(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
2014 年 3 月 27 日(27.03.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/045458 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 7/18 (2006.01) *G06T 1/00* (2006.01)
B60R 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/077063

(22) 国際出願日: 2012 年 10 月 19 日(19.10.2012)

(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 2012-208734 2012 年 9 月 21 日(21.09.2012) JP

(71) 出願人: 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂２－３－６ Tokyo (JP).

(72) 発明者: 田貫 富和 (TANUKI, Tomikazu); 〒2548567 神奈川県平塚市万田１２００ 株式会社小松製作所 研究本部内 Kanagawa (JP). 栗原毅 (KURIHARA, Takeshi); 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮３－２５－１ 株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

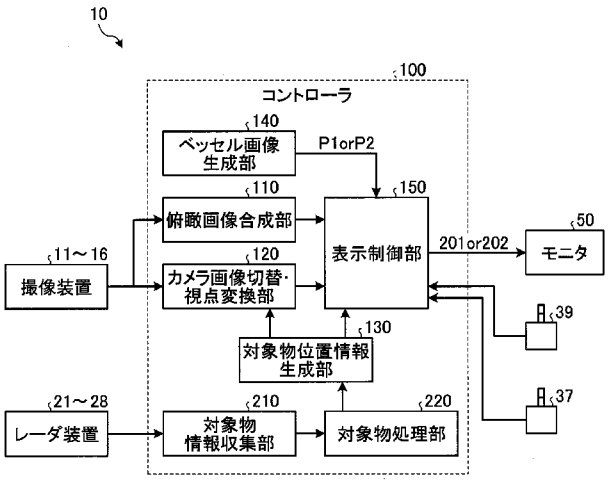
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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

[続葉有]

(54) **Title**: PERIPHERY-MONITORING SYSTEM FOR WORK VEHICLE, AND WORK VEHICLE

(54) 発明の名称 : 作業車両用周辺監視システム及び作業車両



11-16 Imaging device
21-28 Radar device
50 Monitor
100 Controller
110 Overhead-image synthesis unit
120 Camera-image-switching/viewpoint-converting unit
130 Imaging-subject-position-information generation unit
140 Bessel-image generation unit
150 Display control unit
210 Imaging-subject-information collection unit
220 Imaging-subject processing unit

(57) **Abstract**: A periphery-monitoring system (10) for a work vehicle includes a plurality of imaging devices (11-16) for imaging the periphery of a work vehicle and outputting the product thereof as image information, an overhead-image synthesis unit (110) for synthesizing the image information obtained by the imaging devices (11-16), and generating overhead-image information for use in the display of an overhead image on the monitor (50), and a display control unit (150) for displaying one of the following images on the monitor (50): a first overhead image obtained by superimposing a first Bessel image, which contains at least a Bessel from which a section to the rear of the work vehicle has been removed and the front and rear wheels displayed in this Bessel, over the work-vehicle region in the overhead image; or a second overhead image obtained by superimposing a second Bessel image, which contains at least all Bessels and the front and rear wheels displayed in the Bessels, over the work-vehicle region in the overhead image.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/045458 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

作業車両用周辺監視システム１０は、作業車両の周囲を撮像し、画像情報として出力する複数の撮像装置１１～１６と、撮像装置１１～１６から取得した画像情報を合成して俯瞰画像をモニタ５０に表示するための俯瞰画像情報を生成する俯瞰画像合成部１１０と、作業車両の後方側における一部が除かれたベッセルとこのベッセルに表示された前輪及び後輪とを少なくとも含む第１ベッセル画像が、俯瞰画像の作業車両の領域に重ねられた第１俯瞰画像と、すべてのベッセルとこのベッセルに表示された前輪及び後輪とを少なくとも含む第２ベッセル画像が、俯瞰画像の作業車両の領域に重ねられた第２俯瞰画像と、のいずれか一方をモニタ５０に表示する表示制御部１５０と、を含む。

明　細　書

発明の名称 ： 作業車両用周辺監視システム及び作業車両

技術分野

[0001] 本発明は、作業車両の周辺を監視する技術に関する。

背景技術

[0002] 土木作業現場又は鉱山の採石現場では、ダンプトラック、油圧ショベル等といった様々な作業車両が稼働する。特に鉱山においては、超大型の作業車両が用いられる。このような作業車両は、一般的な車両と比較して著しく車幅及び車高、さらには前後長さが大きいため、サイドミラー等によって周辺の状況をオペレータが確認し、把握することが困難である。このため、車両周辺の状況をオペレータに簡易に把握させ、運転支援をする技術として、車両の周辺を監視する装置が提案されている。例えば、鳥瞰されたダンプトラックの全体を表すグラフィック画像又は輪郭画像を、複数のカメラの出力に基づく鳥瞰図画像に透過的に多重する技術が記載されている（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－０９３６０５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 作業車両のオペレータは、作業車両を操作する際に、作業車両とその周囲に存在する物体との関係を把握するため、俯瞰画像に作業車両の全体を表示したい場合がある。このとき、作業車両の下方を透過して俯瞰画像に表示すると、オペレータは作業車両の全体を把握しにくい可能性がある。その結果、オペレータ（作業車両を点検又は修理する際はサービスマン）は、作業車両とその周囲に存在する物体との関係を把握しにくくなる可能性がある。

[0005] 本発明は、複数の撮像装置が撮像した画像を合成した俯瞰画像によって運

転支援をするにあたって、作業車両の操作者が理解しやすい画像を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、前輪及び後輪を支持する車体フレームと、前記後輪よりも前記車体フレームの後方に張り出して積荷を積載するベッセルとを含む作業車両の周辺を監視するシステムであり、前記作業車両に取り付けられて前記作業車両の周囲を撮像し、画像情報として出力する複数の撮像装置と、複数の前記画像情報を取得し、取得した前記画像情報を合成して前記作業車両及びその周辺の俯瞰画像を表示装置に表示するための俯瞰画像情報を生成する俯瞰画像合成部と、前記作業車両の後方側における一部が除かれた前記ベッセルと当該ベッセルとともに表示される前記前輪及び前記後輪とを少なくとも含む第１ベッセル画像が、前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねられた第１画像と、すべての前記ベッセルと当該ベッセルに表示された前記前輪及び前記後輪とを少なくとも含む第２ベッセル画像が、前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねられた第２画像と、のいずれか一方を前記表示装置に表示する表示制御部と、を含むことを特徴とする作業車両用周辺監視システムである。

[0007] 本発明において、前記表示制御部は、前記前輪及び前記後輪の全体を表示することが好ましい。

[0008] 本発明において、前記後輪は、前記ベッセルの左側と右側とにそれぞれ複数の車輪が表示されることが好ましい。

[0009] 本発明において、前記第１ベッセル画像は、前記作業車両の後方側における前記後輪の端部よりも後方が除かれていることが好ましい。

[0010] 本発明において、前記表示制御部は、前記第１画像の表示と前記第２画像との表示を切り替えることが好ましい。

[0011] 本発明は、前輪及び後輪を支持する車体フレームと、前記後輪よりも前記車体フレームの後方に張り出して積荷を積載するベッセルとを含む作業車両の周辺を監視するシステムであり、前記作業車両に取り付けられて前記作業

車両の周囲を撮像し、画像情報として出力する複数の撮像装置と、複数の前記画像情報を取得し、取得した前記画像情報を合成して前記作業車両及びその周辺の俯瞰画像を表示装置に表示するための俯瞰画像情報を生成する俯瞰画像合成部と、前記作業車両の後方側における一部が除かれた前記ベッセルと当該ベッセルとともに表示される前記前輪及び前記後輪の全体とを少なくとも含む第１ベッセル画像が、前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねられた第１俯瞰画像と、すべての前記ベッセルと当該ベッセルに表示された前記前輪及び前記後輪の全体とを少なくとも含む第２ベッセル画像が、前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねられた第２俯瞰画像と、のいずれか一方を前記表示装置に表示する表示制御部と、を含み、前記後輪は、前記ベッセルの左側と右側とにそれぞれ複数の車輪が表示され、さらに、前記第１ベッセル画像は、前記作業車両の後方側における前記後輪の端部よりも後方が除かれていることを特徴とする作業車両用周辺監視システムである。

[0012] 本発明は、前記作業車両用周辺監視システムを備えたことを特徴とする作業車両である。

[0013] 本発明は、複数の撮像装置が撮像した画像を合成した俯瞰画像によって運転支援をするにあたって、作業車両の操作者が理解しやすい画像を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図１は、本実施形態に係る作業車両を示す斜視図である。

[図2]図２は、本実施形態に係る作業車両が有するキャブ３の構造及び内部を示す図である。

[図3]図３は、本実施形態に係る周辺監視システム１０を示す図である。

[図4]図４は、本実施形態に係る周辺監視システム１０が有する撮像装置１１～１６を搭載したダンプトラック１の斜視図である。

[図5]図５は、複数の撮像装置１１～１６によって撮像される領域及び複数の撮像装置１１～１６によって撮像された画像の情報に基づいて生成された俯

瞰画像２００を示す模式図である。

[図6]図６は、レーダ装置２１～２６の配置を示す斜視図である。

[図7]図７は、仮想投影面ＶＰを用いた画像変換の手法を示す図である。

[図8]図８は、俯瞰画像情報２００Ｉを示す概念図である。

[図9]図９は、第１ベッセル画像２００Ｂ１を示す図である。

[図10]図１０は、第２ベッセル画像２００Ｂ２を示す図である。

[図11]図１１は、第１俯瞰画像２０１の一例を示す図である。

[図12]図１２は、第２俯瞰画像２０２の一例を示す図である。

[図13]図１３は、第１俯瞰画像２０１の表示と第２俯瞰画像２０２の表示とを切り替える制御の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。以下の説明において、前、後、左及び右は、運転席に着座した操作者であるオペレータを基準とする用語である。例えば、前は、運転席に着座したオペレータの視線が向かう側であり、運転席からオペレータによって操作されるハンドルに向かう側である。後は、前の反対側であり、ハンドルから運転席に向かう側である。作業車両の車幅方向は、作業車両の左右方向と同義である。

[0016] ＜作業車両＞

図１は、本実施形態に係る作業車両を示す斜視図である。図２は、本実施形態に係る作業車両が有するキャブ３の構造及び内部を示す図である。本実施形態において、作業車両としてのダンプトラック（オフハイウェイトラックともいう）１は、鉱山での作業等に用いられる自走式の超大型の車両である。ダンプトラックの形式は限定されるものではない。ダンプトラック１は、例えば、アーティキュレーテッド式等であってもよい。ダンプトラック１は、車体部２と、キャブ３と、ベッセル４と、前輪５と、後輪６とを含む。車体部２は、アッパデッキ２ｂ及び前後方向に沿って配置されたフレーム２

ｆを含む。また、ダンプトラック１は、自身の周囲を監視して、その結果を表示する周辺監視システムを有する。周辺監視システムの詳細は後述する。

[0017] 本実施形態において、ダンプトラック１は、ディーゼルエンジン等の内燃機関が発電機を駆動することによって発生した電力で電動機を駆動し、後輪６を駆動する。このように、ダンプトラック１は、いわゆる電気駆動方式であるが、ダンプトラック１の駆動方式はこれに限定されるものではない。例えば、ダンプトラック１は、内燃機関の動力を、トランスミッションを介して後輪６へ伝達し、これを駆動するものであってもよいし、架線からトロリーを介して供給された電力で電動機を駆動し、この電動機によって後輪６を駆動するものであってもよい。

[0018] フレーム２ｆは、内燃機関及び発電機等の動力発生機構とその補機類とを支持している。フレーム２ｆの前部には、左右の前輪５（図１では右前輪のみを示している）が支持されている。フレーム２ｆの後部には、左右の後輪６（図１では右後輪のみを示している）が支持されている。前輪５及び後輪６は、直径が２ｍ（メートル）～４ｍ（メートル）程度である。後輪６は、ベッセル４の幅方向内側の位置又はベッセル４の幅方向外側と後輪６の幅方向外側とがほぼ同じ位置に配置される。フレーム２ｆは、ロアデッキ２ａと、アッパデッキ２ｂとを有する。このように、鉱山で用いられるダンプトラック１は、ロアデッキ２ａとアッパデッキ２ｂとを有する二重デッキ構造となっている。

[0019] ロアデッキ２ａは、フレーム２ｆの前面の下部に取り付けられる。アッパデッキ２ｂは、ロアデッキ２ａの上方に配置されている。ロアデッキ２ａの下方には、例えば、キャブ３への乗降用に用いられる可動式のラダー２ｃが配置されている。ロアデッキ２ａとアッパデッキ２ｂとの間には、両者の間を行き来するための斜めラダー２ｄが配置されている。また、ロアデッキ２ａとアッパデッキ２ｂとの間には、ラジエーターが配置されている。アッパデッキ２ｂの上には、柵状の手すり２ｅが配置されている。本実施形態において、ラダー２ｃ及び斜めラダー２ｄは、アッパデッキ２ｂ及びロアデッキ

２ａの一部であるものとする。

[0020] 図１に示すように、キャブ（運転室）３は、アッパデッキ２ｂ上に配置されている。キャブ３は、アッパデッキ２ｂ上において、車幅方向の中央よりも車幅方向における一方側にずらされて配置されている。具体的には、キャブ３は、アッパデッキ２ｂ上において車幅方向の中央よりも左側に配置されている。キャブ３の配置は、車幅方向の中央よりも左側に限定されるものではない。例えば、キャブ３は、車幅方向の中央よりも右側に配置されていてもよいし、車幅方向の中央に配置されていてもよい。キャブ３内には、運転席、ハンドル、シフトレバー、アクセルペダル及びブレーキペダル等の操作部材が配置されている。

[0021] 図２に示すように、キャブ３は、複数本（本実施形態では４本）の支柱３ａ、３ｂ、３ｃ、３ｄを含むＲＯＰＳ（Roll-Over Protection System：転倒時保護構造）を備えている。ＲＯＰＳは、万一ダンプトラック１が転倒した場合、キャブ３内のオペレータを保護する。ダンプトラック１の運転者は、車体部２の左側の路肩を容易に確認できる状態で走行するが、車体部２の周囲を確認するためには、頭を大きく動かす必要がある。また、アッパデッキ２ｂには、ダンプトラック１の周囲を確認するために、図示しないサイドミラーが複数設けられている。これらのサイドミラーは、キャブ３から離れた位置に配置されているので、運転者は、サイドミラーを用いて車体部２の周辺を確認する場合にも、頭を大きく動かす必要がある。

[0022] 図２に示すように、キャブ３内には、運転席３１、ハンドル３２、ダッシュカバー３３、無線装置３４、ラジオ受信機３５、リターダ３６、シフトレバー３７、トレーナー席３８、図２には示していない監視制御装置としてのコントローラ（詳細は後述する）、モニタ５０、アクセルペダル及びブレーキペダル等が設けられている。モニタ５０は、ダッシュカバー３３に組み込まれたものを図２に示している。しかし、これに限定されず、例えば、モニタ５０は、ダッシュカバー３３の上に設置されたものでもよいし、キャブ３内の天井から吊り下げて設置されたものでもよい。つまり、オペレータがモ

ニタ５０を視認できる位置にモニタ５０が設置されていればよい。なお、図２には示していないコントローラは、後述する周辺監視システム１０の一部である。シフトレバー３７は、ダンプトラック１のオペレータが、ダンプトラック１の進行方向を切り替えたり、速度段を切り替えたりするための装置である。

[0023] 図１に示すベッセル４は、砕石等の積荷を積載するための容器である。ベッセル４の底面の後部は、回転ピンを介してフレーム２ｆの後部に回動可能に連結されている。ベッセル４は、油圧シリンダ等のアクチュエータによって、積載姿勢と起立姿勢とを取ることができる。積載姿勢は、図１に示すように、ベッセル４の前部がキャブ３の上部に位置する姿勢である。起立姿勢は、積荷を排出する姿勢であり、ベッセル４が後方かつ下方へ向かって傾斜した状態となる姿勢である。ベッセル４の前部が上方に回動することによってベッセル４は積載姿勢から起立姿勢に変化する。ベッセル４は、前方に鍔部４Ｆを有している。鍔部４Ｆは、プロテクターとも呼ばれることがあり、キャブ３の上方まで延出してキャブ３を覆っている。キャブ３の上方に延出した鍔部４Ｆは、砕石等の衝突からキャブ３を保護する。

[0024] ＜周辺監視システム＞

図３は、本実施形態に係る周辺監視システム１０を示す図である。図４は、本実施形態に係る周辺監視システム１０が有する撮像装置１１～１６を搭載したダンプトラック１の斜視図である。図５は、複数の撮像装置１１～１６によって撮像される領域及び複数の撮像装置１１～１６によって撮像された画像の情報に基づいて生成された俯瞰画像２００を示す模式図である。図５に示す、複数の撮像装置によって撮像される領域は、地面を基準とした領域である。図３に示すように、周辺監視システム１０は、複数（本実施形態では６台）の撮像装置１１、１２、１３、１４、１５、１６と、複数（本実施形態では８台）のレーダ装置２１、２２、２３、２４、２５、２６、２７、２８と、モニタ５０と、監視制御装置としてのコントローラ１００とを有している。なお、本実施形態において、周辺監視システム１０には、レーダ

装置２１、２２、２３、２４、２５、２６、２７、２８は必ずしも必要ではない。

[0025] ＜撮像装置＞

撮像装置１１、１２、１３、１４、１５、１６は、ダンプトラック１に取り付けられる。撮像装置１１、１２、１３、１４、１５、１６は、例えば、ワイドダイナミックレンジ（ＷＤＲ：Wide Dynamic Range）カメラである。ワイドダイナミックレンジカメラは、明るい部分を視認できるレベルに保ちながら、暗い部分を明るく補正し、全体をくまなく視認できるように調整可能な機能を有したカメラである。

[0026] 撮像装置１１、１２、１３、１４、１５、１６は、ダンプトラック１の周囲を撮像し、画像情報として出力する。以下において、適宜、撮像装置１１を第１撮像装置１１、撮像装置１２を第２撮像装置１２、撮像装置１３を第３撮像装置１３、撮像装置１４を第４撮像装置１４、撮像装置１５を第５撮像装置１５、撮像装置１６を第６撮像装置１６という。また、これらを区別する必要がない場合、適宜、撮像装置１１～１６という。

[0027] 図４に示すように、６台の撮像装置１１～１６は、ダンプトラック１の周囲３６０度の範囲における画像を撮像するために、ダンプトラック１の外周部分にそれぞれ取り付けられている。本実施形態において、それぞれの撮像装置１１～１６は、左右方向において１２０度（左右６０度ずつ）、高さ方向において９６度の視野範囲を有しているが、このような視野範囲に限定されるものではない。また、図４には各撮像装置１１～１６から矢印を示しているが、これら矢印の向きは各撮像装置１１～１６が向いている方向を表している。

[0028] 図４に示すように、第１撮像装置１１は、ダンプトラック１の前面に取り付けられる。具体的には、第１撮像装置１１は、斜めラダー２ｄの上端部、より具体的には、最上段の踊り場部分の下部に配置される。第１撮像装置１１は、アッパデッキ２ｂに取り付けられたブラケットを介して、ダンプトラック１の前方に向かって固定されている。図５に示すように、第１撮像装置

１１は、ダンプトラック１の周囲に存在する領域のうち第１領域１１Ｃを撮像して画像情報としての第１画像情報を出力する。第１領域１１Ｃは、ダンプトラック１の車体部２の前方に広がる領域である。

[0029] 図４に示すように、第２撮像装置１２は、ダンプトラック１の前面における一方の側部に取り付けられる。具体的には、第２撮像装置１２は、アッパデッキ２ｂの前面の右側部に配置される。第２撮像装置１２は、アッパデッキ２ｂに取り付けられたブラケットを介して、ダンプトラック１の右斜め前方に向かって固定されている。図５に示すように、第２撮像装置１２は、ダンプトラック１の周囲に存在する領域のうち第２領域１２Ｃを撮像して画像情報としての第２画像情報を出力する。第２領域１２Ｃは、ダンプトラック１の車体部２の右斜め前方に広がる領域である。

[0030] 図４に示すように、第３撮像装置１３は、ダンプトラック１の前面における他方の側部に取り付けられる。具体的には、第３撮像装置１３は、アッパデッキ２ｂの前面の左側部に配置される。そして、第３撮像装置１３は、ダンプトラック１の車幅方向中央を通る軸に対して第２撮像装置１２と左右対称となるように配置される。第３撮像装置１３は、アッパデッキ２ｂに取り付けられたブラケットを介して、ダンプトラック１の左斜め前方に向かって固定されている。図５に示すように、第３撮像装置１３は、ダンプトラック１の周囲に存在する領域のうち第３領域１３Ｃを撮像して画像情報としての第３画像情報を出力する。第３領域１３Ｃは、ダンプトラック１の車体部２の左斜め前方に広がる領域である。

[0031] 図４に示すように、第４撮像装置１４は、ダンプトラック１の一方の側面に取り付けられる。具体的には、第４撮像装置１４は、アッパデッキ２ｂの右側面の前部に配置される。第４撮像装置１４は、アッパデッキ２ｂに取り付けられたブラケットを介して、ダンプトラック１の右斜め後方に向かって固定されている。図５に示すように、第４撮像装置１４は、ダンプトラック１の周囲に存在する領域のうち第４領域１４Ｃを撮像して画像情報としての第４画像情報を出力する。第４領域１４Ｃは、ダンプトラック１の車体部２

の右斜め後方に広がる領域である。

[0032] 図４に示すように、第５撮像装置１５は、ダンプトラック１の他方の側面に取り付けられる。具体的には、第５撮像装置１５は、アッパデッキ２ｂの左側面の前部に配置される。そして、第５撮像装置１５は、ダンプトラック１の車幅方向中央を通る軸に対して第４撮像装置１４と左右対称となるように配置される。図５に示すように、第５撮像装置１５は、ダンプトラック１の周囲に存在する領域のうち第５領域１５Ｃを撮像して画像情報としての第５画像情報を出力する。第５領域１５Ｃは、ダンプトラック１の車体部２の左斜め後方に広がる領域である。

[0033] 図４に示すように、第６撮像装置１６は、ダンプトラック１の後部に取り付けられる。具体的には、第６撮像装置１６は、フレーム２ｆの後端であって、２個の後輪６、６を連結するアクスルハウジングの上方、かつベッセル４の回動軸付近に配置される。第６撮像装置１６は、左右のフレーム２ｆを連結するクロスバーに取り付けられたブラケットを介して、ダンプトラック１の後方に向かって固定されている。図５に示すように、第６撮像装置１６は、ダンプトラック１の周囲に存在する領域のうち第６領域１６Ｃを撮像して画像情報としての第６画像情報を出力する。第６領域１６Ｃは、ダンプトラック１の車体部２の後方に広がる領域である。

[0034] 上述した６台の撮像装置１１～１６を用いることにより、本実施形態に係る周辺監視システム１０は、図５の中央に示すように、ダンプトラック１の全周３６０度の画像を撮像し、その画像情報を取得することができる。６台の撮像装置１１～１６は、それぞれが撮像した画像情報としての第１画像情報～第６画像情報を、図３に示すコントローラ１００に送信する。

[0035] 第１撮像装置１１、第２撮像装置１２、第３撮像装置１３、第４撮像装置１４及び第５撮像装置１５は、比較的高い位置にあるアッパデッキ２ｂに設けられている。このため、コントローラ１００は、第１撮像装置１１～第５撮像装置１５によって上方から地面を見下ろすような画像を得ることができ、また、地面に存在する車両等の対象物を広範囲に撮像することができる。

また、第１撮像装置１１～第６撮像装置１６が取得した第１画像情報～第６画像情報から、コントローラ１００が図５に示す俯瞰画像２００を生成する際に視点変換を実行した場合でも、第１画像情報～第６画像情報のうち第１画像情報～第５画像情報は上方から撮像されて得られた情報なので、立体物の変形の程度が抑制される。

[0036] ＜レーダ装置＞

図６は、レーダ装置２１～２８の配置を示す斜視図である。本実施形態において、物体検出装置としてのレーダ装置２１、２２、２３、２４、２５、２６、２７、２８（以下、適宜レーダ装置２１～２８という）は、方位８０度（左右４０度）、検出距離が最大１５ｍ以上のＵＷＢ（Ultra Wide Band）レーダ（超広域帯レーダ）である。レーダ装置２１～２８は、ダンプトラック１の周囲に存在する対象物とダンプトラック１との相対的な位置（相対位置）を検出する。それぞれのレーダ装置２１～２８は、撮像装置１１～１６と同様に、ダンプトラック１の外周部分に取り付けられる。また、図６には各レーダ装置２１～２８から矢印を示しているが、これら矢印の向きが各レーダ装置２１～２８の検出範囲の方向を表している。

[0037] レーダ装置２１（適宜第１レーダ装置２１という）は、図６に示すように、地上から１ｍ程度の高さに配置されているロアデッキ２ａにおける車体部２の正面、かつ車体部２の車幅方向中心よりもやや右側に配置されている。第１レーダ装置２１の検出範囲は、ダンプトラック１の車体部２の前方から左斜め前方に広がる範囲となる。

[0038] レーダ装置２２（適宜第２レーダ装置２２という）は、図６に示すように、ロアデッキ２ａにおける車体部２の正面、かつ車体部２の車幅方向中心よりもやや左側に配置されている。すなわち、第２レーダ装置２２は、第１レーダ装置２１の左側に、第１レーダ装置２１と隣接して配置されている。第２レーダ装置２２の検出範囲は、ダンプトラック１の車体部２の前方から右斜め前方に広がる範囲となる。

[0039] レーダ装置２３（適宜第３レーダ装置２３という）は、図６に示すように

、ロアデッキ２ａの右側面前端部付近に配置されている。第３レーダ装置２３の検出範囲は、ダンプトラック１の車体部２の右斜め前方から右方に広がる範囲となる。

[0040] レーダ装置２４（適宜第４レーダ装置２４という）は、図６に示すように、車体部２の側部におけるロアデッキ２ａとアッパデッキ２ｂとの中間の高さ位置における右側端部近傍に配置されている。第４レーダ装置２４の検出範囲は、ダンプトラック１の車体部２の右方から後方に広がる範囲となる。

[0041] レーダ装置２５（適宜第５レーダ装置２５という）は、図６に示すように、ベッセル４の下方であって、ダンプトラック１の左右の後輪６に駆動力を伝達するアクスルの上方に配置されている。第５レーダ装置２５の検出範囲は、ダンプトラック１の車体部２の右斜め後方から後方に向かって広がる範囲となる。

[0042] レーダ装置２６（適宜第６レーダ装置２６という）は、図６に示すように、第５レーダ装置２５と同様に、アクスルの上方であって、第５レーダ装置２５の右側に隣接して配置されている。第６レーダ装置２６の検出範囲は、第５レーダ装置２５の検知範囲と交差するように、ダンプトラック１の車体部２の左斜め後方から後方に向かって広がる範囲となる。

[0043] レーダ装置２７（適宜第７レーダ装置２７という）は、図６に示すように、車体部２の側面におけるロアデッキ２ａとアッパデッキ２ｂとの中間の高さ位置における左側端部近傍、すなわち、車体部２の車幅方向中心軸に対して第４レーダ装置２４と左右対称の位置に配置されている。第７レーダ装置２７の検出範囲は、ダンプトラック１の車体部２の左方から後方に広がる範囲となる。

[0044] レーダ装置２８（適宜第８レーダ装置２８という）は、図６に示すように、ロアデッキ２ａの左側面における前端部近傍、すなわち、車体部２の車幅方向中心軸に対して第３レーダ装置２３と左右対称の位置に配置されている。第８レーダ装置２８の検出範囲は、ダンプトラック１の車体部２の左斜め前方から左方に広がる範囲となる。

[0045] ８台のレーダ装置２１～２８は、ダンプトラック１の周囲３６０度全周を検出範囲として、対象物とダンプトラック１との相対位置を検出することができる。８台のレーダ装置２１～２８は、それぞれ検出した対象物とダンプトラック１との相対位置を示す相対位置情報をコントローラ１００に送信する。このように、複数（８台）のレーダ装置２１～２８は、車体部２に設けられて、車体部２の全周範囲に存在する物体を検出可能である。

[0046] ＜コントローラ＞

図３に示すコントローラ１００は、撮像装置１１～１６及びレーダ装置２１～２８を用いて、ダンプトラック１の周囲における対象物の有無を俯瞰画像２００に表示し、必要に応じて対象物の存在をオペレータに報知する。コントローラ１００は、図３に示すように、俯瞰画像合成部１１０、カメラ画像切替・視点変換部１２０、対象物位置情報生成部１３０、表示制御部１５０、ベッセル画像生成部１４０、対象物情報収集部２１０及び対象物処理部２２０を有している。

[0047] 俯瞰画像合成部１１０は、図３に示すように、撮像装置１１～１６に接続されている。俯瞰画像合成部１１０は、それぞれの撮像装置１１～１６が撮像し、生成した複数の画像情報（第１画像情報～第６画像情報）を受信する。そして、俯瞰画像合成部１１０は、受信した複数の画像情報に対応した画像を合成して、ダンプトラック１の全周囲を含む俯瞰画像２００を生成する。具体的には、俯瞰画像合成部１１０は、複数の画像情報をそれぞれ座標変換することによって、複数の画像を所定の投影面上に投影させた俯瞰画像２００をモニタ５０に表示するための俯瞰画像情報を生成する。俯瞰画像情報については後述する。

[0048] カメラ画像切替・視点変換部１２０は、図３に示すように、撮像装置１１～１６に接続されている。そして、カメラ画像切替・視点変換部１２０は、例えば、レーダ装置２１～２８による障害物検出の結果等に応じて、俯瞰画像２００とともにモニタ５０の画面に表示される各撮像装置１１～１６による撮像画像を切り替える。また、カメラ画像切替・視点変換部１２０は、各

撮像装置１１～１６によって取得された画像情報を、上方無限遠からの視点からの画像情報に変換する。

[0049] 対象物位置情報生成部１３０は、図３に示すように、カメラ画像切替・視点変換部１２０、表示制御部１５０及び対象物処理部２２０に接続されている。対象物位置情報生成部１３０は、各撮像装置１１～１６によって取得された画像情報を合成して形成される俯瞰画像２００中に、レーダ装置２１～２８によって取得された対象物の位置情報を合成して表示させるための対象物位置情報を生成し、カメラ画像切替・視点変換部１２０及び表示制御部１５０に対して送信する。

[0050] 図３に示すように、ベッセル画像生成部１４０は、表示制御部１５０に接続されている。ベッセル画像生成部１４０は、図１及び図４に示すダンプトラック１のベッセル４の画像であって、ベッセル４の後方側における一部が除かれたベッセル４を表す第１ベッセル画像をモニタ５０に表示するための情報（第１情報Ｐ１）と、すべてのベッセル４の全体を表す第２ベッセル画像をモニタ５０に表示するための情報（第２情報Ｐ２）とを生成する。そして、ベッセル画像生成部１４０は、生成した第１ベッセル画像と第２ベッセル画像との少なくとも一方を、表示制御部１５０に送信する。第１ベッセル画像及び第２ベッセル画像には、いずれも図１に示すダンプトラック１の前輪５及び後輪６が表示されていてもよい。第１ベッセル画像及び第２ベッセル画像については後述する。

[0051] 表示制御部１５０は、図３に示すように、俯瞰画像合成部１１０、カメラ画像切替・視点変換部１２０、対象物位置情報生成部１３０及びベッセル画像生成部１４０に接続されている。表示制御部１５０は、俯瞰画像合成部１１０が生成したダンプトラック１の全周囲における俯瞰画像情報と、レーダ装置２１～２８によって取得されたダンプトラック１の全周囲における対象物位置情報とに基づいて、対象物の位置が含まれた俯瞰画像２００を生成する。この画像は、モニタ５０に表示される。

[0052] また、表示制御部１５０は、ベッセル画像生成部１４０が生成した第１ベ

ッセル画像と第２ベッセル画像との少なくとも一方を取得する。そして、表示制御部１５０は、第１ベッセル画像を俯瞰画像２００のダンプトラック１の部分に重ねた第１俯瞰画像２０１と、第２ベッセル画像を俯瞰画像２００のダンプトラック１の部分に重ねた第２俯瞰画像２０２との少なくとも一方を生成する。表示制御部１５０は、生成した第１俯瞰画像２０１と第２俯瞰画像２０２とのいずれか一方をモニタ５０に表示する。表示制御部１５０は、モニタ５０への第１俯瞰画像２０１の表示と第２俯瞰画像２０２の表示とを切り替えることができる。第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２については後述する。

[0053] 図３に示すように、表示制御部１５０には、シフトレバー３７及び画像切替スイッチ３９が接続されている。表示制御部１５０は、シフトレバー３７及び画像切替スイッチ３９から送信される信号を受信する。表示制御部１５０は、例えば、シフトレバー３７が後進側に切り替えられた場合、すなわち、ダンプトラック１の走行モードが後進に切り替えられた場合に、モニタ５０に表示する画像を第６撮像装置１６により撮像された画像（車体部２の後方に広がる領域である第６領域１６Ｃ（図５）を撮像した画像）のみに切り替える。すなわち、シフトレバー３７がニュートラル又は前進側にある場合は、第１俯瞰画像又は第２俯瞰画像と、撮像装置１１～１６のいずれかにより撮像された画像とを並べてモニタ５０に表示しているが、後進時にはダンプトラック１の後方の画像をオペレータに示すため、シフトレバー３７が後進側に切り替えられた場合には、モニタ５０には単一の画像を表示させる。なお、シフトレバー３７がニュートラル又は前進側にある場合、モニタ５０に俯瞰画像のみを表示させてもよいし、撮像装置１１～１６により撮像された画像のうちのいずれかの画像のみを表示させてもよい。あるいは、モニタ５０に、俯瞰画像及び撮像装置１１～１６により撮像された画像のうちのいずれかの２つの画像を並べて表示させてもよい。このようなモニタ５０の表示の切り替えは、図示しないスイッチをオペレータが操作することにより行うことができる。そのスイッチは表示制御部１５０に接続されている。

[0054] また、表示制御部１５０は、例えば、ダンプトラック１の操作者であるオペレータ（作業車両を点検又は修理する際は、オペレータではなくサービスマン）によって画像切替スイッチ３９が第１俯瞰画像２０１を表示するように操作された場合に、モニタ５０に表示する画像を第１俯瞰画像２０１に切り替える。画像切替スイッチ３９は、押しボタン式スイッチであり、モニタ５０に隣接して設けても運転席３１の近傍に設けてもよい。画像切替スイッチ３９が設けられる位置は、オペレータの手が届きやすい場所にあることが好ましい。また、モニタ５０をタッチパネルとし、このタッチパネルを指で触れることで画像切替スイッチ３９が機能するようにしてもよい。

[0055] 対象物情報収集部２１０は、図３に示すように、レーダ装置２１～２８と対象物処理部２２０とに接続されている。対象物情報収集部２１０は、レーダ装置２１～２８からそれぞれの検出範囲における対象物検出結果を受信し、対象物処理部２２０へ送信する。

[0056] 対象物処理部２２０は、図３に示すように、対象物情報収集部２１０と対象物位置情報生成部１３０とに接続されている。対象物処理部２２０は、対象物情報収集部２１０から受信した対象物の位置情報を、対象物位置情報生成部１３０へ送信する。

[0057] コントローラ１００は、例えば、演算装置としてのＣＰＵ（Central Processing Unit）と記憶装置としてのメモリとを組み合わせたコンピュータと、俯瞰画像の合成等といった画像処理を実行する画像処理用デバイス（例えば、画像ボード）とを組み合わせたものである。画像処理用デバイスは、例えば、俯瞰画像を合成する等の画像処理を実行する専用のＩＣ（例えばＦＰＧＡ：Field-Programmable Gate Array）及びメモリ（例えばＶＲＡＭ：Video Random Access Memory）等を搭載している。

[0058] 本実施形態において、図４に示すように、撮像装置１１～１６がアッパデッキ２ｂの正面及び側面並びにベッセル４の下方に配置されている。そして、コントローラ１００は、撮像装置１１～１６が撮像し、取得した第１画像情報～第６画像情報を合成して、図５に示すような俯瞰画像２００を生成し

て、キャブ３内における運転席３１の前方に配置されるモニタ５０に表示させる。このとき、モニタ５０は、コントローラ１００の制御に応じて、俯瞰画像２００等の画像を表示する。俯瞰画像２００は、撮像装置１１～１６が撮像した第１領域１１Ｃ～第６領域１６Ｃに対応する第１画像情報～第６画像情報をコントローラ１００が合成することによって得られる。周辺監視システム１０は、このような俯瞰画像２００をモニタ５０に表示する。このため、ダンプトラック１のオペレータは、モニタ５０に表示された俯瞰画像２００を視認するだけで、ダンプトラック１の周囲３６０度の全範囲を監視することができる。次に、俯瞰画像について説明する。

[0059] ＜俯瞰画像の生成＞

図７は、仮想投影面ＶＰを用いた画像変換の手法を示す図である。コントローラ１００は、複数の第１画像情報～第６画像情報によって示される複数の画像に基づいて、ダンプトラック１の周囲の俯瞰画像２００を作成する。具体的には、コントローラ１００は、所定の変換情報を用いて第１画像情報～第６画像情報の座標変換を実行する。変換情報は、入力画像の各画素の位置座標と出力画像の各画素の位置座標との対応を示す情報である。本実施形態において、入力画像は、撮像装置１１～１６によって撮像された画像であり、第１画像情報～第６画像情報に対応する画像である。出力画像は、モニタ５０に表示される俯瞰画像２００である。

[0060] コントローラ１００は、変換情報を用いて、撮像装置１１～１６によって撮像された画像を、ダンプトラック１の上方に位置する所定の仮想視点から見た画像に変換する。具体的には、図７に示すように、撮像装置１１～１６によって撮像された画像は、所定の仮想投影面ＶＰに投影されることにより、ダンプトラック１の上方に位置する仮想視点ＶＩＰから見た画像に変換される。変換情報は、この仮想投影面ＶＰを表している。変換後の画像がモニタ５０に表示される俯瞰画像である。コントローラ１００は、複数の撮像装置１１～１６から取得した複数の第１画像情報～第６画像情報を所定の仮想投影面ＶＰに投影して合成することにより、ダンプトラック１の周囲の俯瞰

画像２００を生成する。

[0061] 図５に示すように、それぞれの撮像装置１１～１６が撮像したダンプトラック１の周囲の領域は、第１重複領域ＯＡ１～第６重複領域ＯＡ６において重複している。コントローラ１００は、俯瞰画像２００において、それぞれの第１重複領域ＯＡ１～第６重複領域ＯＡ６において互いに隣接する２個の撮像装置１１～１６からの第１画像情報～第６画像情報に対応する画像を重ねて表示する。

[0062] 具体的には、コントローラ１００は、第１重複領域ＯＡ１では、第１撮像装置１１からの第１画像情報の画像と、第３撮像装置１３からの第３画像情報の画像とを重ねて表示する。また、コントローラ１００は、第２重複領域ＯＡ２では、第１撮像装置１１からの第１画像情報の画像と、第２撮像装置１２からの第２画像情報の画像とを重ねて表示する。また、コントローラ１００は、第３重複領域ＯＡ３では、第３撮像装置１３からの第３画像情報の画像と、第５撮像装置１５からの第５画像情報の画像とを重ねて表示する。また、コントローラ１００は、第４重複領域ＯＡ４では、第２撮像装置１２からの第２画像情報の画像と、第４撮像装置１４からの第４画像情報の画像とを重ねて表示する。また、コントローラ１００は、第５重複領域ＯＡ５では、第５撮像装置１５からの第５画像情報の画像と、第６撮像装置１６からの第６画像情報の画像とを重ねて表示する。また、コントローラ１００は、第６重複領域ＯＡ６では、第４撮像装置１４からの第４画像情報の画像と、第６撮像装置１６からの第６画像情報の画像とを重ねて表示する。

[0063] このように、第１重複領域ＯＡ１～第６重複領域ＯＡ６において、２個の画像情報を重ねて合成する場合には、第１画像情報～第６画像情報の値に合成比率を乗じた値が加算される。合成比率は、第１画像情報～第６画像情報に対応した値であり、コントローラ１００が記憶している。例えば、第１画像情報の合成比率が０．５であり、第２画像情報の合成比率が０．５である等、第１画像情報～第６画像情報毎に合成比率が定められている。合成比率が用いられることにより、第１重複領域ＯＡ１～第６重複領域ＯＡ６におい

て複数の画像情報が平均化されて表示される。その結果、色及びコントラストの急激な変化が抑えられ、コントローラ１００は、自然な俯瞰画像２００を作成することができる。コントローラ１００は、上述のように合成された俯瞰画像２００を表示するためのす合成画像情報を生成して、モニタ５０に出力する。

[0064] ＜それぞれの撮像装置の撮像範囲＞

図２に示すように、ダンプトラック１は、第１撮像装置１１、第２撮像装置１２、第３撮像装置１３、第４撮像装置１４及び第５撮像装置１５がアッパデッキ２ｂに配置され、第６撮像装置１６がフレーム２ｆの後端であってベッセル４の下方に配置されている。特に、第２撮像装置１２と第３撮像装置１３とは、ダンプトラック１の車体部２の左右斜め前方から左右側方までを撮像可能な領域としてカバーしている。また、第４撮像装置１４と第５撮像装置１５とは、ダンプトラック１の車体部２の左右側方から左右斜め後方までを撮像可能な領域としてカバーしている。このようにすることで、コントローラ１００は、第１撮像装置１１及び第６撮像装置１６によって撮像され、取得された第１画像情報及び第６画像情報と合わせて、ダンプトラック１の全周囲をカバーした俯瞰画像２００を生成して、ダンプトラック１の周辺を監視することができる。

[0065] また、本実施形態では、図５に示すように、それぞれの撮像装置１１～１６が撮像可能な領域である第１領域１１Ｃ～第６領域１６Ｃが、互いの隣接部分において重複するように、互いに隣接する撮像装置１１～１６が配置されている。コントローラ１００は、それぞれの撮像装置１１～１６が撮像可能な第１領域１１Ｃ～第６領域１６Ｃの重複した部分において接続線を設けることで、ダンプトラック１の平面上における３６０度全周囲の監視が可能となる。なお、俯瞰画像２００において、互いに隣接する第１領域１１Ｃ～第６領域１６Ｃを接続する接続線は、第１領域１１Ｃ～第６領域１６Ｃの重複範囲内における任意の位置に設定することができる。

[0066] ＜モニタに表示される画像＞

図２、図３に示すモニタ５０に表示される画像は、上述した第１俯瞰画像２０１又は第２俯瞰画像２０２である。第１俯瞰画像２０１又は第２俯瞰画像２０２は、図３に示すコントローラ１００、より具体的には第１画像情報～第６画像情報が俯瞰画像合成部１１０によって合成されて得られた俯瞰画像情報に基づく俯瞰画像２００に、上述した第１ベッセル画像及び第２ベッセル画像を組み合わせることによって生成される。ここでは、俯瞰画像情報について説明するとともに、第１ベッセル画像及び第２ベッセル画像並びに第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２について説明する。

[0067] 図８は、俯瞰画像情報２００Ｉを示す概念図である。図８に示す俯瞰画像情報２００Ｉは、ダンプトラック１が存在する領域である作業車両領域ＴＲの情報と、ダンプトラック１の周辺の領域である周辺領域ＳＲの情報とを含んでいる。上述した通り、俯瞰画像情報２００Ｉは、撮像装置１１～１６が撮像した画像の情報、すなわち第１画像情報～第６画像情報から生成される。撮像装置１１～１６は、ダンプトラック１の外側に取り付けられているため、撮像装置１１～１６のレンズよりも内側における領域は撮像されない。このため、俯瞰画像情報２００Ｉの作業車両領域ＴＲには、ダンプトラック１の画像の情報及び周辺領域ＳＲの画像の情報は含まれない。したがって、例えば、俯瞰画像情報２００Ｉのみに基づく画像をモニタ５０に表示すると、表示された画像の作業車両領域ＴＲの部分は、例えば、影のように表示される。

[0068] 俯瞰画像２００がモニタ５０に表示される場合、例えば、コントローラ１００は、ダンプトラック１の上面図を示す画像の情報（情報の形式は、例えば、ビットマップ形式）を俯瞰画像情報２００Ｉの作業車両領域ＴＲに組み合わせて、得られた画像の情報に基づいて俯瞰画像２００をモニタに表示する。図５に示す俯瞰画像２００は、このようにして生成された画像の情報がモニタ５０に表示されたものである。次に、第１ベッセル画像及び第２ベッセル画像について説明する。

[0069] 図９は、第１ベッセル画像２００Ｂ１を示す図である。図１０は、第２ベ

ッセル画像２００Ｂ２を示す図である。図９、図１０中の符号Ｌは、ベッセル４又はダンプトラック１の前方を示し、符号Ｔは後方を示す。第１ベッセル画像２００Ｂ１は上述した第１情報Ｐ１に基づく画像であり、第２ベッセル画像２００Ｂ２は上述した第２情報Ｐ２に基づく画像である。第１ベッセル画像２００Ｂ１は、例えば、第１情報Ｐ１がモニタ５０に表示されて可視化される。同様に、第２ベッセル画像２００Ｂ２は、例えば、第２情報Ｐ２がモニタ５０に表示されて可視化される。本実施形態において、第１情報Ｐ１及び第２情報Ｐ２は、例えば、ビットマップ形式の画像データであるが、これに限定されない。これらは、例えば、ベクタ形式の画像データであってもよい。なお、第１ベッセル画像２００Ｂ１又は第２ベッセル画像２００Ｂ２は、ベッセル４の前部にある鍔部４Ｆの前端部４Ｌをラインで示している。この前端部４Ｌは表示することは必須ではないが、前端部４Ｌも表示することで、荷台部全体（ベッセル４と鍔部４Ｆ）の形状が示されることになる。

[0070] 第１ベッセル画像２００Ｂ１は、図１及び図４に示すダンプトラック１の後方Ｔ側、すなわちベッセル４の後端４Ｔ側における一部（ベッセル後部）４ＴＰ（図９に示す斜線の範囲）が除かれたベッセル４が、例えばモニタ５０に表示される画像である。本実施形態において、ベッセル後部４ＴＰが除かれた後におけるベッセル４の後端４Ｔ１は、後輪６よりも後方Ｔ側と、ベッセル後部４ＴＰが除かれる前におけるベッセル４の後端４Ｔとの間にある。本実施形態において、第１ベッセル画像２００Ｂ１は、少なくとも、ベッセル後部４ＴＰが除かれたベッセル４を含んでいればよい。このため、例えば、第１ベッセル画像２００Ｂ１は、図３に示す車体部２の一部、キャブ３の一部及び斜めラダー２ｄ等のうち少なくとも１つをさらに含んでいてもよい。

[0071] 第２ベッセル画像２００Ｂ２は、図１及び図３に示すダンプトラック１が備えるベッセル４のすべてが、例えばモニタ５０に表示される画像である。したがって、第２ベッセル画像２００Ｂ２は、第１ベッセル画像２００Ｂ１

では表示されないベッセル後部４ＴＰも表示する。本実施形態において、第２ベッセル画像２００Ｂ２は、少なくとも、すべてのベッセル４を含んでいればよい。このため、例えば、第２ベッセル画像２００Ｂ２は、図３に示す車体部２の一部、キャブ３の一部及び斜めラダー２ｄ等のうち少なくとも１つをさらに含んでいてもよい。

[0072] 第１ベッセル画像２００Ｂ１及び第２ベッセル画像２００Ｂ２は、少なくともベッセル４を含んでいればよいが、図９、図１０に示すように、図１に示すダンプトラック１の前輪５及び後輪６がさらに含まれて、ベッセル４とともに表示されていてもよい。次に、前輪５及び後輪６が、第１ベッセル画像２００Ｂ１及び第２ベッセル画像２００Ｂ２に含まれる場合について説明する。この場合、前輪５及び後輪６は、それぞれの回転軸と直交する方向から見た場合における全体の画像が、第１ベッセル画像２００Ｂ１及び第２ベッセル画像２００Ｂ２に重ねて表示されている。前輪５及び後輪６の画像は、長方形形状である。第１ベッセル画像２００Ｂ１及び第２ベッセル画像２００Ｂ２は、ダンプトラック１を上方から見た場合の状態を示しているので、前輪５及び後輪６は、ベッセル４を透過したように表示されることになる。

[0073] 前輪５及び後輪６は、少なくとも一部が第１ベッセル画像２００Ｂ１及び第２ベッセル画像２００Ｂ２に表示されることにより、ダンプトラック１のオペレータは、前輪５及び後輪６とダンプトラック１の周辺に存在する物体（対象物）との位置関係を容易に把握することができる。前輪５及び後輪６は、一部が表示されていればよいが、本実施形態のように、前輪５及び後輪６の全体が表示されることにより、一部が表示される場合と比較して、ダンプトラック１のオペレータは、前輪５及び後輪６の存在並びに前輪５及び後輪６とダンプトラック１及びベッセル４との位置関係を容易に把握することができる。前輪５及び後輪６は、ベッセル４と区別できればよく、ベッセル４とは異なる色で示されたり、ベッセル４とは同じ色だが前輪５及び後輪６を示す線で囲むことによって表示されたりしていればよい。

[0074] 前輪５及び後輪６は、ダンプトラック１を上方から俯瞰して見た場合において前輪５及び後輪６が配置される位置に表示される。本実施形態において、左側前輪５Ｌはベッセル４の左側前方に、右側前輪５Ｒはベッセル４の右側前方に、左側後輪６Ｌはベッセル４の左側後方に、右側後輪６Ｒはベッセル４の右側後方に表示される。このようにすることで、ダンプトラック１のオペレータは、ダンプトラック１及びベッセル４と前輪５及び後輪６との関係を把握しやすくなる。

[0075] 前輪５及び後輪６を表示する場合、第１ベッセル画像２００Ｂ１は、ダンプトラック１の後方側における後輪６の端部よりも後方を除くことが好ましい。このようにすることで、第１ベッセル画像２００Ｂ１に、後輪６の全体を表示することができる。なお、前輪５及び後輪６を表示する場合、ダンプトラック１の後方側における後輪６の端部よりも前方からベッセル４を除いた第１ベッセル画像２００Ｂ１を排除するものではない。例えば、ダンプトラック１の後方を撮像する第６撮像装置１６は、ベッセル４の下方かつ左側後輪６Ｌと右側後輪６Ｒとの間に配置される。このため、第１ベッセル画像２００Ｂ１は、第６撮像装置１６の位置からダンプトラック１の後方側におけるベッセル４を除いてもよい。また、第１ベッセル画像２００Ｂ１は、第６撮像装置１６が撮像可能な位置からダンプトラック１の後方側におけるベッセル４を除いてもよい。このようにすれば、後述する第１俯瞰画像２０１に、第６撮像装置１６が撮像可能な領域をすべて表示させることができるので、ダンプトラック１のオペレータは」ダンプトラック１の周囲の状況をより把握しやすくなる。

[0076] 実際のダンプトラック１は、各タイヤが受ける荷重（車体重量と積載物重量）のバランスが考慮されている。このため、ダンプトラック１は、前輪５がシングルタイヤであり、後輪６がダブルタイヤ、すなわち、２本のタイヤを複数並列に並べたタイヤである。このため、後輪６、すなわち左側後輪６Ｌと右側後輪６Ｒとは、ベッセル４の左側と右側とにそれぞれ複数（本実施形態では２個）の車輪６ＬＯ、６ＬＩ及び車輪６ＲＯ、６ＲＩが表示される

ようにしてもよい。このようにすることで、ダンプトラック１のオペレータは、ダンプトラック１の前後を直感的に把握しやすくなる。本実施形態では、実際のダンプトラック１に合わせて左側後輪６Ｌと右側後輪６Ｒとをそれぞれ２個としているが、これらの数は２個に限定されない。また、後輪６の幅を、前輪５の幅より大きく表示してもよい。さらに、前輪５と後輪６との間で、それぞれを表示する色を異ならせたり、前輪５を点滅させたりしてもよい。このようにしても、ダンプトラック１のオペレータは、後輪６と前輪５とを区別することができるので、ダンプトラック１の前後を直感的に把握しやすくなる。

[0077] 例えば、上述のように、モニタ５０がキャブ３内の天井から吊り下げて設置されたものである場合であって、オペレータが着座した状態で右方向（又は左方向）にモニタ５０が設置された場合、モニタ５０の上側とダンプトラック１の前側とが一致しない。このような場合、モニタ５０に表示された第１ベッセル画像２００Ｂ又は第２ベッセル画像２００Ｂ２はどちらが前後方向であるのか、ダンプトラック１のオペレータが直観的に視認できないことが考えられる。このような場合、前輪５及び後輪６の全体を表示することで、オペレータは、モニタ５０に表示されている第１ベッセル画像２００Ｂ又は第２ベッセル画像２００Ｂ２の前後方向を認識することが容易になる。

[0078] このように、前輪５と後輪６との間でそれぞれの表示形態を異ならせることにより、ダンプトラック１のオペレータは、後輪６と前輪５とを区別することができるので、ダンプトラック１の前後を直感的に把握しやすくなる。次に、第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２について説明する。

[0079] 図１１は、第１俯瞰画像２０１の一例を示す図である。図１２は、第２俯瞰画像２０２の一例を示す図である。第１俯瞰画像２０１は、上述した第１ベッセル画像２００Ｂ１を俯瞰画像２００の作業車両領域ＴＲに重ねた画像である。第２俯瞰画像２０２は、上述した第２ベッセル画像２００Ｂ２を俯瞰画像２００の作業車両領域ＴＲに重ねた画像である。第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２は、いずれもコントローラ１００によってモニタ５

０に表示されて可視化される。第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２は、第１ベッセル画像２００Ｂ１又は第２ベッセル画像２００Ｂ２と俯瞰画像２００とを重ね合わせて合成するだけで生成できるので、コントローラ１００の処理の負荷を軽減できる。

[0080] 第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２は、いずれも図３に示すコントローラ１００の表示制御部１５０によって生成されて、モニタ５０に表示される。表示制御部１５０は、俯瞰画像合成部１１０が生成した俯瞰画像情報２００Ｉと、ベッセル画像生成部１４０が生成した第１情報Ｐ１とを組み合わせて第１合成画像情報２０１Ｉを生成する。また、表示制御部１５０は、俯瞰画像情報２００Ｉと、ベッセル画像生成部１４０が生成した第２情報Ｐ２とを組み合わせて第２合成画像情報２０２Ｉを生成する。第１合成画像情報２０１Ｉは第１俯瞰画像２０１をモニタ５０等に表示するための情報であり、第２合成画像情報２０２Ｉは第２俯瞰画像２０２をモニタ５０等に表示するための情報である。

[0081] 本実施形態において、第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２は、ベッセル４に加え、ダンプトラック１の車体部２の一部及び斜めラダー２ｄも含んでいる。第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２は、ベッセル４及び車体部２の一部等と、ダンプトラック１の周囲とを含み、これらがモニタ５０等に表示されて可視化される。ダンプトラック１の周囲は、ベッセル４の左側部４ＳＬ、右側部４ＳＲ、後端４Ｔ１、４Ｔ及び車体部２の前部２Ｌの周囲である。

[0082] 本実施形態において、第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２は、ダンプトラック１の周囲に点線ＲＬ１、ＲＬ２、ＲＬ３が表示されている。点線ＲＬ１はダンプトラック１に最も近い位置に表示され、点線ＲＬ３はダンプトラック１から最も遠い位置に表示される。点線ＲＬ２は、点線ＲＬ１と点線ＲＬ３との間に表示される。点線ＲＬ１、ＲＬ２、ＲＬ３は、それぞれダンプトラック１から所定の距離だけ離れた位置を示している。ダンプトラック１のオペレータは、点線ＲＬ１、ＲＬ２、ＲＬ３によって、第１俯瞰画

像２０１又は第２俯瞰画像２０２に表示された物体である対象物（例えば、人又は自動車等の車両）とダンプトラック１との距離を把握することができる。

[0083] 第６撮像装置１６は、ダンプトラック１の後方であって左側後輪６Ｌと右側後輪６Ｒとの間、かつベッセル４の下方に配置される。このため、第６撮像装置１６は、ベッセルの下方の一部を撮像できるので、図８に示す俯瞰画像情報２００Ｉは、ベッセルの下方の一部を含んでいる。第１俯瞰画像２０１は、ベッセル後部４ＴＰが除かれたベッセル４が表示されている。このため、第１俯瞰画像２０１は、第６撮像装置１６によって撮像された、ベッセル後部４ＴＰの下方の領域が表示される。これに対し、第２俯瞰画像２０２は、ベッセル後部４ＴＰの下方の領域はベッセル後部４ＴＰによって隠されるが、全体が表示されたベッセル４の後端４Ｔが表示される。

[0084] 第１俯瞰画像２０１は、ベッセル後部４ＴＰの下方の領域も表示されるので、ダンプトラック１のオペレータは、ダンプトラック１の周辺の状況をより詳細に把握することができる。このため、コントローラ１００は、少なくともダンプトラック１の発進前に第１俯瞰画像２０１をモニタ５０に表示すると、オペレータの状況確認に対して好適である。例えば、ベッセル４の高さよりも低い高さの対象物が後輪６の後方に存在する場合、より確実な周辺監視が可能となる。第２俯瞰画像２０２は、全体が表示されたベッセル４の後端４Ｔが表示される。このため、ベッセル４の後方に対象物が存在する場合、コントローラ１００が第２俯瞰画像２０２をモニタ５０に表示することにより、ダンプトラック１のオペレータは、ベッセル４の後端４Ｔと対象物との位置関係を把握しやすくなる。特に、ダンプトラック１が後進する際において有利である。例えば、ベッセル４の後端４Ｔの高さと同等以上の高さの対象物が、ダンプトラック１の周囲に存在する場合、より確実な周辺監視が可能となる。

[0085] 第１俯瞰画像２０１は、ベッセル後部４ＴＰの下方の領域を表示し、かつベッセル後部４ＴＰの外周部、特に後端４Ｔを示す画像を表示してもよい。

図１１に示す例では、ベッセル後部４ＴＰの外縁に相当する部分に点線の画像を表示している。このようにすることで、ダンプトラック１のオペレータは、ベッセル４の後方に対象物が存在する場合に、ベッセル４の後端４Ｔと対象物との位置関係を把握しやすくなる。なお、第２俯瞰画像２０２は、ベッセル４の全体を表示しているため、第１俯瞰画像２０１にベッセル後部４ＴＰの外周部を表示する場合と比較して、ベッセル４の後端４Ｔと対象物との位置関係をより把握しやすくなると考えられる。次に、第１俯瞰画像２０１の表示と第２俯瞰画像２０２の表示とを切り替える制御例について説明する。

[0086] ＜第１俯瞰画像と第２俯瞰画像との切替制御例＞

図１３は、第１画像（第１俯瞰画像２０１（第１ベッセル画像２００Ｂ１））の表示と第２画像（第２俯瞰画像２０２（第２ベッセル画像２００Ｂ２））の表示とを切り替える制御の一例を示すフローチャートである。この制御例は、ダンプトラック１のオペレータの操作及びダンプトラック１の状態の少なくとも１つに基づいて、モニタ５０への第１画像の表示と第２画像の表示とを切り替える。より具体的には、モニタ５０に表示される、第１画像としての第１ベッセル画像２００Ｂ１と第２画像としての第２ベッセル画像２００Ｂ２の表示とを切り替えることができる。なお、前述したように、第１画像としての第１俯瞰画像２０１の表示と第２画像としての第２俯瞰画像２０２の表示とを切り替えてもよい。また、周辺監視システム１０は、特にダンプトラック１が発進する前に、ダンプトラック１のオペレータに対してダンプトラック１の周辺の状態を認識させ、より確実な周辺監視を可能とさせるものである。この目的のためには、コントローラ１００は、原則として第１俯瞰画像２０１をモニタ５０に表示し、モニタ５０の表示を切り替える条件が成立したときに第２俯瞰画像２０２をモニタ５０に表示することが好ましい。したがって、本実施形態においては、まず第１俯瞰画像２０１がモニタ５０に表示され、モニタ５０の表示を切り替える条件が成立したときに、コントローラ１００は、モニタ５０の表示を第２俯瞰画像２０２に切り替

える。

[0087] 本制御例を実行するにあたり、ステップＳ１０１において、図３に示すコントローラ１００は、モニタ５０に第１俯瞰画像２０１を表示する。なお、ダンプトラック１が内燃機関（以下、エンジン）を始動する際は、必ずモニタ５０に第１俯瞰画像２０１を表示させるようにしてもよい。つまり、ダンプトラック１のエンジンを始動させるための図示しないキースイッチをオペレータが操作して、エンジンが始動されたならば、コントローラ１００がキースイッチの信号（エンジン始動信号）をトリガー信号として受けて、モニタ５０に第２俯瞰画像２０２ではなく第１俯瞰画像２０１を表示させるようする。次に、ステップＳ１０２に進み、コントローラ１００の表示制御部１５０は、モニタ５０の表示を切り替える条件が成立した場合（ステップＳ１０２、Ｙｅｓ）、ステップＳ１０３の処理を実行する。この場合、コントローラ１００の表示制御部１５０は、モニタ５０の表示を第１俯瞰画像２０１から第２俯瞰画像２０２に切り替える。このようにすることで、ステップＳ１０３において、モニタ５０には第２俯瞰画像２０２が表示される。

[0088] モニタ５０の表示を切り替える条件が成立しない場合（ステップＳ１０２、Ｎｏ）、表示制御部１５０はステップＳ１０１以降の処理を実行する。すなわち、モニタ５０には、第１俯瞰画像２０１の表示が継続される。このように、ステップＳ１０２におけるモニタ５０の表示を切り替える条件は、モニタ５０の表示を第１俯瞰画像２０１から第２俯瞰画像２０２に切り替えるための条件（第１条件）である。

[0089] 次に、ステップＳ１０４に進み、コントローラ１００の表示制御部１５０は、モニタ５０の表示を切り替える条件が成立した場合（ステップＳ１０４、Ｙｅｓ）、ステップＳ１０５の処理を実行する。この場合、コントローラ１００の表示制御部１５０は、モニタ５０の表示を第２俯瞰画像２０２から第１俯瞰画像２０１に切り替える。このようにすることで、ステップＳ１０５において、モニタ５０には第１俯瞰画像２０１が表示される。

[0090] モニタ５０の表示を切り替える条件が成立しない場合（ステップＳ１０４

、Ｎｏ）、表示制御部１５０はステップＳ１０３及びステップＳ１０４の処理を実行する。このため、モニタ５０には、第２俯瞰画像２０２の表示が継続される。このように、ステップＳ１０４におけるモニタ５０の表示を切り替える条件は、モニタ５０の表示を第２俯瞰画像２０２から第１俯瞰画像２０１に切り替えるための条件（第２条件）である。次に、モニタ５０の表示を切り替える条件、より具体的には、上述した第１条件及び第２条件について説明する。

[0091]（モニタの表示を切り替える条件）

モニタ５０の表示を切り替える条件（適宜画像切替条件という）のうち第１条件として定義されるものは、ダンプトラック１を操作するオペレータの操作によるものがある。このような例として、例えば、オペレータが自分の意志でモニタ５０の表示を切り替えるものがある。一例として、オペレータは、モニタ５０の表示が第１俯瞰画像２０１から第２俯瞰画像２０２となるように、図３に示す画像切替スイッチ３９を操作する。すると、画像切替スイッチ３９は、モニタ５０に第２俯瞰画像２０２を表示する旨の信号を発生させる。この信号を受信したコントローラ１００の表示制御部１５０は、ステップＳ１０３においてモニタ５０の表示を第１俯瞰画像２０１から第２俯瞰画像２０２に切り替える。

[0092] 画像切替条件のうち第２条件として定義されるものは、ダンプトラック１を操作するオペレータの操作によるものと、ダンプトラック１の状態によるものとがある。第２条件がオペレータの操作によるものとしては、第１条件と同様に、オペレータが自分の意志でモニタ５０の表示を切り替えるものがある。一例として、オペレータは、モニタ５０の表示が第２俯瞰画像２０２から第１俯瞰画像２０１となるように、図３に示す画像切替スイッチ３９を操作する。すると、画像切替スイッチ３９は、モニタ５０に第１俯瞰画像２０１を表示する旨の信号を発生させる。この信号を受信したコントローラ１００の表示制御部１５０は、ステップＳ１０５においてモニタ５０の表示を第２俯瞰画像２０２から第１俯瞰画像２０１に切り替える。

[0093] 第２条件がダンプトラック１の状態によるものとしては、例えば、ダンプトラック１が走行する速度（走行速度）が所定の閾値以下になった場合がある。走行速度は、ダンプトラック１の前進及び後進の両方におけるものを含む。所定の閾値は、０も含む。周辺監視システム１０は、特にダンプトラック１が発進する前に、オペレータに対してダンプトラック１の周辺の状態を認識させるものであることから、前述した所定の閾値は、ダンプトラック１が停止していると見なすことができる程度の大きさとすることが好ましいが、これに限定されるものではない。

[0094] コントローラ１００の表示制御部１５０は、ダンプトラック１の運転を制御する図示しない制御装置から、ダンプトラック１の走行速度を取得する。ダンプトラック１の走行速度は、図示しない車速センサにより検出することができる。そして、取得された走行速度が所定の閾値以下である場合に、表示制御部１５０は、ステップＳ１０５においてモニタ５０の表示を第２俯瞰画像２０２から第１俯瞰画像２０１に切り替える。このようにすることで、ダンプトラック１が停止したときには、第１俯瞰画像２０１を確実にモニタ５０に表示することができる。その結果、オペレータは、常にダンプトラック１の発進前において、ベッセル後部４ＴＰの下方の状態を含めたダンプトラック１の周囲の状態をより詳細に把握することができるので、より確実な周辺監視が実現できる。

[0095] また、第２条件がダンプトラック１の状態によるものとしては、例えば、物体検出装置がダンプトラック１の後方に存在する物体を対象物として検知した場合がある。ダンプトラック１の後方に存在する物体を検知する物体検出装置は、例えば、図６に示す第５レーダ装置２５、第６レーダ装置２６、第７レーダ装置２７及び第８レーダ装置２８のうち少なくとも一台である。なお、物体の位置によっては、一つの物体を２つのレーダ装置が対象物として検知する場合を第２条件に含めてもよい。

[0096] コントローラ１００の表示制御部１５０は、図３に示す対象物位置情報生成部１３０からダンプトラック１の後方に物体が存在するという情報を取得

したら、ステップＳ１０５においてモニタ５０の表示を第１俯瞰画像２０２から第１俯瞰画像２０１に切り替える。このようにすることで、ダンプトラック１の後方に物体が存在する場合は、ベッセル後部４ＴＰをモニタ５０に表示しないことで、ベッセル後部４ＴＰの下方の状態をオペレータが確認することができる。その結果、オペレータは、ダンプトラック１の発進に際して、ダンプトラック１の周囲の状態をより詳細に把握することができるので、より確実な周辺監視が実現できる。

[0097] さらに、第２条件がダンプトラック１の状態によるものとしては、例えば、ダンプトラック１の走行モードが後進になった場合がある。これは、例えば、図３に示すシフトレバー３７がダンプトラック１のオペレータによって後進に操作された場合である。例えば、シフトレバー３７が後進の位置に操作されることによって、ダンプトラック１の走行モードを後進に切り替える旨の信号が発生する。この信号を受信したコントローラ１００の表示制御部１５０は、ステップＳ１０５において、モニタ５０の表示を第２俯瞰画像２０２から第１俯瞰画像２０１に切り替える。その結果、オペレータは、ダンプトラック１を後進させる前において、ベッセル後部４ＴＰの下方の状態を含めたダンプトラック１の周囲の状態をより詳細に把握することができるので、より確実な周辺監視が実現できる。なお、ダンプトラック１の走行モードが前進になった場合には、モニタ５０の表示は第２俯瞰画像２０２から第１俯瞰画像２０１には切り替えられないようにしてもよい。この場合、モニタ５０に第２俯瞰画像２０２が表示されていれば、その状態が維持される。

[0098] 以上、本実施形態において、周辺監視システム１０が備えるコントローラ１００は、モニタ５０に対する第１画像（第１ベッセル画像２００Ｂ１及び第１俯瞰画像２０１の少なくとも一方）の表示と第２画像（第２ベッセル画像２００Ｂ２及び第２俯瞰画像２０２の少なくとも一方）の表示とを切り替えることができる。このため、周辺監視システム１０は、ダンプトラック１のオペレータの操作によって、第１俯瞰画像２０１と第２俯瞰画像２０２とを切り替えてモニタ５０に表示させることができるので、オペレータは自身

が理解しやすい画像をモニタ５０で確認することができる。また、オペレータは、ダンプトラック１とその周囲に存在する対象物との関係を直感的に把握しやすくなる。このように、本実施形態に係る周辺監視システム１０は、オペレータが理解しやすい画像を提供することができる。

[0099] また、本実施形態において、周辺監視システム１０が備えるコントローラ１００は、原則として第１俯瞰画像２０１をモニタ５０に表示する。そして、コントローラ１００は、オペレータの操作があった場合には、第２俯瞰画像２０２をモニタ５０に表示する。このようにすることで、オペレータの意思に沿った画像をモニタ５０に表示することができる。また、本実施形態において、原則としてモニタ５０に表示されるのは、ベッセル後部４ＴＰを除いてベッセル後部４ＴＰの下方が表示された第１俯瞰画像２０１であるので、通常の状態において、オペレータがモニタ５０を用いて確認できる範囲が広くなるという利点もある。本実施形態は、原則として第１俯瞰画像２０１をモニタ５０に表示するものとしたが、原則として第２俯瞰画像２０２をモニタ５０に表示するようにしてもよい。ただし、上述のように、オペレータがダンプトラック１の周囲の状況をより詳細に把握することができるようにするために、原則として第１俯瞰画像２０１をモニタ５０に表示するようにすることが好ましい。

[0100] さらに、本実施形態において、周辺監視システム１０が備えるコントローラ１００は、第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２にダンプトラック１の前輪５及び後輪６も表示する。このため、ダンプトラック１のオペレータは、前輪５及び後輪６の位置とダンプトラック１の周辺に存在する物体との関係を把握しやすくなるので、より確実な周辺監視を実現できる。特に、ベッセル４からベッセル後部４ＴＰを除いた場合、後輪６を表示すれば、オペレータは、後輪６の後方に存在する物体を後輪６との関係で把握することができるので、このような物体を早期に、かつ適切な相対位置関係の把握により認識しやすくなる。このように、周辺監視システム１０は、第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２に前輪５及び後輪６を表示することで、複

数の撮像装置が撮像した画像を合成した俯瞰画像によって運転支援をするにあたって、ダンプトラック１のオペレータが理解しやすい画像を提供することができる。

[0101] また、本実施形態において、周辺監視システム１０が備えるコントローラ１００は、前輪５と後輪６との表示形態を異ならせてモニタ５０に表示する。このようにすることで、ダンプトラック１のオペレータは、ダンプトラック１の前後を容易に判別することができるので、自身が操作するダンプトラック１と、その周辺に存在する物体との関係を直感的に把握しやすくなる。特に、キャブ３内のレイアウトの関係から、モニタ５０がオペレータの前方ではなく側方に配置されたような場合においては、オペレータは自身の頭をモニタ５０の方向に向けてモニタ５０を確認する必要がある。このような場合、オペレータは、ダンプトラック１の方向を把握しにくいことがあるが、本実施形態のように、前輪５と後輪６との表示形態を異ならせてモニタ５０に表示することで、オペレータはダンプトラック１の前後を容易かつ確実に把握できるという利点がある。

[0102] 周辺監視システム１０は、撮像装置１１～１６にワイドダイナミックレンジカメラを用いる。このため、撮像装置１１～１６は、明るい部分を視認できるレベルに保ちながら、ダンプトラック１の影になった部分のような暗い部分を明るく補正できる。したがって、撮像装置１１～１６が撮像した画像は、黒潰れ及び白飛びが起きにくくなり、全体としてより分かりやすい画像となる。その結果、撮像装置１１～１６を備える周辺監視システム１０は、ダンプトラック１の影となる領域に存在する車両等の対象物が視認しやすくなった第１俯瞰画像２０１又は第２俯瞰画像２０２をモニタ５０に表示することができる。このように、周辺監視システム１０は、撮像装置１１～１６が撮像した画像を用いてダンプトラック１の周辺を監視するにあたって、明暗のコントラスト差が大きい環境においても、ダンプトラック１の周囲の対象物を第１俯瞰画像２０１又は第２俯瞰画像２０２に表示することができる。その結果、ダンプトラック１のオペレータは、ダンプトラック１の周囲、

特に影となる領域に存在する対象物を、環境によらず、確実に視認することができる。

[0103] このように、周辺監視システム１０は、明暗のコントラスト差が大きい環境においても、ダンプトラック１の周囲の対象物を確実に表示する第１俯瞰画像２０１及び第２俯瞰画像２０２を生成することができるので、オペレータの死角に存在する対象物を、第１俯瞰画像２０１又は第２俯瞰画像２０２によって確実に視認できるようにすることができる。したがって、周辺監視システム１０は、上述したような、鉱山で用いられる非常に大型のダンプトラック１の周辺を監視する際に非常に有効である。すなわち、ダンプトラック１は、非常に大きい影となる領域を形成する場合があり、かつ影となる領域を自身で作りながら移動し、さらにベッセル４の昇降によって影となる領域が大きく変化し、また、死角となる領域が大きい。周辺監視システム１０は、このようなダンプトラック１において、ダンプトラック１の周囲の対象物を確実に表示する第１俯瞰画像２０１又は第２俯瞰画像２０２を生成して、ダンプトラック１のオペレータにダンプトラック１の周囲の正確な情報を提供できる。また、周辺監視システム１０は、赤道直下のような日向と日陰との照度差が非常に大きくなるような場所で稼働するダンプトラック１に対して、ダンプトラック１のオペレータにダンプトラック１の周囲の正確な情報を提供できる。

[0104] 以上、本実施形態を説明したが、上述した内容により本実施形態が限定されるものではない。また、上述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、上述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

符号の説明

[0105] １ ダンプトラック

２ 車体部

２Ｌ　前部

２ｃ、２ｄ　ラダー

２ｅ　手すり

２ｆ　フレーム

３　キャブ

４　ベッセル

４Ｔ、４Ｔ１　後端

４ＴＰ　ベッセル後部

５　前輪

６　後輪

６ＬＩ、６ＬＯ、６ＲＩ、６ＲＯ　車輪

１０　作業車両用周辺監視システム（周辺監視システム）

１１、１２、１３、１４、１５、１６　撮像装置

２１、２２、２３、２４、２５、２６、２７、２８　レーダ装置

３１　運転席

３９　画像切替スイッチ

５０　モニタ

１００　コントローラ

１１０　俯瞰画像合成部

１２０　カメラ画像切替・視点変換部

１３０　対象物位置情報生成部

１４０　ベッセル画像生成部

１５０　表示制御部

２１０　対象物情報収集部

２２０　対象物処理部

請求の範囲

[請求項1] 前輪及び後輪を支持する車体フレームと、前記後輪よりも前記車体フレームの後方に張り出して積荷を積載するベッセルとを含む作業車両の周辺を監視するシステムであり、

前記作業車両に取り付けられて前記作業車両の周囲を撮像し、画像情報として出力する複数の撮像装置と、

複数の前記画像情報を取得し、取得した前記画像情報を合成して前記作業車両及びその周辺の俯瞰画像を表示装置に表示するための俯瞰画像情報を生成する俯瞰画像合成部と、

前記作業車両の後方側における一部が除かれた前記ベッセルと当該ベッセルとともに表示される前記前輪及び前記後輪とを少なくとも含む第１ベッセル画像が、前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねられた第１画像と、すべての前記ベッセルと当該ベッセルに表示された前記前輪及び前記後輪とを少なくとも含む第２ベッセル画像が、前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねられた第２画像と、のいずれか一方を前記表示装置に表示する表示制御部と、

を含むことを特徴とする作業車両用周辺監視システム。

[請求項2] 前記表示制御部は、前記前輪及び前記後輪の全体を表示する、請求項１に記載の作業車両用周辺監視システム。

[請求項3] 前記後輪は、前記ベッセルの左側と右側とにそれぞれ複数の車輪が表示される、請求項１又は２に記載の作業車両用周辺監視システム。

[請求項4] 前記第１ベッセル画像は、前記作業車両の後方側における前記後輪の端部よりも後方が除かれている、請求項１から３のいずれか１項に記載の作業車両用周辺監視システム。

[請求項5] 前記表示制御部は、前記第１画像の表示と前記第２画像との表示を切り替える、請求項１から４のいずれか１項に記載の作業車両用周辺監視システム。

[請求項6] 前輪及び後輪を支持する車体フレームと、前記後輪よりも前記車体

フレームの後方に張り出して積荷を積載するベッセルとを含む作業車両の周辺を監視するシステムであり、

前記作業車両に取り付けられて前記作業車両の周囲を撮像し、画像情報として出力する複数の撮像装置と、

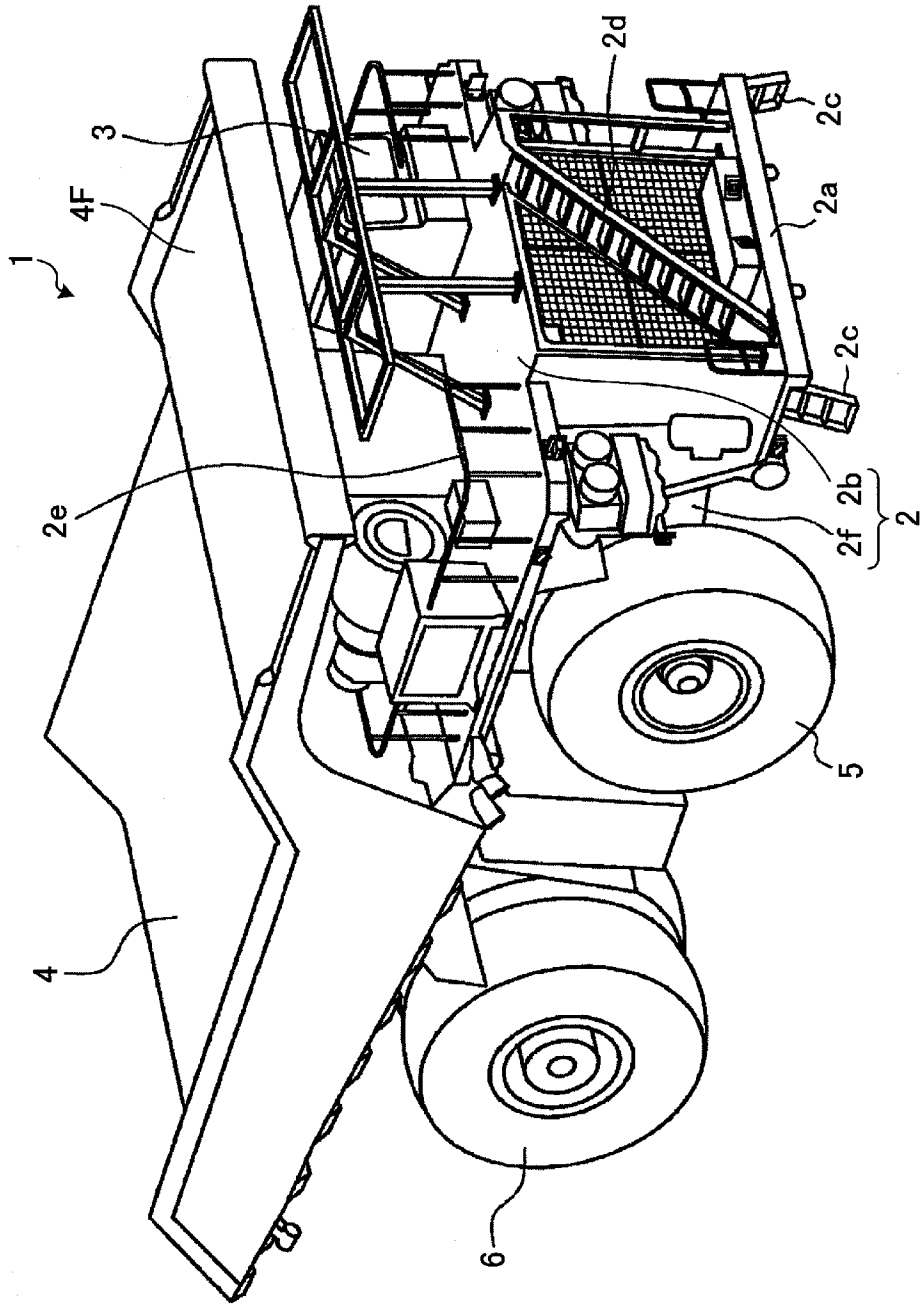
複数の前記画像情報を取得し、取得した前記画像情報を合成して前記作業車両及びその周辺の俯瞰画像を表示装置に表示するための俯瞰画像情報を生成する俯瞰画像合成部と、

前記作業車両の後方側における一部が除かれた前記ベッセルと当該ベッセルとともに表示される前記前輪及び前記後輪の全体とを少なくとも含む第１ベッセル画像が、前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねられた第１画像と、すべての前記ベッセルと当該ベッセルに表示された前記前輪及び前記後輪の全体とを少なくとも含む第２ベッセル画像が、前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねられた第２画像と、のいずれか一方を前記表示装置に表示する表示制御部と、を含み、

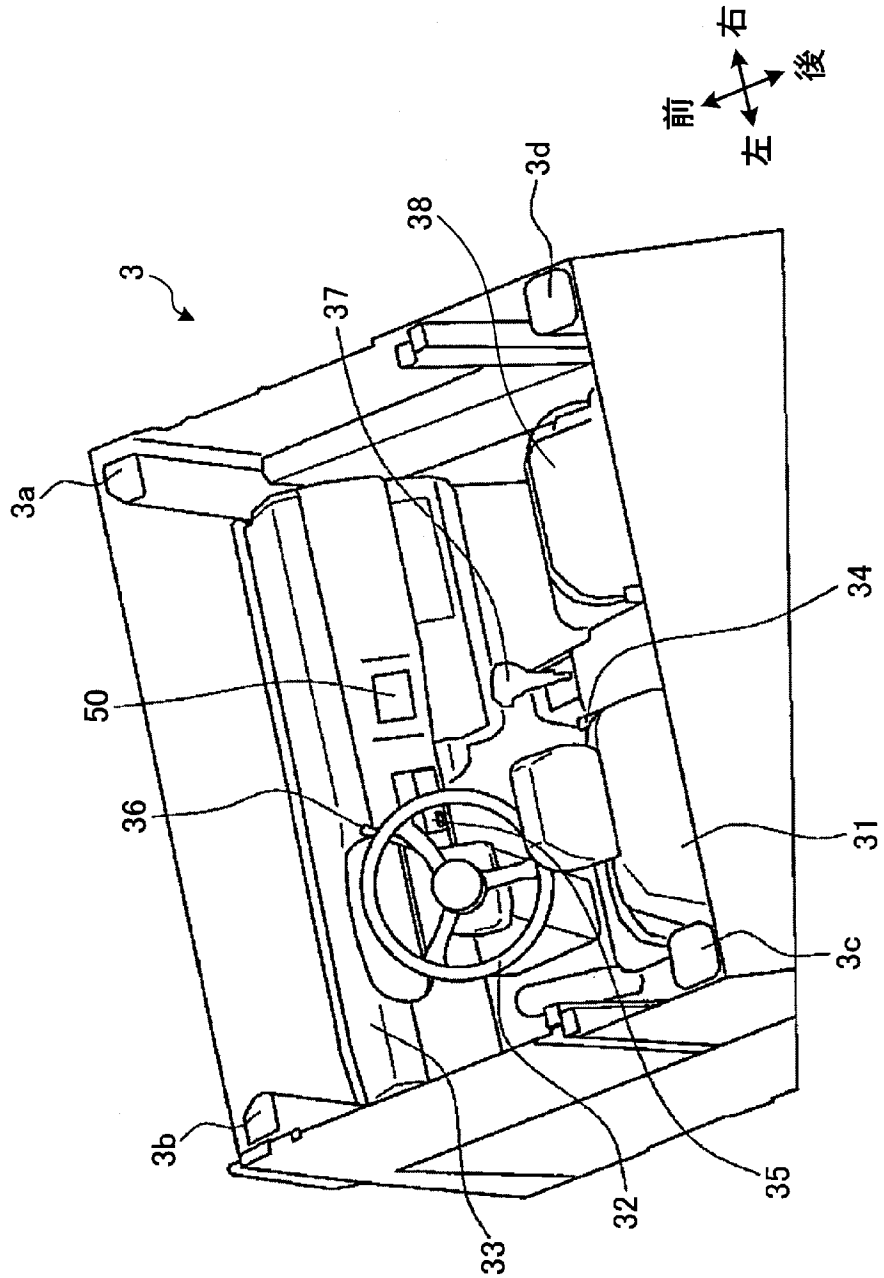
前記後輪は、前記ベッセルの左側と右側とにそれぞれ複数の車輪が表示され、さらに、前記第１ベッセル画像は、前記作業車両の後方側における前記後輪の端部よりも後方が除かれていることを特徴とする作業車両用周辺監視システム。

［請求項7］ 請求項１から６のいずれか１項に記載の作業車両用周辺監視システムを備えたことを特徴とする作業車両。

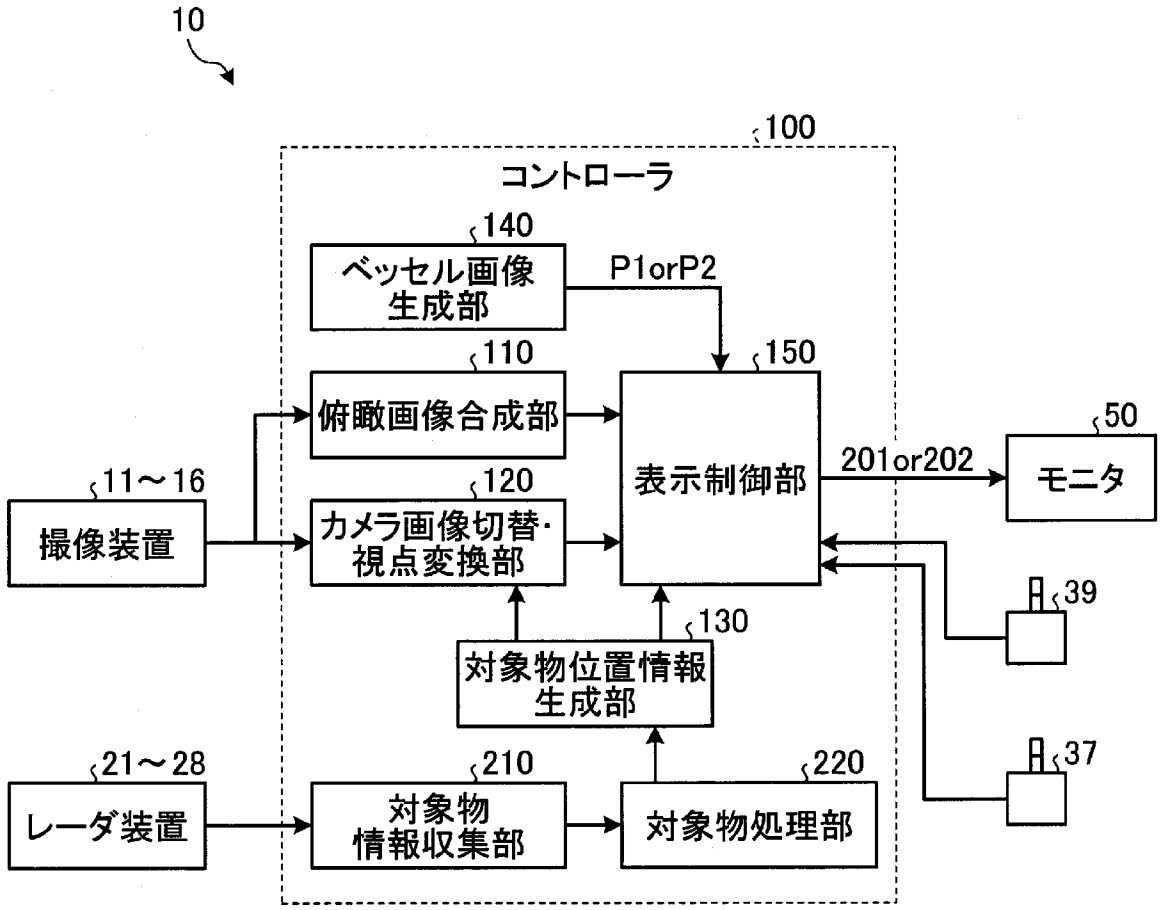
[図1]



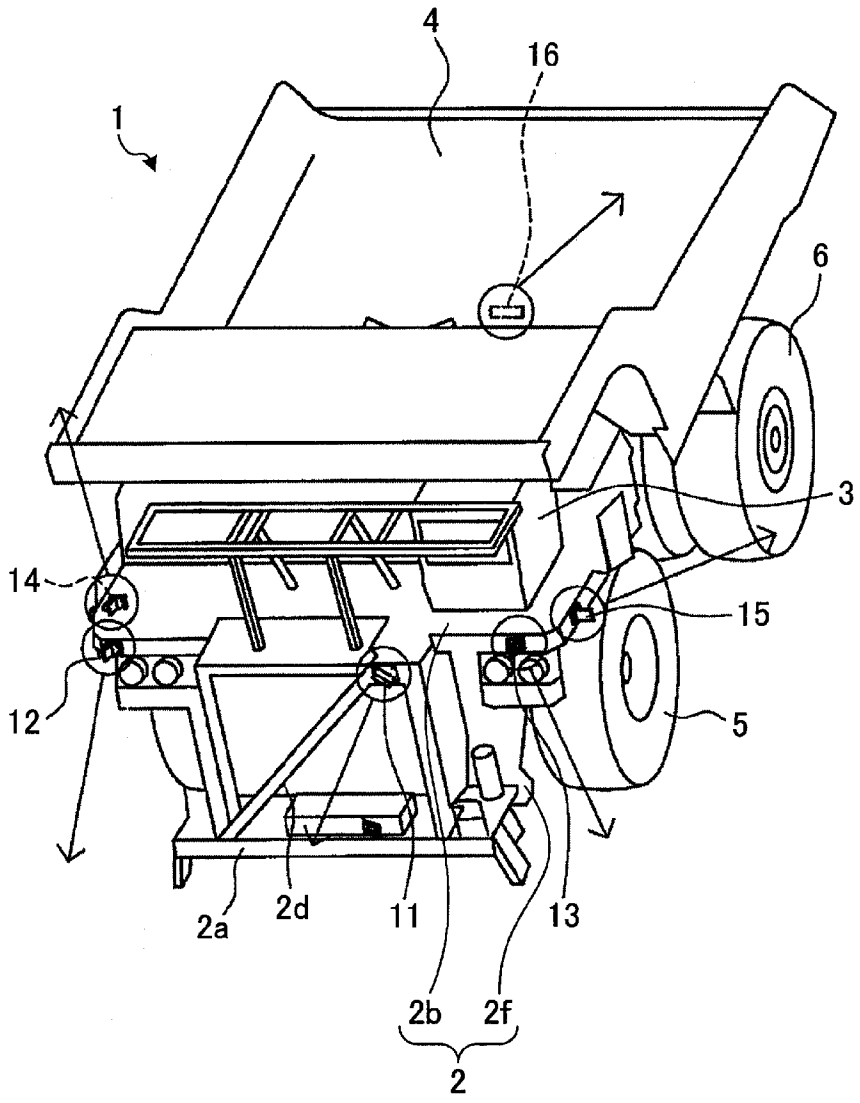
[図2]



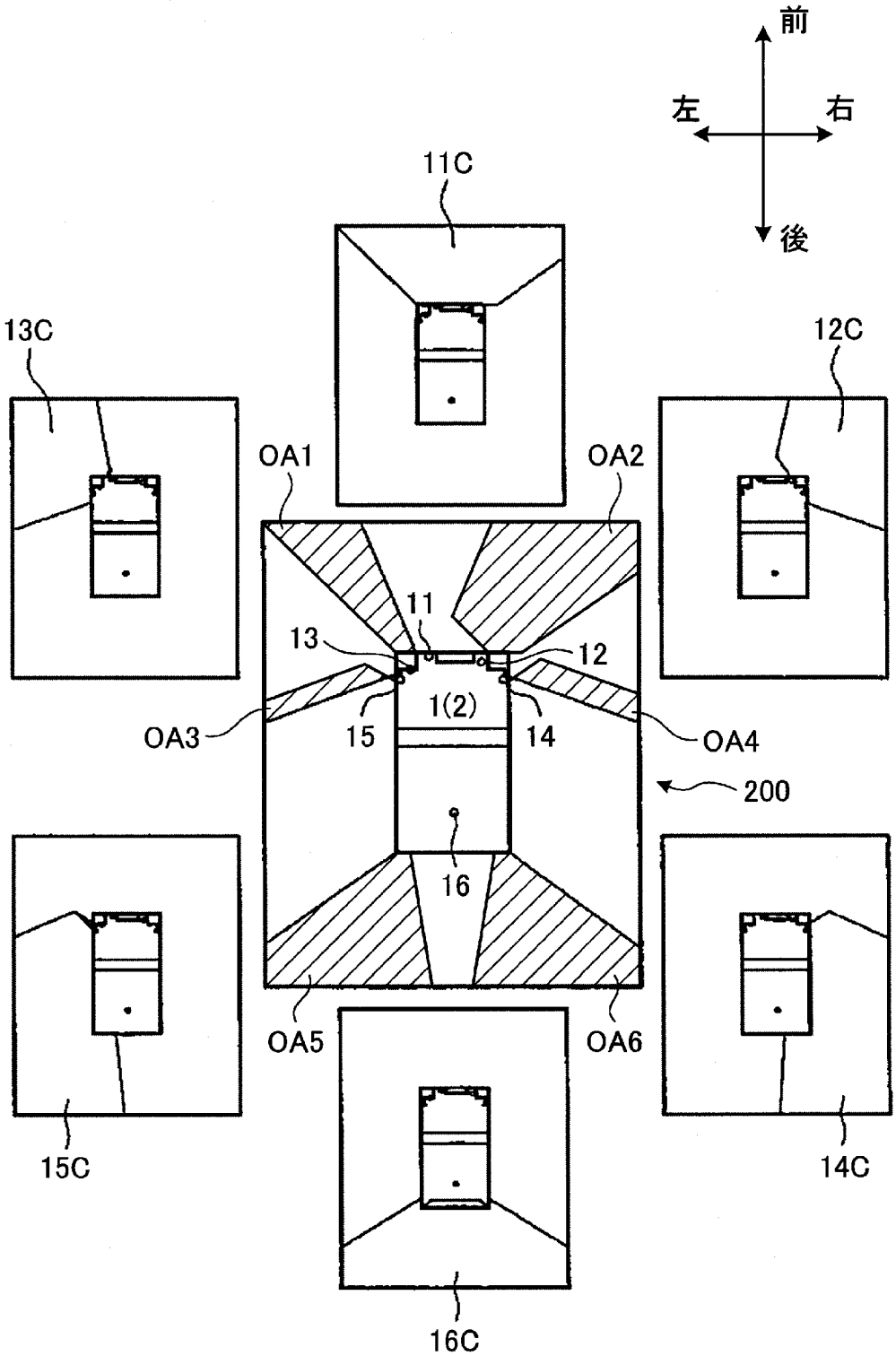
[図3]


10
100
コントローラ
140
ベッセル画像
生成部
P1orP2
110
俯瞰画像合成部
150
表示制御部
50
モニタ
201or202
11～16
撮像装置
120
カメラ画像切替・
視点変換部
39
130
対象物位置情報
生成部
37
21～28
レーダ装置
210
対象物
情報収集部
220
対象物処理部

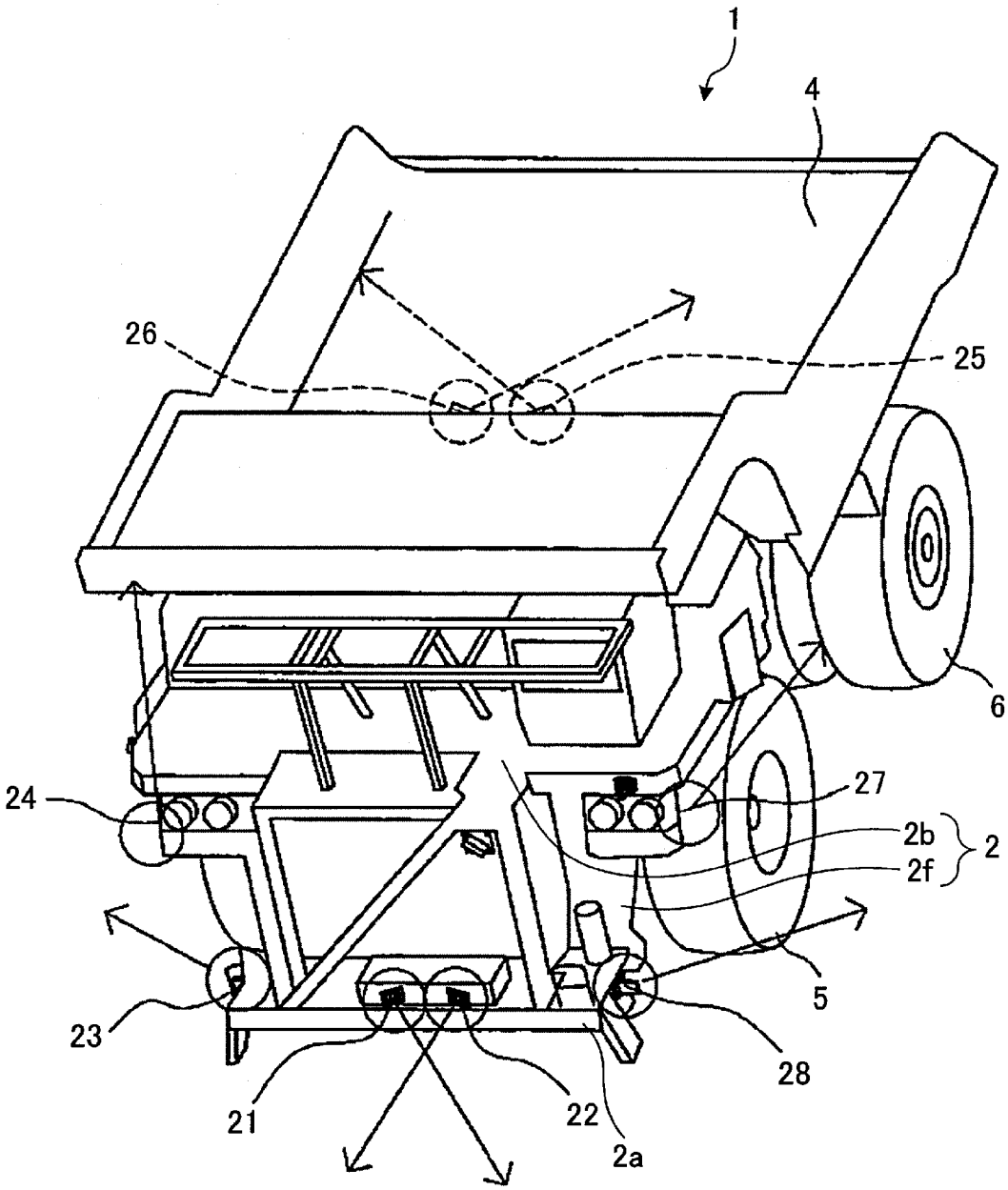
[図4]



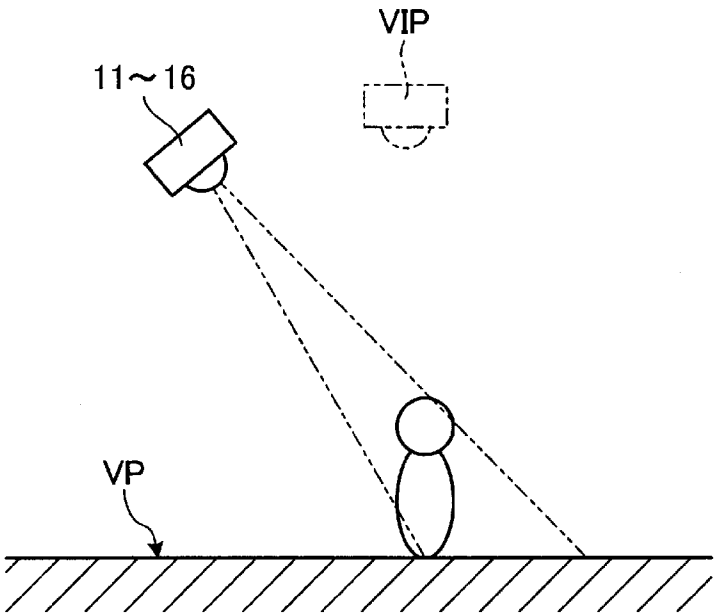
[図5]


前
左
右
後
11C
13C
12C
OA1
OA2
11
13
12
1(2)
15
14
OA3
OA4
200
16
OA5
OA6
15C
14C
16C

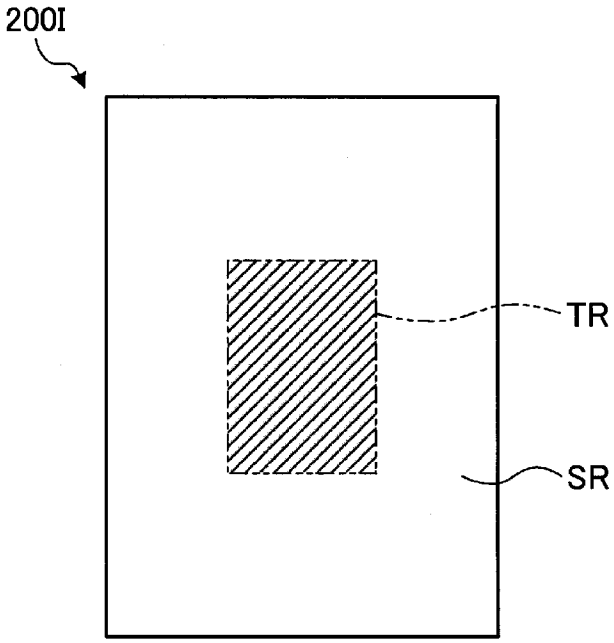
[図6]



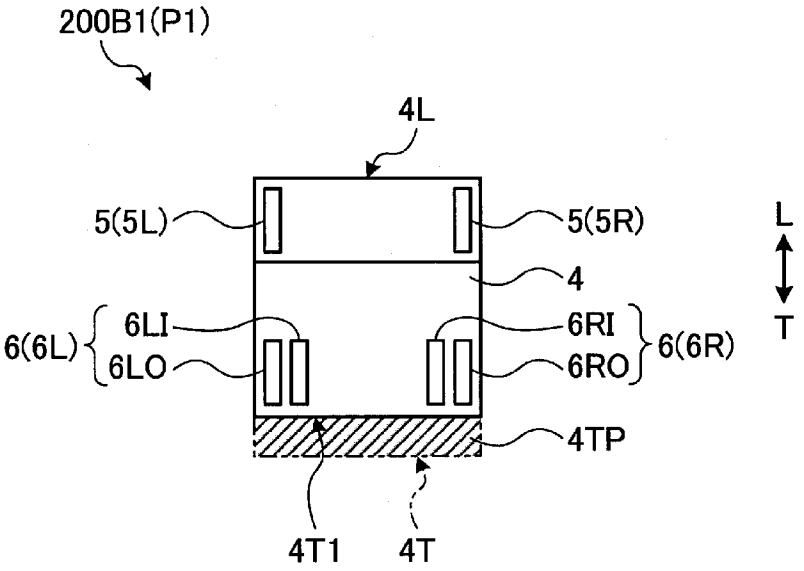
[図7]



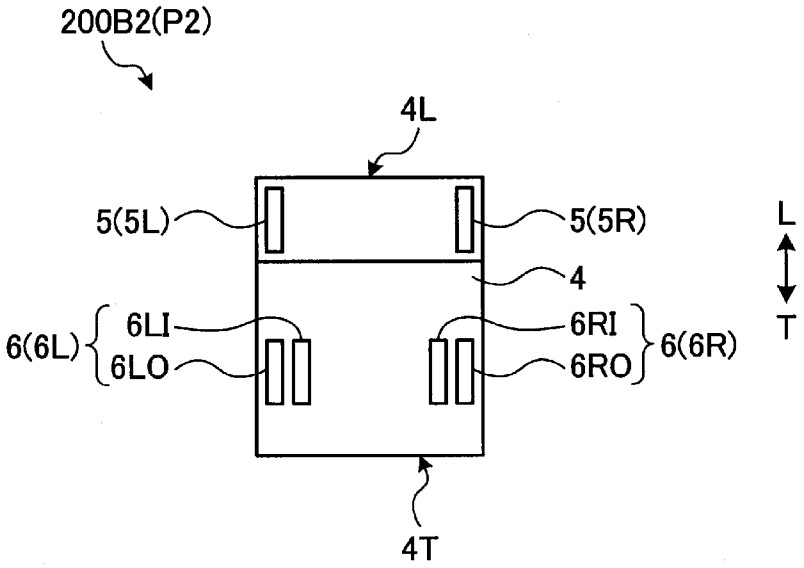
[図8]



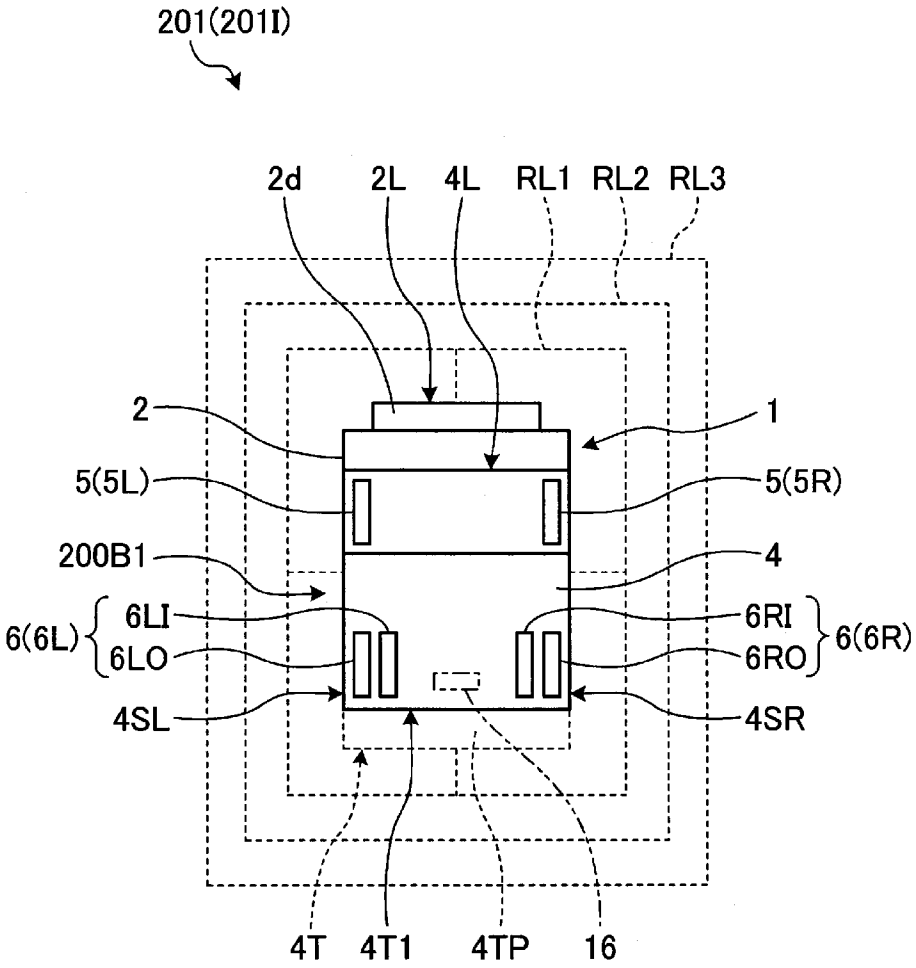
[図9]


200B1(P1)
4L
5(5L)
5(5R)
L
4
6(6L)
6LI
6LO
6RI
6RO
6(6R)
T
4TP
4T1
4T

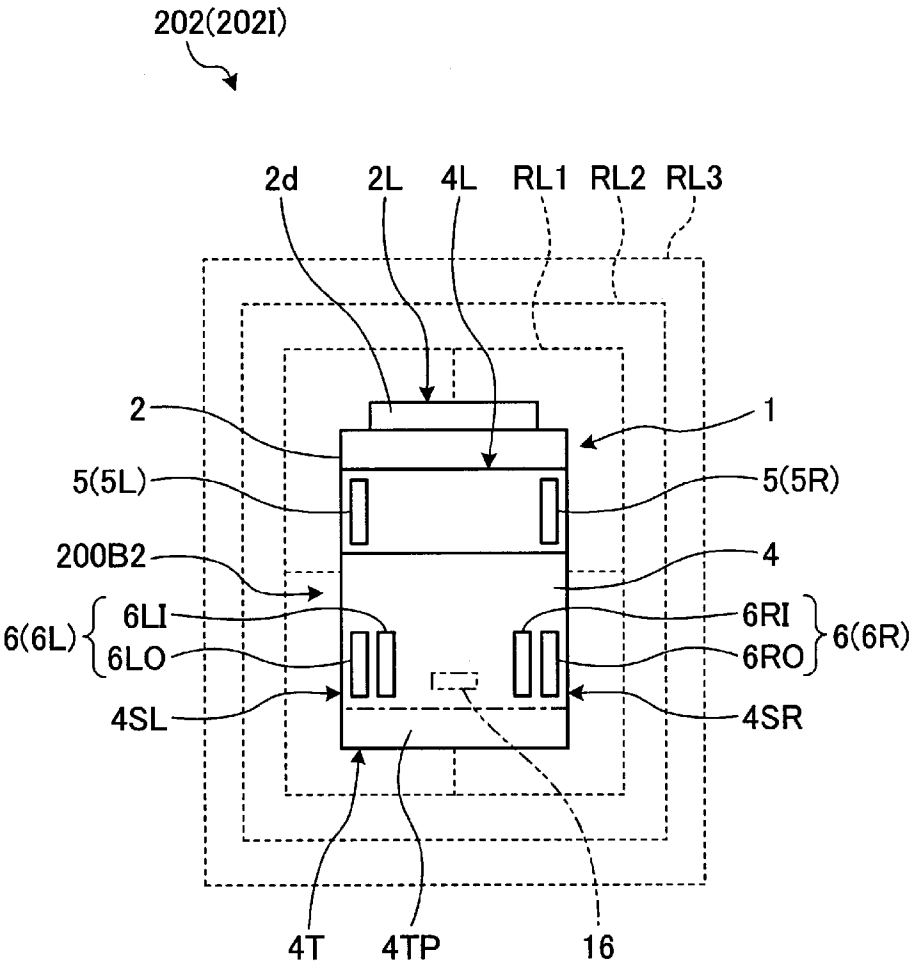
[図10]


200B2(P2)
4L
5(5L)
5(5R)
L
4
6(6L)
6LI
6LO
6RI
6RO
6(6R)
T
4T

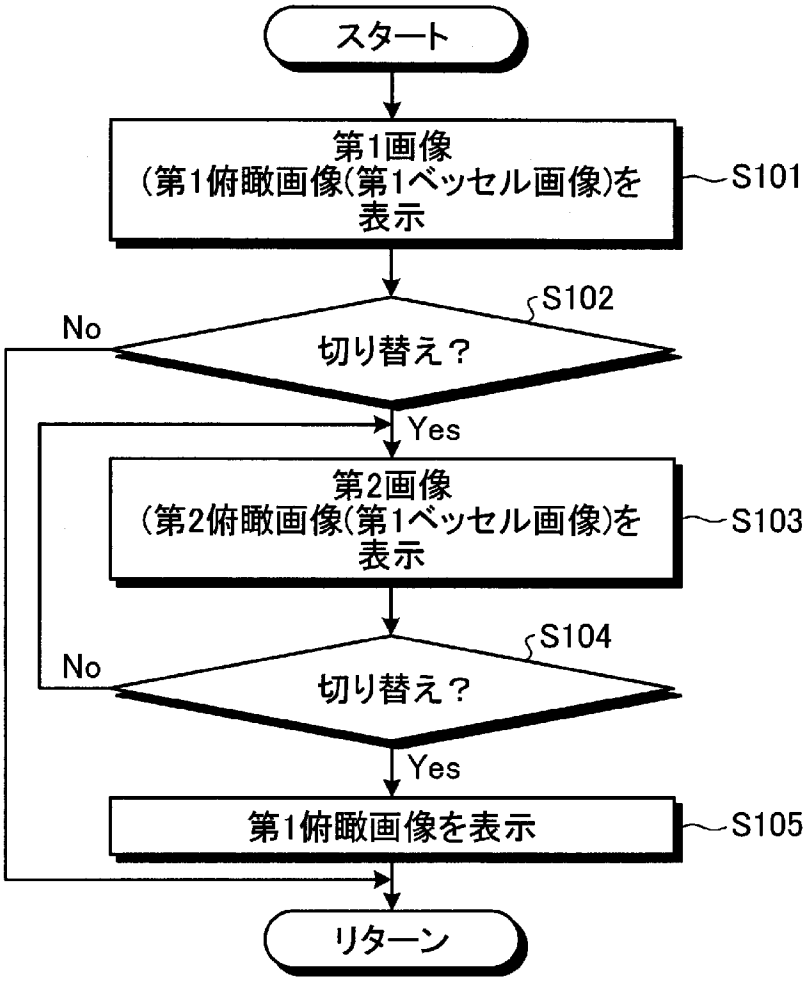
[図11]


201(201I)
2d
2L
4L
RL1
RL2
RL3
2
1
5(5L)
5(5R)
200B1
4
6(6L)
6LI
6LO
6RI
6RO
6(6R)
4SL
4SR
4T
4T1
4TP
16

[図12]


202(202I)
2d
2L
4L
RL1
RL2
RL3
2
1
5(5L)
5(5R)
200B2
4
6(6L)
6LI
6LO
6RI
6RO
6(6R)
4SL
4SR
4T
4TP
16

[図13]


スタート
第1画像
(第1俯瞰画像(第1ベッセル画像)を
表示
S101
S102
No
切り替え？
Yes
第2画像
(第2俯瞰画像(第1ベッセル画像)を
表示
S103
S104
No
切り替え？
Yes
第1俯瞰画像を表示
S105
リターン

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/077063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N7/18(2006.01)i, *B60R1/00*(2006.01)i, *G06T1/00*(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)
H04N7/18, B60R1/00, G06T1/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y	JP 2010-93605 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 22 April 2010 (22.04.2010), paragraphs [0017] to [0060]; fig. 1 to 10 & US 2010/0092042 A1 & EP 2174834 A2	1-7
Y	JP 2011-245970 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0044] to [0047]; fig. 7 (Family: none)	1-7
Y	JP 2011-25874 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 10 February 2011 (10.02.2011), paragraphs [0002] to [0007], [0091] to [0140]; fig. 16 to 17 & US 2011/0025848 A1 & EP 2281720 A1	5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 December, 2012 (26.12.12)	15 January, 2013 (15.01.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/077063

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	"Press Release 'Overview Monitoring System' o Clarion to Kyodo Kaihatsu", Hitachi Construction Machinery Co., Ltd., [online], 24 January 2011 (24.01.2011), [retrieval date 25 December 2012 (25.12.2012)], Internet <URL: http://www.hitachi-kenki.co.jp/news/press/PR20110121113934973.html>	2-3
Y	"Press Release Zen Shui Anzen Kakunin Shien Sochi 'SkyAngle' o Hatsubai", Hitachi Construction Machinery Co., Ltd., [online], 20 September 2012 (20.09.2012), [retrieval date 26 December 2012 (26.12.2012)], Internet <URL: http://www.hitachi-kenki.co.jp/news/press/PR2012091213053168.html>	2-4,6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０７７０６３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04N7/18(2006.01)i, B60R1/00(2006.01)i, G06T1/00(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.　H04N7/18, B60R1/00, G06T1/00

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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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
Y	JP 2010-93605 A (三洋電機株式会社) 2010.04.22, 段落【0017】－【0060】, 第１図－第10図 & US 2010/0092042 A1 & EP 2174834 A2	1-7
Y	JP 2011-245970 A (アイシン精機株式会社) 2011.12.08, 段落【0044】－【0047】, 第７図（ファミリーなし）	1-7

☑　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 ２６．１２．２０１２	国際調査報告の発送日 １５．０１．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｐ　３９９２ 大室　秀明 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５８１

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
Y	JP 2011-25874 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2011.02.10, 段落【0002】－【0007】, 段落【0091】－【0140】, 第16図－第17図 & US 2011/0025848 A1 & EP 2281720 A1	5
Y	“プレスリリース　「オーバービューモニターシステム」をクラリオンと共同開発”, 日立建機株式会社, [online], 2011.01.24, [検索日 2012.12.25], インターネット <URL:http://www.hitachi-kenki.co.jp/news/press/PR20110121113934973.html>	2-3
Y	“プレスリリース　全周囲安全確認支援装置「ＳｋｙＡｎｇｌｅ」を発売”, 日立建機株式会社, [online], 2012.09.20, [検索日 2012.12.26], インターネット <URL:http://www.hitachi-kenki.co.jp/news/press/PR20120912130053168.html>	2-4,6