車に対して相対変位する場合がある。この相対変位は、両歯車間の相対的な回転角度に誤差をもたらす。そこで、歯車にトルクに起因する相対変位が生じにくい動力伝達装置が望まれる。

30

【0006】

本発明の目的は、バックラッシュが低減されるにも関わらず、小型に実現することができる、かつ歯車にトルクに起因する相対変位が生じにくい動力伝達装置と、これを備える口腔内加工装置とを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明に係る動力伝達装置は、
 相手歯車と噛み合う歯車と、
 可撓性を有する素材で形成され、前記歯車を支持する可撓回転軸と、
 前記可撓回転軸の撓みに対する復元力によって、前記歯車が前記相手歯車に押し付けられるように、前記撓みを有する状態に前記可撓回転軸を保持する保持部材と、
 を備え、
 前記保持部材が、各々前記可撓回転軸を回転可能に保持し、かつ互いに前記可撓回転軸に沿う方向に離間して配置されている第 1 軸受け部材及び第 2 軸受け部材を有し、
 前記第 1 軸受け部材が、前記可撓回転軸における前記第 1 軸受け部材によって保持される第 1 保持部分の、前記第 1 保持部分における前記可撓回転軸の長さ方向と直交する第 1 仮想平面に平行な面内方向の、前記相手歯車に対する相対変位を阻止しており、
 前記第 2 軸受け部材が、前記可撓回転軸における前記第 2 軸受け部材によって保持され

40

50

る第2保持部分の、前記第1保持部分における前記可撓回転軸の長さ方向と前記歯車が前記相手歯車に押し付けられる方向とに平行な第2仮想平面に交差する交差方向の、前記相手歯車に対する相対変位を阻止している。

【0008】

本発明に係る動力伝達装置においては、

前記第2軸受け部材が、前記第2保持部分の、前記歯車が前記相手歯車に押し付けられる向きの、前記相手歯車に対する相対変位を許容してもよい。

【0009】

また、本発明に係る動力伝達装置においては、

前記第2軸受け部材が、前記第2保持部分の、前記歯車が前記相手歯車に押し付けられる向き及び前記歯車が前記相手歯車から遠ざかる向きの、前記相手歯車に対する相対変位も阻止してもよい。

10

【0010】

また、本発明に係る動力伝達装置においては、

前記歯車が、前記第1軸受け部材と前記第2軸受け部材との間に配置されてもよい。

【0011】

本発明に係る口腔内加工装置は、

歯牙及び骨を加工可能な加工ヘッドと、

上述した本発明に係る動力伝達装置によって構成されている第1動力伝達装置と、前記第1動力伝達装置を構成する前記歯車としての第1ウォームと噛み合う前記相手歯車としての第1ウォームホイールとを有し、前記第1ウォームの回転に伴う前記第1ウォームホイールの回転によって、前記加工ヘッドを、口腔の内部において第1方向に変位させる第1変位機構と、

20

上述した本発明に係る動力伝達装置によって構成されている第2動力伝達装置と、前記第2動力伝達装置を構成する前記歯車としての第2ウォームと噛み合う前記相手歯車としての第2ウォームホイールとを有し、前記第2ウォームの回転に伴う前記第2ウォームホイールの回転によって、前記加工ヘッドを、前記口腔の内部において前記第1方向と直交する第2方向に変位させる第2変位機構と、

を備える。

【0012】

30

本発明に係る口腔内加工装置においては、

前記第1ウォームホイールを支持する役割と、前記第2ウォームホイールを支持する役割とを兼ねる共通回転軸をさらに備え、

前記第2動力伝達装置を構成する前記保持部材が、前記第1ウォームホイールに取り付けられており、

前記第1方向とは、前記第1ウォームホイールが回転する方向であり、

前記第2方向とは、前記共通回転軸に平行なz方向であってもよい。

【0013】

また、本発明に係る口腔内加工装置においては、

それぞれ前記口腔の外部に設置される第1モータ及び第2モータと、

40

前記第1モータの回転を、前記第1動力伝達装置を構成する前記可撓回転軸に伝達する第1フレキシブルシャフトと、

前記第2モータの回転を、前記第2動力伝達装置を構成する前記可撓回転軸に伝達する第2フレキシブルシャフトと、

をさらに備えてもよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る動力伝達装置によれば、歯車が相手歯車に押し付けられることにより、歯車と相手歯車との間のバックラッシュが低減される。

【0015】

50

相手歯車への歯車の押し付けは、可撓回転軸の撓みに対する復元力によって実現される。即ち、可撓回転軸が、歯車を支持する役割と、歯車を相手歯車に押し付ける役割とを兼ねる。このため、従来必要であった、歯車を相手歯車に押し付けるための板ばね等の押し付け手段が不要である。従って、本発明の動力伝達装置は、小型に実現することができる。

【0016】

また、第1軸受け部材が、可撓回転軸における第1保持部分の、第1仮想平面に平行な面内方向の相対変位を阻止し、第2軸受け部材が、可撓回転軸における第2保持部分の、第2仮想平面に交差する交差方向の相対変位を阻止しているので、歯車にトルクに起因する相対変位が生じにくい。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施形態1に係る動力伝達装置の平面図。

【図2】実施形態1に係る第1軸受け部材の断面図。

【図3】実施形態2に係る動力伝達装置の平面図。

【図4】実施形態3に係る動力伝達装置の部分断面側面図。

【図5】実施形態4に係る動力伝達装置の部分断面側面図。

【図6】実施形態5に係る動力伝達装置の部分断面側面図。

【図7】実施形態6に係る動力伝達装置の部分断面側面図。

【図8】実施形態7に係る口腔内加工装置の全体構成を示す概念図。

20

【図9】実施形態7に係る加工ヘッド及び変位機構の外観を示す斜視図。

【図10】実施形態7に係る変位機構の構成を示す概念図。

【図11】実施形態7に係る変位機構の主要部を示す分解斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照し、本発明の実施形態1-7について説明する。図中、同一又は対応する部分に同一の符号を付す。

【0019】

[実施形態1]

図1に示すように、本実施形態に係る動力伝達装置70Aは、歯車としてのウォーム10Aと、歯車に噛み合う相手歯車としてのウォームホイール30Aと、ウォーム10Aを支持する可撓回転軸20と、ウォームホイール30Aを支持する剛体である相手回転軸40とを備える。相手回転軸40は、ベース部材BMに保持されている。

30

【0020】

可撓回転軸20の一端部は、軸継手SCに挿入されている。可撓回転軸20は、軸継手SCにおいて入力軸ISとつながれ、入力軸ISからトルクを伝達されることにより回転する。可撓回転軸20の回転は、ウォーム10A及びウォームホイール30Aを通じて、相手回転軸40に伝達される。

【0021】

なお、本実施形態では、軸継手SCは、入力軸IS及び可撓回転軸20と共に回転可能な状態で、図示せぬ固定部材によって、ベース部材BMに固定されている。但し、軸継手SCは、必ずしもベース部材BMに固定されていなくてもよい。

40

【0022】

以下の説明のために、ウォームホイール30Aのピッチ円PC上の、ウォーム10Aの長さ方向中間部分に位置する仮想点VP1におけるピッチ円PCの接線方向に平行な軸と、相手回転軸40に平行な軸とを有する右手系の直交座標系を定義する。仮想点VP1から相手回転軸40に向かう方向が、軸のプラス方向である。

【0023】

本実施形態に係る動力伝達装置70Aは、可撓回転軸20が、可撓性を有する素材、具体的には、ニッケルチタン合金で形成されていると共に、可撓回転軸20を、撓みを有す

50

る状態に保持する保持部材 50 を備える点を最大の特徴としている。

【0024】

具体的には、可撓回転軸 20 は、軸継手 SC に挿入されている方の端部とは反対側の端部に向かうに従って、ウォームホイール 30A から遠ざかる向きに反った状態に撓められている。図 1 には、可撓回転軸 20 の撓みを明示するために、軸に平行な仮想直線 VL を付記している。

【0025】

このように、可撓回転軸 20 が撓みを有する状態に保持されているため、可撓回転軸 20 の撓みに対する可撓回転軸 20 の復元力によって、ウォーム 10A がウォームホイール 30A に押し付けられる。このため、ウォーム 10A とウォームホイール 30A とは、一方の歯先円が他方の歯底円に近づけられた状態で噛み合う。

10

【0026】

ウォーム 10A 及びウォームホイール 30A の各々は、自己の歯底円に近づくに従って厚みが増した部分を有する歯をもつ。従って、ウォーム 10A とウォームホイール 30A との一方の歯先円が他方の歯底円に近づけられることで、ウォーム 10A とウォームホイール 30A との間のバックラッシュが低減される。

【0027】

可撓回転軸 20 を撓ませている保持部材 50 の構成について具体的に説明する。保持部材 50 は、互いに可撓回転軸 20 に沿う方向に離間して配置されている第 1 軸受け部材 51 と第 2 軸受け部材 52 とによって構成されている。第 1 軸受け部材 51 と第 2 軸受け部材 52 の各々は、可撓回転軸 20 を回転可能に保持している。

20

【0028】

第 1 軸受け部材 51 は、第 2 軸受け部材 52 よりも、可撓回転軸 20 を回転させる図示せぬ動力源に近い位置、即ち軸継手 SC に近い位置に配置されている。第 2 軸受け部材 52 は、可撓回転軸 20 の、軸継手 SC に挿入されている方の端部とは反対側の端部の位置に配置されている。

【0029】

第 1 軸受け部材 51 と第 2 軸受け部材 52 との間に、ウォーム 10A が配置されている。可撓回転軸 20 の、ウォーム 10A と第 2 軸受け部材 52 との間の部分の長さは、可撓回転軸 20 の、第 1 軸受け部材 51 とウォーム 10A との間の部分の長さよりも短い。

30

【0030】

第 1 軸受け部材 51 は、ベース部材 BM に固定された転がり軸受けによって構成されている。第 1 軸受け部材 51 は、可撓回転軸 20 における第 1 軸受け部材 51 によって保持される第 1 保持部分 21 の、ウォームホイール 30A に対する相対変位を制限している。以下の説明中、“相対変位”とは、ウォームホイール 30A に対する相対変位を指す。

【0031】

具体的には、第 1 軸受け部材 51 は、第 1 保持部分 21 における可撓回転軸 20 の長さ方向と直交する第 1 仮想平面に平行な面内方向の、第 1 保持部分 21 の相対変位を阻止している。また、第 1 軸受け部材 51 は、第 1 保持部分 21 における可撓回転軸 20 の長さ方向の、第 1 保持部分 21 の相対変位も阻止している。本実施形態においては、第 1 保持部分 21 における可撓回転軸 20 の長さ方向は 方向と平行であり、第 1 仮想平面とは 平面を指す。

40

【0032】

なお、既述のように本実施形態では、軸継手 SC がベース部材 BM に固定されており、可撓回転軸 20 の、軸継手 SC と第 1 軸受け部材 51 との間の部分も、第 1 保持部分 21 と同様に、 方向に平行に保たれる。

【0033】

第 2 軸受け部材 52 は、可撓回転軸 20 における第 2 軸受け部材 52 によって保持される第 2 保持部分 22 の相対変位を制限している。

【0034】

50

具体的には、第2軸受け部材52は、第1保持部分21における可撓回転軸20の長さ方向と、ウォーム10Aがウォームホイール30Aに押し付けられる方向とに平行な第2仮想平面に交差する交差方向の、第2保持部分22の相対変位を阻止している。本実施形態においては、第2仮想平面とは 平面を指し、交差方向とは 平面に交差する方向を指す。

【0035】

仮に、第2軸受け部材52を省略したとすると、ウォーム10Aが、自己に作用するトルク、具体的にはウォームホイール30Aから受ける反力によって、 平面に交差する交差方向に相対変位する懸念がある。この相対変位は、ウォーム10Aとウォームホイール30A間の相対的な回転角度に誤差をもたらす。そこで、第2軸受け部材52を設けることで、ウォーム10Aのトルクに起因する相対変位を生じにくくすることができる。

10

【0036】

但し、第2軸受け部材52は、第2保持部分22の、ウォーム10Aがウォームホイール30Aに押し付けられる向きの相対変位は許容している。以下、第2軸受け部材52の構成を具体的に説明する。

【0037】

図2に示すように、第2軸受け部材52は、可撓回転軸20の第2保持部分22を回転可能に保持する転がり軸受け52aと、転がり軸受け52aを収容した状態でベース部材BMに固定されている案内部材52bとを有する。

【0038】

案内部材52bには、転がり軸受け52aが収容される長孔52cが形成されている。長孔52cの 方向の寸法は、転がり軸受け52aの 方向の寸法と等しい。このため、第2保持部分22の、 平面に交差する交差方向の相対変位が阻止される。

20

【0039】

また、長孔52cの 方向の寸法は、転がり軸受け52aの 方向の寸法よりも長い。転がり軸受け52aは、長孔52cの内面に沿って、 方向に自在に摺動可能である。つまり、案内部材52bは、転がり軸受け52aの 方向の移動を案内する。

【0040】

また、転がり軸受け52aは、長孔52cの内面に沿って、 方向にも自在に摺動可能である。つまり、案内部材52bは、転がり軸受け52aの 方向の移動も案内する。以上のように、転がり軸受け52aが、案内部材52bに対して 方向及び 方向に摺動可能であることより、第2保持部分22の、図1に示すウォーム10Aがウォームホイール30Aに押し付けられる向きの、相対変位が許容される。

30

【0041】

以上説明したように、本実施形態に係る動力伝達装置70Aによれば、ウォーム10Aがウォームホイール30Aに押し付けられることにより、ウォーム10Aとウォームホイール30Aとの間のバックラッシュが低減される。

【0042】

ウォームホイール30Aへのウォーム10Aの押し付けは、可撓回転軸20の撓みに対する復元力によって実現される。即ち、可撓回転軸20が、ウォーム10Aを支持する役割と、ウォーム10Aをウォームホイール30Aに押し付ける役割とを兼ねる。このため、従来必要であった板ばね等の押し付け手段が不要となる。従って、本実施形態に係る動力伝達装置70Aは、小型に実現することができる。

40

【0043】

また、第1軸受け部材51が、可撓回転軸20における第1保持部分21の、 平面に平行な面内方向の相対変位を阻止し、第2軸受け部材52が、可撓回転軸20における第2保持部分22の、 平面に交差する交差方向の相対変位を阻止しているので、ウォーム10Aにトルクに起因する相対変位が生じにくい。

【0044】

また、第2軸受け部材52が、第2保持部分22の、ウォーム10Aがウォームホイー

50

ル 30A に押し付けられる向きの相対変位は許容している。このため、ウォーム 10A 又はウォームホイール 30A の歯が摩耗した場合でも、ウォーム 10A の位置を調整する作業が不要である。つまり、ウォーム 10A 又はウォームホイール 30A の歯が摩耗した場合でも、可撓回転軸 20 の撓みに対する復元力によってウォーム 10A がウォームホイール 30A に近づく向きに変位し、バックラッシュが自ずと抑えられる。

【0045】

また、軸継手 SC がベース部材 BM に固定されており、可撓回転軸 20 の、軸継手 SC と第 1 軸受け部材 51 との間の部分が、第 1 保持部分 21 と平行に保たれる。つまり、軸継手 SC は、可撓回転軸 20 の、第 1 保持部分 21 よりもウォーム 10A から遠い部分を回転可能に保持することにより、可撓回転軸 20 の自己と第 1 軸受け部材 51 との間の部分を、第 1 保持部分 21 と平行に保つ第 3 軸受けとしての役割を果たす。

10

【0046】

このため、入力軸 IS の、軸継手 SC に挿入されている部分以外の部分と、ベース部材 BM とが相対変位し得る場合であっても、可撓回転軸 20 がウォーム 10A をウォームホイール 30A に押し付ける力に変化が生じにくい。

【0047】

なお、図 2 には、転がり軸受け 52a が 軸のマイナス方向にも変位しうる様子を示したが、ウォーム 10A 又はウォームホイール 30A の歯が摩耗する前の初期状態においては、転がり軸受け 52a の、ウォーム 10A がウォームホイール 30A から遠ざかる向きの変位が阻止されるように、案内部材 52b の位置を調整してもよい。これにより、可撓回転軸 20 に大きなトルクが作用した場合でも、ウォーム 10A がウォームホイール 30A から遠ざかりにくい。

20

【0048】

また、本実施形態では、図 2 において、転がり軸受け 52a が案内部材 52b に対して方向だけでなく、方向にも摺動可能であるとしたが、転がり軸受け 52a が、案内部材 52b に対して方向にのみ摺動可能であり、可撓回転軸 20 の第 2 保持部分 22 が、転がり軸受け 52a に対して、第 2 保持部分 22 の長さ方向に摺動可能であってもよい。

【0049】

また、第 2 保持部分 22 は、必ずしも方向と方向とに独立して相対変位可能でなくてもよい。つまり、図 1 において、第 2 軸受け部材 52 は、可撓回転軸 20 の、軸継手 SC に挿入されている方の端部とは反対側の端部が、第 1 保持部分 21 を中心として平面内で描く軌跡に沿う方向にのみ、第 2 保持部分 22 の相対変位を許容してもよい。

30

【0050】

[実施形態 2]

上記実施形態 1 では、第 2 軸受け部材 52 が、第 2 保持部分 22 の軸方向の相対変位を許容したが、第 2 軸受け部材 52 が、第 2 保持部分 22 の軸方向の相対変位をも阻止する構成としてもよい。以下、その具体例について述べる。

【0051】

図 3 に示すように、本実施形態に係る動力伝達装置 70B では、保持部材 50 を構成する第 2 軸受け部材 53 が、第 1 軸受け部材 51 と同様に、ベース部材 BM に固定された転がり軸受けによって構成されている。

40

【0052】

つまり、第 2 軸受け部材 53 は、平面に交差する交差方向の、第 2 保持部分 22 の相対変位だけでなく、ウォーム 10A がウォームホイール 30A に押し付けられる向き及びウォーム 10A がウォームホイール 30A から遠ざかる向きの、第 2 保持部分 22 の相対変位も阻止している。

【0053】

このため、本実施形態によれば、可撓回転軸 20 に大きなトルクが作用した場合でも、ウォーム 10A がウォームホイール 30A から遠ざかりにくい。他の構成及び効果は、実施形態 1 の場合と同様である。

50

【 0 0 5 4 】

[実施形態 3]

上記実施形態 2 の構成に対して、保持部材 5 0 とは別に、上述した第 2 仮想平面、即ち平面と交差する交差方向の、可撓回転軸 2 0 の相対変位を制限する制限手段をさらに備えてもよい。以下、その具体例について述べる。

【 0 0 5 5 】

図 4 に示すように、本実施形態に係る動力伝達装置 7 0 C は、上記制限手段としての案内部材 6 0 をさらに備える。

【 0 0 5 6 】

案内部材 6 0 は、第 1 軸受け部材 5 1 とウォーム 1 0 A との間に配置された第 1 案内部材 6 0 a と、第 2 軸受け部材 5 3 とウォーム 1 0 A との間に配置された第 2 案内部材 6 0 b とによって構成されている。

10

【 0 0 5 7 】

第 1 案内部材 6 0 a とウォーム 1 0 A との間の可撓回転軸 2 0 に沿う距離は、第 1 案内部材 6 0 a と第 1 軸受け部材 5 1 との間の可撓回転軸 2 0 に沿う距離よりも短い。第 2 案内部材 6 0 b とウォーム 1 0 A との間の可撓回転軸 2 0 に沿う距離は、第 2 案内部材 6 0 b と第 2 軸受け部材 5 3 との間の可撓回転軸 2 0 に沿う距離よりも短い。

【 0 0 5 8 】

第 1 案内部材 6 0 a と第 2 案内部材 6 0 b の各々は、平面と交差する交差方向の可撓回転軸 2 0 の相対変位は制限する一方、ウォーム 1 0 A がウォームホイール 3 0 A に押し付けられる向きの可撓回転軸 2 0 の相対変位は許容する。

20

【 0 0 5 9 】

このため、本実施形態によれば、平面に交差する交差方向へのウォーム 1 0 A の相対変位を抑制する効果が一層高められる。

【 0 0 6 0 】

[実施形態 4]

上記実施形態 1 では、歯車がウォーム 1 0 A であり、相手歯車がウォームホイール 3 0 A である場合について述べたが、一方の歯先円が他方の歯底円に近づくことで両者間のバックラッシュが低減される関係にある歯車と相手歯車との組み合わせは、これに限られない。以下、歯車と相手歯車との組み合わせを、ウォーム 1 0 A とウォームホイール 3 0 A 以外のものとした具体例について述べる。

30

【 0 0 6 1 】

図 5 に示すように、本実施形態に係る動力伝達装置 7 0 D は、歯車としての平歯車 1 0 B と、歯車に噛み合う相手歯車としての相手平歯車 3 0 B とを備える。

【 0 0 6 2 】

本実施形態では、右手系の直交座標系の軸は、相手平歯車 3 0 B を支持する相手回転軸 4 0 と平行である。相手平歯車 3 0 B の、平歯車 1 0 B と噛み合っている部分における方向中間部分に位置する仮想点 V P 2 から、相手回転軸 4 0 に向かう方向が、軸のプラス方向である。

【 0 0 6 3 】

第 1 保持部分 2 1 における可撓回転軸 2 0 の長さ方向が方向と平行であり、第 1 軸受け部材 5 1 が、方向と直交する平面に平行な面内方向と、第 1 保持部分 2 1 における可撓回転軸 2 0 の長さ方向との、第 1 保持部分 2 1 の相対変位を阻止している点は、実施形態 1 と同様である。

40

【 0 0 6 4 】

また、第 2 軸受け部材 5 2 が、第 1 保持部分 2 1 における可撓回転軸 2 0 の長さ方向である方向と、平歯車 1 0 B が相手平歯車 3 0 B に押し付けられる方向とに平行な平面に交差する交差方向の、第 2 保持部分 2 2 の相対変位を阻止する一方、平歯車 1 0 B が相手平歯車 3 0 B に押し付けられる向きの、第 2 保持部分 2 2 の相対変位は許容している点も、実施形態 1 と同様である。

50

【 0 0 6 5 】

本実施形態では、可撓回転軸 2 0 の撓みに対する復元力によって、平歯車 1 0 B が相手平歯車 3 0 B に押し付けられることにより、両平歯車 1 0 B 及び 3 0 B の間のバックラッシュが低減される。

【 0 0 6 6 】

なお、可撓回転軸 2 0 の、平歯車 1 0 B と第 2 軸受け部材 5 2 との間の部分の長さが、可撓回転軸 2 0 の、第 1 軸受け部材 5 1 と平歯車 1 0 B との間の部分の長さよりも短い点等、他の構成及び効果は、実施形態 1 の場合と同様である。

【 0 0 6 7 】

[実施形態 5]

上記実施形態 4 では、第 2 軸受け部材 5 2 が、第 2 保持部分 2 2 の平面内での相対変位を許容したが、実施形態 2 の場合と同様、第 2 軸受け部材 5 2 が、第 2 保持部分 2 2 の平面内での相対変位をも阻止する構成としてもよい。以下、その具体例を述べる。

【 0 0 6 8 】

図 6 に示すように、本実施形態に係る動力伝達装置 7 0 E においては、第 2 軸受け部材 5 3 が、第 1 軸受け部材 5 1 と同様に、ベース部材 B M に固定された転がり軸受けによって構成されている。つまり、第 2 軸受け部材 5 3 は、平面に交差する交差方向の、第 2 保持部分 2 2 の相対変位だけでなく、平歯車 1 0 B が相手平歯車 3 0 B に押し付けられる向き及び平歯車 1 0 B が相手平歯車 3 0 B から遠ざかる向きの、第 2 保持部分 2 2 の相対変位も阻止している。

【 0 0 6 9 】

このため、可撓回転軸 2 0 に大きなトルクが作用した場合でも、平歯車 1 0 B が相手平歯車 3 0 B から遠ざかりにくい。他の構成及び効果は、実施形態 1 の場合と同様である。

【 0 0 7 0 】

[実施形態 6]

上記実施形態 5 の構成に対して、第 1 軸受け部材 5 1 及び第 2 軸受け部材 5 3 とは別に、上述した第 2 仮想平面、即ち平面と交差する交差方向の、可撓回転軸 2 0 の相対変位を制限する制限手段をさらに備えてもよい。以下、その具体例について述べる。

【 0 0 7 1 】

図 7 に示すように、本実施形態に係る動力伝達装置 7 0 F は、上記制限手段としての案内部材 6 1 をさらに備える。案内部材 6 1 は、可撓回転軸 2 0 の第 1 軸受け部材 5 1 と平歯車 1 0 B との間の部分の相対変位を制限する第 1 案内部材 6 1 a と、可撓回転軸 2 0 の第 2 軸受け部材 5 3 と平歯車 1 0 B との間の部分の相対変位を制限する第 2 案内部材 6 1 b とによって構成されている。

【 0 0 7 2 】

第 1 案内部材 6 1 a は、可撓回転軸 2 0 の、第 1 軸受け部材 5 1 と平歯車 1 0 B との間の中間点よりも平歯車 1 0 B に近い部分の相対変位を制限する。第 2 案内部材 6 1 b は、可撓回転軸 2 0 の、第 2 軸受け部材 5 3 と平歯車 1 0 B との間の中間点よりも平歯車 1 0 B に近い部分の相対変位を制限する。

【 0 0 7 3 】

第 1 案内部材 6 1 a と第 2 案内部材 6 1 b の各々は、平面と交差する交差方向の可撓回転軸 2 0 の相対変位は制限する一方、平歯車 1 0 B が相手平歯車 3 0 B に押し付けられる向きの可撓回転軸 2 0 の相対変位は許容する。このため、本実施形態によれば、平面に交差する交差方向への平歯車 1 0 B の相対変位を抑制する効果が一層高められる。

【 0 0 7 4 】

[実施形態 7]

上記実施形態 1 に係る動力伝達装置 7 0 A は、小型に実現することができるため、サイズに制約がある用途、具体的には、口腔内を加工する口腔内加工装置への応用に特に適する。以下、その具体例について説明する。

【 0 0 7 5 】

図 8 に示すように、本実施形態に係る口腔内加工装置 600 は、歯牙及び骨を加工可能な加工ヘッド 100 と、加工ヘッド 100 を保持した状態で、患者の顎に固定される変位機構 200 と、患者の口腔の外部に設置される動力源 300 と、変位機構 200 と動力源 300 とをつなぐフレキシブル (flexible) な運動伝達部材 400 と、患者の口腔の外部に配置され、動力源 300 を制御する制御装置 500 とを備える。

【0076】

加工ヘッド 100 は、工具 CT と、工具 CT を回転させる図示せぬ駆動源とを備える。工具 CT は、少なくともその先端が歯牙より硬い素材で形成されており、回転されることにより、先端部分において歯牙を切削加工する。なお、本明細書において、切削とは、切れ刃で削ることのみならず、砥粒で削る研削の意味も含む概念とする。加工ヘッド 100 は、工具 CT の先端が、治療対象の歯牙 (以下、対象歯牙という) TH に向けられた姿勢で、変位機構 200 に保持されている。

10

【0077】

変位機構 200 は、工具 CT の先端が予め指定された道筋に沿って走査されるように、加工ヘッド 100 を変位させるものであり、座板 IT を介して、顎に固定される。座板 IT は、対象歯牙 TH 以外の歯牙群と、歯茎とに嵌められている。座板 IT と対象歯牙 TH 以外の歯牙群との隙間は、安定材 IM によって埋められている。安定材 IM には、歯列の形状を再現するための印象材が用いられる。

【0078】

座板 IT は、歯列の型を取る際に用いられる印象用トレーの、対象歯牙 TH に面する部分をくり抜いたもので構成される。座板 IT は、平坦部 ITa を有し、その平坦部 ITa に、変位機構 200 が着脱可能に固定される。平坦部 ITa は、座板 IT を構成する印象用トレーの柄の部分で構成される。

20

【0079】

座板 IT は、対象歯牙 TH の位置に応じて、上顎と下顎のいずれかに固定される。図 8 には、対象歯牙 TH が下顎右側第一大臼歯であり、下顎のモデルに座板 IT が固定された様子を例示するが、対象歯牙 TH が上顎の歯牙である場合には、上顎に座板 IT を固定することもできる。

【0080】

図 9 を参照し、変位機構 200 が加工ヘッド 100 をどのように変位させるかについて説明する。変位機構 200 は、円柱座標系における半径方向 (以下、 r 方向とする)、周方向 (以下、 θ 方向とする)、及び高さ方向 (以下、 z 方向とする) の各方向に、加工ヘッド 100 を変位させることができる。

30

【0081】

z 方向は、工具 CT の回転軸 AX1 に平行な方向である。 θ 方向は、回転軸 AX1 から離間して回転軸 AX1 と平行に延びる旋回軸 AX2 のまわりに、回転軸 AX1 を回転させる方向である。 r 方向は、回転軸 AX1 と旋回軸 AX2 とが対向する方向である。

【0082】

回転軸 AX1 は、加工ヘッド 100 に対して固定されている。旋回軸 AX2 は、変位機構 200 に対して固定されている。回転軸 AX1 が、旋回軸 AX2 に対して、 θ 方向及び r 方向に変位可能である。また、円柱座標系の基準点 O は、変位機構 200 に対して固定されている。変位機構 200 は、基準点 O が現実の口腔内の加工開始点と一致するように位置合わせされた状態で、座板 IT に固定される。

40

【0083】

変位機構 200 には、加工ヘッド 100 を変位させるための運動を変位機構 200 に伝達する運動伝達部材 400 がつながれている。運動伝達部材 400 は、3 本のフレキシブルシャフト、具体的には、 θ 方向用フレキシブルシャフト 400 θ 、 z 方向用フレキシブルシャフト 400 z 、及び r 方向用フレキシブルシャフト 400 r から構成されている。

【0084】

図 8 に戻り、説明を続ける。動力源 300 は、第 1 フレキシブルシャフトとしての方

50

向用フレキシブルシャフト400を回転させる第1モータとしての方向用モータ300と、第2フレキシブルシャフトとしてのz方向用フレキシブルシャフト400zを回転させる第2モータとしてのz方向用モータ300zとを有する。また、動力源300は、r方向用フレキシブルシャフト400rを回転させるr方向用モータ300rを有する。

【0085】

運動伝達部材400がフレキシブルシャフトで構成されているため、変位機構200と動力源300とが相対変位可能である。即ち、運動伝達部材400は、変位機構200と動力源300との相対変位を許容しつつ、動力源300から変位機構200に回転運動を伝達する。

10

【0086】

制御装置500は、口腔内の予め指定された道筋に沿って工具CTの先端が変位するように、r方向用モータ300r、方向用モータ300、及びz方向用モータ300zの各々を制御する。

【0087】

次に、図10と図11を参照し、変位機構200の機能と構成について説明する。

【0088】

図10に示すように、変位機構200は、方向用フレキシブルシャフト400の回転運動を加工ヘッド100の方向の旋回運動に変換する第1変位機構としての方向運動変換部200と、z方向用フレキシブルシャフト400zの回転運動を加工ヘッド100のz方向の直線運動に変換する第2変位機構としてのz方向運動変換部200zとを有する。また、変位機構200は、r方向用フレキシブルシャフト400rの回転運動を加工ヘッド100のr方向の直線運動に変換するr方向運動変換部200rを有する。

20

【0089】

本実施形態に係る変位機構200は、方向運動変換部200が、図1に示した動力伝達装置70Aによって構成されている第1動力伝達装置70A-1を有し、z方向運動変換部200zも同様に、図1に示した動力伝達装置70Aによって構成されている第2動力伝達装置70A-2を有する点を最大の特徴としている。

【0090】

図11を参照して、変位機構200の構成を具体的に説明する。なお、図11には、図9に示した外殻としてのカバー230の内部構成を示す。

30

【0091】

変位機構200は、r方向と方向とに平行な平面(以下、r平面という)に平行なベース板201上に、以下に述べる各部材が配置されることで構成される。ベース板201が、図8に示した座板ITに固定される。ベース板201には、これを座板ITに取り付けるためのねじ穴202が複数形成されている。

【0092】

ベース板201の表面には、z方向に立ち上がった円柱状の案内柱203が固定されている。案内柱203は、図9にも示した回転軸AX2上に延在する。また、ベース板201の表面には、z方向に平行な平面視(以下、単に平面視という)で、案内柱203の位置を中心とする円環状をなす周壁204が設けられている。

40

【0093】

ベース板201の上には、案内柱203によって貫かれた状態の、旋回板205が載せられる。旋回板205は、平面視で、回転軸AX2を中心とする円形をなし、その中心部分が、案内柱203によって貫かれている。旋回板205は、その外周面205aが周壁204の内面と対面した状態で、周壁204の内側に嵌め込まれる。旋回板205の厚さは、周壁204の高さとほぼ等しい。

【0094】

旋回板205の外周面205aには、ギヤの歯が形成されており、旋回板205は、ウォームホイールとして機能する。旋回板205は、ベース板201、案内柱203、及び

50

周壁 204 に対して、回転軸 AX2 まわりに回転可能である。

【0095】

周壁 204 には、回転板 205 の外周面 205a の一部を露出させる切り欠き 204a が形成されている。そして、その切り欠き 204a の部分に、露出した外周面 205a の歯と噛み合うウォーム 206 が配置されている。

【0096】

ウォーム 206 は、可撓回転軸 20 に支持されている。可撓回転軸 20 は、図示せぬ軸継手を介して、図 10 に示した方向用フレキシブルシャフト 400 につながれ、方向用フレキシブルシャフト 400 と共に回転する。可撓回転軸 20 は、ベース板 201 に取り付けられた軸受け部材 207a 及び 207b によって、撓められた状態に保持されている。

10

【0097】

案内柱 203、回転板 205、ウォーム 206、可撓回転軸 20、並びに軸受け部材 207a 及び 207b によって、図 1 に示した動力伝達装置 70A と同じ構成をもつ図 10 の第 1 動力伝達装置 70A-1 が構成されている。

【0098】

案内柱 203 は、図 1 に示した相手回転軸 40 に相当する。回転板 205 は、図 1 に示したウォームホイール 30A に相当する。ウォーム 206 は、図 1 に示したウォーム 10A に相当する。可撓回転軸 20 は、図 1 に示した可撓回転軸 20 に相当する。軸受け部材 207a は、図 1 に示した第 1 軸受け部材 51 に相当する。軸受け部材 207b は、図 1 に示した第 2 軸受け部材 52 に相当する。また、ベース板 201 は、図 1 に示したベース部材 BM に相当する。

20

【0099】

回転板 205 の上には、案内柱 203 に嵌った状態の、回転体 208 が載せられる。回転体 208 は、案内柱 203 と同心をなし、案内柱 203 及び回転板 205 に対して、回転軸 AX2 まわりに回転可能である。回転体 208 は、回転板 205 に接する円板部 209 と、円板部 209 から z 方向に立ち上がった雄ねじ部 210 とを有する。

【0100】

円板部 209 の外周面 209a には、ギヤの歯が形成されており、円板部 209 はウォームホイールとして機能する。回転板 205 には、外周面 209a の歯と噛み合うウォーム 212 が配置されている。

30

【0101】

ウォーム 212 は、可撓回転軸 20z に支持されている。可撓回転軸 20z は、図示せぬ軸継手を介して、図 10 に示した z 方向用フレキシブルシャフト 400z につながれ、z 方向用フレキシブルシャフト 400z と共に回転する。可撓回転軸 20z は、回転板 205 に取り付けられた軸受け部材 211a 及び 211b によって、撓められた状態に保持されている。

【0102】

案内柱 203、円板部 209、ウォーム 212、可撓回転軸 20z、並びに軸受け部材 211a 及び 211b によって、図 1 に示した動力伝達装置 70A と同じ構成をもつ図 10 の第 2 動力伝達装置 70A-2 が構成されている。

40

【0103】

案内柱 203 は、図 1 に示した相手回転軸 40 に相当する。円板部 209 は、図 1 に示したウォームホイール 30A に相当する。ウォーム 212 は、図 1 に示したウォーム 10A に相当する。可撓回転軸 20z は、図 1 に示した可撓回転軸 20 に相当する。軸受け部材 211a は、図 1 に示した第 1 軸受け部材 51 に相当する。軸受け部材 211b は、図 1 に示した第 2 軸受け部材 52 に相当する。回転板 205 が、図 1 に示したベース部材 BM の役割を果たす。

【0104】

回転体 208 の雄ねじ部 210 は、アーム 213 を収容するアーム収容体 216 と螺合

50

する。以下、アーム 2 1 3 及びアーム収容体 2 1 6 について説明する。

【0105】

アーム 2 1 3 は、平面視で、一方向を長手方向とする形状をなす。以下、アーム 2 1 3 の長手方向を x 方向とし、平面視で x 方向に直交する方向を y 方向とする、アーム 2 1 3 に固定された x y 直交座標を定義して説明を続ける。

【0106】

アーム 2 1 3 は、その x 方向一端（以下、先端という）において、加工ヘッド 1 0 0 を保持している。アーム 2 1 3 の x 方向他端（以下、後端という）には、アーム 2 1 3 を x 方向に貫通するねじ穴 2 1 4 が形成されている。また、平面視において、アーム 2 1 3 の先端と後端との間には、x 方向に延在する開口 2 1 5 が形成されている。

10

【0107】

アーム 2 1 3 は、中空鞘状のアーム収容体 2 1 6 に収められる。アーム 2 1 3 は、その後端から、アーム収容体 2 1 6 に挿入される。アーム収容体 2 1 6 も、アーム 2 1 3 と同様、平面視で x 方向を長手方向とする形状をなす。アーム 2 1 3 は、アーム収容体 2 1 6 に対して x 方向に出没可能である。

【0108】

但し、アーム収容体 2 1 6 は、アーム 2 1 3 のアーム収容体 2 1 6 に対する y 方向及び z 方向の変位は規制する。即ち、アーム 2 1 3 のアーム収容体 2 1 6 に収容される部分の y 方向の外寸は、アーム収容体 2 1 6 のアーム 2 1 3 を収容する部分の y 方向の内寸に等しい。また、アーム 2 1 3 のアーム収容体 2 1 6 に収容される部分の z 方向の外寸は、アーム収容体 2 1 6 のアーム 2 1 3 を収容する部分の z 方向の内寸に等しい。

20

【0109】

アーム収容体 2 1 6 は、z 方向に対面する天板 2 1 7 及び底板 2 1 8 を有する。天板 2 1 7 及び底板 2 1 8 が、アーム 2 1 3 のアーム収容体 2 1 6 に対する z 方向の変位を規制する。天板 2 1 7 には、これを z 方向に貫通するねじ穴 2 1 9 が形成されている。底板 2 1 8 にも、これを z 方向に貫通するねじ穴 2 2 0 が形成されている。ねじ穴 2 1 9 と 2 2 0 は、平面視で互いに重なる位置に配置されている。

【0110】

なお、ねじ穴 2 1 9 と 2 2 0 は z 方向に離れているが、両者は共通の雄ねじ、具体的には、雄ねじ部 2 1 0 と螺合するように、ねじ穴 2 1 9 と 2 2 0 とで、ねじ溝の位相が揃えられている。

30

【0111】

また、アーム収容体 2 1 6 は、アーム 2 1 3 の後端と接しうる端板 2 2 1 を有する。端板 2 2 1 には、これを x 方向に貫通する貫通孔 2 2 2 が形成されている。アーム 2 1 3 の後端が端板 2 2 1 に接したとき、ねじ穴 2 1 4 と貫通孔と 2 2 2 とが連通する。

【0112】

r 方向用フレキシブルシャフト 4 0 0 r には、これを x 方向に延長するように、x 方向に延在する雄ねじ 2 2 3 がつながれる。また、r 方向用フレキシブルシャフト 4 0 0 r と雄ねじ 2 2 3 との境界には、雄ねじ 2 2 3 のアーム収容体 2 1 6 に対する x 方向の変位を規制する固定部 2 2 4 が設けられる。雄ねじ 2 2 3 と固定部 2 2 4 は、r 方向用フレキシブルシャフト 4 0 0 r と共に回転する。

40

【0113】

固定部 2 2 4 は、r 方向用フレキシブルシャフト 4 0 0 r と雄ねじ 2 2 3 との間に介在する中間部 2 2 7 と、x 方向に相対向するように中間部 2 2 7 に取り付けられた止め輪 2 2 5 及び 2 2 6 とで構成される。中間部 2 2 7 には、ねじ溝は形成されていない。止め輪 2 2 5 と 2 2 6 の間隔は、端板 2 2 1 の厚さと等しい。中間部 2 2 7 が貫通孔 2 2 2 に嵌まり、かつ止め輪 2 2 5 と 2 2 6 が、端板 2 2 1 を x 方向に両側から挟み込んだ状態で、雄ねじ 2 2 3 がアーム 2 1 3 のねじ穴 2 1 4 と螺合する。

【0114】

上述した回転体 2 0 8 の雄ねじ部 2 1 0 は、アーム収容体 2 1 6 に収められたアーム 2

50

13の開口215を通して、アーム収容体216のねじ穴219及び220と螺合する。

【0115】

一方、旋回板205には、この旋回板205に対するアーム収容体216の方向の変位を規制する規制手段としての規制柱228と229が固定されている。規制柱228と229は、各々旋回板205からz方向に立ち上がっている。

【0116】

規制柱228と229のy方向の間隔は、アーム収容体216のy方向の幅と等しい。アーム収容体216と螺合した回転体208は、アーム収容体216が規制柱228と229とによってy方向に挟み込まれた状態で、旋回板205上に載置される。

【0117】

以上説明した変位機構200の作用は、次のとおりである。

【0118】

可撓回転軸20の回転と共にウォーム206が回転すると、ウォーム206に噛み合っているウォームホイールとしての旋回板205が回転軸AX2まわりに回転する。アーム収容体216とアーム213の、旋回板205に対する回転軸AX2まわりの回転は、規制柱228と229とで阻止される。従って、アーム収容体216とアーム213は、旋回板205と共に回転軸AX2まわりに回転する。この結果、加工ヘッド100が方向に回転する。

【0119】

つまり、ウォーム206と、ウォーム206を支持する可撓回転軸20と、可撓回転軸20を保持する軸受け部材207a及び207bと、ウォームホイールとしての旋回板205と、旋回板205の回転軸AX2まわりの回転を案内する案内柱203と、旋回板205に固定された規制柱228と229とによって、図10に示した方向運動変換部200が構成される。

【0120】

また、可撓回転軸20の撓みに対する復元力によって、ウォーム206が、ウォームホイールとしての旋回板205に押し付けられるため、ウォーム206と旋回板205との間のバックラッシュが低減される。この結果、加工ヘッド100の方向の位置の精度が高められる。

【0121】

可撓回転軸20zの回転と共にウォーム212が回転すると、ウォームホイールとしての円板部209においてウォーム212に噛み合っている回転体208が、旋回板205に対して、回転軸AX2まわりに回転する。アーム収容体216とアーム213の、旋回板205に対する回転軸AX2まわりの回転は、規制柱228と229とで阻止される。従って、回転体208の雄ねじ部210が、加工ヘッド100を保持したアーム213とアーム収容体216との荷重を受けつつ、ねじ穴219及び220に対して、回転軸AX2まわりに回転する。この結果、アーム収容体216が、回転体208に対して、z方向に変位する。このとき、規制柱228及び229は、アーム収容体216をz方向に案内する役割も果たす。以上の結果、加工ヘッド100がz方向に変位する。

【0122】

つまり、ウォーム212と、ウォーム212を支持する可撓回転軸20zと、可撓回転軸20zを保持する軸受け部材211a及び211bと、ウォームホイールとしての円板部209及び雄ねじ部210を有する回転体208と、雄ねじ部210と螺合するねじ穴219及び220とによって、図10に示したz方向運動変換部200zが構成される。

【0123】

また、可撓回転軸20zの撓みに対する復元力によって、ウォーム212が、ウォームホイールとしての円板部209に押し付けられるため、ウォーム212と円板部209との間のバックラッシュが低減される。この結果、加工ヘッド100のz方向の位置の精度が高められる。

【0124】

10

20

30

40

50

r 方向用フレキシブルシャフト 400r が回転すると、それに伴って、雄ねじ 223 が、ねじ穴 214 に対して回転する。雄ねじ 223 の、アーム収容体 216 に対する x 方向の変位は、固定部 224 によって阻止される。従って、雄ねじ 223 の回転によって、アーム 213 及び加工ヘッド 100 が、アーム収容体 216 に対して x 方向に変位する。なお、上述のように、アーム収容体 216 とアーム 213 は、回転板 205 と共に回転軸 AX2 まわりに回転するため、x 方向は、r 方向と一致する。

【0125】

つまり、雄ねじ 223 と、ねじ穴 214 と、雄ねじ 223 の r 方向の位置を固定する固定部 224 とによって、図 10 に示した r 方向運動変換部 200r が構成される。なお、以上説明した r 方向運動変換部 200r、z 方向運動変換部 200z、及び r 方向運動変換部 200r の作用は、互いに独立である。

10

【0126】

治療に際しては、まず、図 9 に示した円柱座標系の基準点としての原点 O が、患者の口腔内における加工開始点に一致するように、変位機構 200 を患者の顎に位置決めする。既述のように、変位機構 200 の顎への固定には、図 8 に示した座板 IT と安定材 IM とが用いられる。なお、変位機構 200 において、工具 CT の先端の位置と、原点 O の位置とを一致させる原点出し作業は、予め口腔外で行う。

【0127】

次に、図 8 に示した制御装置 500 が、予め指定された道筋に沿って工具 CT の先端が変位するように、動力源 300 を通じて、フレキシブルシャフト 400r、400、及び 400z の回転を制御する。具体的には、モータ 300r、300、及び 300z は、ステッピングモータで構成されており、制御装置 500 は、それらモータ 300r、300、及び 300z の各々に出力する電圧パルスの数によって、フレキシブルシャフト 400r、400、及び 400z の各々の回転角度を制御する。

20

【0128】

また、制御装置 500 は、工具 CT の変位の速度を制御することもできる。具体的には、制御装置 500 は、モータ 300r、300、及び 300z の各々に出力する電圧パルスの繰り返し周波数によって、回転速度を制御することができる。

【0129】

以上説明したように、本実施形態に係る口腔内加工装置 600 によれば、ウォーム 206 が回転板 205 に押し付けられるため、ウォーム 206 と回転板 205 との間のバックラッシュが低減される結果、加工ヘッド 100 の r 方向の位置の精度が高められる。また、ウォーム 212 が円板部 209 に押し付けられるため、ウォーム 212 と円板部 209 との間のバックラッシュが低減される結果、加工ヘッド 100 の z 方向の位置の精度も高められる。このため、口腔内を高い精度で加工することができる。

30

【0130】

また、ウォーム 206 の、ベース板 201 と交差する方向の相対変位は、軸受け部材 207a 及び 207b によって阻止され、かつウォーム 212 の、回転板 205 と交差する方向の相対変位は、軸受け部材 211a 及び 211b によって阻止される。このため、ウォーム 206 及び 212 に、トルクに起因する相対変位が生じにくい。このことも、口腔内の加工精度を高めることに寄与している。

40

【0131】

また、軸受け部材 207b は、可撓回転軸 20 における軸受け部材 207b によって保持される部分の、ウォーム 206 が回転板 205 に押し付けられる向きの相対変位は許容している。このため、ウォーム 206 又は回転板 205 の歯が摩耗した場合でも、可撓回転軸 20 の撓みに対する復元力によってウォーム 206 が回転板 205 に近づく向きに変位し、バックラッシュの増大が自ずと抑えられる。

【0132】

また、軸受け部材 211b は、可撓回転軸 20z における軸受け部材 211b によって保持される部分の、ウォーム 212 が円板部 209 に押し付けられる向きの相対変位は許

50

容している。このため、ウォーム 2 1 2 又は円板部 2 0 9 の歯が摩耗した場合でも、可撓回転軸 2 0 z の撓みに対する復元力によってウォーム 2 1 2 が円板部 2 0 9 に近づく向きに変位し、バックラッシュの増大が自ずと抑えられる。

【 0 1 3 3 】

また、可撓回転軸 2 0 が、ウォーム 2 0 6 を支持する役割と、ウォーム 2 0 6 を旋回板 2 0 5 に押し付ける役割とを兼ねるため、ウォーム 2 0 6 を旋回板 2 0 5 に押し付けるための押し付け手段が不要である。また、可撓回転軸 2 0 z が、ウォーム 2 1 2 を支持する役割と、ウォーム 2 1 2 を円板部 2 0 9 に押し付ける役割とを兼ねるため、ウォーム 2 1 2 を円板部 2 0 9 に押し付けるための押し付け手段が不要である。従って、本実施形態に係る変位機構 2 0 0 は、バックラッシュの低減によって加工精度が高められる効果を奏するにも関わらず、小型に実現することができる。

10

【 0 1 3 4 】

また、加工ヘッド 1 0 0 への互いに直交する 3 つの自由度の付与を、方向運動変換部 2 0 0、z 方向運動変換部 2 0 0 z、及び r 方向運動変換部 2 0 0 r で実現し、方向の変位を案内する案内柱 2 0 3 が、z 方向の変位を案内する役割を兼ねる構成とした。具体的には、案内柱 2 0 3 が、第 1 ウォームホイールとしての旋回板 2 0 5 を支持する役割と、第 2 ウォームホイールとしての円板部 2 0 9 を支持する役割とを兼ねる共通回転軸として機能する。このことも、変位機構 2 0 0 の小型化に寄与している。

【 0 1 3 5 】

変位機構 2 0 0 は、患者の顎に固定されるものであるため、変位機構 2 0 0 を小型に実現することで、患者に圧迫感を与えずに済む。

20

【 0 1 3 6 】

以上、本発明の実施形態について説明した。本発明はこれらに限られず、例えば、以下の変形も可能である。

【 0 1 3 7 】

上記実施形態 1 では、バックラッシュをもたらす歯車と相手歯車の組み合わせとして、ウォーム 1 0 A とウォームホイール 3 0 A を例示したが、歯車と相手歯車との組み合わせは、これに限られない。歯車と相手歯車との組み合わせとして、はすば歯車の組み合わせ、やまば歯車の組み合わせ、内歯車の組み合わせ、ラックとピニオン、すぐばかさ歯車の組み合わせ、まがりばかさ歯車の組み合わせ、ハイポイドギアの組み合わせ、ねじ歯車の組み合わせ等を用いてもよい。歯車と相手歯車との歯の形状は、歯車が相手歯車に押し付けられたときに両者間のバックラッシュが低減されるものであれば、特に限定されない。

30

【 0 1 3 8 】

上記実施形態 1 では、歯車としてのウォーム 1 0 A が、第 1 軸受け部材 5 1 と第 2 軸受け部材 5 2 との間に配置された構成を例示したが、歯車としてのウォーム 1 0 A と第 1 軸受け部材 5 1 との間に、第 2 軸受け部材 5 2 が配置されていてもよい。

【 0 1 3 9 】

上記実施形態 1 では、可撓回転軸 2 0 の素材として、ニッケルチタン合金を例示したが、可撓回転軸 2 0 の素材は、可撓性を有するものであれば、特に限定されない。可撓回転軸 2 0 の素材として、ばね鋼、カーボン、繊維強化プラスチック等を用いることもできる。

40

【 0 1 4 0 】

上記実施形態 1 では、第 2 軸受け部材 5 2 の構成要素として、転がり軸受け 5 2 a を例示したが、これに代えて、すべり軸受け等の他の軸受けを用いてもよい。第 1 軸受け部材 5 1 についても、転がり軸受け以外の軸受けで構成してもよい。

【 0 1 4 1 】

上記実施形態 3 では、上記実施形態 2 の構成に対して、図 4 に示す案内部材 6 0 を付加した構成について説明したが、図 4 に示す案内部材 6 0 は、上記実施形態 1 の構成に対して付加することもできる。また、案内部材 6 0 は、必ずしもウォーム 1 0 A の両側に配置された第 1 案内部材 6 0 a 及び第 2 案内部材 6 0 b によって構成する必要はなく、ウォー

50

△ 10 A の片側にのみ配置された第 1 案内部材 60 a 又は第 2 案内部材 60 b によって構成してもよい。

【0142】

上記実施形態 6 では、上記実施形態 5 の構成に対して、図 7 に示す案内部材 61 を付加した構成について説明したが、図 7 に示す案内部材 61 は、上記実施形態 4 の構成に対して付加することもできる。また、案内部材 61 は、必ずしも平歯車 10 B の両側に配置された第 1 案内部材 61 a 及び第 2 案内部材 61 b によって構成する必要はなく、平歯車 10 B の片側にのみ配置された第 1 案内部材 61 a 又は第 2 案内部材 61 b によって構成してもよい。

【0143】

上記実施形態 7 では、加工ヘッド 100 の位置に 3 つの自由度を付与したが、加工ヘッド 100 に付与する自由度の数は、2 であってもよい。例えば、加工ヘッド 100 は、方向と z 方向のみに移動してもよい。

【0144】

上記実施形態 7 では、可撓回転軸 20 と 方向用フレキシブルシャフト 400 とを、図示せぬ軸継手でつながれる別々の部材としたが、両者を一体のものとし、可撓回転軸 20 が 方向用フレキシブルシャフト 400 を兼ねてもよい。また、可撓回転軸 20 z と z 方向用フレキシブルシャフト 400 z とを一体のものとし、可撓回転軸 20 z が z 方向用フレキシブルシャフト 400 z を兼ねてもよい。

【0145】

上記実施形態 1 - 7 は、本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。本発明の範囲は、実施形態 1 - 7 ではなく、請求の範囲によって示される。請求の範囲内で施される様々な変形が、本発明の範囲内とみなされる。

【符号の説明】

【0146】

- 10 A ... ウォーム (歯車)、
- 10 B ... 平歯車 (歯車)、
- 20 , 20 , 20 z ... 可撓回転軸、
- 21 ... 第 1 保持部分、
- 22 ... 第 2 保持部分、
- 30 A ... ウォームホイール (相手歯車)、
- 30 B ... 相手平歯車 (相手歯車)、
- 40 ... 相手回転軸、
- 50 ... 保持部材、
- 51 ... 第 1 軸受け部材、
- 52 ... 第 2 軸受け部材、
- 52 a ... 転がり軸受け、
- 52 b ... 案内部材、
- 52 c ... 長孔、
- 53 ... 第 2 軸受け部材、
- 60 , 61 ... 案内部材、
- 60 a , 61 a ... 第 1 案内部材、
- 60 b , 61 b ... 第 2 案内部材、
- 70 A , 70 B , 70 C , 70 D , 70 E , 70 F ... 動力伝達装置、
- 70 A - 1 ... 第 1 動力伝達装置、
- 70 A - 2 ... 第 2 動力伝達装置、
- 100 ... 加工ヘッド、
- 200 ... 変位機構、
- 200 ... 方向運動変換部 (第 1 変位機構)、
- 200 z ... z 方向運動変換部 (第 2 変位機構)、

10

20

30

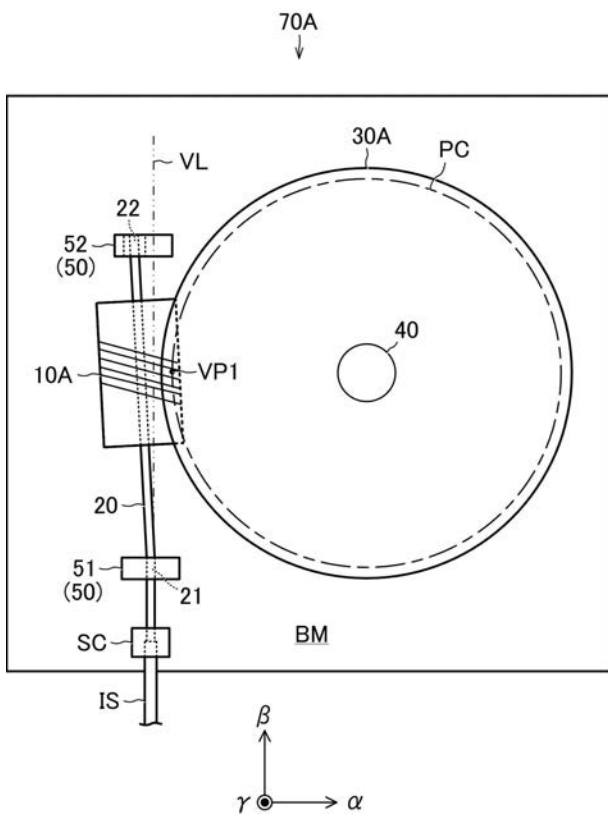
40

50

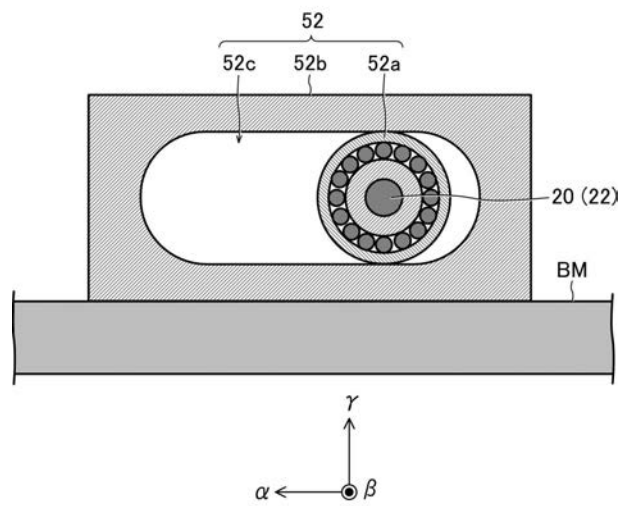
2 0 0 r ... r 方向運動変換部、	
2 0 1 ... ベース板、	
2 0 2 ... ねじ穴、	
2 0 3 ... 案内柱（共通回転軸）、	
2 0 4 ... 周壁、	
2 0 4 a ... 切り欠き、	
2 0 5 ... 旋回板（相手歯車）、	
2 0 5 a ... 外周面、	
2 0 6 ... ウォーム（歯車）、	
2 0 7 a ... 軸受け部材（第 1 軸受け部材）、	10
2 0 7 b ... 軸受け部材（第 2 軸受け部材）、	
2 0 8 ... 回転体、	
2 0 9 ... 円板部（相手歯車）、	
2 0 9 a ... 外周面、	
2 1 0 ... 雄ねじ部、	
2 1 1 a ... 軸受け部材（第 1 軸受け部材）、	
2 1 1 b ... 軸受け部材（第 2 軸受け部材）、	
2 1 2 ... ウォーム（歯車）、	
2 1 3 ... アーム、	
2 1 4 ... ねじ穴、	20
2 1 5 ... 開口、	
2 1 6 ... アーム収容体、	
2 1 7 ... 天板、	
2 1 8 ... 底板、	
2 1 9 , 2 2 0 ... ねじ穴、	
2 2 1 ... 端板、	
2 2 2 ... 貫通孔、	
2 2 3 ... 雄ねじ、	
2 2 4 ... 固定部、	
2 2 5 , 2 2 6 ... 止め輪、	30
2 2 7 ... 中間部、	
2 2 8 , 2 2 9 ... 規制柱、	
2 3 0 ... カバー、	
3 0 0 ... 動力源、	
3 0 0 ... 方向用モータ（第 1 モータ）、	
3 0 0 z ... z 方向用モータ（第 2 モータ）、	
3 0 0 r ... r 方向用モータ、	
4 0 0 ... 運動伝達部材、	
4 0 0 ... 方向用フレキシブルシャフト（第 1 フレキシブルシャフト）、	
4 0 0 z ... z 方向用フレキシブルシャフト（第 2 フレキシブルシャフト）、	40
4 0 0 r ... r 方向用フレキシブルシャフト、	
5 0 0 ... 制御装置、	
6 0 0 ... 口腔内加工装置、	
I S ... 入力軸、	
S C ... 軸継手、	
P C ... ピッチ円、	
V P 1 , V P 2 ... 仮想点、	
V L ... 仮想直線、	
B M ... ベース部材、	
C T ... 工具、	50

- I T ... 座板、
- I T a ... 平坦部、
- I M ... 安定材、
- T H ... 対象歯牙、
- A X 1 ... 回転軸、
- A X 2 ... 旋回軸。

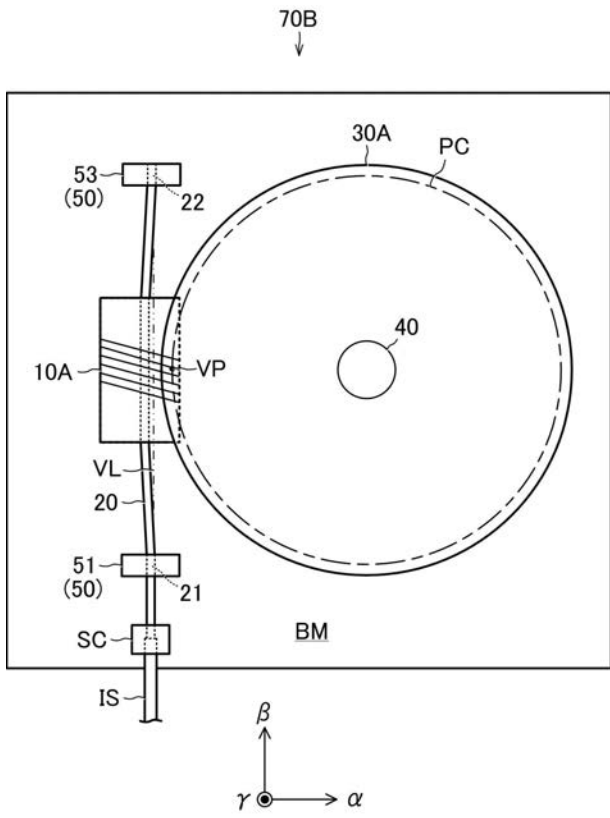
【 図 1 】



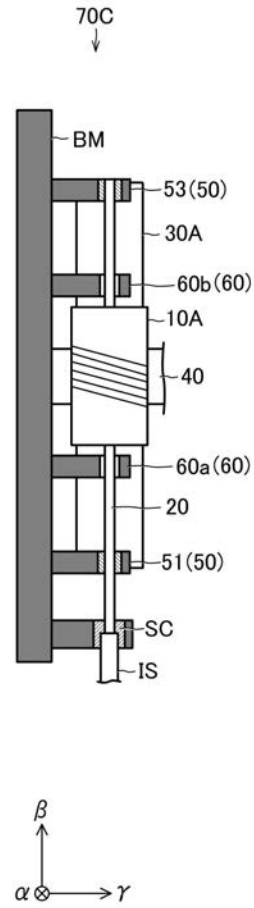
【 図 2 】



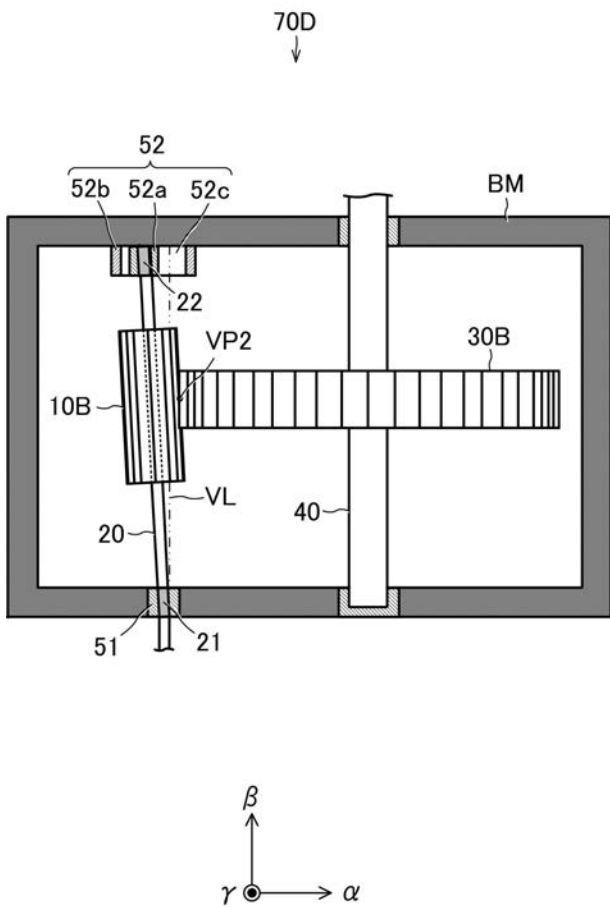
【 図 3 】



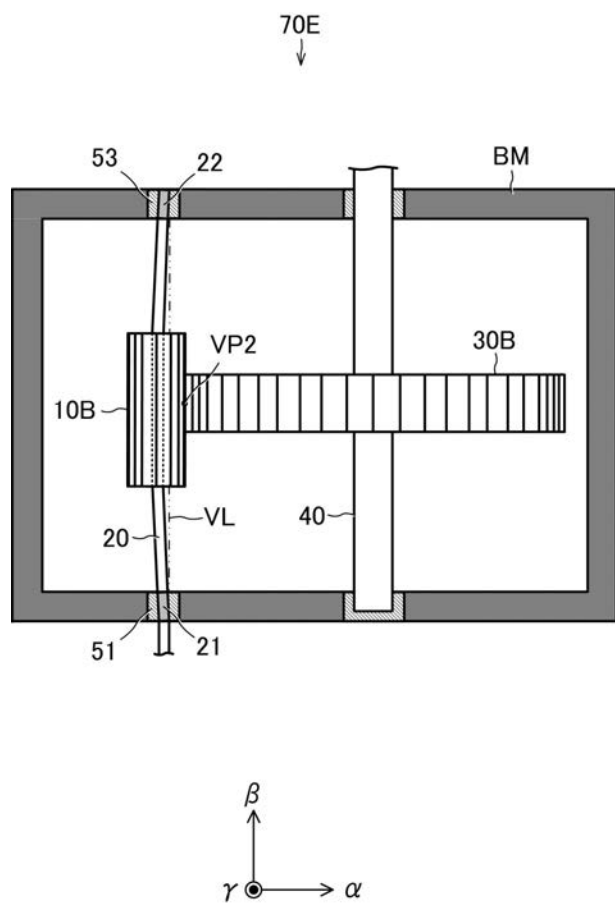
【 図 4 】



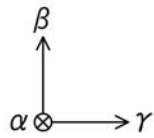
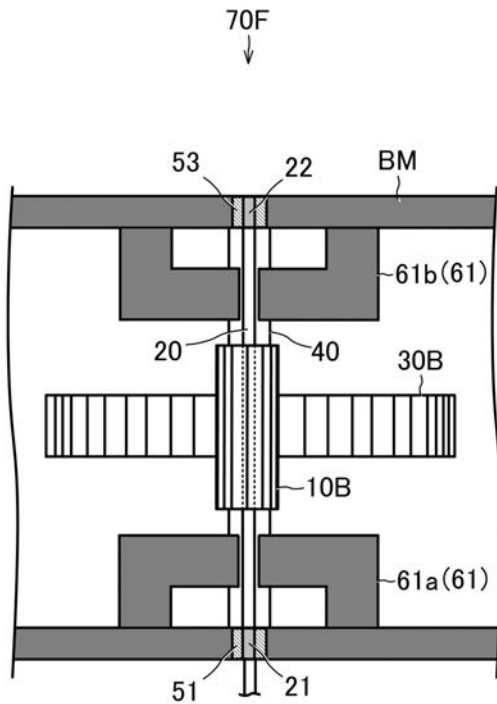
【 図 5 】



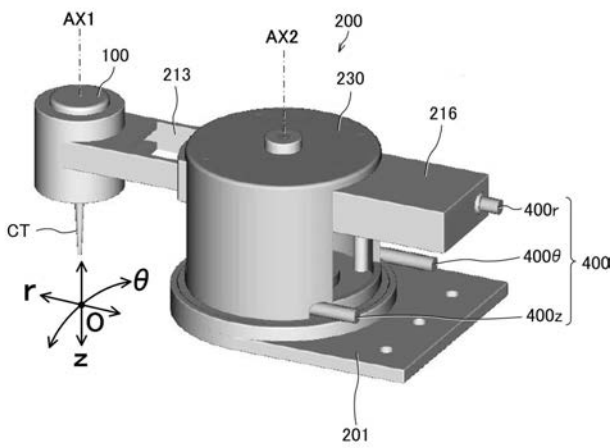
【 図 6 】



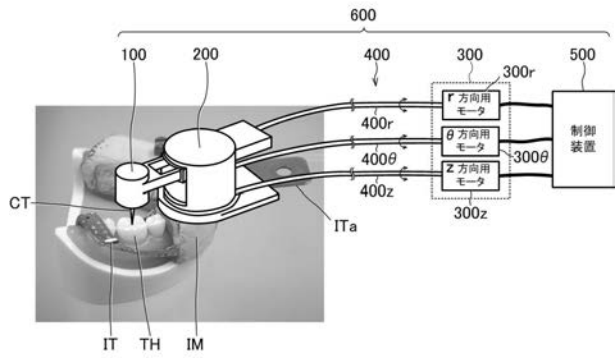
【 図 7 】



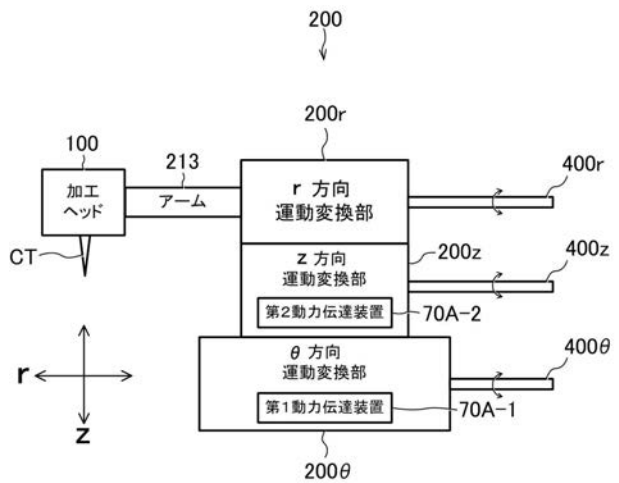
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】

