(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25日(25.10.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/193574 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 5/222 (2006.01)　*G05D 1/10* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/015876

(22) 国際出願日：　2017年4月20日(20.04.2017)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(71) 出願人: エスゼット ディージェイアイ テクノロジー カンパニー リミテッド(**SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD**) [CN/JP]; 〒1080075 東京都港区港南１－２－７０ 品川シーズンテラス１１階 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 顧 磊(**GU Lei**); 〒1080075 東京都港区港南１－２－７０ 品川シーズンテラス１１階 ＤＪＩ ＪＡＰＡＮ株式会社内 Tokyo (JP). 瞿 宗耀(**QU Zongyao**); 〒1080075 東京都港区港南１－２－７０ 品川シーズンテラス１１階 ＤＪＩ ＪＡＰＡＮ株式会社内 Tokyo (JP).

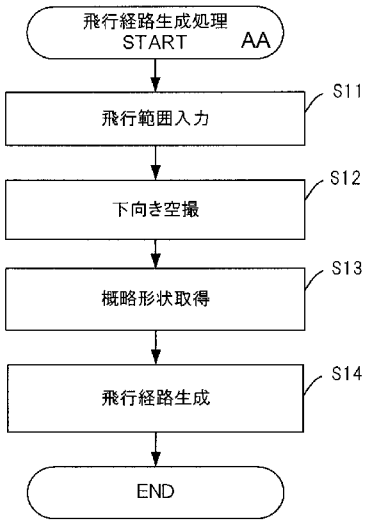
(74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所(**EIKOH PATENT FIRM, P.C.**); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング１０階 Tokyo (JP).

(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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, 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,

(54) **Title:** FLIGHT PATH GENERATION METHOD, INFORMATION PROCESSING DEVICE, FLIGHT PATH GENERATION SYSTEM, PROGRAM AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称： 飛行経路生成方法、情報処理装置、飛行経路生成システム、プログラム及び記録媒体



S11 Input flight range
S12 Downward-facing aerial photography
S13 Obtain general shape
S14 Generate flight path
AA Start flight path generation processing

(57) **Abstract:** This flight path generation method for generating a flight path of a flying object for imaging an imaging subject has a step for obtaining the general shape of an object included in the imaging subject, a step for extracting the lateral surface of the general shape, a step for setting an imaging location that corresponds to the lateral surface, and a step for generating a flight path that passes through the imaging location.

(57) 要約：被写体を撮像する飛行体の飛行経路を生成する飛行経路生成方法は、被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得するステップと、概略形状における側面を抽出するステップと、側面に対応する撮像位置を設定するステップと、撮像位置を通過する飛行経路を生成するステップと、を有する。

WO 2018/193574 A1

［続葉有］

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 ：

飛行経路生成方法、情報処理装置、飛行経路生成システム、プログラム及び記録媒体

技術分野

[0001] 本開示は、飛行体の飛行経路を生成するための飛行経路生成方法、情報処理装置、飛行経路生成システム、プログラム及び記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 撮影機器を搭載し、予め設定された固定経路を飛行しながら撮影を行うプラットフォーム（例えば無人飛行体）が知られている（例えば特許文献１参照）。このプラットフォームは、地上基地から飛行経路や撮影指示等の命令を受け、その命令に従って飛行し、撮影を行って取得画像を地上基地に送る。プラットフォームは、撮影対象を撮影する場合、設定された固定経路を飛行しながら、プラットフォームと撮影対象との位置関係に基づいて、プラットフォームの撮像機器を傾斜して撮像する。

[0003] また従来、空中を飛行する無人飛行体（例えばＵＡＶ：Unmanned Aerial Vehicle）により撮影された空中写真等の撮像画像に基づいて、建物等の被写体の３次元形状を推定することも知られている。無人飛行体による撮影（例えば空撮）を自動化するために、予め無人飛行体の飛行経路を生成する技術が用いられる。従って、無人飛行体を用いて建物等の被写体の３次元形状を推定するためには、予め生成した飛行経路に従って無人飛行体を飛行させ、無人飛行体が飛行経路中の異なる撮像位置において撮影した被写体の撮像画像を複数取得する必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開２０１０－６１２１６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１に記載されたプラットフォームでは、固定経路を通りながら撮像するが、固定経路から鉛直方向に位置するオブジェクト（例えば建物）の存在を十分に考慮されていない。そのため、オブジェクトの側面の撮像画像や上空から観察可能なオブジェクトの一部に隠された他の一部の撮像画像を十分に取得することが困難である。従って、３次元形状を推定するための撮像画像が不足し、３次元形状の推定精度が低下する。

[0006] オブジェクトの側面を撮像する場合、撮像者が撮像装置を把持してオブジェクトの側面を撮像することが考えられる。この場合、ユーザがオブジェクトの周辺まで移動する必要があるため、ユーザの利便性が低下する。また、ユーザ手動による撮像となるため、所望の状態（例えばオブジェクトの所望の撮像位置、オブジェクトの所望の撮像サイズ、オブジェクトの所望の撮像向き）の撮像画像を十分に取得できない可能性がある。

[0007] また、特定のオブジェクトの側面を無人航空機により撮像する場合、無人航空機が飛行する飛行経路を事前に手動で決定することが考えらえる。オブジェクトの周囲における所望の位置を撮像位置として指定する場合、３次元空間の位置（緯度、経度、高度）をユーザ入力して指定することが考えられる。この場合、各撮像位置をユーザ入力により決定するので、ユーザの利便性が低下する。また、飛行経路の決定のために、事前にオブジェクトの詳細な情報が必要となるので、準備に手間がかかる。

課題を解決するための手段

[0008] 一態様において、被写体を撮像する飛行体の飛行経路を生成する飛行経路生成方法であって、被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得するステップと、概略形状における側面を抽出するステップと、側面に対応する撮像位置を設定するステップと、撮像位置を通過する飛行経路を生成するステップと、を有する。

[0009] 撮像位置を設定するステップは、抽出した側面毎に、側面に対向する撮像位置を設定するステップを含んでよい。

[0010] 撮像位置を設定するステップは、側面に対応して、所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置を設定するステップを含んでよい。

[0011] 飛行経路を生成するステップは、複数の撮像位置を通る撮影経路を決定し、撮影経路を含む飛行経路を生成するステップを含んでよい。

[0012] 飛行経路生成方法は、側面に対して所定の撮影距離を有して平行する撮影平面を生成するステップ、を更に有し、撮像位置を設定するステップは、撮影平面において所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置を設定するステップを含んでよい。

[0013] 撮像位置を設定するステップは、所定の撮像位置間隔として、各撮像位置において撮像した撮像画像の一部が他と重複する撮像位置間隔を用いてよい。

[0014] 飛行経路生成方法は、オブジェクトの概略形状を囲む多面体を算出するステップ、を更に有し、側面を抽出するステップは、多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出するステップを含んでよい。

[0015] 飛行経路生成方法は、オブジェクトの概略形状を簡略化した多面体を算出するステップ、を更に有し、側面を抽出するステップは、多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出するステップを含んでよい。

[0016] 多面体を算出するステップは、オブジェクトの複数の概略形状に対応する多面体をそれぞれ算出し、近接する複数の多面体を結合するステップを含んでよい。

[0017] 飛行経路を生成するステップは、一つの前記側面において撮像位置を通過する飛行経路を生成し、側面と隣接する次の側面において撮像位置を通過する飛行経路を生成するステップを含んでよい。

[0018] 飛行経路生成方法は、オブジェクトを下向きに撮像した撮像画像を取得するステップ、を更に有し、概略形状を取得するステップは、撮像画像を用いてオブジェクトの概略形状の３次元形状データを取得するステップを含んで

よい。

[0019] 一態様において、被写体を撮像する飛行体の飛行経路を生成する情報処理装置であって、飛行経路に関する処理を実行する処理部を有し、処理部は、被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得し、概略形状における側面を抽出し、側面に対応する撮像位置を設定し、撮像位置を通過する飛行経路を生成する、情報処理装置である。

[0020] 処理部は、撮像位置の設定において、抽出した側面毎に、側面に対向する撮像位置を設定してよい。

[0021] 処理部は、撮像位置の設定において、側面に対応して、所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置を設定してよい。

[0022] 処理部は、飛行経路の生成において、複数の撮像位置を通る撮影経路を決定し、撮影経路を含む飛行経路を生成してよい。

[0023] 処理部は、更に、側面に対して所定の撮影距離を有して平行する撮影平面を生成し、撮像位置の設定において、撮影平面において所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置を設定してよい。

[0024] 処理部は、撮像位置の設定において、所定の撮像位置間隔として、各撮像位置において撮像した撮像画像の一部が他と重複する撮像位置間隔を用いてよい。

[0025] 処理部は、更に、オブジェクトの概略形状を囲む多面体を算出し、側面の抽出において、多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出してよい。

[0026] 処理部は、更に、オブジェクトの概略形状を簡略化した多面体を算出し、側面の抽出において、多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出してよい。

[0027] 処理部は、多面体の算出において、オブジェクトの複数の概略形状に対応する多面体をそれぞれ算出し、近接する複数の多面体を結合してよい。

[0028] 処理部は、飛行経路の生成において、一つの前記側面において撮像位置を通過する飛行経路を生成し、側面と隣接する次の側面において撮像位置を通

過する飛行経路を生成してよい。

[0029] 処理部は、更に、オブジェクトを下向きに撮像した撮像画像を取得し、概略形状の取得において、撮像画像を用いてオブジェクトの概略形状の３次元形状データを取得してよい。

[0030] 一態様において、被写体を撮像する飛行体と、飛行体の飛行経路を生成する処理部と、を有する飛行経路生成システムであって、処理部は、被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得し、概略形状における側面を抽出し、側面に対応する撮像位置を設定し、撮像位置を通過する飛行経路を生成し、飛行体は、飛行経路を取得して設定する、飛行経路生成システムである。

[0031] 一態様において、プログラムは、被写体を撮像する飛行体の飛行経路を生成するコンピュータに、被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得するステップと、概略形状における側面を抽出するステップと、側面に対応する撮像位置を設定するステップと、撮像位置を通過する飛行経路を生成するステップと、を実行させるためのプログラムである。

[0032] 一態様において、記録媒体は、被写体を撮像する飛行体の飛行経路を生成するコンピュータに、被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得するステップと、概略形状における側面を抽出するステップと、側面に対応する撮像位置を設定するステップと、撮像位置を通過する飛行経路を生成するステップと、を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

[0033] なお、上記の発明の概要は、本開示の特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]実施形態における飛行経路生成システムの第１構成例を示す模式図である。

[図2]無人飛行体の外観の一例を示す図である。

[図3]無人飛行体の具体的な外観の一例を示す図である。

[図4]図１の飛行経路生成システムを構成する無人飛行体のハードウェア構成

の一例を示すブロック図である。

[図5]携帯端末が装着された送信機の外観の一例を示す図である。

[図6]図１の飛行経路生成システムを構成する送信機のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図7]図１の飛行経路生成システムを構成する携帯端末のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図8]実施形態における飛行経路生成方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図9]飛行範囲の入力例を説明するための図である。

[図10]飛行経路での概略撮像を説明するための図である。

[図11]飛行経路により得られた概略撮像に基づく概略形状の３次元形状データの生成を説明するための図である。

[図12]実施形態における３次元形状推定方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図13]実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第１動作例を説明するための図である。

[図14]撮影平面における複数の撮像位置の設定を説明するための図である。

[図15]実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第１動作例の処理手順を示すフローチャートである。

[図16]実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第２動作例を説明するための図である。

[図17]実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第２動作例の処理手順を示すフローチャートである。

[図18]実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第３動作例を説明するための図である。

[図19]実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第３動作例の処理手順を示すフローチャートである。

[図20]実施形態における飛行経路生成システムの第２構成例を示す模式図で

ある。

[図21]実施形態における飛行経路生成システムの第３構成例に係る無人飛行体のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図22]実施形態における飛行経路生成システムの第４構成例に係る送信機のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0035] 以下、発明の実施の形態を通じて本開示を説明するが、以下の実施の形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施の形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須とは限らない。

[0036] 特許請求の範囲、明細書、図面、及び要約書には、著作権による保護の対象となる事項が含まれる。著作権者は、これらの書類の何人による複製に対しても、特許庁のファイル又はレコードに表示される通りであれば異議を唱えない。但し、それ以外の場合、一切の著作権を留保する。

[0037] 本開示に係る飛行経路生成システムは、移動体の一例としての飛行体と、飛行体の動作又は処理を遠隔で制御するためのプラットフォームとを含む構成である。

[0038] 本開示に係る情報処理装置は、プラットフォームと、飛行体との少なくとも一方に含まれるコンピュータであって、飛行体の動作に係る各種処理を実行するものである。

[0039] 飛行体は、空中を移動する航空機（例えばドローン、ヘリコプター）を含む。飛行体は、撮像装置を有する無人飛行体（ＵＡＶ：Unmanned Aerial Vehicle）であってもよい。飛行体は、撮像範囲における被写体（例えば一定の範囲内の建物、道路、公園等の地面形状）を撮像するために、あらかじめ設定された飛行経路に沿って飛行し、飛行経路上に設定されている複数の撮像位置において被写体を撮像する。被写体は、例えば建物、道路等のオブジェクトが含まれる。

[0040] プラットフォームは、コンピュータであって、例えば飛行体の移動を含む

各種処理の遠隔制御を指示するための送信機、或いは送信機又は飛行体と情報やデータの入出力が可能に接続された通信端末である。通信端末は、例えば携帯端末、ＰＣ（Personal Computer）などであってよい。なお、飛行体自体がプラットフォームとして含まれてよい。

[0041] 本開示に係る飛行経路生成方法は、情報処理装置（プラットフォーム、飛行体）、又は飛行経路生成システムにおける各種の処理（ステップ）が規定されたものである。

[0042] 本開示に係るプログラムは、情報処理装置（プラットフォーム、飛行体）、又は飛行経路生成システムに各種の処理（ステップ）を実行させるためのプログラムである。

[0043] 本開示に係る記録媒体は、プログラム（つまり、情報処理装置（プラットフォーム、飛行体）、又は飛行経路生成システムに各種の処理（ステップ）を実行させるためのプログラム）が記録されたものである。

[0044] 以下の実施形態では、飛行体として、無人飛行体（ＵＡＶ）を例示する。本明細書に添付する図面では、無人飛行体を「ＵＡＶ」と表記する。本実施形態では、無人飛行体は、オブジェクトの側面を撮像可能な撮像位置を含む飛行経路を設定する。

[0045] ［飛行経路生成システム、第１構成例］

図１は、実施形態における飛行経路生成システム１０の第１構成例を示す模式図である。飛行経路生成システム１０は、無人飛行体１００、送信機５０、及び携帯端末８０を含む。無人飛行体１００、送信機５０、及び携帯端末８０は、有線通信又は無線通信（例えば無線ＬＡＮ（Local Area Network）、又はＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標））を用いて、互いに通信することが可能である。送信機５０は、例えば送信機５０を使用する人物（以下、「ユーザ」という）の両手で把持された状態で使用される。

[0046] 図２は、無人飛行体１００の外観の一例を示す図である。図３は、無人飛行体１００の具体的な外観の一例を示す図である。無人飛行体１００が移動方向ＳＴＶ０に飛行する時の側面図が図２に示され、無人飛行体１００が移

動方向ＳＴＶ０に飛行する時の斜視図が図３に示されている。無人飛行体１００は、撮像部の一例としての撮像装置２２０，２３０を備えて移動する移動体の一例である。移動体とは、無人飛行体１００の他、空中を移動する他の航空機、地上を移動する車両、水上を移動する船舶等を含む概念である。ここで、図２及び図３に示すように、地面と平行であって移動方向ＳＴＶ０に沿う方向にロール軸（図２及び図３のｘ軸参照）が定義されたとする。この場合、地面と平行であってロール軸に垂直な方向にピッチ軸（図２及び図３のｙ軸参照）が定められ、更に、地面に垂直であってロール軸及びピッチ軸に垂直な方向にヨー軸（図２及び図３のｚ軸）が定められる。

[0047] 無人飛行体１００は、ＵＡＶ本体１０２と、ジンバル２００と、撮像装置２２０と、複数の撮像装置２３０とを含む構成である。無人飛行体１００は、プラットフォームの一例としての送信機５０から送信される遠隔制御の指示を基に移動する。無人飛行体１００の移動は、飛行を意味し、少なくとも上昇、降下、左旋回、右旋回、左水平移動、右水平移動の飛行が含まれる。

[0048] ＵＡＶ本体１０２は、複数の回転翼（プロペラ）を備える。ＵＡＶ本体１０２は、複数の回転翼の回転を制御することにより無人飛行体１００を移動させる。ＵＡＶ本体１０２は、例えば４つの回転翼を用いて無人飛行体１００を移動させる。回転翼の数は、４つに限定されない。また、無人飛行体１００は、回転翼を有さない固定翼機でよい。

[0049] 撮像装置２２０は、所望の撮像範囲に含まれる被写体（例えば、地上の建物）を撮像する撮像用のカメラである。なお被写体は、例えば建物等のオブジェクトとともに、無人飛行体１００の空撮対象となる上空の様子、山や川等の景色が含まれてよい。

[0050] 複数の撮像装置２３０は、無人飛行体１００の移動を制御するために無人飛行体１００の周囲を撮像するセンシング用のカメラである。２つの撮像装置２３０が、無人飛行体１００の機首である正面に設けられてよい。更に、他の２つの撮像装置２３０が、無人飛行体１００の底面に設けられてよい。正面側の２つの撮像装置２３０はペアとなり、いわゆるステレオカメラとし

て機能してよい。底面側の２つの撮像装置２３０もペアとなり、ステレオカメラとして機能してよい。複数の撮像装置２３０により撮像された画像に基づいて、無人飛行体１００の周囲の３次元空間データが生成されてよい。なお、無人飛行体１００が備える撮像装置２３０の数は４つに限定されない。無人飛行体１００は、少なくとも１つの撮像装置２３０を備えていればよい。無人飛行体１００は、無人飛行体１００の機首、機尾、側面、底面、及び天井面のそれぞれに少なくとも１つの撮像装置２３０を備えてよい。撮像装置２３０で設定できる画角は、撮像装置２２０で設定できる画角より広くてよい。撮像装置２３０は、単焦点レンズ又は魚眼レンズを有してよい。

[0051] ［無人飛行体の構成例］

次に、無人飛行体１００の構成例について説明する。

[0052] 図４は、図１の飛行経路生成システム１０を構成する無人飛行体１００のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。無人飛行体１００は、処理部１１０と、通信インタフェース１５０と、メモリ１６０と、ストレージ１７０と、バッテリ１９０と、ジンバル２００と、回転翼機構２１０と、撮像装置２２０と、撮像装置２３０と、ＧＰＳ受信機２４０と、慣性計測装置（ＩＭＵ：Inertial Measurement Unit）２５０と、磁気コンパス２６０と、気圧高度計２７０と、超音波センサ２８０と、レーザ測定器２９０とを含む構成である。通信インタフェース１５０は、通信部の一例である。

[0053] 処理部１１０は、プロセッサ、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＭＰＵ（Micro Processing Unit）又はＤＳＰ（Digital Signal Processor）を用いて構成される。処理部１１０は、無人飛行体１００の各部の動作を統括して制御するための信号処理、他の各部との間のデータの入出力処理、データの演算処理及びデータの記憶処理を行う。

[0054] 処理部１１０は、メモリ１６０に格納されたプログラムに従って無人飛行体１００の飛行を制御する。処理部１１０は、通信インタフェース１５０を介して遠隔の送信機５０から受信した命令に従って、無人飛行体１００の移動（つまり、飛行）を制御する。メモリ１６０は、無人飛行体１００から取

り外し可能であってよい。

[0055] 処理部１１０は、撮像装置２２０及び撮像装置２３０により撮像された被写体の画像データ（以下、「撮像画像」と称する場合がある）を取得する。

[0056] 処理部１１０は、ジンバル２００、回転翼機構２１０、撮像装置２２０、及び撮像装置２３０を制御する。処理部１１０は、撮像装置２２０の撮像方向又は画角を変更することによって、撮像装置２２０の撮像範囲を制御する。処理部１１０は、ジンバル２００の回転機構を制御することで、ジンバル２００に支持されている撮像装置２２０の撮像範囲を制御する。

[0057] 本明細書では、撮像範囲は、撮像装置２２０又は撮像装置２３０により撮像される地理的な範囲をいう。撮像範囲は、緯度、経度、及び高度で定義される。撮像範囲は、緯度、経度、及び高度で定義される３次元空間データにおける範囲でよい。撮像範囲は、撮像装置２２０又は撮像装置２３０の画角及び撮像方向、並びに無人飛行体１００が存在する位置に基づいて特定される。撮像装置２２０及び撮像装置２３０の撮像方向は、撮像装置２２０及び撮像装置２３０の撮像レンズが設けられた正面が向く方位と俯角とから定義される。撮像装置２２０の撮像方向は、無人飛行体１００の機首の方位と、ジンバル２００に対する撮像装置２２０の姿勢の状態とから特定される方向である。撮像装置２３０の撮像方向は、無人飛行体１００の機首の方位と、撮像装置２３０が設けられた位置とから特定される方向である。

[0058] 処理部１１０は、回転翼機構２１０を制御することで、無人飛行体１００の飛行を制御する。つまり、処理部１１０は、回転翼機構２１０を制御することにより、無人飛行体１００の緯度、経度、及び高度を含む位置を制御する。処理部１１０は、無人飛行体１００の飛行を制御することにより、撮像装置２２０及び撮像装置２３０の撮像範囲を制御してよい。処理部１１０は、撮像装置２２０が備えるズームレンズを制御することで、撮像装置２２０の画角を制御してよい。処理部１１０は、撮像装置２２０のデジタルズーム機能を利用して、デジタルズームにより、撮像装置２２０の画角を制御してよい。処理部１１０は、設定した飛行経路の途中に存在する撮像位置（後述

するウェイポイント（Waypoint））において、撮像装置２２０又は撮像装置２３０により被写体を水平方向、既定角度の方向、又は鉛直方向に撮像させる。既定角度の方向は、情報処理装置（無人飛行体又はプラットフォーム）が被写体の３次元形状の推定を行う上で適した既定値の角度の方向である。

[0059] 撮像装置２２０が無人飛行体１００に固定され、撮像装置２２０を動かせない場合、処理部１１０は、特定の日時に特定の位置に無人飛行体１００を移動させることにより、所望の環境下で所望の撮像範囲を撮像装置２２０に撮像させることができる。あるいは撮像装置２２０がズーム機能を有さず、撮像装置２２０の画角を変更できない場合でも、処理部１１０は、特定された日時に、特定の位置に無人飛行体１００を移動させることで、所望の環境下で所望の撮像範囲を撮像装置２２０に撮像させることができる。

[0060] 通信インタフェース１５０は、送信機５０と通信する。通信インタフェース１５０は、遠隔の送信機５０から処理部１１０に対する各種の命令を受信する。

[0061] メモリ１６０は、記憶部の一例である。メモリ１６０は、処理部１１０がジンバル２００、回転翼機構２１０、撮像装置２２０、撮像装置２３０、ＧＰＳ受信機２４０、慣性計測装置２５０、磁気コンパス２６０、気圧高度計２７０、超音波センサ２８０、及びレーザ測定器２９０を制御するのに必要なプログラム等を格納する。メモリ１６０は、撮像装置２２０，２３０により撮像された撮像画像を格納する。メモリ１６０は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体でよく、ＳＲＡＭ（Static Random Access Memory）、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）、ＥＰＲＯＭ（Erasable Programmable Read Only Memory）、ＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory）、及びＵＳＢメモリ等のフラッシュメモリの少なくとも１つを含んでよい。メモリ１６０は、ＵＡＶ本体１０２の内部に設けられてよい。ＵＡＶ本体１０２から取り外し可能に設けられてよい。

[0062] ストレージ１７０は、記憶部の一例である。ストレージ１７０は、各種データ、情報を蓄積し、保持する。ストレージ１７０は、ＨＤＤ（Hard Disk D

rive）、ＳＳＤ（Solid State Drive）、メモリカード、ＵＳＢメモリ、等でよい。ストレージ１７０は、ＵＡＶ本体１０２の内部に設けられてよい。ストレージ１７０は、ＵＡＶ本体１０２から取り外し可能に設けられてよい。

[0063] バッテリ１９０は、無人飛行体１００の各部の駆動源としての機能を有し、無人飛行体１００の各部に必要な電源を供給する。

[0064] ジンバル２００は、少なくとも１つの軸を中心に撮像装置２２０を回転可能に支持する。ジンバル２００は、ヨー軸、ピッチ軸、及びロール軸を中心に撮像装置２２０を回転可能に支持してよい。ジンバル２００は、ヨー軸、ピッチ軸、及びロール軸の少なくとも１つを中心に撮像装置２２０を回転させることで、撮像装置２２０の撮像方向を変更してよい。

[0065] 回転翼機構２１０は、複数の回転翼と、複数の回転翼を回転させる複数の駆動モータとを有する。

[0066] 撮像装置２２０は、所望の撮像範囲の被写体を撮像して撮像画像のデータを生成する。撮像装置２２０の撮像により得られた画像データは、撮像装置２２０が有するメモリ、又はメモリ１６０に格納される。

[0067] 撮像装置２３０は、無人飛行体１００の周囲を撮像して撮像画像のデータを生成する。撮像装置２３０の画像データは、メモリ１６０に格納される。

[0068] ＧＰＳ受信機２４０は、複数の航法衛星（つまり、ＧＰＳ衛星）から発信された時刻及び各ＧＰＳ衛星の位置（座標）を示す複数の信号を受信する。ＧＰＳ受信機２４０は、受信された複数の信号に基づいて、ＧＰＳ受信機２４０の位置（つまり、無人飛行体１００の位置）を算出する。ＧＰＳ受信機２４０は、無人飛行体１００の位置情報を処理部１１０に出力する。なお、ＧＰＳ受信機２４０の位置情報の算出は、ＧＰＳ受信機２４０の代わりに処理部１１０により行われてよい。この場合、処理部１１０には、ＧＰＳ受信機２４０が受信した複数の信号に含まれる時刻及び各ＧＰＳ衛星の位置を示す情報が入力される。

[0069] 慣性計測装置２５０は、無人飛行体１００の姿勢を検出し、検出結果を処理部１１０に出力する。慣性計測装置２５０は、無人飛行体１００の姿勢と

して、無人飛行体１００の前後、左右、及び上下の３軸方向の加速度と、ピッチ軸、ロール軸、及びヨー軸の３軸方向の角速度とを検出する。

[0070] 磁気コンパス２６０は、無人飛行体１００の機首の方位を検出し、検出結果を処理部１１０に出力する。

[0071] 気圧高度計２７０は、無人飛行体１００が飛行する高度を検出し、検出結果を処理部１１０に出力する。

[0072] 超音波センサ２８０は、超音波を照射し、地面や物体により反射された超音波を検出し、検出結果を処理部１１０に出力する。検出結果は、例えば無人飛行体１００から地面までの距離（つまり、高度）を示してよい。検出結果は、例えば無人飛行体１００から物体までの距離を示してよい。

[0073] レーザ測定器２９０は、物体に向けてレーザ光を照射し、物体で反射された反射光を受光し、反射光により無人飛行体１００と物体との間の距離を測距する。測距結果は、処理部１１０に入力される。レーザ光による距離の測定方式は、一例として、タイムオブフライト方式でよい。

[0074] 次に、無人飛行体１００の処理部１１０の機能の一例について説明する。

[0075] 処理部１１０は、複数の撮像装置２３０により撮像された複数の画像を解析することで、無人飛行体１００の周囲の環境を特定してよい。処理部１１０は、無人飛行体１００の周囲の環境に基づいて、例えば障害物を回避して飛行を制御する。処理部１１０は、複数の撮像装置２３０により撮像された複数の画像に基づいて無人飛行体１００の周囲の３次元空間データを生成し、３次元空間データに基づいて飛行を制御してよい。

[0076] 処理部１１０は、現在の日時を示す日時情報を取得する。処理部１１０は、ＧＰＳ受信機２４０から現在の日時を示す日時情報を取得してよい。処理部１１０は、無人飛行体１００に搭載されたタイマ（不図示）から現在の日時を示す日時情報を取得してよい。

[0077] 処理部１１０は、無人飛行体１００の位置を示す位置情報を取得する。処理部１１０は、ＧＰＳ受信機２４０から、無人飛行体１００が存在する緯度、経度及び高度を示す位置情報を取得してよい。処理部１１０は、ＧＰＳ受

信機２４０から無人飛行体１００が存在する緯度及び経度を示す緯度経度情報、並びに気圧高度計２７０又は超音波センサ２８０から無人飛行体１００が存在する高度を示す高度情報をそれぞれ位置情報として取得してよい。

[0078] 処理部１１０は、磁気コンパス２６０から無人飛行体１００の向きを示す向き情報を取得してよい。向き情報は、例えば無人飛行体１００の機首の向きに対応する方位を示してよい。

[0079] 処理部１１０は、撮像装置２２０が撮像すべき撮像範囲を撮像する時に無人飛行体１００が存在すべき位置を示す位置情報を取得してよい。処理部１１０は、無人飛行体１００が存在すべき位置を示す位置情報をメモリ１６０から取得してよい。処理部１１０は、無人飛行体１００が存在すべき位置を示す位置情報を、通信インタフェース１５０を介して送信機５０等の他の装置から取得してよい。処理部１１０は、３次元地図データベースを参照して、撮像すべき撮像範囲を撮像するために、無人飛行体１００が存在可能な位置を特定して、その位置を無人飛行体１００が存在すべき位置を示す位置情報として取得してよい。

[0080] 処理部１１０は、撮像装置２２０及び撮像装置２３０のそれぞれの撮像範囲を示す撮像情報を取得してよい。処理部１１０は、撮像範囲を特定するためのパラメータとして、撮像装置２２０及び撮像装置２３０の画角を示す画角情報を撮像装置２２０及び撮像装置２３０から取得してよい。処理部１１０は、撮像範囲を特定するためのパラメータとして、撮像装置２２０及び撮像装置２３０の撮像方向を示す情報を取得してよい。処理部１１０は、例えば撮像装置２２０の撮像方向を示す情報として、ジンバル２００から撮像装置２２０の姿勢の状態を示す姿勢情報を取得してよい。撮像装置２２０の姿勢の状態を示す情報は、例えばジンバル２００のピッチ軸及びヨー軸の基準回転角度からの回転角度により示してよい。処理部１１０は、例えば撮像装置２２０の撮像方向を示す情報として、無人飛行体１００の向きを示す情報を取得してよい。処理部１１０は、撮像範囲を特定するためのパラメータとして、無人飛行体１００が存在する位置を示す位置情報を取得してよい。処

理部１１０は、撮像装置２２０及び撮像装置２３０の画角及び撮像方向、並びに無人飛行体１００が存在する位置に基づいて、撮像装置２２０が撮像する地理的な範囲を示す撮像範囲を画定し、撮像範囲を示す撮像情報を生成することで、撮像情報を取得してよい。

[0081] 処理部１１０は、撮像装置２２０が撮像すべき撮像範囲を示す撮像情報を取得してよい。処理部１１０は、メモリ１６０から撮像装置２２０が撮像すべき撮像情報を取得してよい。処理部１１０は、通信インタフェース１５０を介して送信機５０等の他の装置から撮像装置２２０が撮像すべき撮像情報を取得してよい。

[0082] 処理部１１０は、無人飛行体１００の周囲に存在するオブジェクトの立体形状（３次元形状）を示す立体情報（３次元情報）を取得する。オブジェクトは、例えば、建物、道路、車、木等の風景の一部である。立体情報は、例えば、３次元空間データである。処理部１１０は、複数の撮像装置２３０から得られたそれぞれの画像から、無人飛行体１００の周囲に存在するオブジェクトの立体形状を示す立体情報を生成することで、立体情報を取得してよい。処理部１１０は、メモリ１６０に格納された３次元地図データベースを参照することにより、無人飛行体１００の周囲に存在するオブジェクトの立体形状を示す立体情報を取得してよい。処理部１１０は、ネットワーク上に存在するサーバが管理する３次元地図データベースを参照することで、無人飛行体１００の周囲に存在するオブジェクトの立体形状に関する立体情報を取得してよい。

[0083] 次に、送信機５０及び携帯端末８０の構成例について説明する。

[0084] 図５は、携帯端末８０が装着された送信機５０の外観の一例を示す図である。図５では、携帯端末８０の一例として、スマートフォンが示されている。携帯端末８０は、例えばスマートフォン、タブレット端末等でよい。送信機５０に対する上下前後左右の方向は、図５に示す矢印の方向にそれぞれ従うとする。送信機５０は、例えば送信機５０を使用するユーザの両手で把持された状態で使用される。

[0085] 送信機５０は、例えば略正方形状の底面を有し、かつ高さが底面の一辺より短い略直方体（言い換えると、略箱形）の形状をした樹脂製の筐体５０Ｂを有する。送信機５０の筐体表面の略中央には、左制御棒５３Ｌと右制御棒５３Ｒとが突設して配置される。

[0086] 左制御棒５３Ｌ、右制御棒５３Ｒは、それぞれユーザによる無人飛行体１００の移動を遠隔で制御（例えば、無人飛行体１００の前後移動、左右移動、上下移動、向き変更）するための操作において使用される。図５では、左制御棒５３Ｌ及び右制御棒５３Ｒは、ユーザの両手からそれぞれ外力が印加されていない初期状態の位置が示されている。左制御棒５３Ｌ及び右制御棒５３Ｒは、ユーザにより印加された外力が解放された後、自動的に所定位置（例えば図５に示す初期位置）に復帰する。

[0087] 左制御棒５３Ｌの手前側（言い換えると、ユーザ側）には、送信機５０の電源ボタンＢ１が配置される。電源ボタンＢ１がユーザにより一度押下されると、例えば送信機５０に内蔵されるバッテリの容量の残量がバッテリ残量表示部Ｌ２において表示される。電源ボタンＢ１がユーザによりもう一度押下されると、例えば送信機５０の電源がオンとなり、送信機５０の各部（図６参照）に電源が供給されて使用可能となる。

[0088] 右制御棒５３Ｒの手前側（言い換えると、ユーザ側）には、ＲＴＨ（Return To Home）ボタンＢ２が配置される。ＲＴＨボタンＢ２がユーザにより押下されると、送信機５０は、無人飛行体１００に所定の位置に自動復帰させるための信号を送信する。これにより、送信機５０は、無人飛行体１００を所定の位置（例えば無人飛行体１００が記憶している離陸位置）に自動的に帰還させることができる。ＲＴＨボタンＢ２は、例えば屋外での無人飛行体１００による空撮中にユーザが無人飛行体１００の機体を見失った場合、又は電波干渉や予期せぬトラブルに遭遇して操作不能になった場合等に利用可能である。

[0089] 電源ボタンＢ１及びＲＴＨボタンＢ２の手前側（言い換えると、ユーザ側）には、リモートステータス表示部Ｌ１及びバッテリ残量表示部Ｌ２が配置

される。リモートステータス表示部Ｌ１は、例えばＬＥＤ（Light Emission Diode）を用いて構成され、送信機５０と無人飛行体１００との無線の接続状態を表示する。バッテリ残量表示部Ｌ２は、例えばＬＥＤを用いて構成され、送信機５０に内蔵されたバッテリの容量の残量を表示する。

[0090] 左制御棒５３Ｌ及び右制御棒５３Ｒより後側であって、かつ送信機５０の筐体５０Ｂの後方側面から、２つのアンテナＡＮ１，ＡＮ２が突設して配置される。アンテナＡＮ１，ＡＮ２は、ユーザの左制御棒５３Ｌ及び右制御棒５３Ｒの操作に基づき、無人飛行体１００の移動を制御するための信号を無人飛行体１００に送信する。アンテナＡＮ１，ＡＮ２は、例えば２ｋｍの送受信範囲をカバーできる。また、アンテナＡＮ１，ＡＮ２は、送信機５０と無線接続中の無人飛行体１００が有する撮像装置２２０，２３０により撮像された撮像画像、又は無人飛行体１００が取得した各種データが無人飛行体１００から送信された場合に、これらの画像又は各種データを受信できる。

[0091] 図５では、送信機５０が表示部を備えていないが、表示部を備えてもよい。

[0092] 携帯端末８０は、ホルダＨＬＤに載置されて取り付けられてよい。ホルダＨＬＤは、送信機５０に接合されて取り付けられてよい。これにより、携帯端末８０がホルダＨＬＤを介して送信機５０に装着される。携帯端末８０と送信機５０とは、有線ケーブル（例えばＵＳＢケーブル）を介して接続されてよい。携帯端末８０と送信機５０とは、無線通信（例えばＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標））によって接続されてよい。携帯端末８０が送信機５０に装着されず、携帯端末８０と送信機５０がそれぞれ独立して設けられてもよい。

[0093] ［送信機の構成例］

図６は、図１の飛行経路生成システム１０を構成する送信機５０のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。送信機５０は、左制御棒５３Ｌと、右制御棒５３Ｒと、処理部６１と、無線通信部６３と、インタフェース部６５と、メモリ６７と、バッテリ６９と、電源ボタンＢ１と、ＲＴＨボタ

ンＢ２と、操作部セットＯＰＳと、リモートステータス表示部Ｌ１と、バッテリ残量表示部Ｌ２とを含む構成である。送信機５０は、無人飛行体１００を遠隔制御するための操作端末の一例である。

[0094] 処理部６１は、プロセッサ（例えばＣＰＵ、ＭＰＵ又はＤＳＰ）を用いて構成される。処理部６１は、送信機５０の各部の動作を統括して制御するための信号処理、他の各部との間のデータの入出力処理、データの演算処理及びデータの記憶処理を行う。

[0095] 処理部６１は、無人飛行体１００の撮像装置２２０が撮像した撮像画像のデータを、無線通信部６３を介して取得してメモリ６７に保存し、インタフェース部６５を介して携帯端末８０に出力してよい。言い換えると、処理部６１は、無人飛行体１００の撮像装置２２０により撮像された撮像画像を携帯端末８０に表示させてよい。これにより、無人飛行体１００の撮像装置２２０により撮像された撮像画像は、携帯端末８０において表示可能となる。

[0096] 処理部６１は、ユーザの左制御棒５３Ｌ及び右制御棒５３Ｒの操作により、その操作により指定された無人飛行体１００の移動を制御するための信号を生成してよい。処理部６１は、この生成した信号を、無線通信部６３及びアンテナＡＮ１，ＡＮ２を介して、無人飛行体１００に送信して無人飛行体１００を遠隔制御してよい。これにより、送信機５０は、無人飛行体１００の移動を遠隔で制御できる。処理部６１は、無線通信部６３を介して外部サーバ等が蓄積する地図データベースの地図情報を取得してよい。

[0097] 左制御棒５３Ｌは、例えばユーザの左手により、無人飛行体１００の移動を遠隔で制御するための操作に使用される。右制御棒５３Ｒは、例えばユーザの右手により、無人飛行体１００の移動を遠隔で制御するための操作に使用される。無人飛行体１００の移動は、例えば前進する方向の移動、後進する方向の移動、左方向の移動、右方向の移動、上昇する方向の移動、下降する方向の移動、左方向に無人飛行体１００を回転する移動、右方向に無人飛行体１００を回転する移動のうちいずれか又はこれらの組み合わせであり、以下同様である。

[0098] バッテリ６９は、送信機５０の各部の駆動源としての機能を有し、送信機５０の各部に必要な電源を供給する。

[0099] 電源ボタンＢ１が一度押下されると、処理部６１は、送信機５０に内蔵されるバッテリ６９の容量の残量をバッテリ残量表示部Ｌ２に表示する。これにより、ユーザは、送信機５０に内蔵されるバッテリの容量の残量を簡単に確認できる。処理部６１は、バッテリ残量表示部Ｌ２に、無人飛行体１００に内蔵されたバッテリの容量の残量を表示してよい。また、電源ボタンＢ１が二度押下されると、処理部６１は、送信機５０に内蔵されるバッテリ６９に対し、送信機５０内の各部への電源供給を指示する。これにより、ユーザは、送信機５０の電源がオンとなり、送信機５０の使用を簡単に開始できる。

[0100] ＲＴＨボタンＢ２が押下されると、処理部６１は、無人飛行体１００に所定の位置（例えば無人飛行体１００の離陸位置）に自動復帰させるための信号を生成し、無線通信部６３及びアンテナＡＮ１，ＡＮ２を介して無人飛行体１００に送信する。これにより、ユーザは、送信機５０に対する簡単な操作により、無人飛行体１００を所定の位置に自動で復帰（帰還）させることができる。

[0101] 操作部セットＯＰＳは、複数の操作部（例えば操作部ＯＰ１，…，操作部ＯＰｎ）（ｎ：２以上の整数）を用いて構成される。操作部セットＯＰＳは、図５に示す左制御棒５３Ｌ、右制御棒５３Ｒ、電源ボタンＢ１及びＲＴＨボタンＢ２を除く他の操作部（例えば、送信機５０による無人飛行体１００の遠隔制御を支援するための各種の操作部）により構成される。ここでいう各種の操作部とは、例えば、無人飛行体１００の撮像装置２２０を用いた静止画の撮像を指示するボタン、無人飛行体１００の撮像装置２２０を用いた動画の録画の開始及び終了を指示するボタン、無人飛行体１００のジンバル２００（図４参照）のチルト方向の傾きを調整するダイヤル、無人飛行体１００のフライトモードを切り替えるボタン、無人飛行体１００の撮像装置２２０の設定を行うダイヤルが該当する。

[0102] リモートステータス表示部Ｌ１及びバッテリ残量表示部Ｌ２は、図５を参照して説明したので、ここでは説明を省略する。

[0103] 無線通信部６３は、２つのアンテナＡＮ１，ＡＮ２と接続される。無線通信部６３は、２つのアンテナＡＮ１，ＡＮ２を介して、無人飛行体１００との間で所定の無線通信方式（例えばＷｉｆｉ（登録商標））を用いた情報やデータの送受信を行う。

[0104] インタフェース部６５は、送信機５０と携帯端末８０との間の情報やデータの入出力を行う。インタフェース部６５は、例えば送信機５０に設けられたＵＳＢポート（不図示）でよい。インタフェース部６５は、ＵＳＢポート以外のインタフェースでもよい。

[0105] メモリ６７は、記憶部の一例である。メモリ６７は、例えば処理部６１の動作を規定するプログラムや設定値のデータが格納されたＲＯＭ（Read Only Memory）と、処理部６１の処理時に使用される各種の情報やデータを一時的に保存するＲＡＭ（Random Access Memory）とを有する。メモリ６４のＲＯＭに格納されたプログラムや設定値のデータは、所定の記録媒体（例えばＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ）にコピーされてよい。メモリ６４のＲＡＭには、例えば無人飛行体１００の撮像装置２２０，２３０により撮像された撮像画像のデータを保存してよい。

[0106] ［携帯端末の構成例］

図７は、図１の飛行経路生成システム１０を構成する携帯端末８０のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。携帯端末８０は、処理部８１、インタフェース部８２、操作部８３、無線通信部８５、メモリ８７、表示部８８、ストレージ８９、及びバッテリ９９を備えてよい。携帯端末８０は、情報処理装置の一例としての機能を有し、携帯端末８０の処理部８１は、情報処理装置の処理部の一例である。

[0107] 処理部８１は、プロセッサ（例えばＣＰＵ、ＭＰＵ又はＤＳＰ）を用いて構成される。処理部８１は、携帯端末８０の各部の動作を統括して制御するための信号処理、他の各部との間のデータの入出力処理、データの演算処理

及びデータの記憶処理を行う。

[0108] 処理部８１は、無線通信部８５を介して、無人飛行体１００からのデータや情報を取得してよい。処理部８１は、インタフェース部８２を介して、送信機５０又は他の装置からのデータや情報を取得してよい。処理部８１は、操作部８３を介して入力されたデータや情報を取得してよい。処理部８１は、メモリ８７に保持されたデータや情報を取得してよい。処理部８１は、データや情報を表示部８８に送り、このデータや情報に基づく表示情報を表示部８８に表示させてよい。処理部８１は、データや情報をストレージ８９に送り、このデータや情報を格納してよい。処理部８１は、ストレージ８９に格納されたデータや情報を取得してよい。

[0109] 処理部８１は、無人飛行体１００の制御を指示するためのアプリケーションを実行してよい。処理部８１は、アプリケーションで用いられる各種のデータを生成してよい。

[0110] インタフェース部８２は、送信機５０又は他の装置と携帯端末８０との間の情報やデータの入出力を行う。インタフェース部８２は、例えば携帯端末８０に設けられたＵＳＢコネクタ（不図示）でよい。インタフェース部６５は、ＵＳＢコネクタ以外のインタフェースでもよい。

[0111] 操作部８３は、携帯端末８０の操作者により入力されるデータや情報を受け付ける。操作部８３は、ボタン、キー、タッチパネル、マイクロホン、等を含んでよい。ここでは、主に、操作部８３と表示部８８とがタッチパネルにより構成されることを例示する。この場合、操作部８３は、タッチ操作、タップ操作、ドラック操作等を受付可能である。

[0112] 無線通信部８５は、各種の無線通信方式により、無人飛行体１００との間で通信する。無線通信方式は、例えば、無線ＬＡＮ、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、近距離無線通信、又は公衆無線回線を介した通信を含んでよい。無線通信部８５は、他の装置との間で通信を行ってデータや情報を送受信してよい。

[0113] メモリ８７は、記憶部の一例である。メモリ８７は、例えば携帯端末８０

の動作を規定するプログラムや設定値のデータが格納されたＲＯＭと、処理部８１の処理時に使用される各種の情報やデータを一時的に保存するＲＡＭを有してよい。メモリ８７は、ＲＯＭ及びＲＡＭ以外のメモリが含まれてよい。メモリ８７は、携帯端末８０の内部に設けられてよい。メモリ８７は、携帯端末８０から取り外し可能に設けられてよい。プログラムは、アプリケーションプログラムを含んでよい。

[0114] 表示部８８は、例えばＬＣＤ（Liquid Crystal Display）又は有機ＥＬ（ElectroLuminescence）ディスプレイを用いて構成され、処理部８１から出力された各種の情報やデータを表示する。表示部８８は、無人飛行体１００の撮像装置２２０，２３０により撮像された撮像画像のデータを表示してよい。

[0115] ストレージ８９は、記憶部の一例である。ストレージ８９は、各種データ、情報を蓄積し、保持する。ストレージ８９は、フラッシュメモリ、ＳＳＤ（Solid State Drive）、メモリカード、ＵＳＢメモリ、等でよい。ストレージ８９は、携帯端末８０の本体から取り外し可能に設けられてよい。

[0116] バッテリ９９は、携帯端末８０の各部の駆動源としての機能を有し、携帯端末８０の各部に必要な電源を供給する。

[0117] 次に、携帯端末８０の処理部８１の機能の一例について説明する。

[0118] 情報処理装置の処理部の一例としての処理部８１は、無人飛行体１００の飛行経路の生成に関する処理を行う飛行経路処理部８１１を含む。処理部８１は、被写体の３次元形状データの推定及び生成に関する処理を行う形状データ処理部８１２を含む。

[0119] 飛行経路処理部８１１は、被写体を撮像する無人飛行体１００の飛行経路を生成する。飛行経路処理部８１１は、入力パラメータを取得してよい。飛行経路処理部８１１は、送信機５０が入力した入力パラメータを、インタフェース部８２又は無線通信部８５を介して受信することで取得してよい。また、飛行経路処理部８１１は、入力パラメータに含まれる少なくとも一部の情報を、送信機５０から取得するのではなく、他の装置から取得してよい。

飛行経路処理部８１１は、入力パラメータに含まれる少なくとも一部の情報を、ネットワーク上に存在するサーバ等から取得してよい。取得された入力パラメータは、メモリ８７に保持されてよい。携帯端末８０の処理部８１は、適宜（例えば飛行経路の生成時、３次元形状データの生成時）メモリ８７を参照してよい。

[0120] 入力パラメータは、オブジェクトの概略形状の情報、飛行範囲の情報、飛行高度の情報、撮像距離の情報、撮像位置間隔の情報、を含んでよい。入力パラメータは、設定解像度の情報を含んでよい。なお、設定解像度は、無人飛行体１００の撮像装置２２０，２３０により撮像される撮像画像の解像度（つまり、被写体の３次元形状を高精度に推定可能とするために適正な撮像画像を得るための解像度）を示し、無人飛行体１００のメモリ１６０又は送信機５０のメモリ６７に保持されてよい。

[0121] なお、入力パラメータは、上述したパラメータの他に、無人飛行体１００の飛行経路における撮像位置（つまり、ウェイポイント）の情報や、撮像位置を通る飛行経路を生成するための各種のパラメータを含んでよい。撮像位置は３次元空間における位置である。

[0122] また、入力パラメータは、例えば撮像位置において無人飛行体１００が被写体を撮像する時の撮像範囲の重複率の情報を含んでよい。また、入力パラメータは、飛行経路における撮像位置の間隔の情報を含んでよい。撮像位置間隔は、飛行経路に配置される複数の撮像位置（ウェイポイント）のうち２つの隣り合う撮像位置の間隔（距離）である。また、入力パラメータは、無人飛行体１００の撮像装置２２０又は２３０の画角の情報を含んでよい。

[0123] また、飛行経路処理部８１１は、被写体の識別情報を受信して取得してよい。飛行経路処理部８１１は、特定された被写体の識別情報を基に、インタフェース部８２又は無線通信部８５を介して外部サーバと通信し、被写体の識別情報に対応する被写体の形状の情報や被写体の大きさの情報を受信して取得してよい。

[0124] 撮像範囲の重複率は、水平方向又は上下方向で隣り合う撮像位置で無人飛

行体１００の撮像装置２２０又は撮像装置２３０により撮像される場合の２つの撮像範囲が重複する割合を示す。撮像範囲の重複率は、水平方向での撮像範囲の重複率（水平重複率ともいう）の情報、上下方向での撮像範囲の重複率（上下重複率ともいう）の情報、の少なくとも１つを含んでよい。水平重複率及び上下重複率は、同じでも異なってもよい。水平重複率及び上下重複率が異なる値である場合、水平重複率の情報及び上下重複率の情報のいずれも入力パラメータに含まれてよい。水平重複率及び上下重複率が同値である場合、同値である１つの重複率の情報が入力パラメータに含まれてよい。

[0125] 撮像位置間隔は、空間的な撮像間隔であり、飛行経路において無人飛行体１００が画像を撮像すべき複数の撮像位置のうち、隣り合う撮像位置の間の距離である。撮像位置間隔は、水平方向での撮像位置の間隔（水平撮像間隔ともいう）及び鉛直方向の撮像位置の間隔（上下撮像間隔ともいう）の少なくとも１つを含んでよい。飛行経路処理部８１１は、水平撮像間隔及び上下撮像間隔を含む撮像位置間隔を、算出して取得してもよいし、入力パラメータから取得してもよい。

[0126] つまり、飛行経路処理部８１１は、飛行経路上に、撮像装置２２０又は２３０により撮像する撮像位置（ウェイポイント）を配置してよい。撮像位置の間隔（撮像位置間隔）は、例えば等間隔で配置されてよい。撮像位置は、隣り合う撮像位置での撮像画像に係る撮像範囲が一部重複するよう配置される。複数の撮像画像を用いた３次元形状の推定を可能とするためである。撮像装置２２０又は２３０は所定の画角を有するので、撮像位置間隔を短くすることで、双方の撮像範囲の一部が重複する。

[0127] 飛行経路処理部８１１は、例えば撮像位置が配置される高度（撮像高度）、撮像装置２２０又は２３０の解像度に基づき、撮像位置間隔を算出してよい。撮像高度が高い程又は撮像距離が長い程、撮像範囲の重複率が大きくなるので、撮像位置間隔を長く（疎に）できる。撮像高度が低い程又は撮像距離が短い程、撮像範囲の重複率が小さくなるので、撮像位置間隔を短く（密に）する。飛行経路処理部８１１は、更に撮像装置２２０又は２３０の画角

を基に、撮像位置間隔を算出してよい。飛行経路処理部８１１は、その他公知の方法により撮像位置間隔を算出してよい。

[0128] 飛行経路処理部８１１は、撮像装置２２０の画角又は撮像装置２３０の画角の情報を、撮像装置２２０又は撮像装置２３０から取得してよい。撮像装置２２０の画角又は撮像装置２３０の画角は、水平方向と上下方向とで同じでも異なってもよい。水平方向での撮像装置２２０の画角又は撮像装置２３０の画角を水平画角とも称する。上下方向での撮像装置２２０の画角又は撮像装置２３０の画角を上下画角とも称する。飛行経路処理部８１１は、水平画角及び上下画角が同値である場合、同値である１つの画角の情報を取得してよい。

[0129] 飛行経路処理部８１１は、飛行範囲及び撮像位置間隔に基づいて、無人飛行体１００による被写体の撮像位置（ウェイポイント）を決定する。無人飛行体１００による撮像位置は、水平方向において等間隔に配置されてよく、最後の撮像位置と最初の撮像位置との距離は撮像位置間隔より短くてよい。この間隔は、水平撮像間隔となる。無人飛行体１００による撮像位置は、上下方向において等間隔に配置されてよく、最後の撮像位置と最初の撮像位置との距離は撮像位置間隔より短くてよい。この間隔は、上下撮像間隔となる。

[0130] 飛行経路処理部８１１は、オブジェクトの側面に対応する１つの撮像平面毎に、決定された撮像位置を通る飛行経路を生成する。飛行経路処理部８１１は、１つの撮像平面の飛行コースにおいて隣り合う各撮像位置を順に通り、この飛行コースにおける各撮像位置を全て通過した後、次の撮像平面の飛行コースへ進入する飛行経路を生成してよい。飛行経路処理部８１１は、次の撮像平面の飛行コースにおいても同様に、隣り合う各撮像位置を順に通り、この飛行コースにおける各撮像位置を全て通過した後、その次の撮像平面の飛行コースへ進入する飛行経路を生成してよい。飛行経路は、上空側を始点として飛行経路を進むにつれて高度が下降するように形成されてよい。一方、飛行経路は、地面側を始点として飛行経路を進むにつれて高度が上昇す

るように形成されてよい。

[0131] 無人飛行体１００の処理部１１０は、生成された飛行経路に従って、無人飛行体１００の飛行を制御してよい。処理部１１０は、飛行経路の途中に存在する撮像位置において、撮像装置２２０又は撮像装置２３０により被写体を撮像させてよい。従って、撮像装置２２０又は撮像装置２３０は、飛行経路における撮像位置において、被写体の側面を撮像してよい。撮像装置２２０又は撮像装置２３０により撮像された撮像画像は、無人飛行体１００のメモリ１６０又はストレージ１７０、或いは携帯端末８０のメモリ８７又はストレージ８９に保持されてよい。処理部１１０は、適宜（例えば飛行経路の設定時）メモリ１６０を参照してよい。

[0132] 形状データ処理部８１２は、撮像装置２２０，２３０のいずれかにより異なる撮像位置において撮像された複数の撮像画像に基づいて、オブジェクト（被写体）の立体形状（３次元形状）を示す立体情報（３次元情報、３次元形状データ）を生成してよい。よって、撮像画像は、３次元形状データを復元するための１つの画像として用いられてよい。３次元形状データを復元するための撮像画像は、静止画像でよい。複数の撮像画像に基づく３次元形状データの生成手法としては、公知の方法を用いてよい。公知の方法として、例えば、ＭＶＳ（Multi View Stereo）、ＰＭＶＳ（Patch-based MVS）、ＳｆＭ（Structure from Motion）が挙げられる。

[0133] ３次元形状データの生成に用いられる撮像画像は、静止画でよい。３次元形状データの生成に用いられる複数の撮像画像には、互いに撮像範囲が一部重複する２つの撮像画像が含まれる。この重複の割合（つまり撮像範囲の重複率）が高い程、同一範囲において３次元形状データを生成する場合には、３次元形状データの生成に用いられる撮像画像の数が多くなる。従って、形状データ処理部８１２は、３次元形状の復元精度を向上できる。一方、撮像範囲の重複率が低い程、同一範囲において３次元形状データを生成する場合には、３次元形状データの生成に用いられる撮像画像の数が少なくなる。従って、形状データ処理部８１２は、３次元形状データの生成時間を短縮でき

る。なお、複数の撮像画像において、互いに撮像範囲が一部重複する２つの撮像画像が含まれなくてもよい。

[0134] 形状データ処理部８１２は、複数の撮像画像として、被写体の側面が撮像された撮像画像を含んで取得してよい。これにより、形状データ処理部８１２は、一律に上空から鉛直方向を撮像した撮像画像を取得する場合と比較すると、被写体の側面における画像特徴を多数収集でき、被写体周辺の３次元形状の復元精度を向上できる。

[0135] 次に、飛行経路生成システム１０の動作例について説明する。

[0136] ［飛行経路生成］

図８は、実施形態における飛行経路生成方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。図示例は、対象領域の空撮を行ってオブジェクトの概略形状を取得し、取得した概略形状に基づいて３次元形状推定のための飛行経路を生成する処理を例示する。本例では、携帯端末８０の処理部８１が主体的に処理を実行するものとする。

[0137] 処理部８１の飛行経路処理部８１１は、オブジェクトの３次元形状推定のための撮影を実行する際に、オブジェクト撮影用の無人飛行体１００の飛行経路を生成する。飛行経路処理部８１１は、無人飛行体１００の飛行範囲を入力し、撮影対象領域の範囲を指定する（Ｓ１１）。

[0138] 無人飛行体１００の処理部１１０は、指定された飛行範囲の情報を入力し、対応する飛行範囲を飛行し、所定の撮像位置において鉛直方向下向きに撮影対象領域のオブジェクトを俯瞰した状態で空撮する（Ｓ１２）。この場合、処理部１１０は、少ない撮像位置において大まかにオブジェクトを撮像（以下、「概略撮像」と称する場合がある）する。無人飛行体１００の処理部１１０は、各撮像位置における俯瞰の撮像画像を取得し、メモリ１６０に撮像画像を記録する。

[0139] 処理部８１の飛行経路処理部８１１は、撮影対象領域の鉛直方向下方の概略撮像（下向き空撮）により得られた撮像画像を取得してメモリ８７又はストレージ８９に格納する。飛行経路処理部８１１は、取得した撮像画像群を

用いて公知の３次元形状復元技術によってオブジェクト（建物、地面など）の概略形状を推定することで、概略形状を取得する（Ｓ１３）。概略形状の３次元形状データは、例えばポリゴンデータを含んでよい。

[0140] なお、オブジェクトの概略形状は、対象領域の空撮によって取得するのに代えて、携帯端末８０又はサーバ等の他の装置が保持している３次元地図データベースを利用し、３次元地図データベースの地図情報に含まれる建物、道路などの３次元情報（例えばポリゴンデータ）によって概略形状の３次元形状データを取得してよい。

[0141] 飛行経路処理部８１１は、取得したオブジェクトの概略形状を用いて、オブジェクトの３次元形状推定のための詳細な撮像用の飛行経路を生成する（Ｓ１４）。オブジェクトの概略形状を用いた飛行経路の生成手順については、いくつかの例を後述する。

[0142] 上記の動作例により、オブジェクトの３次元形状推定を行うための飛行経路を生成し、オブジェクトの詳細な撮像を自動化できる。また、オブジェクトに対する適切な飛行経路の設定を自動化できる。

[0143] ［概略形状取得］

次に、飛行経路生成処理におけるオブジェクトの概略形状の取得方法の一例について説明する。

[0144] 図９は、飛行範囲Ａ１の入力例を説明するための図である。

[0145] 例えば、携帯端末８０の処理部８１は、操作部８３によって、飛行範囲Ａ１の情報を入力する。操作部８３は、飛行範囲Ａ１として、地図情報Ｍ１に示された３次元形状データの生成を望む所望の範囲のユーザ入力を受け付けてよい。飛行範囲Ａ１の情報は、所望の範囲に限らず、所定の飛行範囲でもよい。所定の飛行範囲は、例えば定期的に３次元形状データを生成して３次元形状を計測するための範囲の１つでもよい。

[0146] 図１０は、飛行経路ＦＰＡでの概略撮像を説明するための図である。

[0147] 処理部８１において、飛行経路処理部８１１は、飛行経路ＦＰＡでは、各撮像位置ＣＰの間隔（撮像位置間隔）を、間隔ｄ１１に設定してよい。間隔

ｄ１１は、オブジェクト（例えば建物）のサイズが推定可能となる程度の疎な間隔（例えば数１０ｍ間隔）である。間隔ｄ１１は、少なくとも、隣り合う撮像位置ＣＰでの撮像範囲が一部重複する間隔に設定される。飛行経路ＦＰＡの間隔ｄ１１での各撮像位置ＣＰでの撮像を、概略撮像と称してよい。無人飛行体１００は、疎な間隔で撮像することで、密な間隔で撮像するよりも撮像時間を短縮できる。無人飛行体１００が飛行する飛行経路の鉛直方向（地面に向かう方向、重力方向）には、建物ＢＬや山ＭＴを含む景色が広がっていてよい。従って、建物ＢＬや山ＭＴは、撮像範囲に存在し、撮像対象となる。この概略撮像による撮像画像によって、オブジェクトの概略形状が取得可能である。

[0148] 図１１は、飛行経路ＦＰＡにより得られた概略撮像に基づく概略形状の３次元形状データの生成を説明するための図である。

[0149] 処理部８１において、形状データ処理部８１２は、飛行経路ＦＰＡの概略撮像により各撮像位置ＣＰで得られた複数の撮像画像ＣＩ１を基に、オブジェクトの概略形状の３次元形状データＳＤ１を生成する。ユーザは、３次元形状データＳＤ１を表示等により確認することで、飛行経路ＦＰＡの鉛直方向に存在した地面の概略形状を把握できる。ユーザは、概略撮像に基づく３次元形状データＳＤ１により得られる形状（概略形状）の確認により、山ＭＴが存在することは確認可能であるが、建物ＢＬの存在は確認できない。これは、山ＭＴはその輪郭がなだらかであり、飛行経路ＦＰＡに従う上空から撮像しても、撮像画像ＣＩ１内に３次元形状データＳＤ１の生成に必要な画像が足りるためである。また、これは、建物ＢＬはその輪郭が鉛直方向に略平行となり、建物ＢＬの上空で水平方向に無人飛行体１００が進行する飛行経路ＦＰＡの撮像位置ＣＰにおいて、建物ＢＬの側面を十分に撮像することが困難であるためである。つまり、建物ＢＬの周辺は、下向きに撮像した撮像画像からは３次元形状推定に必要な情報が取得できない。

[0150] そこで、飛行経路処理部８１１は、オブジェクトの概略形状のデータを用いて、オブジェクトの鉛直方向に平行な側面に向かう方向、すなわち水平方

向（鉛直方向の法線方向）に向けてオブジェクトの側面を側方から撮像するように、飛行経路及び撮像位置を生成して設定する。形状データ処理部８１２は、生成した飛行経路に従って撮像したオブジェクトの側方の撮像画像を含む撮像画像を用いて、オブジェクトの３次元形状データを生成する。これにより、オブジェクトの３次元形状の推定精度を向上できる。

[0151] ［３次元形状推定］

図１２は、実施形態における３次元形状推定方法の処理手順の一例を示すフローチャートである。本例では、情報処理装置の処理部の一例としての携帯端末８０の処理部８１が主体的に処理を実行するものとする。

[0152] 処理部８１の飛行経路処理部８１１は、生成した飛行経路を用いて、無人飛行体１００に対して飛行経路の設定を行う（Ｓ２１）。無人飛行体１００の処理部１１０は、設定された飛行経路に従って、撮影対象領域の飛行範囲を飛行し、所定の撮像位置において側方に向かってオブジェクトを空撮する（Ｓ２２）。この場合、処理部１１０は、所定の撮像位置間隔毎に撮像範囲を一部重複させて詳細にオブジェクトを撮像（以下、「詳細撮像」と称する場合がある）する。無人飛行体１００の処理部１１０は、各撮像位置における撮像画像を取得し、メモリ１６０に撮像画像を記録する。

[0153] 処理部８１の形状データ処理部８１２は、撮影対象領域の詳細撮像（側方空撮）により得られた撮像画像を取得してメモリ８７又はストレージ８９に格納する。形状データ処理部８１２は、取得した撮像画像群から公知の３次元形状復元技術によってオブジェクト（建物、地面など）の立体形状を推定することで、３次元形状データを生成する（Ｓ２３）。

[0154] これにより、オブジェクトを側方から撮像した詳細な撮像画像を用いて、オブジェクトの側面の形状を含む３次元形状データを生成できる。したがって、オブジェクトを下向きに撮像した撮像画像では復元が困難であった側面の詳細形状を推定でき、オブジェクトの３次元形状データの精度を向上できる。

[0155] ［飛行経路生成の第１動作例］

図１３は、実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第１動作例を説明するための図である。第１動作例は、オブジェクトを囲む立方体等の多面体を算出してオブジェクトの側方に向かう撮影平面を生成する例である。

[0156] 処理部８１の飛行経路処理部８１１は、取得した概略形状を用いて、オブジェクトの外形を囲むような多面体を算出する。この多面体は、オブジェクトの概略形状に対して、外側に接するか又は少し大きい立体である。図示例では、多面体の一例として立方体３０１を算出した例を示す。飛行経路処理部８１１は、立方体３０１の多面体において、少なくとも一つの側面３０３を抽出する。側面３０３は、多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面であってよい。飛行経路処理部８１１は、抽出した側面３０３に対して、多面体の外向きに法線３０４を算出する。法線３０４は、側面３０３の面上に沿う２つのベクトル（例えば、各頂点のいずれかを結ぶベクトル）の外積によって算出できる。飛行経路処理部８１１は、取得した法線３０４を用いて、所定の撮影距離を有して側面３０３と平行する撮影平面３０５を算出する。この撮影平面３０５は、側面３０３から所定の撮影距離に位置し、法線３０４に対して垂直な平面となる。飛行経路処理部８１１は、生成した撮影平面３０５において、この平面内で所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置（ウェイポイント）３０６を設定し、各撮像位置３０６を通る撮影経路３０７を決定することにより、この撮影経路３０７を含む飛行経路を生成する。各撮像位置３０６における撮影方向は、法線３０４の方向と逆方向でオブジェクトの側面に対向する方向となる。オブジェクトを囲む多面体が立方体、直方体、或いは柱状体の場合、撮影平面は鉛直方向の平面となり、撮影方向は撮影平面と垂直な水平方向となる。

[0157] 図１４は、撮影平面３０５における複数の撮像位置３０６の設定を説明するための図である。飛行経路処理部８１１は、多面体の側面３０３に対して、法線方向に所定の撮影距離Ｌを設定し、側面３０３から撮影距離Ｌ離れた位置に側面３０３と平行な撮影平面３０５を算出する。飛行経路処理部８１

１は、撮影平面３０５において、所定の撮像位置間隔ｄを設定し、撮像位置間隔ｄ毎に撮像位置３０６を決定する。撮影距離Ｌと撮像位置間隔ｄの設定は、例えば以下に示す方法を用いてよい。

[0158] ［１］ユーザが撮影距離Ｌ［ｍ］と撮像位置間隔ｄ［ｍ］を指定する。携帯端末８０の処理部８１は、ユーザによる操作入力に従い、操作部８３によって、撮影距離Ｌと撮像位置間隔ｄの情報を入力し、メモリ８７に格納する。これにより、ユーザの指定による撮影距離と撮像位置間隔に基づいて詳細撮像用の撮像位置を設定できる。

[0159] ［２］ユーザが撮影距離Ｌ［ｍ］と撮像範囲の重複率r_{side}［％］を指定し、撮影距離Ｌ及び重複率r_{side}から撮像位置間隔ｄ［ｍ］を算出する。撮像位置間隔ｄは、撮影距離Ｌ、重複率r_{side}、及び撮像装置の画角ＦＯＶ（Field of View）を用いて、次の数式（１）により算出できる。

[0160] [数1]

$$d = L * FOV * (1 - r_{side}) \quad \cdots (1)$$

[0161] 携帯端末８０の処理部８１は、ユーザによる操作入力に従い、操作部８３によって、撮影距離Ｌと重複率r_{side}の情報を入力し、メモリ８７に格納する。処理部８１は、インタフェース部８２又は無線通信部８５によって、無人飛行体１００より撮像装置２２０の画角ＦＯＶの情報を取得し、メモリ８７に格納する。処理部８１は、上記数式（１）によって撮像位置間隔ｄを算出する。これにより、ユーザの指定による撮影距離と撮像範囲の重複率に基づいて撮像位置間隔を算出し、詳細撮像用の撮像位置を設定できる。

[0162] ［３］ユーザが撮像画像の解像度ｒ［ｍ／pixel］と撮像範囲の重複率r_{side}［％］を指定し、解像度ｒ及び重複率r_{side}から撮像位置間隔ｄ［ｍ］を算出する。また、撮像位置間隔ｄから撮影距離Ｌ［ｍ］を算出する。撮像位置間隔ｄは、解像度ｒ、撮像画像の幅ｗ、及び重複率r_{side}を用いて、次の数式（２）により算出できる。

[0163] [数2]

$$d = r * w * (1 - r_{side}) \quad \cdots (2)$$

[0164] 撮影距離Ｌは、撮像位置間隔ｄ、重複率r_{side}、及び撮像装置の画角ＦＯＶを用いて次の数式（３）により算出できる。

[0165] [数3]

$$L = \frac{d}{FOV * (1 - r_{side})} \quad \cdots (3)$$

[0166] 携帯端末８０の処理部８１は、ユーザによる操作入力に従い、操作部８３によって、解像度ｒと重複率r_{side}の情報を入力し、メモリ８７に格納する。処理部８１は、上記数式（２）によって撮像位置間隔ｄを算出する。処理部８１は、インタフェース部８２又は無線通信部８５によって、無人飛行体１００より撮像装置２２０の画角ＦＯＶの情報を取得し、メモリ８７に格納する。処理部８１は、上記数式（３）によって撮影距離Ｌを算出する。これにより、ユーザの指定による撮像画像の解像度と撮像範囲の重複率に基づいて撮像位置間隔を算出し、詳細撮像用の撮像位置を設定できる。

[0167] 飛行経路処理部８１１は、撮影平面３０５において、設定した撮像位置間隔ｄに基づき、複数の撮像位置３０６を撮像位置間隔ｄ毎に等間隔に配置し、これらの撮像位置３０６を通る撮影経路３０７を決定する。撮影平面３０５における始点や終点の撮像位置など、撮影平面３０５の端部の撮像位置は、撮影平面３０５の側端から１／２ｄ以下の範囲に設定してよい。

[0168] 図１５は、実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第１動作例の処理手順を示すフローチャートである。処理部８１の飛行経路処理部８１１は、取得した概略形状を用いて、オブジェクトの外形を囲む多面体（立方体３０１）を算出する（Ｓ３１）。飛行経路処理部８１１は、立方体３０１の多面体において、少なくとも一つ（立方体では４つ）の側面３０３を順番に抽出する（Ｓ３２）。飛行経路処理部８１１は、抽出した１つの側面３０３に対して、多面体の外向きに法線３０４を算出する（Ｓ３３）。飛行経路処理部８１１は、取得した法線３０４を用いて、所定の撮影距離Ｌ離れた位置にその側面３０３と平行する撮影平面３０５を算出する（Ｓ３４）。

[0169] 飛行経路処理部８１１は、算出した１つの撮影平面３０５において、所定の撮像位置間隔ｄを持つ複数の撮像位置（ウェイポイント）３０６を設定し、これらの各撮像位置からオブジェクトを向く方向に撮影する撮影経路３０７を生成する（Ｓ３５）。飛行経路処理部８１１は、オブジェクトに関して、抽出した全ての側面３０３の撮影経路３０７の生成が完了したかを判定する（Ｓ３６）。全ての側面３０３の撮影経路生成が完了していない場合、飛行経路処理部８１１は、ステップＳ３２の処理に戻り、次の側面３０３を抽出し、撮影経路３０７の生成まで同様の処理を繰り返す（Ｓ３２～Ｓ３５）。ステップＳ３６において、全ての側面３０３の撮影経路生成が完了した場合、飛行経路処理部８１１は、それぞれの撮影平面３０５の撮影経路３０７を結合し、飛行経路を生成する（Ｓ３７）。

[0170] 無人飛行体１００の処理部１１０は、通信インタフェース１５０によって携帯端末８０と通信を行い、飛行経路処理部８１１により生成された飛行経路の情報を取得し、無人飛行体１００の飛行経路を設定する。処理部１１０は、設定した飛行経路に従ってオブジェクトの周囲を飛行し、複数の撮像位置（ウェイポイント）のそれぞれにおいて撮像装置２２０、２３０によってオブジェクトを撮像する。処理部１１０は、各撮影平面３０５の撮影経路３０７を結合した飛行経路によって、撮影平面３０５毎に順番にそれぞれの撮像位置３０６にて撮像する。すなわち、処理部１１０は、被写体に含まれるオブジェクトに対して、概略形状の多面体（立方体３０１）の１つの側面３０３に対応する撮影平面３０５において各撮像位置３０６にて撮像が完了すると、次の側面に対応する撮影平面、例えば現在の側面に隣接する側面の撮影平面に移動し、この撮影平面の各撮像位置にて撮像を行う。このように、無人飛行体１００は、飛行経路に設定された全ての撮影平面の撮像位置において、オブジェクトの側面に向かって撮像した側方の撮像画像を取得する。

[0171] 携帯端末８０の処理部８１は、インタフェース部８２又は無線通信部８５によって無人飛行体１００と通信を行い、無人飛行体１００によって撮像された撮像画像を取得する。処理部８１の形状データ処理部８１２は、取得し

たオブジェクトの側方の撮像画像を用いて、オブジェクト（建物、地面など）の３次元形状データを生成することにより、オブジェクトの側面の形状を含む詳細な３次元形状を推定可能となる。

[0172] なお、撮像画像は、側方の撮像画像とともに、オブジェクトを詳細撮像用の撮像位置間隔で鉛直方向下向きに詳細撮像を行った下方の撮像画像を含んでよい。この場合、飛行経路処理部８１１は、オブジェクトの上面についても側面と同様に複数の撮像位置を含む撮影経路を設定し、飛行経路を生成する。

[0173] 上記動作例により、オブジェクトの概略形状を囲む多面体を算出し、多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出することで、オブジェクトの側方に向かって撮像可能な概略形状の側面を抽出できる。このため、オブジェクトの概略形状を用いて、オブジェクトを側方から見た詳細撮像が可能な撮像位置を設定できる。

[0174] ［飛行経路生成の第２動作例］

図１６は、実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第２動作例を説明するための図である。第２動作例は、オブジェクトの概略形状を示すメッシュを簡略化してオブジェクトの側方に向かう撮影平面を生成する例である。

[0175] 処理部８１の飛行経路処理部８１１は、取得した概略形状を用いて、オブジェクトの概略形状を示すメッシュを簡略化する。メッシュの簡略化手法としては、公知の方法を用いてよい。公知の方法として、例えば、Vertex clustering法、Incremental decimation法などが挙げられる。メッシュ簡略化処理において、ポリゴンデータを簡略化して複雑な形状を単純化し、１つの面を表すポリゴンの数を削減するスムージングを行う。図示例では、飛行経路処理部８１１は、概略形状３１１に対して簡略化処理を施し、簡略化した多面体３１２を算出する。飛行経路処理部８１１は、簡略化した多面体３１２において、少なくとも一つの側面３１３を抽出し、抽出した側面３１３に対して、多面体の外向きに法線３１４を算出する。この場合、多面体３１２の

各平面について法線の向きを判定し、正規化した法線の垂直成分Ｎｚの絶対値が０．１より小さい（｜Ｎｚ｜＜０．１）場合、その平面を側面３１３として抽出する。側面３１３は、多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面であってよい。飛行経路処理部８１１は、取得した法線３１４を用いて、所定の撮影距離Ｌを有して側面３１３と平行する撮影平面３１５を算出する。飛行経路処理部８１１は、算出した撮影平面３１５において、所定の撮像位置間隔ｄを持つ複数の撮像位置（ウェイポイント）３１６を設定し、各撮像位置３１６を通る撮影経路３１７を決定し、この撮影経路３１７を含む飛行経路を生成する。この場合、撮影平面は鉛直方向に対し所定範囲以内の切り立った平面となり、撮影方向は略水平方向に側方に向かう方向、すなわちオブジェクトの側面と対向する方向となる。

[0176] 図１７は、実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第２動作例の処理手順を示すフローチャートである。処理部８１の飛行経路処理部８１１は、取得した概略形状を用いて、オブジェクトの概略形状のメッシュ簡略化を行い、概略形状３１１を簡略化した多面体３１２を算出する（Ｓ４１）。飛行経路処理部８１１は、多面体３１２において、少なくとも一つの側面３１３を抽出する（Ｓ４２）。飛行経路処理部８１１は、抽出した１つの側面３１３に対して、多面体の外向きに法線３１４を算出する（Ｓ４３）。飛行経路処理部８１１は、算出した法線３１４を用いて、所定の撮影距離Ｌ離れた位置にその側面３１３と平行する撮影平面３１５を算出する（Ｓ４４）。

[0177] 飛行経路処理部８１１は、生成した１つの撮影平面３１５において、所定の撮像位置間隔ｄを持つ複数の撮像位置（ウェイポイント）３１６を設定し、これらの各撮像位置からオブジェクトを向く方向に撮影する撮影経路３１７を生成する（Ｓ４５）。飛行経路処理部８１１は、オブジェクトに関して、抽出した全ての側面３１３の撮影経路３１７の生成が完了したかを判定する（Ｓ４６）。全ての側面３１３の撮影経路生成が完了していない場合、飛行経路処理部８１１は、ステップＳ４２の処理に戻り、現在の側面に隣接し

ている次の側面３１３を抽出し、撮影経路３１７の生成まで同様の処理を繰り返す（Ｓ４２～Ｓ４５）。ステップＳ４６において、全ての側面３１３の撮影経路生成が完了した場合、飛行経路処理部８１１は、それぞれの撮影平面３１５の撮影経路３１７を結合し、飛行経路を生成する（Ｓ４７）。

[0178] 上記動作例により、オブジェクトの概略形状を簡略化した多面体を算出し、多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出することで、オブジェクトの側方を向いて撮像可能な概略形状の側面を抽出できる。このため、オブジェクトの概略形状を用いて、オブジェクトを側方から見た詳細撮像が可能な撮像位置を設定できる。

[0179] ［飛行経路生成の第３動作例］

図１８は、実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第３動作例を説明するための図である。第３動作例は、オブジェクトを囲む複数の立方体等の多面体を結合してオブジェクトの側方に向かう撮影平面を生成する例である。

[0180] 処理部８１の飛行経路処理部８１１は、取得した概略形状を用いて、建物などの複数のオブジェクトについて、各オブジェクトの概略形状を囲む複数の多面体をそれぞれ算出する。図示例では、複数の多面体の一例として近接して存在する立方体又は直方体の多面体３２１Ａ、３２１Ｂ、３２１Ｃを算出した例を示す。飛行経路処理部８１１は、複数の多面体３２１Ａ、３２１Ｂ、３２１Ｃを結合し、結合した多面体３２２を算出する。近接する多面体を結合することにより、側方の詳細撮像時の無人飛行体１００のオブジェクトへの衝突を回避する。飛行経路処理部８１１は、結合した多面体３２２において、少なくとも一つの側面３２３を抽出する。側面３２３は、多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面であってよい。飛行経路処理部８１１は、抽出した側面３２３に対して、多面体の外向きに法線３２４を算出する。飛行経路処理部８１１は、算出した法線３２４を用いて、所定の撮影距離Ｌを有して側面３２３と平行する撮影平面３２５を算出する。飛行経路処理部８１１は、算出した撮影平面３２５の内部

において、所定の撮像位置間隔ｄを持つ複数の撮像位置（ウェイポイント）３２６を設定し、各撮像位置３２６を通る撮影経路３２７を決定し、この撮影経路３２７を含む飛行経路を生成する。各撮像位置３２６における撮影方向は、法線３２４の方向と逆方向でオブジェクトの側面と対向する方向となる。オブジェクトを囲む多面体が立方体、直方体、或いは柱状体の場合、撮影平面は鉛直方向の平面となり、撮影方向は撮影平面と垂直な水平方向となる。

[0181] 図１９は、実施形態におけるオブジェクトの概略形状を用いた飛行経路生成の第３動作例の処理手順を示すフローチャートである。処理部８１の飛行経路処理部８１１は、取得した概略形状を用いて、複数のオブジェクトについて、各オブジェクトの外形を囲む複数の多面体３２１Ａ、３２１Ｂ、３２１Ｃを算出する（Ｓ５１）。飛行経路処理部８１１は、各多面体３２１Ａ、３２１Ｂ、３２１Ｃを結合し、結合した多面体３２２を算出する（Ｓ５２）。飛行経路処理部８１１は、結合した多面体３２２において、少なくとも一つの側面３２３を順番に抽出する（Ｓ３２）。飛行経路処理部８１１における、多面体の側面３２３の抽出（Ｓ３２）、法線３２４の算出（Ｓ３３）、撮影平面３２５の算出（Ｓ３４）、撮像位置３２６の決定及び撮影経路３２７の生成（Ｓ３５）、全撮影経路の生成完了の判定（Ｓ３６）の各処理は、図１５に示した第１動作例と同様であり、ここでは説明を省略する。

[0182] 飛行経路処理部８１１は、ステップＳ３６において、全ての側面３２３の撮影経路生成が完了していない場合、ステップＳ３２の処理に戻り、現在の側面に隣接している次の側面３２３を抽出し、撮影経路３２７の生成まで同様の処理を繰り返す（Ｓ３２～Ｓ３５）。全ての側面３２３の撮影経路生成が完了した場合、飛行経路処理部８１１は、結合した多面体３２２におけるそれぞれの撮影平面３２５の撮影経路３２７を結合し、飛行経路を生成する（Ｓ５７）。

[0183] なお、上述した第２動作例と第３動作例とを組み合わせて、オブジェクトの概略形状の簡略化と複数の多面体の結合とを行い、側面の抽出、撮影平面

及び撮像位置の設定、及び撮影経路の決定を行うことにより、飛行経路を生成してよい。

[0184] 上記動作例により、オブジェクトの複数の概略形状に対応する多面体をそれぞれ算出し、近接する複数の多面体を結合して、結合した多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出することで、オブジェクトの側方を向いて撮像可能な概略形状の側面を抽出できる。このため、オブジェクトの概略形状を用いて、オブジェクトを側方から見た詳細撮像が可能な撮像位置を設定できる。複数の多面体を結合して側面を抽出することで、オブジェクトが近接して存在する場合に、側方の詳細撮像時に飛行体がオブジェクトへ衝突することを回避できる。

[0185] 上記構成例では、情報処理装置として機能する携帯端末８０によって、オブジェクトの概略形状を用いて、オブジェクトを側方から見た詳細撮像が可能な撮像位置を設定し、撮像位置を通る飛行経路を設定できる。

[0186] 本実施形態によれば、オブジェクトの概略形状を用いて、オブジェクトを側方から見た詳細撮像が可能な撮像位置を設定できる。概略形状の側面を抽出することで、オブジェクトの側面に対応する側方の詳細撮像用の撮像位置を設定できる。設定した撮像位置を通過する飛行経路を生成することで、オブジェクトの側方を含む詳細撮像用の飛行経路を設定できる。抽出した側面毎に、側面に対向する撮像位置を設定することで、オブジェクトを側方から見た水平方向の詳細撮像が可能となる。

[0187] 本実施形態によれば、抽出した側面に対応して、所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置を設定することで、適切な解像度、重複率を持つ撮像画像を取得できる。設定した複数の撮像位置を通る撮影経路を決定し、撮影経路を含む飛行経路を生成することで、オブジェクトの側方を含む詳細撮像用の飛行経路を設定できる。抽出した側面に対して所定の撮影距離を有して平行する撮影平面を生成することで、オブジェクトの側面に対向する撮像位置を容易に決定できる。側面に対する法線を算出することで、側面に対して所定の撮影距離において平行する撮影平面を容易に生成できる。所定の撮像位置

間隔として、各撮像位置において撮像した撮像画像の一部が他と重複する撮像位置間隔を用いることで、適切な重複率を持つ撮像画像を取得可能な撮像位置を設定できる。一つの側面において撮像位置を通過する飛行経路を生成し、この側面と隣接する次の側面において撮像位置を通過する飛行経路を生成することで、オブジェクトの複数の側面に対応して、側面毎に順番に飛行して効率良く撮像できる。オブジェクトを下向きに撮像した撮像画像を取得し、この撮像画像を用いてオブジェクトの概略形状の３次元形状データを取得することで、所望のオブジェクトの概略形状を取得できる。

[0188] ［飛行経路生成システム、第２構成例］

図２０は、実施形態における飛行経路生成システム１０Ａの第２構成例を示す模式図である。飛行経路生成システム１０Ａは、無人飛行体１００及びＰＣ（Personal Computer）７０を含む。無人飛行体１００及びＰＣ７０は、有線通信又は無線通信（例えば無線ＬＡＮ、又はＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標））を用いて、互いに通信可能である。ＰＣ７０は、デスクトップＰＣ、ノートＰＣ、タブレット端末などのコンピュータでよい。ＰＣ７０は、ネットワークにより接続されたサーバとクライアント端末によるコンピュータでよい。ＰＣ７０は、情報処理装置の一例である。

[0189] ＰＣ７０は、処理部の一例としてのプロセッサ（例えばＣＰＵ、ＭＰＵ又はＤＳＰ）、記憶部の一例としてのメモリ、通信インタフェース、ディスプレイ、入力デバイス、ストレージを含んでよい。情報処理装置の一例としてのＰＣ７０は、図７に示した携帯端末８０が備える処理部８１、飛行経路処理部８１１、形状データ処理部８１２と同様の機能を有する。

[0190] 上記構成例では、情報処理装置として機能するＰＣ７０によって、オブジェクトの概略形状を用いて、オブジェクトを側方から見た詳細撮像が可能な撮像位置を設定し、撮像位置を通る飛行経路を設定できる。

[0191] ［飛行経路生成システム、第３構成例］

図２１は、実施形態における飛行経路生成システム１０Ｂの第３構成例に係る無人飛行体１００Ａのハードウェア構成の一例を示すブロック図である

。飛行経路生成システム１０Ｂの無人飛行体１００Ａは、図４に示した無人飛行体１００と比較すると、処理部１１０の代わりに処理部１１０Ａを備える。無人飛行体１００Ａは、情報処理装置の一例としての機能を有し、無人飛行体１００Ａの処理部１１０Ａは、情報処理装置の処理部の一例である。図２１の無人飛行体１００Ａにおいて、図４の無人飛行体１００と同様の構成については、同一の符号を付し、説明を省略又は簡略化する。

[0192] 情報処理装置の処理部の一例としての処理部１１０Ａは、飛行経路処理部１１１、形状データ処理部１１２を含む。飛行経路処理部１１１は、図７に示した携帯端末８０が備える飛行経路処理部８１１と同様の機能を有する。形状データ処理部１１２は、図７に示した携帯端末８０が備える形状データ処理部８１２と同様の機能を有する。

[0193] 上記構成例では、情報処理装置として機能する無人飛行体１００Ａの処理部１１０Ａによって、オブジェクトの概略形状を用いて、オブジェクトを側方から見た詳細撮像が可能な撮像位置を設定し、撮像位置を通る飛行経路を設定できる。

[0194] ［飛行経路生成システム、第４構成例］

図２２は、実施形態における飛行経路生成システム１０Ｃの第４構成例に係る送信機５０Ａのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。送信機５０Ａは、図６に示した送信機５０と比較すると、処理部６１の代わりに処理部６１Ａを備える。送信機５０Ａは、情報処理装置の一例としての機能を有し、送信機５０Ａの処理部６１Ａは、情報処理装置の処理部の一例である。図２２の送信機５０Ａにおいて、図６の送信機５０と同様の構成については、同一の符号を付し、説明を省略又は簡略化する。

[0195] 情報処理装置の処理部の一例としての処理部６１Ａは、飛行経路処理部６１１、形状データ処理部６１２を含む。飛行経路処理部６１１は、図７に示した携帯端末８０が備える飛行経路処理部８１１と同様の機能を有する。形状データ処理部６１２は、図７に示した携帯端末８０が備える形状データ処理部８１２と同様の機能を有する。

[0196] 上記構成例により、情報処理装置として機能する送信機５０Ａの処理部６１Ａによって、オブジェクトの概略形状を用いて、オブジェクトを側方から見た詳細撮像が可能な撮像位置を設定し、撮像位置を通る飛行経路を設定できる。

[0197] なお、上記実施形態において、生成した飛行経路を飛行体に設定し、飛行体が飛行経路に従って撮影対象領域を飛行しながら、オブジェクトに対して側方の詳細撮像を含む撮像を行って取得した撮像画像は、撮影対象領域に存在するオブジェクトの３次元形状データの生成に用いてよい。側方の詳細撮像により取得した撮像画像は、オブジェクトの側面の検査に使用してよい。

[0198] なお、上記実施形態において、飛行経路生成方法におけるステップを実行する情報処理装置は、携帯端末８０、無人飛行体１００Ａ、送信機５０Ａのいずれかに有する例を示したが、他のプラットフォームにおいて情報処理装置を有し、飛行経路生成方法におけるステップを実行してよい。

[0199] 以上、本開示について実施形態を用いて説明したが、本開示に係る発明の技術的範囲は上述した実施形態に記載の範囲には限定されない。上述した実施形態に、多様な変更又は改良を加えることが当業者に明らかである。その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載からも明らかである。

[0200] 特許請求の範囲、明細書、及び図面中において示した装置、システム、プログラム、及び方法における動作、手順、ステップ、及び段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現可能である。特許請求の範囲、明細書、及び図面中の動作フローに関して、便宜上「先ず、」、「次に」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0201] １０、１０Ｂ、１０Ｃ　飛行経路生成システム

５０、５０Ａ　送信機

６１、６１Ａ　処理部

６３　無線通信部

６５　インタフェース部

６７　メモリ

７０　ＰＣ

８０　携帯端末

８１　処理部

８２　インタフェース部

８３　操作部

８５　無線通信部

８７　メモリ

８８　表示部

８９　ストレージ

１００、１００Ａ　無人飛行体（ＵＡＶ）

１１０、１１０Ａ　処理部

１１１　飛行経路処理部

１１２　形状データ処理部

１５０　通信インタフェース

１６０　メモリ

１７０　ストレージ

２００　ジンバル

２１０　回転翼機構

２２０、２３０　撮像装置

３０１　立方体

３０３、３１３、３２３　側面

３０４、３１４、３２４　法線

３０５、３１５、３２５　撮影平面

３０６、３１６、３２６　撮像位置（ウェイポイント）

３０７、３１７、３２７　撮影経路

３１１　概略形状

３１２、３２１Ａ、３２１Ｂ、３２１Ｃ　多面体

３２２　結合した多面体

６１１　飛行経路処理部

６１２　形状データ処理部

８１１　飛行経路処理部

８１２　形状データ処理部

ＯＰＳ　操作部セット

請求の範囲

[請求項1] 被写体を撮像する飛行体の飛行経路を生成する飛行経路生成方法であって、

前記被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得するステップと、

前記概略形状における側面を抽出するステップと、

前記側面に対応する撮像位置を設定するステップと、

前記撮像位置を通過する飛行経路を生成するステップと、を有する、

飛行経路生成方法。

[請求項2] 前記撮像位置を設定するステップは、

前記抽出した側面毎に、前記側面に対向する撮像位置を設定するステップを含む、

請求項１に記載の飛行経路生成方法。

[請求項3] 前記撮像位置を設定するステップは、

前記側面に対応して、所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置を設定するステップを含む、

請求項１又は２に記載の飛行経路生成方法。

[請求項4] 前記飛行経路を生成するステップは、

前記複数の撮像位置を通る撮影経路を決定し、前記撮影経路を含む飛行経路を生成するステップを含む、

請求項３に記載の飛行経路生成方法。

[請求項5] 前記側面に対して所定の撮影距離を有して平行する撮影平面を生成するステップ、を更に有し、

前記撮像位置を設定するステップは、

前記撮影平面において所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置を設定するステップを含む、

請求項１に記載の飛行経路生成方法。

[請求項6] 前記撮像位置を設定するステップは、

前記所定の撮像位置間隔として、各撮像位置において撮像した撮像画像の一部が他と重複する撮像位置間隔を用いる、

請求項３又は５に記載の飛行経路生成方法。

[請求項7] 前記オブジェクトの概略形状を囲む多面体を算出するステップ、を更に有し、

前記側面を抽出するステップは、

前記多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出するステップを含む、

請求項１に記載の飛行経路生成方法。

[請求項8] 前記オブジェクトの概略形状を簡略化した多面体を算出するステップ、を更に有し、

前記側面を抽出するステップは、

前記多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出するステップを含む、

請求項１に記載の飛行経路生成方法。

[請求項9] 前記多面体を算出するステップは、

前記オブジェクトの複数の概略形状に対応する多面体をそれぞれ算出し、近接する複数の多面体を結合するステップを含む、

請求項７又は８に記載の飛行経路生成方法。

[請求項10] 前記飛行経路を生成するステップは、

一つの前記側面において前記撮像位置を通過する飛行経路を生成し、前記側面と隣接する次の側面において前記撮像位置を通過する飛行経路を生成するステップを含む、

請求項１に記載の飛行経路生成方法。

[請求項11] 前記オブジェクトを下向きに撮像した撮像画像を取得するステップ、を更に有し、

前記概略形状を取得するステップは、

前記撮像画像を用いて前記オブジェクトの概略形状の３次元形状データを取得するステップを含む、

請求項１に記載の飛行経路生成方法。

[請求項12] 被写体を撮像する飛行体の飛行経路を生成する情報処理装置であって、

前記飛行経路に関する処理を実行する処理部を有し、

前記処理部は、

前記被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得し、

前記概略形状における側面を抽出し、

前記側面に対応する撮像位置を設定し、

前記撮像位置を通過する飛行経路を生成する、

情報処理装置。

[請求項13] 前記処理部は、

前記撮像位置の設定において、

前記抽出した側面毎に、前記側面に対向する撮像位置を設定する、

請求項１２に記載の情報処理装置。

[請求項14] 前記処理部は、

前記撮像位置の設定において、

前記側面に対応して、所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置を設定する、

請求項１２又は１３に記載の情報処理装置。

[請求項15] 前記処理部は、

前記飛行経路の生成において、

前記複数の撮像位置を通る撮影経路を決定し、前記撮影経路を含む飛行経路を生成する、

請求項１４に記載の情報処理装置。

[請求項16] 前記処理部は、更に、

前記側面に対して所定の撮影距離を有して平行する撮影平面を生成

し、

前記撮像位置の設定において、

前記撮影平面において所定の撮像位置間隔を持つ複数の撮像位置を設定する、

請求項１２に記載の情報処理装置。

[請求項17] 前記処理部は、

前記撮像位置の設定において、

前記所定の撮像位置間隔として、各撮像位置において撮像した撮像画像の一部が他と重複する撮像位置間隔を用いる、

請求項１４又は１６に記載の情報処理装置。

[請求項18] 前記処理部は、更に、

前記オブジェクトの概略形状を囲む多面体を算出し、

前記側面の抽出において、

前記多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出する、

請求項１２に記載の情報処理装置。

[請求項19] 前記処理部は、更に、

前記オブジェクトの概略形状を簡略化した多面体を算出し、

前記側面の抽出において、

前記多面体における鉛直方向に沿う面、又は鉛直方向の所定角度範囲内に立った面を側面として抽出する、

請求項１２に記載の情報処理装置。

[請求項20] 前記処理部は、

前記多面体の算出において、

前記オブジェクトの複数の概略形状に対応する多面体をそれぞれ算出し、近接する複数の多面体を結合する、

請求項１８又は１９に記載の情報処理装置。

[請求項21] 前記処理部は、

前記飛行経路の生成において、

一つの前記側面において前記撮像位置を通過する飛行経路を生成し、前記側面と隣接する次の側面において前記撮像位置を通過する飛行経路を生成する、

請求項１２に記載の情報処理装置。

[請求項22] 前記処理部は、更に、

前記オブジェクトを下向きに撮像した撮像画像を取得し、

前記概略形状の取得において、

前記撮像画像を用いて前記オブジェクトの概略形状の３次元形状データを取得する、

請求項１２に記載の情報処理装置。

[請求項23] 被写体を撮像する飛行体と、前記飛行体の飛行経路を生成する処理部と、を有する飛行経路生成システムであって、

前記処理部は、

前記被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得し、

前記概略形状における側面を抽出し、

前記側面に対応する撮像位置を設定し、

前記撮像位置を通過する飛行経路を生成し、

前記飛行体は、

前記飛行経路を取得して設定する、

飛行経路生成システム。

[請求項24] 被写体を撮像する飛行体の飛行経路を生成するコンピュータに、

前記被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得するステップと、

前記概略形状における側面を抽出するステップと、

前記側面に対応する撮像位置を設定するステップと、

前記撮像位置を通過する飛行経路を生成するステップと、を実行させるための、

プログラム。

[請求項25] 被写体を撮像する飛行体の飛行経路を生成するコンピュータに、

前記被写体に含まれるオブジェクトの概略形状を取得するステップと、

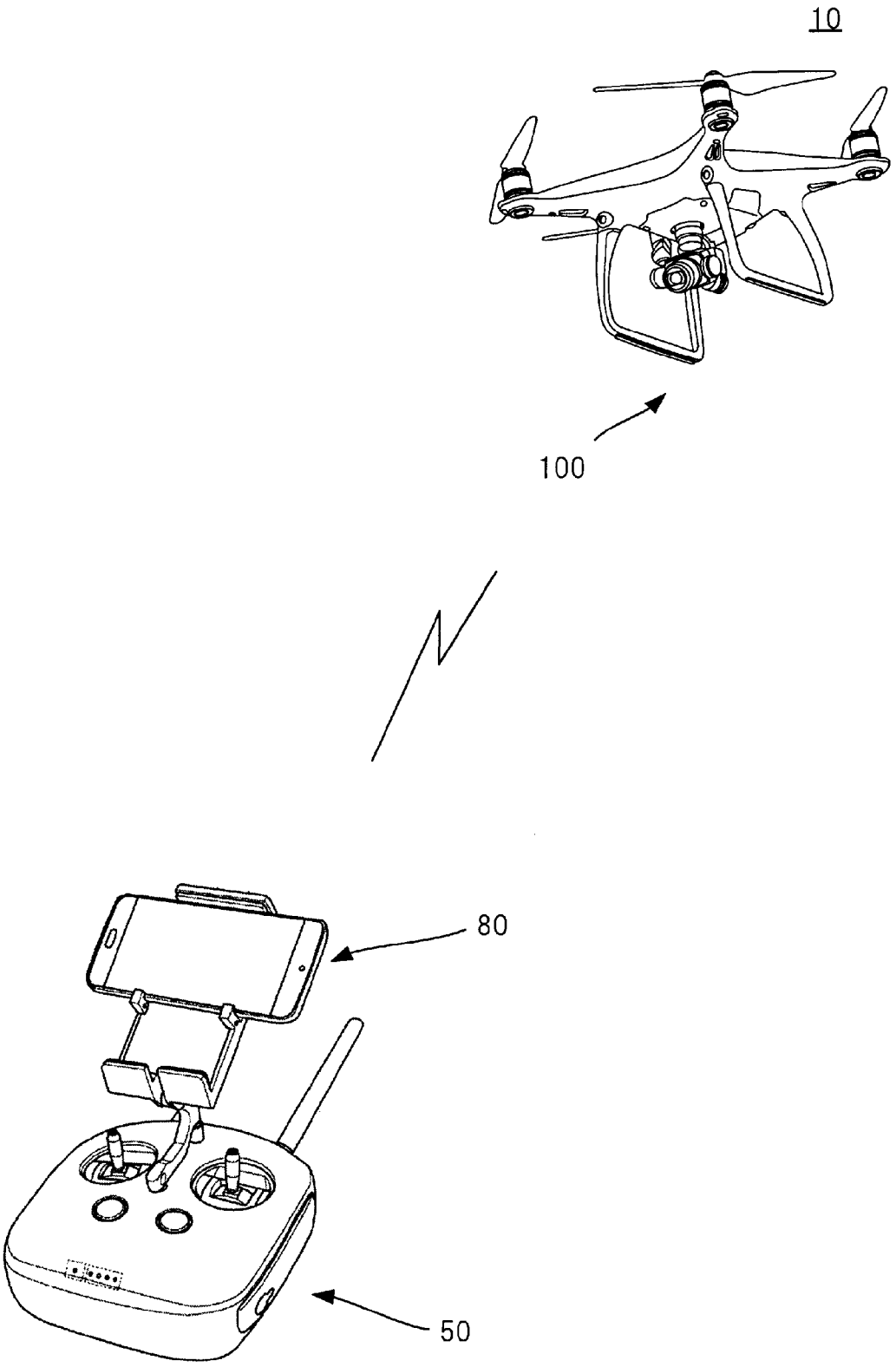
前記概略形状における側面を抽出するステップと、

前記側面に対応する撮像位置を設定するステップと、

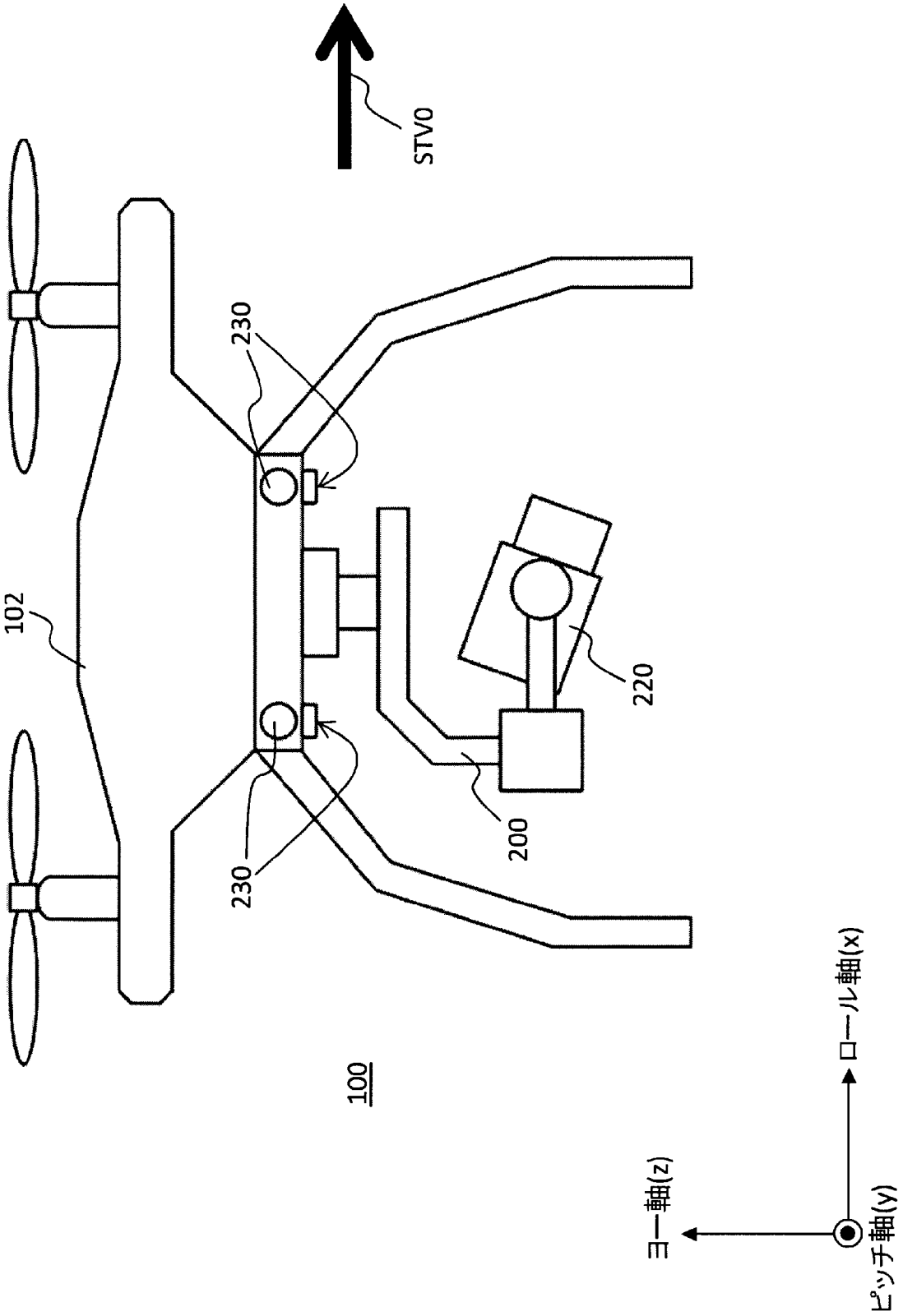
前記撮像位置を通過する飛行経路を生成するステップと、を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な、

記録媒体。

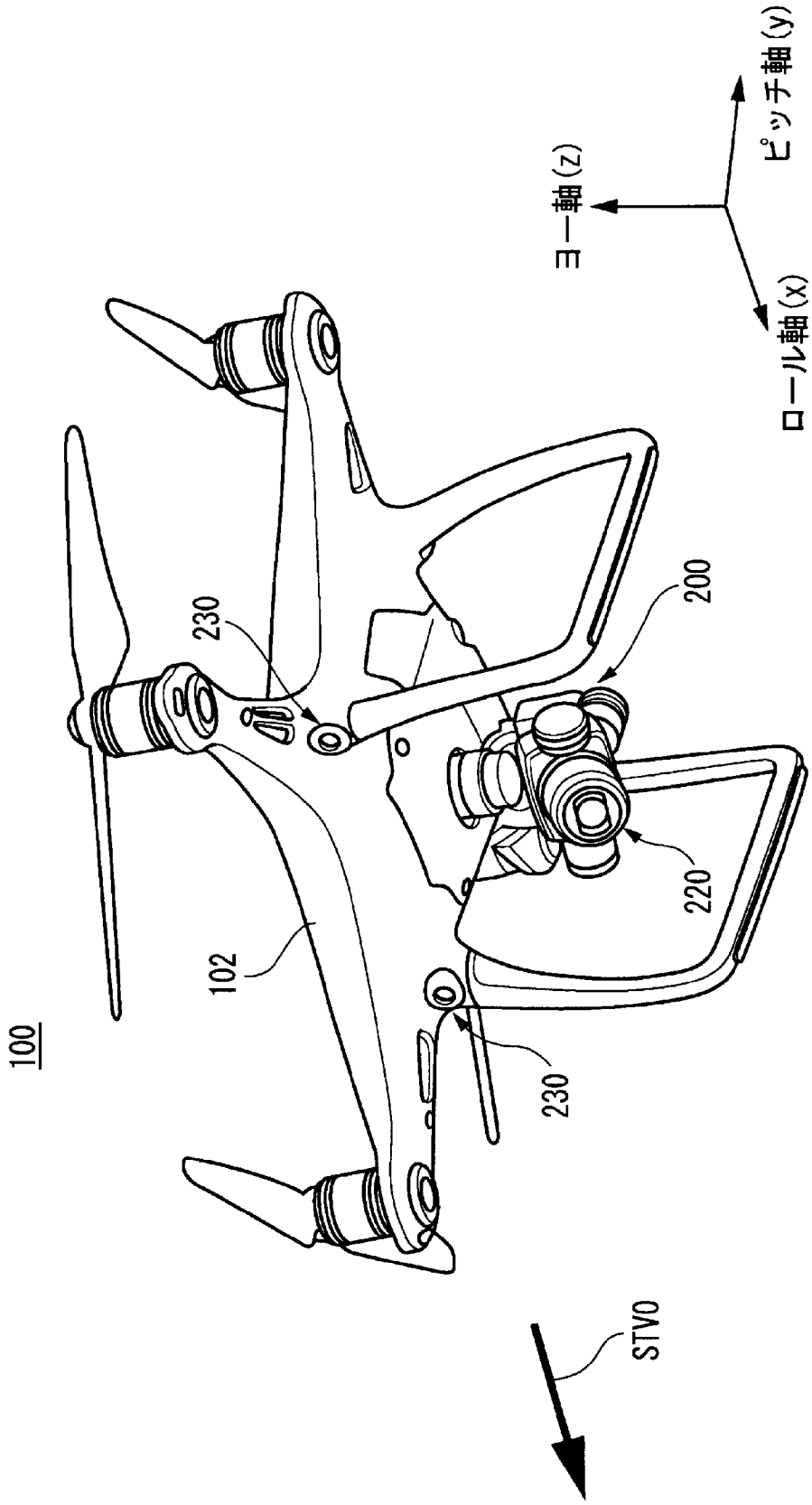
[図1]



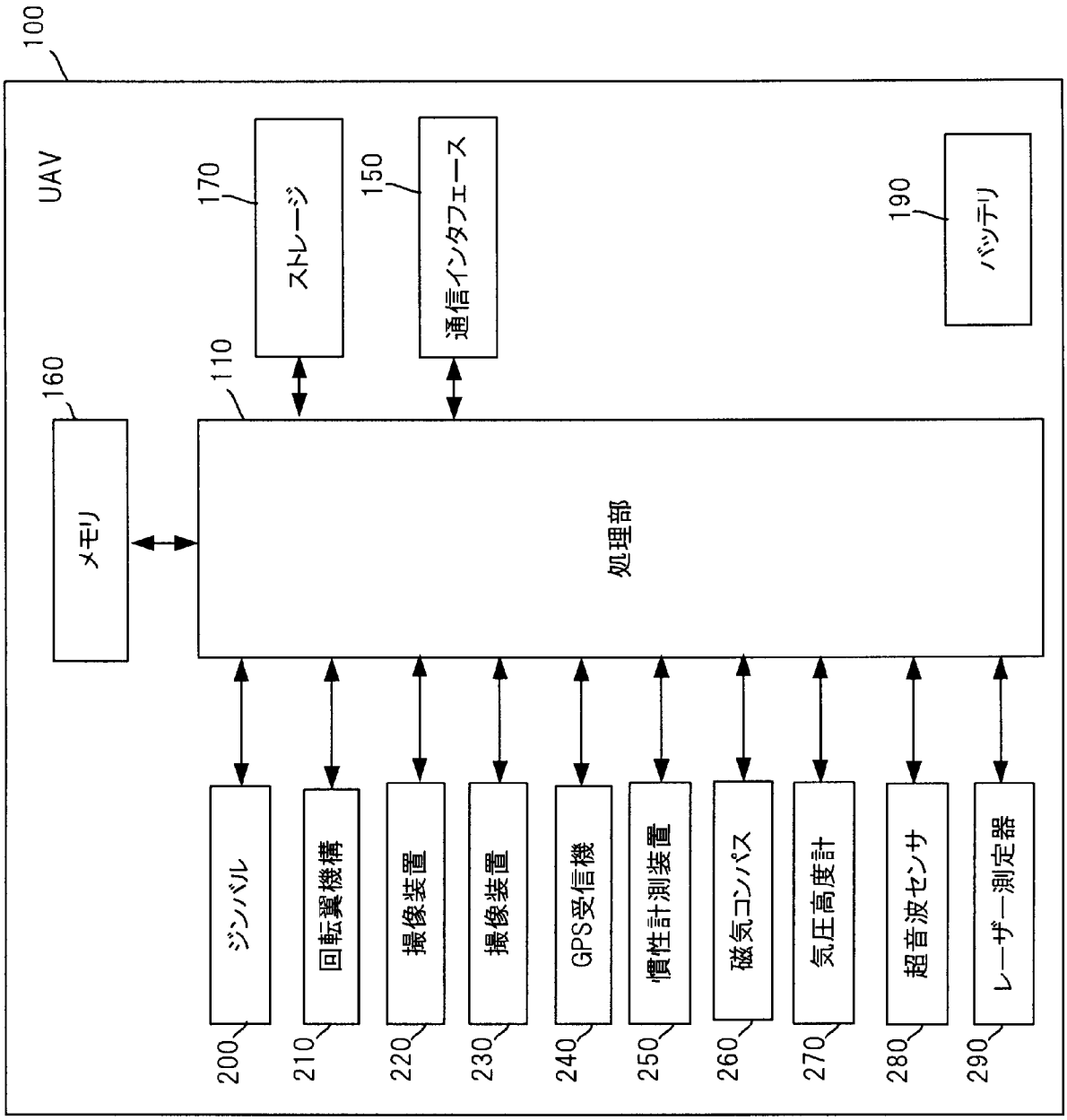
[図2]



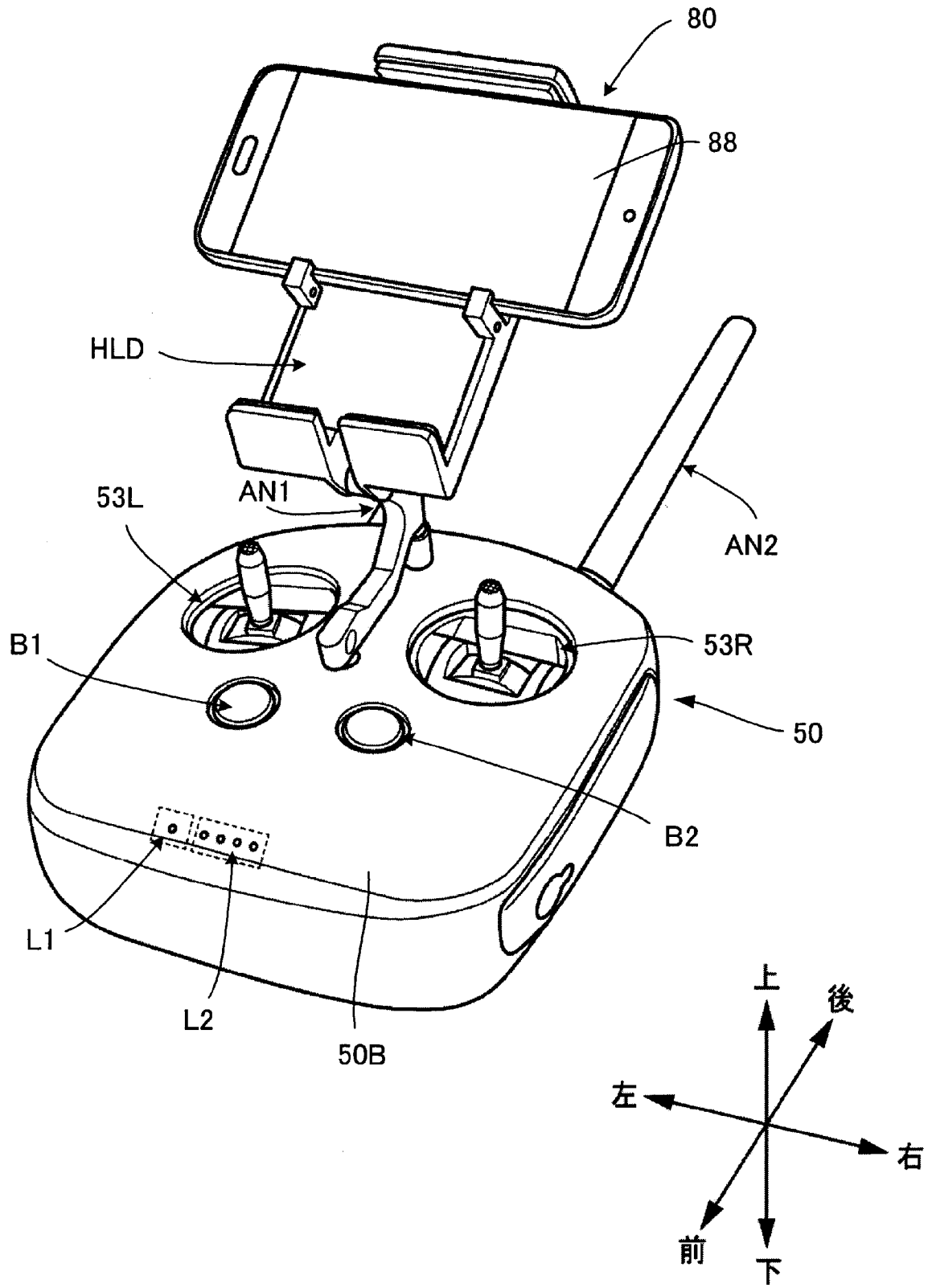
[図3]



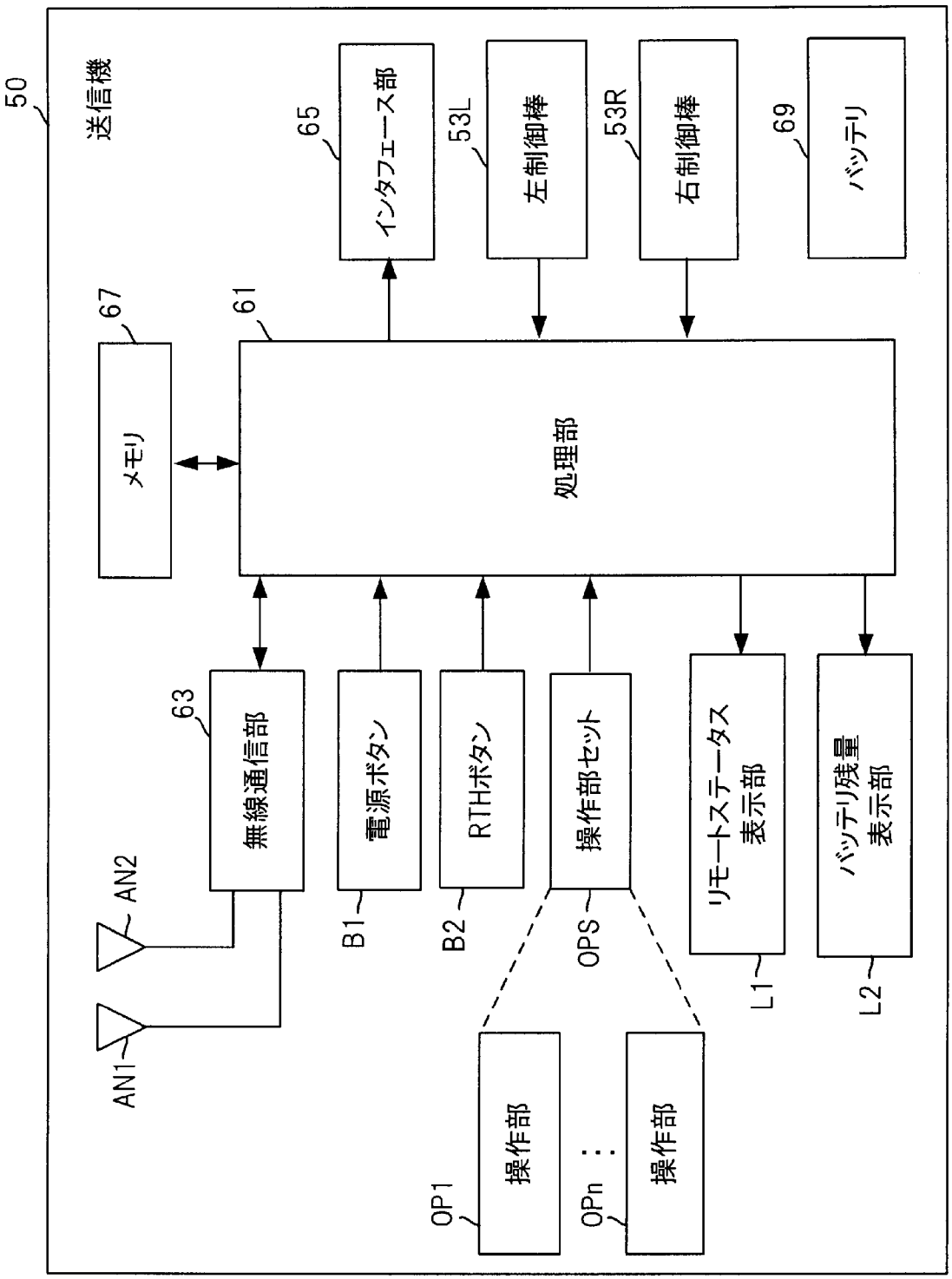
[図4]


100
UAV
170
ストレージ
150
通信インタフェース
190
バッテリ
160
メモリ
110
処理部
ジンバル
回転翼機構
撮像装置
撮像装置
GPS受信機
慣性計測装置
磁気コンパス
気圧高度計
超音波センサ
レーザー測定器
200
210
220
230
240
250
260
270
280
290

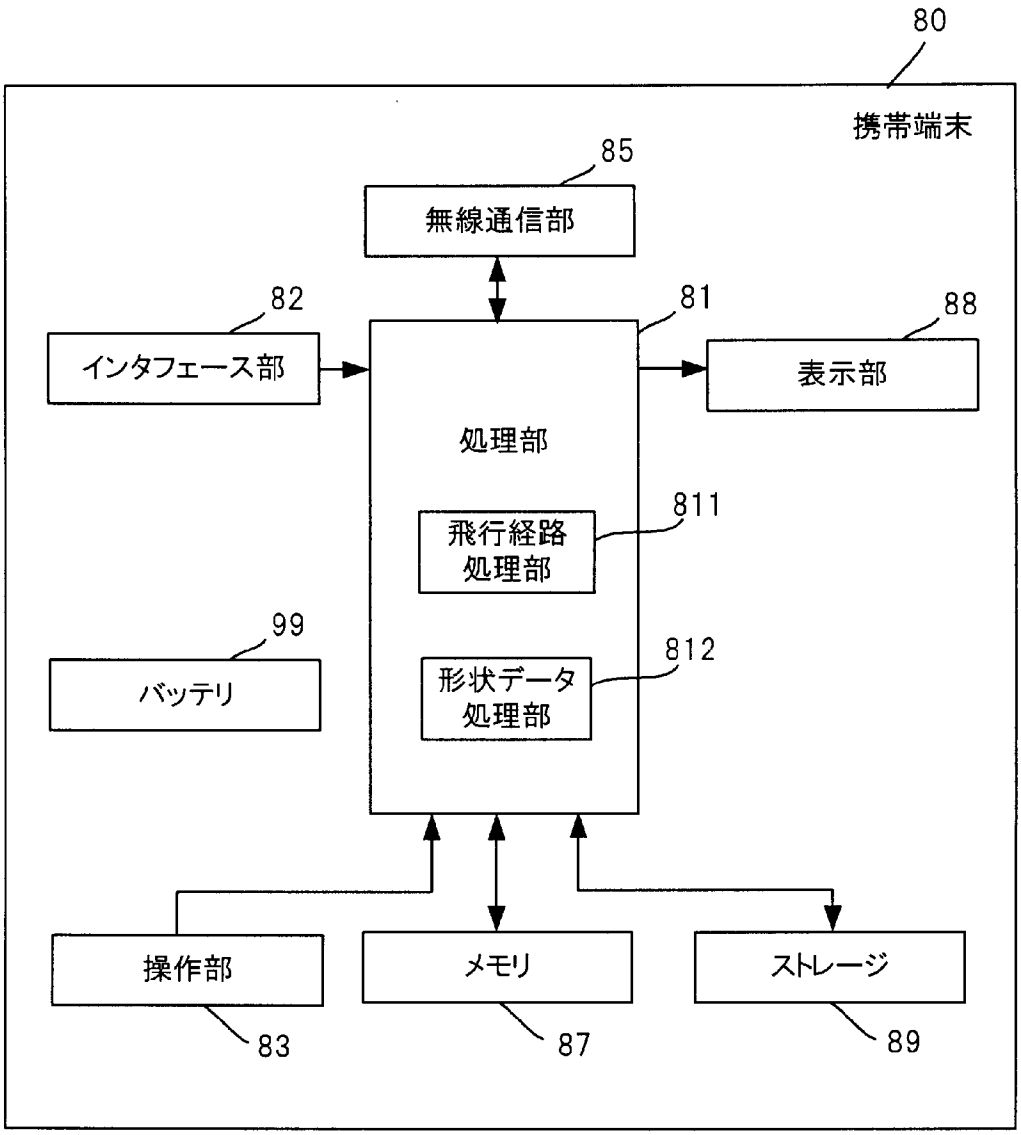
[図5]



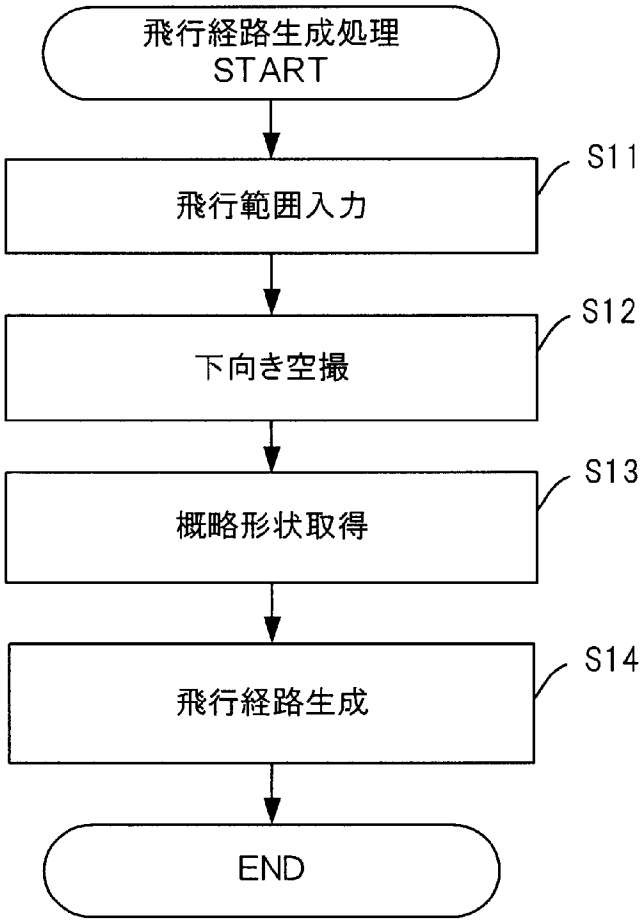
[図6]


50
送信機
65
インタフェース部
53L
左制御棒
53R
右制御棒
69
バッテリ
67
メモリ
61
処理部
63
無線通信部
電源ボタン
RTHボタン
操作部セット
リモートステータス表示部
バッテリ残量表示部
AN2
AN1
B1
B2
OPS
L1
L2
OP1
操作部
OPn
操作部

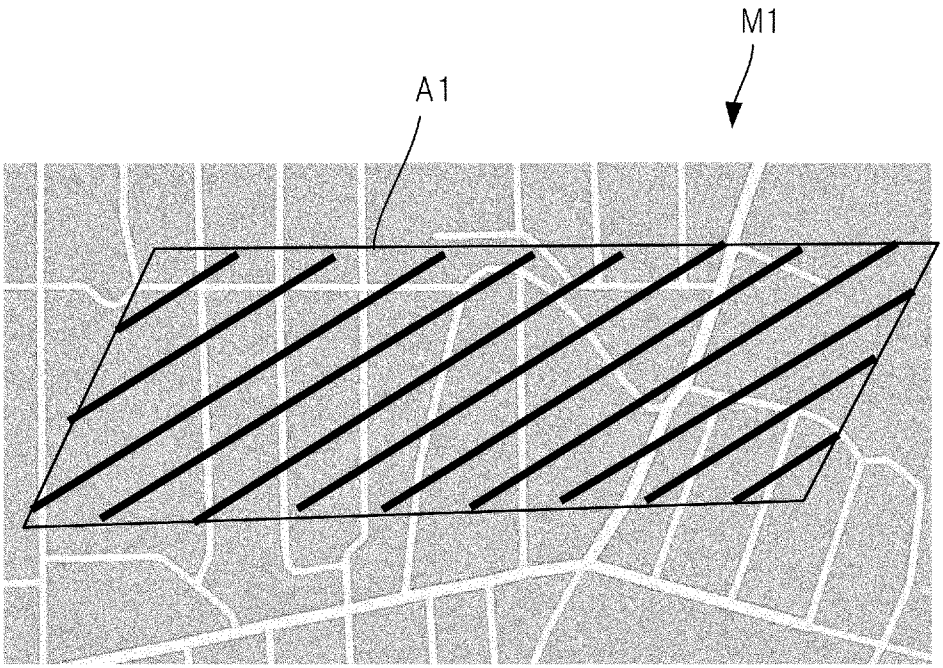
[図7]


80
携帯端末
85
無線通信部
82
インタフェース部
81
処理部
88
表示部
811
飛行経路
処理部
99
バッテリ
812
形状データ
処理部
操作部
83
メモリ
87
ストレージ
89

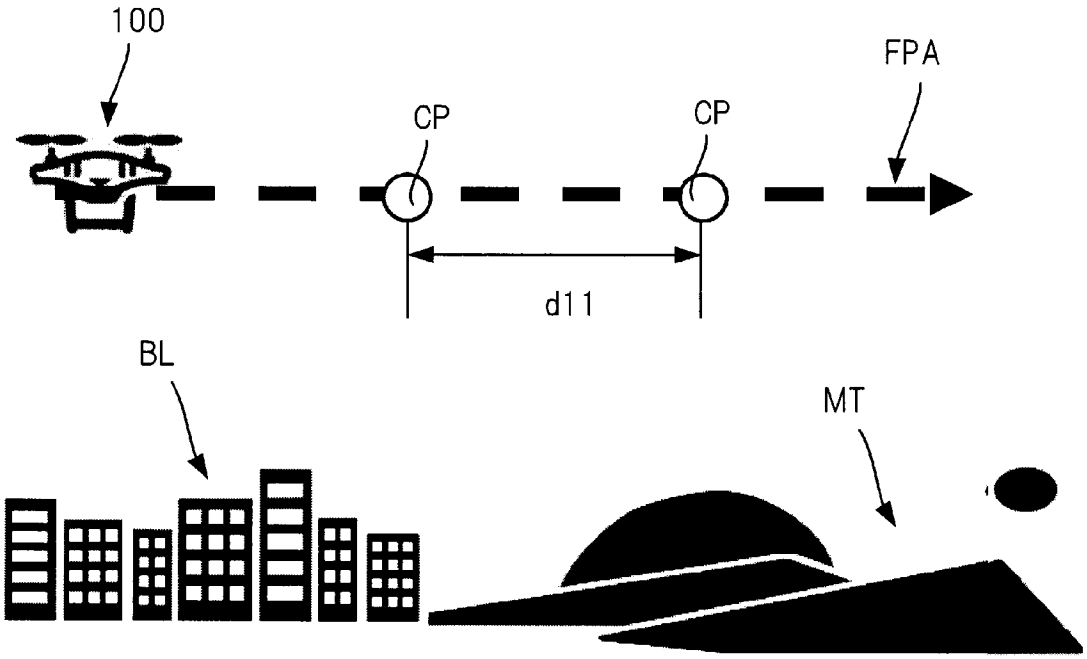
[図8]


飛行経路生成処理
START
S11
飛行範囲入力
S12
下向き空撮
S13
概略形状取得
S14
飛行経路生成
END

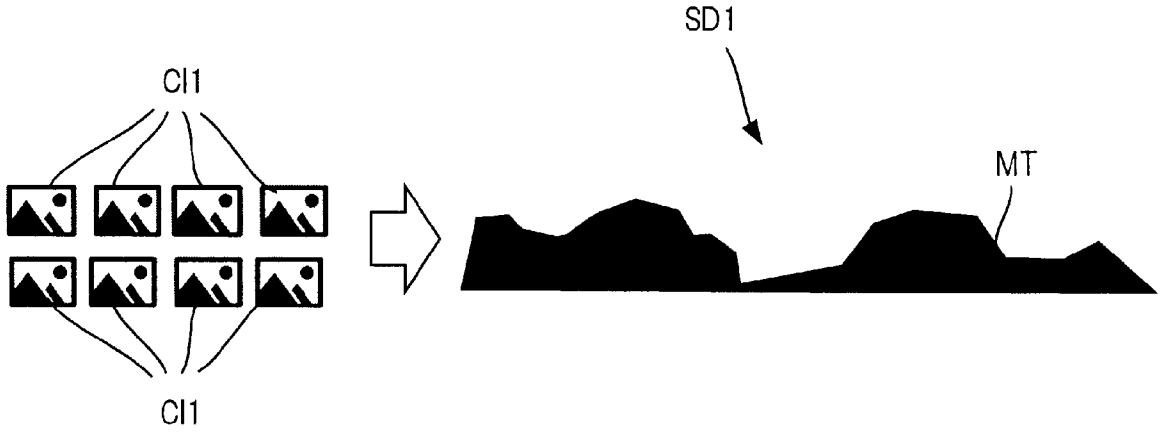
[図9]



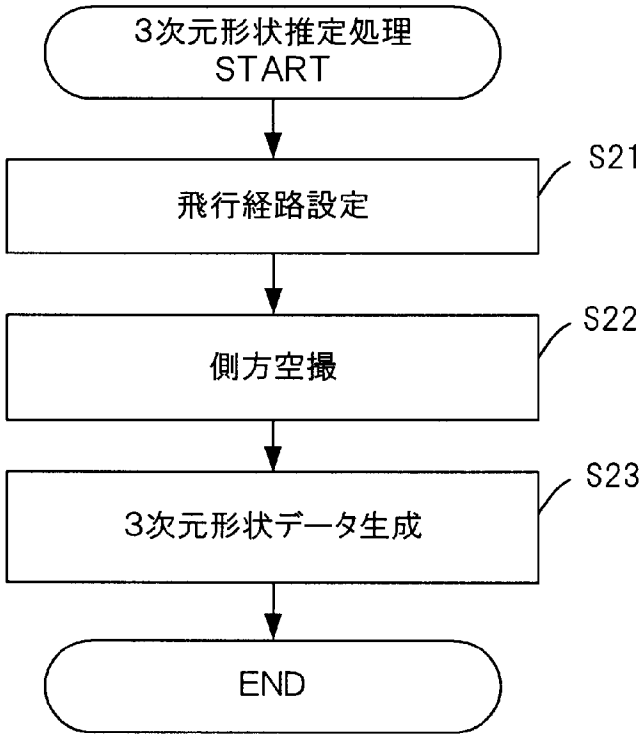
[図10]



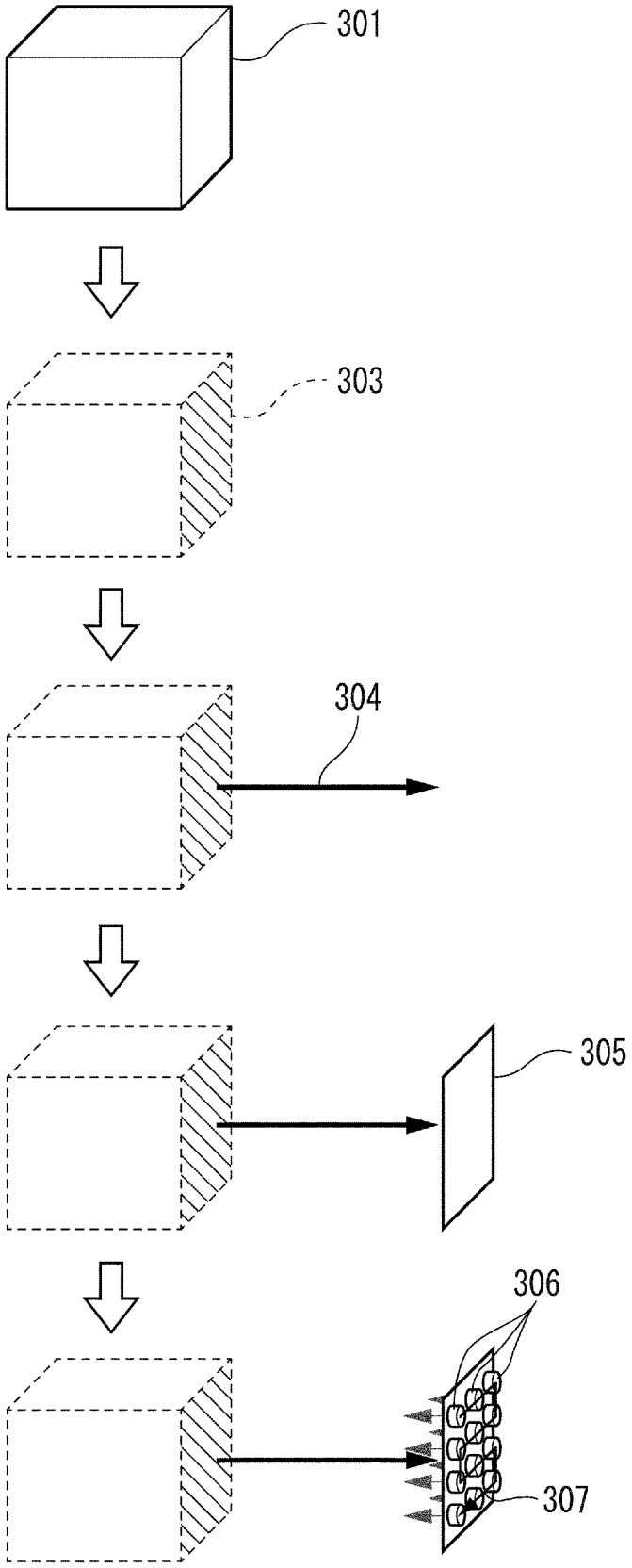
[図11]



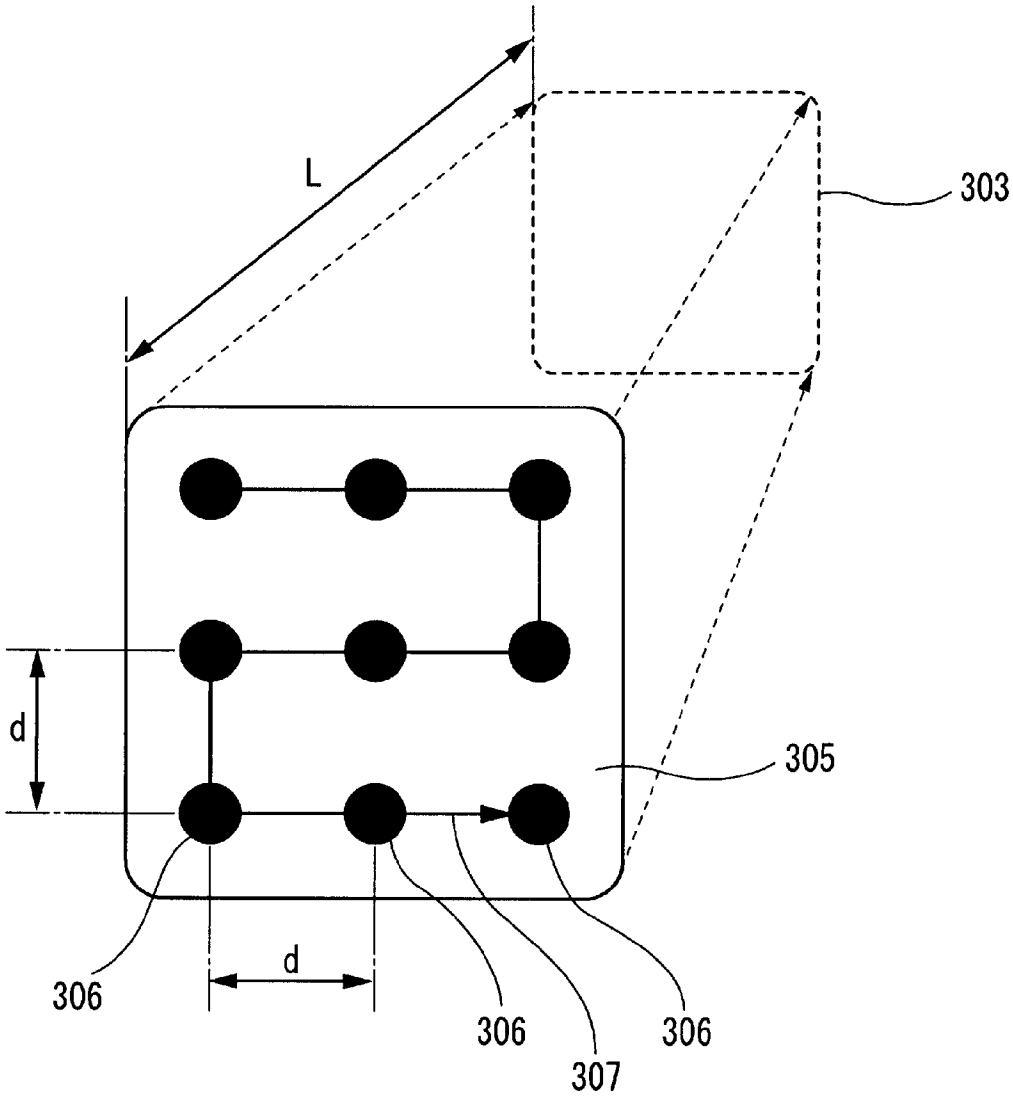
[図12]



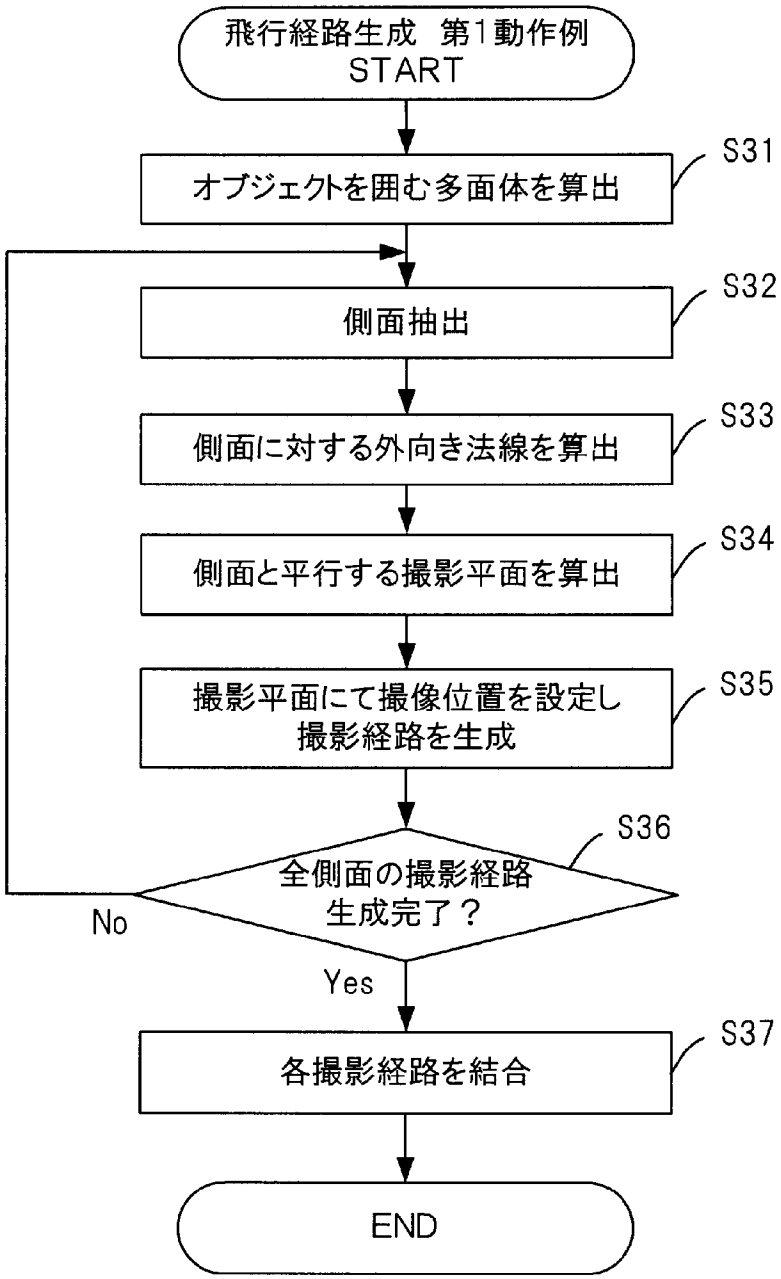
[図13]



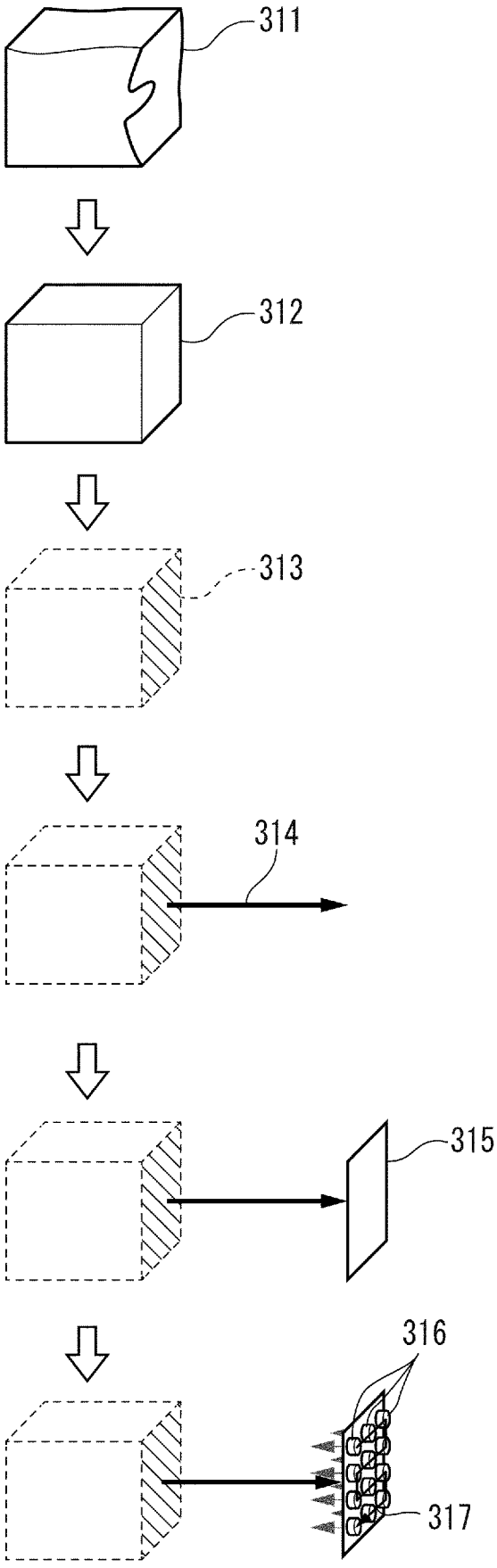
[図14]



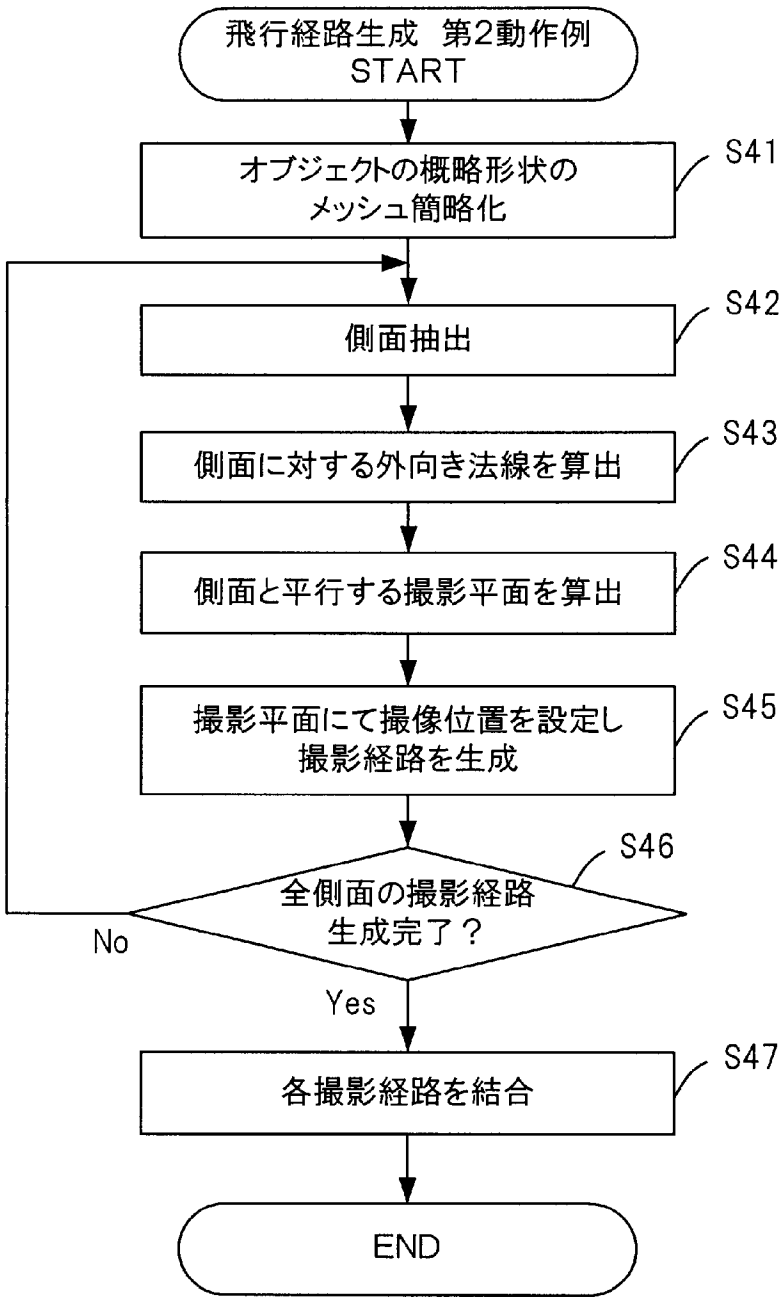
[図15]


飛行経路生成 第1動作例
START
オブジェクトを囲む多面体を算出
S31
側面抽出
S32
側面に対する外向き法線を算出
S33
側面と平行する撮影平面を算出
S34
撮影平面にて撮像位置を設定し
撮影経路を生成
S35
全側面の撮影経路
生成完了？
S36
No
Yes
各撮影経路を結合
S37
END

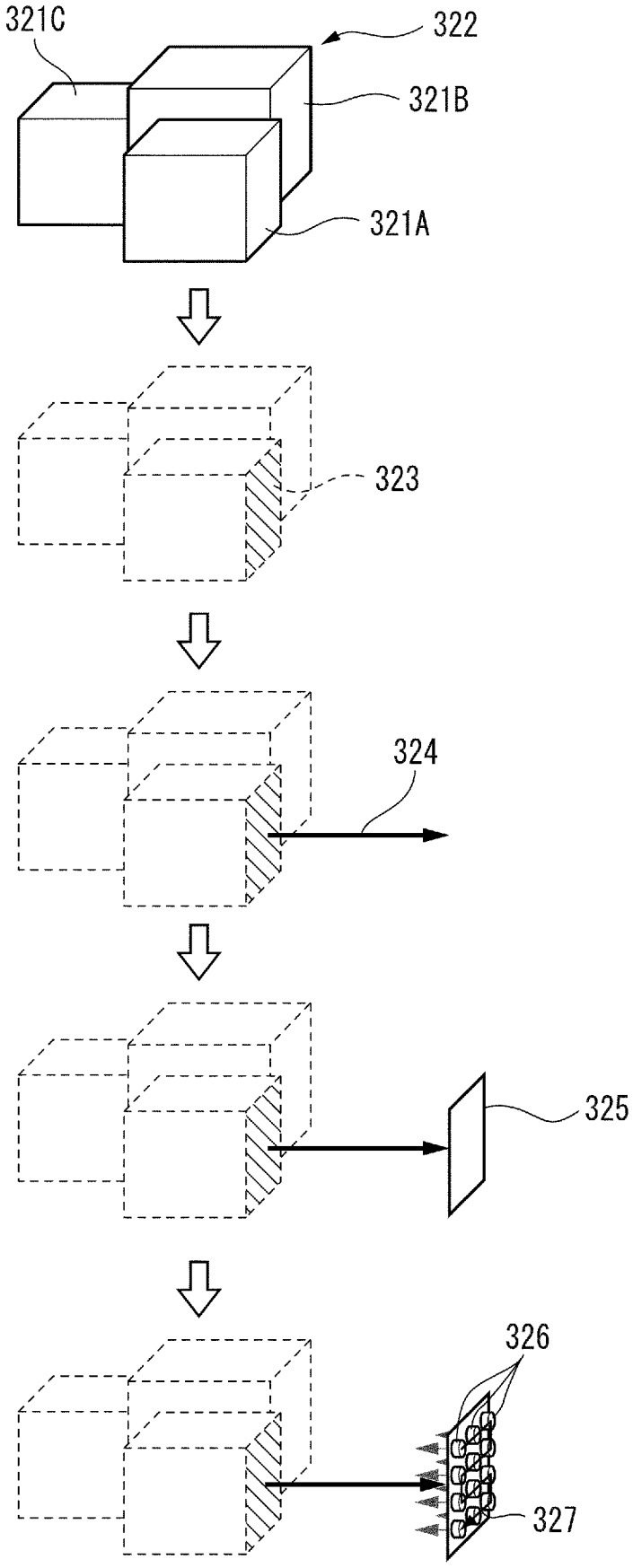
[図16]



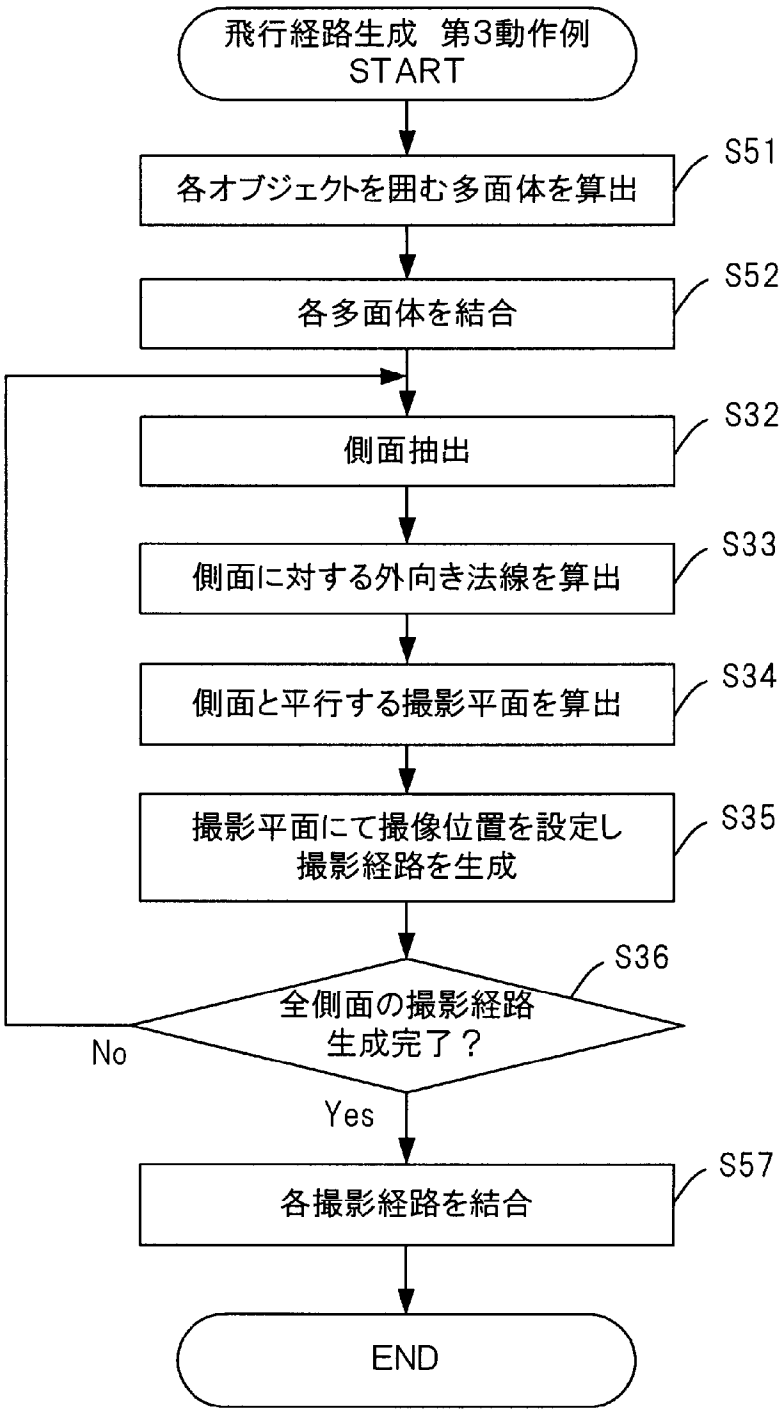
[図17]


飛行経路生成 第2動作例
START
オブジェクトの概略形状の
メッシュ簡略化
S41
側面抽出
S42
側面に対する外向き法線を算出
S43
側面と平行する撮影平面を算出
S44
撮影平面にて撮像位置を設定し
撮影経路を生成
S45
全側面の撮影経路
生成完了？
S46
No
Yes
各撮影経路を結合
S47
END

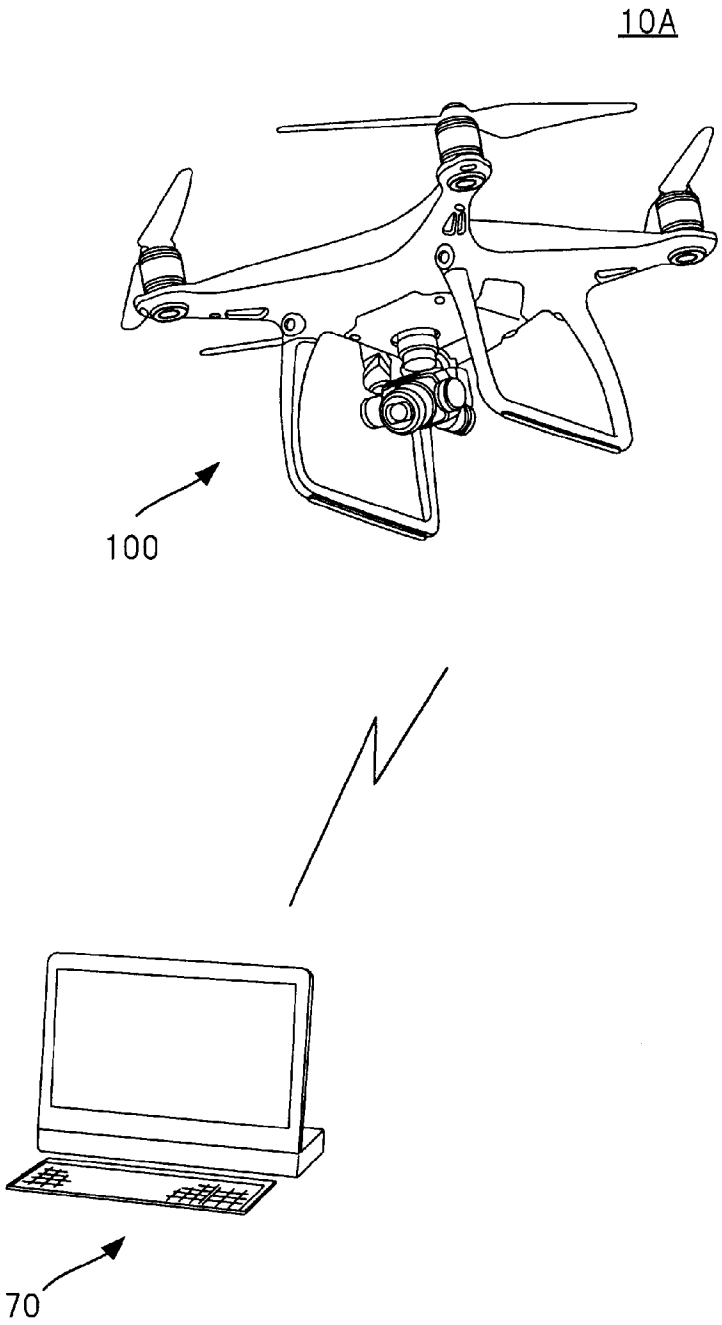
[図18]



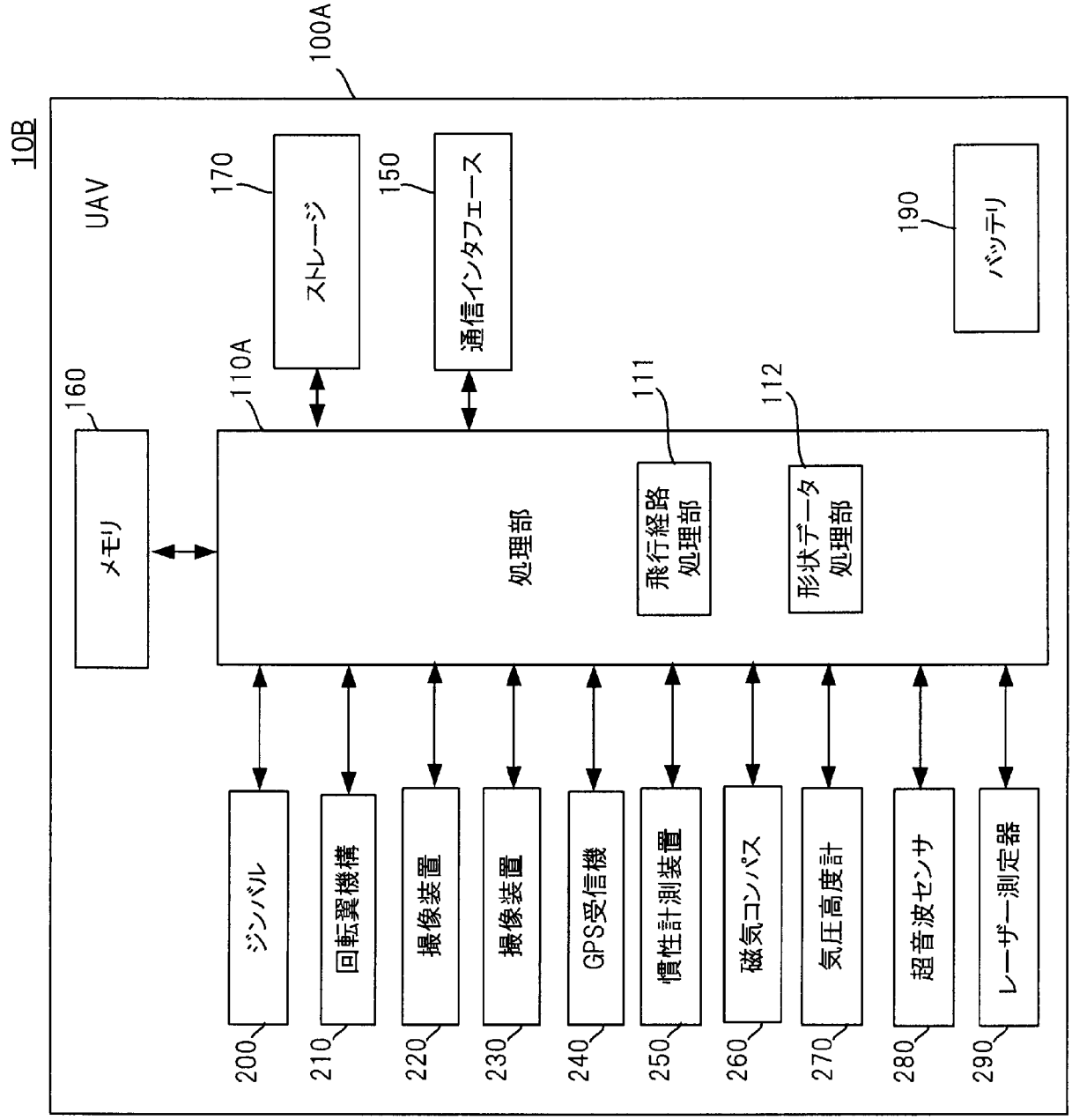
[図19]


飛行経路生成 第3動作例
START
各オブジェクトを囲む多面体を算出
S51
各多面体を結合
S52
側面抽出
S32
側面に対する外向き法線を算出
S33
側面と平行する撮影平面を算出
S34
撮影平面にて撮像位置を設定し
撮影経路を生成
S35
全側面の撮影経路
生成完了？
S36
No
Yes
各撮影経路を結合
S57
END

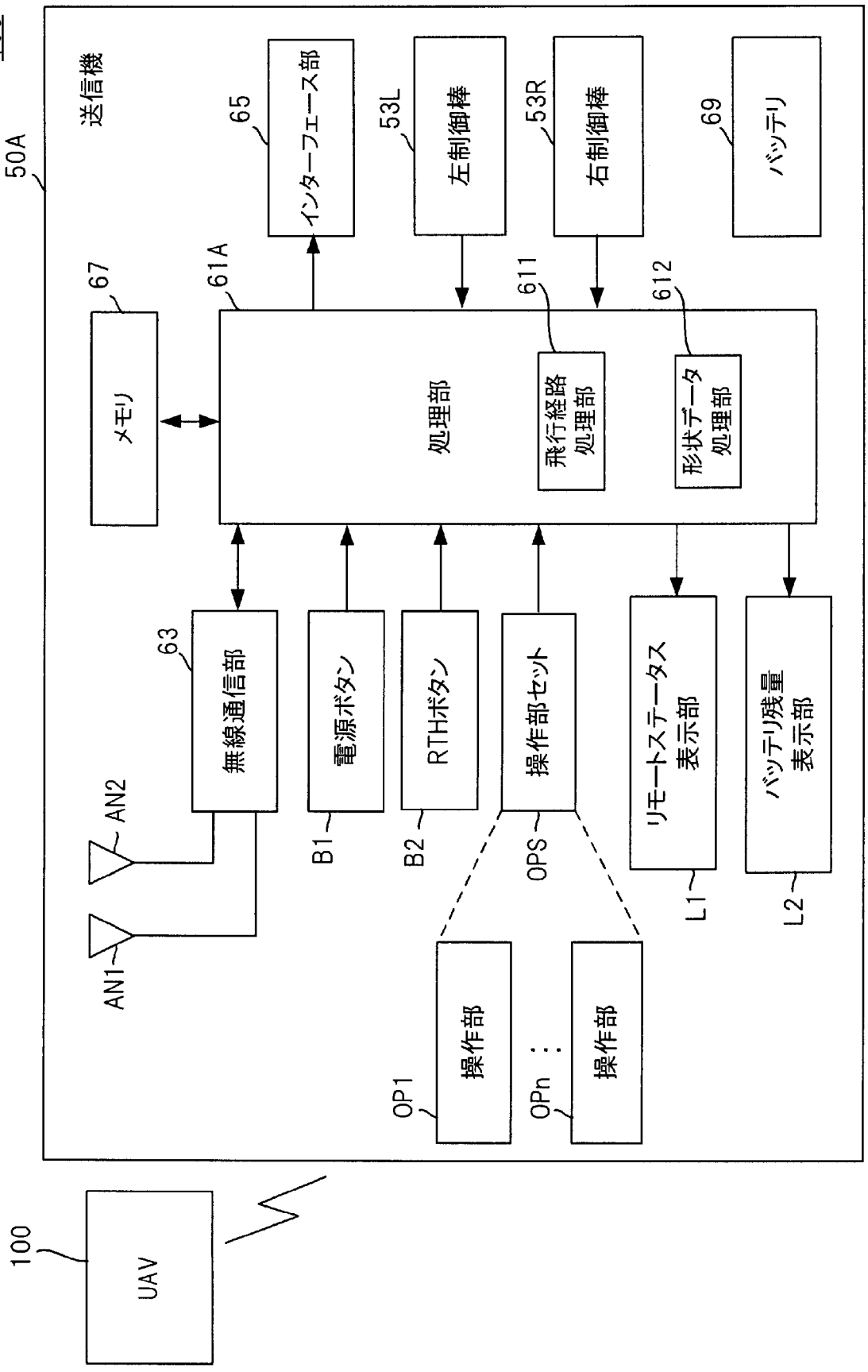
[図20]



[図21]


10B
UAV
100A
170
ストレージ
150
通信インタフェース
190
バッテリ
160
メモリ
110A
処理部
111
飛行経路処理部
112
形状データ処理部
ジンバル
回転翼機構
撮像装置
撮像装置
GPS受信機
慣性計測装置
磁気コンパス
気圧高度計
超音波センサ
レーザー測定器
200
210
220
230
240
250
260
270
280
290

[図22]


10C
送信機
50A
65
インターフェース部
53L
左制御棒
53R
右制御棒
69
バッテリ
67
メモリ
61A
処理部
611
飛行経路処理部
612
形状データ処理部
63
無線通信部
電源ボタン
RTHボタン
操作部セット
リモートステータス表示部
バッテリ残量表示部
AN2
AN1
B1
B2
OPS
L1
L2
OP1
操作部
OPn
操作部
100
UAV

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/015876

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N5/222(2006.01)i, *G05D1/10*(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)
H04N5/222, G05D1/10

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 A	US 2016/0253808 A1 (B.METZLER, K.SIERCKS, E.V.VAN DER ZWAN), 01 September 2016 (01.09.2016), paragraphs [0099] to [0104]; fig. 1, 2 & EP 3062066 A1	1-6,10, 12-17,21, 23-25 7-9,11, 18-20,22
A	JP 2014-185947 A (Geo Technical Laboratory Co., Ltd.), 02 October 2014 (02.10.2014), paragraphs [0021] to [0027] (Family: none)	11,22

☐ 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
"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	Date of mailing of the international search report
30 June 2017 (30.06.17)	11 July 2017 (11.07.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１５８７６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04N5/222(2006.01)i, G05D1/10(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.　H04N5/222, G05D1/10

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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	US 2016/0253808 A1 (B.METZLER,K.SIERCKS,E.V.VAN DER ZWAN) 2016.09.01, 段落 0099-0104,図 1,2 & EP 3062066 A1	1-6,10, 12-17,21, 23-25
A		7-9,11, 18-20,22
A	JP 2014-185947 A（株式会社ジオ技術研究所）2014.10.02, 段落 0021-0027（ファミリーなし）	11,22

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ３０．０６．２０１７	国際調査報告の発送日 １１．０７．２０１７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　５Ｐ　９５６２ 佐藤　直樹 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５８１