

(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
2017年1月26日(26.01.2017)



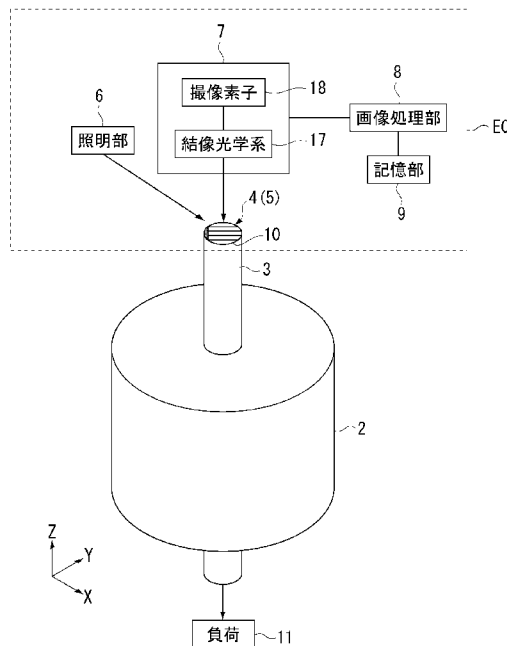
(10) 国際公開番号
WO 2017/014142 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/26 (2006.01) *G01D 5/347* (2006.01)
G01B 11/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/070820
- (22) 国際出願日: 2016年7月14日(14.07.2016)
- (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 2015-142824 2015年7月17日(17.07.2015) 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: 森田 徹(MORITA, Toru); 〒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: 西 和哉, 外(NISHI, Kazuya et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3-9-7 東池袋織本ビル6F Tokyo (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, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

[続葉有]

(54) Title: ENCODER DEVICE, DRIVE DEVICE, STAGE DEVICE, ROBOT DEVICE, AND INFORMATION ACQUISITION METHOD

(54) 発明の名称: エンコーダ装置、駆動装置、ステージ装置、ロボット装置及び情報取得方法



- 6 Lighting unit
8 Image processing unit
9 Storage unit
11 Load
17 Image-forming optical system
18 Image pickup element

(57) Abstract: [Problem] To provide an encoder device capable of accurately acquiring rotation information. [Solution] An encoder device (EC) is provided with: an image pickup unit (7) that picks up an image of a mark (4) of which the direction changes due to rotation of a rotating shaft, said mark including at least one line; and a processing unit (8) that calculates rotation information of the rotating shaft using the direction of the mark, said direction having been obtained on the basis of an image pickup result of the image pickup unit.

(57) 要約: 【課題】回転情報を精度よく取得可能なエンコーダ装置を提供する。【解決手段】エンコーダ装置(EC)は、回転軸の回転により向きが変わる少なくとも一つの線を含むマーク(4)を撮像する撮像部(7)と、撮像部の撮像結果に基づくマークの向きを用いて、回転軸の回転情報を算出する処理部(8)と、を備える。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

エンコーダ装置、駆動装置、ステージ装置、ロボット装置及び情報取得方法

技術分野

[0001] 本発明は、エンコーダ装置、駆動装置、ステージ装置、ロボット装置及び情報取得方法に関する。

背景技術

[0002] 回転情報を検出するエンコーダ装置は、駆動装置（例、モータ装置）などの各種装置に搭載されている。エンコーダ装置は、例えば、回転軸に設けられたスケールからの光を検出し、回転情報を取得する。また、エンコーダ装置として、スケールの代わりに偏光板を用いるものがある（例えば、下記特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2001-221660号公報

発明の概要

[0004] 回転軸の回転情報を高精度に求めたい場合、精密な光学パターンが正確に形成されたスケールが使用される。しかし、精密な光学パターンの形成は容易ではなく、製造コストも高くなるため、簡易な構成で、ある程度高精度に回転情報を求められるエンコーダも求められている。

[0005] 本発明の第1の態様に従えば、回転軸の回転により向きが変わる少なくとも一つの線を含むマークを撮像する撮像部と、撮像部で得られた画像を用いて、回転軸の回転情報を算出する処理部と、を備えるエンコーダ装置が提供される。

[0006] 本発明の第2の態様に従えば、第1の態様のエンコーダ装置と、回転軸に駆動力を供給する駆動部と、を備える駆動装置が提供される。

[0007] 本発明の第3の態様に従えば、移動体と、移動体を移動させる第2の態様の駆動装置と、を備えるステージ装置が提供される。

[0008] 本発明の第4の態様に従えば、第2の態様の駆動装置と、駆動装置によって相対移動するアームと、を備えるロボット装置が提供される。

[0009] 本発明の第5の態様に従えば、駆動装置の回転軸に備えられ回転軸の回転により向きが変わる少なくとも一つの線を含むマークを撮像することと、撮像で得られた画像を用いてマークの向きを検出し、回転軸の回転情報を算出することと、を含む情報取得方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施形態に係るエンコーダ装置の一例を示す図である。

[図2] (A) は実施形態に係るエンコーダ装置の平面図、(B) は実施形態に係るマーク部を示す図である。

[図3]実施形態に係る撮像部に撮像されるマークの画像の一例を示す図である。

[図4]実施形態に係る画像処理部による回転情報の算出処理の一例を示す図である。

[図5]実施形態に係る画像処理部による回転情報の算出処理の他の例を示す図である。

[図6]実施形態に係る回転位置が異なるマークの画像の一例を示す図である。

[図7]実施形態に係るエンコーダ装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図8]実施形態に係るエンコーダ装置の動作の他の例を示すフローチャートである。

[図9]実施形態に係るエンコーダ装置の動作の他の例を示すフローチャートである。

[図10] (A) 及び (B) は、変形例に係るマークを示す図である。

[図11] (A) 及び (B) は、変形例に係るマークを示す図である。

[図12] (A) 及び (B) は、変形例に係るマークを示す図である。

[図13] (A) 及び (B) は、変形例に係るマーク部を示す図である。

[図14] 変形例に係るマークを示す図である。

[図15] (A) は、変形例に係るエンコーダ装置を示す図であり、(B) は実施形態に係る撮像部に撮像されたマークの画像の一例を示す図である。

[図16] 変形例に係るエンコーダ装置を示す図である。

[図17] 変形例に係るエンコーダ装置を示す図である。

[図18] 実施形態に係る駆動装置の一例を示す図である。

[図19] 実施形態に係るステージ装置の一例を示す図である。

[図20] 実施形態に係るロボット装置の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。ただし、本発明はこれに限定されるものではない。また、図面においては実施形態を説明するため、一部分を大きくまたは強調して記載するなど適宜縮尺を変更して表現している。また、以下の各図に示すX Y Z座標系を適宜用いて方向を説明する。X方向、Y方向及びZ方向のそれぞれは、適宜、図中の矢印の方向が+方向（例、+X方向）であり、その反対方向が-方向（-X方向）であるとする。

[0012] 図1は、実施形態に係るエンコーダ装置E Cの一例を示す図である。エンコーダ装置E Cは、駆動部2の回転軸3の回転により向き（例、回転軸3に交差する面上での方向）が変わるマーク4を撮像する。また、エンコーダ装置E Cは、マーク4を撮像して得られた画像を用いて、回転軸3の回転情報を算出する。エンコーダ装置E Cは、マーク部5と、照明部6と、撮像部7と、画像処理部8と、を備える。なお、記憶部9はエンコーダ装置E Cに備えられていてもよく、エンコーダ装置E Cの装置外（例、外部装置）に備えられていてもよい。この場合、画像処理部8と外部の記憶部9とは、無線或いは有線などによって信号やデータ等の通信が可能なように構成される。また、マーク4と撮像部7とは回転軸の回転に伴って相対位置が変化すればよく、例えば、マーク4は非回転部に固定されており、回転軸3の回転に伴っ

て撮像部 7 が回転してもよい。

[0013] 駆動部 2 は、回転軸 3 を回転駆動する。駆動部 2 は、例えば、後に図 18 に示す駆動装置 MTR の一部である。駆動部 2 は、例えば、電動モータであるが、電動モータでなくてもよい。駆動部 2 は、油圧や空圧を利用して回転する軸部を有する装置でもよい。回転軸 3 は、駆動部 2 の駆動力（トルク）により回転する。回転軸 3 は、駆動部 2 のシャフト（回転子）であるが、駆動部 2 のシャフトと接続される軸でもよい。回転軸 3 は、駆動部 2 のシャフトに接続される変速機などの動力伝達部内の軸でもよい。回転軸 3 は、駆動部 2 のシャフトに動力伝達部を介して接続される軸でもよい。回転軸 3 は、負荷に接続される軸でもよい。

[0014] 一例として、マーク 4 は、回転軸 3 の端部に設けられたマーク部 5 に形成される。回転軸 3 の端部とは、回転軸 3 の端面とその付近をいう。マーク部 5 は、回転軸 3 の一部であってもよく、回転軸 3 の端部に取り付けられた別の部材であってもよい。マーク部 5 が回転軸 3 の一部である場合、マーク部 5 は回転軸 3 の端面又はその付近となり、マーク 4 は回転軸 3 に作りこまれることになる。

マーク部 5 が回転軸 3 と別の部材として設けられる場合、例えば、マーク部 5 は回転軸 3 の端面に取り付けることができる。

マーク部 5 は、回転軸 3 において負荷 11 に接続される側の反対側（反出力軸側）の端部に設けられる。マーク部 5 が反出力軸側に設けられる場合、負荷 11 などからの汚れ（例、油、オイルミストなど）がマーク部 5 に付着することが抑制される。マーク部 5 は回転軸 3 の回転方向や回転角度に応じて回転する。マーク部 5 は回転軸 3 と一体的に回転する。

[0015] 図 2（A）はエンコーダ装置 EC を +Z 方向から見た平面図、（B）はマーク部 5 を示す図である。マーク部 5 には、回転軸 3 の回転により向きが変わるマーク 4 が形成される。マーク 4 は、マーク部 3 の回転位置を示すことが可能なパターンである。マーク 4 は、回転軸 3 の回転により、回転軸 3 に交差（例、直交、非直交）する面上での向き（例、方向）が変化する。マー

ク4は、少なくとも1つの線（例、複数の線12）を含む。マーク4は、例えば、直線（まっすぐな線、2点を結ぶ最短の線、線分）および曲線の少なくとも一方を1つ以上含む。マーク4の線は、例えば、長さ方向に対して有限の幅を有する帯状である。以下、有限の幅を有する帯状の図形を、便宜上、線（例、直線、曲線、線分）という。マーク4の少なくとも1つの線は、直線状の部分および曲線状の部分を含む線でもよい。マーク4の少なくとも1つの線は、折れ線状の部分を含む線でもよく、折れ線状の部分および曲線上の部分を含む線でもよい。複数の線12は、例えば、それぞれ線分であり、互いに平行に配置される。複数の線12は、回転軸3を基準として形成してもよい。例えば、複数の線12のうち少なくとも1つは回転軸3の中心を通るように形成されてもよく、複数の線12のいずれも回転軸3の中心を通らなくてもよい。複数の線12は、それぞれ、所定方向（例、X方向）に平行に配置され、所定方向の交差方向（例、Y方向、直交方向、非直交方向）に互いに離れて配置される。複数の線12のうち一本の線を基準線としたとき、残りの線は基準線に対して所定の距離を有する。線12の数は、任意の数に設定される。複数の線12は、それぞれ、回転軸3の端面10の外周上の2点を結ぶ線分であってもよい。複数の線12は、少なくともその一つの線12に対する交差方向（Y方向）に配列されてもよい。複数の線12は、等間隔で配列されてもよく、それぞれ異なる間隔で配列されてもよい。複数の線12の間隔dは、任意に設定される。なお、図2（B）には複数の線12が回転中心Oを通らない位置に配置される例を示すが、複数の線12の少なくとも1つが回転軸3の回転中心Oを通る位置に配置されてもよい。マーク4に含まれる線12の数は、任意であり、1つでもよいし、複数でもよい。マーク4に含まれる線の長さも任意であり、複数の線がある場合、すべて同じ長さとしてもよく、それぞれ異なる長さとしてもよい。例えば、マーク部が円形の場合、少なくとも一本の線の長さをマーク部の半径より長い長さとしてもよい。

[0016] マーク4は、回転軸3の回転中心Oを通る少なくとも一本の直線に関して

非線対称としてもよい。また、マーク４は、回転軸３の回転中心Ｏを通るすべての直線に関して非線対称としてもよい。例えば、マーク４は、図形１４を含み、図形１４と複数の線１２を組み合わせて、回転軸３の回転中心Ｏを通るあらゆる直線に対して非線対称とすることができる。図形１４は、回転軸３の回転中心Ｏを通る直線（例えば直線Ｌ１）でマーク部５を分割してできる２つの領域Ｒ１の一方のみ（例、－Ｘ方向の領域Ｒ１のみ）に設けてもよい。図形１４が設けられる領域と図形１４が設けられない領域とは、回転軸の中心に対して点対称に位置してもよい。また、図形１４が設けられる領域と図形１４が設けられない領域とは、回転軸３の回転中心Ｏを通る直線Ｌ１に関して線対称に設けられてもよい。図形１４は、後に図６などで説明するが、 180° の回転（極性）を区別することに利用することができる。図形１４は、例えば、複数の線１２のいずれとも異なる形状である。図形１４は、例えば、端面１０の－Ｘ方向における外周の一部を含む弓型の形状である。例えば図形１４は、回転軸３の中心軸方向視（マーク４を平面視した状態）において、回転軸３の回転方向（周方向）に広がりを持つ。図２（Ｂ）において、回転軸３の中心軸方向視において、複数の線１２のうち任意に選択される一本の線を基準線１２×とする。回転軸３の回転方向における図形１４の一端Ｅ１と回転軸３の回転中心Ｏとを繋いだ直線ＯＥ１と基準線１２×との角度を γ_1 とし、回転軸３の回転方向における図形１４の他端Ｅ２と回転軸３の回転中心Ｏとを繋いだ直線ＯＥ２と基準線１２×との角度を γ_2 としたときに、 γ_1 と γ_2 は、 $0^\circ < \gamma_1 < 180^\circ$ の関係と $0^\circ < \gamma_2 < 180^\circ$ の関係との一方または双方を満たしてもよい。

[0017] マーク４は、撮像部７が撮像した画像上で識別可能（他の部分と区別可能）に形成される。例えば、マーク４の線は、例えば、端面１０に形成された（刻印された）ケガキ線である。マーク４の線１２は、例えば、端面１０に形成された（刻印された）溝や窪みや凹部であってもよく、またマーク４の線１２が凸部や構造体であってもよい。なお、複数の線１２が端面１０に形成されたケガキ線である場合、複数の線１２のうち少なくとも１つは、他の

線 1 2 と線の深さが異なってもよいし、他の線 1 2 と線の太さが異なってもよい。マーク 4 の図形 1 4 は、例えば、端面 1 0 の表面を荒らしたものである。マーク部 5 は、例えば、回転軸 3 の一部であるが、回転軸 3 に取り付けられる部材（回転軸 3 と別の部材）でもよい（後に図 1 3 （B）で説明する）。なお、マーク 4 は、端面 1 0 に印刷などにより形成されたものでもよいし、端面 1 0 の一部に黒体化などの表面処理を施したものでもよい。また、マーク 4 は、端面 1 0 の一部分における光の反射率を他の部分よりも高くなるように、表面処理を施したものでもよい。マーク 4 は、マーク部 5 （例、端面 1 0 ）の全域（例、全面）に形成されてもよいし、マーク部 5 （例、端面 1 0 ）の一部のみに形成されてもよい。

[0018] 図 1 の説明に戻り、照明部 6 は、マーク 4 を照明する。例えば、照明部 6 は、マーク部 5 の近傍に配置され、マーク 4 に光を照射する。照明部 6 は、例えば、チップ型の発光ダイオード（L E D）等の固体光源を含む。照明部 6 は、発光ダイオード以外の固体光源（例、レーザダイオード）を含んでもよいし、ランプ光源を含んでもよい。

[0019] 撮像部 7 は、マーク 4 を撮像する。撮像部 7 は、例えば、マーク部 5 の近傍に配置される。撮像部 7 は、例えば、端面 1 0 の法線方向（例、Z 方向）からマーク 4 を撮像する。撮像部 7 は、マーク 4 が照明部 6 に照明されている状態で、マーク 4 を撮像してもよい。撮像部 7 は、例えば、結像光学系 1 7 と、撮像素子 1 8 と、を備える。結像光学系 1 7 は、レンズを有し、マーク 4 の像を形成する。撮像素子 1 8 は、結像光学系 1 7 が形成した像を撮像する。撮像素子 1 8 は、例えば、C C D イメージセンサや C M O S イメージセンサ等の固体撮像素子（二次元イメージセンサ）である。結像光学系 1 7 は、例えば、オートフォーカス機構を備え、撮像素子 1 8 は、結像光学系 1 7 の焦点位置がマーク 4 に合焦した状態で、マーク 4 を撮像する。撮像部 7 は、マーク 4 の撮像画像を生成する。

[0020] 図 3 は、撮像部 7 により撮像される画像 1 m（撮像画像）の一例を示す図である。撮像部 7 は、例えば、マーク部 5 に形成されたマーク 4 の全域を撮

像する。すなわち、撮像部 7 の視野は、マーク 4 の全域を含む範囲に予め設定してもよい。また、撮像部 7 の視野は、マーク 4 の全域を撮像する際、画像 1 m におけるマーク 4 以外の部分が少なくなるように設定してもよい。例えば、撮像部 7 の視野中心は、回転軸 3 の回転中心 O またはその近傍に設定される。なお、撮像部 7 は、マーク 4 の全域を撮像しなくてもよく、マーク 4 の一部を撮像してもよい。また、撮像部 7 は、マーク 4 を複数回に分けて撮像（例、スキャン）し、画像処理部 8 は、複数回の撮像で得られる複数の画像の 2 つ以上を合成した画像を用いて、回転情報を算出してもよい。

[0021] 図 1 の説明に戻り、撮像部 7 は、画像処理部 8 と有線または無線により通信可能に接続され、撮像したマーク 4 の画像 1 m のデータを画像処理部 8 に供給（例、送信）する。画像処理部 8 は、撮像部 7 が撮像した画像 1 m（図 3 参照）を処理する。画像処理部 8 は、例えば、デジタル・シグナル・プロセッサ（DSP）、特定用途向け IC（ASIC）、プログラマブルロジックデバイス（programmable logic device: PLD）などを含む。記憶部 9 は、例えば、画像処理部 8 に接続され、各種データを記憶する。記憶部 9 には、撮像部 7 が撮像した画像 1 m のデータ、画像処理部 8 の処理中のデータ、画像処理部 8 の処理後のデータ、画像処理部 8 が処理に用いるデータ（例、設定値、パラメータ）などが記憶される。記憶部 9 は、例えば、RAM、フラッシュメモリ、ROM 等を含む。

[0022] 画像処理部 8 は、撮像部 7 で得られた画像を用いて、回転軸 3 の回転情報を算出する。例えば、画像処理部 8 は、撮像部 7 が撮像した画像 1 m を用いてマーク 4 の向きを検出、判定、あるいは導出し、回転軸 3 の回転情報を算出する。画像処理部 8 は、画像 1 m に写っている複数の線 1 2 に基づき、回転軸 3 の回転情報を検出する。回転情報は、回転軸 3 の回転に関する情報であり、例えば、回転軸 3 の回転位置（角度位置）、回転位置の変化量、角速度、及び角加速度の少なくとも 1 つを含む。回転軸 3 の回転位置は、基準の位置からの回転角であってもよい。回転情報は、回転数を区別しない情報（以下、単回転情報という）でもよいし、回転数を区別する情報（以下、多回

転情報という)でもよい。単回転情報は、例えば回転位置の変化量が 400° である場合、回転数(1回転、 360°)を無視した 40° という値で表され、回転位置の変化量が 40° である場合と同じ値で表される。また、多回転情報は、例えば回転位置の変化量が 400° である場合、 400° あるいは1回転と 40° という値で表される。回転情報は、例えば所定のビット数の2進数で表され、度(deg)に換算される値でもよいし、ラジアン(rad)に換算される値でもよい。

[0023] 次に、画像処理部8による回転情報の算出処理について説明する。図4は、画像処理部8による回転情報の算出処理の一例を示す図である。画像処理部8は、例えば、画像1m上に画像処理によって設けた所定の線分20と、画像1m上の複数の線12の像との交点P1の数に基づいて、回転軸3の回転情報を算出する。例えば、画像処理部8は、撮像部7が撮像した画像1mを2値化し、2値化した画像から、エッジ検出やハフ変換等の処理により複数の線12を抽出する。画像処理部8は、例えば、抽出した複数の線12を、画像1m上の水平走査方向の座標と垂直走査方向の座標との関係を示す一次式で表す。続いて、画像処理部8は、画像1m上の所定の線分20と複数の線12との交点P1の数を算出する。ここでは、所定の線分20が水平走査方向に対して平行であるとして説明するが、所定の線分20は、水平走査線と非平行でもよいし、垂直走査線に平行でもよく、水平走査線および垂直走査線のいずれとも非平行でもよい。所定の線分20の長さLは、任意に設定されるが、例えば、複数の線12の配列方向(例、線12に垂直な方向)において一端に配置された線12aから他端に配置された線12bまでの幅B以上に設定される。

[0024] 画像1m上での交点P1の座標は、例えば、画像1m上の線12の像を表す一次式と所定の線分20を表す一次式との連立方程式の解くことで、得られる。また、交点P1の数は、複数の線12のそれぞれについて、マーク4の範囲内で所定の線分20と交点P1を持つか否かを判定し、交点P1の数を計数することで求められる。ここで、図4に示す所定の線分20と、複数

の線 1 2 のうち 1 つの線 1 2 c との角度を ϕ とし、複数の線 1 2 の間隔を d とし、交点 P 1 と交点 P 1 との間隔を X とすると、これらの関係は、下記の式 (1) で表される。なお、式 (1) において、 $| |$ は、絶対値を表す。

$$X = | d / \sin \phi | \quad \cdots (1)$$

[0025] また、交点 P 1 の個数 N は、例えば、 L / X の整数部（長さ L の所定の線 2 0 の区間に収まる線 1 2 の間隔の数）を $\text{INT} (L / X)$ とすると、下記の式 (2) で表される。式 (2) に N 、 d 及び L を代入することにより、所定の線分 2 0 と複数の線 1 2 との角度 ϕ を算出することができる。

$$N = \text{INT} (L / X) + 1 = \text{INT} (| L \sin \phi | / d) + 1 \quad \cdots (2)$$

例えば、 $N = 100$ の場合、 L / X は 99 以上 100 未満であり、画像処理部 8 は、その中間値 99.5 を L / X の値として角度 ϕ を算出することができる。角度 ϕ は、複数の線 1 2（マーク 4）の向きを表す情報である。このように画像処理部 8 は、複数の線 1 2 に基づき角度 ϕ を算出することにより、マーク 4 の向きを検出し、回転軸 3 の回転情報を算出する。

[0026] 図 5 は、画像処理部 8 による回転情報の算出処理の他の例を示す図である。マーク 4 における複数の線 1 2 が互いに平行に配置される場合、画像処理部 8 は、例えば、画像 1 m 上に設けた所定の線分 2 1 と、画像 1 m 上の複数の線 1 2 の像のそれぞれとの角度 $\theta_1 \sim \theta_9$ を求め、角度の平均値 θ_m に基づいて回転情報を算出する。画像処理部 8 は、例えば、図 4 を参照して説明したのと同様に、マーク 4 の画像を 2 値化して複数の線 1 2 を抽出し、抽出した複数の線 1 2 をそれぞれ画像 1 m 上の座標の一次式で表す。所定の線分 2 1 は、例えば、画像 1 m 上の水平走査方向に対して平行に設定される。この場合、複数の線 1 2 のそれぞれを表した一次式の傾きから、 $\theta_1 \sim \theta_9$ が算出可能である。画像処理部 8 は、例えば、角度 $\theta_1 \sim \theta_9$ の平均値 θ_m を、回転軸 3 の回転情報として算出する。平均値 θ_m は、例えば、相加平均でもよいし、相乗平均でもよく、加重平均（重み付け平均）でもよい。角度 $\theta_1 \sim \theta_9$ の検出精度は、一般的に複数の線 1 2 のうち長い線 1 2 ほど高く、

加重平均の重み付け係数は、線 1 2 の長さに比例する量でもよい。このように画像処理部 8 は、複数の線 1 2 に基づき角度 θ_m を算出することにより、マーク 4 の向きを検出し、回転軸 3 の回転情報を算出してもよい。このように、複数の線 1 2 のそれぞれの像と、画像上に設けた所定の線分 2 1 との角度（例、角度 $\theta_1 \sim \theta_9$ ）を平均化する場合、例えば、マーク 4（例、端面 1 0）の汚れやキズなどの影響を低減することができ、回転情報を精度よく取得可能である。なお、汚れや傷などがマーク部に存在する場合予め処理部においてノイズとして除去してもよい。線分の一部に汚れや傷が存在する場合には、その線分は角度検出に使用しなくてもよく、汚れや傷がある部分の情報を補間してもよい。

[0027] なお、画像処理部 8 による回転情報の算出処理は、図 4、図 5 の例に限らない。例えば、画像処理部 8 は、マーク 4 の形状情報（例、参照情報）を記憶部 9 から取得し、当該形状情報と、画像 1 m 上のマーク 4 の像から回転情報を算出してもよい。形状情報は、例えば、回転軸 3 が所定の回転位置である場合の画像を予め作成したものとすることができる。例えば、形状情報は、0 度～360 度までの所定の角度ごとのマーク 4 の画像データでもよい。この画像データは、撮像部 7 で撮像した画像でもよいし、この画像を加工したものでもよい。また、この画像データは、撮像部 7 を用いずに取得した画像データでもよく、例えば画像作成ソフトウェアなどで生成した画像データでもよい。画像処理部 8 は、例えば、撮像部 7 で撮像されたマーク 4 の画像 1 m と、上記した画像データ等の形状情報との相関を算出し、画像 1 m から回転軸の回転情報を算出することができる。

[0028] また、画像処理部 8 は、マーク 4 の画像 1 m と、各回転位置に応じた上記の形状情報（例、画像データ）とを記憶部 9 から取得し、画像 1 m と形状情報との比較により、回転情報を算出してもよい。例えば、画像処理部 8 は、各回転位置に応じた形状情報と画像 1 m との相関係数を算出し、相関係数が最大になる形状情報に対応する回転位置を、回転軸 3 の回転位置としてもよい。また、画像処理部 8 は、各回転位置に応じた形状情報と画像 1 m との相

関係数を用いて、回転軸 3 の回転位置を算出してもよい。例えば、画像処理部 8 は、まず、各回転位置に応じた形状情報として、所定の角度ごとの画像データを用いて相関係数を算出し、次いで、相関係数が高い上位 2 つの画像データに対応する回転位置の区間における区間中の位置を、相関係数を用いて算出してもよい。

[0029] また、画像処理部 8 は、上記した相関係数の算出を、段階的に行ってもよい。例えば、画像処理部 8 は、まず、各回転位置に応じた形状情報として、角度の刻み幅が粗い複数の画像データを用いて相関係数を算出し、次いで、相関係数が高い上位 2 つの画像データに対応する回転位置の区間について、角度の刻み幅が細かい複数の画像データを用いて、回転軸 3 の回転位置を算出してもよい。

[0030] また、画像処理部 8 は、各回転位置に応じた形状情報と画像 1 m とをパターンマッチングすることにより、回転軸 3 の回転位置を算出してもよい。例えば、画像処理部 8 は、まず、各回転位置に応じた形状情報として、所定の角度ごとの画像データを用いてパターンマッチングを行い、パターンマッチが最大になる形状情報に対応する回転位置を、回転軸 3 の回転位置としてもよい。なお、画像 1 m と画像データとの比較（例、相関係数の算出、パターンマッチング）は、マーク 4 全体で行ってもよいし、マーク 4 の一部に対して行ってもよい。例えば、画像 1 m と画像データとの比較は、マーク 4 における複数の線 1 2 全部に対して行ってもよいし、複数の線 1 2 の一部に対して行ってもよい。

[0031] なお、画像処理部 8 は、回転情報として、回転軸 3 の回転位置以外の情報を算出してもよいし、回転軸 3 の回転位置を算出しなくてもよい。例えば、画像処理部 8 は、回転情報として、回転数、回転位置の変化量、回転方向、回転速度（例、角速度）、回転加速度（例、角加速度）及び回転軸 3 の偏心情報（例、偏心誤差、偏心角度）の少なくとも 1 つを算出してもよい。例えば、画像処理部 8 は、回転位置の変化量を算出し、その正負（回転軸 3 の位置が変化する方向）を判別することにより、回転方向を算出してもよい。ま

た、画像処理部 8 は、回転方向を区別した回転位置の変化量を積算することにより、回転方向を加味した回転数を算出してもよい。例えば、画像処理部 8 は、回転軸 3 の回転位置の変化量の積算値が 360° を超えたときに回転数を +1 カウントし、 -360° を下回ったときに回転数を -1 カウントすることにより、回転数を算出することができる。また、画像処理部 8 は、例えば、回転数や回転方向の情報を使って、回転軸 3 の多回転情報を算出することができる。また、画像処理部 8 は、例えば、各時刻におけるマーク 4 の画像 Im の回転中心 O を検出し、回転中心 O の軌跡を検出し、検出した回転中心 O の軌跡データを使って、回転軸 3 の偏心を算出してもよい。

[0032] 次に、回転の極性判別について説明する。一般的に、エンコーダ装置は、回転位置の変化量が 0° である状態と 180° である状態とを区別しにくい。例えば、回転軸が 180° 回転する周波数と比較してサンプリング周波数が小さい場合、回転位置の変化量が 0° である状態と 180° である状態とを区別できない場合がある。

[0033] 本実施形態に係るエンコーダ装置 EC は、図 2 に示したように、マーク 4 が回転中心 O を通る直線 $L1$ に関して非線対称な形状であり、この非対称性を利用して、回転位置の変化量が 0° である状態と 180° である状態との区別（極性判別）を行う。例えば、マーク 4 は、回転中心を通る直線 $L1$ を挟む一对の領域 $R1$ の一方のみに図形 14 が設けられることにより、直線 $L1$ に関して非線対称である。

[0034] 図 6 は、撮像部 7 に撮像されたマーク 4 の画像 Im を、回転軸 3 の回転位置と対応付けて示す図である。撮像部 7 は、例えば、回転軸 3 が回転している間、マーク部 5 を所定の間隔（例、サンプリング周期）で撮像する。図 6 には、回転軸 3 の回転位置が 0° 、 45° 、 90° 、 135° 、 280° 、 225° 、 270° 、 315° 及び 360° におけるマーク 4 を、撮像部 7 が撮像した画像 Im を示した。ここでは説明の便宜上、マーク 4 の複数の線 12 が X 方向（水平走査方向）に平行である場合を、回転軸 3 の回転位置の基準（例、 0° ）とする。

[0035] 画像処理部8は、例えば、図形14を検出することにより、回転位置が α °の状態と回転位置が $(\alpha + 180)$ °の状態とを区別する。例えば、画像処理部8は、複数の線12と画像1mの水平走査線との角度が0°である場合（回転位置が0°、180°）、画像1m上の図形14が、回転中心Oを通り垂直走査線に平行な線Cyに対していずれの側にあるかを判定する。画像処理部8は、例えば、図形14が線Cyの左側にある場合に回転位置が0°であると判定し、図形14が線Cyの右側にある場合に回転位置が180°であると判定する。また、例えば、画像処理部8は、複数の線12と画像1mの水平走査線との角度が90°である場合（回転位置が90°、270°）、画像1m上の図形14が、回転中心Oを通り水平走査線に平行な線Cxに対していずれの側にあるかを判定する。画像処理部8は、例えば、図形14が線Cxの上側にある場合に回転位置が90°であると判定し、図形14が線Cxの下側にある場合に回転位置が270°であると判定する。

[0036] なお、画像処理部8は、例えば画像1m上で回転中心Oを原点とする直交座標系において、図形14が第1象限～第4象限のいずれに位置するかを判定することにより、極性判別を行ってもよい。このように、図形14を極性判別に用いる場合、図形14と複数の線12とで形状が異なっていると、図形14を複数の線12から区別することが容易である。また、図形14を用いないで極性判別を行ってもよく（後に図10等で説明する）、この場合、マーク4は図形14を含まなくてもよい。また、エンコーダ装置ECは、マーク4を用いないで極性判別を行ってもよい。例えば、エンコーダ装置ECは、回転軸3が180°回転する周波数と比較してサンプリング周波数が小さく設定され、回転軸3の回転位置の変化量を積算して、極性判別を行ってもよい。また、エンコーダ装置ECは、磁気式エンコーダ（後に図16に示す）あるいはダブルエンコーダ（後に図17に示す）などにより、極性判別を行ってもよい。

[0037] 画像処理部8は、以上のように算出した回転軸3の回転情報を外部に出力する。画像処理部8は、例えば、回転情報を高速双方向シリアル通信により

外部へ送信する。例えば、画像処理部 8 は、回転軸 3 の回転情報を、駆動部 2 を制御する制御部（例、後に図 18 に示す制御部 34）に出力する。この制御部 34 は、回転軸 3 の回転情報を使うことにより、駆動部 2 を精度よく制御することができる。

[0038] 次に、上述のようなエンコーダ装置 E C の動作に基づき、情報取得方法について説明する。図 7 は、エンコーダ装置 E C の動作の一例を示すフローチャートである。ステップ S 1 において、撮像部 7 は、駆動部 2 の回転軸 3 に備えられ回転軸 3 の回転により向きが変わる複数の線 12 を含むマーク 4 を撮像する。ステップ S 2 において、画像処理部 8 は、撮像された画像を用いてマーク 4 の向きを検出し、回転軸 3 の回転情報を算出する。例えば、画像処理部 8 は、複数の線 12 に基づき回転軸の位置情報を検出する。ステップ S 3 において、画像処理部 8 は、算出した回転情報を外部に出力する。なお、ステップ S 3 を行うか否かは任意である。

[0039] 図 8 は、図 7 のステップ S 2 に示した回転情報の算出処理の一例を示すフローチャートである。本例において、画像処理部 8 は、図 4 で説明したように画像 I m 上に設けた所定の線分 20 と、複数の線 12 の像との交点 P 1 の数に基づいて、回転軸 3 の回転情報を算出する。ステップ S 10 において、画像処理部 8 は、撮像部 7 が撮像した画像（例、図 4 の画像 I m）から、複数の線 12 を抽出する。ステップ S 11 において、画像処理部 8 は、画像 I m 上に設けた所定の線分 20 と、複数の線 12 の像との交点 P 1 の数を算出する。ステップ S 12 において、画像処理部 8 は、交点 P 1 の数に基づいて、回転軸 3 の回転情報を算出する。

[0040] 図 9 は、図 7 のステップ S 2 に示した回転情報の算出処理の他の例を示すフローチャートである。本例において、画像処理部 8 は、図 5 で説明したように画像 I m 上に設けた所定の線分 20 と複数の線 12 の像のそれぞれとの角度 $\theta_1 \sim \theta_9$ を算出し、角度の平均値 θ_m に基づいて回転情報を算出する。ステップ S 10 において、画像処理部 8 は、複数の線 12 を抽出する。ステップ S 13 において、画像処理部 8 は、複数の線 12 のそれぞれについて

、画像 1 m 上の線 1 2 と所定の 2 0 との角度 $\theta 1 \sim \theta 9$ を算出する。ステップ S 1 4 において、画像処理部 8 は、画像 1 m 上に設けた所定の線分 2 0 と複数の線 1 2 の像と角度の平均値 θm を算出する。また、画像処理部 8 は、角度の平均値 θm に基づいて回転軸 3 の回転情報を算出する。

[0041] 上述のように、本実施形態に係るエンコーダ装置 E C は、マーク 4 を撮像した画像を用いてマーク 4 の向きを検出し、回転軸 3 の回転情報を算出する。このマーク 4 は、上述のようにケガキ線などとして簡易に形成できる。また、マーク 4（例、複数の線 1 2）が回転軸 3 の回転中心 O からずれている場合でも、回転情報を精度よく算出することができる。また、通常のエンコーダ装置は、スケールが回転板の外周付近の一部のみに設けられ、スケールを小型化によりスケールの読み取り精度が低下することがある。本実施形態に係るエンコーダ装置 E C は、マーク 4 の向きにより回転軸 3 の回転情報を算出するので、例えば、回転軸 3 の端面 1 0 の広い範囲にわたって線 1 2 を配置することができ、簡易な構成によって、エンコーダ装置 E C（マーク 4）の小型化を図りつつ、線 1 2 の検出精度の低下をおさえることもできる。

[0042] エンコーダ装置 E C は、回転位置以外の回転情報を算出してもよい。例えば、エンコーダ装置 E C は、回転情報として、回転軸 3 の回転位置の変化量、角速度、及び角加速度の少なくとも 1 つを算出してもよい。また、エンコーダ装置 E C は、回転情報として、回転軸 3 の回転位置を算出しなくてもよい。

[0043] [変形例]

次に、変形例について説明する。本変形例において、上記の実施形態と対応関係にある要素については、同じ符号を付してその説明を省略あるいは簡略化する。図 1 0（A）は、第 1 変形例に係るマーク 4 を示す図である。第 1 変形例において、マーク 4 は、図形 1 4 を含まない。マーク 4 は、複数の線 1 2 のうち、線 1 2 d の一端が欠けている。これにより、マーク 4 は、複数の線 1 2 が所定方向（X 方向）に垂直かつ回転軸 3 の回転中心 O を通る直線 L 1 に関して、非線対称な形状となる。さらに、マーク 4 は、マーク部 5

の中心を通る少なくとも一本の直線に関して非線対称である。このようなマーク4を用いても、画像処理部8は、回転位置の変化量が 0° の状態と 180° の状態とを判別（極性判別）することができる。

[0044] 図10(B)は、第2変形例に係るマーク4を示す図である。第2変形例において、マーク4は、複数の線12のうちの一部において、線12と線12との間隔がdであり、他の部分（-Y側）において、線12eと線12eとの間隔がd1である。d1は、dと異なる値に設定される。このように、複数の線12の間隔は等間隔でなくてもよい。つまり、複数の線12の粗密は一定でなくてもよい。複数の線12をこのように配置することにより、マーク4は、複数の線12に対して平行（X方向に平行）かつ回転軸3の回転中心Oを通る直線L2に関して、非線対称な形状となっている。図10(B)のマーク4は、-Y側において線12eが密に配置されており、図10(B)の状態から 180° 回転した状態において、線12eが+Y側に配置される。このようなマーク4を用いても、画像処理部8は、回転位置の変化量が 0° の状態と 180° の状態とを判別（極性判別）することができる。また、複数の線12のうち少なくとも1つ線を他の線12と異なる太さで形成することや、線12が溝や窪みや凹部やケガキ線として形成される場合に他の線12と線の異なる深さで形成することによっても、画像処理部8は、回転位置の変化量が 0° の状態と 180° の状態とを判別（極性判別）することができる。

[0045] 図11(A)は、第3変形例に係るマーク4を示す図である。第3変形例において、複数の線12は折れ線を含む。図11(B)は、第4変形例に係るマーク4を示す図である。第4変形例において、複数の線12は曲線を含む。第3変形例及び第4変形例のように、線12の形状は任意であり、直線（線分）以外の形状でもよい。また、複数の線12は、それぞれの線12が同一の形状でなくてもよい。例えば、複数の線12は、線分、曲線、折れ線を併用したものでもよい。複数の線12は、その1つの線が他の線と交差してもよい。例えば、複数の線12の少なくとも1つの線は、他の線と1カ所

のみで交差してもよいし、他の線（例、折れ線、曲線）と2カ所以上で交差してもよい。また、複数の線12の少なくとも1つは、例えば折れ線状の部分と曲線状の部分の少なくとも一方を含み、自身と交差してもよい。複数の線12が折れ線や曲線を含む場合、例えば、画像処理部8は、撮像部7で撮像されたマーク4の画像1mと、回転位置ごとの複数の画像データ等の形状情報との相関を算出し、画像1mからマーク4を検出し、マーク4の向きを検出してもよい。

[0046] 図12（A）は、第5変形例に係るマーク4を示す図である。第5変形例において、マーク4は図形14を含む。図12（A）における図形14は円形であるが、図形14の形状は、任意であり、円形以外の形状、例えば、三角形などの多角形状でもよいし、楕円形などでもよく、輪郭が線分と曲線とを含む形状（例、トラック状）でもよい。また、図形14は、線状でもよく、線分、曲線、線分と曲線の少なくとも一方を組み合わせた形状（例、十字状）でもよい。また、図形14の位置は任意であり、例えば、図形14は、図2（B）に示したようにマーク部5の外周に接していてもよいし、本変形例のようにマーク部5の外周に接していなくてもよい。画像処理部8は、図形14に基づいて曲線判別を行うことができる。

[0047] 図12（B）は、第6変形例に係るマーク4を示す図である。第6変形例に係るマーク4は、互いに独立した（不連続な）複数の図形14を含む。図形14は、例えば、円形の図形14aと、矩形状の図形14bとを含む。画像処理部8は、例えば、図形14aと図形14bとの少なくとも一方の位置に基づいて極性判別を行う。このように図形14が複数であると、複数の図形14のうち一つの図形に汚れが付いた場合においても、他の図形の情報に基づいて極性判別を行うことができる。なお、図形14に含まれる図形の数は任意であり、例えば、図形14は3つ以上の図形を含んでもよい。

[0048] 図13（A）は、第7変形例に係るマーク部5を示す図である。第7変形例において、マーク4は、所定方向（X方向）に垂直かつ回転軸3の回転中心Oを通る直線L1に関して、非線対称な形状である。本変形例のマーク4

は、回転軸の端面 10 の一部が切り取られた形状となっている。図 13 (a) の端面 10 は、一部が弓型形状に切り欠かれているが、切り欠かれる形状は特に限定されない。マーク 4 は、端面 10 自体が切り取られた形状であってもよく、端面 10 にマーク部 5 として取り付けられた別の部材が切り取られた形状であってもよい。マーク 4 は、例えば、X 方向に平行な複数の線 12 を含む。マーク 4 の切り欠かれた部分は、結像光学系 17 の合焦位置から外れるため、撮像部 7 が撮像した画像上で区別しやすい。これにより、マーク 4 は、非対称な形状（例、直線 L1 に関して非線対称）になるため、この非対称性を利用して極性判別を行うことができる。切り欠き部は、例えば V 字型のくぼみでもよい。マーク 4 に含まれる複数の線 12 が溝や窪みや凹部やケガキ線である場合には、線の深さよりも切り欠き部の深さの方が大きくてもよく、また、線の幅よりも切り欠き部の幅の方が大きくてもよい。

[0049] 図 13 (B) は、第 8 変形例に係るマーク部 5 を示す図である。第 8 変形例において、マーク 4 は、回転軸 3 の端部に取り付けられたマーク部 5 に形成される。例えば、マーク部 5 は、円板状の部材であり、回転軸 3 の端面 10 に取り付けられる。マーク部 5 は、回転軸 3 の端部に設けられるものであれば、端面 10 に直接形成されなくてもよい。例えば、マーク部 5 は、回転軸 3 の端部に着脱可能に形成されてもよい。また、マーク部 5 の外周形状は、第 7 変形例の端面 10 の形状のように、回転軸 3 の回転中心 O を通る所定の直線 L1 に対して、非線対称な形状でもよい。

[0050] 図 14 は、第 9 変形例に係るマーク 4 を示す図である。第 9 変形例において、マーク 4 は、回転軸 3 の端部に取り付けられた円板に備えられる。このように、マーク 4 は、回転軸 3 の端面 10 以外の位置に設けられてもよい。

[0051] 図 15 (A) は、第 10 変形例に係るエンコーダ装置 EC を示す図であり、(B) は、撮像部 7b により撮像された画像 Im2 の一例を示す図である。第 10 変形例において、エンコーダ装置 EC は、複数の撮像部 7a と撮像部 7b とを備え、複数の撮像部 7a 及び撮像部 7b のそれぞれによりマーク 4 を撮像する。エンコーダ装置 EC は、例えば、マーク部 5 と、照明部 6 と

、撮像部 7 a と、撮像部 7 b と、画像処理部 8 と、記憶部 9 と、を備える。

なお、マーク部 5、照明部 6、画像処理部 8 及び記憶部 9 は、上記した実施形態、又は各変形例と同様でよい。

[0052] 撮像部 7 a は、マーク部 5 に形成されたマーク 4 の全域を撮像する。撮像部 7 a の視野は、例えば、マーク 4 の全域を含む範囲に予め設定される。撮像部 7 b は、マーク部 5 に形成されたマーク 4 の一部分を撮像する。撮像部 7 b の視野は、例えば、マーク 4 の一部分のみを含む領域 R 2 に設定される。この領域 R 2 は、例えば、図 15 (b) に示すように、マーク 4 の回転中心 O を通る直線 L 3 を挟む領域 R 1 を含むように設定される。撮像部 7 a 及び撮像部 7 b は、それぞれ、マーク部 5 の近傍に配置される。撮像部 7 a 及び撮像部 7 b は、それぞれ、結像光学系 17 と撮像素子 18 を備える。撮像部 7 a 及び撮像部 7 b は、それぞれ、撮像した画像のデータを画像処理部 8 へ出力する。画像処理部 8 は、例えば、マーク 4 の一部分のみを含む画像 I m 2 を用いて極性判別を行い、回転軸 3 の回転情報を算出する。画像処理部 8 は、例えば、画像 I m 2 に含まれる図形 14 を検出することにより、極性判別を行う。

[0053] このように、エンコーダ装置 E C は、複数の撮像部（撮像部 7 a 及び撮像部 7 b）により、マーク 4 を撮像し、回転軸 3 の回転情報を検出してもよい。なお、撮像部 7 b は、マーク 4 の全域を撮像してもよい。例えば、エンコーダ装置 E C は、撮像部 7 b が撮像した画像から得られる回転情報を、撮像部 7 a が撮像した画像から得られる回転情報の補間、検証、バックアップなどに利用してもよい。また、撮像部 7 の数は、3 つ以上でもよい。ところで、極性判別に用いられる画像は、回転位置の検出に用いられる画像よりも解像度が低くてもよい。例えば、回転軸 3 の回転により図形 14 が通る領域の一部の明暗を検出する光検出器を用いて、極性判別をすることもできる。例えば、エンコーダ装置 E C は、撮像部 7 b の代わりに上記の光検出器を備えてもよい。

[0054] 図 16 は、第 11 変形例に係るエンコーダ装置 E C を示す図である。第 1

1 変形例において、エンコーダ装置 E C は、画像処理部 8 と異なる処理部を用いて多回転情報を検出する。このエンコーダ装置 E C は、例えば、マーク部 5 と、照明部 6 と、撮像部 7 と、画像処理部 8 と、記憶部 9 と、磁気式エンコーダ部 2 5 を備える。なお、マーク部 5、照明部 6、撮像部 7、画像処理部 8 及び記憶部 9 は、上記した実施形態、又は各変形例のものと同様でよい。

[0055] 磁気式エンコーダ部 2 5 は、回転軸 3 の回転数及び回転方向を検出する。磁気式エンコーダ部 2 5 は、例えば、磁石 2 6、磁気センサ 2 7、及び信号処理部 2 8 を備える。磁石 2 6 は、回転軸 3 に固定された円板 2 9 に設けられる。円板 2 9 は回転軸 3 とともに回転するため、磁石 2 6 は回転軸 3 の回転に伴って（回転軸 3 に同伴して）回転する。磁気センサ 2 7 は、例えばホール素子を含み、磁石 2 6 の回転に伴う磁界の変化を検出する。信号処理部 2 8 は、磁気センサ 2 7 の検出結果を用いて、回転軸 3 の回転数及び回転方向を検出する。信号処理部 2 8 は、検出した回転軸 3 の回転数及び回転方向を画像処理部 8 に出力する。画像処理部 8 は、信号処理部 2 8 が検出した回転軸 3 の回転数及び回転方向と、撮像部 7 が撮像した画像から得られる回転軸 3 の回転位置とを使って（例、合成して）、回転軸 3 の多回転情報を算出する。ここでは、画像処理部 8 は、撮像部 7 が撮像した画像から得られる回転情報（例、回転位置）と、信号処理部 2 8 が検出した回転情報（例、回転数及び回転方向）とを合成する合成部を兼ねるが、合成部は画像処理部 8 と別に設けられてもよい。このように、エンコーダ装置 E C は、画像処理部 8 と異なる処理部を用いて多回転情報を検出してもよいし、画像処理部と他の処理部とを併用して多回転情報を検出してもよい。多回転情報を検出する処理部は、磁気式エンコーダ部 2 5 でなくてもよく、例えば、光学式のロータリエンコーダでもよい。

[0056] 図 1 7 は、第 1 2 変形例に係るエンコーダ装置 E C を示す図である。第 1 2 変形例において、エンコーダ装置 E C は、ダブルエンコーダである。エンコーダ装置 E C は、回転軸 3 の回転情報と、回転軸 3 に対して回転が調整さ

れた軸の回転情報とを検出する。エンコーダ装置ECは、例えば、マーク部5と、照明部6と、撮像部7と、画像処理部8と、記憶部9と、エンコーダ部32と、を備える。なお、マーク部5、照明部6、撮像部7、画像処理部8及び記憶部9は、上記した実施形態、又は各変形例のものと同様でよい。

[0057] エンコーダ部32は、変速機31により回転が調整される軸（不図示）の近傍に配置され、この軸の回転情報を検出する。エンコーダ部32は、例えば、上述の実施形態のようにマークの向きを検出するものでもよいし、スケールを用いたロータリエンコーダなどでもよく、磁気式エンコーダなどでもよい。エンコーダ部32は、例えば、検出した回転情報を画像処理部8に出力する。画像処理部8は、エンコーダ部32が検出した回転情報と、画像処理部8で検出した回転軸3の回転位置とを使って、回転軸3の多回転情報を算出する。なお、エンコーダ装置ECは、エンコーダ部32が検出した回転情報を用いて極性判別を行ってもよく、この場合、画像処理部8は、撮像部7が撮像した画像を用いた極性判別を行わなくてもよい。

[0058] マーク4は、エンコーダ装置ECに備えられなくてもよい。例えば、マーク4は、回転軸3に後付されるものでもよい。また、照明部6は、エンコーダ装置ECに備えられなくてもよい。例えば、照明部6は、後付されるものでもよいし、撮像部7は、室内灯からの光や自然光などに照らされたマークを撮像してもよい。

[0059] 図5及び図6に示した所定の線分20あるいは所定の線分21は、画像1mにおける水平走査方向に対して平行でなくてもよい。例えば、所定の線分20あるいは所定の線分21は、画像1mにおける垂直走査方向に対して任意の角度で傾斜したものでもよい。また、所定の線分20あるいは所定の線分21は1つでなくてもよく、所定の線分20あるいは所定の線分21は、2つ以上でもよい。

[0060] [駆動装置]

次に、駆動装置について説明する。図18は、駆動装置MTRの一例を示す図である。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。駆動装置 M T R は、例えば、電動モータを含むモータ装置である。駆動装置 M T R は、第 1 軸 A X 1 に駆動力を供給する本体部（駆動部）B D と、エンコーダ装置 E C と、画像処理部 8 が算出した回転情報を使って本体部（駆動部）B D を制御する制御部 3 4 と、を備える。

[0061] 回転軸 S F は、負荷側端部 S F a と、反負荷側端部 S F b とを有する。負荷側端部 S F a は、減速機など他の動力伝達機構に接続される。反負荷側端部 S F b には、マーク 4 が形成されたマーク部 5 が設けられる。エンコーダ装置 E C は、上述した実施形態、変形例、あるいはそれらを組み合わせたエンコーダ装置のいずれでもよい。エンコーダ装置 E C は、例えば、撮像部 7 と、画像処理部 8 とを備える。撮像部 7 は、マーク 4 を撮像する。画像処理部 8 は、撮像部 7 が撮像したマーク 4 の画像を使って、マーク 4 の向きを検出し、回転軸 3 の回転情報を算出し、回転軸 3 の回転位置を検出する。画像処理部 8 は、制御部 3 4 と接続され、検出結果を制御部 3 4 に出力する。

[0062] この駆動装置 M T R は、エンコーダ装置 E C の検出結果を使って、制御部 3 4 が本体部（駆動部）B D を制御する。駆動装置 M T R は、エンコーダ装置 E C が回転軸 3 の回転情報を精度よく検出することができるので、精度よく動作することができる。なお、駆動装置 M T R は、駆動装置に限定されず、油圧や空圧を利用して回転する軸部を有する他の駆動装置であってもよい。

[0063] [ステージ装置]

次に、ステージ装置について説明する。図 1 9 は、ステージ装置 S T G を示す図である。このステージ装置 S T G は、図 1 8 に示した駆動装置 M T R の回転軸 S F のうち負荷側端部 S F a に、回転テーブル（移動体）T B を取り付けた構成である。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。

[0064] ステージ装置 S T G は、駆動装置 M T R を駆動して回転軸 S F を回転させると、この回転が回転テーブル T B に伝達される。その際、エンコーダ装置

ＥＣは、回転軸ＳＦの角度位置等を検出する。従って、エンコーダ装置ＥＣからの出力を用いることにより、回転テーブルＴＢの角度位置を検出することができる。なお、駆動装置ＭＴＲの負荷側端部ＳＦａと回転テーブルＴＢとの間に減速機等が配置されてもよい。

[0065] このようにステージ装置ＳＴＧは、エンコーダ装置ＥＣが回転軸３の回転情報を精度よく検出することができるので、精度よく動作することができる。なお、ステージ装置ＳＴＧは、例えば、旋盤等の工作機械に備える回転テーブル等に適用できる。

[0066] [ロボット装置]

次に、ロボット装置について説明する。図２０は、ロボット装置ＲＢＴを示す斜視図である。なお、図２０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。

[0067] 第１アームＡＲ１は、腕部１０１、軸受１０１ａ、及び軸受１０１ｂを備えている。第２アームＡＲ２は、腕部１０２および接続部１０２ａを有する。接続部１０２ａは、関節部ＪＴにおいて、軸受１０１ａと軸受１０１ｂの間に配置されている。接続部１０２ａは、回転軸ＳＦと一体的に設けられている。回転軸ＳＦは、関節部ＪＴにおいて、軸受１０１ａと軸受１０１ｂの両方に挿入されている。回転軸ＳＦのうち軸受１０１ｂに挿入される側の端部は、軸受１０１ｂを貫通して減速機ＲＧに接続されている。

[0068] 減速機ＲＧは、駆動装置ＭＴＲに接続されており、駆動装置ＭＴＲの回転を例えば１００分の１等に減速して回転軸ＳＦに伝達する。図２０に図示しないが、駆動装置ＭＴＲの回転軸ＳＦのうち負荷側端部ＳＦａは、減速機ＲＧに接続されている。また、図２０に図示しないが、駆動装置ＭＴＲの第１軸ＡＸ１のうち反負荷側端部ＳＦｂには、エンコーダ

装置 E C のマーク 4 が形成されたマーク部 5 が設けられている。

[0069] ロボット装置 R B T は、駆動装置 M T R を駆動して第 1 軸 A X 1 を回転させると、この回転が減速機 R G を介して回転軸 S F に伝達される。回転軸 S F の回転により接続部 1 0 2 a が一体的に回転し、これにより第 2 アーム A R 2 が、第 1 アーム A R 1 に対して回転する。その際、エンコーダ装置 E C は、第 1 軸 A X 1 の角度位置等を検出する。従って、エンコーダ装置 E C からの出力を用いることにより、第 2 アーム A R 2 の角度位置を検出することができる。

[0070] このようにロボット装置 R B T は、エンコーダ装置 E C が回転軸 3 の回転情報を精度よく検出することができるので、精度よく動作することができる。なお、ロボット装置 R B T は、上記の構成に限定されず、駆動装置 M T R は、関節を備える各種ロボット装置に適用できる。

[0071] なお、本発明の技術範囲は、上述の実施形態などで説明した態様に限定されるものではない。上述の実施形態などで説明した要件の 1 つ以上は、省略されることがある。また、上述の実施形態などで説明した要件は、適宜組み合わせることができる。また、法令で許容される限りにおいて、上述の実施形態などで引用した全ての文献の開示を援用して本文の記載の一部とする。

符号の説明

[0072] E C . . . エンコーダ装置、2 . . . 駆動部（駆動装置）、3 . . . 回転軸、4 . . . マーク、5 . . . マーク部、7、7 a、7 b . . . 撮像部、8 . . . 画像処理部、9 . . . 記憶部、1 0 . . . 端面、1 2、1 2 a ~ 1 2 e . . . 線、1 4、1 4 a ~ 1 4 c . . . 図形、2 0、2 1 . . . 所定の線、3 4 . . . 制御部、1 m、1 m 2 . . . 画像、M T R . . . 駆動装置、S T G . . . ステージ装置、R B T . . . ロボット装置

請求の範囲

- [請求項1] 回転軸の回転により向きが変わる少なくとも一つの線を含むマークを撮像する撮像部と、
- 前記撮像部で得られた画像を用いて、前記回転軸の回転情報を算出する画像処理部と、を備えるエンコーダ装置。
- [請求項2] 前記マークは、前記回転軸の端部のマーク部に形成されている、請求項1に記載のエンコーダ装置。
- [請求項3] 前記マークは、前記回転軸に固定された円板に形成されている、請求項1に記載のエンコーダ装置。
- [請求項4] 前記画像処理部は、前記画像における前記少なくとも一つの線の像と、前記画像上に設けた所定の直線との関係に基づいて、前記回転軸の回転情報を算出する、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。
- [請求項5] 前記マークは、平行な複数の線を含む、
- 請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。
- [請求項6] 前記平行な複数の線は、平行な複数の直線、平行な複数の曲線、又は平行な複数の折れ線である、請求項5に記載のエンコーダ装置。
- [請求項7] 前記平行な複数の線は、等間隔に配置されている、請求項5又は請求項6に記載のエンコーダ。
- [請求項8] 前記画像処理部は、前記画像における前記平行な複数の線の像と、前記画像上に設けた所定の線との交点の数に基づいて、前記回転軸の回転情報を算出する、
- 請求項5から請求項7のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。
- [請求項9] 前記画像処理部は、前記画像における前記平行な複数の線の像のそれぞれと、前記画像上に設けた所定の線とがなす角度を算出し、前記角度の平均値に基づいて、前記回転軸の回転情報を算出する、
- 請求項5から請求項7のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。
- [請求項10] 前記マークは、前記マーク部の中心を通る少なくとも一本の直線に

関して非線対称な形状である、

請求項 2 に記載のエンコーダ装置。

[請求項11] 前記マークは、前記マーク部の中心を通る直線で前記マーク部を分割してできる 2 つの領域の一方のみに設けられる図形を含む、

請求項 2 に記載のエンコーダ装置。

[請求項12] 前記マークは、前記円板の中心を通る少なくとも一本の直線に関して非線対称な形状である、

請求項 3 に記載のエンコーダ装置。

[請求項13] 前記マークは、前記円板の中心を通る直線で前記マークを分割してできる 2 つの領域の一方のみに設けられる図形を含む、

請求項 3 に記載のエンコーダ装置。

[請求項14] 前記撮像部は、前記マークの全域を撮像する、

請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。

[請求項15] 前記撮像部を 2 以上含み、

前記画像処理部において、少なくとも一つの撮像部で得られた画像を用いて、前記マークの極性判別を行う、

請求項 1 から 1 4 のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。

[請求項16] 前記少なくとも一つの線は、ケガキ線として形成されている、請求項 1 から請求項 1 5 のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。

[請求項17] 請求項 1 から請求項 1 6 のいずれか一項に記載のエンコーダ装置と

、

前記回転軸に駆動力を供給する駆動部と、

を備える駆動装置。

[請求項18] 移動体と、

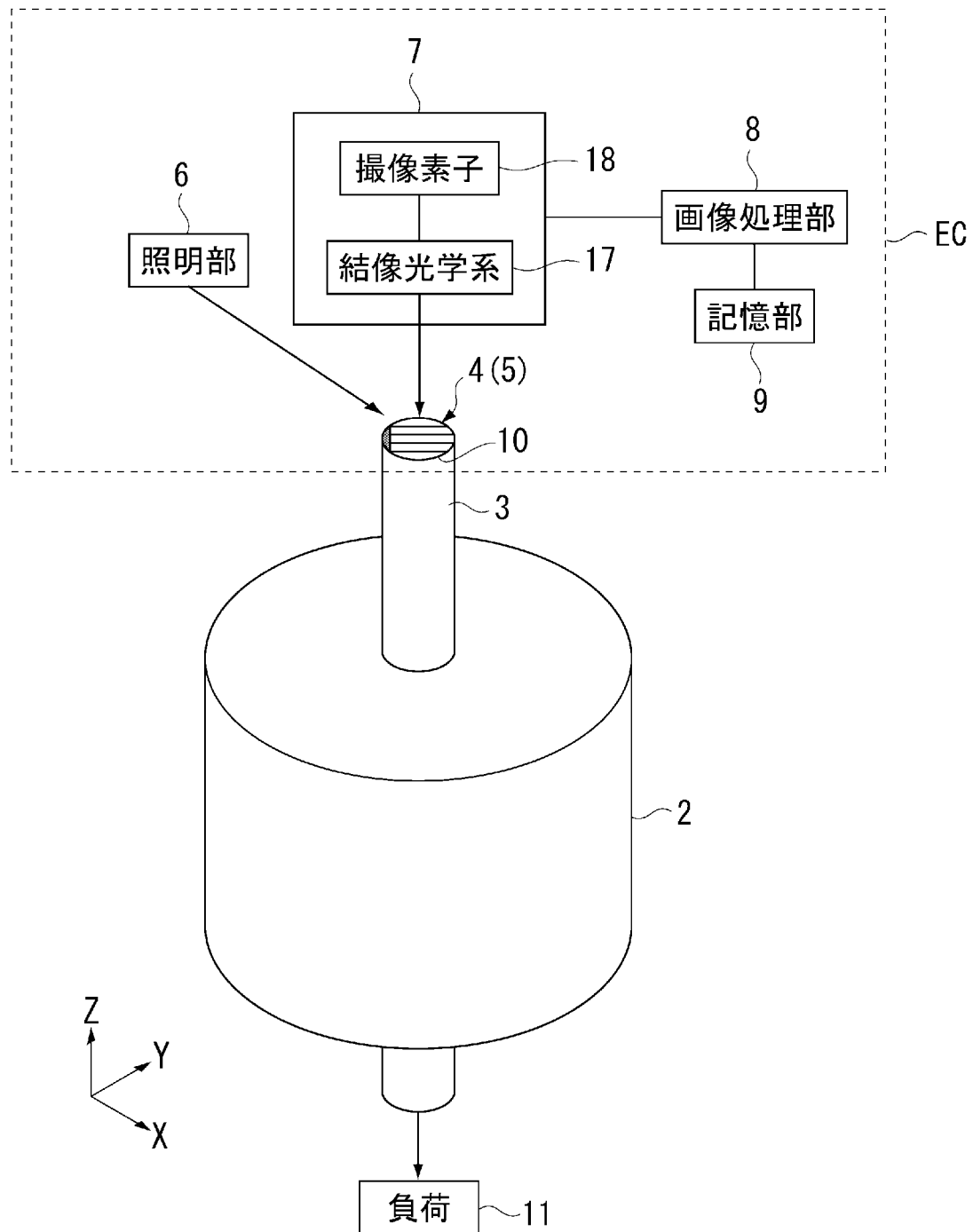
前記移動体を移動させる請求項 1 7 に記載の駆動装置と、を備えるステージ装置。

[請求項19] 請求項 1 7 に記載の駆動装置と、

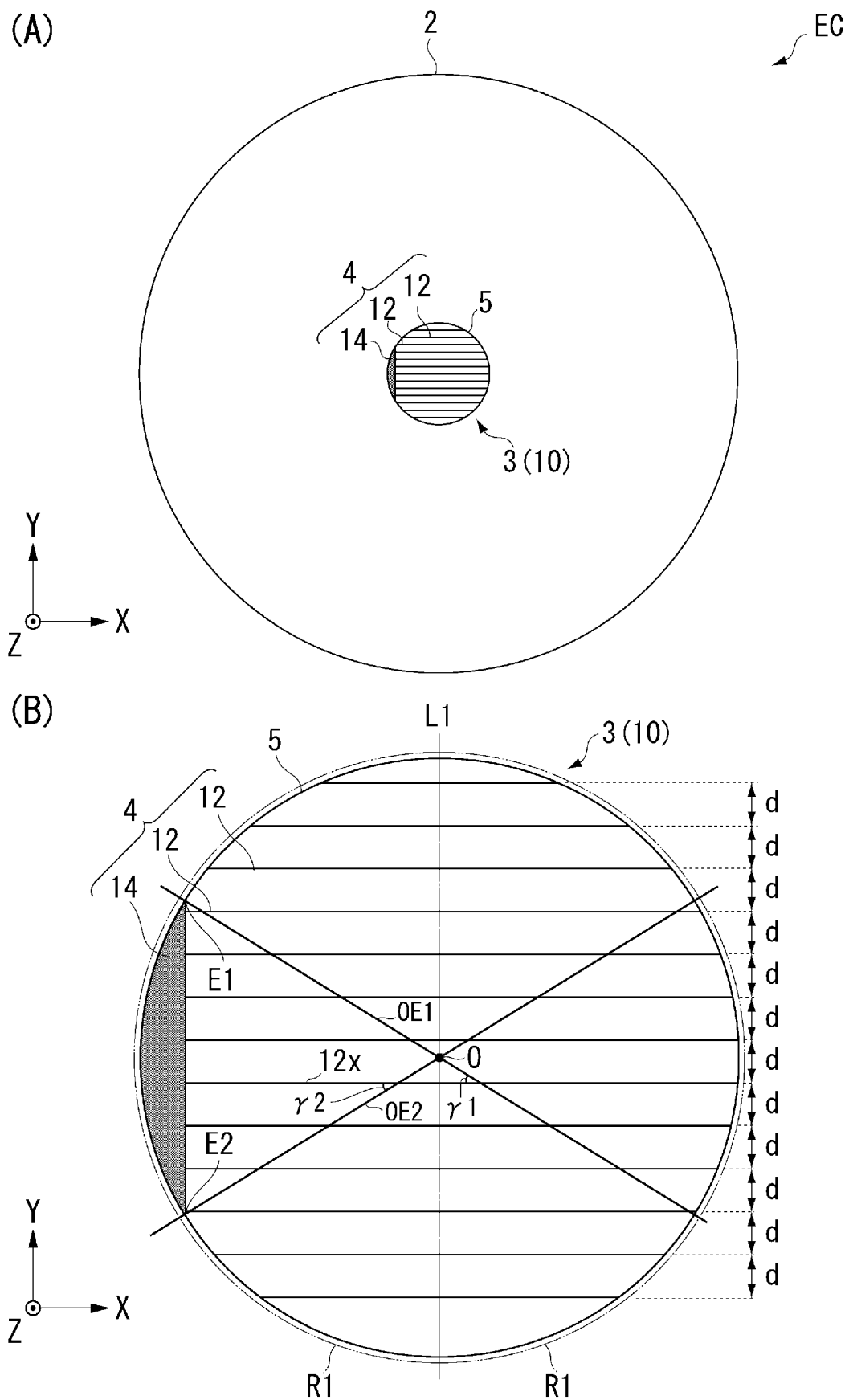
前記駆動装置によって移動するアームと、を備えるロボット装置。

- [請求項20] 回転軸の回転により向きが変わる少なくとも一つの線を含むマークを撮像することと、
- 前記撮像して得られた画像を用いて、前記回転軸の回転情報を算出することと、を含む情報取得方法。

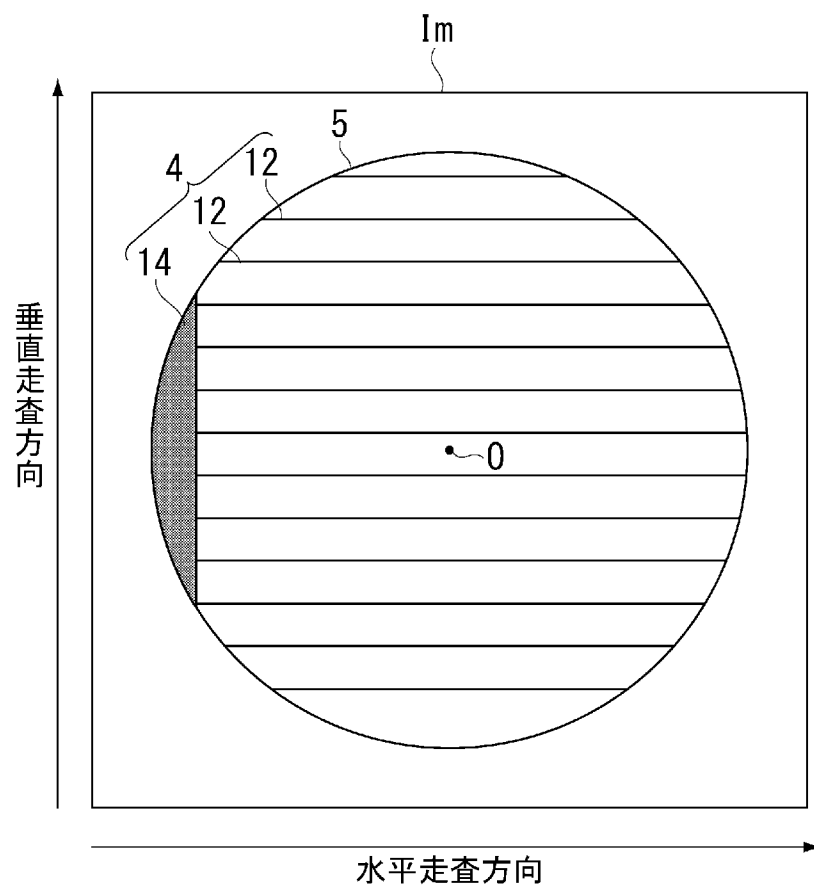
[図1]



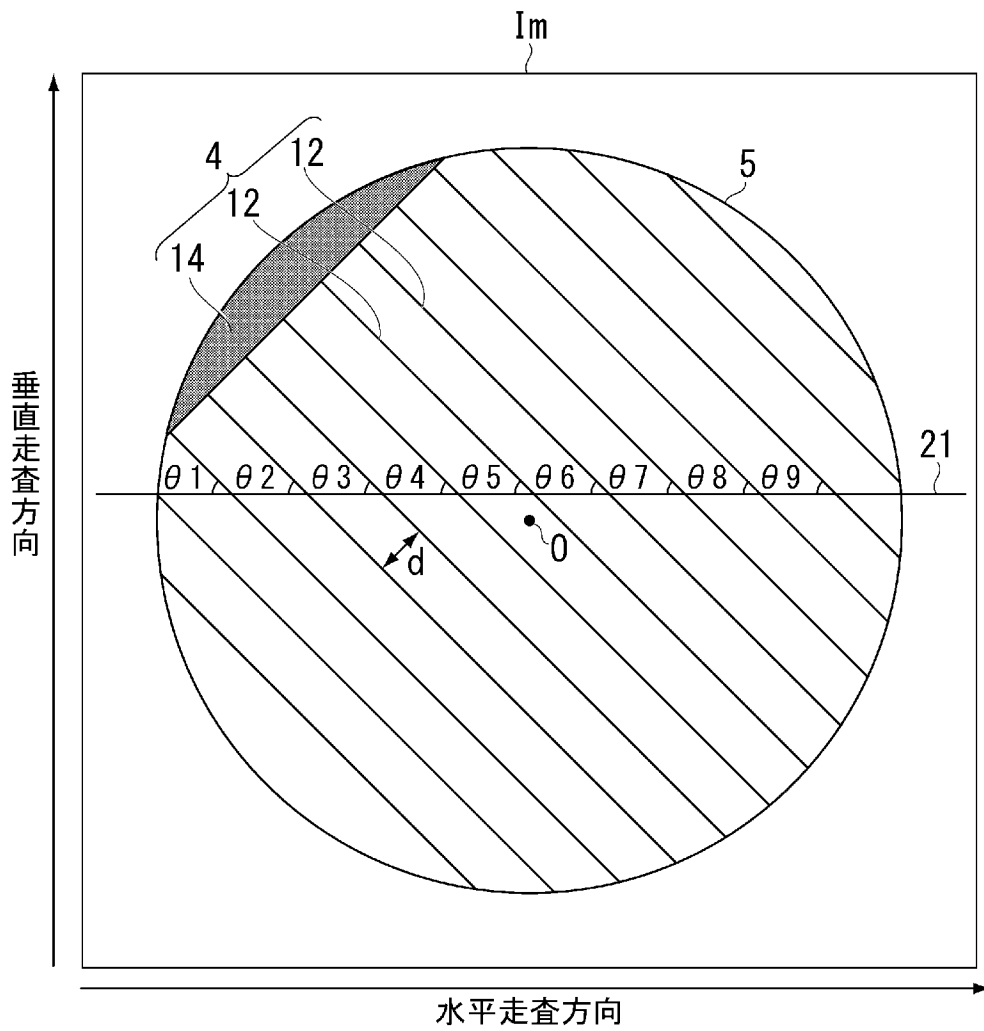
[図2]



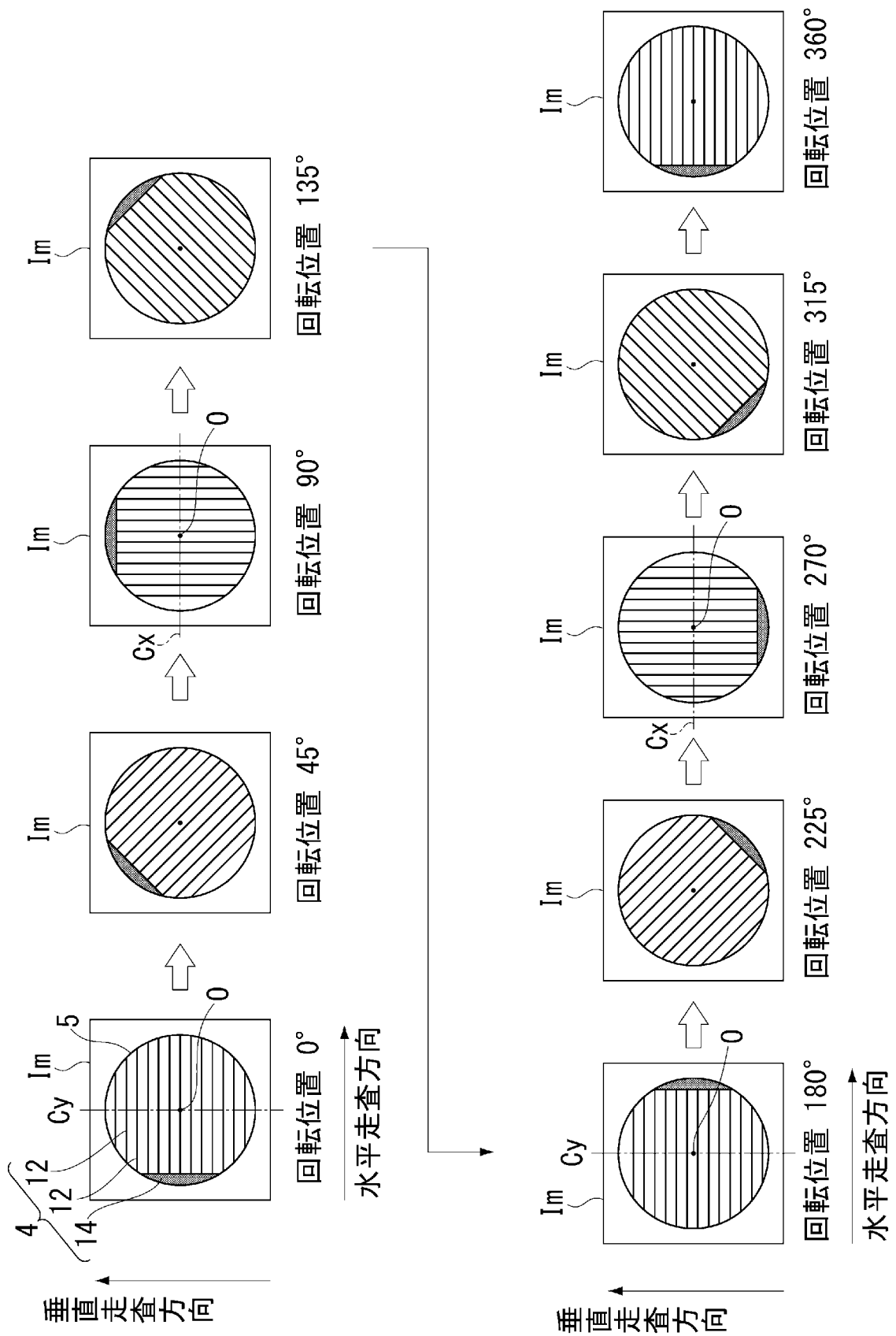
[図3]



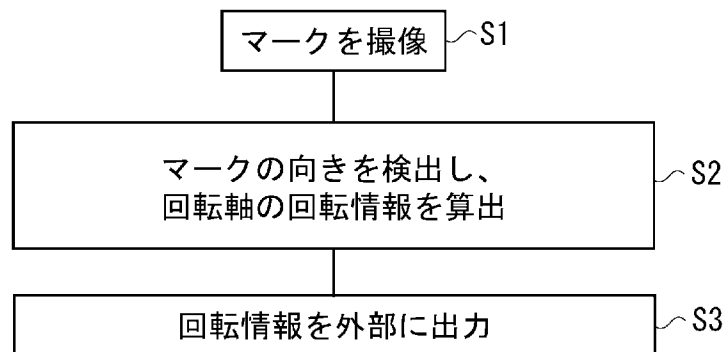
[図5]



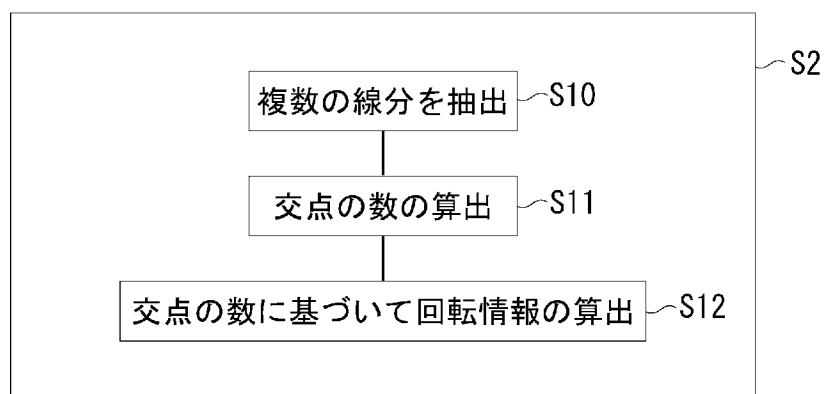
[図6]



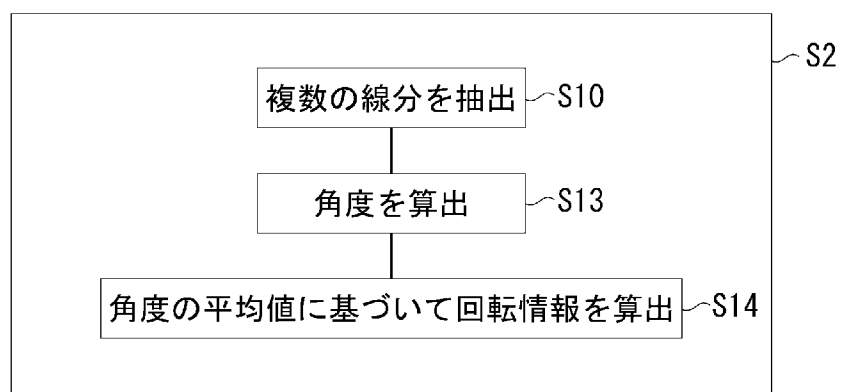
[図7]



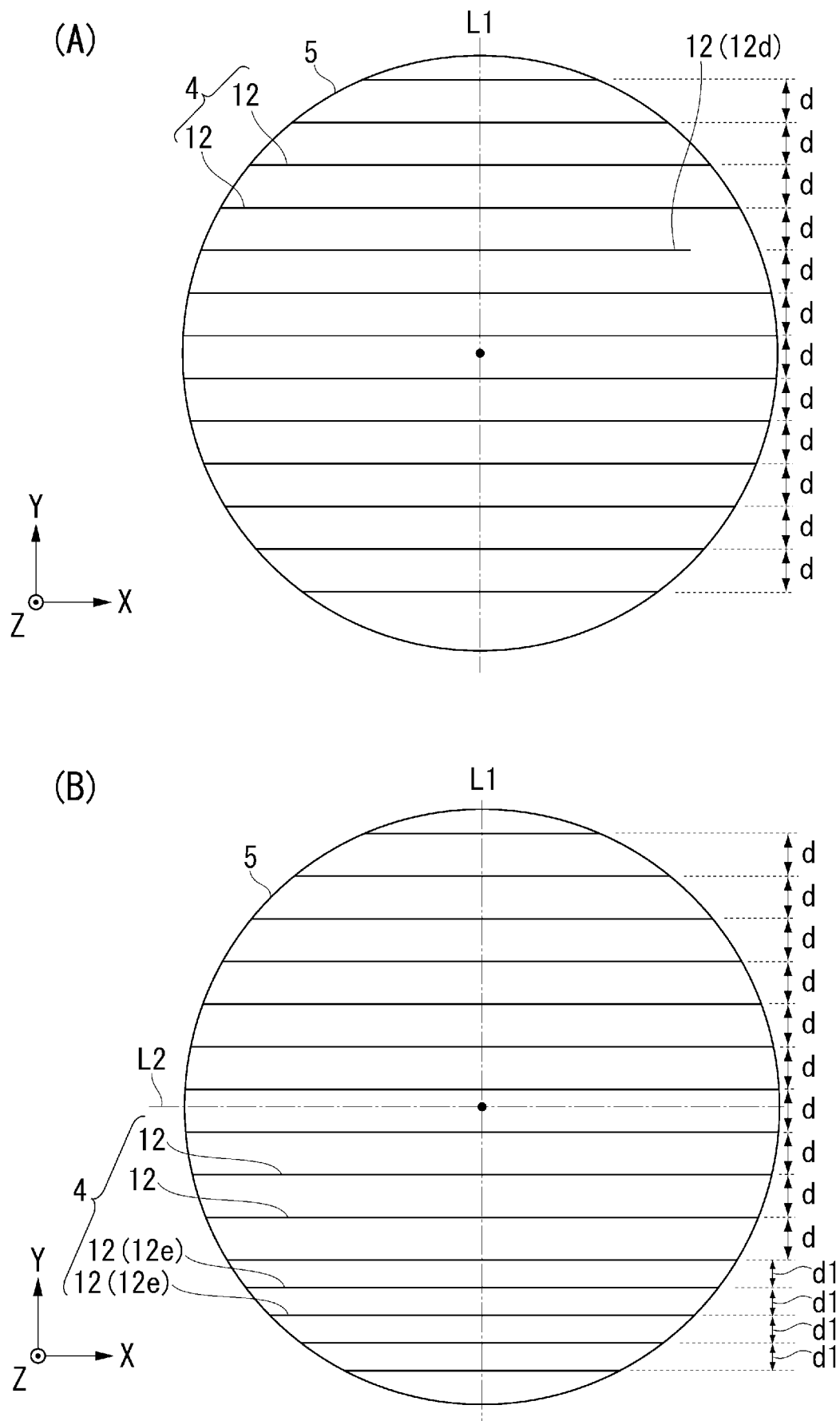
[図8]



[図9]

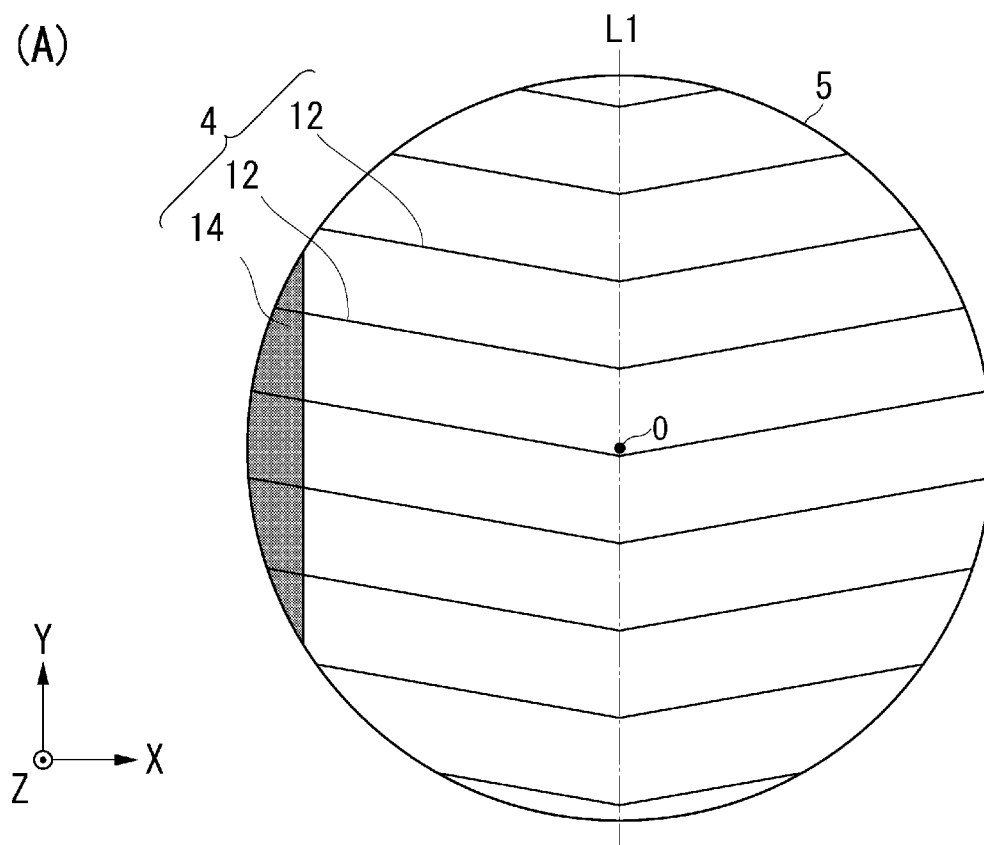


[図10]

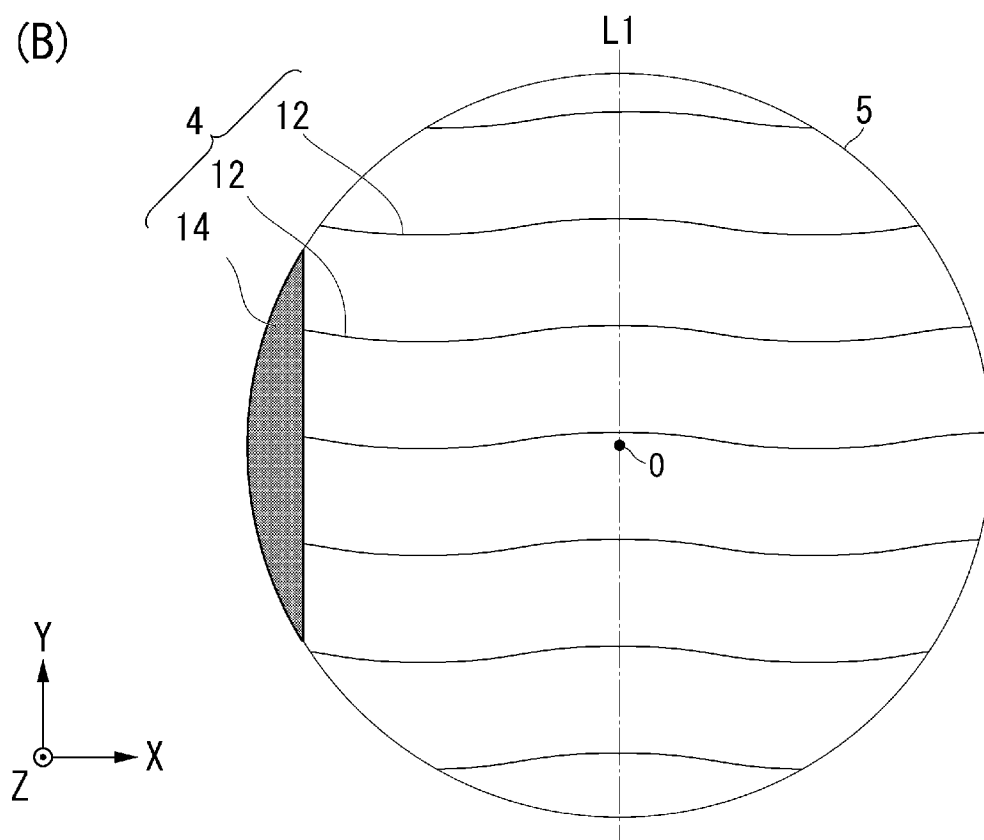


[図11]

(A)

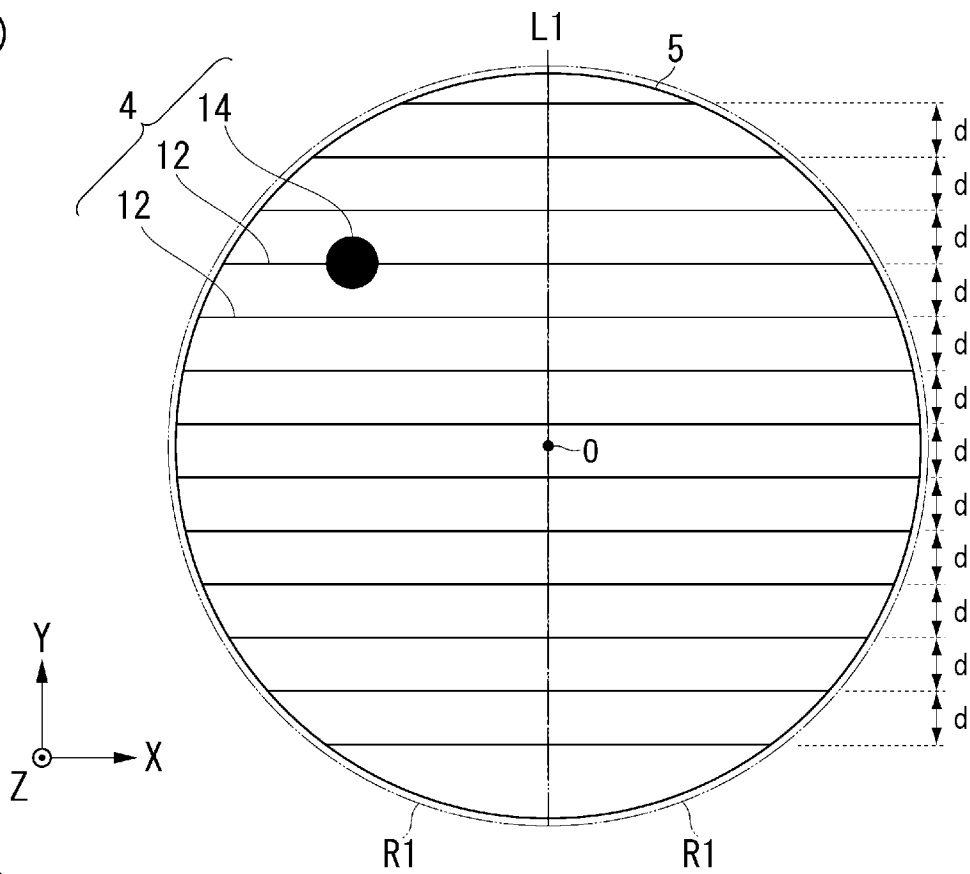


(B)

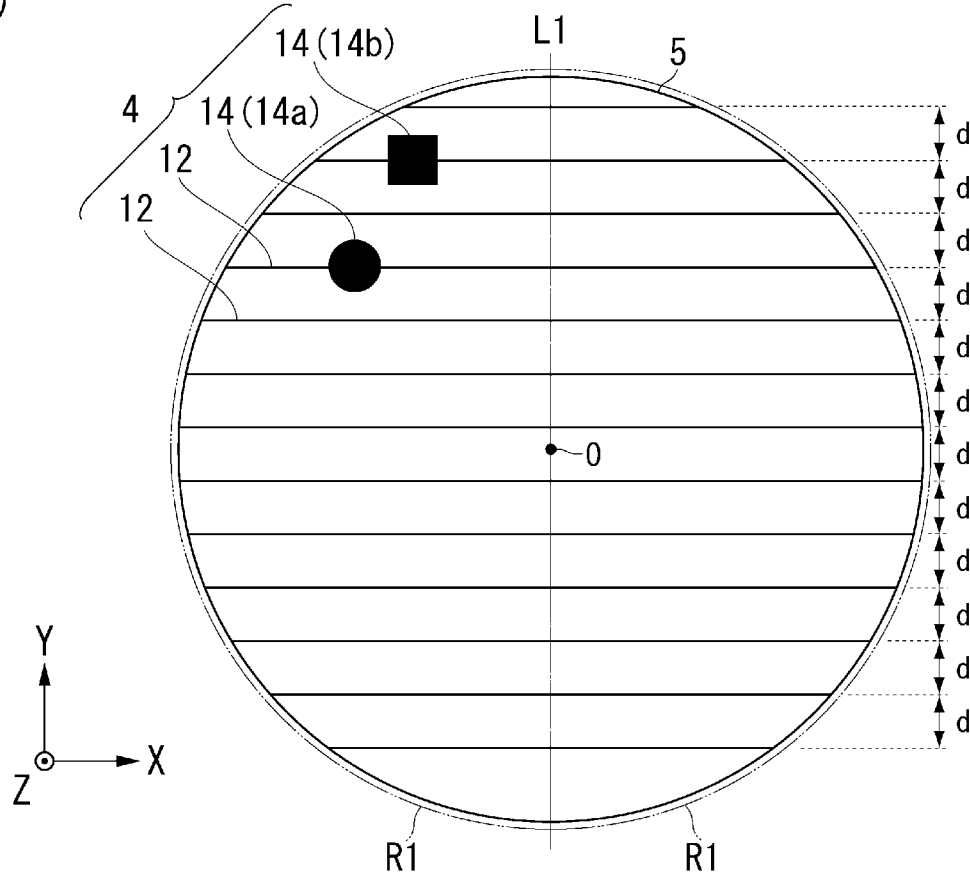


[図12]

(A)

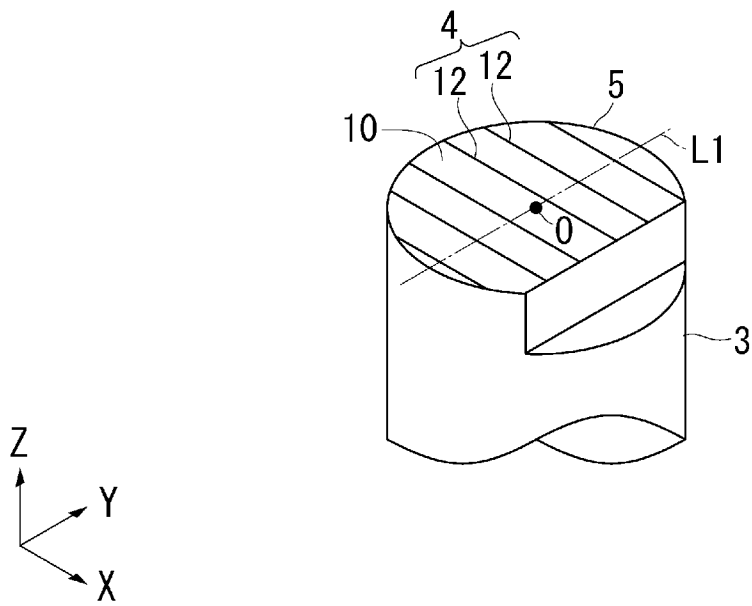


(B)

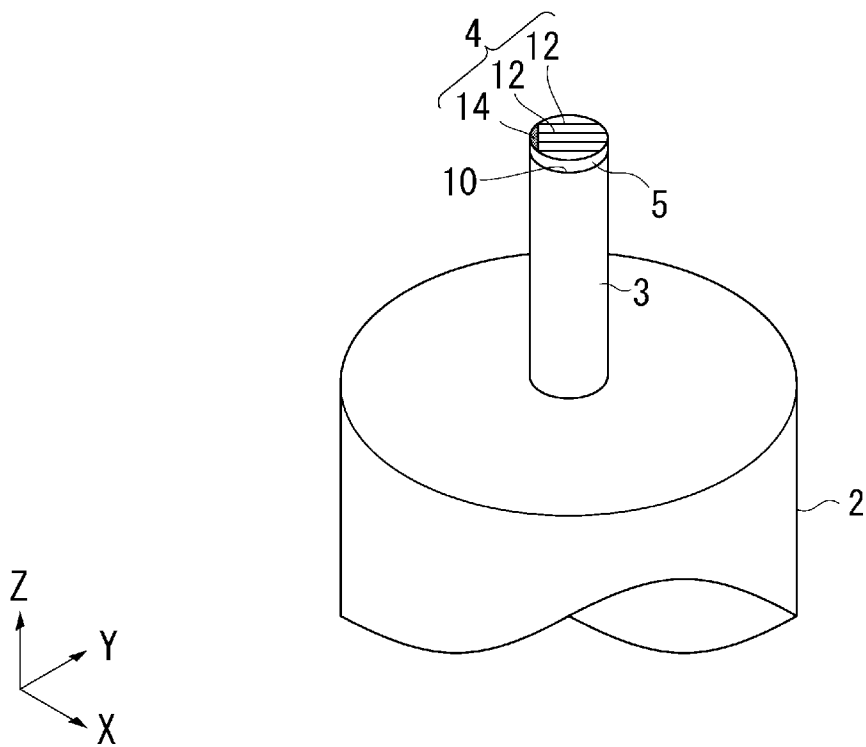


[図13]

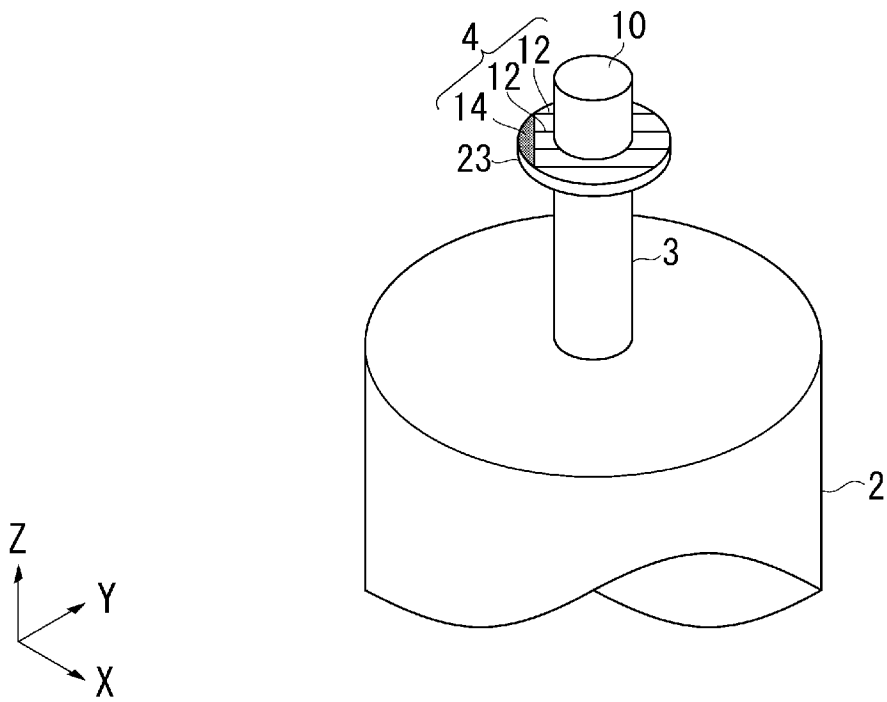
(A)



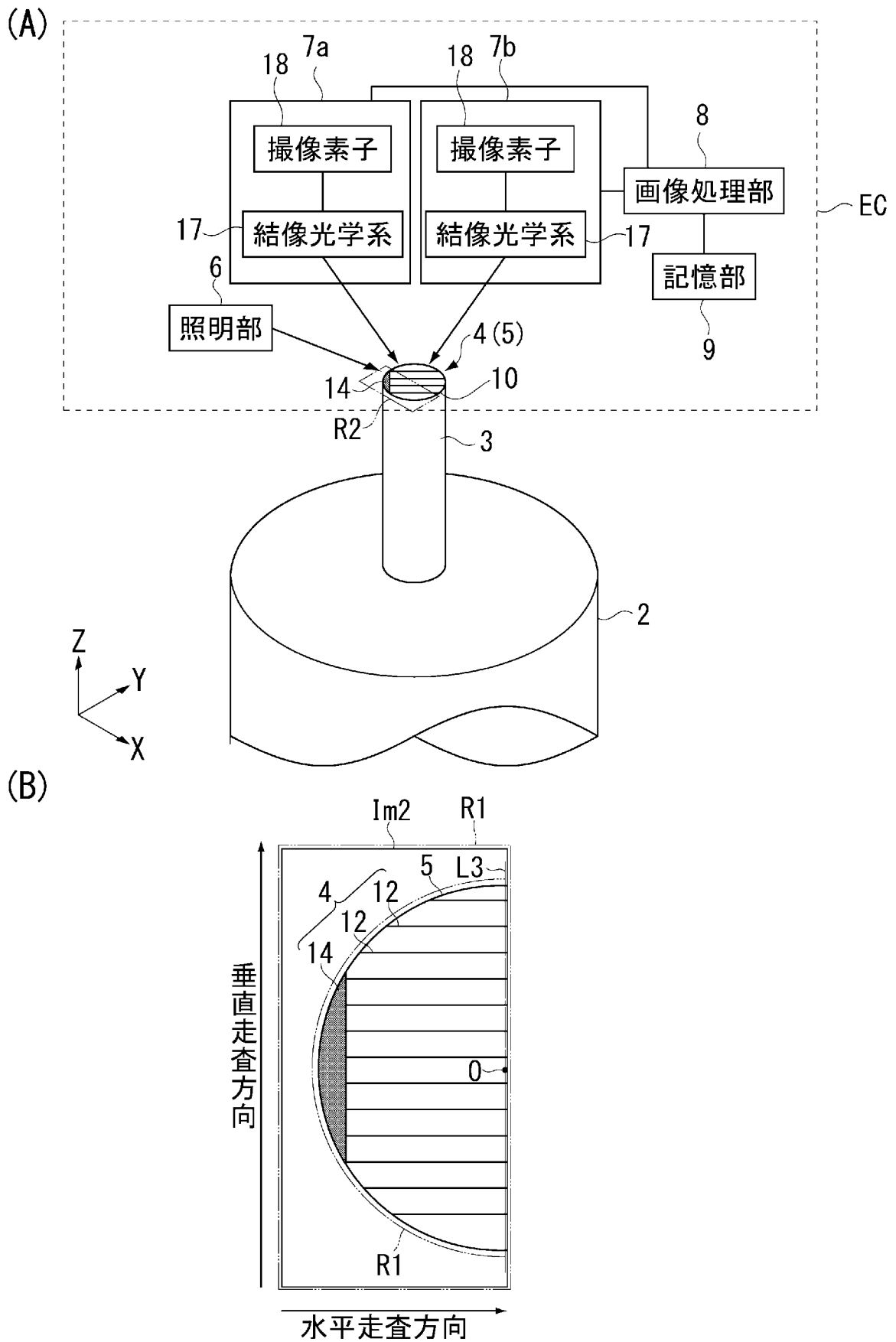
(B)



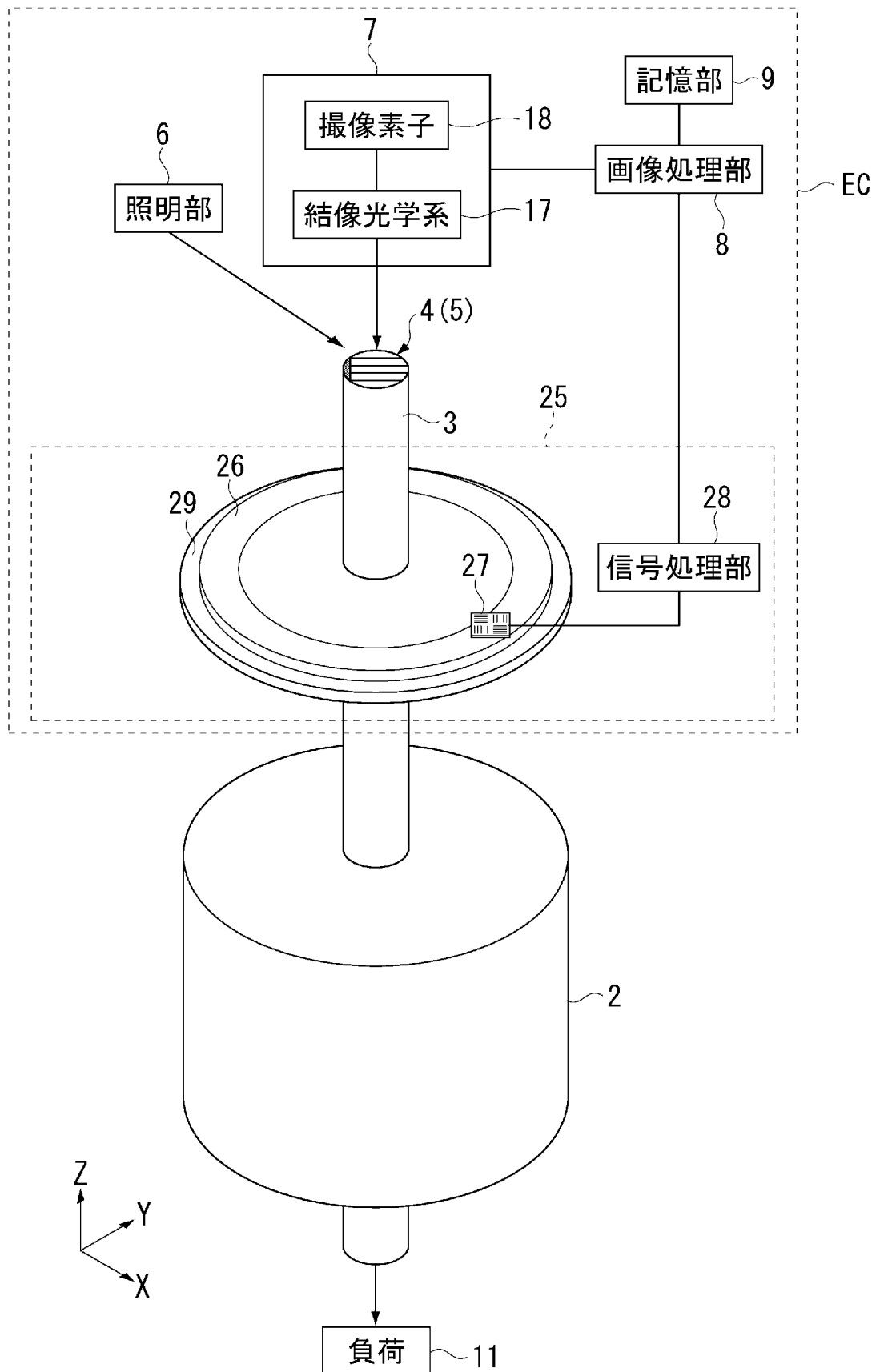
[図14]



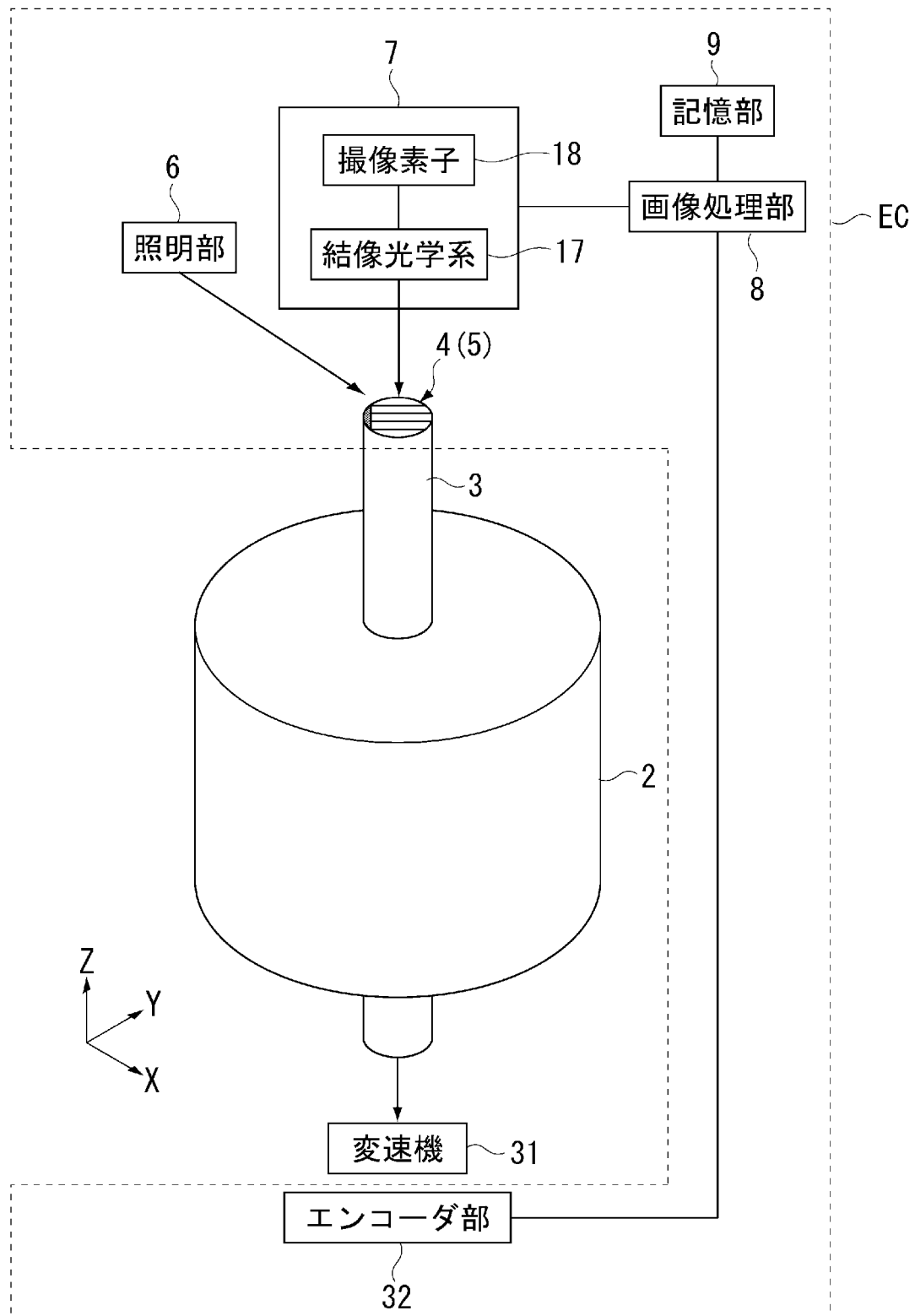
[図15]



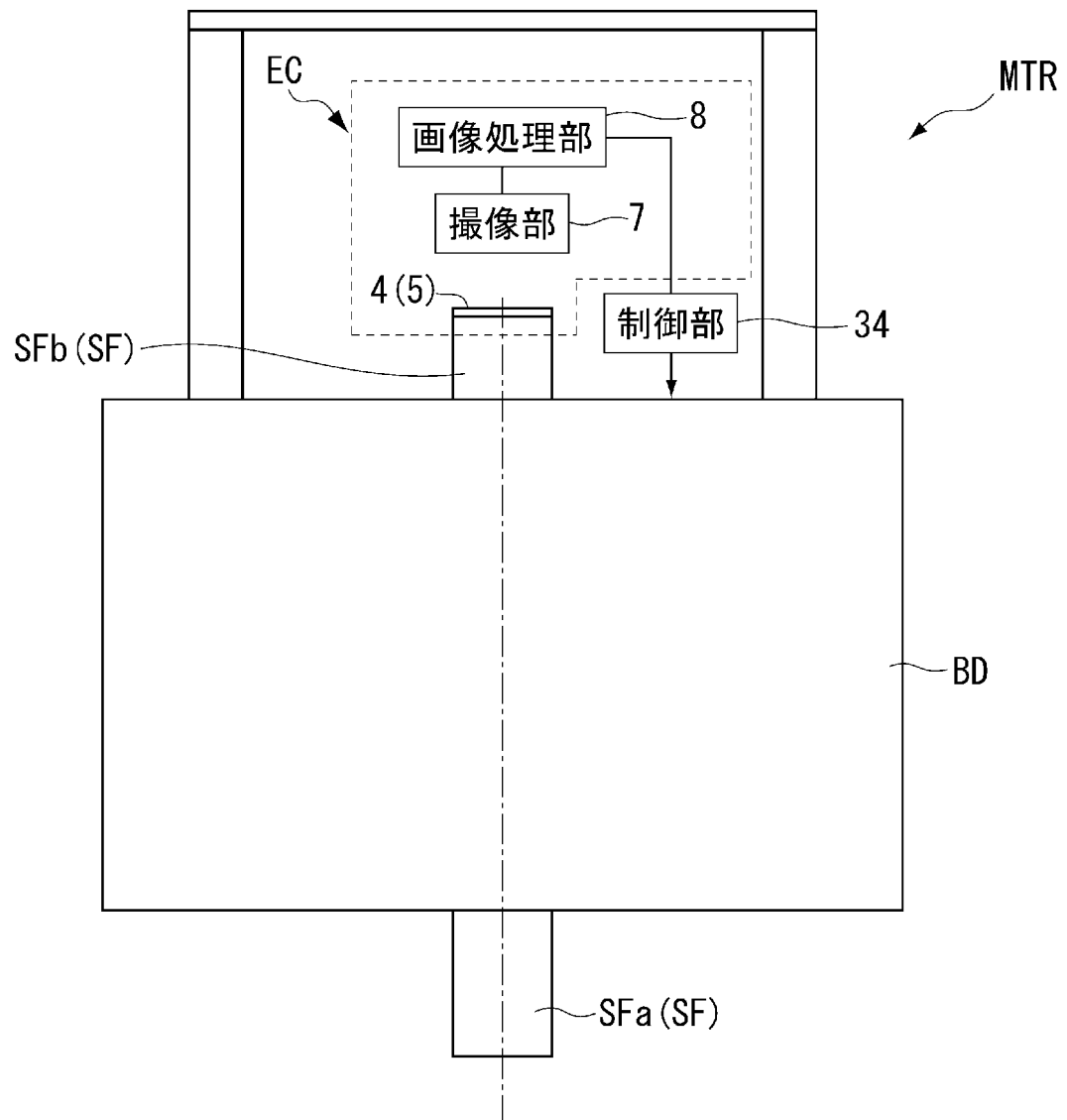
[図16]



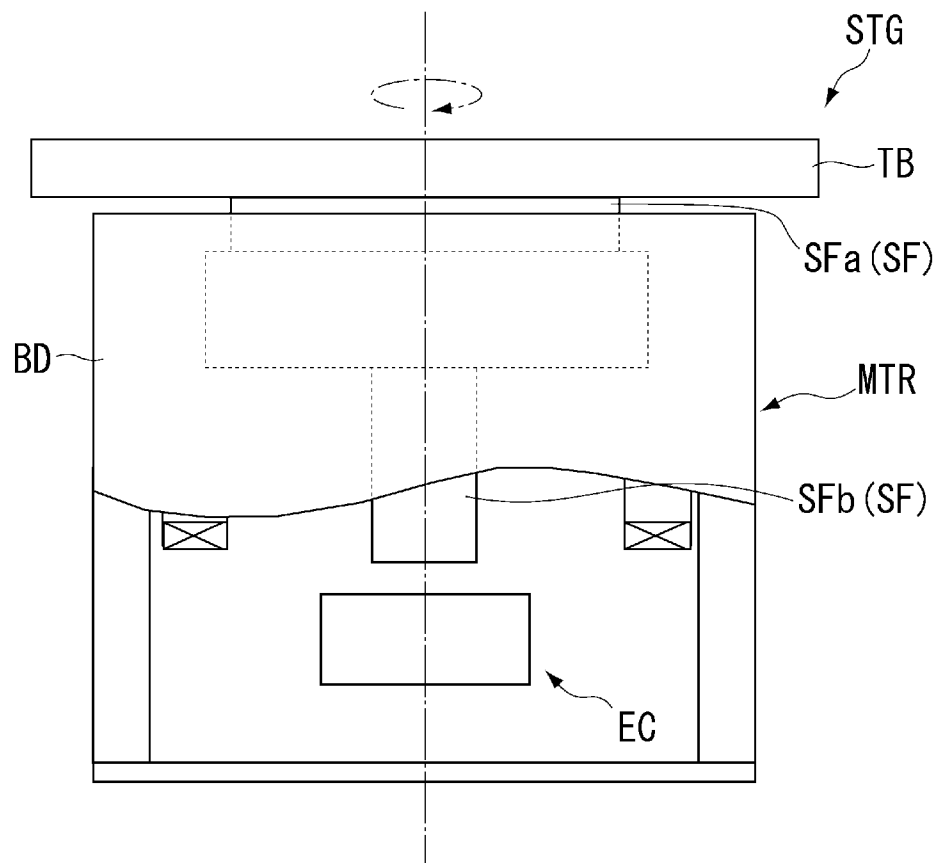
[図17]



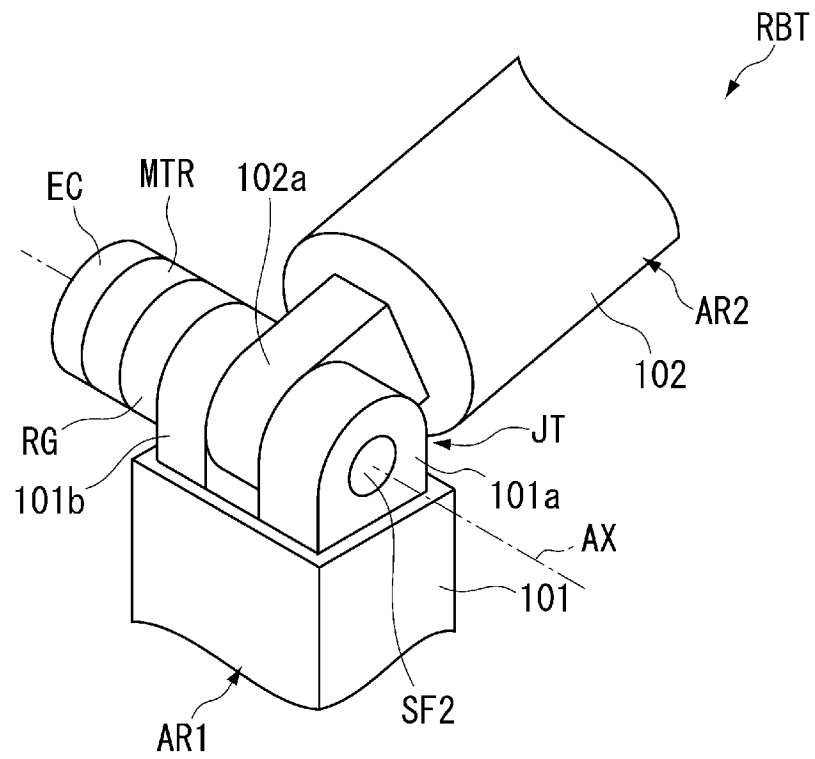
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/070820

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D5/26(2006.01)i, G01B11/26(2006.01)i, G01D5/347(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)

G01D5/26-5/38, G01B11/00-11/30

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2013-127435 A (Topcon Corp.), 27 June 2013 (27.06.2013),	1, 2, 4-7, 9-11, 14, 20
Y	paragraphs [0025] to [0077]; fig. 1 to 7	3-7, 9, 12-14,
A	& US 2013/0155397 A1 paragraphs [0032] to [0084]; fig. 1A to 7B & EP 2607845 A2 & CN 103162644 A	17-19 8, 15, 16
Y	JP 2000-136944 A (Sony Corp.), 16 May 2000 (16.05.2000),	3-7, 9, 12-14, 17-19
A	paragraphs [0010] to [0022], [0028] to [0033]; fig. 1 to 5, 8 (Family: none)	1, 2, 8, 10, 11, 15, 16, 20
Y	JP 2015-105829 A (Nikon Corp.), 08 June 2015 (08.06.2015),	17, 18
A	paragraphs [0128] to [0137]; fig. 17 to 18 (Family: none)	1-16, 19, 20

☒ 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
21 September 2016 (21.09.16)

Date of mailing of the international search report
11 October 2016 (11.10.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/070820

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2011/074103 A1 (Canon Inc.), 23 June 2011 (23.06.2011), paragraphs [0050] to [0051] & US 2011/0147572 A1 paragraphs [0056] to [0057]	19 1-18, 20
A	JP 10-281811 A (Ricoh Co., Ltd.), 23 October 1998 (23.10.1998), paragraphs [0050] to [0070]; fig. 9 to 12 (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01D5/26(2006.01)i, G01B11/26(2006.01)i, G01D5/347(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（IPC））

Int.Cl. G01D5/26-5/38, G01B11/00-11/30

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2013-127435 A（株式会社トプコン） 2013.06.27, 段落[0025]-[0077], 図1-7	1, 2, 4-7, 9-11 , 14, 20
Y	& US 2013/0155397 A1, [0032]-[0084], FIG. 1A-7B	3-7, 9, 12-14, 17-19
A	& EP 2607845 A2 & CN 103162644 A	8, 15, 16

☒ 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

21.09.2016

国際調査報告の発送日

11.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

吉田 久

2 F

3902

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
Y A	JP 2000-136944 A (ソニー株式会社) 2000. 05. 16, 段落[0010]-[0022], [0028]-[0033], 図 1 - 5 , 図 8 (ファミリーなし)	3-7, 9, 12-14, 17-19 1, 2, 8, 10, 11, 15, 16, 20
Y A	JP 2015-105829 A (株式会社ニコン) 2015. 06. 08, 段落[0128]-[0137], 図 1 7 - 1 8 (ファミリーなし)	17, 18 1-16, 19, 20
Y A	WO 2011/074103 A1 (キヤノン株式会社) 2011. 06. 23, 段落[0050]-[0051] & US 2011/0147572 A1, [0056]-[0057]	19 1-18, 20
A	JP 10-281811 A (株式会社リコー) 1998. 10. 23, 段落[0050]-[0070], 図 9 - 1 2 (ファミリーなし)	1-20