

(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
2018年7月5日(05.07.2018)



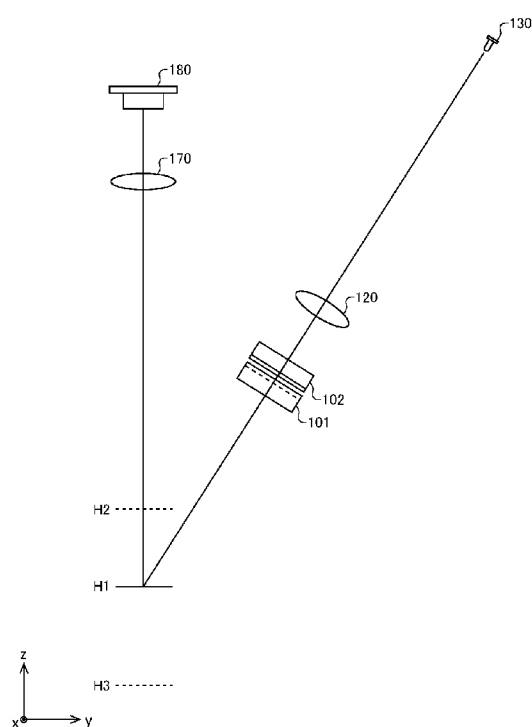
(10) 国際公開番号

WO 2018/123992 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/24 (2006.01) *G01C 3/06* (2006.01) 予3510198 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 国立研究開発法人理化学研究所内 Saitama (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/046484 (74) 代理人: 龍華国際特許業務法人(RYUKA IP LAW FIRM); 〒1631522 東京都新宿区西新宿 1 - 6 - 1 新宿エルタワー 2 2 階 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2017年12月25日(25.12.2017)
- (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 2016-254494 2016年12月27日(27.12.2016) JP
- (71) 出願人: 国立研究開発法人理化学研究所 (RIKEN) [JP/JP]; 〒3510198 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 丸山 真幸 (MARUYAMA Masayuki); 〒3510198 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 国立研究開発法人理化学研究所内 Saitama (JP). 和田智之(WADA Satoshi); 〒3510198 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 国立研究開発法人理化学研究所内 Saitama (JP). 斎藤 徳人(SAITO Norihito); 〒3510198 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 国立研究開発法人理化学研究所内 Saitama (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: MEASURING DEVICE, OPTICAL SENSOR, MEASURING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 測定装置、光学式センサ、測定方法及びプログラム



(57) Abstract: This measuring device measures the shape of a target object by means of light. The measuring device is provided with: a control unit which varies an optical path of at least one of light incident on a target object and light from the target object, with respect to a light receiving unit for detecting light from the target object; and a measuring unit which measures the shape of the target object on the basis of the optical path if the light receiving unit has detected the light from the target object. The measuring method for measuring the shape of a target object by means of light is provided with: a step of varying an optical path of at least one of light incident on a target object and light from the target object, with respect to a light receiving unit for detecting light from the target object; and a step of measuring the shape of the target object on the basis of the optical path if the light receiving unit has detected the light from the target object.

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：測定装置は、対象物の形状を光により測定する。測定装置は、対象物からの光を検出するための受光部に対する、対象物に入射する光及び前記対象物からの光の少なくとも一方の光路を変化させる制御部と、受光部が前記対象物からの光を検出した場合の前記光路に基づいて、対象物の形状を測定する測定部とを備える。対象物の形状を光により測定する測定方法は、対象物からの光を検出するための受光部に対する、対象物に入射する光及び対象物からの光の少なくとも一方の光路を変化させる段階と、受光部が対象物からの光を検出した場合の光路に基づいて、対象物の形状を測定する段階とを備える。

明 細 書

発明の名称：測定装置、光学式センサ、測定方法及びプログラム
技術分野

[0001] 本発明は、測定装置、光学式センサ、測定方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 測定対象物に照射した投光ビームの反射光を２次元イメージセンサによって受光して、受光レベルのピーク位置から物体の表面までの変位又は距離を算出する光式変位センサが知られている（例えば、特許文献１参照）。

特許文献１ 特開２００４－１７０４３７号公報

解決しようとする課題

[0003] 対象物からの光を２次元センサで受光する方式は、測定精度又は測定範囲が２次元センサの素子配置の影響を受け易いという課題があった。

一般的開示

[0004] 本発明の第１の態様においては、測定装置が提供される。測定装置は、対象物の形状を光により測定してよい。測定装置は、対象物からの光を検出するための受光部に対する、対象物に入射する光及び対象物からの光の少なくとも一方の光路を変化させる制御部を備えてよい。測定装置は、受光部が対象物からの光を検出した場合の光路に基づいて、対象物の形状を測定する測定部を備えてよい。

[0005] 測定装置は、光路を変更する光素子を備えてよい。制御部は、光素子の状態を変化させることにより、受光部に対して光路を変化させてよい。

[0006] 光素子は、屈折又は回折により光路を変更してよい。制御部は、光素子の向きを変化させることにより、受光部に対して光路を変化させてよい。測定部は、受光部が対象物からの光を検出した場合の光素子の向きに基づいて、対象物の形状を測定してよい。

[0007] 光素子は、１つ以上のプリズムを有してよい。制御部は、プリズムの向きを変化させることにより、受光部に対して光路を変化させてよい。測定部は

、受光部が対象物からの光を検出した場合のプリズムの向きに基づいて、対象物の形状を測定してよい。

[0008] 光素子は、反射により光路を変更してよい。制御部は、光素子の向きを変化させることにより、受光部に対して光路を変化させてよい。測定部は、受光部が対象物からの光を検出した場合の光素子の向きに基づいて、対象物の形状を測定してよい。

[0009] 制御部は、受光部によって対象物からの光が検出されるまで、受光部に対して光路を変化させてよい。

[0010] 制御部は、受光部によって対象物からの光が検出されるまで、受光部の位置を変化させてよい。

[0011] 受光部は、光路の変化方向に略直交するように設けられたラインセンサであってよい。

[0012] 受光部は、エリアセンサであってよい。制御部は、対象物からの光の光路を第1の光路にして、対象物からの光をエリアセンサの第1の領域に入射させてよい。制御部は、対象物からの光の光路を第1の光路から第2の光路に変化させて、対象物からの光をエリアセンサの第2の領域に入射させてよい。測定部は、エリアセンサの第1の領域に設けられた複数の受光素子による対象物からの光の検出結果と、エリアセンサの第2の領域に設けられた複数の受光素子による対象物からの光の検出結果とに基づいて、対象物の形状を測定してよい。

[0013] 受光部は、エリアセンサであってよい。測定装置は、第1の測定モードにおいて、制御部は、エリアセンサに対して光路を変化させてよい。測定部は、エリアセンサ上の予め定められた位置で対象物からの光が検出された場合の光路に基づいて、対象物の形状を測定してよい。第2の測定モードにおいて、制御部は、エリアセンサに対して光路が固定された状態でエリアセンサに対象物からの光を受光させてよい。測定部は、エリアセンサ上における、対象物からの光が検出された位置に基づいて、対象物の形状を測定してよい。測定装置は、第1の測定モードと第2の測定モードとを切り換える切替部

を備えてよい。

[0014] 本発明の第2の態様においては、光学式センサが提供される。光学式センサは、上記の測定装置と、受光部とを備えてよい。

[0015] 光学式センサは、対象物に入射する光を出射する発光部を備えてよい。

[0016] 本発明の第3の態様においては、測定方法が提供される。測定方法は、対象物の形状を光により測定してよい。測定方法は、対象物からの光を検出するための受光部に対する、対象物に入射する光及び対象物からの光の少なくとも一方の光路を変化させる段階を備えてよい。測定方法は、受光部が対象物からの光を検出した場合の光路に基づいて、対象物の形状を測定する段階を備えてよい。

[0017] 本発明の第4の態様においては、プログラムが提供される。プログラムは、対象物の形状を測定するためのプログラムであってよい。プログラムは、コンピュータに、対象物からの光を検出するための受光部に対する、対象物に入射する光及び対象物からの光の少なくとも一方の光路を変化させる手順を実行させてよい。プログラムは、受光部が対象物からの光を検出した場合の光路に基づいて、対象物の形状を測定する手順を実行させてよい。

[0018] 上記の発明の概要は、本発明の特徴の全てを列挙したものではない。これらの特徴群のサブコンビネーションも発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]第1実施形態における光学式センサ10の機能構成の一例を概略的に示す。

[図2]光素子100の一例としてのプリズム系200を概略的に示す。

[図3]H1位置からの光が受光部130に入射する場合のプリズム系200の状態を示す。

[図4]H2位置からの光が受光部130に入射する場合のプリズム系200の状態を示す。

[図5]H3位置からの光が受光部130に入射する場合のプリズム系200の状態を示す。

[図6]プリズム系200の回転角度 θ に対する受光強度 I の依存性を示すグラフである。

[図7]プリズム系200の回転角度 θ と対象物の高さ H との対応関係をテーブル形式で示す。

[図8]対象物の形状を光により測定する測定方法の一例を示すフローチャートである。

[図9]第2実施形態における光学式センサ910の機能構成の一例を概略的に示す。

[図10]照射されるライン光を、受光部130で得られる受光強度 I の信号とともに概略的に示す。

[図11]第3実施形態における光学式センサ1110の機能構成の一例を概略的に示す。

[図12]受光部1130における受光素子配置と反射光の強度分布を概略的に示す。

[図13]プリズム系200の回転角度 θ を変化させた場合の反射光の強度分布を概略的に示す。

[図14]第1実施形態の第1変形例としての光学式センサ1410の投光系90及び受光系1460を概略的に示す。

[図15]第1実施形態の第2変形例としての光学式センサ1510の投光系90及び受光系1560を概略的に示す。

[図16]第1実施形態の第3変形例としての光学式センサ1610の投光系90及び受光系1660を概略的に示す。

[図17]第4実施形態における光学式センサ1710の機能構成の一例を概略的に示す。

[図18]第5実施形態における光学式センサ1810の機能構成の一例を概略的に示す。

[図19]複数の実施形態が全体的または部分的に具現化され得るコンピュータ2000の例を示す。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0021] 図1は、第1実施形態における光学式センサ10の機能構成の一例を概略的に示す。光学式センサ10は、測定装置20と、駆動装置110と、投光系90と、受光系60とを備える。投光系90は、発光部180と、レンズ170とを備える。受光系60は、光素子100と、レンズ120と、受光部130とを備える。測定装置20は、制御部140と、測定部150とを有する。

[0022] 測定装置20は、対象物の形状を光により測定する。具体的には、測定装置20は、対象物の高さを測定することにより、対象物の形状を測定する。本実施形態において、測定装置20は、対象物の表面の、予め定められた基準面からの高さHを測定する。本実施形態において、「高さ」は、投光系90の光軸に沿う方向における、基準面からの距離を示す。本実施形態において、対象物の表面の、予め定められた基準面からの高さのことを「対象物の高さ」と呼ぶ場合がある。

[0023] 本実施形態において、対象物の表面が基準面から高さH1にある場合と、対象物の表面が基準面から高さH2にある場合と、対象物の表面が基準面から高さH3にある場合とを特に取り上げて説明する場合がある。本実施形態の説明において、表面が基準面からH1の高さにある対象物の反射光を、H1位置からの光と呼ぶ場合がある。同様に、表面が基準面からH2の高さにある対象物の反射光を、H2位置からの光と呼び、表面が基準面からH3の高さにある対象物の反射光を、H3位置からの光と呼ぶ場合がある。

[0024] また、実施形態の説明において、 x y z 座標系を用いて方向等を表す場合がある。直交座標系の z 軸を、投光系90の光軸に平行な向きに定める。投光系90からの光が進む方向を、 z 軸マイナス方向とする。また、投光系9

0の光軸及び受光系60の光軸を含む面がy z面に平行になるように、y軸を定める。x軸、y軸、z軸は右手系の直交座標系とする。また、実施形態の説明において、受光部130の方向等を表す場合に、XYZ座標系を用いる場合がある。Z軸は、受光部130の光軸に平行な方向に定める。X軸は、x軸と同じ方向に定める。X軸、Y軸、Z軸は右手系の直交座標系とする。

[0025] 投光系90において、発光部180は、対象物の形状を測定するための光を出射する。発光部180は、例えばレーザダイオード(LD)であり、レーザ光を出射する。発光部180が出射した光は、対象物に入射する。対象物に入射した光は、対象物の表面で反射する。受光系60には、対象物の表面で反射した光のうちの少なくとも一部の光が入射する。

[0026] 受光系60に入射した光は、光素子100及びレンズ120を通過して、受光部130に入射する。受光部130は、対象物からの光を検出するための部材である。本実施形態において、受光部130は、単一の受光素子を備えとする。受光素子は、例えばフォトダイオード等の光電変換素子であってよい。

[0027] 光素子100は、対象物からの光の光路中に設けられる。光素子100は、対象物からの光の光路を変化させる。光素子100は、光路の変更量が可変な光素子である。制御部140は、光素子100の状態を変化させることにより、受光部130に対して光路を変化させる。

[0028] 駆動装置110は、制御部140の制御に従って、光素子100が変更する光路の変更量を変化させる。対象物の表面が基準面からH1の高さにある場合、H1位置からの光は、光素子100を通過して受光部130に入射する。駆動装置110は、H2位置からの光が、受光部130に入射するように、光素子100による光路の変更量を変化させることができる。また、駆動装置110は、H3位置からの光が、受光部130に入射するように、光素子100による光路の変更量を変化させることができる。

[0029] このように、制御部140は、受光部130に対する、対象物からの光の

光路を変化させる。具体的には、制御部 140 は、駆動装置 110 を制御することにより、光素子 100 による光路の変更量を変化させる。そして、測定部 150 は、受光部 130 が対象物からの光を検出した場合の光路に基づいて、対象物の形状を測定する。例えば、測定部 150 は、駆動装置 110 の駆動量を、制御部 140 から取得する。測定部 150 は、受光部 130 が対象物からの光を検出した場合における駆動量に基づいて、基準面からの対象物の表面の高さ H を算出する。これにより、測定部 150 は、対象物の表面形状を測定する。

[0030] 光学式センサ 10 によれば、受光部 130 が対象物からの光を受光するように光素子 100 を制御することによって、対象物の形状を測定することができる。そのため、対象物の形状を 2 次元センサの受光レベルから測定する場合に比べて、対象物の形状の測定結果が 2 次元センサの素子配列の影響を受けにくくすることができる。

[0031] 図 2 は、光素子 100 の一例としてのプリズム系 200 を概略的に示す。プリズム系 200 は、第 1 プリズム 101 と第 2 プリズム 102 とを備える。第 1 プリズム 101 及び第 2 プリズム 102 は、それぞれウェッジプリズムである。プリズム系 200 は、リズレープリズム対を形成する。

[0032] プリズム系 200 は、プリズム系 200 を通過する光の光路を変更する。具体的には、図 2 に示されるように、プリズム系 200 は、プリズム系 200 への入射光を偏向する。より具体的には、プリズム系 200 への入射光は、第 1 プリズム 101 及び第 2 プリズム 102 によってそれぞれ偏向される。これにより、プリズム系 200 からの出射光は、入射光とは異なる向きに進む。

[0033] 第 1 プリズム 101 及び第 2 プリズム 102 は、プリズム系 200 の光軸 AX を中心に回転可能に設けられる。駆動装置 110 は、第 1 プリズム 101 及び第 2 プリズム 102 を互いに逆回りに回転させる。制御部 140 は、第 1 プリズム 101 及び第 2 プリズム 102 の回転角度を示す角度 θ を、駆動量として駆動装置 110 に出力する。この場合、駆動装置 110 は、第 1

プリズム 101 の回転角度が基準角度から θ になり、第 2 プリズム 102 の回転角度が基準角度から $-\theta$ になるように、第 1 プリズム 101 及び第 2 プリズム 102 を回転させる。これにより、入射光に対する出射光の偏向角 ϕ が、回転角度 θ に応じて変化する。

[0034] このように、制御部 140 は、第 1 プリズム 101 及び第 2 プリズム 102 の向きを変化させることにより、受光部 130 に対して光路を変化させる。プリズム系 200 において、第 1 プリズム 101 及び第 2 プリズム 102 の向きとは、プリズム系 200 の光軸 AX のまわりの回転角度に対応する。測定部 150 は、受光部 130 が対象物からの光を検出した場合のプリズムの向きに基づいて、対象物の形状を測定することができる。後述する。なお、プリズム系 200 は、屈折により光路を変更する光素子の一例である。

[0035] なお、駆動装置 110 はガルバノモータであってよい。駆動装置 110 として、ガルバノモータの他に、サーボモータ、ステッピングモータ等、様々なアクチュエータを適用できる。

[0036] なお、本実施形態では、回転角度 θ の符号について、入射光の進行方向に見た場合の右回り方向をプラス方向として説明する場合がある。また、基準角度に対する第 1 プリズム 101 の回転角度を、「プリズム系 200 の回転角度」と呼ぶ場合がある。

[0037] 図 3 は、H1 位置からの光が受光部 130 に入射する場合のプリズム系 200 の状態を示す。この状態を第 1 の状態と呼ぶ。第 1 の状態において、第 1 プリズム 101 の入射側の面は、第 2 プリズム 102 の出射側の面と平行となっている。この場合、H1 位置からの光は、yz 面内において実質的に直進する。

[0038] 図 4 は、H2 位置からの光が受光部 130 に入射する場合のプリズム系 200 の状態を示す。この状態を第 2 の状態と呼ぶ。第 2 の状態は、図 3 の第 1 の状態に対して、第 1 プリズム 101 を -90° 回転させ、第 2 プリズム 102 を 90° 回転させた状態である。

[0039] 図 5 は、H3 位置からの光が受光部 130 に入射する場合のプリズム系 2

00の状態を示す。この状態を第2の状態と呼ぶ。第2の状態は、図3の第1の状態に対して、第1プリズム101を 90° 回転させ、第2プリズム102を -90° 回転させた状態である。

[0040] 図6は、プリズム系200の回転角度 θ に対する受光強度 I の依存性を示すグラフである。制御部140は、駆動装置110を制御することにより、プリズム系200の回転角度 θ を時間的に変化させる。測定部150は、受光部130が出力する受光量信号に基づいて、受光部130の受光強度 I の時間変化を検出する。上述したように、プリズム系200の回転角度 θ を変化させていくと、対象物の表面の位置に対応する角度において、受光部130の受光強度 I のピークが得られる。

[0041] 測定部150は、受光部130の受光強度 I を解析することにより、受光強度 I のピークが得られたときのプリズム系200の回転角度 θ_1 を特定する。測定部150は、特定した回転角度 θ_1 に基づいて、対象物の表面の高さ H を算出する。

[0042] 図7は、プリズム系200の回転角度 θ と対象物の高さ H との対応関係をテーブル形式で示す。測定部150は、プリズム系200の回転角度 θ を対象物の高さ H を対応付ける対応付け情報を記憶する。ここで回転角度 θ は、受光強度 I のピークが得られたときの回転角度である。図7では、対応付け情報の一例としてのテーブルを示す。テーブルは、複数の回転角度 θ のそれぞれに対して、対象物の高さ H を対応付ける。

[0043] 測定部150は、受光強度 I のピークが得られたときのプリズム系200の回転角度 θ が得られた場合、当該テーブルを参照して、テーブルによって回転角度 θ に対応づけられている H を、物体の高さとして特定する。例えば、測定部150は、受光強度 I のピークが得られたときのプリズム系200の回転角度が θ_1 である場合、 θ_1 に対応づけられている H_1 を、物体の高さとして特定する。なお、対応付け情報において参照する回転角度 θ が離散値である場合、測定部150は、特定した回転角度に最も近い回転角度 θ に対応付けられている物体の高さ H を、物体の高さとして算出してよい。また

、測定部 150 は、複数の回転角度 θ に対応づけられた複数の H を用いて補間演算等を行うことによって、物体の高さを算出してもよい。

[0044] 対象物の高さ H は、三角測量の原理に基づいて、発光部 180 及び受光部 130 の位置、発光部 180 からの照射光の光軸の角度、受光部 130 及びレンズ 120 からなる光学系の光軸の角度、並びに、プリズム系 200 による光路変更量から定まる。一般に、三角測量においては、2つの基準点のそれぞれから測定対象点への角度を測定して、測定された角度と、2つの基準点の位置とに基づいて、2つの基準点を結ぶ基線に対する測定対象点の位置を算出する。光学式センサ 10 において、プリズム系 200 が入射光の光路を変更しないとすると、発光部 180 及び受光部 130 が、三角測量における2つの基準点に対応し、発光部 180 からの照射光の光軸の角度、及び、受光部 130 及びレンズ 120 からなる光学系の光軸の角度が、三角測量における各基準点から測定対象点への角度に対応する。これにより、三角測量の原理に基づいて、発光部 180 と発光部 180 とを結ぶ基線に対する対象物の位置を測定することができ、それにより、特定の基準面からの対象物の高さ H を測定できる。光学式センサ 10 においてはプリズム系 200 が光路を変更する。そのため、受光部 130 の位置に対応する三角測量の基準点の位置、及び、当該基準点から測定対象点の角度の少なくとも一方が、プリズム系 200 の光路変更量に応じて変化するが、それらは、プリズム系 200 の回転角度 θ と、受光部 130 の位置と、受光部 130 及びレンズ 120 からなる光学系の光軸の角度とによって定まる。よって、対象物の高さ H は、発光部 180 及び受光部 130 の位置、発光部 180 からの照射光の光軸の角度、受光部 130 及びレンズ 120 からなる光学系の光軸の角度、並びに、プリズム系 200 の回転角度 θ から算出することができる。よって、発光部 180 及び受光部 130 の位置、発光部 180 からの照射光の光軸の角度、受光部 130 及びレンズ 120 からなる光学系の光軸の角度が固定の場合、複数の回転角度 θ のそれぞれについて対象物の高さ H を予め算出しておき、図 7 に示すように回転角度 θ と対象物の高さ H との対応関係をテーブルと

して格納することができる。

[0045] なお、測定部 150 は、テーブルを用いることなく、上述した対象物の高さ H の算出方法を適用して、発光部 180 及び受光部 130 の位置、発光部 180 からの照射光の光軸の角度、受光部 130 及びレンズ 120 からなる光学系の光軸の角度、並びに、受光強度 I のピークが得られたときのプリズム系 200 の回転角度 θ を用いた演算により、対象物の高さ H を算出してよい。発光部 180 及び受光部 130 の位置、発光部 180 からの照射光の光軸の角度、受光部 130 及びレンズ 120 からなる光学系の光軸の角度が固定の場合は、測定部 150 は、受光強度 I のピークが得られたときのプリズム系 200 の回転角度 θ を用いた演算により、対象物の高さ H を算出してよい。対象物の高さ H を算出するための演算の実現方法として、発光部 180 及び受光部 130 の位置、発光部 180 からの照射光の光軸の角度、受光部 130 及びレンズ 120 からなる光学系の光軸の角度、並びに、プリズム系 200 の回転角度 θ を引数とする関数を用いてよい。

[0046] 上述したテーブルや関数は、プリズム系 200 の回転角度 θ に基づいて対象物の高さ H を特定するための対応付け情報の一例である。対応付け情報は、テーブルや関数に限られない。対応付け情報として、テーブル及び関数以外の様々なデータを採用できる。

[0047] 図 8 は、対象物の形状を光により測定する測定方法の一例を示すフローチャートである。

[0048] S802 において、制御部 140 は、駆動装置 110 を制御して、プリズム系 200 の回転角度が予め定められた走査開始角度になるまで、プリズム系 200 を回転させる。S804 において、制御部 140 は、発光部 180 を制御して、発光部 180 から光を出射させる。

[0049] S806 において、測定部 150 は、受光部 130 からの受光量信号の読み出しを開始する。S808 において、制御部 140 は、駆動装置 110 を制御して、プリズム系 200 の回転を開始させる。ステップ S810 において、制御部 140 は、プリズム系 200 の回転角度が予め定められた走査終

了角度に到達したか否かを判断する。S 8 1 0において、プリズム系2 0 0の回転角度が走査終了角度に到達していないと判断した場合、プリズム系2 0 0の回転角度が走査終了角度に到達するまで、S 8 1 0の判断を繰り返す。

[0050] S 8 1 0においてプリズム系2 0 0の回転角度が走査終了角度に到達したと判断された場合、S 8 1 2において、測定部1 5 0は、受光部1 3 0から得られた受光強度Iのデータに基づいて、受光部1 3 0の受光強度Iがピークとなる回転角度 θ を算出する。測定部1 5 0は、S 8 1 4において、受光部1 3 0の受光強度Iがピークとなる回転角度 θ に基づいて、対象物の高さHを算出する。測定装置2 0は、S 8 1 6において、S 8 1 4で算出した対象物の高さHのデータを、測定部1 5 0の外部に出力して、処理を終了する。

[0051] なお、本フローチャートによれば、S 8 1 0において、走査終了角度に到達するまでプリズム系2 0 0を回転させる。これに代えて、制御部1 4 0は、受光強度Iのピークが検出された場合には、プリズム系2 0 0の回転を停止してよい。このように、制御部1 4 0は、受光部1 3 0によって対象物からの光が検出されるまで、受光部1 3 0に対して光路を変化させてよい。

[0052] なお、測定装置2 0の機能は、コンピュータによって実現されてよい。例えば、制御部1 4 0及び測定部1 5 0の機能は、コンピュータが備えるプロセッサによって実現されてよい。例えば、コンピュータにロードされるプログラムが、図8のフローチャートで示される手順や、制御部1 4 0及び測定部1 5 0の機能を実現するための手順をプロセッサに実行させてよい。また、コンピュータが備えるプロセッサがプログラムを実行することによって、制御部1 4 0に、駆動装置1 1 0、受光部1 3 0及び発光部1 8 0のそれぞれに対する制御信号を出力させ、測定部1 5 0に、受光部1 3 0が受光した光量を示す受光量信号を受光部1 3 0から取得させてよい。測定装置2 0の具体的なハードウェア構成については後述する。

[0053] 以上に説明した光学式センサ1 0によれば、2次元センサのように複数の

受光素子を２次元的に設ける必要がない。また、２次元センサの複数の受光素子の出力からピークを算出する必要がない。そのため、測定結果が２次元センサの複数の受光素子の解像力の影響を受けにくい。例えば、対象物の高さ H の測定精度が２次元センサの受光素子のピッチ幅の広さによって低下することを抑制できる。また、光学式センサ１０においては、光素子１００としてプリズム系２００を用いている。これにより、光路を変更しても、光路長が大きく変化することがない。そのため、光の歪みや広がり光路によって大きな差異が生じないようにすることができる。そのため、対象物の高さ H の測定精度を高めることができる。

[0054] 第１実施形態の光学式センサ１０は、受光部１３０が単一の受光素子を備えるとした。受光部１３０に代えて、ラインセンサを用いることができる。受光部としてラインセンサを用いる形態を第２実施形態として説明する。

[0055] 図９は、第２実施形態における光学式センサ９１０の機能構成の一例を概略的に示す。光学式センサ９１０は、測定装置２０と、駆動装置１１０と、投光系９９０と、受光系９６０とを備える。投光系９９０は、発光部９８０と、レンズ９７０とを備える。受光系９６０は、光素子１００と、レンズ１２０と、受光部９３０とを備える。測定装置２０は、制御部１４０と、測定部１５０とを有する。

[0056] 光学式センサ９１０が備える構成要素のうち、第１実施形態における光学式センサ１０が備える構成要素と略同一の機能を有する構成要素には、同じ符号が付されている。そのため、光学式センサ９１０については、主として光学式センサ１０との相違点を説明し、重複する説明を省略する場合がある。

[0057] 発光部９８０は、少なくとも x 軸方向に広がり有する光を発する。レンズ９７０は、発光部９８０からの光を、 x 軸方向に広がり有するライン光に変換して対象物に照射する。このように、投光系９９０は、 x 軸方向に広がり有するライン光を対象物に照射する。すなわち、投光系９９０は、 y z 面に略直交する方向に広がったライン光を照射する。

- [0058] 受光部 930 は、ラインセンサである。受光部 930 は、長手方向が x 軸に沿うように配置される。具体的には、受光部 930 の複数の受光素子が、 x 軸に沿う方向に配列される。すなわち、受光部 930 は、照射光の光軸及び受光部 930 の光軸を含む面に略直交するように設けられる。光素子 100 は、光路を $y-z$ 面内で変化させる。よって、受光部 930 は、光素子 100 による光路の変化方向に略直交するよう設けられていることになる。
- [0059] 図 10 は、照射されるライン光を、受光部 130 で得られる受光強度 I の信号とともに概略的に示す。図 10 は、受光部 930、発光部 980 及びレンズ 970 の配置及びライン光の状態を、 y 軸に沿う方向から見た図である。図 10 において、ライン光は実線で表される。受光部 930 が受光し得る反射光の範囲は、図 10 において破線で表される。
- [0060] 一点鎖線は、対象物 1000 の高さ H が低い部分の表面からの反射光の光路を示す。グラフ 1001 は、対象物 1000 の高さ H が低い部分の表面からの反射光の受光強度 I を示す。二点鎖線は、対象物 1000 の高さ H が高い部分の表面からの反射光の光路を示す。グラフ 1002 は、対象物 1000 の高さ H が高い部分の表面からの反射光の受光強度 I のグラフである。グラフ 1001 及びグラフ 1002 は共に、プリズム系 200 の回転角度 θ に対する依存性を示す。
- [0061] グラフ 1001 及びグラフ 1002 に示されるように、受光強度 I のピークが得られる回転角度 θ が、対象物 1000 の表面の高さ H によって変化する。測定部 150 は、受光部 930 が有する各受光素子で受光強度 I のピークが得られる回転角度 θ から、各受光素子に対応する位置の高さ H を算出することができる。このように、光学式センサ 910 によれば、光切断法を適用して対象物 1000 の形状を測定することができる。
- [0062] 一般に、エリアセンサに比べると、ラインセンサにおいては、一列あたりの受光素子数を容易に高めることができる。そのため、受光部 930 としてラインセンサを適用することで、エリアセンサを適用する場合に比べて、対象物 1000 の表面形状の測定可能範囲を広げることができる。

[0063] また、エリアセンサに比べると、ラインセンサにおいては、一列に配置する受光素子の配置密度を比較的容易に高めることができる。そのため、受光部 930 としてラインセンサを適用することで、エリアセンサを適用する場合に比べて、対象物 1000 の x 軸方向の空間分解能を高めることができる。また、第 1 実施形態の光学式センサ 10 に関連して説明したように、光素子 100 により光路を変更して受光部 930 で検出するので、測定結果が複数の受光素子の解像力の影響を受けにくい。そのため、例えば、対象物 1000 の高さ H の測定精度が複数の受光素子のピッチ幅の広さによって低下することを抑制できる。

[0064] 図 11 は、第 3 実施形態における光学式センサ 1110 の機能構成の一例を概略的に示す。光学式センサ 1110 は、測定装置 1120 と、駆動装置 110 と、投光系 990 と、受光系 1160 とを備える。投光系 990 は、発光部 980 と、レンズ 970 とを備える。受光系 1160 は、光素子 100 と、レンズ 120 と、受光部 1130 とを備える。測定装置 1120 は、制御部 140 と、測定部 150 と、切換部 1142 とを有する。

[0065] 光学式センサ 1110 が備える構成要素のうち、第 2 実施形態における光学式センサ 910 が備える構成要素と略同一の機能を有する構成要素には、同じ符号が付されている。そのため、光学式センサ 1110 については、主として光学式センサ 910 との相違点を説明し、重複する説明を省略する場合がある。

[0066] 受光部 1130 は、エリアセンサである。受光部 1130 は、長手方向が x 軸に沿うように配置される。第 1 の測定モードにおいては、制御部 140 は、受光部 1130 に対して光路を変化させる。そして、測定部 150 は、受光部 1130 上の予め定められた位置で対象物からの光が検出された場合の光路に基づいて、対象物の形状を測定する。具体的には、第 1 の測定モードにおいて、第 2 実施形態に関連して説明したように、光素子 100 により光路を変化させながら、特定の行に設けられた複数の受光素子のそれぞれの受光強度 I を検出することによって、光切断法を適用して、対象物の高さ H

を測定する。なお、第1実施形態に関連して説明したように、光素子100により光路を変化させながら、受光部1130が有する複数の受光素子のうち、特定位置にある単一の受光素子の受光強度 I を検出することによって、対象物の高さ H を測定してよい。

[0067] 一方、第2の測定モードにおいて、制御部140は、受光部1130に対して光路が固定された状態で受光部1130に対象物からの光を受光させる。そして、制御部140は、受光部1130上における、対象物からの光が検出された位置に基づいて、対象物の形状を測定する。具体的には、測定部150は、受光部1130においてY方向に配置された複数の受光素子から得られる受光強度分布から、対象物の高さ H を算出する。

[0068] 切換部1142は、第1の測定モードと第2の測定モードとを切り換える。切換部1142は、光学式センサ1110を使用するユーザの選択に基づいて、第1の測定モードと第2の測定モードとを切り換えてよい。切換部1142は、要求される測定精度に基づいて、第1の測定モードと第2の測定モードとを切り換えてよい。一例として、測定精度が要求される場合に第1の測定モードに切り換え、測定精度が要求される場合に第2の測定モードに切り換えてよい。

[0069] 図12は、受光部1130における受光素子配置と反射光の強度分布を概略的に示す。図12において、○は受光素子の位置を示す。対象物の高さ H がx軸方向に一定な部分からの反射光は、図12の強度分布1200に示す帯状の強度分布を持って受光部1130に入射する。強度分布1200の濃淡は、光強度の大きさを示す。濃淡の濃い部分が、光強度の大きい部分を表す。

[0070] 受光部1130のY軸方向における強度分布のピーク位置は、行1201と行1202との間に存在する。Y軸方向における強度分布のピーク位置を演算で算出する場合、ピーク位置の算出結果には、Y軸方向の受光素子のピッチ幅に応じた誤差が含まれ得る。したがって、対象物の形状の測定結果には、Y軸方向の受光素子のピッチ幅に応じた誤差が含まれ得る。

[0071] 図13は、プリズム系200の回転角度 θ を変化させた場合の反射光の強度分布を概略的に示す。プリズム系200の回転角度 θ を変化させると、図12の強度分布1200に対応する部分はY軸方向にシフトする。測定部150は、強度分布のピーク位置が行1201と一致したときの回転角度 θ と、行1201の位置とに基づいて、対象物の高さHを算出する。これにより、ピーク位置を高い精度で特定できるので、対象物の高さHの測定誤差を低減することができる。

[0072] このように、制御部140は、強度分布のピーク位置が受光素子の行と一致するように、対象物からの光の光路をy-z面内において変化させる。測定部150は、制御部140が光路を変化させることによって得られた複数回の測定結果を用いて、対象物の高さHの測定誤差を低減することができる。

[0073] ここで、光素子100は、光路をy-z面内において変更することに代えて、又は、光路をy-z面内において変更することに加えて、x-z面内において光路を変化させることができるように構成されてよい。「x-z面内において光路を変更する」とは、x-z面に投影した場合の光路を変更することを意味する。x-z面内において光路を変更すれば、受光部1130の受光素子が検出可能な対象物の位置をx軸方向にずらすことができる。そこで、制御部140は、受光部1130の受光素子が検出可能な対象物の位置が受光素子のピッチ幅未満の距離だけずれるように、光素子100を用いて対象物からの光の光路を変更する。そして、測定部150は、制御部140が光路を変化させることによって得られた複数回の測定結果を用いて、対象物の高さHを高い空間分解能で算出することができる。

[0074] このように、制御部140は、対象物からの光の光路を第1の光路にして、対象物からの光を受光部1130の第1の領域に入射させる。また、制御部140は、対象物からの光の光路を第1の光路から第2の光路に変化させて、対象物からの光を受光部1130の第2の領域に入射させる。そして、測定部150は、受光部1130の第1の領域に設けられた複数の受光素子による対象物からの光の検出結果と、受光部1130の第2の領域に設けら

れた複数の受光素子による対象物からの光の検出結果とに基づいて、対象物の形状を測定する。

[0075] 図14は、第1実施形態の第1変形例としての光学式センサ1410の投光系90及び受光系1460を概略的に示す。光学式センサ1410は、光素子100としてのプリズム系200に代えて、平板1400を用いた点で、光学式センサ10と異なる。そのため、光学式センサ1410については、主として光学式センサ10との相違点を説明し、重複する説明を省略する場合がある。

[0076] 平板1400は、光が入射する面である入射面と光が出射する面である出射面とを有する。入射面は出射面と平行である。入射面及び出射面はx軸に平行に設けられる。平板1400は、x軸に平行な軸AX1を中心に回転可能に設けられる。制御部140は、駆動装置110を制御して、平板1400を軸AX1まわりに回転させる。制御部140は、予め定められた基準角度を基準にした平板1400の角度 α を示す情報を、駆動装置110に出力する。

[0077] 図14において、H2位置からの光路が実線で示され、H3位置からの光路が破線で示されている。平板1400が図14の実線で示される角度の状態にある場合、H2位置からの光は受光部130に入射し得る。また、平板1400が図14の破線で示される角度の状態にある場合、H3位置からの光は受光部130に入射し得る。したがって、測定部150は、受光部130で光が検出された場合の平板1400の角度 α に基づいて、対象物の高さHを算出する。

[0078] このように、制御部140は、平板1400の向きを変化させることにより、受光部130に対して光路を変化させる。そして、測定部150は、受光部130が対象物からの光を検出した場合の平板1400の向きに基づいて、対象物の形状を測定する。なお、平板1400は、屈折により光路を変更する光素子の一例である。

[0079] 図15は、第1実施形態の第2変形例としての光学式センサ1510の投

光系 90 及び受光系 1560 を概略的に示す。光学式センサ 1510 は、光素子 100 としてのプリズム系 200 に代えて、平板ミラー 1500 を用いた点で、光学式センサ 10 と異なる。そのため、光学式センサ 1510 については、主として光学式センサ 10 との相違点を説明し、重複する説明を省略する場合がある。

[0080] 平板ミラー 1500 は、 x 軸に平行な軸 $A \times 2$ を中心に回転可能に設けられる。制御部 140 は、駆動装置 110 を制御して、平板ミラー 1500 を軸 $A \times 2$ まわりに回転させる。制御部 140 は、予め定められた基準角度を基準にした平板ミラー 1500 の角度 β を示す情報を、駆動装置 110 に出力する。

[0081] 図 15 において、H2 位置からの光路が実線で示され、H3 位置からの光路が破線で示されている。平板ミラー 1500 が図 15 の実線で示される角度の状態にある場合、H2 位置からの光は受光部 130 に入射し得る。また、平板ミラー 1500 が図 15 の破線で示される角度の状態にある場合、H3 位置からの光は受光部 130 に入射し得る。制御部 140 は、平板ミラー 1500 の向きを変化させることにより、受光部 130 に対する、対象物からの光の光路を変化させる。そして、測定部 150 は、受光部 130 で光が検出された場合の平板ミラー 1500 の角度に基づいて、対象物の高さ H を算出する。このようにして、測定部 150 は、受光部 130 が対象物からの光を検出した場合の平板ミラー 1500 の向きに基づいて、対象物の形状を測定する。

[0082] なお、光学式センサ 1510 においては、1つの反射面を有する平板ミラー 1500 を例示した。平板ミラー 1500 は、反射により光路を変更する光素子の一例である。他の変形例として、平板ミラー 1500 に代えて、ポリゴンミラー、ガルバノミラー等を適用することができる。

[0083] 図 16 は、第 1 実施形態の第 3 変形例としての光学式センサ 1610 の投光系 90 及び受光系 1660 を概略的に示す。光学式センサ 1610 は、光素子 100 としてのプリズム系 200 に代えて、音響光学偏向器 1600 を

用いた点で、光学式センサ 10 と異なる。そのため、光学式センサ 1610 については、主として光学式センサ 10 との相違点を説明し、重複する説明を省略する場合がある。

[0084] 音響光学偏向器 1600 は、第 1 音響光学偏向器 1601 と、第 2 音響光学偏向器 1602 とを備える。第 1 音響光学偏向器 1601 及び第 2 音響光学偏向器 1602 は、いずれも、圧電素子等の振動子により超音波が加えられる弾性媒体を有する。超音波により弾性媒体内に生成された粗密波の回折格子によって、入射光が回折され得る。例えば、第 1 音響光学偏向器 1601 及び第 2 音響光学偏向器 1602 は、ブラッグ効果により入射光を回折する。回折が生じる入射角度は超音波の周波数によって変化する。したがって、制御部 140 は、第 1 音響光学偏向器 1601 及び第 2 音響光学偏向器 1602 に設けられた振動子に印加する電気信号の周波数 f を示す情報を駆動装置 110 に出力する。駆動装置 110 は、制御部 140 から指定された周波数 f で第 1 音響光学偏向器 1601 及び第 2 音響光学偏向器 1602 のそれぞれの振動子を駆動することにより、特定の入射角で入射する光を偏向させる。

[0085] 図 16 において、H2 位置からの光路が実線で示され、H3 位置からの光路が破線で示されている。音響光学偏向器 1600 が図 16 の実線で示される入射角の光を偏向する状態にある場合、H2 位置からの光が受光部 130 に入射し得る。また、音響光学偏向器 1600 が図 16 の破線で示される入射角の光を偏向する状態にある場合、H3 位置からの光が受光部 130 に入射し得る。したがって、測定部 150 は、受光部 130 で光が検出された場合の音響光学偏向器 1600 に供給された周波数 f に基づいて、対象物の高さ H を算出する。

[0086] なお、光学式センサ 1610 においては、2つの音響光学偏向器を用いて対象物からの光の光路を移動させて受光部 130 に受光させるが、音響光学偏向器の数は2つに限られない。例えば、1つの音響光学偏向器を用いて光路の角度を変化させることで、対象物からの光を受光部 130 に受光させて

よい。また、受光部 130 に代えて、受光部 930 のようなラインセンサ又は受光部 1130 のようなエリアセンサを用いる場合も同様に、1 つ以上の音響光学偏向器を用いて光路を変化させることで、ラインセンサ又はエリアセンサ上のいずれかの受光素子に対象物からの光を受光させてよい。

[0087] なお、光学式センサ 1610 における音響光学偏向器 1600 に代えて、電気光学偏向器を適用してよい。電気光学偏向器としては、KTN 結晶や液晶等の、電界に応じて屈折率が変化する電気光学効果を持つ光素子を例示できる。電気光学偏向器を用いる場合、制御部 140 は、電気光学偏向器への印加電圧を制御することにより、対象物からの光の光路を制御する。そして、測定部 150 は、受光部 130 で光が検出された場合の電気光学偏向器への印加電圧に基づいて、対象物の高さ H を算出する。電気光学偏向器は、屈折により光路を変更する光素子の一例である。

[0088] 図 17 は、第 4 実施形態における光学式センサ 1710 の機能構成の一例を概略的に示す。光学式センサ 1710 は、測定装置 20 と、駆動装置 110 と、投光系 1790 と、受光系 1760 とを備える。投光系 1790 は、発光部 980 と、レンズ 970 と、光素子 1700 とを備える。受光系 1760 は、レンズ 120 と、受光部 930 とを備える。測定装置 20 は、制御部 140 と、測定部 150 とを有する。

[0089] 光学式センサ 1710 が備える構成要素のうち、第 2 実施形態における光学式センサ 910 が備える構成要素と略同一の機能を有する構成要素には、同じ符号が付されている。そのため、光学式センサ 1710 については、主として光学式センサ 910 との相違点を説明し、重複する説明を省略する場合がある。

[0090] 光素子 1700 は、対象物に入射する光である入射光の光路中に設けられる。光素子 1700 は、y 軸方向及び x 軸方向の少なくとも一方において、対象物への入射光の光路を変更する。例えば、光素子 1700 は、対象物への入射光を偏向する。

[0091] 受光部 930 には、受光部 930 の光軸上の位置からの光が入射する。こ

こで、図 17 に示されるように、光素子 1700 が入射光を y 軸方向に点線で示される角度に偏向した場合に受光部 930 で光が検出されたとする。測定部 150 は、光素子 1700 が入射光を偏向する角度に基づいて、y 軸方向の位置 P における対象物の高さ H3 を算出する。

[0092] また、光素子 1700 が入射光を x 軸方向に偏向した場合において、測定部 150 は、受光部 930 が備える複数の受光素子のうち、光が検出された受光素子の位置と光素子 1700 による入射光の偏向角度から、高さが H1 の位置を算出する。これにより、測定部 150 は、対象物への入射光の光路を変更することで、対象物の形状を測定することができる。また、光素子 1700 が入射光を x 軸方向に偏向することで、受光部 930 が有する受光素子が検出できる対象物の位置をずらすことができる。そのため、光学式センサ 1710 によれば、対象物において高さ H1 を有する位置を高い空間分解能で検出することができる。

[0093] このように、制御部 140 は、受光部 930 に対する、対象物に入射する光の光路を変化させる。そして、測定部 150 は、受光部 930 が対象物からの光を検出した場合の光路に基づいて、対象物の形状を測定する。なお、第 1 実施形態、第 2 実施形態及び第 3 実施形態の変形例として、それぞれの投光系が光素子 1700 を備える形態を採用できる。すなわち、制御部 140 は、受光部 930 に対する、対象物に入射する光及び対象物からの光の両方の光路を変化させてよい。

[0094] 図 18 は、第 5 実施形態における光学式センサ 1810 の機能構成の一例を概略的に示す。光学式センサ 1810 は、測定装置 20 と、駆動装置 110 と、投光系 990 と、受光系 1860 とを備える。投光系 990 は、発光部 980 と、レンズ 970 とを備える。受光系 1860 は、レンズ 120 と、受光部 930 とを備える。測定装置 20 は、制御部 140 と、測定部 150 とを有する。

[0095] 光学式センサ 1810 が備える構成要素のうち、第 2 実施形態における光学式センサ 910 が備える構成要素と略同一の機能を有する構成要素には、

同じ符号が付されている。そのため、光学式センサ１８１０については、主として光学式センサ９１０との相違点を説明し、重複する説明を省略する場合がある。

[0096] 受光部９３０は、受光部９３０の光軸に直交する方向に移動可能に設けられる。例えば、駆動装置１１０は、Ｙ軸に直交する方向に、受光部９３０を移動させる。駆動装置１１０は、制御部１４０から、受光部９３０の基準位置からの移動量を示す情報を取得する。駆動装置１１０は、制御部１４０から取得した情報に従って、受光部９３０のＹ軸方向に受光部９３０を移動する。このようにして、制御部１４０は、対象物からの光の光路に対する受光部９３０の位置を変化させる。

[0097] これにより、受光部９３０は、対象物からの光をＹ軸方向に走査することができる。測定部１５０は、受光部９３０の受光強度のピークが得られた場合のＹ軸方向の受光部９３０の位置に基づいて、対象物からの高さＨを算出する。

[0098] 上述したように、エリアセンサに比べて、ラインセンサにおいては、一列あたりの受光素子数を容易に高めることができる。そのため、受光部９３０としてラインセンサを適用することで、エリアセンサを適用する場合に比べて、 x 軸方向の対象物の表面形状の測定可能範囲を広げることができる。また、受光部９３０としてラインセンサを適用することで、エリアセンサを適用する場合に比べて、対象物の表面形状の x 軸方向の空間分解能を高めることができる。これに加えて、光学式センサ１８１０においては、受光部９３０をＹ軸方向に走査することができるので、Ｙ軸方向の測定可能範囲及び空間分解能を高めることができる。

[0099] なお、制御部１４０は、受光部９３０によって対象物からの光が検出されるまで、受光部９３０の位置を変化させてよい。例えば、制御部１４０は、受光部９３０によって対象物からの光が検出された場合に、受光部９３０の位置の変化を停止させてよい。

[0100] 以上に説明した実施形態においては、受光系は対象物で生じた拡散反射光

の一部を検出する。拡散反射光を検出する方式に代えて、対象物で生じた全反射光を検出する方式を適用してよい。

[0101] 以上に説明した各実施形態における光学式センサの測定対象は、一例として、基板に形成された電極である。光学式センサの測定対象は、基板に形成されたバンプ等であってよい。光学式センサの測定対象は、トンネルの内壁であってよい。光学式センサの測定対象は、これらに限られない。

[0102] 以上に説明したように各実施形態における光学式センサによれば、2次元センサのみを用いる場合に比べて、測定精度や測定範囲が2次元センサの素子配置の影響を受けにくくすることができる。

[0103] 様々な実施形態が、フローチャートおよびブロック図等を参照して説明された。ブロック図において各ブロックは、(1)オペレーションが実行されるプロセスの段階または(2)オペレーションを実行する役割を持つ装置のセクションを表わしてよい。例えば、制御部140及び測定部150のそれぞれは、測定装置20の1つのセクションを表してよい。特定の段階およびセクションが、専用回路、コンピュータ可読媒体上に格納されるコンピュータ可読命令と共に供給されるプログラマブル回路、および／またはコンピュータ可読媒体上に格納されるコンピュータ可読命令と共に供給されるプロセッサによって実装されてよい。専用回路は、デジタルおよび／またはアナログハードウェア回路を含んでよく、集積回路(IC)および／またはディスクリット回路を含んでよい。プログラマブル回路は、論理AND、論理OR、論理XOR、論理NAND、論理NOR、および他の論理オペレーション、フリップフロップ、レジスタ、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プログラマブルロジックアレイ(PLA)等のようなメモリ要素等を含む、再構成可能なハードウェア回路を含んでよい。

[0104] コンピュータ可読媒体は、適切なデバイスによって実行される命令を格納可能な任意の有形なデバイスを含んでよく、その結果、そこに格納される命令を有するコンピュータ可読媒体は、フローチャートまたはブロック図で指定されたオペレーションを実行するための手段をもたらすべく実行され得る

命令を含む製品の少なくとも一部を構成する。コンピュータ可読媒体の例としては、電子記憶媒体、磁気記憶媒体、光記憶媒体、電磁記憶媒体、半導体記憶媒体等が含まれてよい。コンピュータ可読媒体のより具体的な例としては、フロッピー（登録商標）ディスク、ディスケット、ハードディスク、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリメモリ（ROM）、消去可能プログラマブルリードオンリメモリ（EPROMまたはフラッシュメモリ）、電氣的消去可能プログラマブルリードオンリメモリ（EEPROM）、静的ランダムアクセスメモリ（SRAM）、コンパクトディスクリードオンリメモリ（CD-ROM）、デジタル多用途ディスク（DVD）、ブルーレイ（RTM）ディスク、メモリスティック、集積回路カード等が含まれてよい。

[0105] コンピュータ可読命令は、アセンブラ命令、命令セットアーキテクチャ（ISA）命令、マシン命令、マシン依存命令、マイクロコード、ファームウェア命令、状態設定データ、またはSmalltalk、JAVA（登録商標）、C++等のようなオブジェクト指向プログラミング言語、および「C」プログラミング言語または同様のプログラミング言語のような従来の手続型プログラミング言語を含む、1または複数のプログラミング言語の任意の組み合わせで記述されたソースコードまたはオブジェクトコードのいずれかを含んでよい。

[0106] コンピュータ可読命令は、汎用コンピュータ、特殊目的のコンピュータ、若しくは他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサまたはプログラマブル回路に対し、ローカルにまたはローカルエリアネットワーク（LAN）、インターネット等のようなワイドエリアネットワーク（WAN）を介して提供され、フローチャートまたはブロック図で指定されたオペレーションを実行するための手段をもたらしべく、コンピュータ可読命令を実行してよい。プロセッサの例としては、コンピュータプロセッサ、処理ユニット、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ等を含む。

[0107] 図19は、複数の実施形態が全体的または部分的に具現化され得るコンピュータ2000の例を示す。コンピュータ2000にインストールされたプログラムは、コンピュータ2000に、実施形態に係る装置または当該装置の1または複数のセクションとして機能させる、当該装置または当該装置の1または複数のセクションに関連付けられるオペレーションを実行させる、および／または、実施形態に係るプロセスまたは当該プロセスの段階を実行させることができる。そのようなプログラムは、コンピュータ2000に、本明細書に記載のフローチャートおよびブロック図のブロックのうちのいくつかまたはすべてに関連付けられた特定のオペレーションを実行させるべく、CPU2012によって実行されてよい。

[0108] 本実施形態によるコンピュータ2000は、CPU2012、RAM2014、グラフィックコントローラ2016、および表示デバイス2018を含み、それらはホストコントローラ2010によって相互に接続されている。コンピュータ2000はまた、ROM2030を含む。ROM2030は、入力／出力コントローラ2020を介してホストコントローラ2010に接続されている。コンピュータ2000はまた、通信インタフェース2022、ハードディスクドライブ2024、DVD-ROMドライブ2026、およびメモリカードドライブ2028のような入出力ユニットを含み、それらは入力／出力コントローラ2020を介してホストコントローラ2010に接続されている。コンピュータ2000はまた、キーボード2042のようなレガシの入出力ユニットを含み、それらは入力／出力チップ2040を介して入力／出力コントローラ2020に接続されている。

[0109] CPU2012は、ROM2030および／またはRAM2014内に格納されたプログラムに従い動作し、それにより各ユニットを制御する。グラフィックコントローラ2016は、RAM2014内に提供されるフレームバッファ等またはRAM2014内にCPU2012によって生成されたイメージデータを取得し、イメージデータを表示デバイス2018上に表示させる。

- [0110] 通信インタフェース2022は、ネットワークを介して他の電子デバイスと通信する。ハードディスクドライブ2024は、コンピュータ2000内のCPU2012によって使用されるプログラムおよびデータを格納する。DVD-ROMドライブ2026は、プログラムおよび／またはデータをDVD-ROM2001から読み取り、RAM2014を介してハードディスクドライブ2024にプログラムおよび／またはデータを提供する。メモリカードドライブ2028は、プログラムおよび／またはデータをメモリカード2003から読み取り、RAM2014を介してハードディスクドライブ2024にプログラムおよび／またはデータを提供する。メモリカードドライブ2028は、プログラムおよび／またはデータをメモリカード2003に書き込んでよい。
- [0111] ROM2030はその中に、アクティブ化時にコンピュータ2000によって実行されるブートプログラム等、および／またはコンピュータ2000のハードウェアに依存するプログラムを格納する。入力／出力チップ2040はまた、様々な入力／出力ユニットをパラレルポート、シリアルポート、キーボードポート、マウスポート等を介して、入力／出力コントローラ2020に接続してよい。
- [0112] プログラムが、DVD-ROM2001またはメモリカード2003のようなコンピュータ可読媒体によって提供される。プログラムは、コンピュータ可読媒体から読み取られ、コンピュータ可読媒体の例でもあるハードディスクドライブ2024、RAM2014、および／またはROM2030にインストールされ、CPU2012によって実行される。これらのプログラム内に記述される情報処理は、コンピュータ2000に読み取られ、プログラムと、上記様々な種類のハードウェアリソースとの間の連携をもたらす。装置または方法は、コンピュータ2000の使用に従い情報のオペレーションまたは処理を実現することによって構成されてよい。
- [0113] 例えば、通信がコンピュータ2000および外部デバイス間で実行される場合、CPU2012は、RAM2014にロードされた通信プログラムを

実行し、通信プログラムに記述された処理に基づいて、通信インタフェース 2022 に対し、通信処理を命令してよい。通信インタフェース 2022 は、CPU 2012 の制御下、RAM 2014、ハードディスクドライブ 2024、DVD-ROM 2001、またはメモリカード 2003 のような記録媒体内に提供される送信バッファ処理領域に格納された送信データを読み取り、読み取られた送信データをネットワークに送信し、またはネットワークから受信した受信データを、記録媒体上に提供される受信バッファ処理領域等へ書き込む。

[0114] また、CPU 2012 は、ハードディスクドライブ 2024、DVD-ROM 2001、メモリカード 2003 等のような外部記録媒体に格納されたファイルまたはデータベースの全部または必要な部分が RAM 2014 に読み取られるようにし、RAM 2014 上のデータに対し様々な種類の処理を実行してよい。CPU 2012 は次に、処理されたデータを外部記録媒体にライトバックする。

[0115] 様々な種類のプログラム、データ、テーブル、およびデータベースのような、様々な種類の情報が記録媒体に格納され、情報処理にかけられてよい。CPU 2012 は、RAM 2014 から読み取られたデータに対し、本明細書に記載され、プログラムの命令シーケンスによって指定される様々な種類のオペレーション、情報処理、条件判断、条件分岐、無条件分岐、情報の検索／置換等を含む、様々な種類の処理を実行してよく、結果を RAM 2014 にライトバックする。また、CPU 2012 は、記録媒体内のファイル、データベース等における情報を検索してよい。例えば、各々が第 2 の属性の属性値に関連付けられた第 1 の属性の属性値を有する複数のエントリが記録媒体内に格納される場合、CPU 2012 は、第 1 の属性の属性値が指定されている、条件に一致するエントリを当該複数のエントリの中から検索し、当該エントリ内に格納された第 2 の属性の属性値を読み取り、それにより予め定められた条件を満たす第 1 の属性に関連付けられた第 2 の属性の属性値を取得してよい。

[0116] 上述したプログラムまたはソフトウェアモジュールは、コンピュータ 2000 上またはコンピュータ 2000 近傍のコンピュータ可読媒体に格納されてよい。また、専用通信ネットワークまたはインターネットに接続されたサーバーシステム内に提供されるハードディスクまたは RAM のような記録媒体が、コンピュータ可読媒体として使用可能であり、それによりプログラムを、ネットワークを介してコンピュータ 2000 に提供してよい。

[0117] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0118] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

- [0119] 制御システム 10
- 10 光学式センサ
 - 20 2次元イメージセンサ
 - 60 受光系
 - 90 投光系
 - 100 光素子
 - 101 第1プリズム
 - 102 第2プリズム
 - 110 駆動装置

1 2 0 レンズ
1 3 0 受光部
1 4 0 制御部
1 5 0 測定部
1 7 0 レンズ
1 8 0 発光部
2 0 0 プリズム系
9 1 0 光学式センサ
9 3 0 受光部
9 6 0 受光系
9 7 0 レンズ
9 8 0 発光部
9 9 0 投光系
1 0 0 1 グラフ
1 0 0 2 グラフ
1 1 1 0 光学式センサ
1 1 2 0 測定装置
1 1 3 0 受光部
1 1 4 2 切換部
1 1 6 0 受光系
1 2 0 0 強度分布
1 2 0 1 行
1 2 0 2 行
1 4 0 0 平板
1 4 1 0 光学式センサ
1 4 6 0 受光系
1 5 0 0 平板ミラー
1 5 1 0 光学式センサ

1 5 6 0 受光系
1 6 0 0 音響光学偏向器
1 6 0 1 第 1 音響光学偏向器
1 6 0 2 第 2 音響光学偏向器
1 6 1 0 光学式センサ
1 6 6 0 受光系
1 7 0 0 光素子
1 7 1 0 光学式センサ
1 7 6 0 受光系
1 7 9 0 投光系
1 8 1 0 光学式センサ
1 8 6 0 受光系
2 0 0 0 コンピュータ
2 0 0 1 DVD - ROM
2 0 0 3 メモリカード
2 0 1 0 ホストコントローラ
2 0 1 2 CPU
2 0 1 4 RAM
2 0 1 6 グラフィックコントローラ
2 0 1 8 表示デバイス
2 0 2 0 入力／出力コントローラ
2 0 2 2 通信インタフェース
2 0 2 4 ハードディスクドライブ
2 0 2 6 DVD - ROMドライブ
2 0 2 8 メモリカードドライブ
2 0 3 0 ROM
2 0 4 0 入力／出力チップ
2 0 4 2 キーボード

請求の範囲

- [請求項1] 対象物の形状を光により測定する測定装置であって、
前記対象物からの光を検出するための受光部に対する、前記対象物に入射する光及び前記対象物からの光の少なくとも一方の光路を変化させる制御部と、
前記受光部が前記対象物からの光を検出した場合の前記光路に基づいて、前記対象物の形状を測定する測定部と
を備える測定装置。
- [請求項2] 前記光路を変更する光素子
をさらに備え、
前記制御部は、前記光素子の状態を変化させることにより、前記受光部に対して前記光路を変化させる
請求項 1 に記載の測定装置。
- [請求項3] 前記光素子は、屈折又は回折により前記光路を変更し、
前記制御部は、前記光素子の向きを変化させることにより、前記受光部に対して前記光路を変化させ、
前記測定部は、前記受光部が前記対象物からの光を検出した場合の前記光素子の向きに基づいて、前記対象物の形状を測定する
請求項 2 に記載の測定装置。
- [請求項4] 前記光素子は、1 つ以上のプリズムを有し、
前記制御部は、前記プリズムの向きを変化させることにより、前記受光部に対して前記光路を変化させ、
前記測定部は、前記受光部が前記対象物からの光を検出した場合の前記プリズムの向きに基づいて、前記対象物の形状を測定する
請求項 2 又は 3 に記載の測定装置。
- [請求項5] 前記光素子は、反射により前記光路を変更し、
前記制御部は、前記光素子の向きを変化させることにより、前記受光部に対して前記光路を変化させ、

前記測定部は、前記受光部が前記対象物からの光を検出した場合の前記光素子の向きに基づいて、前記対象物の形状を測定する請求項 2 に記載の測定装置。

[請求項6] 前記制御部は、前記受光部によって前記対象物からの光が検出されるまで、前記受光部に対して前記光路を変化させる請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載の測定装置。

[請求項7] 前記制御部は、前記受光部によって前記対象物からの光が検出されるまで、前記受光部の位置を変化させる請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の測定装置。

[請求項8] 前記受光部は、前記光路の変化方向に略直交するように設けられたラインセンサである請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の測定装置。

[請求項9] 前記受光部は、エリアセンサであり、
前記制御部は、

前記対象物からの光の光路を第 1 の光路にして、前記対象物からの光を前記エリアセンサの第 1 の領域に入射させ、

前記対象物からの光の光路を前記第 1 の光路から第 2 の光路に変化させて、前記対象物からの光を前記エリアセンサの第 2 の領域に入射させ、

前記測定部は、前記エリアセンサの前記第 1 の領域に設けられた複数の受光素子による前記対象物からの光の検出結果と、前記エリアセンサの前記第 2 の領域に設けられた複数の受光素子による前記対象物からの光の検出結果とに基づいて、前記対象物の形状を測定する請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の測定装置。

[請求項10] 前記受光部は、エリアセンサであり、
前記測定装置は、

第 1 の測定モードにおいて、前記制御部は、前記エリアセンサに対して前記光路を変化させ、前記測定部は、前記エリアセンサ上の予

め定められた位置で前記対象物からの光が検出された場合の前記光路に基づいて、前記対象物の形状を測定し、

第2の測定モードにおいて、前記制御部は、前記エリアセンサに対して前記光路が固定された状態で前記エリアセンサに前記対象物からの光を受光させ、前記測定部は、前記エリアセンサ上における、前記対象物からの光が検出された位置に基づいて、前記対象物の形状を測定し、

前記測定装置は、

前記第1の測定モードと前記第2の測定モードとを切り換える切替部

をさらに備える請求項1から6のいずれか一項に記載の測定装置。

[請求項11] 請求項1から10のいずれか一項に記載の測定装置と、
前記受光部と
を備える光学式センサ。

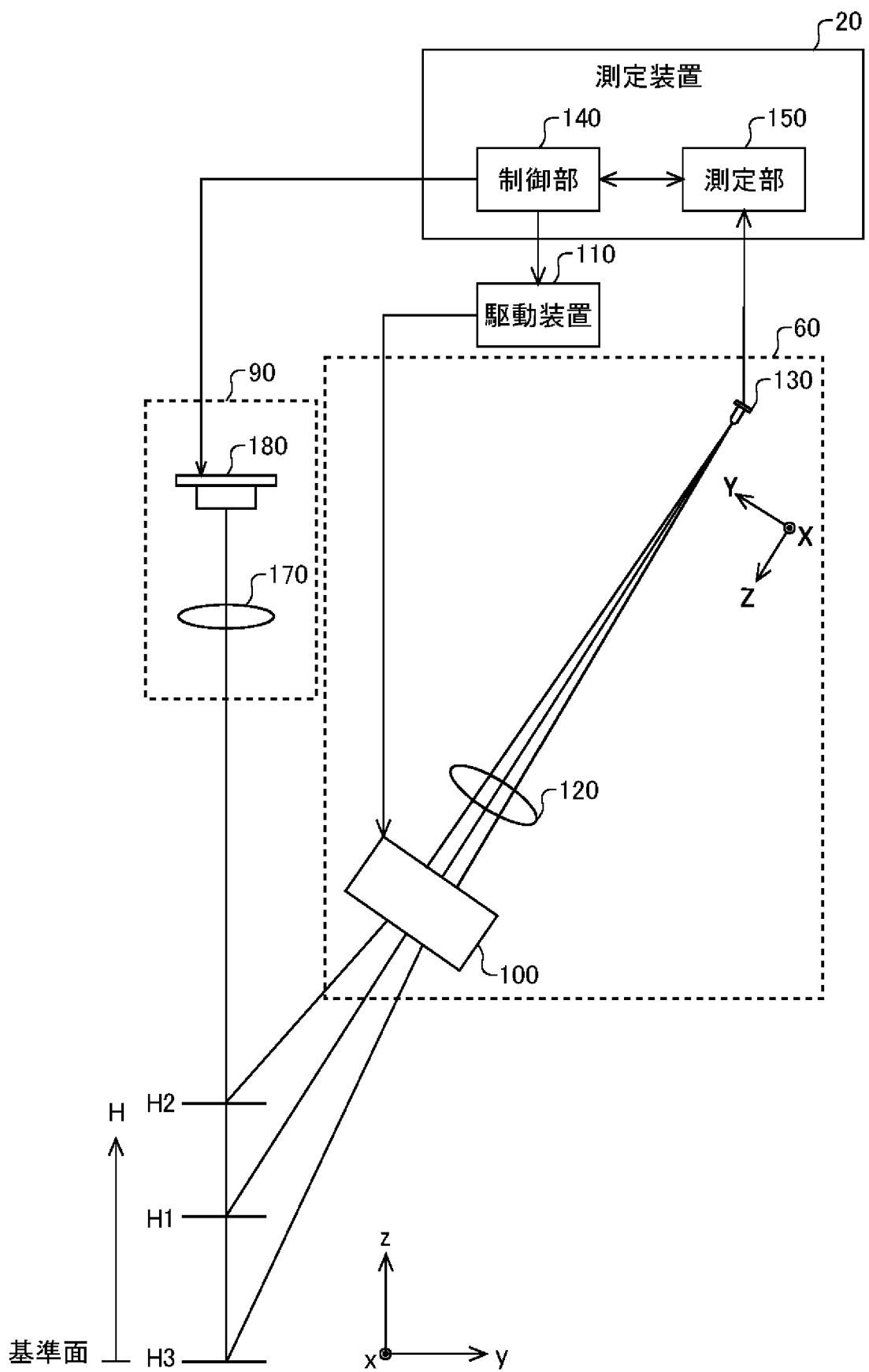
[請求項12] 前記対象物に入射する光を出射する発光部
をさらに備える請求項11に記載の光学式センサ。

[請求項13] 対象物の形状を光により測定する測定方法であって、
前記対象物からの光を検出するための受光部に対する、前記対象物に入射する光及び前記対象物からの光の少なくとも一方の光路を変化させる段階と、
前記受光部が前記対象物からの光を検出した場合の前記光路に基づいて、前記対象物の形状を測定する段階と
を備える測定方法。

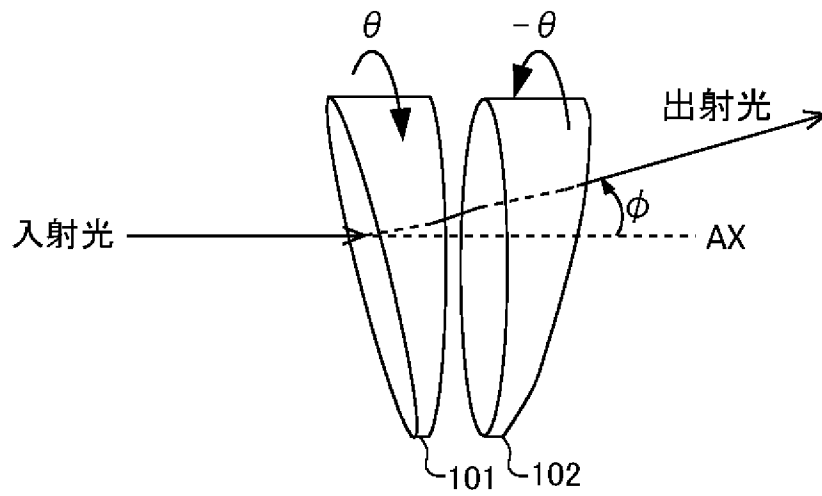
[請求項14] 対象物の形状を測定するためのプログラムであって、コンピュータに、
前記対象物からの光を検出するための受光部に対する、前記対象物に入射する光及び前記対象物からの光の少なくとも一方の光路を変化させる手順と、

前記受光部が前記対象物からの光を検出した場合の前記光路に基づいて、前記対象物の形状を測定する手順と
を実行させるためのプログラム。

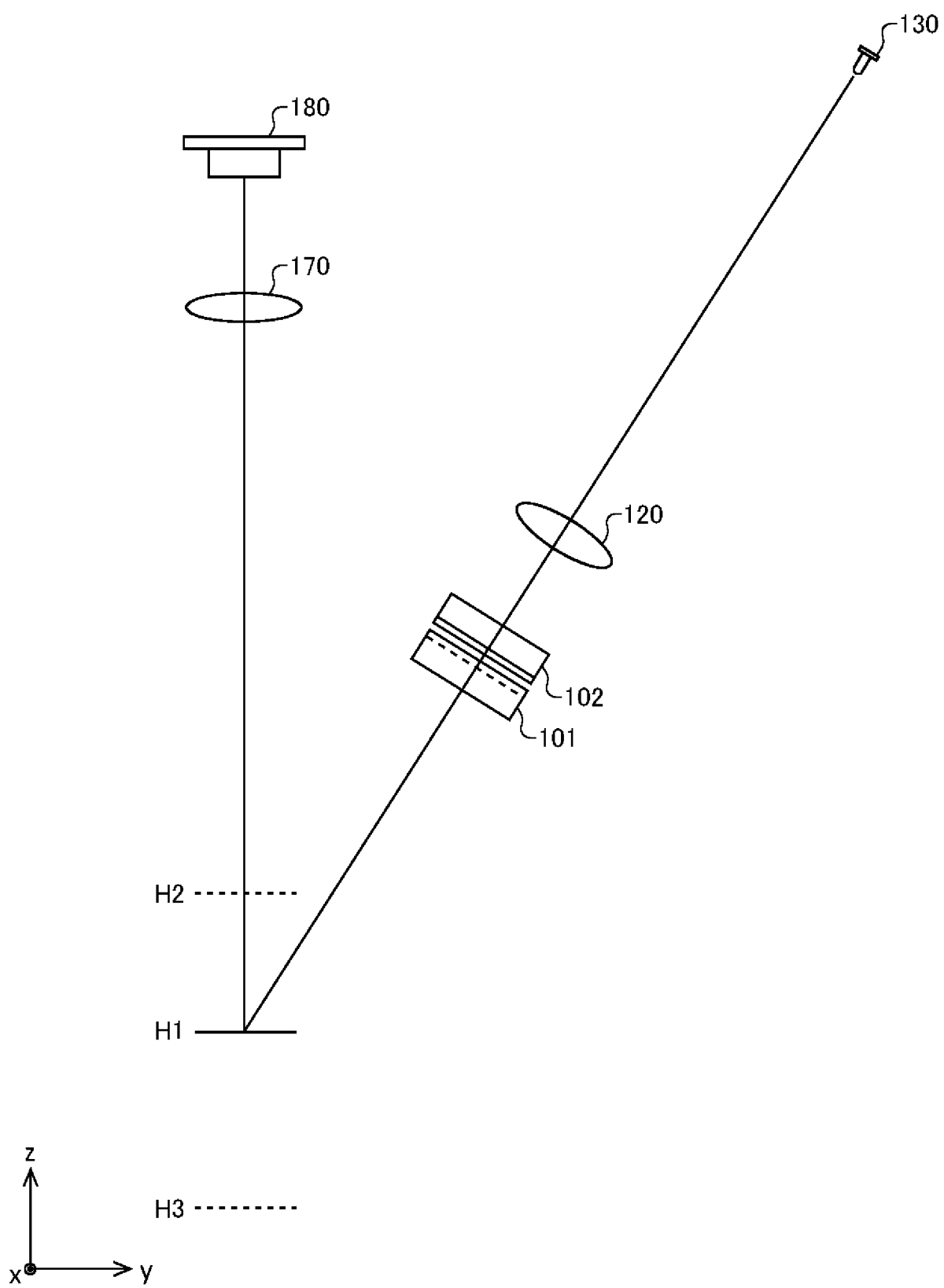
[図1]

10

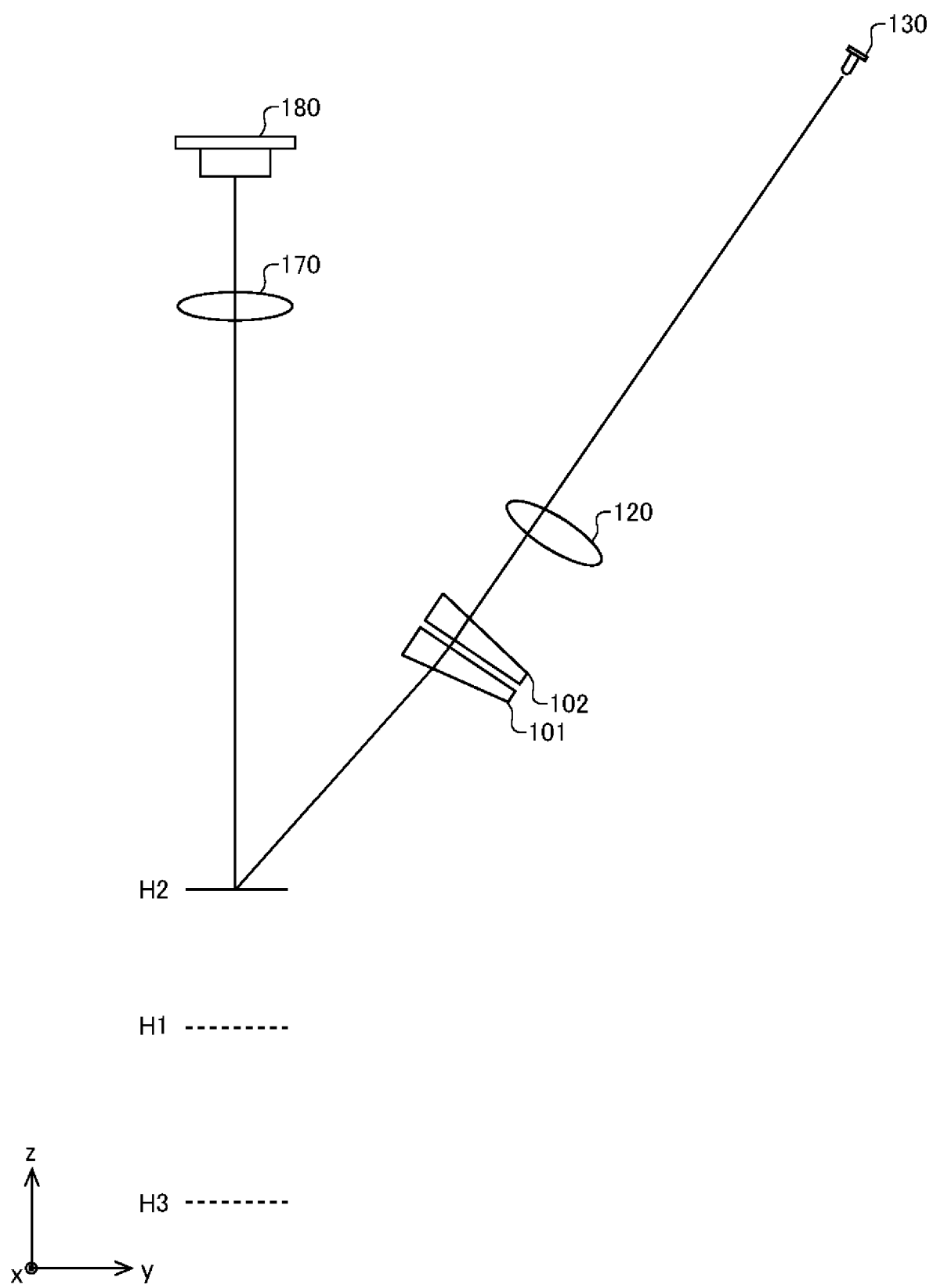
[図2]

200

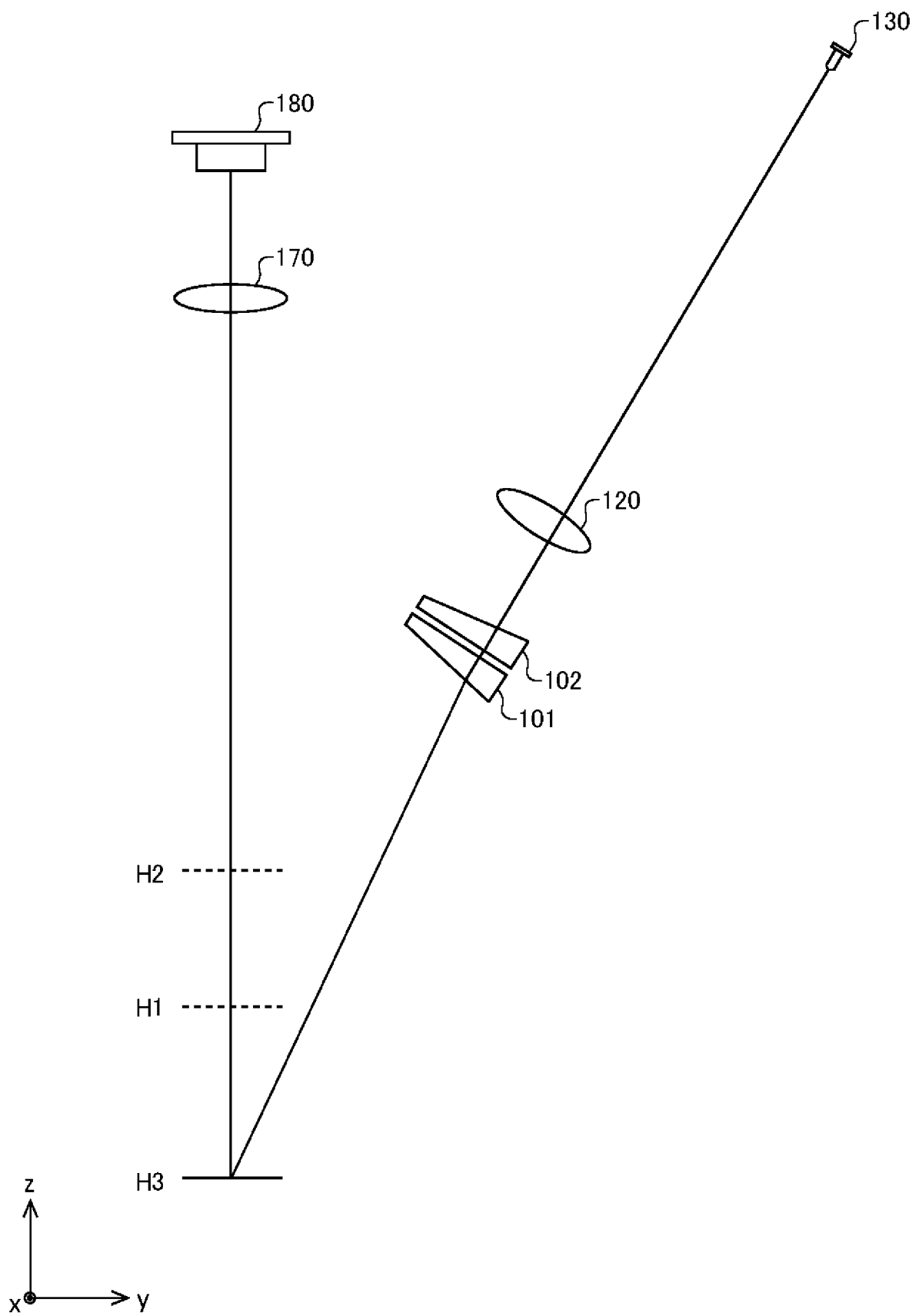
[図3]



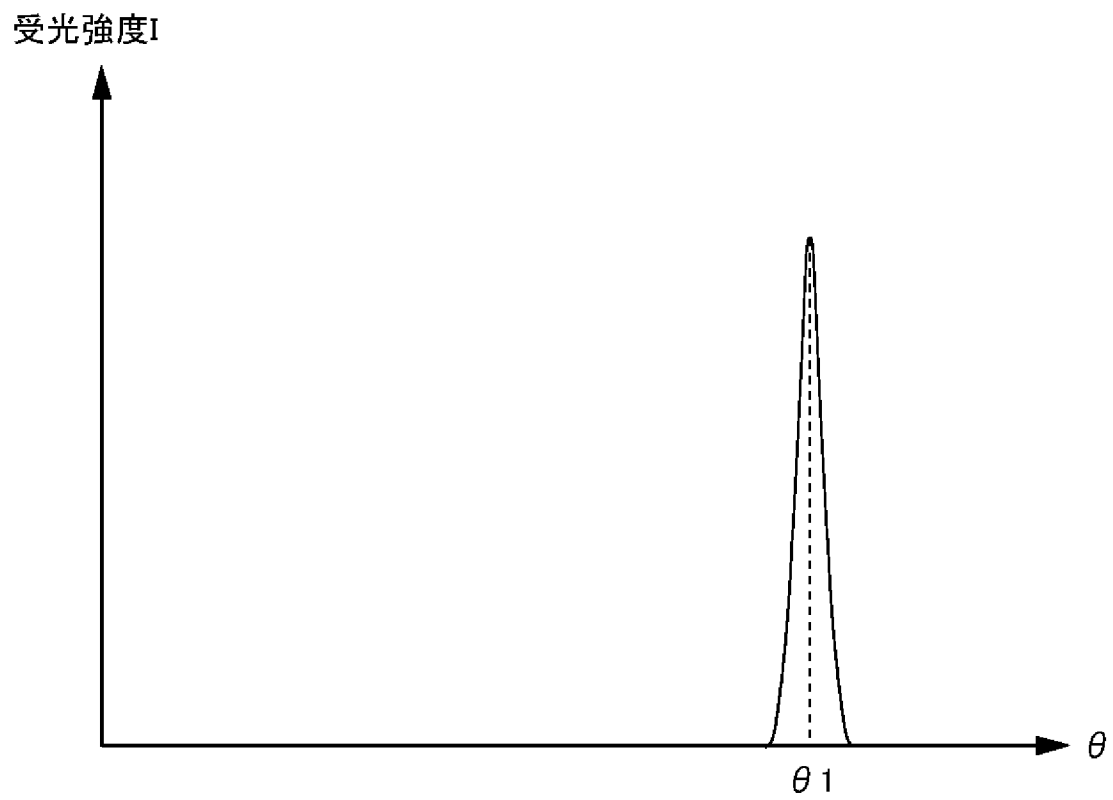
[図4]



[図5]



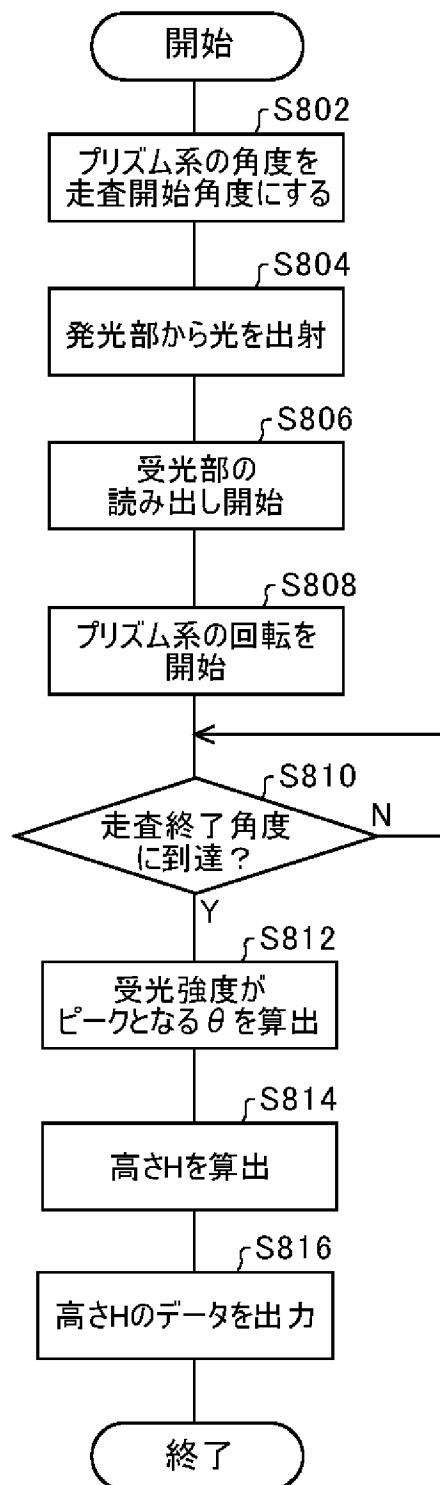
[図6]



[図7]

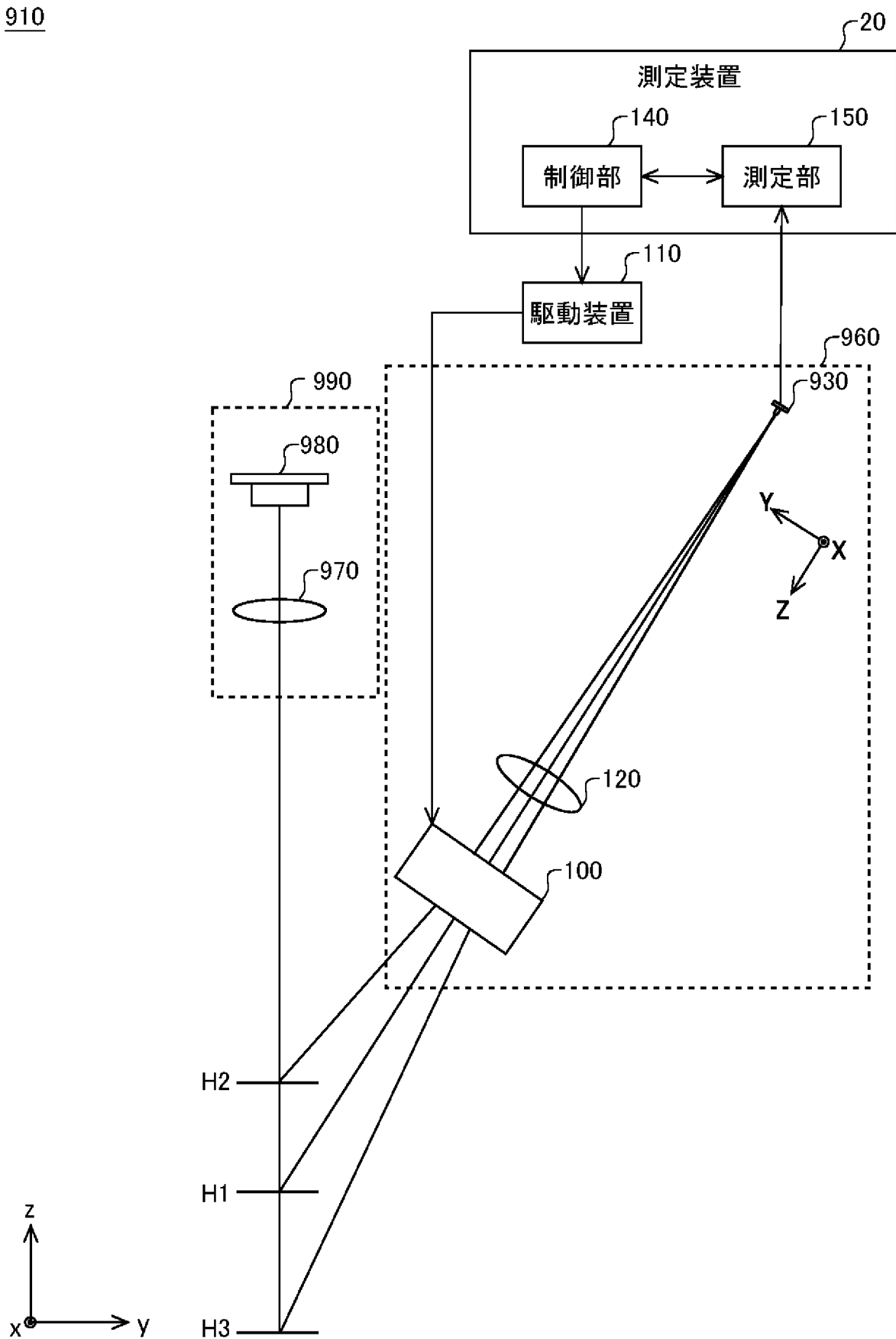
θ	H
$\theta 1$	H1
$\theta 2$	H2
$\vdots$	$\vdots$

[図8]

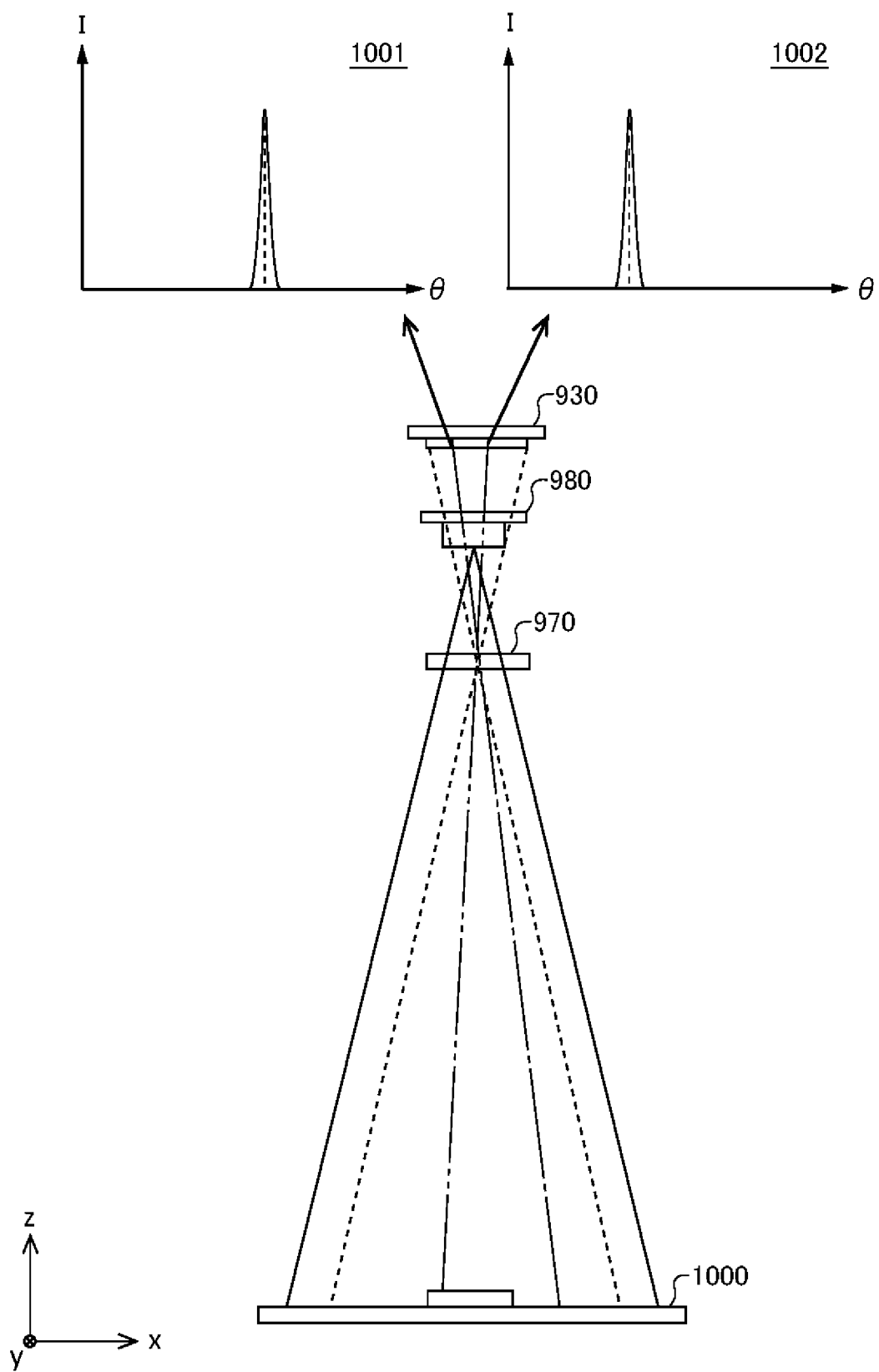


[図9]

910

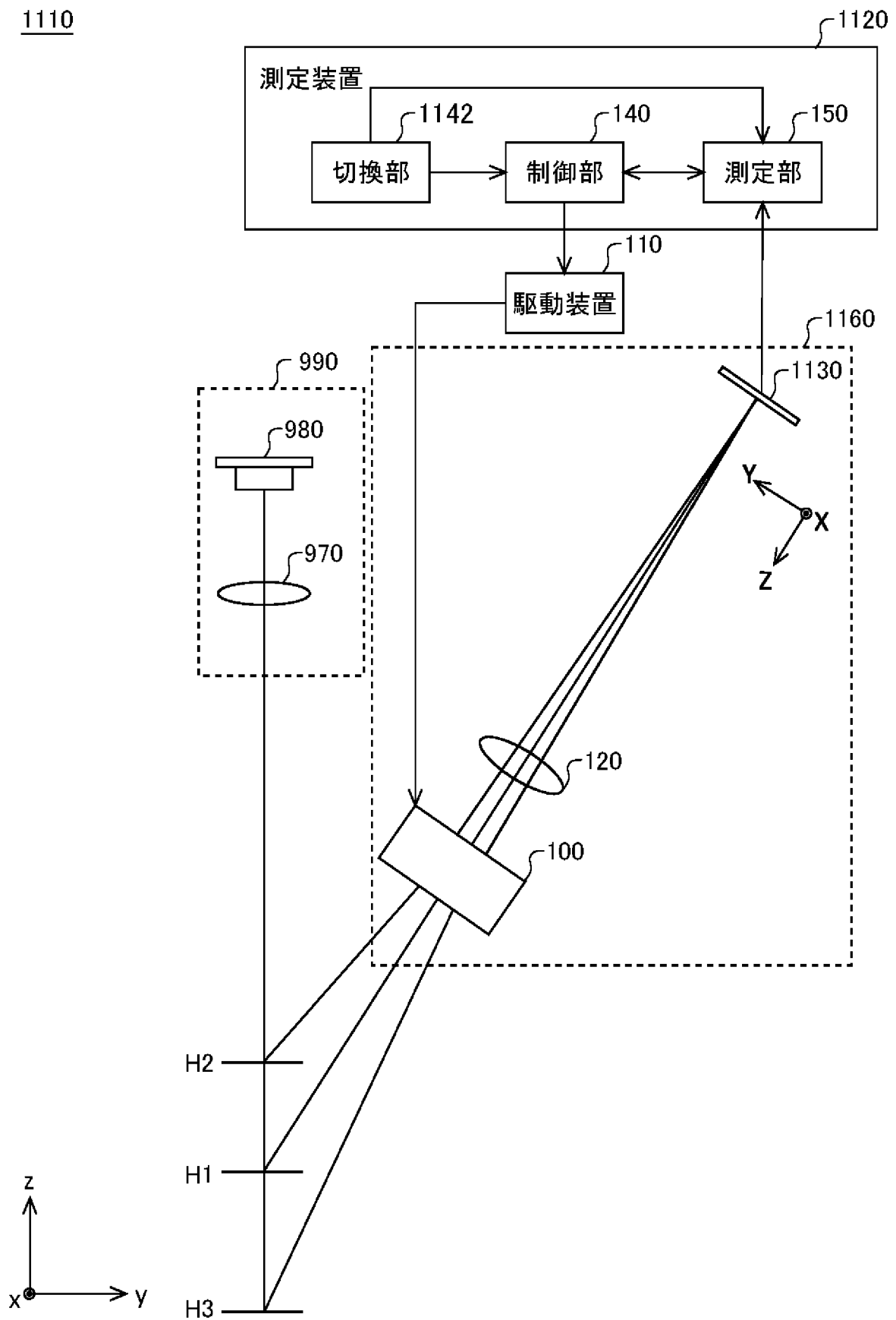


[図10]

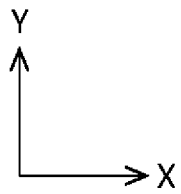
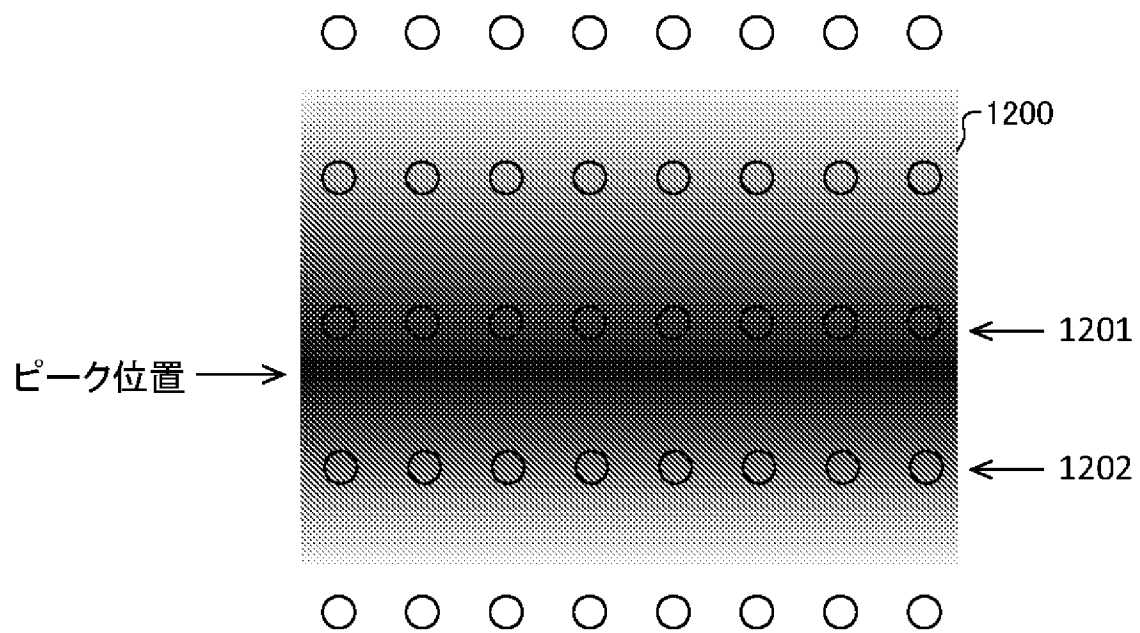


[図11]

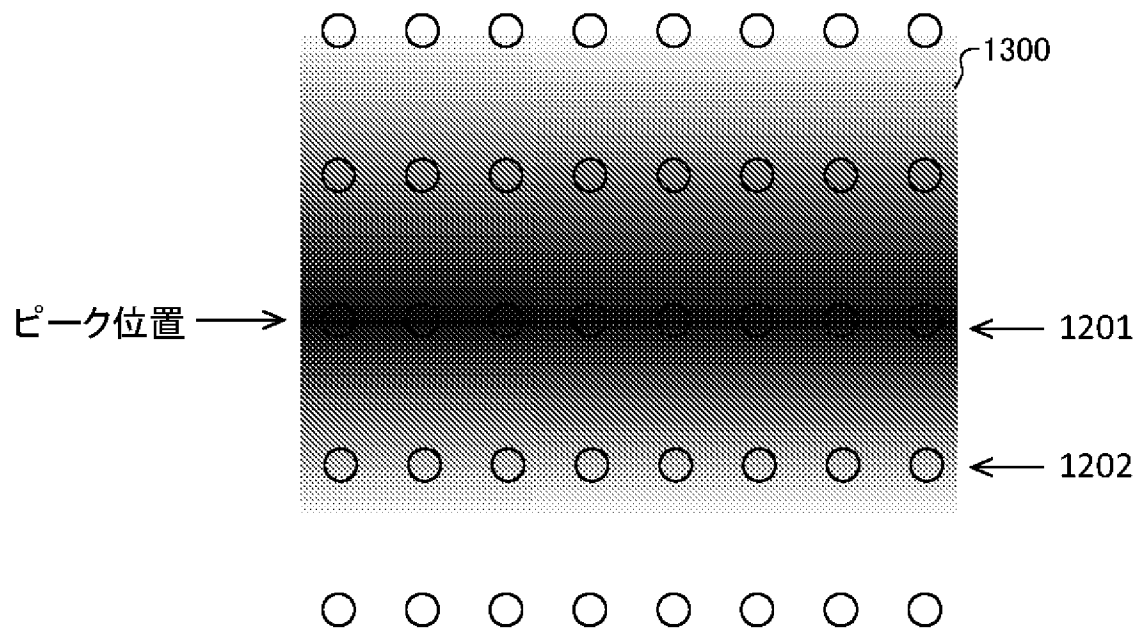
1110



[図12]

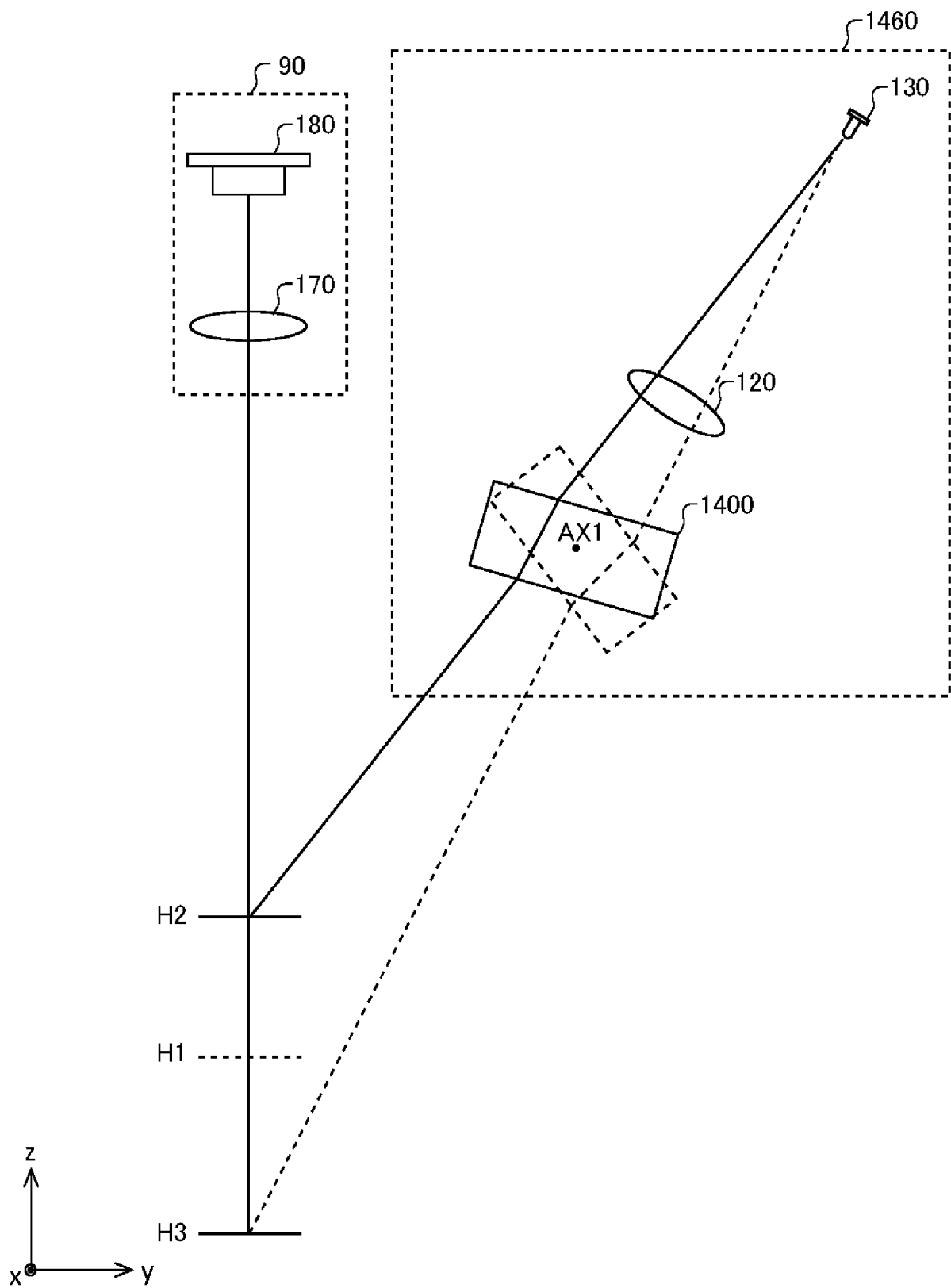


[図13]

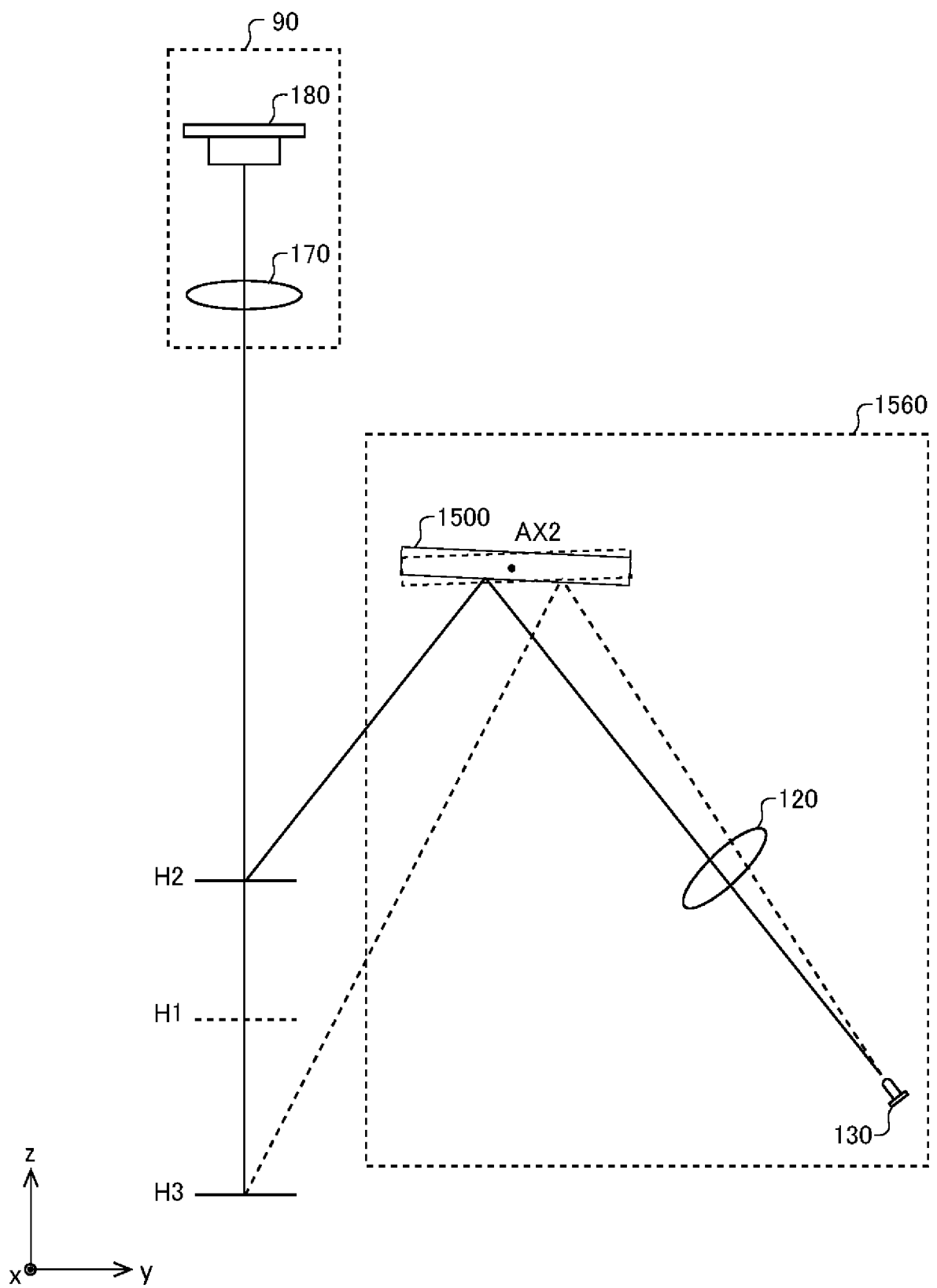


[図14]

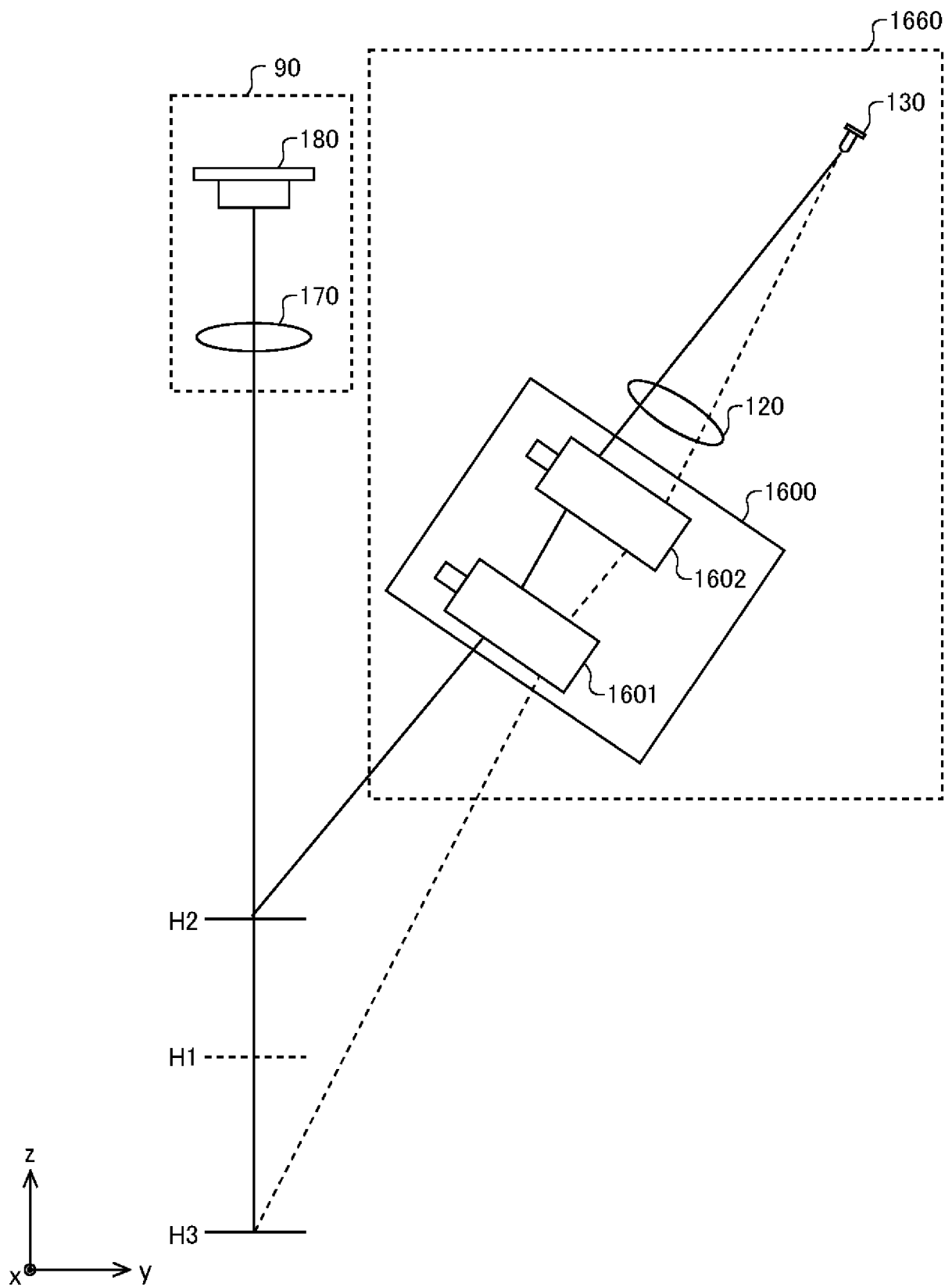
1410



[図15]

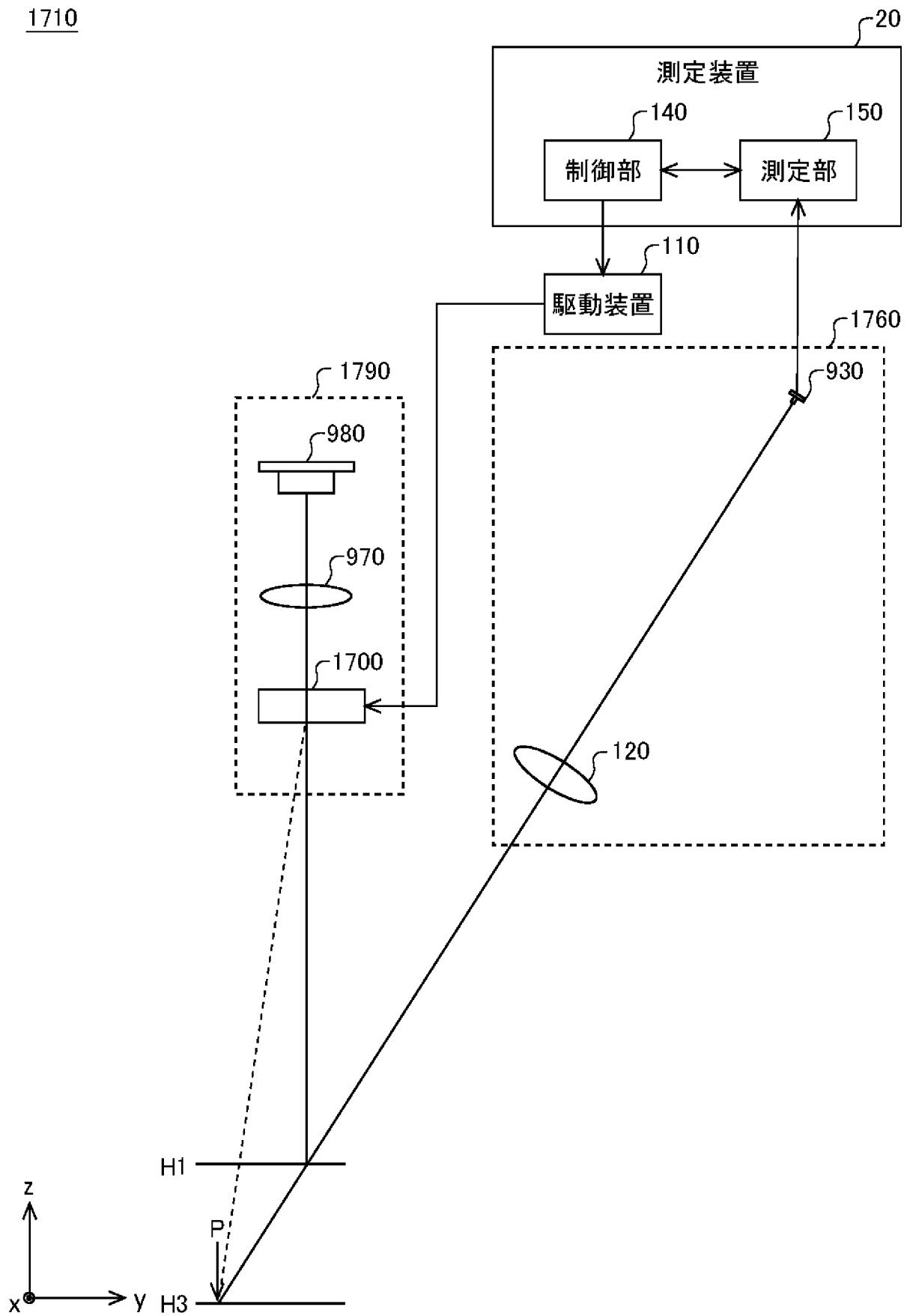
1510

[図16]

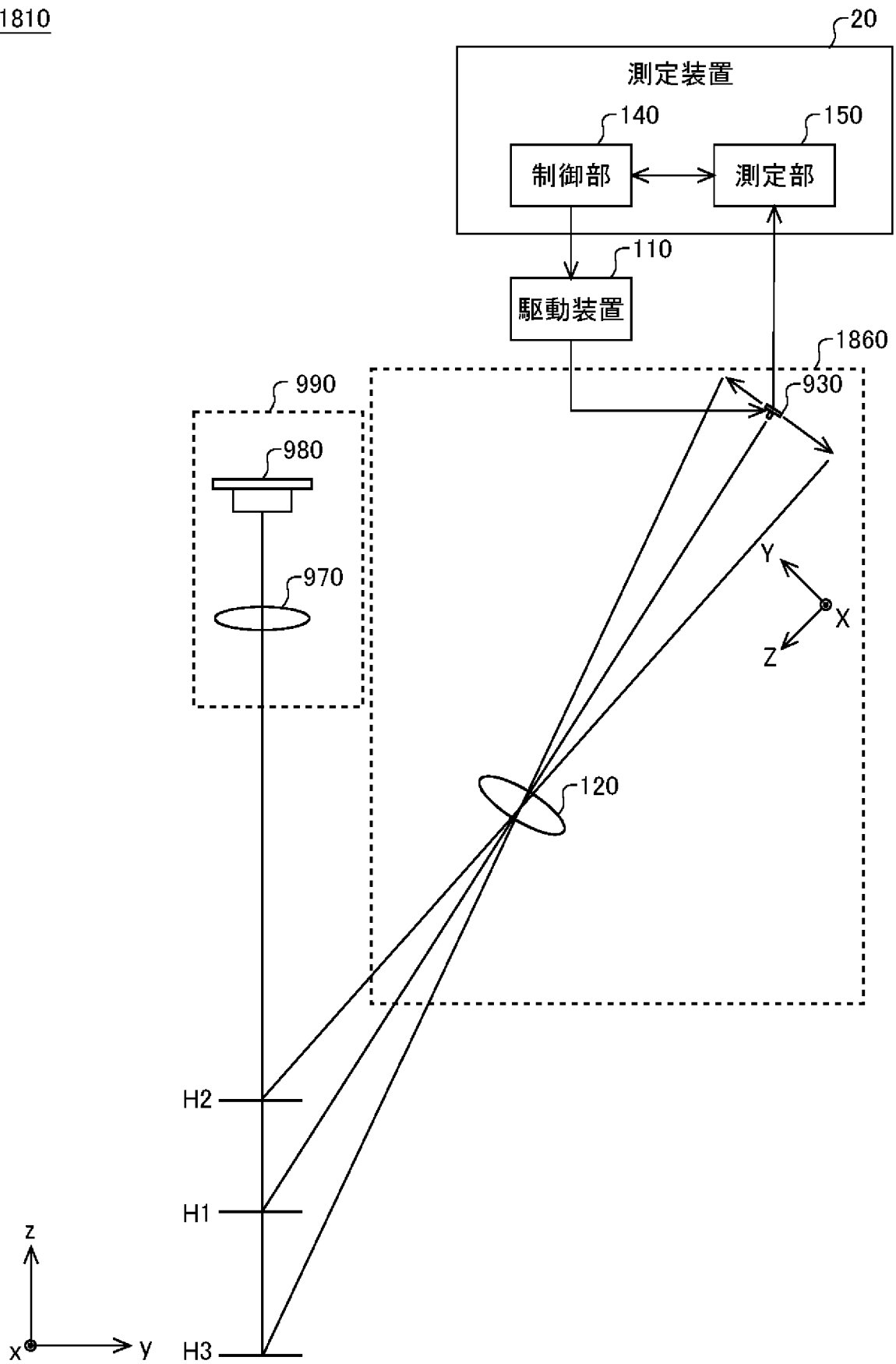
1610

[図17]

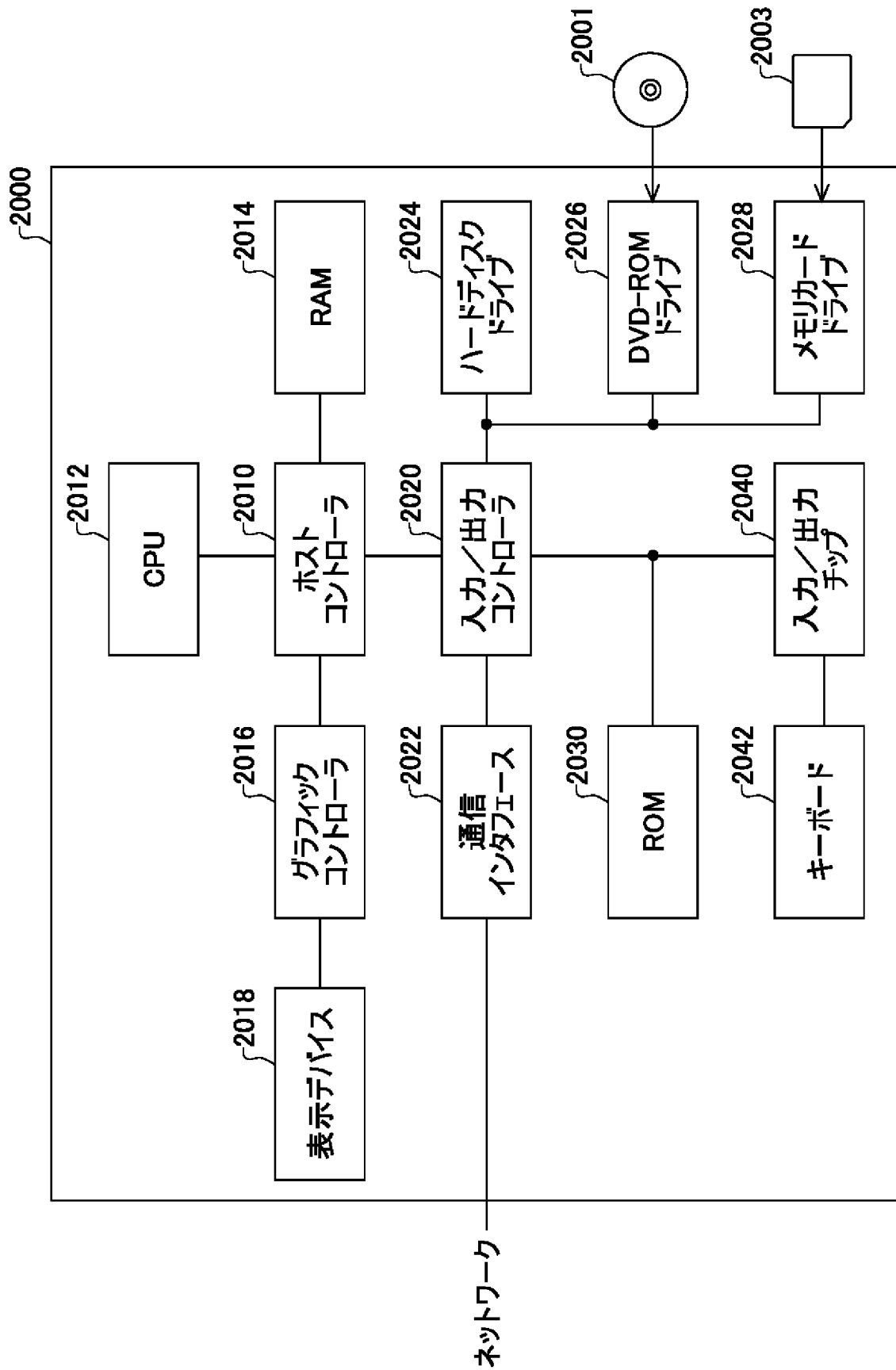
1710



1810



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/046484

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01B11/24 (2006.01) i, G01C3/06 (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)

Int.Cl. G01B11/00-11/30, G01C3/06

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 Y	JP 5-66116 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 19 March 1993, paragraphs [0004]-[0008], [0014]-[0018], fig. 1, 4 (Family: none)	1, 2, 5-8, 11-14 3, 4
Y	JP 2015-111148 A (KLA-TENCOR CORPORATION) 18 June 2015, paragraphs [0015]-[0017], fig. 4a, 4b & US 2011/0051132 A1, paragraphs [0024]-[0026], fig. 4a, 4b & WO 2011/028748 A2	3, 4

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
12 March 2018

Date of mailing of the international search report
27 March 2018

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/JP2017/046484

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-52619 A (FUJITSU LIMITED) 20 February 1992, page 2, upper left column, line 5 to upper right column, line 20, page 3, upper right column, line 18 to lower right column, line 3, drawings, fig. 1 (Family: none)	3
A	JP 5-71930 A (AMADA CO., LTD.) 23 March 1993, entire text, all drawings (Family: none)	1-14
A	US 5032023 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 16 July 1991, whole documents & GB 2246043 A & DE 4121539 A & FR 2664065 A & JP 4-232414 A	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B11/24(2006.01)i, G01C3/06(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. G01B11/00-11/30, G01C3/06

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 5-66116 A（住友電気工業株式会社）1993.03.19, 段落4-8, 14-18, 図1, 4（ファミリーなし）	1, 2, 5-8, 11-14
Y		3, 4
Y	JP 2015-111148 A（ケーエルエー・テンカー・コーポレーション）2015.06.18, 段落15-17, 図4a, 4b & US 2011/0051132 A1(PARAGRAPH 24-26, FIG. 4a, 4b) & WO 2011/028748 A2	3, 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

12.03.2018

国際調査報告の発送日

27.03.2018

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）

櫻井 仁

2S

9008

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	JP 4-52619 A (富士通株式会社) 1992. 02. 20, 第 2 頁左上欄第 5 行-同頁右上欄第 20 行, 第 3 頁右上欄第 18 行-同頁右下欄第 3 行, 図面第 1 図 (ファミリーなし)	3
A	JP 5-71930 A (株式会社アマダ) 1993. 03. 23, 全文全図 (ファミリーなし)	1-14
A	US 5032023 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 1991. 07. 16, WHOLE DOCUMENTS & GB 2246043 A & DE 4121539 A & FR 2664065 A & JP 4-232414 A	1-14