

(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)



(10) 国際公開番号
WO 2014/045457 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/JP2012/077062
- (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 2012-208733 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: 光田 慎治(MITSUTA, Shinji); 〒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). 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).

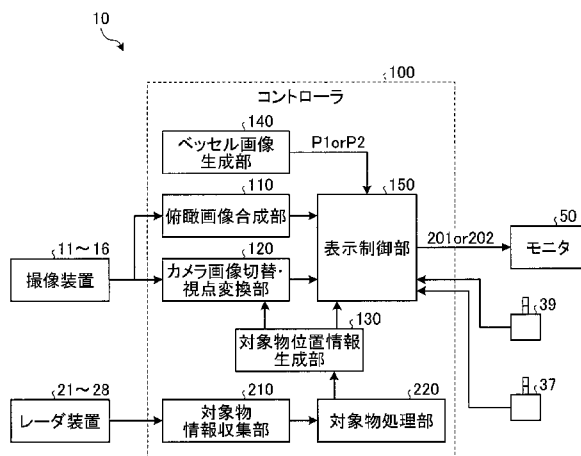
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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
(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))

(54) Title: SURROUNDINGS 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 Bird's eye view image synthesis unit
120 Camera image switching/viewpoint transformation unit
130 Object position information generation unit
140 Bed image generation unit
150 Display control unit
210 Object information collection unit
220 Object processing unit

(57) Abstract: This surroundings monitoring system for a vehicle (10) includes: multiple imaging devices (11-16) that are installed on a work vehicle equipped with a bed in order to capture images of the surroundings of the work vehicle and output the images as image information; a bird's eye view image synthesis unit (110) that, upon obtaining the information of the multiple images, synthesizes the obtained image information and generates bird's eye view image information to be used for displaying a bird's eye view image of the work vehicle and the surroundings on a monitor (50); and a display control unit (150) that displays on the monitor (50) either a first image, in which a first bed image containing at least the bed with a portion on the rear side of the work vehicle being cut off is superimposed on an area where the work vehicle is present in the bird's eye view image, or a second image, in which a second bed image containing at least the entire bed is superimposed on an area where the bird's eye view image is present.

(57) 要約: 作業車両用周辺監視システム10は、ベッセルを有する作業車両に取り付けられて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、複数の画像情報を取得し、取得した画像情報を合成して作業車両及びその周辺の俯瞰画像をモニタ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を少なくとも含む第1ベッセル画像を俯瞰画像の作業車両が存在する領域に重ねた第1画像と、すべてのベッセルを少なくとも含む第2ベッセル画像を俯瞰画像が存在する領域に重ねた第2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を少なくとも含む第1ベッセル画像を前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねた第1画像と、すべての前記ベッセルを少なくとも含む第2ベッセル画像を前記俯瞰画像が存在する領域に重ねた第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、前記作業機械を操作する操作者の操作に基づいて、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。
- [0008] 本発明において、前記表示制御部は、前記作業車両の状態に応じて、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。
- [0009] 本発明において、前記表示制御部は、前記作業車両の走行速度に基づいて、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。
- [0010] 本発明において、前記作業車両は、自身の後方に存在する物体を検知する物体検出装置を有し、前記表示制御部は、前記物体検出装置が物体を検出した場合に、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] 本発明において、前記表示制御部は、前記作業車両の走行モードが後進に

なった場合に、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。

[0012] 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を少なくとも含む第 1 ベッセル画像を前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねた第 1 画像と、すべての前記ベッセルを少なくとも含む第 2 ベッセル画像を前記俯瞰画像が存在する領域に重ねた第 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、前記表示制御部は、前記作業機械を操作する操作者の操作又は前記作業車両の状態に応じて前記表示を切り替え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。

[0013] 本発明において、前記第 1 ベッセル画像は、前記ベッセルに表示された前記前輪及び前記後輪を含み、前記第 2 ベッセル画像は、前記ベッセルに表示された前記前輪及び前記後輪を含むことが好ましい。

[0014] 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。

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 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

[0019] [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

[0020] 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。

[0021] <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2f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。

[0022] 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。

[0023] 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 2 a とアッパデッキ 2 b とを有する二重デッキ構造となっている。

[0024] ロアデッキ 2 a は、フレーム 2 f の前面の下部に取り付けられる。アッパデッキ 2 b は、ロアデッキ 2 a の上方に配置されている。ロアデッキ 2 a 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 2 c が配置されている。ロアデッキ 2 a とアッパデッキ 2 b との間には、両者の間を行き来するための斜めラダー 2 d が配置されている。また、ロアデッキ 2 a とアッパデッキ 2 b 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 2 b の上には、柵状の手すり 2 e が配置されている。本実施形態において、ラダー 2 c 及び斜めラダー 2 d は、アッパデッキ 2 b 及びロアデッキ 2 a の一部であるものとする。

[0025] 図 1 に示すように、キャブ（運転室）3 は、アッパデッキ 2 b 上に配置されている。キャブ 3 は、アッパデッキ 2 b 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 2 b 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。

[0026] 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 3 a、3 b、3 c、3 d 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 2 b 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。

[0027] 図 2 に示すように、キャブ 3 内には、運転席 3 1、ハンドル 3 2、ダッシュカバー 3 3、無線装置 3 4、ラジオ受信機 3 5、リターダ 3 6、シフトレバー 3 7、トレーナー席 3 8、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 5 0、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 5 0 は、ダッシュカバー 3 3 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 5 0 は、ダッシュカバー 3 3 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 5 0 を視認できる位置にモニタ 5 0 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 1 0 の一部である。シフトレバー 3 7 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。

[0028] 図 1 に示すベッセル 4 は、碎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 2 f 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、前方に鰐部 4 F を有している。鰐部 4 F 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 の上方に延出した鰐部 4 F は、碎石等の衝突からキャブ 3 を保護する。

[0029] <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 1 0 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。

[0030] ＜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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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 2 d 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 2 b 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 11 C 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 11 C 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。

[0034] 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 2 b 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 2 b 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 12 C 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 12 C 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。

[0035] 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 2 b 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 2 b 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] <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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] ＜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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] 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 が生成したダンブトラック 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ブトラック 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。

[0057] 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 のダンブトラック 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 のダンブトラック 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。

[0058] 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、ダンブトラック 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] コントローラ 100 は、例えば、演算装置としての CPU (Central Proc

essing 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 FPG A : Field-Programmable Gate Array）及びメモリ（例えば V R A M : Video Random Access Memory）等を搭載している。

[0063] 本実施形態において、図 4 に示すように、撮像装置 11～16 がアップデッキ 2 b 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 11 C～第 6 領域 16 C 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。

[0064] <俯瞰画像の生成>

図 7 は、仮想投影面 V P 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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を表示するための合成画像情報を生成して、モニタ50に出力する。

[0069] <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がアップデッキ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。

[0070] 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。

[0071] <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。

[0072] 図8は、俯瞰画像情報2001を示す概念図である。図8に示す俯瞰画像情報2001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2001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2001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2001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。

[0073] 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2001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でモニタ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。

[0074] 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の前部にある鰐部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と鰐部4F）の形状が示されることになる。

[0075] 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4 T 1は、後輪6よりも後方T側と、ベッセル後部4 T Pが除かれる前におけるベッセル4の後端4 T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4 T P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2 d等のうち少なくとも1つをさらに含んでいてもよい。

[0076] 第2ベッセル画像200B2は、図1及び図4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4 T P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2 d等のうち少なくとも1つをさらに含んでいてもよい。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] 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。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 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50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。

[0085] 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とを組み合わせる第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とを組み合わせる第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。

[0086] 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。

[0087] 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には、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。

[0088] 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2001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。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] <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。

[0092] 本制御例を実行するにあたり、ステップ S 101 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 S 102 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 S 102、Yes）、ステップ S 103 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 S 103 において、モニタ 50 には第 2 俯瞰画像 202 が表示される。

[0093] 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 S 102、No）、表示制御部 150 はステップ S 101 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S 1 0 2におけるモニタ5 0の表示を切り替える条件は、モニタ5 0の表示を第1俯瞰画像2 0 1から第2俯瞰画像2 0 2に切り替えるための条件（第1条件）である。

[0094] 次に、ステップS 1 0 4に進み、コントローラ1 0 0の表示制御部1 5 0は、モニタ5 0の表示を切り替える条件が成立した場合（ステップS 1 0 4、Y e s）、ステップS 1 0 5の処理を実行する。この場合、コントローラ1 0 0の表示制御部1 5 0は、モニタ5 0の表示を第2俯瞰画像2 0 2から第1俯瞰画像2 0 1に切り替える。このようにすることで、ステップS 1 0 5において、モニタ5 0には第1俯瞰画像2 0 1が表示される。

[0095] モニタ5 0の表示を切り替える条件が成立しない場合（ステップS 1 0 4、N o）、表示制御部1 5 0はステップS 1 0 3及びステップS 1 0 4の処理を実行する。このため、モニタ5 0には、第2俯瞰画像2 0 2の表示が継続される。このように、ステップS 1 0 4におけるモニタ5 0の表示を切り替える条件は、モニタ5 0の表示を第2俯瞰画像2 0 2から第1俯瞰画像2 0 1に切り替えるための条件（第2条件）である。次に、モニタ5 0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。

[0096] （モニタの表示を切り替える条件）

モニタ5 0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思でモニタ5 0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5 0の表示が第1俯瞰画像2 0 1から第2俯瞰画像2 0 2となるように、図3に示す画像切替スイッチ3 9を操作する。すると、画像切替スイッチ3 9は、モニタ5 0に第2俯瞰画像2 0 2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1 0 0の表示制御部1 5 0は、ステップS 1 0 3においてモニタ5 0の表示を第1俯瞰画像2 0 1から第2俯瞰画像2 0 2に切り替える。

- [0097] 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。
- [0098] 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が停止していると思なすことができる程度の大きさとするのが好ましいが、これに限定されるものではない。
- [0099] 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が発進前において、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。

[0100] 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。

[0101] 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。

[0102] 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側に操作された場合である。例えば、シフトレバー37が後進側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。

[0103] 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。

[0104] 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。

[0105] 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。

[0106] 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。

[0107] 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。

[0108] 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ます、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。

[0109] 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

- [0110] 1 ダンプトラック
2 車体部
2 L 前部
2 c、2 d ラダー
2 e 手すり
2 f フレーム
3 キャブ
4 ベッセル
4 T、4 T 1 後端
4 T P ベッセル後部
5 前輪
6 後輪
6 L I、6 L O、6 R I、6 R O 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

- 1 0 0 コントローラ
- 1 1 0 俯瞰画像合成部
- 1 2 0 カメラ画像切替・視点変換部
- 1 3 0 対象物位置情報生成部
- 1 4 0 ベッセル画像生成部
- 1 5 0 表示制御部
- 2 1 0 対象物情報収集部
- 2 2 0 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を少なくとも含む第1ベッセル画像を前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねた第1画像と、すべての前記ベッセルを少なくとも含む第2ベッセル画像を前記俯瞰画像が存在する領域に重ねた第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、前記作業機械を操作する操作者の操作に基づいて、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に記載の作業車両用周辺監視システム。
- [請求項3] 前記表示制御部は、前記作業車両の状態に応じて、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に記載の作業車両用周辺監視システム。
- [請求項4] 前記表示制御部は、前記作業車両の走行速度に基づいて、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3に記載の作業車両用周辺監視システム。
- [請求項5] 前記作業車両は、自身の後方に存在する物体を検知する物体検出装置を有し、
- 前記表示制御部は、前記物体検出装置が物体を検出した場合に、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3に

記載の作業車両用周辺監視システム。

[請求項6] 前記表示制御部は、前記作業車両の走行モードが後進になった場合に、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3に記載の作業車両用周辺監視システム。

[請求項7] 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を少なくとも含む第1ベッセル画像を前記俯瞰画像の前記作業車両が存在する領域に重ねた第1画像と、すべての前記ベッセルを少なくとも含む第2ベッセル画像を前記俯瞰画像が存在する領域に重ねた第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、

前記表示制御部は、前記作業機械を操作する操作者の操作又は前記作業車両の状態に応じて前記表示を切り替え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8] 前記第1ベッセル画像は、前記ベッセルに表示された前記前輪及び前記後輪を含み、前記第2ベッセル画像は、前記ベッセルに表示された前記前輪及び前記後輪を含む、請求項1から7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9] 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8に記載の作業車両用周辺監視システム。

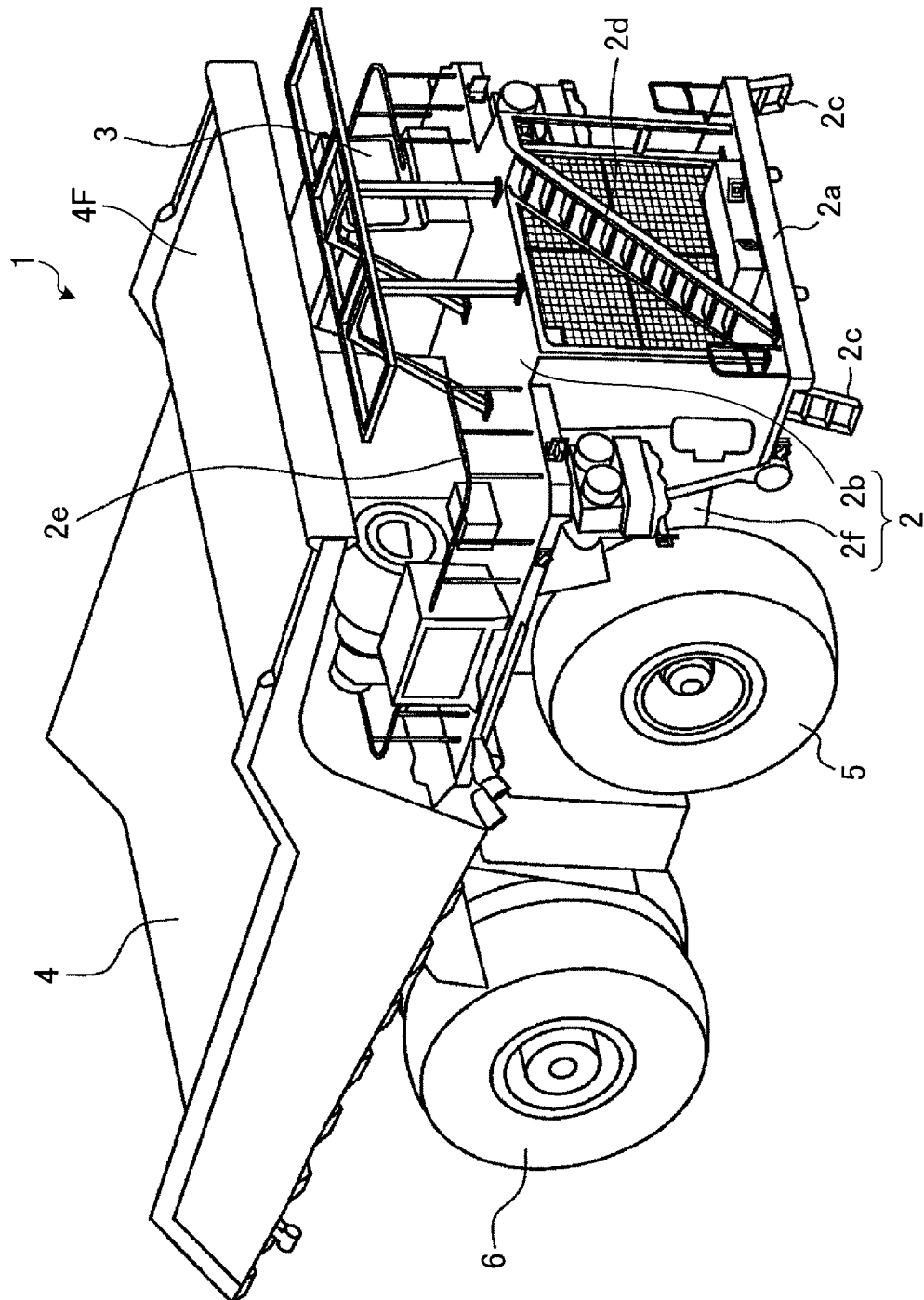
[請求項10] 前記後輪は、前記ベッセルの左側と右側とにそれぞれ複数の車輪が

表示される、請求項 8 又は 9 に記載の作業車両用周辺監視システム。

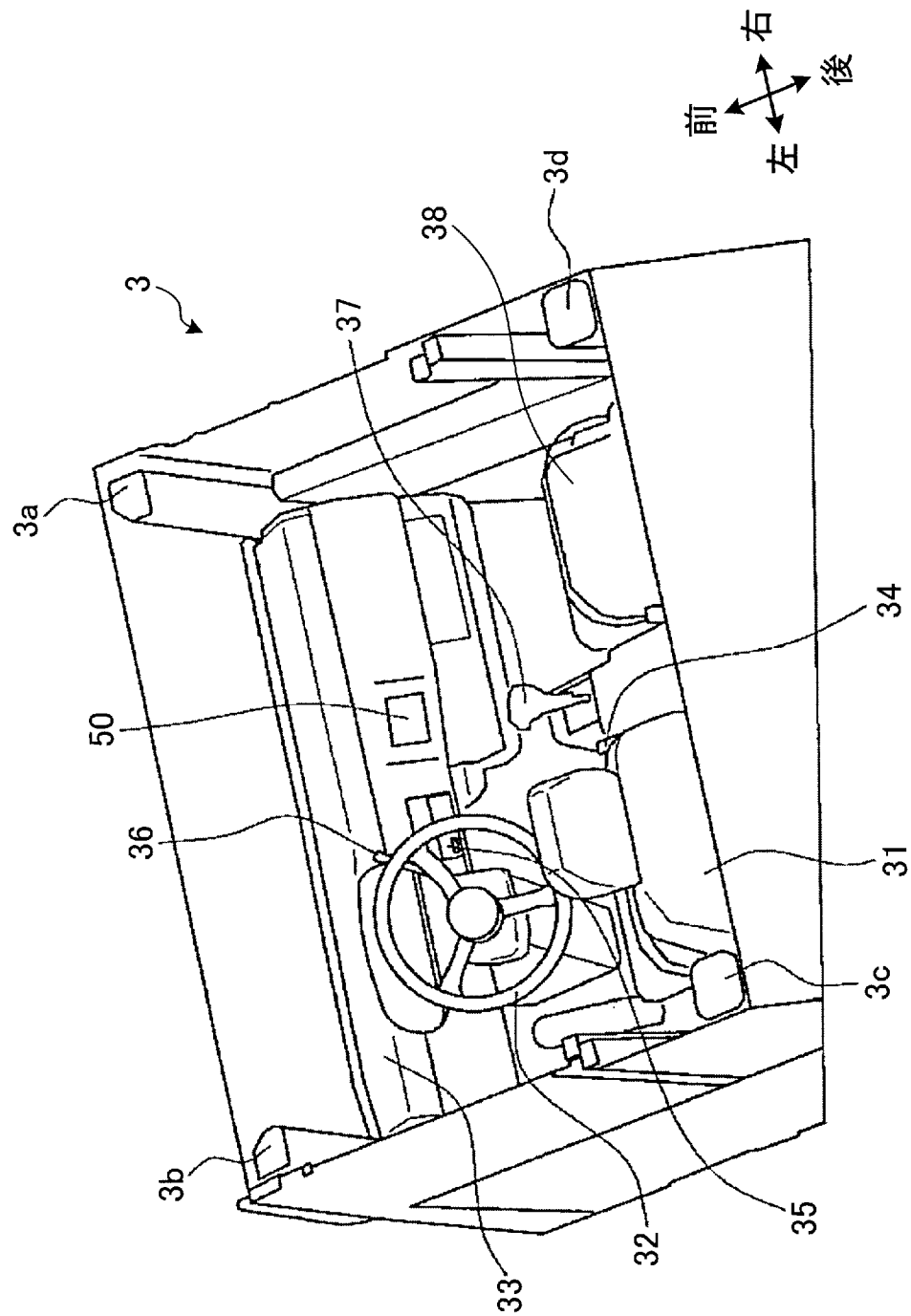
[請求項11] 前記第 1 ベッセル画像は、前記作業車両の後方側における前記後輪の端部よりも後方が除かれている、請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の作業車両用周辺監視システム。

[請求項12] 請求項 1 から 11 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。

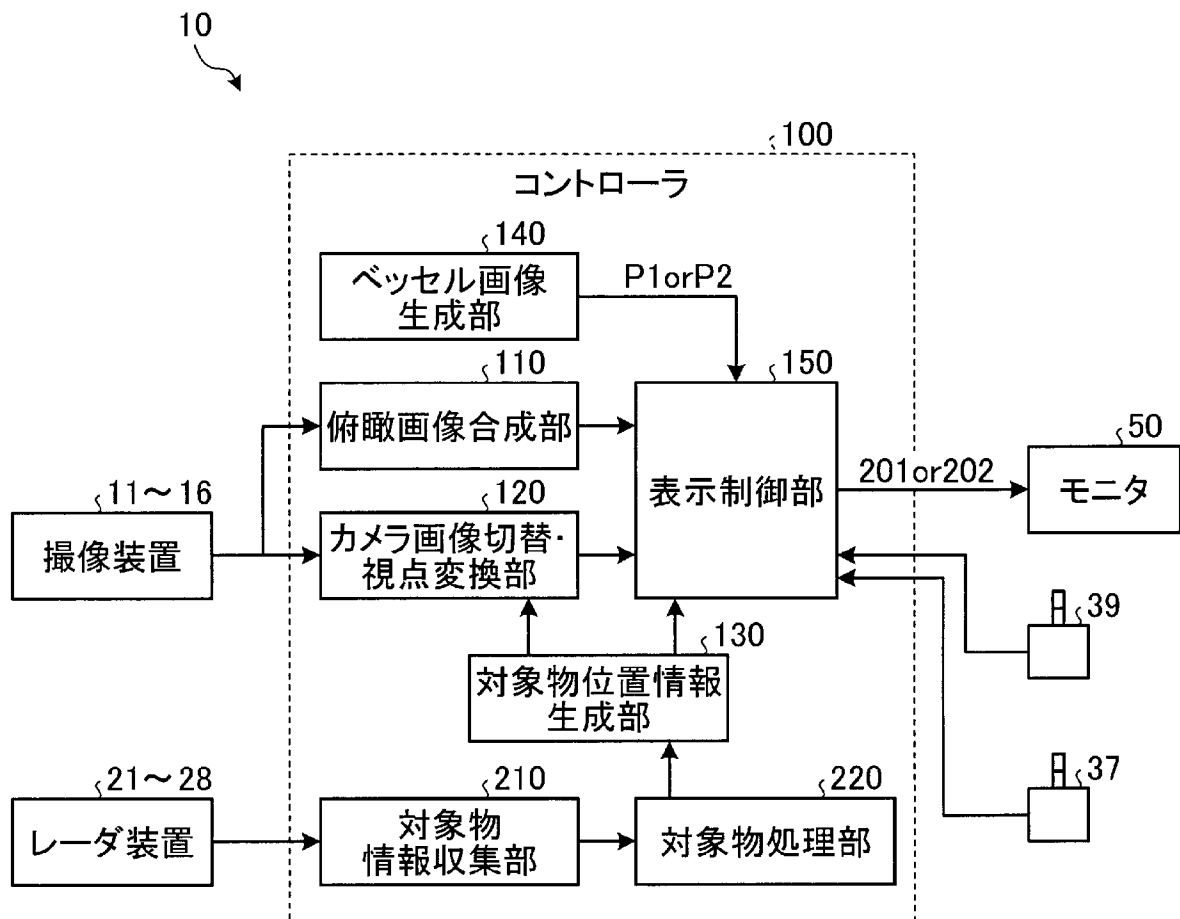
[図1]



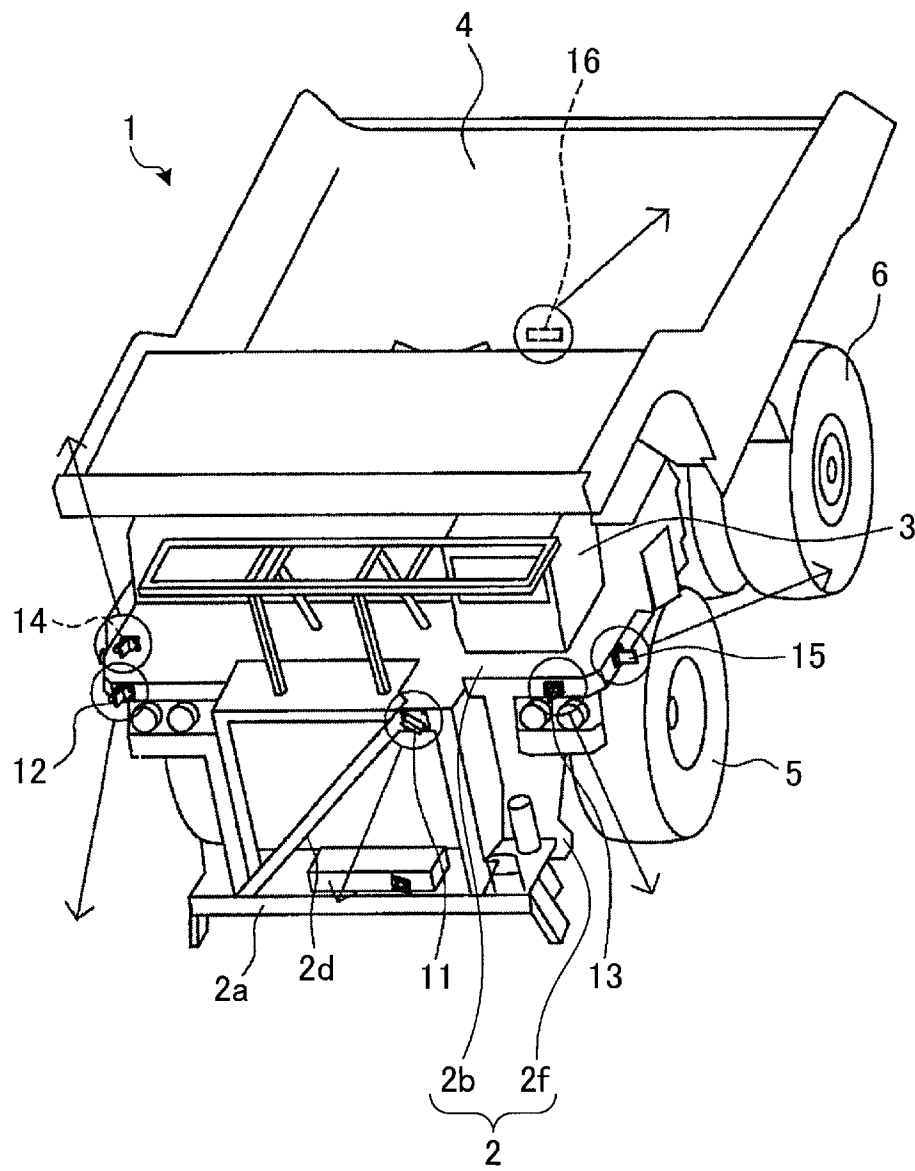
[図2]



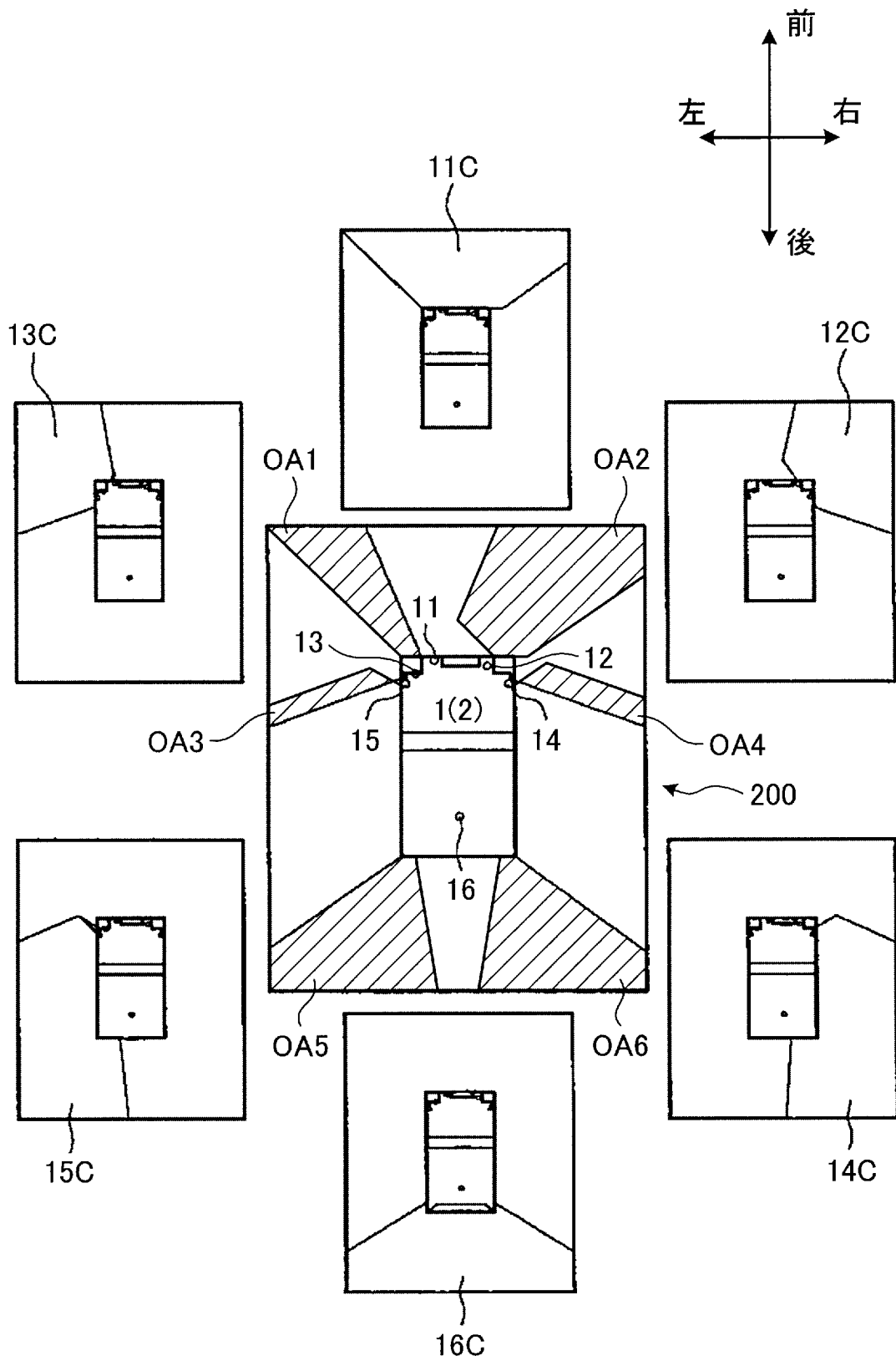
[図3]



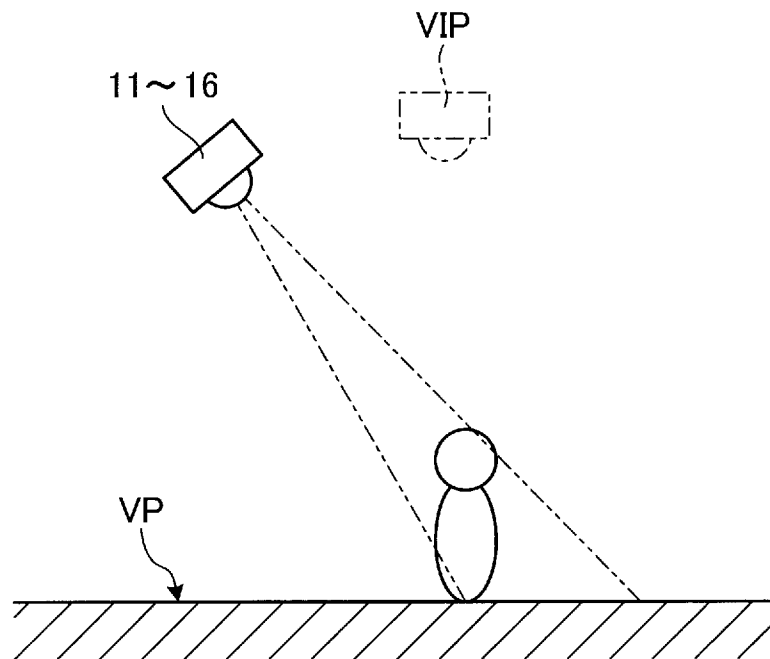
[図4]



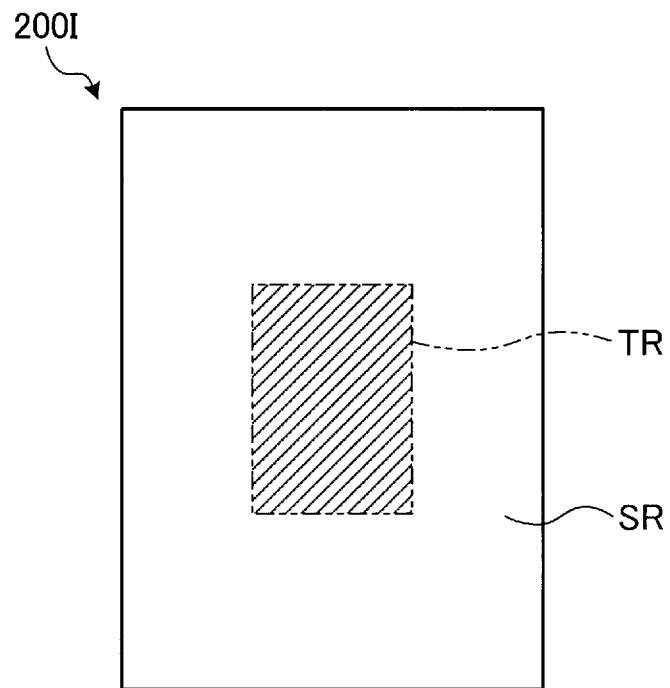
[図5]



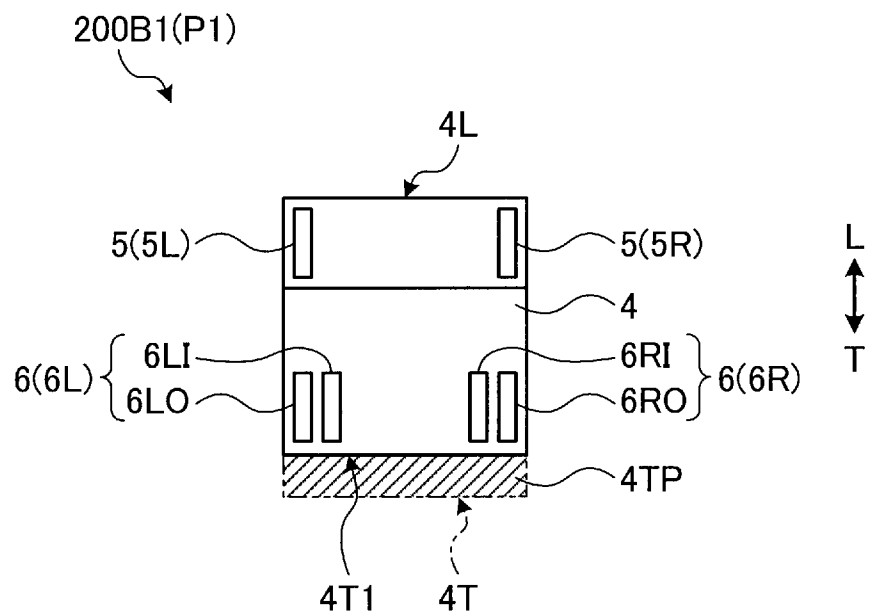
[図7]



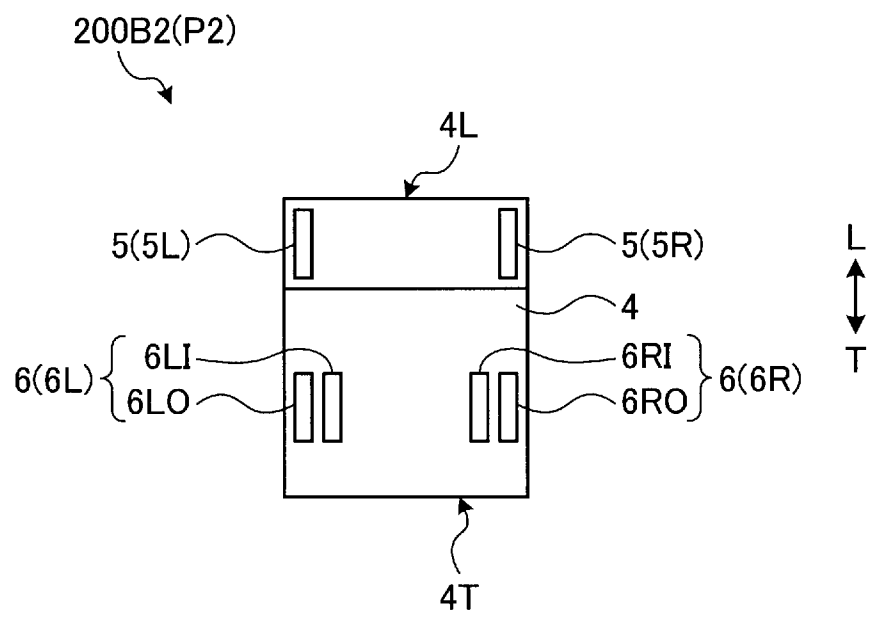
[図8]



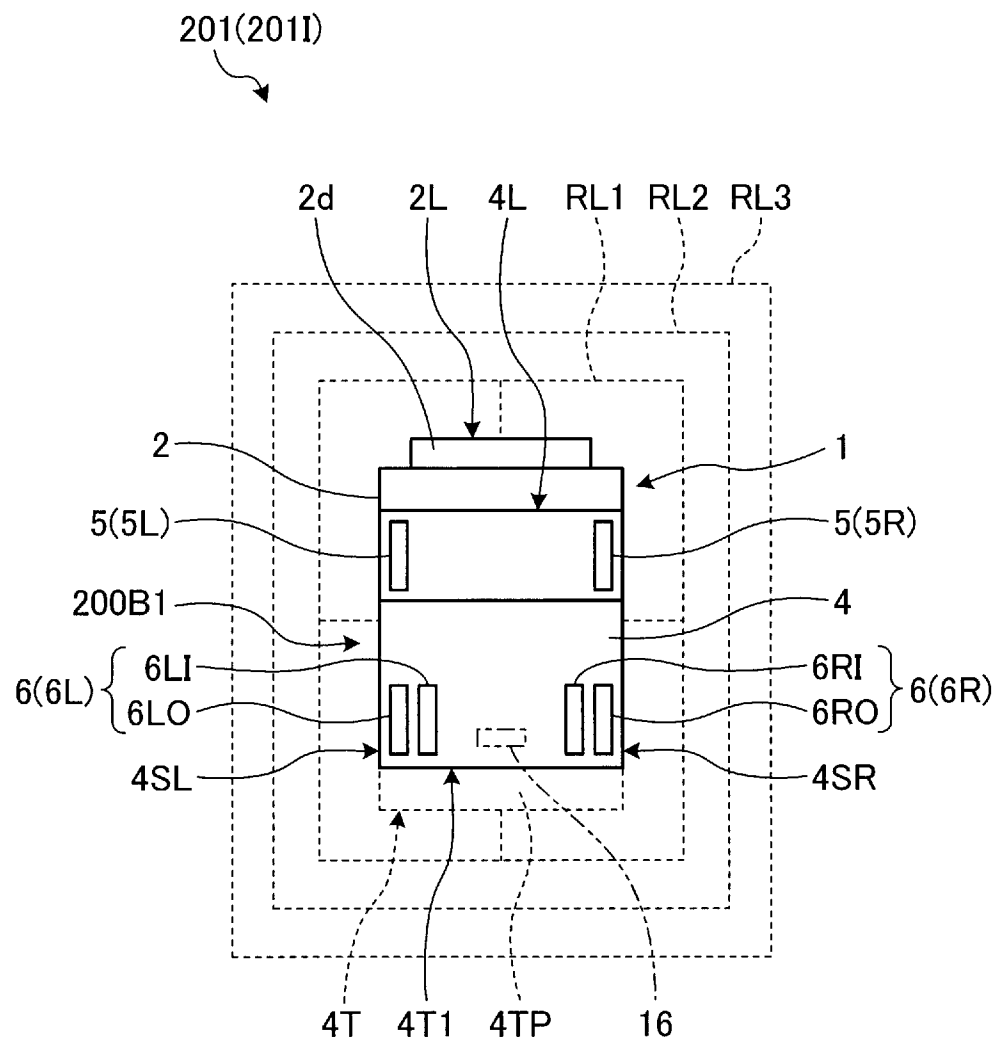
[図9]



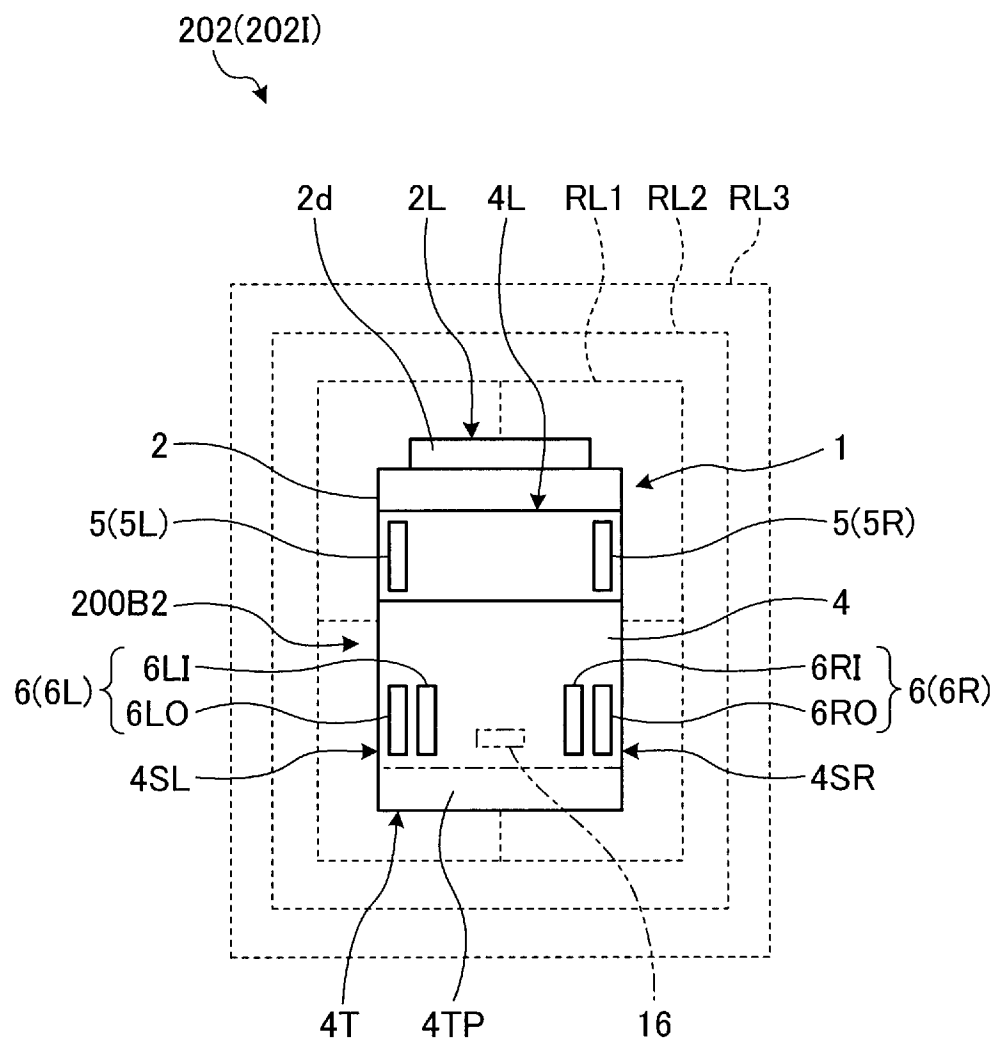
[図10]



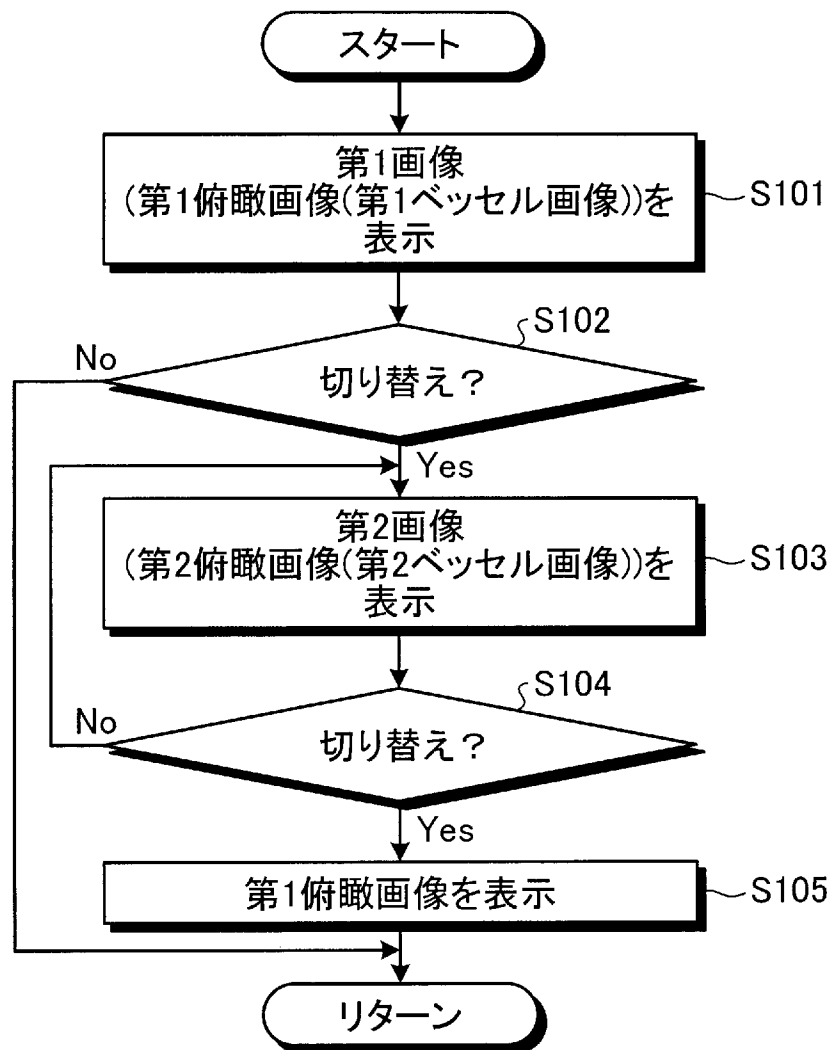
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/077062

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	1-12
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	1-12
Y	JP 2011-245970 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0044] to [0047]; fig. 7 (Family: none)	8-9

☒ 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
28 December, 2012 (28.12.12)Date of mailing of the international search report
15 January, 2013 (15.01.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/077062

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 >	8-10
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 >	8-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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（I P C））

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	1-12
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】－【140】， 第16図－第17図 & US 2011/0025848 A1 & EP 2281720 A1	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

2 8 . 1 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

大室 秀明

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5 P

3 9 9 2

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 2011-245970 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)	8-9
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 >	8-10
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/PR2012091213053168.html >	8-11