

(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
2019年8月8日(08.08.2019)



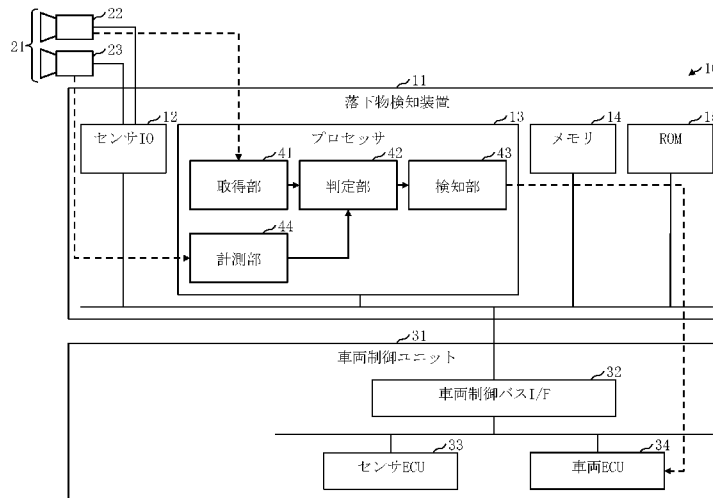
(10) 国際公開番号

WO 2019/150552 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2017.01) *G06T 7/20* (2017.01)
B60R 21/00 (2006.01) *G08G 1/16* (2006.01)
B60W 30/08 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/003598
- (22) 国際出願日: 2018年2月2日(02.02.2018)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 長谷川 雄史(HASEGAWA, Takefumi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 村山 修(MURAYAMA, Shu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 虻川 雅浩(ABUKAWA, Masahiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 溝井 国際特許業務法人(MIZOI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒2470056 神奈川県鎌倉市大船二丁目17番10号3階 Kanagawa (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:** FALLING OBJECT SENSING DEVICE, VEHICLE-MOUNTED SYSTEM, VEHICLE, AND FALLING OBJECT SENSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 落下物検知装置、車載システム、車両および落下物検知プログラム



11 Falling object sensing device
12 Sensor I/O
13 Processor
14 Memory
15 ROM
31 Vehicle control unit
32 Vehicle control bus interface
33 Sensor ECU
34 Vehicle ECU
41 Acquisition part
42 Assessment part
43 Sensing part
44 Measurement part

(57) **Abstract:** An acquisition part (41) of a falling object sensing device (11) used while being mounted on a first vehicle acquires a depth image of a second vehicle with a load mounted thereon and traveling ahead of the first vehicle and of the vicinity of the second vehicle. Using the depth image acquired by the acquisition part (41), an assessment part (42) of the falling object sensing device (11) assesses whether the load is moving differently from the second vehicle. On the basis of the result of the assessment performed by the assessment part (42), a sensing part (43) of the falling object sensing

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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

device (11) senses a fall of the load.

(57) 要約: 第1車両に搭載して使用される落下物検知装置(11)の取得部(41)は、荷物を載せて第1車両の前方を走行している第2車両および第2車両の周辺のデプス画像を取得する。落下物検知装置(11)の判定部(42)は、取得部(41)により取得されたデプス画像を用いて、荷物が第2車両と異なる動きをしていないか判定する。落下物検知装置(11)の検知部(43)は、判定部(42)による判定の結果をもとに、荷物の落下を検知する。

明 細 書

発明の名称：

落下物検知装置、車載システム、車両および落下物検知プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、落下物検知装置、車載システム、車両および落下物検知プログラムに関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1には、ミリ波センサとカメラとを備えるACC機能付き車両が、その車両と、ACCターゲットとなる前方車両との間にある荷物等の静止物をカメラで検知した場合に、ACC機能による追従走行を停止または抑制する技術が開示されている。「ACC」は、Adaptive Cruise Controlの略語である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-011061号公報

非特許文献

[0004] 非特許文献1：Castorena, J. ; Kamilov, U. ; Boufounos, P. T., “Autocalibration of LIDAR and Optical Cameras via Edge Alignment”, Mitsubishi Electric Research Laboratories, TR2016-009, March 2016

非特許文献2：実吉敬二、「ステレオカメラによる自動車運転支援システム」、情報処理学会研究報告、Vol. 2013-CVIM-185 No. 20、2013年1月23日

非特許文献3：Gunnar Farneback, “Two-Frame Motion Estimation Based on Polyno

mial Expansion", Computer Vision Laboratory, Linköping University, 2003

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来技術では、落下後の荷物しか検知できない。すなわち、荷物の落下を即時に検知することができない。そのため、前方車両までの車間距離が短いと、回避走行が間に合わず、ACC機能付き車両が荷物と衝突する可能性が高い。

[0006] 本発明は、前方車両からの荷物の落下を即時に検知することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様に係る落下物検知装置は、
第1車両に搭載して使用され、
荷物を載せて前記第1車両の前方を走行している第2車両および前記第2車両の周辺のデプス画像を取得する取得部と、
前記取得部により取得されたデプス画像を用いて、前記荷物が前記第2車両と異なる動きをしていないか判定する判定部と、
前記判定部による判定の結果をもとに、前記荷物の落下を検知する検知部と
を備える。

発明の効果

[0008] 本発明では、前方車両および前方車両の周辺のデプス画像を用いて、前方車両の荷物が前方車両と異なる動きをしていないか判定した結果をもとに、荷物の落下が検知される。そのため、前方車両からの荷物の落下を即時に検知することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1に係る落下物検知装置を備える車載システムの構成を示すブロック図。

[図2]実施の形態1に係る落下物検知装置の動作を示すフローチャート。

[図3]実施の形態1に係るデプス画像の例を示す図。

[図4]実施の形態1に係るデプスセンサと距離センサとの距離計測結果を示す図。

[図5]実施の形態1の変形例に係る落下物検知装置を備える車載システムの構成を示すブロック図。

[図6]実施の形態2に係る落下物検知装置を備える車載システムの構成を示すブロック図。

[図7]実施の形態2に係る落下物検知装置の動作を示すフローチャート。

[図8]実施の形態2に係るデプス画像の画像領域の例を示す図。

[図9]実施の形態2の変形例に係る落下物検知装置を備える車載システムの構成を示すブロック図。

[図10]実施の形態3に係る落下物検知装置を備える車載システムの構成を示すブロック図。

[図11]実施の形態3に係る落下物検知装置の動作を示すフローチャート。

[図12]実施の形態3に係るカメラ画像および移動ベクトルの例を示す図。

[図13]実施の形態3に係るカメラ画像および移動ベクトルの例を示す図。

[図14]実施の形態3に係るカメラ画像および移動ベクトルの例を示す図。

[図15]実施の形態3に係るカメラ画像および移動ベクトルの例を示す図。

[図16]実施の形態3の変形例に係る落下物検知装置を備える車載システムの構成を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。各図中、同一または相当する部分には、同一符号を付している。実施の形態の説明において、同一または相当する部分については、説明を適宜省略または簡略化する。なお、本発明は、以下に説明する実施の形態に限定されるものではなく、

必要に応じて種々の変更が可能である。例えば、以下に説明する実施の形態のうち、2つ以上の実施の形態が組み合わせられて実施されても構わない。あるいは、以下に説明する実施の形態のうち、1つの実施の形態または2つ以上の実施の形態の組み合わせが部分的に実施されても構わない。

[0011] 実施の形態1.

本実施の形態について、図1から図4を用いて説明する。

[0012] ***構成の説明***

図1を参照して、本実施の形態に係る落下物検知装置11を備える車載システム10の構成を説明する。

[0013] 車載システム10は、落下物検知装置11と、センサデバイス21と、車両制御ユニット31とを備える。

[0014] 落下物検知装置11は、コンピュータである。落下物検知装置11は、本実施の形態では、一般的なコンピュータであるが、組込機器でもよいし、ECUでもよい。「ECU」は、Electronic Control Unitの略語である。

[0015] 落下物検知装置11は、プロセッサ13を備えるとともに、センサ101、メモリ14およびROM15といった他のハードウェアを備える。「I/O」は、Input/Outputの略語である。プロセッサ13は、信号線を介して他のハードウェアと接続され、これら他のハードウェアを制御する。

[0016] 落下物検知装置11は、機能要素として、取得部41と、判定部42と、検知部43と、計測部44とを備える。取得部41、判定部42、検知部43および計測部44の機能は、ソフトウェアにより実現される。

[0017] プロセッサ13は、落下物検知プログラムを実行する装置である。落下物検知プログラムは、取得部41、判定部42、検知部43および計測部44の機能を実現するプログラムである。プロセッサ13は、本実施の形態では、CPUであるが、GPUでもよいし、CPUとGPUとの組み合わせでもよい。「CPU」は、Central Processing Unitの

略語である。「GPU」は、Graphics Processing Unitの略語である。

[0018] メモリ14およびROM15は、落下物検知プログラムを記憶する装置である。「ROM」は、Read Only Memoryの略語である。メモリ14は、例えば、RAM、フラッシュメモリまたはこれらの組み合わせである。「RAM」は、Random Access Memoryの略語である。

[0019] 落下物検知装置11は、ハードウェアとして、通信デバイス、入力機器およびディスプレイをさらに備えてもよい。

[0020] 通信デバイスは、落下物検知プログラムに入力されるデータを受信するレーシーバと、落下物検知プログラムから出力されるデータを送信するトランスミッタとを含む。通信デバイスは、例えば、通信チップまたはNICである。「NIC」は、Network Interface Cardの略語である。

[0021] 入力機器は、落下物検知プログラムへのデータの入力のためにユーザにより操作される機器である。入力機器は、例えば、タッチパネルである。

[0022] ディスプレイは、落下物検知プログラムから出力されるデータを画面に表示する機器である。ディスプレイは、例えば、LCDである。「LCD」は、Liquid Crystal Displayの略語である。

[0023] 落下物検知プログラムは、ROM15からメモリ14にロードされ、メモリ14からプロセッサ13に読み込まれ、プロセッサ13によって実行される。

[0024] 落下物検知装置11は、プロセッサ13を代替する複数のプロセッサを備えていてもよい。これら複数のプロセッサは、落下物検知プログラムの実行を分担する。それぞれのプロセッサは、例えば、CPU、GPU、DSP、または、これらのうちいくつか、もしくは、すべての組み合わせである。

[0025] 落下物検知プログラムにより利用、処理または出力されるデータ、情報、信号値および変数値は、メモリ14、または、プロセッサ13内のレジスタ

またはキャッシュメモリに記憶される。

[0026] 落下物検知プログラムは、取得部 4 1、判定部 4 2、検知部 4 3 および計測部 4 4 により行われる処理をそれぞれ取得処理、判定処理、検知処理および計測処理としてコンピュータに実行させるプログラムである。落下物検知プログラムは、コンピュータ読取可能な媒体に記録されて提供されてもよいし、記録媒体に格納されて提供されてもよいし、プログラムプロダクトとして提供されてもよい。

[0027] 落下物検知装置 1 1 は、1 台のコンピュータで構成されていてもよいし、複数台のコンピュータで構成されていてもよい。落下物検知装置 1 1 が複数台のコンピュータで構成されている場合は、取得部 4 1、判定部 4 2、検知部 4 3 および計測部 4 4 の機能が、各コンピュータに分散されて実現されてもよい。

[0028] センサデバイス 2 1 としては、少なくともデプスセンサ 2 2 および距離センサ 2 3 が備えられる。デプスセンサ 2 2 は、例えば、ステレオカメラ、または、単眼カメラと L i D A R センサとの組み合わせである。「L i D A R」は、L i g h t D e t e c t i o n a n d R a n g i n g の略語である。距離センサ 2 3 は、本実施の形態では、ミリ波センサであるが、他の種類のレーダセンサでもよい。センサデバイス 2 1 として、カメラおよびソナーといった他の車載デバイスがさらに備えられてもよい。

[0029] 車両制御ユニット 3 1 は、車両制御バスインタフェース 3 2 と、センサ ECU 3 3 と、車両 ECU 3 4 とを備える。

[0030] 車両制御バスインタフェース 3 2 は、落下物検知装置 1 1 と、センサ ECU 3 3 および車両 ECU 3 4 との間の通信のためのインタフェースである。

[0031] センサ ECU 3 3 は、センサデバイス 2 1 から得られるデータを処理する ECU である。

[0032] 車両 ECU 3 4 は、車両を制御する ECU である。

[0033] ***動作の説明***

図 1 のほかに、図 2 から図 4 を参照して、本実施の形態に係る落下物検知

装置 1 1 の動作を説明する。落下物検知装置 1 1 の動作は、本実施の形態に係る落下物検知方法に相当する。

[0034] 落下物検知装置 1 1 は、第 1 車両 5 1 に搭載して使用される。第 1 車両 5 1 は、自動運転車両である。落下物検知装置 1 1 を備える車載システム 1 0 は、第 1 車両 5 1 に搭載されたシステムである。車載システム 1 0 の車両制御ユニット 3 1 は、第 1 車両 5 1 の運転を制御する。

[0035] 落下物検知装置 1 1 は、センサ 1 0 1 2 を介して、車載センサであるセンサデバイス 2 1 と接続する。これにより、センサデバイス 2 1 で計測された第 1 車両 5 1 の前方のセンシングデータが落下物検知装置 1 1 に入力される。

[0036] 落下物検知装置 1 1 は、第 1 車両 5 1 のデプスセンサ 2 2 のセンシングデータからデプス画像 6 1 を算出し、デプス画像 6 1 と他センサ情報とを比較して、第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 とを分離することで、第 2 車両 5 2 から落下した荷物 5 3 を即時に検知する。第 2 車両 5 2 は、荷物 5 3 を載せて第 1 車両 5 1 の前方を走行している車両、すなわち、前方車両である。

[0037] 落下物検知装置 1 1 は、車両制御バスインタフェース 3 2 を介して、車両制御ユニット 3 1 と接続する。これにより、落下物検知装置 1 1 で検知された落下物の位置情報および移動情報が車両制御ユニット 3 1 へ出力される。

[0038] 本実施の形態では、落下物検知装置 1 1 は、デプス画像 6 1 の変化とミリ波センサである距離センサ 2 3 の距離情報とを参照して第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 との分離を判別する。これにより、第 2 車両 5 2 から荷物 5 3 が落下した場合であっても、第 1 車両 5 1 がこの落下物を回避するように、落下中または落下の可能性のある荷物 5 3 を即時に検知可能である。

[0039] 車両制御ユニット 3 1 は、落下物検知装置 1 1 で第 1 車両 5 1 の前方を走行中の第 2 車両 5 2 から荷物 5 3 が落下したことが検出された場合には、第 1 車両 5 1 のブレーキ制御を行い、落下した荷物 5 3 との衝突を回避する。車両制御ユニット 3 1 は、第 1 車両 5 1 のブレーキ制御だけでなく、車線変更することで、荷物 5 3 との衝突を回避してもよい。

- [0040] 落下物検知装置 11 の動作の詳細を説明する。
- [0041] 図 2 のステップ S 101 において、取得部 41 は、第 2 車両 52 および第 2 車両 52 の周辺のデプス画像 61 を取得する。
- [0042] 図 2 のステップ S 102 からステップ S 106 において、判定部 42 は、取得部 41 により取得されたデプス画像 61 を用いて、荷物 53 が第 2 車両 52 と異なる動きをしていないか判定する。具体的には、ステップ S 102 およびステップ S 103 において、判定部 42 は、デプス画像 61 を参照して、道路を除き最も近い物体までの距離を算出する。ステップ S 104 において、計測部 44 は、距離センサ 23 を用いて、第 2 車両 52 までの距離を計測する。本実施の形態では、計測部 44 は、距離センサ 23 としてミリ波センサを用いて、第 2 車両 52 までの距離を計測する。ステップ S 105 およびステップ S 106 において、判定部 42 は、算出した距離と、計測部 44 により計測された距離とを比較し、距離の差が閾値を超えている場合に、荷物 53 が「第 2 車両 52 と異なる動き」として第 2 車両 52 から分離する動きをしたと判定する。
- [0043] 図 2 のステップ S 107 およびステップ S 108 において、検知部 43 は、判定部 42 による判定の結果をもとに、荷物 53 の落下を検知する。
- [0044] 落下物検知装置 11 の動作をより具体的に説明する。
- [0045] ステップ S 101 において、取得部 41 は、センサデバイス 21 のうちデプスセンサ 22 を使用して、第 1 車両 51 の前方のデプス画像 61 を算出する。
- [0046] デプス画像 61 の算出に使用されるデプスセンサ 22 がステレオカメラの場合、取得部 41 は、片方のカメラの撮影画像ともう片方のカメラの撮影画像とを比較して、撮影画像内の同一特徴がある点を探索し、特徴点同士的位置ズレを参照することで、特徴点の距離情報、すなわち、デプス値を算出する。取得部 41 は、撮影画像の各画素に対してデプス値を算出することで、デプス画像 61 を生成する。
- [0047] デプス画像 61 の算出に使用されるデプスセンサ 22 が単眼カメラと Li

DARセンサとの組み合わせの場合、取得部41は、LiDARセンサで計測した3D点群情報を基準にして、単眼カメラとLiDARセンサとのフュージョン結果からデプス画像61を算出する。LiDARセンサの3D点群情報は計測解像度が低いため、取得部41は、単眼カメラの撮影画像内に写る物体の境界領域情報、すなわち、エッジ情報を参照して3D点群情報を補間する。取得部41は、補間により計測解像度が向上した3D点群情報からデプス画像61を算出する。具体的な手法としては、非特許文献1に記載の手法を用いることができる。

[0048] デプスセンサ22は、計測解像度の高いFlash LiDARであってもよい。

[0049] ステップS102において、判定部42は、ステップS101で算出されたデプス画像61を参照して、立体物の画像領域と路面の画像領域とを分離して立体物を検出する。

[0050] ステップS103において、判定部42は、ステップS102で検出した立体物のうち、第1車両51に最も近距離にある立体物までの距離を計測する。

[0051] 図3にデプス画像61の例を示す。この例では、距離に応じて、デプス画像61の各画素の色を変化させて表示する。色は、便宜上、ハッチングで示している。デプス画像61の下部では、第1車両51から近距離にある路面までの距離が計測されるため、画素の色は近距離を表す色となる。画像上部へ移動するのに伴い、第1車両51から路面までの距離は遠くなるため、画素の色も上部へ移動するに伴って遠距離を表す色に変化する。デプス画像61において、第2車両52を表す画像領域内の各画素は、距離がほぼ等しくなるため、色も同じになる。なお、距離が計測できなかった画素は黒色で表示する。

[0052] 図3の上図は、第2車両52と荷物53との分離前のデプス画像61を示す。分離前は、第2車両52と荷物53との距離がほぼ等しいため、画素の色もほぼ等しくなる。図3の下図は、第2車両52と荷物53との分離後の

デプス画像 6 1 を示す。分離後は、第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 との距離が異なるため、荷物 5 3 の撮影領域に対応する画素の色は第 2 車両 5 2 の画素の色と異なる。

[0053] 第 2 車両 5 2 を表す画像領域の検出処理では、デプス画像 6 1 から立体物が検知されて、立体物と路面との画像領域が分離され、立体物の画像領域が第 2 車両 5 2 の画像領域と判断される。なお、立体物の画像領域サイズが小さく、車両サイズと異なれば、第 2 車両 5 2 ではないと判定されてもよい。

[0054] 本実施の形態では、立体物と判定された画像領域の中で第 1 車両 5 1 に最も近い画素の距離がデプス画像 6 1 の距離として扱われる。第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 とが分離すると荷物 5 3 が第 1 車両 5 1 に最も近くなるため、デプス画像 6 1 の距離は荷物 5 3 までの距離を表すようになる。デプス画像 6 1 からの立体物検知方法としては、非特許文献 2 に記載の方法を用いることができる。

[0055] ステップ S 1 0 4 において、計測部 4 4 は、センサデバイス 2 1 のうちミリ波センサを使用して、第 1 車両 5 1 の前方にある第 2 車両 5 2 までの距離を算出する。

[0056] ミリ波センサは、波長の短い電磁波であるミリ波を出力し、第 2 車両 5 2 等の物体に当たって反射した電磁波を受信することで、物体までの距離を計測する。ミリ波は、金属を含む物体に強く反射する。そのため、ミリ波センサは、第 2 車両 5 2 を検知するが、段ボール箱等の金属を含まない物体は検知しない。第 2 車両 5 2 から荷物 5 3 が突然落下してきても、荷物 5 3 が段ボール箱等の金属を含まない物体であれば、ミリ波センサは、荷物 5 3 を検知せずに、その先にある第 2 車両 5 2 までの距離を計測する。

[0057] ステップ S 1 0 5 において、判定部 4 2 は、第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 との分離判別処理を開始し、ステップ S 1 0 3 で計測したデプス画像 6 1 の距離と、ステップ S 1 0 4 で計測されたミリ波センサの距離とを比較する。

[0058] デプス画像 6 1 の距離は、第 1 車両 5 1 から最も近い物体までの距離であるのに対して、ミリ波センサの距離は、金属を含む第 2 車両 5 2 までの距離

である。実際には、ミリ波センサのトラッキング処理の影響もあり、荷物53が落下する前に第2車両52が検知されていると、荷物53の落下後も前の検知結果が参照されて、第2車両52が検知され続ける可能性が高い。これにより、図4に示すように、第2車両52と荷物53とが分離していないときはデプス画像61の距離とミリ波センサの距離とが等しくなるが、第2車両52と荷物53とが分離したときは、デプス画像61の距離とミリ波センサの距離とに差が生じる。

[0059] ステップS106において、判定部42は、ステップS105で比較した2つの距離の差が任意の閾値 ΔZ 以上であれば、第2車両52と荷物53とが分離したと判定してステップS107へ進む。判定部42は、距離差が閾値よりも小さければ、第2車両52と荷物53とが分離していないと判定してステップS101へ戻る。

[0060] 閾値 ΔZ は、任意の値でよいが、センサの距離計測精度から設定されることが望ましく、一例としては0.5m程度に設定することができる。

[0061] ステップS107において、検知部43は、ステップS106の分離判別結果を受けて、落下物となる荷物53の位置および速度を算出する。荷物53の位置は、ステップS101で取得されたデプス画像61とステップS103で計測された立体物までの距離とから算出される。ステップS103の距離よりZ軸方向の位置が、ステップS101のデプス画像61と距離情報とからX軸方向およびY軸方向の位置が算出できる。X軸方向は車両横方向、Y軸方向は車両高さ方向、Z軸方向は車両進行方向に相当する。荷物53の速度は、荷物53の位置の時系列情報と第1車両51の速度とから算出される。

[0062] ステップS108において、検知部43は、ステップS107で算出した落下物となる荷物53の位置および速度の情報を車両ECU34に送信する。

[0063] 車両ECU34は、ステップS108で送信された落下物の位置および速度の情報を参照し、その落下物との衝突を回避するために、第1車両51の

速度を減速するか、または、車線変更等、操舵による進行方向の変更をする。なお、この車両E C U 3 4の機能は、制御部の機能として落下物検知プログラムにより実現されてもよい。すなわち、落下物検知装置1 1は、検知部4 3により算出された荷物5 3の位置および速度に応じて、第1車両5 1の移動を制御する制御部をさらに備えてもよい。

[0064] 以上の動作により、第2車両5 2から荷物5 3が落下した場合であっても、落下中の荷物5 3を即時に検知可能となり、落下物との衝突を回避できる。

[0065] なお、ステップS 1 0 7およびステップS 1 0 8において、検知部4 3は、荷物5 3の位置および速度だけでなく、荷物5 3のサイズおよび移動方向もデプス画像6 1から算出し、荷物5 3の位置、サイズ、移動速度および移動方向の情報を車両E C U 3 4に送信してもよい。

[0066] 検知部4 3は、情報を車両E C U 3 4に送信する際に、情報の確度を判定し、情報とあわせて確度判定の結果を送信してもよい。

[0067] ***実施の形態の効果の説明***

本実施の形態では、前方車両および前方車両の周辺のデプス画像6 1を用いて、前方車両の荷物5 3が前方車両と異なる動きをしていないか判定した結果をもとに、荷物5 3の落下が検知される。そのため、前方車両からの荷物5 3の落下を即時に検知することができる。

[0068] 本実施の形態では、落下中または落下の可能性のある荷物5 3を検知して、荷物の落下を即時に検知することにより、第1車両5 1と第2車両5 2との車間距離が短い場合であっても、第2車両5 2から落下する荷物5 3を回避した走行が可能となる。なお、落下の可能性の高い荷物5 3を検知した場合には、第1車両5 1の車速低下により、第2車両5 2との車間距離を遠くにしてもよい。

[0069] 本実施の形態では、判定部4 2が、ミリ波センサの反射強度の特徴を用いて、第2車両5 2と荷物5 3との分離を判別する。ミリ波センサは、金属類に強く反応するため、第2車両5 2から段ボール等の非金属の荷物5 3が落

下しても荷物53には反応せずに第2車両52を検知する。そのため、計測部44は、第2車両52までの距離を出力する。一方で、ステレオカメラ等のデプスセンサ22は、第2車両52から落下した荷物53を検知するため、荷物53までの距離を出力する。2種類のセンサの距離を比較することで、第2車両52と荷物53との分離判別をすることができる。

[0070] 本実施の形態では、検知部43が、判定部42の分離判別結果を参照することで、荷物53が落下後の衝撃で移動している状態であっても、荷物53の落下を判定可能である。

[0071] 本実施の形態によれば、前方車両から落下中の荷物53、または、落下の可能性が高い荷物53を即時に検知することで、前方車両から荷物53が突然落下しても、荷物53との衝突を回避可能な自動運転車両が提供できる。

[0072] ***他の構成***

本実施の形態では、取得部41、判定部42、検知部43および計測部44の機能がソフトウェアにより実現されるが、変形例として、取得部41、判定部42、検知部43および計測部44の機能がハードウェアにより実現されてもよい。この変形例について、主に本実施の形態との差異を説明する。

[0073] 図5を参照して、本実施の形態の変形例に係る落下物検知装置11を備える車載システム10の構成を説明する。

[0074] この例では、落下物検知装置11は、電子回路16およびセンサ1012といったハードウェアを備える。

[0075] 電子回路16は、取得部41、判定部42、検知部43および計測部44の機能を実現する専用のハードウェアである。電子回路16は、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ロジックIC、GA、FPGA、ASIC、または、これらのうちいくつか、もしくは、すべての組み合わせである。「IC」は、Integrated Circuitの略語である。「GA」は、Gate Arrayの略語である。「FPGA」は、Field-Programmable

le Gate Arrayの略語である。「ASIC」は、Application Specific Integrated Circuitの略語である。

[0076] 落下物検知装置 11 は、電子回路 16 を代替する複数の電子回路を備えていてもよい。これら複数の電子回路は、全体として取得部 41、判定部 42、検知部 43 および計測部 44 の機能を実現する。それぞれの電子回路は、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ロジック IC、GA、FPGA、ASIC、または、これらのうちいくつか、もしくは、すべての組み合わせである。

[0077] 別の変形例として、取得部 41、判定部 42、検知部 43 および計測部 44 の機能がソフトウェアとハードウェアとの組み合わせにより実現されてもよい。すなわち、取得部 41、判定部 42、検知部 43 および計測部 44 の機能の一部が専用のハードウェアにより実現され、残りがソフトウェアにより実現されてもよい。

[0078] プロセッサ 13 および電子回路 16 は、いずれも処理回路である。すなわち、落下物検知装置 11 の構成が図 1 および図 5 のいずれに示した構成であっても、取得部 41、判定部 42、検知部 43 および計測部 44 の動作は、処理回路により行われる。

[0079] 実施の形態 2.

本実施の形態について、主に実施の形態 1 との差異を、図 6 から図 8 を用いて説明する。

[0080] ***構成の説明***

図 6 を参照して、本実施の形態に係る落下物検知装置 11 を備える車載システム 10 の構成を説明する。

[0081] 本実施の形態では、落下物検知装置 11 は、機能要素として、取得部 41 と、判定部 42 と、検知部 43 とを備える。判定部 42 は、算出部 45 を備える。取得部 41、判定部 42 および検知部 43 の機能は、ソフトウェアにより実現される。

[0082] 本実施の形態では、落下物検知プログラムは、取得部41、判定部42および検知部43により行われる処理をそれぞれ取得処理、判定処理および検知処理としてコンピュータに実行させるプログラムである。すなわち、落下物検知プログラムは、取得部41、判定部42および検知部43の機能を実現するプログラムである。落下物検知プログラムは、実施の形態1と同じように、ROM15からメモリ14にロードされ、メモリ14からプロセッサ13に読み込まれ、プロセッサ13によって実行される。

[0083] 本実施の形態では、センサデバイス21として、少なくともデプスセンサ22が備えられる。

[0084] ***動作の説明***

図6のほかに、図7および図8を参照して、本実施の形態に係る落下物検知装置11の動作を説明する。落下物検知装置11の動作は、本実施の形態に係る落下物検知方法に相当する。

[0085] 本実施の形態では、落下物検知装置11は、デプス画像61の変化した画像領域の大きさを参照して第2車両52と荷物53との分離を判別する。これにより、実施の形態1と同様に、第2車両52から荷物53が落下した場合であっても、第1車両51がこの落下物を回避するように、落下中または落下の可能性のある荷物53を即時に検知可能である。

[0086] 落下物検知装置11の動作の詳細を説明する。

[0087] 図7のステップS201において、取得部41は、第2車両52および第2車両52の周辺のデプス画像61を取得する。

[0088] 図7のステップS202からステップS206において、判定部42は、取得部41により取得されたデプス画像61を用いて、荷物53が第2車両52と異なる動きをしていないか判定する。具体的には、ステップS202からステップS204において、判定部42は、取得部41により取得された複数時点のデプス画像61間でデプス値が変化している画像領域を算出する。ステップS205およびステップS206において、判定部42は、算出した画像領域の大きさが第2車両52に相当する大きさと異なっている場

合に、荷物５３が「第２車両５２と異なる動き」として第２車両５２から分離する動きをしたと判定する。

[0089] 図７のステップＳ２０７およびステップＳ２０８において、検知部４３は、判定部４２による判定の結果をもとに、荷物５３の落下を検知する。

[0090] なお、第２車両５２の画像領域と荷物５３の画像領域とが判別可能であれば、ステップＳ２０２からステップＳ２０４において、判定部４２は、取得部４１により取得された複数時点のデプス画像６１における、第２車両５２の画像領域間でのデプス値の変化量と、荷物５３の画像領域間でのデプス値の変化量とを比較してもよい。ステップＳ２０５およびステップＳ２０６において、判定部４２は、変化量の差が閾値を超えている場合に、荷物５３が「第２車両５２と異なる動き」として第２車両５２から分離する動きをしたと判定してもよい。

[0091] さらに、判定部４２は、変化量の差が閾値を下回っている場合でも、変化量の差によって、荷物５３が固定されていないと判定してもよい。ステップＳ２０７およびステップＳ２０８において、検知部４３は、荷物５３が固定されていないと判定部４２により判定された場合、第１車両５１と第２車両５２との間の距離を空ける制御を行ってもよい。

[0092] 落下物検知装置１１の動作をより具体的に説明する。

[0093] ステップＳ２０１の処理については、実施の形態１におけるステップＳ１０１の処理と同じであるため、具体的な説明を省略する。

[0094] ステップＳ２０２の処理については、実施の形態１におけるステップＳ１０２の処理と同じであるため、具体的な説明を省略する。

[0095] ステップＳ２０３において、判定部４２は、ステップＳ２０２で検出した立体物の画像領域をデプス画像６１から切り出す。

[0096] ステップＳ２０４において、判定部４２が備える算出部４５は、ステップＳ２０３で切り出された画像領域に対して、時系列にデプス値が変化した画像領域を算出する。

[0097] ステップＳ２０５において、判定部４２は、第２車両５２と荷物５３との

分離判別処理を開始し、ステップS 2 0 4で算出した、デプス値が変化した画像領域とデプス値の距離情報とを参照して、画像領域に写る実際の物体のサイズを算出する。実際の物体のサイズ算出では、距離情報からZ軸方向の位置が算出され、デプス画像6 1と距離情報とからX軸方向およびY軸方向の位置が算出され、それらの位置から画像領域に対応する実際の物体のサイズが求められる。前述したように、X軸方向は車両横方向、Y軸方向は車両高さ方向、Z軸方向は車両進行方向に相当する。

[0098] ステップS 2 0 6において、判定部4 2は、ステップS 2 0 5で算出したサイズが車両サイズに相当する閾値以下であれば、荷物5 3が落下したことに起因してデプス値が変化したと推測し、第2車両5 2と荷物5 3とが分離したと判定してステップS 2 0 7へ進む。判定部4 2は、ステップS 2 0 5で算出したサイズが車両サイズに相当する閾値よりも大きければ、単に第1車両5 1と第2車両5 2との車間距離が変化したことに起因してデプス値が変化したとみなし、第2車両5 2と荷物5 3とが分離していないと判定してステップS 2 0 1へ戻る。

[0099] 図8にデプス画像6 1の画像領域の例を示す。この例では、図3と同様に、距離に応じて、デプス画像6 1の各画素の色を変化させて表示する。色は、便宜上、ハッチングで示している。

[0100] 図8の上図は、デプス画像6 1を示す。図8の下図は、上図のデプス画像6 1から切り出された立体物の画像領域を示す。第1車両5 1と第2車両5 2との車間距離が変化すれば、第2車両5 2の画像領域のデプス値が変化する。第1車両5 1と荷物5 3との距離が変化すれば、荷物5 3の画像領域のデプス値が変化する。よって、デプス値が変化した画像領域のサイズを参照して、第2車両5 2と荷物5 3との分離を判定することができる。

[0101] なお、判定部4 2は、立体物の画像領域を切り出してからデプス値の変化を参照して第2車両5 2と荷物5 3との分離判別をする代わりに、立体物の画像領域を切り出さずにデプス画像6 1の全体に対するデプス値の変化を参照して第2車両5 2と荷物5 3との分離判別をしてもよい。

- [0102] ステップS 2 0 7 の処理については、実施の形態 1 におけるステップS 1 0 7 の処理と同じであるため、具体的な説明を省略する。
- [0103] ステップS 2 0 8 の処理については、実施の形態 1 におけるステップS 1 0 8 の処理と同じであるため、具体的な説明を省略する。
- [0104] 以上の動作により、第 2 車両 5 2 から荷物 5 3 が落下した場合であっても、落下中の荷物 5 3 を即時に検知可能となり、落下物との衝突を回避できる。
- [0105] 本実施の形態では、判定部 4 2 は、デプス値が変化する画像領域のサイズのみから第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 との分離を判定するため、第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 との画像領域をあらかじめ分別しておく必要がない。
- [0106] なお、判定部 4 2 は、デプス画像 6 1 を参照して第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 との画像領域をあらかじめ分別しておいてもよい。判定部 4 2 は、第 2 車両 5 2 の画像領域と荷物 5 3 の画像領域とのデプス値の変化量が同等であれば、第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 とが分離していないと判定し、デプス値の変化量が任意の閾値以上異なれば、第 2 車両 5 2 と荷物 5 3 とが分離したと判定してもよい。
- [0107] 判定部 4 2 は、デプス値の変化量の差が任意の閾値よりも小さくても、デプス値の変化量が異なる状態が継続すれば、第 2 車両 5 2 に荷物 5 3 が固定されていないと推測し、荷物 5 3 が落下する可能性が高いと判定してもよい。落下の可能性が高い場合、検知部 4 3 は、車両 E C U 3 4 を介して、第 2 車両 5 2 との車間距離を空けるように第 1 車両 5 1 を制御してもよい。
- [0108] ***実施の形態の効果の説明***
本実施の形態では、実施の形態 1 と同様に、前方車両および前方車両の周辺のデプス画像 6 1 を用いて、前方車両の荷物 5 3 が前方車両と異なる動きをしていないか判定した結果をもとに、荷物 5 3 の落下が検知される。そのため、前方車両からの荷物 5 3 の落下を即時に検知することができる。
- [0109] 本実施の形態では、実施の形態 1 と異なり、ミリ波センサ等の距離センサが不要である。

[0110] ***他の構成***

本実施の形態では、取得部 4 1、判定部 4 2 および検知部 4 3 の機能がソフトウェアにより実現されるが、変形例として、取得部 4 1、判定部 4 2 および検知部 4 3 の機能がハードウェアにより実現されてもよい。この変形例について、主に本実施の形態との差異を説明する。

[0111] 図 9 を参照して、本実施の形態の変形例に係る落下物検知装置 1 1 を備える車載システム 1 0 の構成を説明する。

[0112] この例では、落下物検知装置 1 1 は、電子回路 1 6 およびセンサ 1 0 1 2 といったハードウェアを備える。

[0113] 電子回路 1 6 は、取得部 4 1、判定部 4 2 および検知部 4 3 の機能を実現する専用のハードウェアである。電子回路 1 6 は、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ロジック IC、GA、FPGA、ASIC、または、これらのうちいくつか、もしくは、すべての組み合わせである。

[0114] 別の変形例として、取得部 4 1、判定部 4 2 および検知部 4 3 の機能がソフトウェアとハードウェアとの組み合わせにより実現されてもよい。すなわち、取得部 4 1、判定部 4 2 および検知部 4 3 の機能の一部が専用のハードウェアにより実現され、残りがソフトウェアにより実現されてもよい。

[0115] プロセッサ 1 3 および電子回路 1 6 は、いずれも処理回路である。すなわち、落下物検知装置 1 1 の構成が図 6 および図 9 のいずれに示した構成であっても、取得部 4 1、判定部 4 2 および検知部 4 3 の動作は、処理回路により行われる。

[0116] 実施の形態 3.

本実施の形態について、主に実施の形態 1 との差異を、図 1 0 から図 1 5 を用いて説明する。

[0117] ***構成の説明***

図 1 0 を参照して、本実施の形態に係る落下物検知装置 1 1 を備える車載システム 1 0 の構成を説明する。

[0118] 本実施の形態では、落下物検知装置 11 は、機能要素として、取得部 41 と、判定部 42 と、検知部 43 と、算出部 46 とを備える。取得部 41、判定部 42、検知部 43 および算出部 46 の機能は、ソフトウェアにより実現される。

[0119] 本実施の形態では、落下物検知プログラムは、取得部 41、判定部 42、検知部 43 および算出部 46 により行われる処理をそれぞれ取得処理、判定処理、検知処理および算出処理としてコンピュータに実行させるプログラムである。すなわち、落下物検知プログラムは、取得部 41、判定部 42、検知部 43 および算出部 46 の機能を実現するプログラムである。落下物検知プログラムは、実施の形態 1 と同じように、ROM 15 からメモリ 14 にロードされ、メモリ 14 からプロセッサ 13 に読み込まれ、プロセッサ 13 によって実行される。

[0120] 本実施の形態では、センサデバイス 21 として、少なくともデプスセンサ 22 およびカメラ 24 が備えられる。

[0121] ***動作の説明***

図 10 のほかに、図 11 から図 15 を参照して、本実施の形態に係る落下物検知装置 11 の動作を説明する。落下物検知装置 11 の動作は、本実施の形態に係る落下物検知方法に相当する。

[0122] 本実施の形態では、落下物検知装置 11 は、デプス画像 61 の変化とオプティカルフローとを参照して第 2 車両 52 と荷物 53 との分離を判別する。これにより、実施の形態 1 と同様に、第 2 車両 52 から荷物 53 が落下した場合であっても、第 1 車両 51 がこの落下物を回避するように、落下中または落下の可能性のある荷物 53 を即時に検知可能である。

[0123] 落下物検知装置 11 の動作の詳細を説明する。

[0124] 図 11 のステップ S301 において、取得部 41 は、第 2 車両 52 および第 2 車両 52 の周辺のデプス画像 61 を取得する。

[0125] 図 11 のステップ S302 からステップ S306 において、判定部 42 は、取得部 41 により取得されたデプス画像 61 を用いて、荷物 53 が第 2 車

両 5 2 と異なる動きをしていないか判定する。具体的には、ステップ S 3 0 4 において、算出部 4 6 は、第 2 車両 5 2 および第 2 車両 5 2 の周辺を撮影して得られた複数時点のカメラ画像間での物体の動きを表す移動ベクトルを算出する。ステップ S 3 0 2、ステップ S 3 0 3、ステップ S 3 0 5 およびステップ S 3 0 6 において、判定部 4 2 は、取得部 4 1 により取得された複数時点のデプス画像 6 1 を参照して、第 2 車両 5 2 までの距離が長くなっているか判定する。判定部 4 2 は、距離が長くなっている場合に、算出部 4 6 により算出された移動ベクトルが下向きのベクトルであれば、荷物 5 3 が「第 2 車両 5 2 と異なる動き」として第 2 車両 5 2 から分離する動きをしたと判定する。

[0126] 図 1 1 のステップ S 3 0 7 およびステップ S 3 0 8 において、検知部 4 3 は、判定部 4 2 による判定の結果をもとに、荷物 5 3 の落下を検知する。

[0127] なお、ステップ S 3 0 6 において、判定部 4 2 は、第 2 車両 5 2 までの距離が短くなっている場合にも、算出部 4 6 により算出された移動ベクトルが下向きのベクトルであり、ベクトルの大きさが閾値を超えていれば、荷物 5 3 が「第 2 車両 5 2 と異なる動き」として第 2 車両 5 2 から分離する動きをしたと判定してよい。

[0128] また、ステップ S 3 0 6 において、判定部 4 2 は、第 2 車両 5 2 までの距離が短くなっている場合にも、算出部 4 6 により算出された移動ベクトルが上向きのベクトルであれば、荷物 5 3 が「第 2 車両 5 2 と異なる動き」として第 2 車両 5 2 から分離する動きをしたと判定してよい。

[0129] 落下物検知装置 1 1 の動作をより具体的に説明する。

[0130] ステップ S 3 0 1 の処理については、実施の形態 1 におけるステップ S 1 0 1 の処理と同じであるため、具体的な説明を省略する。

[0131] ステップ S 3 0 2 の処理については、実施の形態 1 におけるステップ S 1 0 2 の処理と同じであるため、具体的な説明を省略する。

[0132] ステップ S 3 0 3 において、判定部 4 2 は、ステップ S 3 0 2 で検出した立体物の画像領域をデプス画像 6 1 から切り出す。

- [0133] ステップS304において、算出部46は、センサデバイス21のうちカメラ24を使用して、第1車両51の前方の2次元画像を撮影し、得られたカメラ画像の時系列データから移動ベクトルを算出する。すなわち、算出部46は、カメラ24で撮影された画像から画像の時系列変化を表す移動ベクトルを算出する。移動ベクトルは、オプティカルフローとも呼ばれる。
- [0134] 移動ベクトルの算出方法としては、疎のオプティカルフローを算出する方法を用いてもよいし、密なオプティカルフローを算出する方法を用いてもよい。疎のオプティカルフローを算出する方法では、カメラ画像から特徴点が検出され、時系列のカメラ画像内で特徴点が移動する移動方向と移動量とが算出される。特徴点とは、周囲の画像領域に輝度変化がある点のことである。特徴点は、コーナー検出等の手法を用いて検出される。疎のオプティカルフローを算出する方法の一例としては、KL T法が挙げられる。「KL T」は、Kanade-Lucas-Tomasiの略語である。密なオプティカルフローを算出する方法では、カメラ画像の全画素の移動ベクトルが算出される。密なオプティカルフローを算出する方法の一例としては、非特許文献3に記載の方法が挙げられる。
- [0135] ステップS305において、判定部42は、第2車両52と荷物53との分離判別処理を開始し、ステップS304で算出された移動ベクトルを参照して下向きの移動ベクトルが発生しているか否かを判定する。下向きの移動ベクトルが発生している場合には、判定部42は、ステップS301で算出されたデプス画像61を参照して車間距離が短くなっているか否かを判定する。
- [0136] ステップS306において、判定部42は、ステップS305で下向きの移動ベクトルが発生しているが車間距離は短くないと判定していれば、荷物53が落下したことに起因して下向きの移動ベクトルが発生したと推定し、第2車両52と荷物53とが分離したと判定してステップS307へ進む。判定部42は、ステップS305で下向きの移動ベクトルが発生していないと判定したか、下向きの移動ベクトルが発生しており、車間距離が

短くなっていると判定していれば、第2車両52と荷物53とが分離していないと判定してステップS301へ戻る。

[0137] このように、判定部42は、取得部41で算出されたデプス画像61の時系列変化と、算出部46で算出された移動ベクトルとを参照して、第2車両52と荷物53との分離を判別する。移動ベクトルは、時系列のカメラ画像内に移動する物体があれば発生する。第2車両52から荷物53が落下して移動した場合にも移動ベクトルは発生するが、第1車両51と第2車両52との車間距離が変化した場合にも移動ベクトルは発生する。よって、移動ベクトルが荷物53の落下によるものか、車間距離の変化によるものかを判定する必要がある。

[0138] 図12から図15に時系列のカメラ画像およびカメラ画像から算出された移動ベクトルの例を示す。

[0139] 第1車両51と第2車両52との車間距離が短くなると、通常は、図12の例のように、第2車両52の画像領域内に下向きの移動ベクトルが発生する。車間距離が長くなると、通常は、図13の例のように、第2車両52の画像領域内に上向きの移動ベクトルが発生する。車間距離の変化は、デプス画像61からも算出可能である。よって、判定部42は、デプス画像61を参照して車間距離が短くなっていないと判定したのに、図14の例のように、下向きの移動ベクトルが発生している場合は、第2車両52と荷物53とが分離したと判定する。判定部42は、デプス画像61を参照して車間距離が短くなっていると判定したときに、下向きの移動ベクトルが発生している場合は、下向きの移動ベクトルを車間距離の変化に起因するものと推定し、第2車両52と荷物53とが分離していないと判定する。

[0140] 判定部42は、車間距離の変化から下向きの移動ベクトルの変化量を算出し、その変化量よりも十分大きな下向きの移動ベクトルを検出した場合には、第2車両52と荷物53とが分離したと判定してもよい。

[0141] 図12から図15の例を詳しく説明する。

[0142] 図12は、車間距離が短くなる際に通常発生する移動ベクトルを示す。図

図 12 の左上図は、時刻 T_1 のカメラ画像 71 を示す。図 12 の右上図は、時刻 $T_1 + 1$ のカメラ画像 72 を示す。図 12 の下図は、時刻 T_1 のカメラ画像 71 と時刻 $T_1 + 1$ のカメラ画像 72 とから算出された移動ベクトルを示す。第 1 車両 51 と第 2 車両 52 との車間距離が短くなると、第 2 車両 52 の画像領域が撮影画像内を下向きに移動するので、下向きの移動ベクトルが発生する。

[0143] 図 13 は、車間距離が長くなる際に通常発生する移動ベクトルを示す。図 13 の左上図は、時刻 T_2 のカメラ画像 73 を示す。図 13 の右上図は、時刻 $T_2 + 1$ のカメラ画像 74 を示す。図 13 の下図は、時刻 T_2 のカメラ画像 73 と時刻 $T_2 + 1$ のカメラ画像 74 とから算出された移動ベクトルを示す。第 1 車両 51 と第 2 車両 52 との車間距離が長くなると、第 2 車両 52 の画像領域が撮影画像内を上向きに移動するので、上向きの移動ベクトルが発生する。

[0144] 図 14 は、荷物 53 の落下に伴う移動ベクトルを示す。図 14 の左上図は、時刻 T_3 のカメラ画像 75 を示す。図 14 の右上図は、時刻 $T_3 + 1$ のカメラ画像 76 を示す。図 14 の下図は、時刻 T_3 のカメラ画像 75 と時刻 $T_3 + 1$ のカメラ画像 76 とから算出された移動ベクトルを示す。第 1 車両 51 と第 2 車両 52 との車間距離は変化なしとする。第 2 車両 52 から荷物 53 が落下すると、荷物 53 の画像領域が撮影画像内を下向きに移動するので、下向きの移動ベクトルが発生する。

[0145] このように、判定部 42 は、車間距離をデプス画像 61 から算出可能であるので、車間距離が長くなったか、または、変化がないときに下向きの移動ベクトルを検知した場合は、第 2 車両 52 から荷物 53 が落下したと判定する。

[0146] 第 2 車両 52 から落下した荷物 53 は、路面と衝突して跳ね上がることがある。

[0147] 図 15 は、荷物 53 の跳ね上がりに伴う移動ベクトルを示す。図 15 の左上図は、時刻 T_4 のカメラ画像 77 を示す。図 15 の右上図は、時刻 $T_4 +$

1 のカメラ画像 7 8 を示す。図 1 5 の下図は、時刻 T 4 のカメラ画像 7 7 と時刻 T 4 + 1 のカメラ画像 7 8 とから算出された移動ベクトルを示す。第 1 車両 5 1 と第 2 車両 5 2 との車間距離は変化なしとする。荷物 5 3 が跳ね上がると、荷物 5 3 の画像領域が撮影画像内を上向きに移動するので、上向きの移動ベクトルが発生する。

[0148] このように、判定部 4 2 は、車間距離をデプス画像 6 1 から算出可能であるので、車間距離が短くなったか、または、変化がないときに上向きの移動ベクトルを検知した場合は、第 2 車両 5 2 から荷物 5 3 が落下し、その後に跳ね上がったと判定してもよい。すなわち、判定部 4 2 は、車間距離の変化による移動ベクトルとは異なる方向の移動ベクトルを、第 2 車両 5 2 の画像領域内から検出した場合には、第 2 車両 5 2 から荷物 5 3 が分離したと判定してもよい。

[0149] ステップ S 3 0 7 の処理については、実施の形態 1 におけるステップ S 1 0 7 の処理と同じであるため、具体的な説明を省略する。

[0150] ステップ S 3 0 8 の処理については、実施の形態 1 におけるステップ S 1 0 8 の処理と同じであるため、具体的な説明を省略する。

[0151] 以上の動作により、第 2 車両 5 2 から荷物 5 3 が落下した場合であっても、落下中の荷物 5 3 を即時に検知可能となり、落下物との衝突を回避できる。

[0152] ***実施の形態の効果の説明***

本実施の形態では、実施の形態 1 と同様に、前方車両および前方車両の周辺のデプス画像 6 1 を用いて、前方車両の荷物 5 3 が前方車両と異なる動きをしていないか判定した結果をもとに、荷物 5 3 の落下が検知される。そのため、前方車両からの荷物 5 3 の落下を即時に検知することができる。

[0153] 本実施の形態では、実施の形態 1 と異なり、カメラ 2 4 が必要であるものの、ミリ波センサ等の距離センサが不要である。なお、デプスセンサ 2 2 とは別にカメラ 2 4 が備えられる代わりに、デプスセンサ 2 2 の構成要素を兼ねるようにカメラ 2 4 が備えられてもよい。

[0154] ***他の構成***

本実施の形態では、取得部41、判定部42、検知部43および算出部46の機能がソフトウェアにより実現されるが、変形例として、取得部41、判定部42、検知部43および算出部46の機能がハードウェアにより実現されてもよい。この変形例について、主に本実施の形態との差異を説明する。

[0155] 図16を参照して、本実施の形態の変形例に係る落下物検知装置11を備える車載システム10の構成を説明する。

[0156] この例では、落下物検知装置11は、電子回路16およびセンサ1012といったハードウェアを備える。

[0157] 電子回路16は、取得部41、判定部42、検知部43および算出部46の機能を実現する専用のハードウェアである。電子回路16は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ロジックIC、GA、FPGA、ASIC、または、これらのうちいくつか、もしくは、すべての組み合わせである。

[0158] 別の変形例として、取得部41、判定部42、検知部43および算出部46の機能がソフトウェアとハードウェアとの組み合わせにより実現されてもよい。すなわち、取得部41、判定部42、検知部43および算出部46の機能の一部が専用のハードウェアにより実現され、残りがソフトウェアにより実現されてもよい。

[0159] プロセッサ13および電子回路16は、いずれも処理回路である。すなわち、落下物検知装置11の構成が図10および図16のいずれに示した構成であっても、取得部41、判定部42、検知部43および算出部46の動作は、処理回路により行われる。

[0160] 実施の形態1から実施の形態3のうち2つ以上の実施の形態を組み合わせる場合、車間距離に応じて実施の形態を使い分けてもよい。一例として、車間距離が遠い場合には実施の形態1の動作を適用し、車間距離が短い場合には実施の形態2の動作を適用することで誤判定の発生を抑制しやすい。

くなる。

符号の説明

[0161] 10 車載システム、11 落下物検知装置、12 センサＩＯ、13 プロセッサ、14 メモリ、15 ROM、16 電子回路、21 センサデバイス、22 デプスセンサ、23 距離センサ、24 カメラ、31 車両制御ユニット、32 車両制御バスインタフェース、33 センサＥＣＵ、34 車両ＥＣＵ、41 取得部、42 判定部、43 検知部、44 計測部、45 算出部、46 算出部、51 第1車両、52 第2車両、53 荷物、61 デプス画像、71 カメラ画像、72 カメラ画像、73 カメラ画像、74 カメラ画像、75 カメラ画像、76 カメラ画像、77 カメラ画像、78 カメラ画像。

請求の範囲

- [請求項1] 第1車両に搭載して使用される落下物検知装置であって、
 荷物を載せて前記第1車両の前方を走行している第2車両および前記第2車両の周辺のデプス画像を取得する取得部と、
 前記取得部により取得されたデプス画像を用いて、前記荷物が前記第2車両と異なる動きをしていないか判定する判定部と、
 前記判定部による判定の結果をもとに、前記荷物の落下を検知する検知部と
 を備える落下物検知装置。
- [請求項2] 距離センサを用いて、前記第2車両までの距離を計測する計測部をさらに備え、
 前記判定部は、前記デプス画像を参照して、道路を除き最も近い物体までの距離を算出し、算出した距離と、前記計測部により計測された距離とを比較し、距離の差が閾値を超えている場合に、前記荷物が前記第2車両と異なる動きとして前記第2車両から分離する動きをしたと判定する請求項1に記載の落下物検知装置。
- [請求項3] 前記計測部は、前記距離センサとしてミリ波センサを用いる請求項2に記載の落下物検知装置。
- [請求項4] 前記判定部は、前記取得部により取得された複数時点のデプス画像間でデプス値が変化している画像領域を算出し、算出した画像領域の大きさが前記第2車両に相当する大きさと異なっている場合に、前記荷物が前記第2車両と異なる動きとして前記第2車両から分離する動きをしたと判定する請求項1に記載の落下物検知装置。
- [請求項5] 前記判定部は、前記取得部により取得された複数時点のデプス画像における、前記第2車両の画像領域間でのデプス値の変化量と、前記荷物の画像領域間でのデプス値の変化量とを比較し、変化量の差が閾値を超えている場合に、前記荷物が前記第2車両と異なる動きとして前記第2車両から分離する動きをしたと判定する請求項1に記載の落

下物検知装置。

[請求項6] 前記判定部は、前記変化量の差が前記閾値を下回っている場合でも、前記変化量の差によって、前記荷物が固定されていないと判定し、
前記検知部は、前記荷物が固定されていないと前記判定部により判定された場合、前記第1車両と前記第2車両との間の距離を空ける制御を行う請求項5に記載の落下物検知装置。

[請求項7] 前記第2車両および前記第2車両の周辺を撮影して得られた複数時点のカメラ画像間での物体の動きを表す移動ベクトルを算出する算出部をさらに備え、

前記判定部は、前記取得部により取得された前記複数時点のデプス画像を参照して、前記第2車両までの距離が長くなっているか判定し、距離が長くなっている場合に、前記算出部により算出された移動ベクトルが下向きのベクトルであれば、前記荷物が前記第2車両と異なる動きとして前記第2車両から分離する動きをしたと判定する請求項1に記載の落下物検知装置。

[請求項8] 前記第2車両および前記第2車両の周辺を撮影して得られた複数時点のカメラ画像間での物体の動きを表す移動ベクトルを算出する算出部をさらに備え、

前記判定部は、前記取得部により取得された前記複数時点のデプス画像を参照して、前記第2車両までの距離が長くなっているか判定し、前記距離が短くなっている場合に、前記算出部により算出された移動ベクトルが下向きのベクトルであり、ベクトルの大きさが閾値を超えていれば、前記荷物が前記第2車両と異なる動きとして前記第2車両から分離する動きをしたと判定する請求項1に記載の落下物検知装置。

[請求項9] 前記第2車両および前記第2車両の周辺を撮影して得られた複数時点のカメラ画像間での物体の動きを表す移動ベクトルを算出する算出部をさらに備え、

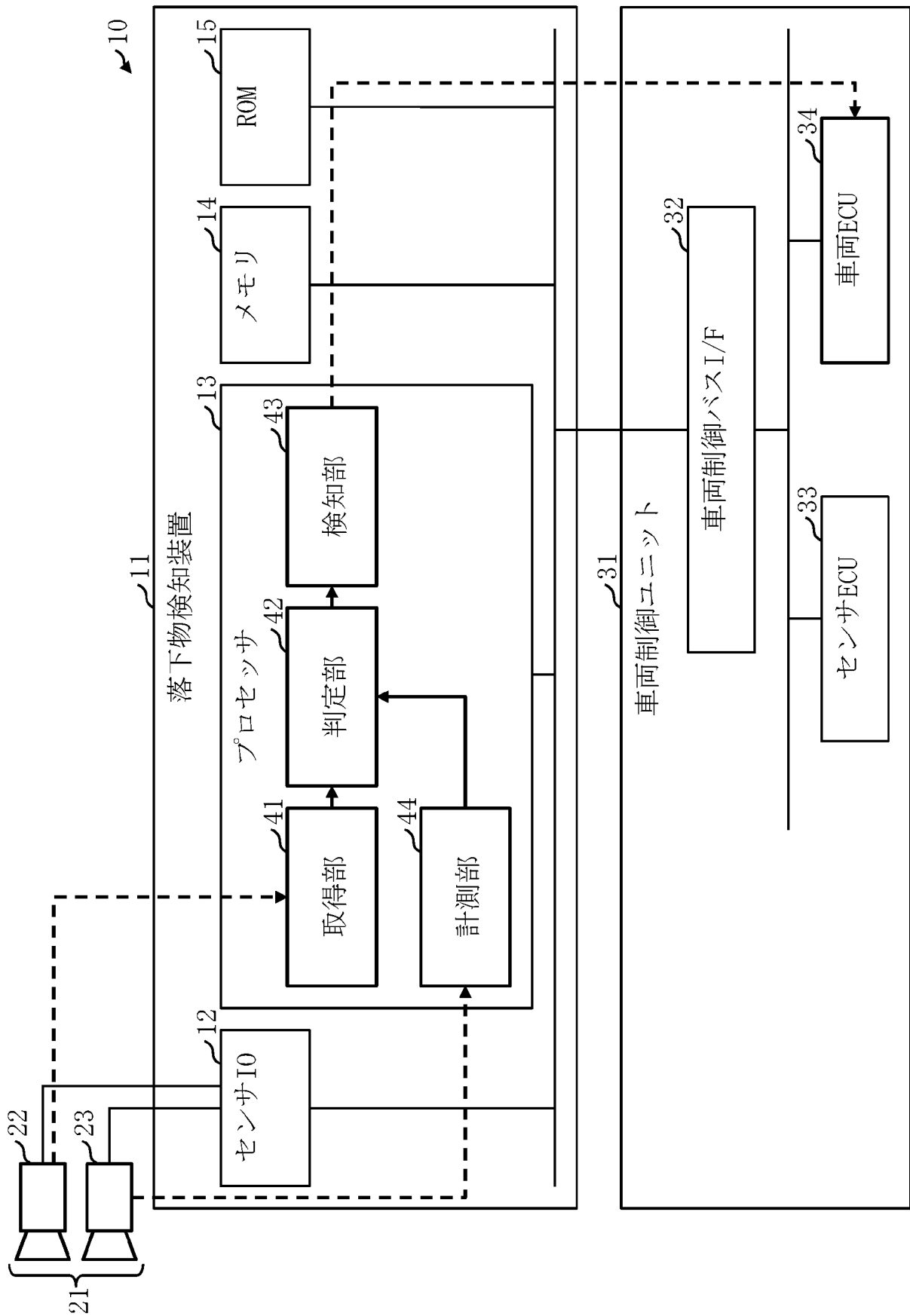
前記判定部は、前記取得部により取得された前記複数時点のデプス画像を参照して、前記第2車両までの距離が長くなっているか判定し、距離が短くなっている場合に、前記算出部により算出された移動ベクトルが上向きのベクトルであれば、前記荷物が前記第2車両と異なる動きとして前記第2車両から分離する動きをしたと判定する請求項1に記載の落下物検知装置。

[請求項10] 請求項1から9のいずれか1項に記載の落下物検知装置と、
前記第1車両の運転を制御する車両制御ユニットと
を備える車載システム。

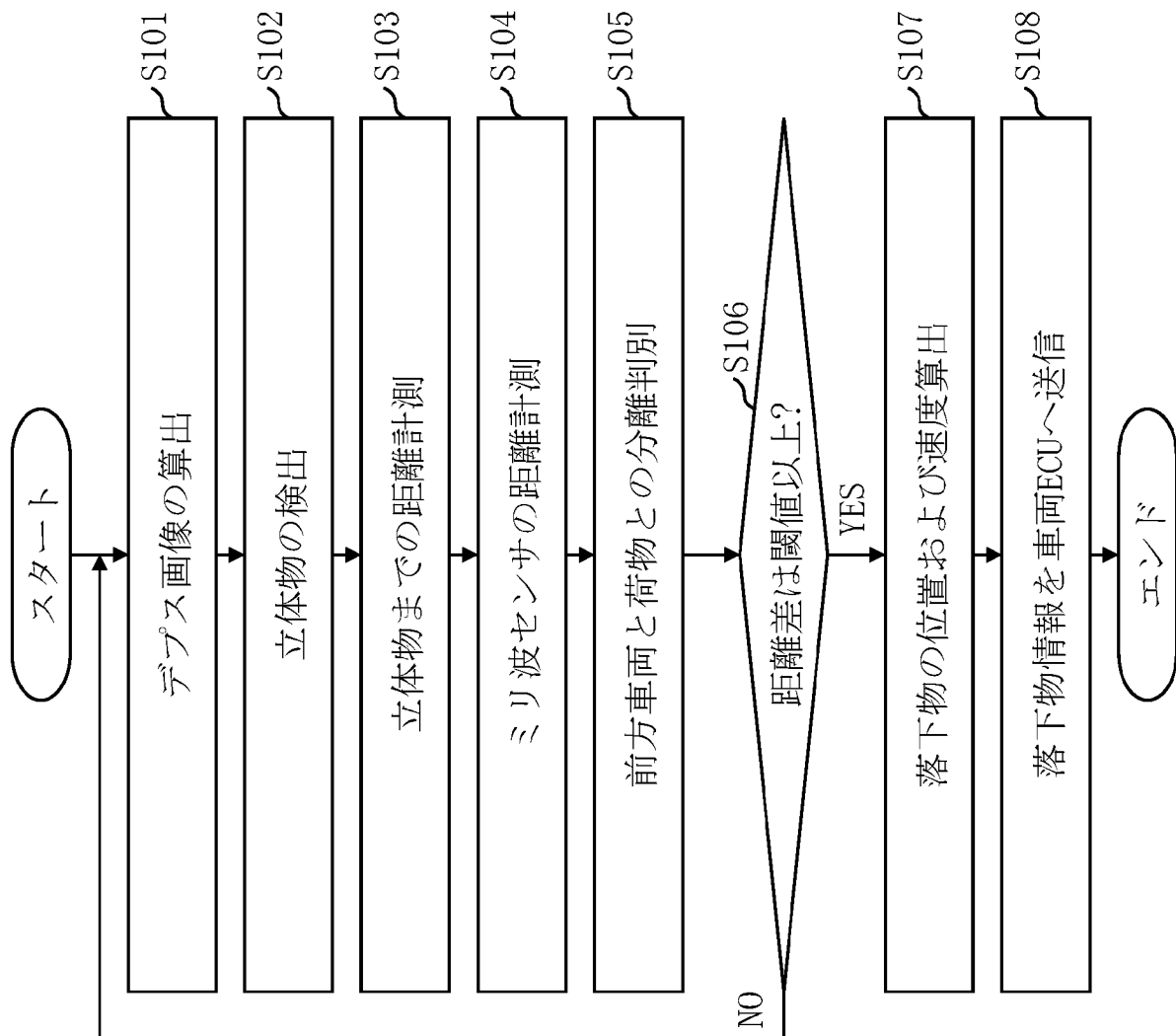
[請求項11] 請求項1から9のいずれか1項に記載の落下物検知装置が搭載された車両。

[請求項12] 第1車両に搭載して使用されるコンピュータに、
荷物を載せて前記第1車両の前方を走行している第2車両および前記第2車両の周辺のデプス画像を取得する取得処理と、
前記取得処理により取得されたデプス画像を用いて、前記荷物が前記第2車両と異なる動きをしていないか判定する判定処理と、
前記判定処理による判定の結果をもとに、前記荷物の落下を検知する検知処理と
を実行させる落下物検知プログラム。

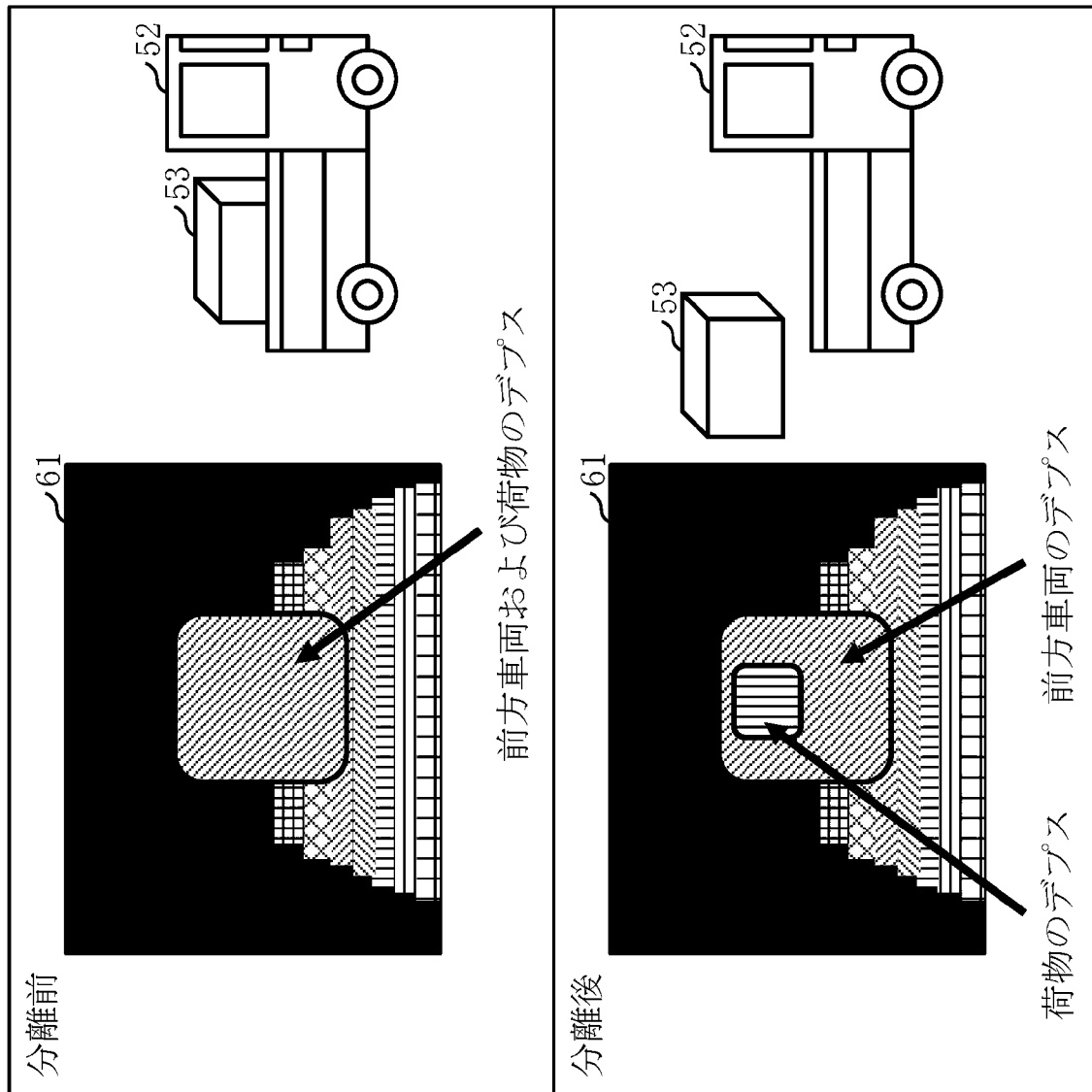
[図1]



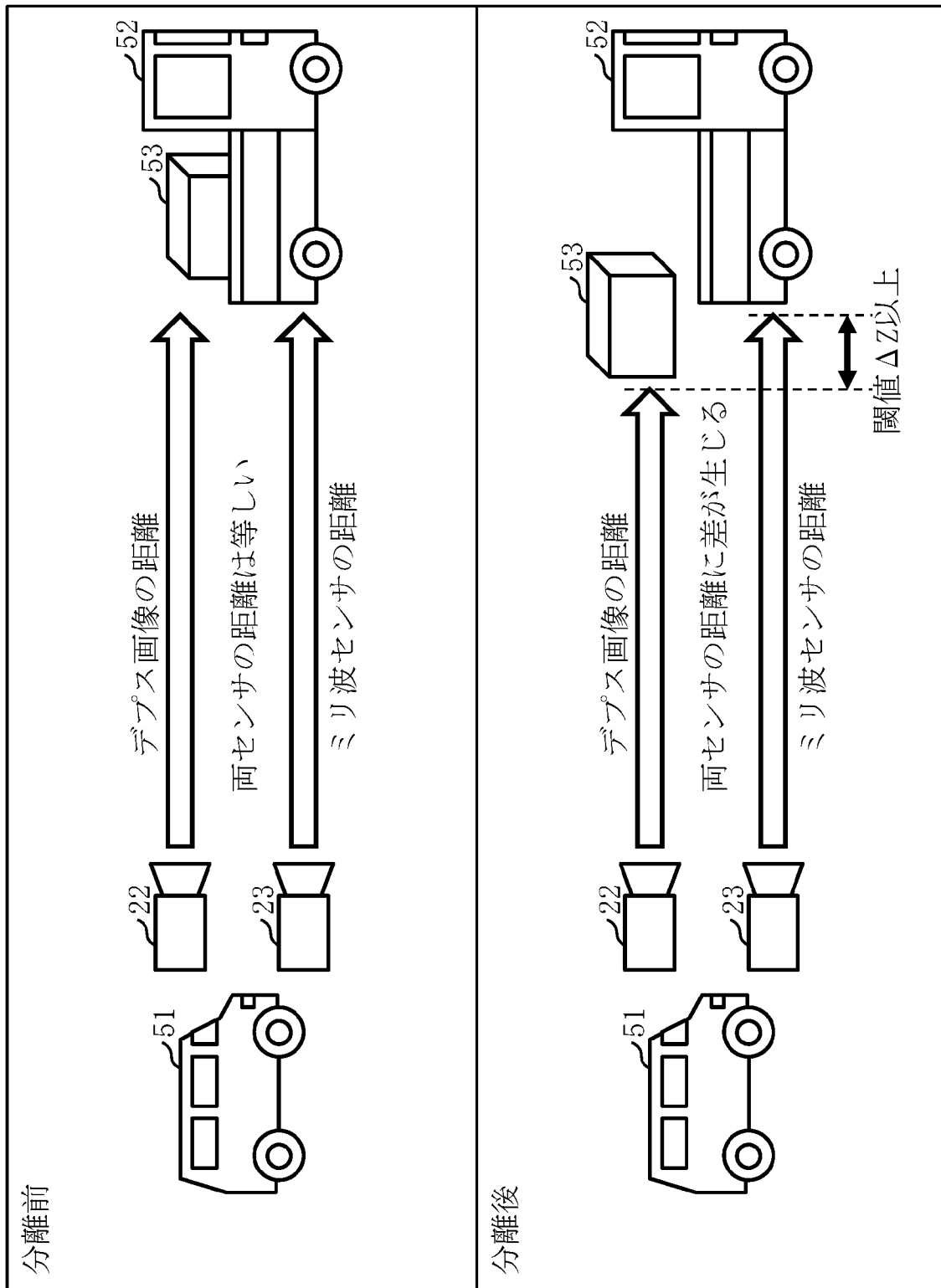
[図2]



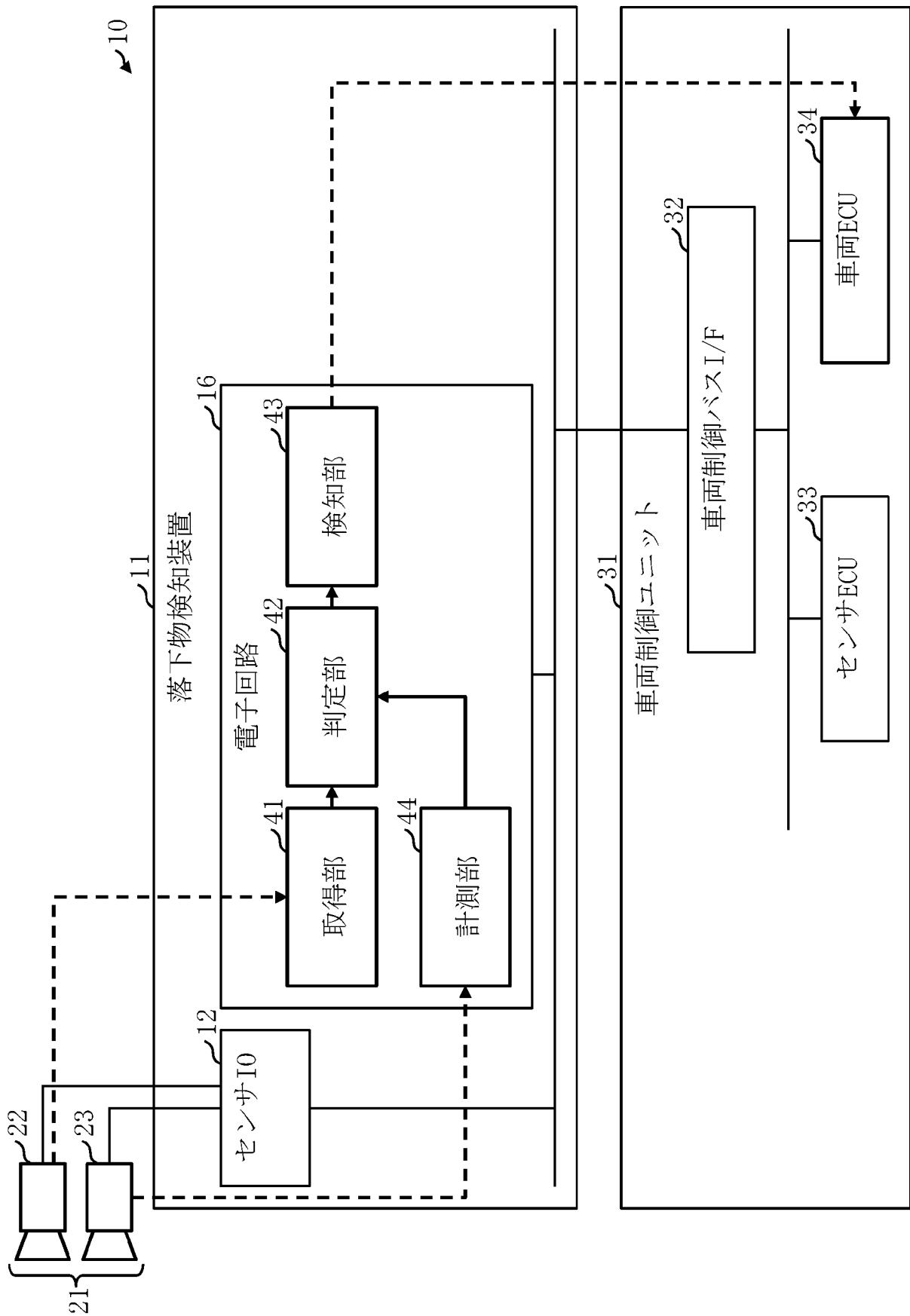
[図3]



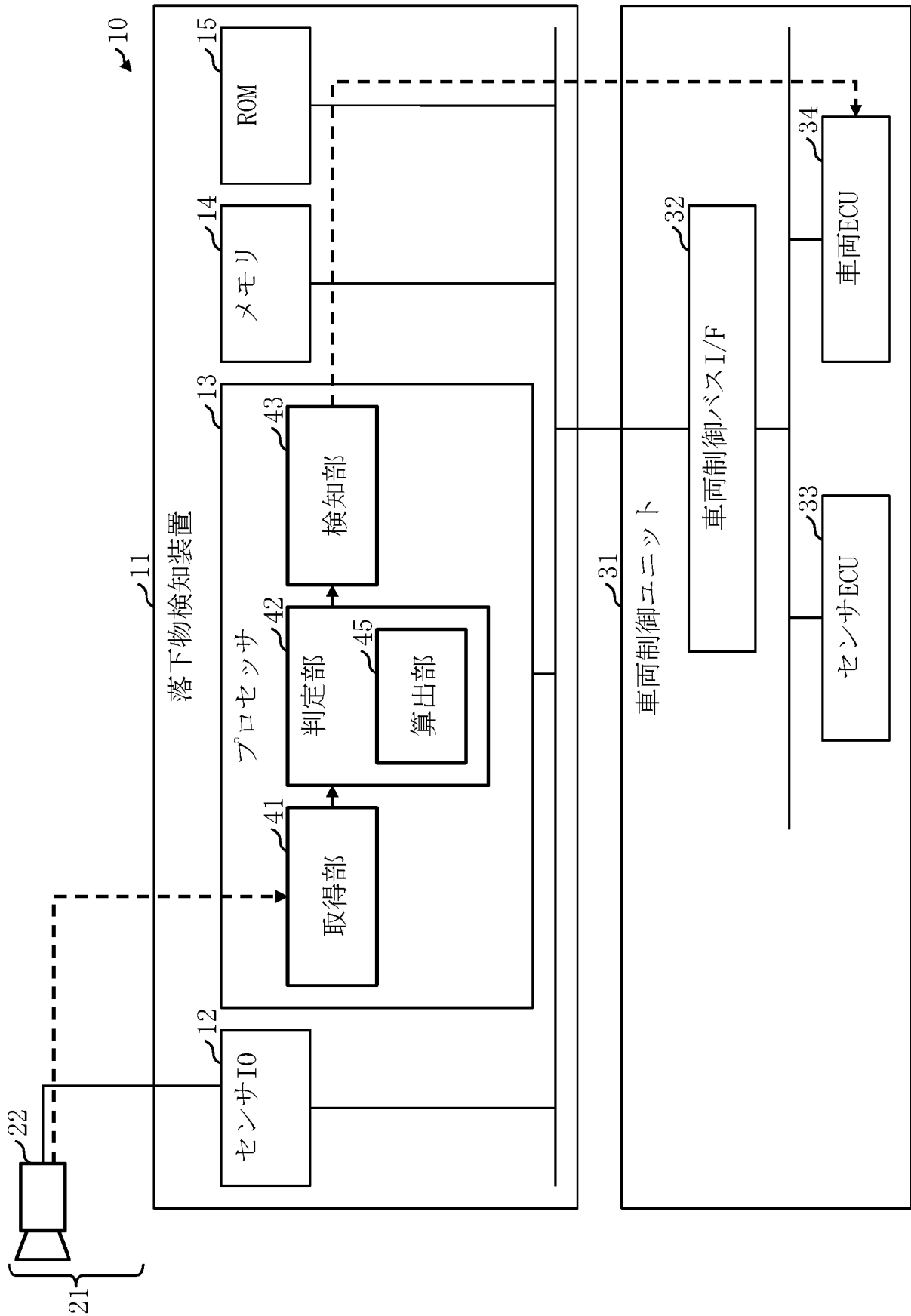
[図4]



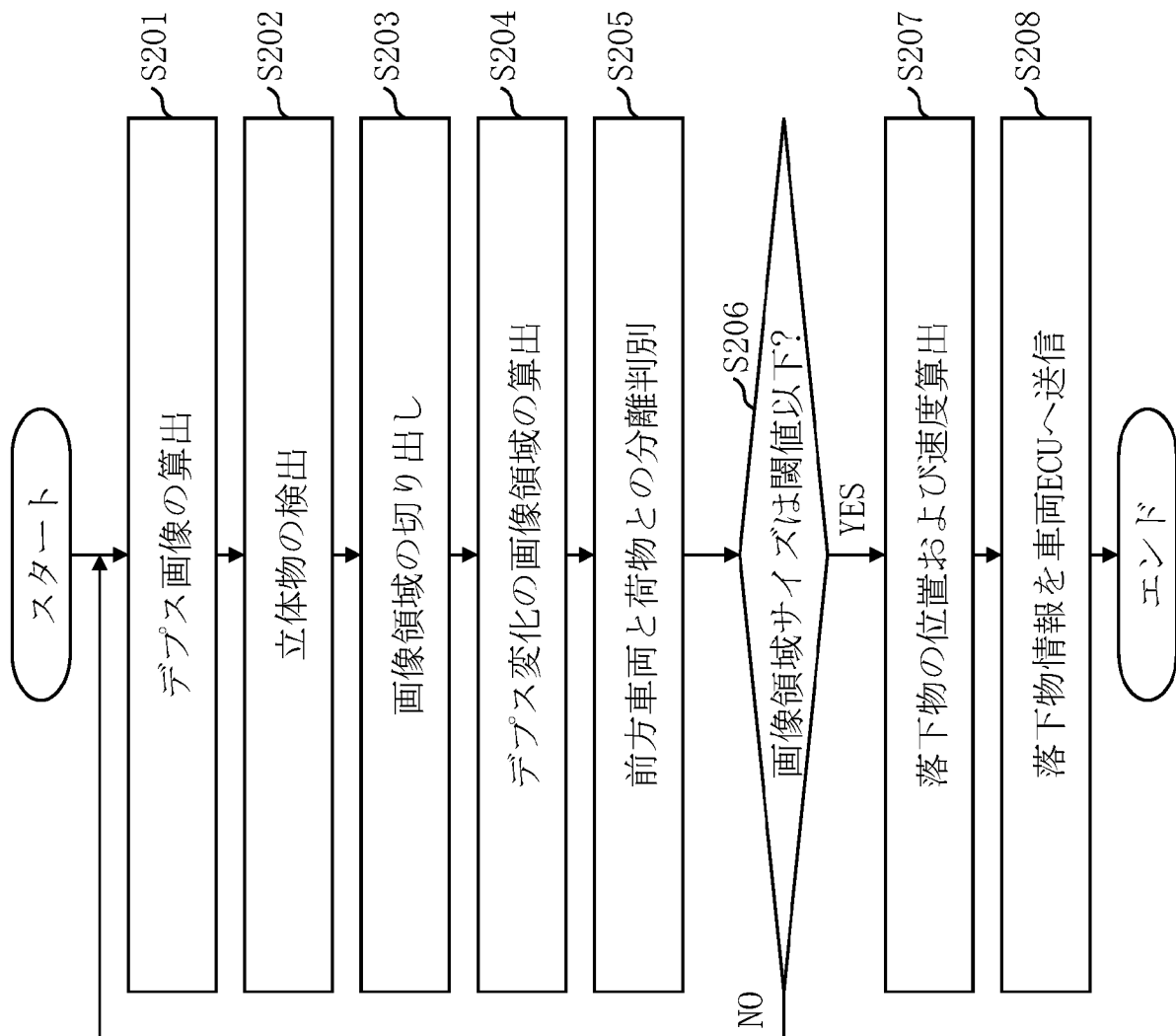
[図5]



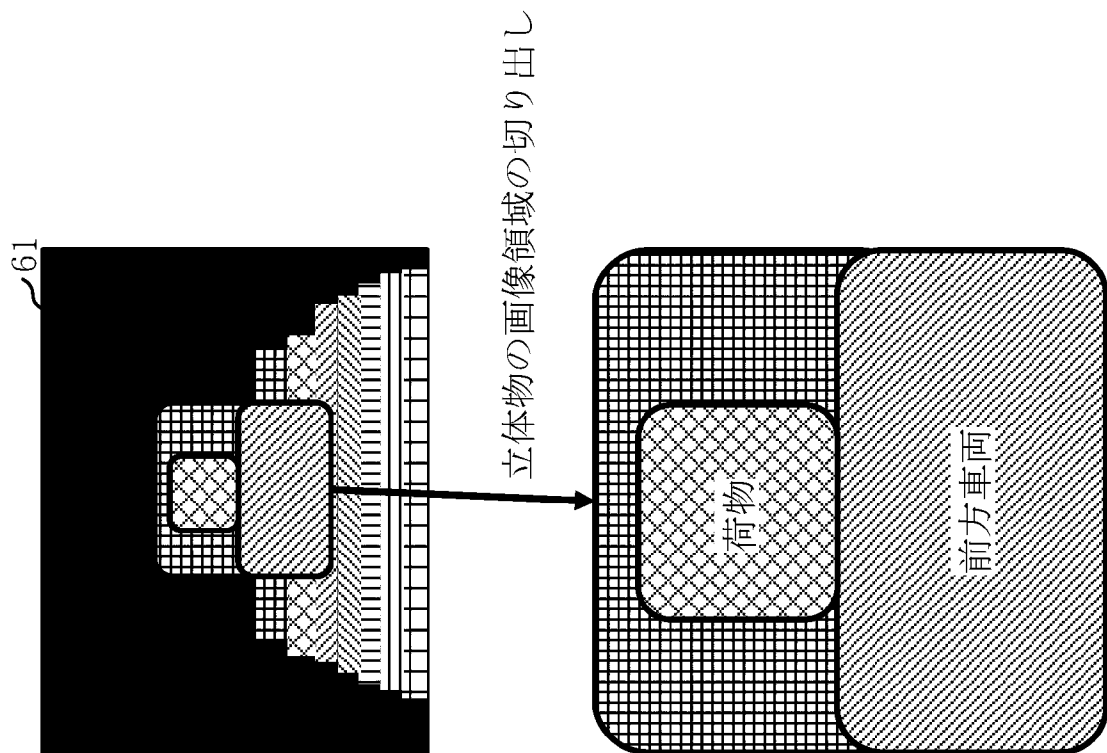
[図6]



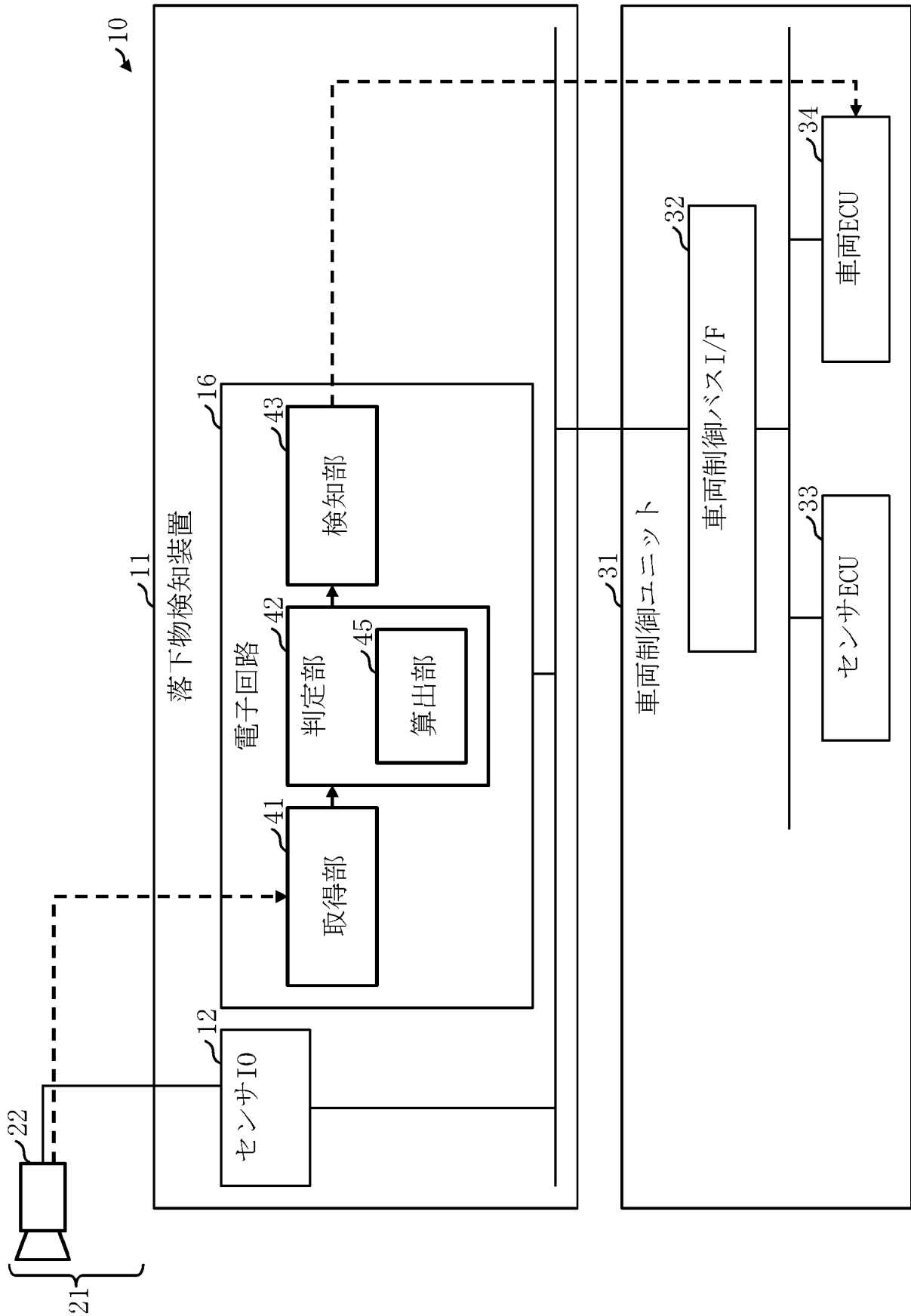
[図7]



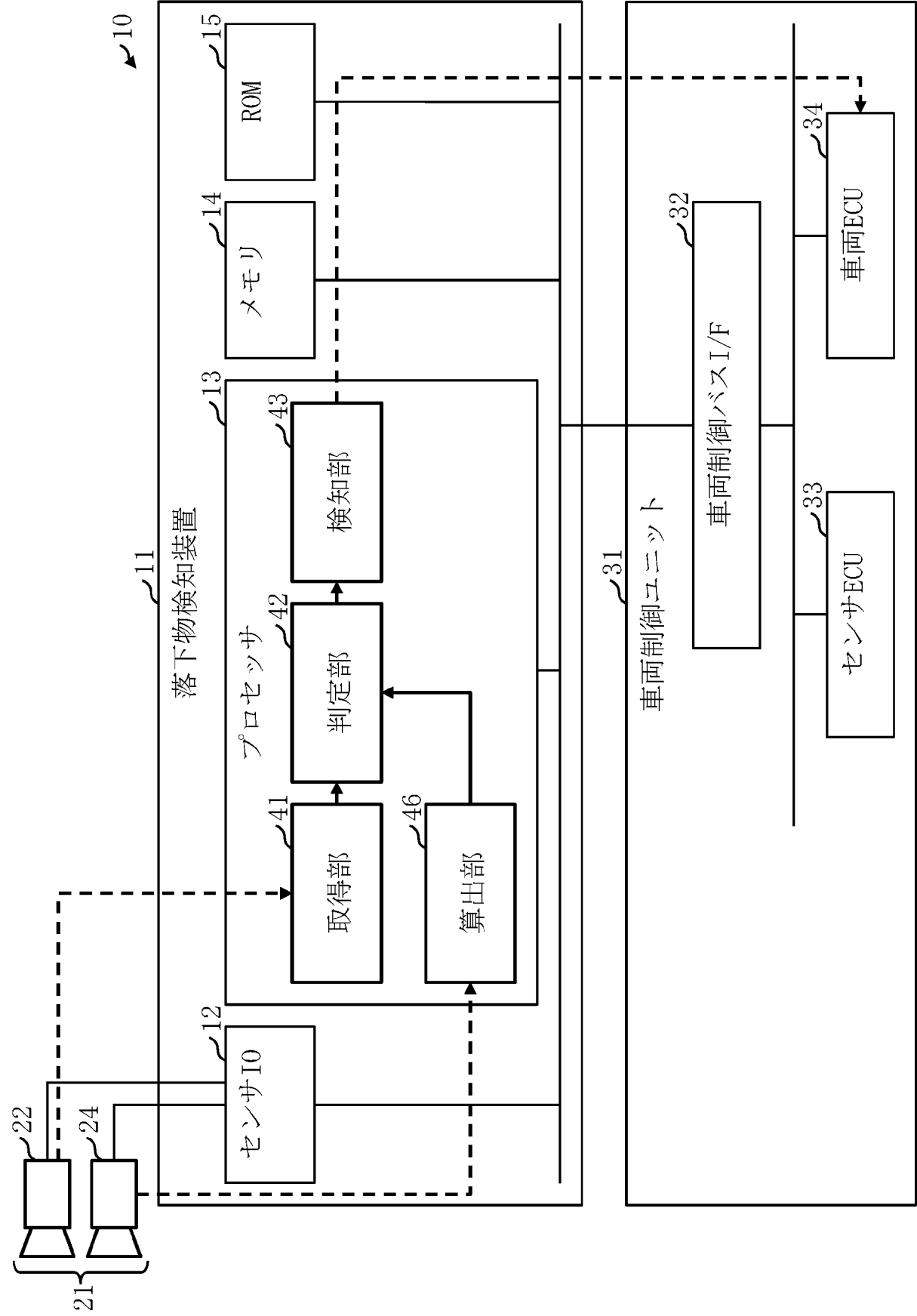
[図8]



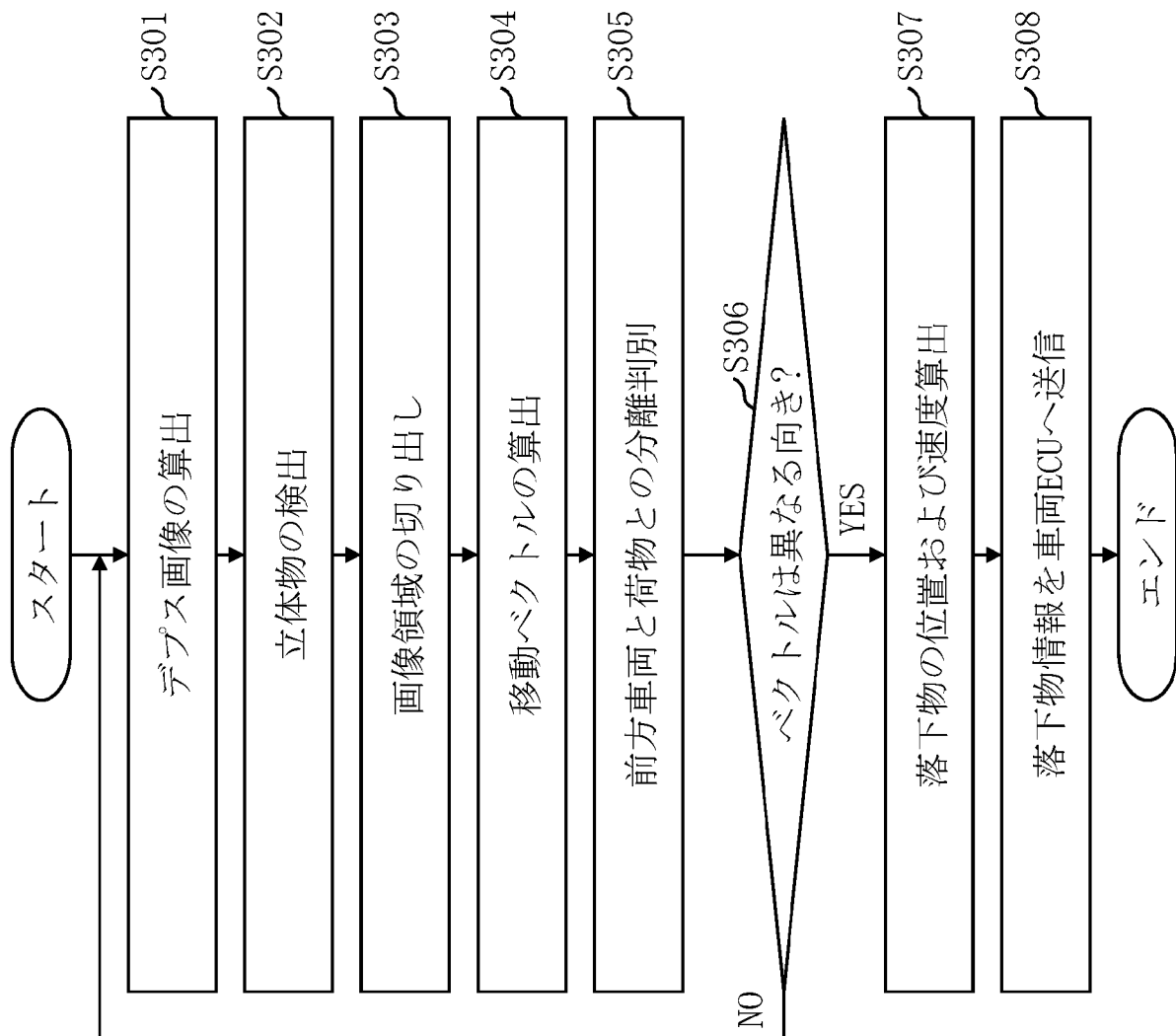
[図9]



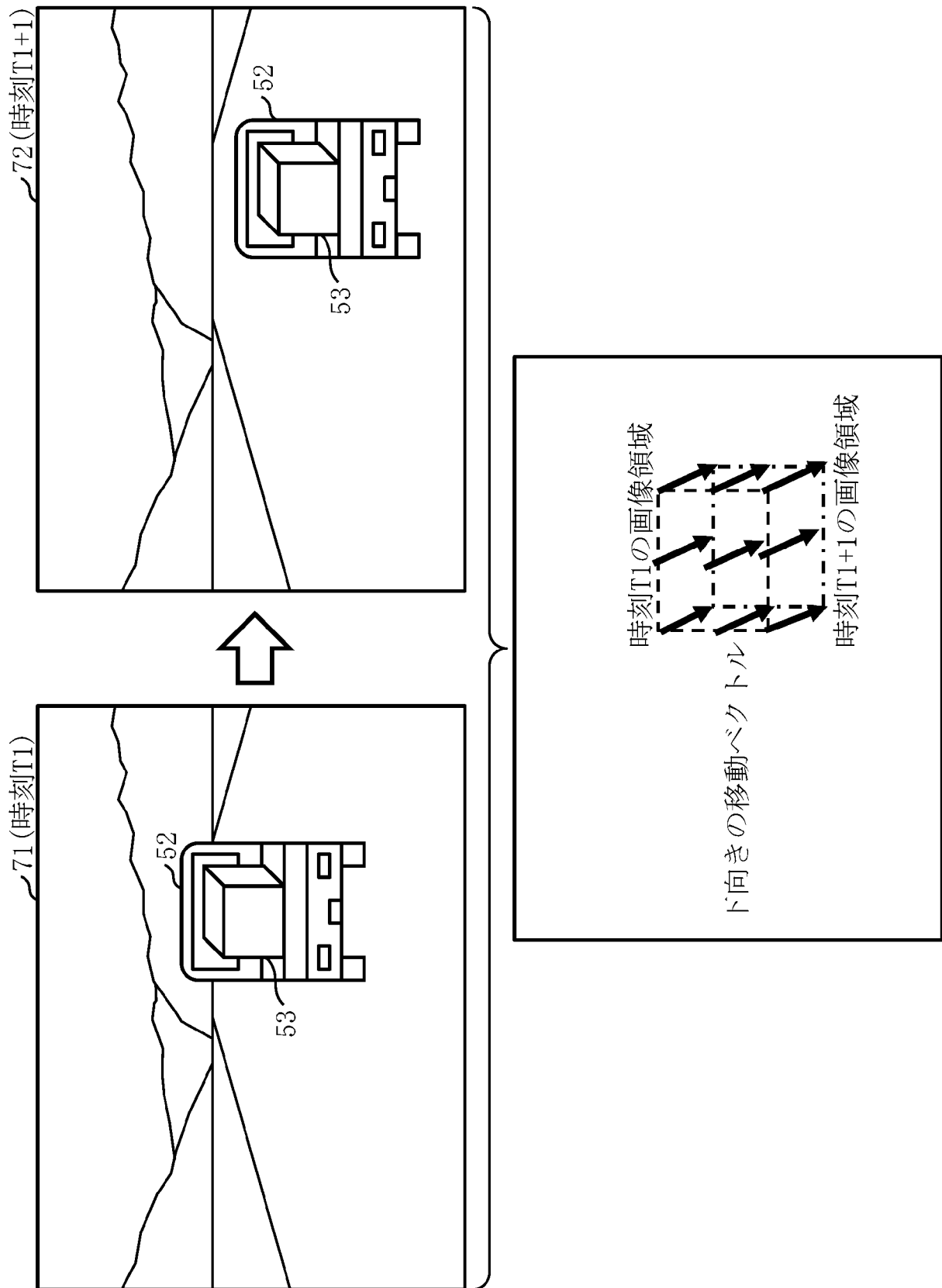
[図10]



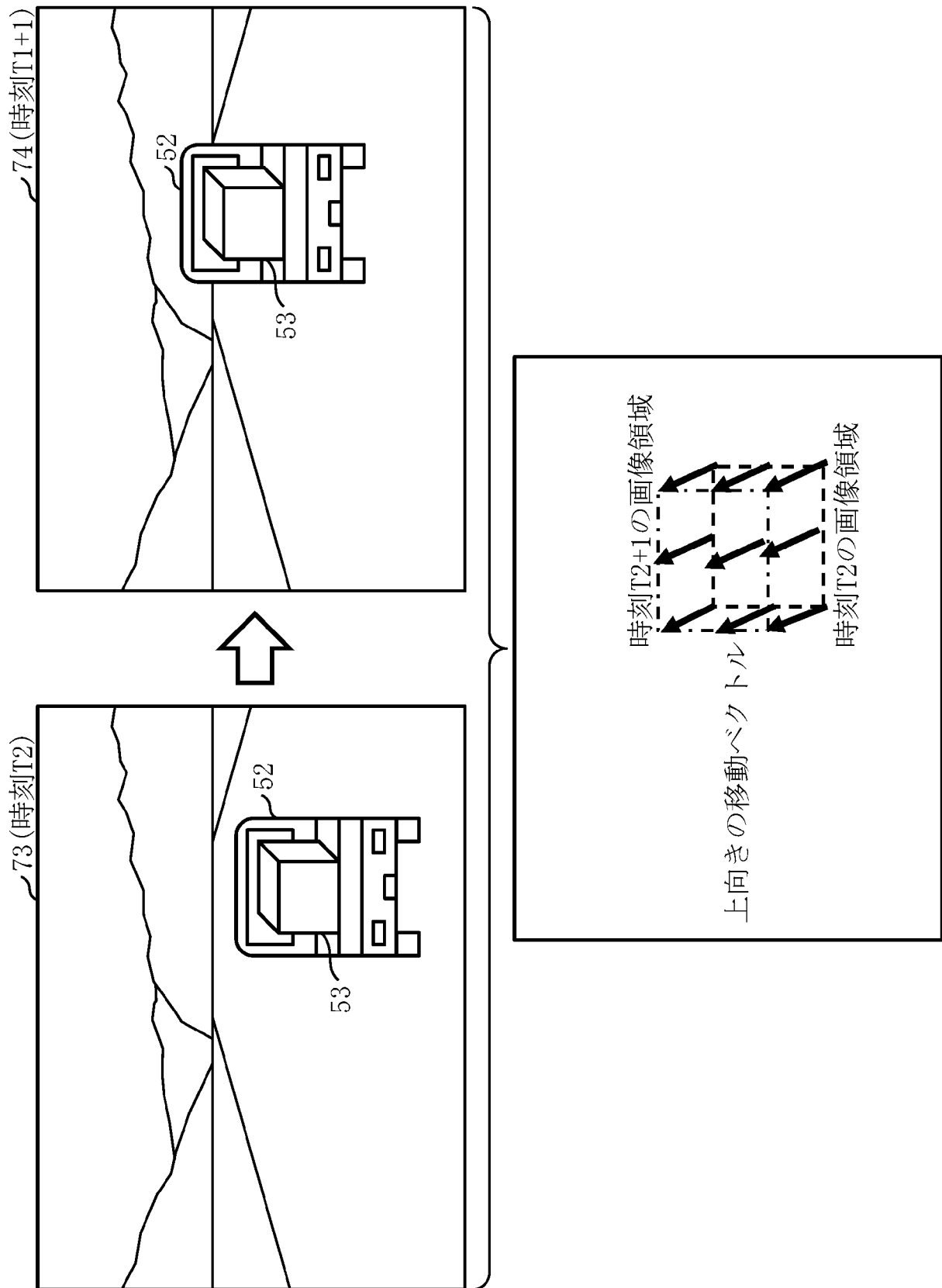
[図11]



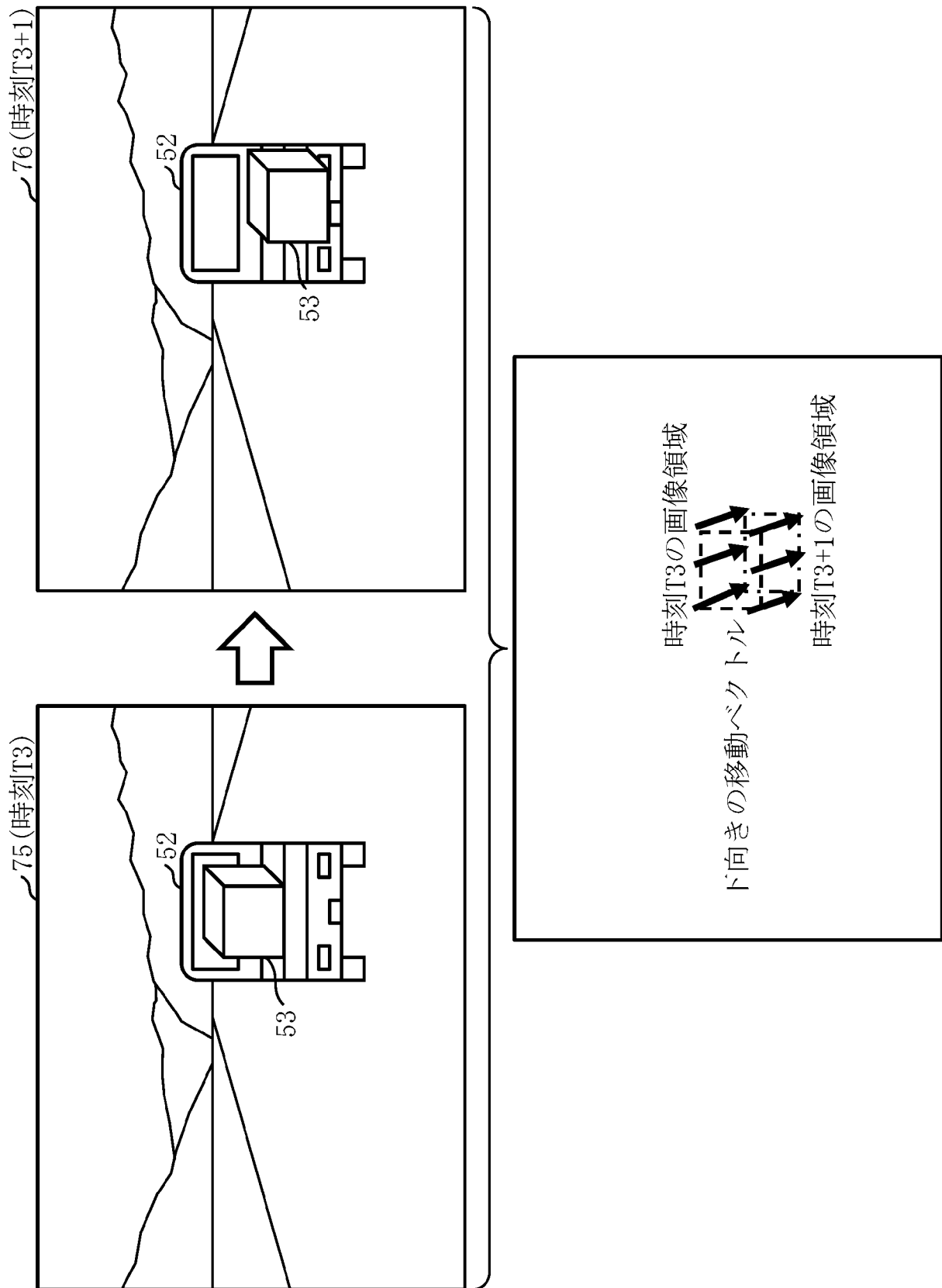
[図12]



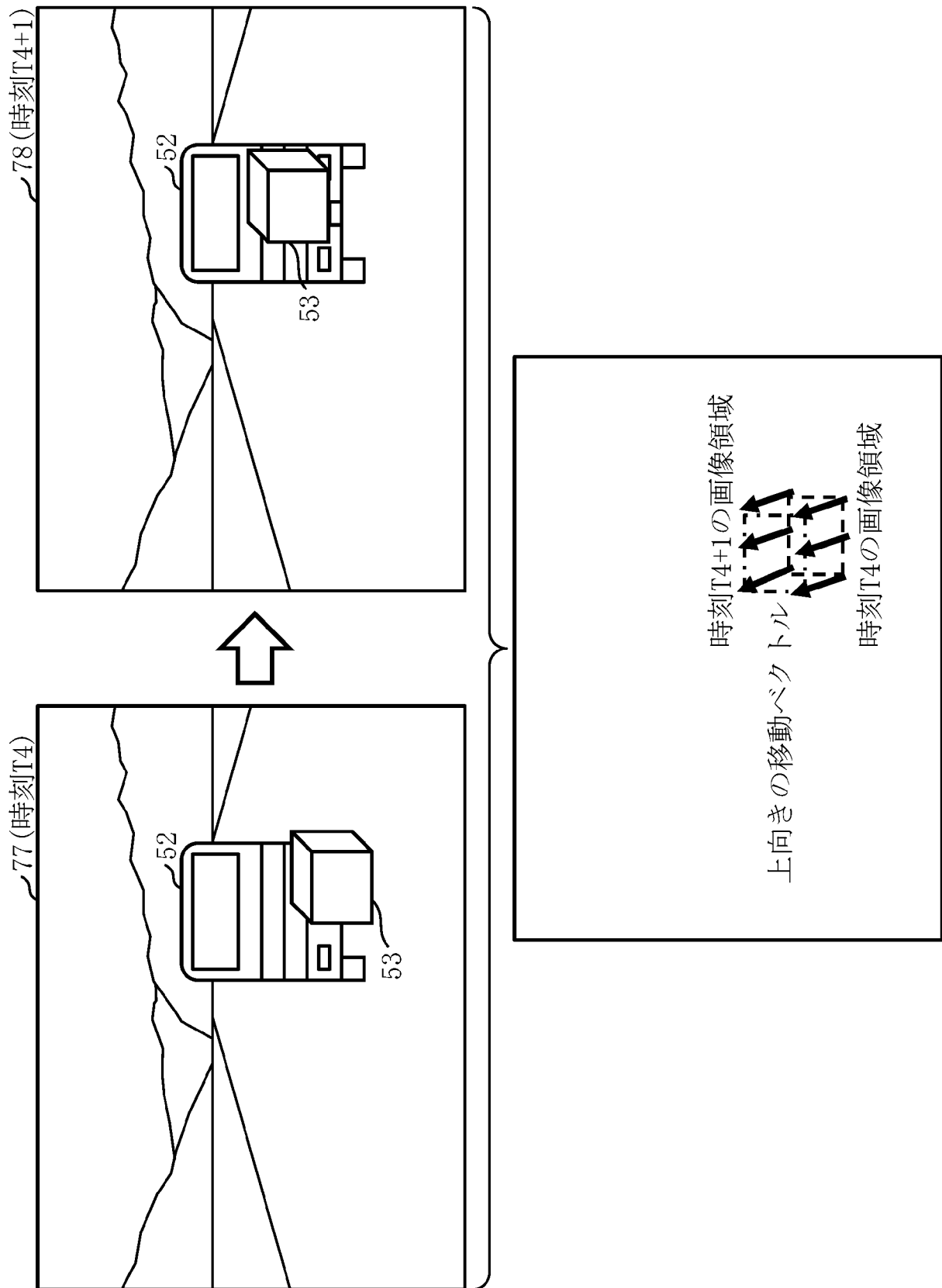
[図13]



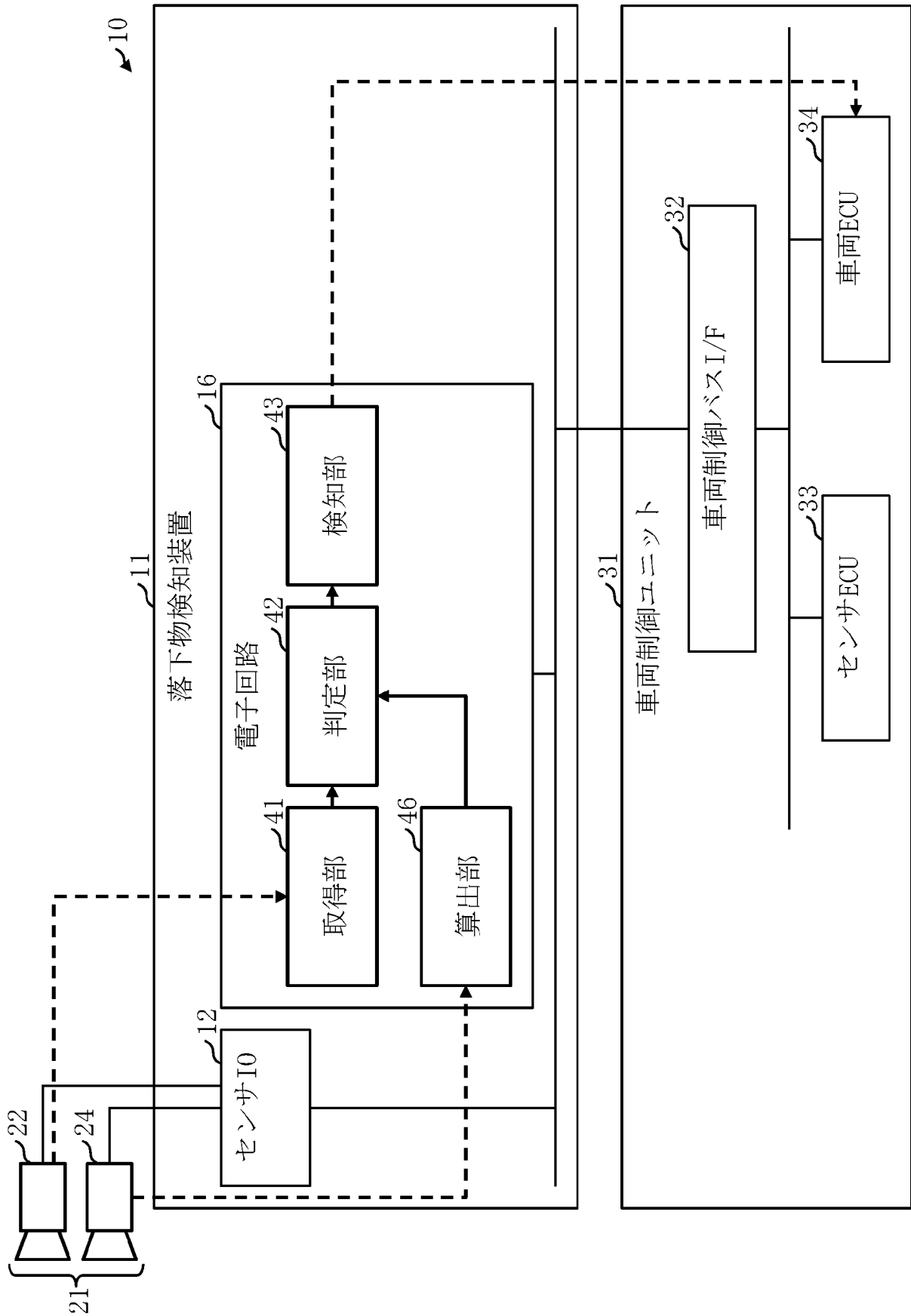
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003598

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G06T7/00 (2017.01) i, B60R21/00 (2006.01) i, B60W30/08 (2012.01) i, G06T7/20 (2017.01) i, G08G1/16 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G06T7/00, B60R21/00, B60W30/08, G06T7/20, G08G1/16

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-108371 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 13 May 2010, paragraphs [0008]-[0016], fig. 1, 2 (Family: none)	1-12
A	JP 2006-258507 A (OMRON CORP.) 28 September 2006, paragraph [0020], fig. 1 (Family: none)	1-12
A	JP 9-293141 A (HITACHI, LTD.) 11 November 1997, paragraphs [0031], [0032], fig. 12 (Family: none)	1-12
A	JP 2012-047609 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 08 March 2012, paragraphs [0018], [0020], [0025] (Family: none)	1-12



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
02.04.2018

Date of mailing of the international search report
10.04.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003598

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-103921 A (SAXA INC, CYBERS KK) 31 May 2012, paragraphs [0033]-[0036], [0043] (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T7/00(2017.01)i, B60R21/00(2006.01)i, B60W30/08(2012.01)i, G06T7/20(2017.01)i, G08G1/16(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T7/00, B60R21/00, B60W30/08, G06T7/20, G08G1/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-108371 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.05.13, 段落 [0008] - [0016]、図1-2 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2006-258507 A (オムロン株式会社) 2006.09.28, 段落 [0020]、図1 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 9-293141 A (株式会社日立製作所) 1997.11.11, 段落 [0031] [0032]、図12 (ファミリーなし)	1-12

☑ 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

02.04.2018

国際調査報告の発送日

10.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐田 宏史

5 H

4189

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-047609 A (本田技研工業株式会社) 2012.03.08, 段落 [0018] [0020] [0025] (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2012-103921 A (サクサ株式会社、株式会社サイヴァース) 2012.05.31, 段落 [0033] - [0036] [0043] (ファミリーなし)	1-12