(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年4月2日(02.04.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/066431 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 3/12 (2006.01) *G01D 5/12* (2006.01)
B25J 9/10 (2006.01) *G01D 5/26* (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01) *G01L 3/14* (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01) *H02P 29/02* (2016.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/033592

(22) 国際出願日： 2019年8月27日(27.08.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-178181 2018年9月24日(24.09.2018) JP

(71) 出願人: 株式会社ニコン (**NIKON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

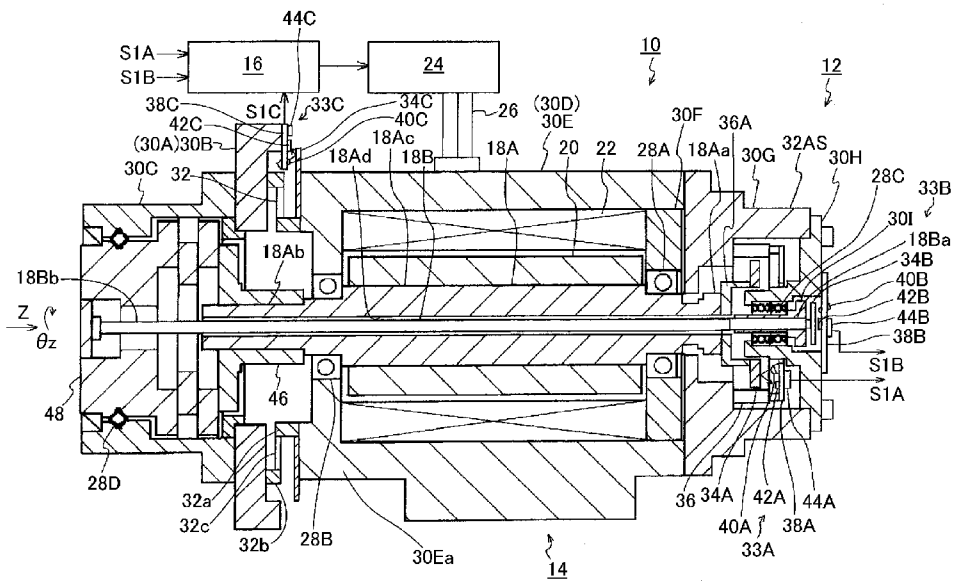
(72) 発明者: 小俣 賢治 (**OMATA Kenji**); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 坂田 晃一 (**SAKATA Koichi**); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 大森 聡 (**OMORI Satoshi**); 〒3380832 埼玉県さいたま市桜区西堀４丁目１１番７号 ６２７ 大森特許事務所 Saitama (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) **Title:** ENCODER, DRIVE DEVICE, ROBOT DEVICE, CONTROL SYSTEM, AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称： エンコーダ、駆動装置、ロボット装置、制御システム及びその制御方法



(57) **Abstract:** This encoder is installed in a drive device that is provided with: a motor part which is coupled to a fixing part via an elastic body so as to drive a first displacement part; and a transmission part for converting a displacement of the first displacement part and transmitting the converted displacement to a second displacement part. The encoder is provided with: a first detector for detecting first displacement information of the first displacement part; a second detector for detecting second displacement information of the second displacement part; a third detector for detecting

WO 2020/066431 A1

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

third displacement information about a displacement of the motor part with respect to the fixing part; and a calculation unit which, using the first and second displacement information, obtains information about a drive quantity of the motor part and which, using the third displacement information, obtains information about a load exerted on the motor part. The present invention enables detection of the load of a motor with high accuracy and a simple configuration.

(57) 要約:固定部に対して弾性体を介して連結されて第1変位部を駆動するモータ部と第1変位部の変位を変換して第2変位部に伝達する伝達部とを備える駆動装置に設けられるエンコーダであって、第1変位部の第1変位情報を検出する第1検出器と、第2変位部の第2変位情報を検出する第2検出器と、固定部に対するモータ部の第3変位情報を検出する第3検出器と、第1及び第2変位情報を用いて、モータ部の駆動量に関する情報を求め、第3変位情報を用いてモータ部に対する負荷の情報を求める演算部と、を備える。簡単な構成で高精度にモータの負荷を検出できる。

明　細　書

発明の名称 ：

エンコーダ、駆動装置、ロボット装置、制御システム及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、エンコーダ、エンコーダを備えた駆動装置、駆動装置を備えたロボット装置、エンコーダを備えた制御システム、及び駆動装置の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 産業用ロボット又は工作機械等の駆動部に用いられるモータの回転角の制御を高精度に行うために、モータの回転軸にはエンコーダ（例えばロータリーエンコーダ）が取り付けられ、エンコーダの検出結果などに基づいてモータの制御が行われている。また、モータの組立調整時及び稼働時等に、モータの状態をモニタするためには、トルク検出装置を用いてモータに対する負荷のトルクを検出することが好ましい。従来のトルク検出装置として、モータの回転軸と出力軸とをコイルばねで連結し、モータの回転軸及び出力軸の回転角の情報を検出し、その２つの回転角の情報からモータのトルクを求める装置が知られている（例えば、引用文献１参照）。

[0003] 従来のトルク検出装置は、２つの回転角の検出部を使用するために大型であるとともに、出力軸の回転角のばらつき、及び出力軸のグリスによる摩擦などにより、検出精度が影響を受ける恐れがあった。最近では、例えば、エンコーダを取り付けたモータはより様々な用途で使用されるとともに、高精度な制御が求められており、モータの負荷を簡単な構成で高精度に検出することを考慮することが求められている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００３－１６６８８７号公報

発明の概要

[0005] 本発明の第１の態様によれば、固定部に対して弾性体を介して連結されて第１変位部を駆動するモータ部と、その第１変位部の変位を変換して第２変位部に伝達する伝達部とを備える駆動装置に設けられるエンコーダであって、その第１変位部の第１変位情報を検出する第１検出器と、その第２変位部の第２変位情報を検出する第２検出器と、その固定部に対するそのモータ部の第３変位情報を検出する第３検出器と、その第１及び第２変位情報を用いて、そのモータ部の駆動量に関する情報を求め、その第３変位情報を用いてそのモータ部に対する負荷の情報を求める演算部と、を備えるエンコーダが提供される。

[0006] 第２の態様によれば、第１変位部を駆動するモータ部と、そのモータ部が固定される固定部に対してそのモータ部を変位可能に連結する弾性体と、その第１変位部の変位を変換して第２変位部を駆動する伝達部と、その第１変位部の第１変位情報を検出する第１検出器と、その第２変位部の第２変位情報を検出する第２検出器と、その固定部に対するそのモータ部の第３変位情報を検出する第３検出器と、その第１及び第２変位情報を用いて、そのモータ部の駆動量に関する情報を求め、その第３変位情報を用いてそのモータ部に対する負荷の情報を求める演算部と、その演算部で求められた情報を用いてそのモータ部を制御する制御部と、を備える駆動装置が提供される。

[0007] 第３の態様によれば、第２の態様に係る駆動装置を備えるロボット装置が提供される。

[0008] 第４の態様によれば、その駆動装置の制御システムであって、その第１変位部の第１変位情報を検出する第１検出器と、その第２変位部の第２変位情報を検出する第２検出器と、その固定部に対するそのモータ部の第３変位情報を検出する第３検出器と、その第１及
び第２変位情報を用いて、そのモータ部の駆動量に関する情報を求め、その第３変位情報を用いてそのモータ部に対する負荷の情報を求める演算部と、その演算部で求められる情報を用いてそのモータ部を制御する制御部と、を備える制御システムが提供される。

[0009] 第５の態様によれば、その駆動装置の制御方法であって、その第１変位部の第１変位情報を検出することと、その第２変位部の第２変位情報を検出することと、その固定部に対するそのモータ部の第３変位情報を検出することと、その第１及び第２変位情報を用いて、そのモータ部の駆動量に関する情報を求め、その第３変位情報を用いてそのモータ部に対する負荷の情報を求めることと、その駆動量に関する情報及びその負荷の情報を用いてそのモータ部を制御することと、を含む制御方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第１の実施形態に係る駆動装置を示す断面図である。

[図2]（Ａ）は図１中の弾性部材を示す斜視図、（Ｂ）は図１の駆動装置の力学モデルを示す図である。

[図3]図１の駆動装置を示すブロック図である。

[図4]図３中の合成部を示すブロック図である。

[図5]図１の駆動装置の制御方法の一例を示すフローチャートである。

[図6]第２の実施形態に係る駆動装置を示す断面図である。

[図7]第３の実施形態に係る駆動装置を示す断面図である。

[図8]第４の実施形態に係る駆動装置を示す図である。

[図9]ロボット装置の一例を示す斜視図である。

[図10]第１の実施形態の変形例を示す断面図である。

[図11]図１０中の弾性部材を示す斜視図である。

[図12]第４の実施形態の変形例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、第１の実施形態につき図１から図５を参照して説明する。

図１は、本実施形態に係る駆動装置１０を示す。図１において、駆動装置１０は、例えばロボット装置が設置された工場の床面（不図示）に不図示の支持部材（例、アームなど）を介して固定されたベース部材（固定部）３０Ａと、細長い棒状の第１回転軸（第１移動軸）１８Ａを回転駆動するモータ部１４と、ベース部材３０Ａに対してモータ部１４を変位可能に連結する弾

性部材（弾性体）３２と、第１回転軸１８Ａの回転を減速して細長い棒状の第２回転軸（第２移動軸）１８Ｂに伝達する減速機４８と、回転軸１８Ａ，１８Ｂの回転角及び回転速度等の回転情報及びモータ部１４に加わる負荷（詳細後述）を検出するエンコーダ部１２とを備えている。さらに、駆動装置１０は、エンコーダ部１２の検出信号を処理する演算装置１６と、演算装置１６の処理結果を用いてモータ部１４を駆動する制御装置２４とを備えている。

[0012] 本実施形態では、第１回転軸１８Ａは中空の円筒状であり、第２回転軸１８Ｂは、筒状の第１回転軸１８Ａの内部１８Ａｄを通過するように配置されている。以下では、第１回転軸１８Ａの中心軸に平行にＺ軸を取って説明する。第１回転軸１８Ａの中心軸と第２回転軸１８Ｂの中心軸とは一致しており、回転軸１８Ａ，１８Ｂはそれぞれその中心軸（Ｚ軸に平行な軸）の回りに回転可能である。一例として、モータ部１４は３相交流モータであるが、モータ部１４としては直流モータ等も使用できる。

[0013] まず、ベース部材３０Ａは、リング状の第１支持部材３０Ｂと、第１支持部材３０Ｂに対して－Ｚ方向側に固定された円筒状の第２支持部材３０Ｃとを有する。また、モータ部１４は、円筒状の保持部材３０Ｅと、保持部材３０Ｅの＋Ｚ方向の側面を覆うように設けられたリング状の押さえ部材３０Ｆとからなるモータケース３０Ｄを有し、モータケース３０Ｄの対向する２つの側面部に１対の回転軸受２８Ａ及び２８Ｂを介して回転可能に第１回転軸１８Ａが支持されている。また、モータ部１４は、第１回転軸１８Ａの中央の軸部１８Ａｃの外面に装着された複数のマグネット２０と、マグネット２０を囲むようにモータケース３０Ｄの内面に配置された複数のコイル２２とを有する。コイル２２が複数の信号ライン２６を介して制御装置２４に接続されている。

[0014] また、ベース部材３０Ａの＋Ｚ方向の端部の第１支持部材３０Ｂの側面と、モータケース３０Ｄ（保持部材３０Ｅ）の－Ｚ方向の端部３０Ｅａの側面とが弾性部材３２によって連結されている。弾性部材３２は、第１回転軸１

８Ａ及び第２回転軸１８Ｂの中心軸に沿った方向（Ｚ方向）において、ベース部材３０Ａ（第１支持部材３０Ｂ）とモータケース３０Ｄ（保持部材３０Ｅ）との間に、第１支持部材３０Ｂと保持部材３０Ｅとに接触して配置される。

[0015] 図２（Ａ）に示すように、弾性部材３２は、端部３０Ｅａに固定される内側の輪帯部（例、第１の要素）３２ａと、第１支持部材３０Ｂに固定される外側の輪帯部（例、第２の要素）３２ｂと、輪帯部３２ａ，３２ｂを半径方向に連結する複数（例えば３個、４個、５個など）の板ばね部（例、第３の要素）３２ｃとを有する。輪帯部３２ａ，３２ｂの中心は、回転軸１８Ａ，１８Ｂの中心軸と一致しており、板ばね部３２ｃはその中心軸の軸回りに所定範囲で弾性変形可能である。弾性部材３２はいわゆるフレクシャでもある。このため、弾性部材３２によって、モータケース３０Ｄを含むモータ部１４はベース部材３０Ａに対して、その中心軸（例、回転軸１８Ａ，１８Ｂの中心軸と一致する軸）の回り、又はＺ軸に平行な軸の軸回りの回転方向（以下、θｚ方向という）に所定範囲で＋θｚ方向又は－θｚ方向に回転可能である。また、弾性部材３２は、その板ばね部３２ｃの剛性を高めることによって、ベース部材３０Ａに対するモータ部１４のθｚ方向の相対回転角の範囲を小さくすることができる。

[0016] また、図１に戻り、ベース部材３０Ａの第２支持部材３０Ｃの内部に回転軸受２８Ｄを介して減速機４８（速度変換部又は伝達部）が配置されている。第１回転軸１８Ａの－Ｚ方向の端部１８Ａｂに減速機４８の入力軸４６が連結され、減速機４８の出力軸が第２回転軸１８Ｂの－Ｚ方向の端部１８Ｂｂに連結されている。減速機４８は、第１回転軸１８Ａの回転数を例えば１／３００程度に低下させて第２回転軸１８Ｂに伝達する。減速機４８の－Ｚ方向の面（第２回転軸１８Ｂの－Ｚ方向の端部）に被駆動部（不図示）が連結されている。本実施形態では、弾性部材３２は減速機４８の近傍に配置されている。

[0017] モータケース３０Ｄの＋Ｚ方向の側面に段差を有する円筒状の支持部材（

エンコーダケース、エンコーダの本体部）３０Ｇが固定され、支持部材３０Ｇの＋Ｚ方向の面に固定された取り付け部材３０Ｈの内面に回転軸受２８Ｃ及び固定部材（軸固定部）３０Ｉを介して第２回転軸１８Ｂの＋Ｚ方向の端部１８Ｂａが支持されている。支持部材３０Ｇの内面に支持部材３６を介して基板３８Ａが保持され、取り付け部材３０Ｈの＋Ｚ方向の面に基板３８Ｂが取り付けられ、第１支持部材３０Ｂの＋Ｚ方向の面に基板３８Ｃが取り付けられている。

[0018] また、第１回転軸１８Ａの＋Ｚ方向の端部１８Ａａの先端の支持部材３６Ａ、及び第２回転軸１８Ｂの端部１８Ｂａに、それぞれ回転方向の位置を検出するための反射型のパターン（不図示。以下、回転型の検出パターンとも称する）が形成された輪帯状及び円板状の第１回転板３４Ａ及び第２回転板３４Ｂが取り付けられている。さらに、モータケース３０Ｄの－Ｚ方向の端部３０Ｅａ（モータ部の連結部）の－Ｚ方向の面（弾性部材３２の内側の輪帯部３２ａの外側の領域）に反射型で回転型の検出パターンが形成された輪帯状の第３回転板３４Ｃが取り付けられている。

[0019] エンコーダ部１２は、第１検出部３３Ａ、第２検出部３３Ｂ、及び第３検出部３３Ｃを備える。第１検出部（位置検出用センサ）３３Ａは、第１回転板３４Ａと、第１回転板３４Ａのパターンに検出光を照射する光源４０Ａと、そのパターンからの光（例、反射光）を受光する受光素子４２Ａと、受光素子４２Ａの検出信号を処理してモータ部１４に対する回転板３４Ａ（及び第１回転軸１８Ａ）のθｚ方向の位置の情報（角度、角速度、及び／又は第１回転軸１８Ａが何回回転したかを示す多回転情報を含む変位情報）（以下、エンコーダ情報という）Ｓ１Ａを求める処理回路４４Ａとを有する。光源４０Ａ、受光素子４２Ａ、処理回路４４Ａは基板３８Ａに取り付けられている。また、第２検出部（位置検出用センサ）３３Ｂは、第２回転板３４Ｂと、第２回転板３４Ｂのパターンに検出光を照射する光源４０Ｂと、そのパターンからの光（例、反射光）を受光する受光素子４２Ｂと、受光素子４２Ｂの検出信号を処理してモータ部１４に対する回転板３４Ｂ（及び第２回転軸

１８Ｂ）のθｚ方向のエンコーダ情報Ｓ１Ｂを求める処理回路４４Ｂとを有する。光源４０Ｂ、受光素子４２Ｂ、処理回路４４Ｂは基板３８Ｂに取り付けられている。

[0020] 第３検出部３３Ｃは、第３回転板３４Ｃと、第３回転板３４Ｃのパターンに検出光を照射する光源４０Ｃと、そのパターンからの光（例、反射光）を受光する受光素子４２Ｃと、受光素子４２Ｃの検出信号を処理してベース部材３０Ａに対する回転板３４Ｃ（及びモータ部１４）のθｚ方向のエンコーダ情報Ｓ１Ｃを求める処理回路４４Ｃとを有する。光源４０Ｃ、受光素子４２Ｃ、処理回路４４Ｃは基板３８Ｃに取り付けられている。第１支持部材３０Ｂ（固定部の連結部）の＋Ｚ方向の面に基板３８Ｃが取り付けられている。すなわち、第３検出部３３Ｃは、第１検出部３３Ａ及び第２検出部３３Ｂに対して構造的に分離して構成され（分離した位置に配置され）、第１支持部材３０Ｂ（ベース部材３０Ａの弾性部材３２との連結部）と、モータケース３０Ｄの－Ｚ方向の端部３０Ｅａ（モータ部１４の弾性部材３２との連結部）に配置されている。本実施形態の検出部３３Ａ～３３Ｃはそれぞれロータリーエンコーダでもある。エンコーダ情報Ｓ１Ａ，Ｓ１Ｂ，Ｓ１Ｃは、演算装置１６に供給される。回転板３４Ａ～３４Ｃは、回転型のスケール又はディスクとも呼ぶことができる。なお、回転板３４Ａ～３４Ｃに形成される検出パターンは、アブソリュート型又はインクリメンタル型等のどのようなパターンであってもよい。また、回転板３４Ａ～３４Ｃは反射型であるが、回転板３４Ａ～３４Ｃには透過型のパターンが形成されていてもよい。

[0021] 演算装置１６は、エンコーダ情報Ｓ１Ａ，Ｓ１Ｂ，Ｓ１Ｃを用いて生成したモータ部１４の駆動量の情報を制御装置２４に供給し、それに応じて制御装置２４がコイル２２に供給する電流値を制御する。この動作によって第２回転軸１８Ｂの回転角等が目標値に制御される。

次に、本実施形態の駆動装置１０の演算装置１６及び制御装置２４の構成につき説明する。図２（Ｂ）は、図１の駆動装置１０の力学モデルである。図２（Ｂ）において、ベース部材３０Ａに対して弾性部材３２を介してモー

タ部１４の保持部材３０Ｅが連結され、モータ部１４に対して第１回転軸１８Ａを介して減速機４８が連結され、減速機４８に対して第２回転軸１８Ｂを介して被駆動部５０が連結されている。ここで、弾性部材３２の剛性をK_B、粘性比例係数をC_B、モータ部１４のモーメントをJ_M、粘性比例係数をC_M、減速機４８の剛性をＫ、粘性比例係数をＣ、減速比をＲ、被駆動部５０のモーメントをJ_L、駆動装置１０の全体のモーメントをJ_{all}、モータ部１４から第１回転軸１８Ａを介して減速機４８に作用するトルクをτ_M、減速機４８から第２回転軸１８Ｂを介して被駆動部５０に作用するトルクをτ_Lとする。本実施形態では、トルクτ_Lがモータ部１４に作用する負荷である。この負荷（トルクτ_L）は時間の関数として変動しているため、何らかの補償を行わないとモータ部１４の回転精度（被駆動部５０の回転角の目標値からの誤差）に影響する。そこで、後述のように第３検出部（負荷検出用センサ）３３Ｂの検出結果を用いてその負荷を検出する。

[0022] すなわち、第３検出部３３Ｃによってベース部材３０Ａ（第３検出部３３Ｃの検出の基準位置となるベース部材３０Ａ）に対するモータ部１４の回転角θ_Bが計測され、第１検出部３３Ａによってモータ部１４（又は保持部材３０Ｅ）（第１検出部３３Ａの検出の基準位置となるモータ部１４又は保持部材３０Ｅ）に対する第１回転軸１８Ａの回転角θ_Mが計測され、第２検出部３３Ｂによってモータ部１４（又は保持部材３０Ｅ）（第１検出部３３Ａの検出の基準位置となるモータ部１４又は保持部材３０Ｅ）に対する第２回転軸１８Ｂの回転角θ_Lが計測される。回転角θ_B，θ_M，θ_Lは上述のエンコーダ情報Ｓ１Ａ，Ｓ１Ｂ，Ｓ１Ｃに含まれている。なお、第２検出部３３Ｂは、減速機４８に対する第２回転軸１８Ｂの回転角を検出し、この回転角を回転角θ_Lの代わりに使用してもよい。

[0023] また、図３は、図２（Ｂ）の力学モデルに対応させて図１の駆動装置１０を表すブロック図である。図３は、エンコーダ部１２で検出された回転角θ_M，θ_L，及びθ_Bの情報を用いてモータ部１４に加わる負荷の情報を求め、第２回転軸１８Ｂ（被駆動部）が目標とする回転角で回転されるようにモータ部

１４を駆動するための制御回路の一例でもある。図３において、変数ｓはラプラス変換の変数であり、周波数をｆ（Ｈｚ）、角周波数をωとすると、定常状態ではｓ＝ｉ２πｆ＝ｉω（ｉは虚数単位）である。図３において、被駆動部５０、減速機４８、及びモータ部１４で示される点線で囲まれたブロックがそれぞれの伝達関数の要素を表している。

[0024] モータ部１４においては、制御装置２４から供給されるトルク指令値τ_Mに対応する信号が減算点５６Ａに供給され、減算点５６Ａには減速機４８の減速比Ｒに対応する変換部５８Ｈから出力される信号も供給され、減算点５６Ａで求められるその２つの信号の差分の信号が、伝達関数（１／（J_Mｓ＋C_M））で表されるブロック５６Ｂを介して積分部５６Ｃ及び減速機４８の変換部５８Ｅに供給され、積分部５６Ｃの出力が第１検出部３３Ａで検出される回転角θ_Mに対応する信号として演算装置１６の合成部５２及び減速機４８の変換部５８Ａに供給される。

[0025] また、減速機４８においては、変換部５８Ａの出力信号が減算点５８Ｂに供給され、減算点５８Ｂには被駆動部５０から出力される（第２検出部３３Ｂで検出される）回転角θ_Lに対応する信号も供給され、減算点５８Ｂでその２つの信号の差分を取って得られる信号が剛性Ｋの弾性部５８Ｃを介して加算点５８Ｄに供給される。また、変換部５８Ｅから出力される信号及び被駆動部５０の後述の回転部６０Ａから出力される信号が減算点５８Ｆに供給され、減算点５８Ｆから出力される差分の信号が粘性比例係数Ｃのダンパ部５８Ｇを介して加算点５８Ｄに供給され、加算点５８Ｄの出力信号が減速比Ｒに対応する変換部５８Ｈ及び被駆動部５０に供給され、変換部５８Ｈの出力信号がモータ部１４の減算点５６Ａに供給される。

[0026] 被駆動部５０においては、減速機４８の加算点５８Ｄから供給される信号がモーメントJ_Lによる回転部６０Ａを介して積分部６０Ｂ及び減速機４８の減算点５８Ｆに供給され、積分部６０Ｂの出力が第２検出部３３Ｂで検出される回転角θ_Lに対応する信号として演算装置１６の合成部５２及び減速機４８の減算点５８Ｂに供給される。

図４は、回転角θ_L及びθ_Mに対応する信号から第２回転軸１８Ｂの正確な回転角に対応する信号を求める合成部５２の一例を示す。図４において、回転角θ_Lに対応する信号は、所定のカットオフ周波数よりも低い周波数域F_1の信号を通過させるローパスフィルタ部６８Ｄ及び所定のゲインαの乗算部６８Ａに供給され、回転角θ_Mに対応する信号は、所定のゲインβの乗算部６８Ｂに供給される。また、乗算部６８Ａ及び６８Ｂの出力信号が加算点６８Ｃで加算され、加算された信号が所定のカットオフ周波数よりも高い周波数域F_2の信号を通過させるハイパスフィルタ部６８Ｅに供給され、フィルタ部６８Ｄ及び６８Ｅの出力信号を加算点６８Ｆで加算した信号（以下、信号y_{FS-SRC}という）が図３の制御装置２４に供給される。合成部５２を使用することによって、２つの回転角θ_L及びθ_Mから第２回転軸１８Ｂ（被駆動部５０）の実際の回転角（減速機４８におけるバックラッシュの影響等を含めた正確な回転角）に対応する信号y_{FS-SRC}（位置情報又はモータ部１４の駆動量に関する情報）が高精度に求められる。

[0027] なお、合成部５２としては、例えば回転角θ_Mを減速機４８の既知の減速比で小さくした値と、回転角θ_Lとの加重平均に相当する信号を生成する回路を使用することもできる。この場合、回転角θ_Mをその減速比で小さくした値の重みよりも、回転角θ_Lの重みを大きくしてもよい。

また、減速機４８を弾性部材とみなすことも可能であるため、駆動装置１０（もしくはエンコーダ部１２）は上記した２つの回転角θ_L及びθ_Mの差分を用いて、被駆動部５０から減速機４８に作用する負荷のトルクを求めることもできる。この負荷のトルクを求める回路を演算装置１６内に設けてもよい。

図３において、被駆動部５０からモータ部１４への負荷を表すトルクτ_Lは、仮想的に弾性部材３２の伝達関数（$-1/(J_{all}s^2+C_Bs+K_B)$）を表すブロック６２Ａによって、ベース部材３０Ａに対するモータ部１４の回転角θ_Bに変換され、この回転角θ_Bが第３検出部３３Ｃによって検出されて演算装置１６に供給されている。演算装置１６において、回転角θ_Bに対応する信号

は、実質的にブロック６２Ａと逆の伝達関数（$J_{all}s^2+C_Bs+K_B$／Ｄ（ｓ））（関数Ｄ（ｓ）は例えば実測等に基づいて定められる補正用の関数）の特性を持つトルク復元部６２Ｂ及びローパスフィルタ部６２Ｃに供給される。ローパスフィルタ部６２Ｃの出力信号は減算点６２Ｆに供給され、トルク復元部６２Ｂで復元されたトルクτ_{LB}に対応する信号は減算点６２Ｄに供給される。減算点６２Ｄで、予め設定されているトルクの参照値τ_L^{ref}に対応する信号から復元されたトルクτ_{LB}に対応する信号を減算して得られる信号（トルクの差分$\Delta\tau$に対応する信号）が、次の伝達関数G_{imp}（ｓ）で表される特性を持つブロック（以下、インピーダンス部という）６２Ｅを介して減算点６２Ｆに供給される。なお、式（１）において、係数J_{imp}はモーメント、係数C_{imp}は粘性比例係数、係数K_{imp}は剛性を示す。これらの係数は演算装置１６内でソフトウェア的に変更することができる。

[0028] 伝達関数G_{imp}（ｓ）＝１／（$J_{imp}s^2+C_{imp}s+K_{imp}$）　…（１）

インピーダンス部６２Ｅは、負荷のトルクτ_Lの変動に対してモータ部１４の回転角θ_Bの変化（ひいては第２回転軸１８Ｂ（被駆動部５０）の回転角の目標値からの変化）を抑制するために使用される。例えば係数K_{imp}を大きく設定すると、負荷トルクτ_Lの変動に対してモータ部１４が固くなり、回転角θ_Bの変化が小さくなる。一方、係数K_{imp}を小さく設定すると、負荷トルクτ_Lの変動に対してモータ部１４が柔らかくなり、回転角θ_Bの変化が大きくなる。それらの係数は駆動装置１０の用途等に応じて最適な値に設定される。

[0029] また、減算点６２Ｆにおいて、インピーダンス部６２Ｅから出力される信号に目標回転角設定部６６から出力される被駆動部５０の目標回転角に対応する信号ｒを加算し、この加算された値からローパスフィルタ部６２Ｃから出力される信号を減算して得られる信号（被駆動部５０の目標回転角θ_L^{ref}に対応する信号）が制御装置２４の減算点６４Ａ及びフィードフォワード部６４Ｄに供給される。

[0030] 制御装置２４において、減算点６４Ａには合成部５２から被駆動部５０の正確な回転角に対応する信号y_{FS-SRC}も供給され、減算点６４Ａで目標回転角θ

$_{L}{}^{ref}$に対応する信号から信号y_{FS-SRC}を減算して得られる信号ｅがフィードバック部６４Ｂに供給される。フィードフォワード部６４Ｄ及びフィードバック部６４Ｂの伝達関数C_{FF}（ｓ）及びC_{FB}(s)は任意である。フィードフォワード部６４Ｄ及びフィードバック部６４Ｂの出力信号u_{FF}及びu_{FB}を加算点６４Ｃで加算して得られる信号ｕ（トルク指令値τ_{M}に対応する信号）がモータ部１４の減算点５６Ａに供給される。

[0031] 次に、本実施形態の駆動装置１０の制御方法の一例につき図５のフローチャートを参照して説明する。まず、図５のステップ１０２において、制御装置２４内の目標回転角設定部６６内の出力部に被駆動部５０の目標回転角が入力される。そして、ステップ１０４において、その出力部から目標回転角に対応する信号ｒが制御装置２４を介してモータ部１４に供給され、モータ部１４が第１回転軸１８Ａの駆動を開始する。また、ステップ１０６において、第１検出部３３Ａが第１回転軸１８Ａの回転角θ_{M}の検出を行い、ステップ１０８において、第２検出部３３Ｂが第２回転軸１８Ｂの回転角θ_{L}の検出を行い、ステップ１１０において、第３検出部３３Ｃがモータ部１４の回転角θ_{B}の検出を行う。なお、ステップ１０６～１１０の動作は所定周期で実質的に並行に実行されている。

[0032] そして、ステップ１１２において、演算装置１６内の合成部５２が回転角θ_{M}，θ_{L}を用いて被駆動部５０の実際の回転角に対応する信号y_{FS-SRC}を求め、ステップ１１４において、演算装置１６内のトルク復元部６２Ｂが回転角θ_{B}を用いて負荷のトルクτ_{LB}を算出（復元）する。次のステップ１１６において、インピーダンス部６２Ｅ及び減算点６２Ｆにおいて、負荷のトルクτ_{LB}及び回転角θ_{B}を用いて、被駆動部５０の目標回転角$\theta_{L}{}^{ref}$に対応する信号（モータ部１４の駆動量の補正値）が求められる。さらに、ステップ１１８において、制御装置２４が、被駆動部５０の目標回転角に対応する信号ｒ、実際の回転角に対応する信号y_{FS-SRC}、及び目標回転角$\theta_{L}{}^{ref}$に対応する信号を用いて、モータ部１４のトルク指令値τ_{M}に対応する信号（駆動量）を求め、この信号をモータ部１４に供給する（駆動量を設定する）ことで、負荷のトルクτ_{L}によ

る被駆動部５０の回転角の変化を抑制するようにモータ部１４が第１回転軸１８Ａを駆動する。

[0033] 次のステップ１２０でモータ部１４を停止しない場合には、ステップ１２２において、目標回転角設定部６６が目標回転角を更新して（目標回転角は時間によって変化するため、時間の経過によって次々に新しい目標回転角が設定される）、動作はステップ１０４に戻り、ステップ１２２でモータ部１４を停止する場合には、動作はステップ１２４に移行してモータ部１４が停止される。このように駆動装置１０によれば、エンコーダ部１２の第３検出部３３Ｂで検出される回転角θ_Bを用いて負荷のトルクτ_{LB}を算出し、算出したトルクτ_{LB}を用いて、目標回転角θ_L^{ref}に対応する信号を求め、この信号でモータ部１４の駆動量を補正している。このため、負荷のトルクτ_Lの変動が大きい場合でも、モータ部１４を大出力にして、かつ第２回転軸１８Ｂ（被駆動部５０）の回転角を目標値に高精度に制御できる。また、例えば駆動装置１０の組立調整時に、その算出される負荷のトルクτ_{LB}が所定の許容範囲内に収まるように、第２回転軸１８Ｂに負荷を与えてもよい。これによって、組立調整時にモータ部１４に大きい負荷がかかることを防止できる。

[0034] 上述のように、本実施形態のエンコーダ部１２は、ベース部材３０Ａ（固定部）に対して弾性部材３２を介して連結されて第１回転軸１８Ａ（第１変位部）を駆動するモータ部１４と、第１回転軸１８Ａの回転角を変換して第２回転軸１８Ｂ（第２変位部）に伝達する減速機４８（伝達部）とを備える駆動装置１０に設けられるエンコーダである。そして、エンコーダ部１２は、第１回転軸１８Ａの回転角θ_M（第１変位情報）を検出する第１検出部３３Ａと、第２回転軸１８ｂの回転角θ_L（第２変位情報）を検出する第２検出部３３Ｂと、ベース部材３０Ａに対するモータ部１４の回転角θ_B（第３変位情報）を検出する第３検出部３３Ｃと、回転角θ_M及びθ_Lを用いて、第２回転軸１８Ｂ（被駆動部５０）の実際の回転角に対応する信号y_{FS-SRC}（モータ部１４の駆動量に関する情報）を求め、回転角θ_Bを用いてモータ部１４に対する負荷のトルクτ_{LB}を求める（演算によって求める）演算装置１６と、を備えてい

る。

[0035] エンコーダ部１２によれば、１つの第３検出部３３Ｃの検出信号を用いて、ベース部材３０Ａからモータ部１４に加わる負荷、すなわち被駆動部５０からモータ部１４に加わる負荷のトルクτ_{LB}を求めることができる。また、第３検出部３３Ｃは減速機４８及び第２回転軸１８Ｂ（被駆動部５０）から離れた位置に設置されている。このため、第２回転軸１８Ｂ（出力軸）の回転角のばらつき、及び第２回転軸１８Ｂのグリスによる摩擦などがあっても、簡単な構成で高精度にモータ部１４に対する負荷を検出できる。

[0036] また、本実施形態の駆動装置１０は、ベース部材３０Ａと、第１回転軸１８Ａを駆動するモータ部１４と、ベース部材３０Ａに対してモータ部１４を変位可能に連結する弾性部材３２と、第１回転軸１８Ａの回転角を変換して第２回転軸１８Ｂを駆動する減速機４８と、第１回転軸１８Ａの回転角θ_Mを検出する第１検出部３３Ａと、第２回転軸１８ｂの回転角θ_Lを検出する第２検出部３３Ｂと、ベース部材３０Ａに対するモータ部１４の回転角θ_Bを検出する第３検出部３３Ｃと、回転角θ_M及びθ_Lを用いて、第２回転軸１８Ｂの実際の回転角に対応する信号y_{FS-SRC}を求め、回転角θ_Bを用いてモータ部１４に対する負荷のトルクτ_{LB}を求める演算装置１６と、演算装置１６で求められた情報（信号y_{FS-SRC}及び負荷のトルクτ_{LB}）を用いてモータ部１４を制御する制御装置２４とを備えている。

[0037] また、本実施形態の制御システムは、駆動装置１０の制御システムであって、回転角θ_M，θ_L及びθ_B検出する第１～第３検出部３３Ａ，３３Ｂ，３３Ｃと、回転角θ_M及びθ_Lを用いて、第２回転軸１８Ｂの実際の回転角に対応する信号y_{FS-SRC}を求め、回転角θ_Bを用いてモータ部１４に対する負荷のトルクτ_{LB}を求める演算装置１６と、演算装置１６で求められた情報（信号y_{FS-SRC}及び負荷のトルクτ_{LB}）を用いてモータ部１４を制御する制御装置２４とを備えている。

[0038] また、本実施形態の制御方法は、駆動装置１０の制御方法であって、第１回転軸１８Ａの回転角θ_Mを検出するステップ１０６と、第２回転軸１８ｂの

回転角θ_Lを検出するステップ１０８と、モータ部１４の回転角θ_Bを検出するステップ１１０と、回転角θ_M及びθ_Lを用いて、第２回転軸１８Ｂの実際の回転角に対応する信号y_{FS-SRC}を求めるステップ１１２と、回転角θ_Bを用いてモータ部１４に対する負荷のトルクτ_{LB}を求めるステップ１１４と、その求められた情報（信号y_{FS-SRC}及び負荷のトルクτ_{LB}）を用いてモータ部１４を制御するステップ１１８とを有する。

[0039] 本実施形態の駆動装置１０、制御システム、及び制御方法によれば、エンコーダ部１２によってモータ部１４に対する負荷のトルクτ_{LB}を高精度に求めることができる。さらに、その負荷のトルクτ_{LB}を用いてモータ部１４の駆動量を補正することによって、その負荷が大きく変動する場合でもモータ部１４を大出力にして、かつ第２回転軸１８Ｂ（出力軸）の回転角を高精度に目標値に制御できる。

[0040] また、駆動装置１０において、エンコーダ部１２によって第２回転軸１８Ｂ（被駆動部５０）の回転角を高精度に検出するためには、ベース部材３０Ａとモータ部１４との間に高い剛性があり、モータ部１４の回転角の変化が小さいことが望ましい。一方、モータ部１４に対する負荷のトルクを高精度に検出するためには、ベース部材３０Ａとモータ部１４との間の剛性を低下させて、ベース部材３０Ａとモータ部１４とがある程度相対回転できることが望ましい。本実施形態では、ベース部材３０Ａに対して弾性部材３２を介してモータ部１４を連結しているため、ベース部材３０Ａとモータ部１４との間の実際の剛性は低下している。また、ベース部材３０Ａとモータ部１４との間の剛性の低下によるエンコーダ部１２による第２回転軸１８Ｂの回転角の検出精度の低下を抑制するために、ベース部材３０Ａに対するモータ部１４の回転角θ_Bを第３検出部３３Ｃで検出し、その回転角θ_Bを用いてモータ部１４に対する負荷のトルクτ_{LB}を求めている。このため、第１検出部３３Ａ及び第２検出部３３Ｂの検出結果から求めた第２回転軸１８Ｂの回転角をその負荷のトルクτ_{LB}を用いて補正するか、又はその負荷のトルクτ_{LB}に応じてモータ部１４の駆動量を補正することによって、第２回転軸１８Ｂの回転角

を高精度に検出できるか、又は第２回転軸１８Ｂの回転角を目標回転角に高精度に制御できる。

[0041] なお、上述の実施形態では検出部３３Ａ～３３Ｃとして反射型又は透過型の光学式の検出器が使用されている。その他に、検出部として磁気方式又は静電容量方式等の検出器を使用してもよい。さらに、検出部３３Ａ～３３Ｃは回転板３４Ａ～３４Ｃを有するが、回転軸１８Ａ，１８Ｂの端部１８Ａａ，１８Ｂａ及びモータケース３０Ｄの保持部材３０Ｅ等を回転板として使用してもよい。すなわち、端部１８Ａａ，１８Ｂａ及び保持部材３０Ｅの表面に回転方向の位置を示す着磁パターン又は反射パターン等を形成しておき、その回転情報を磁気センサ又は受光素子等を含む検出部で検出してもよい。

また、弾性部材３２は、図２（Ａ）のような構成の他に、例えば第１回転軸１８Ａの中心軸を通る直線の回りに巻回されたスプリングのような任意の形状の弾性部材やゴムのような弾性を有する高分子物質の弾性部材を使用できる。

[0042] 次に、上述の実施形態の変形例につき図１０及び図１１を参照して説明する。図１０及び図１１において、図１及び図２に対応する部分には同一又は類似する符号を付してその詳細な説明を省略する。

図１０は、この変形例の駆動装置１０Ｄを示し、図１１は、図１０中の弾性部材３２Ｅを示す。図１０において、駆動装置１０Ｄは、例えばロボット装置が設置された工場の床面（不図示）に不図示の支持部材（例、アームなど）を介して固定されたベース部材（固定部）３０Ｂ１と、ベース部材３０Ｂ１に対して回転軸受２８Ｄを介して回転可能に指示された第２回転軸１８Ｂ（出力軸又は第２移動軸）と、第２回転軸１８Ｂに対して減速機４８Ｂを介して連結された第１回転軸１８Ａ（第１移動軸）と、ベース部材３０Ｂ１に連結された保持部材３０Ｅ１に支持されて第１回転軸１８Ａを回転駆動するモータ部１４Ｃと、ベース部材３０Ｂ１に対してモータ部１４Ｃ（保持部材３０Ｅ１）を変位可能に連結する弾性部材（弾性体）３２Ｅと、第１回転軸１８Ａの回転を停止させるためのブレーキ４８Ｃと、回転軸１８Ａ，１８

Ｂの回転角及び回転速度等の回転情報及びモータ部１４Ｃに加わる上述の負荷を検出するエンコーダ部とを備えている。

[0043] また、保持部材３０Ｅ１に対して回転可能に第１回転軸１８Ａが支持され、回転軸１８Ａ，１８Ｂはそれぞれその中心軸（Ｚ軸に平行な軸）の回りに回転可能である。一例として、モータ部１４Ｃは３相交流モータであるが、モータ部１４Ｃとしては直流モータ等も使用できる。

本変形例のエンコーダ部も、モータ部１４Ｃに対する第１回転板３４Ａ（第１回転軸１８Ａ）のθｚ方向のエンコーダ情報を求めるための第１検出部３３Ａ、モータ部１４Ｃに対する第２回転板３４Ｂ（第２回転軸１８Ｂ）のθｚ方向のエンコーダ情報を求めるための第２検出部３３Ｂ、及びベース部材３０Ｂ１に対する第３回転板３４Ｃ（及びモータ部１４Ｃ）のθｚ方向のエンコーダ情報Ｓ１Ｃを求める第３検出部３３Ｃを備える。第１回転板３４Ａは第１回転軸１８Ａに連結され、第２回転板３４Ｂは第２回転軸１８Ｂに連結されている。また、第１検出部３３Ａの光源及び受光素子、並びに第２検出部３３Ｂの光源及び受光素子は、保持部材３０Ｅ１に連結された基板３８Ａに設けられている。また、第２回転板３４Ｂの側面（＋Ｚ方向の面）はカバー部材３０Ｐで覆われている。

[0044] さらに、第３回転板３４Ｃは弾性部材３２Ｅに固定され、第３検出部３３Ｃの光源及び受光素子は基板３８Ｃを介して保持部材３０Ｅ１に支持されている。なお、第３回転板３４Ｃの回転範囲は１回転より小さいため、第３回転板３４Ｃとしては、回転方向の位置を検出するためのパターンが形成された半円程度の板を使用してもよい。

図１１に示すように、弾性部材３２Ｅは、図１０の保持部材３０Ｅ１に固定される内側の輪帯部（例、第１の要素）３２Ｅａと、図１０のベース部材３０Ｂ１に固定される外側の輪帯部（例、第２の要素）３２Ｅｂと、内側及び外側の輪帯部を半径方向に連結する複数（例えば３個、４個、５個など）の板ばね部（例、第３の要素）３２Ｅｃとを有する。その板ばね部３２Ｅｃは中心軸（例、回転軸１８Ａ，１８Ｂの中心軸と一致する軸）の回りに所定

範囲で弾性変形が可能である。このため、弾性部材３２Ｅによって、保持部材３０Ｅ１内のモータ部１４Ｃはベース部材３０Ｂ１に対して、その中心軸（例えば回転軸１８Ａ，１８Ｂの中心軸と一致する軸）の回り、又はＺ軸に平行な軸の軸回りの回転方向（θｚ方向）に所定範囲で＋θｚ方向又は－θｚ方向に回転可能である。また、パターンを有する第３回転板３４Ｃは弾性部材３２Ｅの内側の輪帯部３２Ｅａに連結されている。弾性部材３２Ｅの板ばね部３２Ｅｃの剛性を高めることによって、ベース部材３０Ｂ１に対するモータ部１４Ｃのθｚ方向の相対回転角の範囲を小さくすることができる。この他の構成等は第１の実施形態と同様である。

[0045] この変形例によれば、上述の実施形態と同様にエンコーダ部によってモータ部１４Ｃに対する負荷のトルクτ_{LB}を高精度に求めることができる。さらに、その負荷のトルクτ_{LB}を用いてモータ部１４Ｃの駆動量を補正することによって、その負荷が大きく変動する場合でもモータ部１４Ｃを大出力にして、かつ第２回転軸１８Ｂ（出力軸）の回転角を高精度に目標値に制御できる。

[0046] 次に、第２の実施形態につき図６を参照して説明する。なお、図６において、図１に対応する部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。

図６は、本実施形態に係る駆動装置１０Ａを示す。図６において、駆動装置１０Ａは、例えば駆動装置１０Ａが設置された工場の床面（不図示）に固定されたベース部材（固定部）３１Ａと、第１回転軸１８Ａを駆動するモータ部１４Ａと、ベース部材３１Ａに対して変位可能にモータ部１４Ａを連結する弾性部材３２Ａと、第１回転軸１８Ａの回転を減速して第２回転軸１８Ｂに伝達する減速機４８Ａと、回転軸１８Ａ，１８Ｂの回転情報及びモータ部１４Ａに加わる負荷を検出するエンコーダ部１２Ａとを備えている。

[0047] 本実施形態においても、第１回転軸１８Ａの中心軸に平行にＺ軸を取って説明する。ベース部材３１Ａは、円筒状の支持部材３１Ｂと、支持部材３１Ｂの－Ｚ方向の端部を覆う押さえ部材３１Ｃとを有する。また、モータ部１４Ａは、円筒状で両端が塞がれた保持部材３０Ｅ（図１の押さえ部材３０Ｆ

を含む）と、保持部材３０Ｅの－Ｚ方向の端部に固定され、円筒状で内部に段差が形成された保持部材３１Ｄとを有するモータケース３０Ｄと、モータケース３０Ｄの中央部を囲むように設けられたリング状の連結部材３０Ｊと、モータケース３０Ｄの内面に固定されたコイル２２と、第１回転軸１８Ａの外面に固定されたマグネット２０とを有する。保持部材３０Ｅの両端にそれぞれスラスト軸受２９Ａ，２９Ｂ及び回転軸受２８Ｅ，２８Ｆを介して第１回転軸１８Ａが、この中心軸の軸回りであるＺ軸に平行な軸の軸回り（θｚ方向）に回転可能に支持されている。

[0048] また、ベース部材３１Ａの支持部材３１Ｂの内面に回転軸受２８Ａ，２８Ｂを介して、モータ部１４Ａのモータケース３０Ｄがθｚ方向に回転可能に支持されている。さらに、モータ部１４Ａの連結部材３０が、支持部材３１Ｂの内面の凹部に２つのスラスト軸受２８Ｇ，２８Ｈに挟まれて、θｚ方向に回転可能に、かつＺ方向に移動できない状態で支持されている。

[0049] また、保持部材３１Ｄの－Ｚ方向の端部に円筒状の連結部材３０Ｌを介して円板状の連結部材３１Ｅが固定され、押さえ部材３１Ｃの＋Ｚ方向の面と、連結部材３１Ｅの－Ｚ方向の面とが、例えばθｚ方向に巻回されたスプリングよりなる弾性部材３２Ａによって連結されている。弾性部材３２Ａによって、ベース部材３１Ａに対してモータ部１４Ａ（連結部材３１Ｅ）は所定範囲内で＋θｚ方向又は－θｚ方向に回転可能に支持されている。弾性部材３２Ａの剛性を高めることによって、ベース部材３１Ａに対するモータ部１４Ａのθｚ方向の相対回転角の範囲を小さくすることができる。

[0050] また、モータケース３０Ｄの＋Ｚ方向の側面に円筒状の支持部材３０Ｇが固定され、支持部材３０Ｇの＋Ｚ方向の面に固定された取り付け部材３０Ｈの内面に回転軸受２８Ｉを介して、第１回転軸１８Ａの＋Ｚ方向の端部に連結された減速機４８Ａの入力軸４６Ａが回転可能に支持されている。さらに、取り付け部材３０Ｈの内面の＋Ｚ方向側の部分に回転軸受２８Ｄ及びスラスト軸受２９Ｃを介して減速機４８Ａが回転可能に支持され、減速機４８Ａの出力軸に第２回転軸１８Ｂの＋Ｚ方向の端部が連結されている。減速機４

８Ａの＋Ｚ方向の面（第２回転軸１８Ｂの＋Ｚ方向の端部）に被駆動部（不図示）が連結されている。

[0051] さらに、第２回転軸１８Ｂの＋Ｚ方向の端部は、固定部材３０Ｉ及び回転軸受２８Ｊを介して入力軸４６Ａの内面にθｚ方向に回転可能に支持されている。また、第２回転軸１８Ｂの－Ｚ方向の端部が、固定部材３０Ｍ及び回転軸受２８Ｃを介して連結部材３０Ｌの内面にθｚ方向に回転可能に支持されている。

また、第１回転軸１８Ａの－Ｚ方向の端部に固定された支持部材３０Ｋ、及び第２回転軸１８Ｂの－Ｚ方向の端部に、それぞれ反射型で回転型の検出パターンが形成された輪帯状及び円板状の第１回転板３４Ａ及び第２回転板３４Ｂが取り付けられている。さらに、ベース部材３１Ａの連結部材３１Ｅの＋Ｚ方向の面に、反射型で回転型の検出パターンが形成された輪帯状の第３回転板３４Ｃが取り付けられている。

[0052] 本実施形態のエンコーダ部１２Ａは、第１回転板３４Ａと、第１回転板３４Ａのパターンに検出光を照射する光源４０Ａと、そのパターンからの光（例、反射光）を受光する受光素子４２Ａと、受光素子４２Ａの検出信号を処理してモータ部１４に対する回転板３４Ａ（及び第１回転軸１８Ａ）のθｚ方向のエンコーダ情報Ｓ１Ａを求める処理回路４４Ａとを含む第１検出部３３Ａ、及び第２回転板３４Ｂと、第２回転板３４Ｂのパターンに検出光を照射する光源４０Ｂと、そのパターンからの光（例、反射光）を受光する受光素子４２Ｂと、受光素子４２Ｂの検出信号を処理してモータ部１４Ａに対する回転板３４Ｂ（及び第２回転軸１８Ｂ）のθｚ方向のエンコーダ情報Ｓ１Ｂを求める処理回路４４Ｂとを含む第２検出部３３Ｂを有する。

[0053] また、エンコーダ部１２Ａは、第３回転板３４Ｃと、第３回転板３４Ｃのパターンに検出光を照射する光源４０Ｃと、そのパターンからの光（例、反射光）を受光する受光素子４２Ｃと、受光素子４２Ｃの検出信号を処理してベース部材３１Ａに対する回転板３４Ｃ（及びモータ部１４Ａ）のθｚ方向のエンコーダ情報Ｓ１Ｃを求める処理回路４４Ｃとを含む第３検出部３３Ｃ

を有する。光源４０Ａ、受光素子４２Ａ、及び処理回路４４Ａは保持部材３１Ｄに支持され、光源４０Ｂ、受光素子４２Ｂ、及び処理回路４４Ｂは連結部材３０Ｌに支持されている。光源４０Ｃ、受光素子４２Ｃ、及び処理回路４４Ｃは連結部材３１Ｅに支持されている。この他の構成は第１の実施形態と同様である。

[0054] すなわち、検出部３３Ａ～３３Ｃのエンコーダ情報Ｓ１Ａ，Ｓ１Ｂ，Ｓ１Ｃは演算装置１６に供給され、演算装置１６は、そのエンコーダ情報Ｓ１Ａ，Ｓ１Ｂを用いて第２回転軸１８Ｂの実際の回転角の情報を求め、エンコーダ情報Ｓ１Ｃを用いてベース部材３１Ａからモータ部１４Ａに加わる負荷（ひいては被駆動部からモータ部１４Ａに加わる負荷）のトルクの情報を求め、そのトルクの情報からモータ部１４Ａの駆動量の補正値の情報を求め、求めた情報を制御装置２４に供給する。制御装置２４は、演算装置１６から供給される情報を用いてモータ部１４Ａを駆動する。

[0055] 本実施形態においても、エンコーダ部１２Ａは、１つの第３検出部３３Ｃの検出信号を用いて、モータ部１４Ａに対する負荷（トルク）を求めることができるとともに、第３検出部３３Ｃは減速機４８Ａ及び第２回転軸１８Ｂ（被駆動部）から離れた位置に設置されている。このため、第２回転軸１８Ｂ（出力軸）の回転角のばらつき、及び第２回転軸１８Ｂのグリスによる摩擦などがあっても、簡単な構成で高精度にモータ部１４Ａに対する負荷を検出できる。そして、駆動装置１０は、この検出結果を用いて第２回転軸１８Ｂの回転角を高精度に制御できる。

[0056] 次に、第３の実施形態につき図７を参照して説明する。なお、図７において、図６に対応する部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。

図７は、本実施形態に係る駆動装置１０Ｂを示す。図７において、駆動装置１０Ｂのベース部材３１Ａの円筒状の支持部材３１Ｂの内面に回転軸受２８Ａ，２８Ｂを介して、モータ部１４Ａのモータケース３０Ｄがθz方向に回転可能に支持されている。さらに、支持部材３１Ｂの内面の回転軸受２８

Ａ，２８Ｂの中央の位置で、複数（例えば４個）の板ばね３２Ｂ，３２Ｃ（他の例えば２個の板ばねは不図示）によってモータ部１４Ａのモータケース３０Ｄが支持されている。板ばね３２Ｂ，３２Ｃは、モータケース３０Ｄの側面（外周面）側で支持部材３１Ｂの内面側に配置されている。また、図７においては、板ばね３２Ｂ，３２Ｃは、モータケース３０Ｄの側面と支持部材３１Ｂの内面とに接触して固定されている。板ばね３２Ｃ，３２Ｄ（弾性体）によって、ベース部材３１Ａに対してモータ部１４Ａ（モータケース３０Ｄ）は所定範囲内で＋θｚ方向又は－θｚ方向に回転可能に支持されている。板ばね３２Ｃ，３２Ｄの剛性を高めることによって、ベース部材３１Ａに対するモータ部１４Ａのθｚ方向の相対回転角の範囲を小さくすることができる。

[0057] また、ベース部材３１Ａの押さえ部材３１Ｃの＋Ｚ方向の面の中央部に平板状の支持部材３１Ｆを介して反射型で回転型の検出パターンが形成された円板状の第３回転板３４Ｃが取り付けられている。さらに、第３回転板３４Ｃのパターンに検出光を照射する光源４０Ｃと、そのパターンからの光（例、反射光）を受光する受光素子４２Ｃと、その検出信号を処理する処理回路４４Ｃとが、モータケース３０Ｄ（モータ部１４Ａ）に連結された連結部材３０Ｌに支持されている。本実施形態のエンコーダ部１２Ａは、第３回転板３４Ｃと、光源４０Ｃと、受光素子４２Ｃと、処理回路４４Ｃとを含み、ベース部材３１Ａ（回転板３４Ｃ）に対するモータ部１４Ａのθｚ方向のエンコーダ情報Ｓ１Ｃを求める第３検出部３３Ｃを有する。この他の構成は第２の実施形態と同様であり、エンコーダ部１２Ａも第１検出部３３Ａ及び第２検出部３３Ｂを有する。

本実施形態においても、エンコーダ部１２Ａは、１つの第３検出部３３Ｃの検出信号を用いて、モータ部１４Ａに対する負荷（トルク）を求めることができるとともに、第３検出部３３Ｃは減速機４８Ａ及び第２回転軸１８Ｂ（被駆動部）から離れた位置に設置されている。このため、第２の実施形態と同様の効果が得られる。

[0058] 次に、第４の実施形態につき図８を参照して説明する。なお、図８において、図１に対応する部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。

図８は、本実施形態に係る駆動装置１０Ｃを示す。図８において、駆動装置１０Ｃは、Ｌ字型のベース部材３１Ｇと、モータ部１４Ｂと、エンコーダ部１２Ｂと、演算装置１６Ａと、制御装置２４Ａとを備えている。ベース部材３１Ｇの上面３１Ｇａにリニアガイド３１Ｈを介してモータ部１４Ｂが設置され、モータ部１４Ｂは上面３１Ｇａに平行に配置されたボールねじ１８Ｃを回転駆動する。以下、ボールねじ１８Ｃに平行にＺ軸を取って説明する。ボールねじ１８Ｃに対して可動部３１Ｉが螺合され、可動部３１Ｉの上面に可動テーブル３１Ｊが固定され、可動テーブル３１Ｊの上面に被加工物（不図示）が載置される。モータ部１４Ｂでボールねじ１８Ｃを回転駆動することで、可動部３１Ｉを介して可動テーブル３１ＪがＺ方向に移動する。ボールねじ１８Ｃは回転軸受（不図示）を介して上面３１Ｇａに支持され、可動部３１Ｉはガイド部材（不図示）に沿って移動する。

[0059] また、ベース部材３１Ｇの背面３１Ｇｂと、モータ部１４Ｂの－Ｚ方向の面とがＺ軸に平行な軸の軸回りに巻回されたスプリング状の弾性部材３２Ｄで連結されている。モータ部１４Ｂはリニアガイド３１Ｈに沿ってＺ方向に移動可能であり、ベース部材３１Ｇに対してモータ部１４Ｂは弾性部材３２ＤによってＺ方向に変位可能に連結されている。弾性部材３２Ｄの剛性を高めることによって、モータ部１４ＢのＺ方向の変位範囲を小さくすることができる。

[0060] また、本実施形態のエンコーダ部１２Ｂは、第１検出部３３Ａ、第２検出部３３Ｄ、及び第３検出部３３Ｅを有する。第１検出部３３Ａは、ボールねじ１８Ｃに設けられた回転板３４Ａと、モータ部１４Ｂの支持部材３６Ｂに設けられた光源４０Ａ、受光素子４２Ａ、及び処理回路４４Ａとを有し、モータ部１４Ｂに対するボールねじ１８Ｃ（第１変位部）のＺ軸に平行な軸の軸回りの回転角を含むエンコーダ情報Ｓ２Ａを生成する。また、ベース部材

３１Ｇの上面３１Ｇａにそれぞれ不図示の支持部材を介してＺ軸に平行に格子パターン等が形成されたスケール部３４Ｄ及び３４Ｅが配置されている。そして、第２検出部３３Ｄは、スケール部３４Ｄと、可動部３１Ｉに設けられて、スケール部３４Ｄのパターンを読み取る受発光素子部３３Ｄａとを有し、モータ部１４Ｂに対する可動テーブル３１Ｊ（第２変位部）のＺ方向の位置を含むエンコーダ情報Ｓ２Ｂを生成する。第３検出部３３Ｅは、スケール部３４Ｅと、モータ部１４Ｂに設けられて、スケール部３４Ｅのパターンを読み取る受発光素子部３３Ｅａとを有し、ベース部材３１Ｇに対するモータ部１４ＢのＺ方向の位置を含むエンコーダ情報Ｓ２Ｃを生成する。本実施形態の検出部３３Ｄ，３３Ｅは光学式のリニアエンコーダである。生成されたエンコーダ情報Ｓ２Ａ，Ｓ２Ｂ，Ｓ２Ｃは演算装置１６Ａに供給される。

[0061] 演算装置１６Ａは、エンコーダ情報Ｓ２Ａ，Ｓ２Ｂを用いて可動テーブル３１ＪのＺ方向の位置の情報を求め、エンコーダ情報Ｓ２Ｃを用いてベース部材３１Ｇからモータ部１４Ｂに加わる負荷（ひいては可動テーブル３１Ｊからモータ部１４Ｂに加わる負荷）の情報を求め、その負荷の情報からモータ部１４Ｂの駆動量の補正値の情報を求め、求めた情報を制御装置２４Ａに供給する。制御装置２４Ａは、演算装置１６Ａから供給される情報を用いてモータ部１４Ｂを駆動する。

[0062] 本実施形態においても、エンコーダ部１２Ｂは、１つの第３検出部３３Ｅの検出信号を用いて、モータ部１４Ｂに対するＺ方向の負荷を求めることができるとともに、第３検出部３３Ｅはボールねじ１８Ｃ（第１変位部）及び可動テーブル３１Ｊ（第２変位部）から離れた位置に設置されている。このため、可動テーブル３１Ｊの位置のばらつき、及び可動テーブル３１Ｊとガイド部材（不図示）との間にグリスによる摩擦などがあっても、簡単な構成で高精度にモータ部１４Ｂに対する負荷を検出できる。そして、この検出結果を用いて可動テーブル３１Ｊの位置を高精度に制御できる。

[0063] なお、本実施形態において、検出部３３Ｄ，３３Ｅとしては、光学式の反射型又は透過型のリニアエンコーダの他に、磁気式又は静電容量式等の任意

のリニアエンコーダを使用できる。

次に、本実施形態の変形例につき図１２を参照して説明する。図１２において、図１、図８、及び図１１に対応する部分には同一又は類似する符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0064] 図１２はこの変形例の駆動装置１０Ｅを示す。図１２において、駆動装置１０Ｅは、Ｌ字型のベース部材３１Ｇ１と、ベース部材３１Ｇ１の端部に固定された支持部材３１Ｇ２と、、ベース部材３１Ｇ１の端部に回転軸受２８Ｄを介して回転可能に配置された連結部材３１Ｇ３と、連結部材３１Ｇ３に連結されたモータケース３１Ｇ４と、モータケース３１Ｇ４内に保持されたモータ部１４Ｂと、エンコーダ部と、モータ部１４Ｂに回転駆動される第１回転軸１８Ａ（第１駆動軸）と、第１回転軸１８Ａの回転を停止させるブレーキ４８Ｄと、ベース部材３１Ｇ１（支持部材３１Ｇ２）に対してモータ部１４Ｂ（モータケース３１Ｇ４）を変位可能に連結する弾性部材（弾性体）３２Ｅと、第１回転軸１８Ａに対してカップリング１８Ｄによって連結されるボールねじ１８Ｃと、を備えている。ボールねじ１８Ｃ（第２駆動軸）は、ベース部材３１Ｇ１の上面に１対の回転軸受２８Ａ及び２８ＢによってＺ軸に平行に支持され、ボールねじ１８Ｃに螺合された可動部３１Ｉの上面に可動テーブル３１Ｊ（リニアステージ）が固定されている。

[0065] また、本変形例のエンコーダ部も、モータ部１４Ｂに対する第１回転板３４Ａ（第１回転軸１８Ａ）のＺ軸の軸回りの回転方向（θｚ方向）のエンコーダ情報を求めるための第１検出部３３Ａ、モータ部１４Ｂに対するボールねじ１８ＣのＺ方向の位置及び／又は速度を含むエンコーダ情報を求めるためのリニアエンコーダよりなる第２検出部３３Ｂ１、及びベース部材３１Ｇ１に対する第３回転板３４Ｃ（及びモータ部１４Ｂ）のθｚ方向のエンコーダ情報を求める第３検出部３３Ｃを備える。第１回転板３４Ａは第１回転軸１８Ａに連結され、第２検出部３３Ｂ１のスケール部３４Ｂ１はベース部材３１Ｇ１の上面に固定され、第２検出部３３Ｂ１の光源及び受光素子は可動部３１Ｉの底面にスケール部３４Ｂ１に対向するように固定されている。ま

た、第１検出部３３Ａの光源及び受光素子はモータケース３１Ｇ４に連結された基板に固定され、第３検出部３３Ｃの光源及び受光素子は、モータケース３１Ｇ４に連結された基板に固定されている。

[0066] さらに、第３回転板３４Ｃは弾性部材３２Ｅに固定されている。弾性部材３２Ｅによって、モータケース３１Ｇ４内のモータ部１４Ｂはベース部材３１Ｇ１（支持部材３１Ｇ２）に対して、その中心軸（例えば回転軸１８Ａの中心軸と一致する軸）の回り、又はＺ軸に平行な軸の軸回りの回転方向（θz方向）に所定範囲で＋θz方向又は－θz方向に回転可能である。また、弾性部材３２Ｅの外側の輪帯部３２Ｅｂが支持部材３１Ｇ２（ベース部材３１Ｇ１）に連結され、弾性部材３２Ｅの内側の輪帯部３２Ｅａがモータケース３１Ｇ４に連結され、第３回転板３４Ｃは弾性部材３２Ｅの外側の輪帯部３２Ｅｂに連結されている。弾性部材３２Ｅの板ばね部３２Ｅｃの剛性を高めることによって、ベース部材３１Ｇ１に対するモータ部１４Ｂのθz方向の相対回転角の範囲を小さくすることができる。この他の構成等は第１及び第４の実施形態と同様である。

[0067] この変形例によれば、上述の実施形態と同様にエンコーダ部によってモータ部１４Ｂに対する負荷のトルクτ_{LB}を高精度に求めることができる。さらに、その負荷のトルクτ_{LB}を用いてモータ部１４Ｂの駆動量を補正することによって、その負荷が大きく変動する場合でもモータ部１４Ｂを大出力にして、かつボールねじ１８Ｃ（出力軸）の回転角を高精度に目標値に制御できる。

[0068] また、上述の各実施形態の駆動装置は各種工作機械又はロボット装置の駆動機構として使用できる。

図９は、上記の実施形態の駆動装置１０が使用されたロボット装置ＲＢＴを示す斜視図である。なお、図９には、ロボット装置ＲＢＴの一部（関節部分）を模式的に示した。以下の説明において、上記した実施形態と同一または同等の構成部分については同一符号を付けて説明を省略または簡略化する。このロボット装置ＲＢＴは、第１アームＡＲ１と、第２アームＡＲ２と、関節部ＪＴとを有している。第１アームＡＲ１は、関節部ＪＴを介して、第

２アームＡＲ２と接続されている。

[0069] 第１アームＡＲ１は、腕部２０１、軸受２０１ａ、及び軸受２０１ｂを備えている。第２アームＡＲ２は、腕部２０２および接続部２０２ａを有する。接続部２０２ａは、関節部ＪＴにおいて、軸受２０１ａと軸受２０１ｂの間に配置されている。接続部２０２ａは、第２回転軸１８Ｂと一体的に設けられている。回転軸１８Ｂは、関節部ＪＴにおいて　軸受２０１ａと軸受２０１ｂの両方に挿入されている。回転軸１８Ｂのうち軸受２０１ｂに挿入される側の端部は、軸受２０１ｂを貫通して減速機４８に接続されている。

[0070] 減速機４８は、駆動装置１０に接続されており、駆動装置１０の第１回転軸１８Ａ（図９では不図示）の回転を例えば１００分の１等に減速して回転軸１８Ｂに伝達する。図９に図示しないが、駆動装置１０の回転軸１８Ａの端部は、減速機４８に接続されている。また、駆動装置１０の回転軸１８Ａの端部には、エンコーダ部１２の回転板３４Ａ（図１参照）と同様のスケールが取り付けられている。

[0071] ロボット装置ＲＢＴは、駆動装置１０を駆動して回転軸１８Ａを回転させると、この回転が減速機４８を介して回転軸１８Ｂに伝達される。回転軸１８Ｂの回転により接続部２０２ａが一体的に回転し、これにより第２アームＡＲ２が、第１アームＡＲ１に対して回転する。その際、エンコーダ部１２は、回転軸１８Ａの角度位置等を検出する。従って、エンコーダ部１２からの出力により、第２アームＡＲ２の角度位置を検出することができる。このロボット装置ＲＢＴにおいて、エンコーダ部１２は負荷（トルク）を検出できるため、その検出された負荷を用いて第２アームＡＲ２の角度位置等を高精度に制御できる。なお、ロボット装置ＲＢＴは、上記の構成に限定されず、駆動装置１０は、関節を備える各種ロボット装置（例、組立ロボット、人間協調型ロボット等）に適用できる。

符号の説明

[0072] １０，１０Ａ～１０Ｅ…駆動装置、１２，１２Ａ，１２Ｂ…エンコーダ部、１４，１４Ａ～１４Ｃ…モータ部、１６，１６Ａ…演算装置、２４，２４

Ａ…制御装置、１８Ａ…第１回転軸、１８Ｂ…第２回転軸、２０…マグネット、２２…コイル、３０Ａ…ベース部材、３２，３２Ａ～３２Ｅ…弾性部材、３３Ａ～３３Ｃ…検出部、３４Ａ～３４Ｃ…回転板、４０Ａ～４０Ｃ…光源、４２Ａ～４２Ｃ…受光素子、４８，４８Ａ…減速機

請求の範囲

[請求項1] 固定部に対して弾性体を介して連結されて第１変位部を駆動するモータ部と、前記第１変位部の変位を変換して第２変位部に伝達する伝達部とを備える駆動装置に設けられるエンコーダであって、

前記第１変位部の第１変位情報を検出する第１検出器と、

前記第２変位部の第２変位情報を検出する第２検出器と、

前記固定部に対する前記モータ部の第３変位情報を検出する第３検出器と、

前記第１及び第２変位情報を用いて前記モータ部の駆動量に関する情報を求め、前記第３変位情報を用いて前記モータ部に対する負荷の情報を求める演算部と、

を備えるエンコーダ。

[請求項2] 前記演算部は、前記負荷の情報を用いて前記モータ部の駆動量の補正値を求める請求項１に記載のエンコーダ。

[請求項3] 前記演算部は、前記負荷の変動による前記第２変位部の変位を抑制するように前記駆動量の補正値を求める請求項２に記載のエンコーダ。

[請求項4] 前記演算部は、前記第１及び第２変位情報を用いて、前記第２変位部の位置情報を算出する請求項１から３のいずれか一項に記載のエンコーダ。

[請求項5] 前記第３検出器は、前記固定部の前記弾性体との連結部、及び前記モータ部の前記弾性体との連結部に配置される請求項１から４のいずれか一項に記載のエンコーダ。

[請求項6] 前記演算部は、前記第１及び第２変位情報を用いて、前記伝達部に加わる負荷の情報を求める請求項１から５のいずれか一項に記載のエンコーダ。

[請求項7] 前記第１及び第２変位部はそれぞれ第１及び第２回転軸であり、前記第１、第２、及び第３検出器は、それぞれ前記変位情報として回転

情報を検出する請求項１から６のいずれか一項に記載のエンコーダ。

[請求項8] 前記弾性体は、前記第１回転軸に平行な軸の回りに弾性を持つ請求項７に記載のエンコーダ。

[請求項9] 前記負荷はトルクである請求項７又は８に記載のエンコーダ。

[請求項10] 第１変位部を駆動するモータ部と、

前記モータ部が固定される固定部に対して前記モータ部を変位可能に連結する弾性体と、

前記第１変位部の変位を変換して第２変位部を駆動する伝達部と、

前記第１変位部の第１変位情報を検出する第１検出器と、

前記第２変位部の第２変位情報を検出する第２検出器と、

前記固定部に対する前記モータ部の第３変位情報を検出する第３検出器と、

前記第１及び第２変位情報を用いて、前記モータ部の駆動量に関する情報を求め、前記第３変位情報を用いて前記モータ部に対する負荷の情報を求める演算部と、

前記演算部で求められる情報を用いて前記モータ部を制御する制御部と、を備える駆動装置。

[請求項11] 前記第３検出器は、前記固定部の前記弾性体との連結部、及び前記モータ部の前記弾性体との連結部に配置される請求項１０に記載の駆動装置。

[請求項12] 前記演算部は、前記負荷の情報を用いて前記モータ部の駆動量の補正値を求める請求項１０又は１１に記載の駆動装置。

[請求項13] 請求項１０から１２のいずれか一項に記載の駆動装置を備えるロボット装置。

[請求項14] 固定部に対して弾性体を介して連結されて第１変位部を駆動するモータ部と、前記第１変位部の変位を変換して第２変位部に伝達する伝達部とを備える駆動装置の制御システムであって、

前記第１変位部の第１変位情報を検出する第１検出器と、

前記第２変位部の第２変位情報を検出する第２検出器と、

前記固定部に対する前記モータ部の第３変位情報を検出する第３検出器と、

前記第１及び第２変位情報を用いて、前記モータ部の駆動量に関する情報を求め、前記第３変位情報を用いて前記モータ部に対する負荷の情報を求める演算部と、

前記演算部で求められる情報を用いて前記モータ部を制御する制御部と、を備える制御システム。

[請求項15] 前記演算部は、前記負荷の情報を用いて前記モータ部の駆動量の補正値を求める請求項１４に記載の制御システム。

[請求項16] 前記演算部は、前記負荷の変動による前記第２変位部の変位を抑制するように前記駆動量の補正値を求める請求項１５に記載の制御システム。

[請求項17] 前記演算部は、前記第１及び第２変位情報を用いて、前記第２変位部の位置情報を算出する請求項１４から１６のいずれか一項に記載の制御システム。

[請求項18] 前記第１及び第２変位部はそれぞれ第１及び第２回転軸であり、前記第１、第２、及び第３検出器は、それぞれ前記変位情報として回転情報を検出する請求項１４から１７のいずれか一項に記載の制御システム。

[請求項19] 前記負荷はトルクである請求項１８に記載の制御システム。

[請求項20] 固定部に対して弾性体を介して連結されて第１変位部を駆動するモータ部と、前記第１変位部の変位を変換して第２変位部に伝達する伝達部とを備える駆動装置の制御方法であって、

前記第１変位部の第１変位情報を検出することと、

前記第２変位部の第２変位情報を検出することと、

前記固定部に対する前記モータ部の第３変位情報を検出することと、

前記第１及び第２変位情報を用いて、前記モータ部の駆動量に関する情報を求め、前記第３変位情報を用いて前記モータ部に対する負荷の情報を求めることと、

前記駆動量に関する情報及び前記負荷の情報を用いて前記モータ部を制御することと、を含む制御方法。

[請求項21] 前記負荷の情報を求めることは、前記負荷を用いて前記モータ部の駆動量の補正値を求めることを含む請求項２０に記載の制御方法。

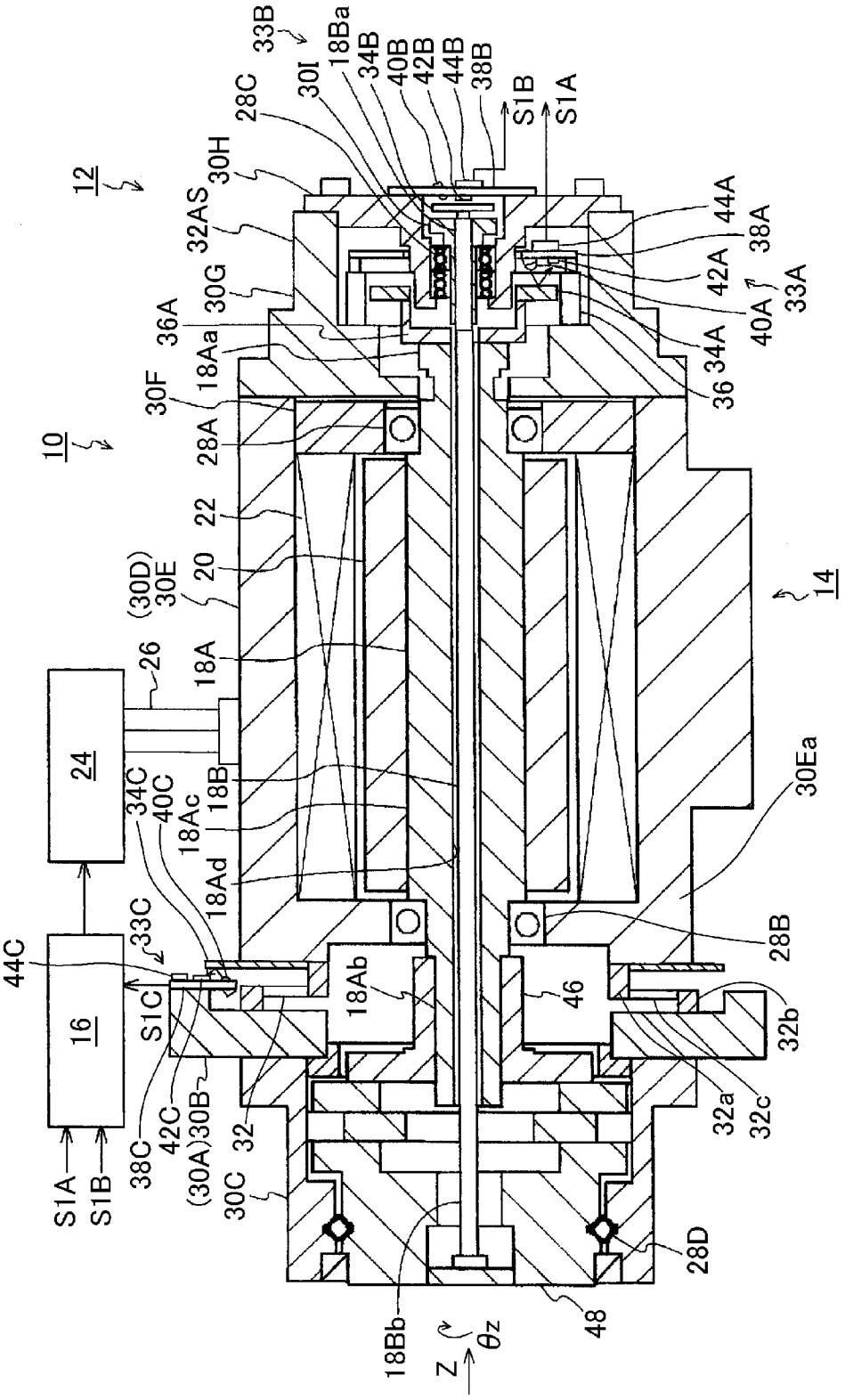
[請求項22] 前記負荷の情報を求めることは、前記負荷の変動による前記第２変位部の変位を抑制するように前記駆動量の補正値を求めることを含む請求項２１に記載の制御方法。

[請求項23] 前記モータ部の駆動量に関する情報を求めることは、

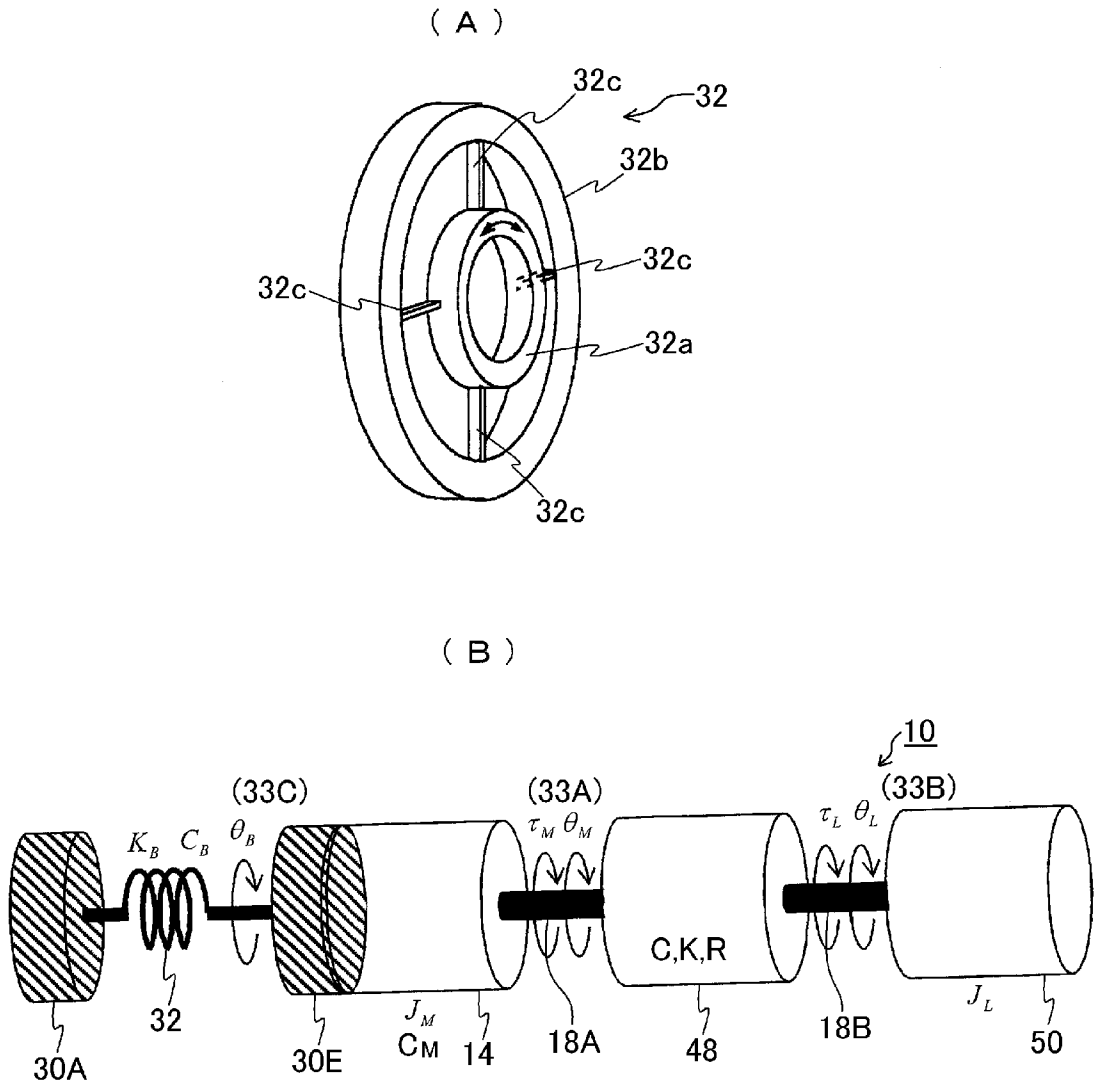
前記第１及び第２変位情報を用いて、前記第２変位部の位置情報を算出することを含む請求項２０から２２のいずれか一項に記載の制御方法。

[請求項24] 前記第１及び第２変位部はそれぞれ第１及び第２回転軸であり、前記変位情報としてそれぞれ回転情報が検出される請求項２０から２３のいずれか一項に記載の制御方法。

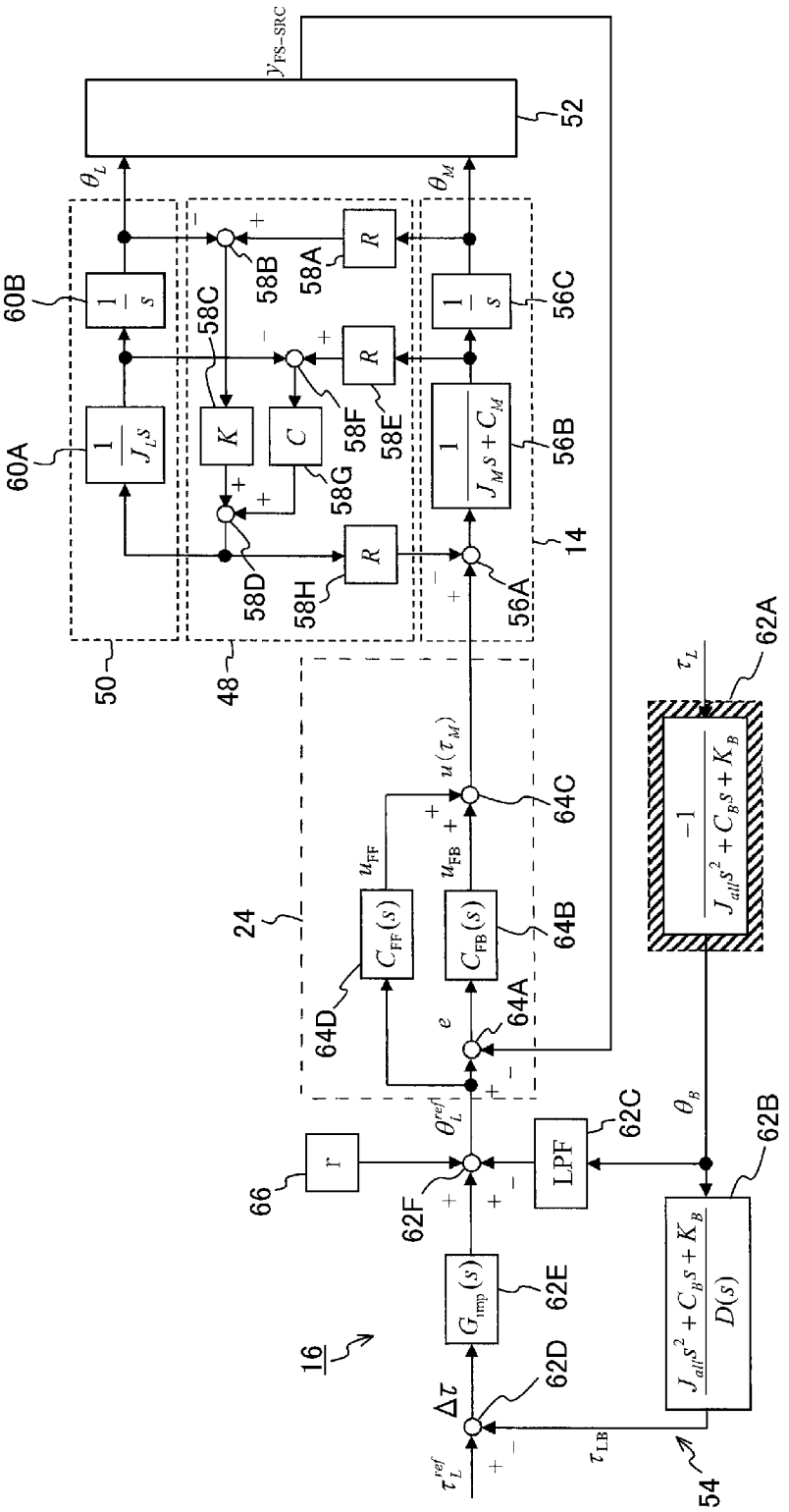
[図1]


12
10
14
16
24
26
S1A
S1B
S1C
33B
18Ba
30I
34B
40B
42B
44B
38B
28C
30H
32AS
30G
36A
18Aa
30F
28A
22
20
(30D)
30E
18A
18B
18Ac
18Ad
34C
40C
33C
44C
38C
42C
(30A)30B
30C
32
18Ab
46
48
28D
18Bb
28B
30Ea
32b
32a
32c
44A
38A
42A
33A
40A
34A
36
Z
θz

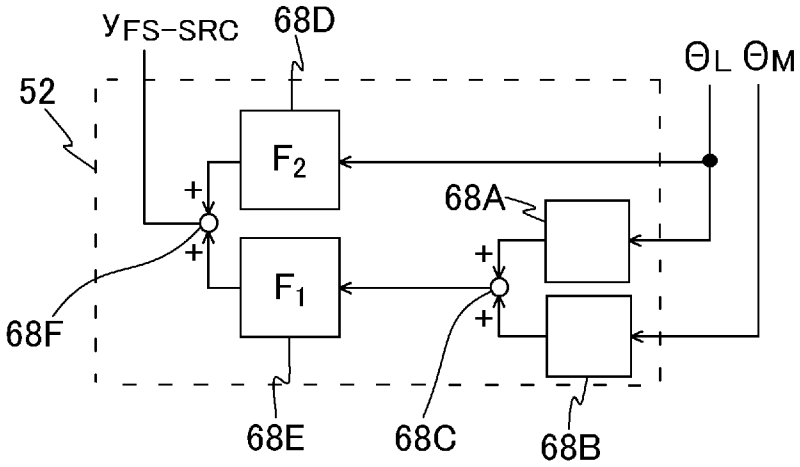
[図2]


（A）
32c
32
32b
32c
32c
32a
32c
（B）
10
(33C)
(33A)
(33B)
K_B C_B
θ_B
τ_M θ_M
τ_L θ_L
C,K,R
J_M
CM
J_L
30A
32
30E
14
18A
48
18B
50

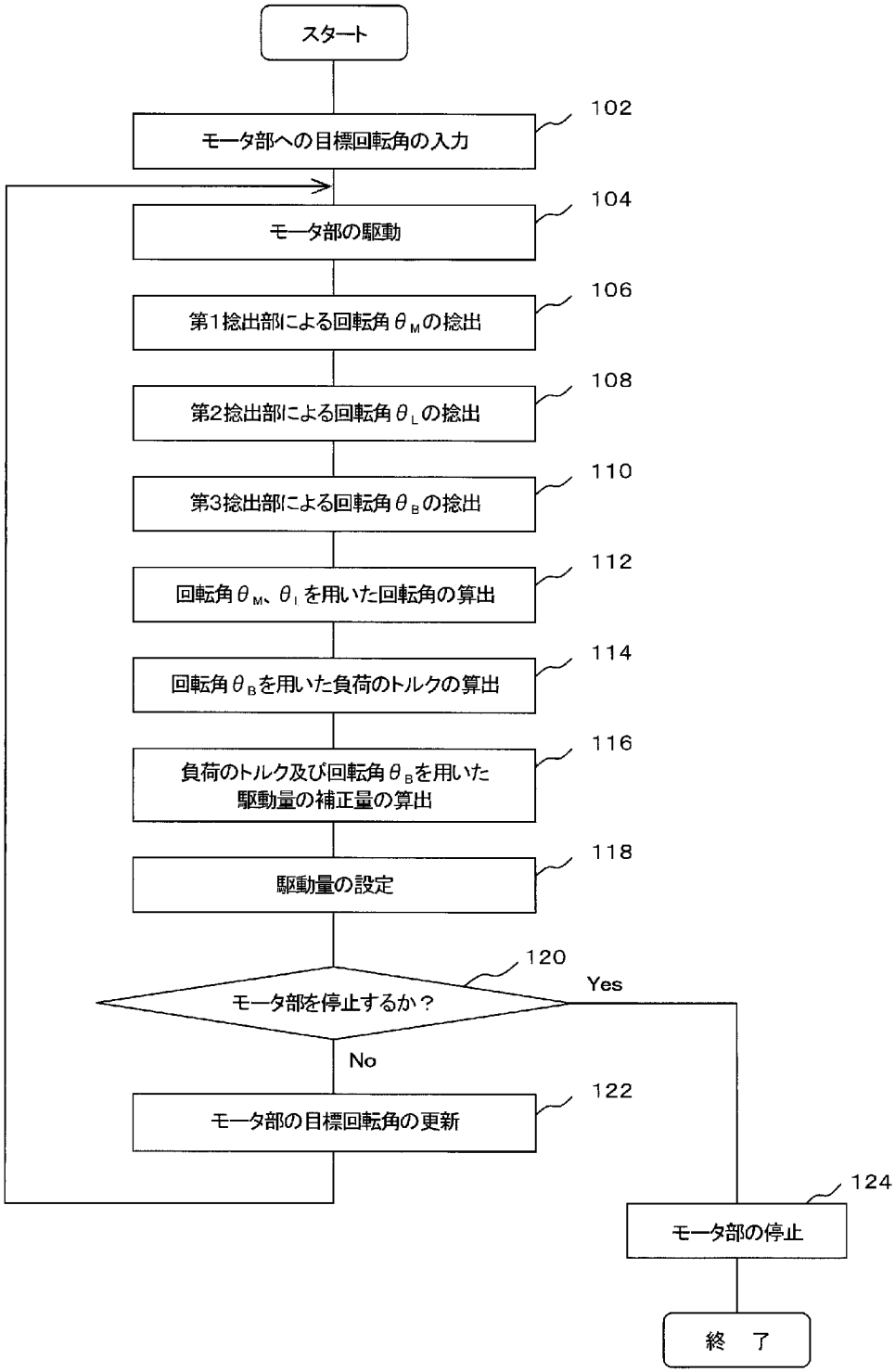
[図3]


y_{FS-SRC}
52
θ_L
θ_M
60B
60A
58C
58B
58A
58D
58H
58G
58F
58E
56C
56B
56A
14
50
48
$\frac{1}{s}$
$\frac{1}{J_L s}$
K
C
R
$\frac{1}{J_M s + C_M}$
24
$u(\tau_M)$
u_{FF}
u_{FB}
64C
64B
64A
64D
$C_{FF}(s)$
$C_{FB}(s)$
e
62A
τ_L
$\frac{-1}{J_{all} s^2 + C_B s + K_B}$
θ_L^{ref}
θ_B
62C
62B
66
r
LPF
62F
$G_{imp}(s)$
62E
16
$\Delta\tau$
62D
τ_L^{ref}
τ_{LB}
$\frac{J_{all} s^2 + C_B s + K_B}{D(s)}$
54

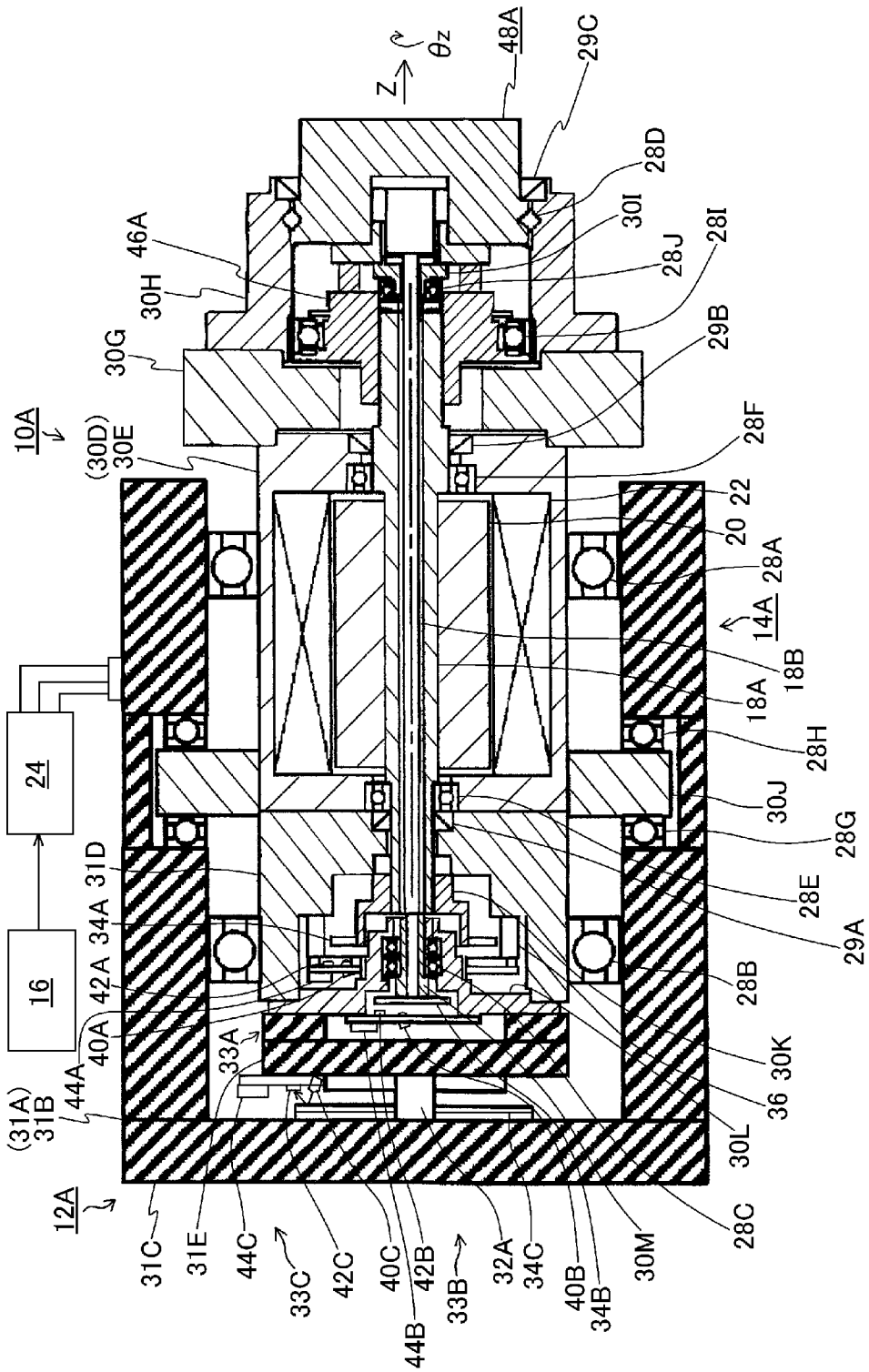
[図4]



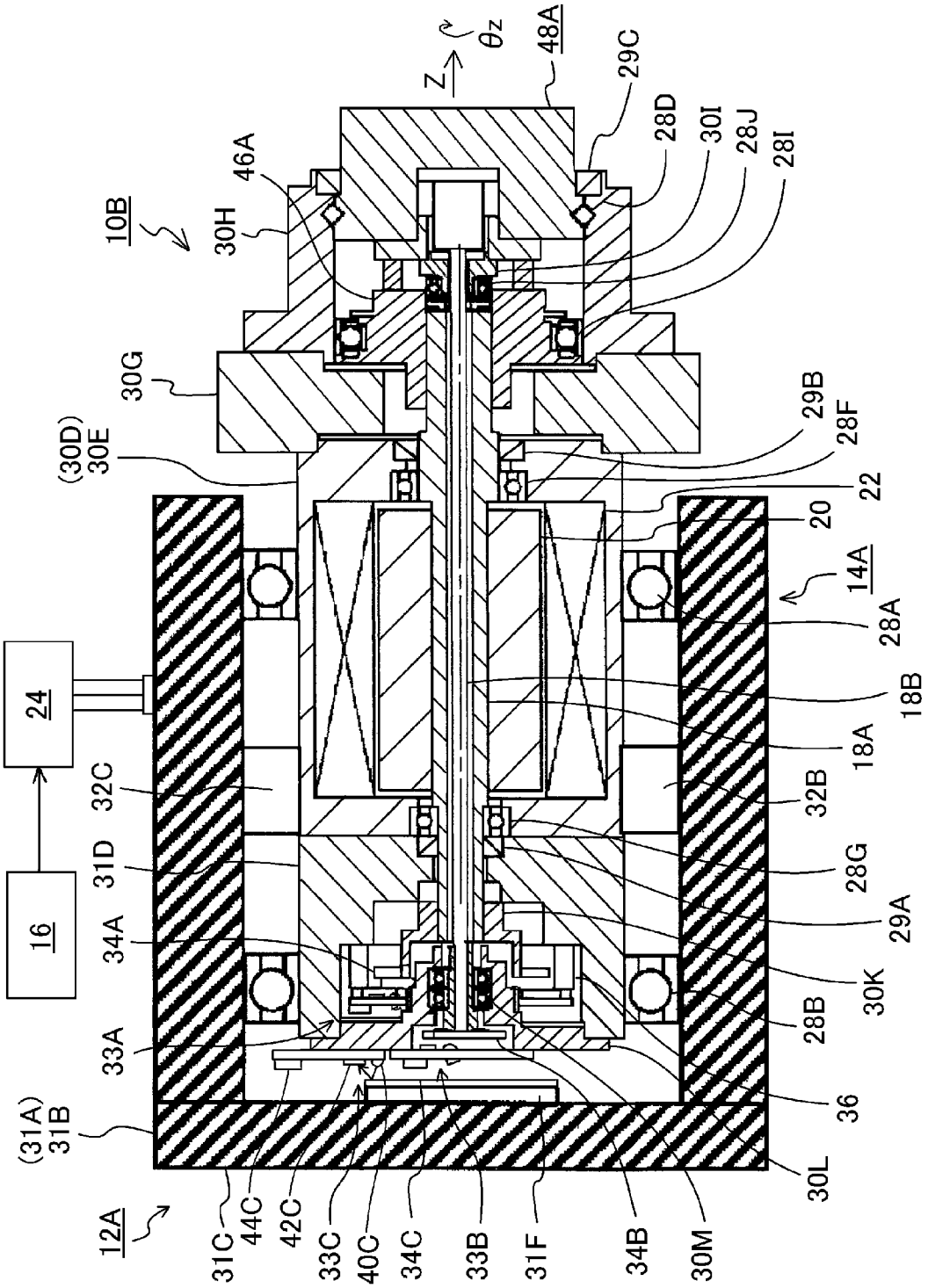
[図5]


スタート
102
モータ部への目標回転角の入力
104
モータ部の駆動
106
第1捻出部による回転角 θ_M の捻出
108
第2捻出部による回転角 θ_L の捻出
110
第3捻出部による回転角 θ_B の捻出
112
回転角 θ_M、θ_I を用いた回転角の算出
114
回転角 θ_B を用いた負荷のトルクの算出
116
負荷のトルク及び回転角 θ_B を用いた
駆動量の補正量の算出
118
駆動量の設定
120
モータ部を停止するか？
Yes
No
122
モータ部の目標回転角の更新
124
モータ部の停止
終　了

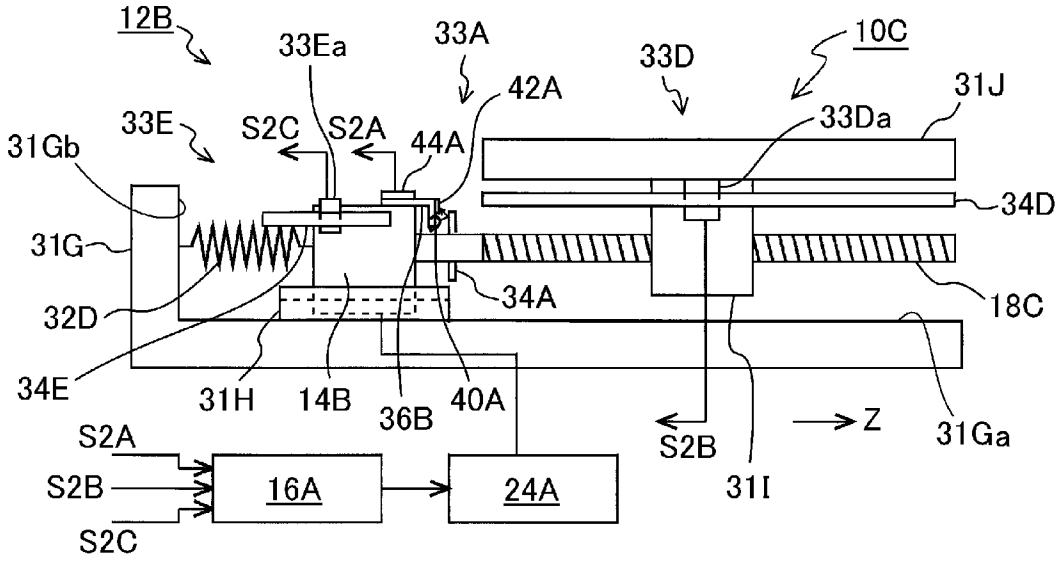
[図6]


Z
θz
48A
29C
28D
30I
28I
28J
46A
30H
29B
30G
10A
(30D)
30E
28F
22
20
28A
14A
18B
18A
28H
30J
28G
28E
29A
28B
30K
36
30L
28C
30M
40B
34B
32A
34C
33B
44B
40C
42B
42C
33C
44C
31E
31C
12A
(31A)
31B
44A
33A
40A
42A
34A
31D
16
24

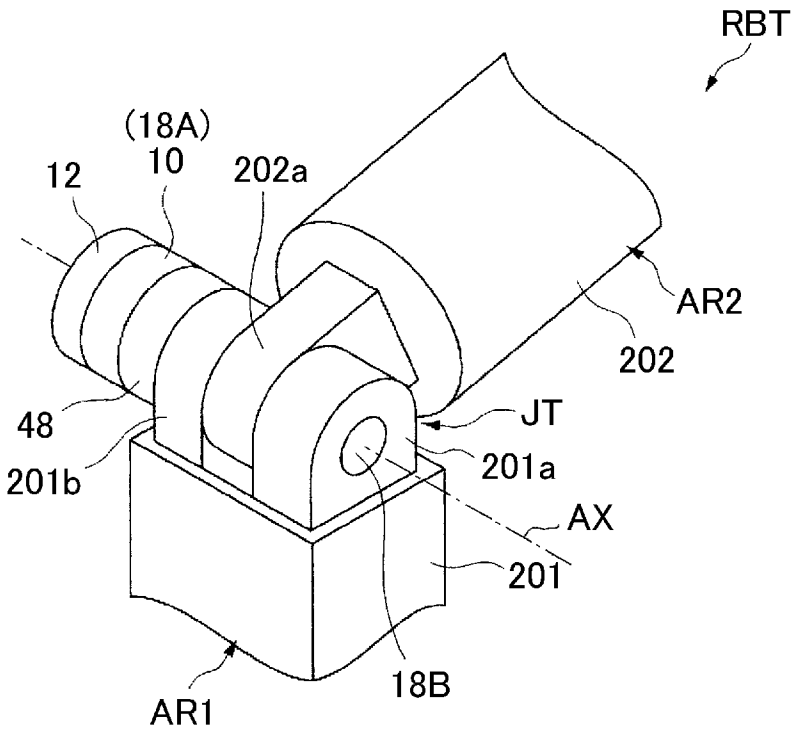
[図7]


θz
Z
48A
29C
28D
30I
28J
28I
46A
10B
30H
30G
(30D)
30E
29B
28F
22
20
14A
28A
18B
18A
32B
28G
29A
30K
28B
36
30L
24
16
32C
31D
34A
33A
(31A)
31B
12A
31C
44C
42C
33C
40C
34C
33B
31F
34B
30M

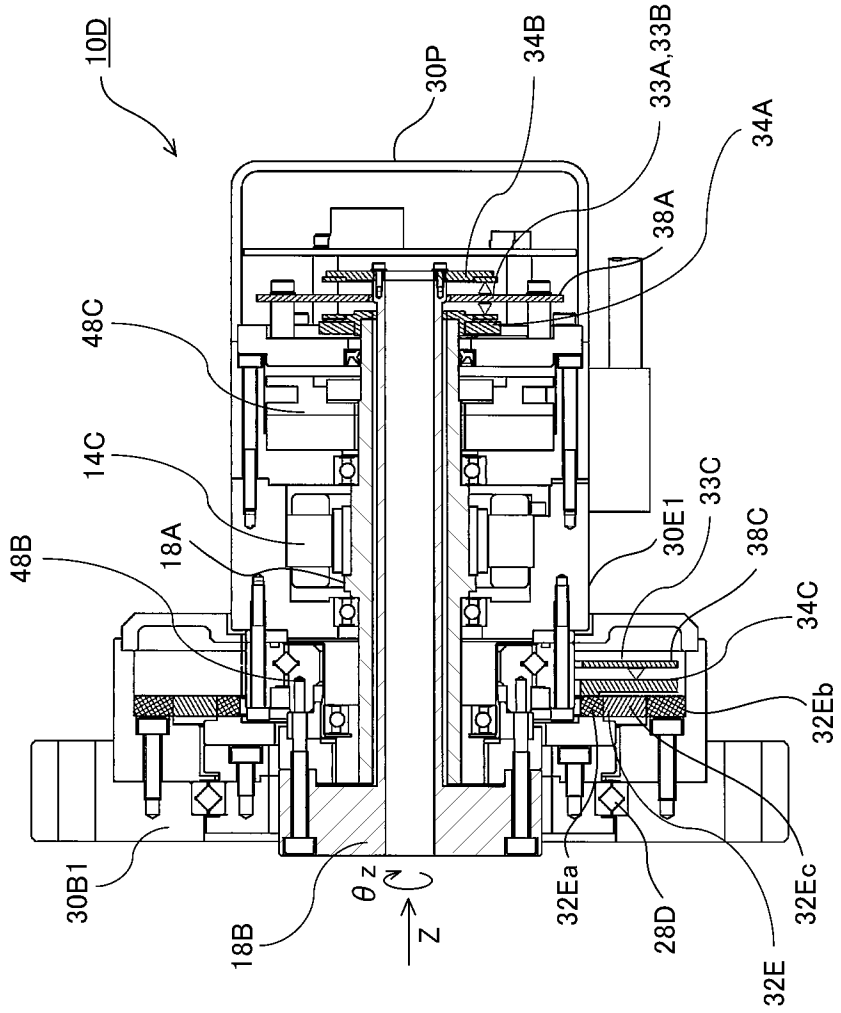
[図8]


12B
33Ea
33A
42A
33D
10C
31J
33E
S2C
S2A
44A
33Da
31Gb
34D
31G
34A
18C
32D
34E
31H
14B
36B
40A
S2B
Z
31Ga
S2A
S2B
S2C
16A
24A
31I

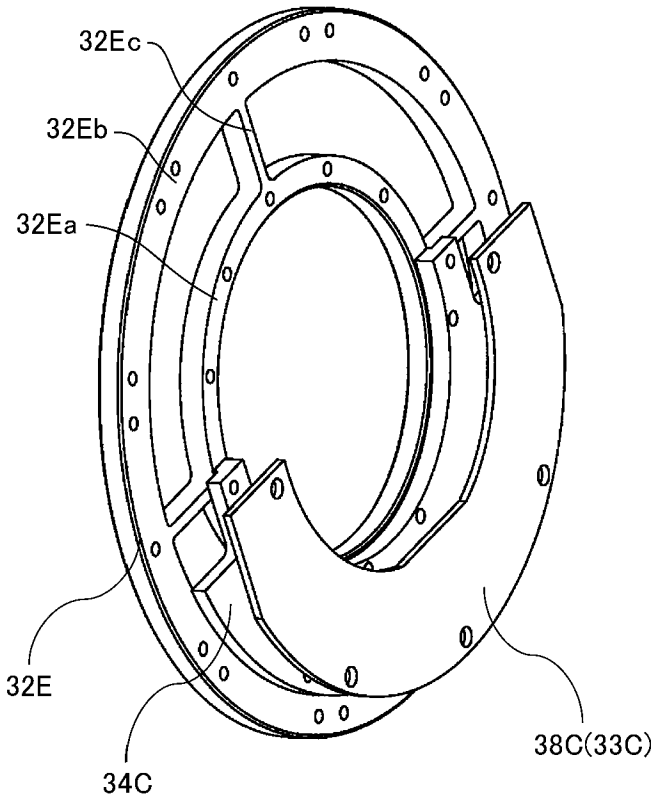
[図9]


RBT
(18A)
10
12
202a
AR2
202
48
JT
201b
201a
AX
201
18B
AR1

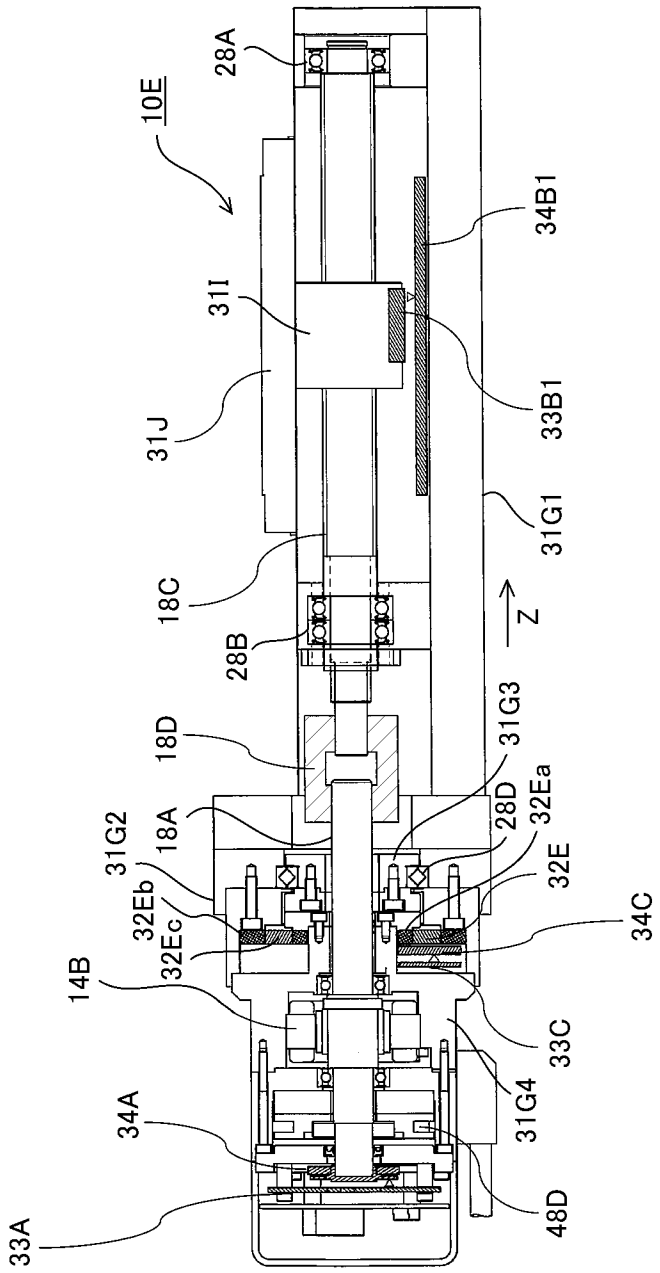
[図10]


10D
30P
34B
33A,33B
34A
38A
48C
14C
18A
48B
30E1
33C
38C
34C
32Eb
30B1
18B
θz
Z
32Ea
28D
32Ec
32E

[図11]



[図12]


10E
28A
34B1
31I
33B1
31J
31G1
18C
Z
28B
31G3
18D
28D
32Ea
31G2
18A
32E
32Eb
32Ec
34C
14B
33C
31G4
34A
48D
33A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/033592

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01L3/12(2006.01)i, B25J9/10(2006.01)i, B25J13/08(2006.01)i, B25J19/02(2006.01)i, G01D5/12(2006.01)i, G01D5/26(2006.01)i, G01L3/14(2006.01)i, H02P29/02(2016.01)i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. G01L3/12, B25J9/10, B25J13/08, B25J19/02, G01D5/12, G01D5/26, G01L3/14, H02P29/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5214578 B2 (HONDA MOTOR CO., LTD.) 19 June 2013, fig. 1, 2 & US 9242375 B2, fig. 1, 2 & WO 2011/067976 A1, fig. 1, 2	1-24
A	JP 6291421 B2 (SCHAFT INC.) 14 March 2018, fig. 8, 9, 10, 12 & US 9733137 B2, fig. 8, 9, 10, 12 & CN 104968967 B, fig. 8, 9, 10, 12 & EP 2937597 A1, fig. 8, 9, 10, 12	1-24

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03.10.2019	15.10.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３３５９２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L3/12(2006.01)i, B25J9/10(2006.01)i, B25J13/08(2006.01)i, B25J19/02(2006.01)i, G01D5/12(2006.01)i, G01D5/26(2006.01)i, G01L3/14(2006.01)i, H02P29/02(2016.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L3/12, B25J9/10, B25J13/08, B25J19/02, G01D5/12, G01D5/26, G01L3/14, H02P29/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	ＪＰ　５２１４５７８　Ｂ２（本田技研工業株式会社） ２０１３．０６．１９，図１，図２ &ＵＳ　９２４２３７５　Ｂ２（図１，図２） &ＷＯ　２０１１／０６７９７６　Ａ１（図１，図２）	１－２４

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０３．１０．２０１９	１５．１０．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｆ　８５０５
森　雅之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	ＪＰ　６２９１４２１　Ｂ２（株式会社ＳＣＨＡＦＴ） ２０１８．０３．１４，図８，図９，図１０，図１２ ＆ＵＳ　９７３３１３７　Ｂ２（図８，図９，図１０，図１２） ＆ＣＮ　１０４９６８９６７　Ｂ（図８，図９，図１０，図１２） ＆ＥＰ　２９３７５９７　Ａ１（図８，図９，図１０，図１２）	１－２４