

(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
2024年9月26日(26.09.2024)



(10) 国際公開番号

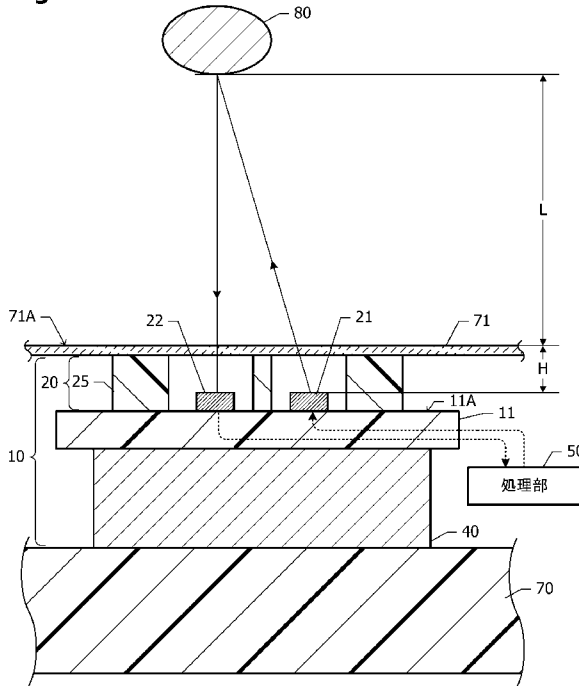
WO 2024/195278 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 1/00 (2006.01) G01C 3/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/001883
- (22) 国際出願日: 2024年1月23日(23.01.2024)
- (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 2023-044176 2023年3月20日(20.03.2023) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 渡邊 博 (WATANABE Hiroshi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 井上 浩一 (INOUE Koichi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 加藤 貴敏 (KATO Takatoshi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 来山 幹雄, 外 (KITAYAMA Mikio et al.); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町3丁目6番D's V A R I E 神田錦町801号室 欧和特許事務所 東京事務所 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,

(54) Title: COMPOSITE SENSOR

(54) 発明の名称: 複合センサ

Fig.2



50 Processing unit

(57) Abstract: Provided is a composite sensor in which a substrate has a first surface and a second surface that face directions opposite to each other. An optical proximity sensor includes a first light emitting element and a first light receiving element that are disposed on the first surface of the substrate, and outputs a signal depending on the distance to an object through the first light receiving element receiving light emitted from the first light emitting element and reflected off the object. A force sensor is disposed on the second surface of the substrate, and outputs a signal depending on a



BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

component of force vertical to the substrate. A processing unit processes the signal from the optical proximity sensor and the signal from the force sensor, and calculates information regarding the distance to the object and information regarding the force received from the object.

(57) 要約: 基板が、相互に反対方向を向く第1面及び第2面を有する。光学式近接センサが、基板の第1面に配置された第1発光素子及び第1受光素子を含み、第1発光素子から放射され、対象物で反射した反射光を第1受光素子で受光することにより、対象物までの距離に依存する信号を出力する。力センサが、基板の第2面に配置されており、基板に対して垂直方向の力の成分に依存する信号を出力する。処理部が、光学式近接センサからの信号、及び力センサからの信号を処理し、対象物までの距離情報と、対象物から受ける力情報とを計算する。

明 細 書

発明の名称：複合センサ

技術分野

[0001] 本発明は、複合センサに関する。

背景技術

[0002] 例えば、次世代のゲームコントローラ等において、手のサイズ等に影響を受けず、手指の動きや、より細かな所作の情報を取得するために、近接情報と押圧情報とを連続的に取得可能なセンサの開発が望まれている。対象物までの距離を測定する近接センサと、加わる力を検出する力センサとを組み合わせた複合センサが公知である（特許文献 1、2）。

[0003] 特許文献 1 に開示された複合センサは、基板の表側の面に搭載された距離測定センサと、裏側の面に搭載された圧力測定センサ及び接触検出センサを含む。距離測定センサは、超音波の送信から受信までの時間間隔を測定することにより、距離を計算する。圧力測定センサは、メンブレンの変形による静電容量の変化を検出し、静電容量の変化から圧力を計算する。接触検知センサは、圧力測定センサよりメンブレンの変形量大きくなるように設計されており、接触を高感度で検知する。

[0004] 特許文献 2 に開示された複合センサは、発光部、受光部、及び発光部及び受光部を覆うドーム状の弾性部材を含む。発光部から放射された光は弾性部材を透過して外部まで導光され、対象物で反射した光が、弾性部材を透過して受光部で受光される。弾性部材の一部分にミラーが配置されており、発光部から放射され、ミラーで反射した光が受光部で受光される。弾性部材が変形すると、弾性部材に配置されたミラーからの反射光の受光量が変化する。この変化から、弾性部材に加わる力を計算する。弾性部材を透過して対象物で反射し、受光部で受光された光の受光情報に基づいて、対象物までの距離を計算する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2019-39835号公報

特許文献2：国際公開第2020/017177号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に開示された複合センサでは、距離測定センサとして超音波を用いたものが使用されている。対象物が距離測定センサに接近すると、残響時間の影響により距離を測定することが困難になる。対象物の接触は、接触検知センサによって検知されるが、対象物までの距離が、ある近接距離から接触（距離がゼロ）までの間であるとき、対象物までの距離を測定できなくなってしまう。すなわち、対象物が近づいてきたときに、近接状態から接触まで、連続的に距離を測定することが困難である。

[0007] 特許文献2に開示された複合センサでは、発光部及び受光部が、距離及び力の測定で共用される。このため、距離測定用のセンサと、力測定用のセンサとを独立して設計することが困難である。

[0008] 本発明の目的は、対象物までの距離の測定から、接触後の力の測定までを、ほぼ連続して測定するとともに、距離測定用のセンサと力測定用のセンサとを、独立して好適に設計することが可能な複合センサを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一観点によると、

相互に反対方向を向く第1面及び第2面を有する基板と、

前記基板の前記第1面に配置された第1発光素子及び第1受光素子を含み、前記第1発光素子から放射され、対象物で反射した反射光を前記第1受光素子で受光することにより、前記対象物までの距離に依存する信号を出力する光学式近接センサと、

前記基板の前記第2面に配置され、前記基板に対して垂直方向の力の成分

に依存する信号を出力する力センサと、

前記光学式近接センサからの信号、及び前記力センサからの信号を処理し、前記対象物までの距離情報と、前記対象物から受ける力情報とを計算する処理部と

を備えた複合センサが提供される。

発明の効果

[0010] 距離を測定するために光学式近接センサが用いられるため、超音波センサのような残響効果が生じない。このため、対象物がセンサに接近したときの残響効果による測定の困難さが解消される。また、光学式近接センサが基板の第1面に配置され、力センサが基板の第2面に配置されるため、光学式近接センサと力センサとで受発光素子を共用する構成と比べて、光学式近接センサと力センサとの設計の独立性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1A及び図1Bは、それぞれ第1実施例による複合センサの概略斜視図及び概略側面図である。

[図2]図2は、光学式近接センサに着目した複合センサの概略断面図である。

[図3]図3は、対象物が徐々に複合センサに近づき、カバーに接触した後、カバーに対して力を加える場合の距離の測定値及び力の測定値の一例を示すグラフである。

[図4]図4Aは、第2実施例による複合センサの概略断面図であり、図4Bは、弾性部材が弾性変形した状態の複合センサの概略断面図である。

[図5]図5は、基板の第1面または第2面を平面視したときの複数の構成要素の位置関係を示す図である。

[図6]図6は、第2実施例による複合センサの処理部のブロック図である。

[図7]図7は、第3実施例による複合センサの概略断面図である。

[図8]図8は、第3実施例の変形例による複合センサの概略断面図である。

[図9]図9Aは、第4実施例による複合センサの基板、及び光学式近接センサの第1発光素子、第1受光素子の概略斜視図であり、図9Bは、4つの第1

発光素子及び１つの第１受光素子の平面視における位置関係の一例を示す図である。

[図10]図１０は、１つの第１発光素子、第１受光素子、及び対象物の位置関係、及び座標系を示す図である。

[図11]図１１は、第４実施例の変形例による複合センサの第１発光素子及び第１受光素子の平面的な位置関係を示す図である。

[図12]図１２は、第５実施例による複合センサが出力する信号の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 〔第１実施例〕

図１Ａ、図１Ｂ、図２、及び図３を参照して第１実施例による複合センサについて説明する。

図１Ａ及び図１Ｂは、それぞれ第１実施例による複合センサ１０の概略斜視図及び概略側面図である。第１実施例による複合センサ１０は、基板１１、光学式近接センサ２０、及び力センサ４０を含む。光学式近接センサ２０は、基板１１の一方の面（以下、第１面１１Ａという。）に配置されており、力センサ４０は、第１面１１Ａとは反対方向を向く基板１１の面（以下、第２面１１Ｂという。）に配置されている。

[0013] 基板１１として、多層配線基板、例えばプリント配線基板、低温同時焼成セラミックス（ＬＴＣＣ）基板等が用いられる。基板１１には、光学式近接センサ２０及び力センサ４０に接続される配線が含まれる。

[0014] 力センサ４０の、第２面１１Ｂと同一方向を向く面が、装置、例えばゲームコントローラの筐体７０に接触した状態で筐体に固定されている。筐体７０には、例えば家電製品等の筐体に一般的に使用される熱可塑性プラスチック等が用いられる。光学式近接センサ２０の、第１面１１Ａと同一方向を向く面が、装置のカバー７１に接触している。カバー７１は、光学式近接センサ２０によって利用される光の波長域において透明である。

[0015] 光学式近接センサ２０は、処理部５０からの制御により、カバー７１を通

して外部に測定用の光を放射する。対象物で反射した光が、カバー 71 を通って光学式近接センサ 20 で受光される。受光情報を含む信号が処理部 50 に送出される。処理部 50 が、受光情報に基づいて対象物までの距離を計算する。処理部 50 は、例えば基板 11 に実装される。

[0016] カバー 71 に力が加わると、カバー 71 に加えられた力が、光学式近接センサ 20、基板 11、及び力センサ 40 を介して筐体 70 に印加される。力センサ 40 が筐体 70 からの反力を受け、反力の大きさを測定する。すなわち、力センサは、基板 11 に対して垂直方向の力の成分に依存する信号を処理部 50 に送出する。処理部 50 は、力センサ 40 から受信した信号に基づいて、カバー 71 に加えられた力の大きさを計算する。なお、力センサ 40 は、基板 11 に対して垂直方向の成分に限らず、平行な方向の力の成分（せん断力）を測定する機能を有していてもよい。

[0017] 力センサ 40 として、公知の種々のセンサを用いることができる。例えば、圧電式力センサ、光学式力センサ、静電容量式力センサ等を用いることができる。

[0018] 次に、図 2 を参照して光学式近接センサ 20 の構成について説明する。図 2 は、光学式近接センサ 20 に着目した複合センサ 10 の概略断面図である。光学式近接センサ 20 は、基板 11 の第 1 面 11A に配置された第 1 発光素子 21 及び第 1 受光素子 22 を含む。第 1 発光素子 21 として、例えば発光ダイオード（LED）、垂直共振器型面発光レーザ（VCSEL）等が用いられる。第 1 受光素子 22 として、例えばフォトダイオード、フォトトランジスタ、CdS セル等が用いられる。

[0019] カバー 71 と基板 11 との間に、スペーサ 25 が配置されている。スペーサ 25 によって、第 1 面 11A とカバー 71 との間隔が一定に維持される。カバー 71 の外側を向く面を、測定基準面 71A ということとする。測定基準面 71A は第 1 面 11A と平行である。第 1 受光素子 22 の受光面から測定基準面 71A までの高さを H と標記する。測定基準面 71A から対象物 80 までの、第 1 面 11A に対して垂直な方向の距離を L と標記する。

[0020] 処理部50からの制御により、第1発光素子21から測定用の光が放射される。第1発光素子21から放射された光は、カバー71を透過して装置の外部に放射され、対象物80で反射される。対象物80からの反射光の一部が、カバー71を透過して第1受光素子22で受光される。第1受光素子22による受光情報を含む信号が処理部50に入力される。

[0021] 処理部50は、光学式近接センサ20からの信号と力センサ40からの信号とを、相互に同期させて取得する。ここで、「同期させて取得」する場合には、2つの信号を時間的に同時に取得する場合、2つの信号の取得時刻が時間的にずれているが、取得時刻のずれ量が予め決められた範囲内に収まっている場合、一方の信号の取得を契機として他方の信号を取得する場合等が含まれる。

[0022] さらに、処理部50は、相互に同期して取得された光学式近接センサ20からの信号に基づくデータと力センサ40からの信号に基づくデータとを、相互に関連付けて出力する。例えば、2つの信号のそれぞれに基づくデータを同一の packets に格納して出力するようにするとよい。または、2つの信号に基づくデータのそれぞれにタイムスタンプを付し、タイムスタンプを介して2つのデータを関連付けるようにしてもよい。

[0023] 処理部50は、受光情報に基づいて、対象物80までの距離を計算する機能を持ってもよい。例えば、対象物80の反射率が既知である場合、処理部50は、受光量に基づいて対象物80までの距離を計算することができる。複合センサ10は、対象物80がカバー71に接触した時点で、距離Lの計算結果（測定値）がゼロになるように校正されている。

[0024] 図3は、対象物80（図2）が徐々に複合センサ10に近づき、カバー71に接触した後、カバー71に対して力Fを加える場合の距離Lの測定値及び力Fの測定値の一例を示すグラフである。横軸は経過時間を表し、左縦軸は距離Lを表し、右縦軸は力Fを表す。グラフ中の実線は距離Lの測定値を示し、破線は力Fの測定値を示す。

[0025] 時間の経過とともに、対象物80（図2）が複合センサ10に近づき、時

刻 t_0 でカバー 71 に接触する。すなわち距離 L の測定値がゼロになる。時刻 t_0 以降においては、距離 L の測定値はゼロに維持される。距離 L の測定値がゼロより大きい期間（時刻 t_0 より前の期間）は、力センサ 40 による力 F の測定値はゼロである。対象物 80 がカバー 71 に接触した後、対象物 80 から筐体 70（図 2）に向かう力が印加される。これにより、力センサ 40 による力 F の測定値がゼロから立ち上がり、時間の経過とともに変動する。

[0026] 図 3 では、光学式近接センサ 20 による距離 L の測定値がゼロになる時刻と、力センサ 40 による力 F の測定値がゼロになる時刻とが一致している例を示しているが、両者が厳密に一致しなくてもよい。例えば、距離 L の測定値がゼロになる前に力 F の測定値が立ち上がる場合もあるし、距離 L の測定値がゼロになった後に力 F の測定値が立ち上がる場合もある。距離 L の測定値がゼロになる時刻と力 F の測定値がゼロになる時刻とが一致しなくても、両者のずれが、複合センサ 10 からの出力を利用するアプリケーションによって決まる許容範囲内であればよい。

[0027] アプリケーションの要求仕様に応じて、光学式近接センサ 20 からの信号に基づく距離 L の測定値がゼロになった時点から、力センサ 40 による力 F の測定値が立ち上がるように、処理部 50 を校正しておくといよい。

[0028] 次に、第 1 実施例の優れた効果について説明する。

第 1 実施例では、対象物 80（図 2）までの距離を測定するセンサとして、光学式近接センサ 20 が用いられている。超音波センサを用いる場合の残響時間等の影響を受けないため、対象物 80 がカバー 71（図 2）にほぼ接触するまで、距離を測定することができる。対象物 80 がカバー 71 に接触すると、力センサ 40 からの信号により、力 F が測定される。このため、対象物 80 がカバー 71 から離れている状態からカバー 71 に近づき、カバー 71 に接触し、カバー 71 に力を印加するまで、ほぼ連続的に（シームレスに）距離及び力を測定することができる。

[0029] また、処理部 50 が、光学式近接センサ 20 からの信号と力センサ 40 からの信号とを、相互に同期させて取得するため、これらの信号から、ほぼ同

時刻における距離の測定値と力の測定値とを求めることが可能となる。さらに、処理部50が、相互に同期して取得された光学式近接センサ20からの信号に基づくデータと力センサ40からの信号に基づくデータとを、相互に関連付けて出力するため、複合センサ10を利用するアプリケーションは、距離が時間変化する状態から力が時間変化する状態に、またはその逆に、時間軸上で連続して移行することができる。

[0030] また、第1実施例では、カバー71に加えられる力が光学式近接センサ20を介して力センサ40に伝えられるという条件が満たされれば、光学式近接センサ20と力センサ40とを独立して設計することができる。このため、2つのセンサの動作が相互に影響を及ぼし合う構成と比べて、光学式近接センサ20と力センサ40との要求仕様を満たすように2つのセンサを設計することが容易になる。

[0031] [第2実施例]

次に、図4Aから図7までの図面を参照して第2実施例による複合センサについて説明する。以下、図1Aから図3までの図面を参照して説明した第1実施例による複合センサと共通の構成については説明を省略する。

[0032] 図4Aは、第2実施例による複合センサ10の概略断面図である。光学式近接センサ20の構成は、第1実施例による複合センサ10の光学式近接センサ20（図2）の構成と同一である。第2実施例では、力センサ40にも、光学式近接センサが用いられる。力センサ40は、第2発光素子41、第2受光素子42、弾性部材43、及び反射体44を含む。第2発光素子41として、例えば発光ダイオード（LED）、垂直共振器型面発光レーザ（VCSEL）等が用いられる。第2受光素子42として、例えばフォトダイオード、フォトトランジスタ、CdSセル等が用いられる。

[0033] 第2発光素子41及び第2受光素子42は、基板11の第2面11Bに配置されている。第2面11Bから間隔を隔てて反射体44が配置されている。反射体44は、弾性部材43を介して基板11に支持されている。

[0034] 反射体44は筐体70に接触している。弾性部材43のヤング率は、筐体

70、基板11、及びスペーサ25のいずれのヤング率より低い。カバー71に力が加わると、弾性部材43が弾性変形する。例えば、弾性部材43のヤング率（曲げ弾性率）は、1000MPa未満である。

[0035] 図4Bは、弾性部材43が弾性変形した状態の複合センサ10の概略断面図である。弾性部材43の弾性変形により、第2発光素子41及び第2受光素子42に対する反射体44の相対位置が変化する。一例として、反射体44が第2発光素子41及び第2受光素子42に近づく。相対位置の変化量は、加えられた力の大きさに依存する。

[0036] 第2発光素子41から放射された光が反射体44で反射し、反射光の一部が第2受光素子42で受光される。第2発光素子41及び第2受光素子42に対する反射体44の相対位置が変化すると、第2受光素子42による受光情報、例えば受光量が変わる。第2受光素子42の受光情報を含む信号が、処理部50（図1B）に入力される。処理部50は、第2受光素子42の受光情報に基づいて、反射体44の変位量を計算し、変位量から、加えられた力の大きさを計算する。

[0037] 図5は、基板11の第1面11Aまたは第2面11B（図4A）を平面視したとき（以下、単に、「平面視において」という。）の複数の構成要素の位置関係を示す図である。弾性部材43が、第2発光素子41及び第2受光素子42を取り囲むように配置されている。弾性部材43は、例えば円環状の形状を有する。

[0038] 光学式近接センサ20の第1発光素子21及び第1受光素子22を包含する最小包含円26と、力センサ40の第2発光素子41及び第2受光素子42を包含する最小包含円46とが、相互に重なる部分を有する。複合センサ10は、力センサ40と光学式近接センサ20とが基板11の厚さ方向に積み重ねられた構造を有する。図5では、第1発光素子21及び第1受光素子22を包含する最小包含円26が、第2発光素子41及び第2受光素子42を包含する最小包含円46より小さい例を示しているが、大小関係はその逆であってもよい。また、一方の最小包含円26の一部が、他方の最小包含

図46の一部と重なるような構成でもよい。

[0039] 図6は、第2実施例による複合センサ10の処理部50のブロック図である。第1発光素子21及び第2発光素子41のアノードが、それぞれ電源51に接続されており、カソードが、スイッチマトリクス52を介して発光素子ドライバ53に接続されている。演算部58が、インタフェース部54を介して発光素子ドライバ53及びスイッチマトリクス52を制御する。スイッチマトリクス52によって第1発光素子21及び第2発光素子41の一方が選択されると、選択された発光素子が発光する。

[0040] 第1受光素子22及び第2受光素子42が、スイッチマトリクス55に接続されている。演算部58がインタフェース部54を介してスイッチマトリクス55を制御する。スイッチマトリクス55によって第1受光素子22及び第2受光素子42の一方が選択されると、選択された受光素子で、受光量に応じて発生した電流が、スイッチマトリクス55を介してトランスインピーダンスアンプ56に入力される。

[0041] 第1受光素子22または第2受光素子42から出力された電流がトランスインピーダンスアンプ56で電圧信号に変換され、ADコンバータ57に入力される。電圧信号がADコンバータ57でデジタル信号に変換され、インタフェース部54を介して演算部58に入力される。

[0042] 演算部58は、第1発光素子21及び第2発光素子41を、タイミングをずらして交互に発光させる。第1発光素子21を発光させたときに、第1受光素子22による受光情報を取得し、第2発光素子41を発光させたときに、第2受光素子42による受光情報を取得する。演算部58は、第1受光素子22による受光情報から、対象物80（図2）までの距離 L を計算し、第2受光素子42による受光情報から、カバー71（図4B）に加えられた力 F の大きさを計算する。すなわち、演算部58は、距離 L の計算と力 F の計算とを交互に行う。

[0043] 次に、第2実施例の優れた効果について説明する。

第2実施例では、力センサ40にも、距離を測定するための光学式近接セ

ンサ 20 と同様の光学式近接センサが用いられる。このため、発光素子ドライバ 53、トランスインピーダンスアンプ 56、AD コンバータ 57 等を含むアナログフロントエンド回路を、光学式近接センサ 20 と力センサ 40 とで共用することができる。

[0044] アナログフロントエンド回路を共用することにより、光学式近接センサ 20 と力センサ 40 との同期及びタイミング制御が容易になる。これにより、光学式近接センサ 20 による距離の測定及び力センサ 40 による力の測定のシームレスな実行を容易に実現することが可能になる。

[0045] また、図 5 に示すように、第 1 発光素子 21 及び第 1 受光素子 22 の最小包含円 26 と、第 2 発光素子 41 及び第 2 受光素子 42 の最小包含円 46 とが、平面視において少なくとも部分的に重なりを有するため、基板 11 の第 1 面 11A (図 4A) の面内において、距離の測定の基準となる位置と、力の測定の基準となる位置とが近接している。このため、対象物 80 (図 2) の接近検出位置と接触検出位置とのずれが小さくなり、使用者に対して違和感の少ない検知結果を提供することができる。

[0046] 力センサ 40 の弾性部材 43 のヤング率が、スペーサ 25、基板 11、筐体 70 (図 4A) のヤング率より小さいため、カバー 71 に加えられた力による変形が、ほぼ弾性部材 43 に局在化される。このため、力センサ 40 によって、カバー 71 に加えられた力を精度よく測定することが可能である。また、力センサ 40 の弾性部材 43 の剛性が、光学式近接センサ 20 のスペーサ 25 の剛性より低いという条件が満たされれば、光学式近接センサ 20 と力センサ 40 との設計の独立性を高めることができる。このため、2つのセンサの動作が相互に影響を及ぼし合う構成と比べて、光学式近接センサ 20 と力センサ 40 との要求仕様を満たすように、2つのセンサを容易に設計することが可能になる。

[0047] 次に、第 2 実施例の変形例による複合センサについて説明する。

第 2 実施例では、発光素子ドライバ 53、トランスインピーダンスアンプ 56、AD コンバータ 57 等を含むアナログフロントエンド回路 (図 6) を

、光学式近接センサ20と力センサ40とで共用しているが、光学式近接センサ20及び力センサ40に対して1つずつアナログフロントエンド回路を設けてもよい。この場合、光学式近接センサ20及び力センサ40を同時に動作させることができる。このため、対象物80がカバー71（図4A）に接触した時点における距離情報の取得と力情報の取得との取得タイミングのずれをなくすることができる。また、距離の測定値及び力の測定値の時間分解能を高めることができる。

[0048] [第3実施例]

次に、図7を参照して第3実施例による複合センサについて説明する。以下、図1Aから図3までの図面を参照して説明した第1実施例による複合センサと共通の構成については説明を省略する。

[0049] 図7は、第3実施例による複合センサ10の概略断面図である。第1実施例（図2）では、光学式近接センサ20が、1つの第1発光素子21及び1つの第1受光素子22を含んでいる。これに対して第3実施例では、光学式近接センサ20が、2つの第1発光素子21及び1つの第1受光素子22を含んでいる。このような構成の光学式近接センサ20は、例えば特公昭57-133306号公報に示されている。以下、第3実施例による光学式近接センサ20を用いて距離を測定する原理について簡単に説明する。

[0050] 2つの第1発光素子21のそれぞれは、散光性の強い一様に広がる光を放射する。2つの第1発光素子21のそれぞれの発光部の中心点を、それぞれQ、Rと標記する。第1受光素子22は、第1面11Aの法線方向に強い指向性を有する。第1受光素子22の受光面の中心点をSと標記する。

[0051] 2つの第1発光素子21は、相互に90°だけ位相のずれた繰り返し信号で駆動される。点Sから第1面11Aに対して垂直な方向に延びる直線上に対象物80が存在する。対象物80の表面と、点Sから第1面11Aに対して垂直な方向に延びる直線との交点をPと標記する。線分PQと線分PSとのなす角度を θ_1 と標記し、線分PRと線分PSとのなす角度を θ_2 と標記する。線分QS及び線分RSの長さを、それぞれa、bと標記する。

[0052] 2つの第1発光素子21のそれぞれから放射された光は、対象物80の表面の点Pで乱反射され、乱反射された光の一部が第1受光素子22で受光される。2つの第1発光素子21のそれぞれから放射される光の明るさは、正弦波状及び余弦波状に周期的に変化すると考えることができる。

[0053] このとき、一方の第1発光素子21から放射される光の強度変化の位相と第1受光素子22で受光される光の強度変化の位相との関係、長さa、b、角度 θ_1 、 θ_2 を用いて線分PSの長さを計算することができる。計算式は、特公昭57-133306号公報に示されている。第1受光素子22の受光面から測定基準面71Aまでの高さHは既知であるため、測定基準面71Aから対象物80までの距離Lを求めることができる。

[0054] 次に、第3実施例の優れた効果について説明する。

第3実施例では、対象物80の表面の反射率に依存することなく、対象物80までの距離Lを測定することができる。

[0055] 次に、図8を参照して第3実施例の変形例について説明する。

図8は、第3実施例の変形例による複合センサ10の概略断面図である。本変形例では、力センサ40が、光学式近接センサ20と同様に、2つの第2発光素子41及び1つの第2受光素子42を含む。この構成とすることにより、反射体44の反射率に依存することなく、第2受光素子42から反射体44までの距離を測定することができる。

[0056] [第4実施例]

次に、図9A、図9B、及び図10を参照して、第4実施例による複合センサについて説明する。以下、図1Aから図3までの図面を参照して説明した第1実施例による複合センサと共通の構成については説明を省略する。第4実施例と第1実施例とでは、光学式近接センサ20の構成が異なる。

[0057] 図9Aは、第4実施例による複合センサの基板11、及び光学式近接センサ20の第1発光素子21、第1受光素子22の概略斜視図である。第4実施例では、光学式近接センサ20が、4個の第1発光素子21及び1つの第1受光素子22を含む。図9Aでは、第1発光素子21を中空の円形で表し

、第1受光素子22をハッチング付きの円形で表している。

[0058] 4つの第1発光素子21及び1つの第1受光素子22は、共通の仮想平面上に配置されている。例えば、4つの第1発光素子21及び1つの第1受光素子22は、基板11の平坦な第1面11Aの上に実装される。第1受光素子22を通過し、第1面11Aの法線方向に延ばした仮想的な直線（以下、基準軸27という。）上に、対象物80が位置する。第1発光素子21の各々から放射され、対象物80で反射され、第1受光素子22に入射する光の強度に基づいて、第1面11Aから対象物80までの距離、及び対象物80の姿勢を検出する。ここで、「第1受光素子22を通過する」とは、第1受光素子22の受光領域の幾何中心を通過することを意味する。

[0059] 図9Bは、4つの第1発光素子21及び1つの第1受光素子22の平面視における位置関係の一例を示す図である。4つの第1発光素子21は、第1受光素子22を通る1つの共通の直線上には配置されておらず、第1受光素子22を中心とする1つの共通の円周上にも配置されていない。すなわち、第1受光素子22と1つの第1発光素子21とを通過する直線SLを引いたとき、他の3つの第1発光素子21のうち少なくとも1つは直線SLから外れた位置に配置されている。図9Bに示した例では、2つの第1発光素子21が直線SLから外れた位置に配置されている。また、第1受光素子22を中心とし、1つの第1発光素子21を通る円周Cを描いたとき、他の3つの第1発光素子21のうち少なくとも1つは円周Cから外れた位置に配置されている。図1Bに示した例では、2つの第1発光素子21が円周Cから外れた位置に配置されている。

[0060] ここで、第1発光素子21が直線SL上または円周C上に位置するか否かは、第1発光素子21の発光領域の幾何中心を基準として判断される。第1受光素子22が直線SL上に位置するか否かは、第1受光素子22の受光領域の幾何中心を基準として判断される。第1受光素子22を中心とする円周は、第1受光素子22の受光領域の幾何中心を中心とする円周を意味する。このような配置のため、少なくとも1つの第1発光素子21と第1受光素子

22との距離は、他の3つの第1発光素子21と第1受光素子22との距離と異なっている。4つの第1発光素子21のそれぞれと1つの第1受光素子22とにより、合計4つの受発光ペアが構成される。

[0061] 次に、図10を参照して、第4実施例の説明で用いる座標系及び種々のパラメータの定義について説明する。図10は、1つの第1発光素子21_i、第1受光素子22、及び対象物80の位置関係、及び座標系を示す図である。xyz直交座標系のxy面が第1面11A（図9A）に相当し、原点Oに第1受光素子22が配置されている。z軸が、基準軸27に相当する。なお、xyz直交座標系として左手系を採用する。

[0062] 4つの第1発光素子21に、1から順番に通し番号を付したとき、i番目の第1発光素子21を21_iと標記する。第1発光素子21_iのx座標及びy座標を、それぞれ a_{xi} 、 a_{yi} と標記する。原点Oから第1発光素子21_iまでの距離を r_i と標記する。x軸を基準方向としたときの第1発光素子21_iの位置の方位角を θ_{ri} と標記する。

[0063] 対象物80の原点Oを向く表面と基準軸27との交点（以下、対象物80の代表点という。）をPと標記する。原点O（第1受光素子22）から対象物80の代表点Pまでの距離をzと標記する。第4実施例の説明において、第1受光素子22から対象物80の代表点Pまでの距離zを、単に第1受光素子22から対象物80までの距離zという場合がある。対象物80の代表点Pから第1発光素子21_iに向かう単位ベクトルを n_i と標記する。単位ベクトル n_i と基準軸27とのなす角度を θ_i と標記する。

[0064] 代表点Pの位置における対象物80の表面の単位法線ベクトルを n_s と標記する。単位法線ベクトル n_s と基準軸27とのなす角度を ϕ_z と標記する。角度 ϕ_z を、対象物80の傾斜角という。単位法線ベクトル n_s のxy面への垂直投影像とx軸とのなす角度を ϕ_x と標記する。角度 ϕ_x を、対象物80の表面の傾斜方位角という。

[0065] 次に、第1発光素子21及び第1受光素子22の指向特性について説明する。

第1発光素子21においては、正面方向において光強度が最大になり、正面方向からの傾き角 θ が大きくなるにしたがって、光強度が低下する。光強度が正面方向の光強度の $1/2$ になる傾き角 θ を、半値半角 $\theta_{1/2}$ という。第1受光素子22においては、正面方向において受光感度が最大になり、傾き角 θ が大きくなるにしたがって、受光感度が低下する。受光感度が正面方向の受光感度の $1/2$ になる傾き角 θ を、半値半角 $\theta_{1/2}$ という。

[0066] 第1発光素子21は、第1受光素子22の指向特性より広角である。例えば、基準軸27上に位置する対象物80（図9A）に、十分な強度の光が照射される程度の広角の指向特性を有する。第1受光素子22は、基準軸27から大きく外れた位置の物体からの反射光に対して十分低い感度になる程度の鋭い指向特性を有する。例えば、第1受光素子22の指向特性の半値半角 $\theta_{1/2}$ は、 15° 以下であることが好ましく、 10° 以下であることがより好ましく、 5° 以下であることが最も好ましい。

[0067] 第1発光素子21の指向特性が方位角に依存しない場合、一般的に、第1発光素子21の指向特性 $LD(\theta)$ は以下の式で近似することができる。

[数1]

$$LD(\theta) = \cos^n \theta \cdots (1)$$

ここで、 n は、第1発光素子21の指向特性によって決まるパラメータである。 n が大きくなるほど、指向特性が鋭くなる。

[0068] i 番目の第1発光素子21 i の正面方向の発光強度を G_i と標記し、第1受光素子22の受光感度を C と標記する。対象物80の表面の反射率を α と標記する。代表点Pにおける光強度 L_i は、以下の式で表される。なお、4つの第1発光素子21の指向特性 $LD(\theta)$ は同一である。

[数2]

$$L_i = \cos^n \theta_i = \left(\frac{z}{\sqrt{r_i^2 + z^2}} \right)^n \dots (2)$$

[0069] 第1受光素子22が検出する光の強度、すなわち第1受光素子22から代表点Pを新たな光源として見たときの代表点Pの輝度 L_i は、以下の式で表される。

[数3]

$$L_i = \frac{C \alpha G_i}{z^\beta} \left(\frac{z}{\sqrt{r_i^2 + z^2}} \right)^n \cdot \frac{\left[\frac{r_i \sin \phi_z}{\cos \phi_z} \cos(\theta_{ri} - \phi_x) + z \right]}{(r_i^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} \dots (3)$$

[0070] 式(3)の右辺の分母の z^β の項は、距離 z が大きくなるにしたがって第1受光素子22の視野が広がることにより、対象物80(図1A)の表面の単位面積当たりの輝度の寄与が小さくなることを示している。対象物80の表面の広い領域に光が照射され、対象物80の表面が第1受光素子22の視野と比べて大きい場合には、距離 z が大きくなっても第1受光素子22の視野全体で光を受光することになる。このような場合には、 z^β の項の影響は小さくなる。対象物80の形状や大きさ、第1受光素子22の指向特性の半値半角 $\theta_{1/2}$ の大きさに応じて、実際には、式(3)の β は、0以上2以下の範囲内のいずれかの値をとることになる。

[0071] 式(3)の右辺のパラメータ $C \alpha G_i / z^\beta$ は、4つの第1発光素子21の間で共通であるため、式(3)において、未知数は、パラメータ $C \alpha G_i / z^\beta$ 、距離 z 、傾斜方位角 ϕ_x 、傾斜角 ϕ_z の4個であり、 $i = 1, 2, 3, 4$ の4個の式(3)が生成される。4つの第1発光素子21が、第1受光素子22を通過する1本の共通の直線上に配置されておらず、第1受光素子22を中心とする1つの共通の円周上にも配置されていないため、4つの方程式は

一次独立である。このため、処理部50は、この四元連立方程式を解くことにより、パラメータ $C \propto G_i / z^\beta$ 、距離 z 、傾斜方位角 ϕ_x 、傾斜角 ϕ_z を求めることができる。

[0072] 次に、第4実施例の優れた効果について説明する。

第4実施例では、4つの第1発光素子21と1つの第1受光素子22とにより、距離 z 、傾斜方位角 ϕ_x 、傾斜角 ϕ_z を求めることができる。すなわち、対象物80までの距離の他に、対象物80の表面が傾斜している方位及び傾斜角を求めることができる。

[0073] 第4実施例による物体検知センサでは、4つの第1発光素子21の指向特性 $L_D(\theta)$ が、方位角に依存せず、等方的であるが、必ずしも等方的である必要はない。例えば、指向特性を、座標変換によって方位角依存性が無い形に変換することができれば、必ずしも指向特性が等方的である必要はない。

[0074] 例えば、図10に示した xz 面における半値半角 $\theta_{1/2}$ が、 yz 面における半値半角 $\theta_{1/2}$ の2倍である場合、 y 軸の値を2倍にすれば、 xz 面における半値半角 $\theta_{1/2}$ が、 yz 面における半値半角 $\theta_{1/2}$ と等しくなり、指向特性が方位角依存性を有しない場合と等価になる。このため、座標変換を行うことにより、式(3)と同じ形の連立方程式を得ることができる。

[0075] 次に、図11を参照して、第4実施例の変形例による複合センサについて説明する。

図11は、第4実施例の変形例による複合センサの第1発光素子21及び第1受光素子22の平面的な位置関係を示す図である。

[0076] 第4実施例(図9B)では、4つの第1発光素子21のうちいずれの3個の第1発光素子21も1本の直線上に配置されておらず、4つの第1発光素子21は、第1受光素子22を中心とする共通の円周上にも配置されていない。本変形例では、この条件の他に、さらに以下に説明する条件が満たされるように4つの第1発光素子21が配置されている。

[0077] 本変形例においては、4つの第1発光素子21のうち2つの第1発光素子

2 1 a₁、1 1 a₂が、第1受光素子2 2に関して点対称の位置に配置されており、他の2つの第1発光素子2 1 b₁、2 1 b₂も、第2光素子に対して点対称の位置に配置されている。第1受光素子2 2から第1発光素子2 1 a₁、2 1 a₂の各々までの距離をr_aと標記し、第1受光素子2 2から第1発光素子2 1 b₁、2 1 b₂の各々までの距離をr_bと標記する。2つの第1発光素子2 1 a₁、2 1 a₂を通過する直線と、他の2つの第1発光素子2 1 b₁、2 1 b₂を通過する直線とのなす角度をδと標記する。角度δは0°よりも大きく、180°未満である。

[0078] 相互に点対称の位置関係にある2つの第1発光素子2 1を、第1発光素子対ということとする。本変形例においては、2つの第1発光素子2 1 a₁、2 1 a₂が1つの第1発光素子対2 1 aを構成し、他の2つの第1発光素子2 1 b₁、2 1 b₂が、他の第1発光素子対2 1 bを構成する。

[0079] 第1発光素子2 1 a₁について式(3)を適用すると、以下の式が得られる。

[数4]

$$L_{a1} = \frac{C\alpha G_{a1}}{z^\beta} \left(\frac{z}{\sqrt{r_a^2 + z^2}} \right)^n \cdot \frac{\left[\frac{r_a \sin \varphi_z}{\cos \varphi_z} \cos(\theta_{ra1} - \varphi_x) + z \right]}{(r_a^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} \dots (4)$$

[0080] 第1発光素子2 1 a₂について式(3)を適用すると、以下の式が得られる。

[数5]

$$L_{a2} = \frac{C\alpha G_{a2}}{z^\beta} \left(\frac{z}{\sqrt{r_a^2 + z^2}} \right)^n \cdot \frac{\left[\frac{r_a \sin \varphi_z}{\cos \varphi_z} \cos(\theta_{ra2} - \varphi_x) + z \right]}{(r_a^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} \dots (5)$$

[0081] 式(4)及び式(5)において、G_{a1}=G_{a2}、θ_{ra1}+θ_{ra2}=180°であるから、式(4)及び式(5)から以下の式が得られる。

[数6]

$$L_{a1} + L_{a2} = 2 \frac{C\alpha G_{a1}}{z^\beta} \left(\frac{z}{\sqrt{r_a^2 + z^2}} \right)^n \cdot \frac{1}{(r_a^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} \cdots (6)$$

[0082] 同様に、第1発光素子21b₁、21b₂について、以下の式が得られる。

[数7]

$$L_{b1} + L_{b2} = 2 \frac{C\alpha G_{a1}}{z^\beta} \left(\frac{z}{\sqrt{r_b^2 + z^2}} \right)^n \cdot \frac{1}{(r_b^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} \cdots (7)$$

[0083] 第1発光素子21a₁、21a₂からなる第1発光素子対21aのそれぞれを発光させ、第1受光素子22で受光したときの測定値の和と、第1発光素子21b₁、21b₂からなる第1発光素子対21bのそれぞれを発光させ、第1受光素子22で受光したときの測定値の和との比Rが、式(6)及び式(7)から以下の式で表される。

[数8]

$$R = \frac{L_{b1} + L_{b2}}{L_{a1} + L_{a2}} = \frac{(r_a^2 + z^2)^{\frac{n+3}{2}}}{(r_b^2 + z^2)^{\frac{n+3}{2}}} \cdots (8)$$

[0084] 式(8)の未知数はzのみであるから、比Rから、対象物80までの距離zを算出することができる。

[0085] さらに、第1発光素子対21aについて、式(4)及び式(5)から、以下の式が得られる。

[数9]

$$L_{a1} - L_{a2} = 2 \frac{C\alpha G_{a1}}{z^\beta} \left(\frac{z}{\sqrt{r_a^2 + z^2}} \right)^n \cdot \frac{\left[\frac{r_a \sin \varphi_z}{\cos \varphi_z} \cos(\theta_{ra1} - \varphi_x) \right]}{(r_a^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= (L_{a1} + L_{a2}) \frac{r_a}{z} \tan \varphi_z \cos(\theta_{ra1} - \varphi_x) \cdots (9)$$

[0086] 第1発光素子対21bについても同様に、以下の式が得られる。

[数10]

$$L_{b1} - L_{b2} = 2 \frac{C\alpha G_{a1}}{z^\beta} \left(\frac{z}{\sqrt{r_b^2 + z^2}} \right)^n \cdot \frac{\left[\frac{r_b \sin \varphi_z}{\cos \varphi_z} \cos(\theta_{rb1} - \varphi_x) \right]}{(r_b^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= (L_{b1} + L_{b2}) \frac{r_b}{z} \tan \varphi_z \cos(\theta_{rb1} - \varphi_x) \cdots (10)$$

[0087] 式(9)及び式(10)から、以下の式が導出される。

[数11]

$$L_{b1} - L_{b2} = \frac{1}{R} (L_{a1} - L_{a2}) \cos \delta$$

$$- \frac{1}{R} \sqrt{A_1^2 - (L_{a1} - L_{a2})^2} \sin \delta \cdots (11)$$

ここで、パラメータRは式(8)で定義され、パラメータA₁は、以下の式で定義される。

[数12]

$$A_1 = (L_{a1} + L_{a2}) \frac{r_a}{z} \tan \varphi_z \cdots (12)$$

[0088] 式(11)から、パラメータA₁の値を算出することができる。パラメータA₁の値がわかると、式(12)から傾斜角φ_zを算出することができる。さ

らに、式（９）から、傾斜方位角 ϕ_x を算出することができる。このように、２組の第１発光素子対２１ａ、２１ｂによる測定値の和及び差を求め、簡単な代数計算を行うことにより、傾斜角 ϕ_z 及び傾斜方位角 ϕ_x を算出することができる。

[0089] 次に、図１１に示した第４実施例の変形例の優れた効果について説明する。

第４実施例の変形例では、四元連立方程式を解くことなく、簡単な代数演算を行うことにより、対象物８０までの距離 z 、対象物８０の表面の傾斜角 ϕ_z 、及び傾斜方位角 ϕ_x を求めることができる。

[0090] [第５実施例]

次に、図１２を参照して、第５実施例による複合センサについて説明する。以下、図１Ａから図６までの図面を参照して説明した第１実施例及び第２実施例による複合センサと共通の構成については説明を省略する。

[0091] 図１２は、第５実施例による複合センサが出力する信号の一例を示すグラフである。第１実施例による複合センサ１０は、一例として図３に示したように、光学式近接センサ２０からの信号に基づいて求められた距離 L の測定値と、力センサ４０からの信号に基づいて求められた力 F の測定値とを出力される。

[0092] これに対して第５実施例による複合センサ１０は、力センサ４０からの信号に基づいて、図４Ａに示した第２発光素子４１及び第２受光素子４２に対する反射体４４の変位量を求める。力センサ４０に外力が加えられていない状態における変位量をゼロと定義する。力センサ４０に外力が加わると、反射体４４が第２発光素子４１及び第２受光素子４２に近づく向きに変位する。この向きの変位量をマイナスと定義する。変位量の大きさは、複合センサ１０に加えられた力の大きさに応じて変化する。図１２において、変位量の時間変化を破線で示す。

[0093] 図１２に示すように、対象物８０（図２）を複合センサ１０に徐々に近づけ、光学式近接センサ２０による距離 L の測定値がゼロになった（時刻 t_0 ）

後、対象物 80 をさらに押し込むと、変位量の測定値が負の向きに立ち上がる。押し込み量の変化に応じて、変位量の測定値が変化する。

[0094] 複合センサ 10 を利用するアプリケーションは、複合センサ 10 から出力される変位量の測定値に基づいて、複合センサ 10 に加えられた力を計算することができる。

[0095] 次に、第 5 実施例の優れた効果について説明する。

第 5 実施例のように、力センサ 40 からの信号に基づいて変位量を求める構成においても、光学式近接センサ 20 による距離 L の測定値が時間的に変化する状態から、力センサ 40 による変位量の測定値が時間的に変化する状態に、またはその逆に連続的に移行することができる。また、アプリケーションは、複合センサ 10 から出力される変位量の測定値に基づいて、力センサ 40 に加わっている力を計算することができる。

[0096] 上述の各実施例は例示であり、異なる実施例で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもない。複数の実施例の同様の構成による同様の作用効果については実施例ごとには逐次言及しない。さらに、本発明は上述の実施例に制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

符号の説明

[0097] 10 複合センサ

11 基板

11A 第 1 面

11B 第 2 面

20 光学式近接センサ

21、21a₁、21a₂、21b₁、21b₂ 第 1 発光素子

21a、21b 第 1 発光素子対

22 第 1 受光素子

25 スペーサ

26 最小包含円

- 4 0 カセンサ
- 4 1 第2発光素子
- 4 2 第2受光素子
- 4 3 弾性部材
- 4 4 反射体
- 4 6 最小包含円
- 4 7 基準平面
- 5 0 処理部
- 5 1 電源
- 5 2 スイッチマトリクス
- 5 3 発光素子ドライバ
- 5 4 インタフェース部
- 5 5 スイッチマトリクス
- 5 6 トランスインピーダンスアンプ
- 5 7 A/Dコンバータ
- 5 8 演算部
- 7 0 筐体
- 7 1 カバー
- 7 1 A 測定基準面
- 8 0 対象物

請求の範囲

- [請求項1] 相互に反対方向を向く第1面及び第2面を有する基板と、
前記基板の前記第1面に配置された第1発光素子及び第1受光素子を含み、前記第1発光素子から放射され、対象物で反射した反射光を前記第1受光素子で受光することにより、前記対象物までの距離に依存する信号を出力する光学式近接センサと、
前記基板の前記第2面に配置され、前記基板に対して垂直方向の力の成分に依存する信号を出力する力センサと
を備えた複合センサ。
- [請求項2] 前記力センサは、第2発光素子、第2受光素子、弾性部材、及び前記弾性部材の弾性変形によって前記第2発光素子及び前記第2受光素子に対する相対位置が変化する反射体を含み、前記第2発光素子から放射され、前記反射体で反射した反射光を前記第2受光素子で受光することにより、前記反射体の位置の変化を測定する請求項1に記載の複合センサ。
- [請求項3] 前記基板の前記第2面を平面視したとき、前記弾性部材は、前記第2発光素子及び前記第2受光素子を取り囲むように配置されている請求項2に記載の複合センサ。
- [請求項4] 前記基板の前記第1面を平面視したとき、前記光学式近接センサの前記第1発光素子及び前記第2発光素子を包含する最小包含円と、前記力センサの前記第2発光素子及び前記第2受光素子を包含する最小包含円とが、相互に重なる部分を有する請求項2または3に記載の複合センサ。
- [請求項5] 前記力センサの、前記第2面と同一方向を向く面が、装置の筐体に接触した状態で装置に搭載され、前記光学式近接センサの前記第1面と同一方向を向く面が、前記第1発光素子から放射される光の波長域で透明なカバーに接触して使用されるとき、前記カバーに加わる力が前記光学式近接センサ、前記基板、及び前記力センサを介して前記筐

体に伝わる構造を有する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の複合センサ。

[請求項6] さらに、前記光学式近接センサからの信号と前記力センサからの信号とを、相互に同期させて取得する処理部を備えた請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の複合センサ。

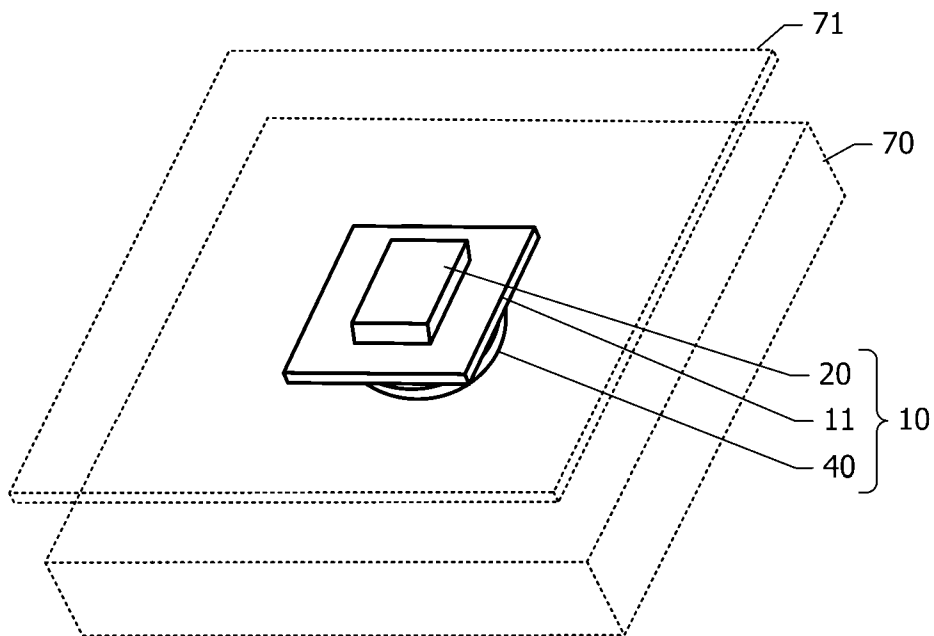
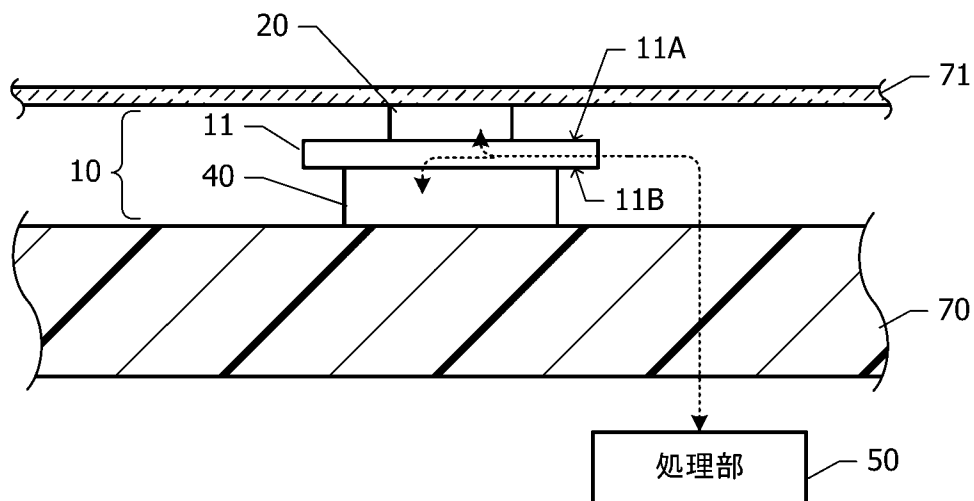
[請求項7] 前記処理部は、相互に同期して取得された前記光学式近接センサからの信号に基づくデータと前記力センサからの信号に基づくデータとを、相互に関連付けて出力する請求項 6 に記載の複合センサ。

[請求項8] 前記処理部は、前記光学式近接センサと前記力センサとで共用されており、前記光学式近接センサ及び前記力センサを交互に動作させて、前記光学式近接センサからの信号と前記力センサからの信号とを交互に取得する請求項 6 または 7 に記載の複合センサ。

[請求項9] 前記処理部は、前記光学式近接センサからの信号に基づいて前記対象物までの距離を計算し、前記力センサからの信号に基づいて力を計算する請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の複合センサ。

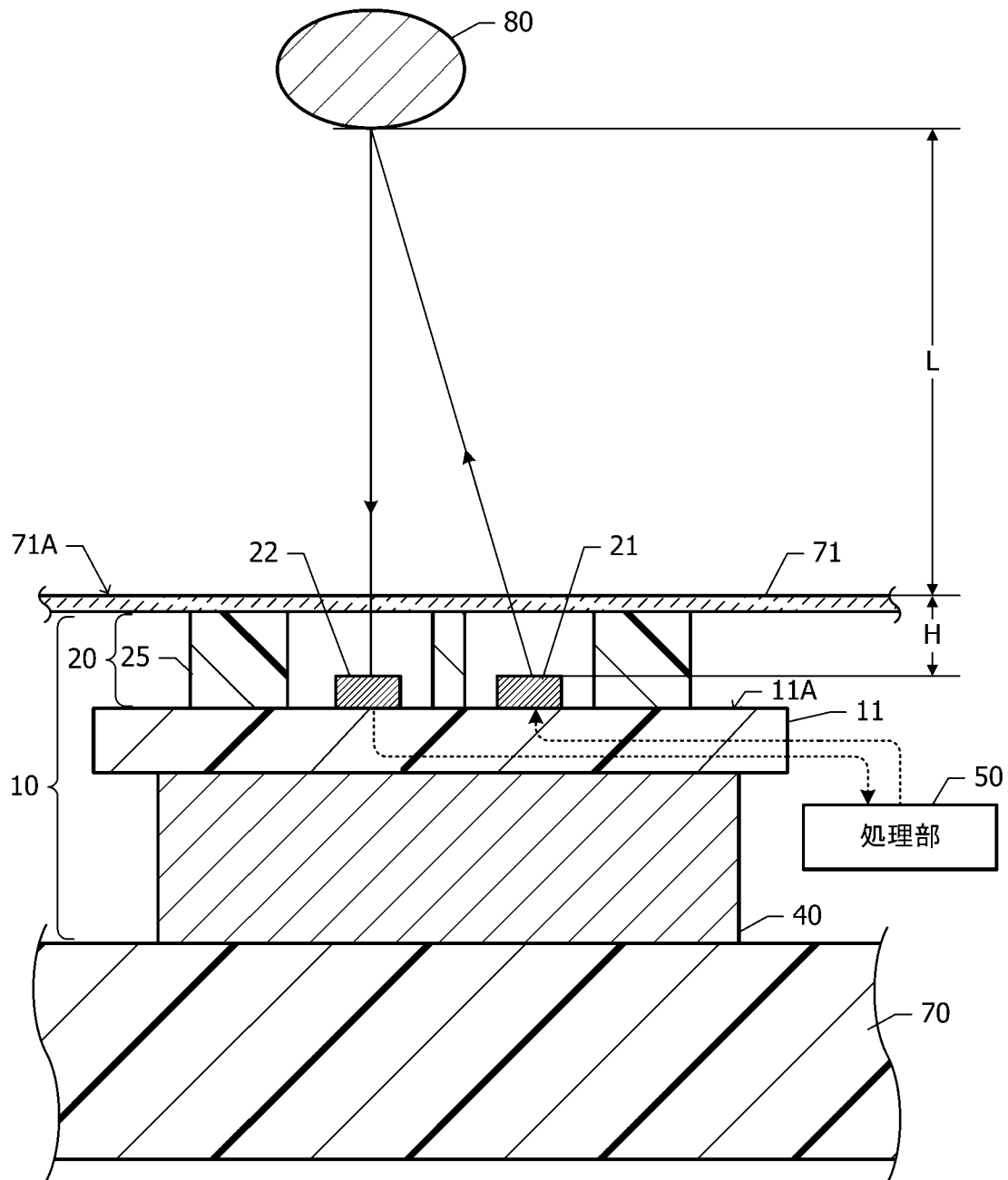
[請求項10] 前記対象物が前記光学式近接センサに徐々に近づいて来たとき、前記光学式近接センサからの信号に基づく距離の計算結果がゼロになった時点から、前記力センサからの信号に基づく力の計算結果が立ち上がるように、前記処理部が校正されている請求項 9 に記載の複合センサ。

[図1]

Fig.1A**Fig.1B**

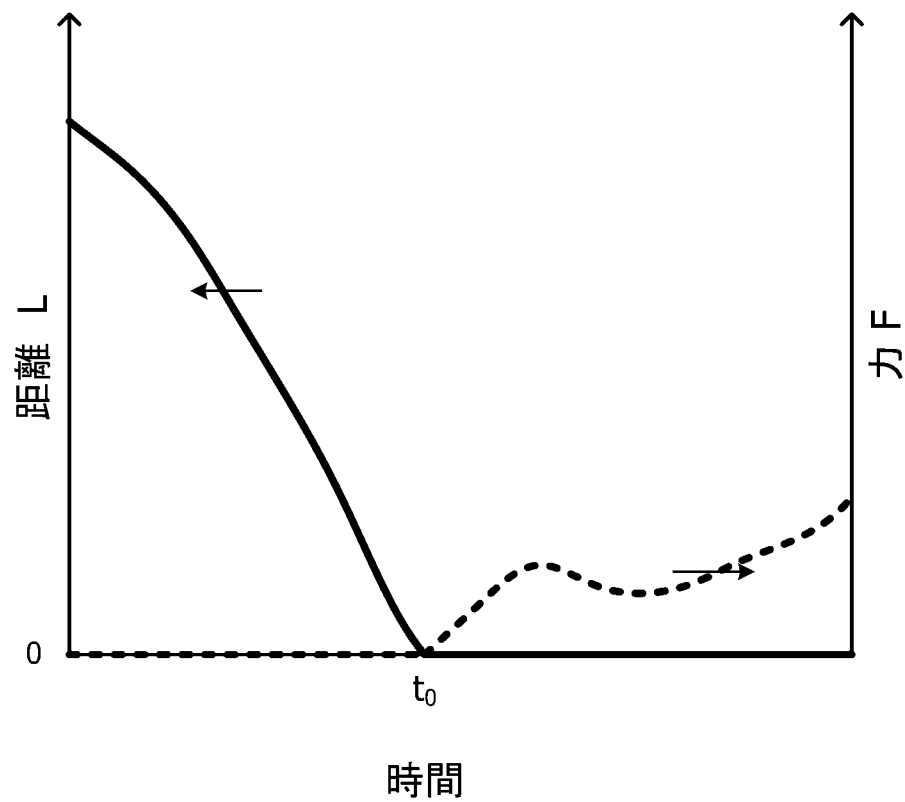
[図2]

Fig.2



[図3]

Fig.3



[図4]

Fig.4A

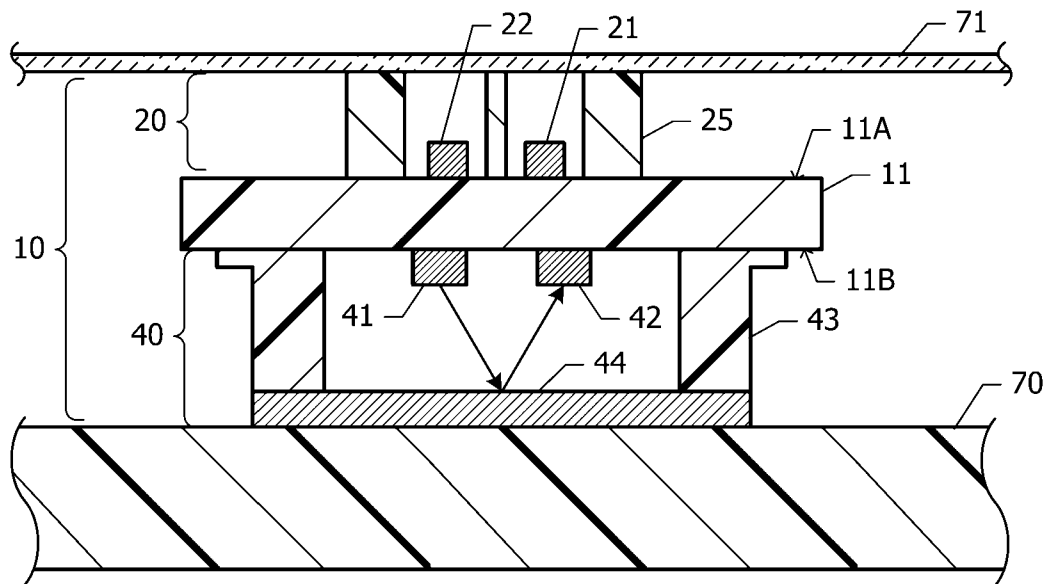
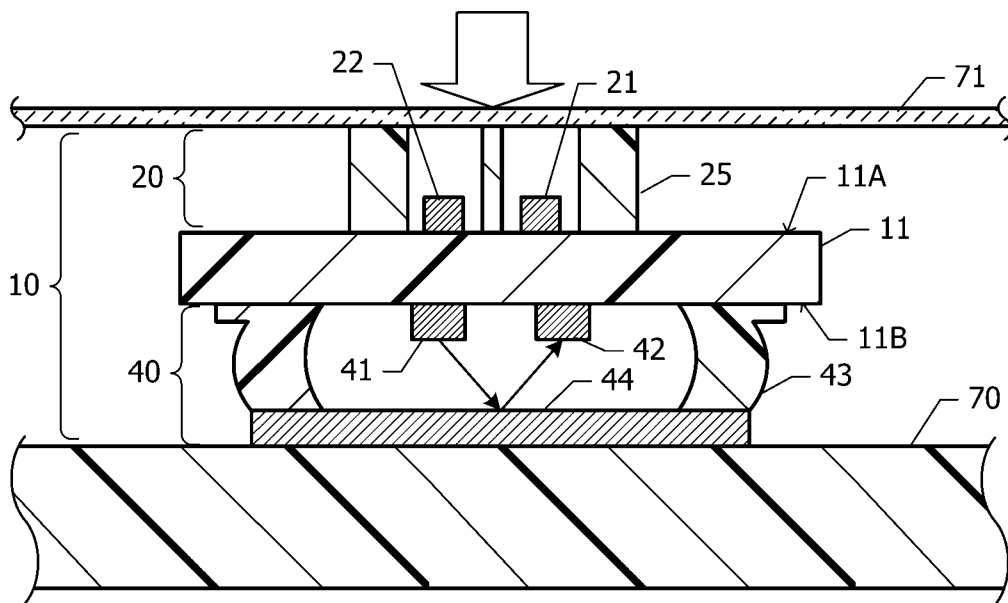
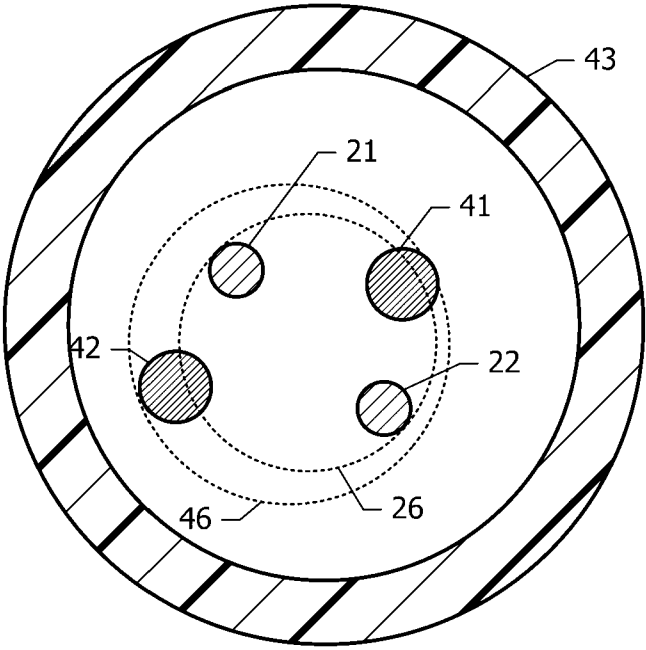


Fig.4B



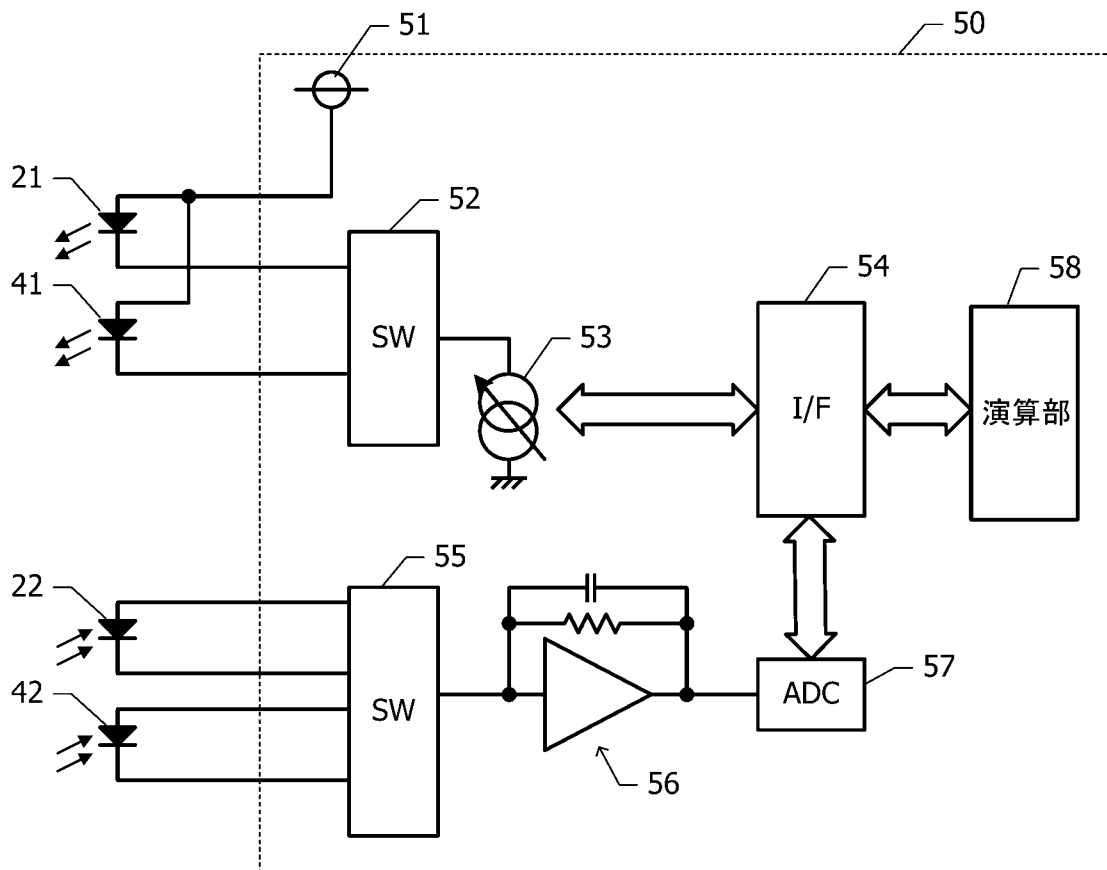
[図5]

Fig.5



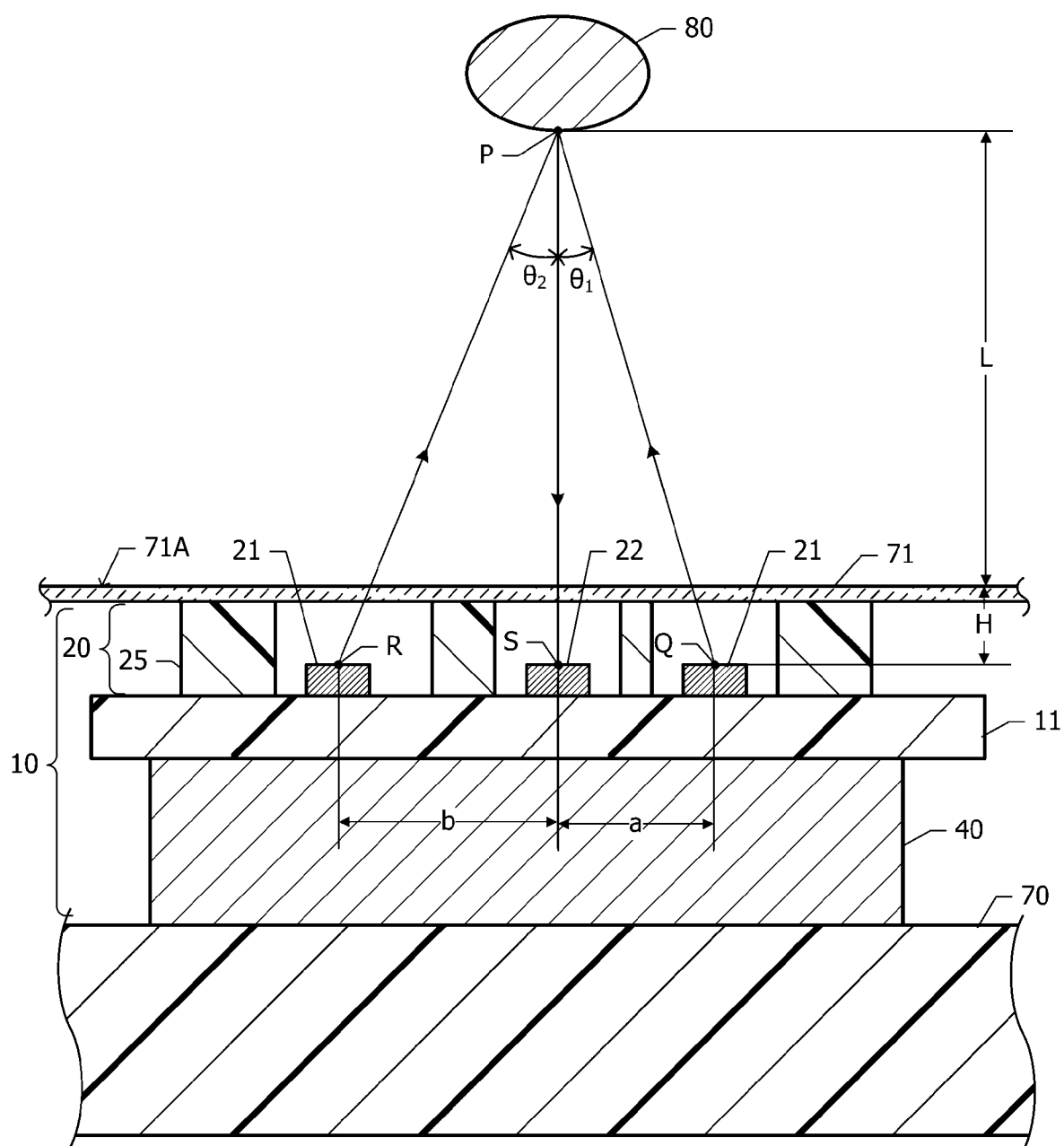
[図6]

Fig.6



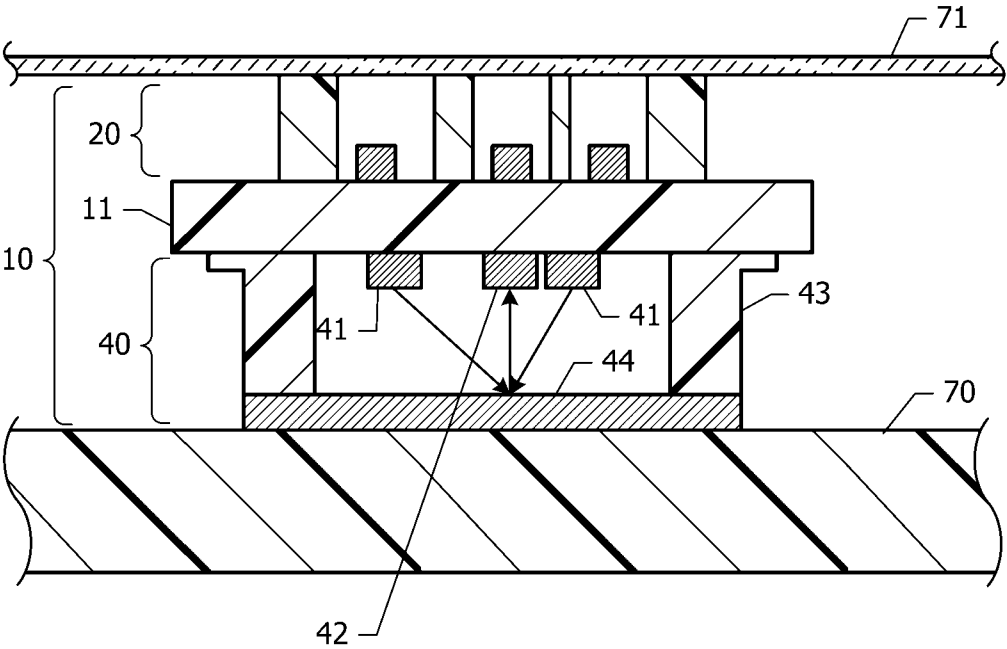
[図7]

Fig.7



[図8]

Fig.8



[図9]

Fig.9A

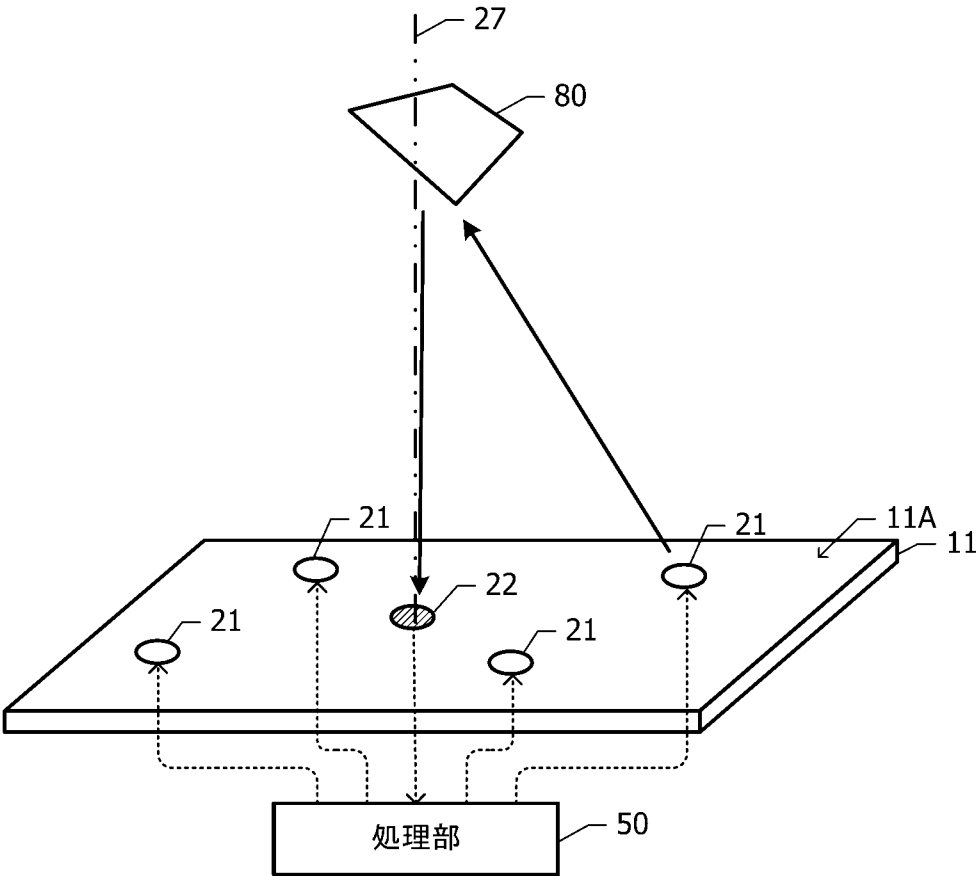
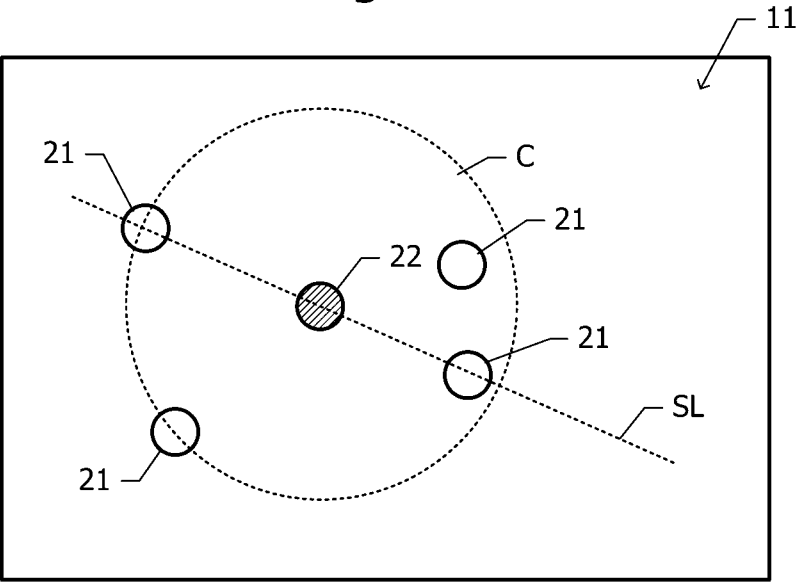
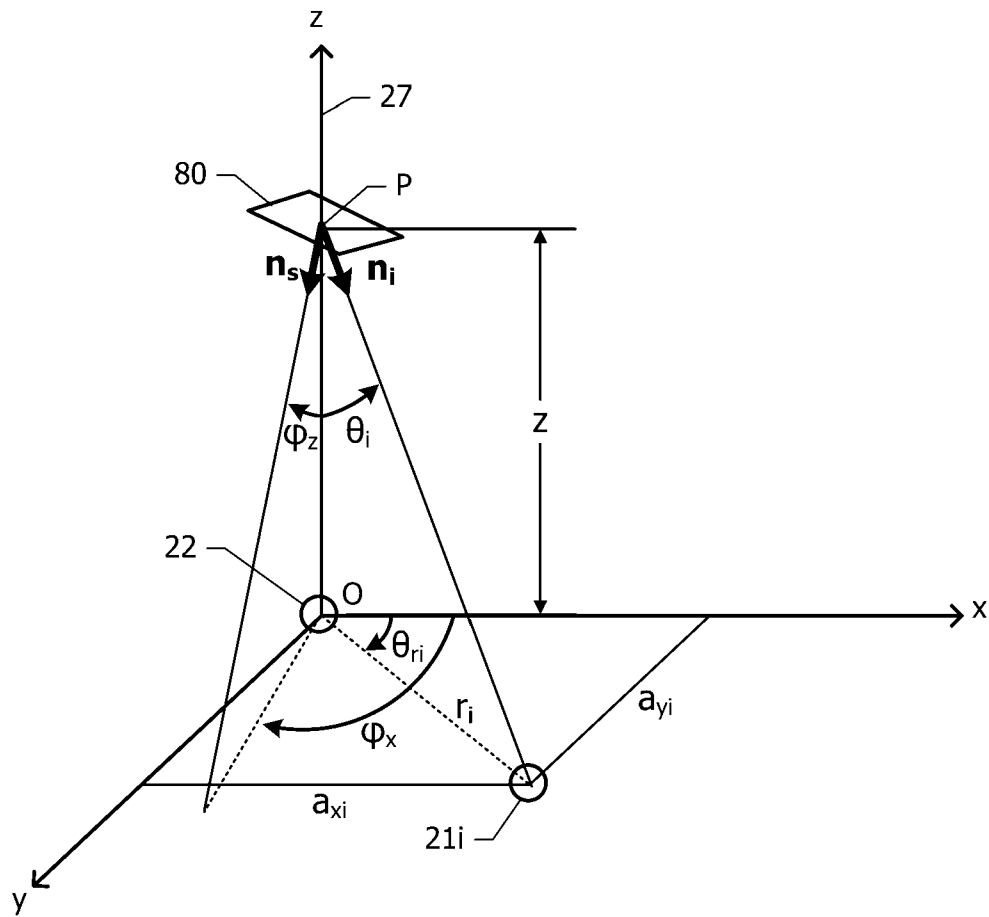


Fig.9B

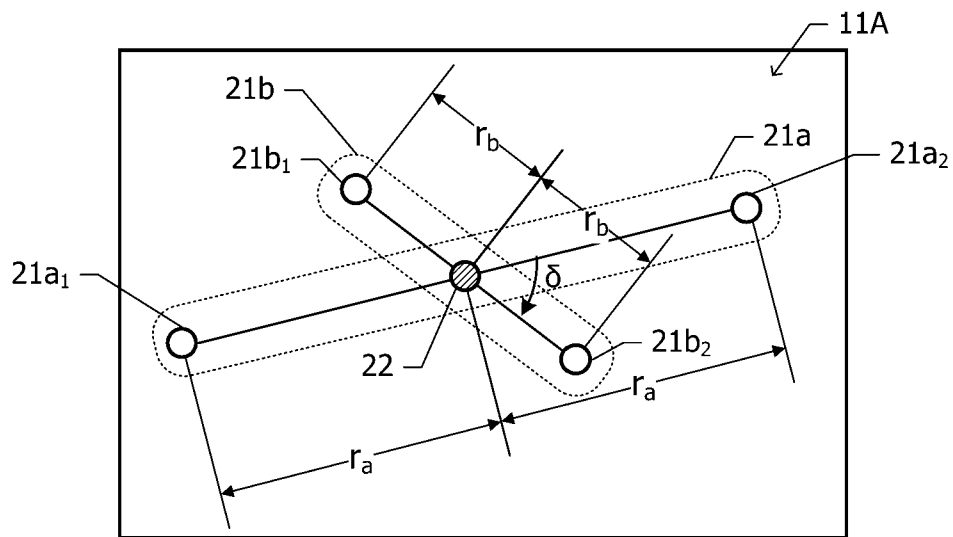


[図10]

Fig.10

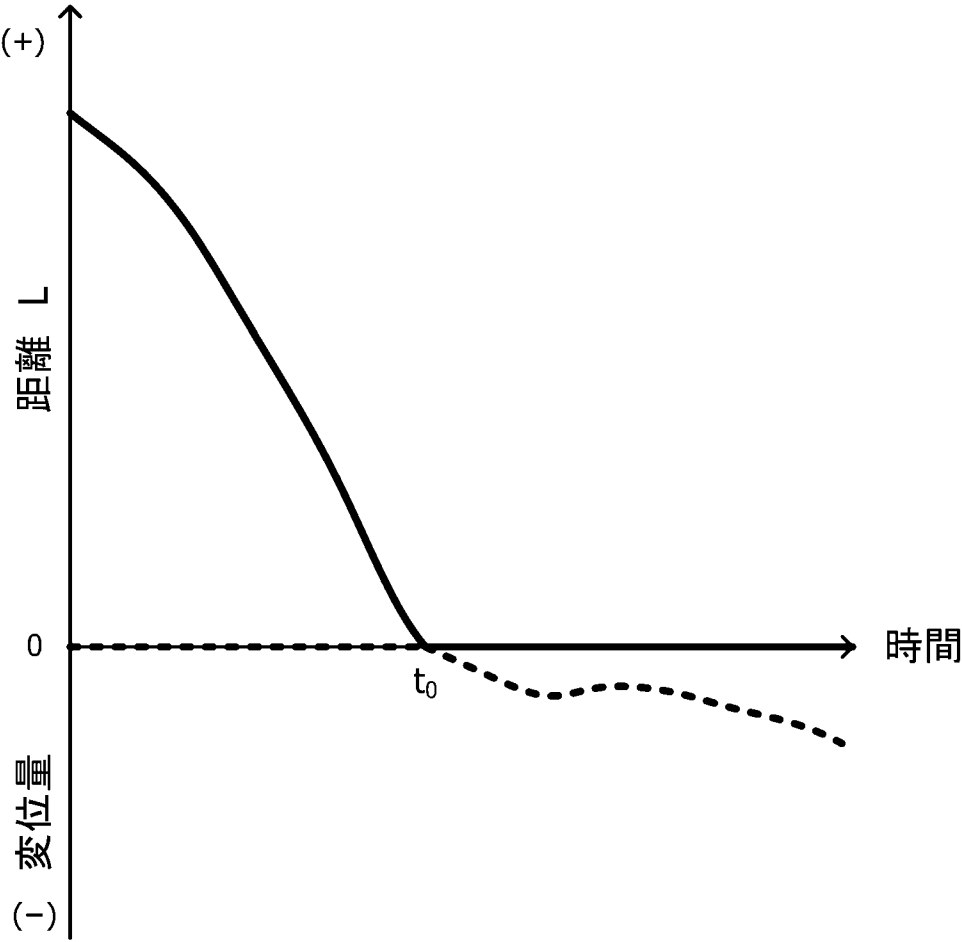


[図11]

Fig.11

[図12]

Fig.12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/001883

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01L 1/00 (2006.01)i; G01C 3/06 (2006.01)i FI: G01L1/00 B; G01C3/06 120Q 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) G01L1/00-1/26; G01L5/00-5/28; G01C3/06; A63F13/00-13/98; G06F3/00-3/04895 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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.
Y A	JP 2019-039835 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 14 March 2019 (2019-03-14) paragraphs [0091]-[0097], fig. 20	1 2-10
Y A	WO 2021/100261 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 27 May 2021 (2021-05-27) paragraphs [0018]-[0027], fig. 1	1 2-10
A	JP 7211522 B2 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 24 January 2023 (2023-01-24) paragraphs [0017]-[0045], fig. 1-3B	1-10
A	JP 2007-071564 A (INSTITUTE OF PHYSICAL & CHEMICAL RESEARCH) 22 March 2007 (2007-03-22) paragraphs [0031]-[0042], fig. 5	1-10
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 03 April 2024		Date of mailing of the international search report 16 April 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/001883

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-039835	A	14 March 2019	US 2019/0064013 A1 paragraphs [0111]-[0119]	
WO	2021/100261	A1	27 May 2021	US 2022/0276405 A1 paragraphs [0035]-[0044] CN 114730019 A	
JP	7211522	B2	24 January 2023	WO 2021/033455 A1	
JP	2007-071564	A	22 March 2007	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G01L 1/00(2006.01)i; G01C 3/06(2006.01)i

FI: G01L1/00 B; G01C3/06 120Q

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））

G01L1/00-1/26; G01L5/00-5/28; G01C3/06; A63F13/00-13/98; G06F3/00-3/04895

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

1971-2024年

日本国実用新案登録公報

1996-2024年

日本国登録実用新案公報

1994-2024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
Y	JP 2019-039835 A（キヤノン株式会社）14.03.2019（2019-03-14） 段落[0091]-[0097], [図20]	1
A		2-10
Y	WO 2021/100261 A1（株式会社村田製作所）27.05.2021（2021-05-27） 段落[0018]-[0027], [図1]	1
A		2-10
A	JP 7211522 B2（株式会社村田製作所）24.01.2023（2023-01-24） 段落[0017]-[0045], [図1]-[図3B]	1-10
A	JP 2007-071564 A（独立行政法人理化学研究所）22.03.2007（2007-03-22） 段落[0031]-[0042], [図5]	1-10

☐ 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、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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抵触するものではなく、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

03.04.2024

国際調査報告の発送日

16.04.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

松山 紗希 2F 6205

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/001883

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-039835	A	14.03.2019	US	2019/0064013	A1	
				段落[0111]-[0119]			
WO	2021/100261	A1	27.05.2021	US	2022/0276405	A1	
				段落[0035]-[0044]			
				CN	114730019	A	
JP	7211522	B2	24.01.2023	WO	2021/033455	A1	
JP	2007-071564	A	22.03.2007	(ファミリーなし)			