

(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
2013年1月31日(31.01.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/014721 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/347 (2006.01) **H02K 15/14** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/066664
- (22) 国際出願日: 2011年7月22日(22.07.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社安川電機(Kabushiki Kaisha Yaskawa Denki) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 吉田 康(YOSHIDA Yasushi) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 有永 雄司(ARINAGA Yuji) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 吉富 史朗(YOSHIDOMI Shirou) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番

1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 松谷 泰裕(MATSUTANI Yasuhiro) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).

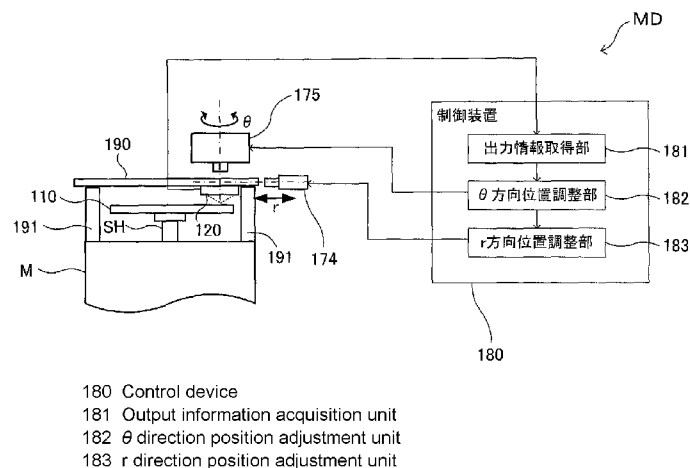
- (74) 代理人: 益田 博文(MASUDA Hirofumi); 〒1100015 東京都台東区東上野1-7-13 東上野上村ビル2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: SERVOMOTOR PRODUCTION METHOD, SERVOMOTOR PRODUCTION DEVICE, SERVOMOTOR, AND ENCODER

(54) 発明の名称: サーボモータ製造方法、サーボモータ製造装置、サーボモータ、エンコーダ

[図9]



(57) Abstract: [Problem] To enable easy production of a servomotor while continuing high-precision position adjustment of an optical module. [Solution] An optical module (120) comprises: light-receiving elements for position adjustment (150UL, 150UR) that receive light reflected from a concentric circle slit (CS1) in a rotary disk (110); and a light-receiving element for position adjustment (150D) that receives light reflected from a concentric circle slit (CS2) at a position in the radial direction different from these light-receiving elements for position adjustment (150UL, 150UR). Position adjustment is performed in the inclination direction of the optical module (120) by driving a rotary motor (175) such that the outputs from the light-receiving elements for position adjustment (150UL, 150UR) become substantially equal. Position adjustment is also performed in the radial direction of the optical module (120), by driving a linear motor (174) such that one of the outputs from the light-receiving elements for position adjustment (150UL, 150UR) that has become substantially equal becomes substantially equal to the output from the light-receiving element for position adjustment (150D).

(57) 要約:

[続葉有]



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】光学モジュールの位置調整を精度良く行いつつ、サーボモータを容易に製造できるようにする。 【解決手段】光学モジュール120が回転ディスク110の同心円スリットCS1からの反射光を受光する位置調整用受光素子150UL, 150URと、半径方向においてこれら位置調整用受光素子150UL, 150URとは異なる位置に同心円スリットCS2からの反射光を受光する位置調整用受光素子150Dを備えている。位置調整用受光素子150UL, 150URの出力が略等しくなるようにロータリモータ175を駆動することで、光学モジュール120の傾斜方向の位置調整を行う。また略等しくなった位置調整用受光素子150UL, 150URのいずれか一方の出力が、位置調整用受光素子150Dの出力と略等しくなるようにリニアモータ174を駆動することで、光学モジュール120の半径方向の位置調整を行う。

明 細 書

発明の名称：

サーボモータ製造方法、サーボモータ製造装置、サーボモータ、エンコーダ

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、モータとエンコーダを備えたサーボモータの製造方法、サーボモータ製造装置、サーボモータ、及びエンコーダに関する。

背景技術

[0002] 光学式エンコーダにおいては、位置調整用のパターンが形成された回転ディスクと、パターンの作用を受けた光を受光する受光素子を有する光学モジュールとが、位置決めされて対向配置されている。従来、回転ディスクに対する光学モジュールの位置調整方法として、例えば特許文献1に記載のものが知られている。この従来技術では、回転ディスクの最外周エッジに合わせて位置決め調整をするための複数の位置調整用マークが、光学モジュール（受光素子）に設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-249581号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来技術においては、作業者が光学モジュールに設けられた位置調整用マークと回転ディスクの最外周エッジとの重なりを拡大鏡等を用いて確認することにより、光学モジュールの回転ディスクに対する位置を調整する。しかしながら、作業者の目視による位置調整であるため、精度の良い位置調整ができるとは言えなかった。

[0005] そこで、本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、本発明

の目的とするところは、光学モジュールの位置調整を精度良く行いつつ、サーボモータを容易に製造することができるサーボモータの製造方法、サーボモータ製造装置、サーボモータ、及びエンコーダを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、モータと、上記モータのシャフトに取り付けられディスク中心周りに少なくとも1本形成された同心円スリットを有する回転ディスク及び光源から出射され上記同心円スリットの作用を受けた光を受光する受光素子を基板上に備えた光学モジュールを有するエンコーダと、を備えたサーボモータの製造方法であって、
- 上記光学モジュールを上記回転ディスクと対向させて固定配置する際に、上記同心円スリットを、上記受光素子による出力を介して、上記回転ディスクに対する上記光学モジュールの位置調整に使用するモジュール位置調整ステップを有する
- ことを特徴とするサーボモータ製造方法が提供される。

発明の効果

- [0007] 以上説明したように本発明によれば、光学モジュールの位置調整を精度良く行いつつ、サーボモータを容易に製造することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本実施形態に係るサーボモータの概略構成について説明するための説明図である。
- [図2]本実施形態に係る反射型エンコーダの概略構成について説明するための説明図である。
- [図3]反射型エンコーダが有する回転ディスクの表面の一部を表す平面図である。
- [図4]反射型エンコーダが有する光学モジュールの基板における受光素子の配置を表す配置図である。
- [図5]点光源を用いた場合の受光面上の光量分布を表す説明図である。
- [図6]受光領域に対し位置調整用受光素子の位置が半径方向に変化する際の位

置調整用受光素子の出力の変化を説明するための説明図である。

[図7]光学モジュールの回転ディスクに対する傾斜方向の位置調整動作の一例を説明するための説明図である。

[図8]光学モジュールの回転ディスクに対する半径方向の位置調整動作の一例を説明するための説明図である。

[図9]本実施形態に係るサーボモータ製造装置の概略構成を説明するための説明図である。

[図10]制御装置のCPUによって実行されるモジュール位置調整時の制御内容を表すフローチャートである。

[図11]光源が理想点光源である場合の受光面上の光量分布を表す説明図である。

[図12]矩形状の受光領域に対し位置調整用受光素子の位置が半径方向に変化する際の位置調整用受光素子の出力の変化を説明するための説明図である。

[図13]回転ディスクと光学モジュールとの軸方向距離が変動する場合の受光領域の位置変動を説明するための説明図である。

[図14]内周側の位置調整用受光素子を2本構成とした場合の受光素子の配置を表す配置図である。

[図15]位置調整用受光素子の全部を光源の半径方向一方側に集中配置した場合の受光素子の配置を表す配置図である。

[図16]位置調整用受光素子の全部を光源の半径方向一方側に集中配置し、且つ、内周側の位置調整用受光素子を2本構成とした場合の受光素子の配置を表す配置図である。

[図17]三角形状とした場合の光量分布を表す説明図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本実施形態について図面を参照して説明する。

[0010] <サーボモータ>

まず、図1を参照しつつ、本実施形態に係るサーボモータの構成の概略について説明する。図1に示すように、サーボモータSMは、本実施形態に係

るエンコーダとしての反射型エンコーダ１００と、モータＭとを有する。モータＭは、反射型エンコーダ１００を含まない動力発生源の一例である。このモータＭ単体をサーボモータという場合もあるが、本実施形態では、反射型エンコーダ１００を含む構成をサーボモータＳＭということにする。モータＭは、少なくとも一端側に回転体としてのシャフトＳＨを有し、このシャフトＳＨを回転軸ＡＸ周りに回転させることにより、回転力を出力する。

[0011] なお、モータＭは、位置データに基づいて制御されるモータであれば特に限定されるものではない。また、モータＭは、動力源として電気を使用する電動式モータである場合に限られるものではなく、例えば、油圧式モータ、エア式モータ、蒸気式モータ等の他の動力源を使用したモータであってもよい。ただし、説明の便宜上、以下ではモータＭが電動式モータである場合について説明する。

[0012] 反射型エンコーダ１００は、モータＭのシャフトＳＨの回転力出力端とは反対側の端部に連結される。そして、この反射型エンコーダ１００は、シャフトＳＨの位置を検出することにより、モータＭの回転対象（シャフトＳＨ自体でもよい。）の相対位置（基準角度からの相対角度）を検出し、その位置を表す位置データを出力する。

[0013] 反射型エンコーダ１００の配置位置は、本実施形態に示す例に特に限定されるものではない。例えば、反射型エンコーダ１００は、シャフトＳＨの出力端側に直接連結されるように配置されてもよく、また、減速機や回転方向変換機、ブレーキなどの他の機構を介してシャフトＳＨ等に連結されてもよい。

[0014] なお、本実施形態は、図１及び図２に例示するような、モータＭのシャフトＳＨにエンコーダ１００の回転ディスク１１０を直接的に連結させる構造のサーボモータＳＭである場合に特に有効である。なぜなら、例えば回転ディスクが固定された回転軸や軸受を有するエンコーダを用いてサーボモータを製造する場合、このようなエンコーダでは回転ディスクや光学モジュールが回転軸や軸受と共に位置決めされて一体的に組み上げられているため、回

転ディスクに対する光学モジュールの位置調整が特段に必要とならない。一方、本実施形態のようにエンコーダ100が回転軸や軸受を有しておらず、モータMのシャフトSHにエンコーダ100の回転ディスク110を直接的に連結させ、当該回転ディスク110に対向するように光学モジュール120を組み付ける構造の場合、サーボモータSMを製造する際に、回転ディスク110に対する光学モジュール120の位置調整をしなければ、エンコーダ100を精度良くモータMに組み付けることができないからである。また、回転ディスク110と光学モジュール120とが独立した支持構造となっているため、回転ディスク110と光学モジュール120との軸方向距離（ギャップ）の変動が生じ易いからである。但し、ここでは、図1及び図2に例示したモータMのシャフトSHに回転ディスク110が直接的に連結されるいわゆる「ビルトインタイプ」のエンコーダ100が使用される場合を例に挙げて説明しているが、回転ディスク110がエンコーダ100専用のシャフトに連結され、そのシャフトがモータMなどに連結可能に形成されるいわゆる「コンプリートタイプ」のエンコーダ100も使用可能であることは言うまでもない。

[0015] <反射型エンコーダ>

次に、図2～図4を参照しつつ、本実施形態に係る反射型エンコーダ100の構成について説明する。図2に示すように、本実施形態に係る反射型エンコーダ100は、シャフトSHに連結された回転ディスク110と、回転ディスク110と対向して配置された光学モジュール120とを有している。光学モジュール120は、プリント基板190に実装されており、プリント基板190はスペーサ191を介してモータMのブラケット192に設けられている。スペーサ191により、光源130と回転ディスク110の表面との軸方向距離が d_1 、回転ディスク110の表面と基板121の表面（各受光素子140、150の受光面）との軸方向距離が d_2 となるように設定されている。

[0016] （回転ディスク）

回転ディスク 110 は、図 3 に示すように円板状に形成され、ディスク中心 O が回転軸 A X とほぼ一致するように配置される。そして、回転ディスク 110 は、この回転軸 A X 周りに回転可能なシャフト S H に例えばハブ等を介して連結される。従って、回転ディスク 110 は、モータ M の回転に応じて回転軸 A X 周りに回転可能に配置されることとなる。

[0017] 図 3 に示すように、回転ディスク 110 には、インクリメンタルパターン I P が円周方向に沿って形成されている。また、インクリメンタルパターン I P の外周側及び内周側には、2 本の同心円スリット C S 1, C S 2 がディスク中心 O 周りに形成されている。図 3 に示すように、光学モジュール 120 は光源 130 がインクリメンタルパターン I P の半径方向中心位置に対応するように対向配置されるため、同心円スリット C S 1, C S 2 は、半径方向において光源 130 に対応する位置の両側に形成されているとも言える。これら同心円スリット C S 1, C S 2 は、互いに同じ幅 W で、インクリメンタルパターン I P からの半径方向距離がほぼ等しくなるように形成されている。なお、回転ディスク 110 は、例えば光を透過又は吸収する材質で形成される。そして、インクリメンタルパターン I P 及び同心円スリット C S 1, C S 2 は、その光を透過又は吸収する材質の回転ディスク 110 上に、例えば反射率の高い材質を蒸着するなどの方法により反射スリットが同心円状に形成されることにより、パターンニングされる。

[0018] インクリメンタルパターン I P は、反射スリットが所定のピッチで等間隔に形成されることにより、当該ピッチで光の反射と吸収又は透過を繰り返すパターンを有する。一方、同心円スリット C S 1, C S 2 は、各々が 1 本の環状の反射スリットとして、ディスク中心 O 周りに同心円状に形成されている。詳細は後述するが、この同心円スリット C S 1, C S 2 は、サーボモータ S M の製造時において、光学モジュール 120 を回転ディスク 110 と対向させて固定配置する際に、後述する位置調整用受光素子 150 U L, 150 U R による出力を介して、回転ディスク 110 に対する光学モジュール 120 の位置調整に用いられる。

[0019] (光学モジュール)

図4に示すように、光学モジュール120は、回転ディスク110と対向配置される基板121を有する。基板121は、前述のプリント基板190よりも小さく構成されており、プリント基板190上に配置される。そして、この基板121における回転ディスク110への対向側の表面には、回転ディスク110に向けて光を出射する光源130と、インクリメンタルパターンIPからの反射光を受光する複数のインクレ用受光素子141を含むインクレ用受光素子群140L、140Rと、同心円スリットCS1からの反射光を受光する位置調整用受光素子150UL、150URと、同心円スリットCS2からの反射光を受光する位置調整用受光素子150Dとが設けられている。

[0020] 位置調整用受光素子150UL、150URと、位置調整用受光素子150Dとは、回転ディスク110の半径方向において異なる位置となるように配置されている。すなわち図4に示すように、位置調整用受光素子150UL、150URは、半径方向において光源130よりも一方側に配置され、位置調整用受光素子150Dは、光源130よりも他方側に配置されている。

[0021] 位置調整用受光素子150UL、150URは、回転ディスク110の円周方向に対称となるように、詳細には基板121の中心線Lcに対し軸対象となるように、配置されている。なお、中心線Lcは基板121の円周方向における対称軸と略一致する線であり、光源130は中心線Lc上に配置されている。また、位置調整用受光素子150Dも同様に、中心線Lcを中心位置として軸対称となるように配置されている。

[0022] また、位置調整用受光素子150UL、150URは、回転ディスク110と光学モジュール120とが適正に位置決めされている場合において、光源130より出射され同心円スリットCS1より反射された反射光の受光領域AR1(図4中ハッチングで示す)に半径方向の一部(この例では半径方向内側の一部)が重複し、残りの部分は重複しないように配置されている。

また、位置調整用受光素子 150D も同様に、光源 130 より出射され同心円スリット CS2 より反射された反射光の受光領域 AR2（図4中ハッチングで示す）に半径方向の一部（この例では半径方向外側の一部）が重複し、残りの部分は重複しないように配置されている。詳細は後述するが、このように半径方向の一部を反射光の受光領域と重複させる配置としたのは、位置調整をする際に受光信号の出力変化域を効率良く利用するためである。

[0023] なお、上記では位置調整用受光素子 150UL, 150UR の半径方向内側を受光領域 AR1 と重複させ、位置調整用受光素子 150D の半径方向外側を受光領域 AR2 と重複させるようにしたが、反対に、位置調整用受光素子 150UL, 150UR の半径方向外側を受光領域 AR1 と重複させ、位置調整用受光素子 150D の半径方向内側を受光領域 AR2 と重複させてもよい。すなわち、位置調整用受光素子 150UL, 150UR と位置調整用受光素子 150D とで、受光領域との重複位置が半径方向において反対側となる関係であればよい。

[0024] 光学モジュール 120 は、適正に位置決めされた場合、図3に示すように、基板 121 の中心線 Lc が、回転ディスク 110 におけるディスク中心から放射状に拡がる放射状線 Lr に一致し（傾斜方向の位置決め）、光源 130 がインクリメンタルパターン IP の半径方向中央位置（ディスク中心 O から半径 Ri の位置）に対峙する（半径方向の位置決め）ように配置される。このときの基板 121 に配置された位置調整用受光素子 150UL, 150UR, 150D は、各々の受光信号の出力が略等しくなるように設定されている。

[0025] 位置調整用受光素子 150UL, 150UR は、回転ディスク 110 の円周方向（図4中 Cc1 方向）に沿った形状、向きとなるように構成されている。なお、上記 Cc1 方向とは、図3に示すように、回転ディスク 110 におけるディスク中心 O から同心円スリット CS1 の中心位置までの距離を Rc1、ディスク中心 O から光源 130 までの距離を Ri とした場合に、図4に示すように、光源 130 から距離 Ri の k 倍 ($k = (d1 + d2) / d1$)

）である $k R_i$ の距離にある基準位置 O' を中心とする半径 $k R_{c1}$ の円周方向である。上述した反射光の受光領域 $AR1$ は、この円周方向に沿った幅 W の k 倍である幅 $k W$ を有する領域となる。これは、図2に示すように、反射型エンコーダ100においては、光源130から出射された光が回転ディスク110で反射され、反射光を位置調整用受光素子150UL, 150URで受光するため、位置調整用受光素子150UL, 150URには同心円スリットCS1の拡大像が反射投影されるためである。なお、本実施形態では、位置調整用受光素子150UL, 150URの半径方向の幅は、受光領域 $AR1$ の幅と略一致するように構成されている。

[0026] 位置調整用受光素子150Dも同様に、回転ディスク110の円周方向（図4中Cc2方向）に沿った形状、向きとなるように構成されている。なお、上記Cc2方向とは、図3及び図4に示すように、回転ディスク110におけるディスク中心Oから同心円スリットCS2の中心位置までの距離を R_{c2} とした場合に、上記基準位置 O' を中心とする半径 $k R_{c2}$ の円周方向である。上述した反射光の受光領域 $AR2$ は、この円周方向に沿った幅 W の k 倍である幅 $k W$ を有する領域となる。位置調整用受光素子150Dの半径方向の幅も、上記同様に受光領域 $AR2$ の幅と略一致するように構成されている。

[0027] インクレ用受光素子群140L, 140Rは、この例では、光源130を間に挟んで上記円周方向に分割して配置されている。インクレ用受光素子群140L, 140Rは各々、複数のインクレ用受光素子141が回転ディスク110の円周方向（図4中Ci方向）に沿ってアレイ状に配置された構成となっている。なお、上記Ci方向とは、図3及び図4に示すように、回転ディスク110におけるディスク中心OからインクリメンタルパターンIPの中心位置までの距離を R_i とした場合に、上記基準位置 O' を中心とする半径 $k R_i$ の円周方向である。

[0028] インクレ用受光素子群140及び位置調整用受光素子150は、例えばシリコンで形成された基板121上に、フォトリソグラフィ等を使用して形成

されることが望ましい。この場合、インクレ用受光素子群 140 及び位置調整用受光素子 150 を非常に精度良く形成することが可能で、後述する光学モジュール 120 の位置合わせの精度を更に向上させる事が可能である。

[0029] なお、上記位置調整用受光素子 150UL 及び位置調整用受光素子 150UR が、特許請求の範囲に記載の第 1 受光素子及び第 2 受光素子の一例に相当する。また、位置調整用受光素子 150D が、第 3 受光素子の一例に相当する。

[0030] <位置調整の原理>

次に、図 5～図 8 を参照しつつ、本実施形態における光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する位置調整の原理について説明する。

[0031] 本実施形態においては、光源 130 として、例えば LED (Light Emitting Diode) が用いられる。このため、光源 130 は完全な理想点光源とはならず、有限の発光面積を有する光源となる。この場合、図 5 に示すように、光源 130 から出射され回転ディスク 110 の同心円スリット CS1, CS2 により反射された反射光の基板 121 の表面 (受光面) における受光量は、境界部 (半径方向の両端部) において少なくなり、いずれも台形状の光量分布となる。なお、図 5 では説明の便宜上、同心円スリット CS1, CS2 により反射された光を透過した態様で示している。

[0032] 次に、図 6 を用いて、上記光量分布である受光領域に対し位置調整用受光素子の位置が半径方向に変化する際の受光素子の出力の変化について説明する。なお、前述したように各位置調整用受光素子 150UL, 150UR, 150D の半径方向の幅は受光領域 AR1, AR2 の幅とほぼ同等であるが、図 6 においては理解を容易とするため、位置調整用受光素子の幅を小さめ (この例では光量変動域 S の幅と同じ) に記載している。

[0033] 図 6 中 (A) 及び (B) に示すように、位置調整用受光素子が受光領域外に位置する場合には、位置調整用受光素子による受光信号出力は 0 である。半径方向の移動により位置調整用受光素子の一部が受光領域に進入すると、図 6 中 (C) (D) (E) に示すように、位置調整用受光素子による受光信

号出力は進入量に応じて徐々に増大する。その後、図6中（F）に示す位置で位置調整用受光素子の全体が受光領域内に位置する状態となるが、前述したように受光領域における光量分布は台形状であり光量が一定である光量一定域と光量に変化する光量変化域が存在するため、位置調整用受光素子の一部が光量変化域内に位置する間は、図6中（G）（H）（I）に示すように、位置調整用受光素子による受光信号出力は同等の割合で徐々に増大する。そして、図6中（J）に示す位置で位置調整用受光素子の全体が光量一定域内に位置する状態となった後は、図6中（K）に示すように、位置調整用受光素子による受光信号出力は一定となる。

[0034] 図6中（B）～（J）の範囲（以下「出力変化域」と称する）においては位置調整用受光素子の出力が変化するため、位置調整用受光素子の半径方向位置を特定することが可能である。したがって、本実施形態では、位置調整用受光素子が適正な位置にある場合の出力が出力変化域の略中央位置（図6中（F）の位置）となるように、位置調整用受光素子の半径方向の一部を受光領域と重複させる配置としている。これにより、位置調整用受光素子の半径方向位置が適正位置より受光領域に進入する方向に位置ずれした場合には、図6中（G）～（J）の範囲で検出可能となり、位置調整用受光素子の半径方向位置が適正位置より受光領域から退く方向に位置ずれした場合には、図6中（B）～（E）の範囲で検出可能となり、受光信号の出力変化域を効率良く利用することができる。また、このように最大光量の半値部分を位置調整に用いることで、光量の変動による影響を抑制できる効果もある。

[0035] 次に、図7を用いて、光学モジュール120の傾斜方向の位置調整動作の一例を説明する。本実施形態では、上述した原理を利用し、位置調整用受光素子150UL、150URの出力が略等しくなるようにプリント基板190を移動させることで、光学モジュール120の回転ディスク110におけるディスク中心から放射状に拡がる放射状線L_rに対する傾斜方向（ θ 方向）の位置調整を行う。

[0036] 例えば図7（a）に示す例では、光学モジュール120の基板121の中

心線 L_c が、回転ディスク110（図7では図示省略）におけるディスク中心から放射状に拡がる放射状線 L_r に対して $\Delta\theta$ だけずれており、傾斜方向のずれ量は $\Delta\theta$ となっている。この状態における位置調整用受光素子150URの出力は、適正位置より受光領域AR1に進入する方向に位置ずれした場合に相当するので、例えば図6中（I）に相当する。一方、この状態における位置調整用受光素子150ULの出力は、適正位置より受光領域AR1から退く方向に位置ずれした場合に相当するので、例えば図6中（C）に相当する。

[0037] したがって、図7（a）に示す状態から、位置調整用受光素子150UL，150URの出力が略等しくなるようにプリント基板190を移動させることで、図7（b）に示すように、光学モジュール120は傾斜方向に $\Delta\theta$ だけ移動され、傾斜方向の位置調整が完了する。この状態における位置調整用受光素子150UL，150URの出力は、適正位置に相当するので各々図6中（F）に相当する。

[0038] 次に、図8を用いて、光学モジュール120の半径方向の位置調整動作の一例を説明する。上述した光学モジュール120の傾斜方向（ θ 方向）の位置調整により略等しくなった位置調整用受光素子150UL，150URのいずれか一方の出力が、位置調整用受光素子150Dの出力と略等しくなるようにプリント基板190を移動させることで、光学モジュール120の回転ディスク110に対する半径方向（ r 方向）の位置調整を行う。

[0039] 例えば図8（a）に示す例では、光学モジュール120の基板121が、図8（b）に示す適正位置より回転ディスク110（図8では図示省略）の半径方向外周側に Δd だけずれており、半径方向のずれ量は Δd となっている。この状態における位置調整用受光素子150UR又は位置調整用受光素子150ULの出力は、適正位置より受光領域AR1から退く方向に位置ずれした場合に相当するので、例えば図6中（C）に相当する。一方、この状態における位置調整用受光素子150Dの出力は、適正位置より受光領域AR2に進入する方向に位置ずれした場合に相当するので、例えば図6中（I

)に相当する。

[0040] したがって、図8(a)に示す状態から、位置調整用受光素子150UL, 150URのいずれか一方の出力が位置調整用受光素子150Dの出力と略等しくなるようにプリント基板190を移動させることで、図8(b)に示すように、光学モジュール120は半径方向内周側に Δd だけ移動され、半径方向の位置調整が完了する。この状態における位置調整用受光素子150UL, 150UR, 150Dの出力は、適正位置に相当するので各々図6中(F)に相当する。

[0041] <製造装置>

次に、図9を参照しつつ、本実施形態に係るサーボモータ製造装置の構成の概略について説明する。本実施形態に係るサーボモータ製造装置MDは、光学モジュール120を回転ディスク110と対向させて固定配置する際に回転ディスク110に対する光学モジュール120の位置調整を行うものである。

[0042] 図9に示すように、サーボモータ製造装置MDは、位置調整用受光素子150UL, 150UR, 150Dを備えた光学モジュール120の回転ディスク110に対する傾斜方向(矢印 θ で示す)の位置調整を行うロータリモータ175と、光学モジュール120の回転ディスク110に対する半径方向(矢印 r で示す)の位置調整を行うリニアモータ174と、位置調整用受光素子150UL, 150UR, 150Dの出力に基づき、ロータリモータ175及びリニアモータ174を制御する制御装置180と、を有している。

[0043] 制御装置180としては、例えば汎用PC等が用いられる。この制御装置180は、図示は省略するが、中央演算処理装置であるCPU、ROM、及びRAM等を内蔵している。CPUは、RAMの一時記憶機能を利用しつつROMに予め記憶されたプログラム(後述の図10に示すサーボモータの製造方法手順を実行するプログラムを含む)に従って、信号処理を行う。

[0044] 光学モジュール120の位置調整用受光素子150UL, 150UR, 1

50Dの各出力信号は、制御装置180の出力情報取得部181に入力される。 θ 方向位置調整部182は、位置調整用受光素子150UL, 150URの出力信号に基づき、これらの出力が略等しくなるようにロータリモータ175を駆動し、プリント基板190を傾斜方向に移動させる。また r 方向位置調整部183は、位置調整用受光素子150UL, 150UR, 150Dの出力信号に基づき、略等しくなった位置調整用受光素子150UL, 150URのいずれか一方の出力が、位置調整用受光素子150Dの出力と略等しくなるようにリニアモータ174を駆動し、プリント基板190を半径方向に移動させる。このようにしてプリント基板190が移動する結果、光学モジュール120が位置調整される。光学モジュール120はプリント基板190上に実装されており、このプリント基板190は、回転ディスク110との間に所定の間隔をおきつつ、スペーサ191上に半径方向及び傾斜方向に移動自在に載置されている。なお、本実施形態では、光学モジュール120が実装されたプリント基板190を移動させることによって光学モジュール120の位置調整を行うようにしているが、ロータリモータ175及びリニアモータ174によって光学モジュール120を直接移動させる構成としてもよい。

[0045] なお、ロータリモータ175が特許請求の範囲に記載のモジュール位置調整装置の一例に相当し、 θ 方向位置調整部182が制御部の一例に相当する。

[0046] なお、リニアモータ174やロータリモータ175の配置位置や数は上記に限られず、適宜変更してもよい。また、本実施形態ではモジュール位置調整装置としてリニアモータ及びロータリモータを用いているが、プリント基板190を微量に移動させることが可能であれば、これ以外のアクチュエータを用いてもよい。

[0047] <製造装置の動作（製造方法）>

次に、図10を用いて、サーボモータ製造装置MDによって上述した光学モジュール120の位置調整が行われる際に、制御装置180のCPUによ

って実行される制御内容を説明する。なお、各制御処理（ステップS20～ステップS35）を行う主体は実際には制御装置180のCPUであるが、以下では制御装置180を主体として説明する。

[0048] 図10に示すように、まずステップS5では、回転ディスク110がシャフトSHに適宜の位置調整がなされることにより偏心なく固定される。この固定は、作業者によって行われ、例えばネジ等の固定部材による本止めや、接着剤の硬化等によってなされる。

[0049] 次のステップS10では、スペーサ191がモータMのブラケット192に固定される。この固定も作業者によって行われる。

[0050] 次のステップS15では、光学モジュール120が実装されたプリント基板190がスペーサ191上に仮配置される。この仮配置も作業者によって行われ、ロータリモータ175やリニアモータ174により面内で移動可能な方法又は移動時に弛緩させて移動可能な方法によってなされる。

[0051] 次のステップS20では、制御装置180は、出力情報取得部181により位置調整用受光素子150UL, 150URの各出力信号を入力する。そして、位置調整用受光素子150UL, 150URの出力信号に基づき、これらの出力が略等しくなるようにロータリモータ175を駆動し、プリント基板190を傾斜方向に移動させて光学モジュール120の傾斜方向の位置調整を行う。

[0052] 次のステップS25では、制御装置180は、出力情報取得部181により位置調整用受光素子150UL, 150UR, 150Dの各出力信号を入力する。そして、位置調整用受光素子150UL, 150UR, 150Dの出力信号に基づき、略等しくなった位置調整用受光素子150UL, 150URのいずれか一方の出力が、位置調整用受光素子150Dの出力と略等しくなるようにリニアモータ174を駆動し、プリント基板190を半径方向に移動させて光学モジュール120の半径方向の位置調整を行う。

[0053] 次のステップS30では、制御装置180は、位置調整用受光素子150UL, 150URのいずれか一方の出力が、位置調整用受光素子150Dの

出力と略等しいか否かを判定する。これらの出力が等しくない場合には（ステップS30でNO）、制御装置180は光学モジュール120の半径方向の位置調整が完了していないと判断し、ステップS25に戻る。一方、これらの出力が等しい場合には（ステップS30でYES）、制御装置180は光学モジュール120の半径方向の位置調整が完了していると判断し、次のステップS35に移る。

[0054] ステップS35では、制御装置180は、位置調整用受光素子150UL, 150URの出力が略等しいか否かを判定する。これらの出力が等しくない場合には（ステップS35でNO）、制御装置180は光学モジュール120の傾斜方向の位置調整が完了していないと判断し、ステップS20に戻る。一方、これらの出力が等しい場合には（ステップS35でYES）、制御装置180は光学モジュール120の傾斜方向の位置調整が完了していると判断し、次のステップS40に移る。

[0055] ステップS40では、プリント基板190がスペーサ191に固定される。これにより、光学モジュール120が位置決めされて固定される。この固定は、作業者によって行われ、例えばネジ等の固定部材による本止めや、接着剤の硬化等によってなされる。以上により、本フローを終了する。

[0056] 以上において、ステップS20～ステップS35が特許請求の範囲に記載のモジュール位置調整ステップ及びサーボモータ製造方法の一例に相当する。

[0057] <効果の例>

以上説明した本実施形態に係るサーボモータSMにおいては、光学モジュール120が回転ディスク110の同心円スリットCS1からの反射光を受光する位置調整用受光素子150UL, 150URを備えている。これら位置調整用受光素子150UL, 150URは、回転ディスク110の円周方向に対称となるように基板121上に配置されている。このような構成とすると、光学モジュール120の回転ディスク110に対する傾斜方向（ θ 方向）の位置ずれは、位置調整用受光素子150UL, 150URの出力の差異

として現れることから、これらの出力が略等しくなるようにすれば、光学モジュール120の傾斜方向の位置を調整することができる。このようにして、簡単な構成で光学モジュール120の傾斜方向の位置調整を精度良く行うことができるので、サーボモータSMを容易に製造することができる。

[0058] また、サーボモータ製造装置MDが、光学モジュール120の回転ディスク110に対する傾斜方向の位置調整を行うロータリモータ175と、位置調整用受光素子150UL, 150URの出力が略等しくなるようにロータリモータ175を制御する θ 方向位置調整部182を有する制御装置180とを備える構成とすることにより、光学モジュール120の回転ディスク110に対する傾斜方向の位置調整を自動的に行うことができる。

[0059] さらに、本実施形態によれば次のような効果をも奏する。すなわち、光学モジュール120の傾斜方向の位置調整を行う手法として、例えば複数のスリットが並設された検査格子を回転ディスク110に設けるか、回転ディスク110の位置検出用パターンを検査格子として利用し、同様に複数のスリットが並設された基準格子又は基準受光素子アレイを、位置検出用の受光素子とは別に光学モジュール120の基板121に設け、基準格子と検査格子の相互作用により得られた受光信号に基づいて位置調整を行うことが考えられる。この場合、両格子の作用を受けた光を受光するために受光素子が比較的大きくなるが、本実施形態においては、回転ディスク110に設けた同心円スリットCS1の作用を受けた光を基板121上に対称配置された位置調整用受光素子150UL, 150URで受光する構成であるため、各受光素子150UL, 150URの径方向の幅は同心円スリットCS1の作用を受けた光が基板121上に到達する受光領域AR1の幅と略等しければ足り、受光素子を小さくできる。その上、位置調整用受光素子150UL, 150URの各々の円周方向の長さを大きくすれば受光面積を拡大することが可能である。したがって、上記構成に比べ、光学モジュール120を小型化できる。

[0060] また、本実施形態では特に、光学モジュール120が基板121上におけ

る回転ディスク 110 の半径方向において位置調整用受光素子 150UL, 150UR とは異なる位置に配置された位置調整用受光素子 150D を備えている。このような構成とすると、位置調整用受光素子 150UL, 150UR の出力が略等しくなるように光学モジュール 120 の傾斜方向の位置を調整した後であれば、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する半径方向の位置ずれは、略等しくなった位置調整用受光素子 150UL, 150UR のいずれか一方の出力と位置調整用受光素子 150D との出力の差異として現れる。したがって、位置調整用受光素子 150UL, 150UR のいずれか一方の出力と位置調整用受光素子 150D との出力が略等しくなるようにすれば、光学モジュール 120 の半径方向の位置を調整することができる。このようにして、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する半径方向の位置調整を簡単な構成で精度良く行うことができるので、サーボモータ SM を容易に製造することができる。

[0061] また、サーボモータ製造装置 MD が、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する半径方向の位置調整を行うリニアモータ 174 と、位置調整用受光素子 150UL, 150UR のいずれか一方の出力と位置調整用受光素子 150D との出力が略等しくなるようにリニアモータ 174 を制御する r 方向位置調整部 183 を有する制御装置 180 を備えた構成とすることにより、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する半径方向の位置調整を自動的に行うことができる。

[0062] また、本実施形態では特に、有限の発光面積を有する光源 130 を使用することによって基板 121 の表面（受光面）における光量分布が台形状となる性質を利用する。これにより得られる効果を、図 11 及び図 12 を用いて説明する。

[0063] 例えば光源 130 が発光面積を有しない理想的な点光源である場合、図 11 に示すように、光源 130 から出射され回転ディスク 110 の同心円スリット CS1, CS2 により反射された反射光の基板 121 の表面（受光面）における受光量は、いずれも矩形状の光量分布となる。

[0064] このような矩形状の光量分布である受光領域に対し位置調整用受光素子の位置が半径方向に変化する際の受光素子の出力の変化は、図12に示すようになる。すなわち、図12中(A)及び(B)に示すように、位置調整用受光素子が受光領域外に位置する場合には、位置調整用受光素子による受光信号出力は0である。半径方向の移動により位置調整用受光素子の一部が受光領域に進入すると、図12中(C)(D)(E)に示すように、位置調整用受光素子による受光信号出力は進入量に応じて徐々に増大する。その後、図12中(F)に示す位置で位置調整用受光素子の全体が受光領域内に位置する状態となる。このとき、前述の台形状の光量分布と異なり、矩形状の光量分布では光量が一定である光量一定域のみしか存在しないため、図12中(F)に示す位置となった後は、図12中(G)に示すように、位置調整用受光素子による受光信号出力は一定となる。

[0065] すなわちこの場合には、図12中(B)～(F)の範囲が出力変化域となり、この範囲内で位置調整用受光素子の半径方向位置を特定することが可能となるが、矩形状の光量分布であるため出力変化域が狭くなっている。この場合、出力変化域を広くするには、位置調整用受光素子の半径方向の幅を広くしなければならず、他の受光素子、例えばインクレ用受光素子群140L, 140Rとの集積化が困難となり、光学モジュール120の小型化が困難となってしまう。

[0066] これに対し、本実施形態においては、前述の図6に示すように、台形状の光量分布の光量変化域を利用して図6中(B)～(J)の広い範囲を出力変化域とすることができ、上記の場合に比べて出力変化域を拡大できる。その結果、位置調整用受光素子の半径方向の幅を狭くすることが可能となるため、他の受光素子との集積化を容易にし、光学モジュール120を小型化することができる。

[0067] また、本実施形態では特に、回転ディスク110が、半径方向において光源130に対応する位置の両側に形成された2本の同心円スリットCS1, CS2を有し、光学モジュール120が、半径方向において基板121上の

光源 130 よりも一方側に配置された位置調整用受光素子 150UL, 150UR、並びに、光源 130 よりも他方側に配置された位置調整用受光素子 150D とを有する構成とする。すなわち、半径方向の位置調整を行うための位置調整用受光素子を、光源 130 の半径方向両側に配置した構成とする。これにより得られる効果を、図 13 を用いて説明する。

[0068] 一般に、回転ディスク 110 と光学モジュール 120 とが対向配置されるエンコーダにおいては、回転ディスク 110 と光学モジュール 120 との軸方向距離（ギャップ）は一定となるように設定されるが、回転ディスク 110 の厚みの公差等により変動する場合がある。特に、本実施形態のように、モータ M のシャフト SH に回転ディスク 110 が直接的に連結されるいわゆる「ビルトインタイプ」のエンコーダが使用される場合、回転ディスク 110 の位置がモータ M 側の部品精度や組立精度等の影響を受けるため、変動が生じやすい。このような距離の変動が生じると、例えば半径方向の位置調整を行うための位置調整用受光素子の全部を基板 121 上の光源 130 の一方側に集中配置した構成（例えば後述の図 15 及び図 16 に示す構成）の場合には、受光領域の半径方向の位置が変動するため、位置調整用受光素子の出力が変動し、光学モジュール 120 の半径方向の位置調整精度が低下するおそれがある。

[0069] これに対し、本実施形態においては、半径方向の位置調整を行うための位置調整用受光素子、すなわち位置調整用受光素子 150UL, 150UR と、位置調整用受光素子 150D とを、光源 130 の半径方向両側に配置した構成とする。このような構成とすると、図 13 に示すように、回転ディスク 110 と光学モジュール 120 との間隔（図 13 中 d1 及び d2）に変動が生じた場合、光源 130 から出射され 2 本の同心円スリット CS1, CS2 で反射された光が基板 121 上に到達する 2 つの受光領域 AR1, AR2 は、光源 130 を中心として互いに半径方向に遠近するように位置が変動することになる。このような受光領域 AR1, AR2 の位置変動が生じたとしても、図 13 に示すように、位置調整用受光素子 150UL 又は位置調整用受

光素子 150UR と、位置調整用受光素子 150D においては、各受光素子の受光領域 AR1, AR2 に対する重複面積（すなわち受光量、受光信号出力）が同じように増減するのみであるため、両者の出力が一致するように位置調整を行えば、光学モジュール 120 の半径方向の位置調整を精度良く行うことが可能である。したがって、回転ディスク 110 と光学モジュール 120 との軸方向距離（ギャップ）の変動の影響を抑制することができる。このため、本実施形態の構成は上述の「ビルトインタイプ」のエンコーダが使用される場合に特に有効であると言える。

[0070] また、本実施形態では特に、次のような効果をも得ることができる。一般に、光源と受光素子を回転ディスクを挟んでその一方側と他方側に配置し、光源から出射された光を回転ディスクを通過させて受光素子に受光させる透過型エンコーダにおいては、受光素子を備えた光学モジュールと回転ディスクとが近接して配置されているため、光学モジュールを取り付ける際には、作業者が受光素子と回転ディスクとの位置関係を顕微鏡等を用いて確認しながら、手作業によって光学モジュールの位置調整を行うのが通常である。しかしながら、本実施形態のように反射型エンコーダを用いる場合、光学モジュールと回転ディスクとが比較的大きく離れて配置される場合があり、さらに、前述の図 2 に示すようにそもそも回転ディスク 110 を覆うように光学モジュール 120 を実装したプリント基板 190 を設けるため、その構成配置上、顕微鏡等を用いた目視による位置調整は困難である。

[0071] これに対し、本実施形態によれば、上述したように光学モジュール 120 の位置調整に顕微鏡を用いる必要が無いので、反射型エンコーダを用いる場合であっても、回転ディスク 110 に対する光学モジュール 120 の位置調整を精度良く行うことができる。

[0072] <変更例等>

なお、上記実施形態に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。

[0073] （１）内周側の位置調整用受光素子を 2 本構成とする場合

上記実施形態では、位置調整用受光素子 150UL, 150UR と半径方向において異なる位置に配置した位置調整用受光素子 150D を 1 本の受光素子で構成したが、これを 2 本の受光素子で構成してもよい。

[0074] 図 14 に示すように、本変形例の光学モジュール 120 では、位置調整用受光素子 150UL, 150UR が、半径方向において光源 130 よりも一方側に配置されると共に、位置調整用受光素子 150DL, 150DR が、光源 130 よりも他方側に配置されている。位置調整用受光素子 150DL, 150DR は、基板 121 の中心線 Lc に対し軸対象となるように配置されている。これらの位置調整用受光素子 150DL, 150DR は、受光領域 AR2 に半径方向の一部（この例では半径方向外側の一部）が重複し、残りの部分は重複しないように配置されている点は、前述の位置調整用受光素子 150D と同様である。

[0075] 本変形例の光学モジュール 120 が適正に位置決めされた場合、位置調整用受光素子 150UL, 150UR, 150DL, 150DR は、各々の受光信号の出力が略等しくなるように設定されている。したがって、前述した光学モジュール 120 の傾斜方向（ θ 方向）の位置調整により略等しくなった位置調整用受光素子 150UL, 150UR のいずれか一方の出力が、位置調整用受光素子 150DL, 150DR のいずれか一方の出力と略等しくなるようにプリント基板 190 を移動させることで、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する半径方向（ r 方向）の位置調整を行うことが可能である。

[0076] 以上説明した変形例においても、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0077] （2）位置調整用受光素子の全部を光源の半径方向一方側に集中配置する場合

上記実施形態では、半径方向の位置調整を行うための位置調整用受光素子、すなわち位置調整用受光素子 150UL, 150UR と、位置調整用受光素子 150D とを、光源 130 の半径方向両側に配置した構成としたが、こ

れに限らず、位置調整用受光素子の全部を光源 130 の半径方向一方側に集中配置してもよい。図 15 及び図 16 を用いて、本変形例について説明する。

[0078] 図 15 に示す例では、位置調整用受光素子 150UL, 150UR と、これらの受光素子と半径方向において異なる位置に配置した位置調整用受光素子 150D とが、回転ディスク 110 の半径方向において基板 121 上の光源 130 よりも一方側（この例では外周側）に配置されている。一方、図示は省略するが、本変形例の回転ディスク 110 では、半径方向において光源 130 に対応する位置よりも一方側（この例では外周側）にのみ 1 本の同心円スリット CS1 が形成されている。あるいは、前述の実施形態と同様に 2 本の同心円スリット CS1, CS2 が形成されてもよいが、同心円スリット CS1 のみが位置調整に用いられる。そして、位置調整用受光素子 150UL, 150UR は、光源 130 より出射され同心円スリット CS1 より反射された反射光の受光領域 AR1 に半径方向の一部（この例では半径方向内側の一部）が重複し、位置調整用受光素子 150D は、受光領域 AR1 に半径方向の反対側の一部（この例では半径方向外側の一部）が重複するように配置されている。

[0079] 本変形例の光学モジュール 120 が適正に位置決めされた場合、位置調整用受光素子 150UL, 150UR, 150D は、各々の受光信号の出力が略等しくなるように設定されている。したがって、前述した光学モジュール 120 の傾斜方向（ θ 方向）の位置調整により略等しくなった位置調整用受光素子 150UL, 150UR のいずれか一方の出力が、位置調整用受光素子 150D の出力と略等しくなるようにプリント基板 190 を移動させることで、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する半径方向（ r 方向）の位置調整を行うことが可能である。

[0080] また図 16 に示す例は、図 15 に示す構成において位置調整用受光素子 150D を位置調整用受光素子 150DL, 150DR の 2 本構成としたものである。本変形例では、光学モジュール 120 が適正に位置決めされた場合

、位置調整用受光素子 150UL, 150UR, 150DL, 150DR は、各々の受光信号の出力が略等しくなるように設定されている。したがって、前述した光学モジュール 120 の傾斜方向 (θ 方向) の位置調整により略等しくなった位置調整用受光素子 150UL, 150UR のいずれか一方の出力が、位置調整用受光素子 150DL, 150DR のいずれか一方の出力と略等しくなるようにプリント基板 190 を移動させることで、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する半径方向 (r 方向) の位置調整を行うことが可能である。

[0081] なお、図 15 及び図 16 に示す例では、全ての位置調整用受光素子を半径方向において基板 121 上の光源 130 よりも外周側に集中配置した例を示したが、反対に光源 130 よりも内周側に集中配置してもよい。この場合、回転ディスク 110 の同心円スリット CS2 のみが位置調整に用いられることになる。

[0082] 以上説明した変形例によれば、位置調整用受光素子 150UL, 150UR, 150D (150DL, 150DR) の全部を光源 130 の半径方向一方側に集中配置するため、光源 130 の半径方向他方側に位置調整用受光素子を設ける必要がなくなり、光学モジュール 120 を半径方向に小型化することができる。

[0083] (3) 受光領域の光量分布を三角形状とする場合

上記実施形態では、受光面における光量分布が台形状であることを利用し、位置調整用受光素子の半径方向の幅を拡大せずとも出力変化域を拡大できるようにしたが、光量分布が三角形状となるように構成することで受光領域の幅を小さくし、さらなる受光素子の集積化を図ってもよい。なお、本変形例は、上記図 15 及び図 16 に示した位置調整用受光素子の全部を光源の半径方向一方側に集中配置する構成の場合に有効な変形例である。したがって、以下では光学モジュール 120 が図 15 に示す構成である場合を一例として説明する。

[0084] 図 17 に示すように、光源 130 と回転ディスク 110 の表面との軸方向

距離を d_1 、回転ディスク 110 の表面と基板 121 の表面（各受光素子 140、150 の受光面）との軸方向距離を d_2 、光源 130 の半径方向の大きさを L_1 とする。この場合において、回転ディスク 110 の同心円スリット（この例では CS1 とする）の半径方向の幅 L_2 が下記式 1 を満たす場合、光源 130 から出射され回転ディスク 110 の同心円スリット CS1 により反射された反射光の基板 121 の表面（受光面）における受光量は、三角形の光量分布となる。

[0085]
$$L_2 \leq L_1 \times \{d_2 / (d_1 + d_2)\} \quad \cdots \quad (\text{式 } 1)$$

なお、 L_2 を小さくするほど受光領域 AR1 の半径方向の幅を小さくできるが、受光量の総量も減少してしまうため、光量分布を三角形としつつ受光量を最大とするためには、 $L_2 = L_1 \times \{d_2 / (d_1 + d_2)\}$ とするのが好ましい。

[0086] このように光量分布を三角形とすることで、光量分布中の光量一定域をなくし、光量分布の全体を光量変化域とすることができる。これにより、前述の実施形態と同様に、光量変化域を利用することで広い範囲を位置調整用受光素子の出力変化域としつつ、受光領域 AR1 の半径方向の幅をより小さくすることができる。その結果、図 17 に示すように、位置調整用受光素子 150UL、150UR と、位置調整用受光素子 150D とを、半径方向により近接して配置することが可能となるため、さらなる集積化が可能となり、光学モジュール 120 をさらに小型化することができる。

[0087] なお、上記では光学モジュール 120 が図 15 に示す構成である場合を一例として説明したが、図 16 に示す構成でもよく、また図 15 及び図 16 とは反対に位置調整用受光素子を光源 130 よりも内周側に集中配置した構成にも適用可能である。

[0088] （４）位置調整用受光素子の出力が所定値となるように半径方向の位置調整をする場合

上記実施形態では、光学モジュール 120 の傾斜方向（ θ 方向）の位置調整により略等しくなった位置調整用受光素子 150UL、150UR のいず

れか一方の出力が、位置調整用受光素子 150D の出力と略等しくなるようにプリント基板 190 を移動させることで、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する半径方向（ r 方向）の位置調整を行うようにしたが、これに限らない。例えば、回転ディスク 110 と光学モジュール 120 とが適正に位置決めされた状態における位置調整用受光素子 150UL, 150UR の出力値を予め測定し、記憶させておく。これにより、制御装置 180 の r 方向位置調整部 183 が、傾斜方向（ θ 方向）の位置調整により略等しくなった位置調整用受光素子 150UL, 150UR の出力が上記記憶された所定の値となるようにリニアモータ 174 を駆動させ、プリント基板 190 を半径方向に移動させることで、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する半径方向の位置調整を行うことが可能である。

[0089] （５）その他

例えば、以上においては、光学モジュール 120 の基板 121 上に光源 130 及び位置調整用受光素子 150L, 150R が共に配置された反射型エンコーダを用いた場合を例にとって説明したが、これに限られず、光源が回転ディスク 110 をはさみ位置調整用受光素子 150UL, 150UR, 150D を備えた基板 121 と対向するように配置された、いわゆる透過型エンコーダを用いてもよい。この場合、回転ディスク 110 において同心円スリット CS1, CS2 を透過孔として形成すれば、位置調整用受光素子 150UL, 150UR, 150D が光源より出射され回転ディスク 110 に形成された同心円スリット CS1, CS2 を透過した光を受光して、光学モジュール 120 の回転ディスク 110 に対する位置調整を行うことが可能である。このような透過型エンコーダを用いた場合も、上記実施形態と同様の効果を得る。

[0090] また、以上においては、回転ディスク 110 に位置検出用パターンとしてインクリメンタルパターン IP のみを形成したが、シリアルアブソリュートパターンを形成してもよい。この場合、基板 121 にシリアルアブソリュートパターンからの反射光を受光するアブソ用受光素子群を設けることで、シ

シャフト S H の絶対位置（絶対角度）を検出することが可能となる。

[0091] また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態や各変形例による手法を適宜組み合わせ利用しても良い。

その他、一々例示はしないが、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

符号の説明

[0092]	1 0 0	反射型エンコーダ（エンコーダの一例）
	1 1 0	回転ディスク
	1 2 0	光学モジュール
	1 2 1	基板
	1 3 0	光源
	1 5 0 U L	位置調整用受光素子（第 1 受光素子の一例）
	1 5 0 U R	位置調整用受光素子（第 2 受光素子の一例）
	1 5 0 D	位置調整用受光素子（第 3 受光素子の一例）
	1 7 4	リニアモータ
	1 7 5	ロータリモータ（モジュール位置調整装置の一例）
	1 8 2	θ 方向位置調整部（制御部の一例）
	1 8 3	r 方向位置調整部
	C S 1, C S 2	同心円スリット
	L r	放射状線
	M	モータ
	M D	サーボモータ製造装置
	O	ディスク中心
	S H	シャフト

請求の範囲

[請求項1] モータと、前記モータのシャフトに取り付けられディスク中心周りに少なくとも1本形成された同心円スリットを有する回転ディスク及び光源から出射され前記同心円スリットの作用を受けた光を受光する受光素子を基板上に備えた光学モジュールを有するエンコーダと、を備えたサーボモータの製造方法であって、

前記光学モジュールを前記回転ディスクと対向させて固定配置する際に、前記同心円スリットを、前記受光素子による出力を介して、前記回転ディスクに対する前記光学モジュールの位置調整に使用するモジュール位置調整ステップを有することを特徴とするサーボモータ製造方法。

[請求項2] 前記モジュール位置調整ステップでは、

前記基板上に前記回転ディスクの円周方向に対称配置され、前記回転ディスクに形成された一の前記同心円スリットの作用を受けた光をそれぞれ受光する第1受光素子及び第2受光素子の出力が略等しくなるように、前記光学モジュールの前記回転ディスクにおけるディスク中心から放射状に拡がる放射状線に対する傾斜方向の位置調整を行うことを特徴とする請求項1に記載のサーボモータ製造方法。

[請求項3] 前記モジュール位置調整ステップでは、

略等しくなった前記第1受光素子及び前記第2受光素子の少なくとも一方の出力が所定の値となるように、前記光学モジュールの前記回転ディスクに対する半径方向の位置調整を行うことを特徴とする請求項2に記載のサーボモータ製造方法。

[請求項4] 前記モジュール位置調整ステップでは、

略等しくなった前記第1受光素子及び前記第2受光素子の少なくとも一方の出力が、前記基板上における前記回転ディスクの半径方向において前記第1受光素子及び前記第2受光素子とは異なる位置に配置され前記回転ディスクの前記一の同心円スリット又は他の同心円スリ

ットの作用を受けた光を受光する少なくとも1つの第3受光素子の出力と略等しくなるように、前記光学モジュールの前記回転ディスクに対する半径方向の位置調整を行う

ことを特徴とする請求項3に記載のサーボモータ製造方法。

[請求項5]

光源から出射されモータのシャフトに取り付けられた回転ディスクのディスク中心周りに形成された一の同心円スリットの作用を受けた光をそれぞれ受光する第1受光素子及び第2受光素子を基板上に前記回転ディスクの円周方向に対称配置した光学モジュールの前記回転ディスクにおけるディスク中心から放射状に広がる放射状線に対する傾斜方向の位置調整を行うモジュール位置調整装置と、

前記第1受光素子と前記第2受光素子の出力が略等しくなるように、前記モジュール位置調整装置を制御する制御部と、を有することを特徴とするサーボモータ製造装置。

[請求項6]

モータとエンコーダを備えたサーボモータであって、

前記エンコーダは、

ディスク中心周りに少なくとも1本形成された同心円スリットを有する回転ディスクと、

光源から出射され前記同心円スリットの作用を受けた光を受光する受光素子を基板上に備えた光学モジュールと、を有し、

前記同心円スリットは、前記受光素子による出力を介して、

前記回転ディスクに対する前記光学モジュールの位置調整に使用される

ことを特徴とするサーボモータ。

[請求項7]

前記光学モジュールは、

前記受光素子として、前記基板上に前記回転ディスクの円周方向に対称配置された第1受光素子及び第2受光素子を有する

ことを特徴とする請求項6に記載のサーボモータ。

[請求項8]

前記光学モジュールは、

前記受光素子として、前記基板上における前記回転ディスクの半径方向において前記第1受光素子及び前記第2受光素子とは異なる位置に配置された少なくとも1つの第3受光素子を有することを特徴とする請求項7に記載のサーボモータ。

[請求項9]

前記回転ディスクは、

半径方向において前記光源に対応する位置よりも一方側に形成された1本の前記同心円スリットを有し、

前記光学モジュールは、

前記回転ディスクの半径方向において前記基板上の前記光源に対応する位置よりも一方側に、前記1本の同心円スリットの作用を受けた光を同時に受光可能に配置された前記第1受光素子及び前記第2受光素子、並びに、前記第3受光素子を有することを特徴とする請求項8に記載のサーボモータ。

[請求項10]

前記回転ディスクは、

半径方向において前記光源に対応する位置の両側に形成された2本の前記同心円スリットを有し、

前記光学モジュールは、

前記回転ディスクの半径方向において前記基板上の前記光源に対応する位置よりも一方側に該一方側の前記同心円スリットの作用を受けた光を受光可能に配置された前記第1受光素子及び前記第2受光素子、並びに、前記光源に対応する位置よりも他方側に該他方側の前記同心円スリットの作用を受けた光を受光可能に配置された前記第3受光素子を有する

ことを特徴とする請求項8に記載のサーボモータ。

[請求項11]

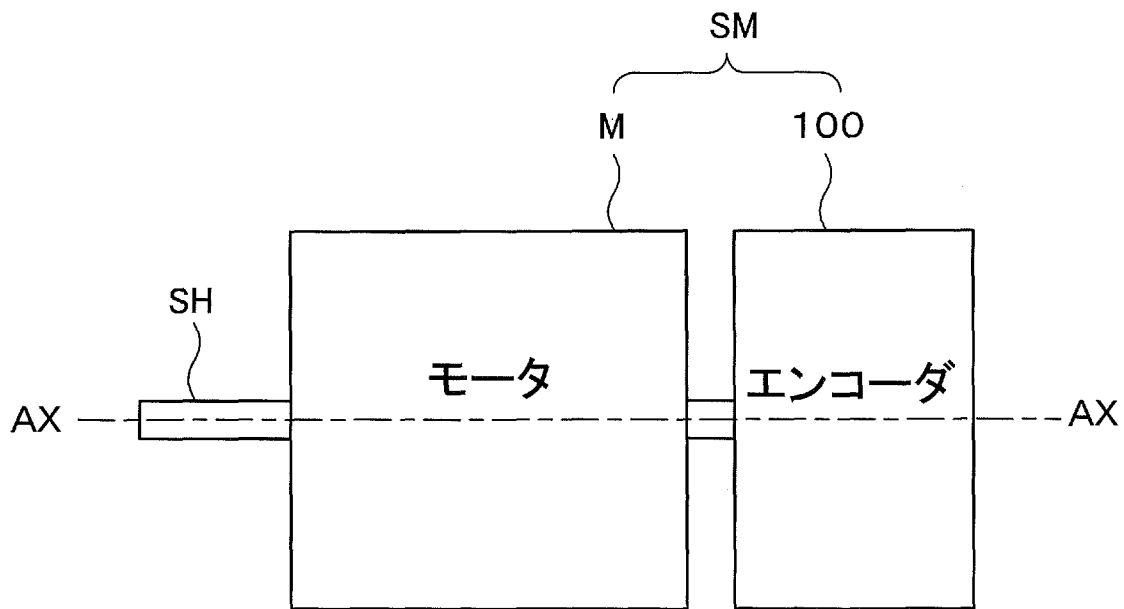
前記受光素子は、

前記回転ディスクの半径方向における幅が、前記光源から出射され前記同心円スリットの作用を受けた光が前記基板上に到達する領域の幅と略等しくなるように、構成されている

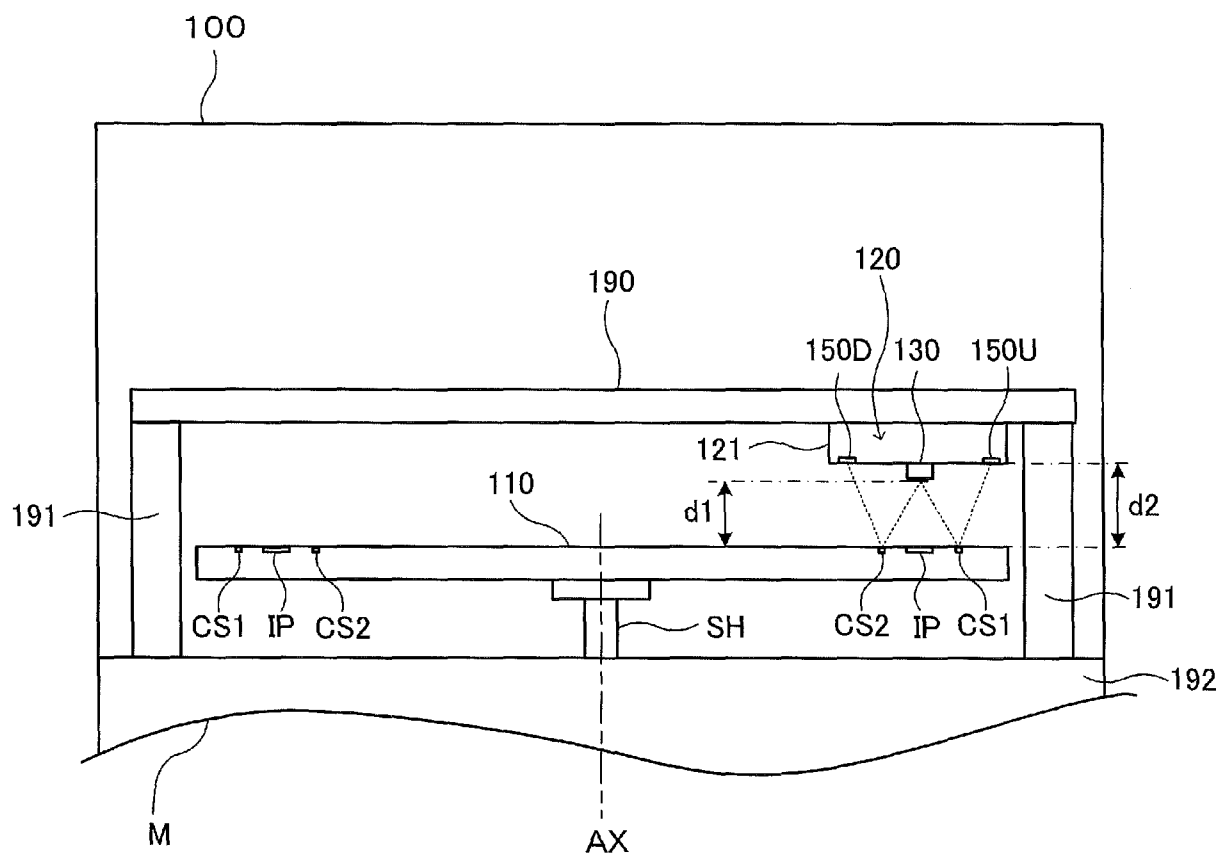
ことを特徴とする請求項6～10のいずれか1項に記載のサーボモータ。

- [請求項12] ディスク中心周りに少なくとも1本形成された同心円スリットを有する回転ディスクと、
- 光源から出射され前記同心円スリットの作用を受けた光を受光する受光素子を基板上に備えた光学モジュールと、を有し、
- 前記同心円スリットは、前記受光素子による出力を介して、
- 前記回転ディスクに対する前記光学モジュールの位置調整に使用される
- ことを特徴とするエンコーダ。

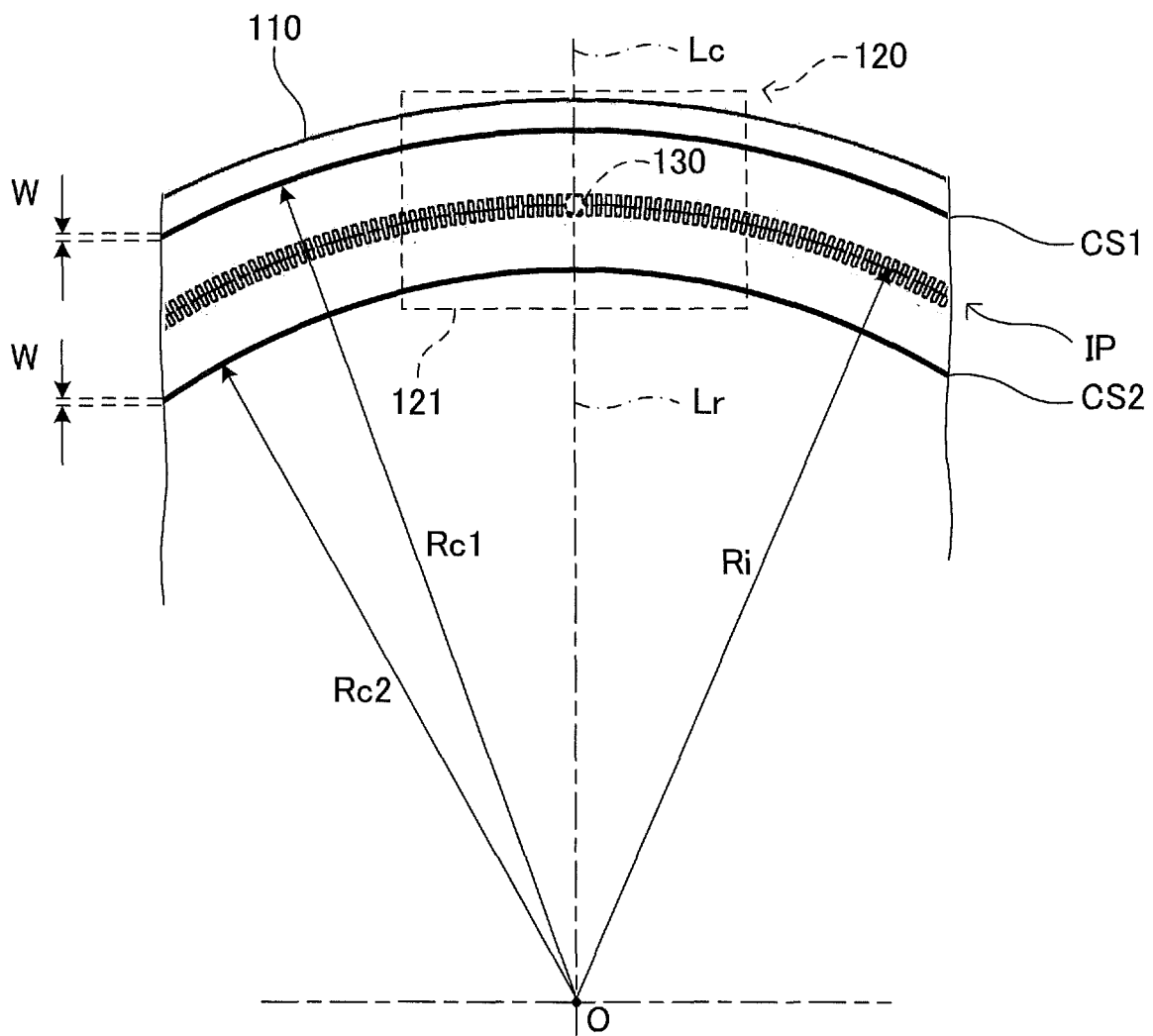
[図1]



[図2]



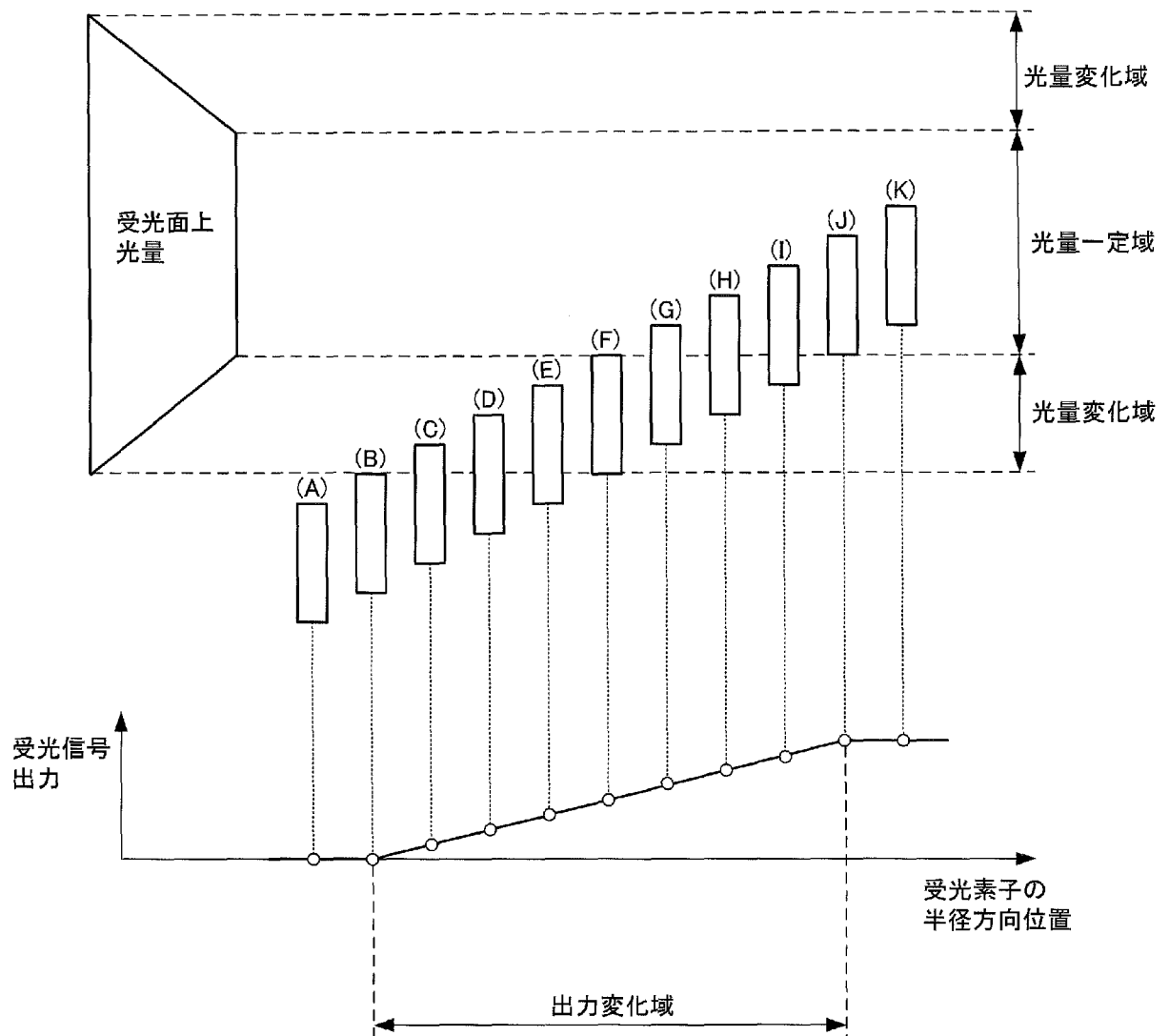
[図3]



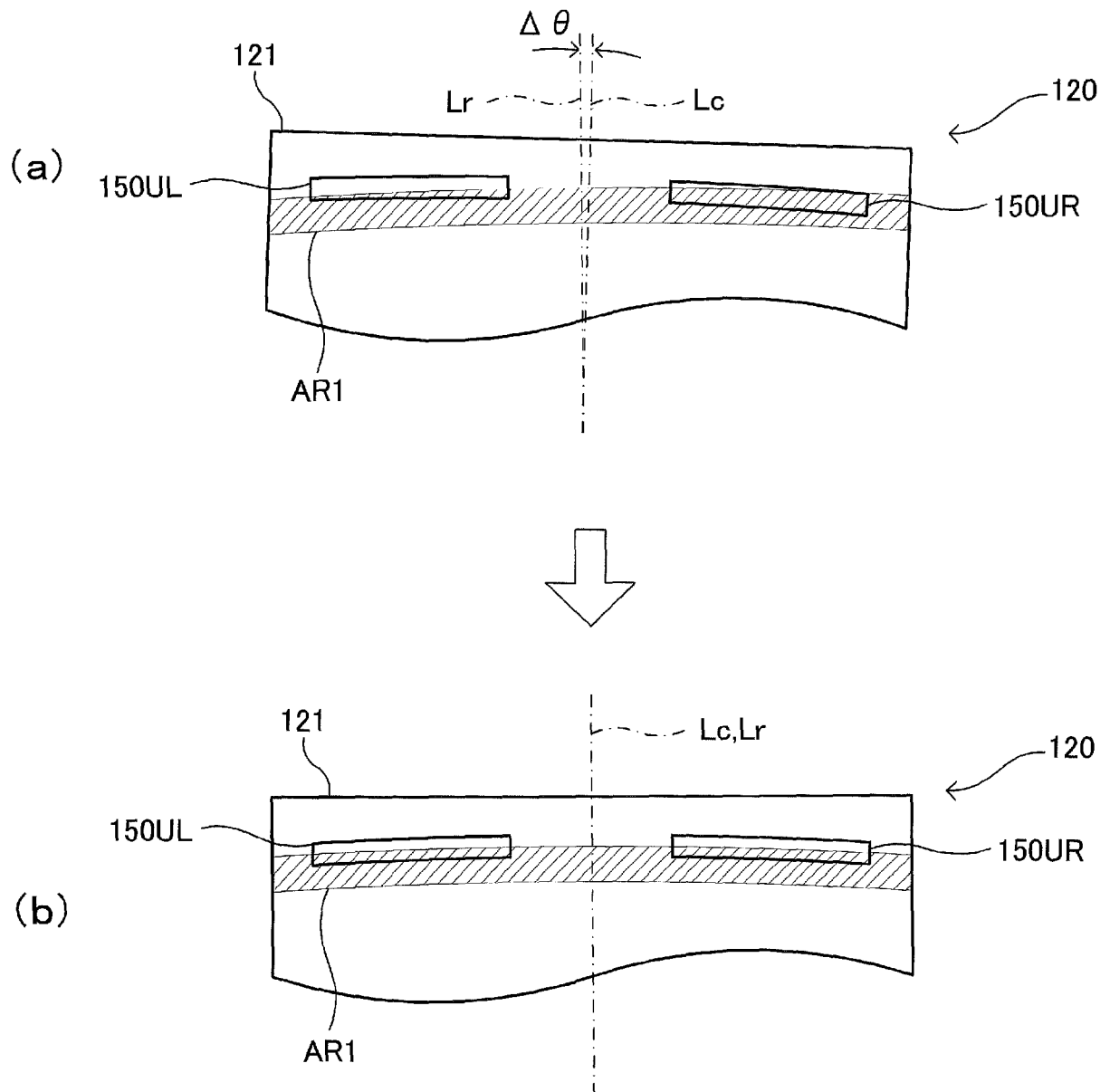
$k : (d_1 + d_2) / d_1$

Figure 1 is a schematic diagram of the optical system. It shows a light source 130 at the top, which emits light through a rotating disk 110. The disk 110 has two regions, CS1 and CS2, which are illuminated by the light source. The light from CS1 and CS2 is focused by lenses AR1 and AR2, respectively, onto a receiving surface 121. The distances d1 and d2 are indicated. Below the diagram, a graph shows the light intensity distribution on the receiving surface, with two peaks corresponding to the regions CS1 and CS2.

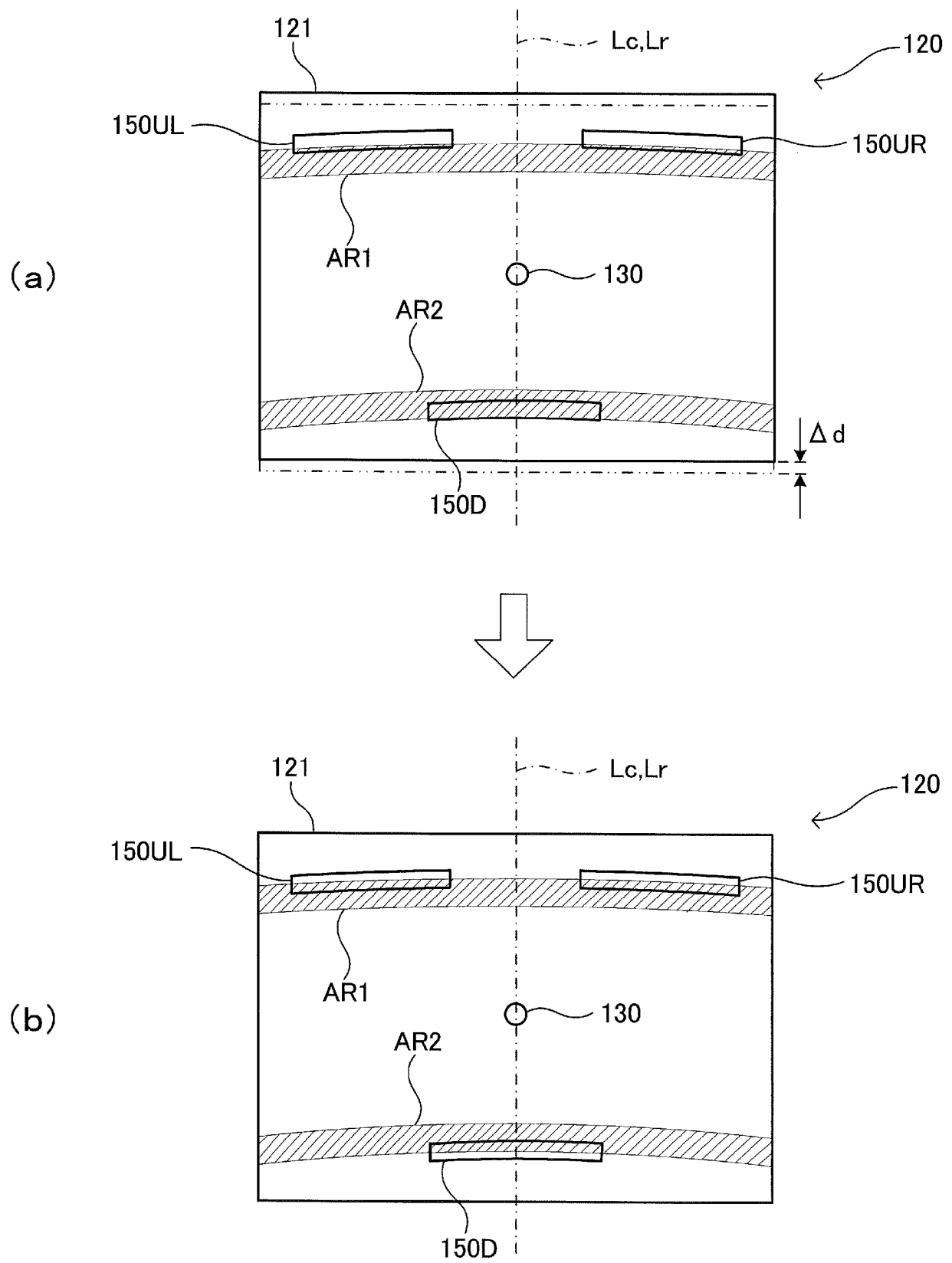
[図6]

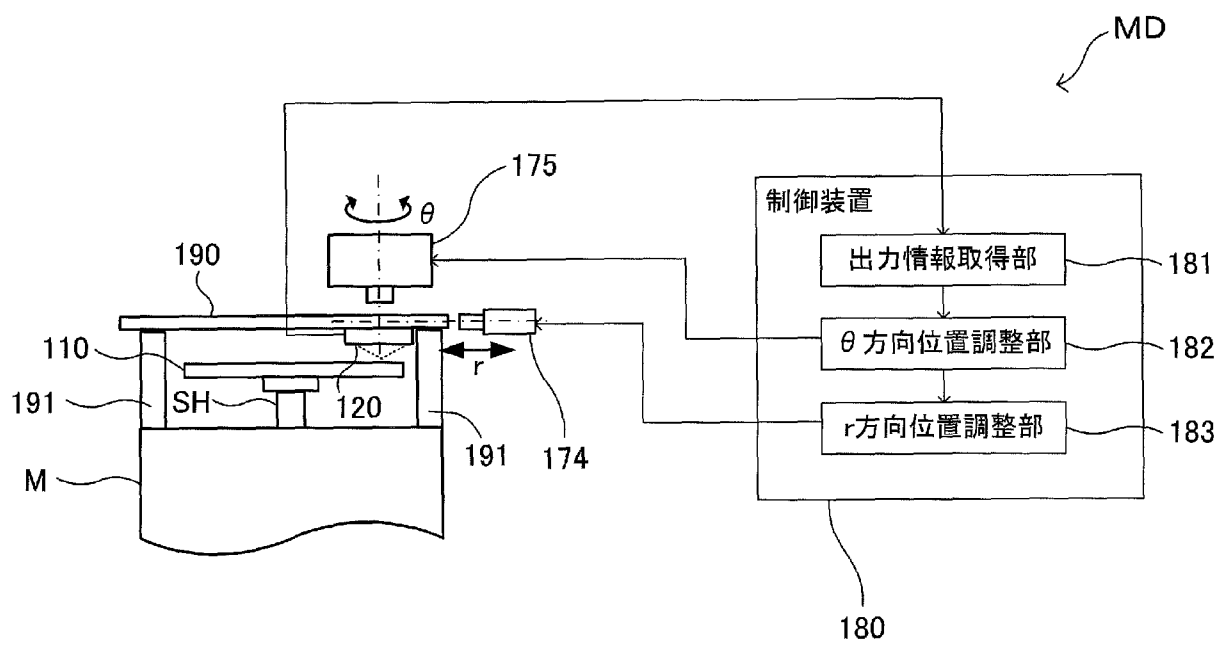


[図7]

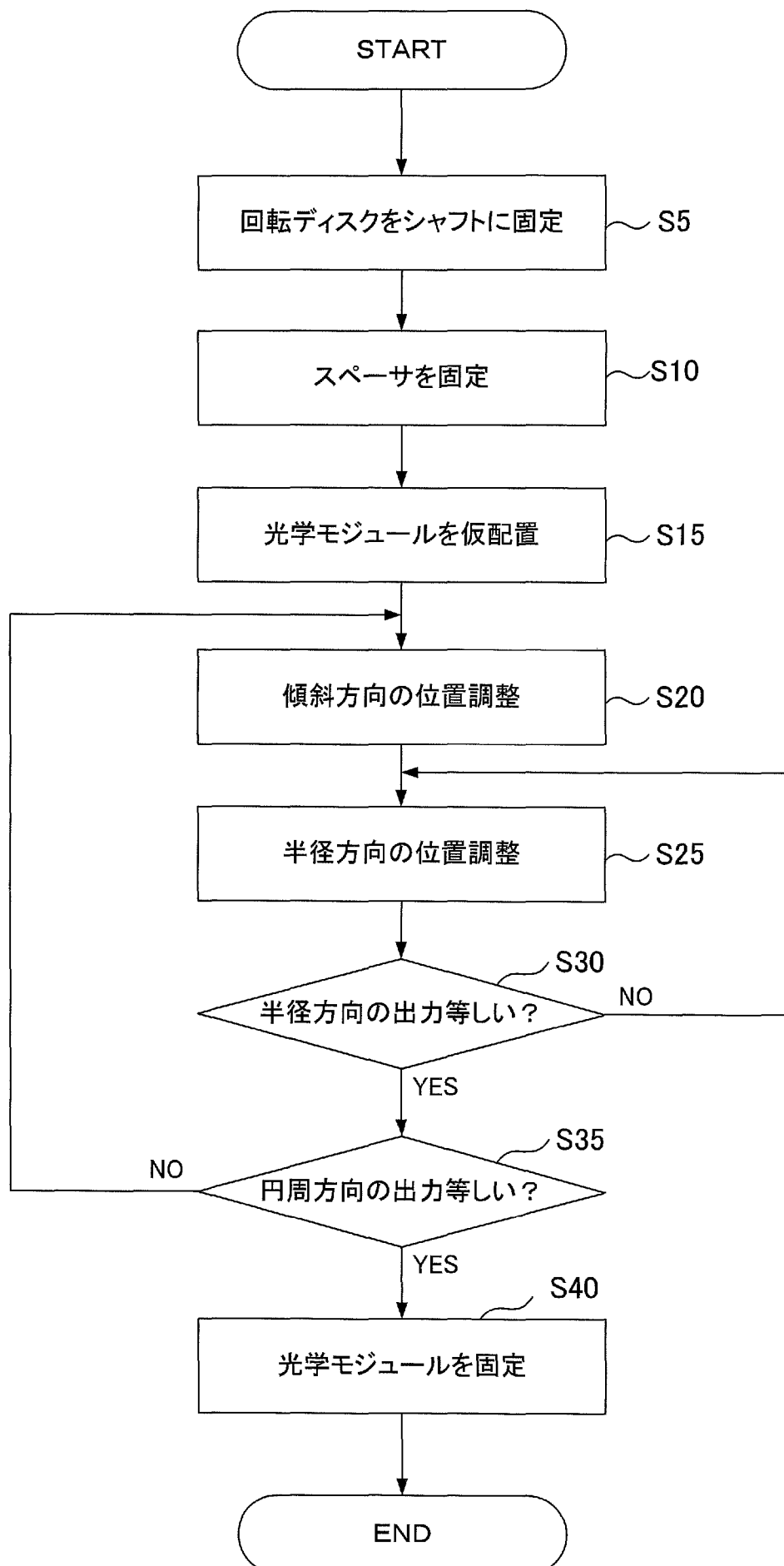


[図8]

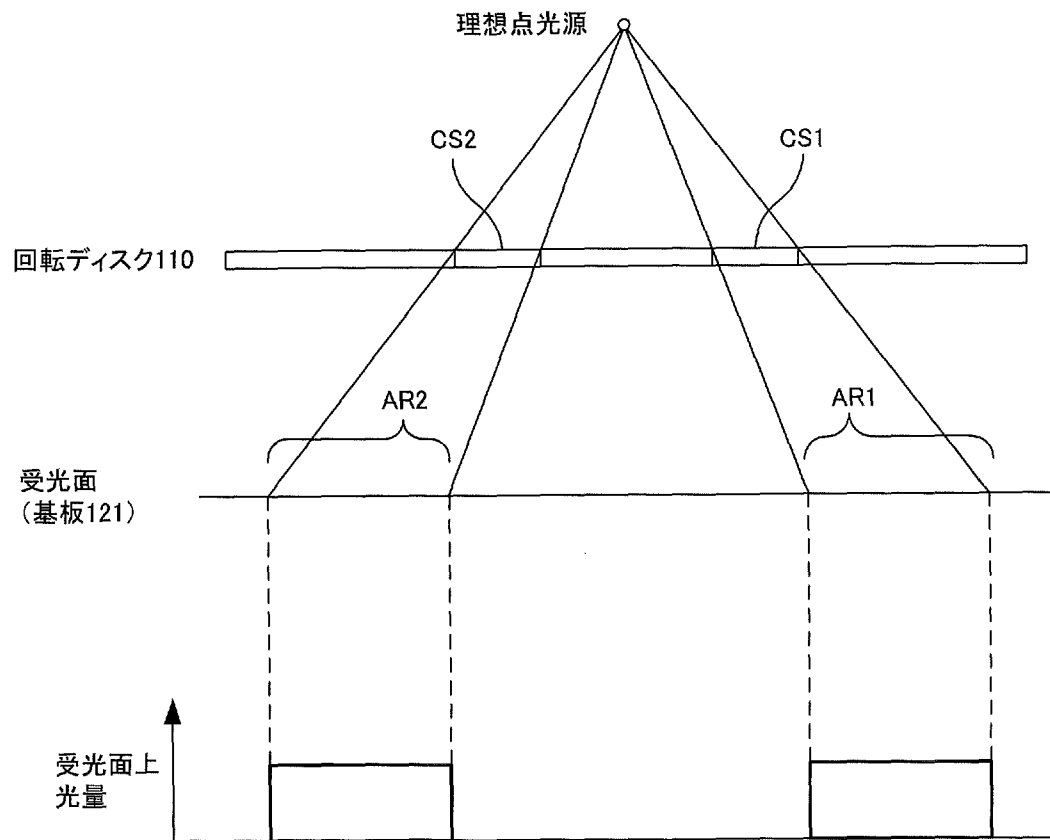




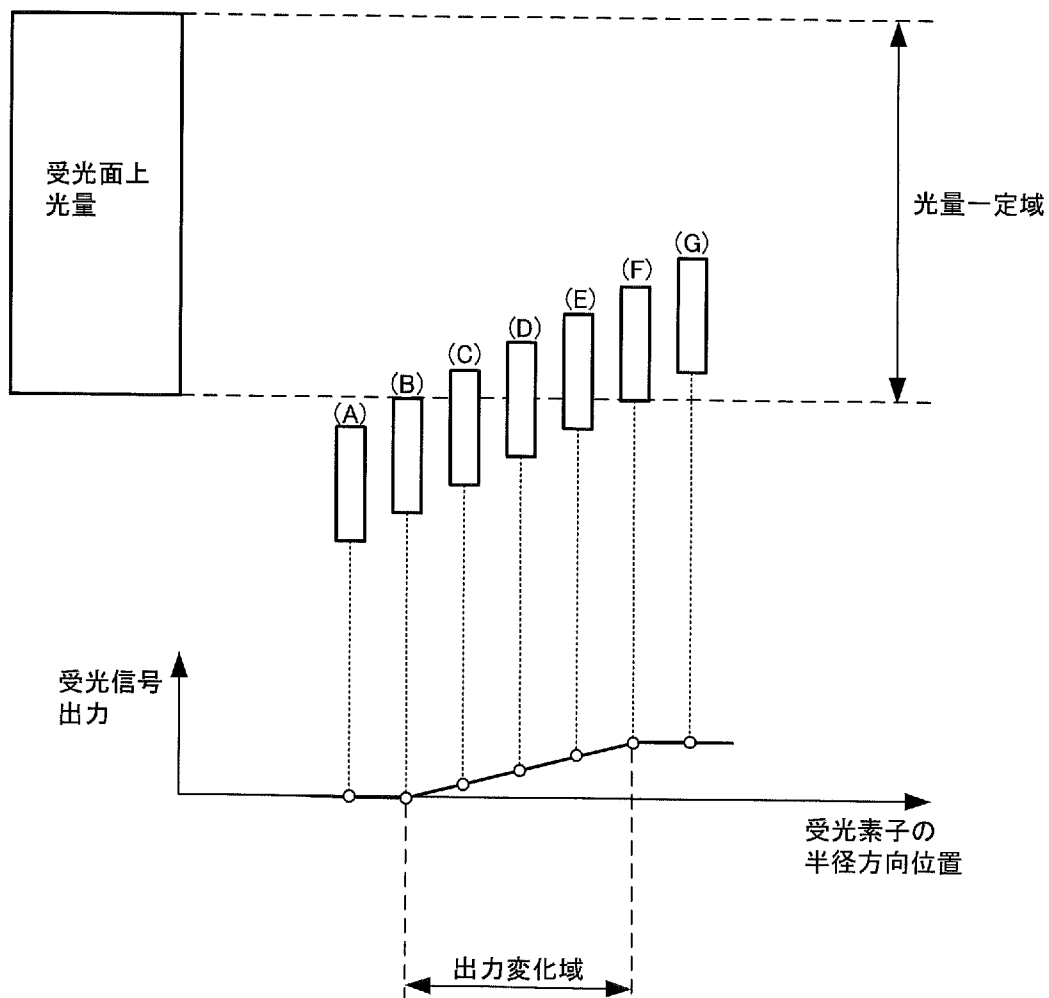
[図10]



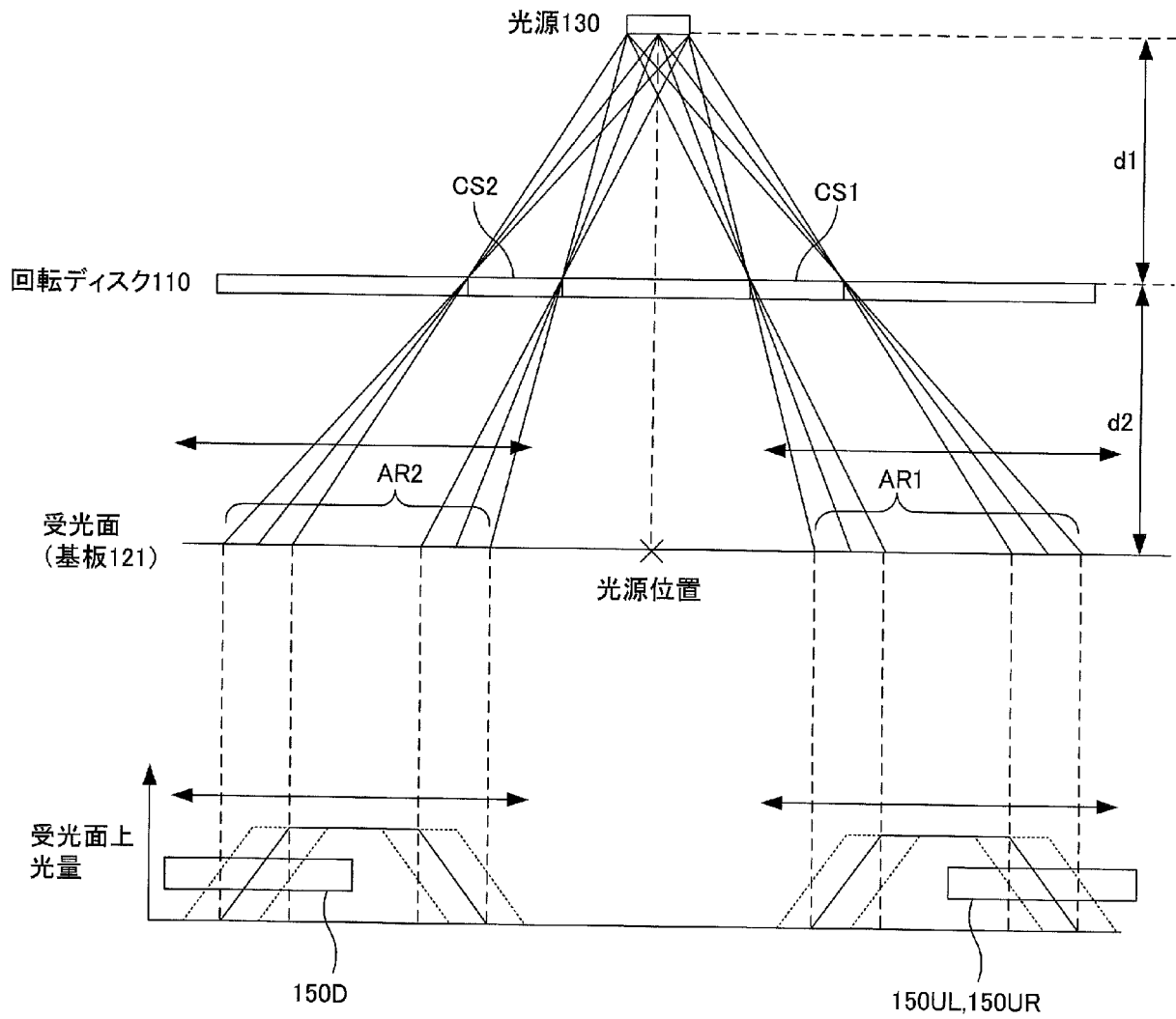
[図11]



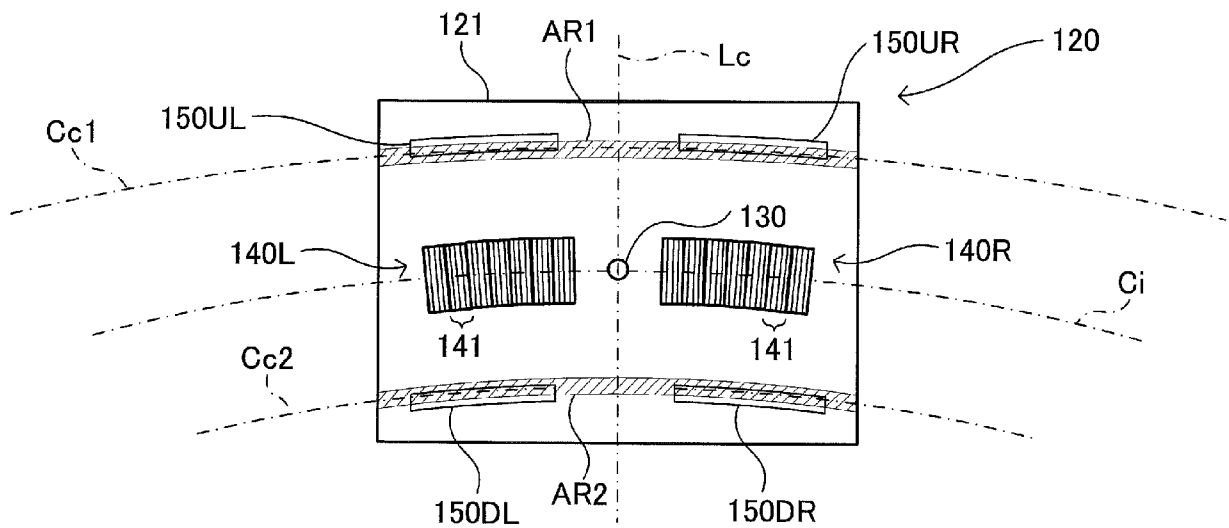
[図12]



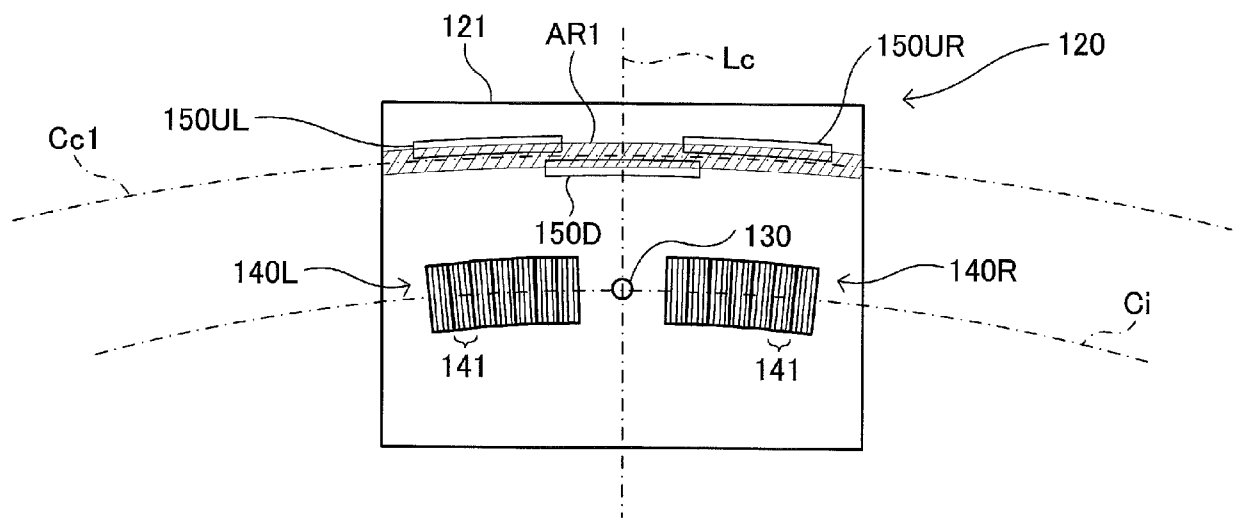
[図13]



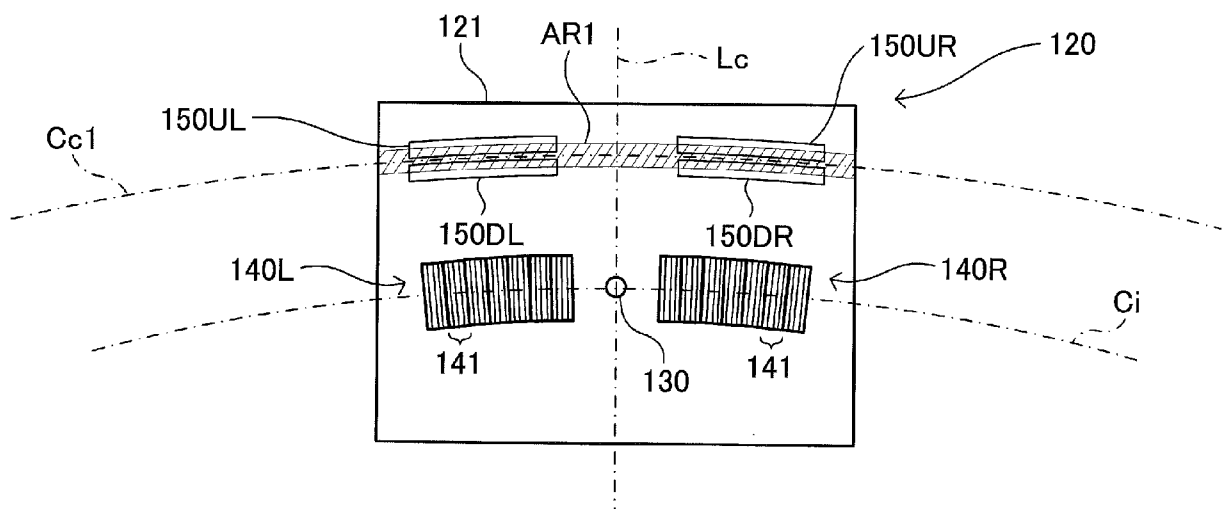
[図14]



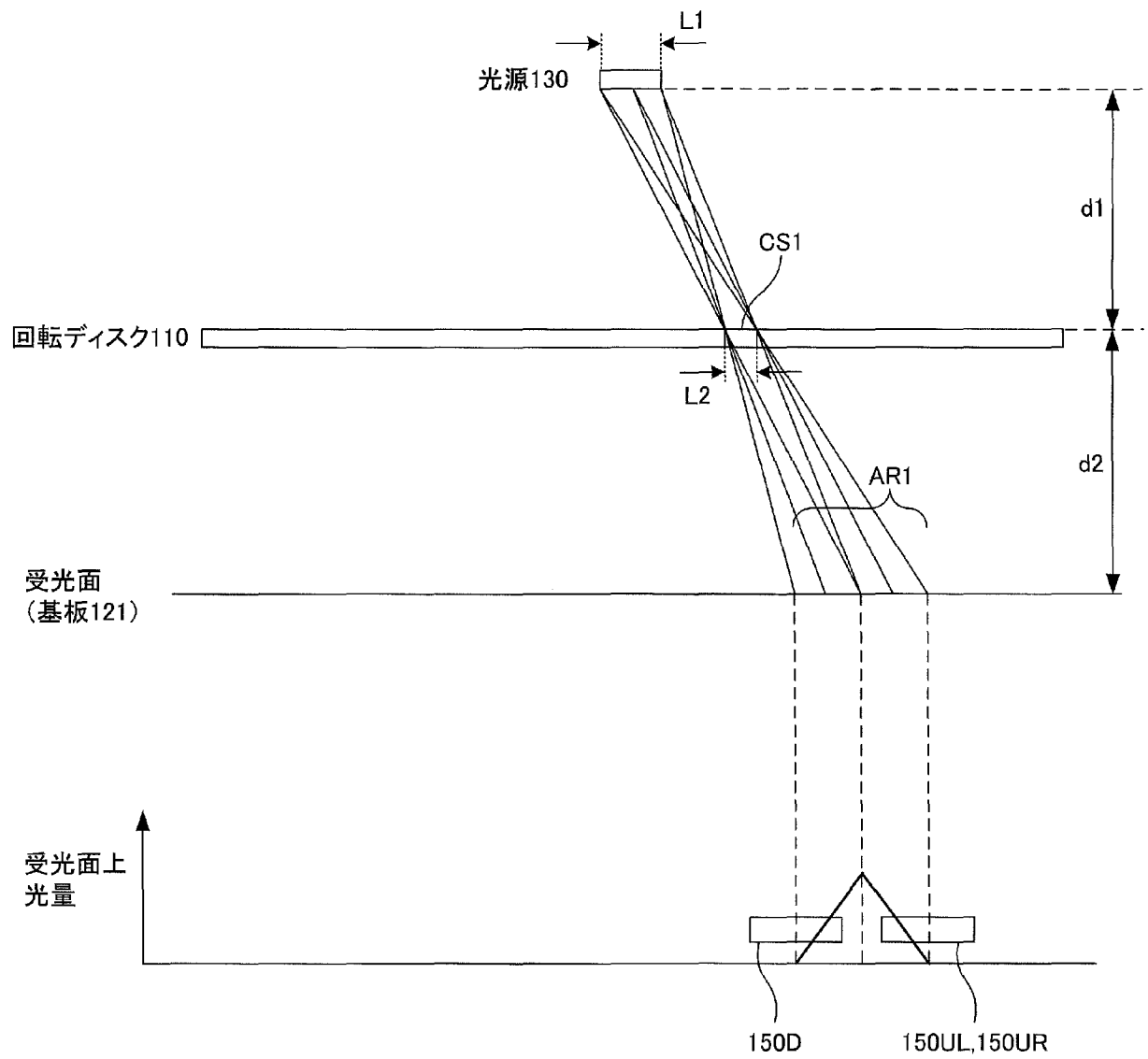
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066664

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D5/347(2006.01) i, H02K15/14(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, H02K15/14

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 A	JP 3-42518 A (Canon Inc.), 22 February 1991 (22.02.1991), page 2, lower left column, line 11 to page 3, upper left column, line 19; fig. 1 (Family: none)	1, 6, 11, 12 2-5, 7-10
X A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 158977/1986 (Laid-open No. 63716/1988) (Sankyo Seiki Mfg. Co., Ltd.), 27 April 1988 (27.04.1988), specification, page 4, line 9 to page 14, line 8; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 6, 11, 12 2-5, 7-10

☒ 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
17 October, 2011 (17.10.11)Date of mailing of the international search report
01 November, 2011 (01.11.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066664

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 2003-130688 A (Ricoh Co., Ltd.), 08 May 2003 (08.05.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 63-134917 A (Fanuc Ltd.), 07 June 1988 (07.06.1988), entire text; all drawings & DE 3786550 A & EP 290622 A1 & US 4982084 A & WO 1988/04030 A1	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01D5/347(2006.01)i, H02K15/14(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. G01D5/26-5/38, H02K15/14

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 A	JP 3-42518 A(キヤノン株式会社)1991.02.22, 2 頁左下欄 1 1 行 - 3 頁左上欄 1 9 行, 第 1 図(ファミリーなし)	1, 6, 11, 12 2-5, 7-10
X A	日本国実用新案登録出願61-158977号(日本国実用新案登録出願公開 63-63716号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム(株式会社三協精機製作所)1988.04.27, 明細書 4 頁 9 行 - 1 4 頁 8 行, 第 1 - 3 図(ファミリーなし)	1, 6, 11, 12 2-5, 7-10

☒ 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

1 7 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 1 . 1 1 . 2 0 1 1

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)

岡田 卓弥

2 F

9 2 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

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 2003-130688 A(株式会社リコー)2003.05.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 63-134917 A(フアナツク株式会社)1988.06.07, 全文, 全図 & DE 3786550 A & EP 290622 A1 & US 4982084 A & WO 1988/04030 A1	1-12