

(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
2023年4月6日(06.04.2023)



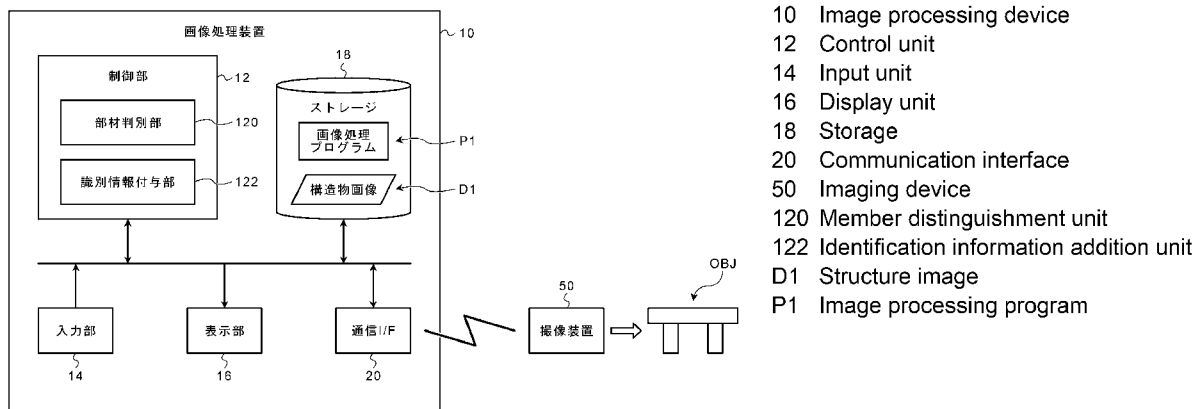
(10) 国際公開番号

WO 2023/053781 A1

- (51) 国際特許分類:
E01D 22/00 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/031749
- (22) 国際出願日: 2022年8月23日(23.08.2022)
- (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 2021-158213 2021年9月28日(28.09.2021) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 堀田 修平(HORITA Shuhei); 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 富士フイルム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松浦 憲三 (MATSUURA Kenzo); 〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 新宿住友ビル23階 新都心国際特許事務所 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, 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, 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.

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、方法及びプログラム



(57) Abstract: Provided are an image processing device, method, and program with which it is possible to easily classify and organize images obtained by imaging a structure. An image processing device (10, 50A, 200) comprises: a member distinguishment unit (120, 520, 220) for distinguishing members included in a structure image for distinguishment obtained by imaging the structure; and an identification information addition unit (122, 522, 222) for adding, to the structure image for distinguishment, member identification information indicating the members distinguished by the member distinguishment unit.

(57) 要約: 構造物を撮像して得られた画像を容易に分類・整理することが可能な画像処理装置、方法及びプログラムを提供する。画像処理装置(10、50A、200)は、構造物を撮像した判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する部材判別部(120、520、220)と、前記部材判別部により判別した部材を示す部材識別情報を前記判別対象の構造物画像に付与する識別情報付与部(122、522、222)とを備える。

WO 2023/053781 A1

(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))

明 細 書

発明の名称： 画像処理装置、方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は画像処理装置、方法及びプログラムに係り、特に橋梁等の構造物を撮像した画像を処理するための画像処理装置、方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 橋梁、道路、トンネル及びダム等の構造物は、産業及び生活の基盤として整備されるものであり、人々の快適な生活を支えるために重要な役割を果たすものである。このような構造物は、例えば、コンクリート、鉄骨等を用いて構築されるが、長期にわたって人々の利用に供されるため、時間の経過に応じて老朽化が進む。したがって、このような構造物については、適時に点検を行って損傷及び劣化の発生箇所を発見し、部材の交換又は修理等の適切な維持管理を行う必要がある。

[0003] このような構造物の点検のための技術として、特許文献1には、予め設定された飛行情報に従って自動飛行するように構成されたホバリングカメラを用いて橋梁の橋桁等を撮像する点検システムが開示されている。特許文献1によれば、ホバリングカメラを自動飛行させて橋梁の橋桁等の撮像を行うことにより、交通に影響を与えることなく、かつ、低コストで橋梁の点検作業を行うことが可能になる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開2015/163106号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載の点検システムのように、橋梁等の構造物を撮像して点検を行う場合、点検を実施するごとに大量の画像が撮像されることになる。

そして、構造物の画像を用いた各種の診断及び点検・診断結果のレポート作成等の点検作業は、構造物を構成する部材単位で実施されることが多い。このため、点検作業を行う場合には、構造物を撮像して得られた大量の画像を、構造物を構成する部材ごとに分類・整理することになる。

[0006] このような大量の画像を分類・整理する方法としては、例えば、点検担当者が目視で画像を確認して、構造物を構成する部材ごとに画像を分類・整理することが考えられる。また、撮像対象の構造物の構造に関する情報を含む設計データ又は3次元モデル（以下、3Dモデルという。）と、画像の撮像位置との対応関係を求め、この対応関係を用いて画像を分類・整理することが考えられる。

[0007] しかしながら、上記の方法で大量の画像の分類・整理するには手間がかかるという問題がある。また、点検担当者の目視による確認では、ヒューマンエラーにより画像の分類・整理が適切に行われない可能性もある。

[0008] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、構造物を撮像して得られた画像を容易に分類・整理することが可能な画像処理装置、方法及びプログラム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

[0009] 上記課題を解決するために、本発明の第1の態様に係る画像処理装置は、構造物を撮像した判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する部材判別部と、部材判別部により判別した部材を示す部材識別情報を判別対象の構造物画像に付与する識別情報付与部とを備える。

[0010] 本発明の第2の態様に係る画像処理装置は、第1の態様において、部材判別部は、判別対象の構造物画像の画像認識を行い、画像認識の結果に基づいて、判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する。

[0011] 本発明の第3の態様に係る画像処理装置は、第2の態様において、部材判別部は、構造物を構成する部材の判別について学習した部材判別AIを備え、部材判別AIを用いて判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する。

。

- [0012] 本発明の第4の態様に係る画像処理装置は、第2の態様において、部材判別部は、判別対象の構造物画像から、構造物を構成する部材ごとに付された部材識別子を検出し、部材識別子を用いて判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する。
- [0013] 本発明の第5の態様に係る画像処理装置は、第2の態様において、部材判別部は、部材識別情報がすでに付与された付与済み構造物画像と判別対象の構造物画像の画像認識を行い、画像認識の結果に基づいて、判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する。
- [0014] 本発明の第6の態様に係る画像処理装置は、第2の態様において、部材判別部は、構造物の構造を示す情報を含む構造物モデルであって、構造物の部材識別情報と関連付けられた構造物モデルと、構造物モデルと関連付けられた参照用構造物画像とを取得し、参照用構造物画像と判別対象の構造物画像の画像認識を行い、画像認識の結果に基づいて、判別対象の構造物画像に写っている部材と同一の部材が写っている参照用構造物画像を検索し、判別対象の構造物画像に写っている部材と同一の部材が写っている参照用構造物画像と、構造物モデルとの間の対応関係から、判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する。
- [0015] 本発明の第7の態様に係る画像処理装置は、第1の態様において、部材判別部は、判別対象の構造物画像に写っている部材を判別するための参照情報を取得し、参照情報に基づいて判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する。
- [0016] 本発明の第8の態様に係る画像処理装置は、第7の態様において、参照情報は、構造物の構造を示す情報を含む構造物モデルと、判別対象の構造物画像の撮像時の撮像位置及び撮像方向の情報を含む撮像状況に関する情報とを含んでおり、部材判別部は、構造物モデルと撮像状況に関する情報との対応関係に基づいて判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する。
- [0017] 本発明の第9の態様に係る画像処理装置は、第7の態様において、参照情報は、判別対象の構造物画像の撮像順序と、構造物を構成する部材との対応

関係を示す情報を含む構造物の撮像計画に関する情報を含んでおり、部材判別部は、撮像計画に関する情報と判別対象の構造物画像との対応関係に基づいて判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する。

[0018] 本発明の第10の態様に係る画像処理装置は、第9の態様において、撮像計画に関する情報は、構造物の撮像時の撮像位置及び撮像方向を示す情報を含んでおり、画像処理装置は、構造物を撮像するための撮像部と、撮像部の撮像位置及び撮像方向を計測する測位部と、撮像部の撮像位置及び撮像方向が、撮像計画に関する情報に含まれる撮像位置及び撮像方向を示す情報と一致するように制御する制御部とを備える。

[0019] 本発明の第11の態様に係る画像処理装置は、第1から第10の態様のいずれかにおいて、識別情報付与部は、判別対象の構造物画像に複数の部材が写っている場合に、複数の部材に関する部材識別情報を、判別対象の構造物画像に付与する。

[0020] 本発明の第12の態様に係る画像処理装置は、第1から第11の態様のいずれかにおいて、構造物画像から損傷を検出し、損傷に関する情報を構造物画像に付与する損傷情報付与部を備える。

[0021] 本発明の第13の態様に係る画像処理装置は、第1から第12の態様のいずれかにおいて、構造物画像に付与した付与情報を編集するための付与情報編集部を備える。

[0022] 本発明の第14の態様に係る画像処理装置は、第1から第13の態様のいずれかにおいて、構造物画像に付与した付与情報に基づいて構造物画像を検索する構造物画像検索部を備える。

[0023] 本発明の第15の態様に係る画像処理方法は、構造物を撮像した判別対象の構造物画像に写っている部材を判別するステップと、判別対象の構造物画像に写っている部材として判別した部材を示す部材識別情報を判別対象の構造物画像に付与するステップとを備える。

[0024] 本発明の第16の態様に係る画像処理プログラムは、構造物を撮像した判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する部材判別機能と、部材判別

機能により判別した部材を示す部材識別情報を判別対象の構造物画像に付与する識別情報付与機能とをコンピュータに実現させる。

[0025] なお、上記の各態様は、コンピュータのプロセッサが上記の各部の機能を実現するための画像処理装置として実現することも可能である。すなわち、画像処理装置のプロセッサが、構造物を撮像した判別対象の構造物画像に写っている部材を判別し、判別した部材を示す部材識別情報を判別対象の構造物画像に付与するものとして実現することも可能である。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、構造物画像に写っている部材を判別して、構造物画像に部材識別情報を付与することにより、構造物画像を容易に分類・整理することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る画像処理装置を示すブロック図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施形態に係る画像処理機能を説明するための図である。

[図3]図3は、本発明の第1の実施形態に係る画像処理方法を示すフローチャートである。

[図4]図4は、本発明の第1の実施形態に係る部材判別工程（図3のステップS12）を示すフローチャートである。

[図5]図5は、本発明の第2の実施形態に係る画像処理機能を説明するための図である。

[図6]図6は、本発明の第2の実施形態に係る部材判別工程（図3のステップS12）を示すフローチャートである。

[図7]図7は、本発明の第3の実施形態に係る画像処理機能を説明するための図である。

[図8]図8は、構造物モデルの具体例を示す斜視図である。

[図9]図9は、図8の領域IXを下方から見た拡大平面図である。

[図10]図10は、図8の領域Xを拡大して示す斜視図である。

[図11]図11は、図10の構造物と関連付けられた構造物画像を用いた部材判別を説明するための図である。

[図12]図12は、本発明の第3の実施形態に係る部材判別工程（図3のステップS12）を示すフローチャートである。

[図13]図13は、本発明の第4の実施形態に係る画像処理機能を説明するための図である。

[図14]図14は、構造物モデル及び撮像状況に関する情報を用いた部材判別を説明するための図である。

[図15]図15は、本発明の第4の実施形態に係る部材判別工程（図3のステップS12）を示すフローチャートである。

[図16]図16は、本発明の第5の実施形態に係る画像処理機能を説明するための図である。

[図17]図17は、構造物モデル及び撮像計画に関する情報を用いた部材判別を説明するための図である。

[図18]図18は、本発明の第5の実施形態に係る部材判別工程（図3のステップS12）を示すフローチャートである。

[図19]図19は、追加の実施形態に係る画像処理機能を示すブロック図である。

[図20]図20は、変形例1に係る画像処理機能を備えた撮像装置を示すブロック図である。

[図21]図21は、変形例2に係る画像処理機能を備えたクラウドサーバを示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、添付図面に従って本発明に係る画像処理装置、方法及びプログラムの好ましい実施の形態について説明する。

[0029] [第1の実施形態]
(画像処理装置)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る画像処理装置を示すブロック図である。

- [0030] 本実施形態に係る画像処理装置10は、検査対象の構造物OBJの各部を撮像した構造物画像D1を撮像装置50から取得し、分類・整理するための装置である。
- [0031] 撮像装置50は、検査対象の構造物OBJの各部の画像を撮像するためのカメラ（例えば、CCD（Charge Coupled Device）カメラ又は赤外線カメラ）を備えている。撮像装置50は、例えば、マルチコプター又はドローン等の無人航空機、車両若しくはロボット等の移動体にカメラを搭載したものとして、検査対象の構造物OBJの周囲を移動しながら画像を撮像可能としてもよい。
- [0032] 図1に示すように、本実施形態に係る画像処理装置10は、制御部12、入力部14、表示部16、ストレージ18及び通信インターフェース（通信I/F：interface）20を備える。画像処理装置10は、例えば、パーソナルコンピュータ又はワークステーション等の汎用のコンピュータ若しくはタブレット端末であってもよい。
- [0033] 制御部12は、画像処理装置10の各部の動作を制御するプロセッサ（例えば、CPU（Central Processing Unit）又はGPU（Graphics Processing Unit））を含んでいる。制御部12は、バスを介して、画像処理装置10の各部との間で制御信号及びデータの送受信が可能となっている。制御部12は、入力部14を介して操作者からの指示入力を受け付け、バスを介してこの指示入力に応じた制御信号を画像処理装置10の各部に送信して各部の動作を制御する。
- [0034] 制御部12は、各種演算のための作業領域として使用されるRAM（Random Access Memory）、及び表示部16に出力される画像データを一時記憶するため領域として使用されるVRAM（Video Random Access Memory）を含んでいる。
- [0035] 入力部14は、操作者からの指示入力を受け付ける入力装置であり、文字

入力等のためのキーボード、表示部16に表示されるポインタ及びアイコン等のGUI (Graphical User Interface) を操作するためのポインティングデバイス (例えば、マウス、トラックボール等) を含んでいる。なお、入力部14としては、キーボード及びポインティングデバイスに代えて、又は、キーボード及びポインティングデバイスに加えて、表示部16の表面にタッチパネルを設けてもよい。

[0036] 表示部16は、画像を表示するための装置である。表示部16としては、例えば、液晶モニタを用いることができる。

[0037] ストレージ18は、各種演算のための制御プログラム及び画像処理プログラムP1等と、検査対象の構造物OBJを撮像した構造物画像D1 (例えば、可視光画像又は赤外線画像等) を含む各種のデータを格納する。ストレージ18としては、例えば、HDD (Hard Disk Drive) 等の磁気ディスクを含む装置、eMMC (embedded Multi Media Card) 又はSSD (Solid State Drive) 等のフラッシュメモリを含む装置等を用いることができる。

[0038] 通信I/F20は、ネットワークを介して、撮像装置50を含む外部装置との間で通信を行うための手段である。画像処理装置10と外部装置との間のデータの送受信方法としては、有線通信又は無線通信 (例えば、LAN (Local Area Network)、WAN (Wide Area Network)、インターネット接続等) を用いることができる。

[0039] 画像処理装置10は、通信I/F20を介して、撮像装置50から構造物画像D1の入力を受け付けることが可能となっている。なお、構造物画像D1を画像処理装置10に入力する方法は、ネットワークを介した通信に限定されるものではない。例えば、USB (Universal Serial Bus) ケーブル、Bluetooth (登録商標)、赤外線通信等を用いてもよいし、画像処理装置10に着脱及び読取可能な記録媒体 (例えば、USBメモリ) に構造物画像D1を格納し、この記録媒体を介して構造物画像D1の入力を受け付けるようにしてもよい。

[0040] (画像処理機能)

次に、画像処理装置10における画像処理機能（部材判別機能及び識別情報付与機能）について、図2を参照して説明する。図2は、画像処理機能を説明するための図である。

- [0041] 制御部12のプロセッサは、ストレージ18から画像処理プログラムP1を読み出して実行することにより、部材判別部120及び識別情報付与部122の機能を実現することが可能となっている。
- [0042] 図2に示すように、部材判別部120は、部材判別AI120A (Artificial Intelligence) を備えている。部材判別部120は、部材判別AI120Aを用いて構造物画像D1の画像認識又は画像解析を行って、構造物画像D1に写っている構造物OBJを構成する部材を判別する。
- [0043] ここで、部材判別AI120Aは、例えば、橋梁等の構造物OBJの一部の画像を入力とし、その部材の名称を出力とする教師データを用いて、入出力データ間の関係を学習する教師あり学習により作成されたもの（例えば、分類器）である。なお、部材判別AI120Aの学習アルゴリズムは、教師あり学習に限定されず、教師なし学習であってもよい。
- [0044] また、部材判別AI120Aの学習に使用する画像は、検査対象と同一の構造物OBJの画像である必要はない。部材判別AI120Aの学習に使用する画像としては、例えば、類似又は同種の構造物OBJの画像、又は構造物OBJの設計データ（例えば、3次元モデル）を用いて作成された画像を用いることが可能である。
- [0045] 識別情報付与部122は、構造物画像D1に写っている部材の判別結果を部材判別部120から取得し、構造物画像D1に部材識別情報D2を付与する。
- [0046] 部材識別情報D2は、例えば、構造物OBJを構成する部材の種類（以下、部材種別という。）と、構造物OBJにおいて部材を特定するための識別子（以下、部材ID (Identification) という。）を含んでいる。
- [0047] 部材種別とは、構造物OBJを構成する部材をその形状、機能、材質又は寸法等に基づいて分類するためのものである。部材種別は、例えば、橋梁の

場合、主桁、横桁、橋脚、床版等である。

[0048] 部材 I D とは、構造物 O B J を構成する部材がどの部分に用いられるかを特定するための識別子である。部材 I D は、位置 A に用いられる複数の主桁のうちの 1 つに対して、例えば、主桁 A - 1 のように定義してもよいし、具体的な位置座標（例えば、設計上の重心の位置座標又は端部の位置座標）により定義してもよい。

[0049] 構造物 O B J は、部材種別が同じ同種の部材を複数組み合わせられて構成される場合がある。このため、部材種別と部材 I D とを組み合わせられた部材識別情報 D 2 を用いることにより、構造物画像 D 1 に写っている部材の種類及び配置を特定することが可能になる。なお、上記に例示した主桁 A - 1 のように、部材 I D が部材種別と配置の情報を含んでいる場合には、部材 I D のみを部材識別情報 D 2 としてもよい。

[0050] 部材識別情報 D 2 は、例えば、構造物画像 D 1 が E x i f (Exchangeable Image File Format) のファイルの場合、E x i f 情報の中に格納することが可能である。具体的には、部材識別情報 D 2 は、例えば、E x i f 情報のうち、メーカーが個別の情報を記入し、独自に利用するためのタグであるメーカーノート (MakerNote)、又はユーザコメント (UserComment) 等の操作者の情報に関するタグに関連付けて格納することが可能である。また、部材識別情報 D 2 は、例えば、E x i f のファイルの中に独自のアプリケーションマーカセグメント (A P P n) を追加して、その中に格納することも可能である。

[0051] (画像処理方法)

次に、本実施形態に係る画像処理方法について、図 3 及び図 4 を参照して説明する。図 3 は、本発明の第 1 の実施形態に係る画像処理方法を示すフローチャートである。

[0052] まず、制御部 1 2 は、撮像装置 5 0 から取得した構造物画像 D 1 を、ストレージ 1 8 から読み出す (ステップ S 1 0) 。

[0053] 次に、部材判別部 1 2 0 は、ステップ S 1 0 で読みだした判別対象の構造

物画像D1の画像認識を行って、構造物画像D1に写っている構造物OBJを構成する部材を判別する（ステップS12）。

[0054] ステップS12では、まず、図4に示すように、部材判別部120は、部材判別A1120Aを用いて構造物画像D1の画像認識を行って、構造物画像D1に写っている構造物OBJを構成する部材を判別する（ステップS20）。そして、部材判別部120は、部材の判別結果を識別情報付与部122に出力する（ステップS22）。

[0055] 次に、識別情報付与部122は、構造物画像D1に写っている部材の判別結果を部材判別部120から取得し、構造物画像D1に部材識別情報を付与する（ステップS14）。

[0056] そして、すべての構造物画像D1の判別が終了するまで、ステップS12からS14を繰り返し実行する（ステップS16）。

[0057] 本実施形態によれば、部材判別A1120Aを用いて構造物画像D1の画像認識を行うことにより、構造物画像D1に部材識別情報D2を付与することができる。これにより、構造物画像D1を容易に分類・整理することが可能となる。

[0058] なお、本実施形態では、部材識別情報D2を構造物画像D1のデータ（E x i f 情報）の中に格納するようにしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、構造物画像D1のデータ中に部材識別情報を格納せずに、構造物画像D1の閲覧用アプリケーションに記憶させて、閲覧用アプリケーションを用いて構造物画像D1を閲覧するときに、部材識別情報D2を表示可能としてもよい。

[0059] また、構造物画像D1と部材識別情報D2とは一対一対応でなくてもよい。すなわち、構造物画像D1から複数の部材が検出された場合には、構造物画像D1に複数の部材に関する部材識別情報D2を格納してもよい。

[0060] 部材識別情報D2は、主要な部材と主要でない部材とに分けてもよい。ここで、主要な部材であるかどうかの判定基準としては、例えば、構造物画像D1における位置又は構造物画像D1において占める面積を用いることがで

きる。

[0061] 具体的には、構造物画像D1の視野の中心に最も近い位置に写っている部材、構造物画像D1において占める面積が最大の部材を主要な部材としてもよい。また、構造物画像D1の視野の端部に写っている部材、又は構造物画像D1において占める面積が小さい部材（例えば、構造物画像D1の面積の1%から5%以下の部材）については、主要でない部材としてもよいし、部材識別情報D2に含めないようにしてもよい。

[0062] 部材識別情報D2において、主要な部材を特定することにより、構造物画像D1の分類・整理を容易にすることができる。

[0063] （第1の実施形態の変形例）

本実施形態では、部材判別A1120Aを用いて構造物画像D1の画像認識を行うようにしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、構造物OBJの部材ごとに定義された部材識別子（部材識別マーク。例えば、1次元コード、2次元コード又はQR（Quick Response）コード（登録商標））を用いて部材を判別することも可能である。

[0064] 具体的には、構造物OBJの部材ごとに定義された部材識別マークを構造物OBJの各部材に貼り付けておく。

[0065] また、ストレージ18には、部材識別マークと部材の対応関係を示すルックアップテーブルを格納しておく。

[0066] そして、部材判別部120による画像認識を用いて構造物画像D1から部材識別マークを検出することにより、部材の判別を行うことが可能である。

[0067] [第2の実施形態]

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、上記の実施形態と同様の構成については説明を省略し、画像処理機能及び画像処理方法のうち、部材判別に関する部分について説明する。

[0068] （画像処理機能）

図5は、本発明の第2の実施形態に係る画像処理機能を説明するための図である。

- [0069] 本実施形態に係る部材判別部120は、部材識別情報D2がすでに付与されている付与済み構造物画像D3を参照情報として参照可能となっている。そして、部材判別部120は、判別対象の構造物画像D1と、付与済み構造物画像D3とを比較（マッチング）することにより、構造物画像D1に写っている構造物OBJを構成する部材を判別する。
- [0070] なお、付与済み構造物画像D3は、画像処理装置10のストレージ18の中に格納されていてもよいし、画像処理装置10がアクセス可能な外部ストレージ（例えば、クラウドストレージ等）に格納されていてもよい。
- [0071] 図5に示すように、部材判別部120は、画像検索エンジン120Bを備えている。部材判別部120は、画像検索エンジン120Bを用いて、判別対象の構造物画像D1の画像認識を行って、付与済み構造物画像D3の中から同一の部材が写っている画像を検索する。
- [0072] 具体的には、画像検索エンジン120Bは、判別対象の構造物画像D1から特徴点を抽出し、付与済み構造物画像D3の各画像から抽出した特徴点とのマッチングを行って、構造物画像D3の中から同一の部材が写っている画像を検索する。そして、部材判別部120は、付与済み構造物画像D3の中から検索した画像の部材識別情報D2を読み出すことにより、構造物画像D1に写っている構造物OBJを構成する部材を判別する。
- [0073] なお、画像検索エンジン120Bとしては、機械学習又はディープラーニングを用いた類似画像検索エンジンを用いることも可能である。
- [0074] 識別情報付与部122は、構造物画像D1に写っている部材の判別結果を部材判別部120から取得し、構造物画像D1に部材識別情報D2を付与する。
- [0075] （画像処理方法）
- 図6は、本発明の第2の実施形態に係る部材判別工程（図3のステップS12）を示すフローチャートである。
- [0076] まず、制御部12は、ストレージ18又は外部ストレージから、付与済み構造物画像D3を読み出す（ステップS30）。ここで、付与済み構造物画

像D3は、点検対象の構造物OBJを撮像した画像であってもよいし、点検対象の構造物OBJと同種又は類似の構造物の画像であってもよい。

[0077] 次に、部材判別部120は、画像検索エンジン120Bを用いて、判別対象の構造物画像D1の画像認識を行って、構造物画像D1と付与済み構造物画像D3と比較する（ステップS32）。そして、部材判別部120は、付与済み構造物画像D3の中から、構造物画像D1と同一の部材が写っている画像を検索する（ステップS34）。

[0078] 次に、部材判別部120は、付与済み構造物画像D3の中から検索した画像の部材識別情報D2を読み出すことにより、構造物画像D1に写っている構造物OBJを構成する部材を判別する（ステップS36）。

[0079] そして、部材判別部120は、部材の判別結果を識別情報付与部122に出力する（ステップS38）。これにより、構造物画像D1に部材識別情報を付与することができる（図3のステップS14）。

[0080] 本実施形態によれば、部材識別情報D2がすでに付与されている付与済み構造物画像D3を参照することにより、構造物画像D1に部材識別情報D2を付与することができる。これにより、構造物画像D1を容易に分類・整理することが可能となる。

[0081] [第3の実施形態]

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、上記の実施形態と同様の構成については説明を省略し、画像処理機能及び画像処理方法のうち、部材判別に関する部分について説明する。

[0082] （画像処理機能）

図7は、本発明の第3の実施形態に係る画像処理機能を説明するための図である。

[0083] 本実施形態に係る部材判別部120は、画像検索エンジン120Cを備えている。そして、部材判別部120は、部材識別情報D2が付与されている構造物モデルD41と、構造物モデルD41と関連付けられた参照用構造物画像D42を参照情報として参照可能となっている。部材判別部120は、

画像検索エンジン120Cを用いて、判別対象の構造物画像D1と、構造物モデルD41及び参照用構造物画像D42とを参照することにより、構造物画像D1に写っている構造物OBJを構成する部材を判別する。

[0084] ここで、構造物モデルD41は、検査対象の構造物OBJの形状及び構造に関する情報を含むデータであり、例えば、検査対象の構造物OBJの3次元形状に関する情報を含む3次元モデルである。構造物モデルD41は、検査対象の構造物OBJの設計データであってもよいし、又は事前に計測された実測データであってもよい。構造物モデルD41としては、例えば、CAD (Computer-Aided Design) データ又は3次元CADデータを用いることが可能である。また、構造物モデルD41として実測データを用いる場合には、例えば、SfM (Structure from Motion) 技術により構造物OBJの多視点画像から3次元形状を復元した点群データを用いることも可能である。

[0085] 構造物モデルD41には、構造物OBJを構成する部材ごとに部材識別情報D2が付与されている。この部材識別情報D2は、CADデータの座標又は点群データの点群と関連付けられて、構造物モデルD41に格納されている。

[0086] 参照用構造物画像D42は、構造物OBJを撮像して得られた画像であり、構造物モデルD41における構造物OBJの位置座標と関連付けられて格納されている。

[0087] なお、構造物モデルD41及び参照用構造物画像D42は、画像処理装置10のストレージ18の中に格納されていてもよいし、画像処理装置10がアクセス可能な外部ストレージ（例えば、クラウドストレージ等）に格納されていてもよい。

[0088] ここで、構造物モデルD41及び参照用構造物画像D42の具体例について、図8から図11を参照して説明する。

[0089] 図8は、構造物モデルの具体例を示す斜視図であり、図9は、図8の領域IXを下方から見た拡大平面図である。図8及び図9には、構造物OBJの具体例として橋梁OBJ1の3次元モデルD41 (OBJ1) を図示してい

る。

[0090] 図8及び図9に示すように、橋梁OBJ1の3次元モデルD41(OBJ1)では、橋梁OBJ1を構成する部材ごとに部材識別情報D2が付与されている。そして、参照用構造物画像D42は、3次元モデルD41(OBJ1)の各部に関連付けられている。

[0091] なお、図8及び図9では、部材識別情報D2として、部材種別及び部材IDを図示しているが、部材IDに部材種別に関する情報が含まれている場合には、部材種別は省略可能である。

[0092] 図10は、図8の領域X(橋脚OBJ2)を拡大して示す斜視図であり、図11は、図10の構造物OBJ2と関連付けられた参照用構造物画像D42を用いた部材判別を説明するための図である。

[0093] 図10には、橋梁OBJ1の一部である橋脚OBJ2の全体画像を図示しており、図11には、図10の領域X1-1からX1-6に対応する構造物画像を図示している。なお、図11に示す参照用構造物画像D42の撮像時の撮像方向は、図10に示す全体画像とは異なっている場合がある。

[0094] 図11に示すように、部材判別部120は、画像検索エンジン120Cを用いて、判別対象の構造物画像D1の画像認識を行って、参照用構造物画像D42の中から同一の部材が写っている画像を検索する。

[0095] 具体的には、画像検索エンジン120Cは、判別対象の構造物画像D1から特徴点を抽出し、参照用構造物画像D42の各画像から抽出した特徴点とのマッチングを行って、参照用構造物画像D42の中から同一の部材が写っている画像を検索する。そして、部材判別部120は、参照用構造物画像D42の中から検索した画像と関連付けられた構造物モデルD41の部材識別情報D2を読み出すことにより、構造物画像D1に写っている構造物OBJを構成する部材を判別する。

[0096] なお、画像検索エンジン120Cとしては、機械学習又はディープラーニングを用いた類似画像検索エンジンを用いることも可能である。

[0097] 識別情報付与部122は、構造物画像D1に写っている部材の判別結果を

部材判別部 120 から取得し、構造物画像 D1 に部材識別情報 D2 を付与する。

[0098] (画像処理方法)

図 12 は、本発明の第 3 の実施形態に係る部材判別工程 (図 3 のステップ S12) を示すフローチャートである。

[0099] まず、制御部 12 は、ストレージ 18 又は外部ストレージから、構造物モデル D41 及び参照用構造物画像 D42 を読み出す (ステップ S40)。ここで、構造物モデル D41 及び参照用構造物画像 D42 は、点検対象の構造物 OBJ について作成した構造物モデル D41 及び参照用構造物画像 D42 であってもよいし、点検対象の構造物 OBJ と同種又は類似の構造物について作成した構造物モデル D41 及び参照用構造物画像 D42 であってもよい。

[0100] 次に、部材判別部 120 は、画像検索エンジン 120C を用いて、判別対象の構造物画像 D1 の画像認識を行って、構造物画像 D1 と、構造物モデル D41 と関連付けられた参照用構造物画像 D42 と比較する (ステップ S42)。そして、部材判別部 120 は、参照用構造物画像 D42 の中から、構造物画像 D1 と同一の部材が写っている画像を検索する (ステップ S44)。

[0101] 次に、部材判別部 120 は、参照用構造物画像 D42 の中から検索した画像と関連付けられた構造物モデル D41 の部材識別情報 D2 を読み出すことにより、構造物画像 D1 に写っている構造物 OBJ を構成する部材を判別する (ステップ S46)。

[0102] そして、部材判別部 120 は、部材の判別結果を識別情報付与部 122 に出力する (ステップ S48)。これにより、構造物画像 D1 に部材識別情報を付与することができる (図 3 のステップ S14)。

[0103] 本実施形態によれば、部材識別情報 D2 がすでに付与されている構造物モデル D41 及び参照用構造物画像 D42 を参照することにより、構造物画像 D1 に部材識別情報 D2 を付与することができる。これにより、構造物画像

D 1 を容易に分類・整理することが可能となる。

[0104] [第4の実施形態]

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、上記の実施形態と同様の構成については説明を省略し、画像処理機能及び画像処理方法のうち、部材判別に関する部分について説明する。

[0105] (画像処理機能)

図13は、本発明の第4の実施形態に係る画像処理機能を説明するための図である。

[0106] 本実施形態に係る部材判別部120は、撮像対象演算部120Dを備えている。部材判別部120は、構造物モデルD5と、構造物画像D1の撮像状況に関する情報D6を参照情報として参照可能となっている。

[0107] 本実施形態に係る部材判別部120は、構造物画像D1の撮像位置及び撮像方向を含む撮像状況に関する情報D6と、構造物モデルD5との対応関係に基づいて、構造物画像D1に写っている部材を判別する。

[0108] ここで、構造物モデルD5は、検査対象の構造物OBJの形状及び構造に関する情報を含むデータであり、例えば、検査対象の構造物OBJの3次元形状に関する情報を含む3次元モデルである。構造物モデルD5は、検査対象の構造物OBJの設計データであってもよいし、又は事前に計測された実測データであってもよい。構造物モデルD5としては、例えば、CADデータ又は3次元CADデータを用いることが可能である。また、構造物モデルD5として実測データを用いる場合には、例えば、SfM技術により構造物OBJの多視点画像から3次元形状を復元した点群データを用いることも可能である。

[0109] 構造物モデルD5には、構造物OBJを構成する部材ごとに部材識別情報D2が付与されている。この部材識別情報D2は、CADデータの座標又は点群データの点群と関連付けられて、構造物モデルD5に格納されている。

[0110] 撮像状況に関する情報D6は、構造物画像D1の撮像時の撮像状況に関する情報である。撮像状況に関する情報D6は、例えば、撮像時における撮像

装置 50 の位置を示す情報（以下、撮像位置という。）と、撮像時における撮像装置 50 の姿勢を示す情報（以下、撮像方向という。）を含んでいる。撮像状況に関する情報 D 6 は、例えば、撮像装置 50 に設けられた GPS（Global Positioning System）装置、慣性センサ及び高度センサを含む測位部により計測されたものである。

[0111] なお、撮像状況に関する情報 D 6 は、構造物画像 D 1 の付属情報（例えば、E x i f 情報）として構造物画像 D 1 に含まれていてもよいし、構造物画像 D 1 と関連付けられた別ファイルとして撮像装置 50 から取得してもよい。

[0112] 図 1 4 は、構造物モデル D 5 及び撮像状況に関する情報 D 6 を用いた部材判別を説明するための図である。図 1 4 では、構造物モデル D 5 は、橋梁 O B J 1（図 8 参照）の 3 次元モデル D 5（O B J 1）を用いた例について説明する。

[0113] 図 1 4 に示すように、撮像状況に関する情報 D 6 は、撮像位置及び撮像方向に関する情報を含んでいる。

[0114] 撮像位置は、例えば、 $x y z$ 3 次元直交座標系で表される。なお、撮像位置は、GPS に基づく緯度及び経度により特定される座標（例えば、グローバル座標）で表されていてもよいし、橋梁 O B J 1 の所定位置を基準としたローカル座標で表されていてもよい。

[0115] 撮像方向は、例えば、撮像位置を原点とし、撮像装置 50 に備えられたカメラを基準として設定された $a b c$ 3 次元直交座標系により表される。

[0116] 図 1 4 では、橋梁 O B J 1 の 3 次元モデル D 5（O B J 1）において、各撮像画像（構築物画像）I M G 1 から I M G 4 にそれぞれ対応する撮像位置を示す点、撮像方向を示す矢印及び撮像範囲を示す矩形を図示している。なお、撮像範囲については後述する。

[0117] （部材判別の第 1 の例）

具体的には、例えば、まず、撮像状況に関する情報 D 6 に含まれる撮像位置を始点として撮像方向に沿って伸びる撮像方向ベクトルを定義する。

[0118] 次に、部材判別部120は、撮像対象演算部120Dを用いて、撮像方向ベクトルを延長したときに、構造物モデルD5に最初に接触する位置を算出する。

[0119] そして、部材判別部120は、撮像方向ベクトルが構造物モデルD5に最初に接触する位置に相当する部材を、構造物画像D1に写っている部材として判別する。

[0120] (部材判別の第2の例)

また、別の手法として、部材判別部120は、撮像対象演算部120Dを用いて、撮像状況に関する情報D6に含まれる撮像位置及び撮像方向に関する情報と、構造物モデルD5との対応関係に基づいて、撮像時の撮像装置50と構造物OBJ1との間の撮像距離を算出する。具体的には、撮像距離は、撮像時の撮像装置50と、構造物OBJ1における合焦位置との間の距離としてもよい。

[0121] 次に、部材判別部120は、撮像対象演算部120Dを用いて、撮像距離と、撮像時の撮像装置50のカメラのレンズの焦点位置と、撮像装置50のカメラの撮像素子のサイズとに基づいて、構造物画像D1に写っている領域である撮像範囲を算出する。

[0122] 具体的には、撮像距離をD、レンズの焦点距離をF、センサーサイズを（横方向）、（縦方向））＝（S_x、S_y）とすると、撮像範囲は下記の式により表される。

[0123] 撮像範囲（横方向）＝ $D \times S_x / F$

撮像範囲（縦方向）＝ $D \times S_y / F$

次に、部材判別部120は、撮像範囲と、構造物モデルD5との対応関係から撮像範囲に写っていると想定される部材を、構造物画像D1に写っている部材として判別する。

[0124] なお、撮像範囲に複数の部材が写っていると想定される場合は、撮像範囲内で面積が最大と想定される部材を、構造物画像D1に写っている部材として判別する。また、撮像範囲に写っていると想定される複数の部材を、構造

物画像D 1 に写っている部材として判別してもよい。

[0125] (画像処理方法)

図15は、本発明の第4の実施形態に係る部材判別工程(図3のステップS12)を示すフローチャートである。

[0126] まず、制御部12は、ストレージ18又は外部ストレージから、構造物モデルD5を読み出す。また、制御部12は、構造物画像D1に関連付けられた撮像状況に関する情報D6を読み出す(ステップS50)。ここで、撮像状況に関する情報D6は、構造物画像D1の付属情報として格納されていてもよいし、構造物画像D1に関連付けられた別ファイルに格納されていてもよい。

[0127] 次に、部材判別部120は、構造物画像D1の撮像位置及び撮像方向を含む撮像状況に関する情報D6と、構造物モデルD5との対応関係から、構造物画像D1に写っている部材を判別する(ステップS52)。

[0128] そして、部材判別部120は、部材の判別結果を識別情報付与部122に出力する(ステップS54)。これにより、構造物画像D1に部材識別情報を付与することができる(図3のステップS14)。

[0129] 本実施形態によれば、構造物モデルD5及び撮像状況に関する情報D6を参照することにより、構造物画像D1に部材識別情報D2を付与することができる。これにより、構造物画像D1を容易に分類・整理することが可能となる。

[0130] [第5の実施形態]

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、上記の実施形態と同様の構成については説明を省略し、画像処理機能及び画像処理方法のうち、部材判別に関する部分について説明する。

[0131] (画像処理機能)

図16は、本発明の第5の実施形態に係る画像処理機能を説明するための図である。

[0132] 本実施形態に係る部材判別部120は、撮像対象演算部120Eを備えて

いる。部材判別部 120 は、構造物モデル D5 と、構造物画像 D1 の撮像計画に関する情報 D7 を参照情報として参照可能となっている。

[0133] 本実施形態に係る部材判別部 120 は、構造物画像 D1 の撮像計画に関する情報 D7 と、構造物モデル D5 との対応関係に基づいて、構造物画像 D1 に写っている部材を判別する。

[0134] ここで、撮像計画に関する情報 D7 は、構造物画像 D1 の撮像計画に関する情報である。撮像計画に関する情報 D7 は、例えば、構造物 OBJ の撮像順序に関する情報と、撮像対象の部材を特定するための情報（例えば、部材 ID）との対応関係を示す情報を含んでいる。

[0135] なお、撮像計画に関する情報 D7 は、撮像時における撮像装置 50 の撮像位置を示す情報と、撮像時における撮像装置 50 の撮像方向を示す情報を含んでもよい。撮像位置及び撮像方向については、第 4 の実施形態と同様であるため説明を省略する。

[0136] なお、撮像計画に関する情報 D7 は、構造物画像 D1 の付属情報（例えば、Exif 情報）として構造物画像 D1 に含まれていてもよいし、構造物画像 D1 と関連付けられた別ファイルとして撮像装置 50 等から取得してもよい。

[0137] 図 17 は、構造物モデル D5 及び撮像計画に関する情報 D7 を用いた部材判別を説明するための図である。

[0138] 図 17 に示すように、撮像計画に関する情報 D7 は、構造物 OBJ の撮像順序に関する情報、撮像時における撮像装置 50 の撮像位置を示す情報と、撮像時における撮像装置 50 の撮像方向を示す情報と、部材 ID を含んでいる。

[0139] 一方、画像処理装置 10 のストレージ 18 には構造物画像 D1 が格納されており、構造物画像 D1 は、撮像順序、すなわち、撮影日時に応じてソート可能となっている。

[0140] 図 17 に示すように、撮像計画に関する情報 D7 の撮像順序と、構造物画像 D1 の撮像順序とに基づいて、部材判別部 120 は、撮像対象演算部 12

OEを用いて、撮像順序と、撮像順序に基づいてソートした構造物画像D1と、部材IDとを関連付ける。これにより、各構造物画像D1に写っている部材を特定することができる。

[0141] (画像処理方法)

図18は、本発明の第5の実施形態に係る部材判別工程(図3のステップS12)を示すフローチャートである。

[0142] まず、制御部12は、ストレージ18又は外部ストレージから、構造物モデルD5を読み出す。また、制御部12は、撮像計画に関する情報D7を読み出す(ステップS60)。ここで、撮像計画に関する情報D7は、構造物画像D1の付属情報として格納されていてもよいし、構造物画像D1に関連付けられた別ファイルに格納されていてもよい。

[0143] 次に、部材判別部120は、構造物画像D1の撮像計画に関する情報D7と、構造物モデルD5との対応関係から、構造物画像D1に写っている部材を判別する(ステップS62)。

[0144] そして、部材判別部120は、部材の判別結果を識別情報付与部122に出力する(ステップS64)。これにより、構造物画像D1に部材識別情報を付与することができる(図3のステップS14)。

[0145] 本実施形態によれば、構造物モデルD5及び撮像計画に関する情報を参照することにより、構造物画像D1に部材識別情報D2を付与することができる。これにより、構造物画像D1を容易に分類・整理することが可能となる。

[0146] なお、本実施形態では、構造物画像D1のファイルに撮像後に、画像処理装置10において、撮像順序を示す識別情報を付与してもよいし、撮像直後に撮像装置50において識別情報を付与してよい。

[0147] [追加の実施形態]

上記の各実施形態には、下記の形態を付加することが可能である。

[0148] 図19は、追加の実施形態に係る画像処理機能を示すブロック図である。

[0149] 図19に示す例では、制御部12は、損傷情報付与部124、付与情報編

集部 1 2 6 及び構造物画像検索部 1 2 8 の機能を実現することが可能となっている。

[0150] 損傷情報付与部 1 2 4 は、構造物画像 D 1 から損傷を検出し、構造物画像 D 1 に損傷に関する損傷情報を付与する。ここで、損傷情報は、例えば、損傷の位置（構造物画像 D 1 のどこに損傷があるかを示す情報（例えば、構造物画像 D 1 における座標））、種類、サイズ又は程度（進行具合）等の情報を含んでいる。

[0151] 損傷情報付与部 1 2 4 としては、例えば、損傷の画像を入力とし、損傷情報を出力とする教師データを用いて、入出力データ間の関係を学習する教師あり学習により作成されたもの（例えば、分類器）を用いることが可能である。なお、損傷情報付与部 1 2 4 の学習アルゴリズムは、教師あり学習に限定されず、教師なし学習であってもよい。

[0152] 損傷情報は、構造物画像 D 1 の付属情報（例えば、E x i f 情報）として構造物画像 D 1 に含まれていてもよいし、構造物画像 D 1 と関連付けられた別ファイルとしてもよい。

[0153] 付与情報編集部 1 2 6 は、構造物画像 D 1 に付与する部材識別情報 D 2、損傷情報等の付与情報を編集するための手段である。付与情報編集部 1 2 6 は、構造物画像 D 1 に付与情報を、事前又は事後に編集可能となっている。

[0154] すなわち、付与情報を事前に編集する場合、付与情報編集部 1 2 6 は、構造物画像 D 1 に付与情報を付与する前に、構造物画像 D 1 と付与情報とを表示部 1 6 に表示させる。そして、付与情報編集部 1 2 6 は、入力部 1 4 からの付与の承認、又は付与情報の編集の指示入力にしたがって、構造物画像 D 1 に付与情報を付与する。

[0155] また、付与情報を事後に編集する場合、付与情報編集部 1 2 6 は、付与情報を付与済みの構造物画像 D 1 と付与情報とを表示部 1 6 に表示させる。そして、付与情報編集部 1 2 6 は、入力部 1 4 からの付与情報の編集の指示入力にしたがって、構造物画像 D 1 に付与済みの付与情報を編集する。

[0156] これにより、ユーザは、入力部 1 4 を介して、構造物画像 D 1 に付与する

付与情報を編集することが可能になる。

[0157] 構造物画像検索部 128 は、入力部 14 から検索キーの入力を受け付けて、検索キーに応じた構造物画像 D1 を検索して表示部 16 に表示させる。ここで、検索キーとしては、付与情報として、部材識別情報 D2 又は損傷情報等を用いることができる。

[0158] 上記の各実施形態に係る画像処理装置 10 は、追加の実施形態に係る損傷情報付与部 124、付与情報編集部 126 及び構造物画像検索部 128 の少なくとも一つの機能を追加することが可能である。

[0159] [変形例 1]

なお、上記の各実施形態では、画像処理装置 10 が撮像装置 50 から取得した画像を処理する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、構造物の画像を撮像するための撮像装置が、上記の各実施形態に係る画像処理装置及び画像処理機能を含む構成とすることも可能である。

[0160] (撮像装置)

図 20 は、変形例 1 に係る画像処理機能を備えた撮像装置 (画像処理装置) を示すブロック図である。

[0161] 変形例 1 に係る撮像装置 50A は、例えば、マルチコプター又はドローン等の無人航空機にカメラ 54 を搭載したものである。撮像装置 50A は、コントローラ 70 と無線通信可能となっており、コントローラ 70 からの制御信号に応じて飛行及び撮像を行う。

[0162] なお、変形例 1 に係る撮像装置 50A は、上記の各実施形態に係る画像処理機能を含んでおり、本発明に係る画像処理装置の一例である。

[0163] 図 20 に示すように、本実施形態に係る撮像装置 50A は、制御部 52、カメラ 54、駆動部 56、測位部 58、バッテリー 60、ストレージ 62 及び通信インターフェース (通信 I/F) 64 を含んでいる。

[0164] 制御部 52 は、撮像装置 50A の各部の動作を制御するプロセッサ (例えば、CPU 又は GPU) と、各種演算のための作業領域として使用される RAM とを含んでいる。

- [0165] 制御部52のプロセッサは、ストレージ62から画像処理プログラムP1を読み出して実行することにより、部材判別部520及び識別情報付与部522の機能を実現することが可能となっている。なお、部材判別部520及び識別情報付与部522は、上記の各実施形態における部材判別部120及び識別情報付与部122とそれぞれ同様であるため説明を省略する。
- [0166] カメラ（撮像部）54は、検査対象の構造物OBJの構造物画像D1を撮像するためのものであり、例えば、CCDカメラ又は赤外線カメラを含んでいる。
- [0167] 駆動部56は、撮像装置50Aに取り付けられたプロペラ66等の推進装置を回転させるためのモータと、モータの回転数を制御するESC（Electric Speed Controller）とを含んでいる。駆動部56は、このモータを用いてプロペラ66を回転させることにより、撮像装置50Aを飛行させるための揚力及び推進力を得ることが可能になる。
- [0168] 測位部58は、撮像装置50Aの位置を示す位置情報及び姿勢を示す姿勢情報を取得する装置である。測位部58は、例えば、GPS装置、慣性センサ及び高度センサを備える。GPS装置は、GPS衛星から発射した信号に基づいて撮像装置50Aの位置を3次元測位し、位置情報（例えば、緯度及び経度）を取得する。慣性センサは、例えば、3軸加速度センサ又は3軸ジャイロセンサを備えており、撮像装置50Aの飛行状態を示す情報（例えば、速度情報、加速度情報及び姿勢情報）を取得する。高度センサは、例えば、気圧式、GPS式、レーザ式又はレーダ式等の高度計を備える。これらのGPSによる位置情報、飛行状態を示す情報及び高度に関する情報は、撮像状況を示す情報D6としてストレージ62に格納される。
- [0169] バッテリ60は、撮像装置50Aの各部に電力を供給する。バッテリ60としては、一次電池又は二次電池を用いることができ、例えば、リチウムポリマーバッテリーを用いることができる。
- [0170] ストレージ62は、各種演算のための制御プログラム及び画像処理プログラムP1等と、検査対象の構造物OBJを撮像した構造物画像D1（例えば

、可視光画像又は赤外線画像等）を含む各種のデータを格納する。また、ストレージ62は、撮像計画を示す情報D7及び撮像状況を示す情報D6を格納する。ストレージ62としては、例えば、eMMC又はSSD等のフラッシュメモリを含む装置等を用いることができる。

[0171] 通信I/F64は、コントローラ70との間で無線通信を行うための手段である。ここで、無線通信の方式は特に限定されないが、コントローラ70との間の通信には2.4GHz帯又は5.7GHz帯の無線通信を使用することが可能である。また、ユーザ端末300との間で通信を行う場合には、無線LAN等を用いることが可能である。なお、通信の方式は、無線通信に限定されず、有線通信を用いることも可能である。

[0172] コントローラ70は、専用のプロポ（Proportional Control System）送信機であってもよいし、操縦用のアプリケーションが導入された端末（例えば、タブレット端末）であってもよい。

[0173] 撮像装置50Aにおいて分類・整理された構造物画像D1は、ユーザ端末300（例えば、パーソナルコンピュータ又はワークステーション等の汎用のコンピュータ若しくはタブレット端末等）にダウンロードして閲覧可能となっている。これにより、構造物画像D1を用いた各種の診断及び点検・診断結果のレポート作成等の点検作業を実施することが可能となる。なお、コントローラ70とユーザ端末300とは兼用することも可能である。

[0174] 変形例1によれば、撮像装置50Aにおいて分類・整理された構造物画像D1をユーザ端末300にダウンロードすることにより、構造物画像D1を用いた構造物OBJの点検作業を容易に実施することが可能となる。

[0175] （第5の実施形態との組み合わせ）

変形例1に係る撮像装置50Aにおいて、第5の実施形態に係る部材判別を行う場合について説明する。

[0176] 上記の通り、第5の実施形態では、制御部52の部材判別部520は、構造物画像D1の撮像計画に関する情報D7と、構造物モデルD5との対応関係に基づいて、構造物画像D1に写っている部材を判別する。

[0177] この場合、撮像計画に関する情報D7の通りに、構造物画像D1の撮像を実行するため、制御部52は、測位部58による撮像位置及び撮像方向の検出結果が、撮像計画に関する情報D7に到達したことを判別してから、すなわち、測位部58による撮像位置及び撮像方向の検出結果が、撮像計画に関する情報D7と一致した段階で、撮像するように制御することが好ましい。

[0178] 上記のように、撮像制御を行うことにより、撮像計画に関する情報D7を用いた部材判別の精度を高めることができる。

[0179] なお、本実施形態では、無人航空機にカメラ54を搭載した例について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、車両又はロボット等の任意の移動体にカメラを搭載したものをを用いてもよい。移動体に操作者が乗り込んで操作する場合には、コントローラ70は不要となる。また、移動体に搭載されないカメラを用いることも可能である。

[0180] [変形例2]

また、変形例1とは異なり、クラウド上のサーバ（以下、クラウドサーバという。）が、上記の各実施形態に係る画像処理機能を備える構成とし、撮像装置50が撮像した構造物画像D1をクラウドサーバにアップロードする構成とすることも可能である。

[0181] 図21は、変形例2に係る画像処理機能を備えたクラウドサーバを示すブロック図である。

[0182] 変形例2に係るクラウドサーバ200は、インターネット等のネットワークNWを通じて利用可能なサーバである。クラウドサーバ200は、有線通信又は無線通信を介して撮像装置50及びユーザ端末300（例えば、パーソナルコンピュータ又はワークステーション等の汎用のコンピュータ若しくはタブレット端末等）との間で通信可能となっている。

[0183] なお、変形例2に係るクラウドサーバ200は、上記の各実施形態に係る画像処理機能を含んでおり、本発明に係る画像処理装置の一例である。

[0184] なお、撮像装置50が撮像した構造物画像D1は、例えば、ユーザ端末300等又はその他の外部装置を介して、クラウドサーバ200にアップロー

ド可能としてもよい。この場合、クラウドサーバ200と撮像装置50との間の通信接続は不要となる。

[0185] 図21に示すように、クラウドサーバ200のプロセッサ202は、ストレージ204から画像処理プログラムP1を読み出して実行することにより、部材判別部220及び識別情報付与部222の機能を実現することが可能となっている。なお、部材判別部220及び識別情報付与部222は、上記の各実施形態における部材判別部120及び識別情報付与部122とそれぞれ同様であるため説明を省略する。

[0186] ストレージ204は、各種演算のための制御プログラム及び画像処理プログラムP1等と、検査対象の構造物OBJを撮像した構造物画像D1（例えば、可視光画像又は赤外線画像等）を含む各種のデータを格納する。また、ストレージ204は、撮像計画を示す情報D7及び撮像状況を示す情報D6を格納する。ストレージ204としては、例えば、HDD等の磁気ディスクを含む装置、eMMC又はSSD等のフラッシュメモリを含む装置等を用いることができる。

[0187] クラウドサーバ200において分類・整理された構造物画像D1は、ユーザ端末300にダウンロードして閲覧可能となっている。これにより、構造物画像D1を用いた各種の診断及び点検・診断結果のレポート作成等の点検作業を実施することが可能となる。

[0188] 変形例2によれば、クラウドサーバ200において分類・整理された構造物画像D1をユーザ端末300にダウンロードすることにより、構造物画像D1を用いた構造物OBJの点検作業を容易に実施することが可能となる。

[0189] [変形例3]

また、変形例2のようなIaaS (Infrastructure as a Service) の形態に代えて、SaaS (Software as a Service) の形態として、上記の各実施形態に係る画像処理機能を提供することも可能である。

[0190] この場合、まず、ユーザ端末300が、撮像装置50から構造物画像D1を取得する。そして、ユーザ端末300は、アプリケーションサービスプロ

バイダ（ASP）等が設置したクラウドサーバ200からネットワークNWを通じて提供される画像の分類・整理のための画像処理機能を用いて、構造物画像D1の分類・整理を行う。

[0191] ここで、クラウドサーバ200から提供される画像処理機能を実行するには、構造物画像D1は、クラウドサーバ200にアップロードするようにしてもよいし、ユーザ端末300のストレージに格納したまま画像処理機能を適用可能としてもよい。

[0192] 変形例3によれば、クラウドサーバ200から提供される画像処理機能を用いて構造物画像D1を分類・整理することにより、構造物画像D1を用いた構造物OBJの点検作業を容易に実施することが可能となる。

[0193] なお、変形例3では、撮像装置50が、クラウドサーバ200が提供する画像の分類・整理のための機能呼び出して、撮像装置50のストレージ内の画像を分類・整理するようにしてもよい。

[0194] また、変形例1から3に係る撮像装置50A及びクラウドサーバ200についても、図19に示した追加の実施形態に係る構成を追加することが可能である。

符号の説明

[0195] 10…画像処理装置、12…制御部、14…入力部、16…表示部、18…ストレージ、20…通信I/F、120…部材判別部、120A…部材判別A1、120B、120C…画像検索エンジン、120D、120E…撮像対象演算部、122…識別情報付与部、124…損傷情報付与部、126…付与情報編集部、128…構造物画像検索部、50、50A…撮像装置、52…制御部、54…カメラ、56…駆動部、58…測位部、60…バッテリー、62…ストレージ、64…通信I/F、66…プロペラ、520…部材判別部、522…識別情報付与部、70…コントローラ、200…クラウドサーバ、202…プロセッサ、204…ストレージ、220…部材判別部、222…識別情報付与部、300…ユーザ端末

請求の範囲

- [請求項1] 構造物を撮像した判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する部材判別部と、
前記部材判別部により判別した部材を示す部材識別情報を前記判別対象の構造物画像に付与する識別情報付与部と、
を備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記部材判別部は、前記判別対象の構造物画像の画像認識を行い、前記画像認識の結果に基づいて、前記判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記部材判別部は、前記構造物を構成する部材の判別について学習した部材判別AIを備え、前記部材判別AIを用いて前記判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する、請求項2に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記部材判別部は、前記判別対象の構造物画像から、前記構造物を構成する部材ごとに付された部材識別子を検出し、前記部材識別子を用いて前記判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する、請求項2に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記部材判別部は、前記部材識別情報がすでに付与された付与済み構造物画像と前記判別対象の構造物画像の画像認識を行い、前記画像認識の結果に基づいて、前記判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する、請求項2に記載の画像処理装置。
- [請求項6] 前記部材判別部は、
前記構造物の構造を示す情報を含む構造物モデルであって、前記構造物の部材識別情報と関連付けられた構造物モデルと、前記構造物モデルと関連付けられた参照用構造物画像とを取得し、
前記参照用構造物画像と前記判別対象の構造物画像の画像認識を行い、前記画像認識の結果に基づいて、前記判別対象の構造物画像に写っている部材と同一の部材が写っている前記参照用構造物画像を検索

し、

前記判別対象の構造物画像に写っている部材と同一の部材が写っている前記参照用構造物画像と、前記構造物モデルとの間の対応関係から、前記判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する、請求項2に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記部材判別部は、前記判別対象の構造物画像に写っている部材を判別するための参照情報を取得し、前記参照情報に基づいて前記判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する、請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記参照情報は、前記構造物の構造を示す情報を含む構造物モデルと、前記判別対象の構造物画像の撮像時の撮像位置及び撮像方向の情報を含む撮像状況に関する情報とを含んでおり、

前記部材判別部は、前記構造物モデルと前記撮像状況に関する情報との対応関係に基づいて前記判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する、請求項7に記載の画像処理装置。

[請求項9] 前記参照情報は、前記判別対象の構造物画像の撮像順序と、前記構造物を構成する部材との対応関係を示す情報を含む前記構造物の撮像計画に関する情報を含んでおり、

前記部材判別部は、前記撮像計画に関する情報と前記判別対象の構造物画像との対応関係に基づいて前記判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する、請求項7に記載の画像処理装置。

[請求項10] 前記撮像計画に関する情報は、前記構造物の撮像時の撮像位置及び撮像方向を示す情報を含んでおり、

前記画像処理装置は、

前記構造物を撮像するための撮像部と、

前記撮像部の撮像位置及び撮像方向を計測する測位部と、

前記撮像部の撮像位置及び撮像方向が、前記撮像計画に関する情報に含まれる前記撮像位置及び撮像方向を示す情報と一致するように制

御する制御部と、

を備える、請求項 9 に記載の画像処理装置。

[請求項11] 前記識別情報付与部は、前記判別対象の構造物画像に複数の部材が写っている場合に、前記複数の部材に関する部材識別情報を、前記判別対象の構造物画像に付与する、請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項12] 前記構造物画像から損傷を検出し、前記損傷に関する情報を前記構造物画像に付与する損傷情報付与部を備える、請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項13] 前記構造物画像に付与した付与情報を編集するための付与情報編集部を備える、請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項14] 前記構造物画像に付与した付与情報に基づいて前記構造物画像を検索する構造物画像検索部を備える、請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項15] 構造物を撮像した判別対象の構造物画像に写っている部材を判別するステップと、

前記判別対象の構造物画像に写っている部材として判別した部材を示す部材識別情報を前記判別対象の構造物画像に付与するステップと、

、

を備える画像処理方法。

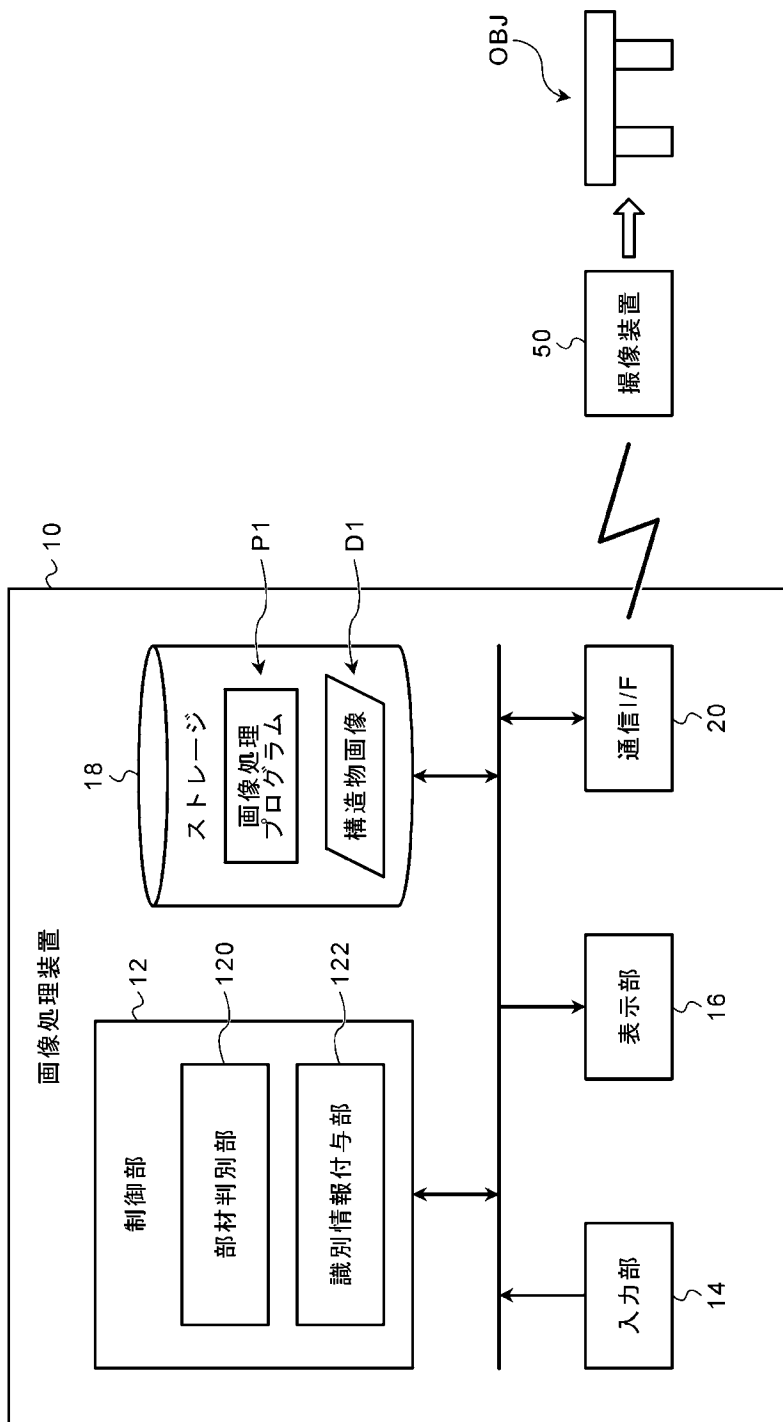
[請求項16] 構造物を撮像した判別対象の構造物画像に写っている部材を判別する部材判別機能と、

前記部材判別機能により判別した部材を示す部材識別情報を前記判別対象の構造物画像

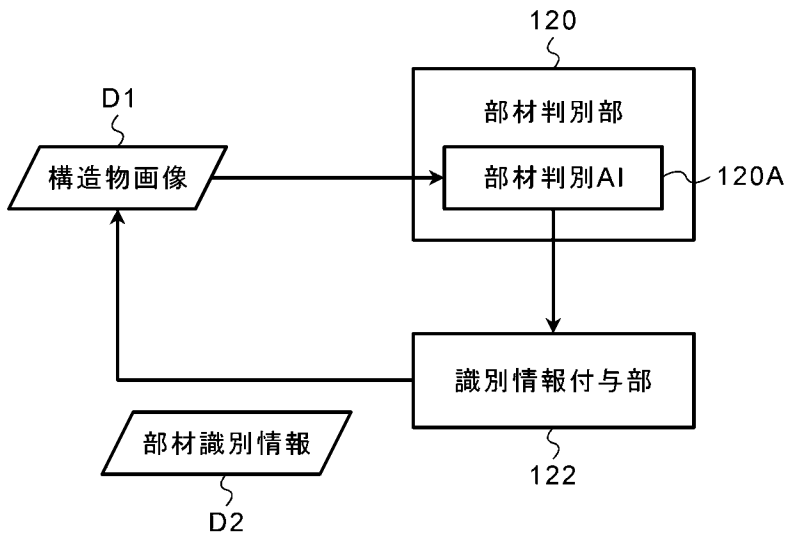
に付与する識別情報付与機能と、

をコンピュータに実現させるための画像処理プログラム。

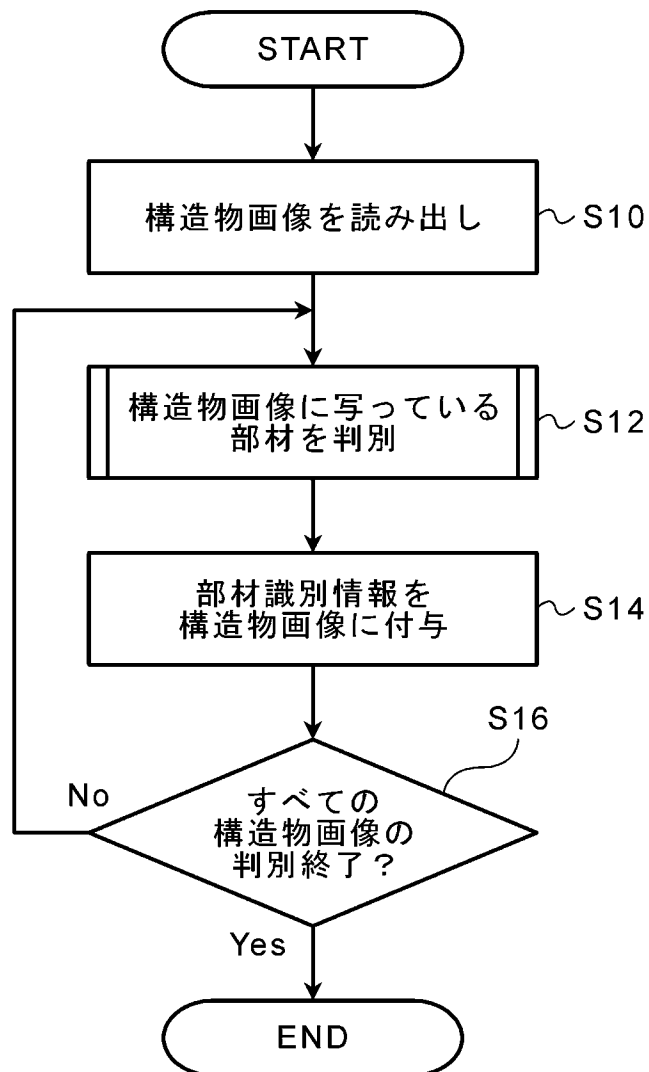
[図1]



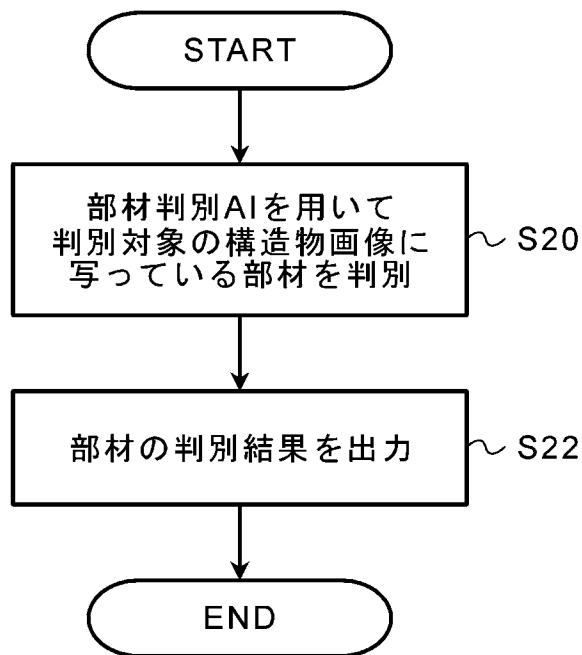
[図2]



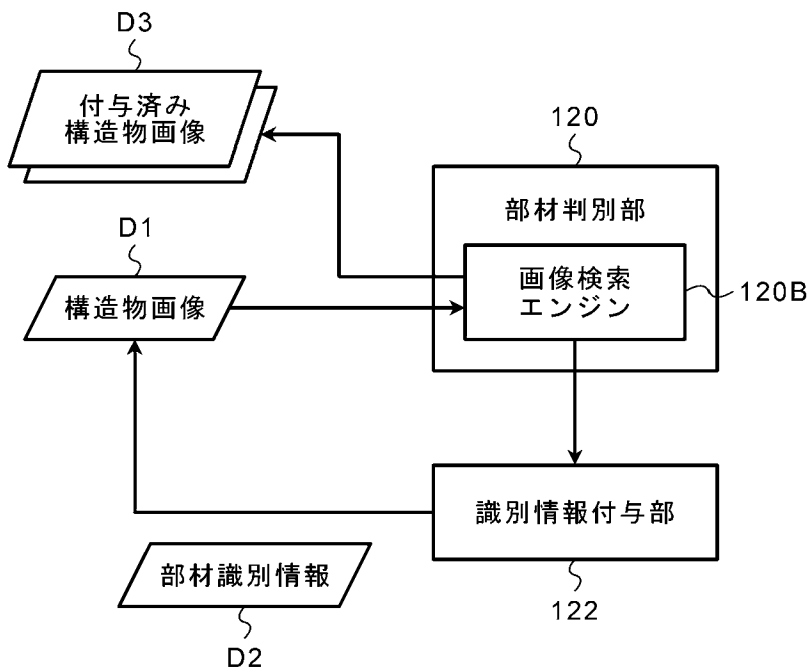
[図3]



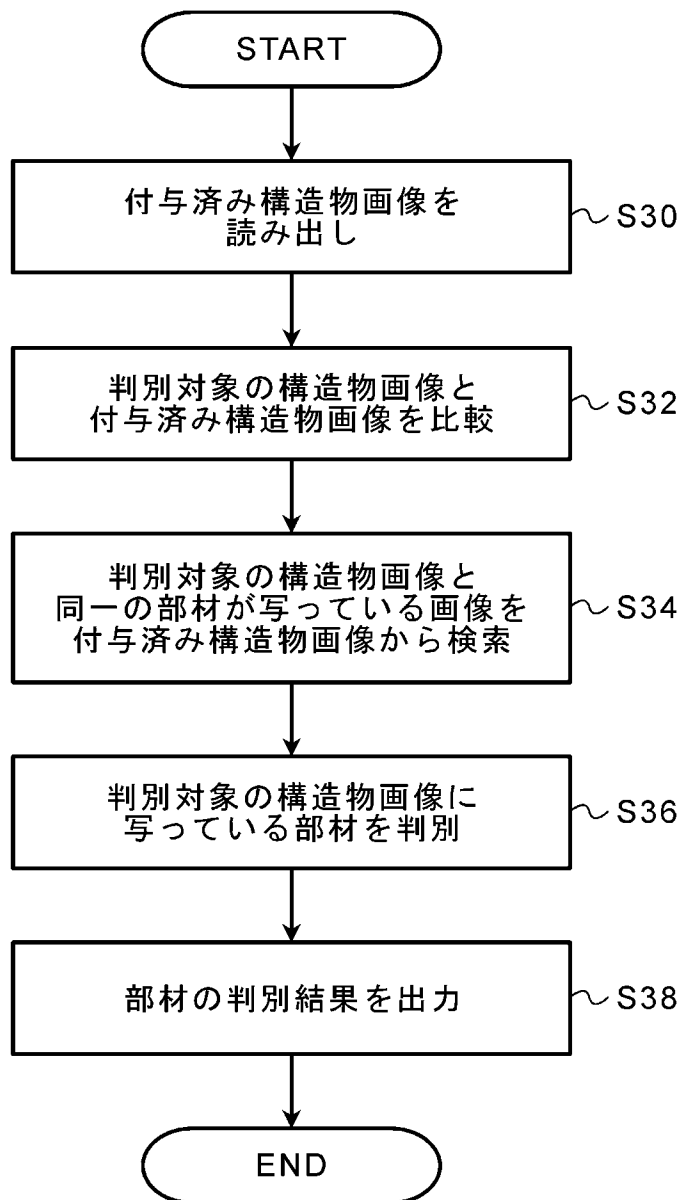
[図4]



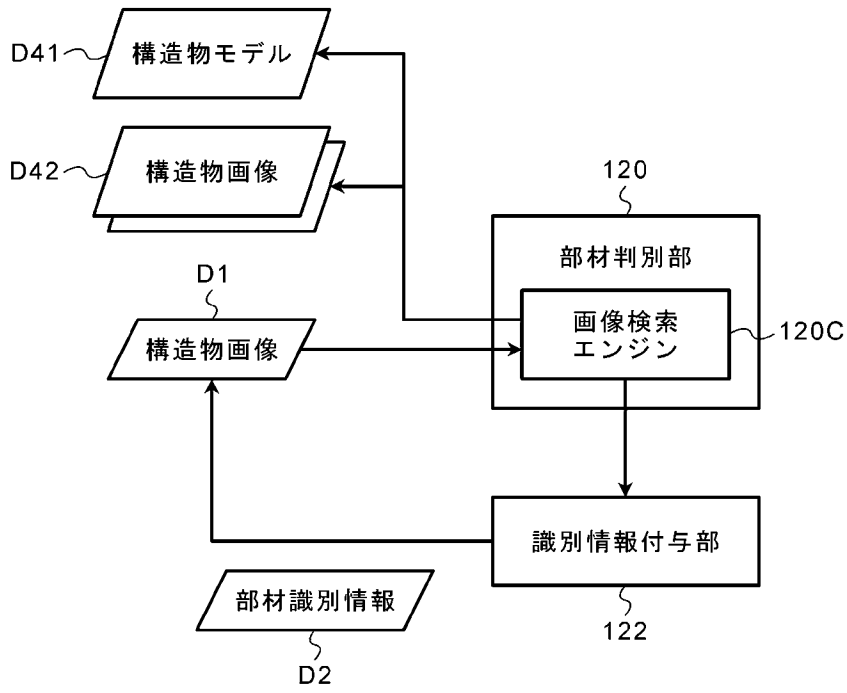
[図5]



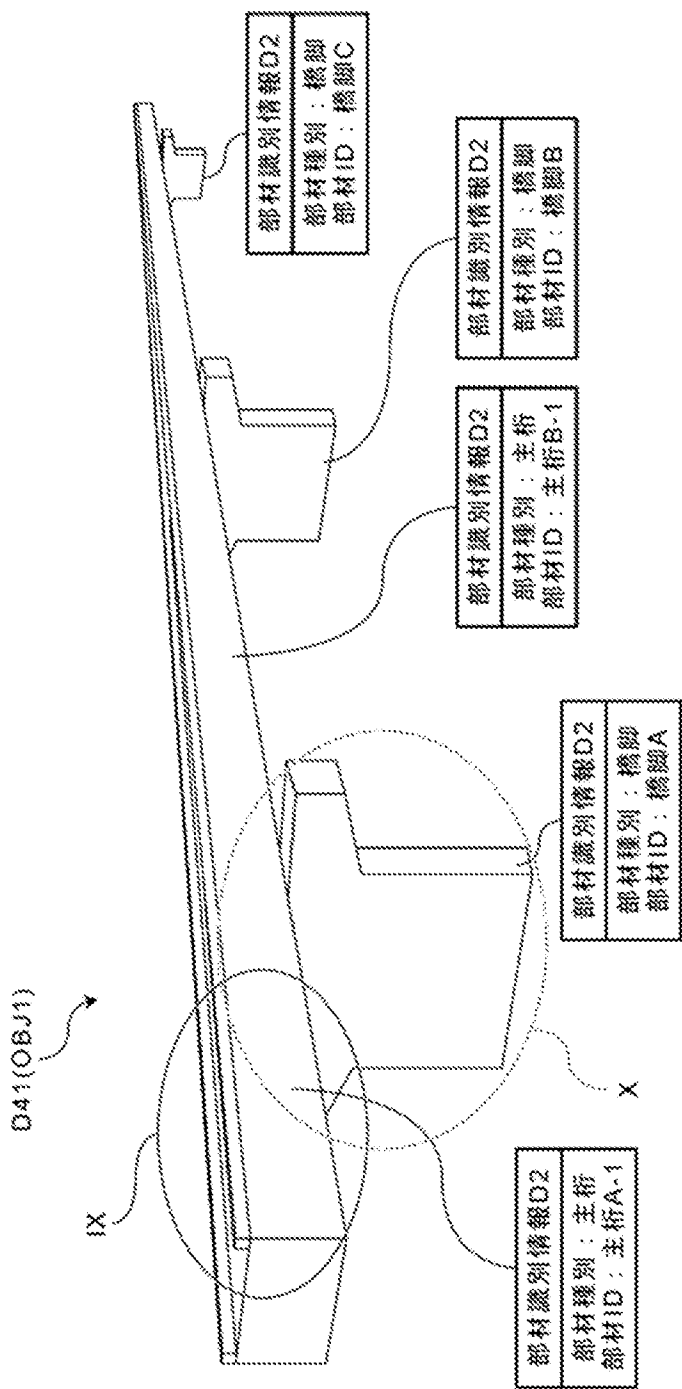
[図6]



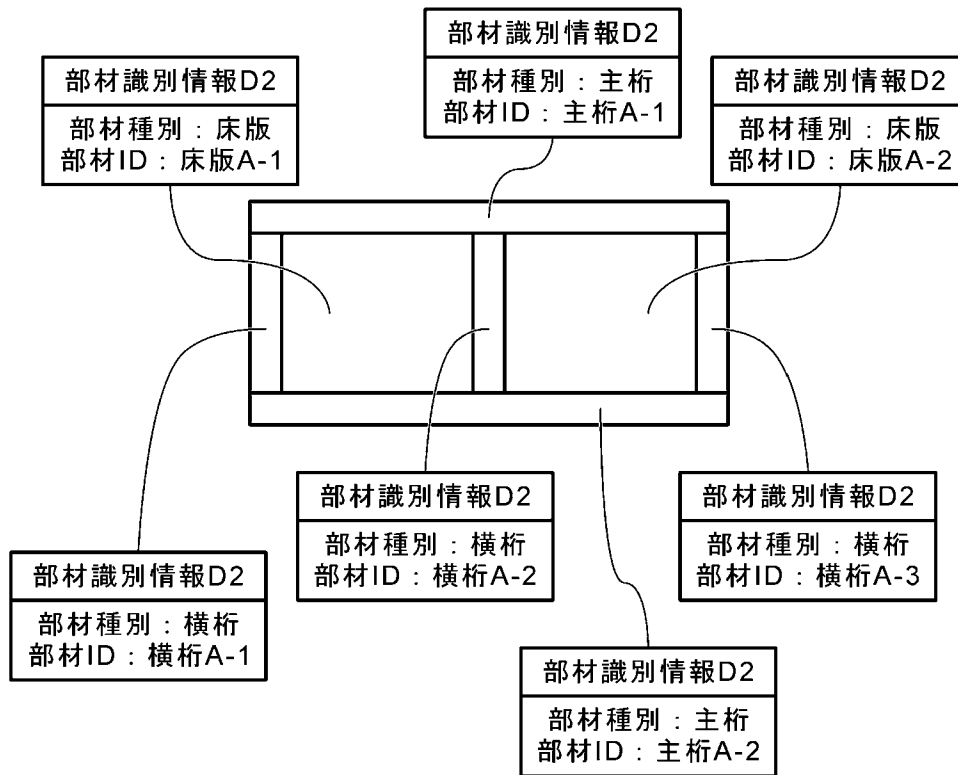
[図7]



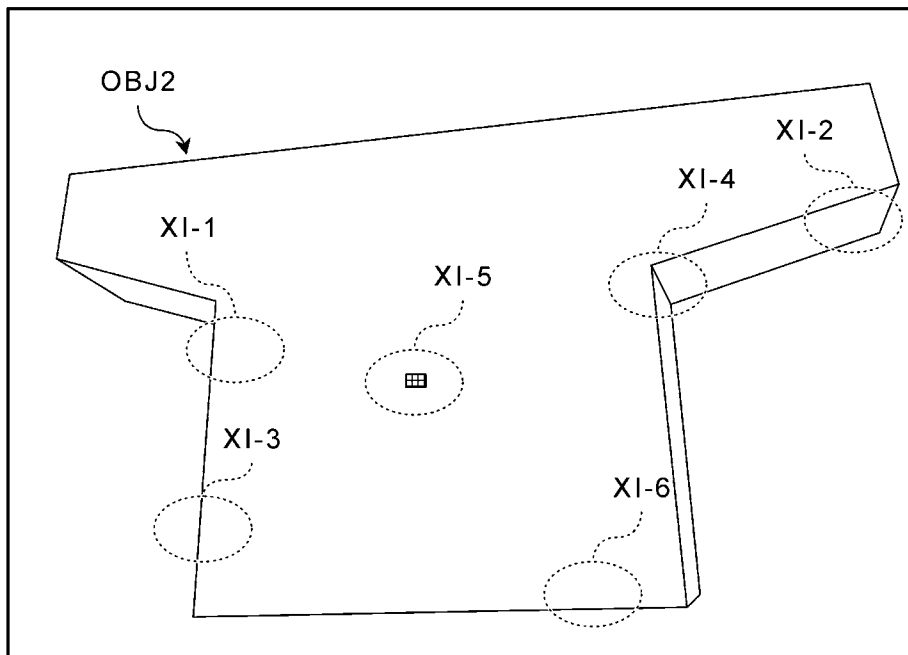
[図8]



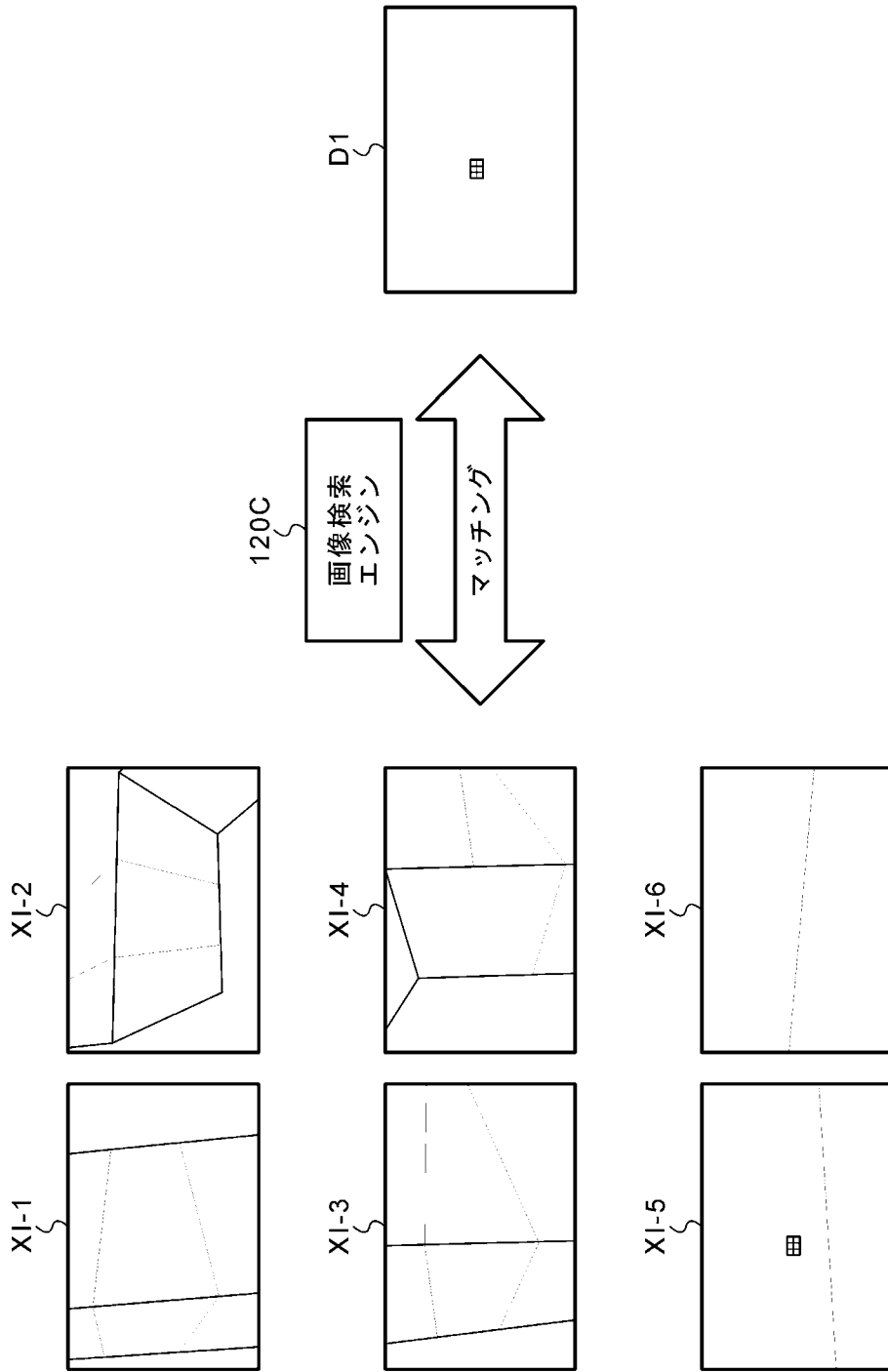
[図9]



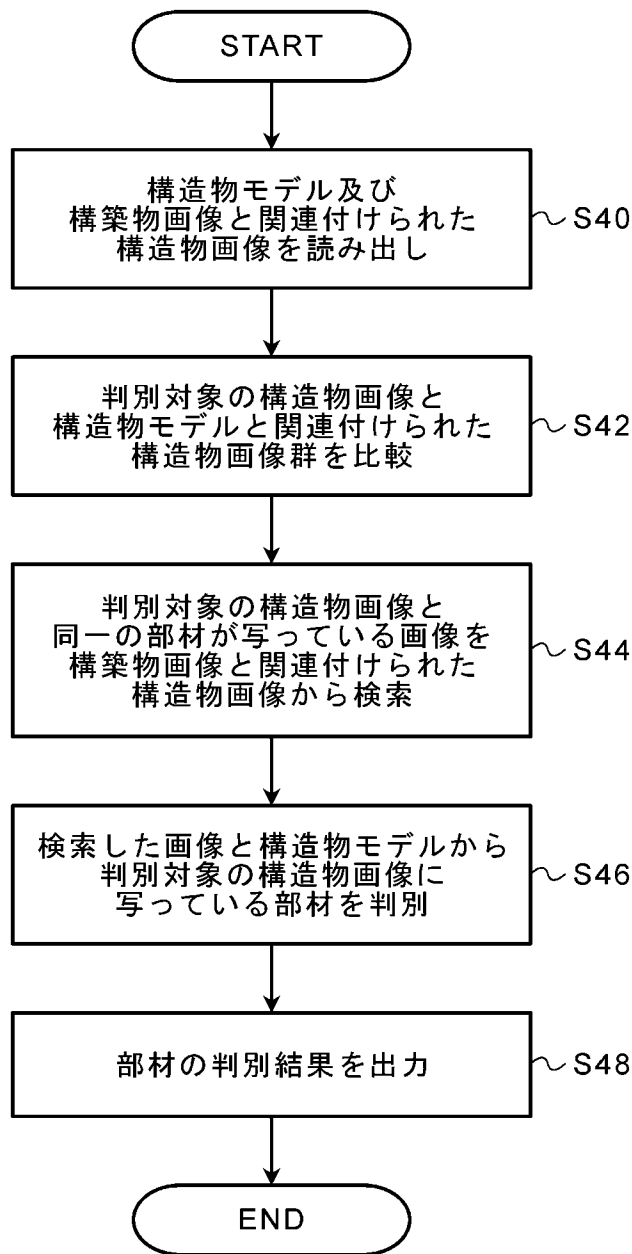
[図10]



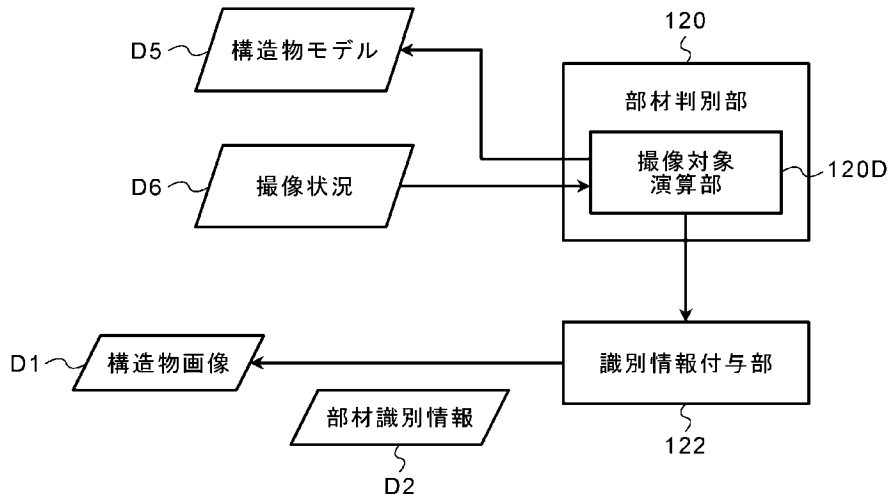
[図11]



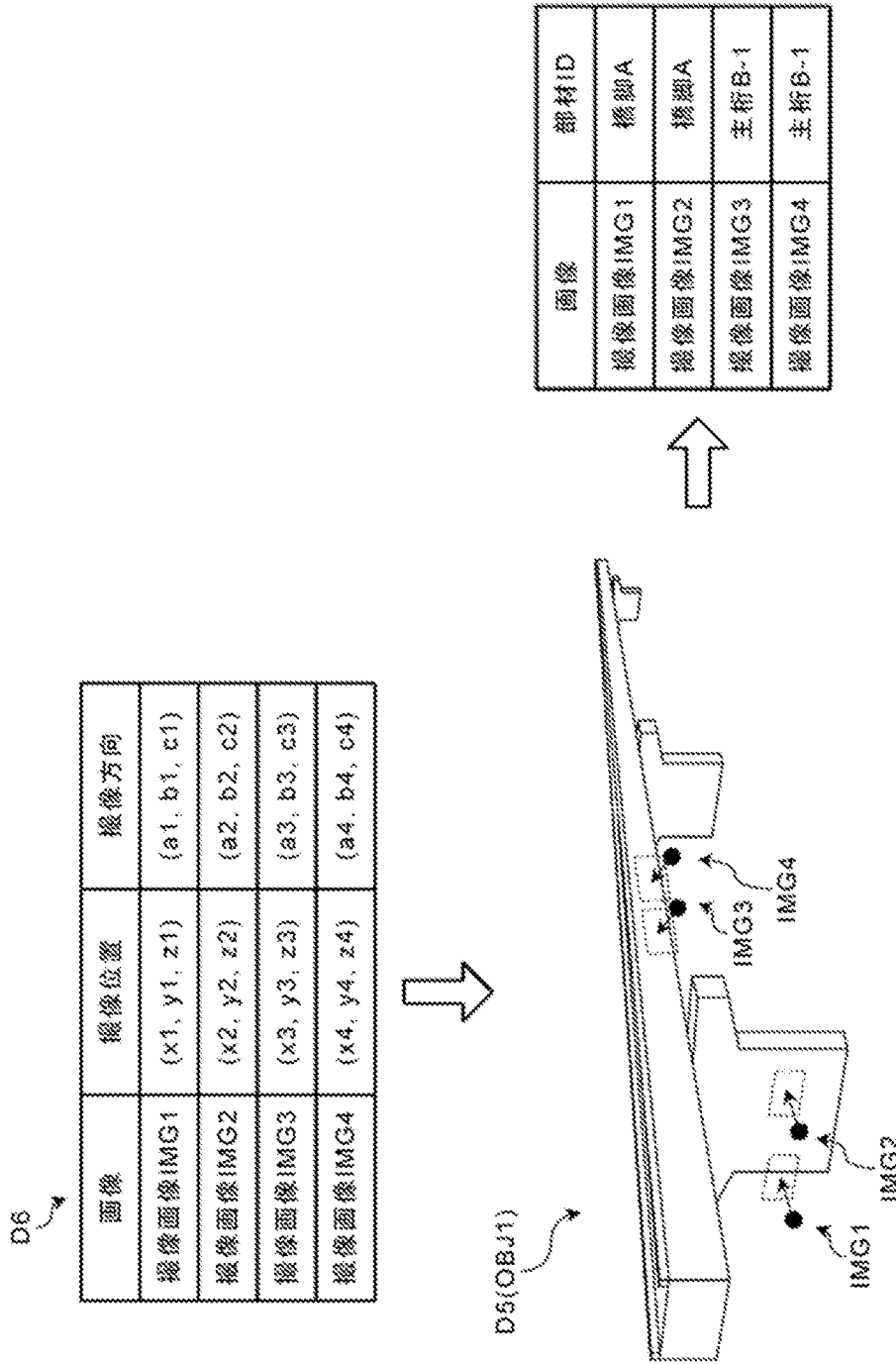
[図12]



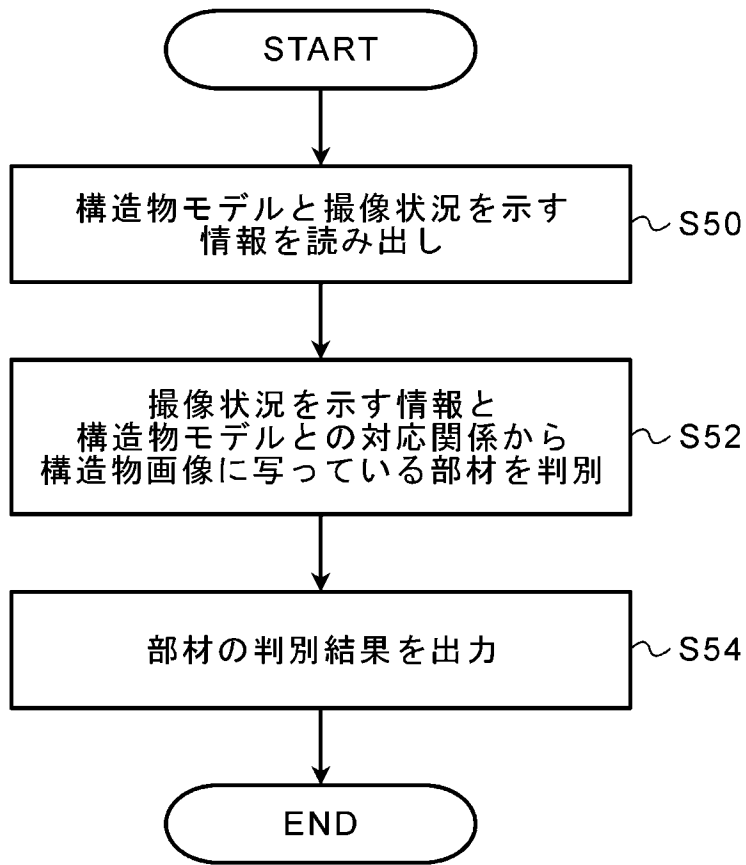
[図13]



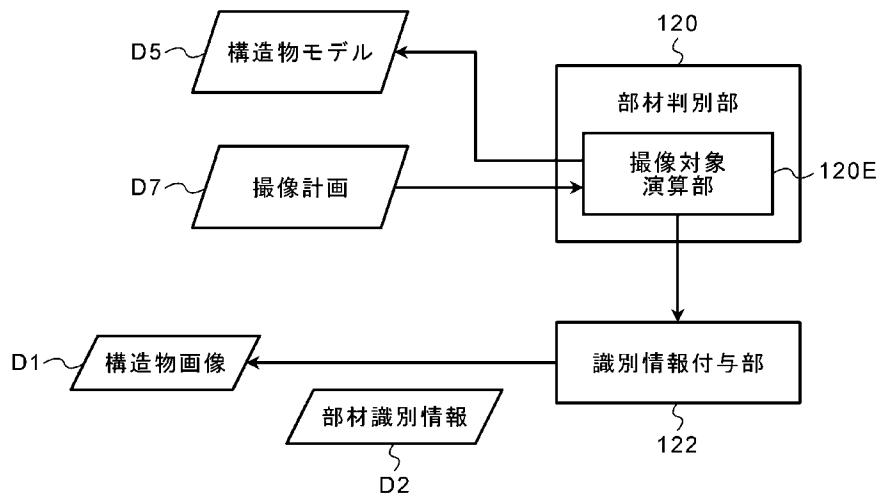
[図14]



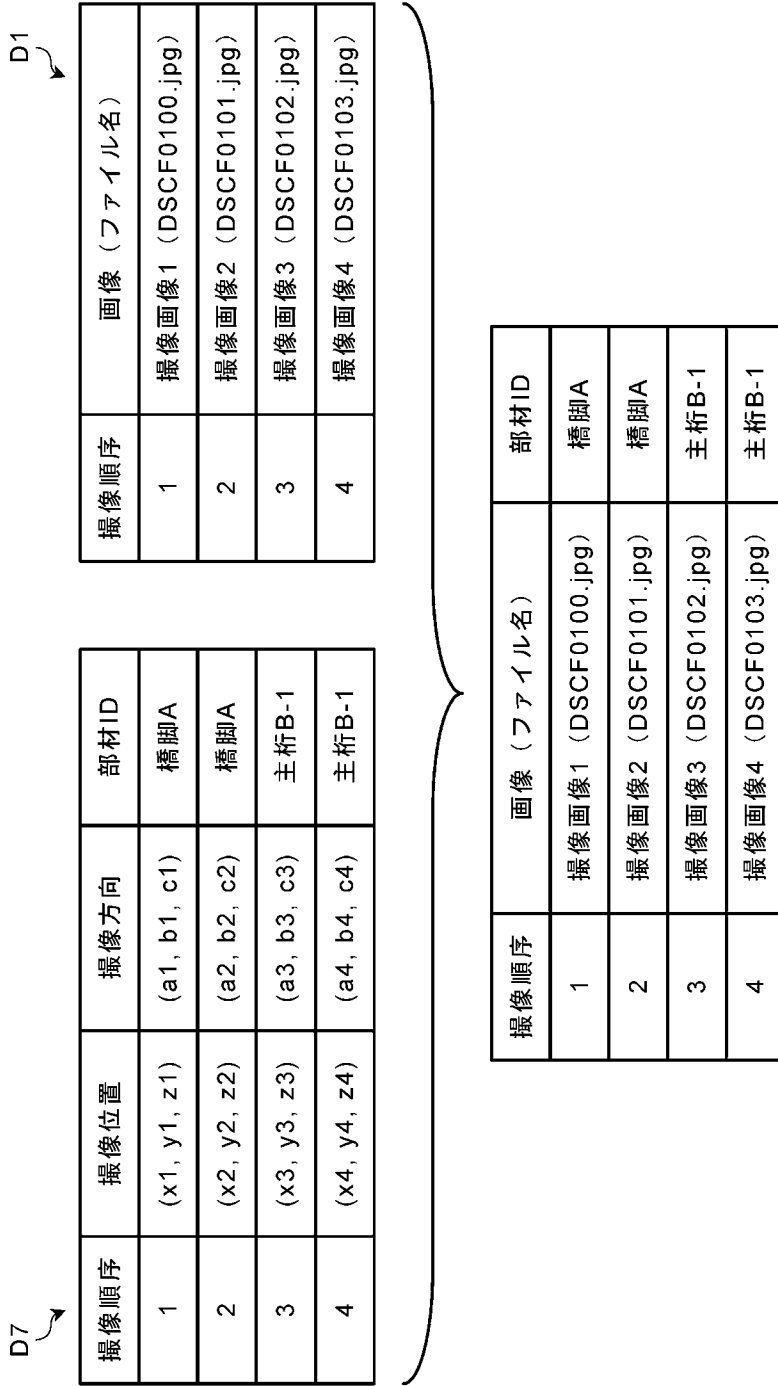
[図15]



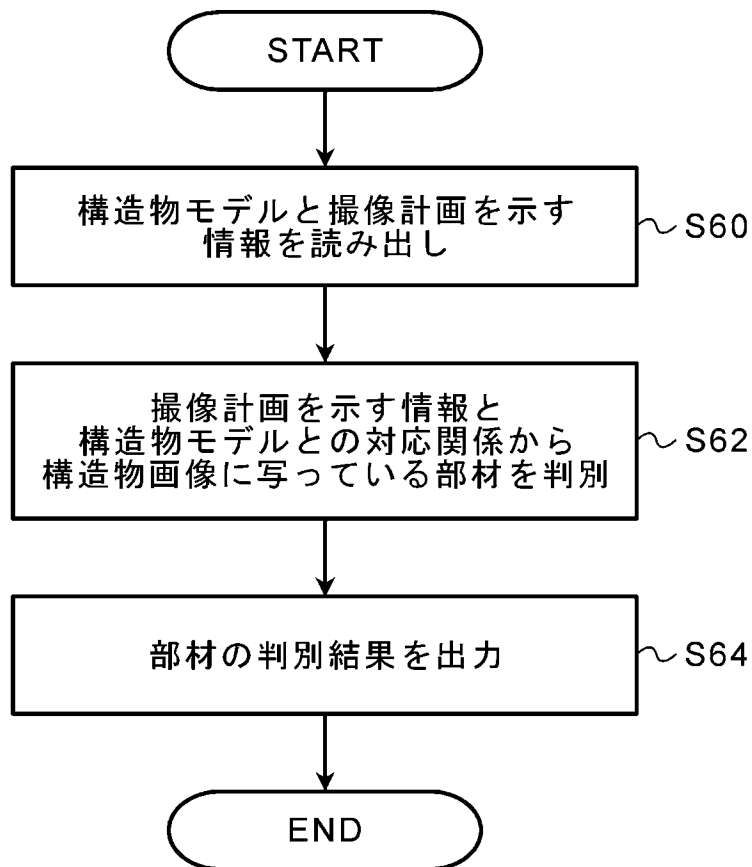
[図16]



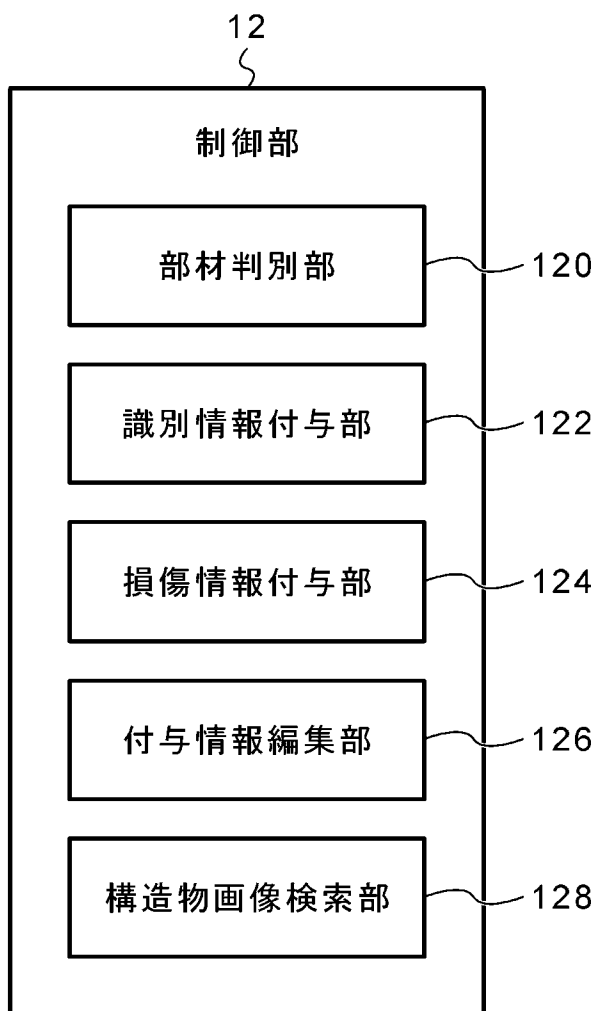
[図17]



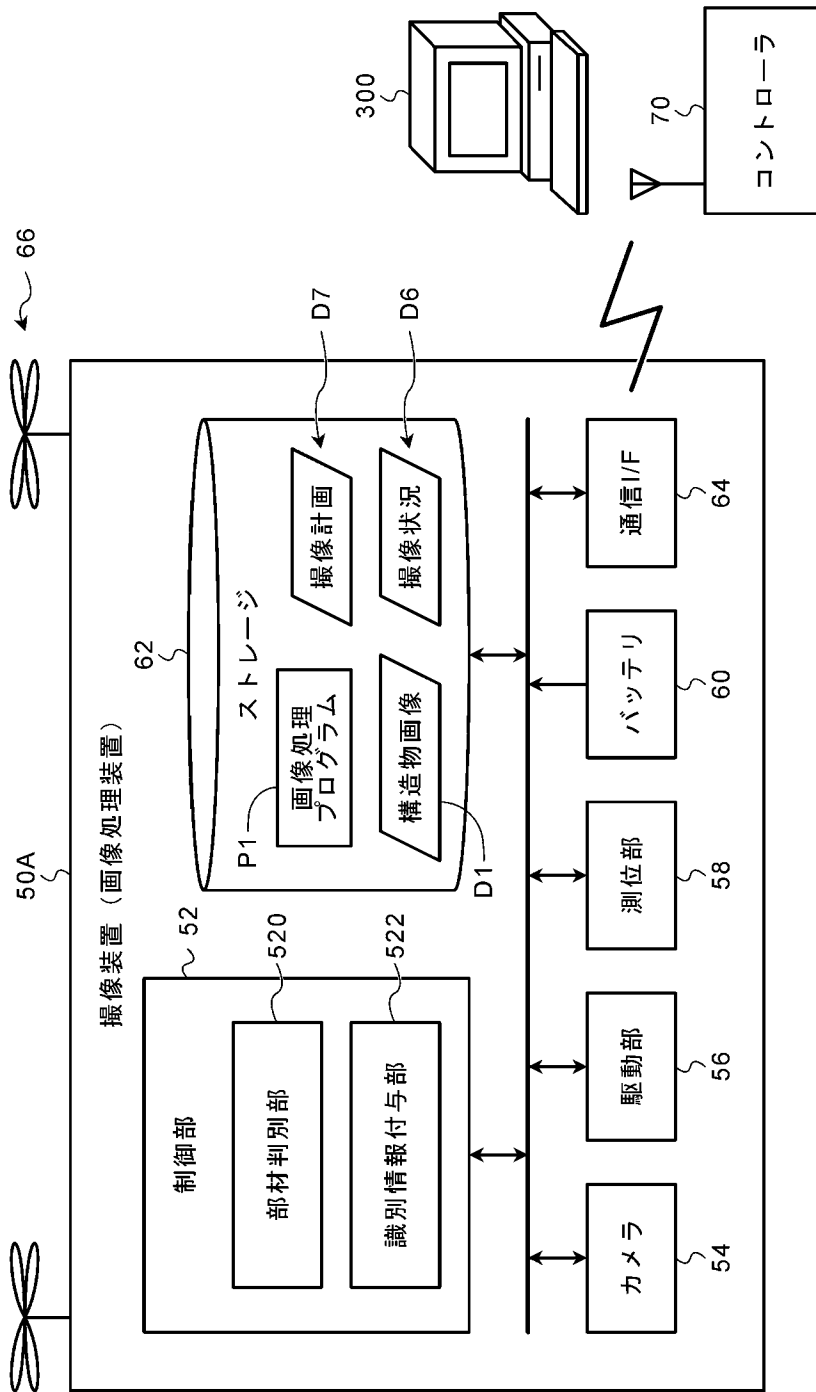
[図18]



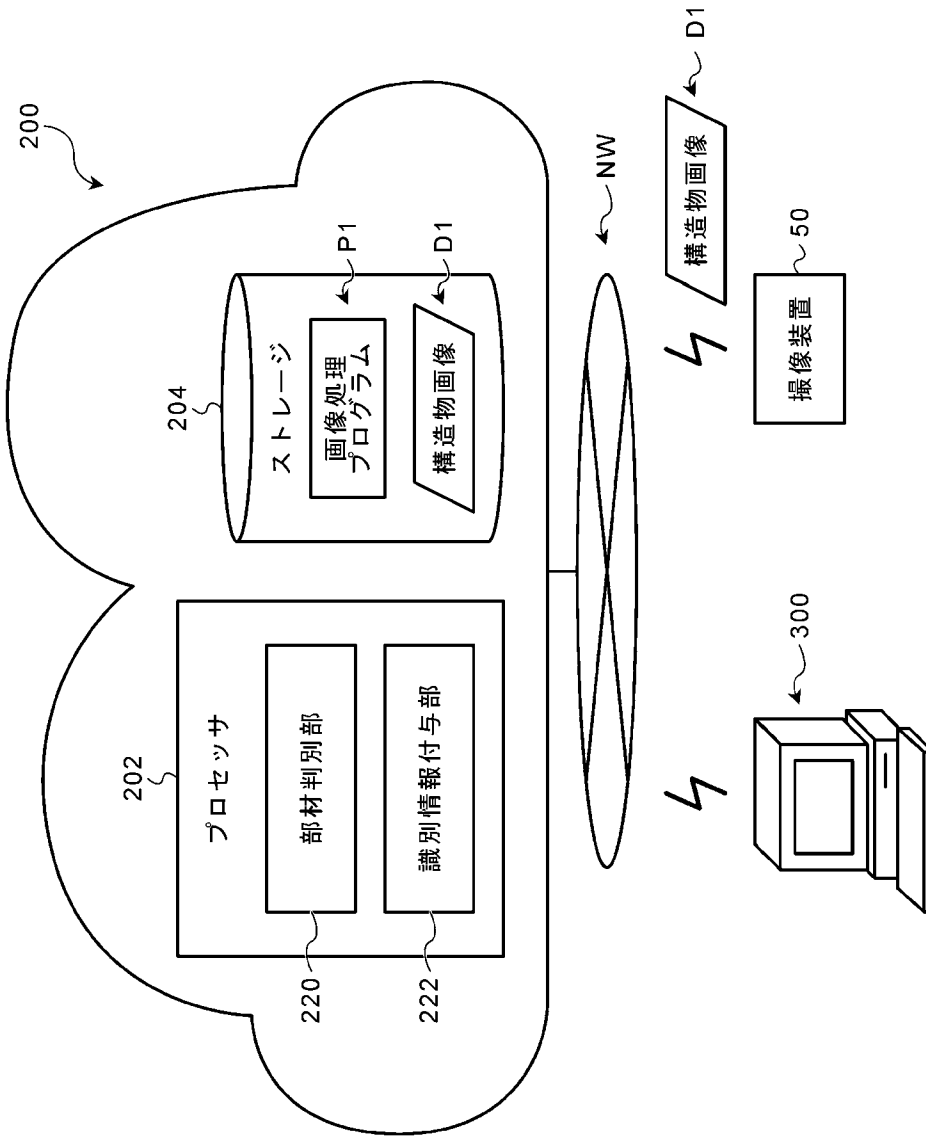
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/031749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>E01D 22/00</i> (2006.01)i; <i>G06T 7/00</i> (2017.01)i FI: G06T7/00 350B; E01D22/00 A		
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) G06F30/00-30/398, G06T7/00-7/90		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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	JP 2021-140445 A (TOPCON CORP) 16 September 2021 (2021-09-16) paragraphs [0044]-[0045], [0049], [0051], [0054]-[0055], [0058], [0060]-[0062], [0071], [0080], [0091], [0212]-[0214], [0217], [0220], fig. 1, 11	1, 15-16
Y		2-5, 7, 11-14
A		6, 8-10
Y	JP 2019-175015 A (TAKENAKA KOMUTEN CO) 10 October 2019 (2019-10-10) paragraphs [0018]-[0019], [0022]-[0023], [0027], [0032], [0050], fig. 2, 6	2-5, 12
Y	WO 2017/119202 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 13 July 2017 (2017-07-13) paragraphs [0051]-[0052], [0058], [0061], [0132], fig. 5, 20	4, 7, 11
Y	JP 2020-035094 A (OLYMPUS CORP) 05 March 2020 (2020-03-05) paragraphs [0006]-[0008], [0018]	13
Y	CN 112241565 A (WANYI TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 January 2021 (2021-01-19) paragraphs [0001], [0050]-[0052], [0060], fig. 2	14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 September 2022		Date of mailing of the international search report 27 September 2022
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/JP2022/031749

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-140445	A	16 September 2021	US 2021/0279960 A1 paragraphs [0066]-[0067], [0071], [0073], [0076]-[0077], [0080], [0082]-[0084], [0093], [0102], [0113], [0234]-[0236], [0239], [0242], fig. 1, 11	
JP	2019-175015	A	10 October 2019	(Family: none)	
WO	2017/119202	A1	13 July 2017	US 2018/0300868 A1 paragraphs [0070]-[0071], [0077], [0080], [0157], fig. 5, 20	
JP	2020-035094	A	05 March 2020	CN 110910340 A	
CN	112241565	A	19 January 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） E01D 22/00(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i FI: G06T7/00 350B; E01D22/00 A		
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）） G06F30/00-30/398, G06T7/00-7/90 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 Y A	JP 2021-140445 A (株式会社トプコン) 16.09.2021 (2021-09-16) 段落, [0044]~[0045], [0049], [0051], [0054]~[0055], [0058], [0060]~[0062], [0071], [0080], [0091], [0212]~[0214], [0217], [0220], 図1, 11	1, 15-16 2-5, 7, 11-14 6, 8-10
Y	JP 2019-175015 A (株式会社竹中工務店) 10.10.2019 (2019-10-10) 段落[0018]~[0019], [0022]~[0023], [0027], [0032], [0050], 図2, 6	2-5, 12
Y	WO 2017/119202 A1 (富士フイルム株式会社) 13.07.2017 (2017-07-13) 段落[0051]~[0052], [0058], [0061], [0132], 図5, 20	4, 7, 11
Y	JP 2020-035094 A (オリンパス株式会社) 05.03.2020 (2020-03-05) 段落[0006]~[0008], [0018]	13
Y	CN 112241565 A (WANYI TECHNOLOGY CO., LTD.) 19.01.2021 (2021-01-19) 段落[0001], [0050]~[0052], [0060], 図2	14
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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 14.09.2022	国際調査報告の発送日 27.09.2022	
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） 伊知地 和之 5H 9291 電話番号 03-3581-1101 内線 3531	

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/JP2022/031749

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-140445	A	16.09.2021	US 2021/0279960 A1 段落, [0066]~[0067], [0071], [0073], [0076]~ [0077], [0080], [0082]~ [0084], [0093], [0102], [0113], [0234]~[0236], [0239], [0242], 図1, 11	
JP	2019-175015	A	10.10.2019	(ファミリーなし)	
WO	2017/119202	A1	13.07.2017	US 2018/0300868 A1 段落[0070]~[0071], [0077], [0080], [0157], 図 5, 20	
JP	2020-035094	A	05.03.2020	CN 110910340 A	
CN	112241565	A	19.01.2021	(ファミリーなし)	