

(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10月3日(03.10.2019)



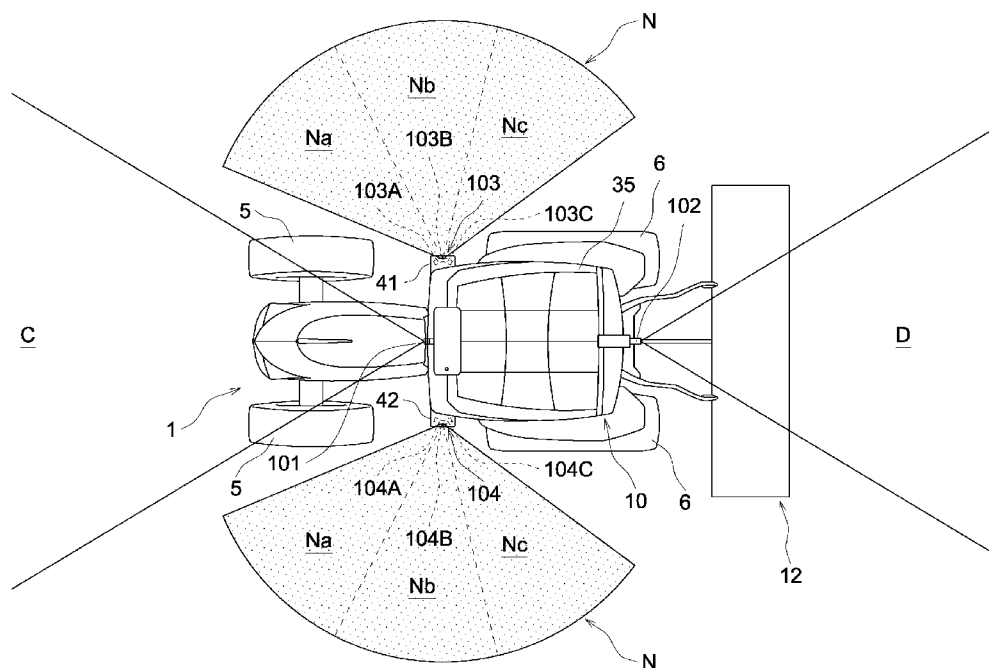
(10) 国際公開番号

WO 2019/187883 A1

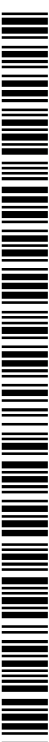
- (51) 国際特許分類:
G01S 15/62 (2006.01) *G05D 1/02* (2006.01)
G01S 15/93 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/007166
- (22) 国際出願日: 2019年2月26日(26.02.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-064514 2018年3月29日(29.03.2018) JP
- (71) 出願人: ヤンマー株式会社 (YANMAR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 岩瀬 卓也 (IWASE Takuya); 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 横山 和寿 (YOKOYAMA Kazuhisa); 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). ▲杉▼田 士郎 (SUGITA Shiro); 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 宮地 正浩 (MIYAJI Masahiro); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満五丁目1番1号 みおつくし特許意匠事務所 Osaka (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,

(54) Title: OBSTACLE DETECTION SYSTEM FOR WORK VEHICLE

(54) 発明の名称: 作業車両用の障害物検知システム



(57) Abstract: Provided is an obstacle detection system for a work vehicle, with which the reduction of costs or labor required for preparatory work can be achieved. In an obstacle detection system for a work vehicle, three left-side and three right-side ultrasonic sensors 103A-103C, 104A-104C are disposed on the left and right sides of a work vehicle 1, respectively, and the measurement ranges Na-Nc thereof are continuous in the front and rear direction. In addition, a control unit 105 for distance measurement performs: position detection processing for detecting the position of an object with respect



WO 2019/187883 A1

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, 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))

to the vehicle in the front and rear direction on the basis of a distance measurement operation of the ultrasonic sensors 103A-103C, 104A-104C having the continuous measurement ranges Na-Nc; and displacement detection processing for detecting the movement of the object in the front and rear direction on the basis of the distance measurement operation sequence of the ultrasonic sensors 103A-103C, 104A-104C having the continuous measurement ranges Na-Nc.

(57) 要約 : コストの削減や事前作業に要する手間の軽減を図れる作業車両用の障害物検知システムを提供する。作業車両用の障害物検知システムにおいて、左右3個ずつの超音波センサ103A~103C, 104A~104Cを、それらの測定範囲Na~Ncが前後方向に連続する状態で作業車両1の左右両側部に配置し、測距用の制御部105は、測定範囲Na~Ncが連続する超音波センサ103A~103C, 104A~104Cの測距動作に基づいて、前後方向での物体の対車体位置を検知する位置検知処理と、測定範囲Na~Ncが連続する超音波センサ103A~103C, 104A~104Cの測距動作順序に基づいて、前後方向での物体の移動を検知する変位検知処理とを行う。

明 細 書

発明の名称：作業車両用の障害物検知システム

技術分野

[0001] 本発明は、トラクタ等の作業車両が作業地に存在する障害物と衝突することを回避する作業車両用の障害物検知システムに関する。

背景技術

[0002] 農業機械等の作業車両に備える障害物検知システムとしては、例えば、作業車両（農業機械）の前部に、作業車両の前方を撮影するステレオカメラ（ステレオカメラ装置）と、作業車両の前方を測定範囲とする左右一組の超音波ソナー装置とを備えて、作業車両の進行方向にある障害物の検知、及び、障害物までの距離や大きさの検知にはステレオカメラを使用し、ステレオカメラが捉えられない死角における障害物との距離計測に超音波ソナー装置を使用するように構成されたものがある（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2016/009688号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] つまり、特許文献1に記載の発明では、作業車両の前部に、障害物の対車体位置等を検知するのに適したステレオカメラと、ステレオカメラの死角となる作業車両の近傍領域に入り込んだ障害物との距離を測定する左右一組の超音波ソナー装置とを備えている。そして、これらのステレオカメラ又は超音波ソナー装置が作業車両の進行方向（前方）に存在する障害物を捉えた場合に、作業車両がその進行方向（前方）にある障害物と衝突することを回避するようにしている。そのため、特許文献1に記載の発明において、作業車両における前後左右の各側部に対する障害物の衝突を回避するためには、作業車両における前後左右の各側部に高価なステレオカメラとともに超音波ソ

ナー装置を配置する必要がある。又、ステレオカメラで障害物を検知する上においては、事前に検知対象となる多数の障害物の形状を学習させておく学習処理を行う必要がある。その結果、作業車両が障害物と衝突することを回避する障害物検知システムを構築する上において、コストが嵩むとともに、学習処理等の事前作業に要する手間が増大することになる。

[0005] この実情に鑑み、本発明の主たる課題は、コストの削減や事前作業に要する手間の軽減を図れる作業車両用の障害物検知システムを提供する点にある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1特徴構成は、作業車両用の障害物検知システムにおいて、3個以上の超音波センサを有して作業車両における前後左右の一側部に配置されるセンサユニットと、

前記超音波センサの測距動作に基づいて前記超音波センサの測定範囲に入り込んだ物体の距離を測定する測距用の制御部とを備え、

前記超音波センサの夫々は、少なくとも2個の前記超音波センサの前記測定範囲が前記一側部に沿う方向で連続する位置関係で前記一側部に配置され、

前記制御部は、前記測定範囲が連続する前記超音波センサの測距動作に基づいて、前記一側部に沿う方向での前記物体の対車体位置を検知する位置検知処理と、前記測定範囲が連続する前記超音波センサの測距動作順序に基づいて、前記一側部に沿う方向での前記物体の変位を検知する変位検知処理とを行う点にある。

[0007] 本構成によれば、例えば、センサユニットが作業車両の右側部に配置された場合には、少なくとも2個の超音波センサが、作業車両の右側部において車体前後方向に並べて配置されることになる。

このような場合において、例えば、物体が車体右外方の前側領域を測定範囲とする第1超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、第1超音波センサから発信された超音波が物体に当たって第1超音波センサに跳ね返って

くる。これにより、第1超音波センサは、超音波の発信に加えて反射波を受信する測距動作を行うことになる。そして、制御部は、前述した位置検知処理により、測距動作した第1超音波センサの測定範囲である車体右外方の前側領域に物体が存在することを検知するとともに、第1超音波センサにおける超音波の発信から受信までの所要時間に基づいて、第1超音波センサから物体までの距離を測定する。その結果、制御部は、第1超音波センサの測距動作に基づいて、車体右外方の前側領域における第1超音波センサから測定距離だけ離れた位置に物体が存在することを検知することができる。

同様に、例えば、物体が車体右外方の後側領域を測定範囲とする第2超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、第2超音波センサが測距動作を行うことから、制御部は、第2超音波センサの測距動作に基づいて、車体右外方の後側領域における第2超音波センサから測定距離だけ離れた位置に物体が存在することを検知することができる。

又、例えば、物体が第1超音波センサの測定範囲に入り込んだ後に第2超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、第1超音波センサが測距動作を行った後に第2超音波センサが測距動作を行うことから、制御部は、前述した変位検知処理により、物体が車体右外方の前側領域から後側領域に変位したことを検知することができる。

同様に、例えば、物体が第2超音波センサの測定範囲に入り込んだ後に第1超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、第2超音波センサが測距動作を行った後に第1超音波センサが測距動作を行うことから、制御部は、前述した変位検知処理により、物体が車体右外方の後側領域から前側領域に変位したことを検知することができる。

一方、物体がセンサユニットの測定範囲から外れたときには、各超音波センサが測距動作を行わなくなることから、制御部は、センサユニットの測定範囲に物体が存在しなくなったことを検知することができる。

[0008] そして、当然のことながら、制御部は、第1超音波センサ又は第2超音波センサの測距動作に基づいて物体の距離を測定することから、第1超音波セ

ンサ又は第2超音波センサの測定範囲に位置する物体が、その測定範囲において車体右側部に対する遠近方向で変位したときには、制御部は、それに伴って変化する測定距離により、車体右側部に対する遠近方向での物体の変位を検知することができる。

又、制御部は、前述した変位検知処理によって物体が車体右外方の前側領域と後側領域との間で変位したことを検知したときには、それに伴って得られる測定距離の差により、車体右側部に対する遠近方向での物体の変位を検知することができる。

[0009] つまり、ステレオカメラやステレオカメラに代用されるライダーセンサ等よりも安価な複数の超音波センサを有するセンサユニットを、少なくとも作業車両における前後左右の一側部に配置することにより、その一側部付近を撮影するステレオカメラやライダーセンサ等を備えることなく、その一側部付近における一側部に沿う方向や一側部に対する遠近方向での物体の対車体位置や変位を検知することができる。

[0010] その結果、作業車両用の障害物検知システムを構築する上において、高価なステレオカメラやライダーセンサ等の設置台数を削減することによるコストの削減や事前作業に要する手間の軽減を図ることができる。

[0011] 本発明の第2特徴構成は、
前記センサユニットは4個以上の前記超音波センサを有し、
前記超音波センサの夫々は、前記一側部において、前記測定範囲が前記一側部に沿う方向と前記遠近方向との双方で連続する位置関係で縦横に整列して配置され、

前記制御部は、前記位置検知処理においては、前記測定範囲が連続する前記超音波センサの測距動作に基づいて、前記センサユニットの測定範囲での前記物体の対車体位置を検知し、前記変位検知処理においては、前記測定範囲が連続する前記超音波センサの測距動作順序に基づいて、前記センサユニットの測定範囲での前記物体の変位を検知する点にある。

[0012] ところで、作業車両に超音波センサを備える場合、特に土壌が泥土化して

いる圃場を走行することが多い農作業機等の作業車両においては、超音波センサに対する泥の付着等を防止するために、車体の比較的高い位置に超音波センサを配置する必要がある。このように超音波センサを車体の比較的高い位置に配置する場合には、車体近傍での超音波センサの死角を少なくするために、超音波センサの配置が高いほど超音波センサの俯角を大きくする必要がある。そして、その俯角を大きくすると、超音波センサが地面を物体として検知してその距離を測定しないように超音波センサの測定範囲を制限する必要がある。そのため、超音波センサの測定範囲が作業車両からの近距離に制限されることになる。

[0013] このような実情に鑑みて得た本構成によれば、例えば、センサユニットが作業車両の右側部に配置された場合には、少なくとも4個の超音波センサが、作業車両の右側部において前述した位置関係で縦横に整列して配置されることになる。

そして、このような場合において、例えば、物体が車体右外方の前外側領域を測定範囲とする第1超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、第1超音波センサから発信された超音波が物体に当たって第1超音波センサに跳ね返ってくる。これにより、第1超音波センサは、超音波の発信に加えて反射波を受信する測距動作を行うことになる。そして、制御部は、前述した位置検知処理により、測距動作した第1超音波センサの測定範囲である車体右外方の前外側領域に物体が存在することを検知するとともに、第1超音波センサにおける超音波の発信から受信までの所要時間に基づいて、第1超音波センサから物体までの距離を測定する。その結果、制御部は、第1超音波センサの測距動作に基づいて、車体右外方の前外側領域における第1超音波センサから測定距離だけ離れた位置に物体が存在することを検知することができる。

同様に、例えば、物体が車体右外方の後外側領域を測定範囲とする第2超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、第2超音波センサが測距動作を行うことから、制御部は、第2超音波センサの測距動作に基づいて、車体

右外方の後外側領域における第2超音波センサから測定距離だけ離れた位置に物体が存在することを検知することができる。

同様に、例えば、物体が車体右外方の前内側領域を測定範囲とする第3超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、第3超音波センサが測距動作を行うことから、制御部は、第3超音波センサの測距動作に基づいて、車体右外方の前内側領域における第3超音波センサから測定距離だけ離れた位置に物体が存在することを検知することができる。

同様に、例えば、物体が車体右外方の後内側領域を測定範囲とする第4超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、第4超音波センサが測距動作を行うことから、制御部は、第4超音波センサの測距動作に基づいて、車体右外方の後内側領域における第4超音波センサから測定距離だけ離れた位置に物体が存在することを検知することができる。

[0014] 又、例えば、物体が第1超音波センサの測定範囲に入り込んだ後に第2超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、第1超音波センサが測距動作を行った後に第2超音波センサが測距動作を行うことから、制御部は、前述した変位検知処理により、物体が車体右外方の前外側領域から後外側領域に変位したことを検知することができる。

つまり、物体がいずれかの超音波センサの測定範囲に入り込んだ後に他の超音波センサの測定範囲に入り込んだときには、制御部は、前述した変位検知処理により、物体が、移動元の測定範囲に対応する車体右外方の所定領域から移動後の測定範囲に対応する車体右外方の所定領域に変位したことを検知することができる。

一方、物体がセンサユニットの測定範囲から外れたときには、各超音波センサが測距動作を行わなくなることから、制御部は、センサユニットの測定範囲に物体が存在しなくなったことを検知することができる。

[0015] そして、当然のことながら、制御部は、いずれかの超音波センサの測距動作に基づいて物体の距離を測定することから、いずれかの超音波センサの測定範囲に位置する物体が、その測定範囲において車体右側部に対する遠近方

向で変位したときには、制御部は、それに伴って変化する測定距離により、車体右側部に対する遠近方向での物体の変位を検知することができる。

又、制御部は、前述した変位検知処理によって物体が車体右外方のいずれか2つの所定領域間で変位したことを検知したときには、それに伴って得られる測定距離の差により、車体右側部に対する遠近方向での物体の変位を検知することができる。

[0016] これにより、各超音波センサを、それらに対する泥の付着等を防止することができる高い位置に配置しながらも、各超音波センサが地面との距離を測定する不具合を招くことなく、センサユニットとしての測定範囲を、車体近傍での死角を少なくした状態で作業車両に対する遠近方向で広くすることができる。そして、制御部は、作業車両の一侧部外方におけるより広い領域において、物体の対車体位置や変位を良好に検知することができる。

[0017] その結果、コストの削減や事前作業に要する手間の軽減等を図りながらも、作業車両用の障害物検知システムとして好適な広い測定範囲を確保することができるとともに物体の検知を良好に行うことができる。

[0018] 本発明の第3特徴構成は、

前記制御部からの情報に基づいて、前記作業車両と前記物体との衝突を回避する衝突回避制御を行う衝突回避制御部を備え、

前記衝突回避制御部は、前記衝突回避制御において前記作業車両の走行を制御する点にある。

[0019] 本構成によれば、例えば、作業車両が作業用の設定速度で走行しているときに、制御部が、作業車両から遠い側の領域を測定範囲とする超音波センサの測距動作に基づいて遠い側の領域での物体の存在を検知した場合に、衝突回避制御においては、その検知情報に基づいて作業車両を設定速度よりも低い速度で走行させる減速処理が行われ、その後、制御部が、作業車両から近い側の領域を測定範囲とする超音波センサの測距動作に基づいて近い側の領域での物体の存在を検知した場合に、衝突回避制御においては、その検知情報に基づいて作業車両を停止させる停止処理が行われるようにすれば、作業

車両が物体に衝突することを回避することができる。

又、例えば、前述した減速処理によって作業車両が設定速度よりも低い速度で走行しているときに、制御部が、各超音波センサが測距動作を行わないことでセンサユニットの測定範囲に対応する領域での物体の存在を検知しなくなった場合に、衝突回避制御においては、その検知情報に基づいて作業車両の車速を設定速度まで上昇させる増速処理が行われるようにすれば、作業車両が物体に衝突する虞のない状態において低速走行を継続することによる作業効率の低下を回避することができる。

[0020] その結果、コストの削減や事前作業に要する手間の軽減等を図りながらも、作業車両の物体との衝突や作業効率の低下等を回避することができる作業車両用の障害物検知システムを構築することができる。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]自動走行システムの概略構成を示す図
[図2]自動走行システムの概略構成を示すブロック図
[図3]目標走行経路の一例を示す図
[図4]側面視における各ライダーセンサの測定範囲及び各超音波センサの測定範囲を示す図
[図5]平面視における各ライダーセンサの測定範囲及び各超音波センサの測定範囲を示す図
[図6]ソナーシステムの概略構成を示すブロック図
[図7]センサユニットの配置及び構成を示す斜視図
[図8]位置・変位検知処理での測距用の制御理部の制御作動を示すフローチャート
[図9]衝突回避制御での衝突回避制御部の制御作動を示すフローチャート
[図10]測定範囲が重なるように3つの超音波センサを配置した別実施形態を示す平面図
[図11]測定範囲が平面視で縦横に並ぶように4つの超音波センサを側面視で縦横に配置した別実施形態を示す斜視図

[図12]測定範囲が平面視で縦横に並ぶように4つの超音波センサを縦横に配置した別実施形態を示す平面図

[図13]測定範囲が平面視で縦横に並ぶように4つの超音波センサを縦横に配置した別実施形態を示す正面図

[図14]測定範囲が前後方向に等間隔をあけて位置しながら連続するように3つの超音波センサを分散して配置した別実施形態を示す平面図

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明を実施するための形態の一例として、本発明に係る作業車両用の障害物検知システムを、作業車両の一例であるトラクタに適用した実施形態を図面に基づいて説明する。

尚、本発明に係る作業車両用の障害物検知システムは、トラクタ以外の、例えば乗用草刈機、乗用田植機、コンバイン、運搬車、除雪車、ホイールローダ等の乗用作業車両、及び、無人草刈機などの無人作業車両に適用することができる。

[0023] 図1及び図2に示すように、本実施形態で例示するトラクタ1は、作業車両用の自動走行システムによって作業地の一例である圃場S（図3参照）等において自動走行するように構成されている。この自動走行システムは、トラクタ1に搭載された自動走行ユニット2、及び、自動走行ユニット2と通信可能に通信設定された携帯通信端末3を備えている。携帯通信端末3には、タッチ操作可能な表示部51（例えば、液晶パネル）等を有するタブレット型のパーソナルコンピュータやスマートフォン等を採用することができる。

[0024] トラクタ1は、駆動可能な操舵輪として機能する左右の前輪5、及び、駆動可能な左右の後輪6を有する走行機体7が備えられている。走行機体7の前部側には、前部フレーム27とボンネット8とが配置され、ボンネット8の内部には、コモンレールシステムを備えた電子制御式のディーゼルエンジン（以下、エンジンと称する）9が備えられている。走行機体7のボンネット8よりも後部側には、搭乗式の運転部を形成するキャビン10と左右のリ

アフエンダ 28 が備えられている。

[0025] 走行機体 7 の後部には、3 点リンク機構 11 を介して、作業装置 12 の一例であるロータリ耕耘装置が昇降可能かつローリング可能に連結されている。これにより、トラクタ 1 はロータリ耕耘仕様に構成されている。トラクタ 1 の後部には、ロータリ耕耘装置に代えて、プラウ、播種装置、散布装置等の作業装置 12 を連結することができる。

[0026] トラクタ 1 には、図 2 に示すように、エンジン 9 からの動力を変速する電子制御式の変速装置 13、左右の前輪 5 を操舵する全油圧式のパワーステアリング機構 14、左右の後輪 6 を制動する左右のサイドブレーキ（図示せず）、左右のサイドブレーキの油圧操作を可能にする電子制御式のブレーキ操作機構 15、ロータリ耕耘装置等の作業装置 12 への伝動を断続する作業クラッチ（図示せず）、作業クラッチの油圧操作を可能にする電子制御式のクラッチ操作機構 16、ロータリ耕耘装置等の作業装置 12 を昇降駆動する電子油圧制御式の昇降駆動機構 17、トラクタ 1 の自動走行等に関する各種の制御プログラム等を有する車載電子制御ユニット 18、トラクタ 1 の車速を検出する車速センサ 19、前輪 5 の操舵角を検出する舵角センサ 20、及び、トラクタ 1 の現在位置及び現在方位を測定する測位ユニット 21 等が備えられている。

[0027] 尚、エンジン 9 には、電子ガバナを備えた電子制御式のガソリンエンジンを採用してもよい。変速装置 13 には、油圧機械式無段変速装置（HMT）、静油圧式無段変速装置（HST）、又は、ベルト式無段変速装置等を採用することができる。パワーステアリング機構 14 には、電動モータを備えた電動式のパワーステアリング機構 14 等を採用してもよい。

[0028] キャビン 10 の内部には、図 1 及び図 4 に示すように、パワーステアリング機構 14（図 2 参照）を介した左右の前輪 5 の手動操舵を可能にするステアリングホイール 38、搭乗者用の運転席 39、タッチパネル式の表示部、及び、各種の操作具等が備えられている。キャビン 10 の前方側部位の両横側部には、キャビン 10（運転席 39）に対する乗降部となる乗降ステップ

4 1, 4 2が備えられている。

[0029] 図2に示すように、車載電子制御ユニット18は、変速装置13の作動を制御する変速制御部181、左右のサイドブレーキの作動を制御する制動制御部182、ロータリ耕耘装置等の作業装置12の作動を制御する作業装置制御部183、自動走行時に左右の前輪5の目標操舵角を設定してパワーステアリング機構14に出力する操舵角設定部184、及び、予め設定された自動走行用の目標走行経路P（例えば、図3参照）等を記憶する不揮発性の車載記憶部185等を有している。

[0030] 図2に示すように、測位ユニット21には、衛星測位システム（NSS：Navigation Satellite System）の一例であるGPS（Global Positioning System）を利用してトラクタ1の現在位置と現在方位とを測定する衛星航法装置22、及び、3軸のジャイロスコープ及び3方向の加速度センサ等を有してトラクタ1の姿勢や方位等を測定する慣性計測装置（IMU：Inertial Measurement Unit）23等が備えられている。GPSを利用した測位方法には、DGPS（Differential GPS：相対測位方式）やRTK-GPS（Real Time Kinematic GPS：干渉測位方式）等がある。本実施形態においては、移動体の測位に適したRTK-GPSが採用されている。そのため、圃場周辺の既知位置には、図1及び図2に示すように、RTK-GPSによる測位を可能にする基準局4が設置されている。

[0031] トラクタ1と基準局4との夫々には、図2に示すように、GPS衛星71（図1参照）から送信された電波を受信するGPSアンテナ24、61、及び、トラクタ1と基準局4との間における測位データを含む各種データの無線通信を可能にする通信モジュール25、62等が備えられている。これにより、衛星航法装置22は、トラクタ側のGPSアンテナ24がGPS衛星71からの電波を受信して得た測位データと、基地局側のGPSアンテナ61がGPS衛星71からの電波を受信して得た測位データとに基づいて、トラクタ1の現在位置及び現在方位を高い精度で測定することができる。又、測位ユニット21は、衛星航法装置22と慣性計測装置23とを備えること

により、トラクタ 1 の現在位置、現在方位、姿勢角（ヨー角、ロール角、ピッチ角）を高精度に測定することができる。

[0032] トラクタ 1 に備えられる GPS アンテナ 24、通信モジュール 25、及び、慣性計測装置 23 は、図 1 に示すように、アンテナユニット 80 に収納されている。アンテナユニット 80 は、キャビン 10 の前面側の上部位置に配置されている。

[0033] 図 2 に示すように、携帯通信端末 3 には、表示部 51 等の作動を制御する各種の制御プログラム等を有する端末電子制御ユニット 52、及び、トラクタ側の通信モジュール 25 との間における測位データを含む各種データの無線通信を可能にする通信モジュール 55 等が備えられている。端末電子制御ユニット 52 は、トラクタ 1 を自動走行させるための走行案内用の目標走行経路 P（例えば、図 3 参照）を生成する走行経路生成部 53、及び、ユーザが入力した各種の入力データや走行経路生成部 53 が生成した目標走行経路 P 等を記憶する不揮発性の端末記憶部 54 等を有している。

[0034] 走行経路生成部 53 が目標走行経路 P を生成するに当たり、携帯通信端末 3 の表示部 51 に表示された目標走行経路設定用の入力案内に従って、運転者や管理者を含むユーザ等が、作業車両や作業装置 12 の種類及び機種等の車体データを入力しており、入力された車体データが端末記憶部 54 に記憶されている。目標走行経路 P の生成対象となる走行領域 R（図 3 参照）を圃場 S での作業領域としており、携帯通信端末 3 の端末電子制御ユニット 52 は、圃場の形状や位置を含む圃場データを取得して端末記憶部 54 に記憶している。

[0035] 圃場データの取得について説明すると、ユーザ等が運転してトラクタ 1 を実際に走行させることで、端末電子制御ユニット 52 は、測位ユニット 21 が取得するトラクタ 1 の現在位置等から圃場の形状や位置等を特定するための位置情報を取得することができる。端末電子制御ユニット 52 は、取得した位置情報から圃場の形状及び位置を特定し、その特定した圃場の形状及び位置から特定した走行領域 R を含む圃場データを取得している。図 3 では、

矩形状の走行領域 R が特定された例を示している。

- [0036] 特定された圃場の形状や位置等を含む圃場データが端末記憶部 5 4 に記憶されると、走行経路生成部 5 3 は、端末記憶部 5 4 に記憶されている圃場データや車体データを用いて目標走行経路 P を生成する。
- [0037] 図 3 に示すように、走行経路生成部 5 3 は、走行領域 R を中央領域 R 1 と外周領域 R 2 とに区分け設定している。中央領域 R 1 は、走行領域 R の中央部に設定されており、先行してトラクタ 1 を往復方向に自動走行させて所定の作業（例えば、耕耘等の作業）を行う往復作業領域となっている。外周領域 R 2 は、中央領域 R 1 の周囲に設定されており、中央領域 R 1 に後続してトラクタ 1 を周回方向に自動走行させて所定の作業を行う周回作業領域となっている。走行経路生成部 5 3 は、例えば、車体データに含まれる旋回半径やトラクタ 1 の前後長さ及び左右幅等から、トラクタ 1 を圃場の畦際で旋回走行させるために必要となる旋回走行用のスペース等を求めている。走行経路生成部 5 3 は、中央領域 R 1 の外周に求めたスペース等を確保するように、走行領域 R を中央領域 R 1 と外周領域 R 2 とに区分けしている。
- [0038] 走行経路生成部 5 3 は、図 3 に示すように、車体データや圃場データ等を用いて目標走行経路 P を生成している。例えば、目標走行経路 P は、中央領域 R 1 において同じ直進距離を有して作業幅に対応する一定間隔で平行に配置設定された複数の作業経路 P 1 と、隣接する作業経路 P 1 の終端と始端とを走行順に接続する非作業用の複数の旋回経路 P 2 と、外周領域 R 2 に形成される周回経路 P 3（図中点線にて示している）とを有している。複数の作業経路 P 1 は、トラクタ 1 が直進走行しながら所定の作業を行うための経路である。旋回経路 P 2 は、トラクタ 1 が所定の作業を行わずに、トラクタ 1 の走行方向を 180 度転換するための U ターン経路であり、作業経路 P 1 の終端と隣接する次の作業経路 P 1 の始端とを連結している。周回経路 P 3 は、外周領域 R 2 にてトラクタ 1 が周回走行しながら所定の作業を行うための経路である。周回経路 P 3 において、走行領域 R の四隅に位置する経路部は、トラクタ 1 が前進走行と後進走行とを適宜行いながら、トラクタ 1 の走行

方向を90度転換するための経路部である。ちなみに、図3に示す目標走行経路Pは、あくまで一例であり、どのような目標走行経路を生成するかは、車体データや圃場データ等に応じて変更可能である。

[0039] 走行経路生成部53にて生成された目標走行経路Pは、表示部51に表示可能であり、車体データ及び圃場データ等と関連付けた経路データとして端末記憶部54に記憶されている。経路データには、目標走行経路Pの方位角、及び、目標走行経路Pでのトラクタ1の走行形態等に応じて設定された設定エンジン回転速度や目標走行速度等が含まれている。

[0040] このようにして、走行経路生成部53が目標走行経路Pを生成すると、端末電子制御ユニット52が、携帯通信端末3からトラクタ1に経路データを転送することで、トラクタ1の車載電子制御ユニット18が、経路データを取得することができる。車載電子制御ユニット18は、取得した経路データに基づいて、測位ユニット21にて自己の現在位置（トラクタ1の現在位置）を取得しながら、目標走行経路Pに沿ってトラクタ1を自動走行させることができる。測位ユニット21が取得するトラクタ1の現在位置については、リアルタイム（例えば、数秒周期）でトラクタ1から携帯通信端末3に送信されており、携帯通信端末3にてトラクタ1の現在位置が把握されている。

[0041] 経路データの転送に関しては、トラクタ1が自動走行を開始する前の段階において、経路データの全体を端末電子制御ユニット52から車載電子制御ユニット18に一挙に転送することができる。又、例えば、目標走行経路Pを含む経路データを、データ量の少ない所定距離ごとの複数の経路部分に分割することもできる。この場合には、トラクタ1が自動走行を開始する前の段階においては、経路データの初期経路部分のみが端末電子制御ユニット52から車載電子制御ユニット18に転送される。自動走行の開始後は、トラクタ1がデータ量等に応じて設定された経路取得地点に達するごとに、その地点に対応する以後の経路部分のみの経路データが端末電子制御ユニット52から車載電子制御ユニット18に転送されるようにしてもよい。

- [0042] トラクタ 1 の自動走行を開始する場合には、例えば、ユーザ等がスタート地点にトラクタ 1 を移動させた後に、各種の自動走行開始条件が満たされると、携帯通信端末 3 にて、ユーザが表示部 5 1 を操作して自動走行の開始を指示することで、携帯通信端末 3 は、自動走行の開始指示をトラクタ 1 に送信する。これにより、トラクタ 1 では、車載電子制御ユニット 1 8 が、自動走行の開始指示を受けることで、測位ユニット 2 1 にて自己の現在位置（トラクタ 1 の現在位置）を取得しながら、目標走行経路 P に沿ってトラクタ 1 を自動走行させる自動走行制御を開始する。
- [0043] 自動走行制御には、変速装置 1 3 の作動を自動制御する自動変速制御、ブレーキ操作機構 1 5 の作動を自動制御する自動制動制御、左右の前輪 5 を自動操舵する自動操舵制御、及び、ロータリ耕耘装置等の作業装置 1 2 の作動を自動制御する作業用自動制御等が含まれている。
- [0044] 自動変速制御においては、変速制御部 1 8 1 が、目標走行速度を含む目標走行経路 P の経路データと測位ユニット 2 1 の出力と車速センサ 1 9 の出力とに基づいて、目標走行経路 P でのトラクタ 1 の走行形態等に応じて設定された目標走行速度がトラクタ 1 の車速として得られるように変速装置 1 3 の作動を自動制御する。
- [0045] 自動制動制御においては、制動制御部 1 8 2 が、目標走行経路 P と測位ユニット 2 1 の出力とに基づいて、目標走行経路 P の経路データに含まれている制動領域において左右のサイドブレーキが左右の後輪 6 を適正に制動するようにブレーキ操作機構 1 5 の作動を自動制御する。
- [0046] 自動操舵制御においては、トラクタ 1 が目標走行経路 P を自動走行するように、操舵角設定部 1 8 4 が、目標走行経路 P の経路データと測位ユニット 2 1 の出力とに基づいて左右の前輪 5 の目標操舵角を求めて設定し、設定した目標操舵角をパワーステアリング機構 1 4 に出力する。パワーステアリング機構 1 4 が、目標操舵角と舵角センサ 2 0 の出力とに基づいて、目標操舵角が左右の前輪 5 の操舵角として得られるように左右の前輪 5 を自動操舵する。

- [0047] 作業用自動制御においては、作業装置制御部 183 が、目標走行経路 P の経路データと測位ユニット 21 の出力とに基づいて、トラクタ 1 が作業経路 P1（例えば、図 3 参照）の始端等の作業開始地点に達するのに伴って作業装置 12 による所定の作業（例えば耕耘作業）が開始され、かつ、トラクタ 1 が作業経路 P1（例えば、図 3 参照）の終端等の作業終了地点に達するのに伴って作業装置 12 による所定の作業が停止されるように、クラッチ操作機構 16 及び昇降駆動機構 17 の作動を自動制御する。
- [0048] このようにして、トラクタ 1 においては、変速装置 13、パワーステアリング機構 14、ブレーキ操作機構 15、クラッチ操作機構 16、昇降駆動機構 17、車載電子制御ユニット 18、車速センサ 19、舵角センサ 20、測位ユニット 21、及び、通信モジュール 25 等によって自動走行ユニット 2 が構成されている。
- [0049] この実施形態では、キャビン 10 にユーザ等が搭乗せずにトラクタ 1 を自動走行させるだけでなく、キャビン 10 にユーザ等が搭乗した状態でトラクタ 1 を自動走行させることも可能となっている。よって、キャビン 10 にユーザ等が搭乗せずに、車載電子制御ユニット 18 による自動走行制御により、トラクタ 1 を目標走行経路 P に沿って自動走行させることができるだけでなく、キャビン 10 にユーザ等が搭乗している場合でも、車載電子制御ユニット 18 による自動走行制御により、トラクタ 1 を目標走行経路 P に沿って自動走行させることができる。
- [0050] キャビン 10 にユーザ等が搭乗している場合には、トラクタの走行状態を、車載電子制御ユニット 18 にてトラクタ 1 を自動走行させる自動走行状態と、ユーザ等の運転に基づいてトラクタ 1 を走行させる手動走行状態とに切り替えることができる。よって、トラクタが自動走行状態にて目標走行経路 P を自動走行している途中において、トラクタの走行状態を自動走行状態から手動走行状態に切り替えることができる。逆に、トラクタが手動走行状態にて走行している途中において、トラクタの走行状態を手動走行状態から自動走行状態に切り替えることができる。手動走行状態と自動走行状態との切

り替えについては、例えば、運転席39の近傍に、自動走行状態と手動走行状態との切り替えを可能にするための切替操作部を備えることができるとともに、その切替操作部を携帯通信端末3の表示部51に表示させることもできる。又、車載電子制御ユニット18による自動走行制御中に、ユーザがステアリングホイール38を操作すると、トラクタの走行状態が自動走行状態から手動走行状態に切り替わるようにすることもできる。

[0051] 図1、図2及び図4～6に示すように、トラクタ1は、トラクタ1（走行機体7）の周囲における障害物の存否を検知し、障害物の存在を検知した場合に障害物との衝突を回避する障害物検知システム100を備えている。障害物検知システム100は、レーザを用いて測定対象物までの距離を3次元で測定して3次元画像を生成する前後2台のライダーセンサ（LiDAR Sensor：Light Detection and Ranging Sensor）101、102と、超音波を用いて測定対象物までの距離を測定するソナーシステム106と、各ライダーセンサ101、102及びソナーシステム106からの情報に基づいて障害物判定制御や衝突回避制御等を行う衝突回避制御部107とを有している。衝突回避制御部107は、障害物判定制御において測定対象物を障害物と判定した場合に、衝突回避制御において、トラクタ1に備えられた報知ブザーや報知ランプ等の報知装置26を作動させる報知処理、トラクタ1の車速を低下させる減速処理、トラクタ1を停止させる停止処理等を、障害物との距離等に応じて適宜行うように構成されている。ここで、各ライダーセンサ101、102及びソナーシステム106が測定する測定対象物には、圃場（作業地）で作業する作業者等の人物や他の作業車両、圃場に既存の電柱や樹木及び作業地の周囲に既存の畦や柵等の物体が含まれている。

[0052] 各ライダーセンサ101、102は、レーザ光（例えば、パルス状の近赤外レーザ光）が測定対象物に当たって跳ね返ってくるまでの往復時間から測定対象物までの距離を測定するTOF（Time of Flight）方式により、測定対象物までの距離を測定する。各ライダーセンサ101、102は、レーザ光を上下方向及び左右方向に高速で走査し、各走査角における測定対象物ま

での距離を順次測定することで、測定対象物までの距離を3次元で測定する。各ライダーセンサ101, 102は、測定範囲内における測定対象物までの距離をリアルタイムで繰り返し測定する。各ライダーセンサ101, 102は、測定結果から3次元画像を生成して車載電子制御ユニット18に出力する。各ライダーセンサ101, 102からの3次元画像は、トラクタ1の表示部や携帯通信端末3の表示部51等の表示装置に表示させることができ、これにより、ユーザ等にトラクタ1の前方側の状況と後方側の状況とを視認させることができる。ちなみに、3次元画像では、例えば、色等を用いて遠近方向での距離を示すことができる。

[0053] 図1、図4及び図5に示すように、前後のライダーセンサ101, 102のうち、前ライダーセンサ101は、キャビン10のルーフ35における前端部の左右中央部位に、トラクタ1の前方側を斜め上方側から見下ろす前下がり姿勢で配置されている。これにより、前ライダーセンサ101は、トラクタ1の前方側が測定範囲Cとなるように設定されている。後ライダーセンサ102は、キャビン10のルーフ35における後端部の左右中央部位に、トラクタ1の後方側を斜め上方側から見下ろす後下がり姿勢で配置されている。これにより、後ライダーセンサ102は、トラクタ1の後方側が測定範囲Dとなるように設定されている。

ちなみに、各ライダーセンサ101, 102の測定範囲C, Dに関しては、それらの左右方向の範囲を作業装置12の作業幅に応じた設定範囲に制限するカット処理を施すようにしてもよい。

[0054] 図1及び図4～7に示すように、ソナーシステム106は、トラクタ1（走行機体7）の右側部に配置された右センサユニット103と、トラクタ1（走行機体7）の左側部に配置された左センサユニット104と、各センサユニット103, 104の測定範囲Nに入り込んだ物体の距離を測定する測距用の制御部としての測距用電子制御ユニット105とを備えている。右センサユニット103は、キャビン10の右側下方に配置された右乗降ステップ41（図5参照）における上下2段のステップ部41Aのうちの上ステッ

部4 1 Aの底面に、小さい俯角を有する右下向き姿勢で取り付けられている。これにより、右センサユニット1 0 3は、トラクタ1の右外方側が測定範囲Nとなるように設定された状態で右側の前輪5と右側の後輪6との間の比較的高い位置に配置されている。右センサユニット1 0 3の測定範囲Nは、図5に示すように、前後方向に並ぶ3つの超音波センサ1 0 3 A~1 0 3 Cの測定範囲N a~N cを含む前後方向に広い範囲に設定されている。左センサユニット1 0 4は、図7に示すように、キャビン1 0の左側下方に配置された左乗降ステップ4 2における上下2段のステップ部4 2 A, 4 2 Bのうちの上ステップ部4 2 Aの底面に、小さい俯角を有する左下向き姿勢で取り付けられている。これにより、左センサユニット1 0 4は、トラクタ1の左外方側が測定範囲Nとなるように設定された状態で左側の前輪5と左側の後輪6との間の比較的高い位置に配置されている。左センサユニット1 0 4の測定範囲Nは、図5に示すように、前後方向に並ぶ3つの超音波センサ1 0 4 A~1 0 4 Cの測定範囲N a~N cを含む前後方向に広い範囲に設定されている。各超音波センサ1 0 3 A~1 0 3 C, 1 0 4 A~1 0 4 Cは、発信した超音波が測定対象物に当たって跳ね返ってくるまでの往復時間から測定対象物までの距離を測定するTOF (Time of Flight) 方式により、測定対象物までの距離を測定する。測距用電子制御ユニット1 0 5は、各超音波センサ1 0 3 A~1 0 3 C, 1 0 4 A~1 0 4 Cの測距動作に基づいて、各超音波センサ1 0 3 A~1 0 3 C, 1 0 4 A~1 0 4 Cの測定範囲N a~N cに入り込んだ物体の距離を測定する。

尚、左右のセンサユニット1 0 3, 1 0 4は、各超音波センサ1 0 3 A~1 0 3 C, 1 0 4 A~1 0 4 Cの俯角や前後方向の取り付け角度等の調整が可能に構成されている。これにより、各センサユニット1 0 3, 1 0 4の測定範囲Nを適正に設定することができる。

[0055] 図2に示すように、衝突回避制御部1 0 7は、車載電子制御ユニット1 8に備えられている。車載電子制御ユニット1 8は、コモンレールシステムに含まれたエンジン用の電子制御ユニット、各ライダーセンサ1 0 1, 1 0 2

、及び、ソナーシステム106等にCAN (Controller Area Network) を介して通信可能に接続されている。

[0056] トラクタ1には、図1、図2及び図4に示すように、走行機体7の前方側を撮像範囲とする前カメラ108と、走行機体7の後方側を撮像範囲とする後カメラ109とが備えられている。前カメラ108は、前ライダーセンサ101と同様に、キャビン10のルーフ35における前端部の左右中央部位に、トラクタ1の前方側を斜め上方側から見下ろす前下がり姿勢で配置されている。後カメラ109は、後ライダーセンサ102と同様に、キャビン10のルーフ35における後端部の左右中央部位に、トラクタ1の後方側を斜め上方側から見下ろす後下がり姿勢で配置されている。前カメラ108及び後カメラ109の撮像画像は、トラクタ1の表示部や携帯通信端末3の表示部51等の表示装置に表示させることができ、これにより、ユーザ等にトラクタ1の周囲の状況を視認させることができる。

[0057] 図5及び図6に示すように、右側の超音波センサ103A~103C及び左側の超音波センサ104A~104Cは、それらの測定範囲Na~Ncがトラクタ1の左右両側部に沿う方向（前後方向）で連続する位置関係でトラクタ1の左右両側部に配置されている。測距用電子制御ユニット105は、測定範囲Na~Ncが連続する右側の各超音波センサ103A~103Cの測距動作又は左側の各超音波センサ104A~104Cの測距動作に基づいて、トラクタ1の左右両側部に沿う方向（前後方向）での物体の対車体位置を検知する位置検知処理と、測定範囲Na~Ncが連続する右側の各超音波センサ103A~103Cの測距動作順序又は左側の各超音波センサ104A~104Cの測距動作順序に基づいて、トラクタ1の左右両側部に沿う方向（前後方向）での物体の変位を検知する変位検知処理とを行う。

[0058] 上記の構成により、例えば、物体が車体右外方の前側領域を測定範囲とする第1超音波センサ103Aの測定範囲Naに入り込んだときには、第1超音波センサ103Aから発信された超音波が物体に当たって第1超音波センサ103Aに跳ね返ってくる。これにより、第1超音波センサ103Aは、

超音波の発信に加えて反射波を受信する測距動作を行うことになる。そして、測距用電子制御ユニット105は、前述した位置検知処理により、測距動作した第1超音波センサ103Aの測定範囲Naである車体右外方の前側領域に物体が存在することを検知するとともに、第1超音波センサ103Aにおける超音波の発信から受信までの所要時間に基づいて、第1超音波センサ103Aから物体までの距離を測定する。その結果、測距用電子制御ユニット105は、第1超音波センサ103Aの測距動作に基づいて、車体右外方の前側領域における第1超音波センサ103Aから測定距離だけ離れた位置に物体が存在することを検知することができる。

同様に、例えば、物体が車体右外方の前後中央側領域を測定範囲とする第2超音波センサ103Bの測定範囲Nbに入り込んだときには、第2超音波センサ103Bが測距動作を行うことから、測距用電子制御ユニット105は、第2超音波センサ103Bの測距動作に基づいて、車体右外方の前後中央側領域における第2超音波センサ103Bから測定距離だけ離れた位置に物体が存在することを検知することができる。

同様に、例えば、物体が車体右外方の後側領域を測定範囲とする第3超音波センサ103Cの測定範囲Ncに入り込んだときには、第3超音波センサ103Cが測距動作を行うことから、測距用電子制御ユニット105は、第3超音波センサ103Cの測距動作に基づいて、車体右外方の後側領域における第3超音波センサ103Cから測定距離だけ離れた位置に物体が存在することを検知することができる。

[0059] 又、例えば、物体が第1超音波センサ103Aの測定範囲Naに入り込んだ後に第2超音波センサ103Bの測定範囲Nbに入り込んだときには、第1超音波センサ103Aが測距動作を行った後に第2超音波センサ103Bが測距動作を行うことから、測距用電子制御ユニット105は、前述した変位検知処理により、物体が車体右外方の前側領域から前後中央側領域に変位したことを検知することができる。

同様に、例えば、物体が第2超音波センサ103Bの測定範囲Nbに入り

込んだ後に第3超音波センサ103Cの測定範囲Ncに入り込んだときには、第2超音波センサ103Bが測距動作を行った後に第3超音波センサ103Cが測距動作を行うことから、測距用電子制御ユニット105は、前述した変位検知処理により、物体が車体右外方の前後中央側領域から後側領域に変位したことを検知することができる。

同様に、例えば、物体が第3超音波センサ103Cの測定範囲Ncに入り込んだ後に第2超音波センサ103Bの測定範囲Nbに入り込んだときには、第3超音波センサ103Bが測距動作を行った後に第2超音波センサ103Bが測距動作を行うことから、測距用電子制御ユニット105は、前述した変位検知処理により、物体が車体右外方の後側領域から前後中央側領域に変位したことを検知することができる。

同様に、例えば、物体が第2超音波センサ103Bの測定範囲Nbに入り込んだ後に第1超音波センサ103Aの測定範囲Naに入り込んだときには、第2超音波センサ103Bが測距動作を行った後に第1超音波センサ103Aが測距動作を行うことから、測距用電子制御ユニット105は、前述した変位検知処理により、物体が車体右外方の前後中央側領域から前側領域に変位したことを検知することができる。

一方、物体が右センサユニット103の測定範囲Nから外れたときには、右側の各超音波センサ103A~103Cが測距動作を行わなくなることから、測距用電子制御ユニット105は、右センサユニット103の測定範囲Nに物体が存在しなくなったことを検知することができる。

[0060] そして、当然のことながら、測距用電子制御ユニット105は、いずれかの超音波センサ103A~103C, 104A~104Cの測距動作に基づいて物体の距離を測定することから、右側のいずれかの超音波センサ103A~103Cの測定範囲Na~Ncに位置する物体が、その測定範囲Na~Ncにおいて車体右側部に対する遠近方向で変位したときには、測距用電子制御ユニット105は、それに伴って変化する測定距離により、車体右側部に対する遠近方向での物体の変位を検知することができる。

又、測距用電子制御ユニット105は、前述した変位検知処理によって物体が車体右外方において前後方向に隣接する2つの領域間で変位したことを検知したときには、それに伴って得られる測定距離の差により、車体右側部に対する遠近方向での物体の変位を検知することができる。

[0061] そして、測距用電子制御ユニット105は、上記のような右側の各超音波センサ103A～103Cの測距動作及び測距動作順序に基づく物体の対車体位置や変位の検知を、左側の各超音波センサ104A～104Cの測距動作及び測距動作順序に基づいて行うことができる。

[0062] つまり、ステレオカメラやステレオカメラに代用されるライダーセンサ等よりも安価な6つの超音波センサ103A～103C，104A～104Cと測距用電子制御ユニット105とを有するソナーシステム106をトラクタ1に備えることにより、トラクタ1の左右両側部付近を撮影する左右のステレオカメラや左右のライダーセンサ等を備えることなく、トラクタ1の左右両側部付近における左右両側部に沿う方向（前後方向）や左右両側部に対する遠近方向（左右方向）での物体の対車体位置や変位を検知することができる。

[0063] その結果、トラクタ用の障害物検知システム100を構築する上において、高価なステレオカメラやライダーセンサ等の設置台数を削減することによるコストの削減や事前作業に要する手間の軽減を図ることができる。

[0064] 図8に示すフローチャートに基づいて、上記の位置・変位検知処理での測距用電子制御ユニット105の制御作動について説明する。

測距用電子制御ユニット105は、いずれかの超音波センサ103A～103C，104A～104Cにおける測距動作の有無を判定する第1測距動作判定処理を行う（ステップ#1）。

測距用電子制御ユニット105は、ステップ#1において測距動作が無かった場合は測距動作が有るまで待機し、測距動作が有った場合は、物体の距離を測定する測距処理と前述した位置検知処理とを行うことで、トラクタ1の左右両側部に沿う方向（前後方向）での物体の対車体位置を特定する（ス

テップ# 2, # 3)。

次に、測距用電子制御ユニット105は、測距動作した超音波センサ103A~103C, 104A~104Cが測距動作を継続しているか否かを判定する測距動作継続判定処理を行う(ステップ# 4)。

測距用電子制御ユニット105は、ステップ# 4において測距動作を継続している場合は、前述した測距処理を行うとともに、今回の測距処理で得た物体の距離と前回の測距処理で得た物体の距離との差からトラクタ1の左右両側部に対する遠近方向(左右方向)での物体の変位を検知する遠近方向変位検知処理を行い(ステップ# 5, # 6)、その後ステップ# 4に戻る。

測距用電子制御ユニット105は、ステップ# 4において測距動作を継続していない場合は、ステップ# 1において測距動作があった超音波センサ103A~103C, 104A~104Cと測定範囲Na~Ncが連続するいずれかの超音波センサ103A~103C, 104A~104Cにおける測距動作の有無を判定する第2測距動作判定処理を行う(ステップ# 7)。

測距用電子制御ユニット105は、ステップ# 7において測距動作があった場合は、前述した測距処理と前述した位置検知処理とを行うことで、トラクタ1の左右両側部に沿う方向(前後方向)での物体の対車体位置を特定し(ステップ# 8, # 9)、且つ、今回特定した物体の対車体位置と前回特定した物体の対車体位置との差から前述した変位検知処理と遠近方向変位検知処理とを行い(ステップ# 10, # 11)、その後ステップ# 4に戻る。

測距用電子制御ユニット105は、ステップ# 7において測距動作が無かった場合は、物体が各超音波センサ103A~103C, 104A~104Cの測定範囲Na~Ncから外れたと判断してステップ# 1に戻る。

[0065] 図5及び図6に示すように、衝突回避制御部107は、ソナーシステム106からの情報に基づく障害物判定制御においては、左右いずれかのセンサユニット103, 104の測定範囲Nに入り込んだ物体をいずれかの超音波センサ103A~103C, 104A~104Cが検知したときに、その物体を障害物として判定する。衝突回避制御部107は、ソナーシステム10

6からの情報に基づく衝突回避制御においてはトラクタ1の走行を制御する。

[0066] 図9に示すフローチャートに基づいて、ソナーシステム106からの情報に基づく衝突回避制御での衝突回避制御部107の制御作動について説明する。

まず、衝突回避制御部107は、測距用電子制御ユニット105からの情報に基づいて障害物の対車体位置を判別する（ステップ#20～22）。

衝突回避制御部107は、障害物の対車体位置がトラクタ1の作業装置12から遠い左右いずれか一方の前側領域（測定範囲Na）である場合は、トラクタ1を作業用の設定速度よりも低速の第1速度で走行させる第1低速走行処理を行い（ステップ#23）、その後、障害物の対車体位置が左右いずれか一方の前側領域（測定範囲Na）において遠近方向のうちの接近方向（左右方向のうちの車体方向）に変位したか否かを判定する接近判定処理を行う（ステップ#24）。そして、この接近判定処理において、障害物の対車体位置が接近方向に変位した場合はトラクタ1を停止させる停止処理を行って衝突回避制御を終了する（ステップ#25）。接近方向に変位していない場合はステップ#20に戻る。

衝突回避制御部107は、障害物の対車体位置が左右の前側領域（測定範囲Na）よりもトラクタ1の作業装置12に近い左右いずれか一方の前後中央側領域（測定範囲Nb）である場合は、トラクタ1を第1速度よりも低速の第2速度で走行させる第2低速走行処理を行い（ステップ#26）、その後前述した接近判定処理を行う（ステップ#24）。そして、この接近判定処理において、障害物の対車体位置が接近方向に変位した場合は前述した停止処理を行って衝突回避制御を終了する（ステップ#25）。接近方向に変位していない場合はステップ#20に戻る。

衝突回避制御部107は、障害物の対車体位置が左右の前後中央側領域（測定範囲Nb）よりもトラクタ1の作業装置12に近い左右いずれか一方の後側領域（測定範囲Nc）である場合は、作業装置12が障害物に衝突する

のを回避するために、トラクタ 1 を停止させる停止処理を行って衝突回避制御を終了する（ステップ# 25）。障害物の対車体位置が前側領域（測定範囲 N a）と前後中央側領域（測定範囲 N b）と後側領域（測定範囲 N c）とのいずれでもない場合は、トラクタ 1 を作業用の設定速度で走行させる設定速度走行処理を行い（ステップ# 27）、その後ステップ# 20に戻る。

[0067] このような制御作動を衝突回避制御部 107 が行うことにより、障害物の対車体位置に基づいてトラクタ 1 の走行を適切に制御することができる。その結果、トラクタ 1 が障害物に衝突する虞を回避することができるとともに、トラクタ 1 が障害物に衝突する虞のない状態において低速走行が継続されることによる作業効率の低下を回避することができる。

[0068] ちなみに、衝突回避制御での衝突回避制御部 107 の制御作動として、障害物の対車体位置が前側領域（測定範囲 N a）と前後中央側領域（測定範囲 N b）と後側領域（測定範囲 N c）とのいずれかである場合に報知装置 26 を作動させる報知処理を加えるようにすると好適である。又、障害物の対車体位置がトラクタ 1 に近づくに連れて報知装置 26 の作動を異ならせる（例えば報知音を大きくする等）ようにすると更に好適である。

又、前述した接近判定処理において、障害物の対車体位置が接近方向に変位した場合に、衝突回避制御部 107 が、停止処理に代えて左右の前輪 5 を障害物から離れる方向に操舵する衝突回避用の操舵処理を行うようにしてもよい。

[0069] 衝突回避制御部 107 は、車載記憶部 185 に記憶された地図データと、ソナーシステム 106 が取得する物体の位置情報と、車体データに含まれている物体を検知した超音波センサ 103 A～103 C, 104 A～104 C の位置情報（トラクタ 1 に対する超音波センサ 103 A～103 C, 104 A～104 C の取り付け位置等）と、測位ユニット 21 からの測位情報に含まれているトラクタ 1 の位置情報とに基づいて、作業地等における物体（障害物）の位置を特定して地図データに書き加える地図データ更新処理を行うことができる。

これにより、圃場等の作業地においてトラクタ 1 を作業地の周囲に沿って走行させた場合には、作業地（圃場）の周囲に存在する柵や畦の位置、あるいは、作業地に対する出入り口等の位置を特定して地図データに書き加えることができる。

又、トラクタ 1 を納屋に格納する場合等においては、納屋に対する出入り口の位置、あるいは、納屋の内部に存在する柱や農機具等の物体の位置を特定して地図データに書き加えることができる。

[0070]〔別実施形態〕

本発明の他の実施形態について説明する。

尚、以下に説明する各実施形態の構成は、それぞれ単独で適用することに限らず、他の実施形態の構成と組み合わせて適用することも可能である。

[0071]（1）作業車両 1 の構成に関する代表的な別実施形態は以下の通りである。

例えば、作業車両 1 は、左右の後輪 6 に代えて左右のクローラを備えるセミクローラ仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両 1 は、左右の前輪 5 及び左右の後輪 6 に代えて左右のクローラを備えるフルクローラ仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両 1 は、エンジン 9 の代わりに電動モータを備える電動仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両 1 は、エンジン 9 と電動モータとを備えるハイブリッド仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両 1 は、左右の後輪 6 が操舵輪として機能する後輪ステアリング仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両 1 は、自動走行システムを利用して複数の作業車両 1 を併走させて作業を行うように構成されていてもよい。

例えば、作業車両 1 は、その前後いずれか一方のみに作業装置 1 2 が連結された構成であってもよい。

例えば、作業車両 1 は、キャビン 1 0 に代えて、走行機体 7 から搭乗空間の上方に延びる保護フレームを備えるように構成されていてもよい。

[0072] (2) センサユニット103, 104の装備数量及び配置等は種々の変更が可能である。

例えば、左右のセンサユニット103, 104は、キャビン10における左右両側部の下端部等に備えられていてもよい。

例えば、センサユニット103, 104は、ボンネット8の前端部やキャビン10の背面部等の作業車両1における前後の両側部に備えられていてもよく、又、作業車両1における前後の一側部に備えられていてもよい。

[0073] (3) センサユニット103, 104における超音波センサ103A~103C, 104A~104Cの装備数量及び配置等は種々の変更が可能である。

例えば、図10に示すように、左右のセンサユニット103, 104において、夫々、3つの超音波センサ103A~103C, 104A~104Cを、それらの測定範囲Na~Ncが前後方向で重なり合う測定範囲Nab, Nbcを有するように配置してもよい。この場合、測距用の制御部(測距用電子制御ユニット)105は、前述した位置検知処理及び変位検知処理を、5つの測定範囲Na, Nab, Nb, Nbc, Ncに基づいて行うことができる。

例えば、図11~13に示すように、左右のセンサユニット103, 104において、夫々、4つの超音波センサ103A~103D, 104A~104Dを、それらの測定範囲Na~Ndが左右両側部に沿う方向(前後方向)と左右両側部に対する遠近方向(左右方向)との双方で連続する位置関係となるように、縦横に整列して配置してもよい。この場合、測距用の制御部(測距用電子制御ユニット)105は、前述した位置検知処理及び変位検知処理を、平面視で縦横に整列配置された4つの測定範囲Na, Nb, Nc, Ndに基づいて行うことができる。

例えば、図14に示すように、左右のセンサユニット103, 104において、夫々、3つの超音波センサ103A~103C, 104A~104Cを、それらの測定範囲Na~Ncが左右両側部に沿う方向(前後方向)に等

間隔で位置しながら連続するように、ボンネット 8 の左右両側部と左右の乗降ステップ 4 1, 4 2 と左右のリアフェンダ 2 8 とに分散して配置してもよい。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明に係る作業車両用の障害物検知システムは、例えば、トラクタ、乗用草刈機、乗用田植機、コンバイン、運搬車、除雪車、ホイールローダ等の乗用作業車両、及び、無人草刈機などの無人作業車両に適用することができる。

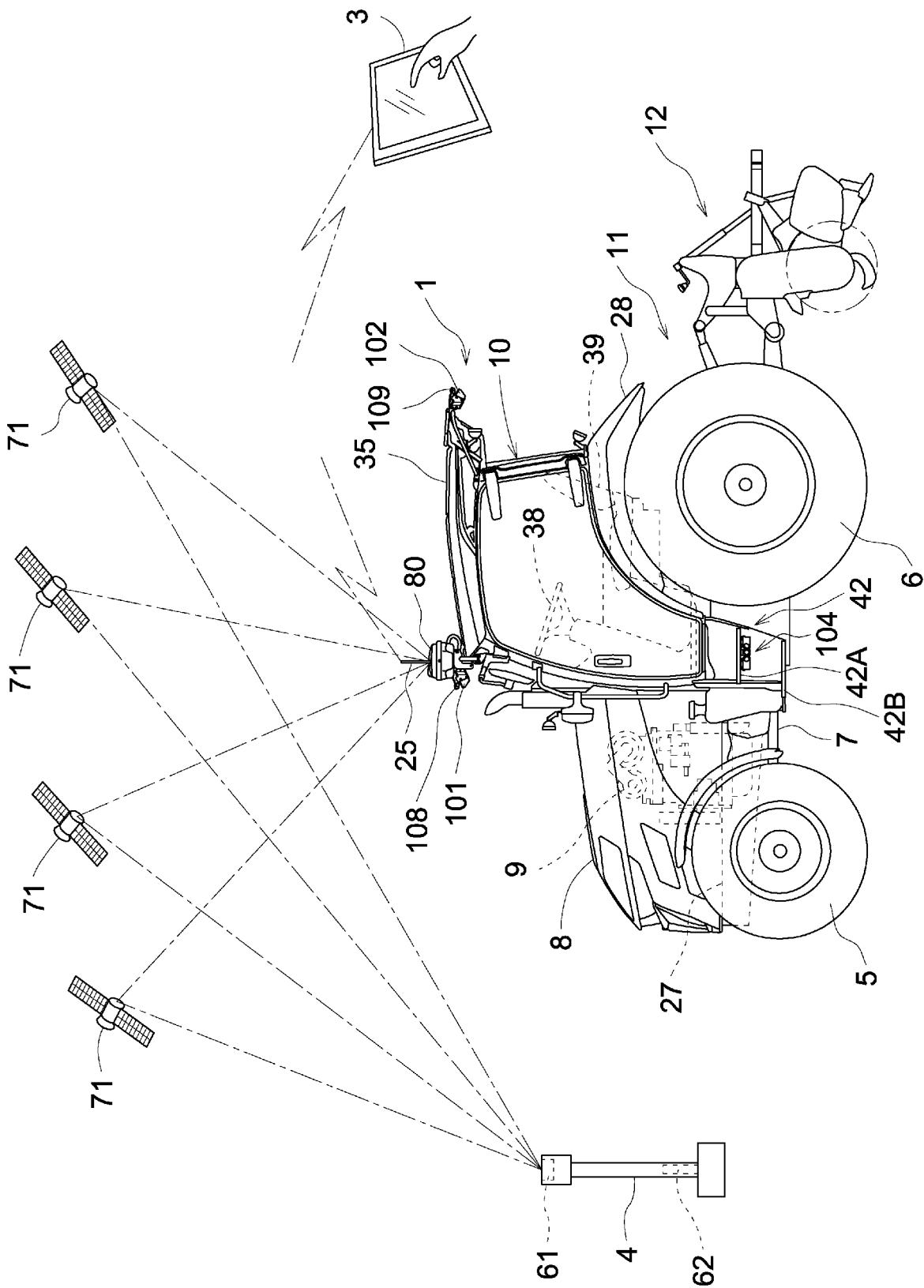
符号の説明

- [0075] 1 作業車両
- 1 0 3 センサユニット（右センサユニット）
- 1 0 3 A 第 1 超音波センサ
- 1 0 3 B 第 2 超音波センサ
- 1 0 3 C 第 3 超音波センサ
- 1 0 4 センサユニット（左センサユニット）
- 1 0 4 A 第 1 超音波センサ
- 1 0 4 B 第 2 超音波センサ
- 1 0 4 C 第 3 超音波センサ
- 1 0 5 測距用の制御部（測距用電子制御ユニット）
- 1 0 7 衝突回避制御部
- N a 測定範囲
- N b 測定範囲
- N c 測定範囲

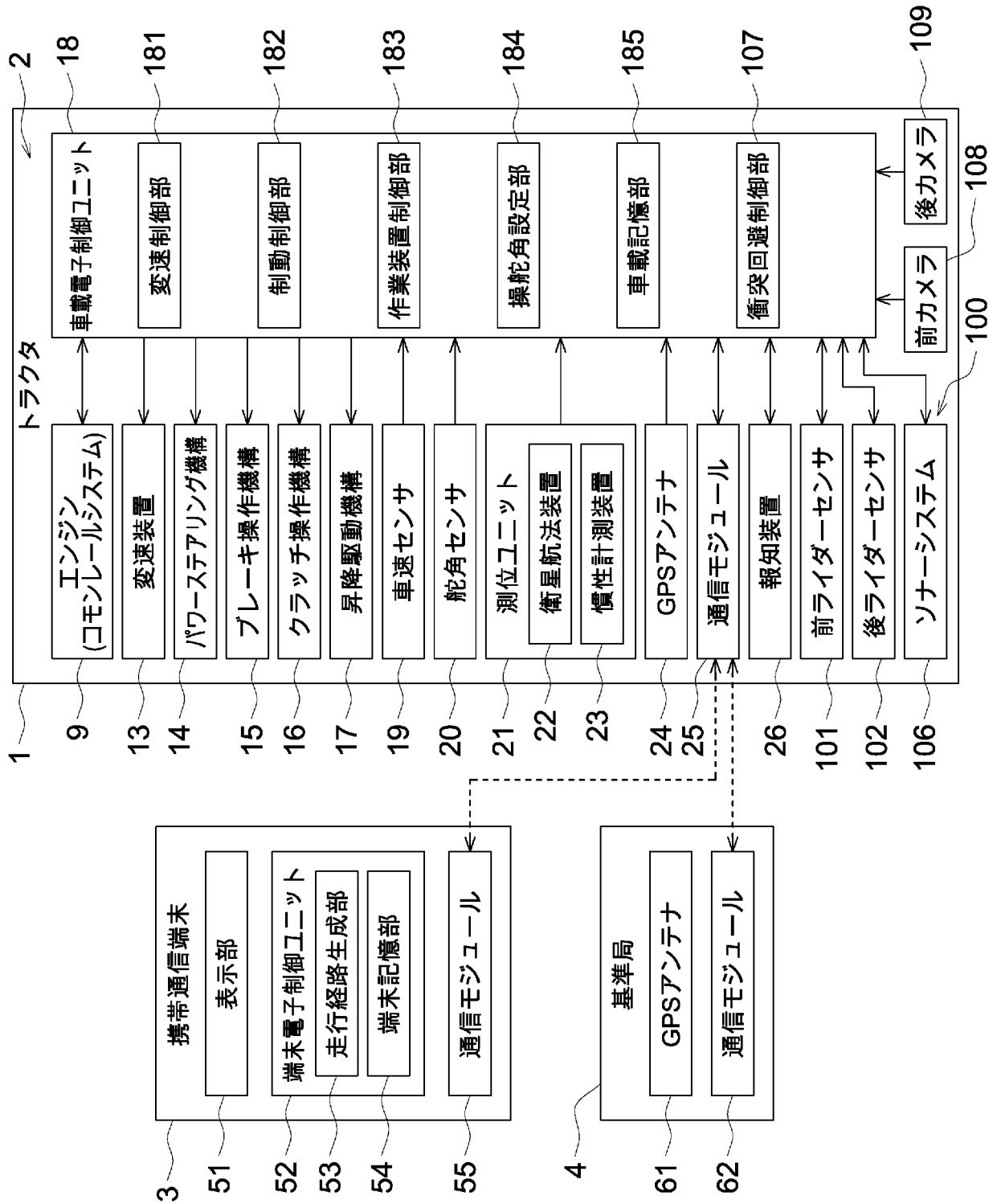
請求の範囲

- [請求項1] 3個以上の超音波センサを有して作業車両における前後左右の一側部に配置されるセンサユニットと、
- 前記超音波センサの測距動作に基づいて前記超音波センサの測定範囲に入り込んだ物体の距離を測定する測距用の制御部とを備え、
- 前記超音波センサの夫々は、少なくとも2個の前記超音波センサの前記測定範囲が前記一側部に沿う方向で連続する位置関係で前記一側部に配置され、
- 前記制御部は、前記測定範囲が連続する前記超音波センサの測距動作に基づいて、前記一側部に沿う方向での前記物体の対車体位置を検知する位置検知処理と、前記測定範囲が連続する前記超音波センサの測距動作順序に基づいて、前記一側部に沿う方向での前記物体の移動を検知する変位検知処理とを行う作業車両用の障害物検知システム。
- [請求項2] 前記センサユニットは4個以上の前記超音波センサを有し、
- 前記超音波センサの夫々は、前記一側部において、前記測定範囲が前記一側部に沿う方向と前記遠近方向との双方で連続する位置関係で縦横に整列して配置され、
- 前記制御部は、前記位置検知処理においては、前記測定範囲が連続する前記超音波センサの測距動作に基づいて、前記センサユニットの測定範囲での前記物体の対車体位置を検知し、前記変位検知処理においては、前記測定範囲が連続する前記超音波センサの測距動作順序に基づいて、前記センサユニットの測定範囲での前記物体の移動を検知する請求項1に記載の作業車両用の障害物検知システム。
- [請求項3] 前記制御部からの情報に基づいて、前記作業車両と前記物体との衝突を回避する衝突回避制御を行う衝突回避制御部を備え、
- 前記衝突回避制御部は、前記衝突回避制御において前記作業車両の走行を制御する請求項1又は2に記載の作業車両用の障害物検知システム。

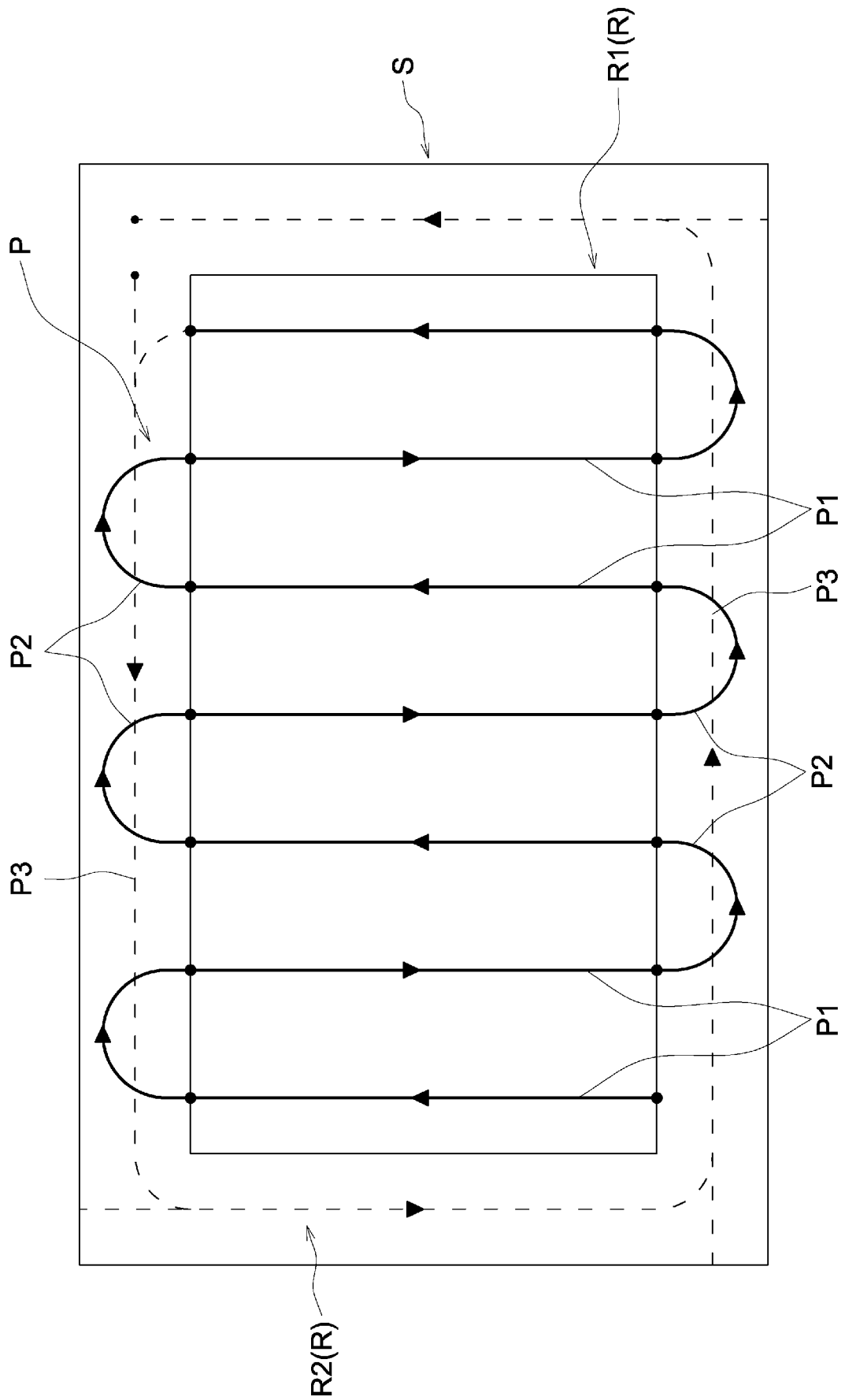
[図1]



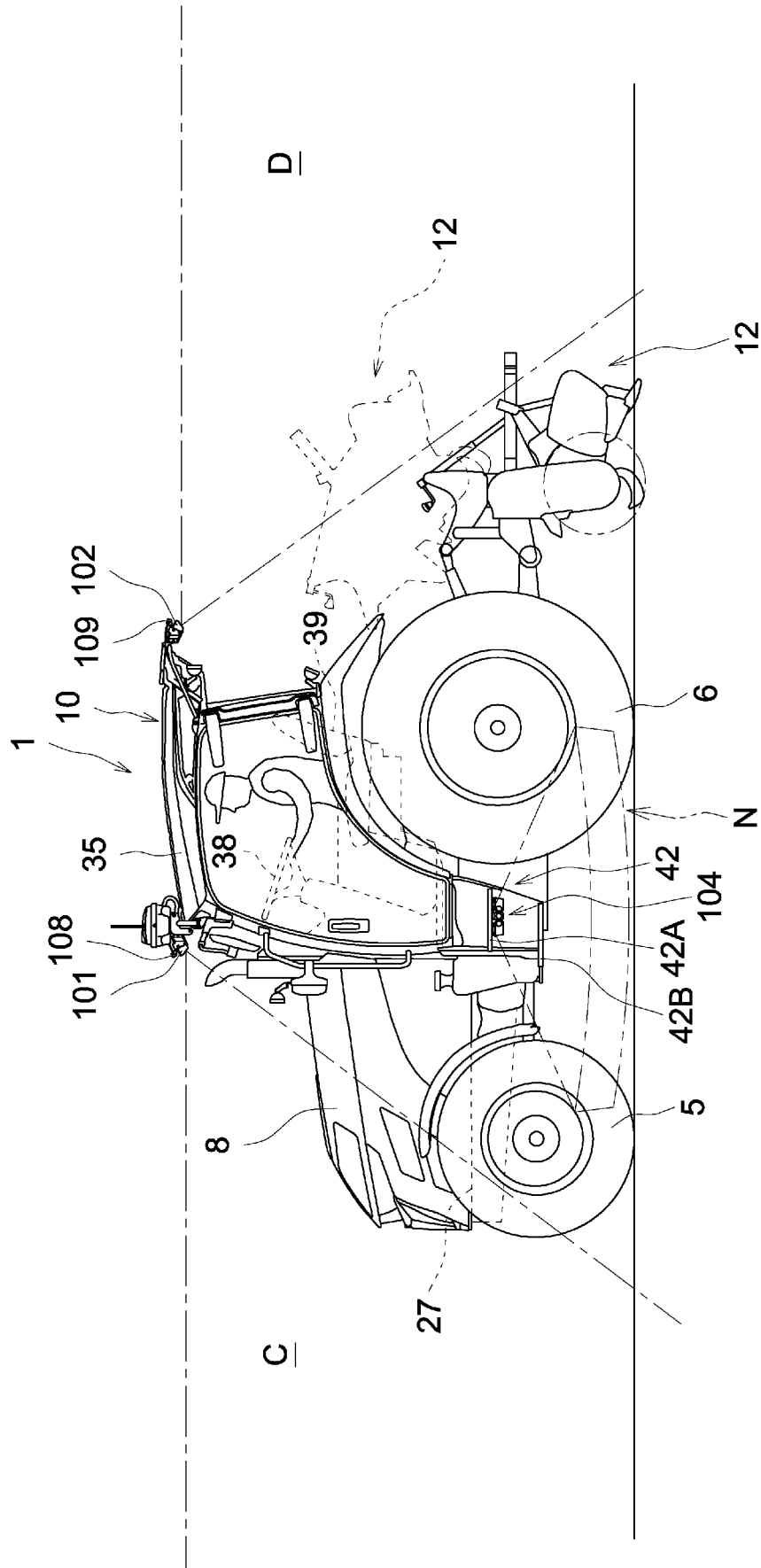
[図2]



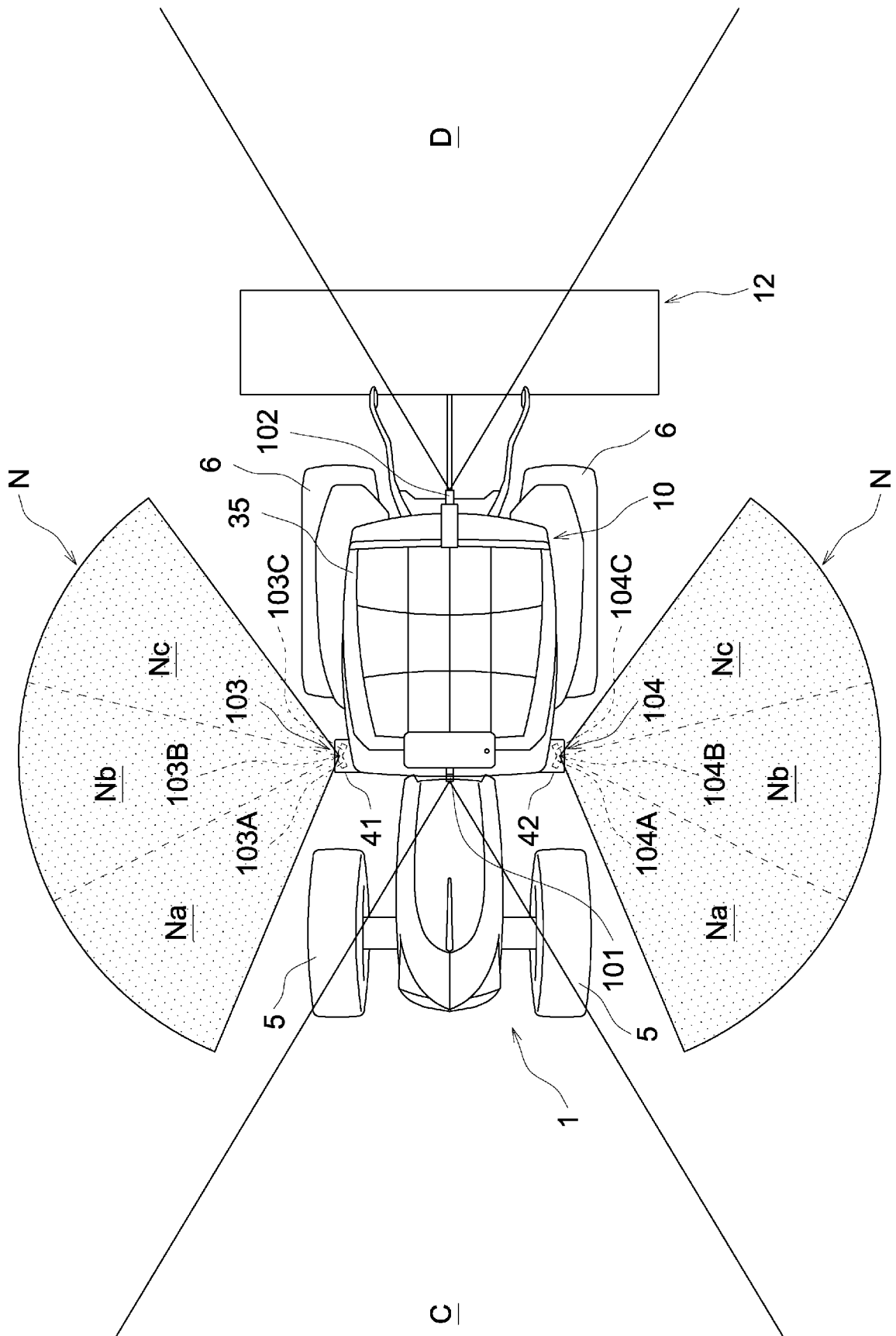
[図3]



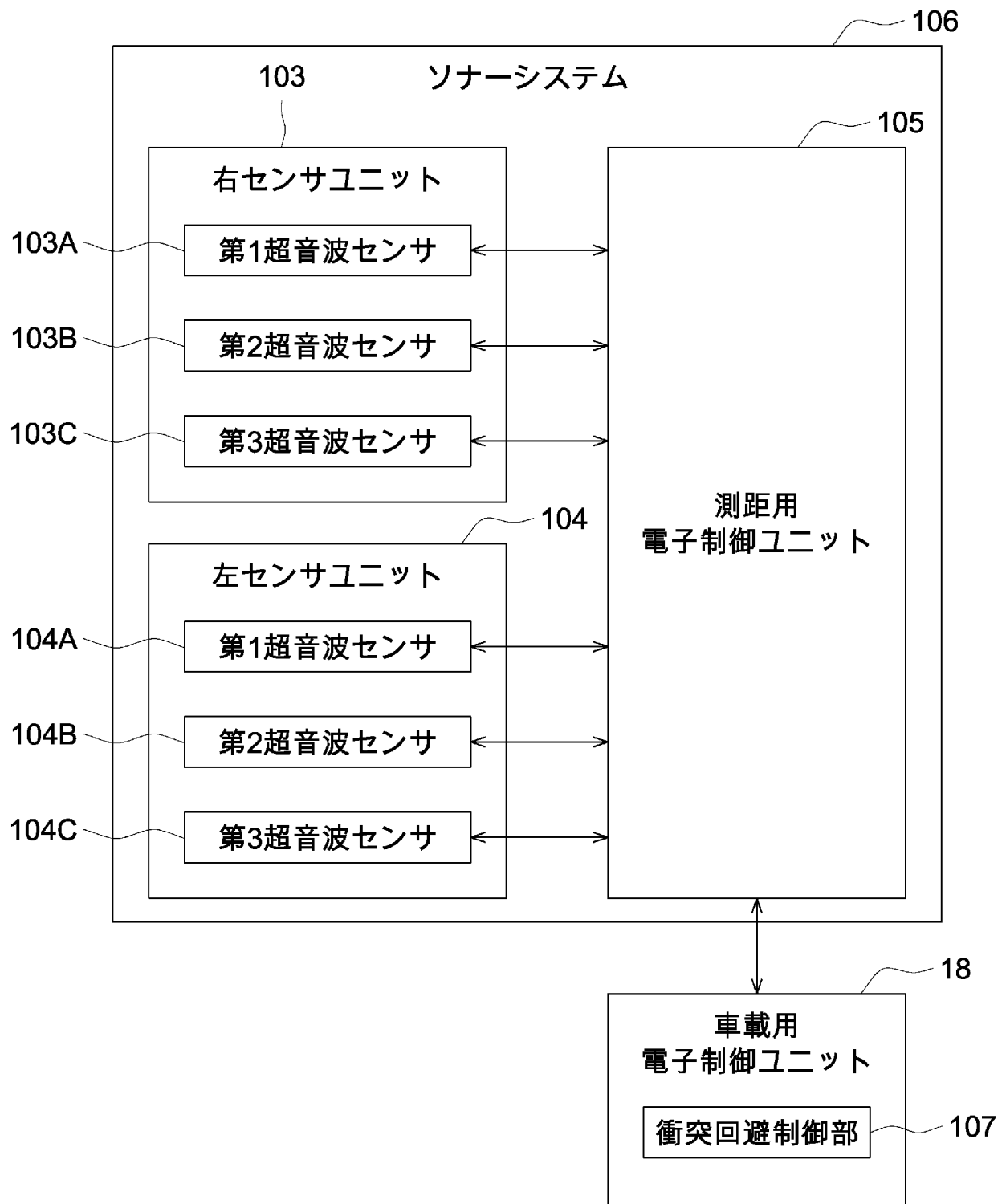
[図4]



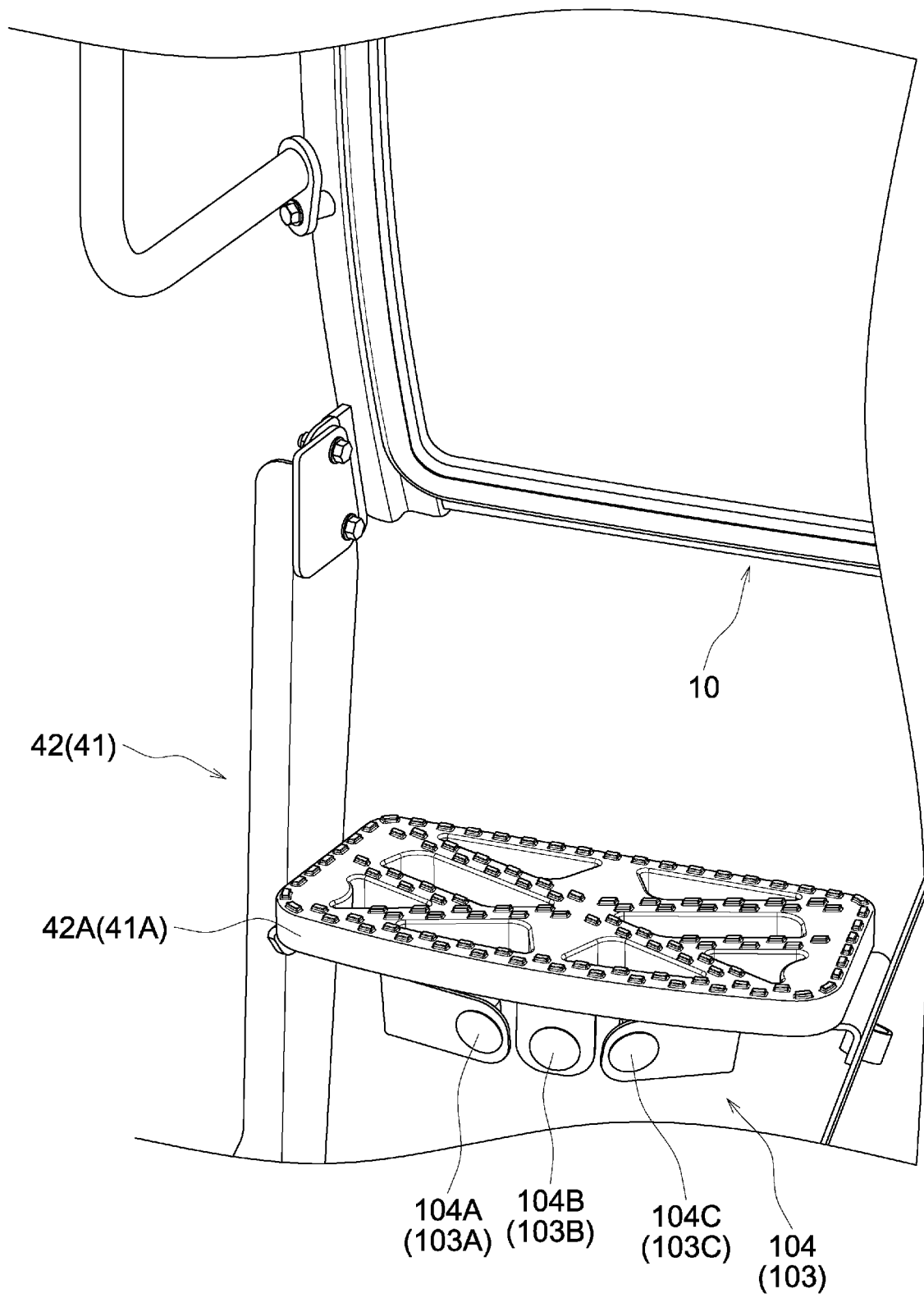
[図5]



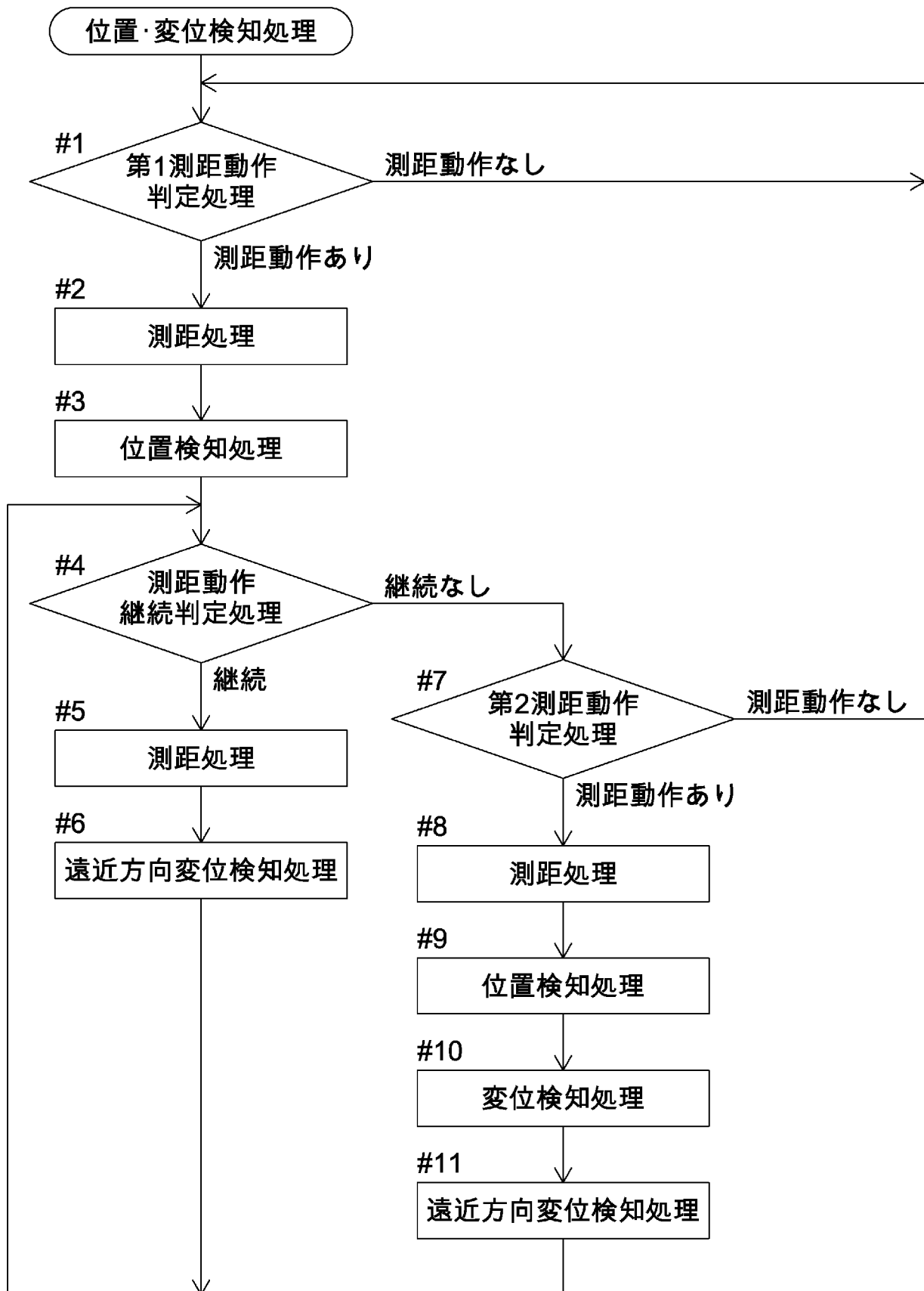
[図6]



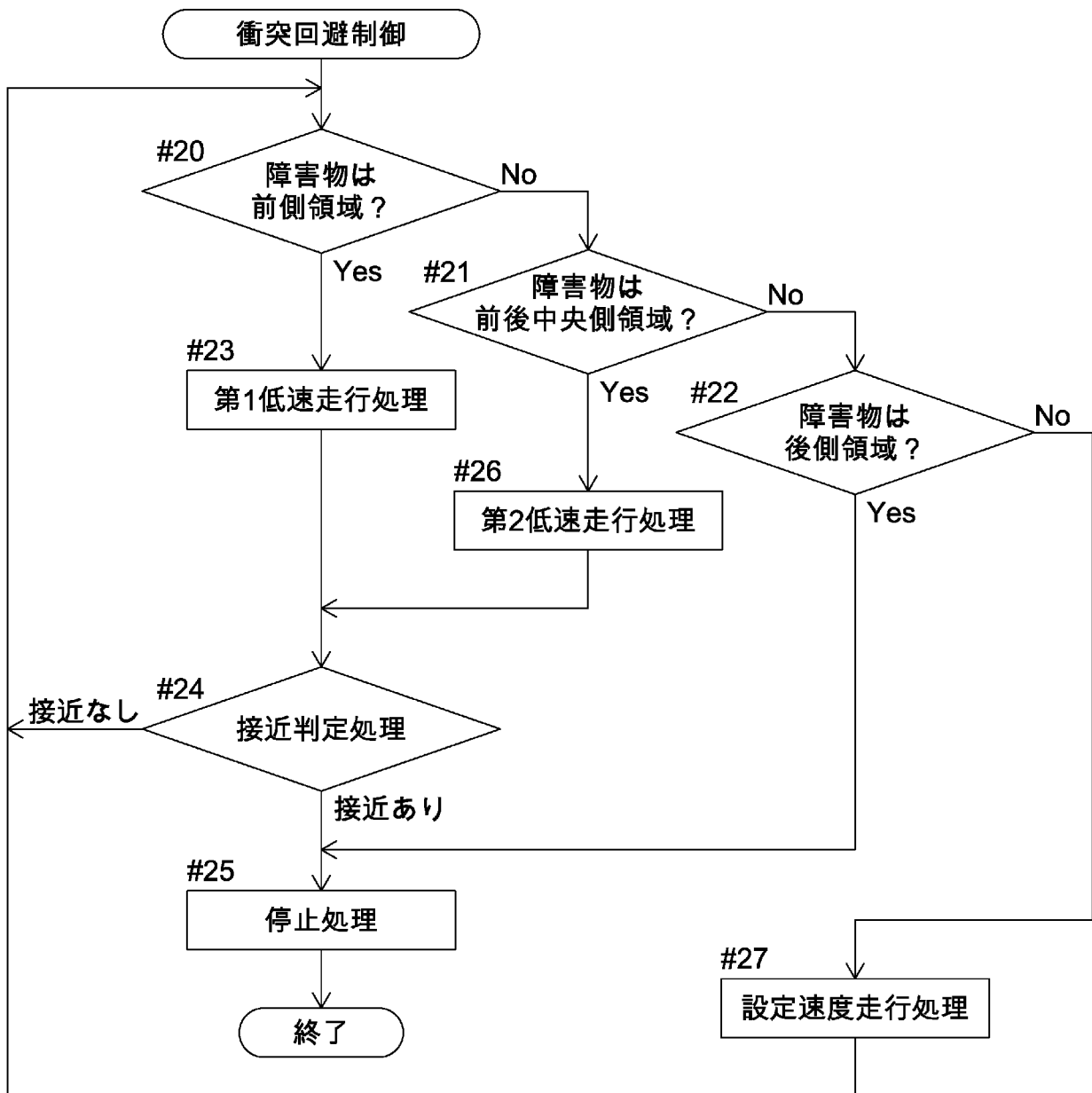
[図7]



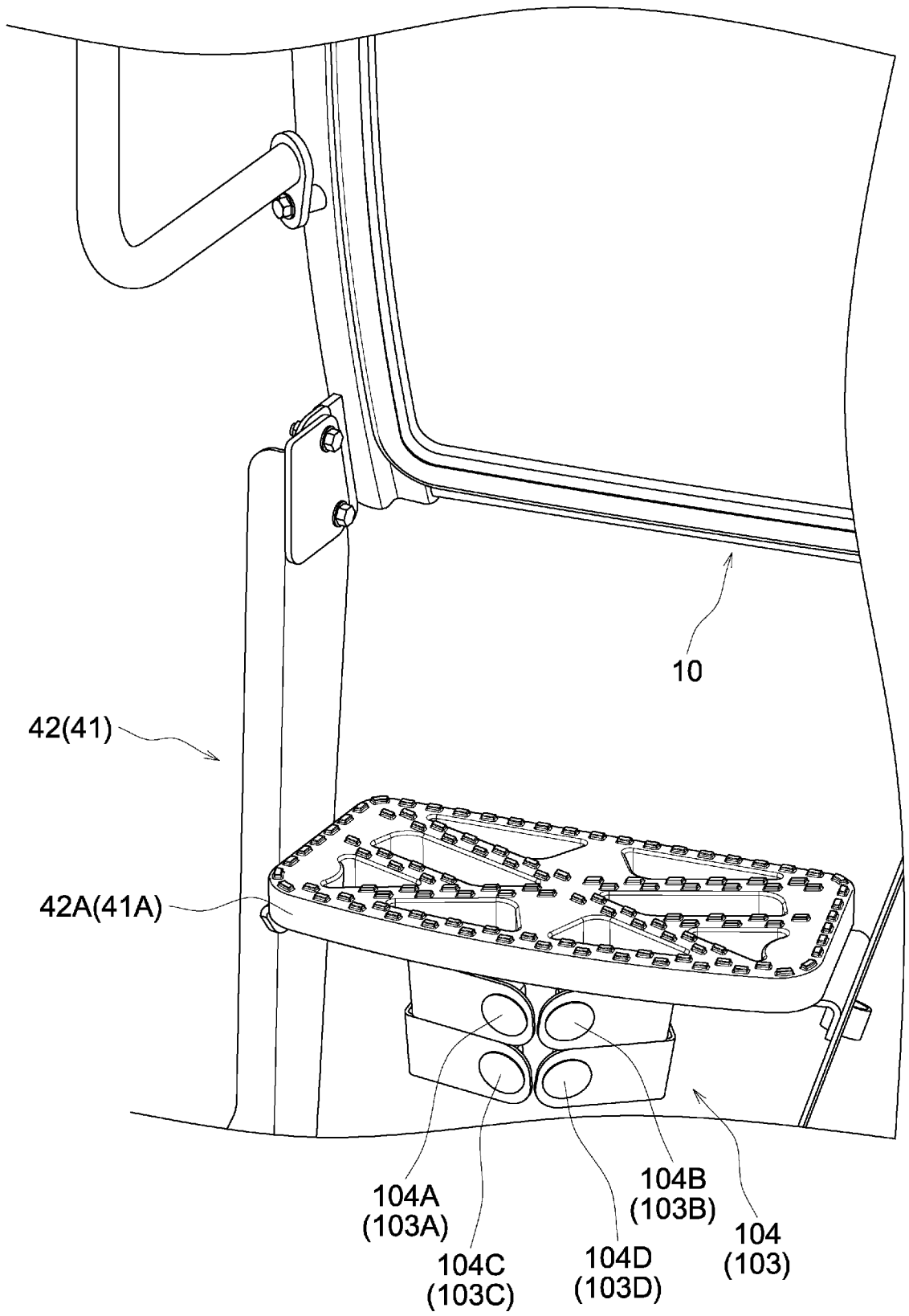
[図8]



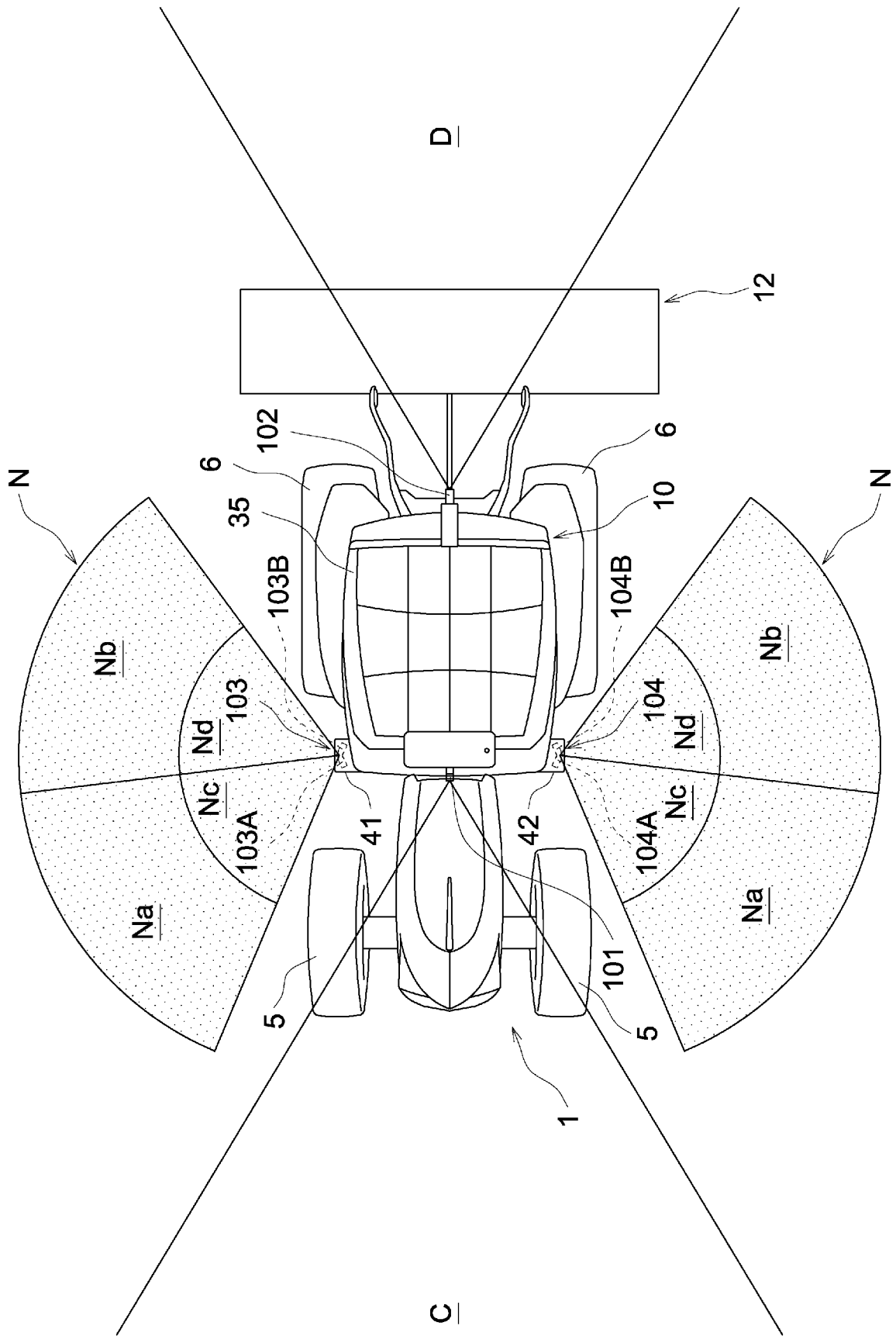
[図9]



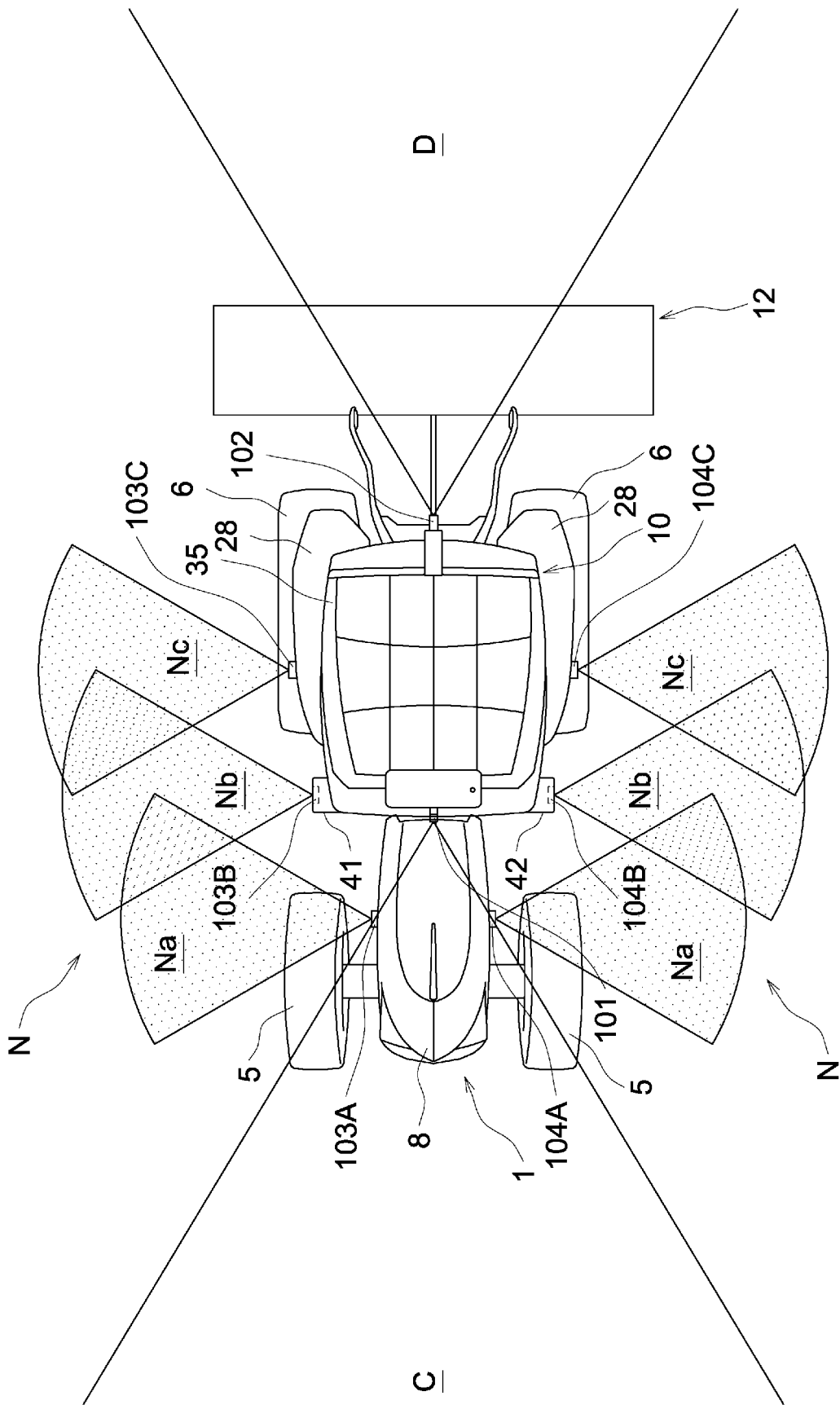
[図11]



[図12]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/007166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01S15/62 (2006.01) i, G01S15/93 (2006.01) i, G05D1/02 (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. G01S7/52-G01S7/64, G01S15/00-G01S15/96, G05D1/02

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2015-191441 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02	<u>1, 3</u>
Y	November 2015, paragraphs [0012]-[0014], [0021]-[0028], fig. 2	2
Y	KR 10-2016-0103254 A (HANBAT NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COLLABORATION FOUNDATION) 01 September 2016, paragraphs [0030], [0031], [0037], fig. 6	2
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 156709/1988 (Laid-open No. 077685/1990) (AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO., LTD.) 14 June 1990, description, pp. 2, 3 & JP 2-077685 U	1-3

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
08.04.2019

Date of mailing of the international search report
16.04.2019

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 REPORTInternational application No.
PCT/JP2019/007166

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/145141 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 24 November 2011, paragraphs [0024]-[0027], [0039], fig. 14-17	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/007166

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2015-191441 A	2015.11.02	(Family: none)	
KR 10-2016-0103254 A	2016.09.01	KR 10-1735289 B1	2017.05.16
WO 2011/145141 A1	2011.11.24	US 2012/0327239 A1 paragraphs [0067]- [0070], [0086], fig. 14-17	2012.12.27
		CN 102906593 A	2013.01.30

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01S15/62(2006.01)i, G01S15/93(2006.01)i, G05D1/02(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. G01S 7/52 - G01S 7/64, G01S 15/00 - G01S 15/96, G05D1/02

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2015-191441 A (三菱電機株式会社) 2015. 11. 02	1, 3
Y	* [0012]-[0014], [0021]-[0028], 図 2 *	2
Y	KR 10-2016-0103254 A (HANBAT NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COLLABORATION FOUNDATION) 2016. 09. 01 * [0030]-[0031], [0037], 図 6 *	2

☞ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 08. 04. 2019	国際調査報告の発送日 16. 04. 2019
----------------------------	----------------------------

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) 高場 正光 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2 S	2910
--	--	-----	------

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	日本国実用新案登録出願 63-156709 号(日本国実用新案登録出願公開 2-077685 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (曙ブレーキ工業) 1990.06.14 * 明細書第 2-3 頁 * & JP 2-077685 U	1-3
A	WO 2011/145141 A1 (三菱電機株式会社) 2011.11.24 * [0024]-[0027], [0039], 図 14-17 *	1-3

JP 2015-191441 A	2015. 11. 02	(ファミリーなし)	
_____	_____	_____	_____
KR 10-2016-0103254 A	2016. 09. 01	KR 10-1735289 B1	2017. 05. 16
_____	_____	_____	_____
WO 2011/145141 A1	2011. 11. 24	US 2012/0327239 A1	2012. 12. 27
		* [0067]-[0070], [0086],	
		図 14-17 *	
		CN 102906593 A	2013. 01. 30
_____	_____	_____	_____