

(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
2022年7月21日(21.07.2022)



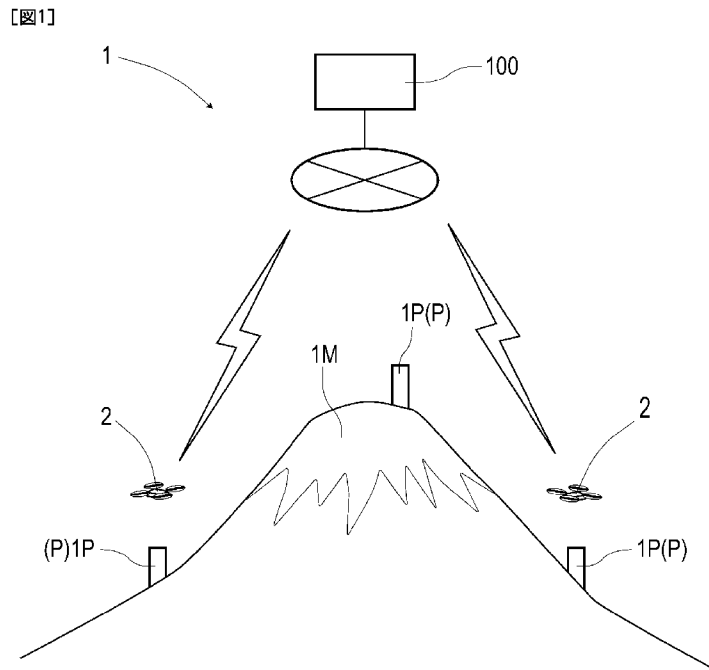
(10) 国際公開番号

WO 2022/154104 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 7/00 (2006.01) *G01S 19/14* (2010.01)
G01B 7/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/001231
- (22) 国際出願日: 2022年1月14日(14.01.2022)
- (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 2021-005594 2021年1月18日(18.01.2021) JP
- (71) 出願人: 愛知製鋼株式会社 (AICHI STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 山本 道治 (YAMAMOTO Michiharu); 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 長尾 知彦 (NAGAO Tomohiko); 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 青山 均 (AOYAMA Hitoshi); 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 大池 達也 (OIKE Tatsuya); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目19番18号 丸三証券名古屋ビル 大池国際特許事務所内 Aichi (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,

(54) Title: SYSTEM

(54) 発明の名称: システム



(57) Abstract: A system (1) for managing the position of a reference point P comprises: a magnetic marker installed at the reference point P so as to exert a magnetic effect in a surrounding area; a drone (2) including a magnetic sensor for detecting the magnetic marker and a GPS unit for positioning; and a server device (100) for storing the position of the reference point P. The drone (2) identifies the position of the magnetic marker on the basis of data of positioning by the GPS unit at the time of detection of the magnetic marker. The server device (100) stores the position of the magnetic

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, IT, 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.

- (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))

marker identified by the drone (2) as the position of the reference point P.

(57) 要約: 基準点Pの位置を管理するためのシステム(1)は、周辺に磁気を作用するように基準点Pに設けられた磁気マーカと、磁気マーカを検出するための磁気センサ、及び測位のためのGPSユニットを備えるドローン(2)と、基準点Pの位置を記憶するサーバ装置(100)と、を含めて構成されており、ドローン(2)は、磁気マーカを検出したときのGPSユニットによる測位データに基づいて磁気マーカの位置を特定し、サーバ装置(100)は、ドローン(2)によって特定された磁気マーカの位置を、基準点Pの位置として記憶する。

明 細 書

発明の名称：システム

技術分野

[0001] 本発明は、基準点の位置を管理するためのシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、例えば、山体や海溝などの地殻変動の監視が必要な箇所や、ダムや橋やビルや道路などの構造物の時間的な変化を監視する必要がある箇所等には、測位対象となる基準点が設けられることがある。例えば、山体などでの地殻変動を監視するGNSS（Global Navigation Satellite System）連続観測システムが知られている。このGNSS連続観測システムでは、衛星電波の受信機や無線通信機等が組み込まれた電子基準点が採用されている（例えば、特許文献1参照。）。

[0003] GNSSシステムの各電子基準点は、定期的に衛星電波を受信し、衛星電波の受信情報や測位結果である位置データ等を外部のサーバ装置に送信する。GNSSシステムでは、各電子基準点の位置等がサーバ装置によって管理される。例えば、サーバ装置は、一の電子基準点の位置の変動や、異なる電子基準点間の距離の変動等を監視する。そして、サーバ装置は、基準点に関する位置的なデータの経時変化等に基づいて、例えば、火山活動や地震などの地殻変動の予兆を検出する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-66411号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、前記従来の基準点の測位システムでは、各基準点に高精度の受信機や通信装置を設ける必要があるため、インフラコストの抑制が容易ではないという問題がある。

[0006] 本発明は、前記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、インフラコストを抑制可能な基準点のシステムを提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、基準点の位置を管理するためのシステムであって、
周辺に磁気を作用するように前記基準点に設けられた磁気マーカと、
前記磁気マーカの位置を、前記基準点の位置として記憶する記憶部と、
前記基準点の位置の経時変化を表す情報を出力する出力部と、を備えるシステムにある。

発明の効果

[0008] 本発明のシステムは、磁気マーカの位置が基準点の位置として記憶し、基準点の位置の経時変化を表す情報を出力可能なシステムである。

[0009] 本発明のシステムでは、周囲に磁気を作用する磁気マーカが基準点に配設されている。このシステムでは、測位を実行する構成を各基準点に組み込む代わりに、磁氣的に検出可能な磁気マーカが各基準点に配設されている。このシステムでは、各基準点の設置コストが安価になるので、システムコストの抑制が比較的容易である。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]システムの構成を示す説明図。

[図2]基準ポストを示す斜視図。

[図3]磁気マーカの斜視図。

[図4]無線タグの平面図。

[図5]ドローンの構成を示す説明図。

[図6]制御ユニットの電氣的構成を示すブロック図。

[図7]センサアレイの構成を示す説明図。

[図8]管理サーバによる指令情報の送信処理の流れを示すフロー図。

[図9]ドローンによる測位処理の流れを示すフロー図。

[図10]ドローンによる磁気マーカの検出動作の説明図。

[図11]ドローンが磁気マーカの真上を通過する際の前後方向の磁気計測値の

時間的な変化を例示する説明図。

[図12]ドローンが磁気マーカの真上に位置するときの磁気センサC 1～C 15による幅方向の磁気計測値の分布を例示する説明図。

[図13]サーバ装置による解析処理の流れを示すフロー図。

[図14]システムの他の適用例を示す説明図。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の好ましい態様のシステムは、作用する磁気の大さを計測する磁気センサを備える移動体と、

前記磁気センサによる磁気計測値に処理を施して前記磁気マーカを検出する検出部と、

該移動体の位置を測位する測位部と、

前記検出部により前記磁気マーカが検出されたときに前記測位部が測位した前記移動体の位置に基づいて当該磁気マーカの位置を特定する位置特定部と、

該位置特定部が特定した前記磁気マーカの位置を、前記基準点の位置として記憶する記憶部と、を備えるシステムにある。

[0012] このシステムでは、移動体を利用して基準点に配設された磁気マーカが検出され、磁気マーカが検出されたときの移動体の位置が測位される。このシステムでは、移動体の位置に基づいて磁気マーカの位置が特定され、基準点の位置として記憶される。このシステムでは、測位を実行する構成を各基準点に設ける必要がなく、移動体を利用して検出可能な磁気マーカを各基準点に設けるだけで良い。このシステムでは、各基準点の設置コストが安価になるので、システムコストの抑制が比較的容易である。

[0013] 本発明の実施の形態につき、以下の実施例を用いて具体的に説明する。

(実施例1)

本例は、基準点Pに設けられた磁気マーカ10を、移動体の一例であるドローン2で検出することにより基準点Pを測位するためのシステム1に関する例である。この内容について、図1～図14を用いて説明する。

[0014] 本例のシステム１は、図１及び図２に示すごとく、山体１Ｍの測量に用いられるシステムである。このシステム１では、山体１Ｍ周辺の複数個所に基準点Ｐが設けられ、各基準点Ｐには基準ポスト１Ｐが立設されている。柱状の各基準ポスト１Ｐの上端面には、磁気マーカ１０が設置されている。システム１では、測位機能を備えるドローン（無人航空機、移動体の一例）２が磁気マーカ１０を検出することにより、基準点Ｐの測位（位置の測定）可能である。このシステム１では、ドローン２と通信可能なサーバ装置１００によって基準点Ｐの位置データの管理や解析処理が実行される。以下、（１）システム構成、及び（２）システム動作について説明する。

[0015] （１）システム構成

本例のシステム１を構成する、基準ポスト１Ｐ、磁気マーカ１０、ドローン２、サーバ装置１００について、順番に説明する。

[0016] （基準ポスト）

基準ポスト１Ｐ（図１、図２）は、基部の直径が約１ｍで、上端面の直径が約２０ｃｍのＲＣ構造の柱であり、山体１Ｍをなす岩盤に達する基礎を利用して立設されている。基準ポスト１Ｐは、例えば、山頂や、山体１Ｍの中腹などの基準点Ｐに設けられている。例えば、山頂を挟んで対向して位置する２か所の基準ポスト１Ｐ間の距離を特定すれば、距離の変化により、膨張などの山体１Ｍの地殻変動を検知できる。例えば火山活動が休眠中の山体１Ｍに基準ポスト１Ｐを設ければ、内部に溜まったマグマの量などの推定が可能となり、噴火などの火山活動の予測に役立つ。

[0017] 基準ポスト１Ｐの上端面は、平坦面をなしている。その上端面には、例えば、十字、二重丸などの目印１１となる模様が設けられている。目印１１となる模様は、例えば基準ポスト１Ｐを上空から検出するために役立つ。赤外光を反射する反射材料により模様を形成することも良い。夜間にドローン２から赤外光を投光すれば、目印１１を利用して基準ポスト１Ｐを比較的容易に検出できる。

[0018] 基準ポスト１Ｐの上端面の中央には、円柱状の磁気マーカ１０を収容する

ための窪みである收容孔 110 が設けられている。基準ポスト 1P では、この收容孔 110 に磁気マーカ 10 を收容することで、上端面に対して略面一をなす状態で磁気マーカ 10 が保持される。磁気マーカ 10 は、收容孔 110 への打込、接着材料による接着等により固定された状態であっても良いし、挿抜可能に收容孔 110 に收容された状態であっても良い。

[0019] なお、磁気マーカ 10 を挿抜可能であれば、磁気マーカ 10 の定期的なメンテナンスや交換等の作業が容易になる。磁石が吸着可能な板や磁石を搭載する図示しないドローン（メンテナンス用の移動体の一例。）を利用して、磁氣的な吸着力によって磁気マーカ 10 を吊り上げて收容孔 110 から抜き取って回収することも良い。收容孔 110 に磁気マーカ 10 を配置するに当たっては、磁気マーカ 10 を磁氣的に吸着して吊り下げている状態のドローンの下降により、收容孔 110 に磁気マーカ 10 を落とし込むことにより磁気マーカ 10 を配設することも良い。この場合、ドローン側の磁石として、N 極と S 極とを入替可能であったり、磁力を失わせることが可能な電磁石等を採用すると良い。N 極と S 極とを入替可能な電磁石であれば、磁氣的な反力により、磁気マーカ 10 を收容孔 110 に押し込むことが可能となる。

[0020] （磁気マーカ）

磁気マーカ 10（図 3）は、直径 20 mm、高さ 28 mm の柱状をなす磁石 10M により、RFID タグ 15（Radio Frequency Identification Tag、無線タグ）が一体的に保持されたマーカである。上記の通り、磁気マーカ 10 は、基準ポスト 1P の上端面の收容孔 110（図 2）に收容された状態で基準ポスト 1P に保持される。磁気マーカ 10 をなす磁石 10M は、磁性材料である酸化鉄の磁粉を基材である高分子材料中に分散させたフェライトプラスチックマグネットである。高分子材料は、例えば、塩素化ポリエチレン（Chlorinated Polyethylene）、ポリフェニレンスルファイド（Poly Phenylene Sulfide - PPS）等である。

[0021] 磁気マーカ 10 では、柱状の磁石 10M の端面に、シート状の RFID タグ 15 が配置されている。RFID タグ 15 は、無線によりタグ情報を出力

する電子部品である。なお、磁石１０Ｍの端面にＲＦＩＤタグ１５を配置した後、樹脂材料によるコーティング層を表面に設けることも良い。コーティング層としては、繊維に樹脂材料を含浸させた複合材料よりなる層であっても良い。あるいは、コーティング層が形成された磁石１０Ｍの端面に、ＲＦＩＤタグ１５を配設しても良い。磁石１０Ｍの外表面の全部あるいは一部に、コーティング層を設けることも良い。

[0022] さらに、磁石１０Ｍの内部に、ＲＦＩＤタグ１５の全部又は一部を埋設することも良い。柱状の磁気マーカ１０に代えて、磁石シートよりなるシート状の磁気マーカを採用しても良い。この場合、磁石シートの表面にシート状のＲＦＩＤタグ１５を貼付して配置すると良い。さらに、２枚の磁石シートを貼り合わせた磁気マーカであっても良い。この場合、２枚の磁石シートによってシート状のＲＦＩＤタグ１５を挟み込むことも良い。

[0023] ＲＦＩＤタグ１５（図４）は、例えばＰＥＴ（PolyEthylene Terephthalate）フィルムから切り出したタグシート１５０の表面にＩＣチップ１５７が実装された電子部品である。タグシート１５０の表面には、アンテナ１５３の印刷パターンが設けられている。アンテナ１５３は、外部からの電磁誘導によって励磁電流が発生する給電用のアンテナ機能と、タグ情報を無線送信する通信用のアンテナ機能と、を併せ持っている。ＲＦＩＤタグ１５は、無線による外部給電により動作し、識別情報であるタグＩＤなどのタグ情報を外部出力する。ＲＦＩＤタグ１５が外部出力するタグＩＤは、磁気マーカ１０の識別情報および基準点Ｐ（基準ポスト１Ｐ）の識別情報として利用できる。

[0024] なお、上記のように磁気マーカ１０をなす磁石１０Ｍは、磁粉を高分子材料中に分散させた磁石である。この磁石１０Ｍは、電氣的な内部抵抗が大きいため、ＲＦＩＤタグ１５に対する無線による電力供給に応じて渦電流が発生するおそれが少ない。それ故、この磁石１０Ｍを採用する磁気マーカ１０の場合、ＲＦＩＤタグ１５に対して効率良く電力を供給できる。磁気マーカ１０を構成する本例の磁石１０Ｍは、ＲＦＩＤタグ１５を保持する磁石とし

て好適である。

[0025] (ドローン)

ドローン 2 (図 5 及び図 6) は、遠隔操作あるいは自動操縦 (自律制御) により飛行可能な無人航空機である。本例のドローン 2 は、胴体 2 B の周りに 4 つの回転翼 2 P を備えるマルチコプターである。ドローン 2 は、4 つの回転翼 2 P の個別制御により飛行する。なお、ドローン 2 の胴体 2 B の大きさは、前後約 30 cm、幅約 20 cm である。

[0026] ドローン 2 の胴体 2 B には、制御ユニット 20、ミリ波レーダ 252 や画像センサ 251 などの物体検出センサ、磁気センサ Cn を含むセンサアレイ 21、RFID タグ 15 と通信するタグリーダユニット 241、GPS ユニット 221 や IMU (Inertial Measurement Unit) 222 などの測位ユニット、及びサーバ装置 100 と通信する無線通信ユニット 209 等を含めて構成されている。

[0027] ミリ波レーダ 252 は、波長 1 ~ 10 mm、周波数 30 ~ 300 GHz のミリ波を利用する物体検出センサである。ミリ波レーダ 252 は、ミリ波を送信したときの反射電波を利用して対象物を検出すると共に、対象物までの距離を計測する。なお、ミリ波レーダ 252 は、周囲の障害物を監視可能に配設されている。

[0028] 画像センサ 251 は、前方及び下方を撮影するためのカメラを含む物体検出センサである。画像センサ 251 は、カメラによる撮影画像に画像処理を施す処理回路 (図示略) 等を含めて構成されている。画像センサ 251 は、前方の撮影画像に画像処理を施して、前方の障害物を検出する。また、下方の撮影画像に画像処理を施して、基準ポスト 1 P の目印 11 を検出する。

[0029] 上記のごとく本例のドローン 2 は、測位ユニットとして、絶対位置 (2 次元的位置) 等を測位可能な GPS ユニット 221、及び加速度や角速度等を計測可能な IMU 222 を備えている。測位部の一例である GPS ユニット 221 は、GNSS (Global Navigation Satellite System、衛星測位システム) の一種である GPS (Global Positioning System) を利用して絶対

位置を測定するユニットである。GPSユニット221は、胴体2Bの幅方向に沿って取り付けられる上記のセンサレイ21の中央の位置を測位するように構成されている。後述する通り、本例のドローン2では、センサレイ21の中央に磁気センサC8が位置している。なお、測位部による測位位置は、センサレイ21の中央の位置であることは必須の要件ではない。本例では、後述する横ずれ量の基準となる位置を、測位位置に設定しているが、このよう要件も必須ではない。横ずれ量の基準となる位置と測位位置との相対的な位置関係が特定されており、測位位置に基づき、横ずれ量の基準となる位置を特定できれば良い。

[0030] IMU222は、直交する3軸回りの角速度を計測するジャイロセンサや、3軸方向の加速度を計測する加速度センサ等を有している。IMU222が計測する角速度や加速度は、ドローン2の姿勢制御に利用可能であるほか、慣性航法による自律飛行に利用できる。推定部の一例をなすIMU222は、角速度の積分等によりドローン2の方位を推定し、加速度の2重積分等によりドローン2の変位量を推定する。

[0031] タグリーダユニット241は、磁気マーカ10（図3参照。）に保持されたRFIDタグ15と無線で通信する通信ユニットである。タグリーダユニット241は、RFIDタグ15の動作に必要な電力を無線で送電してRFIDタグ15を動作させ、RFIDタグ15の識別情報であるタグID（タグ情報）を読み取る。上記のごとく、このタグIDは、磁気マーカ10の識別情報、及び基準点P（基準ポスト1P）の識別情報として利用される。

[0032] 無線通信ユニット209は、インターネットを介してサーバ装置100（図1参照。）との間の無線通信を実行するためのユニットである。無線通信ユニット209は、磁気マーカ10の位置データ等をサーバ装置100に送信する。

[0033] 制御ユニット20（図6）は、回転翼2Pの制御に加えて、各種センサ等を制御するユニットである。制御ユニット20は、電子回路200を備える演算ユニットである。電子回路200は、CPU（Central Processing Unit

） 201 や ROM (Read Only Memory) 203 や RAM (Random Access Memory) 205 などの電子部品が実装されていると共に、 I/O 部 (Input/Output) 207 が設けられた回路である。電子回路 200 には、ソリッドステートドライブ (SSD) 等の記憶装置 (記憶媒体) 208 や無線通信ユニット 209 等が接続されている。

[0034] 制御ユニット 20 は、磁気マーカ 10 が検出されたときに GPS ユニット 221 が測位したドローン (移動体) 2 の位置に基づいて、磁気マーカ 10 の位置を特定する位置特定部としての機能を備えている。なお、磁気マーカ 10 の位置データは、サーバ装置 100 に送信され、基準点 P の位置として記憶される。

[0035] 制御ユニット 20 では、記憶装置 208 の記憶領域を利用して、地図データベース (地図 DB) 208 T が設けられている。地図 DB 208 T には、ドローン 2 が待機する駐機スペースが設けられた図示しないドローン基地、山体 1 M、基準点 P (図 1 参照。) の配置等を表す地図データが保存されている。

[0036] 地図データには、各位置の絶対位置のデータが含まれていると共に、高度や起伏などの地形を表すデータや、飛行制限区域などを特定するためのデータ等が含まれている。この地図データには、基準点 P がマッピングされている。各基準点 P には、磁気マーカ 10 に付設された RFID タグ 15 のタグ ID がひも付けされている。このタグ ID は、基準点 P (基準ポスト 1 P) の識別情報として利用される。地図 DB 208 T に保存された地図データは、制御ユニット 18 が移動ルートを決定等するために利用される。

[0037] なお、風速や降水量などのリアルタイムの気象状況や、他のドローン 2 の飛行位置などをサーバ装置 100 から随時、受信可能なように、制御ユニット 20 を構成することも良い。この場合には、リアルタイムの気象状況等が反映されたダイナミックマップを構築でき、ダイナミックマップを利用した飛行制御が可能になる。

[0038] また、サーバ装置 100 あるいは外部装置に、地図 DB 208 T を設ける

ことも良い。この場合には、ドローン2が、無線通信ユニット209を利用して随時、地図DB208Tを参照可能に構成することで、ドローン2の構成から地図DB208T等を省略できる。あるいは、地図DB208Tを備えるサーバ装置100が遠隔制御によりドローン2を遠隔的に操作することも良い。この場合、ドローン2が備える測位ユニット22や各種センサの出力信号を、サーバ装置100等に随時、送信すると良い。

[0039] 上記のセンサアレイ21（図5及び図7）は、作用する磁気の大きさを計測する磁気センサC_nを含めて構成されたユニットである。本例のセンサアレイ21では、15個の磁気センサが1cm間隔で一列に配列にされている。センサアレイ21は、磁気マーカ10の検出処理等を実行する検出処理回路212を含めて構成されている。検出部の一例をなす検出処理回路212は、磁気センサC_nが出力する15個の磁気計測値を処理することにより磁気マーカ10を検出する。

[0040] ドローン2では、下方の磁気発生源を検出できるよう、ドローン2の胴体2Bの底面にセンサアレイ21が取り付けられている。センサアレイ21は、磁気センサC_nの配列方向が胴体2Bの幅方向（左右方向）に一致するように取り付けられている。磁気センサC₁～C₁₅のうち、真ん中の8番目の磁気センサC₈が、胴体2Bの幅方向の中央に位置している。なお、上記の通り、磁気センサC₈の位置は、GPSユニット221が測位する位置に当たる。

[0041] 磁気センサC_nとしては、例えば、公知のMI効果（Magneto Impedance Effect）を利用して磁気を検出する高感度のMIセンサなどが好適である。MI効果は、例えばアモルファスワイヤなどの感磁体のインピーダンスが外部磁界に応じて敏感に変化するという効果である。本例では、センサアレイ21の各磁気センサC_nが、胴体2B（ドローン2）の前後方向の磁気成分と、幅方向の磁気成分と、を検出可能なように、センサアレイ21への各磁気センサC_nの組込み、及び胴体2Bへのセンサアレイ21の取付がなされている。なお、胴体2Bの前後方向及び幅方向に加えて鉛直方向の磁気成分を

検出可能な磁気センサであっても良い。あるいは、前後方向の磁気成分のみ、あるいは鉛直方向の磁気成分のみを検出可能な磁気センサであっても良い。

[0042] なお、磁気センサC_nとして例示するM_Iセンサは、空間分解能が優れ、応答性が良好で、高感度である、という非常に優れた特性を有する磁気センサである。このようなM_Iセンサを利用すれば、基準点Pに配設する磁気マーカに要求される磁力を抑えることができる。野生の動物や植物などを含む自然界への影響を考慮した場合、基準点Pに配設する磁気マーカの磁力は極力抑えるべきである。このような場合において、磁気マーカに必要な磁力を小さく抑制できるM_Iセンサは、ベストに近い選択である。

[0043] (サーバ装置)

サーバ装置100は、基準点P（基準ポスト1P）の位置（絶対位置）や、基準点P間の距離等、を管理するための装置である。サーバ装置100は、インターネットなどの公衆通信回線を介してドローン2と間で各種データのやり取りが可能である。図示は省略するが、サーバ装置100は、CPUが実装された電子基板やハードディスクドライブなどの記憶装置などを備える本体と、液晶ディスプレイなどのモニタ装置と、キーボードやマウスなどの入力装置と、を備えている。サーバ装置100では、例えば、オペレータが入力装置を利用して基準点Pの目標測位時刻等を入力可能である。

[0044] サーバ装置100は、基準点Pの位置を記憶する記憶部、基準点P間の距離の時間的な変動量を特定する変動特定部、山体1Mの活動が活発になったことを報知する報知部、としての機能を備えている。記憶部の一例をなす記憶装置は、ドローン2によって特定された磁気マーカ10の位置を、基準点Pの位置として記憶する。変動特定部は、CPUを備える本体によって実現される。

[0045] サーバ装置100の本体は、記憶装置が記憶するいずれか2つの基準点Pの位置の差、すなわち2つの基準点P間の距離の時間的な変動を、変動量として定量化する。2つの基準点間の距離の時間的な変動量が閾値を超えたと

き、例えばサーバ装置１００のモニタ装置（報知部の一例）による表示により、火山活動が活発化している旨が報知される。

[0046] 本例では、基準点Ｐの位置の経時変化を表す情報の一例、及び基準点Ｐの位置の経時変化の度合いを表す物理量として、上記のいずれか２つの基準点Ｐの位置の差である変動量を例示している。この変動量に代えて、時間的な変動量の割合や、２つの基準点Ｐ間の距離に対する変動量の割合等、の変動率を、基準点Ｐの位置の経時変化の度合いを表す物理量として特定することも良い。いずれか一の基準点Ｐの位置の経時変化を表す情報や、いずれか一の基準点Ｐの位置の経時変化の度合いを表す物理量を特定することも良い。

[0047] 関係者が所持するスマートフォン等の携帯端末への報知機能を、サーバ装置１００に具備させることも良い。サーバ装置１００が、基準点Ｐの位置の経時変化を表す情報として、過去所定期間に亘る基準点Ｐの位置情報を、出力部の一例をなすサーバ装置１００がディスプレイ装置の表示画面上にて一覧表示することも良い。基準点Ｐの位置情報は、いずれか一の基準点Ｐの位置情報であっても良く、いずれか２つの基準点Ｐの位置の差の情報であっても良い。さらに、基準点Ｐの位置情報を、出力部の一例をなすサーバ装置１００がプリンタを利用して印字出力することも良く、出力部の一例をなすサーバ装置が、ハードディスク装置やＵＳＢメモリ等の記憶領域に記録することにより位置情報を出力しても良い。

[0048] (２) システム動作

システム１による測位動作について、図８～図１３を参照して説明する。図８は、サーバ装置１００がドローン２に対して指令情報を送信する処理の流れを示すフロー図である。図９は、ドローン２が基準点Ｐを測位する処理の流れを示すフロー図である。図１０～図１２は、図９のフロー図を説明する際の参照図である。図１３は、サーバ装置１００が基準点Ｐの位置に関する解析を実行する処理の流れを示すフロー図である。システム１では、複数の基準点Ｐの測位が、複数のドローン２を利用して並行して実行される。したがって、図９の処理は、複数のドローン２により並行して実行される。

- [0049] サーバ装置100は、図8のごとく、複数の基準点Pを測位するに当たって、まず、測位対象の基準点P毎にドローン2を選択する(S101)。サーバ装置100は、選択したドローン2に対して、測位対象の基準点Pの識別情報(タグID)や目標測位時刻などを含む指令情報を送信する(S102)。このようにして測位対象の基準点Pの全てについて、基準点P及びドローン2の組合せを更新しながら(S103: No→S112)、上記のステップS102の処理を繰り返し実行し、測位を実行する各ドローン2に指令情報を送信する。
- [0050] 各ドローン2の制御ユニット20は、図9のごとく、測位対象の基準点Pの識別情報(タグID)を含む指令情報を受信すると、地図DB208T(図7)の地図データを参照して測位対象の基準点Pを特定し、目的地として設定する(S201)。ドローン2は、加速度や角速度などの慣性計測値などを利用する自律的な飛行により、目的地である基準点Pに向けて移動する(S202)。
- [0051] ドローン2は、基準ポスト1Pの上空に到達すると、下向きのカメラによる撮影画像に処理を施し、基準ポスト1Pの上端面の目印11の検出を試みる(S203)。ドローン2は、このように基準ポスト1Pの目印11を画像的に検出(画像検出)することで、測位対象の基準点Pの位置を把握する。そして、目標測位時刻になったときに測位を実行できるよう、基準ポスト1Pの上端面の真上から水平方向にオフセットした位置において、ホバリング状態で待機する(図10参照。)
- [0052] ドローン2は、指令情報に係る目標指令時刻になると、図10のごとく、基準ポスト1Pとの高さ方向の間隔を約10cm程度に維持しつつ、幅方向(左右方向)に配列されたセンサアレイ21により上端面をスキャンするように飛行する。ドローン2は、同図のように前方に移動する飛行中に、磁気マーカ10の検出を試みる(S204)。なお、図10のようなドローン2の飛行中、GPSユニット221による測位が繰り返し実行される。
- [0053] ここで、磁気マーカ10の検出方法、及び横ずれ量の計測方法について説

明する。上記のごとく、センサアレイ 21 の各磁気センサ C_n は、ドローン 2 の前後方向及び幅方向の磁気成分を計測可能である。例えばこの磁気センサ C_n が、図 11 のごとく前後方向に沿って移動して磁気マーカ 10 の真上を通過するとき、前後方向の磁気成分の計測値（磁気計測値）は、図 11 のごとく磁気マーカ 10 の前後で正負が反転すると共に、磁気マーカ 10 の真上の位置でゼロを交差するように時間的に変化する。ドローン 2 が前後方向に沿って移動している間、いずれかの磁気センサ C_n が検出する前後方向の磁気計測値について、その正負が反転するゼロクロス Z_c が生じたとき、センサアレイ 21 が磁気マーカ 10 の真上に位置すると判断できる。制御ユニット 20 は、センサアレイ 21 が磁気マーカ 10 の真上に位置し、前後方向の磁気計測値のゼロクロス Z_c が生じたとき、磁気マーカ 10 を検出したと判断する。なお、図 11 の磁気計測値は、各磁気センサ C_n の磁気計測値（前後方向の磁気成分の計測値）の総和であっても良いし、各磁気センサ C_n の磁気計測値のうちの最大値であっても良い。

[0054] また、例えば、磁気センサ C_n と同じ仕様の磁気センサについて、磁気マーカ 10 の真上を通過する幅方向の仮想線に沿う移動を想定する。この場合、図 12 のごとく、幅方向の磁気成分の計測値（磁気計測値）は、磁気マーカ 10 を挟んだ両側で正負が反転すると共に、磁気マーカ 10 の真上の位置でゼロを交差するように変化する。したがって、センサアレイ 21 において幅方向に沿って配列された 15 個の磁気センサ C_n では、磁気マーカ 10 を介してどちらの側にあるかによって磁気センサ C_n が検出する幅方向の磁気計測値の正負が異なってくる（図 12）。

[0055] 制御ユニット 20 は、図 10 に例示するドローン 2 の飛行により磁気マーカ 10 を検出できたとき、すなわち、センサアレイ 21 が磁気マーカ 10 の真上に位置したとき、各磁気センサ C_n の幅方向の磁気成分の計測値（磁気計測値）を取り込む。各磁気センサ C_n の幅方向の磁気計測値の分布（例えば図 12）では、幅方向の磁気計測値の正負が反転するゼロクロス Z_c が磁気マーカ 10 の真上に現れる。ゼロクロス Z_c の位置は、磁気マーカ 10 の

幅方向の位置を表している。磁気マーカ10の幅方向の位置は、例えば、ゼロクロス Z_c を挟んで隣り合う2つの磁気センサ C_n の中間の位置、あるいは幅方向の磁気計測値がゼロであって両外側の磁気センサ C_n の磁気計測値の正負が反転している磁気センサ C_n の直下の位置として特定可能である。

[0056] 制御ユニット20は、磁気マーカ10に対するドローン2の幅方向（所定の方向の一例。）の偏差を横ずれ量として計測する。本例では、センサアレイ21を構成する15個の磁気センサ C_n のうちの中央の磁気センサ C_8 が、ドローン2の中央に位置している。制御ユニット20は、中央の磁気センサ C_8 の位置を基準として、磁気マーカ10に対するドローン2の横ずれ量を特定する。つまり、本例の構成では、磁気センサ C_8 の位置が、横ずれ量の基準となる位置となっている。

[0057] 例えば図12の磁気分布の場合、磁気マーカ10に対応するゼロクロス Z_c の位置が C_9 と C_{10} との中間辺りの $C_{9.5}$ に相当する位置となっている。上記のように磁気センサ C_9 と C_{10} の間隔は1cmであるから、磁気マーカ10に対するドローン2の横ずれ量は $(9.5 - 8) \times 1\text{cm} = 1.5\text{cm}$ となる。同図の例は、ドローン2が磁気マーカ10に対して左寄りとなった場合の例である。なお、横ずれ量の正負は、磁気マーカ10に対してドローン2が左に寄った場合を正、右に寄った場合を負としている。

[0058] ドローン2は、図10の飛行中、RFIDタグ15に対する無線給電を実行し、タグIDの読取を実行する。制御ユニット20は、指令情報に係るタグIDと、磁気マーカ10から読み取ったタグIDと、の一致を前提として、磁気マーカ10の検出を確定させる（図9中のS204）。また、制御ユニット20は、磁気マーカ10を検出できたとき、すなわち磁気マーカ10の真上にセンサアレイ21が位置したときのGPSユニット221による測位データを記憶する。ここで、上記の通り、GPSユニット221は、ドローン2の胴体2Bの幅方向の中央に位置する磁気センサ C_8 の絶対位置を測定する。つまり、本例の構成では、磁気マーカ10に対する横ずれ量の基準となる位置である磁気センサ C_8 の位置が、測位対象の位置となっている。

これに代えて、横ずれ量の基準となる位置と所定の位置関係にあって、当該基準となる位置を特定可能な他の位置を測位対象としても良い。

[0059] 制御ユニット20は、磁気マーカ10を検出できた場合（S204）、磁気マーカ10の位置データをサーバ装置100に送信する（S205）。なお、制御ユニット20は、磁気マーカ10の位置データを送信する際、磁気マーカ10の識別情報（磁気マーカ10の検出時に読み取ったタグID）、及び測位時刻を併せて送信する（S205）。

[0060] ここで、磁気マーカ10の位置は、磁気マーカ10の検出時に記憶された測位データ、及び磁気マーカ10の検出時に計測された横ずれ量に基づいて特定される。位置特定部としての制御ユニット20は、測位データが表す絶対位置、すなわち磁気マーカ10を検出したときの磁気センサC8の絶対位置から、磁気マーカ10の検出時に特定された横ずれ量を差し引いた位置（横ずれ量の分だけずらした位置）を、磁気マーカ10の位置として特定する。なお、横ずれ量の基準となる位置として、磁気センサC8の位置を例示するが、横ずれ量の基準となる位置は、磁気センサC8の位置には限定されずどのような位置であっても良い。

[0061] ドローン2は、磁気マーカ10の位置データを送信すると（S205）、自律飛行により基地に向かって移動する（S206）。その後、ドローン2の移動は、ドローン基地への帰還により終了する（S207：Yes）。

[0062] なお、本例では、指令情報に係る目標測位時刻になったときに、図10に例示する飛行を実行する。これに代えて、目標測位時刻よりも前に図10の飛行を実行し、予め磁気マーカ10を検出しておくことも良い。そして、目標測位時刻になったとき、磁気マーカ10の真上でホバリング状態となるようにドローン2を制御すると良い。この場合には、目標測位時刻になったとき、GPSユニット221の測位データを確実性高く取得できるので、他のドローン2による測位のタイミングとの同期の精度を向上できる。

[0063] サーバ装置100は、図13のごとく、いずれかのドローン2から磁気マーカ10の位置データ（絶対位置）、識別情報、測位時刻を受信すると（S

301)、随時、基準点Pの位置等として記憶する(S302)。サーバ装置100は、測位対象の全ての基準点Pの位置を記憶すると(S303: Yes)、基準点Pの位置に関する解析を実行する。なお、各ドローン2からの受信情報のうちの識別情報は、受信した磁気マーカ10の位置データがいずれの基準点Pに係るものかを特定するために利用される。また、同様の測位時刻は、他のドローン2による測位のタイミングとの同期を確認するために利用される。以下の説明は、測位のタイミングの同期を確認できた場合の説明である。

[0064] 基準点Pの位置に関する解析としては、例えば、2つの基準点P間の距離の時間的な変動を特定する解析等がある。基準点P間の距離の時間的な変動を特定する解析によれば、例えばマグマ溜まりによる山体1Mの膨張などを高精度に検知でき、火山活動を精度高く予知できる。サーバ装置100は、いずれか2つの基準点Pの位置の差分である基準点P間の距離の時間的な変動量を特定する。報知部としてのサーバ装置100は、この変動量に閾値処理を施し、所定の閾値を超えたとき、例えばモニタ装置を利用する表示等により、山体1Mの活動が活発になっている可能性を報知する。

[0065] なお、2つの基準点P間の距離を特定するに当たっては、各基準点Pに関する測位時刻の一致が重要になる。GPSの測位原理に鑑み、同時に測位された2地点の位置については、同様の測位誤差が含まれる可能性が高い。同時に測位された2地点の位置の差分をとれば、測位誤差を確実性高く相殺でき、2つの基準点P間の距離を精度高く特定できる。

[0066] また、基準点Pの位置に関する解析としては、例えば、各基準点Pの位置の時間的な変動を特定する解析がある。ひとつの基準点Pの位置の時間的な変動を特定するためには、測位時点が異なる2つの位置データを対象として、差分をとる必要がある。このとき、測位時点が異なれば、測位された各位置データに包含される測位誤差が異なっている可能性が高い。それ故、基準点Pの位置の時間的な変動を特定する解析においては、基準点Pの測位位置に高い精度が要求される。そこで、この場合には、RTK (Real Time Kinem

atic) —GPSや、DGPS (Differential Global Positioning System) など、精度が確保できる測位方法を採用すると良い。

[0067] サーバ装置100は、いずれか一の基準点Pの位置の時間的な変動量について閾値処理を施し、所定の閾値を超えたとき、例えばモニタ装置を利用する表示等により、山体1Mの活動が活発になっている可能性を報知する。なお、変動量に関する閾値処理に代えて、時間に対する変動量の割合である変動率、すなわち変動速度として特定して定量化することも良い。変動率に関する閾値処理の結果に応じて、上記のような報知を実行することも良い。

[0068] なお、GPSユニット221による測位の精度を向上するため、位置が固定された基地局を利用することも良い。基地局では、GPSを利用して測位が随時、実施される。ドローン2による測位と同期して、基地局で測位を実行すれば、基地局とドローン2との相対位置を高精度に特定可能となる。基地局を基準としてドローン2の相対位置を高精度に特定できれば、ドローン2による測位精度を向上できる。

[0069] 本例では、ドローン2に対する指令情報の送信や、ドローン2からサーバ装置100への位置データの送信等が、インターネット等の公衆通信回線を介して実行される構成を例示したが、この構成は必須ではない。ドローン基地で待機中のドローン2に対して、Wi-Fi通信や、赤外線通信や、有線による通信によって、指令情報を送信することも良い。ドローン2が磁気マーカ10の位置データを一旦記憶していれば、ドローン基地への帰還後にその位置データを読み出し可能である。この場合、ドローン2とサーバ装置100との無線通信が必須ではなくなる。

[0070] 以上のように構成された本例のシステム1によれば、位置的な変動を監視するための基準点Pを低コストで実現できる。高精度なGPSユニットが組み込まれた従来の基準点とは異なり、本例の基準点Pでは、磁気マーカ10を取り付けるだけで良い。本例の構成では、基準点Pに設けられた磁気マーカ10を検出する側のドローン2にGPSユニット221等の測位ユニットが搭載されている。そのため、測量対象の複数の基準点等の間で、測位ユニ

ットを共用可能であり、システムのコストを低減できる。

[0071] なお、本例では、RFIDタグ15を備える磁気マーカ10を例示したが、RFIDタグ15は、必須の構成ではない。隣り合って位置する基準点Pが十分に離れており、GPSによる誤差円の範囲内に含まれることがなければ、GPSユニット221による測位によって、基準点Pの特定が可能である。

[0072] なお、本例では、磁気マーカ10の検出処理を実行する上記の検出部や、GPSユニット221が測位した位置に基づいて磁気マーカ10の位置を特定する上記の位置特定部等、を備えるドローン2を示している。検出部や位置特定部等は、ドローン2ではなく、サーバ装置100に設けることもできる。この場合、磁気マーカ10の検出処理に必要な情報や、磁気マーカ10の位置を特定するために必要な情報等を、ドローン2がサーバ装置100に随時、送信すれば良い。

[0073] なお、本例では、磁気マーカ10に対するドローン2の横ずれ量を計測するに当たって、各磁気センサC_nの幅方向の磁気計測値の分布（例えば図12）において、ゼロクロスZ_cの位置を特定している。このゼロクロスZ_cは、幅方向の磁気計測値の正負が反転する点として説明したが、磁気計測値に誤差が含まれる場合や、磁気センサC_nの間隔が狭い場合等、正負が反転する点を一意に特定することが難しくなる場合がある。

[0074] そこで、各磁気センサC_nの幅方向の磁気計測値の分布を曲線近似することも良い。近似曲線であれば、ゼロクロスZ_cの特定が容易である。あるいは、幅方向の磁気計測値の分布を表す理想的な分布曲線として、振幅や周期が異なる複数種類の曲線を想定することも良い。各磁気センサC_nの幅方向の磁気計測値の分布と最も相関の高い曲線を、複数種類の曲線の中から選択すると良い。理想的な分布曲線であれば、ゼロクロスZ_cの特定が容易である。

[0075] 本例では、山体1Mの周辺に配置され、山体1Mを測量するための基準点Pを例示している。これに代えて、図14に例示する通り、道路40に基準

点Pを設けることも良い。道路40の基準点Pの位置的な変動を監視すれば、道路の損傷や地盤の緩み等を早期に検知できる。道路40の基準点Pの場合、シート状の磁気マーカ10（図14参照。）を路面に貼付しても良く、路面に設けた収容孔に柱状の磁気マーカを配置しても良い。道路40の基準点Pを測位する移動体としては、例えば、磁気センサを備える車両4等がある。

[0076] 例えば、図14に例示する車両4は、GPSユニットや通信ユニット等を備えている。車両4が備えるGPSユニットは、RTK-GPSに対応するユニットであり、精度高く絶対位置を測位可能である。車両4は、基準点Pの磁気マーカ10を検出したとき、そのときの車両4の絶対位置、及び磁気マーカ10に対する車両4の横ずれ量を、外部のサーバ装置（図示略）に送信する。サーバ装置においては、車両4の絶対位置、及び磁気マーカ10に対する車両4の横ずれ量に基づいて、磁気マーカ10の絶対位置、すなわち基準点Pの絶対位置を特定可能である。

[0077] このように図14のシステム1では、基準点Pとなる磁気マーカ10を道路40に配設しておくのみで、基準点Pの位置データを収集でき、基準点Pの位置の経時変化を監視できる。さらに、基準点Pとしての磁気マーカ10を検出したときの車両4のロール方向の傾きの情報や、車速や振動などの情報を、上記の車両4の絶対位置等に代えて、あるいは加えて、サーバ装置に送信することも良い。例えば、ロール方向の傾きの情報に基づけば、例えば轍などの舗装材料の変形を推測できる。また例えば、車速や振動などの情報に基づけば、各基準点Pについて、轍やひび割れや凹みなど舗装状態の良否を推測できる。サーバ装置では、基準点Pに対応付けて、舗装状態の良否の情報を記憶すると良い。基準点Pに対応付ける方法としては、基準点Pの識別情報を対応付けて舗装状態の良否の情報を記憶する方法や、基準点Pの位置データを対応付けて舗装状態の良否の情報を記憶する方法、等がある。なお、車幅方向に複数の輪を有しており、車幅方向における路面の傾きにに応じて車両が傾く車両は、上記のロール方向の傾きの情報を取得する車両として

好適である。

[0078] なお、通信ユニットに代えて、あるいは加えて、磁気マーカ10を検出したときの車両の絶対位置や横ずれ量等を記録する記録ユニットを備える車両であっても良い。事後的に、記録ユニットに記録されたデータを回収して集約すれば、基準点Pの位置の経時変化を表すデータを生成可能である。

[0079] なお、IMUを備える移動体であれば、慣性航法による測位が可能である。IMUによれば、衛星電波が届きにくくGPSの利用が難しい場所に配設された磁気マーカであっても、その磁気マーカが検出されたときの絶対位置を特定できる。それ故、IMUを備える移動体であれば、衛星電波が届きにくくGPSの利用が難しい場所に配設された磁気マーカであっても、基準点として利用できる。

[0080] さらに、車輪の回転に応じて車速パルスを出力する車速センサや、光学式マウスの検出方式を応用して移動ベクトルを検出する仕組みや、ヨーレートを計測するヨーレートセンサ等を備える車両など、自律航法による測位が可能な車両を移動体として採用することも良い。自律航法による測位が可能な移動体であれば、GPSの利用が難しい場所に配設された磁気マーカであっても、基準点として利用できる。

[0081] さらに、基準点としては、海底の基準点であっても良い。この場合には、基準点の測位により、海底の地殻変動等を早期に検知可能である。海底の基準点を測位するための移動体としては、例えば、磁気センサを備える水中ドローンを例示できる。また、建物や橋やダムなどの構造物に、本例の基準点を設けることも良い。この場合には、構造物の形状や寸法の経時変化を精度高く検出できる。

[0082] 本例では、基準点Pの位置として、2次元的な絶対位置を例示している。基準点Pの位置として、2次元的な絶対位置に高さを加えた3次元的な位置を採用することも良い。この場合には、基準点Pの隆起や沈降などを伴う地殻変動を早期に検出できるようになる。異なる基準点P間の高低差を管理することも良い。高低差の変動を検出し、その旨を報知することも良い。

[0083] なお、基準点Pの磁気マーカ10に対面するエリアにおける2次元的な磁気分布を特定することも良い。このような2次元的な磁気分布では、図11及び図12を参照して上述した方法と同様に、磁気マーカ10の位置を特定できる。例えば、センサアレイ21を備えるドローン2によって、2次元的な磁気分布を特定することが可能である。このドローン2の制御ユニット20は、センサアレイ21が周期的に出力する15個の磁気センサC_nの磁気計測値よりなる1次元的な磁気分布を組み合わせることで2次元的な磁気分布を特定する。分布特定部としての制御ユニットは、センサアレイ21が周期的に出力する1次元的な磁気分布を、IMU222（推定部の一例）が推定する変位量の分だけ位置をずらしながら組み合わせることで、2次元的な磁気分布を特定する。

[0084] なお、GPSユニット221の測位データ、IMU222による計測データ、センサアレイ21が出力する各磁気センサC_nの磁気計測値を、随時、サーバ装置100に送信することも良い。この場合には、分布特定部としてのサーバ装置100において、上記の2次元的な磁気分布を特定できる。また、本例では、ドローン2が磁気マーカ10の位置データを演算により求めて、サーバ装置100に送信する構成を説明した。この構成に代えて、GPSユニット221による衛星電波の受信情報を、随時サーバ装置100に送信することも良い。この場合、サーバ装置100が、衛星電波の受信情報に基づく演算により位置データを求めると良い。なお、受信情報には、例えば、衛星電波の受信時刻や、衛星電波の送信元の衛星の情報や、衛星電波の位相を表す情報や、同時に受信した複数の衛星電波の位相差を表す情報など、測位のための演算に利用される各種の情報がある。

[0085] さらになお、センサアレイ21による1次元的な磁気分布を1つの磁気センサによって特定することも可能である。例えば、ドローンの幅方向の飛行（移動）によって、センサアレイ21が出力する1次元的な磁気分布と同様の磁気分布を特定することができる。分布特定部としての制御ユニットは、1つの磁気センサが周期的に出力する磁気計測値を、IMU222（推定部

の一例) が推定する変位量の分だけ位置をずらしながら組み合わせることで、1次元的な磁気分布を特定すると良い。さらに、前後方向の位置を変更しながら1次元の磁気分布を位置毎に特定することにより、2次元の磁気分布を特定することも良い。なお、磁気センサC_nが2次元的に配列されたセンサアレイを利用して2次元的な磁気分布を取得することも良い。

[0086] 以上、実施例のごとく本発明の具体例を詳細に説明したが、これらの具体例は、特許請求の範囲に包含される技術の一例を開示しているにすぎない。言うまでもなく、具体例の構成や数値等によって、特許請求の範囲が限定的に解釈されるべきではない。特許請求の範囲は、公知技術や当業者の知識等を利用して前記具体例を多様に変形、変更あるいは適宜組み合わせた技術を包含している。

符号の説明

- [0087] 1 システム
- 1 M 山体
 - 1 P 基準ポスト
 - 2 ドローン (移動体)
 - 1 O 磁気マーカ
 - 2 O 制御ユニット (位置特定部)
 - 2 1 センサアレイ
 - 2 1 2 検出処理回路 (検出部)
 - 1 0 0 サーバ装置 (記憶部、変動特定部、報知部、出力部)
 - 2 0 8 記憶装置
 - 2 2 1 GPSユニット (測位部、測位ユニット)
 - 2 2 2 IMU (推定部、測位ユニット)
 - C_n 磁気センサ

請求の範囲

- [請求項1] 基準点の位置を管理するためのシステムであって、
 周辺に磁気を作用するように前記基準点に配設された磁気マーカと、
 、
 前記磁気マーカの位置を、前記基準点の位置として記憶する記憶部と、
 と、
 前記基準点の位置の経時変化を表す情報を出力する出力部と、を備えるシステム。
- [請求項2] 請求項1において、1箇所あるいは2箇所以上の複数の前記基準点の位置の経時変化の度合いを物理量に換算する変動特定部と、
 前記物理量が所定の閾値を超えたときに報知を実行する報知部と、を備えるシステム。
- [請求項3] 請求項2において、前記変動特定部が前記物理量に換算する対象の経時変化は、前記記憶部がいずれか一の基準点について記憶している位置の経時変化、及び前記記憶部がいずれか2つの基準点について記憶する位置の差分である当該いずれか2つの基準点間の距離の経時変化、のうちの少なくともいずれか一方であるシステム。
- [請求項4] 請求項2または3において、前記物理量は、変動量あるいは変動率であるシステム。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項において、作用する磁気の大きさを計測する磁気センサを備える移動体と、
 前記磁気センサによる磁気計測値に処理を施して前記磁気マーカを検出する検出部と、
 該移動体の位置を測位する測位部と、
 前記検出部により前記磁気マーカが検出されたときに前記測位部が測位した前記移動体の位置に基づいて当該磁気マーカの位置を特定する位置特定部と、を備え、
 前記記憶部は、前記位置特定部により特定された磁気マーカの位置

を、前記基準点の位置として記憶しているシステム。

[請求項6] 請求項5において、前記測位部は、衛星測位システムを利用して測位を実行するように構成されているシステム。

[請求項7] 請求項5または6において、前記移動体は、前記磁気センサが1次元あるいは2次元的に配列されたセンサアレイを備えているシステム。

[請求項8] 請求項5～7のいずれか1項において、前記移動体の移動に伴う変位量を推定する推定部と、

磁気の大さの位置的な分布である磁気分布を特定する分布特定部と、を含み、

該分布特定部は、前記推定部が推定した変位量および前記磁気センサによる磁気計測値に基づいて複数の位置における磁気の大さを特定して前記磁気分布を特定するシステム。

[請求項9] 請求項5～8のいずれか1項において、前記移動体は、遠隔的な操作あるいは自律制御による移動が可能であるシステム。

[請求項10] 請求項5～9のいずれか1項において、前記磁気マーカは、車両が走行する道路に敷設され、前記移動体は、少なくとも、道路を走行する車両であるシステム。

[請求項11] 請求項5～10のいずれか1項において、前記基準点には、画像的に検出可能な目印が設けられており、

前記移動体は、前記基準点の目印を検出するための画像センサを備えているシステム。

[請求項12] 請求項5～11のいずれか1項において、前記移動体は、傾き又は振動を計測可能な車両であって、前記基準点は、車両が走行する道路に設けられ、

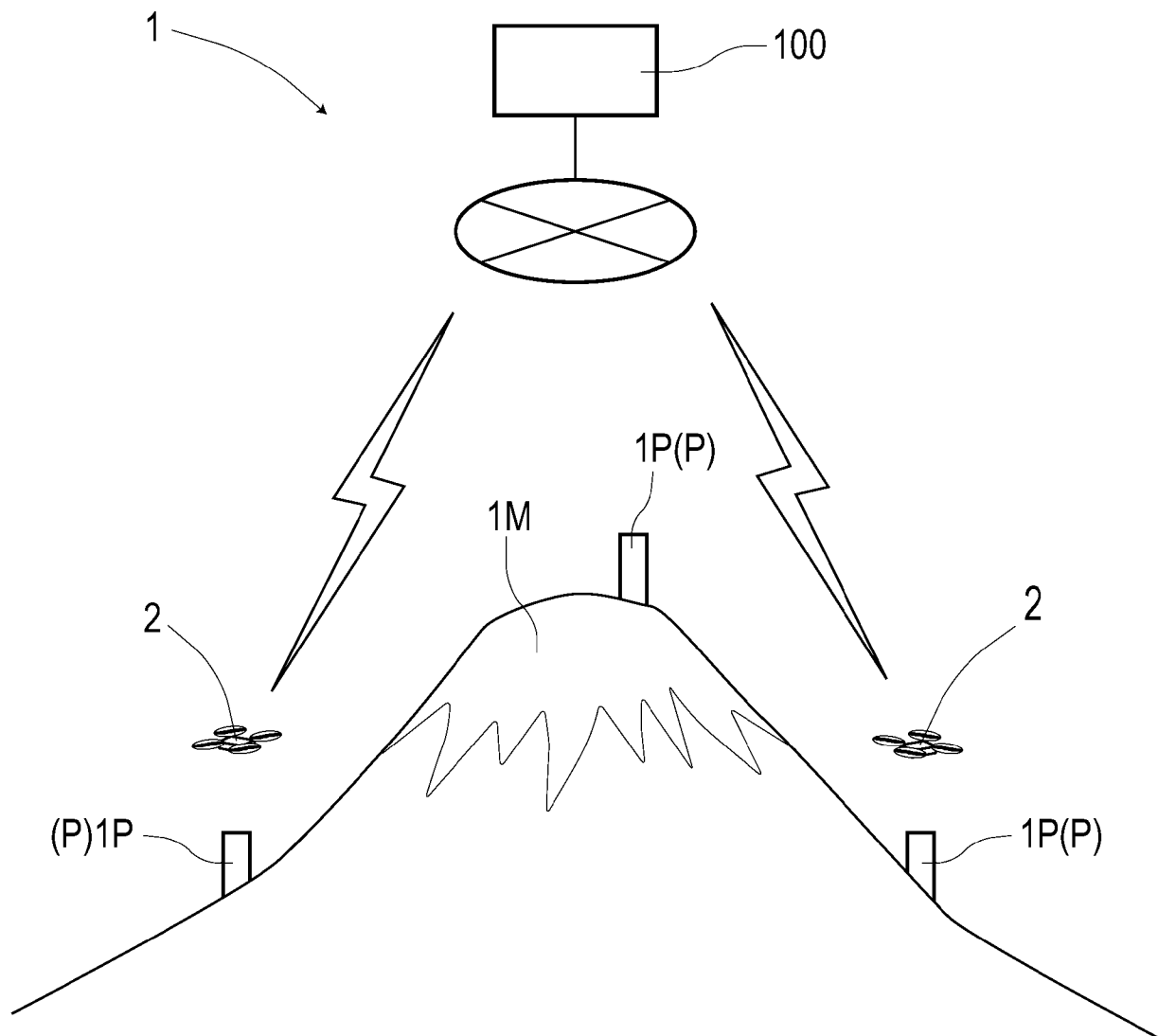
前記記憶部は、前記基準点の位置に加えて、前記車両が計測した傾きまたは振動の情報、あるいは当該情報に基づいて推測された舗装状態の良否の情報を、当該基準点に対応付けて記憶するシステム。

[請求項13] 請求項5～12のいずれか1項において、前記検出部は、前記移動体に相対する前記磁気マーカの所定の方向の横ずれ量を特定可能であり、

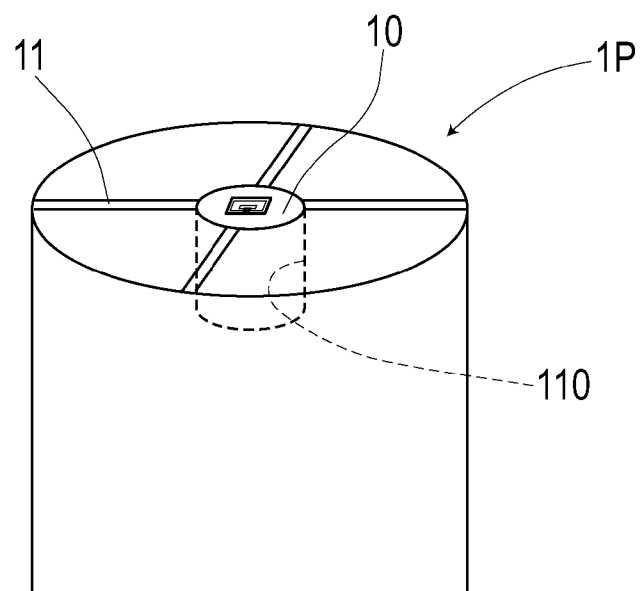
前記測位部は、前記検出部が特定する前記横ずれ量の基準となる位置、あるいは当該横ずれ量の基準となる位置を特定可能な位置を、前記移動体の位置として測位し、

前記位置特定部は、前記検出部により前記磁気マーカが検出されたときに前記測位部が測位した前記移動体の位置に基づき、前記横ずれ量の基準となる位置を特定し、当該横ずれ量の基準となる位置から前記検出部が特定した横ずれ量の分だけずらした位置を磁気マーカの位置として特定するシステム。

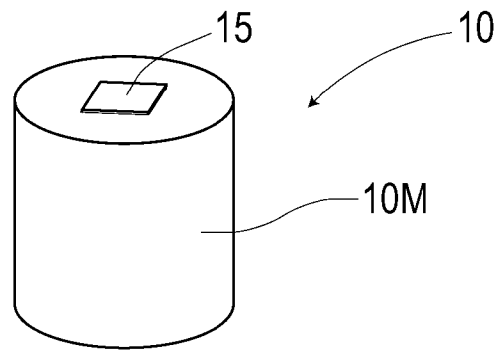
[図1]



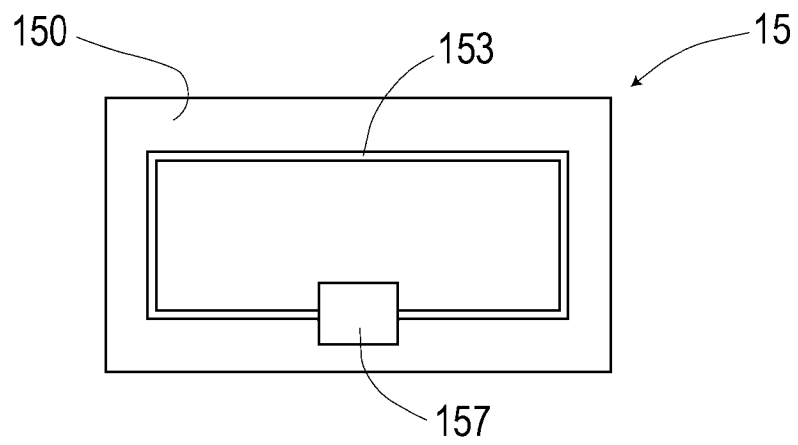
[図2]



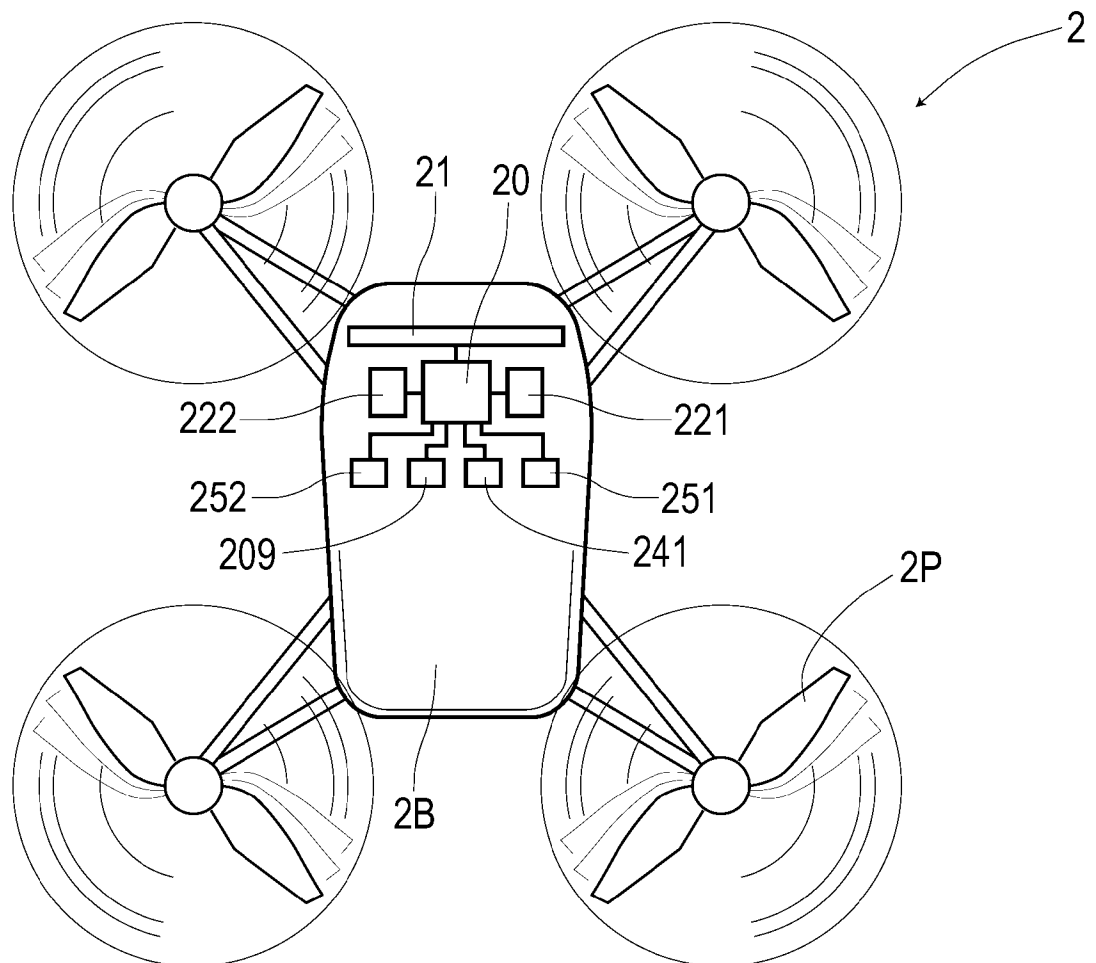
[図3]



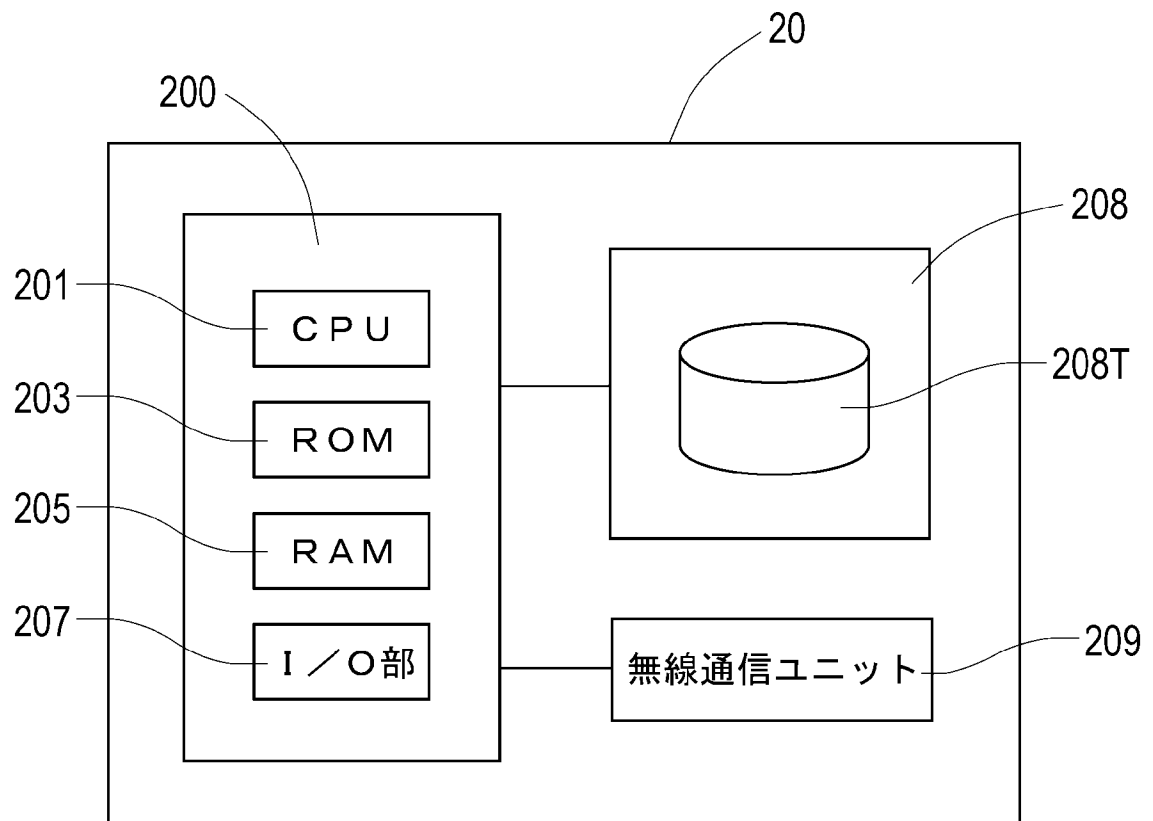
[図4]



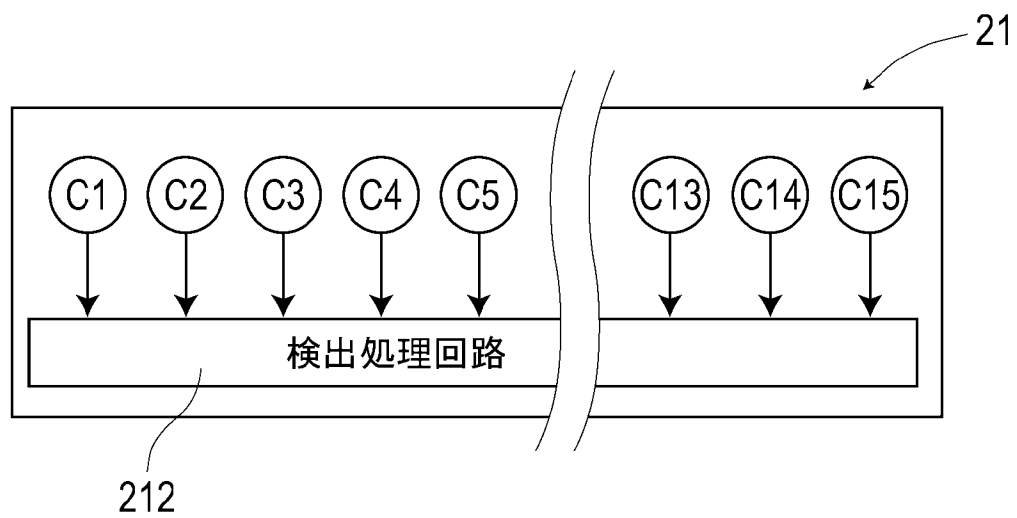
[図5]



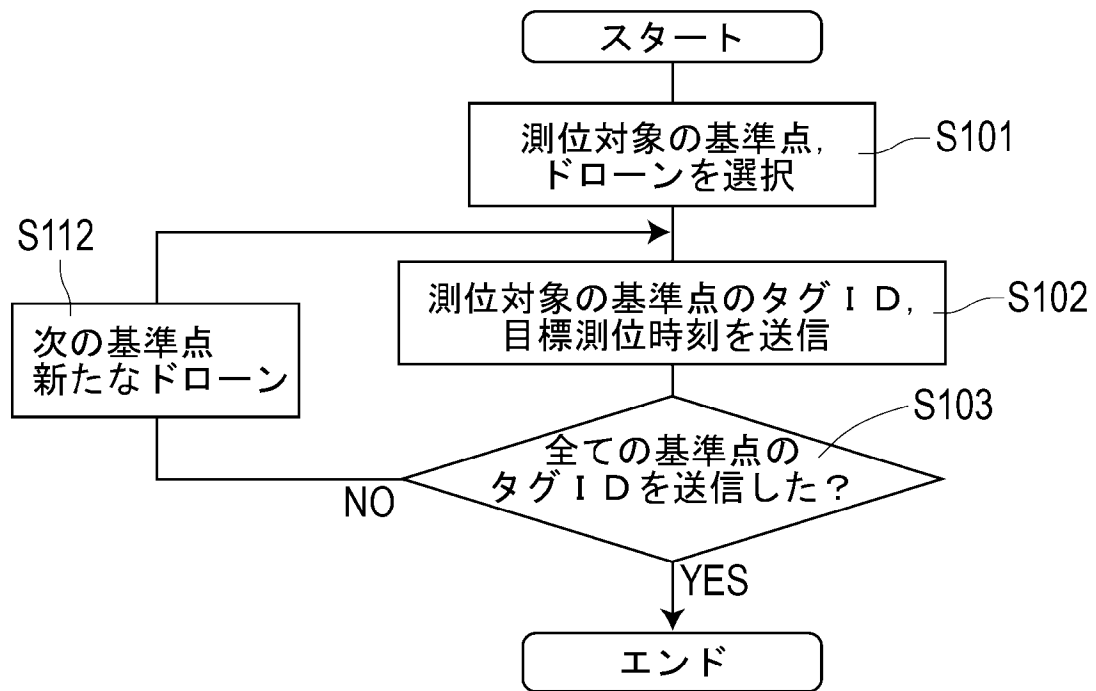
[図6]



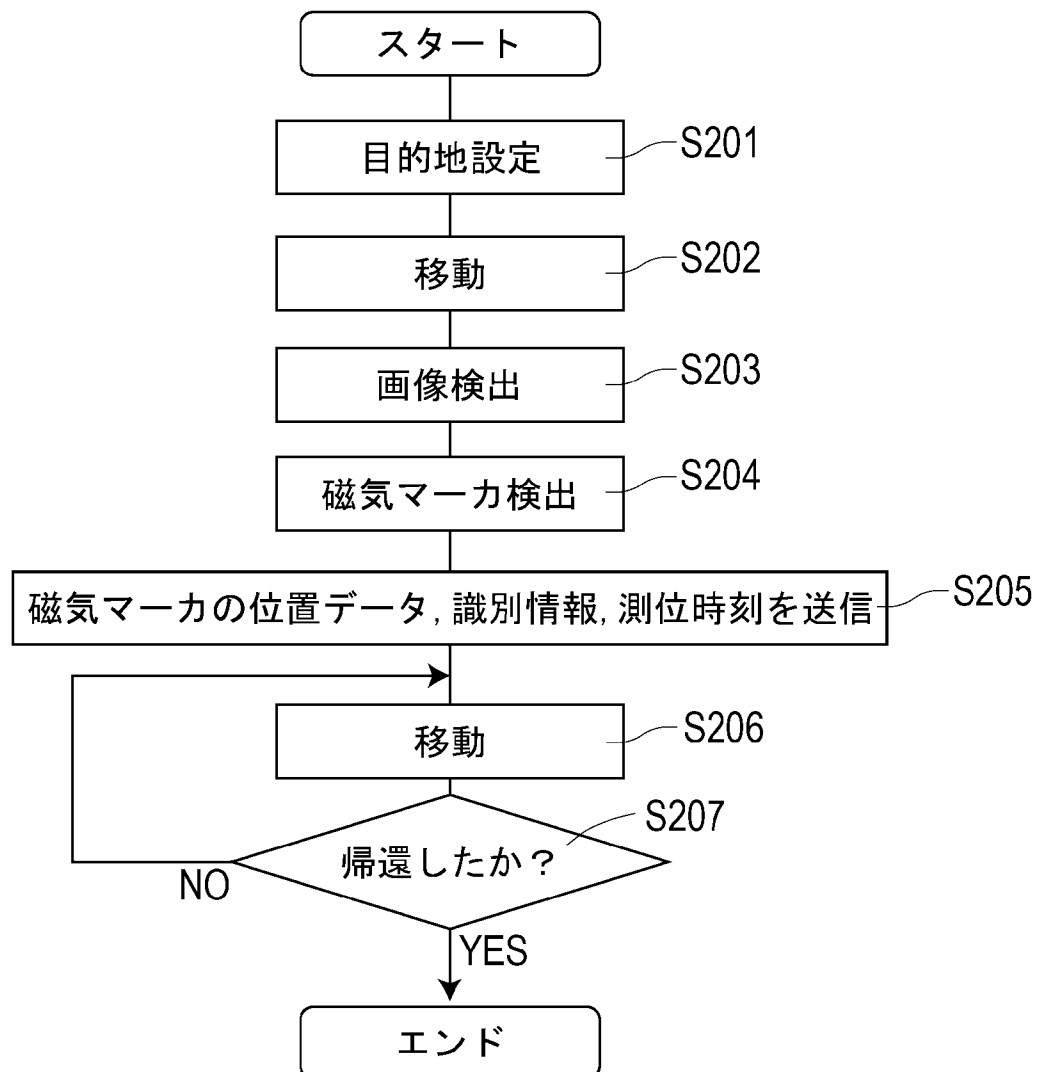
[図7]



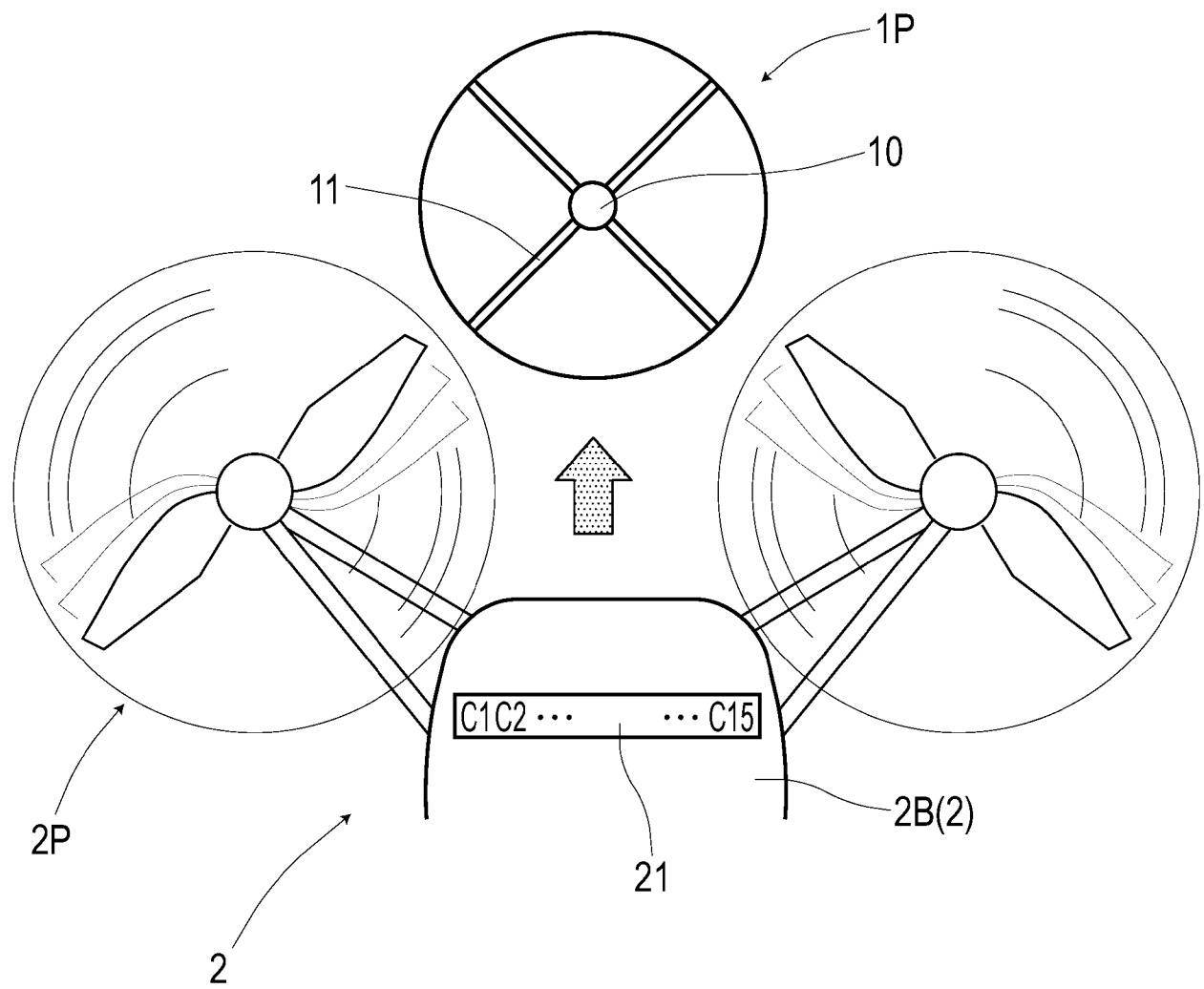
[図8]



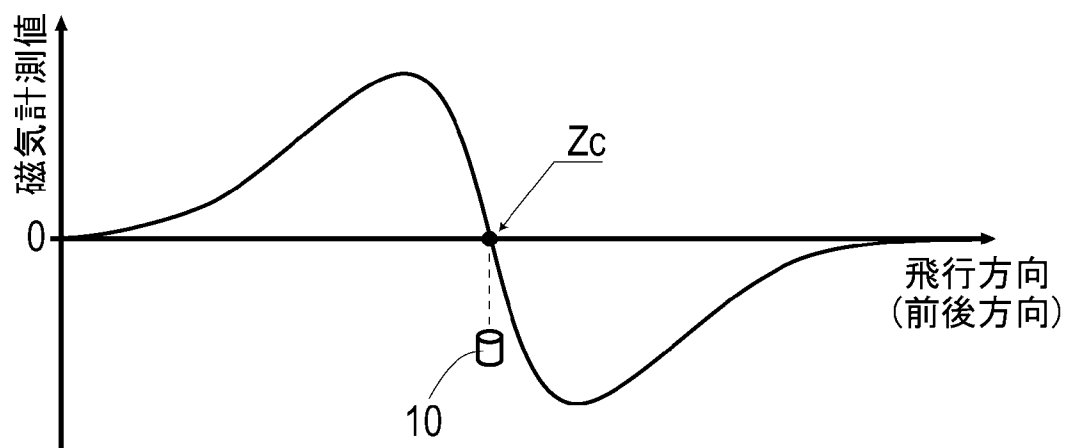
[図9]



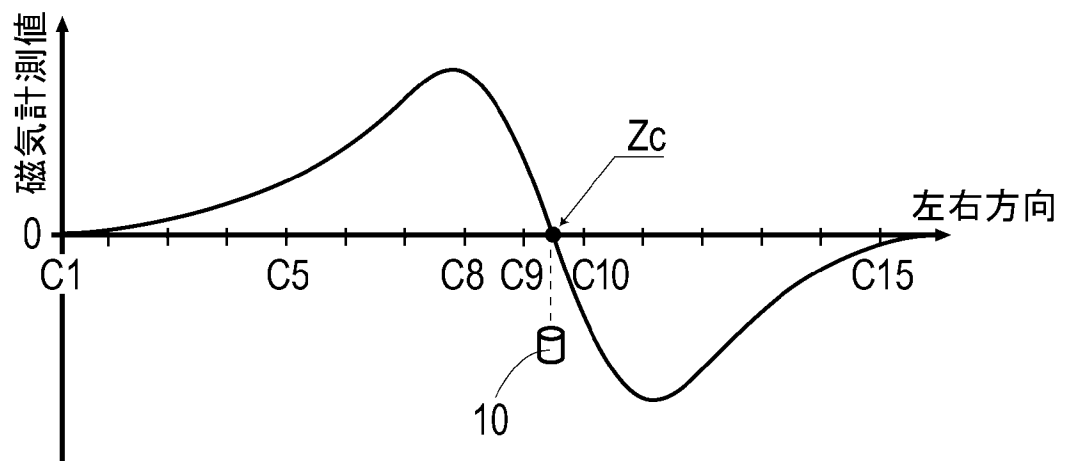
[図10]



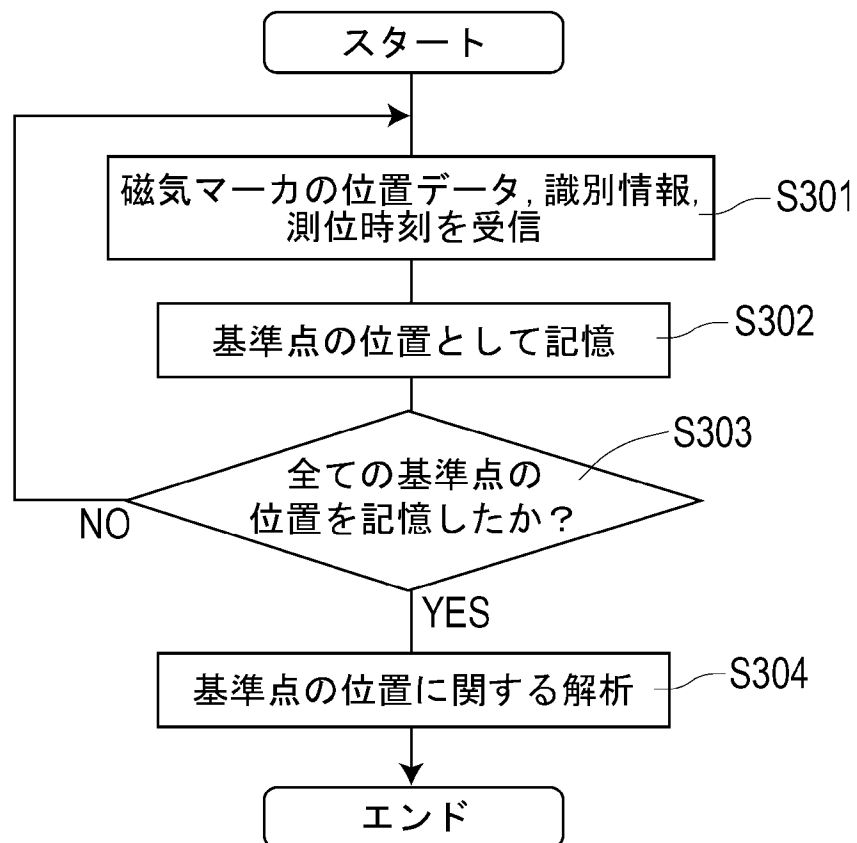
[図11]



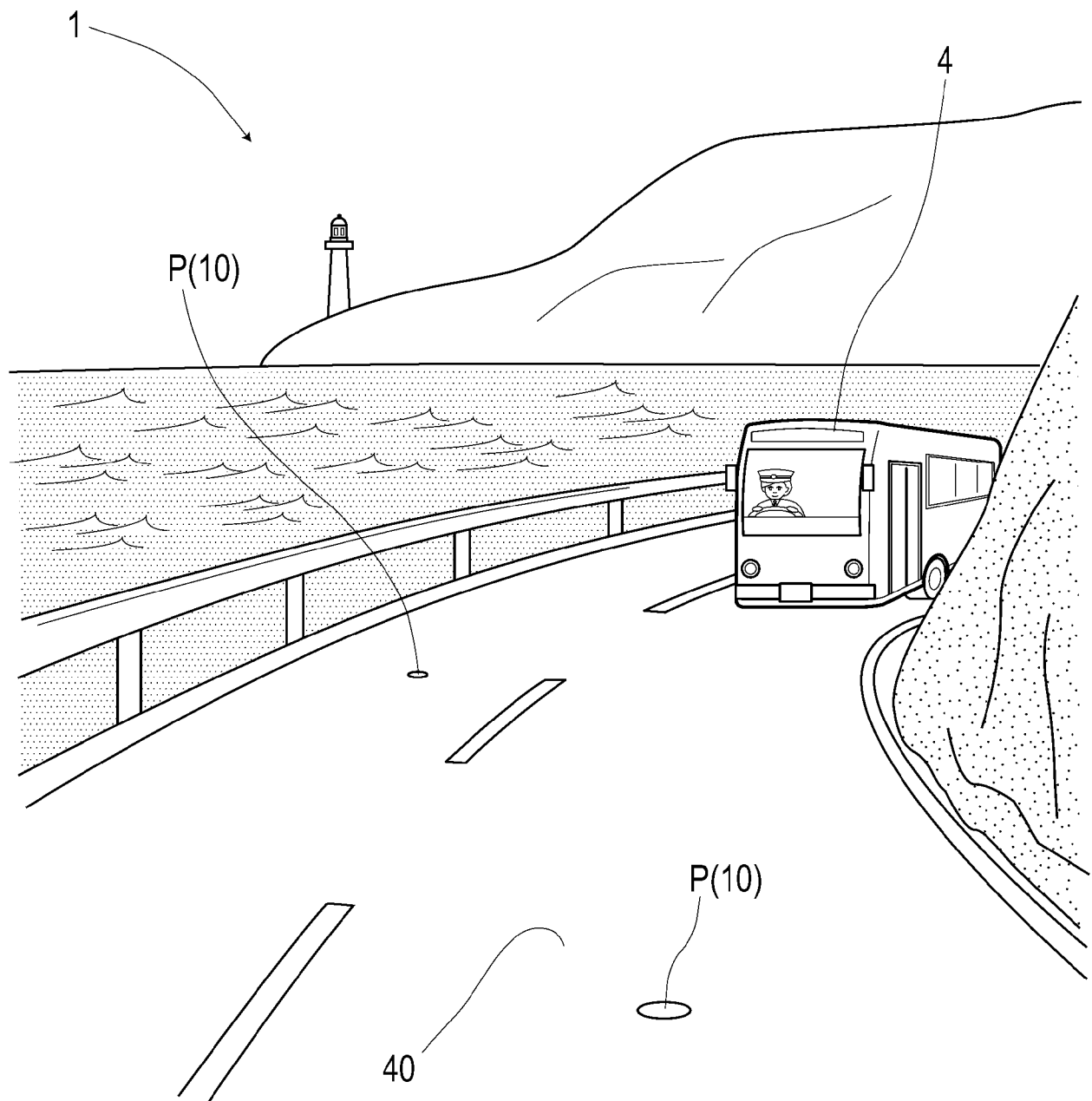
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/001231

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01B 7/00**(2006.01)i; **G01B 7/16**(2006.01)i; **G01S 19/14**(2010.01)i

FI: G01B7/16 Z; G01B7/00 101M; G01S19/14

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)

G01B7/16; G01B7/00; G01S19/14

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 2004-340831 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 02 December 2004 (2004-12-02) paragraphs [0009]-[0012]	1-4
A	paragraphs [0009]-[0012]	5-13
A	JP 2015-212621 A (MIZUNO, Yoshiro) 26 November 2015 (2015-11-26) entire text, all drawings	1-13
A	KR 10-2173589 B1 (CHO, Eun-Suck) 04 November 2020 (2020-11-04) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2018-206106 A (AICHI STEEL CORPORATION) 27 December 2018 (2018-12-27) entire text, all drawings	1-13

☐ 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

24 March 2022

Date of mailing of the international search report

05 April 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/JP2022/001231

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2004-340831	A	02 December 2004	(Family: none)	
JP	2015-212621	A	26 November 2015	JP	5656316 B1
KR	10-2173589	B1	04 November 2020	(Family: none)	
JP	2018-206106	A	27 December 2018	US	2020/0110420 A1
				entire text, all drawings	
				WO	2018/225677 A1
				EP	3637384 A1
				CN	110709906 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01B 7/00(2006.01)i; G01B 7/16(2006.01)i; G01S 19/14(2010.01)i FI: G01B7/16 Z; G01B7/00 101M; G01S19/14														
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）） G01B7/16; G01B7/00; G01S19/14														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022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				
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	JP 2004-340831 A（三菱電機株式会社）02.12.2004（2004-12-02） [0009]-[0012]	1-4												
A	[0009]-[0012]	5-13												
A	JP 2015-212621 A（水野 善郎）26.11.2015（2015-11-26） 全文全文	1-13												
A	KR 10-2173589 B1（CHO, EUN SUCK）04.11.2020（2020-11-04） 全文全文	1-13												
A	JP 2018-206106 A（愛知製鋼株式会社）27.12.2018（2018-12-27） 全文全文	1-13												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 24.03.2022	国際調査報告の発送日 05.04.2022													
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） 山▲崎▼ 和子 2S 6005 電話番号 03-3581-1101 内線 3216													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/001231

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2004-340831	A	02.12.2004	(ファミリーなし)	
JP	2015-212621	A	26.11.2015	JP	5656316 B1
KR	10-2173589	B1	04.11.2020	(ファミリーなし)	
JP	2018-206106	A	27.12.2018	US	2020/0110420 A1
				全文全図	
				WO	2018/225677 A1
				EP	3637384 A1
				CN	110709906 A