

(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
2020年8月20日(20.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/166424 A1

(51) 国際特許分類:

G01B 11/00 (2006.01) G01C 15/00 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01)

CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/004035

(22) 国際出願日: 2020年2月4日(04.02.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(72) 発明者: 大平 隼也(OHIRA, Toshiya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 五藤 幸弘(GOTO, Yukihiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(30) 優先権データ:
特願 2019-025258 2019年2月15日(15.02.2019) JP

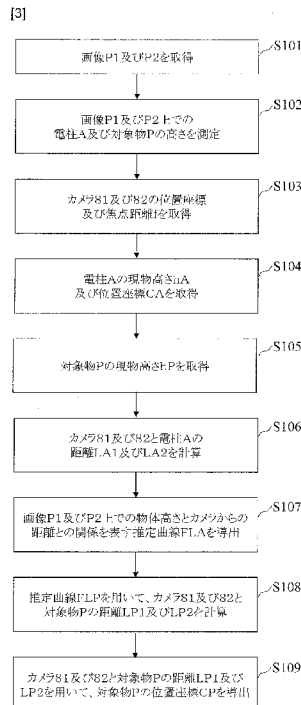
(74) 代理人: 岡田 賢治, 外(OKADA, Kenji et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋二丁目12番5号 瀬戸口ビル3階アイル知財事務所 Tokyo (JP).

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE

(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,

(54) Title: POSITION COORDINATE DERIVATION DEVICE, POSITION COORDINATE DERIVATION METHOD, POSITION COORDINATE DERIVATION PROGRAM, AND SYSTEM

(54) 発明の名称: 位置座標導出装置、位置座標導出方法、位置座標導出プログラム及びシステム



S101 Acquire images P1, P2
S102 Measure heights of utility pole A and object P in images P1, P2
S103 Acquire position coordinates and focal lengths f of cameras 81, 82
S104 Acquire actual height hA and position coordinates CA of utility pole A
S105 Acquire actual height hP of object P
S106 Calculate distances LA1, LA2 from cameras 81, 82 to utility pole A
S107 Derive estimation curve FLA representing relationship between object heights in images P1, P2 and distances from cameras
S108 Use estimation curve FLA to calculate distances LP1, LP2 from cameras 81, 82 to object P
S109 Use distances LP1, LP2 from cameras 81, 82 to object P to derive position coordinates CP of object P

(57) Abstract: The purpose of this disclosure is to make it possible to ascertain the coordinates of equipment. In this disclosure, a processor acquires two or more images obtained through the imaging of equipment and an object (S101); the position coordinates and actual size of the equipment and the size of the object are acquired from a database (S104); using the relationship between the distances from cameras that imaged the two or more images to the equipment and the

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

magnifications of the equipment in the two or more images compared to the actual size of the equipment, the processor calculates the distances from the cameras that imaged the two or more images to the object (S108); and the processor uses the calculated distances to derive the position coordinates of the object (S109).

(57) 要約: 本開示は、設備座標の把握を可能にすることを目的とする。プロセッサが、設備及び対象物の撮像された2以上の画像を取得し(S101)、設備の位置座標及び現物の大きさ、並びに対象物の大きさをデータベースから取得し(S104)、プロセッサが、2以上の画像を撮像した各カメラから設備のまでの距離と2以上の画像上の設備の現物の大きさに対する倍率との関係を用いて、2以上の画像を撮像した各カメラから対象物までの距離を算出し(S108)、プロセッサが、算出した距離を用いて、対象物の位置座標を導出する(S109)。

明 細 書

発明の名称：

位置座標導出装置、位置座標導出方法、位置座標導出プログラム及びシステム

技術分野

[0001] 本開示は、カメラで撮像された対象物の位置座標を導出する位置座標導出方法及びこれを実行する位置座標導出装置に関する。

背景技術

[0002] 地物の測量を行う方法として、写真測量法があり、代表的な技術として、ステレオカメラがある（例えば、特許文献1及び非特許文献1参照。）。ステレオカメラは、2つのカメラを用いて、それら2つのカメラを既知の距離に配置して、同時に地物を撮影する。それぞれのカメラで撮影された地物は、カメラの位置に応じて、写真に写る位置が変化する。この位置の変化量はそれぞれのカメラの位置によって変化することを利用し、地物までの距離を測定することができる。さらに、写真の距離に対する縮尺がわかっているならば、距離から地物の大きさを測定することができる。さらに、1つのカメラを用いて、水平に一定距離移動後の連続撮影した2枚の写真を用いても同じことが実現できる。

[0003] 測量などで利用されている3Dレーザスキャナ搭載自動車（MMS）を用いて3D点群データを取得し、得られた3D点群データを用いて設備を自動検出・3Dモデル化し、電柱の傾き及びたわみなどの構造状態を高精度で計測できる、構造劣化判定システムが用いられている（例えば、特許文献2及び3参照。）。構造劣化判定システムは、電柱の座標や電柱の大きさ（高さ）も精度よく表示できる。さらに、電柱の正確な位置座標が分かることで電柱の官民区分が把握可能となり、占用業務効率化が期待される。

[0004] しかし設備の3Dモデル化が出来なければ、正確な位置座標を得ることが出来ない。例えばMMS車体揺らぎの程度によっては、点群欠け等で点群デ

ータの欠損が生じ、設備の3Dモデル化が出来ないことがある。また、現状の構造劣化判定システムでは、点群データを用いた位置情報推定は困難であり、今後の対象設備拡大を行う上では点群データ以外を用いた検討が必要となる。

- [0005] そこで点群以外にMMS走行時に取得可能な情報である画像から、カメラから対象設備間の距離を測定し、設備座標を把握する検討が必要となる。現在、カメラから物体までの位置を把握する方法として、ステレオカメラが挙げられるが、以下に示すような問題がある。(1) 2つのカメラを利用する場合、2つのカメラで撮影する必要がある。1つのカメラを利用する場合、(2) 水平距離移動した場合の連続写真を用いる必要がある。(3) 距離から地物の寸法を計測する場合はカメラと地物との距離に対する倍率が事前に分からないといけない問題がある。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開平7-35546号公報
特許文献2：特開2015-078849号公報
特許文献3：特開2017-156179号公報

非特許文献

- [0007] 非特許文献1：自動車向け画像認識技術とステレオカメラによる距離計測：
<https://annex.jsap.or.jp/photonics/kogaku/public/41-05-kaisetsu5.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 本開示は、カメラと地物との距離に対する倍率が事前に分からない場合であっても、2つのカメラや水平距離移動した連続写真を用いることなく、設備座標を把握可能にすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために、本開示は、電柱などの設備の位置座標と大きさを構造劣化判定システムのモデル情報から取得し、2枚以上の画像を用いてカメラ位置座標から対象物までの距離を算出し、それら距離とカメラ位置座標から対象物の座標を算出することで、対象物の座標を取得する。

[0010] 具体的には、本開示に係る位置座標導出装置は、
プロセッサが、設備及び対象物の撮像された2以上の画像を取得し、
前記プロセッサが、前記設備の位置座標及び現物の大きさ、並びに前記対象物の大きさをデータベースから取得し、
前記プロセッサが、前記2以上の画像を撮像した各カメラから前記設備までの距離と前記2以上の画像上の前記設備の現物の大きさに対する倍率との関係を用いて、前記2以上の画像を撮像した各カメラから前記対象物までの距離を算出し、
前記プロセッサが、算出した距離を用いて、前記対象物の位置座標を導出する。

[0011] 本開示に係る位置座標導出装置では、
前記2以上の画像は、第1の画像及び第2の画像であり、
前記プロセッサが、前記第1の画像上での前記設備の大きさ及び前記第2の画像上での前記設備の大きさを測定し、
前記第1の画像を撮像した第1のカメラから前記設備までの第1の距離、前記設備の現物の大きさ、及び前記第1の画像上での前記設備の大きさ、を用いて、前記第1の画像における物体の大きさと前記第1のカメラからの距離との関係を求め、
前記第2の画像を撮像した第2のカメラから前記設備までの第2の距離、前記設備の現物の大きさ、及び前記第2の画像上での前記設備の大きさ、を用いて、前記第2の画像における物体の大きさと前記第2のカメラからの距離との関係を求め、
前記第1の画像における物体の大きさと前記第1のカメラからの距離との関係、及び前記第2の画像における物体の大きさと前記第2のカメラからの

距離との関係を用いて、前記第 1 の画像上での前記対象物の大きさに対応する前記第 1 のカメラから前記対象物までの第 3 の距離、及び前記第 2 の画像上での前記対象物の大きさに対応する前記第 2 のカメラから前記対象物までの第 4 の距離を算出する態様を含む。

- [0012] 本開示に係る位置座標導出装置では、
前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラの焦点距離は等しく、
前記プロセッサは、
前記第 1 の距離及び前記第 1 の画像上での前記設備の大きさで定められる第 1 の点、前記第 2 の距離及び前記第 2 の画像上での前記設備の大きさで定められる第 2 の点、並びに 2 倍の前記焦点距離及び前記設備の現物の大きさ、で定められる第 3 の点、を通る第 1 の曲線を求め、
前記第 1 の曲線を用いて前記第 3 の距離及び前記第 4 の距離を求める態様を含む。

- [0013] 本開示に係る位置座標導出装置では、
2 倍の前記焦点距離及び前記対象物の大きさで定められる第 4 の点を通るように前記第 1 の曲線を移動させた第 2 の曲線を求め、
前記第 1 の画像上での前記対象物の大きさで定められる前記第 2 の曲線上の距離を前記第 3 の距離として求め、
前記第 2 の画像上での前記対象物の大きさで定められる前記第 2 の曲線上の距離を前記第 4 の距離として求める態様を含む。

- [0014] 本開示に係る位置座標導出装置では、
前記プロセッサが、前記第 1 のカメラの位置座標を中心とする前記第 3 の距離、及び前記第 2 のカメラの位置座標を中心とする前記第 4 の距離の交わる 2 点のなかから、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像における前記設備及び前記対象物の配置に整合する 1 点の位置座標を、前記対象物の位置座標として導出する態様を含む。

- [0015] 本開示に係るシステムは、
3D マッピングシステムで取得した屋外構造物の表面上の点の 3 次元座標

を表す 3 次元点群データを用いて管理対象の設備の状態を検出するシステムであって、

本開示に係る位置座標導出装置と、

前記設備の大きさ及び位置座標を格納する前記データベースと、を備え、

管理対象の設備のなかに位置座標の不明な設備が存在する場合、前記位置座標導出装置が当該設備を前記対象物として位置座標を導出する。

前記位置座標導出装置は、導出した前記対象物の位置座標を、位置座標が不明であった前記設備の位置座標として、前記データベースに格納してもよい。

[0016] 本開示に係る位置座標導出方法は、

プロセッサが、設備及び対象物の撮像された 2 以上の画像を取得し、

前記プロセッサが、前記設備の位置座標及び現物の大きさ、並びに前記対象物の大きさをデータベースから取得し、

前記プロセッサが、前記 2 以上の画像を撮像した各カメラから前記設備までの距離と前記 2 以上の画像上の前記設備の現物の大きさに対する倍率との関係を用いて、前記 2 以上の画像を撮像した各カメラから前記対象物までの距離を算出し、

前記プロセッサが、算出した距離を用いて、前記対象物の位置座標を導出する。

[0017] 本開示に係る位置座標導出プログラムは、本開示に係る位置座標導出装置に備わる各機能をコンピュータに実現させる。また本開示に係る位置座標導出プログラムは、本開示に係る位置座標導出装置の実行する位置座標導出方法に備わる各手順をコンピュータに実行させる。本開示に係る位置座標導出プログラムは、記録媒体に記録されていてもよく、ネットワークを通して提供することも可能である。

[0018] なお、上記各開示は、可能な限り組み合わせることができる。

発明の効果

[0019] 本開示によれば、カメラと地物との距離に対する倍率が事前に分からない

場合であっても、2つのカメラや水平距離移動した連続写真を用いることなく、設備座標の把握が可能になる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本実施形態に係るシステム構成の一例を示す。
- [図2]位置座標導出装置及び構造劣化判定システムの構成例を示す。
- [図3]本実施形態に係る位置座標導出方法の一例を示す。
- [図4]第1の画像の一例である。
- [図5]第2の画像の一例である。
- [図6]構造劣化判定システムで得られた3D電柱モデルの一例を示す。
- [図7]画像解析の一例を示す。
- [図8]第1のカメラ及び第2のカメラと電柱の距離の一例を示す。
- [図9]距離に対する倍率の定めるグラフの一例を示す。
- [図10]推定曲線を用いた第1のカメラ及び第2のカメラと対象物の距離の導出例を示す。
- [図11]第1のカメラ及び第2のカメラと対象物の距離の一例を示す。
- [図12]第1のカメラ及び第2のカメラと対象物の距離を用いた対象物の位置座標の導出例を示す。

発明を実施するための形態

- [0021] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。
- なお、本開示は、以下に示す実施形態に限定されるものではない。これらの実施の例は例示に過ぎず、本開示は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した形態で実施することができる。なお、本明細書及び図面において符号が同じ構成要素は、相互に同一のものを示すものとする。
- [0022] 図1に、本実施形態に係るシステム構成の一例を示す。本実施形態に係るシステムは、複数のカメラ81及び82と、構造劣化判定システム92と、位置座標導出装置91と、を備える。カメラ81及び82は、電柱A及び対象物Pを撮像する。
- [0023] カメラ81は、第1のカメラとして機能し、第1の画像である画像P1を

撮像する。カメラ 8 2 は、第 2 のカメラとして機能し、第 2 の画像である画像 P 2 を撮像する。画像 P 1 及び P 2 は、焦点距離 f が同じ値に設定された、任意のカメラで撮像された画像である。例えば、カメラ 8 1 及び 8 2 は、構造劣化判定システム 9 2 で用いられる 3 D 点群データを取得可能なカメラを用いることができる。また、カメラ 8 1 及び 8 2 は、道路に設置された任意のカメラで撮像されたカメラであってもよい。また画像 P 1 及び P 2 は、静止画に限らず動画であってもよい。

[0024] 本実施形態では 8 1 及び 8 2 の 2 台のカメラを備える例を示すが、本開示はカメラが 1 台以上でありうる。例えば、カメラ 8 2 は、時刻 t_1 に位置座標 C 8 1 (x_{c1} , y_{c1}) でカメラ 8 1 が位置座標 C 8 2 (x_{c2} , y_{c2}) に移動したものであってもよい。このように、カメラ 8 1 及び 8 2 は、異なってもよいし、同一であってもよい。さらに、本開示のシステムは、3 以上のカメラを用いてもよい。

[0025] 図 2 に、位置座標導出装置 9 1 及び構造劣化判定システム 9 2 の構成例を示す。本実施形態に係る位置座標導出装置 9 1 は、プロセッサ 1 1、メモリ 1 2、を備える。メモリ 1 2 は、位置座標導出プログラムを格納する。プロセッサ 1 1 が位置座標導出プログラムを実行することで、位置座標導出装置 9 1 を構成しうる。構造劣化判定システム 9 2 は、設備管理データベース 2 1、点群データの位置補正を行う計測拠点機能部 2 2、点群データを解析し、構造劣化を定量的に判定するデータ解析機能部 2 3、現地診断の材質劣化診断への絞り込みを支援する計測結果表示機能部 2 4 を具備する。

[0026] 本実施形態の位置座標導出装置 9 1 は、画像 P 1 及び P 2 を取得する。本実施形態の位置座標導出装置 9 1 は、構造劣化判定システム 9 2 と接続され、構造劣化判定システム 9 2 から電柱 A の現物高さ h_A 、および位置座標 C A (x_A , y_A)、対象物 P の現物高さ h_P を取得する。位置座標導出装置 9 1 のプロセッサ 1 1 は、画像 P 1 及び P 2、並びに構造劣化判定システム 9 2 から取得したこれらの情報を用いて、対象物 P の位置座標 C P (x_P , y_P) を導出する。

[0027] 計測拠点機能部 22 は、設備管理データベース 21 から設備情報を取り込み、モデルを抽出し、自動突合及び修正を行い、設備管理データベース 21 に格納する。計測結果表示機能部 24 の診断支援としては、例えば、診断メニュー、進捗表示、写真モデルとの重畳、全方位カメラ画像の表示、地理情報システム (Geographic Information System; GIS) を用いた位置又は空間に関する情報表示、診断結果のリスト表示、手動でのモデル抽出を、可視化して診断拠点端末のオペレータに表示する。

[0028] 構造劣化判定システム 92 の管理対象の設備のなかに位置座標の不明な設備が存在する場合、位置座標導出装置 91 が当該設備を前記対象物として位置座標を導出し、設備管理データベース 21 に格納する。なお、位置座標導出装置 91 が導出した位置座標の格納先は構造劣化判定システム 92 に限らない。

[0029] 本開示は、以下の特徴を備える。

- ・カメラ 81 及び 82 の位置座標と電柱 A の位置座標からこれらの距離を算出する。
- ・電柱 A の位置座標と電柱 A の現物の大きさを構造劣化判定システム 92 のモデル情報から取得する。ここで、大きさは、高さ、幅を含む。
- ・距離と画像 P1、P2 に写る大きさの関係 (倍率・焦点距離) を利用する。
- ・2枚以上の画像 P1、P2 を用いてカメラ 81 及び 82 の位置座標から対象物 P までの距離を算出し、それら距離とカメラ 81 及び 82 の位置座標から対象物 P の座標を導出する。

特に、本開示では、測定のため電柱 A の位置座標 $C_A (x_A, y_A)$ および現物高さ h_A が必要であるが、構造劣化判定システム 92 からこれら情報を取得することが特徴の一つである。

[0030] (測定方法)

図 3 に、本実施形態に係る位置座標導出方法の一例を示す。本実施形態に

係る位置座標導出方法は、位置座標導出装置 9 1 のプロセッサ 1 1 が、以下の手順 S 1 0 1 ~ S 1 0 9 を実行する。本実施形態では、簡略のため、 x 、 y の二次元のみで説明する。なお、 x 、 y 、 z の 3 次元で対象物 P の位置座標を算出する場合は、画像を 3 枚にすればよい。

[0031] 手順 S 1 0 1 : プロセッサ 1 1 は、対象物 P 及び電柱 1 本（電柱 A）が別視点から撮影された画像 P 1 及び P 2 を取得する。図 4 は画像 P 1 の一例であり、図 5 は画像 P 2 の一例であり、両画像に電柱 A と対象物 P が撮像されている。

[0032] 手順 S 1 0 2 : プロセッサ 1 1 は、画像 P 1 における電柱 A の高さ $h_{カ A 1}$ および対象物 P の高さ $h_{カ P 1}$ を測定する。また、プロセッサ 1 1 は、画像 P 2 における電柱 A の高さ $h_{カ A 2}$ および対象物 P の高さ $h_{カ P 2}$ を測定する。

[0033] 手順 S 1 0 3 : プロセッサ 1 1 は、画像 P 1 を撮像したカメラ 8 1 の位置座標 $C 8 1 (x_{c 1}, y_{c 1})$ 及び焦点距離 f を取得する。またプロセッサ 1 1 は、画像 P 2 を撮像したカメラ 8 2 の位置座標 $C 8 2 (x_{c 2}, y_{c 2})$ 及び焦点距離 f を取得する。例えば、画像 P 1 の属性情報からカメラ 8 1 の位置座標及び焦点距離を取得し、画像 P 2 の属性情報からカメラ 8 2 の位置座標及び焦点距離を取得する。

[0034] 手順 S 1 0 4 : プロセッサ 1 1 は、設備管理データベース 2 1 から、電柱 A の現物高さ h_A 、および位置座標 $C_A (x_A, y_A)$ を取得する。ここで、設備管理データベース 2 1 は、各電柱の位置座標及び現物高さが予め格納されたデータベースであり、構造劣化判定システム 9 2 に備わる。

[0035] 図 6 に、構造劣化判定システム 9 2 で得られた 3 D 電柱モデルの一例を示す。構造劣化判定システム 9 2 を参照することで、構造劣化判定システム 9 2 で管理されている構造物の情報を取得することができる。例えば、構造劣化判定システム 9 2 では、識別情報「P o l e _ 1 2 4」の電柱が撮像されている 3 D 点群画像と、識別情報「P o l e _ 1 2 4」の電柱の位置座標、現物高さ、が設備管理データベース 2 1 に管理されている。

[0036] 手順S105: プロセッサ11は、設備管理データベース21から、対象物Pの現物高さ h_P を取得する。例えば、プロセッサ11は、画像解析を用いて対象物Pの種類を識別し、対象物Pの種類を引数として設備管理データベース21から対象物Pの現物高さ h_P を取得する。ここで、現物高さ h_P を格納するデータベースは設備管理データベース21に限らず、通信ネットワークで接続されている任意のデータベースを用いることができる。

[0037] 図7に、画像解析の一例を示す。図7では、信号機が撮像されている。プロセッサ11は、信号機の種類を判定し、設備管理データベース21から信号機の種類に応じた現物高さ h_P を取得する。

[0038] 手順S106: 電柱Aの位置座標、カメラ81及び82の位置座標を用いて、カメラ81及び82と電柱Aの距離 L_{A1} 、 L_{A2} を計算する。距離 L_{A1} が本開示における第1の距離を示し、距離 L_{A2} が本開示における第2の距離を示す。

[0039] 例えば、図8に示すように、画像P1撮影時のカメラ81の位置座標が $C_{81}(x_{c1}, y_{c1})$ であり、画像P2撮影時のカメラ82の位置座標が $C_{82}(x_{c2}, y_{c2})$ である場合、電柱Aの位置座標 $C_A(x_A, y_A)$ およびカメラ81及び82の位置座標 $C_{81}(x_{c1}, y_{c1})$ 及び $C_{82}(x_{c2}, y_{c2})$ から、電柱Aまでの距離 L_{A1} 、 L_{A2} は、以下を用いて求めることができる。

[数1]

$$L_{A1} = \sqrt{(x_{c1} - x_A)^2 + (y_{c1} - y_A)^2} \quad (1)$$

[数2]

$$L_{A2} = \sqrt{(x_{c2} - x_A)^2 + (y_{c2} - y_A)^2} \quad (2)$$

[0040] 手順S107: 電柱Aの現物高さ h_A 、画像P1上での電柱Aの高さ $h_{カA1}$ 、画像P2上での電柱Aの高さ $h_{カA2}$ 、ならびに、焦点距離 f 、 L_{A1} 、 L_{A2} を用いて、図9のようなグラフを作成し、画像P1及びP2における距離に対する倍率を算出する。

[0041] 図9では、カメラからの距離に対する画像上の物体高さをプロットしてい

る。PL 1 は距離 LA 1 に対する高さ hカ A 1 で特定される第 1 の点、PL 2 は距離 LA 2 に対する高さ hカ A 2 で特定される第 2 の点、を示す。本開示では、カメラ 8 1 及び 8 2 の焦点距離はいずれも f である。そのため、点 PL 1 及び点 PL 2 を用いて、カメラ 8 1 及び 8 2 からの距離に対する画像上での倍率を求めることができる。

[0042] また、本開示では、カメラ 8 1 及び 8 2 の焦点距離は等しい。そこで、焦点距離 f の 2 倍の距離に対する現物高さ h A で特定される第 3 の点を点 PL 0 としてプロットしている。これにより、3 点を通る曲線 FL A を求めることができる。曲線 FL A が本開示における第 1 の曲線を示す。

[0043] 手順 S 1 0 8 : 図 9 に示すグラフ上に、焦点距離 f の 2 倍の距離と、対象物 P の現物高さ h P で特定される点 PL P を第 4 の点としてプロットする。この点 PL P を通るように、曲線 FL A を平行移動させた曲線を求める。これにより、図 1 0 に示すような、対象物 P に対する画像上での物体高さとかメラからの距離との関係を表す推定曲線 FL P が得られる。推定曲線 FL P が本開示における第 2 の曲線を示す。

[0044] そして、図 1 0 に示す推定曲線 FL P を用いて、画像 P 1 上での対象物 P の高さ hカ P 1 に対応する、画像 P 2 上での対象物 A の高さ hカ P 2 における対象物 P の距離 LP 1、LP 2 を算出する。この LP 1 及び LP 2 は、図 1 1 に示すような、画像 P 1 撮影時のカメラ 8 1 の位置座標が C 8 1 (xc 1, yc 1) であり、画像 P 2 撮影時のカメラ 8 2 の位置座標が C 8 2 (xc 2, yc 2) である場合の、対象物 P の位置座標 CP (x P, y P) から各カメラ 8 1、8 2 の位置座標 C 8 1 (xc 1, yc 1) 及び C 8 2 (xc 2, yc 2) までの距離 LP 1, LP 2 に相当する。距離 LP 1 が本開示における第 3 の距離を示し、距離 LP 2 が本開示における第 4 の距離を示す。

[数3]

$$(x - xc2)^2 + (y - yc2)^2 = LP2^2 \quad (3)$$

[数4]

$$(x - xc1)^2 + (y - yc1)^2 = LP1^2 \quad (4)$$

[0045] 手順S109: カメラ81及び82の位置座標C81 (x_{c1} , y_{c1}) 及びC82 (x_{c2} , y_{c2}) を中心に、図12のように距離LP1及びLP2をそれぞれ半径とする2つの円C1及びC2を作成し、2つの円C1及びC2の交点から対象物Pの位置座標CP (x_P , y_P) を算出する。なお、位置座標の候補は最大2点存在するが、画像P1及びP2における電柱Aと対象物Pとの位置関係から、どちらか一方の点を特定することができる。

[0046] 以上説明したように、本開示は位置座標導出装置91が手順S101～S109を実行する。これにより、本開示は、図9及び図10に示す推定曲線を用いてカメラ81、82からの距離LP1及びLP2を求め(S108)、これらの距離LP1及びLP2を用いて対象物Pの位置座標CP (x_P , y_P) を求める(S109)。推定曲線FLPを求める際には、位置座標及び高さを取得可能な電柱Aと、高さを取得可能な対象物Pと、が撮像された2つの画像P1及びP2があればよい(S101～S107)。なお、手順S102～S105の順序は任意であり、はこれらの手順を同時に行ってもよい。

[0047] このように、本開示は、以下の特徴がある。

- ・ 2つのカメラを用いる必要がない。
- ・ 水平移動位置で撮影された2枚の画像である必要がなく、任意の場所から撮影された2枚の画像を用いればよい。
- ・ 事前に撮影カメラの縮尺を把握する必要がない。

したがって、本開示は、対象物Pとなりうる任意の設備座標の把握を行うことができる。

[0048] なお、本実施形態では、カメラからの距離に対する画像上の物体高さで定められる曲線FLAを求め、これを推定曲線に用いて距離LP1及びLP2を求めたが、本開示は画像P1における電柱Aの倍率、距離LA1、画像P2における電柱Aの倍率、及び距離LA2、の対比関係を満たす、任意の方法で距離LP1及びLP2を求めることができる。

[0049] また、本実施形態では、電柱Aの高さを用いて画像における距離と倍率の関係を導出したが、本開示はこれに限定されない。例えば、高さに代えて、幅などの任意の大きさをを用いることができる。

[0050] また、手順S107において、第3の点のプロットのために、焦点距離 f の2倍の距離と、現物高さ h_A で特定される点PLOをプロットしたが、本開示はこれに限定されない。例えば、焦点距離 f の等しい第3の画像を用いてもよい。

[0051] 本実施形態では、設備管理データベース21から現物高さを読み出す設備が電柱である例を示したが、本開示は、構造劣化判定システム92から読み出し可能な任意の設備を用いることができる。そのような設備としては、例えば、街灯、電柱に加え、ケーブル・クロージャが例示できる。

産業上の利用可能性

[0052] 本開示は情報通信産業に適用することができる。

符号の説明

- [0053] 11：プロセッサ
12：メモリ
21：設備管理データベース
22：計測拠点機能部
23：データ解析機能部
24：計測結果表示機能部
81、82：カメラ
91：位置座標導出装置
92：構造劣化判定システム

請求の範囲

- [請求項1] プロセッサが、設備及び対象物の撮像された2以上の画像を取得し、
- 前記プロセッサが、前記設備の位置座標及び現物の大きさ、並びに前記対象物の大きさをデータベースから取得し、
- 前記プロセッサが、前記2以上の画像を撮像した各カメラから前記設備までの距離と前記2以上の画像上の前記設備の現物の大きさに対する倍率との関係を用いて、前記2以上の画像を撮像した各カメラから前記対象物までの距離を算出し、
- 前記プロセッサが、算出した距離を用いて、前記対象物の位置座標を導出する、
- 位置座標導出装置。
- [請求項2] 前記2以上の画像は、第1の画像及び第2の画像であり、
- 前記プロセッサが、前記第1の画像上での前記設備の大きさ及び前記第2の画像上での前記設備の大きさを測定し、
- 前記第1の画像を撮像した第1のカメラから前記設備までの第1の距離、前記設備の現物の大きさ、及び前記第1の画像上での前記設備の大きさ、を用いて、前記第1の画像における物体の大きさと前記第1のカメラからの距離との関係を求め、
- 前記第2の画像を撮像した第2のカメラから前記設備までの第2の距離、前記設備の現物の大きさ、及び前記第2の画像上での前記設備の大きさ、を用いて、前記第2の画像における物体の大きさと前記第2のカメラからの距離との関係を求め、
- 前記第1の画像における物体の大きさと前記第1のカメラからの距離との関係、及び前記第2の画像における物体の大きさと前記第2のカメラからの距離との関係を用いて、前記第1の画像上での前記対象物の大きさに対応する前記第1のカメラから前記対象物までの第3の距離、及び前記第2の画像上での前記対象物の大きさに対応する前記

第2のカメラから前記対象物までの第4の距離を算出する、

請求項1に記載の位置座標導出装置。

[請求項3] 前記第1のカメラ及び前記第2のカメラの焦点距離は等しく、

前記プロセッサは、

前記第1の距離及び前記第1の画像上での前記設備の大きさで定められる第1の点、前記第2の距離及び前記第2の画像上での前記設備の大きさで定められる第2の点、並びに2倍の前記焦点距離及び前記設備の現物の大きさ、で定められる第3の点、を通る第1の曲線を求め、

前記第1の曲線を用いて前記第3の距離及び前記第4の距離を求める、

請求項2に記載の位置座標導出装置。

[請求項4] 2倍の前記焦点距離及び前記対象物の大きさで定められる第4の点を通るように前記第1の曲線を移動させた第2の曲線を求め、

前記第1の画像上での前記対象物の大きさで定められる前記第2の曲線上の距離を前記第3の距離として求め、

前記第2の画像上での前記対象物の大きさで定められる前記第2の曲線上の距離を前記第4の距離として求める、

請求項3に記載の位置座標導出装置。

[請求項5] 前記プロセッサが、前記第1のカメラの位置座標を中心とする前記第3の距離、及び前記第2のカメラの位置座標を中心とする前記第4の距離の交わる2点のなかから、前記第1の画像及び前記第2の画像における前記設備及び前記対象物の配置に整合する1点の位置座標を、前記対象物の位置座標として導出する、

請求項2から4のいずれかに記載の位置座標導出装置。

[請求項6] 3Dマッピングシステムで取得した屋外構造物の表面上の点の3次元座標を表す3次元点群データを用いて管理対象の設備の状態を検出するシステムであって、

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の位置座標導出装置と、
前記設備の大きさ及び位置座標を格納する前記データベースと、を
備え、
管理対象の設備のなかに位置座標の不明な設備が存在する場合、前
記位置座標導出装置が当該設備を前記対象物として位置座標を導出す
る、
システム。

[請求項7] 前記位置座標導出装置は、導出した前記対象物の位置座標を、位置
座標が不明であった前記設備の位置座標として、前記データベースに
格納する、

請求項 6 に記載のシステム。

[請求項8] プロセッサが、設備及び対象物の撮像された 2 以上の画像を取得し
、

前記プロセッサが、前記設備の位置座標及び現物の大きさ、並びに
前記対象物の大きさをデータベースから取得し、

前記プロセッサが、前記 2 以上の画像を撮像した各カメラから前記
設備のまでの距離と前記 2 以上の画像上の前記設備の現物の大きさに
対する倍率との関係を用いて、前記 2 以上の画像を撮像した各カメラ
から前記対象物までの距離を算出し、

前記プロセッサが、算出した距離を用いて、前記対象物の位置座標
を導出する、

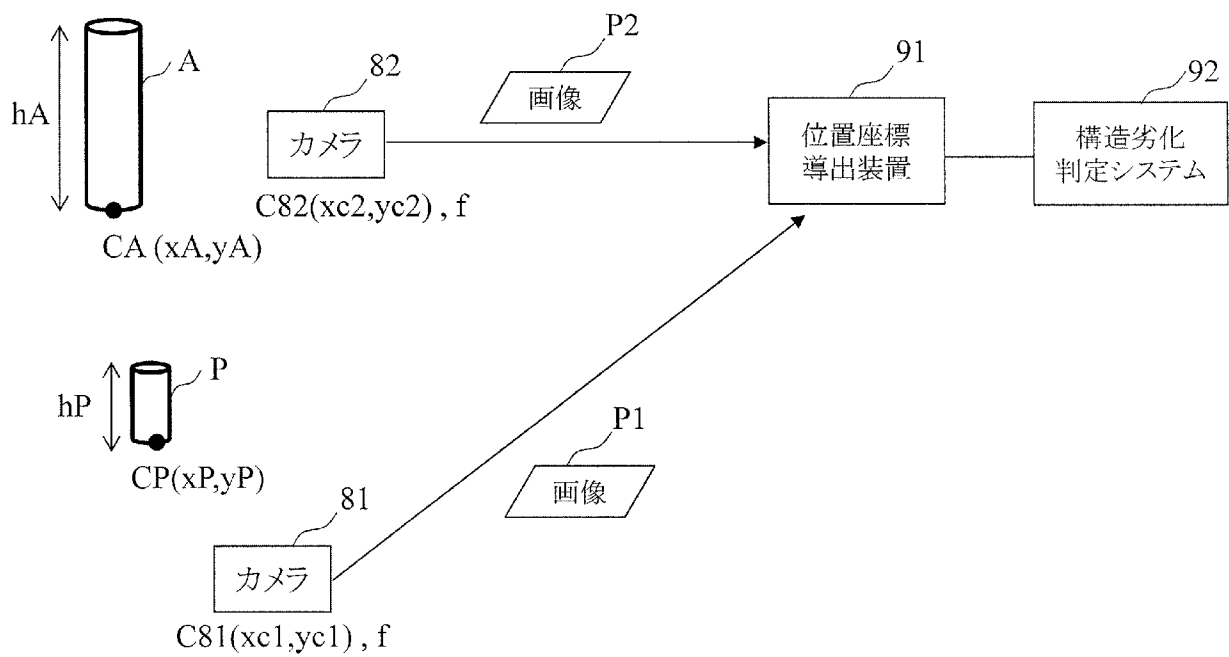
位置座標導出方法。

[請求項9] 請求項 1 から 5 のいずれかの位置座標導出装置に備わる各機能をコ
ンピュータに実現させる、

位置座標導出プログラム。

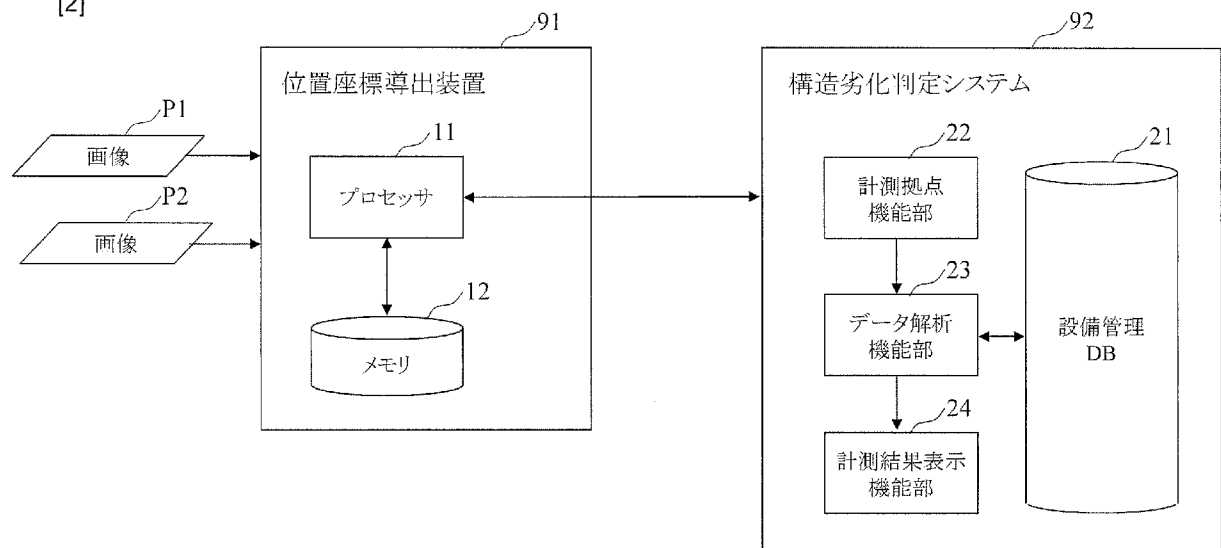
[図1]

[1]



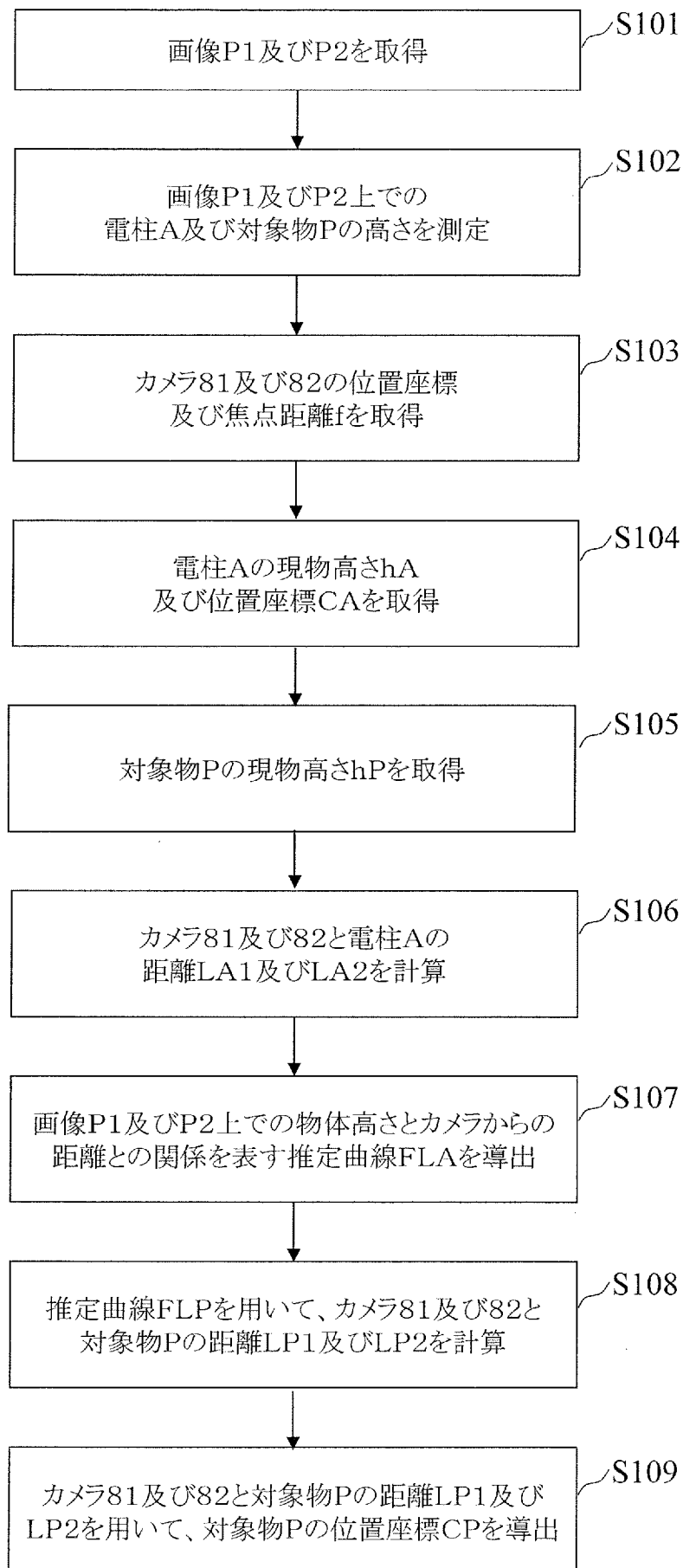
[図2]

[2]



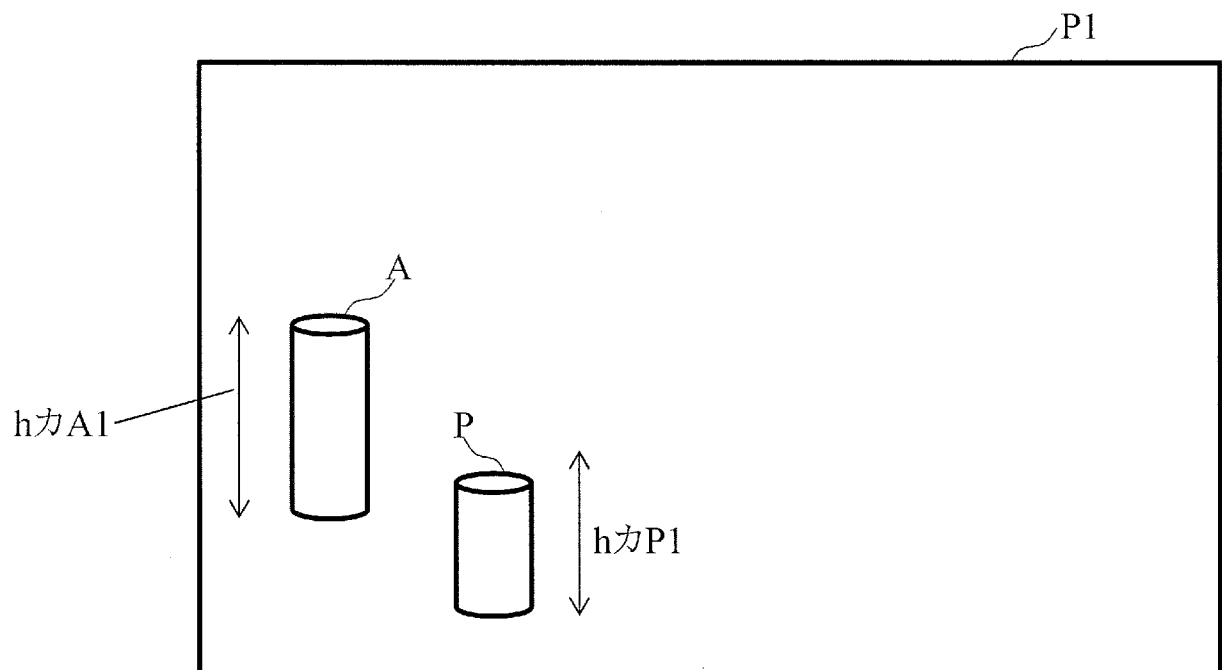
[図3]

[3]



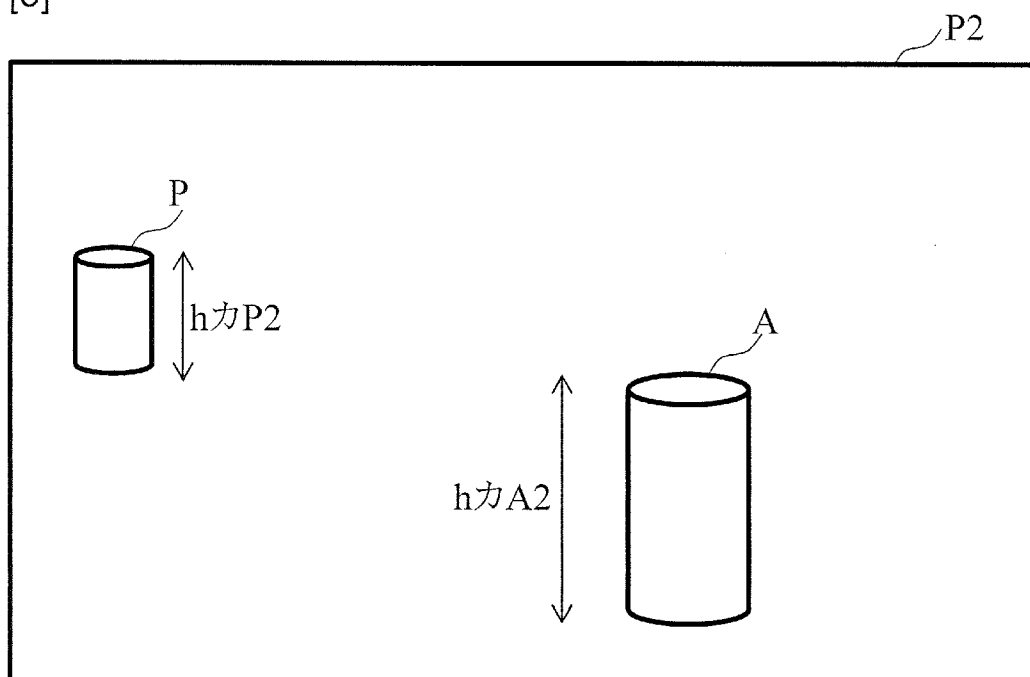
[図4]

[4]



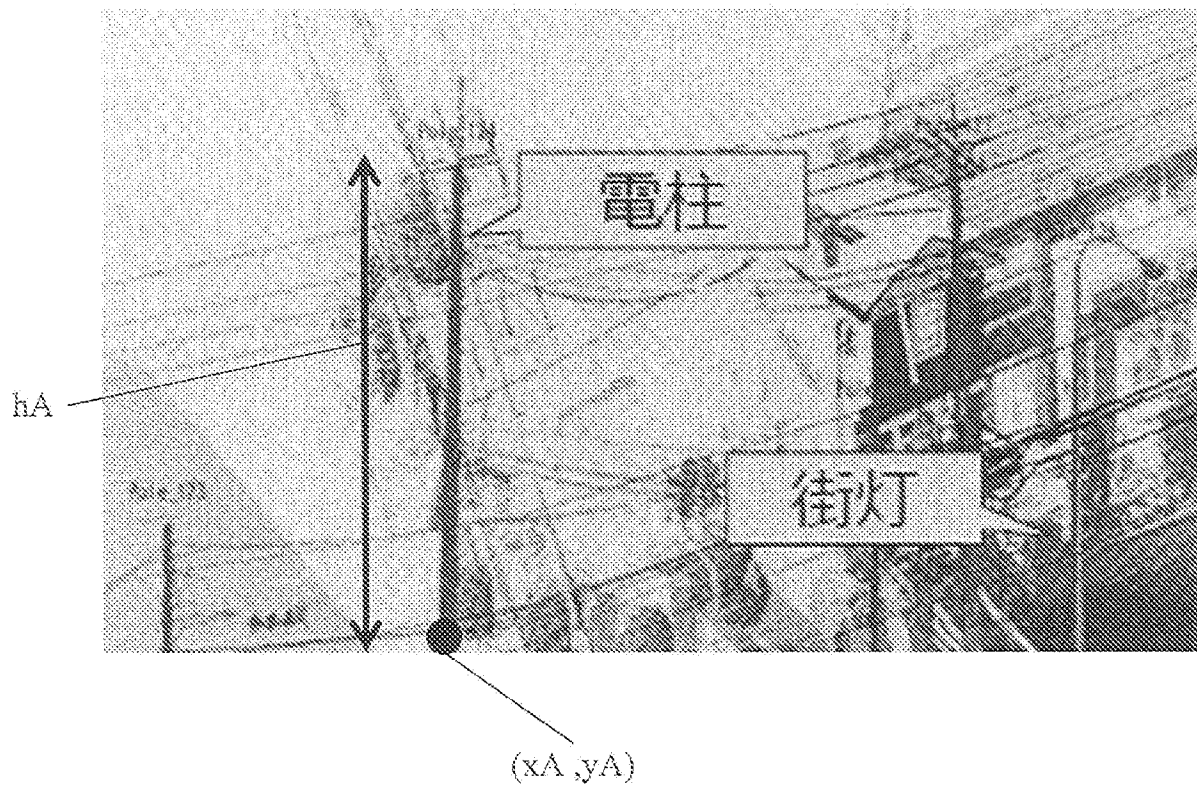
[図5]

[5]



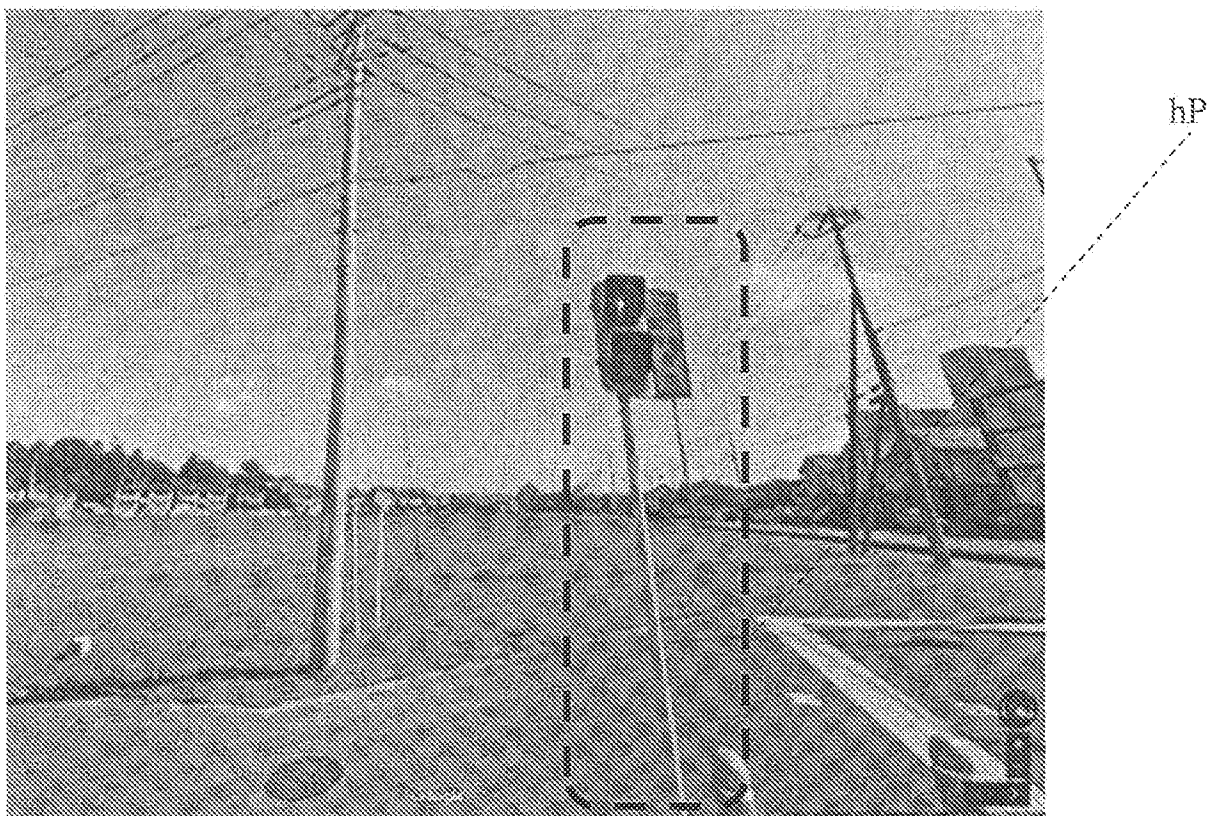
[図6]

[6]



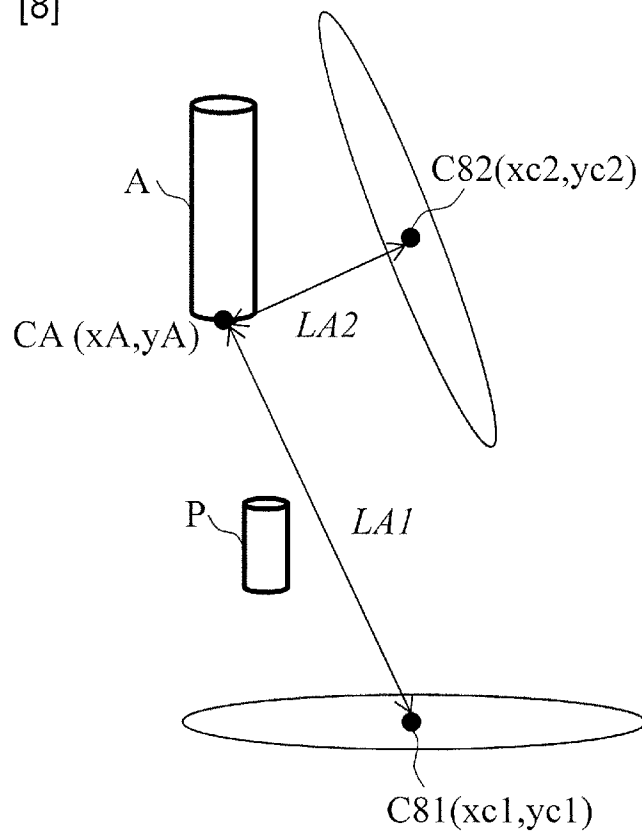
[図7]

[7]



[図8]

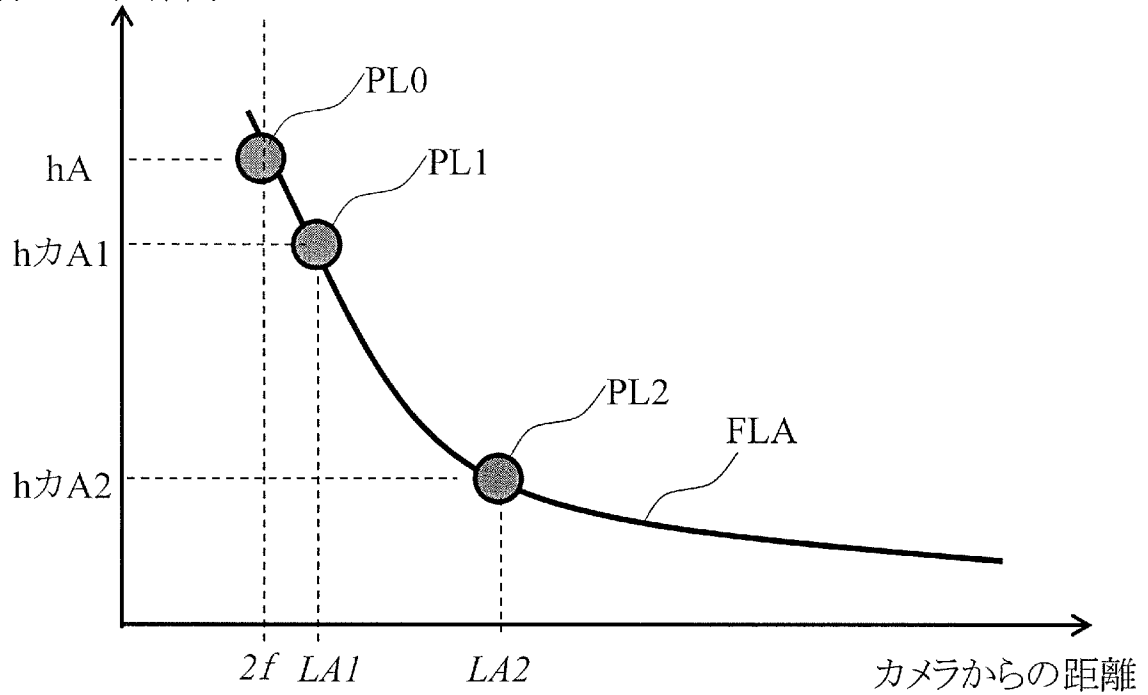
[8]



[図9]

[9]

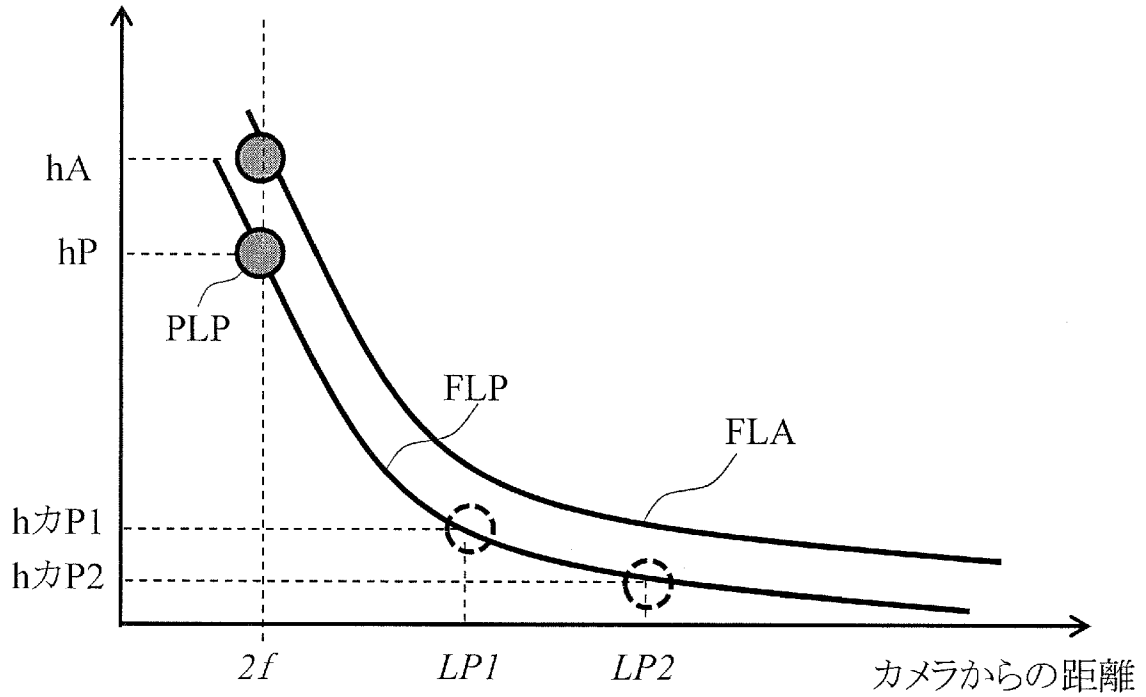
画像上の物体高さ



[図10]

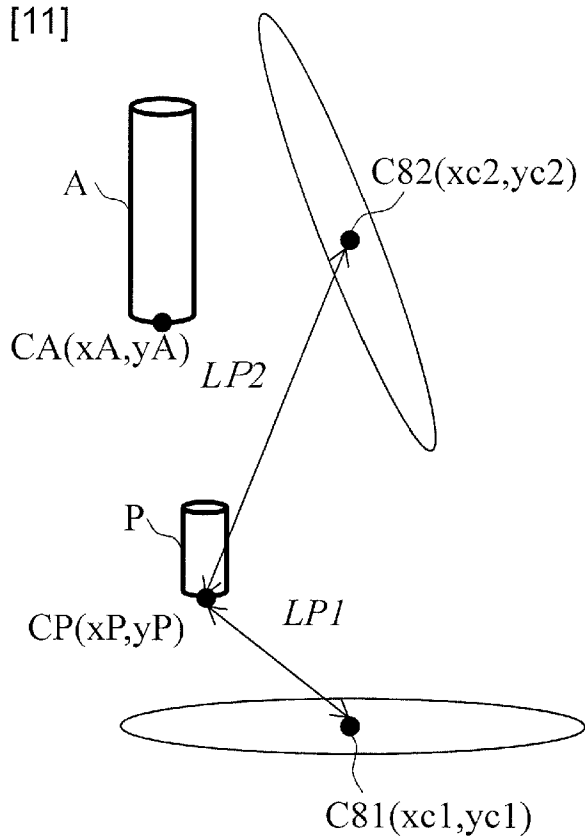
[10]

画像上の物体高さ



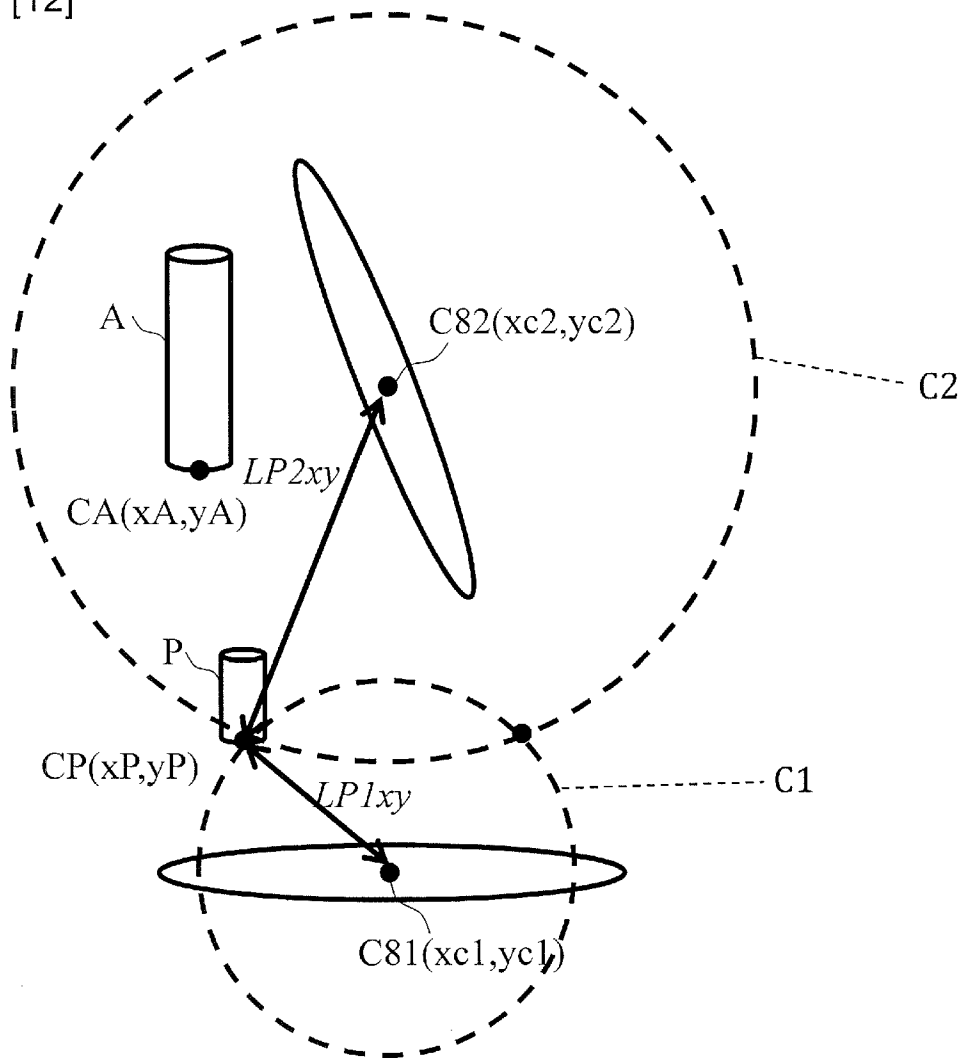
[図11]

[11]



[図12]

[12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 11/00 (2006.01) i; G01C 3/06 (2006.01) i; G01C 15/00 (2006.01) i
FI: G01B11/00 H; G01C3/06 120S; G01C15/00 103E

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)

G01B11/00; G01C3/06; G01C15/00

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
A	WO 2011/043275 A1 (TOPCON CORPORATION) 14.04.2011 (2011-04-14) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2008/099915 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 21.08.2008 (2008-08-21) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2015-1791 A (GEO TECHNICAL LABORATORY CO., LTD.) 05.01.2015 (2015-01-05) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2017/141414 A1 (PIONEER CORP.) 24.08.2017 (2017-08-24) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2009-229182 A (ACREEG CORPORATION) 08.10.2009 (2009-10-08) entire text, all drawings	1-9

☐	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 06 April 2020 (06.04.2020)	Date of mailing of the international search report 21 April 2020 (21.04.2020)
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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/004035

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2011/043275 A1	14 Apr. 2011	US 2012/0162376 A1 whole document EP 2487457 A1 CN 102549382 A	
WO 2008/099915 A1	21 Aug. 2008	US 2010/0034426 A1 whole document EP 2120009 A1 CA 2678156 A	
JP 2015-1791 A	05 Jan. 2015	(Family: none)	
WO 2017/141414 A1	24 Aug. 2017	US 2019/0041523 A1 whole document EP 3418686 A1 CN 108700415 A	
JP 2009-229182 A	08 Oct. 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01B 11/00(2006.01)i; G01C 3/06(2006.01)i; G01C 15/00(2006.01)i FI: G01B11/00 H; G01C3/06 120S; G01C15/00 103E										
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）） G01B11/00; G01C3/06; G01C15/00										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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								
A	WO 2011/043275 A1（株式会社トプコン） 14.04.2011（2011 - 04 - 14） 全文全図	1-9								
A	WO 2008/099915 A1（三菱電機株式会社） 21.08.2008（2008 - 08 - 21） 全文全図	1-9								
A	JP 2015-1791 A（株式会社ジオ技術研究所） 05.01.2015（2015 - 01 - 05） 全文全図	1-9								
A	WO 2017/141414 A1（パイオニア株式会社） 24.08.2017（2017 - 08 - 24） 全文全図	1-9								
A	JP 2009-229182 A（アクリーグ株式会社） 08.10.2009（2009 - 10 - 08） 全文全図	1-9								
☐ 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 06.04.2020		国際調査報告の発送日 21.04.2020								
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） 櫻井 仁 2S 9008 電話番号 03-3581-1101 内線 3216								

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/JP2020/004035

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2011/043275	A1	14.04.2011	US	2012/0162376	A1	
				WHOLE DOCUMENT			
				EP	2487457	A1	
				CN	102549382	A	
WO	2008/099915	A1	21.08.2008	US	2010/0034426	A1	
				WHOLE DOCUMENT			
				EP	2120009	A1	
				CA	2678156	A	
JP	2015-1791	A	05.01.2015	(ファミリーなし)			
WO	2017/141414	A1	24.08.2017	US	2019/0041523	A1	
				WHOLE DOCUMENT			
				EP	3418686	A1	
				CN	108700415	A	
JP	2009-229182	A	08.10.2009	(ファミリーなし)			