

(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
2012 年 8 月 16 日(16.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/108519 A1

- (51) 国際特許分類:
B23Q 1/72 (2006.01) *B23Q 5/28* (2006.01)
B23Q 1/48 (2006.01) *F16F 15/02* (2006.01)
B23Q 1/58 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053021
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 9 日(09.02.2012)
- (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 2011-025785 2011 年 2 月 9 日(09.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ソディック (SODICK CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2248522 神奈川県横浜市都筑区仲町台 3 丁目 1 2 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 保坂昭夫 (HOSAKA Akio) [JP/JP]; 〒2248522 神奈川県横浜市都筑区仲町台 3 丁目 1 2 番 1 号 株式会社ソディック内 Kanagawa (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MOVEMENT DEVICE HAVING LINEAR MOTOR

(54) 発明の名称: リニアモータを有する移動装置

【図1】

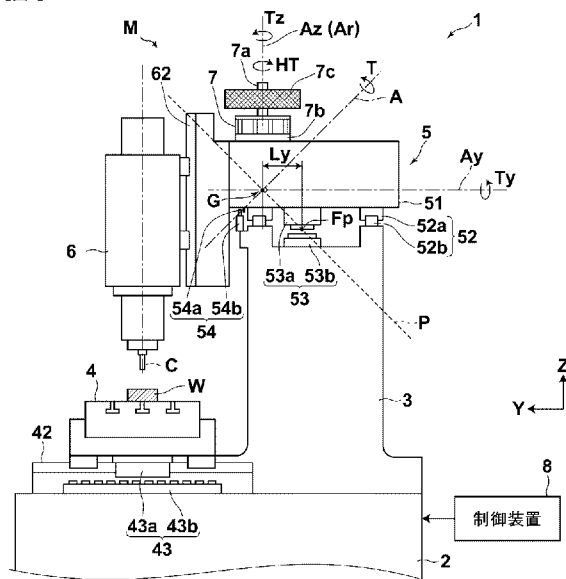


FIG. 1:
8 Control device

(57) Abstract: This movement device includes: a linear motor (53) comprising a mover (53a) and a stator (53b) and moving a movement body (M) including the mover in one axial direction; a rotation motor (7) having a rotor (7a) and included in the movement body; and a control device (8). The rotation axis (Ar) of the rotor passes through the center of gravity (G) of the movement body and intersecting a plane (P) including the center of gravity and the path (S) of movement of the mover. The control device controls the rotation of the rotor so that counter rotational torque (HT) which compensates at least a part of rotational torque (T) acting on the movement body due to the movement of the mover is generated in the rotor.

(57) 要約: 本発明の移動装置は、可動子 (53a) と固定子 (53b) から成り、可動子を含む移動体 (M) を 1 軸方向に移動させるリニアモータ (53) と、回転子 (7a) を有し移動体に含まれる回転モータ (7) と、制御装置 (8) とを含んでいる。その回転子の回転軸 (Ar) は、移動体の重心 (G) を通り、且つその重心と可動子の移動軌跡 (S) とを含む平面 (P) と交差している。制御装置は、可動子の移動によって移動体に作用する回転トルク (T) の少なくとも一部を相殺する反回転トルク (HT) を発生するように、回転子の回転を制御する。

明 細 書

発明の名称 : リニアモータを有する移動装置

技術分野

[0001] 本発明は移動体を１軸方向に移動させる移動装置に関する。特に、本発明はリニアモータによって移動体を１軸方向に移動させる移動装置に関する。

背景技術

[0002] 金属加工装置、搬送装置、検査装置、測定装置および半導体製造装置において、移動体をリニアモータによって１軸方向に移動させる移動装置が知られている。リニアモータは、回転モータとボールねじの組合せにと比較して、バックラッシュ等の望ましくない影響を受けない。そのため、リニアモータは高速移動や精密位置決めに有効である。

[0003] リニアモータの可動子を含む移動体に１軸方向の推力が作用すると、重心と可動子の移動軌跡とを含む平面に直交し且つ重心を通る軸を中心として回転トルクが移動体に作用する。この望ましくない回転トルクにより、移動中の移動体の姿勢が偏向する可能性がある。特に、移動体の重量が大きい場合や、ガイド機構の剛性が低い場合、ガイド機構は移動体の姿勢を十分に維持できない虞がある。

[0004] 特許文献１は、一対のリニアモータが水平に配置され、その一対のリニアモータと高さが異なる平面上に第３のリニアモータが追加的に配置されたステージ装置を開示している。各リニアモータに発生させる推力を制御することにより、移動体の姿勢が制御可能である。望ましくない回転トルクを相殺する追加のリニアモータは、ステージ装置を大型化する虞がある。

[0005] 特許文献２は、Ｘステージ、Ｙステージおよびウエハステージから成るステージ装置を開示している。ＹステージはＸステージの上に設けられ、一対の平行なりニアモータによってＸ方向に移動可能である。ウエハステージはＹステージの上に設けられ、別の一対の平行なりニアモータによってＹ方向に移動可能である。移動するステージの重心位置に応じて、一対の平行なりニ

アモータのそれぞれの推力が決定されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平5－228761号公報

特許文献2：特開2001－238485号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の目的は、装置の大型化を回避しつつ、移動中の移動体の姿勢を制御できる移動装置を提案する。

[0008] その目的を達成するために、本発明の移動装置は、可動子と固定子から成り、可動子を含む移動体を1軸方向に移動させるリニアモータと、回転子を有し移動体に含まれる回転モータであって、回転子の回転軸が、移動体の重心を通り、且つその重心と可動子の移動軌跡とを含む平面と交差する回転モータと、可動子の移動によって移動体に作用する回転トルクの少なくとも一部を相殺する反回転トルクを発生するよう、回転子の回転を制御する制御装置とを含んでいる。

[0009] ここで、「移動体の重心」とは、厳密な重心位置に限定されず、たとえば、厳密な重心位置から3次元空間において100mm程度離れた範囲内を意味する。「可動子の移動軌跡」とは、可動子の力点における移動軌跡を意味する。また、「移動体に作用する回転トルク」とは、移動体の重心と可動子の移動軌跡とを含む平面に直交し、且つ移動体の重心を通る重心軸を中心として働く回転トルクを意味する。また、「回転トルクの少なくとも一部」は、重心軸を少なくとも2つの成分に分けた各軸を中心とする回転トルクを含む。

[0010] リニアモータは、可動子を水平1軸方向または垂直1軸方向に移動させるものであり、回転子の回転軸が、水平面または垂直面に直交するものであってもよい。また、回転モータは回転子に慣性ホイールを備え、この慣性ホイー

ルの重心が回転軸上にあってもよい。また、移動装置は、可動子の加速度を検出する加速度検出器を備え、制御装置は、加速度検出器により検出された加速度に基づいて回転モータの回転子の角加速度を制御するものであってもよい。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、装置を大型化することなく、移動体の回転トルクの一部が回転モータの反回転トルクによって相殺される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の第1の実施形態である加工装置を示す側面図である。

[図2]図1中の加工装置を示す平面図である。

[図3]図1中の制御装置を示すブロック図である。

[図4]本発明の第2の実施形態であるステージ装置を示す正面図である。

[図5]図4中の制御装置を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

[0013] 図1、2および3を参照して、本発明の第1の実施形態である加工装置1が説明される。加工装置1は、テーブル4に載置されたワークWを回転切削工具Cで加工する装置である。加工装置1は、主に、ベッド2、ラム3、テーブル4、X軸ヘッド5、Z軸ヘッド6、回転モータ7および制御装置8から構成されている。

[0014] テーブル4は、リニアモータ43とガイド機構42によって、Y軸方向に移動可能にベッド2上に設置されている。リニアモータ43はテーブル4をY軸方向に移動させる推力を発生する。ガイド機構42はテーブル4のY軸方向の移動を案内する。ガイド機構42はガイド42bとスライダ42aとから構成されている。スライダ42aはテーブル4に取り付けられ、ガイド42b上を走行できる。

[0015] リニアモータ43は可動子43aおよび固定子43bとから構成されている。可動子43aは一次側コイルを有し、固定子43bは複数の二次側永久磁石の列を有している。リニアモータ43は可動子43aの一次側コイルを励

磁して可動子 4 3 a に推力を供給する。可動子 4 3 a の移動軌跡 S が図 2 に示されている。

[0016] ラム 3 はベッド 2 に立設している。X 軸ヘッド 5 は、リニアモータ 5 3 とガイド機構 5 2 によって、X 軸方向に移動可能にラム 3 上に設置されている。リニアモータ 5 3 は X 軸ヘッド 5 を X 軸方向に移動させる推力を発生する。リニアモータ 5 3 は可動子 5 3 a および固定子 5 3 b とから構成されている。可動子 5 3 a は X 軸ヘッド 5 に取り付けられ、固定子 5 3 b はラム 3 に取り付けられている。可動子 5 3 a は一次側コイルを有し、固定子 5 3 b は複数の二次側永久磁石の列を有している。ガイド機構 5 2 は X 軸ヘッド 5 の X 軸方向の移動を案内する。ガイド機構 5 2 はガイド 5 2 b とスライダ 5 2 a とから構成されている。ガイド 5 2 b はラム 3 に取り付けられている。スライダ 5 2 a は X 軸ヘッド 5 に取り付けられ、ガイド 5 2 b 上を走行できる。

[0017] リニアモータ 5 3 は、光センサ 5 4 a とスケール 5 4 b とからなるリニアスケール 5 4 を備えている。光センサ 5 4 a は X 軸ヘッド 5 に取り付けられている。スケール 5 4 b はラム 3 上に取り付けられ、固定子 5 3 b に平行に延びている。光センサ 5 4 a によってスケール 5 4 b の目盛を読み取ることにより、リニアモータ 5 3 は可動子 5 3 a の位置情報を出力することができる。あるいは、リニアモータ 5 3 はホール素子等の磁力センサによって磁気スケールを読み取ることにより位置情報を出力することもできる。

[0018] Z 軸ヘッド 6 は、リニアモータ 6 3 とガイド機構 6 2 によって、X 軸ヘッド 5 の前面に設置されている。リニアモータ 6 3 は Z 軸ヘッド 6 を Z 軸方向に移動させる推力を発生する。リニアモータ 6 3 は可動子 6 3 a および固定子 6 3 b とから構成されている。ガイド機構 6 2 の構造はガイド機構 4 2 と同様であり、リニアモータ 6 3 の構造はリニアモータ 4 3 と同様である。リニアモータ 6 3 およびリニアモータ 4 3 は、リニアモータ 5 3 と同様に、リニアスケール 6 4、4 4 をそれぞれ備えている。

[0019] 回転切削工具 C は Z 軸ヘッド 6 の下端に取り付けられている。加工装置 1 は、リニアモータ 4 3、5 3、6 3 を駆動させることにより、ワーク W を工具

Cで3次元的に加工できる。

[0020] リニアモータ53を駆動させた場合に、加工装置1に作用する回転トルクTが説明される。ここで、移動体Mは、Z軸ヘッド6、リニアモータ63、ガイド機構62、X軸ヘッド5、回転モータ7、スライダ52aおよび可動子53aから成るものとする。

[0021] 移動体Mを、X軸方向に図1の紙面奥へ移動させると、可動子53aの推力Fwの作用により、重心Gを通り、且つ移動軌跡Sと重心Gを含む平面Pに垂直な重心軸Aを中心として回転トルクTが移動体Mに作用する。ここで、回転トルクTを発生させる力点Fpは可動子53aの底面の中心位置とする。

[0022] この回転トルクTは、重心Gを通してZ軸方向に延びる重心軸Azを中心として働く回転トルクTzと、重心Gを通してY軸方向に延びる重心軸Ayを中心として働く回転トルクTyへ分割できる。また、本実施形態においては、図2に示すように、力点FpのX軸方向の位置と重心GのX軸方向の位置が一致している。そのため、重心Gを通してX軸方向に延びる重心軸Axを中心として働く回転トルクTxは移動体Mに作用しない。

[0023] したがって、X軸方向に移動中の移動体Mには、回転トルクTyおよび回転トルクTzが作用することになり、移動体Mがピッチング方向およびヨーイング方向に偏向することになる。移動体Mの重量が大きい場合、ガイド機構52のみでピッチング方向およびヨーイング方向の偏向を抑制することは困難である。

[0024] 回転モータ7は、回転子7aと回転子7aに取付けられた慣性ホイール7cとを有している。回転モータ7は、回転子7aの回転軸Arが重心軸Axと一致するように、X軸ヘッド5の上方に固定されている。慣性ホイール7cの重心は回転軸Ar上にある。回転モータ7は、移動体Mのヨーイング方向の偏向を抑制して移動体Mの姿勢を制御するために設けられている。回転モータ7はサーボモータであり、エンコーダ7bを備えている。

[0025] 回転モータ7は、回転子7aと慣性ホイール7cを回転させることで反回転

トルクHTを発生させて、回転トルクT_zを相殺する。反回転トルクHTは、回転トルクT_zと大きさにおいて同じであって向きにおいて反対である。

[0026] 図3を参照して制御装置8が説明される。制御装置8は、リニアモータ43、53、63および回転モータ7を制御する。制御装置8は、移動指示受付部81、リニアモータ制御部82および回転モータ制御部83とから構成されている。

[0027] 移動指示受付部81は、操作パネルを介してユーザからの移動指示を受け付けるとともに、移動指示に基づく移動指令をリニアモータ制御部82に出力する。リニアモータ制御部82は、リニアモータ43、53、63を制御し、駆動制御部84、85、86および駆動出力部87、88、89から構成されている。

[0028] 駆動制御部84、85、86は、移動指令および位置情報に基づいてリニアモータ53、43、63への指令値を発生している。駆動制御部84、85、86は、目標位置演算器84a、85a、86a、位置検出器84b、85b、86b、速度検出器84c、85c、86c、位置補償器84d、85d、86dおよび速度補償器84e、85e、86eをそれぞれ含んでいる。

[0029] 目標位置演算器84a、85a、86aは、移動指令に基づいて単位時間毎の目標位置を演算している。目標位置は位置補償器84d、85d、86dへそれぞれ供給されている。単位時間はリニアモータ制御部82の演算処理速度に依存して決められている。位置検出器84b、85b、86bはリニアスケール54、44、64からの情報に基づいて可動子53a、43a、63aの位置を検出している。検出位置は位置補償器84d、85d、86dへそれぞれ供給されている。

[0030] 速度検出器84c、85c、86cは、位置検出器84b、85b、86bから単位時間毎に位置情報を受け取り、可動子43a、53a、63aの速度を検出している。検出速度は速度補償器84e、85e、86eへそれぞれ供給されている。速度検出器84cの検出速度は、加速度検出器83aへ

も供給されている。位置補償器 84 d、85 d、86 d は、目標位置と検出位置との偏差にゲインを付与した目標速度を速度補償器 84 e、85 e、86 e へ供給している。速度補償器 84 e、85 e、86 e は、目標速度と検出速度との偏差にゲインを付与した目標電流を駆動出力部 87、88、89 に供給している。

[0031] 駆動出力部 87、88、89 は、目標電流に基づいて各リニアモータ 53、43、63 に駆動電流を供給している。駆動出力部 87、88、89 は、電流補償器 87 a、88 a、89 a および電流増幅器 87 b、88 b、89 b をそれぞれ含んでいる。電流増幅器 87 b、88 b、89 b の駆動電流が電流補償器 87 a、88 a、89 a へフィードバックされている。電流補償器 87 a、88 a、89 a は、目標電流と駆動電流に基づいて電流指令を電流増幅器 87 b、88 b、89 b へ供給している。電流増幅器 87 b、88 b、89 b は、電流補償器 87 a、88 a、89 a から電流指令を受け取り、駆動電流を各リニアモータ 43、53、63 へ供給している。

[0032] 回転モータ制御部 83 は、回転モータ 7 のトルクを制御している。回転モータ制御部 83 は、加速度検出器 83 a、トルク制御器 83 b およびドライバ 83 c を含んでいる。加速度検出器 83 a は、速度検出器 84 c から単位時間毎に検出速度を受け取り、可動子 53 a の加速度を検出する。検出加速度 β はトルク制御器 83 b へ供給されている。トルク制御器 83 b は、加速度検出器 83 a から検出加速度 β を受け取り、回転子 7 a の目標角加速度 α を算出する。目標角加速度 α はドライバ 83 c へ供給されている。

[0033] 目標角加速度 α の算出方法が説明される。ここで、可動子 53 a の質量を m とすると、リニアモータ 53 の推力 F_w は式 (1) によって表される。

$$F_w = m \times \beta \cdots \cdots \cdots \text{式 (1)}$$

重心軸 A_z まわりの回転トルクを推力 F_w から求めるための係数を K_z とする。リニアモータ 53 の力点 F_p と重心 G の Y 軸方向の距離を L_y とする。重心軸 A_z まわりの回転トルク T_z は式 (2) によって表される。係数 K_z は具体的に 0.2 ~ 0.5 程度である。

$$T_z = K_z \times F_w \times L_y = K_z \times m \times \beta \times L_y \dots \dots \dots \text{式 (2)}$$

[0034] 回転子 7 a および慣性ホイール 7 c の慣性モーメントをそれぞれ I_a 、 I_b とすると、回転モータ 7 が発生させる反回転トルク H_T は式 (3) によって表される。

$$H_T = (I_a + I_b) \times \alpha \dots \dots \dots \text{式 (3)}$$

反回転トルク H_T がトルク T_z を相殺するためには、式 (4) が満たされる。

$$(I_a + I_b) \times \alpha = K_z \times m \times \beta \times L \dots \dots \dots \text{式 (4)}$$

目標角加速度 α は式 (5) によって表される。

$$\alpha = K_z \times m \times \beta \times L / (I_a + I_b) \dots \dots \dots \text{式 (5)}$$

目標角加速度 α の向きは、回転トルク T_z の向きと反対である。

ドライバ 8 3 c は、トルク制御器 8 3 b から目標角加速度 α を受け取り、回転モータ 7 の回転子 7 a の角加速度を制御する。

[0035] 次に、リニアモータ 5 3 のみを駆動させた場合の加工装置 1 の作用が説明される。移動指示受付部 8 1 は、操作者より X 方向の移動指示を受け付けると、駆動制御部 8 4 に X 方向の移動指示を出力する。駆動制御部 8 4 は目標位置を演算してリニアスケール 5 4 からの位置情報に基づいて目標速度を出力する。駆動出力部 8 7 は目標速度を受け取り、駆動電流を出力する。

[0036] リニアモータ 5 3 の可動子 5 3 a は X 軸方向の推力 F_w を発生させる。移動体 M はガイド機構 5 2 に案内されて X 軸方向に移動するとともに、重心軸 A_z まわりの回転トルク T_z によってヨーイング方向に偏向する。

[0037] 回転モータ制御部 8 3 が可動子 5 3 a の加速度 β を検出し、検出した加速度 β に基づいて目標角加速度 α を算出して回転子 7 a の角加速度を制御する。回転モータ 7 が反回転トルク H_T を発生させて移動体 M のヨーイング方向の偏向を抑制して姿勢を制御する。

[0038] 第 1 の実施形態によれば、回転軸 A_r が重心軸 A_z と一致するように回転モータ 7 が X 軸ヘッド 4 に固定される。しかも、回転トルク T_z を相殺する反回転トルク H_T を発生するように回転子 7 a の角加速度が制御されている。

こうして、移動体Mのヨーイング方向の偏向が阻止されている。さらに、回転トルク T_z を相殺する追加のリニアモータを設ける必要がなく、加工装置1の大型化が回避されている。

[0039] 回転トルク T_y を相殺するため、回転軸が重心軸 A_y と一致するように追加の回転モータがX軸ヘッド4に固定されてもよい。あるいは、回転軸が重心軸Aと一致するようにX軸ヘッド4に固定された1台の回転モータが、回転トルク T を相殺する反回転トルクを発生させてもよい。重心軸Aは、垂直面と直交する A_y および水平面と直交する A_z に分けることに限定されず、平面Pと交差する重心軸であればよい。

[0040] 図4を参照して、本発明の第2の実施形態であるステージ装置100が説明される。ステージ装置100は、ステージ101に載置されたワークWをX軸方向に移動させる装置である。ステージ装置100は、ベッド100a、ステージ101、ガイド機構102、リニアモータ103、104、リニアスケール105、回転モータ106、107および制御装置108から構成されている。

[0041] ガイド機構102はステージ101のX軸方向の移動を案内する。ガイド機構102は、精密位置決めのために、静圧軸受を有している。静圧軸受は、ガイド面の摩擦抵抗を著しく低下できるとともに、ガイド面の僅かな起伏による位置決め精度への影響を回避できる。

[0042] ガイド機構102は、ガイドブロック102a、102a、ガイドレール102b、102bおよび流体軸受102c、102cとから構成されている。ガイドブロック102a、102aはステージ101の底面に取り付けられている。ガイドレール102b、102bはベッド100aの上面に取付けられている。一对のガイドブロック102a、102aおよびガイドレール102b、102bが設けられているので、ステージ101は安定してX軸方向に案内される。

[0043] 流体軸受102c、102cは、ステージ101とガイドレール102b、102bとの隙間、およびガイドブロック102a、102aとガイドレー

ル 102b、102b との間隙に形成されている。流体軸受 102c、102c は加圧流体を用いる公知の静圧軸受である。

[0044] 一对のリニアモータ 103、104 は、ステージ 101 を X 軸方向に移動させるために設けられている。リニアモータ 103、104 はコアレス型のリニアモータを含んでいる。リニアモータ 103、104 は、一次側コイルである可動子 103a、104a と、二次側永久磁石である固定子 103b、104b とから構成されている。一对の U 字状の固定子 103b、104b はベッド 100a の上面に取り付けられている。可動子 103a、104a は、固定子 103b、104b に所定間隙を持って挿入されるようにステージ 101 に取り付けられている。リニアスケール 105 がステージ 101 の位置を検出するために設けられている。

[0045] リニアモータ 103、104 を駆動させたときにステージ装置 100 に作用する回転トルク T_L 、 T_R が説明される。ここで、移動体 M は、ステージ 101、回転モータ 106、107、ガイドブロック 102a、102a および可動子 103a、104a からなる。

[0046] 移動体 M を X 軸方向に移動させると、移動体 M の重心 G を通り、且つ可動子 103a の力点 F_{pL} の移動軌跡と重心 G とを含む平面 PL に垂直な重心軸 AL の回りに、回転トルク T_L が移動体 M に作用する。さらに、移動体 M の重心 G を通り、且つ可動子 104a の力点 F_{pR} の移動軌跡と重心 G とを含む平面 PR に垂直な重心軸 AR の回りに、回転トルク T_R が移動体 M に作用する。

[0047] 各回転トルク T_L は、Z 軸方向に重心 G を通る重心軸 A_z を中心として働く回転トルク T_{zL} と、Y 軸方向に重心 G を通る重心軸 A_y を中心として働く回転トルク T_{yL} とへ分割できる。同様に、回転トルク T_R は、重心軸 A_z を中心として働く回転トルク T_{zR} と、重心軸 A_y を中心として働く T_{yR} とへ分割できる。第 2 の実施形態では、力点 F_{pL} 、 F_{pR} の X 軸方向の位置と重心 G の X 軸方向の位置は一致している。したがって、X 軸方向に重心 G を通る重心軸 A_x を中心として働く回転トルク T_{xL} 、 T_{xR} は移動体 M

に作用しない。また、リニアモータ 102、103 は同一の推力 F_w を発生するので、回転トルク T_{zL} 、 T_{zR} は互いに相殺される。すなわち、回転トルク T_{yL} 、 T_{yR} が移動体 M に発生し、移動体 M はピッチング方向に偏向する。静圧軸受を含むガイド機構 102 は剛性が低く、ガイド機構 102 のみでピッチング方向の偏向を抑制することは困難である。

[0048] 回転モータ 106、107 はステージ 101 の左側と右側にそれぞれ固定され、移動体 M のピッチング方向の偏向を抑制して移動体 M の姿勢を制御する。回転モータ 106、107 の回転軸 A_{rL} 、 A_{rR} は、重心軸 A_y と一致させられている。回転モータ 106、107 の構造は、第 1 の実施形態の回転モータ 7 と同様である。

[0049] 回転子 106a、107a の慣性モーメントがともに I_a 、慣性ホイール 106c、107c の慣性モーメントがともに I_b とすると、回転モータ 106、107 が発生させる反回転トルク H_{TL} 、 H_{TR} は式 (8)、(9) によって表される。

$$H_{TL} = (I_a + I_b) \times \alpha_L \cdots \cdots \text{式 (8)}$$

$$H_{TR} = (I_a + I_b) \times \alpha_R \cdots \cdots \text{式 (9)}$$

[0050] 反回転トルク H_{TL} 、 H_{TR} がトルク T_{yL} 、 T_{yR} を相殺するためには、式 (10)、(11) が満たされる。

$$(I_a + I_b) \times \alpha_L = K_y \times m \times \beta \times L_z \cdots \cdots \text{式 (10)}$$

$$(I_a + I_b) \times \alpha_R = K_y \times m \times \beta \times L_z \cdots \cdots \text{式 (11)}$$

これにより、目標角加速度 α_L 、 α_R は式 (12)、(13) によって表される。

$$\alpha_L = K_y \times m \times \beta \times L_z / (I_a + I_b) \cdots \cdots \text{式 (12)}$$

$$\alpha_R = K_y \times m \times \beta \times L_z / (I_a + I_b) \cdots \cdots \text{式 (13)}$$

目標角加速度 α_L 、 α_R の向きは、回転トルク T_{yR} 、 T_{yL} の向きと反対である。

[0051] 次にステージ装置 100 の作用が説明される。第 1 の実施形態と同様に、移動指示受付部 109 が操作者からの移動指示を受け付けると、駆動制御部 1

12に移動指示を出力する。駆動制御部112は目標位置を演算し、リニアスケール105からの位置情報に基づいて目標速度を出力する。駆動出力部113、114は目標速度を受け取ってリニアモータ103、104に駆動電流を出力する。

[0052] リニアモータ103、104がX軸方向に推力 F_{wL} 、 F_{wR} を発生させる。移動体Mはガイド機構102に案内されてX軸方向に移動するとともに、重心軸 A_y 回りの回転トルク T_{yL} 、 T_{yR} によってピッチング方向に偏向する。

[0053] 回転モータ制御部111は移動体Mの加速度を検出し、検出加速度 β に基づいて目標角加速度 α_L 、 α_R を算出する。回転モータ106、107の回転子の角加速度が、目標角加速度 α_L 、 α_R に基づいて制御される。回転モータ106、107が反回転トルク H_{TL} 、 H_{TR} を発生させて移動体Mのピッチング方向の偏向を抑制する。

[0054] 第2の実施形態によれば、回転軸 A_{rL} 、 A_{rR} が重心軸 A_y と一致するように回転モータ106、107が固定される。しかも、回転トルク T_{yL} 、 T_{yR} を相殺する反回転トルク H_{TL} 、 H_{TR} を発生するように回転モータ106、107が制御されている。こうして、移動体Mのピッチング方向の偏向が抑制されている。また、回転トルク T_{yL} 、 T_{yR} を相殺する追加のリニアモータを設ける必要がなく、ステージ装置100の大型化が回避されている。

[0055] 第1および第2の実施形態では、回転モータを含む移動体Mが水平1軸方向に移動するが、移動方向は限定されるものではない。移動体Mの移動は、垂直1軸方向は勿論、3次元空間内の任意の1軸方向であってもよい。回転モータは、回転軸が移動体Mの重心を通り、且つ重心と可動子の移動軌跡とを含む平面と交差するように設けられればよい。回転モータの回転は、移動体Mに発生する回転トルク T の少なくとも一部を相殺するように制御されればよい。

[0056] また、第1および第2の実施形態では、回転モータが慣性ホイールを備えて

いたが、慣性ホイールは必須ではない。回転子の慣性モーメントが大きい場合、慣性ホイールは必要とされない。また、回転モータの台数もここに示された実施態様に限定されない。

符号の説明

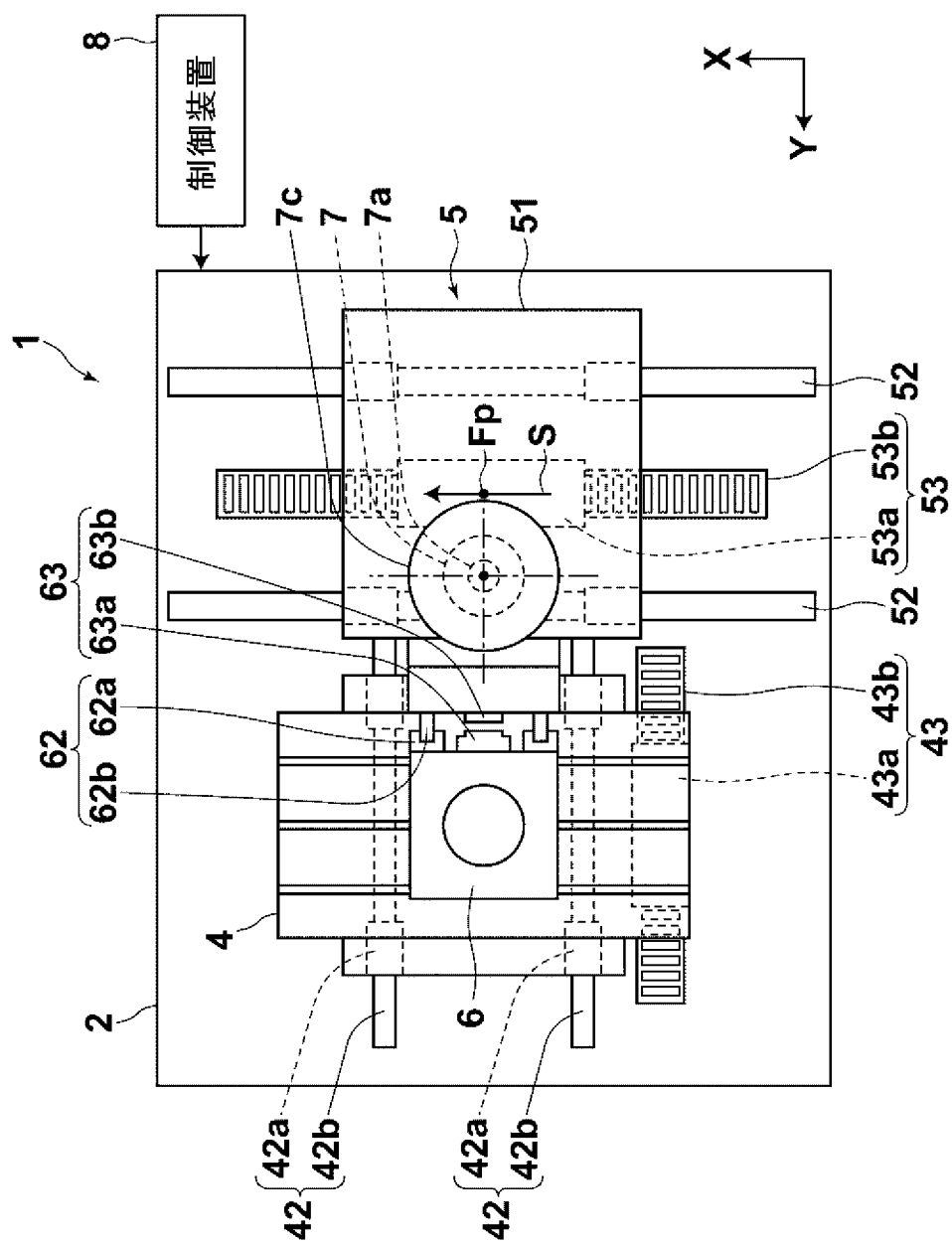
[0057] A r	回転軸
C	回転切削工具
G	重心
H T	反回転トルク
M	移動体
P, P L, P R	平面
S	移動軌跡
T	回転トルク
W	ワーク
1	加工装置
2, 1 0 0 a	ベッド
3	ラム
4	テーブル
5	X軸ヘッド
6	Z軸ヘッド
4 2, 5 2, 6 2, 1 0 2	ガイド機構
4 3, 5 3, 6 3, 1 0 3, 1 0 4	リニアモータ
4 4, 5 4, 6 4, 1 0 5	リニアスケール
5 3 a, 1 0 3 a, 1 0 4 a	可動子
5 4 a	光センサ
5 4 b	スケール
7, 1 0 6, 1 0 7	回転モータ
7 a	回転子
7 b, 1 0 6 b, 1 0 7 b	エンコーダ

7 c, 106 c, 107 c	慣性ホイール
8, 108	制御装置
81, 109	移動指示受付部
82, 110	リニアモータ制御部
83, 111	回転モータ制御部
83 a, 111 a	加速度検出器
83 c, 111 c, 111 e	ドライバ
84, 85, 86, 112	駆動制御部
87, 88, 89, 113, 114	駆動出力部
100	ステージ装置
101	ステージ
102 a	ガイドブロック
102 b	ガイドレール
102 c	流体軸受

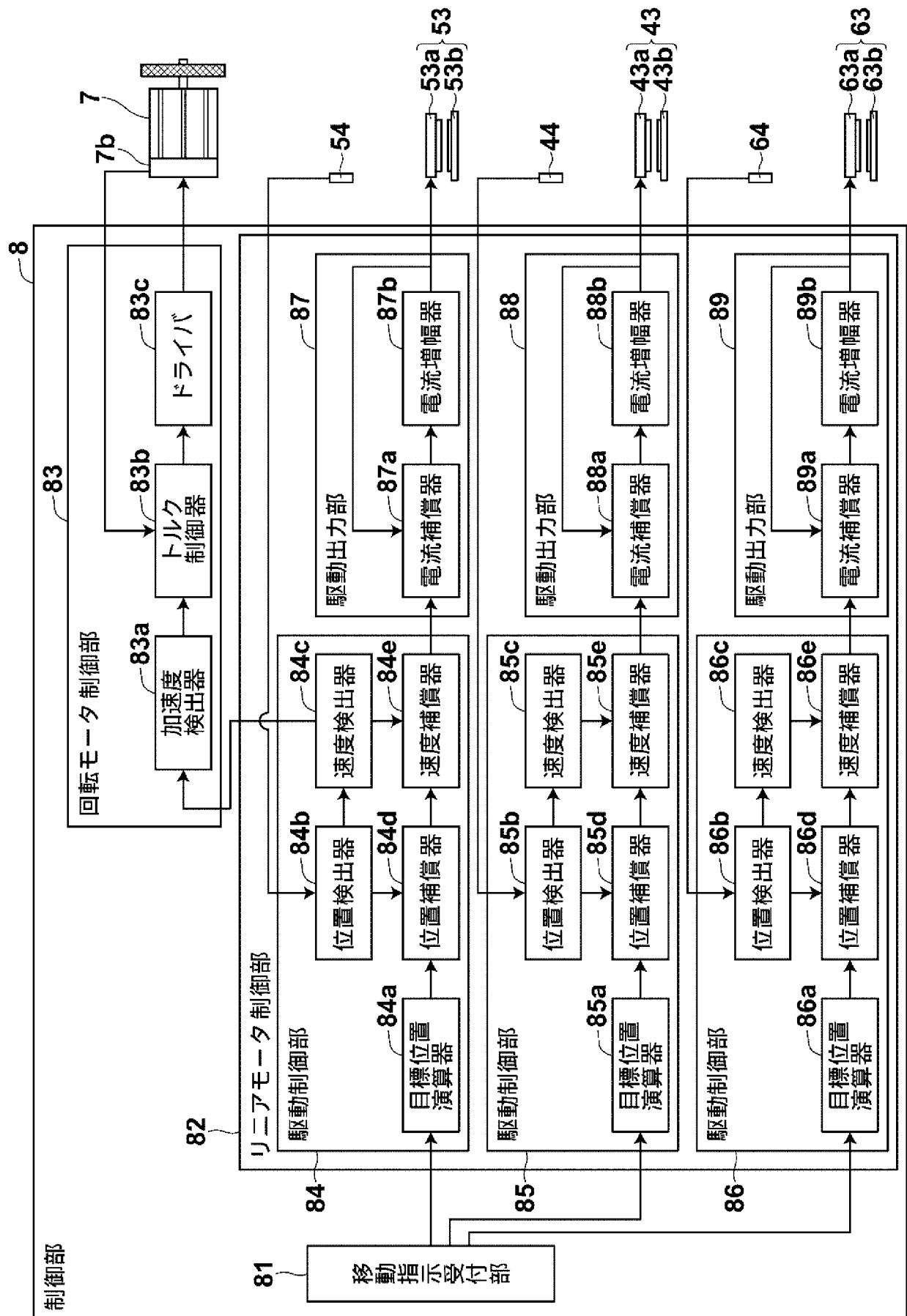
請求の範囲

- [請求項1] 可動子と固定子から成り、可動子を含む移動体を1軸方向に移動させるリニアモータと、
- 回転子を有し前記移動体に含まれる回転モータであって、前記回転子の回転軸が、前記移動体の重心を通り、且つ前記重心と前記可動子の移動軌跡とを含む平面と交差する回転モータと、
- 前記可動子の移動によって前記移動体に作用する回転トルクの少なくとも一部を相殺する反回転トルクを発生するよう、前記回転子の回転を制御する制御装置とを含む移動装置。
- [請求項2] 前記リニアモータは、前記可動子を水平1軸方向または垂直1軸方向に移動させるものであり、
- 前記回転子の回転軸は、水平面または垂直面に直交する請求項1に記載の移動装置。
- [請求項3] 前記回転モータは、前記回転子に慣性ホイールを備え、前記慣性ホイールの重心が前記回転軸上にある請求項1または2に記載の移動装置。
- [請求項4] 前記可動子の加速度を検出する加速度検出器を備え、
- 前記制御装置は、前記加速度検出器により検出された加速度に基づいて前記回転子の角加速度を制御する請求項1～3のいずれか1項に記載の移動装置。

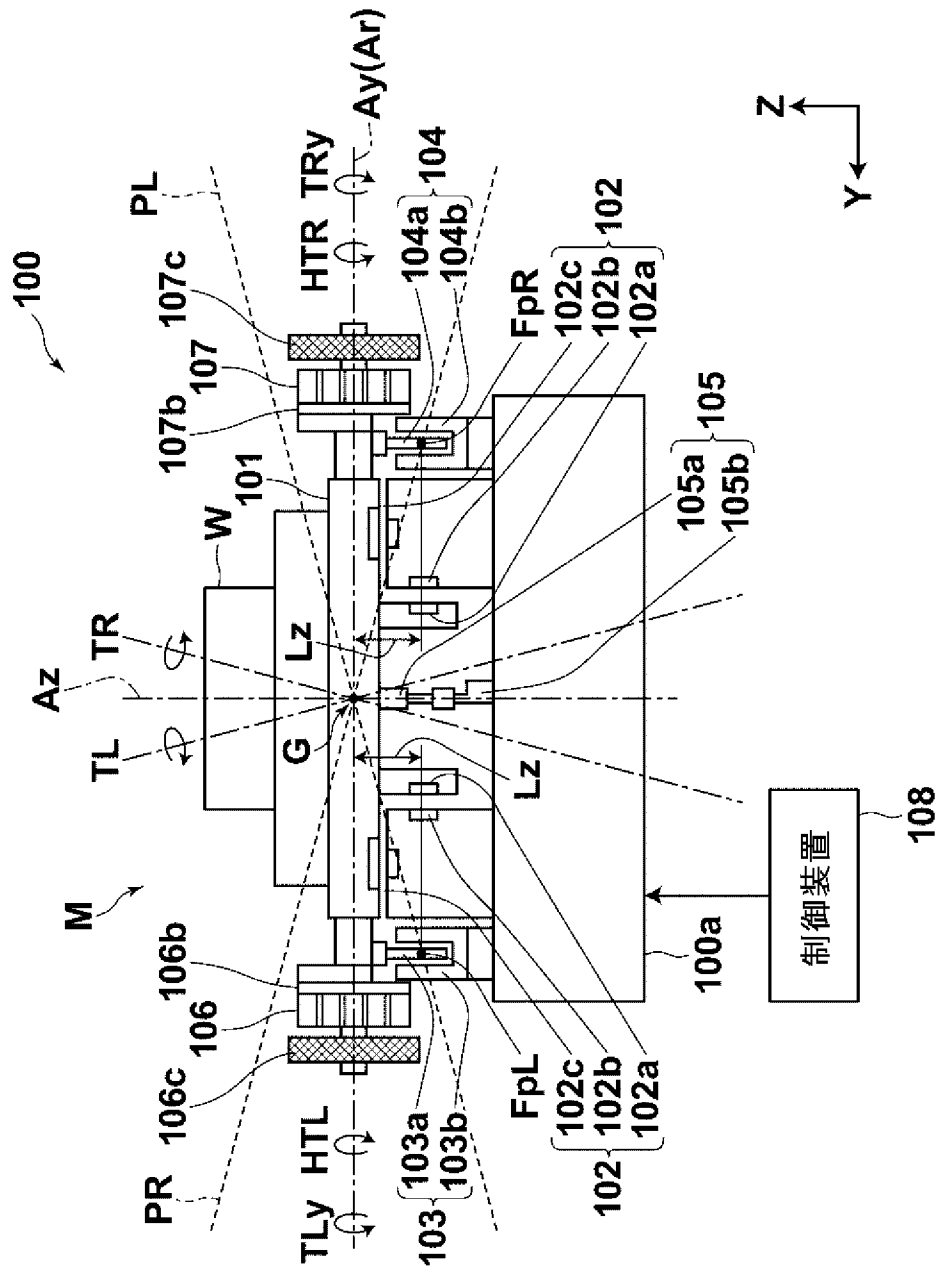
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053021

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23Q1/72(2006.01)i, B23Q1/48(2006.01)i, B23Q1/58(2006.01)i, B23Q5/28
(2006.01)i, F16F15/02(2006.01)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)

B23Q1/72, B23Q1/48, B23Q1/58, B23Q5/28, F16F15/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X	JP 2001-304332 A (Canon Inc.), 31 October 2001 (31.10.2001), paragraphs [0053] to [0058], [0075] to [0092] (Family: none)	1-4
A	JP 59-185135 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology, Nippon Yusoki Co., Ltd.), 20 October 1984 (20.10.1984), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2002-032129 A (Canon Inc.), 31 January 2002 (31.01.2002), paragraphs [0024] to [0026] (Family: none)	1-4



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
02 April, 2012 (02.04.12)

Date of mailing of the international search report
17 April, 2012 (17.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053021

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-63231 A (Nikon Corp.), 08 March 1996 (08.03.1996), entire text; all drawings & US 2002/0017890 A1 & GB 2290658 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23Q1/72(2006.01)i, B23Q1/48(2006.01)i, B23Q1/58(2006.01)i, B23Q5/28(2006.01)i, F16F15/02(2006.01)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 (I P C))

Int.Cl. B23Q1/72, B23Q1/48, B23Q1/58, B23Q5/28, F16F15/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X	JP 2001-304332 A (キヤノン株式会社) 2001. 10. 31, 段落【0053】～【0058】、【0075】～【0092】、 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 59-185135 A (工業技術院長、日本輸送機械株式会社) 1984. 10. 20, 全文全図 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2002-032129 A (キヤノン株式会社) 2002. 01. 31, 段落【0024】～【0026】 (ファミリーなし)	1 - 4

☒ 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

0 2 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

大川 登志男

3 C

3 7 3 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

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 8-63231 A (株式会社ニコン) 1996.03.08, 全文全図 & US 2002/0017890 A1 & GB 2290658 A	1 - 4