

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月10日(10.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/179459 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2020.01) G09B 29/10 (2006.01)
G09B 29/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/006649
- (22) 国際出願日: 2020年2月19日(19.02.2020)
- (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 2019-040543 2019年3月6日(06.03.2019) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鶴見 辰吾 (TSURUMI, Shingo); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が

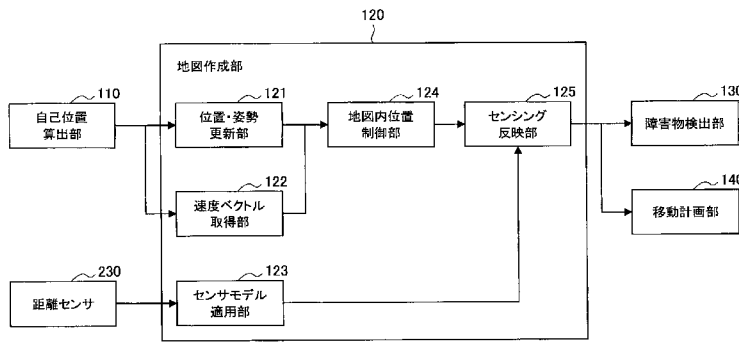
関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) Title: MAP CREATION DEVICE, MAP CREATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 地図作成装置、地図作成方法、及びプログラム



- 110 Own position calculation unit
- 120 Map creation unit
- 121 Position and orientation updating unit
- 122 Speed vector acquisition unit
- 123 Sensor model application unit
- 124 In-map position control unit
- 125 Sensing reflection unit
- 130 Obstacle detection unit
- 140 Movement planning unit
- 230 Distance sensor

(57) Abstract: Provided is a map creation device comprising: an in-map position control unit that sets, on the basis of information pertaining to a moving body or an environment, positional coordinates of the moving body, said coordinates being set on a map space in which a boundary demarcating a space and boundary on a side opposite said boundary are connected; and a sensing reflection unit that creates an environmental map corresponding to an environment surrounding the moving body by reflecting environmental information, sensed by the moving body, in the map space.

(57) 要約: 空間を画定する境界が前記境界と反対側の境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定する地図内位置制御部と、前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させることで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成するセンシング反映部と、を備える、地図作成装置。

WO 2020/179459 A1

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： 地図作成装置、地図作成方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、地図作成装置、地図作成方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、ロボット装置、ドローン、又は自動車等の移動体において、自身の周囲の環境を認識して移動計画を作成し、作成した移動計画に沿って移動する能力が重要となっている。

[0003] このような移動体では、例えば、周囲の環境に関する情報を反映した環境地図を作成し、移動可能領域、及び障害物領域を検出することで、移動計画を作成している。そこで、精度の高い移動計画をより効率的に作成するために、環境地図をより効率的に作成する技術が検討されている。

[0004] 例えば、以下の特許文献1には、ロボット装置等の限られた計算リソース、及びメモリリソースを効率的に使用するために、占有格子地図（オクキュパンシーグリッドマップ）で表された環境地図の保持及び更新に関するコストを削減する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-266349号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献1に開示された技術によれば、移動体の周囲の限られた範囲の環境地図を作成することができる。しかし、近年の移動体の移動速度の高速化等に伴い、作成される環境地図の範囲をより増加させることが求められていた。

[0007] そこで、本開示では、メモリ消費、及び処理負荷の増加を抑えつつ、移動計画に適したより広い範囲の環境地図を作成することが可能な、新規かつ改

良された地図作成装置、地図作成方法、及びプログラムを提案する。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示によれば、空間を画定する境界が前記境界と反対側の境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定する地図内位置制御部と、前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させることで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成するセンシング反映部と、を備える、地図作成装置が提供される。

[0009] また、本開示によれば、演算装置によって、空間を画定する一境界が前記一境界と反対側の他境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定することと、前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させることで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成することと、を含む、地図作成方法が提供される。

[0010] さらに、本開示によれば、コンピュータを、空間を画定する一境界が前記一境界と反対側の他境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定する地図内位置制御部と、前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させることで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成するセンシング反映部と、として機能させる、プログラムが提供される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本開示の一実施形態に係る地図作成装置を含む制御装置の内部構成を説明するブロック図である。

[図2]同実施形態に係る地図作成部の内部構成を説明するブロック図である。

[図3A]理想的なセンサモデルにおける距離のセンシング結果を示すグラフ図である。

[図3B]ステレオカメラにおける距離のセンシング結果を示すグラフ図である。

。

[図4]同実施形態に係る地図空間における移動体の位置制御を説明する説明図である。

[図5]距離情報を地図空間に反映する方法を説明する説明図である。

[図6A]グリッドを占有領域又は自由領域と判断する占有確率の閾値の一例を示すグラフ図である。

[図6B]グリッドの占有確率の更新の一例を示すグラフ図である。

[図7]三次元の地図空間におけるリングバッファを説明する説明図である。

[図8]三次元の地図空間における距離情報の反映を説明する説明図である。

[図9]同実施形態に係る地図作成部の動作の流れの一例を説明するフローチャート図である。

[図10A]地図作成部の変形例で作成される環境地図と、移動体の周囲の環境との対応関係の例をそれぞれ示す説明図である。

[図10B]地図作成部の変形例で作成される環境地図と、移動体の周囲の環境との対応関係の例をそれぞれ示す説明図である。

[図10C]地図作成部の変形例で作成される環境地図と、移動体の周囲の環境との対応関係の例をそれぞれ示す説明図である。

[図10D]地図作成部の変形例で作成される環境地図と、移動体の周囲の環境との対応関係の例をそれぞれ示す説明図である。

[図11]同変形例に係る地図作成部の動作の流れの一例を説明するフローチャート図である。

[図12]環境地図が表示されるコントローラの構成を説明するブロック図である。

[図13A]移動体が低速で移動する場合の環境地図の表示の一例を示す説明図である。

[図13B]移動体が高速で移動する場合の環境地図の表示の一例を示す説明図である。

[図14]占有格子地図を作成する流れを説明するフローチャート図である。

[図15]占有格子地図における情報の更新方法を説明する説明図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0013] なお、説明は以下の順序で行うものとする。

1. 本開示に係る背景技術
2. 制御装置の構成
3. 地図作成部の構成
4. 地図作成部の動作
5. 変形例
 5. 1. 変形例の構成
 5. 2. 変形例の動作
6. 表示例

[0014] <1. 本開示に係る背景技術>

本開示の一実施形態に係る地図作成装置は、占有格子地図（オキュパンシーグリッドマップ）を用いて、移動体の周囲の環境情報を反映した環境地図を作成するものである。まず、図14を参照して、占有格子地図について説明する。

[0015] 占有格子地図は、移動体が移動可能領域、及び障害物領域を検出するための技術の一つ例である。具体的には、占有格子地図は、空間を正方形形状のグリッドに区切り、移動体からのセンシング結果に基づいて、グリッドごとにオブジェクトの占有確率を設定することで、移動可能な自由領域、及び障害物が存在する占有領域を検出する技術である。

[0016] 占有格子地図は、例えば、図14に示す流れにて作成することができる。図14は、占有格子地図を作成する流れを説明するフローチャート図である。図14に示す流れによれば、まず、移動体を中心として移動体の周囲の環境を正方形形状のグリッドで表現した地図空間を設定する（S10）。

- [0017] 次に、移動体の周囲の環境を観測する距離センサのセンサモデルを定義する（S20）。これは、移動体の周囲の環境を観測する距離センサは、距離のセンシング方法によって、観測結果の特性が異なるためである。例えば、ステレオカメラを用いた距離センサでは、オブジェクトまでの距離が長くなるほど観測結果に含まれる誤差が大きくなる。そのため、使用する距離センサに応じたセンサモデルを定義することで、作成される環境地図の精度、及び信頼性を向上させることができる。
- [0018] 続いて、距離センサを用いて、移動体の周囲の環境を観測（センシング）し（S30）、センシング結果を地図空間に反映する（S40）。具体的には、グリッド内のオブジェクトの存在確率を表す占有確率を各グリッドに設定し、観測された移動体とオブジェクトとの距離情報に基づいて、オブジェクトが含まれるグリッドの占有確率を増加させる。一方、移動体とオブジェクトとの間のグリッドは、オブジェクトが含まれないため、占有確率を減少させる。
- [0019] さらに、センシング結果を反映させた後、各グリッドの占有確率を更新する（S50）。S40による占有確率の増減をセンシング結果の各々について行うことで、オブジェクトを含むグリッドの占有確率は徐々に増加し、オブジェクトを含まないグリッドの占有確率は徐々に減少することになる。これにより、占有確率が障害物領域と判定する閾値よりも高くなったグリッドを障害物領域と判定することができる。また、占有確率が移動可能領域と判定する閾値よりも低くなったグリッドを移動可能領域と判定することができる。
- [0020] 移動体がシャットダウンされるまで、上述したステップS30～ステップS50の動作を繰り返すことで、移動体は、周囲の環境情報を反映した環境地図を作成し、作成した環境地図に基づいて移動計画を作成することができる。
- [0021] ここで、占有格子地図の基準座標系としては、世界座標系固定、及び機体座標系固定の2パターンが考えられる。

- [0022] 世界座標系固定は、占有格子地図の座標系を環境に対して固定した座標系である。世界座標系固定を用いる場合、移動体から観測されたセンシング結果の各々を移動体の位置・姿勢を考慮して地図空間に反映することで、占有格子地図を作成することができる。例えば、移動体の座標を世界座標系の地図空間にマッピングし、さらに移動体からの観測結果を地図空間に加算することで、占有格子地図を作成することができる。
- [0023] しかしながら、大規模な環境を世界座標系固定の占有格子地図で表現する場合、環境全体の情報を含む占有格子地図を作成することになるため、占有格子地図の保持に大容量のメモリが必要となってしまう。三次元の占有地図格子では、各グリッドの情報をツリー構造にて保持することで、メモリ消費を抑制する方法（いわゆる、OctoMap）が検討されているが、この方法では、各グリッドの情報の読み出しの際にツリー構造を辿ることになるため、処理負荷が高くなってしまう。
- [0024] 一方、機体座標系固定は、占有格子地図の座標系を移動体の位置・姿勢に対して固定した座標系である。機体座標系固定を用いる場合、移動体の位置・姿勢の変化に応じて、過去の占有格子地図の情報を地図空間に座標変換して反映し、さらに移動体から観測されたセンシング結果を地図空間に反映することで、占有格子地図を作成することができる。例えば、1時刻前の機体座標系の占有格子地図を移動体の位置の変化に応じて逆変換し、逆変換後の占有格子地図に現在の観測結果を加算することで、占有格子地図を作成することができる。
- [0025] しかしながら、機体座標系固定の占有格子地図では、移動体の位置・姿勢が変化するたびに占有格子地図の情報を座標変換することになるため、処理負荷が高くなってしまう。そこで、機体座標系固定において、地図空間をリングバッファにて構成することで、処理負荷を削減する方法が検討されている。図15を参照して、リングバッファで構成された占有格子地図について説明する。図15は、占有格子地図における情報の更新方法を説明する説明図である。

- [0026] リングバッファとは、直線状のバッファの両端が連結されることで、終端を越えて情報が書き込まれる場合、終端を越えた情報が始端に戻って書き込まれるバッファである。すなわち、地図空間Gでは、一方の境界が反対側の他方の境界と連結された空間となる。
- [0027] 図15に示すように、占有格子地図で表現された地図空間Gの上に、時刻tにおける移動体の位置座標 M_t が設定されており、移動体が時刻t+1に位置座標 M_{t+1} に移動した場合について考える。
- [0028] 地図空間がリングバッファではない場合（図15に正対して上段側）、移動体の移動に伴って、移動体の移動方向の最前列のグリッドの前に、未観測の未知領域として設定されたグリッドgFWを一行追加し、移動体の移動方向と反対方向の最後列のグリッドgBWを一行削除することで、環境地図を更新することができる。これにより、移動体が移動した場合でも、移動体の周囲の環境に対応した環境地図を作成することができる。
- [0029] 一方、地図空間Gがリングバッファである場合（図15に正対して下段側）、移動体の移動に伴って、移動体の移動方向と反対方向の最後列のグリッドgBWが未観測の未知領域に設定し直されることで、環境地図を更新することができる。すなわち、リングバッファでは、移動体の移動方向の最前列のグリッドの先のグリッドは、移動体の移動方向と反対方向の最後列のグリッドgBWとなっている。したがって、移動体の移動に伴って追加される未知領域のグリッドとして、使用頻度が低いと考えられる最後列のグリッドgBWを再利用することにより、地図空間Gによるメモリ消費量を削減することができる。
- [0030] しかし、機体座標系固定の占有格子地図では、作成される環境地図の範囲は、移動体の周囲の範囲のみになってしまう。このような場合、移動体は、長距離を移動するような移動計画を作成することが困難であった。また、移動体が高速で移動する場合、移動体は、障害物の発見が遅れてしまう可能性があった。
- [0031] 上述したように、種々の技術が検討されているものの、移動体の移動計画

の作成に用いられる占有格子地図において、少ないメモリ消費量、かつ低い処理負荷にて適切な環境地図を作成することは困難であった。

[0032] 特に、移動体の移動速度の高速化、及び移動計画の複雑化に伴って、より広い範囲における移動計画を作成する場合、メモリ消費及び処理負荷の増加を抑えつつ、より広い範囲の環境地図を作成することが求められていた。

[0033] 例えば、移動体がドローン等の飛行体である場合、占有格子地図、及び移動体の移動計画は三次元となるため、移動計画の複雑性、及び占有格子地図の情報量が飛躍的に増加し、メモリ消費及び処理負荷も飛躍的に増加してしまう。したがって、このような場合、環境地図、及び移動計画の作成において、メモリ消費及び処理負荷を抑えることがより重要となっていた。

[0034] 本開示に係る技術は、本発明者らによって上記事情に基づいて想到されたものである。以下では、メモリ消費及び処理負荷の増加を抑えつつ、移動計画に適したより広い範囲の環境地図を作成することを可能とする本開示に係る技術について詳述する。

[0035] <2. 制御装置の構成>

まず、図1を参照して、本開示の一実施形態に係る地図作成装置を含む制御装置について説明する。図1は、本実施形態に係る地図作成装置を含む制御装置の内部構成を説明するブロック図である。

[0036] 図1に示すように、制御装置100は、センサ200から取得した情報に基づいて作成された環境地図に基づいて移動体の移動計画を作成し、作成された移動計画に基づいて移動体の移動を制御する制御装置である。制御装置100は、例えば、自己位置算出部110と、地図作成部120と、障害物検出部130と、移動計画部140と、行動計画部150と、行動制御部160と、を備える。

[0037] 自己位置算出部110は、移動体に搭載されたセンサ200から取得した情報に基づいて、移動体の位置・姿勢を算出する。具体的には、自己位置算出部110は、まず、移動体に搭載されたRGBカメラ、又はグレースケールカメラ等のイメージセンサ210にて撮像された画像情報を取得し、かつ

加速度センサ、ジャイロセンサ、又は磁気センサ等を含むIMU (Inertial Measurement Unit) 220から移動体の位置・姿勢に関する情報を取得する。次に、自己位置算出部110は、移動体にて撮像された画像情報、及び移動体の位置・姿勢に関する情報に基づいて、移動体の位置、姿勢、速度、及び角速度等（以下では、これらのパラメータに関する情報をまとめて自機情報とも称する）を算出する。自己位置算出部110による移動体の位置、姿勢、速度、及び角速度等の算出方法については、公知の方法を用いることができるため、ここでの詳細な説明は省略する。なお、自己位置算出部110は、移動体の位置、姿勢、速度、及び角速度等の算出に必要であれば、移動体に搭載された他のセンサからセンシング結果に関する情報をさらに取得してもよい。

[0038] 地図作成部120は、本実施形態に係る地図作成装置に対応し、移動体に搭載されたセンサ200（具体的には、距離センサ230）から取得したオブジェクトの距離情報と、自己位置算出部110にて算出された移動体の自機情報に基づいて、移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成する。地図作成部120が作成する環境地図は、機体座標系固定かつリングバッファの占有格子地図であり、環境地図の各グリッドは、占有確率が高い占有領域、占有確率が低い自由領域、又は未観測である未知領域のいずれかに設定されている。地図作成部120の詳細な構成、及び動作については、図2を参照して後述する。

[0039] 障害物検出部130は、地図作成部120にて作成された環境地図に存在する障害物を検出する。具体的には、障害物検出部130は、環境地図の占有領域、及び自由領域の各々を移動体の機体特性又は行動特性に応じて評価することで、移動体に対する障害物の有無を検出する。なお、移動体の機体特性又は行動特性は、例えば、自己位置算出部110にて算出された移動体の自機情報に基づいて判断することができる。

[0040] 例えば、移動体が車輪で移動する自動車である場合、障害物検出部130は、車輪が乗り越えられない高さのオブジェクトを障害物であると判断する

ことができる。また、移動体が脚部で移動するロボット装置である場合、障害物検出部130は、脚部にて踏み上げられる高さのオブジェクトを障害物ではないと判断することができる。さらに、移動体がドローンなどの飛行体である場合、障害物検出部130は、移動体の飛行可能高度よりも低い位置に存在するオブジェクトを障害物ではないと判断することができる。

[0041] 移動計画部140は、移動体の自機情報、及び地図作成部120にて作成された環境地図に基づいて、移動体の目的地までの経路を計画する。具体的には、移動計画部140は、地図作成部120にて作成された占有格子地図である環境地図に対して、ダイクストラ法又はA*アルゴリズム等のグラフ探索アルゴリズムを適用することで、目的地までの最適経路を計画することができる。このとき、移動計画部140は、障害物検出部130にて検出された障害物の有無に基づいて、環境地図の障害物領域、及び移動可能領域を判断した上で、グラフ探索アルゴリズムを適用してもよい。

[0042] 行動計画部150は、移動体の自機情報、移動計画部140による移動計画、及び障害物検出部130にて検出された障害物に関する情報に基づいて、移動体の行動を計画する。具体的には、行動計画部150は、ユーザからの指示、移動体の自機情報、移動計画、又は障害物に関する情報等に基づいて、移動体の移動以外の行動に関する行動計画を作成する。例えば、行動計画部150は、移動体に搭載されているイメージセンサ210による環境の撮像を含む行動計画を作成してもよい。また、行動計画部150は、移動体への貨物の積み下ろし、又は移動体への人物の乗り降りを含む行動計画を作成してもよい。

[0043] 行動制御部160は、移動体の自機情報、移動計画、及び行動計画部150にて作成された行動計画に基づいて、移動体の実際の行動を制御する。具体的には、行動制御部160は、移動体の自機情報から判断される移動体の状態と、移動計画又は行動計画にて計画された移動体の状態とを比較し、移動体の状態を計画された状態に近づける駆動指令を移動体の駆動部（例えば、モータ等）に出力する。なお、行動制御部160は、移動体の駆動部に出

力する制御指令を階層的に生成してもよい。

[0044] <3. 地図作成部の構成>

続いて、図2を参照して、制御装置100に含まれる地図作成部120の具体的な構成について説明する。図2は、地図作成部120の内部構成を説明するブロック図である。

[0045] 図2に示すように、地図作成部120は、位置・姿勢更新部121と、速度ベクトル取得部122と、センサモデル適用部123と、地図内位置制御部124と、センシング反映部125と、を備える。

[0046] 位置・姿勢更新部121は、移動体の位置・姿勢に関する情報に基づいて、環境地図における移動体の座標を算出する。具体的には、位置・姿勢更新部121は、環境地図における移動体の過去の座標、及び移動体の過去の位置・姿勢に関する情報と、移動体の現在の位置・姿勢に関する情報とに基づいて、環境地図における移動体の現在の座標を算出する。すなわち、位置・姿勢更新部121は、移動体の過去及び現在における位置・姿勢の変化量を算出し、算出した変化量に基づいて、環境地図における移動体の現在の座標を算出する。

[0047] 速度ベクトル取得部122は、自己位置算出部110から移動体の速度ベクトルに関する情報を取得する。具体的には、速度ベクトル取得部122は、自己位置算出部110から、移動速度及び移動方向を含む移動体の速度ベクトルを取得する。

[0048] センサモデル適用部123は、距離センサ230のセンシング方法に基づいて選択されたセンサモデルをオブジェクトの距離情報に適用する。

[0049] ここで、図3A及び図3Bを参照して、距離センサ230におけるセンサモデルについて説明する。図3Aは、理想的なセンサモデルにおける距離のセンシング結果を示すグラフ図であり、図3Bは、ステレオカメラにおける距離のセンシング結果を示すグラフ図である。

[0050] 図3Aに示すように、理想的なセンサモデルでは、距離(Distance) z_t にオブジェクトが存在する場合、オブジェクトの存在確率(Pro

b a b i l i t y) は、距離 z_t にてパルス状のピークを持つようなセンシング結果として得られる。また、理想的なセンサモデルでは、センシング結果の誤差は、オブジェクトまでの距離に依存せずに一定となる。

[0051] 一方、図 3 B に示すように、ステレオカメラ等のセンサモデルでは、距離 (Distance) z_t にオブジェクトが存在する場合、オブジェクトの存在確率 (Probability) は、距離 z_t にて分布を有するピークを持つようなセンシング結果として得られる。また、ステレオカメラ等のセンサモデルでは、センシング結果の誤差は、オブジェクトまでの距離が大きくなるほど増大する。

[0052] したがって、センサモデル適用部 123 は、距離センサ 230 のセンシング方法によって生じるセンシング結果の特性差を補正することで、距離情報に対する信頼性を向上させることができる。すなわち、センサモデル適用部 123 は、距離センサ 230 のセンサモデルをオブジェクトの距離情報に適用することで、距離情報に対する信頼性を向上させることができる。これによれば、地図作成部 120 は、占有領域、及び自由領域の設定に対する信頼性がより高い環境地図を作成することができる。

[0053] 地図内位置制御部 124 は、環境地図における移動体の座標と、移動体の速度ベクトルとに基づいて、地図空間における移動体の位置座標を制御する。

[0054] ここで、図 4 を参照して、地図空間における移動体の座標の移動についてより具体的に説明する。図 4 は、地図空間における移動体の位置制御を説明する説明図である。

[0055] 図 4 に示すように、地図内位置制御部 124 は、まず、環境地図における移動体の座標に基づいて、移動体 M が地図空間 G の中心に配置されるように環境地図を更新する。その後、地図内位置制御部 124 は、移動体 M の座標を地図空間 G の中心から移動体 M の速度ベクトル V に基づいて移動させる。具体的には、地図内位置制御部 124 は、移動体 M の座標を地図空間 G の中心から移動体 M の速度ベクトル V の方向 (すなわち、移動体 M の移動方向)

と反対方向に移動させる。これによれば、地図内位置制御部124は、環境地図が作成される範囲を移動体の移動方向に広げることができるため、移動計画部140にて移動計画の作成をより円滑に行うことが可能になる。地図空間Gの中心からの移動体の移動量SSは、例えば、移動体の速度ベクトルVの大きさに基づいて決定されてもよい。

[0056] 地図内位置制御部124は、移動体Mの速度ベクトルVの大きさに応じて、移動体Mの地図空間Gの中心からの移動量SSを制御してもよい。すなわち、地図内位置制御部124は、移動体Mの速度ベクトルVの大きさが大きいほど、地図空間Gの中心からの移動量SSが大きくなるように移動体Mの座標を制御してもよい。また、地図内位置制御部124は、移動体Mの速度ベクトルVの大きさが閾値以上となる場合に、移動体Mの座標を地図空間Gの中心から移動体Mの速度ベクトルVの方向と反対方向に、所定量、又は移動体Mの速度ベクトルVの大きさに応じた量だけ移動させてもよい。

[0057] または、地図内位置制御部124は、移動体の速度ベクトルに替えて、移動体の移動計画に基づいて、移動体の座標を地図空間の中心から移動させてもよい。具体的には、地図内位置制御部124は、地図空間の中心から、移動体の移動計画における移動体の目的地（又は、到達地点）の方向と反対方向に移動体の座標を移動させてもよい。このときの移動体の座標の移動量は、例えば、所定量であってもよく、移動体の移動速度の大きさに基づいた量であってもよい。これによれば、地図内位置制御部124は、環境地図が作成される範囲を移動体の目的地の方向に広げることができるため、移動計画部140は、より長距離の又はより複雑な移動計画の作成を行うことが可能になる。

[0058] さらに、地図内位置制御部124は、移動体の速度ベクトルに替えて、環境に関する情報に基づいて、移動体の座標を地図空間の中心から移動させてもよい。具体的には、地図内位置制御部124は、地図空間の中心から、マイクロフォンにて人間の音声を検出した方向と反対方向に、又は撮像装置にて人間又は障害物を検出した方向と反対方向に移動体の座標を移動させて

もよい。このときの移動体の座標の移動量は、例えば、所定量であってもよく、移動体の移動速度の大きさに基づいた量であってもよい。これによれば、地図内位置制御部124は、人間又は障害物が存在する可能性が高く、より慎重な移動が求められると考えられる方向に環境地図が作成される範囲を広げることができる。よって、地図内位置制御部124は、移動計画部140にて作成される移動計画の安全性を向上させることが可能になる。

[0059] したがって、本実施形態に係る地図作成装置は、地図内位置制御部124によって地図空間における移動体の位置を移動させることにより、作成される環境地図の範囲を動的に変更することが可能である。これによれば、本実施形態に係る地図作成装置は、メモリ消費及び処理負荷を増加させることなく、より注目したい範囲の環境地図を作成することができる。

[0060] さらに、本実施形態に係る地図作成装置は、複数の移動体から、移動体の位置と、該位置にて作成された環境地図とを収集し、収集した環境地図を貼り合わせることで、より大規模な世界座標系固定の環境地図を作成することも可能である。

[0061] センシング反映部125は、センサモデルを適用した距離情報と、地図空間における移動体の座標・姿勢に関する情報とに基づいて、移動体からオブジェクトまでの距離情報を地図空間に反映することで、環境地図を作成する。センシング反映部125による地図空間へのセンシング結果の反映は、例えば、Bresenhamの直線描画アルゴリズム等を用いることで行うことができる。

[0062] ここで、図5～図6Bを参照して、センシング反映部125による環境地図の作成について説明する。図5は、距離情報を地図空間に反映する方法を説明する説明図である。図6Aは、グリッドを占有領域又は自由領域と判断する占有確率の閾値の一例を示すグラフ図であり、図6Bは、グリッドの占有確率の更新の一例を示すグラフ図である。

[0063] 図5に示すように、センシング反映部125は、移動体に搭載されたセンサSoからオブジェクトObまでの距離情報を地図空間Gに反映することで

、グリッドの占有確率を更新し、環境地図を作成する。

[0064] 具体的には、センシング反映部125は、センサS_oからオブジェクトO_bまでの距離情報に基づいて、地図空間GにセンサS_oとオブジェクトO_bとを結ぶ線分を引く。このとき、センシング反映部125は、オブジェクトO_bを含むグリッドg_Oの占有確率を所定値だけ上昇させ、センサS_oとオブジェクトO_bとを結ぶ線分を含むグリッドg_Fの占有確率を所定値だけ減少させる。一方、センサS_oとオブジェクトO_bとを結ぶ線分が通らないグリッドg_Uは、未観測の未知領域として占有確率を変化させない。

[0065] センシング反映部125は、観測されたオブジェクトまでの距離情報をそれぞれ地図空間に反映させてグリッドの占有確率の増減を行うことで、各グリッドの占有確率を更新する。グリッドの占有確率の増減は、例えば、バイナリーベイズフィルタアルゴリズムを用いて行うことができる。バイナリーベイズフィルタアルゴリズムでは、ある時刻での占有確率を対数で表すことができるため、占有確率の対数（LOG_ODDS）を加算することで占有確率を時間統合することができる。

[0066] 例えば、図6Aに示すように、占有確率の対数に対して、最大値（MAX）を「3.5」とし、占有領域と判断する閾値（TH_OCC）を「0.85」とし、自由領域と判断する閾値（TH_FREE）を「-0.4」とし、最小値（MIN）を「-2.0」とすることができる。なお、占有確率の対数の初期値（INI）は、センサモデルに基づいて、占有領域と判断する閾値（0.85）と、自由領域と判断する閾値（-0.4）との間の適切な値とすることができる。

[0067] これによれば、オブジェクトが存在するグリッドは、図6BのCase1で示すように、徐々に占有確率が上昇することで、占有領域と判断される閾値（TH_OCC）を超えて、最大値（MAX）に達することがわかる。また、オブジェクトが存在しないグリッドは、図6BのCase2で示すように、徐々に占有確率が減少することで、自由領域と判断される閾値（TH_FREE）を超えて、最小値（MIN）に達することがわかる。さらに、移

動するオブジェクトが通過したグリッドは、図6BのCase 3で示すように、オブジェクトが通過する際に一時占有確率が上昇するものの、オブジェクトが通過した後には占有確率が減少し、最終的には最小値(MIN)に達することがわかる。

[0068] これにより、センシング反映部125は、距離情報に基づいて、地図空間の各グリッドに占有確率を設定し、設定した占有確率に基づいて、占有領域及び自由領域を判断することができる。したがって、センシング反映部125は、地図空間の各グリッドが占有領域、自由領域、又は未知領域のいずれかに分けられた環境地図を作成することができる。

[0069] 上記実施形態では、地図空間及び環境地図が二次元の行列格子である場合を例示したが、本実施形態に係る地図作成装置は、三次元空間に対して適用することも可能である。図7及び図8を参照して、本実施形態に係る地図作成装置の三次元空間への適用について説明する。図7は、三次元の地図空間におけるリングバッファを説明する説明図である。図8は、三次元の地図空間における距離情報の反映を説明する説明図である。

[0070] 図7に示すように、三次元の地図空間3DGにおけるリングバッファでは、一方の境界面が反対側の他方の境界面と連結されている。そのため、例えば、時刻 t に座標 M_t に存在する移動体がY方向に1進み、時刻 $t+1$ に座標 M_{t+1} に到達した場合、地図空間3DGの-Y方向の最表面の格子(三次元の場合、ボクセルとも称する) g_U が未観測の未知領域に設定し直されることで、環境地図が更新される。したがって、三次元の地図空間3DGでも二次元の地図空間と同様にリングバッファを使用することができる。

[0071] また、図8に示すように、センシング反映部125は、三次元の地図空間3DGでも、Bresenhamの直線描画アルゴリズム等を用いることで、地図空間3DGへのセンシング結果の反映を行うことができる。具体的には、センシング反映部125は、センサ S_o からオブジェクト O_b1 、 O_b2 までの距離情報に基づいて、地図空間3DGにセンサ S_o とオブジェクト O_b1 、 O_b2 とを結ぶ線分を引くことができる。

[0072] したがって、センシング反映部125は、オブジェクトOb1、Ob2pを含むボクセルの占有確率を所定値だけ上昇させ、センサSoとオブジェクトOb1、Ob2pとを結ぶ線分を含むボクセルの占有確率を所定値だけ減少させることができる。なお、オブジェクトOb2を含むボクセルは、地図空間3DGの外部に存在するため、オブジェクトOb2の代わりとして、センサSoとオブジェクトOb2とを結ぶ線分と、地図空間3DGの側面との交点Ob2pを用いて上記の処理を行った。これによれば、三次元の地図空間3DGでも二次元の地図空間と同様にセンシング結果の反映を行うことができる。

[0073] 上記の本実施形態に係る地図作成部120、又は地図作成部を含む制御装置100は、ハードウェア及びソフトウェアの協働によって実現することができる。例えば、ハードウェアとして、CPU、ROM、及びRAMを用いることで、地図作成部120又は制御装置100を実現することができる。

[0074] CPUは、演算処理装置として機能し、ROMに記憶された各種プログラムに従って、地図作成部120又は制御装置100の動作全般を制御する。ROMは、CPUが使用するプログラム及び演算パラメータを記憶する。RAMは、CPUの実行において使用するプログラム、及びその実行において適宜変化するパラメータ等を一時記憶する。

[0075] また、これらのハードウェアに対して、上述した本実施形態に係る地図作成部120又は制御装置100の各構成と同等の機能を発揮させるためのコンピュータプログラムも作成可能である。また、該コンピュータプログラムを記憶させた記憶媒体も提供することが可能である。

[0076] <4. 地図作成部の動作>

次に、図9を参照して、制御装置100に含まれる地図作成部120の動作例について説明する。図9は、地図作成部120の動作の流れの一例を説明するフローチャート図である。

[0077] 図9に示すように、まず、地図作成部120では、移動体の速度ベクトルが取得され(S101)、移動体の速度ベクトルの大きさが閾値以上である

か否かが判断される (S 1 0 3)。速度ベクトルの大きさが閾値以上である場合 (S 1 0 3 / Y e s)、移動体の座標は、地図空間の中心から速度ベクトルの方向と反対方向に移動させて設定される (S 1 0 5)。一方、速度ベクトルの大きさが閾値未満である場合 (S 1 0 3 / N o)、移動体の座標は、地図空間の中心に設定される (S 1 0 6)。その後、地図空間に距離情報のセンシング結果が反映されることで、環境地図が作成される (S 1 0 7)。

[0078] 以上のような動作によれば、地図作成部 1 2 0 は、作成される環境地図の範囲を動的に変更することが可能である。これによれば、地図作成部 1 2 0 は、メモリ消費及び処理負荷を増加させることなく、より注目したい範囲の環境地図を作成することができる。

[0079] < 5. 変形例 >

(5. 1. 変形例の構成)

続いて、図 1 0 A ~ 図 1 0 D を参照して、地図作成部 1 2 0 の変形例について説明する。図 1 0 A ~ 図 1 0 D は、地図作成部 1 2 0 の変形例で作成される環境地図と、移動体の周囲の環境との対応関係の例をそれぞれ示す説明図である。

[0080] 図 1 0 A ~ 図 1 0 D に示すように、本変形例では、地図空間は、基本地図空間 G と、拡張地図空間 G_E とを含む。基本地図空間 G は、移動体の座標が設定される地図空間である。具体的には、基本地図空間 G では、中心から移動体の移動方向と反対方向に移動した座標に移動体の座標が設定される。また、拡張地図空間 G_E は、基本地図空間 G と隣接して、又は重なり合って設けられる地図空間である。基本地図空間 G 、及び拡張地図空間 G_E は、全体で 1 つのリングバッファとして機能する。なお、拡張地図空間 G_E は、基本地図空間 G と同様の大きさを有する占有格子地図であってもよい。

[0081] 本変形例では、基本地図空間 G に対して拡張地図空間 G_E が設けられる方向が移動体又は環境に関する情報に基づいて制御される。なお、基本地図空間 G に対して拡張地図空間 G_E を設けるか否かは、移動体の速度ベクトルの大き

さが閾値以上であるか否かに基づいて決定されてもよい。

[0082] 図10A～図10Dに示すように、基本地図空間Gに対して拡張地図空間 G_E が設けられる方向は、移動体の移動方向に基づいて制御されてもよい。具体的には、移動体Mが速度ベクトル $V_A \sim V_D$ で移動している場合、拡張地図空間 G_E は、基本地図空間Gに対して速度ベクトル $V_A \sim V_D$ の方向に基本地図空間Gと隣接して設けられてもよい。これによれば、地図空間にて作成される環境地図は、移動体Mの移動方向に存在するオブジェクト Ob_A 、 Ob_B の両方を把握したものとなる。したがって、このような環境地図を用いて移動計画を作成することにより、移動体Mにより円滑な移動を実現させることができる。

[0083] 例えば、図10Aに示すように、移動体Mの速度ベクトル V_A の方向が前方である場合、拡張地図空間 G_E は、基本地図空間Gに対して前方に設けられてもよい。図10B及び図10Cに示すように、移動体Mの速度ベクトル V_B 、 V_C の方向が斜め前方である場合、拡張地図空間 G_E は、基本地図空間Gに対して斜め前方に設けられてもよい。図10Dに示すように、移動体Mの速度ベクトル V_D の方向が左方である場合、拡張地図空間 G_E は、基本地図空間Gに対して左方に設けられてもよい。本変形例に係る地図作成部120によれば、メモリ消費及び処理負荷の増加を抑制しつつ、地図空間がより注目したい範囲の方向に拡張された環境地図を作成することができる。

[0084] または、基本地図空間Gに対して拡張地図空間 G_E が設けられる方向は、移動体の移動計画に基づいて制御されてもよい。具体的には、拡張地図空間 G_E は、基本地図空間Gに対して、移動体の移動計画における目的地（又は、到達地点）の方向に基本地図空間Gと隣接して、又は重なり合っけて設けられてもよい。これによれば、地図作成部120は、メモリ消費及び処理負荷の増加を抑制しつつ、地図空間がより注目したい範囲の方向に拡張された環境地図を作成することができる。

[0085] さらに、基本地図空間Gに対して拡張地図空間 G_E が設けられる方向は、環境に関する情報に基づいて制御されてもよい。具体的には、拡張地図空間

G_E は、基本地図空間 G に対して、マイクロフォンにて人間の音声を検出した方向、又は撮像装置にて人間又は障害物を検出した方向に基本地図空間 G と隣接して、又は重なり合っけて設けられてもよい。これによれば、地図作成部120は、人間又は障害物が存在する可能性が高く、より慎重な移動が求められると考えられる方向に地図空間を拡張した環境地図を作成することができる。よって、地図作成部120は、環境地図に基づいて作成される移動計画の安全性を向上させることが可能になる。

[0086] 本変形例によれば、移動体又は環境に関する情報に基づいて、作成される環境地図の範囲を動的に拡張することが可能である。これによれば、地図作成部120は、メモリ消費及び処理負荷を抑制しつつ、より円滑な移動体の移動計画を作成することができる環境地図を作成することができる。

[0087] (5. 2. 変形例の動作)

次に、図11を参照して、本変形例に係る地図作成部120の動作例について説明する。図11は、本変形例に係る地図作成部120の動作の流れの一例を説明するフローチャート図である。

[0088] 図11に示すように、まず、地図作成部120では、移動体の速度ベクトルが取得される(S201)。次に、移動体の速度ベクトルの大きさが閾値以上であるか否かが判断される(S203)。速度ベクトルの大きさが閾値以上である場合(S203/Yes)、基本地図空間に対して速度ベクトルの方向に拡張地図空間がさらに設定される(S209)。続いて、基本地図空間の中心から速度ベクトルの方向と反対方向に移動体の座標が移動させて設定される(S205)。その後、基本地図空間、及び拡張地図空間に距離情報のセンシング結果が反映されることで、環境地図が作成される(S207)。

[0089] 一方、速度ベクトルの大きさが閾値未満である場合(S203/No)、移動体の座標が基本地図空間の中心に設定される(S206)。その後、基本地図空間に距離情報のセンシング結果が反映されることで、環境地図が作成される(S208)。

[0090] 以上のような動作によれば、地図作成部120は、作成される環境地図の範囲をさらに動的に変更することが可能である。これによれば、地図作成部120は、メモリ消費及び処理負荷を抑制しつつ、より注目したい範囲の環境地図を作成することができる。

[0091] <6. 表示例>

以下では、図12～図13Bを参照して、本実施形態に係る地図作成装置にて作成された環境地図の表示例について説明する。図12は、環境地図が表示されるコントローラの構成を説明するブロック図である。図13A及び図13Bは、環境地図の表示の一例を示す説明図である。

[0092] 図12に示すように、本実施形態に係る地図作成装置を含む制御装置100は、移動体10の動作を制御する制御装置である。具体的には、制御装置100は、センサ200から取得した情報に基づいて環境地図を作成し、環境地図に基づいて作成された移動計画に基づいてアクチュエータ400を制御することで、移動体10の移動等を制御する。例えば、移動体10は、ドローン等の飛行体であり、アクチュエータ400は、飛行体のロータ等を回転させるモータ等であってもよい。

[0093] ここで、移動体10の移動における目的地等は、相互に無線通信を行うことが可能な通信装置310、320を介してコントローラ20から入力され得る。コントローラ20は、例えば、移動体10を無線操縦する送受信機であり、表示装置500と、入力装置600と、を備える。

[0094] 入力装置600は、ボタン、スイッチ、又はレバーなどのユーザが情報を入力可能な入力機構と、入力された情報に基づいて入力信号を生成し、通信装置320に出力するための入力制御回路とを含む。表示装置500は、液晶表示装置、又はOLED (Organic Light Emitting Diode) 表示装置などの表示装置を含む。例えば、表示装置500は、移動体10の制御装置100にて作成された環境地図等を表示することができる。ユーザは、制御装置100にて作成された環境地図を視認することで、移動体10をより高い精度で操縦することができる。

- [0095] 例えば、図13A及び図13Bに示すように、コントローラ20は、表示装置500と、入力装置600とを備え、コントローラ20の表示装置500には、移動体10にて撮像された撮像画像510、及び制御装置100にて作成された環境地図の画像520が表示されてもよい。
- [0096] 図13Aに示す表示装置500の表示例は、移動体10が低速で移動する場合の表示例である。そのため、環境地図の画像520では、移動体Mの座標が地図空間Gの中心に設定されており、移動体Mの周囲の環境を均等に含む環境地図が示されている。したがって、画像520の環境地図の地図空間G内にはオブジェクトOb_Aのみが含まれている。ただし、撮像画像510を参照すると、オブジェクトOb_Aの後方には、地図空間G内には示されていないオブジェクトOb_Bが存在することが確認できる。移動体10が低速で移動する場合、移動体10の移動計画にオブジェクトOb_Bが影響を与える可能性は小さいため、表示装置500は、移動体10の周囲の環境を均等に示す環境地図を表示してもよい。
- [0097] 図13Bに示す表示装置500の表示例は、移動体10が高速で移動する場合の表示例である。そのため、環境地図の画像520では、地図空間Gの中心から速度ベクトルV_Hの方向と反対方向に移動体Mの座標が移動して設定されており、移動体Mの移動方向側の環境をより広く含む環境地図が示されている。したがって、画像520の環境地図の地図空間G内には、オブジェクトOb_Aと、撮像画像510にてオブジェクトOb_Aの後方に確認されるオブジェクトOb_Bとが両方含まれている。移動体10が高速で移動する場合、移動体10の移動計画にオブジェクトOb_Bが影響を及ぼす可能性が高いため、表示装置500は、移動体10の移動方向の環境をより広く示す環境地図を表示してもよい。
- [0098] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明ら

かであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0099] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0100] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

空間を画定する境界が前記境界と反対側の境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定する地図内位置制御部と、

前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させることで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成するセンシング反映部と、

を備える、地図作成装置。

(2)

前記地図内位置制御部は、前記移動体の移動速度、又は移動計画に基づいて、前記地図空間における前記移動体の位置座標を設定する、前記(1)に記載の地図作成装置。

(3)

前記地図内位置制御部は、前記移動体の位置座標を前記地図空間の中心から、前記移動体の移動方向と反対方向、又は移動計画の到達地点の方向と反対方向に移動させた座標に設定する、前記(2)に記載の地図作成装置。

(4)

前記地図内位置制御部は、前記移動体の位置座標を前記地図空間の中心から、前記移動体の移動速度に応じた距離だけ移動させた座標に設定する、前記(3)に記載の地図作成装置。

(5)

前記地図空間は、基本地図空間と、拡張地図空間と、を含み、

前記地図内位置制御部は、前記移動体の位置座標を前記基本地図空間の中心から、前記移動体の移動方向と反対方向、又は移動計画の到達地点の方向と反対方向に移動させた座標に設定する、前記（３）に記載の地図作成装置。

（６）

前記拡張地図空間は、前記基本地図空間と隣接して、前記移動体の移動方向、又は移動計画の到達地点の方向に設けられる、前記（５）に記載の地図作成装置。

（７）

前記拡張地図空間の大きさは、前記基本地図空間と同じである、前記（５）又は（６）に記載の地図作成装置。

（８）

前記地図内位置制御部は、前記環境の音声に関する情報に基づいて、前記地図空間における前記移動体の位置座標を設定する、前記（１）～（７）のいずれか一項に記載の地図作成装置。

（９）

前記環境情報は、前記移動体から前記環境に存在する各オブジェクトまでの距離に関する情報である、前記（１）～（８）のいずれか一項に記載の地図作成装置。

（１０）

前記地図空間は、所定の大きさのグリッドに仕切られており、

前記センシング反映部は、前記各オブジェクトの前記グリッドにおける占有確率に基づいて、前記グリッドが占有領域、又は自由領域のいずれであるかを判断する、前記（９）に記載の地図作成装置。

（１１）

前記センシング反映部は、前記移動体にてセンシングされた前記環境情報に基づいて、前記各オブジェクトを含むグリッドの占有確率を増加させる、

前記（１０）に記載の地図作成装置。

（１２）

前記移動体の移動範囲が前記グリッドを越える場合、前記センシング反映部は、前記環境地図の前記移動体の移動方向と反対側のグリッドを未知領域に変更することで、前記環境地図を更新する、前記（１０）又は（１１）に記載の地図作成装置。

（１３）

前記地図空間は、リングバッファである、前記（１）～（１２）のいずれか一項に記載の地図作成装置。

（１４）

前記地図空間の向きは、前記移動体の向きが前記地図空間に対して固定されるように設定される、前記（１）～（１３）のいずれか一項に記載の地図作成装置。

（１５）

前記地図空間は、三次元空間であり、前記移動体は、飛行体である、前記（１）～（１４）のいずれか一項に記載の地図作成装置。

（１６）

前記環境地図は、前記移動体を無線操縦する送受信装置に表示される、前記（１）～（１５）のいずれか一項に記載の地図作成装置。

（１７）

前記送受信装置は、前記環境地図と併せて、前記移動体にて撮像された前記環境の撮像画像を表示する、前記（１６）に記載の地図作成装置。

（１８）

演算装置によって、

空間を画定する一境界が前記一境界と反対側の他境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定することと、

前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させるこ

とで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成することと、を含む、地図作成方法。

(19)

コンピュータを、

空間を画定する一境界が前記一境界と反対側の他境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定する地図内位置制御部と、

前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させることとで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成するセンシング反映部と、

として機能させる、プログラム。

符号の説明

[0101]	10	移動体
	20	コントローラ
	100	制御装置
	110	自己位置算出部
	120	地図作成部
	121	位置・姿勢更新部
	122	速度ベクトル取得部
	123	センサモデル適用部
	124	地図内位置制御部
	125	センシング反映部
	130	障害物検出部
	140	移動計画部
	150	行動計画部
	160	行動制御部
	200	センサ
	210	イメージセンサ

220 IMU
230 距離センサ
310、320 通信装置
400 アクチュエータ
500 表示装置
600 入力装置

請求の範囲

- [請求項1] 空間を画定する境界が前記境界と反対側の境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定する地図内位置制御部と、
- 前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させることで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成するセンシング反映部と、
- を備える、地図作成装置。
- [請求項2] 前記地図内位置制御部は、前記移動体の移動速度、又は移動計画に基づいて、前記地図空間における前記移動体の位置座標を設定する、請求項1に記載の地図作成装置。
- [請求項3] 前記地図内位置制御部は、前記移動体の位置座標を前記地図空間の中心から、前記移動体の移動方向と反対方向、又は移動計画の到達地点の方向と反対方向に移動させた座標に設定する、請求項2に記載の地図作成装置。
- [請求項4] 前記地図内位置制御部は、前記移動体の位置座標を前記地図空間の中心から、前記移動体の移動速度に応じた距離だけ移動させた座標に設定する、請求項3に記載の地図作成装置。
- [請求項5] 前記地図空間は、基本地図空間と、拡張地図空間と、を含み、
- 前記地図内位置制御部は、前記移動体の位置座標を前記基本地図空間の中心から、前記移動体の移動方向と反対方向、又は移動計画の到達地点の方向と反対方向に移動させた座標に設定する、請求項3に記載の地図作成装置。
- [請求項6] 前記拡張地図空間は、前記基本地図空間と隣接して、前記移動体の移動方向、又は移動計画の到達地点の方向に設けられる、請求項5に記載の地図作成装置。
- [請求項7] 前記拡張地図空間の大きさは、前記基本地図空間と同じである、請求項5に記載の地図作成装置。

- [請求項8] 前記地図内位置制御部は、前記環境の音声に関する情報に基づいて、前記地図空間における前記移動体の位置座標を設定する、請求項1に記載の地図作成装置。
- [請求項9] 前記環境情報は、前記移動体から前記環境に存在する各オブジェクトまでの距離に関する情報である、請求項1に記載の地図作成装置。
- [請求項10] 前記地図空間は、所定の大きさのグリッドに仕切られており、前記センシング反映部は、前記各オブジェクトの前記グリッドにおける占有確率に基づいて、前記グリッドが占有領域、又は自由領域のいずれであるのかを判断する、請求項9に記載の地図作成装置。
- [請求項11] 前記センシング反映部は、前記移動体にてセンシングされた前記環境情報に基づいて、前記各オブジェクトを含むグリッドの占有確率を増加させる、請求項10に記載の地図作成装置。
- [請求項12] 前記移動体の移動範囲が前記グリッドを越える場合、前記センシング反映部は、前記環境地図の前記移動体の移動方向と反対側のグリッドを未知領域に変更することで、前記環境地図を更新する、請求項10に記載の地図作成装置。
- [請求項13] 前記地図空間は、リングバッファである、請求項1に記載の地図作成装置。
- [請求項14] 前記地図空間の向きは、前記移動体の向きが前記地図空間に対して固定されるように設定される、請求項1に記載の地図作成装置。
- [請求項15] 前記地図空間は、三次元空間であり、前記移動体は、飛行体である、請求項1に記載の地図作成装置。
- [請求項16] 前記環境地図は、前記移動体を無線操縦する送受信装置に表示される、請求項1に記載の地図作成装置。
- [請求項17] 前記送受信装置は、前記環境地図と併せて、前記移動体にて撮像された前記環境の撮像画像を表示する、請求項16に記載の地図作成装置。
- [請求項18] 演算装置によって、

空間を画定する一境界が前記一境界と反対側の他境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定することと、

前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させることで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成することと、

を含む、地図作成方法。

[請求項19]

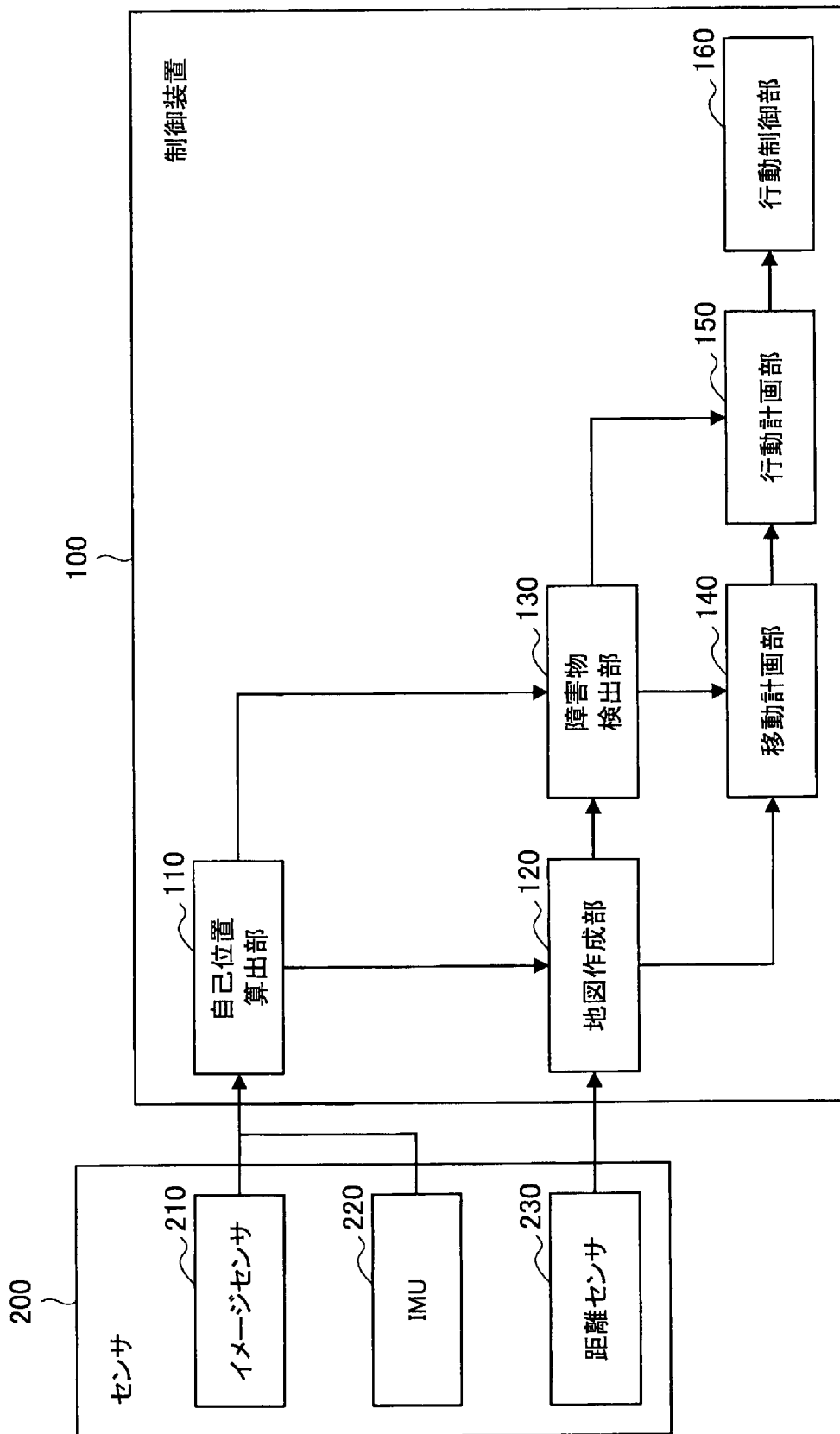
コンピュータを、

空間を画定する一境界が前記一境界と反対側の他境界と連結された地図空間の上に、移動体又は環境に関する情報に基づいて前記移動体の位置座標を設定する地図内位置制御部と、

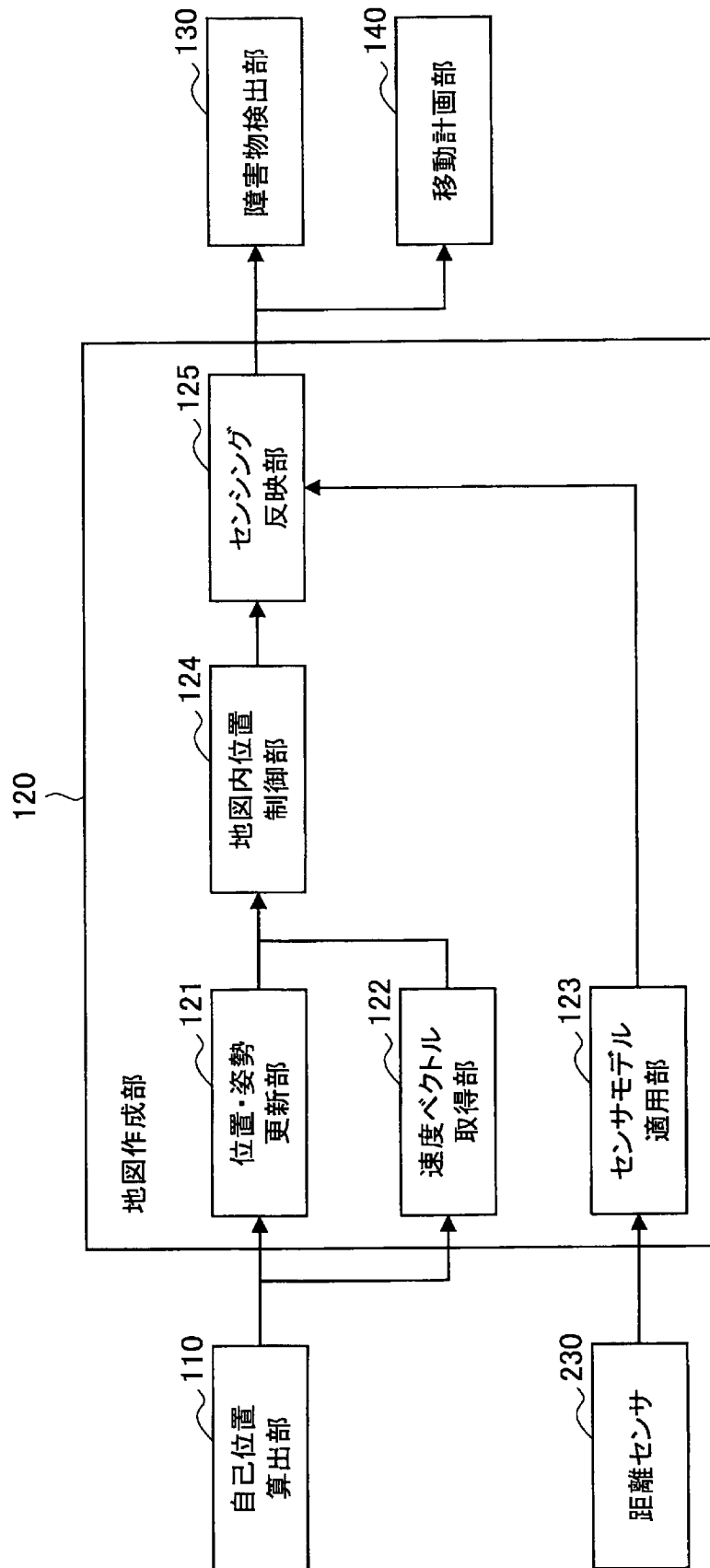
前記移動体にてセンシングされた環境情報を前記地図空間に反映させることで、前記移動体の周囲の環境に対応する環境地図を作成するセンシング反映部と、

として機能させる、プログラム。

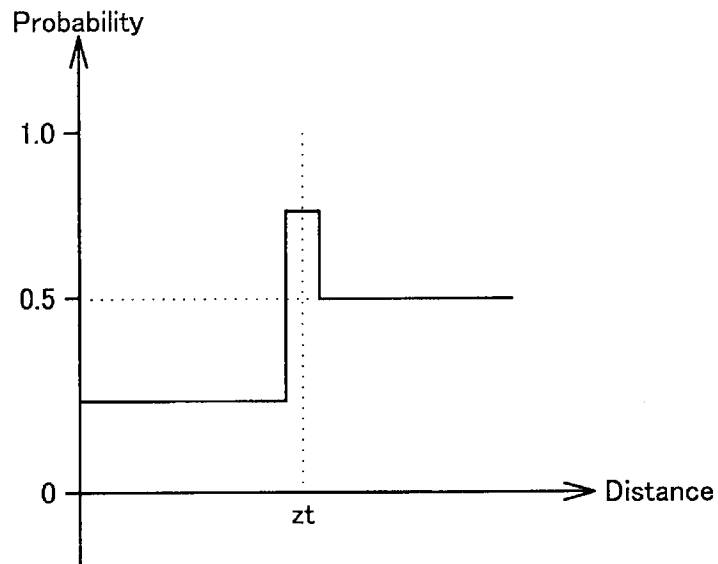
[図1]



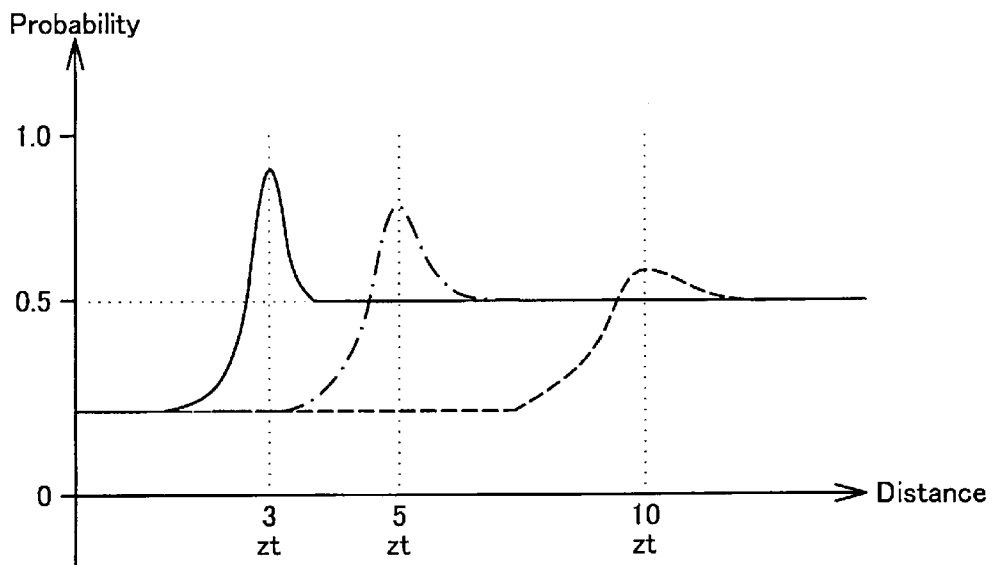
[図2]



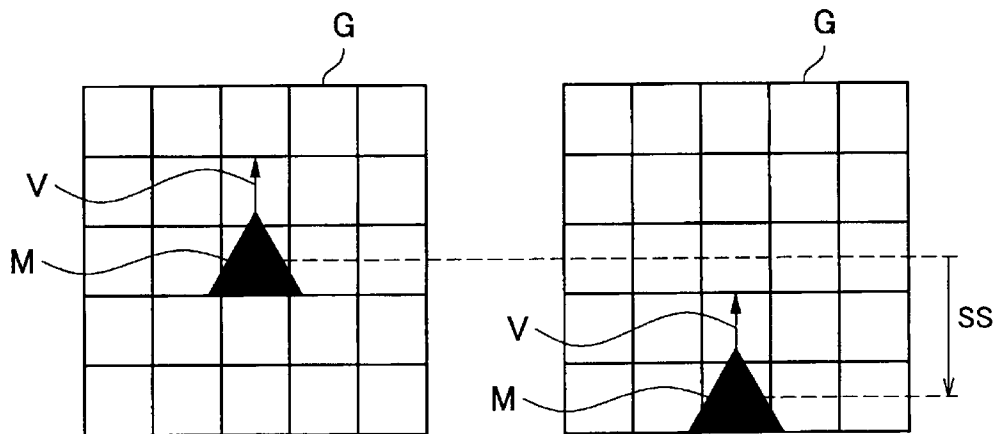
[図3A]



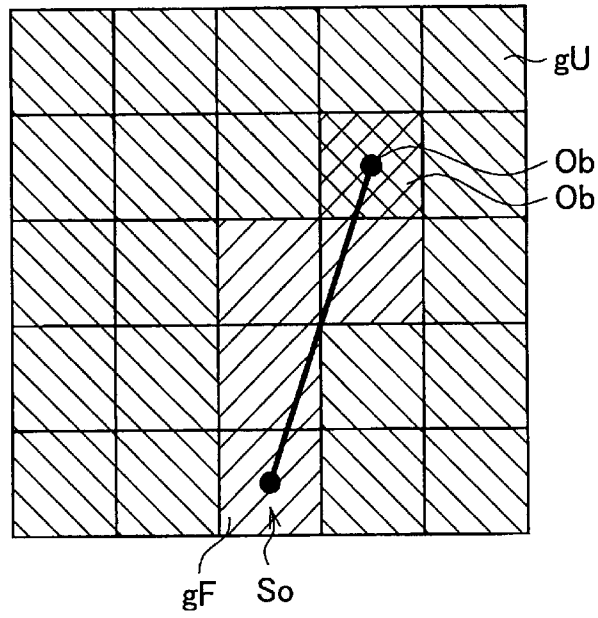
[図3B]



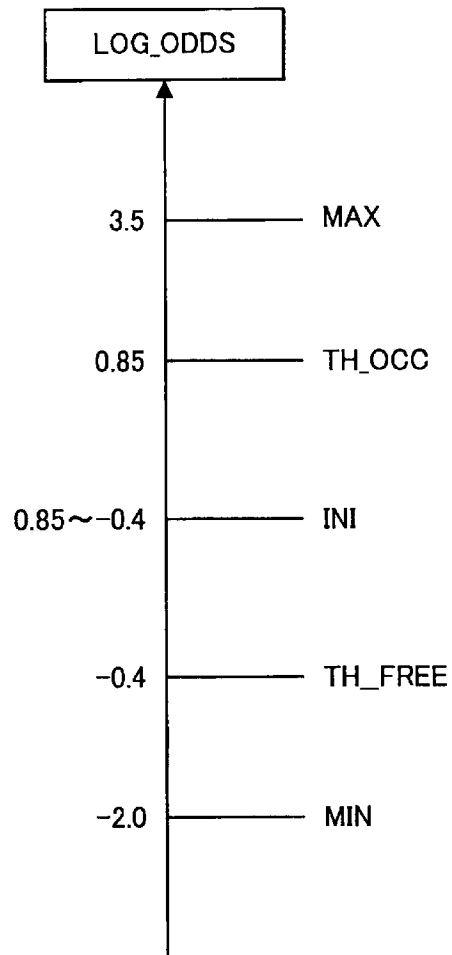
[図4]



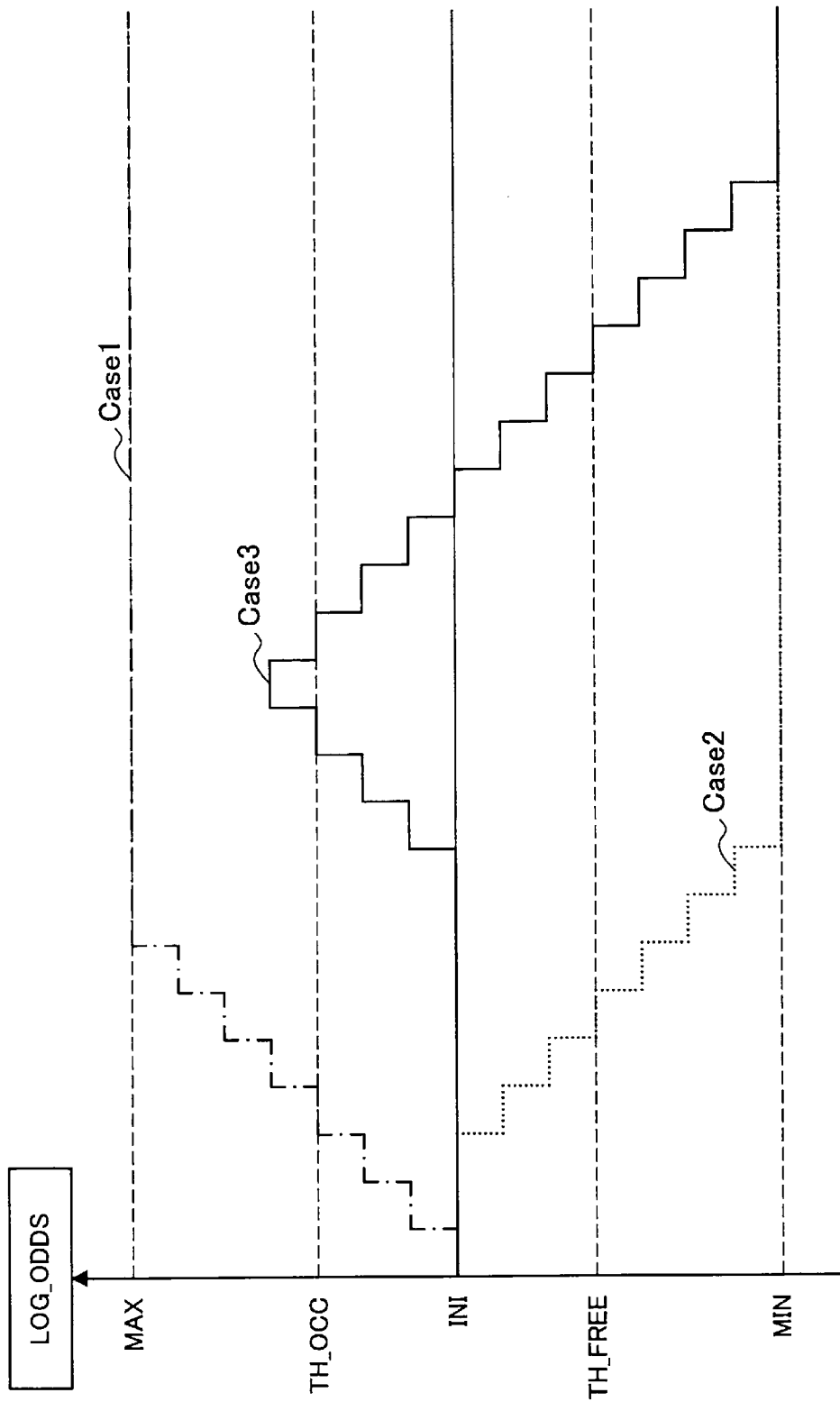
[図5]



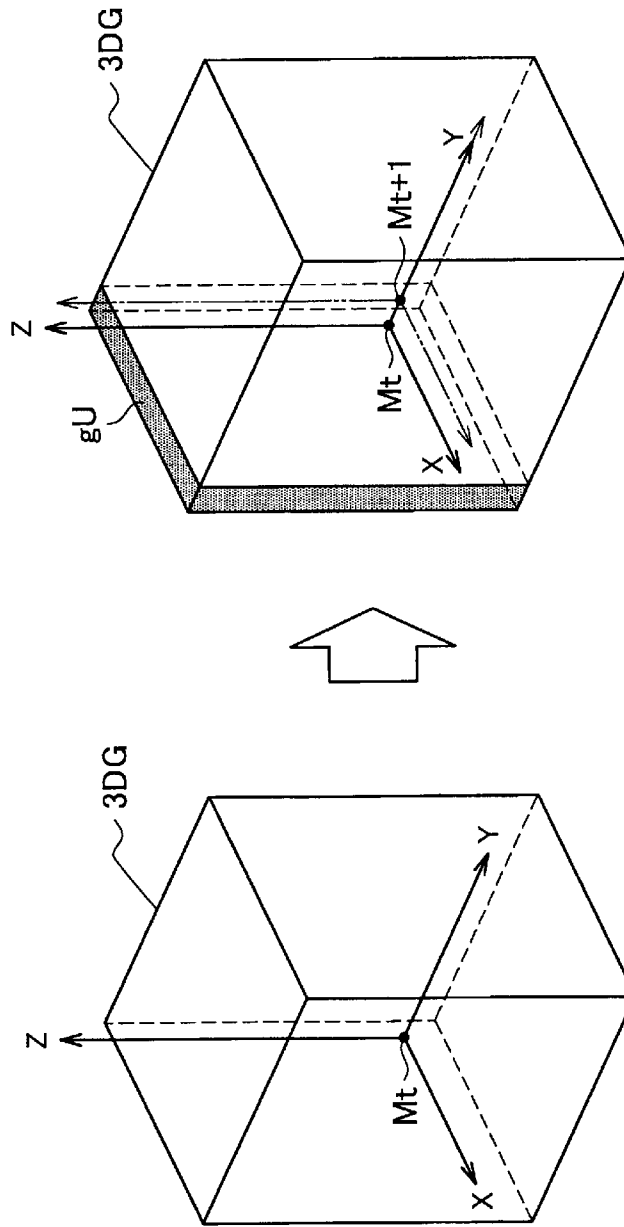
[図6A]



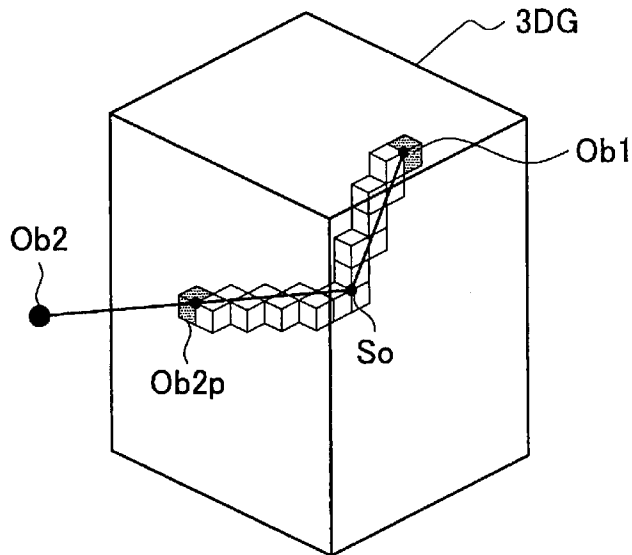
[図6B]



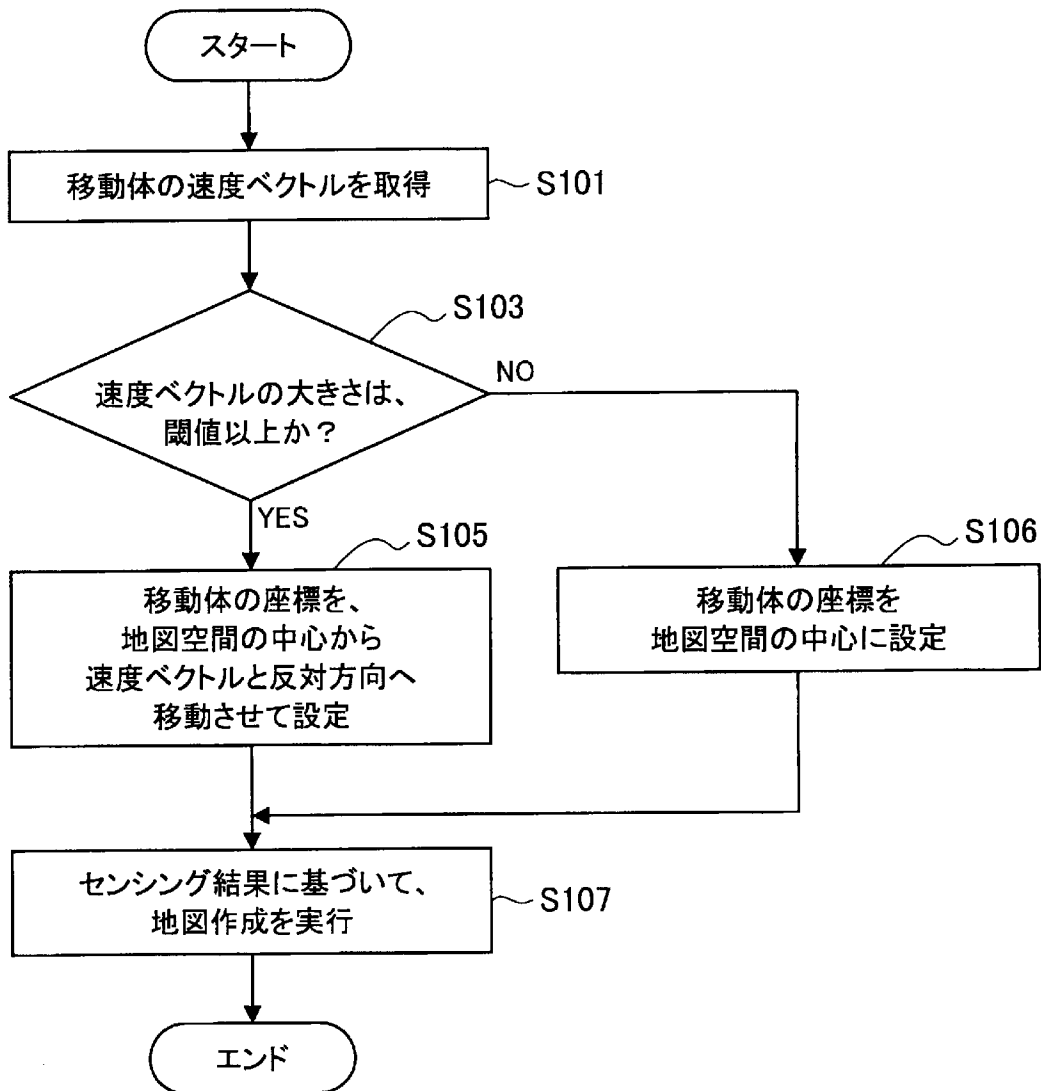
[図7]



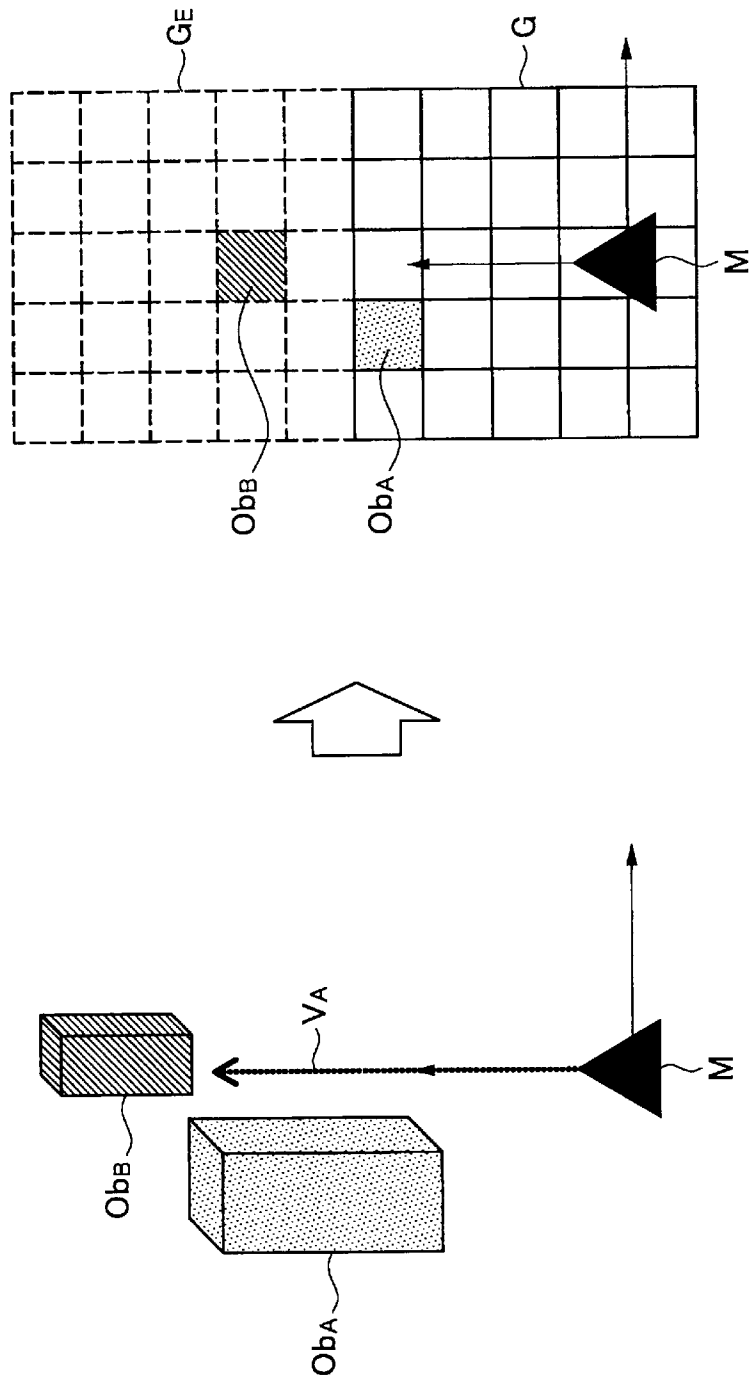
[図8]



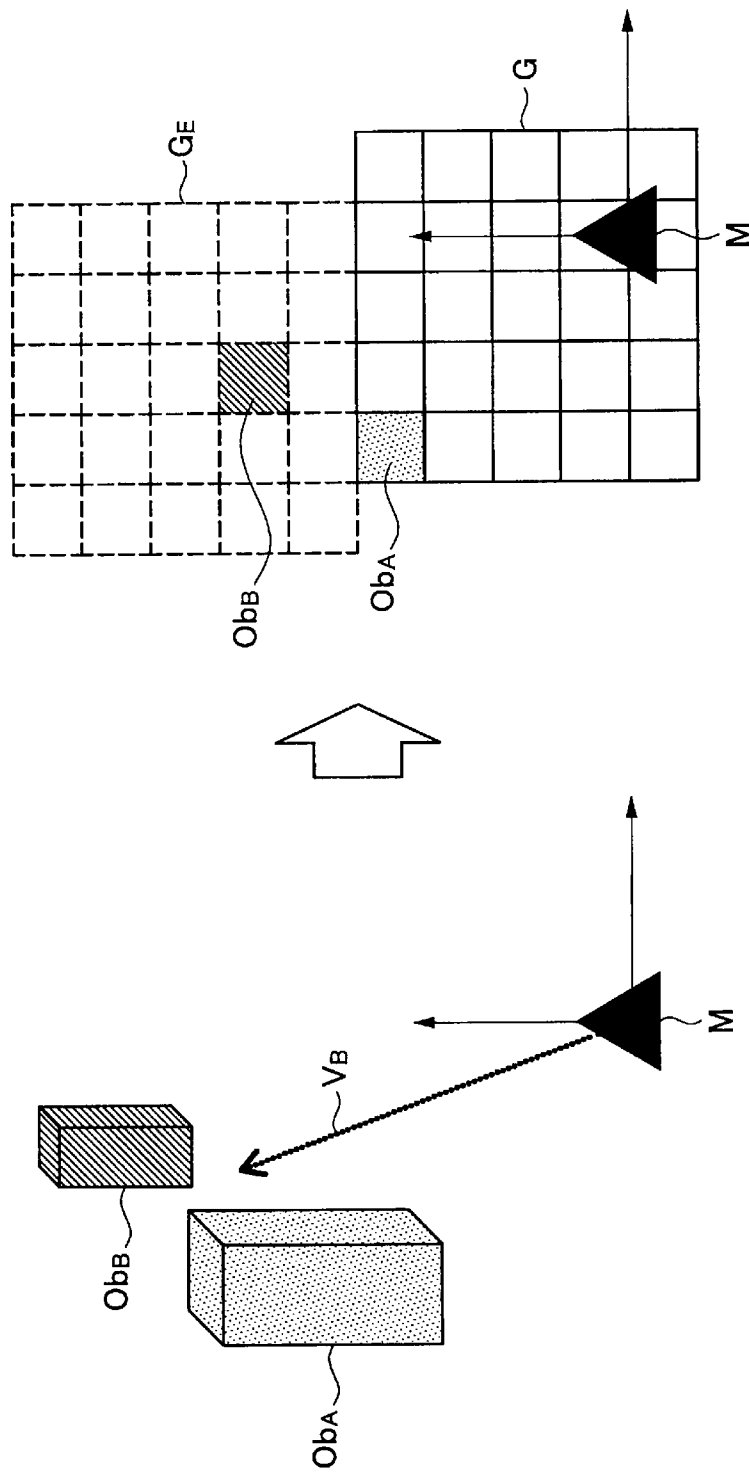
[図9]



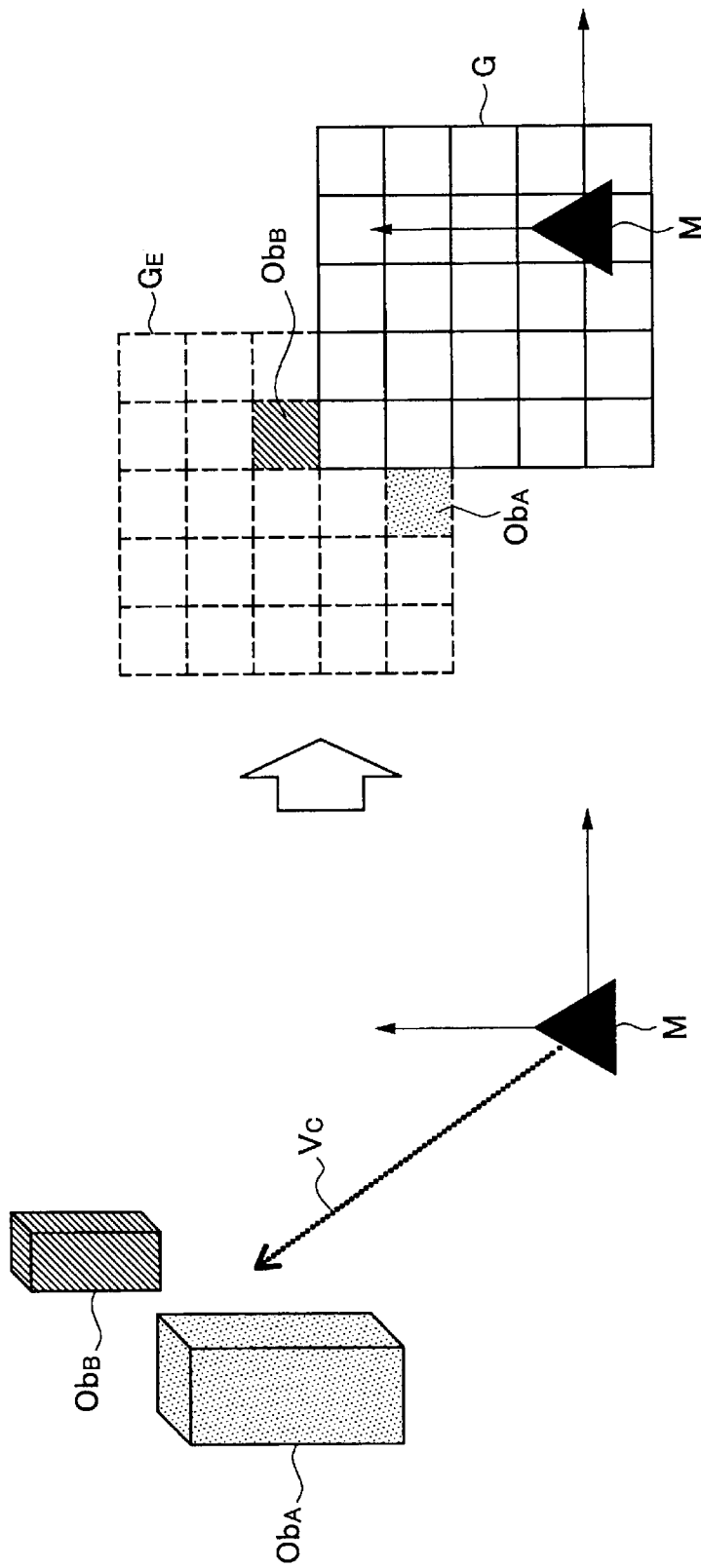
[図10A]



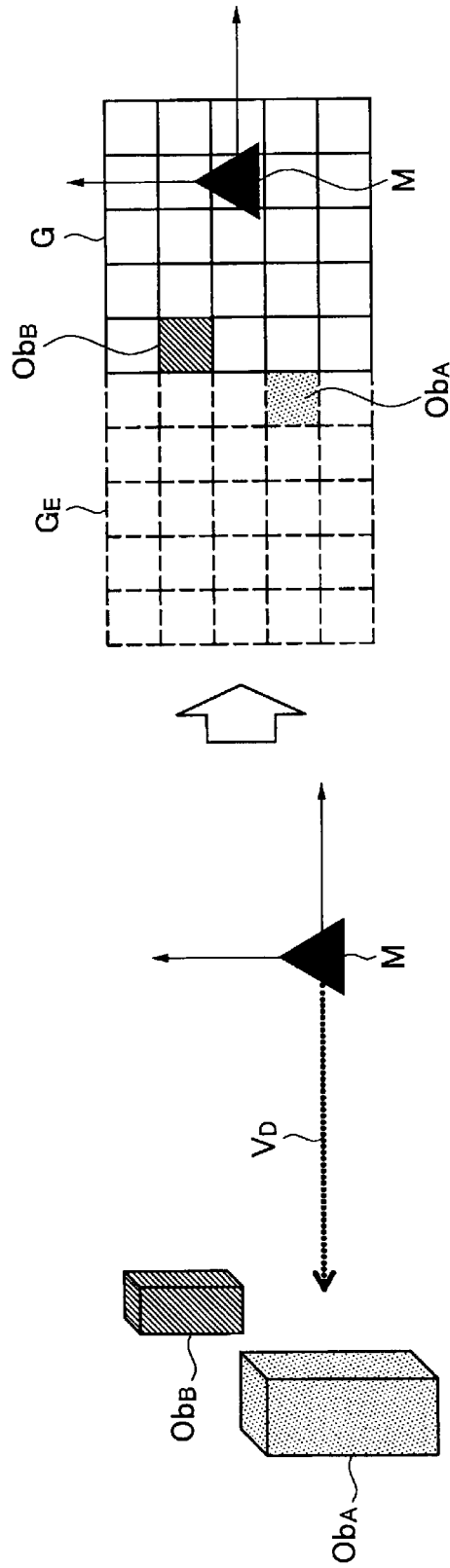
[図10B]



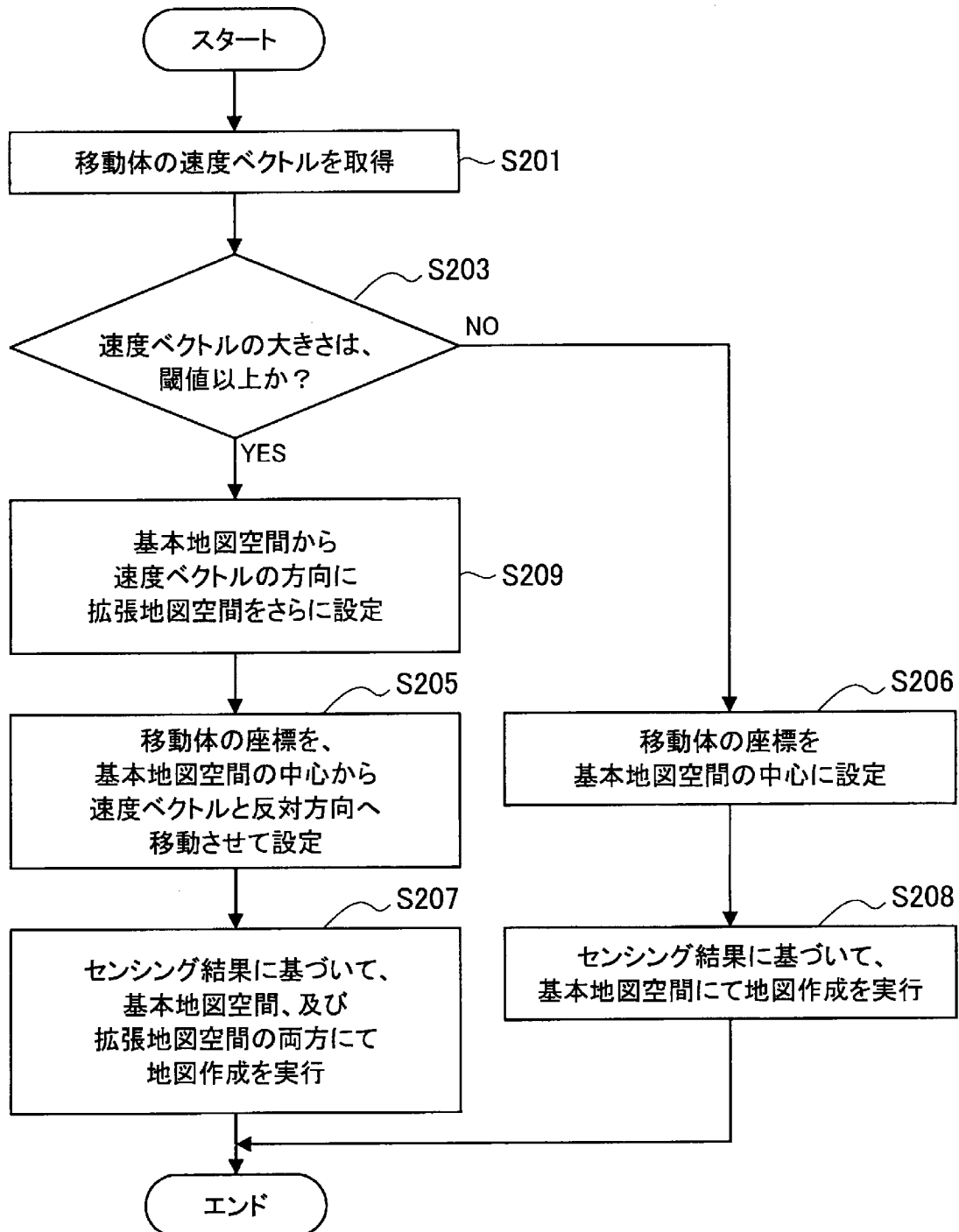
[図10C]



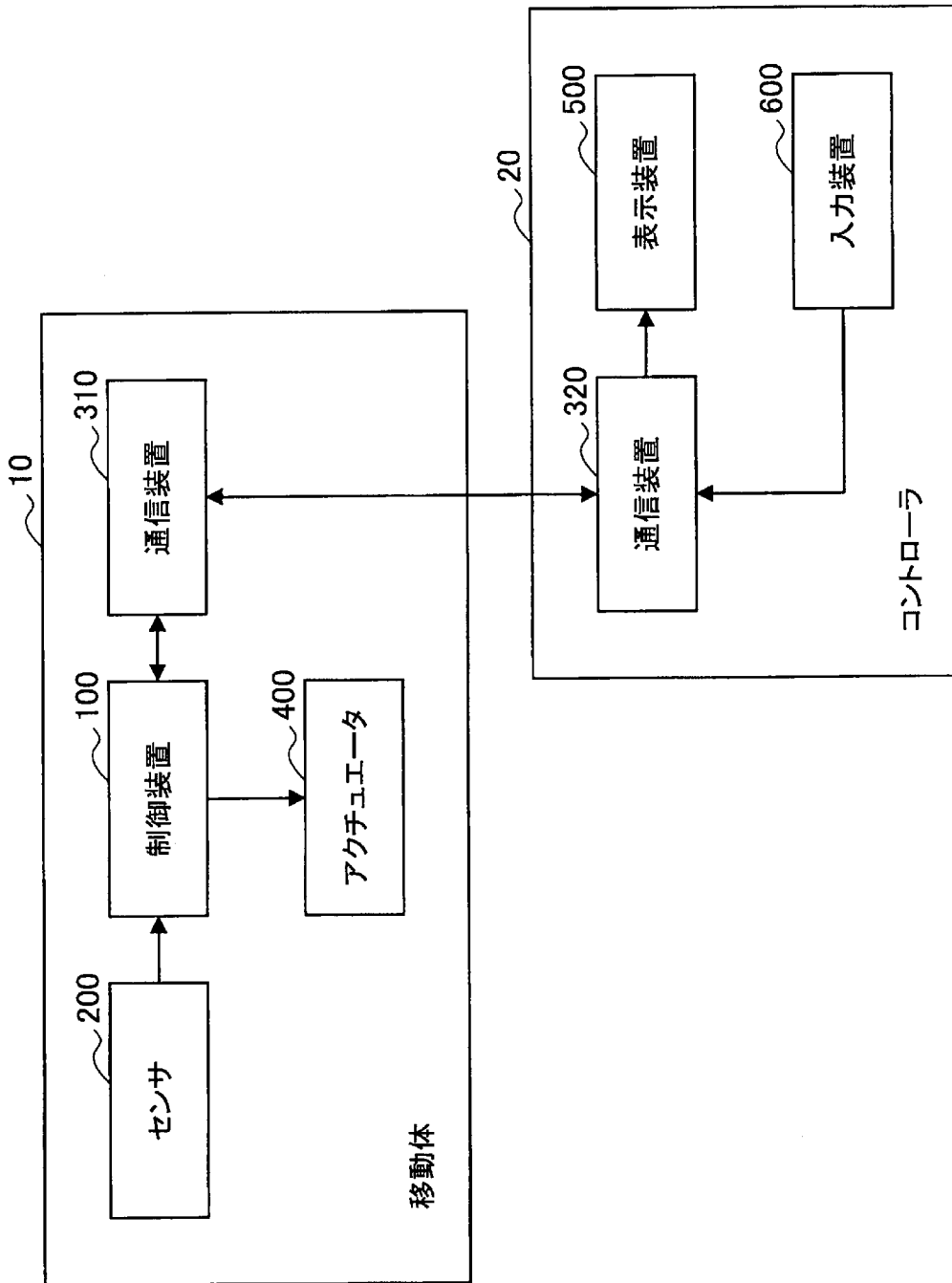
[図10D]



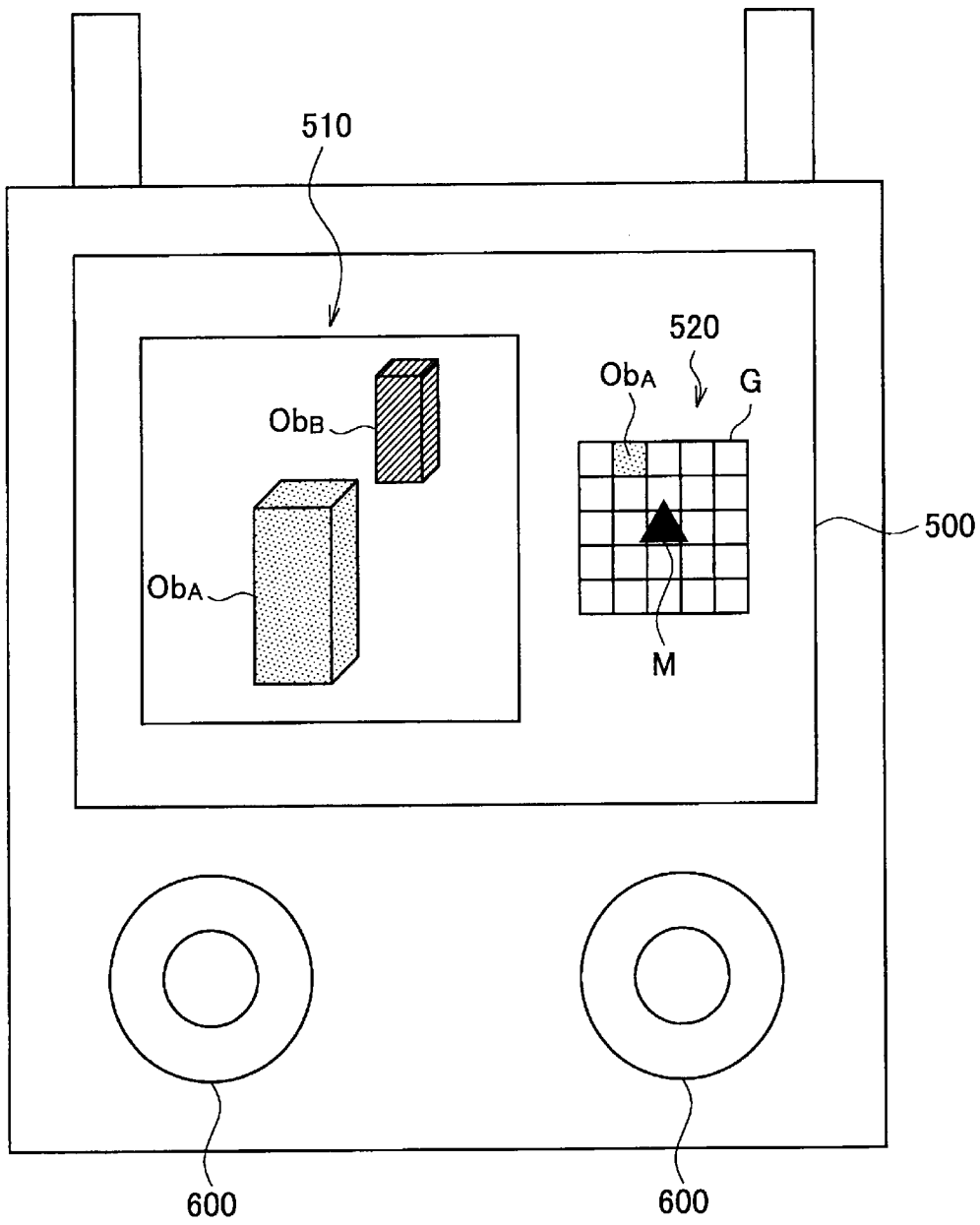
[図11]



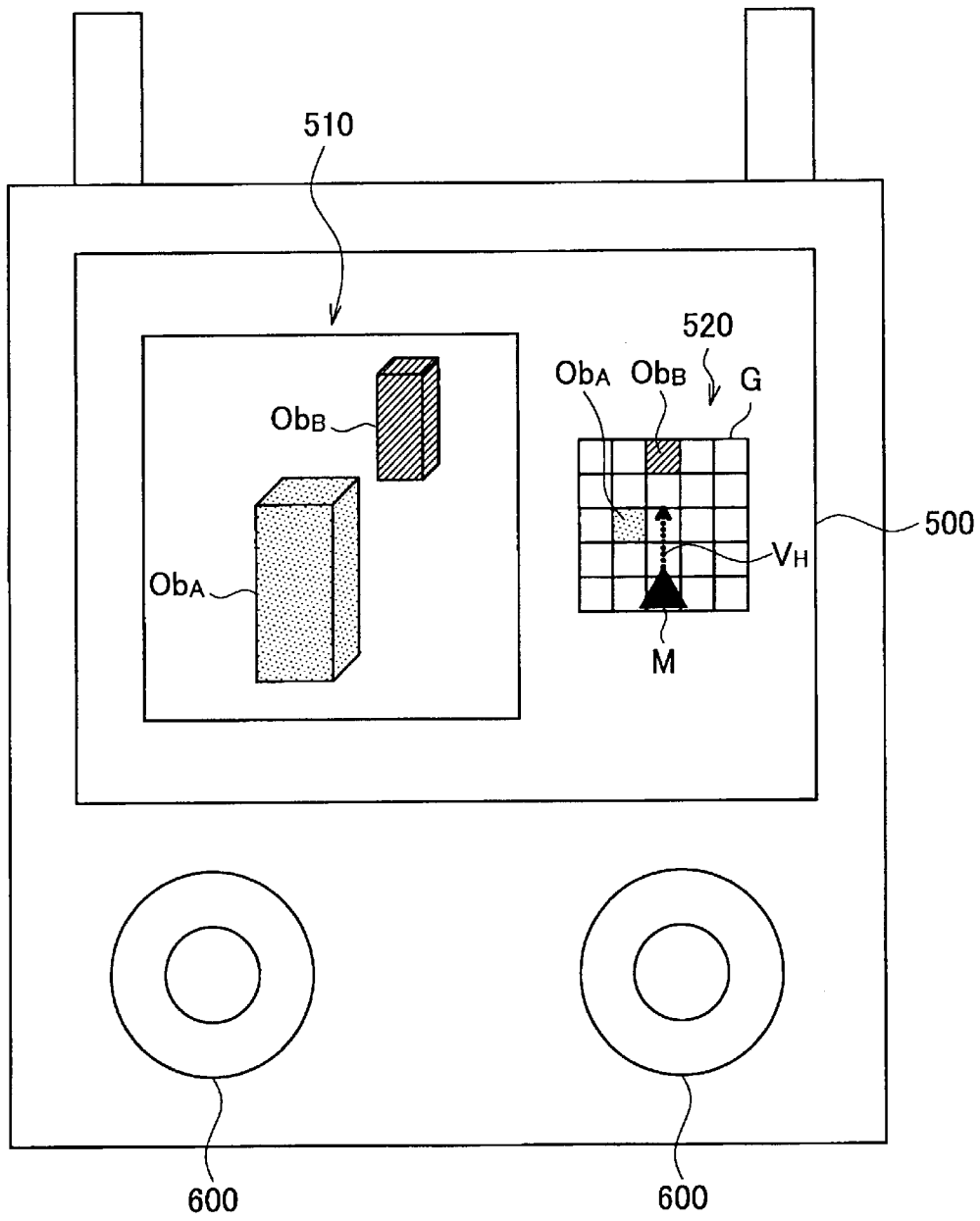
[図12]



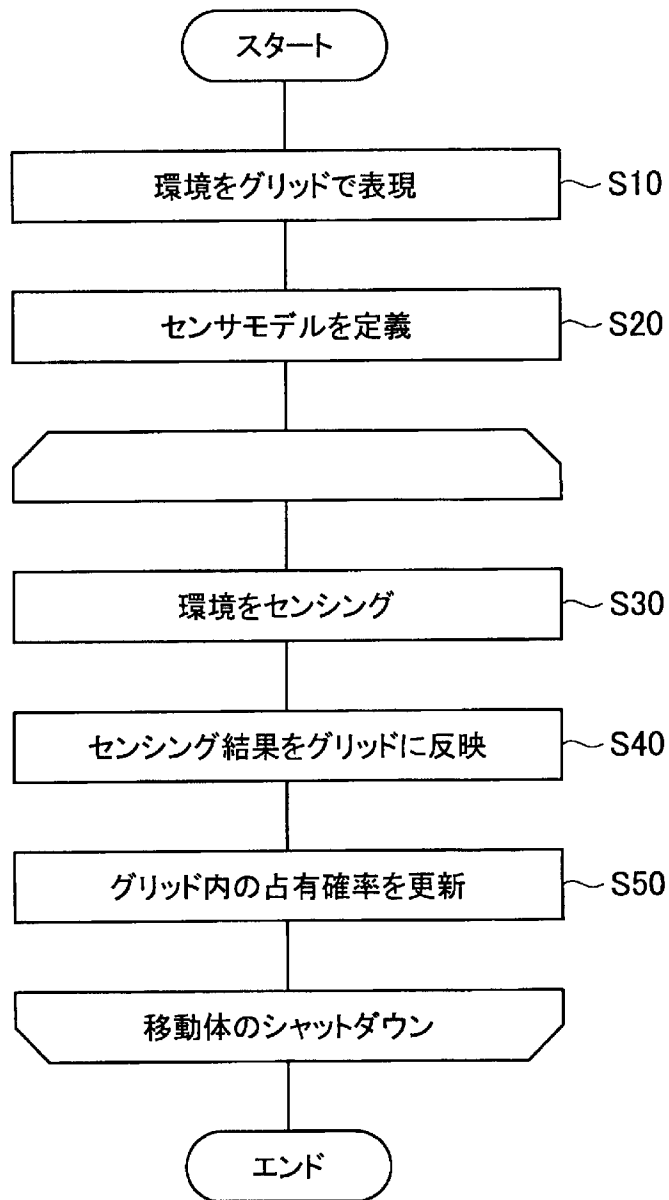
[図13A]



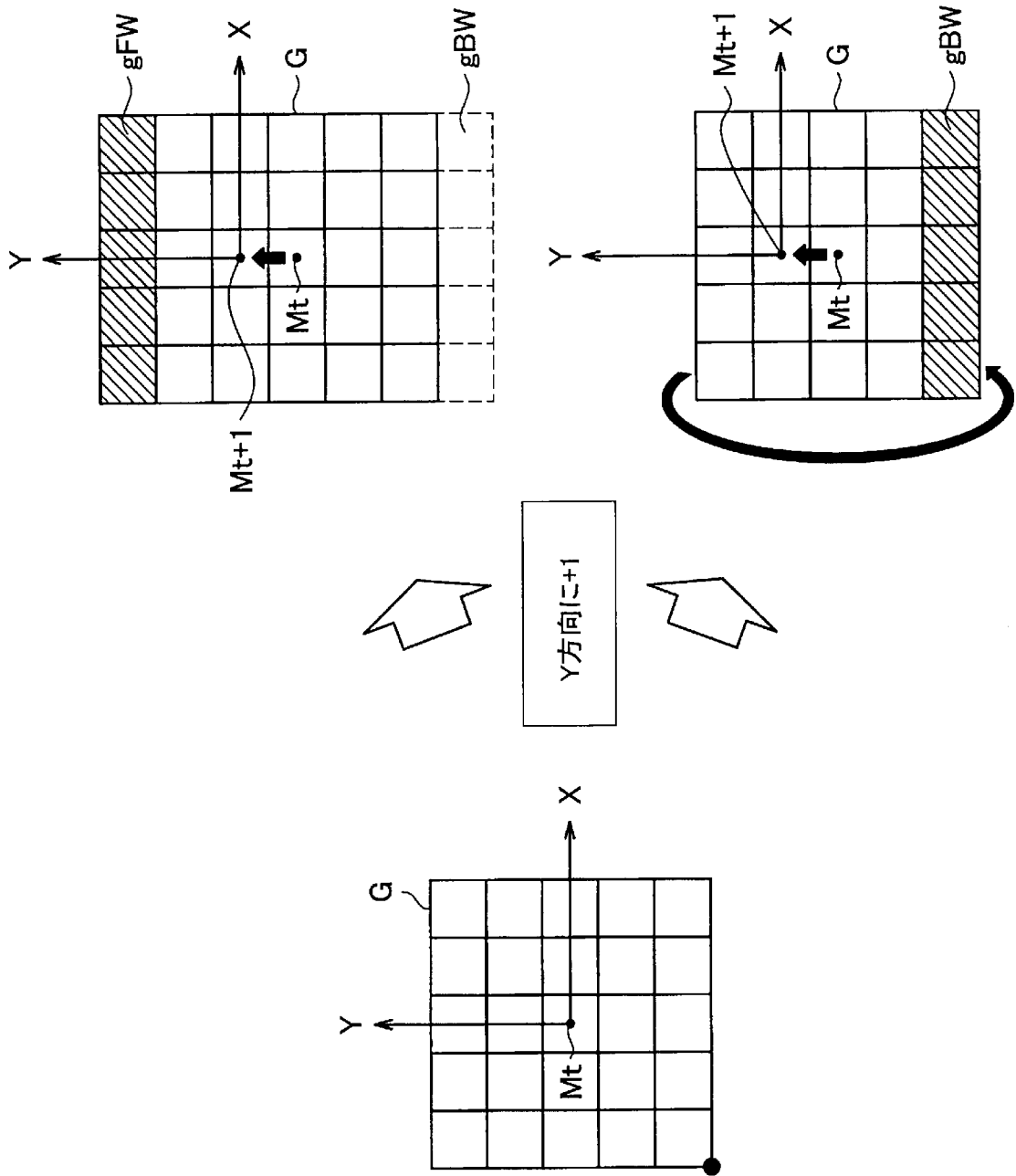
[図13B]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/006649

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G05D1/02(2020.01)i, G09B29/00(2006.01)i, G09B29/10(2006.01)i
 FI: G05D1/02J, G09B29/00Z, G09B29/10A

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G05D1/02, G09B29/00, G09B29/10

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2009-110249 A (IHI CORPORATION) 21.05.2009 (2009-05-21), paragraphs [0006]-[0035], fig. 1-7	1, 9, 13, 18-19 16 2-8, 10-12, 14-15, 17
Y	JP 2017-41200 A (SHARP CORPORATION) 23.02.2017 (2017-02-23), paragraph [0037], fig. 3	16
A	JP 2006-266985 A (CLARION CO., LTD.) 05.10.2006 (2006-10-05), entire text, all drawings	1-19
A	JP 10-332398 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 18.12.1998 (1998-12-18), paragraph [0031]	1-19

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
10.04.2020

Date of mailing of the international search report
21.04.2020

Name and mailing address of the ISA/
 Japan Patent Office
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/006649

JP 2009-110249 A	21.05.2009	(Family: none)
JP 2017-41200 A	23.02.2017	(Family: none)
JP 2006-266985 A	05.10.2006	(Family: none)
JP 10-332398 A	18.12.1998	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05D 1/02(2020.01)i; G09B 29/00(2006.01)i; G09B 29/10(2006.01)i FI: G05D1/02 J; G09B29/00 Z; G09B29/10 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）） G05D1/02; G09B29/00; G09B29/10 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2009-110249 A (株式会社 I H I) 21.05.2009 (2009-05-21) 段落[0006]-[0035], 図1-7	1, 9, 13, 18-19
Y	段落[0006]-[0035], 図1-7	16
A	段落[0006]-[0035], 図1-7	2-8, 10-12, 14-15, 17
Y	JP 2017-41200 A (シャープ株式会社) 23.02.2017 (2017-02-23) [0037], 図3	16
A	JP 2006-266985 A (クラリオン株式会社) 05.10.2006 (2006-10-05) 全文, 全図	1-19
A	JP 10-332398 A (セイコーエプソン株式会社) 18.12.1998 (1998-12-18) 段落[0031]	1-19
<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 10.04.2020	国際調査報告の発送日 21.04.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 大古 健一 3U 1180 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/006649

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2009-110249 A	21.05.2009	(ファミリーなし)	
JP 2017-41200 A	23.02.2017	(ファミリーなし)	
JP 2006-266985 A	05.10.2006	(ファミリーなし)	
JP 10-332398 A	18.12.1998	(ファミリーなし)	