

(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10月4日(04.10.2018)



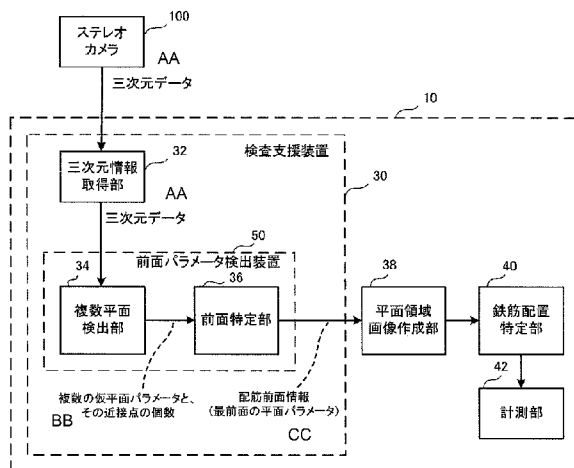
(10) 国際公開番号

WO 2018/180442 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2017.01) E04G 21/12 (2006.01)
E04G 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/009622
- (22) 国際出願日: 2018年3月13日(13.03.2018)
- (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 2017-069434 2017年3月31日(31.03.2017) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 猪瀬 健二 (INOSE, Kenji); 〒1020075 東京都千代田区三番町2番地4 三番町K Sビル4階 オリンパスデジタルシステムデザイン株式会社内 Tokyo (JP). 穠山 直之 (AKIYAMA, Naoyuki); 〒1020075 東京都千代田区三番町2番地4 三番町K Sビル4階 オリンパスデジタルシステムデザイン株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大 菅 義 之 (OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町8番地2 0二番町ビル3F Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: INSPECTION SUPPORT DEVICE, INSPECTION SUPPORT METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 検査支援装置、検査支援方法及びプログラム



- 32 Three-dimensional-information acquisition unit
34 Multiple planar surface detection unit
36 Front surface specification unit
38 Planar surface region image creation unit
40 Bar disposition specification unit
42 Measurement unit
50 Front-surface parameter detection device
100 Stereo camera
AA Three-dimensional data
BB Plurality of tentative planar surface parameters and number of approximation points therefor
CC Bar front surface information (planar surface parameters for farthest-forward surface)

(57) Abstract: An inspection support device that supports inspections pertaining to the framework of construction and civil engineering structures comprises: a three-dimensional-information acquisition unit 32 that acquires three-dimensional data about a structure that includes a plurality of planar surfaces formed in a framework; a plurality of planar surface detection units 34 that detect a plurality of first planar surfaces that include at least three points of three-dimensional data from the acquired three-dimensional data, and calculate the number of three-dimensional points at or below a prescribed distance from the first planar surface from among the three-dimensional data, for each detected first planar surface; and a front surface specification unit 36 that specifies, from among the plurality of detected first planar surfaces, a second



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, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

planar surface positioned on the farthest-forward surface in the framework of the structure, on the basis of the calculated number of three-dimensional points.

(57) 要約: 建築及び土木の構造体の骨格に関する検査を支援する検査支援装置において、骨格で形成される複数の平面を含む前記構造体の3次元データを取得する三次元情報取得部32と、取得された3次元データから、三次元データを少なくとも3点含む第1の平面を複数検出し、検出された第1の平面毎に、前記3次元データの中から第1の平面との距離が所定以下となる3次元点の個数を算出する複数平面検出部34と、算出された前記3次元点の個数に基づいて、検出された複数の第1の平面の中から、構造体の骨格で最前面に位置する第2の平面を特定する前面特定部36を備える。

明 細 書

発明の名称： 検査支援装置、検査支援方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、建築及び土木の構造体の骨格に関する検査を支援する検査支援装置に関する。

背景技術

[0002] 鉄筋コンクリート造の建築物の工事においては、配筋図等に基づいて正しく鉄筋が配置されているかをチェックする配筋検査が行われている。このような配筋検査では、検査の効率化や検査者の負担軽減等の観点から、配筋検査を支援するシステム（以下、「配筋検査システム」という）が開発されている。この配筋検査システムとして、デジタルカメラで撮影された鉄筋の画像データを解析して配筋検査を行う技術が盛んに開発されている。

[0003] 例えば、特許文献1では、鉄筋の撮影画像に基づいて、鉄筋の隣接する節の間の距離を計測し、計測した節間の距離によって、対応する鉄筋の径を導出する鉄筋検査装置が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-001146号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 通常、配筋は、前面・後面・側面等のように、複数の層（面）に分けられて施工される。配筋検査は前面層を対象として実施されることが多いが、前面層の配筋のみを現場で撮影することは難しく、撮影画像には各層の鉄筋が混在することが多い。そのため、撮影画像に基づき配筋検査を行う場合には、検査対象の層に属する鉄筋を正しく抽出する必要がある。例えば、上記特許文献1では、配筋前面領域を検出するために、最初に前面領域に属する三次元点を手動で指定している。しかし、検査対象の配筋領域を手動に指定す

る方式は、検査の自動化の妨げになり、また誤りも起きやすい。

本願発明は、上記課題に鑑み、検査対象の配筋領域を的確に検出する検査支援装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、建築及び土木の構造体の骨格に関する検査を支援する検査支援装置において、前記骨格で形成される複数の平面を含む前記構造体の三次元データを取得し、取得された前記三次元データから、前記三次元データに含まれる点のうち少なくとも3点に基づいて算出される第1の平面を複数検出し、検出された前記第1の平面毎に、当該第1の平面との距離が所定以下の三次元点の個数を算出し、算出された前記三次元点の個数に基づいて、検出された複数の前記第1の平面の中から、前記構造体の骨格で最前面に位置する第2の平面を特定する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、検査対象の配筋領域を的確に検出する検査支援装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]配筋検査システムの構成例を示す図である。
[図2]配筋検査システム全体の主な処理を説明するフローである。
[図3]情報処理装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。
[図4]配筋検査処理に関する機能ブロック図である。
[図5]前面パラメータ検出処理の手順を説明するフローチャートである。
[図6]平面L_{tmp}と、対応する近接点の関係を示す図である。
[図7]平面L_{tmp}と、対応する近接点の関係を示す図である。
[図8]平面領域画像作成部により作成された平面領域画像の例である。
[図9]前面配筋と後面配筋による平面領域画像を比較する図である。
[図10]第2実施形態における検査支援処理に関する機能ブロック図である。
[図11]第2実施形態における前面パラメータ検出処理の手順を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面に従って本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明の一実施の形態に係る配筋検査システム1の構成例を示す図である。配筋検査システム1は、建築及び土木の構造体の骨格に関する検査を行うものである。以下では、配筋検査システム1の具体例として、配筋された鉄筋を撮影して、撮影画像に基づき鉄筋の計測処理を行う例を説明する。配筋の計測処理とは、鉄筋の径計測、鉄筋の本数計測、鉄筋の間隔計測等である。

[0010] 配筋検査システム1は、情報処理装置10とステレオカメラ100を有する。ステレオカメラ100は、三次元データ生成装置（三次元センサとも呼ばれる）の一例である。三次元データ生成装置としては、3Dレーザースキャナでもよい。

[0011] ステレオカメラ100によって、配筋Hが撮影され、配筋Hの三次元データが生成される。ステレオカメラ100は、右撮像部110R、左撮像部110L、三次元データ生成部120を有する。右撮像部110Rは、右目から見た右目視点画像を撮影する。左撮像部110Lは、左目から見た左目視点画像を撮影する。なお、右撮像部110R及び左撮像部110Lで撮影される画像は、カラー画像でもよいし、グレースケール画像等の多階調単色画像でもよい。本実施形態では、グレースケール画像とする。

[0012] 三次元データ生成部120は、右目視点画像の画像データと左目視点画像の画像データに対して公知のステレオマッチング処理を行うことにより、三次元データを生成する。なお、三次元データは、画素単位で三次元点情報を保持する画像として取得される。三次元データは、三次元画像や、距離画像とも呼ばれる。

[0013] 情報処理装置10は、例えばPC（Personal Computer）、タブレット端末、或いは専用ハードウェア等である。情報処理装置10によって、生成された三次元データが取得され、取得された三次元データに基づき、前面パラメータ算出処理等により計測対象が特定される。そして、情報処理装置10によって、計測対象として特定された鉄筋の各種計測処理が行われる。また

、情報処理装置１０によって、その処理結果を表示あるいは記憶する処理等が行われてもよい。以下では、配筋Ｈの最前面に位置する前面配筋ＨＡを計測対象とする。前面配筋ＨＡとは、ステレオカメラ１００に対し最も近い側に面する配筋である。

[0014] なお、情報処理装置１０がステレオカメラ１００からの三次元データを取得する手段としては、有線（例えば、ＵＳＢケーブルやインターネット）、無線（例えば、無線ＬＡＮ（Local Area Network）やインターネット）、あるいは外付け記録媒体のいずれでもよい。

[0015] 次に、配筋検査システム１における全体処理を簡単に説明する。図２は、配筋検査システム１全体の主な処理を説明するフローである。

[0016] 撮影者によって、前述のステレオカメラ１００を使って、配筋Ｈのステレオ撮影が行われる（ステップＳ１）。ステレオカメラ１００で、右目視点画像と左目視点画像が撮影され、三次元データが生成される。情報処理装置１０は、ステレオカメラ１００から三次元データを取得する（ステップＳ２）。情報処理装置１０は、三次元データから、最前面の平面を特定する（ステップＳ３）。最前面の平面とは、建築及び土木の構造体の骨格で形成される平面の中で、ステレオカメラ１００に対して最前面に位置する平面をいう。具体的には、最前面の平面とは図１の前面配筋ＨＡを含む平面である。

[0017] 情報処理装置１０は、特定した最前面の平面に基づき、平面領域画像を作成し（ステップＳ４）、計測対象となる鉄筋の配置を特定する（ステップＳ５）。平面領域画像については、図８や図９で説明する。情報処理装置１０は、特定した鉄筋配置に基づき、対象となる鉄筋の径計測、本数計測、間隔計測等の各種計測処理を行う（ステップＳ６）。

[0018] 図３は、情報処理装置１０のハードウェア構成例を示すブロック図である。情報処理装置１０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）５１０、ＲＡＭ（Random Access Memory）５２０、ＲＯＭ（Read Only memory）５３０、入出力ＩＦ（Interface）５４０、通信部５５０、操作部５６０、表示部５７０及びバス５８０を有する。

- [0019] CPU 510は、情報処理装置10全体を統括的に制御する制御部である。CPU 510は、ROM 530から制御プログラムを読み込み、読み込んだ制御プログラムに従って、各種制御処理を実行する。
- [0020] RAM 520は、制御プログラムや、ステレオカメラ100からの三次元データ等の各種データを一時的に記憶するワークエリアである。RAM 520は、例えばDRAM(Dynamic Random Access Memory)である。ROM 530は、制御プログラムやデータ等を記憶する不揮発性の記憶部である。ROM 530は、例えばフラッシュメモリである。
- [0021] 入出力IF 540は、外部機器とのデータの送受信を行うものである。外部機器は、例えばUSBケーブル等で接続されるステレオカメラ100、あるいは交換可能な記憶部600である。情報処理装置10は、入出力IF 540によって、ステレオカメラ100から三次元データを取得する。入出力IF 540は、三次元データ取得部とも呼ぶ。記憶部600は、いわゆるメモリカードと呼ばれる記録媒体である。記憶部600は、HDD(Hard Disk Drive)でもよい。記憶部600には、ステレオカメラ100で生成された三次元データや、三次元データに基づき情報処理装置10で生成された平面領域画像が記憶されてもよい。
- [0022] 通信部550は、外部機器と無線で各種データの通信を行うものである。操作部560は、操作指示を入力するキーボードやタッチパネルである。表示部570は、例えばLCD(liquid crystal display)で、入力データあるいは撮影画像や三次元データによる画像等が表示される。CPU 510は、RAM 520、ROM 530等々とバス580で接続される。
- [0023] 図4は、配筋検査システム1における、情報処理装置10による配筋検査処理に関する機能ブロック図である。配筋検査処理は、CPU 510が制御プログラムを読み込み、CPU 510が読み込んだ制御プログラムを実行することによるソフトウェア処理によって行われる。
- [0024] 図4に示すように、配筋検査処理は、三次元情報取得部32、複数平面検出部34、前面特定部36、平面領域画像作成部38、鉄筋配置特定部40

及び計測部 4 2 等により実現される。上記の三次元情報取得部 3 2 から計測部 4 2 の各部は、ソフトウェア処理により実現される機能である。また、三次元情報取得部 3 2、複数平面検出部 3 4 及び前面特定部 3 6 は、後述するように最前面の平面を特定して配筋検査を支援するものであるので、まとめて検査支援装置 3 0 とも呼ぶ。

[0025] 三次元情報取得部 3 2 は、ステレオカメラ 1 0 0 から三次元データを取得する。三次元情報取得部 3 2 は、前述のように例えば入出力 I F 5 4 0 である。

[0026] 複数平面検出部 3 4 は、取得された三次元データから、三次元データを少なくとも 3 点含む平面を複数検出する。具体的には、例えば、複数平面検出部 3 4 は、取得された三次元データから 3 点を選択し、3 点により構成される仮平面（第 1 の平面とも呼ぶ）を設定し、このような仮平面を複数検出する。

[0027] そして、複数平面検出部 3 4 は、検出した仮平面毎に、仮平面に所属する三次元点として、仮平面との距離が所定以下となる三次元点を三次元データから抽出する。三次元点とは、三次元データの各点である。複数平面検出部 3 4 は、各仮平面に属する三次元点の個数を算出する。複数平面検出部 3 4 は、検出した仮平面のパラメーター（平面パラメーターと呼ぶ）と、各仮平面に所属する三次元点の個数を出力する。

[0028] 前面特定部 3 6 は、複数平面検出部 3 4 から出力された複数の仮平面の中から、最前面の平面を特定する。具体的には、前面特定部 3 6 は、各仮平面に所属する三次元点の個数に基づいて、検出された複数の仮平面の中から、前記構造体の骨格で最前面に位置する平面（最前面の平面）を特定する。最前面の平面を、第 2 の平面とも呼ぶ。より具体的には、前面特定部 3 6 は、検出された複数の仮平面の中で、算出された三次元点の個数が一番多い仮平面を、最前面の平面と特定する。前面特定部 3 6 は、特定した最前面の平面の平面パラメーターを配筋前面情報として、平面領域画像作成部 3 8 に出力する。

[0029] なお、最前面の平面パラメーターを前面パラメーターとも呼び、複数平面検出部 34 と前面特定部 36 を合わせて前面パラメーター検出装置 50 とも呼ぶ。前面パラメーター検出装置 50 による処理を前面パラメーター検出とも呼ぶ。

[0030] 平面領域画像作成部 38 は、最前面の平面パラメーターに基づき、前面配筋 H A の画像を、取得された三次元データから作成する。鉄筋配置特定部 40 は、前面配筋 H A の画像から、鉄筋配置を特定する。計測部 42 は、特定した鉄筋配置に基づき、鉄筋の径計測、本数計測、間隔計測等の各種計測処理を行う。

[0031] 図 5 は、前面パラメーター検出処理の手順を説明するフローチャートである。前面パラメーター検出処理は、前面パラメーター検出装置 50（複数平面検出部 34 と前面特定部 36）により行われる。

[0032] まず、複数平面検出部 34 と前面特定部 36 は、ループ処理用変数（ t 、 N ）の初期化を行う。複数平面検出部 34 は、三次元点の集合 ϕ から少なくとも 3 点を選択する（ステップ S 100）。複数平面検出部 34 は、前記選択した点に基づいて、複数の平面 $L_t m p$ のパラメーターを算出する（ステップ S 102）。平面 $L_t m p$ は、前述の仮平面である。

[0033] なお、平面 $L_t m p$ のパラメーターとは、下記式（1）で示す平面方程式の係数 a 、 b 、 c 、 d である。

$$a x + b y + c z + d = 0 \quad \cdots \text{式 (1)}$$

ここで、 (x, y, z) は、三次元空間中の点の座標を示す。平面 $L_t m p$ のパラメーターは、最小二乗法等による公知の技術を用いて、算出することができる。なお、前記選択した点が 3 点の場合は、1 の平面を計算で算出することが出来る。なお、選択する点は 3 点に限るものではなく、3 点以上であればよい。

[0034] 複数平面検出部 34 は、平面 $L_t m p$ と三次元点の集合 ϕ の各点との距離を算出する（ステップ S 104）。複数平面検出部 34 は、三次元点の集合 ϕ の中で、平面 $L_t m p$ との距離が閾値 D 以下の点の個数 $N_t m p$ を

算出する（ステップS106）。すなわち、複数平面検出部34は、平面L__t m pに近接する三次元点の個数を算出する。閾値Dは、予め設定された値で、ROM530に格納されていてもよい。閾値Dは、例えば、対象となる鉄筋の半径あるいは直径としてもよい。平面L__t m pとの距離が閾値D以下の三次元点を、近接点と呼ぶ。平面L__t m pまでの距離と閾値Dの関係として、三次元点の集合φの中から、下記式（2）を満足する近接点の個数N__t m pが算出される。

$$|ax + by + cz + d| < D \quad \dots \text{式（2）}$$

[0035] 図6、図7及び図8を参照して、ステップS100～ステップS106までを具体例で説明する。図6、図7は、平面L__t m pと、平面L__t m pに対応する近接点の個数N__t m pとの関係を示す図である。

[0036] 三次元点の集合φから平面L__t m pは多数検出される。図6の画像D4や図7の画像D6が、その一例である。この図の例では、配筋Hと、壁面e1、床面e2がシーンに含まれている。図6の画像D4に示される平面L__t m pは、配筋Hの前面下部から配筋Hの後面上部に向かって、配筋Hを斜めに横切るような斜面である。図7の画像D6に示される平面L__t m pは、床面e2と平行で、かつ床面e2に近接する平面である。

[0037] 図6の画像D5は、画像D4の平面L__t m p（斜面）で算出された近接点の領域を、白色で示したものである。画像D4の平面L__t m pが配筋Hに交差する領域や、平面L__t m pが壁面e1と交差する領域が、平面L__t m p（斜面）の近接点の領域に該当する。実際の計算例では、近接点の個数N__t m pは、84,032点と算出された。

[0038] 図7の画像D7は、画像D6の平面L__t m pで算出された近接点の領域を、白色で示したものである。平面L__t m pが、床面e2に近接しているので、床面e2の領域が近接点の領域に含まれる。実際の計算例では、近接点の個数N__t m pは、310,075点と算出された。

[0039] 図7によって、床面や壁面は、除外することが望ましいことがわかる。複数平面検出部34は、例えば、三次元データの座標値に基づき、床面や壁面

を除外する。あるいは、複数平面検出部 34 は、近接点の個数 N_{tmp} が所定以上の平面 L_{tmp} を、床面や壁面と推定して、除外してもよい。

[0040] そして、図 5 のステップ S 110 以降では、床面や壁面を除外した仮平面の中から近接点の個数 N_{tmp} が最も多い仮平面を選択し、選択した仮平面を配筋の最前面の平面と特定する。その理由を説明する。

[0041] 図 6 で示したように、仮平面が鉄筋を横断するような方向の場合には、近接点の個数 N_{tmp} は少なくなる。一方、仮平面が鉄筋の軸方向に平行な方向の場合に、近接点の個数 N_{tmp} が多くなる。つまり、配筋の面に平行な仮平面ほど、近接点の個数 N_{tmp} が多くなるからである。更に、ステレオカメラ 100 への距離が近い前面の鉄筋の方が、後面の鉄筋より大きなサイズ（鉄筋の太さ、鉄筋の長さ）で撮影される（図 9 参照）。つまり、前面の鉄筋の方が後面の鉄筋よりも、近接点の個数 N_{tmp} が多くなる。以上から、近接点の個数 N_{tmp} が最も多い仮平面が、配筋の最前面の平面と推定できることになる。

[0042] 図 5 に戻る。以下のステップ S 110～ステップ S 114 で、前面特定部 36 は、算出した平面 L_{tmp} の近接点の個数 N_{tmp} を順番に比較して、近接点の個数 N_{tmp} が最も多い平面 L_{tmp} を、最前面の平面として特定する。

[0043] 前面特定部 36 は、 $N < N_{tmp}$ であるかを判断する（ステップ S 108）。 N は、近接点の個数 N_{tmp} の暫定の最大値である。前面特定部 36 は、 $N < N_{tmp}$ であると判断すると（ステップ S 108 の YES）、前面特定部 36 は、 N を N_{tmp} で更新し、平面 L を平面 L_{tmp} で更新する（ステップ S 110）。平面 L は、暫定の最前面の平面パラメータである。

[0044] 前面特定部 36 は、 $t = t + 1$ とする（ステップ S 112）。 t は平面 L_{tmp} の N_{tmp} を順番に比較するためのループカウンタである。

[0045] 前面特定部 36 は、 $t < T$ であるかを判断する（ステップ S 114）。 T はステップ S 104 で算出された仮平面の総数である。 $t = T$ になると、処

理が終了される。前面特定部36は、 $t < T$ であると判断すると（ステップS114のYES）、ステップS100に戻り、次の平面 $L_{tm p}$ についての処理を行う。

[0046] 前面特定部36は、 $N < N_{tm p}$ でないと判断すると（ステップS108のNO）、ステップS112に進む。ステップS112の後、前面特定部36は、 $t < T$ でないと判断すると（ステップS114のNO）、平面 L を配筋前面に相当する平面パラメーターと特定して、平面領域画像作成部38に出力する。以上で、前面パラメーター検出処理が終了する。

[0047] 以上の、ステップS100～ステップS114の処理は、RANSAC (Random Sample Consensus) 処理によるパラメーター推定方法の処理過程と共通している。RANSAC処理は、アウト라이어（外れ値）を含む測定値から数値モデルを推定することを、本来の意図して開発、利用されているものである。本実施形態では、本来のRANSAC処理の意図とは異なる意図で、RANSAC処理と同等な処理を行うものである。

[0048] 図8は、平面領域画像作成部38により作成された平面領域画像の例である。画像D8は、配筋Hの三次元画像と、配筋Hの前面配筋を含むよう設定された平面 L を示す図である。画像D9は、画像D8の平面 L に対応する平面領域画像である。

[0049] 図9は、配筋Hの前面配筋HAによる平面領域画像（画像D11）と後面配筋HBによる平面領域画像（画像D12）を比較する図である。画像D10は、画像D11と画像D12の元になる三次元画像である。前面配筋HAは、ステレオカメラ100までの距離が後面配筋HBに比べて短いので、鉄筋のサイズが後面配筋HBに比べて大きく表示される。つまり、画像D11の方が画像D12よりも、鉄筋として表示される領域が大きい。つまり、画像D11の近接点の個数 $N_{tm p}$ の方が、画像D12の近接点の個数 $N_{tm p}$ よりも、多くなる。以上から、近接点の個数 $N_{tm p}$ が最も多い平面を、最前面の平面と特定することができる。

[0050] 以上説明した前面パラメーター検出処理を、まとめると以下のような処理

になる。

- ・入力された三次元データの中から任意の3つ以上の点を選び、それらの点に基づいて平面パラメーターを算出する。

- ・入力された三次元データに対して、算出された平面との距離を算出し、その距離が閾値以下の点の個数を計数する。

- ・上記の平面パラメーター算出、および、その平面との距離が閾値以下の点の個数の計数を、任意の3つ以上の三次元点を選び直しながら繰り返し行う。これによって、平面パラメーターと個数のペアを、複数セット算出する。

- ・上記の平面パラメーターと個数のペアの中から、その個数が最も多いペアの平面パラメーターを、配筋前面に相当する平面として取得する。

[0051] そして、以上説明した前面パラメーター検出処理によれば、取得した三次元データ中に、前面に相当する三次元点データが最も多くなることを利用して、最前面の配筋が自動検出される。これにより、本実施形態の前面パラメーター検出処理によって、確実に最前面の配筋が検出される。

[0052] 〈第2実施形態〉

次に第2実施形態を説明する。前述の前面パラメーター検出処理では、複数平面検出部34は、床面や壁面を予め仮平面から除くようにした。さらに、第2実施形態は、三次元データ生成装置（ステレオカメラ100）から所定距離以上離れた三次元データを、複数平面検出部34で使用する三次元点の集合φから除外するものである。計測対象が最前面の配筋であるので、ステレオカメラ100から所定以上奥側にある三次元点は、不要だからである。

[0053] 第2実施形態は、図9までで説明した第1実施形態と共通部分が多い。以下では、第2実施形態特有の箇所について主に説明する。図10は、第2実施形態における配筋検出処理に関する機能ブロック図である。

[0054] 第2実施形態の検査支援装置30bは、第1実施形態の検査支援装置30に三次元データ除去部70を追加したものである。三次元データ除去部70は、三次元データ生成装置（ステレオカメラ100）から所定距離以上離れ

た三次元データを特定し、三次元点の集合 ϕ から特定した三次元データを除外する。そして、三次元データ除去部70は、特定した三次元データを除外した三次元点の集合 ϕ を、複数平面検出部34に出力する。所定距離とは、例えば、前面配筋HAまでの距離が2mの場合に、3mである。

[0055] 図11は、第2実施形態における前面パラメータ検出処理の手順を説明するフローチャートである。ステップS80～ステップS86までが、第2実施形態特有の処理である。ステップS100～ステップS114は、第1実施形態と同じ処理である。

[0056] 三次元データ除去部70は、三次元点の集合 ϕ から三次元点を1つずつ読み出して、以下のステップS80～ステップS86の処理を行う。

[0057] 三次元データ除去部70は、三次元点(x、y、z)の座標から、該三次元点とステレオカメラ100の距離Kを算出する(ステップS80)。三次元データ除去部70は、 $K < P$ であるかを判定する(ステップS82)。Pは、最前面に位置する前面配筋HAまでの距離に一定の余裕値を加算した値である。前面配筋HAまでの距離は、ステレオカメラ100による測距値を利用してよいし、撮影者からの入力値であってもよい。

[0058] 三次元データ除去部70は、 $K < P$ でないと判定すると(ステップS82のNO)、この三次元点を除去して(ステップS84)、ステップS86に進む。当該三次元点が、前面配筋HAには含まれない点と判定できるからである。

[0059] 三次元データ除去部70は、 $K < P$ であると判定すると(ステップS82のYES)、三次元点の全てについての処理が終了したかを判定する(ステップS86)。三次元データ除去部70は、三次元点の全てについての処理が終了していないと判定すると(ステップS86のNO)、ステップS80に戻る。三次元データ除去部70は、三次元点の全てについての処理が終了したと判定すると(ステップS86のYES)、ステップS100に進む。ステップS100以降は、説明済であるので、省略する。

[0060] 第2実施形態によれば、三次元データ除去部70によって、奥側の配筋や

壁面による三次元データを、効率良く除外することができる。不要な三次元点を予め除外することで三次元データ数が削減され、前面パラメータ検出処理にかかる時間が短縮される。なお、上述の除去処理は、複数平面検出部34内（RANSAC処理内）で行ってもよい。

[0061] 〈変形例〉

図1で、情報処理装置10とステレオカメラ100（三次元データ生成装置）を別体として説明したが、一体型装置（ステレオカメラ内蔵のタブレット端末）であってもよい。また、検査支援装置30（30b）をソフトウェア処理で実現される説明したが、これに限るものではない。検査支援装置30（30b）は、一部または全部をハードウェア処理（例えば、ゲートアレイ回路）によって実行されるものであってもよい。

[0062] なお、本発明は上述した実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階でのその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成することができる。例えば、実施形態に示される全構成要素を適宜組み合わせても良い。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。このような、発明の趣旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることはもちろんである。

符号の説明

- [0063] 1 配筋検査システム
- 10 情報処理装置
- 30、30b 検査支援装置
- 32 三次元情報取得部
- 34 複数平面検出部
- 36 前面特定部
- 38 平面領域画像作成部
- 40 鉄筋配置特定部

4 2	計測部
5 0	前面パラメータ検出装置
7 0	三次元データ除去部
1 0 0	ステレオカメラ
1 1 0 R	右撮像部
1 1 0 L	左撮像部
1 2 0	三次元データ生成部
5 1 0	C P U
5 2 0	R A M
5 3 0	R O M
5 4 0	入出力 I F
5 5 0	通信部
5 6 0	操作部
5 7 0	表示部
5 8 0	バス
6 0 0	記憶部

請求の範囲

- [請求項1] 建築及び土木の構造体の骨格に関する検査を支援する検査支援装置において、
- 前記骨格で形成される複数の平面を含む前記構造体の三次元データを取得し、
- 取得された前記三次元データから、前記三次元データを少なくとも3点含む第1の平面を複数検出し、
- 検出された前記第1の平面毎に、前記三次元データの中から当該第1の平面との距離が所定以下となる三次元点の個数を算出し、
- 算出された前記三次元点の個数に基づいて、検出された複数の前記第1の平面の中から、前記構造体の骨格で最前面に位置する第2の平面を特定することを特徴とする検査支援装置。
- [請求項2] 検出された複数の前記第1の平面の中で、算出された前記三次元点の個数が一番多い第1の平面を、前記第2の平面として特定することを特徴とする請求項1に記載の検査支援装置。
- [請求項3] 取得される前記三次元データは、前記第2の平面とは無関係なデータを含み、
- 取得された前記三次元データから、前記第2の平面を、RANSACアルゴリズムで特定することを特徴とする請求項1又は2に記載の検査支援装置。
- [請求項4] 前記三次元データは、三次元センサにより得られたデータから生成されたものであり、
- 取得された前記三次元データの中から、前記三次元センサから所定の距離以上離れた三次元点を除去して、前記第1の平面の検出を行うことを特徴とする請求項1乃至3の何れか一項に記載の検査支援装置。
- [請求項5] 建築及び土木の構造体の骨格に関する検査を支援する検査支援装置

において、

前記骨格で形成される複数の平面を含む前記構造体の３次元データを取得する三次元情報取得部と、

取得された前記三次元データから、前記三次元データを少なくとも３点含む第１の平面を複数検出し、検出された前記第１の平面毎に、前記三次元データの中から前記第１の平面との距離が所定以下となる３次元点の個数を算出する複数平面検出部と、

算出された前記三次元点の個数に基づいて、検出された複数の前記第１の平面の中から、前記構造体の骨格で最前面に位置する第２の平面を特定する前面特定部を備える、
ことを特徴とする検査支援装置。

[請求項6]

取得された前記三次元データの中から、当該三次元データを生成するためのセンサから所定の距離以上離れた三次元点を除去する三次元データ除去部を備え、

前記複数平面検出部は、前記除去された残りの三次元データに基づき、少なくとも前記三次元データを３点含む第１の平面を複数検出する、
ことを特徴とする請求項５に記載の検査支援装置。

[請求項7]

建築及び土木の構造体の骨格に関する検査を支援する検査支援方法において、

前記骨格で形成される複数の平面を含む前記構造体の三次元データを取得し、

取得された前記三次元データから、前記三次元データを少なくとも３点含む第１の平面を複数検出し、

検出された前記第１の平面毎に、前記三次元データの中から当該第１の平面との距離が所定以下となる三次元点の個数を算出し、

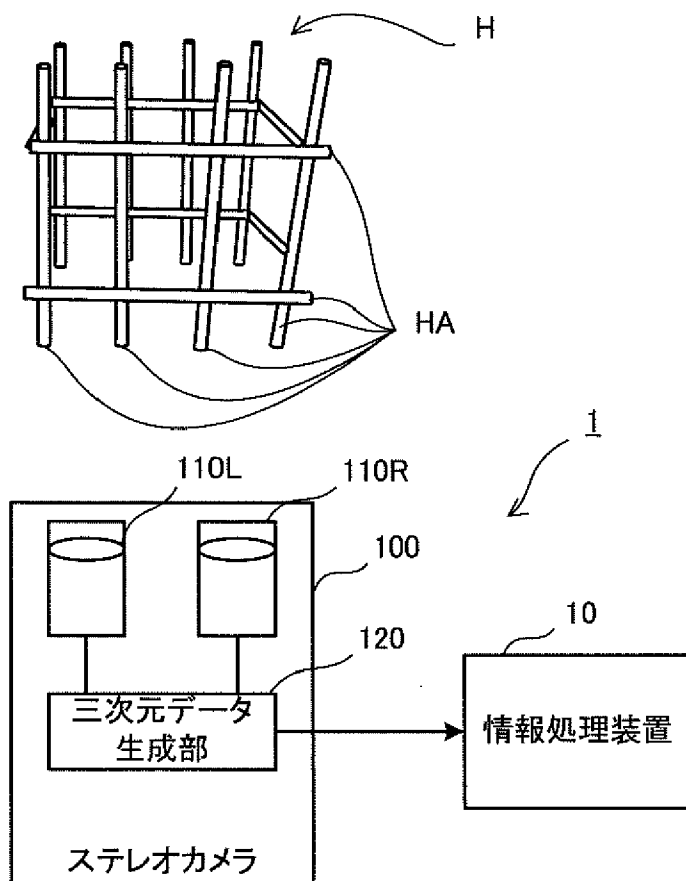
算出された前記三次元点の個数に基づいて、検出された複数の前記第１の平面の中から、前記構造体の骨格で最前面に位置する第２の平

面を特定する

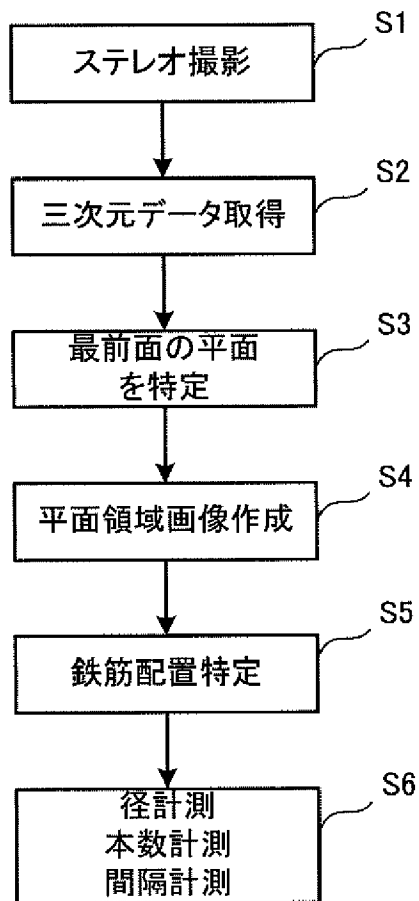
ことを特徴とする検査支援方法。

- [請求項8] 建築及び土木の構造体の骨格に関する検査を支援する検査支援方法をコンピュータに実行させるプログラムにおいて、
- 前記骨格で形成される複数の平面を含む前記構造体の三次元データを取得し、
- 取得された前記三次元データから、少なくとも前記三次元データを3点含む第1の平面を複数検出し、
- 検出された前記第1の平面毎に、前記三次元データの中から当該第1の平面との距離が所定以下となる三次元点の個数を算出し、
- 算出された前記三次元点の個数に基づいて、検出された複数の前記第1の平面の中から、前記構造体の骨格で最前面に位置する第2の平面を特定する
- ことを特徴とするプログラム。

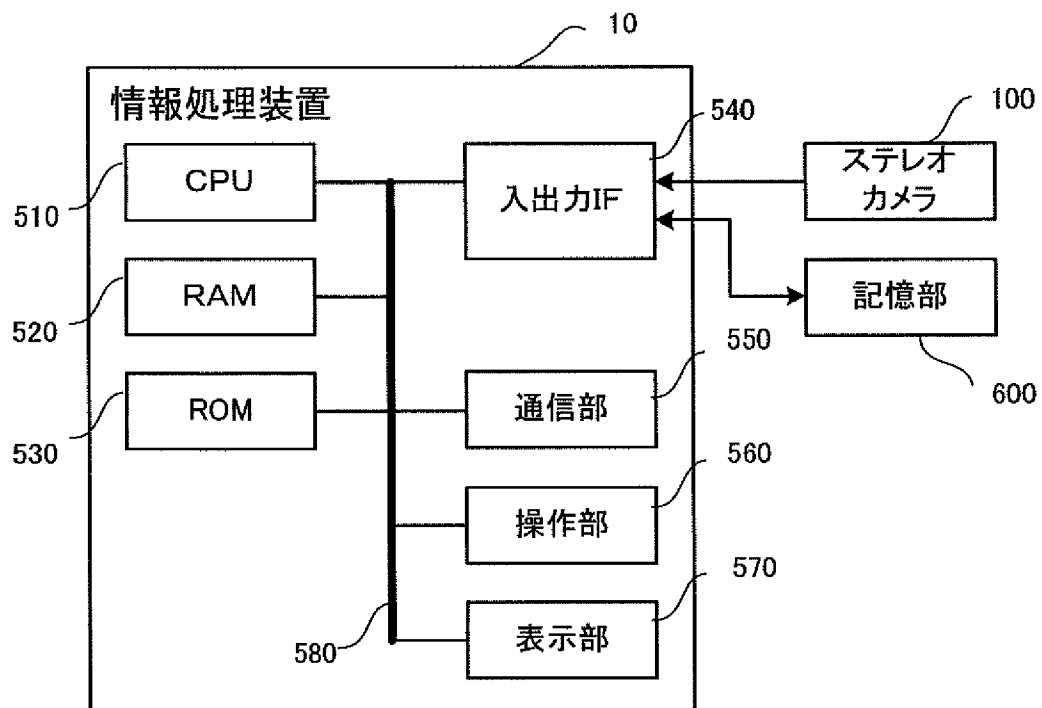
[図1]



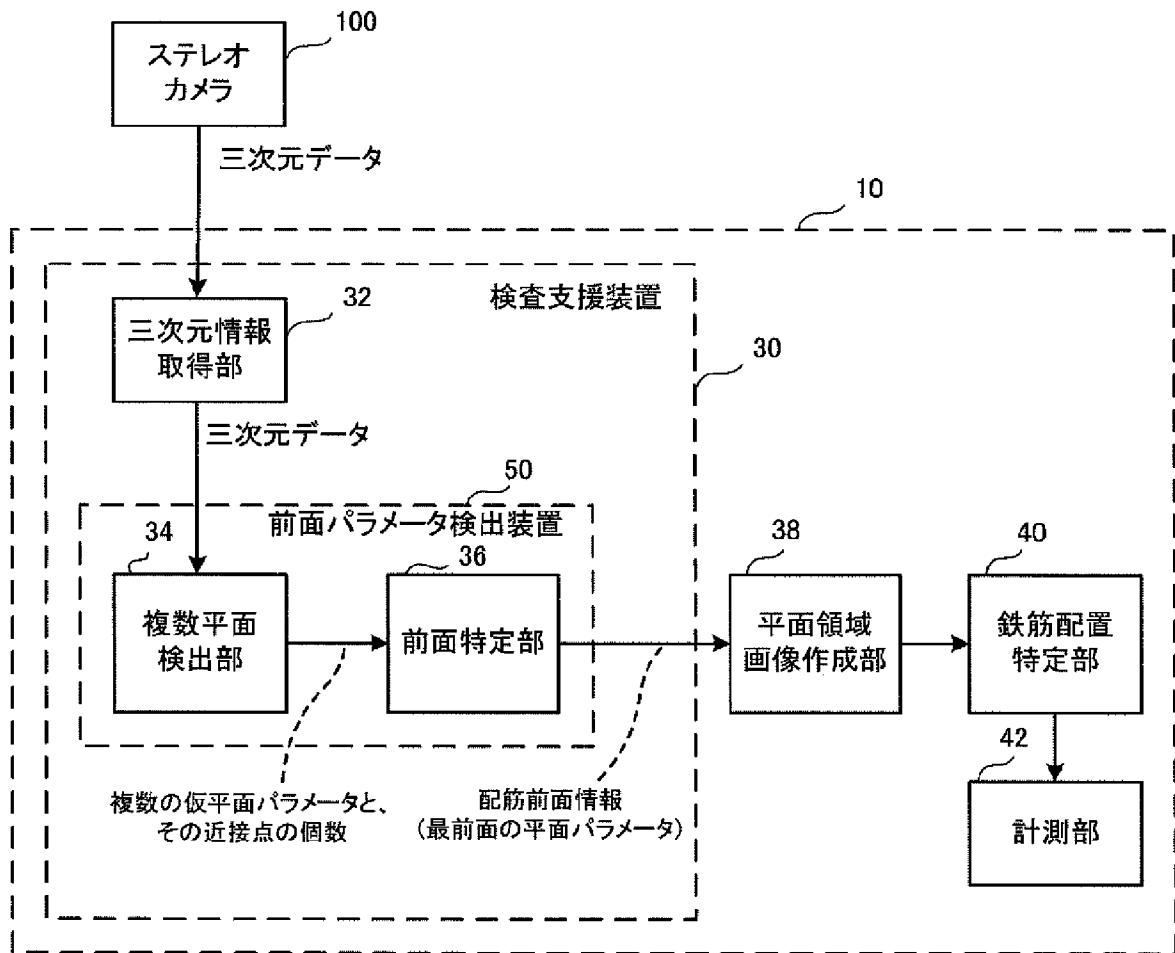
[図2]



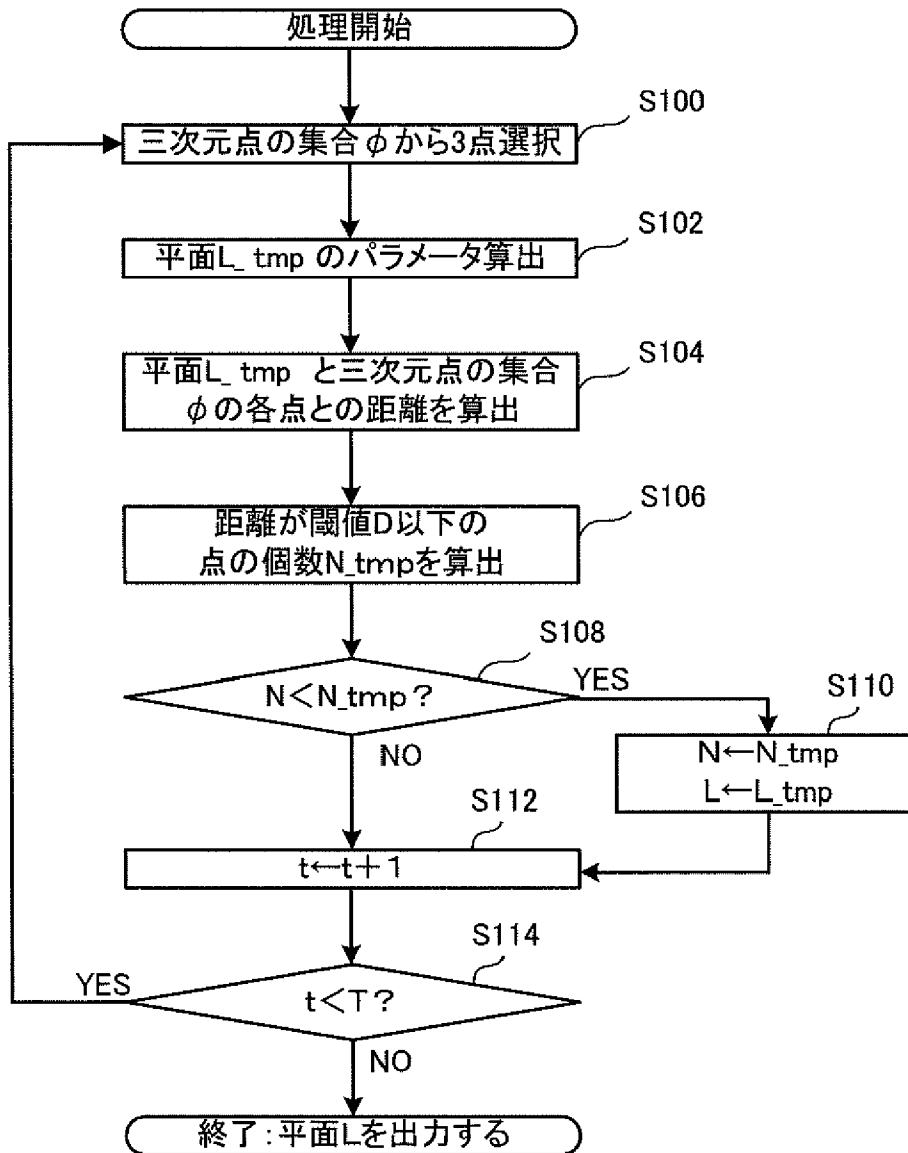
[図3]



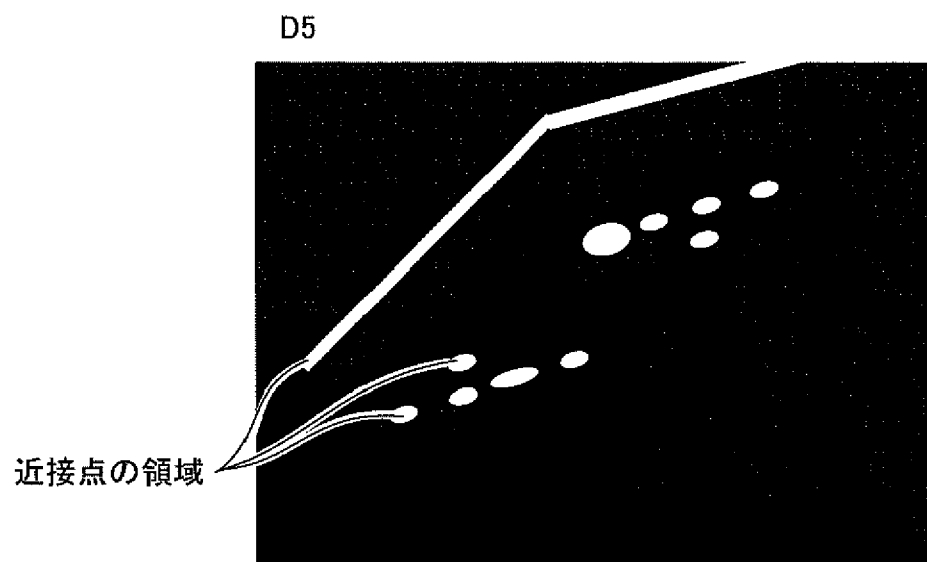
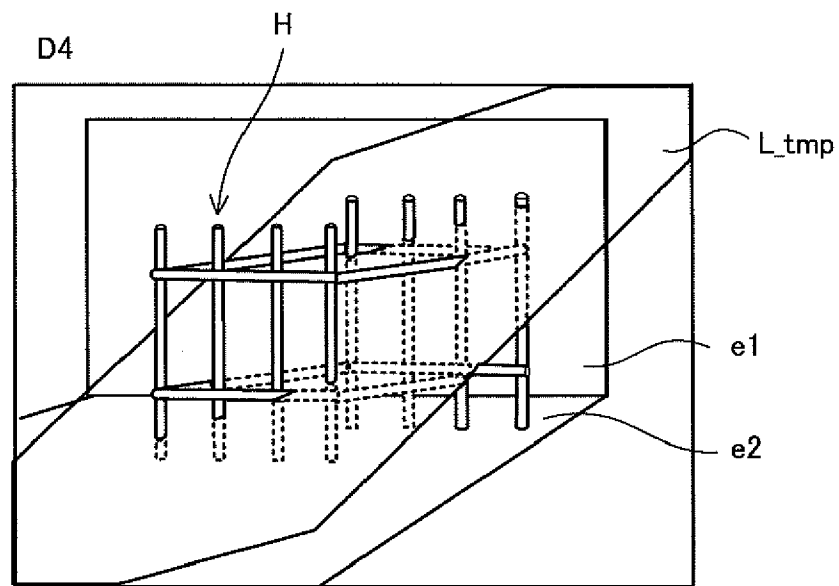
[図4]



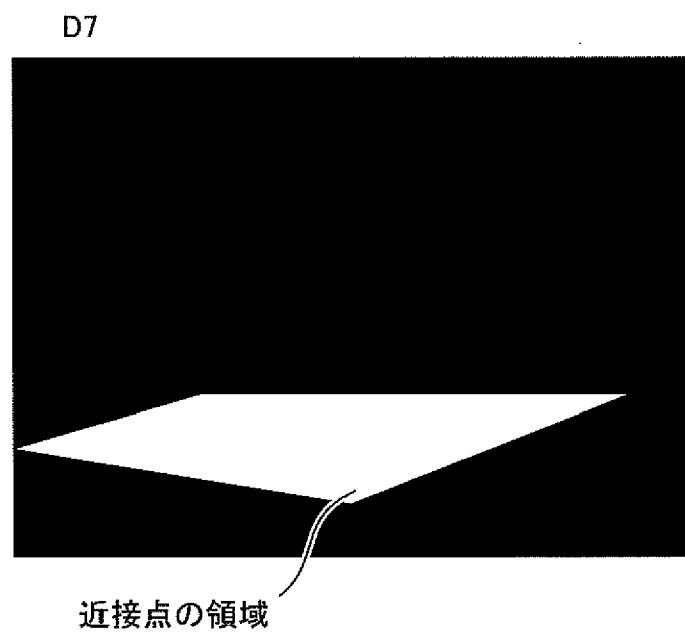
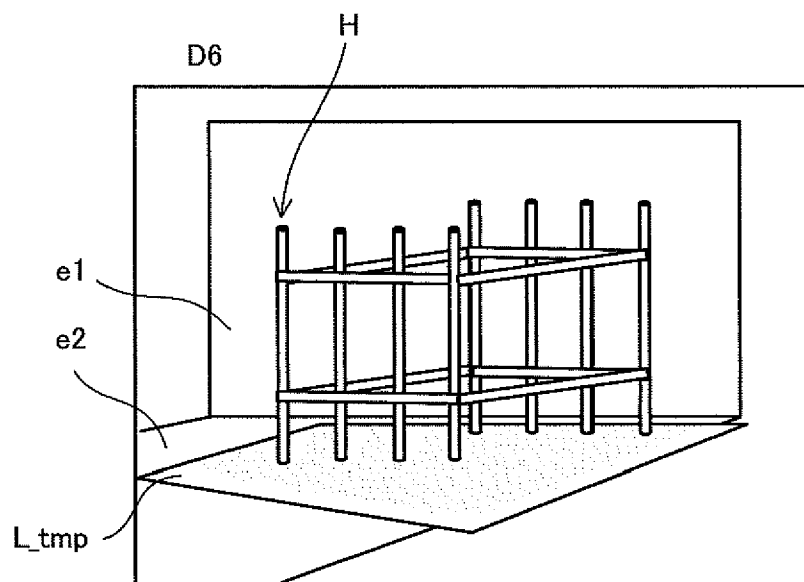
[図5]



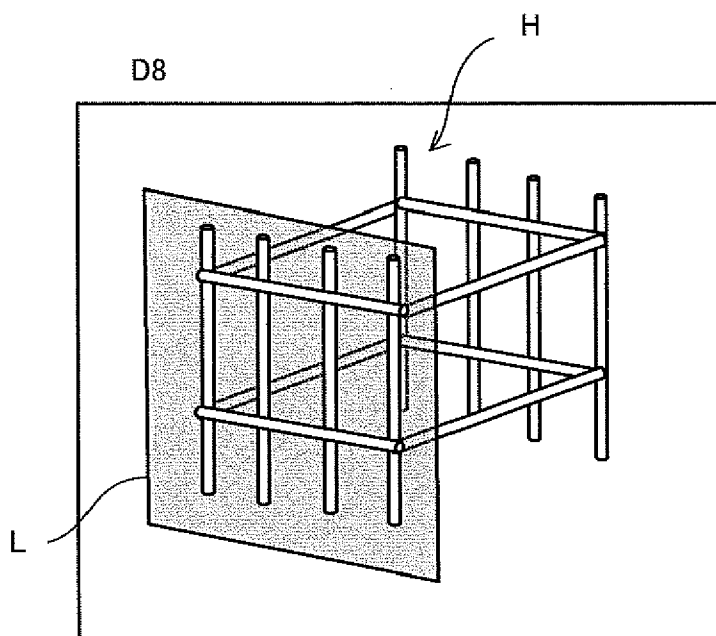
[図6]



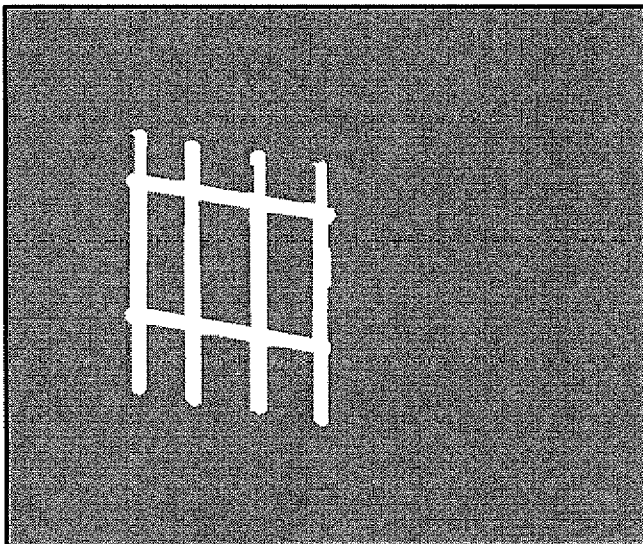
[図7]



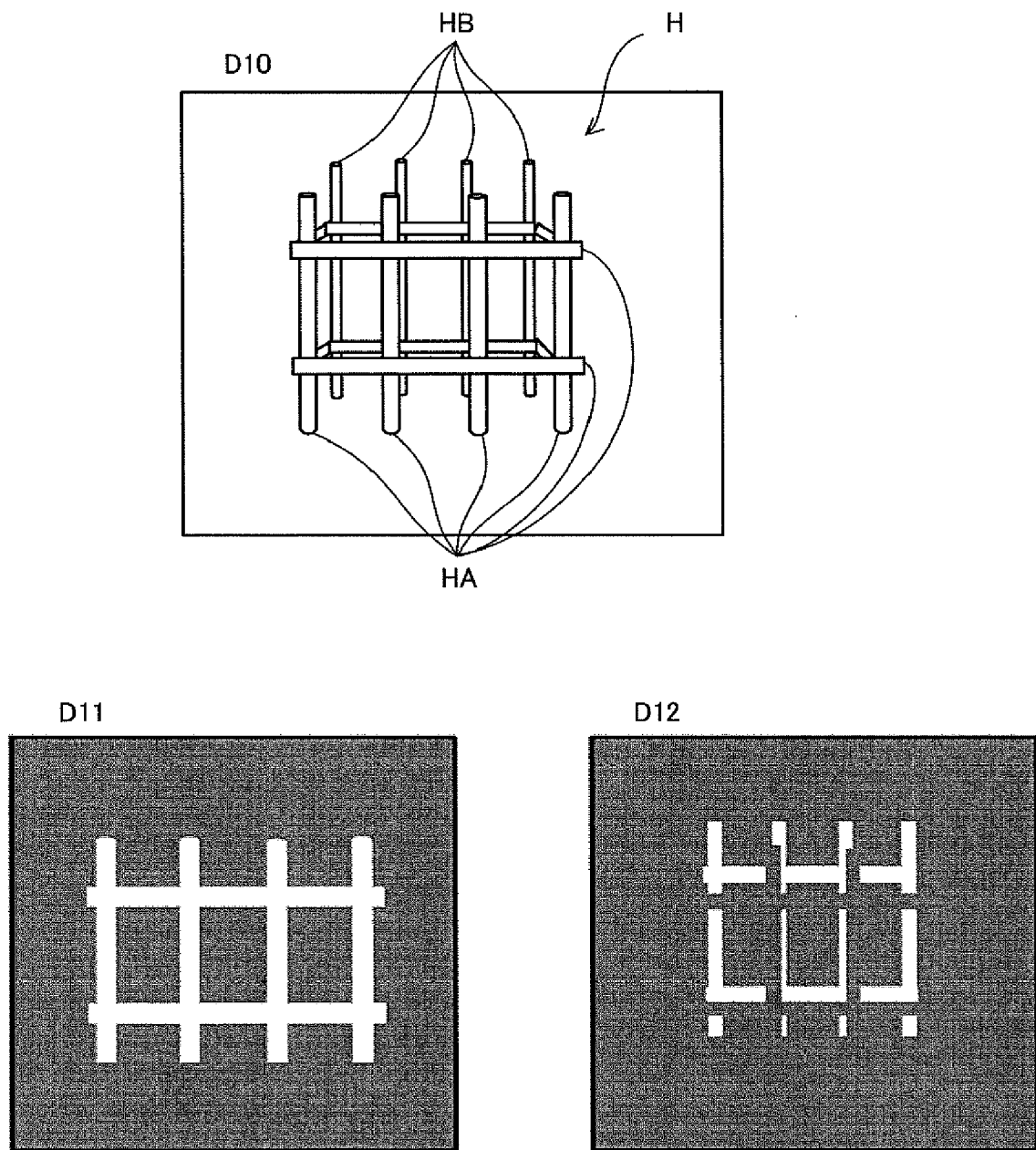
[図8]



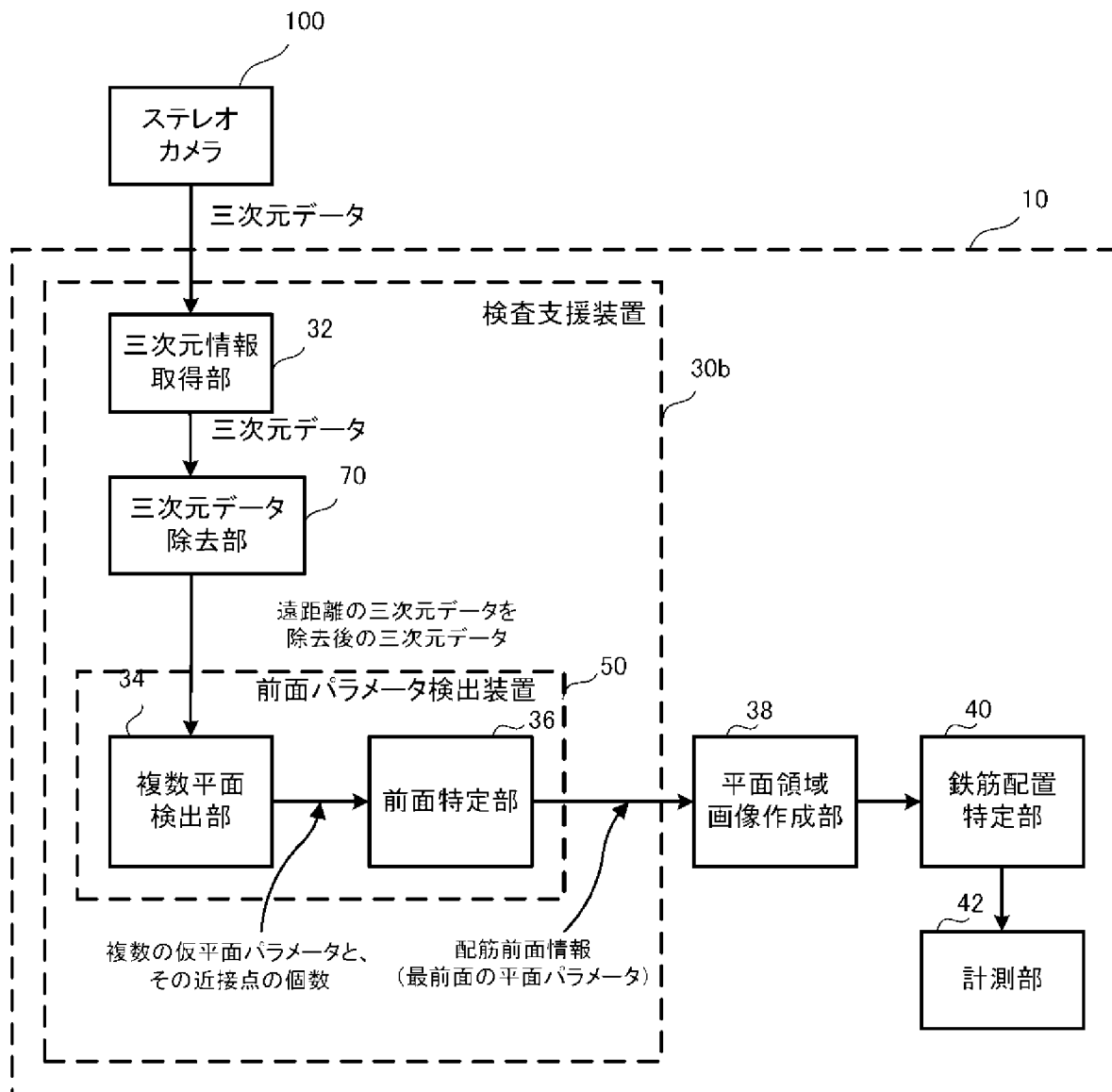
D9



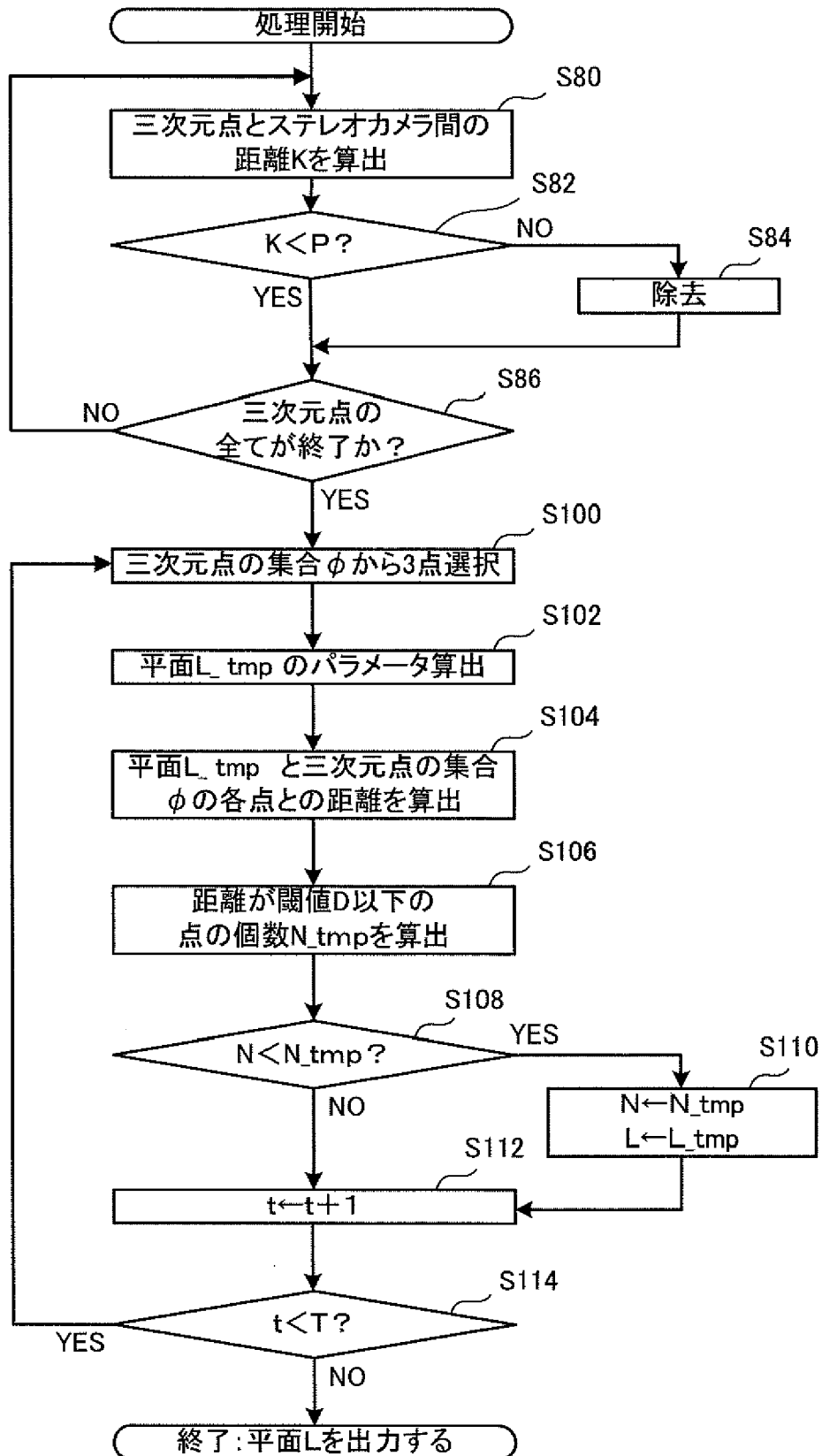
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/009622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T7/00 (2017.01) i, E04G21/00 (2006.01) i, E04G21/12 (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. G06T7/00, E04G21/00, E04G21/12

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.
A	JP 2017-059861 A (OLYMPUS OPTICAL CO.) 23 March 2017, entire text, all drawings & US 2017/0076457 A1, whole document & CN 106534662 A	1-8
A	JP 2017-058274 A (TOSHIBA CORPORATION) 23 March 2017, paragraph [0038] & US 2017/0084048 A1, paragraph [0055]	1-8

☐ 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 25.05.2018	Date of mailing of the international search report 05.06.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T7/00(2017.01)i, E04G21/00(2006.01)i, E04G21/12(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. G06T7/00, E04G21/00, E04G21/12

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
A	JP 2017-059861 A（オリンパス株式会社）2017.03.23, 全文、全図 & US 2017/0076457 A1, whole document & CN 106534662 A	1-8
A	JP 2017-058274 A（株式会社東芝）2017.03.23, 段落[0038] & US 2017/0084048 A1, paragraph[0055]	1-8

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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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） | 「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 |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

25.05.2018

国際調査報告の発送日

05.06.2018

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）

鍛 利孝

5 C

5 0 9 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3541