

(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
2015 年 10 月 29 日(29.10.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/163015 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2006.01) H04N 7/18 (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/056432
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 4 日(04.03.2015)
- (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 2014-090679 2014 年 4 月 24 日(24.04.2014) JP
- (71) 出願人: 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1128563 東京都文京区後楽二丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小沼 知恵子(ONUMA Chieko); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 弓場 竜(YUMIBA Ryo); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 福田 善文(FUKUDA Yoshiyumi); 〒1008280 東京都千代

田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 川股 幸博(KAWAMATA Yukihiro); 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP). 古渡 陽一(KOWATARI Yoichi); 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP). 太田 守飛(OTA Moritaka); 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人開知国際特許事務所(KAICHI IP); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町三丁目 4 番 1 号 Tokyo (JP).

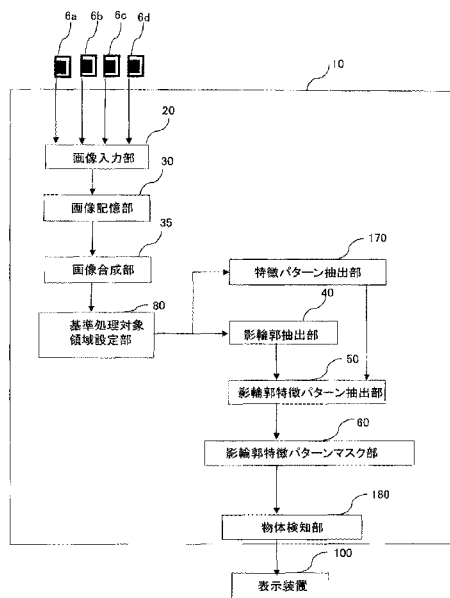
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,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

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR MONITORING AREA AROUND WORKING MACHINE

(54) 発明の名称: 作業機械の周囲監視装置

[図3]



20... IMAGE INPUT UNIT
30... IMAGE STORAGE UNIT
35... IMAGE SYNTHESIS UNIT
40... CONTOUR-OF-SHADOW EXTRACTION UNIT
50... CONTOUR-OF-SHADOW FEATURE PATTERN EXTRACTION UNIT
60... CONTOUR-OF-SHADOW FEATURE PATTERN MASK UNIT
100... DISPLAY DEVICE
170... FEATURE PATTERN EXTRACTION UNIT
180... OBJECT DETECTION UNIT

(57) Abstract: The present invention provides a device for monitoring an area around a working machine which, even when there is a complex-shaped vehicle shadow in a photographed image of the area around the working machine, makes it possible to prevent the presence of the vehicle shadow from affecting the detection of an object present around the working machine. The present invention is provided with: a single-lens camera (6) for photographing an image of the periphery of the working machine; a feature pattern extraction unit (170) for extracting a feature pattern from the image on the basis of a feature amount of the image; a contour-of-shadow extraction unit (40) for extracting, on the basis of the feature amount of the image, the contour of an area in the image that can be considered to be a shadow of the working machine; and an object detection unit (180) for detecting an obstacle present around the working machine on the basis of the rest of the feature pattern extracted by the feature pattern extraction unit, with a contour-of-shadow feature pattern located on the contour extracted by the contour-of-shadow extraction unit excluded therefrom.

(57) 要約: 作業機械の周囲を撮影した画像内に複雑な形状の自車影が存在しても、当該自車影の存在が作業機械の周囲に存在する物体検知に影響を与えることを防止できる作業機械の周囲監視装置を提供すること。作業機械の周囲の画像を撮影する単眼カメラ6と、当該画像の特徴量に基づいて当該画像中の特徴パターンを抽出する特徴パターン抽出部170と、当該画像中で作業機械の影とみなし得る領域の輪郭を当該画像の特徴量に基づいて抽出する影輪郭抽出部40と、特徴パターン抽出部で抽出された特徴パターンから、影輪郭抽出部で抽出された輪郭上に位置する影輪郭特徴パターンを除外した残りの特徴パターンに基づいて、作業機械の周囲に存在する障害物を検知する物体検知部180とを備える。



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

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：作業機械の周囲監視装置

技術分野

[0001] 本発明は、作業機械の周囲に存在する障害物を単眼カメラ画像を利用して監視する作業機械の周囲監視装置に関する。

背景技術

[0002] 本技術分野の背景技術として、特開２００７－２７２２９２号公報（特許文献１）がある。この文献には、撮像装置で撮像された画像中の被撮像物のエッジに属するエッジ画素と、当該エッジ画素の近傍に存在する複数の画素との画素値の関係を示すパターンを算出し、前記画像中の影領域と非影領域との影境界に属する影境界画素と、当該影境界画素の近傍に存在する複数の画素との画素値の関係があらかじめ設定されている影境界パターンを参照し、当該影境界パターンと前記算出パターンとを照合し、当該影境界パターンと一致した前記算出パターンに属する前記エッジ画素を前記影境界に存在する画素と判定する影境界抽出方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００７－２７２２９２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明が適用対象とするダンプトラックおよび油圧ショベル等を含む作業機械の輪郭形状は、乗用車のそれと比較して複雑なため、地面に投影される作業機械の影（以下、自車影と称することがある）は自ずと複雑な形状となる。さらに、作業機械はオフロードを走行することが前提となるため、その自車影は、舗装路上に自車影が投影されることの多い乗用車の場合と比較してさらに複雑な形状となる。これに加えて、作業機械がオフロード走行すると、自車影の形状は地表の凹凸に応じてダイナミックに変化するため、自車

影の形状は時間とともに変化することも指摘できる。

[0005] そこで、上記文献の技術のように地面に表れる複数の影の境界パターン（影境界パターン）を予め準備しておく方法を採用すると、作業機械の輪郭や路面形状に合わせて無数の影境界パターンを用意しておき、これをメモリ等の記憶装置に記憶することになる。しかし、あらゆる路面形状に合わせた影境界パターンの作成は事実上不可能であり、仮に作成可能であったとしても、その膨大なデータ量が記憶可能なメモリ等の記憶装置を準備する必要があるため、イニシャルコストの観点からも現実的でない。さらに、無数の影境界パターンと算出パターンの照合には膨大な処理が必要なが予測されるため、処理内容の観点からも現実的でない。

[0006] このように、上記文献の技術では、撮影画像中の作業機械の自車影の認識は困難である。自車影の正確な認識ができないと、例えば、自車影が作業機械の周囲に存在する物体（障害物）と誤認識され、本来は必要の無い警報が発せられて作業効率が低下するおそれがある。

[0007] また、作業機械の周囲監視装置の開発には次のような特殊事情も考慮することが必要となる。すなわち、作業機械は、一般的な乗用車と比較して巨大で車高も高いため、周囲監視用のカメラ（撮像装置）の設置位置が高くなる傾向がある。そして、当該作業機械の周囲を撮影しようとするカメラは当該作業機械のほぼ真下を向く格好になるため（すなわち、当該カメラの俯角が大きくなるため）、もちろん太陽の位置にも依存するが、撮影画像中に自車影が大きく表れることが少なくない。そのため、周囲監視装置を機能させるためには自車影中の物体検知が必須となる。また、自車影の輪郭上に黒い物体が存在する場合には、当該物体が自車影の一部とみなされて、当該物体の検知が遅れるおそれがある。この種の作業機械特有の自車影の問題は、鉱山で利用される巨大なダンプトラック（鉱山ダンプ）等、サイズの大きい作業機械ほど顕著に表れる。

[0008] 本発明の目的は、作業機械の周囲を撮影した画像内に複雑な形状の自車影が存在しても、当該自車影の存在が作業機械の周囲に存在する物体検知に影

響を与えることを防止できる作業機械の周囲監視装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために、本発明は、作業機械に搭載され当該作業機械の周囲の画像を撮影する単眼カメラと、当該画像の特徴量に基づいて当該画像中の特徴パターンを抽出する特徴パターン抽出部と、前記画像中で前記作業機械の影とみなし得る領域の輪郭を当該画像の特徴量に基づいて抽出する影輪郭抽出部と、前記特徴パターン抽出部で抽出された前記特徴パターンから、前記影輪郭抽出部で抽出された輪郭上に位置する特徴パターンを除外した残りの特徴パターンに基づいて、前記作業機械の周囲に存在する障害物を検知する物体検知部とを備えるものとする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、作業機械の周囲を撮影した画像内に時間変化する複雑な形状の自車影が存在しても、当該自車影の輪郭とみなされた部分が障害物検知対象から適切に除外されるので、自車影の誤認識の防止と障害物検知精度の向上が可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本実施の形態に係るダンプトラックの上面図

[図2]図1に示したダンプトラック1の側面図。

[図3]画像処理装置の全体構成図。

[図4]画像合成部で実行される処理手順の一例。

[図5]4台のカメラの入力画像を画像合成部で合成した画像の一例。

[図6]基準処理対象領域設定部による領域特定を行う前に予め行っておく処理対象領域の設定手順。

[図7]影輪郭抽出部40の機能ブロック図。

[図8]影有無判定部42及び影領域抽出部43で実行される処理のフローチャート。

[図9]図8中のステップ42bの輝度分布図。

[図10]アウトライン画像作成部により作成される自車影のアウトラインを示す図。

[図11]図3から特徴パターン抽出部及び影輪郭特徴パターン抽出部の周辺を抽出した図。

[図12]コーナ点抽出部及び特徴パターン抽出部による処理の説明図。

[図13]コーナ点抽出部及び特徴パターン抽出部による処理の説明図。

[図14]影輪郭特徴パターン抽出部で実行される処理のフローチャート。

[図15]図14のステップ53fで抽出される特徴パターンの一例を示す図。

[図16]図14のステップ53fで抽出される特徴パターンの他の一例を示す図。

[図17]図14のステップ53fで抽出される特徴パターンのさらに他の一例を示す図。

[図18]影輪郭特徴パターンマスク部60で実行される処理のフローチャート。

[図19]図15のコーナ点51a及びコーナ点51bを影輪郭特徴パターンマスク部がステップ60bで所定回数膨張した画像例を示す図。

[図20]図16のコーナ点51e及びコーナ点51f及びコーナ点51g及びコーナ点51hを影輪郭特徴パターンマスク部がステップ60bで所定回数膨張した画像例を示す図。

[図21]図17のコーナ点51e、コーナ点51A、51B、51C、51D、51E、51F、51G、51H、51Pを影輪郭特徴パターンマスク部がステップ60bで所定回数膨張した画像例を示す図。

[図22]画像合成部で合成されたシーンに影輪郭特徴パターンマスク部がマスクした領域を表示装置に表示した画面例を示す図。

[図23]影輪郭特徴パターンマスク部でマスクされる領域を表示装置に俯瞰画像で表示した画面の一例を示す図。

[図24]影輪郭特徴パターンマスク部でマスクされる領域を表示装置に俯瞰画像で表示した画面の一例を示す図。

[図25]表示装置の表示画面の一例を示す図。

[図26]表示装置の表示画面の一例を示す図。

[図27]表示装置の表示画面の一例を示す図。

[図28]表示装置の表示画面の一例を示す図。

[図29]表示装置の表示画面の一例を示す図。

[図30]表示装置の表示画面の一例を示す図。

[図31]本発明の作業機械の周囲監視装置の全体構成のその他の例を示す図。

[図32]本発明の作業機械の周囲監視装置に係る影有無判定部42及び影領域抽出部43で実行される処理の他のフローチャート。

[図33]本発明の適用対象である作業機械の1つである大型油圧ショベルの側面図。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の実施の形態を説明する前に、まず、本発明の実施の形態に係る作業機械の周囲監視装置に含まれる主な特徴について説明する。

[0013] 後述する本実施の形態に係る作業機械の周囲監視装置は、作業機械に搭載され当該作業機械の周囲の画像を撮影する単眼カメラ（例えば、後述のカメラ6）と、当該画像の特徴量に基づいて当該画像中の特徴パターン（例えば、当該画像中のコーナーやエッジ）を抽出する特徴パターン抽出部（例えば、後述の特徴パターン抽出部170）と、前記画像中で前記作業機械の影とみなし得る領域の輪郭を当該画像の特徴量に基づいて抽出する影輪郭抽出部（例えば、後述の影輪郭抽出部40）と、前記特徴パターン抽出部で抽出された前記特徴パターンから、前記影輪郭抽出部で抽出された輪郭上に位置する特徴パターンを除外した残りの特徴パターンに基づいて、前記作業機械の周囲に存在する障害物を検知する物体検知部（例えば、後述の物体検知部180）とを備えることを特徴とする。

[0014] このように構成された周囲監視装置では、前記作業機械の影（自車影）の形状の複雑さに関わらず当該影の輪郭（影輪郭）がサンプリング間隔ごとに抽出され、当該影輪郭上に位置する特徴パターンが障害物検知対象から除外

されるので、当該自車影が誤って障害物として認識されることを防止できる。さらに、当該影輪郭上に存在しない特徴パターンは依然として前記物体検知部による障害物検知対象となるので、例えば前記影輪郭上に自動車等の障害物が存在しており、当該障害物に係る特徴パターンのうち当該影輪郭上に存在するものが除去されても、残りの特徴パターン（例えば、自車影の内部に存在する特徴パターン）は依然として障害物検知対象として残るので、当該残りの特徴パターンに基づいて障害物検知を行えば当該障害物を即座に検知できる。

[0015] なお、上記の周囲監視装置では、作業機械の自車影の輪郭上に当該自車影の内外に渡って黒い障害物（例えば、黒色の乗用車）が存在する場合には、当該黒い障害物の輪郭を影輪郭とみなす場合があるが、その場合にも当該障害物に係る特徴パターンは、当該自車影の外部および内部に残留するので、当該残留した特徴パターンに基づいて当該障害物の検知が可能である。つまり、上記の周囲監視装置の構成であれば、前記作業機械の影境界を正確に認識する必要がなく、誤って影境界を認識した場合にも障害物の検知が速やかに可能である。

[0016] したがって、本実施の形態によれば、作業機械の周囲を撮影した画像内に時間変化する複雑な形状の自車影が存在しても、当該自車影の輪郭とみなされた部分が障害物検知対象から適切に除外されるので、自車影の誤認識の防止と障害物検知精度の向上が可能となる。

[0017] ところで、一般的に、作業機械が鉱山で利用される場合には、鉱物に由来する色（例えば、鉄鉱石採掘現場では、鉄鉱石特有の赤茶色）が地表に表れることもある。そのため、前記単眼カメラの撮影画像から自車影を抽出する場合の特徴量として、画像中の色を選択すると、自車影および影輪郭の抽出性能が低下するおそれが高まる。さらに、色は光の変化によっても変化するため、この観点からも色を特徴量として選択することは適切ではない。これに対して、本発明では、画像の色を自車影を抽出する際の特徴量として用いないため、鉱山などの地面に不規則な色の変化が現れる場所で利用しても、

作業機械の周囲の障害物検知に支障をきたすことがない。また、本発明は、単眼カメラによって撮影した1枚の画像（静止画）から作業機械の周囲に存在する物体の検知が可能である点もメリットとなる。

[0018] なお、上記における「特徴パターン」とは、特徴量に基づいて画像の特徴を抽出することで検出される当該特徴の形状を示し、例えば、点（コーナー）、線・輪郭線（エッジ）、領域などが該当する。

[0019] 以下、本発明を用いた作業機械の周囲監視装置の例を、図面を用いて説明する。ここでは作業機械としてダンプトラックを適用した例について説明するが、作業機械はダンプトラックのみに限定されない。つまり、本発明は、油圧ショベルを含む、所定の作業（運搬や掘削等）を行う任意の作業機械に適用することができる。

[0020] 図1は、本実施の形態に係るダンプトラックの上面図を示している。この図に示すダンプトラック1は、車体フレーム2と、車体フレーム2に対して回転可能に取り付けられた前輪3（3 L及び3 R）と後輪4（4 L及び4 R）と、車体フレーム2の上方に起伏可能に取り付けられたベッセル5と、シャーシや車体フレーム2等に固定された単眼カメラ6（6 a及び6 b及び6 c及び6 d）と、車体フレーム2の前方上部に設けられた運転室7と、車体フレーム2上の任意の場所（例えば運転室7の内部）に搭載された画像処理装置10と、運転室7の内部に設けられた表示装置100とを備えている。車体フレーム2はダンプトラック1の本体を形成するものであり、車体フレーム2の前方に前輪3、後方に後輪4を設けている。なお、前輪3 Rは車両右側の前輪であり、前輪3 Lは車両左側の前輪である。また、後輪4 Rは車両右側の2つの後輪であり、後輪4 Lは車両左側の2つの後輪である。ベッセル5はいわゆる荷台であり、土砂や鉱物等を積載するために利用される。なお、図示した前輪3および後輪4の配置および数は一例に過ぎない。

[0021] 撮像装置である単眼カメラ6は、ダンプトラック1の任意の位置に設置することができる。本実施の形態では、合計4台のカメラ6 a, 6 b, 6 c, 6 dが搭載されており、カメラ6 aは、その視野範囲11（図1の破線11

の範囲)に車両前方15aが含まれるように、ダンプトラック1の前方上部に斜め下方を俯瞰する格好で設置されている。これと同様に、カメラ6bは、視野範囲12に車両右側方15bが含まれるように車両右側方上部に設置されており、カメラ6cは、視野範囲13に車両後方15cが含まれるように車両後方上部に設置されており、カメラ6dは、視野範囲14に車両左側方15dが含まれるように車両左側方上部に設置されている。

[0022] 図1の例では、太陽0がダンプトラック1の左側後方上空に位置しているため、ダンプトラック1の影(自車影)は前方90aと右側方90bに発生している。なお、図1上では模式的にダンプトラック1の前方と右側方に表れる影90a、90bを分割して表示しているが、実際には2つの影90a、90bは繋がっている(後の図も同様とする)。

[0023] 図2は図1に示したダンプトラック1の側面図を示している。

[0024] 前方視野範囲11(図2の破線11の範囲)を有するカメラ6aは運転室7から見て右斜め前方の位置に取り付けられ、右側方視野範囲12(図2の破線12の範囲)を有するカメラ6bは運転室7から見ての右斜め後方の位置に取り付けられ、後方視野範囲13(図2の破線13の範囲)を有するカメラ6cは車体フレーム2の後方に取り付けられている。右側方視野範囲12(図2に示していない)カメラ6dは運転室7から見て左斜め後方の位置に取り付けられているが、図2には示されていない。カメラ6a及びカメラ6b及びカメラ6c及びカメラ6dが撮影した映像は画像データとして画像処理装置10に出力される。

[0025] 運転室7はオペレータが搭乗してダンプトラック1を操作するためのステアリングハンドル、アクセルペダルおよびブレーキペダルを含む各種の操作手段が設けられている。その他の操作手段としては、例えば、ダンプトラック1を前進または後進させるシフトレバーがある。運転室7には画像処理装置10と表示装置100とが設けられており、カメラ6a及びカメラ6b及びカメラ6c及びカメラ6dにより撮影・生成される画像データは画像処理装置10で所定の画像処理が行なわれる。画像処理が行なわれた画像データ

は表示装置 100 に表示される。基本的に表示装置 100 にはカメラ 6 a 及びカメラ 6 b 及びカメラ 6 c 及びカメラ 6 d が撮影する映像が表示されている。

[0026] ここで、図 2 においては、前方視野範囲 11 はダンプトラック 1 の前方の斜め下方の領域となっている。前方視野範囲 11 には、作業員、他の作業機械、サービスカー等が含まれることもある。右側方視野範囲 12、後方視野範囲 13、左側方視野範囲 14 も同様である。

[0027] 図 3 は本発明の第 1 の実施の形態に係る画像処理装置 10 の全体構成図である。この図に示す画像処理装置 10 は、画像入力部 20 と、画像記憶部 30 と、画像合成部 35 と、基準処理対象領域設定部 80 と、特徴パターン抽出部 170 と、影輪郭抽出部 40 と、影輪郭特徴パターン抽出部 50 と、影輪郭特徴パターンマスク部 60 と、物体検知部 180 を備えている。

[0028] 4 台のカメラ 6 a, 6 b, 6 c, 6 d で撮影されたカメラ画像は、それぞれ所定のサンプリング間隔で画像入力部 20 に入力され、画像記憶部 30 に記憶される。

[0029] 画像記憶部 30 は、画像入力部 20 からの入力画像を異なる間隔でサンプリングして記憶し、例えば、停止時はサンプリング間隔を長く、移動時はサンプリング間隔を短くして記憶するため、必要最低限の入力画像による画像処理でよく、時間短縮が図れて処理の適正化を図ることが可能になる。

[0030] 画像合成部 35 は、4 台のカメラ 6 a, 6 b, 6 c, 6 d から出力され画像記憶部 30 に記憶された複数のカメラ画像を 1 画像に合成する。

[0031] 本発明の作業機械の周囲監視装置の画像合成部 35 で実行される処理手順の一例を図 4 に示す。まず、ステップ 35 a で、画像合成部 35 は、4 台のカメラ 6 a, 6 b, 6 c, 6 d のうちどのカメラの画像であるか判定する。そして、前方カメラ 6 a の場合には画像処理画面の左上に配置する処理を行ない（ステップ 35 b）、右側方カメラ 6 b の場合には画像処理画面の右上に配置する処理を行ない（ステップ 35 c）、後方カメラ 6 c の場合には画像処理画面の右下に配置する処理を行ない（ステップ 35 d）、左側方カメ

ラ 6 d の場合には画像処理画面の左下に配置する処理を行う（ステップ 3 5 e）。この手順により 4 台のカメラ 6 a、6 b、6 c、6 d の画像を 1 フレームとする合成画像が生成される（ステップ 3 5 f）。

[0032] 本発明の作業機械の周囲監視装置のカメラ 6 a の入力画像 2 0 a と、カメラ 6 b の入力画像 2 0 b と、カメラ 6 c の入力画像 2 0 c と、カメラ 6 d の入力画像 2 0 d とを画像合成部 3 5 で合成した画像の一例を図 5 に示す。図 5 には、入力画像 2 0 a において自車影 9 0 a が、入力画像 2 0 b において自車影 9 0 b が発生している。また、入力画像 2 0 a には、自車影 9 0 a と同様の暗い領域として、黒い車 1 1 0 及び非自車影 1 1 1 が存在している（例えば、黒い車が作業機械の下方に潜っている場合には当該黒い車は当該作業機械の影（自車影）とはならない）。

[0033] 本実施の形態では、作業機械本体の一部 1 5 a、1 5 b に接触する暗い領域が存在し、かつ当該暗い領域の面積が所定値（当該所定値は、作業機械の大きさと太陽 0 の位置に依存する値とする）以上の場合に、当該暗い領域を自車影（自車影 9 0 a、9 0 b）と判定するものとする。一方、面積が所定値未満の暗い領域については、たとえ作業機本体の一部 1 5 a、1 5 b と接触していても非自車影 1 1 1 とする。

[0034] このように自車影と非自車影を区別する理由は、後述する影輪郭画像作成部 4 6 で影の輪郭画像を作成する場合、影輪郭特徴パターンマスク部 6 0 が非自車影の輪郭画像を処理対象領域から除外してマスク領域とするので、マスク領域が広がることで障害物検知性能が低下することを防ぐためである。また、面積が所定値未満の暗い領域は、非自車影 1 1 1 と判定されるが、作業機械は車体が大きいため、自車影の面積も検知対象物体（例えば、サービスカー）より大きくなることが多く、自車影の面積が非自車影より小さくなることは稀である。

[0035] なお、4 台のカメラ 6 a、6 b、6 c、6 d の画像を 1 枚の画像にした例として図 5 のものを挙げて説明したが、これは一例に過ぎず、当該 1 枚の画像における各画像の配置は図 5 に示したものの以外のもので良い。また、ここ

で説明する例では、４台のカメラ画像を利用して障害物検知を行うが、障害物検知に利用するカメラの台数（すなわち、障害物検知に利用する画像の枚数）はいくつでも良い。

[0036] 図３に戻り、基準処理対象領域設定部８０は、予め設定された処理対象領域に基づいて、画像合成部３５で合成された各画像２０ａ，２０ｂ，２０ｃ，２０ｄ上で後続の各種処理（例えば物体検知部１８０による障害物検知を含む）が行われる領域を特定する部分である。

[0037] 基準処理対象領域設定部８０による領域特定を行う前に予め行っておく処理対象領域の設定手順を図６に示す。ここではカメラ６ａで撮影した入力画像２０ａに対して処理対象領域を設定する場合について説明する。入力画像２０ａに対して、オペレータが予め手動によりマウス等で基準点を順次指示して閉領域８１ａを指定すると、当該閉領域８１ａに基づいて処理対象領域８２ａが生成される。

[0038] なお、図６では基準処理対象領域設定部８０を手動で設定する場合について説明したが、輪郭情報を利用する等して画像処理により処理対象領域を自動で設定しても良いし、他のツール（例えば、画像から自動的に抽出した路面等を処理対象領域として設定するツール等）で設定しても良く、処理対象領域８２ａが生成されれば特に手法を限定する必要はない。また、処理対象領域の設定は、例えば、地面全体が含まれるように囲んだ閉領域や、地面の一部を囲むような閉領域でも良い。さらに、ここでは、画像２０ａのみに処理対象領域を設定したが、他の画像２０ｂ，２０ｃ，２０ｄにも設定しても良いことは言うまでも無い。

[0039] 影輪郭抽出部４０は、基準処理対象領域設定部８０により決定設定された処理対象領域内においてダンプロック１の影とみなし得る領域の輪郭（影輪郭）を当該画像の特徴量に基づいて抽出する部分である。なお、ここで「ダンプロック１の影とみなし得る領域」とは、ダンプロック１の実際の影領域と一致する必要は無く、画像処理の関係上ダンプロック１の影と認識される領域も含むものとし、例えばダンプロック１の影の輪郭上に黒い

車両が存在する場合には、当該黒い車両の輪郭がダンプトラック 1 の影とみなされることもある。影輪郭抽出部 40 は、画像合成部 35 によって合成された 1 画像を、1 個のフレームとして影輪郭抽出を行なう。

[0040] ここで本実施の形態に係る影輪郭抽出部 40 が備える具体的な機能を図 7 に示す。この図に示すように影輪郭抽出部 40 は、処理対象領域画像作成部 41、影有無判定部 42、影領域抽出部 43、影領域のアウトライン画像作成部 44、膨張画像作成部 45、影輪郭画像作成部 46 として機能する。

[0041] まず、処理対象領域画像作成部 41 a は、画像記憶部 30 に記憶された画像中に、基準処理対象領域設定部 80 で処理対象領域として設定された閉領域を作成する。これにより以降の処理は該閉領域内に限定して行われることになる。

[0042] 影有無判定部 42 は、処理対象領域内の影の有無を判定し、影が有ると判定した場合、影領域抽出部 43 で影の領域を抽出する。ここで影有無判定部 42 の詳細について図 8 を用いて詳述する。

[0043] 図 8 は本発明の作業機械の周囲監視装置に係る影有無判定部 42 及び影領域抽出部 43 で実行される処理のフローチャートである。まず、ステップ 42 a において、影有無判定部 42 は、各画像 20 a, 20 b, 20 c, 20 d の処理対象領域内に対して平滑化処理を行うことでノイズを低減し、ステップ 42 b では、各画像 20 a, 20 b, 20 c, 20 d の処理対象領域内において輝度分布図を作成する。次に、ステップ 42 c では、影有無判定部 42 は、ステップ 42 b で作成した輝度分布図をチェックし、輝度分布が所定の閾値以上の部分の面積を算出する。ステップ 42 d では当該算出面積が所定値未満か否かを判定し、当該所定値未満の場合（面積がゼロの場合も含む）には、ステップ 42 e で影候補ありと判定する。一方、ステップ 42 d で算出面積が所定値以上と判定された場合には、ステップ 42 k で自車影無しと判定して処理を終了する。

[0044] ステップ 42 f では、影領域抽出部 43 は、影候補領域を抽出するための 2 値化閾値を決定して 2 値画像を作成し、ステップ 42 g で当該 2 値画像に

対して膨張及び収縮等の整形処理を行う。ステップ4 2 hでは、当該2値画像における暗い部分の面積が所定値以上の領域を影候補領域とする。最後に、ステップ4 2 iでは、影領域抽出部4 3が、当該影候補領域が自車領域付近か否か判定し、自車領域付近の場合にはステップ4 2 jで自車影有りと判定し、当該影候補領域を影領域として抽出して処理を終了する。

[0045] 一方、ステップ4 2 iで影候補領域が自車領域付近に無い場合には、ステップ4 2 kで自車影無しと判定して処理を終了する。

[0046] なお、ステップ4 2 iにおいて、影候補領域が自車領域付近に位置するとは、図5の説明で記述したように、自車影となる暗い領域9 0 aが作業機械本体の一部1 5 aに接触していることを意味するものとする。

[0047] 図9は、図8中のステップ4 2 bの輝度分布図を説明図である。図9において、度数7 5は、輝度が存在する画素数を示している。この図の例では、各カメラ6 a, 6 b, 6 c, 6 dの画像2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 dについて輝度分布図7 0 a, 7 0 b, 7 0 c, 7 0 dが作成されている。

[0048] ステップ4 2 cでは、例えば、カメラ6 aの入力画像2 0 aの輝度分布図7 0 aに関して、基準処理対象領域内において影を抽出するための所定の2値化閾値7 1以上の部分の面積を算出するが、当該閾値以上の部分には面積が存在しないため、ステップ4 2 eにおいて「影候補あり」と判定される。このように影候補が存在する場合には、明るい地面の輝度と暗い影の輝度に分散するため、2値化閾値7 1を突出しない輝度分布図7 0 aとなる。

[0049] また、カメラ6 bの入力画像2 0 bの輝度分布図7 0 bに関しても同様に、基準処理対象領域内における2値化閾値7 1以上の部分には面積が存在しないため、「影候補あり」と判定される。

[0050] 一方、カメラ6 cの入力画像2 0 cの輝度分布図7 0 cは、基準処理対象領域内における2値化閾値7 1以上の部分7 2 cには面積が存在し、当該部分7 2 cの面積が閾値以上となるため、「自車影なし」と判定される。このように影候補が存在しない場合には、地面の輝度が大部分であり、これにより2値化閾値7 1を突出した輝度分布図7 0 cとなる。

- [0051] 更に、カメラ6dの入力画像20dの輝度分布図70dに関しても同様に、基準処理対象領域内における2値化閾値71以上の部分72dの面積が閾値以上となるため「自車影なし」と判定される。
- [0052] 図10はアウトライン画像作成部44（図7参照）により作成される自車影90a及び自車影90bのアウトラインを示す図である。この図に示すように、アウトライン画像作成部44は、図8の一連の処理で抽出した自車影90aの領域における外郭線（輪郭線）を自車影90aのアウトライン73aとする。同様に、自車影90bの領域における外郭線（輪郭線）を自車影90bのアウトライン73bとする。影領域のアウトライン画像の膨張画像作成部45は、アウトライン画像作成部44により作成されたアウトライン画像のアウトライン（影輪郭）に対して膨張処理を行う。この膨張画像作成部45による膨張処理は、アウトライン画像中のアウトラインに対して所定の幅を与える処理であり、例えば、膨張回数を指定することで間接的に幅を指定しても良い。膨張回数は、必要最低限でよく、1～3回程度である。
- [0053] 影輪郭画像作成部46は、膨張画像作成部45により膨張処理が加えられたアウトライン画像を影の輪郭画像とする。これにより画像記憶部30の画像に影が発生している場合には、影輪郭抽出部40により当該影の輪郭が抽出される。
- [0054] 図3に戻り、特徴パターン抽出部170は、画像20a、20b、20c、20d中の特徴量に基づいて当該各画像20a、20b、20c、20d中の特徴パターンを抽出する部分である。本実施の形態では基準処理対象領域設定部80の機能により、処理対象領域内の特徴パターンのみが抽出されることになる。
- [0055] 図11は、図3から特徴パターン抽出部170及び影輪郭特徴パターン抽出部50の周辺を抽出した図を示しており、ここでは特徴パターン抽出部170により抽出される特徴パターンとしてコーナー点を利用する場合を例に挙げて説明する。図11において、特徴パターン抽出部170は、コーナー点抽出部51、コーナー点群の特徴パターン抽出部52として機能する。な

お、特徴パターン抽出部 170 で抽出する特徴パターンとしては、特徴量に基づいて画像の特徴を抽出することで検出される当該特徴の形状を示すものであれば良く、例えば、コーナー点に代えてまたは加えて、線・輪郭線（エッジ）や領域を利用しても良い。

[0056] コーナー点抽出部 51 は、画像中のコーナー点を Harris のコーナー検出等で抽出する。コーナー点群の特徴パターン抽出部 52 は、複数のコーナー点から成るコーナー点群の特徴パターンを抽出する。図 12 及び図 13 はコーナー点抽出部 51 及び特徴パターン抽出部 52 による処理の説明図である。図 12 に示した自車影のアウトライン 73a の例では、アウトライン 73a のコーナー部に存在するコーナー点 51a 及びコーナー点 51b（コーナー点群）が特徴パターンとして抽出される。また、図 13 に示した車の例では、コーナー点は当該車の輪郭上のコーナーに存在するため、複数のコーナー点 51A, 51B, 51C, 51D, 51E, 51F, 51G, 51H, 51I, 51J, 51K, 51L, 51M, 51N, 51P が抽出される。つまり、これらのコーナー点群 51A～51P が、車の特徴パターンとして生成される。

[0057] 影輪郭特徴パターン抽出部 50 は、影輪郭に重畳している特徴パターン（例えばコーナー点）を抽出する。具体的には、影輪郭特徴パターン抽出部 50 は、影輪郭抽出部 40 で抽出した影輪郭画像（影のアウトラインを膨張した画像）に重畳している特徴パターンを抽出して、影輪郭特徴パターンとする。本実施の形態で特徴パターンとしてコーナー点を用いる理由の 1 つは、影に存在するコーナー点の数は、検知対象物体に存在するコーナー点の数より比較的少ない傾向があり、影輪郭特徴パターンが抽出しやすいためである。

[0058] 図 14 は影輪郭特徴パターン抽出部 50 で実行される処理のフローチャートである。まず、ステップ 53e において、影輪郭特徴パターン抽出部 50 は、影輪郭抽出部 40 で作成された影輪郭画像に重畳している特徴パターン（コーナー点（特徴点））が存在するか否かを判定する。ステップ 53e にお

いて影輪郭に重畳する特徴パターンが存在すると判定された場合には、ステップ53fで当該重畳している特徴パターンを抽出して、これを影輪郭特徴パターンと決定する（ステップ53g）。

[0059] 一方、ステップ53eにおいて影輪郭に重畳する特徴パターンが存在しない場合、影輪郭特徴パターンが存在しないと決定する（ステップ53h）。

[0060] 図15は、図14のステップ53fで抽出される特徴パターンの一例を示す図である。この図の影輪郭画像53aaは、自転車影90aを膨張処理したものである。コーナ点51a及びコーナ点51bは、影輪郭画像53aaに重畳しているので、コーナ点51a及びコーナ点51bは、ステップ53gで影輪郭特徴パターンとして決定される。

[0061] 図16は、図14のステップ53fで抽出される特徴パターンの他の一例を示す図である。この図の影輪郭画像53bbは、自転車影90bを膨張したものである。コーナ点51e及びコーナ点51f及びコーナ点51g及びコーナ点51hは、影輪郭画像53bbに重畳しているので、コーナ点51e及びコーナ点51f及びコーナ点51g及びコーナ点51hは、影輪郭特徴パターンとして決定される。

[0062] 図17は、図14のステップ53fで抽出される特徴パターンのさらに他の一例を示す図である。この図の例では、自転車影90bに黒い車が進入した場合について説明する。黒い車の場合、車も影とみなされて、影領域のアウトライン画像作成部44（図7参照）で作成した影領域のアウトライン画像S53aに対して、膨張画像作成部45（図7参照）が膨張処理を設定回数行なった画像53ddが作成される。そして、画像53ddに重畳したコーナ点（特徴パターン）として、影の輪郭上のコーナ点51eに加えて、車の輪郭上のコーナ点51A、51B、51C、51D、51E、51F、51G、51H、51Pが抽出され、これらが影輪郭特徴パターンとして抽出される。

[0063] 影輪郭特徴パターンマスク部60は、影輪郭に重畳している特徴パターン（影輪郭特徴パターン）を膨張した領域を作成し、当該領域（マスク領域）

を処理対象領域から除外する。また、影輪郭特徴パターンを抽出して除外するため、影の誤報が低減できるだけでなく、画像処理における処理領域の適正化が可能となる。影輪郭特徴パターンマスク部60のマスク領域を表示装置100に表示すると、作業機械の運転者は、作業機械の停止時及び移動時でも、影の誤報に影響されないで作業機械の周囲を監視することが可能となる。

[0064] 図18は、影輪郭特徴パターンマスク部60で実行される処理のフローチャートである。まず、影輪郭特徴パターンマスク部60は、ステップ60aにおいて、影輪郭上に重畳している特徴パターンが存在するか否か判定を行う。

[0065] ステップ60aで影輪郭上に重畳している特徴パターンが存在すると判定された場合には、ステップ60bにおいて、抽出した特徴パターンを所定回数（数回程度）膨張する処理を行なう。膨張処理は、特徴パターンを数回程度膨張することで行われるが、Harrisのコーナー検出を用いると特徴パターンは1画素で抽出されるため、直径5～10画素程度の塊になるように膨張すればよい。

[0066] 次に、ステップ60cでは、膨張した領域をマスク領域として決定し、ステップ60dで、マスク領域をマスク部として、処理対象領域から除外する処理を行なう。

[0067] 一方、ステップ60aで影輪郭上に重畳している特徴パターンが存在しないと判定された場合には、ステップ60eでマスク領域なしと判定する。

[0068] これにより、特徴パターンを抽出して影輪郭の特徴パターン領域部のみを除外するため、画像処理における処理領域の適正化が可能となる。

[0069] 図19は、図15のコーナー点51a及びコーナー点51bを影輪郭特徴パターンマスク部60がステップ60bで所定回数（数回程度）膨張した画像例を示す図である。影輪郭上の特徴パターンであるコーナー点51a及びコーナー点51bに対して、8方向又は4方向に数回程度膨張処理が施されると、コーナー点51aが膨張した点51aaが生成され、コーナー点51

bが膨張した点5 1 b bが生成される。該領域5 1 a a及び5 1 b bは、ステップ6 0 dにおいて、マスク部として、処理対象領域（物体検知部1 8 0により障害物検知が行われる領域）から除外される。このように構成された周囲監視装置によれば、自車影の形状の複雑さに関わらず当該影の輪郭（影輪郭）がサンプリング間隔ごとに抽出され、当該影輪郭上に位置する特徴パターン（領域5 1 a a及び5 1 b b）が影輪郭特徴パターンマスク部6 0により障害物検知対象から除外されるので、当該自車影が誤って障害物として認識されること（影の誤報）を防止できる。

[0070] 図2 0は、図1 6のコーナー点5 1 e及びコーナー点5 1 f及びコーナー点5 1 g及びコーナー点5 1 hを影輪郭特徴パターンマスク部6 0がステップ6 0 bで所定回数（数回程度）膨張した画像例を示す図である。影輪郭上の特徴パターンであるコーナー点5 1 eに対して、8方向又は4方向に数回程度膨張処理が施されると、膨張した点5 1 e eが生成される。コーナー点5 1 f f、5 1 g g及び5 1 h hも同様に膨張処理を行なって、該コーナー点5 1 e e及び5 1 f f及び5 1 g g及び5 1 h hをマスク部として、処理対象領域から除外する。

[0071] 図2 1は、図1 7のコーナー点5 1 e、コーナー点5 1 A、5 1 B、5 1 C、5 1 D、5 1 E、5 1 F、5 1 G、5 1 H、5 1 Pを影輪郭特徴パターンマスク部6 0がステップ6 0 bで所定回数（数回程度）膨張した画像例を示す図である。影輪郭上の特徴パターンであるコーナー点5 1 Aに対して、8方向又は4方向に数回程度膨張処理が施されると、膨張した点5 1 A Aが生成される。コーナー点5 1 e、コーナー点5 1 B、5 1 C、5 1 D、5 1 E、5 1 F、5 1 G、5 1 H、5 1 Pも同様に膨張処理を行なって、該コーナー点5 1 e e、5 1 A A、コーナー点5 1 B B、5 1 C C、5 1 D D、5 1 E E、5 1 F F、5 1 G G、5 1 H H、5 1 P Pをマスク部として、処理対象領域から除外する。

[0072] これにより、図1 7のように自車影の中に車が存在した場合には、図1 7のコーナー点5 1 I、コーナー点5 1 J、コーナー点5 1 K、コーナー点5

1 L、コーナ点 5 1 M、コーナ点 5 1 N はマスク部とされないため、処理対象領域から除外されないで残存する。従って、物体検知部 1 8 0 は、コーナ点 5 1 I、コーナ点 5 1 J、コーナ点 5 1 K、コーナ点 5 1 L、コーナ点 5 1 M、コーナ点 5 1 N を用いて自車影内の障害物（図 1 7 の例では車）を即座に検知することができる。なお、図示した物体は例示に過ぎず、車の他の障害物（例えば人）でも同様に検知できることは言うまでも無い。

[0073] したがって、本実施の形態によれば、ダンプトラック 1 自身の周囲を撮影した画像が複雑だったり当該画像に色成分が存在しても、先行技術のように予め記憶しておいた影境界パターンを参照することなく、更に色成分も用いることもなく、カメラ 6 により撮影した少なくとも 1 枚の画像から当該画像に写っている自車影を抽出することができるので、自車影の誤認識が低減して処理速度と作業効率が向上する。

[0074] 図 2 2 は、画像合成部 3 5 で合成されたシーンに影輪郭特徴パターンマスク部 6 0 がマスクした領域を表示装置 1 0 0 に表示した画面例を示す図である。この図では、カメラ 6 a の入力画像 2 0 a、カメラ 6 b の入力画像 2 0 b、カメラ 6 c の入力画像 2 0 c、およびカメラ 6 d の入力画像 2 0 d を画像合成部 3 5 で合成したシーンが表示装置 1 0 0 に表示されており、入力画像 2 0 a 上には処理対象から除外された特徴パターンとしてコーナ点 5 1 a a、5 1 b b が表示され、入力画像 2 0 b 上にはコーナ点 5 1 e e、5 1 f f、5 1 g g、5 1 h h が表示されている。このように処理対象領域から除外する領域（影輪郭特徴パターン）が表示装置 1 0 0 に表示されると、影輪郭特徴パターンが除外された処理対象領域（障害物検知対象領域）が一目瞭然となり、運転員は処理対象領域をリアルタイムに確認することが可能になる。

[0075] また、図 2 3 及び図 2 4 に示すように、ダンプトラック 1 の周囲に俯瞰表示で表示すると、運転員は運転室 7 からの方向感覚と違和感のない感覚で前後左右の状況を把握することが可能であり、物体検知対象から除外された領

域（特徴パターン）を瞬時に判断できる。ここで、図 2 3 及び図 2 4 は、ダンプトラック 1 の前部を上側に表示した例であり、運転室 7 はダンプトラック 1 の左上の位置に表示される。

[0076] 図 2 3 は、影輪郭特徴パターンマスク部 6 0 でマスクされる領域を表示装置 1 0 0 に俯瞰画像 1 1 0 で表示した画面の一例を示す図である。この図の例では、ダンプトラック 1 の周囲から遠方の距離（約 1 2 m 程度）まで表示領域に広げて表示装置 1 0 0 に表示している。この図では、入力画像 2 0 a の俯瞰画像 2 0 a a、入力画像 2 0 b の俯瞰画像 2 0 b b、入力画像 2 0 c の俯瞰画像 2 0 c c および入力画像 2 0 d の俯瞰画像 2 0 d d が処理対象領域であり、俯瞰画像 2 0 a a の処理対象から除外されるコーナ点 5 1 a a、5 1 b b が表示されているとともに、俯瞰画像 2 0 b b の処理対象から除外されるコーナ点 5 1 e e、5 1 f f、5 1 g g、5 1 h h が表示されている。なお、表示装置 1 0 0 の中央部に表示した図形は、ダンプトラック 1 を示しており、図示したもの以外にもダンプトラック 1 を示すものであれば他の図形を表示しても良い。

[0077] 図 2 4 は、影輪郭特徴パターンマスク部 6 0 でマスクされる領域を表示装置 1 0 0 に俯瞰画像 1 1 0 で表示した画面の一例を示す図である。この図の例では、ダンプトラック 1 の周囲から比較的近距离（約 5 m 程度）の範囲に表示領域を限定して表示装置 1 0 0 に表示している。この図では、入力画像 6 b b の俯瞰画像 2 0 b b 内の自車影 9 0 b に黒い車が進入しており、俯瞰画像 2 0 b b の処理対象から除外されるコーナ点 5 1 e e、5 1 A A、5 1 B B、5 1 C C、5 1 D D、5 1 E E、5 1 F F、5 1 G G、5 1 H H が表示されている。これにより、黒い車の残りの特徴パターンに基づいて物体検知部 1 8 0 が当該黒い車を障害物として検出し、ダンプトラック 1 に障害物が接近していることを示す警告表示 1 9 0 が表示画面 1 1 0 上に表示される。

[0078] 図示した警告表示 1 9 0 は、障害物の特徴パターンの外形に略接するように規定された矩形であり、表示装置 1 0 0 の画面上に表示された警告表示 1

90により運転員は障害物の接近を容易に認知できる。警告表示190の形状は、矩形以外の図形でも良く、図形に色を付しても良いし、時間とともに形状や色を変化させても良い。なお、本実施の形態では、物体検知部180によって障害物が検知されたことを報知する報知装置の役割を表示装置100が果たしているが、障害物報知の方法としては音声を発生する音声装置や警告灯を利用しても良い。

[0079] 図25は表示装置100の表示画面の一例を示す図である。この図の例は、画像合成部35で合成された俯瞰画像110と、後方カメラ6cで撮影されたそのままの画像（スルー画像）111とを並列して表示した例であり、俯瞰画像110ではダンプトラック1の前部が上側に表示されており、運転室7がダンプトラック1の左上に表示されている。後方カメラ6cによるスルー画像211を表示することにより、運転員は見慣れたカメラ画像に基づいて違和感なく後方の障害物（車両105）を判別できる。図示した例では俯瞰画像110とスルー画像211の双方に警告表示190が表示されており、運転員は車両105の接近を容易に把握できる。

[0080] 図26は表示装置100の表示画面の一例を示す図である。この図の例は、画像合成部35で合成した俯瞰画像112に関して、ダンプトラック1の周囲から比較的近距離（約5m程度）の範囲を表示装置100に表示している。ダンプトラック1を示す図形1aは、表示範囲に追従して図25の場合よりも大きく表示されており、ダンプトラック1aの前部は画像中の右側に表示され、運転室7は表示画面の右上に表示されている。表示範囲をダンプトラック1の近く限定しており、ダンプトラック1の近くに存在する障害物（車両105）が大きく表示されるので、運転員はダンプトラック1の近くに存在する最も危険な障害物を明瞭に判別できる。

[0081] 図27は表示装置100の表示画面の一例を示す図である。この図の例は、画像合成部35で合成した俯瞰画像113に関して、ダンプトラック1の周囲から中距離（約8m程度）の範囲を表示装置100に表示している。ダンプトラック1を示す図形1bは、表示範囲に追従して図26の場合よりも

小さく表示されている。表示範囲を中距離に設定すると、運転員はダンプトラック 1 から中距離の位置に存在する障害物（車両 105）まで判別できる。

[0082] 図 28 は表示装置 100 の表示画面の一例を示す図である。この図の例は、画像合成部 35 で合成した俯瞰画像 114 に関して、ダンプトラック 1 の周囲から遠距離（約 12 m 程度）の範囲を表示装置 100 に表示している。ダンプトラック 1 を示す図形 1c は、表示範囲に追従して図 27 の場合よりも小さく表示されている。表示範囲を遠距離に設定すると、運転員はダンプトラック 1 から遠距離の位置に存在する障害物（車両 105）まで判別できる。

[0083] 図 29 は表示装置 100 の表示画面の一例を示す図である。この図の例は、右側方カメラ 6b のスルー画像 116 と左側方カメラ 6d のスルー画像 115 を並列に表示している。このように左右のスルー画像 116, 115 を表示すると、ダンプトラック 1 の左右に存在する障害物の判別が容易になるので、ダンプトラック 1 が左右旋回する場合等の障害物発見が容易になる。

[0084] 図 30 は表示装置 100 の表示画面の一例を示す図である。この図の例は、後方カメラ 6c のスルー画像 117 を表示している。このように後方のスルー画像 117 を表示すると、ダンプトラック 1 の後方に存在する最も発見の難しい障害物の発見が容易になる。

[0085] 図 31 は本発明の作業機械の周囲監視装置の全体構成のその他の例である。図 3 と同じ部分については同じ符号を付して説明を省略する。図 31 において、作業機械形状データ定義部 201 は、作業機械の仕様に基づいて当該作業機械の形状データが定義されている部分である。特徴パターン記憶部 200 は、作業機械形状データ定義部 201 で定義されている形状データ（外観形状）を当該作業機械の仕様に基づいて抽出し、その抽出した形状データを当該作業機械の外形を示す特徴パターンとして記憶する。ここでの外観形状（形状データ）は、作業機械の全長、全幅、全高、外観凹凸状態等を含んでおり、自車影の形状に関連する情報であればこれ以外の情報でもよい。

- [0086] 影輪郭特徴パターン抽出部 50 は、影輪郭抽出部 40 で得られる影輪郭画像と、特徴パターン記憶部 200 に記憶された形状データとを参照しながら影輪郭画像に重畳している特徴パターンを影輪郭特徴パターンとして決定する。なお、影輪郭特徴パターン抽出部 50 において、特徴パターン抽出部 170 で抽出されたコーナ点群と、特徴パターン記憶部 200 に記憶された形状データとのパターンマッチングを行ない、両者のマッチング率が所定値以上で両者が類似している場合には、当該コーナ点群を影輪郭の特徴パターンとして抽出しても良い。
- [0087] また、画像記憶部 30 は、作業機械の起動時に画像入力部 20 からの画像を一旦入力したら、これ以降は作業機械稼働データ 202 に基づいて得られる作業機械の稼働状況をチェックし、作業機械が停止中でない場合（稼働中の場合）には画像入力部 20 から画像を入力し、作業機械が停止中の場合には画像入力部 20 からの画像の入力を中断する。これにより、作業機械の稼働状況に応じて異なるサンプリング間隔で画像入力部 20 から画像をサンプリングすることが可能になる。これにより、必要最低限の入力画像に基づいて画像処理を行えばよく、時間短縮が図れて処理の適正化が図れる。
- [0088] なお、画像記憶部 30 による作業機械稼働データ 202 に基づいた上記処理を行わない場合には、一定のサンプリング間隔で画像入力部 20 からの画像をサンプリングすれば良い。
- [0089] 図 32 は本発明の作業機械の周囲監視装置に係る影有無判定部 42 及び影領域抽出部 43 で実行される処理の他のフローチャートである。図 8 に示したフローチャートと同じ処理については同じ符号を付して説明は省略する。この図のフローチャートにおけるステップ 42 b b では、ステップ 42 a で平滑化処理した画像の基準処理対象領域内に対して色成分を抽出する処理を行なう。そして、ステップ 42 c c で基準処理対象領域が色成分が存在する領域のみから構成されているか否かを判定する。
- [0090] ステップ 42 c c で色成分が存在しない領域があると判定されたら、ステップ 42 d d に進んで当該色成分が存在しない領域を抽出する。そして、ス

ステップ4 2 e eにおいて、影候補領域を抽出するための、2値化閾値を決定して2値画像を作成し、ステップ4 2 g以降の処理を行なう。

[0091] 一方、ステップ4 2 c cで、色成分が存在する領域のみと判定された場合には、ステップ4 2 kの処理を行なう。このように影の判定に色成分を用いることが可能な場合には、影か否かを判定する精度を向上できる。

[0092] ところで、既述のように本発明の適用対象はダンプトラックに限定されず、他の作業機械にも適用可能である。図3 3は、本発明の適用対象である作業機械の1つであるいわゆるローダタイプの大型油圧ショベルの側面図である。この油圧ショベルは、下部走行体1 5 5と、この下部走行体1 5 5の上部に旋回台軸受け1 5 7を介して旋回可能に設けた上部旋回体1 5 6と、この上部旋回体1 5 6に俯仰動可能に連結された多関節型のフロント作業機1 5 8とを備えている。多関節型のフロント作業機1 5 8に備えられたバケット1 5 2が接地状態で開口部が前方側へ向くように配置され、バケット開閉シリンダ1 6 4がバケット1 5 2に図示するように装設されている。また、ブームシリンダ1 6 1、バケットシリンダ1 6 2、アームシリンダ1 6 3、及びバケット開閉シリンダ1 6 4がそれぞれ伸縮動作によりブーム上げ／下げ、アーム押し／引き、バケットクラウド／ダンプ、バケット閉止／開放を行うようになっている。このように構成された油圧ショベルに複数台のカメラ（例えば図中のカメラ6 a, 6 c, 6 d）及び画像処理装置10をはじめとした上記の各構成を搭載すれば、上記のダンプトラック1の場合と同様に周囲監視装置を構成することができる。

[0093] なお、本発明は、上記の各実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内の様々な変形例が含まれる。例えば、本発明は、上記の各実施の形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。また、ある実施の形態に係る構成の一部を、他の実施の形態に係る構成に追加又は置換することが可能である。

[0094] また、上記の画像処理装置に係る各構成や当該各構成の機能及び実行処理等は、それらの一部又は全部をハードウェア（例えば各機能を実行するロジ

ックを集積回路で設計する等)で実現しても良い。また、上記の画像処理装置に係る構成は、演算処理装置(例えばCPU)によって読み出し・実行されることで当該画像処理装置の構成に係る各機能が実現されるプログラム(ソフトウェア)としてもよい。当該プログラムに係る情報は、例えば、半導体メモリ(フラッシュメモリ、SSD等)、磁気記憶装置(ハードディスクドライブ等)及び記録媒体(磁気ディスク、光ディスク等)等に記憶することができる。

符号の説明

[0095] 6a, 6b, 6c, 6d…カメラ、30…画像記憶部、35…画像合成部、40…影輪郭抽出部、50…影輪郭特徴パターン抽出部、60…影輪郭特徴パターンマスク部、80…基準処理対象領域設定部、100…表示装置、170…特徴パターン抽出部、180…物体検知

請求の範囲

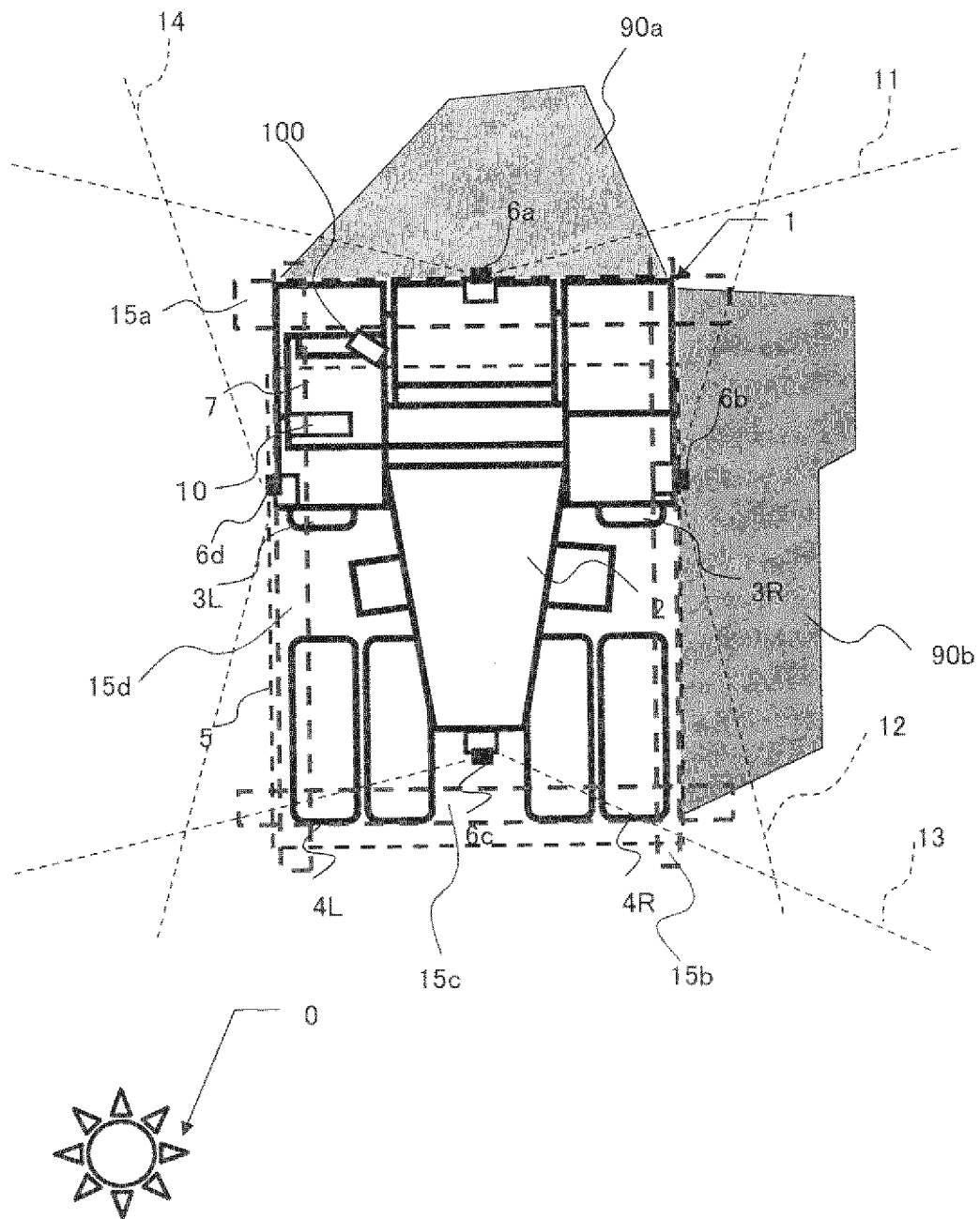
- [請求項1] 作業機械に搭載され当該作業機械の周囲の画像を撮影する単眼カメラと、
- 当該画像の特徴量に基づいて当該画像中の特徴パターンを抽出する特徴パターン抽出部と、
- 前記画像中で前記作業機械の影とみなし得る領域の輪郭を当該画像の特徴量に基づいて抽出する影輪郭抽出部と、
- 前記特徴パターン抽出部で抽出された前記特徴パターンから、前記影輪郭抽出部で抽出された輪郭上に位置する特徴パターンを除外した残りの特徴パターンに基づいて、前記作業機械の周囲に存在する障害物を検知する物体検知部とを備えることを特徴とする作業機械の周囲監視装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の作業機械の周囲監視装置において、
- 前記物体検知部によって障害物が検知されたことを報知する報知部をさらに備えることを特徴とする作業機械の周囲監視装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の作業機械の周囲監視装置において、
- 前記画像を利用して前記作業機械を含む俯瞰画像を作成する画像合成部と、
- 当該俯瞰画像が表示される表示部とをさらに備えることを特徴とする作業機械の周囲監視装置。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれかに記載の作業機械の周囲監視装置において、
- 前記画像中で前記物体検知部による障害物検知が行われる処理対象領域を設定するための処理対象領域設定部をさらに備え、
- 前記影輪郭抽出部は、前記処理対象領域内で前記作業機械の影とみなし得る領域の輪郭を抽出し、
- 前記物体検知部は、前記特徴パターン抽出部で抽出された前記特徴パターンのうち前記処理対象領域内に存在するものから、前記影輪郭

抽出部で抽出された輪郭上に位置する特徴パターンを除外したものに
基づいて障害物を検知することを特徴とする作業機械の周囲監視装置
。

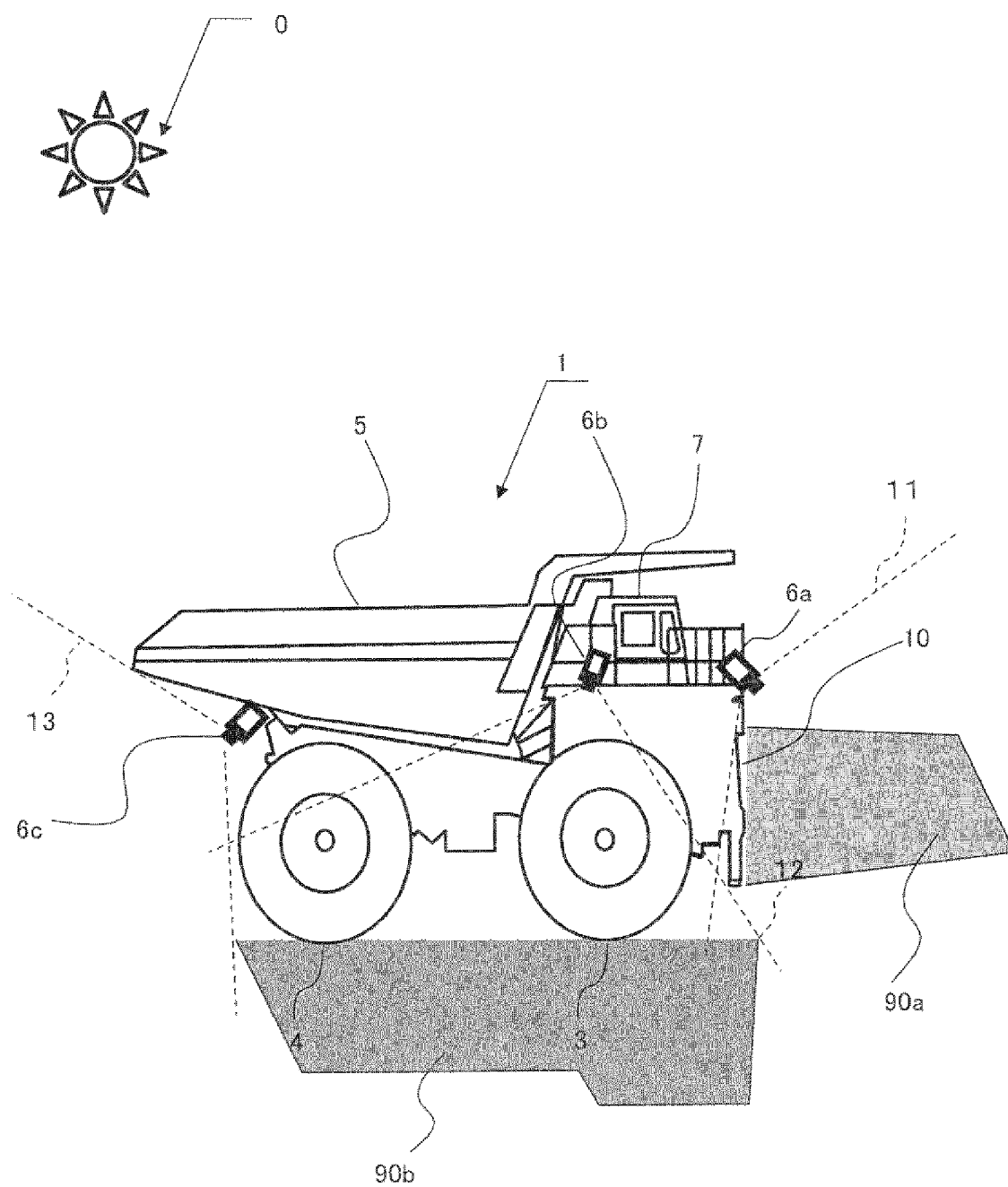
[請求項5]

請求項 1 に記載の作業機械の周囲監視装置において、
前記特徴パターン抽出部は、前記画像中の前記特徴パターンとして
コーナーおよび／またはエッジを抽出することを特徴とする作業機械
の周囲監視装置。

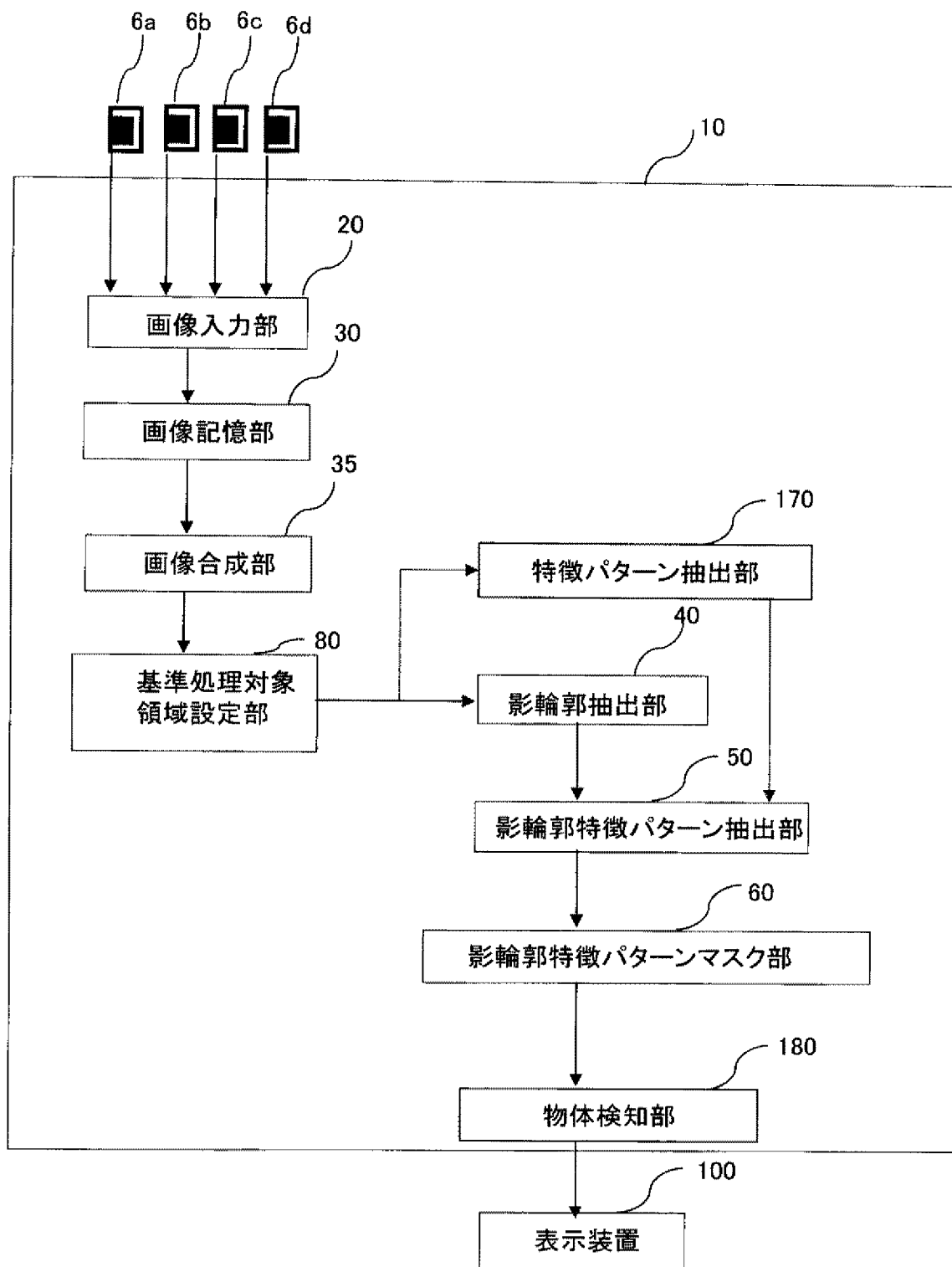
[図1]



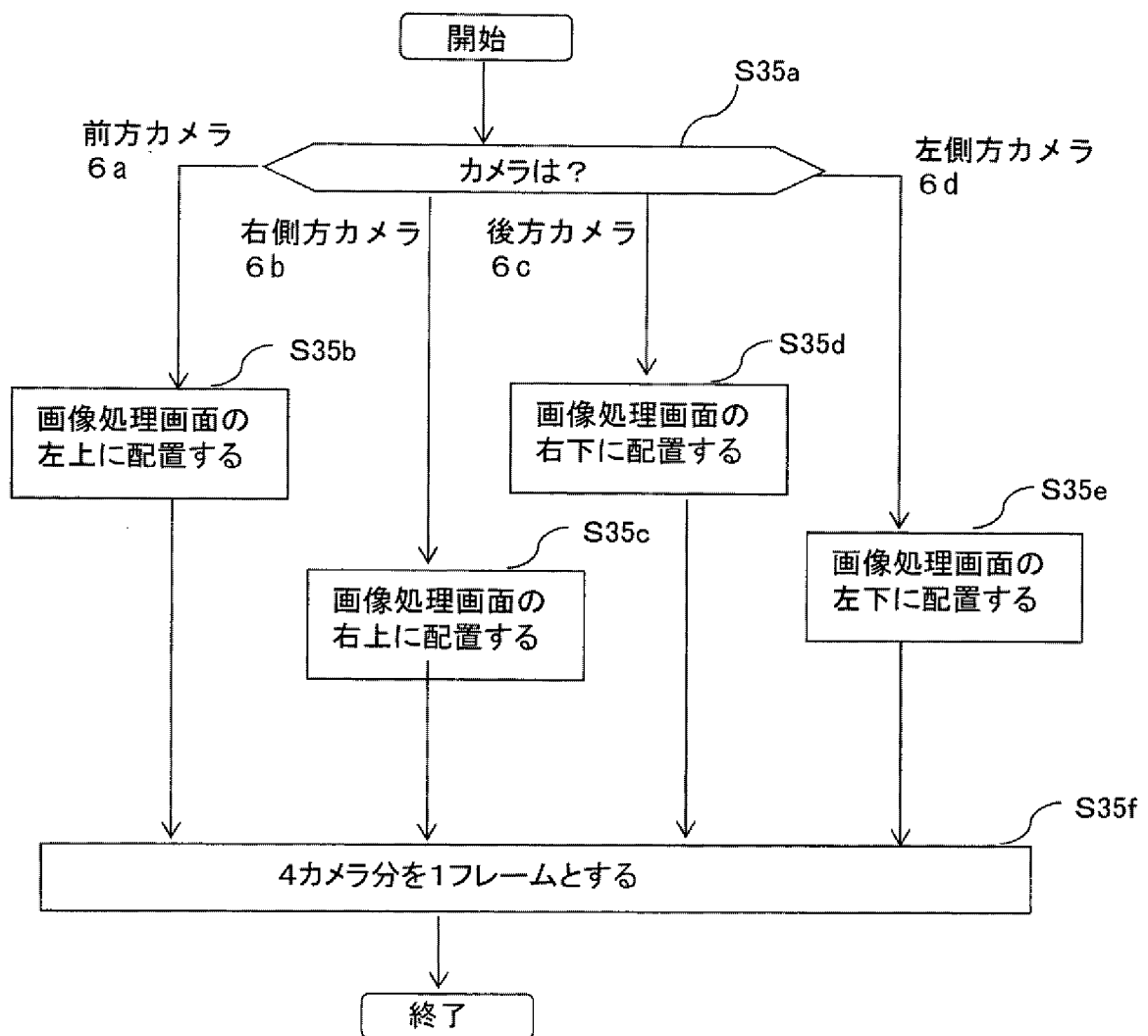
[図2]



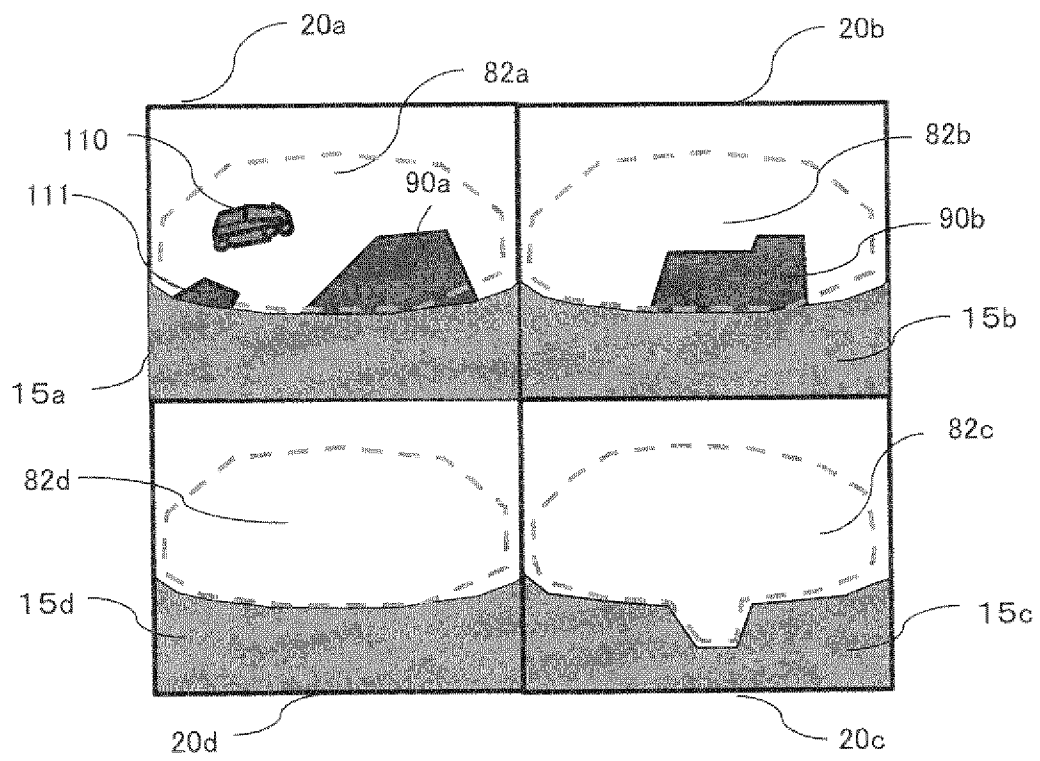
[図3]



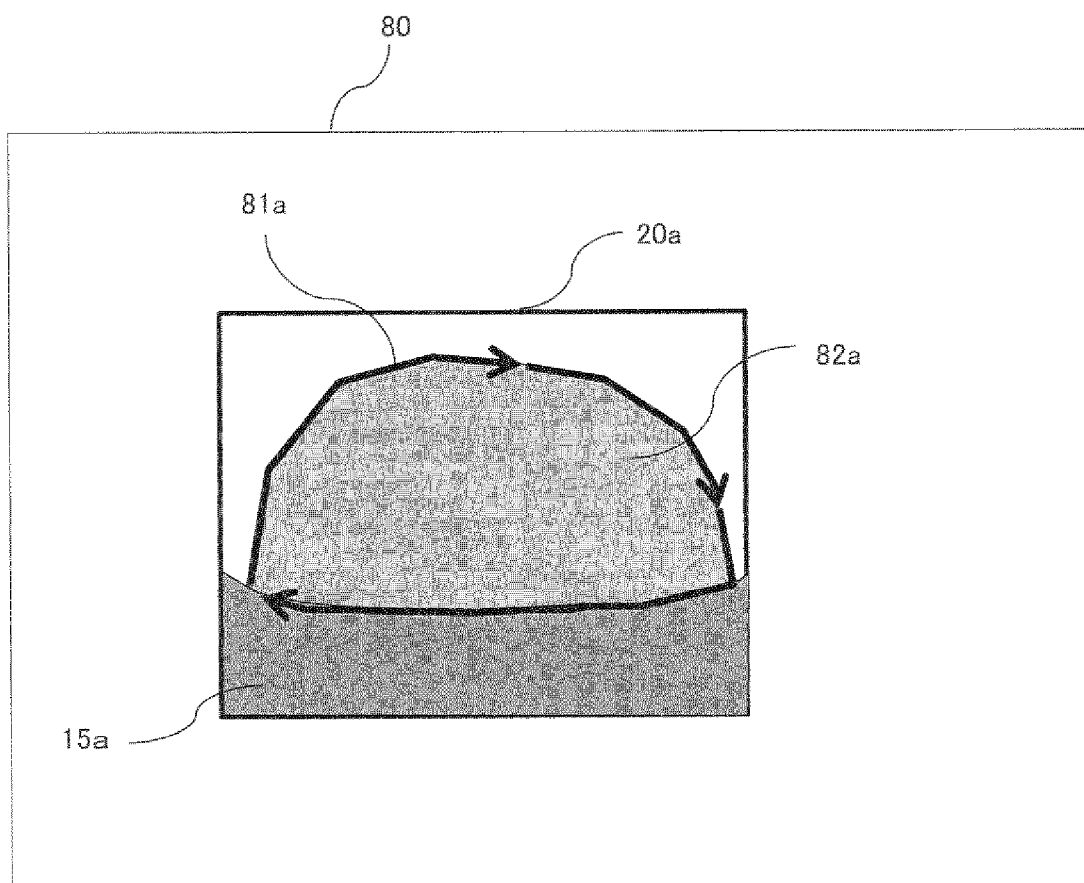
[図4]



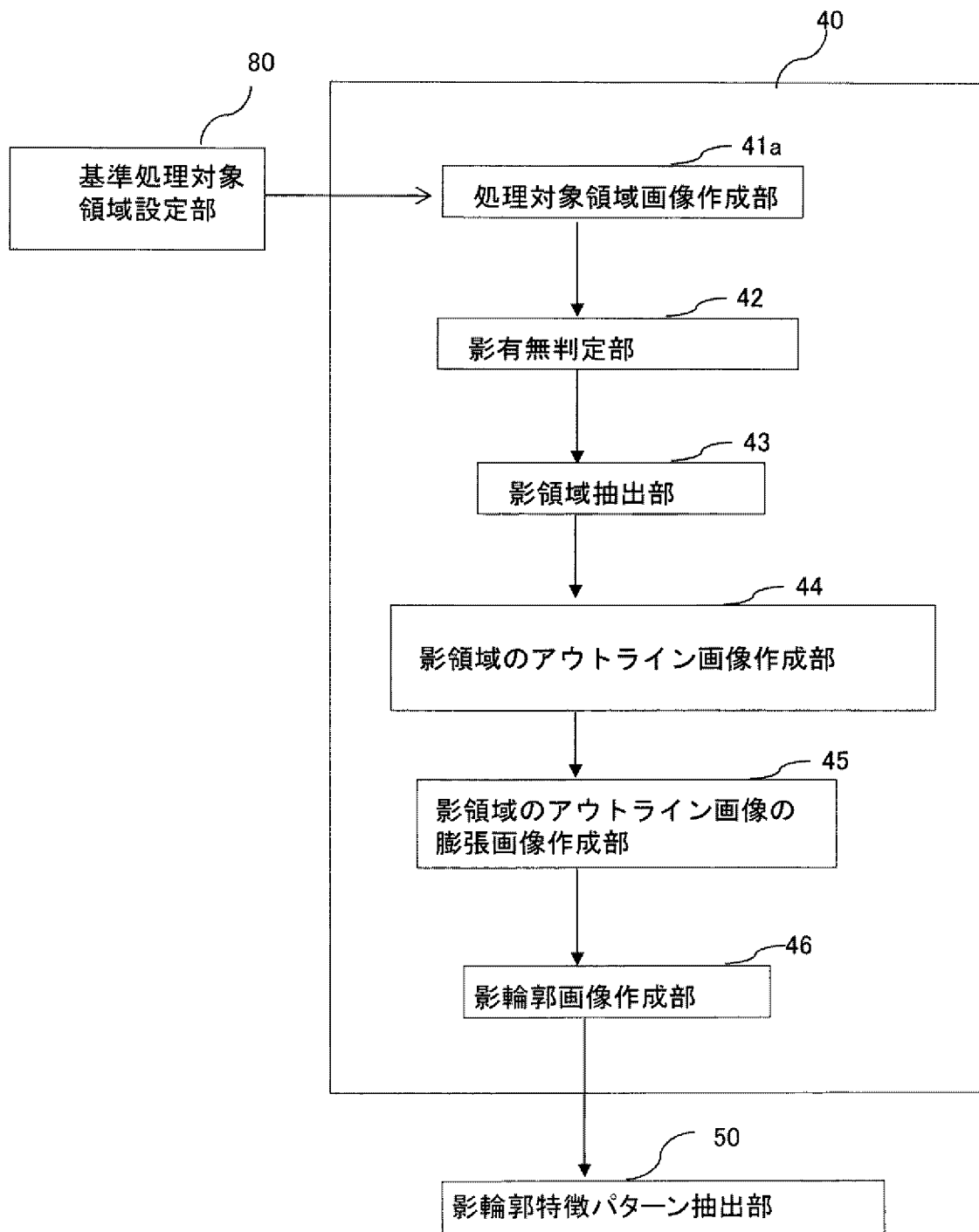
[図5]



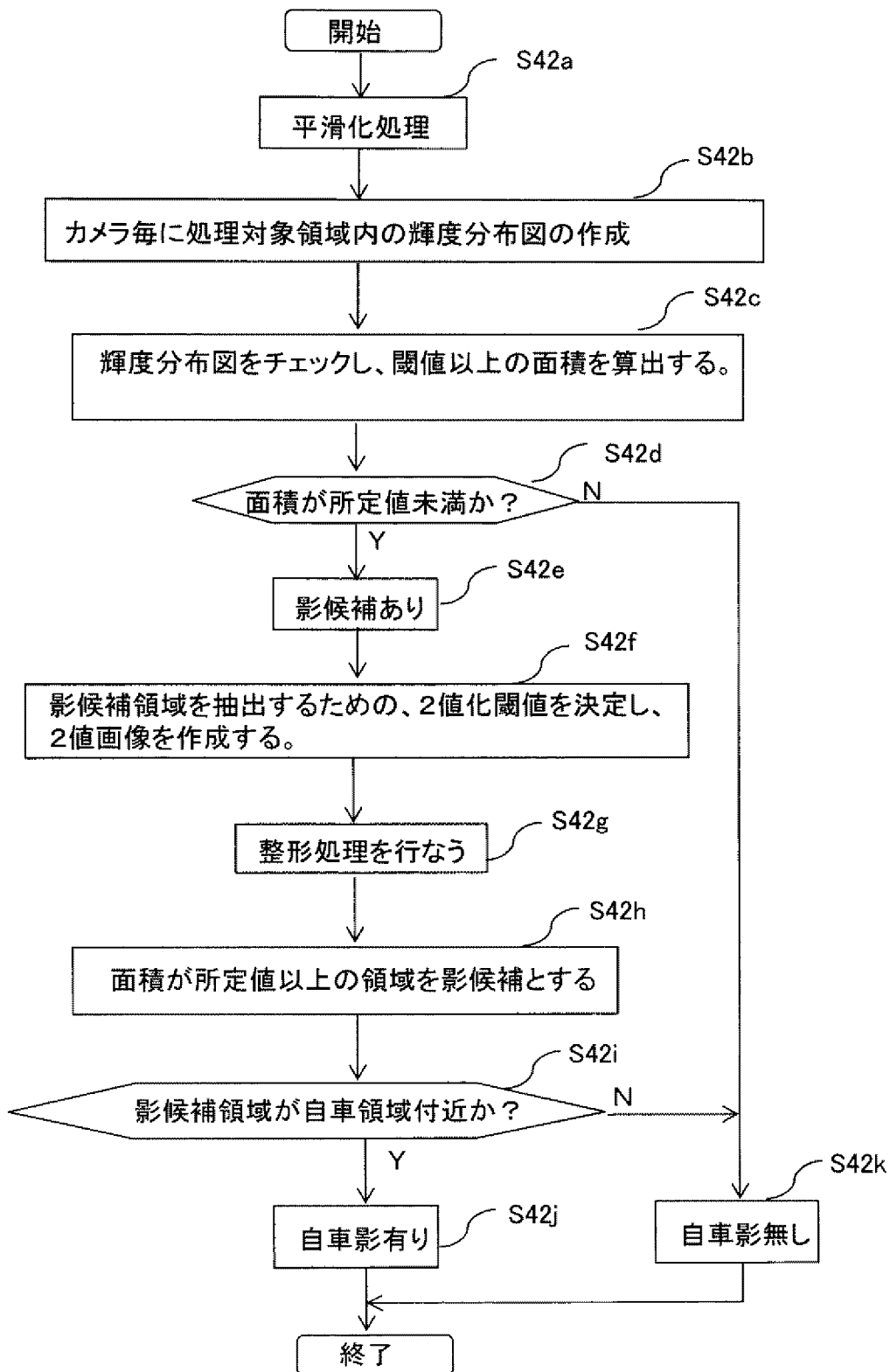
[図6]



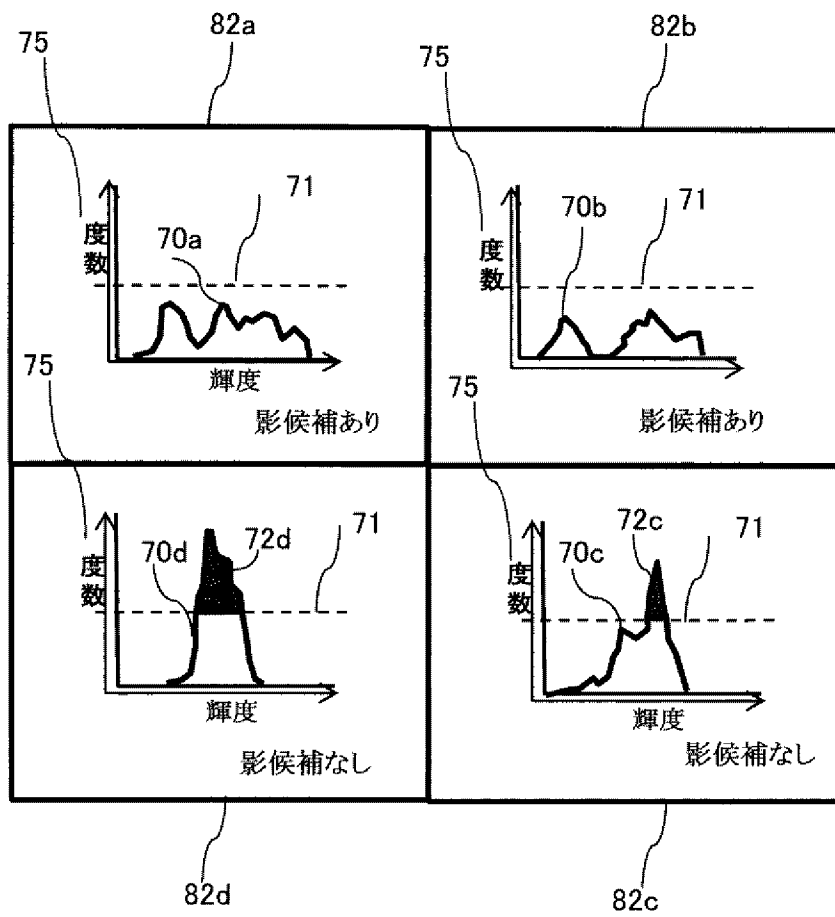
[図7]



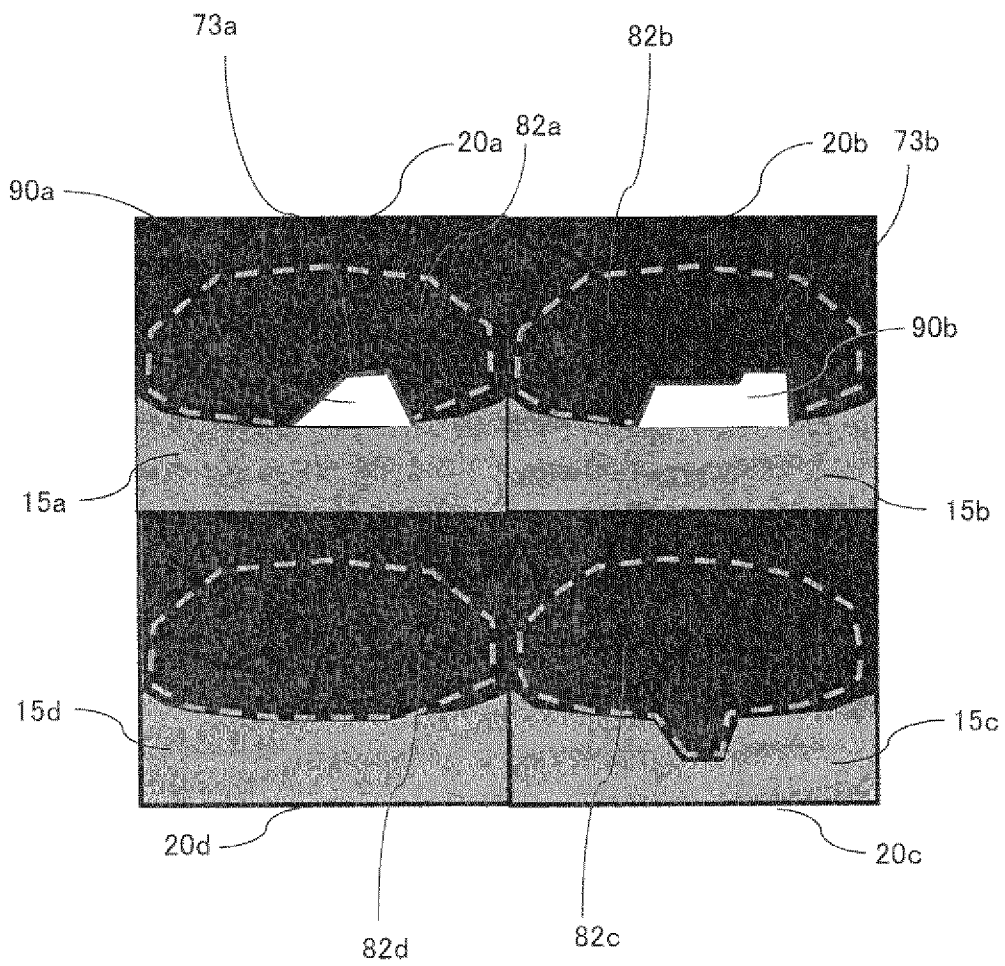
[図8]



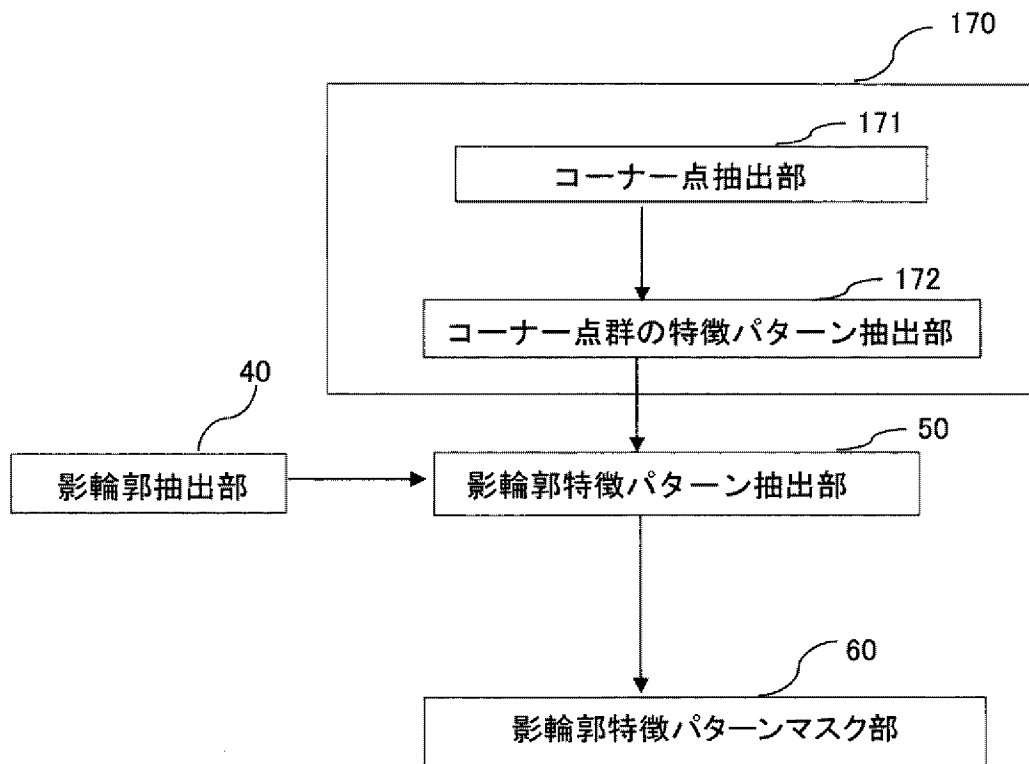
[図9]



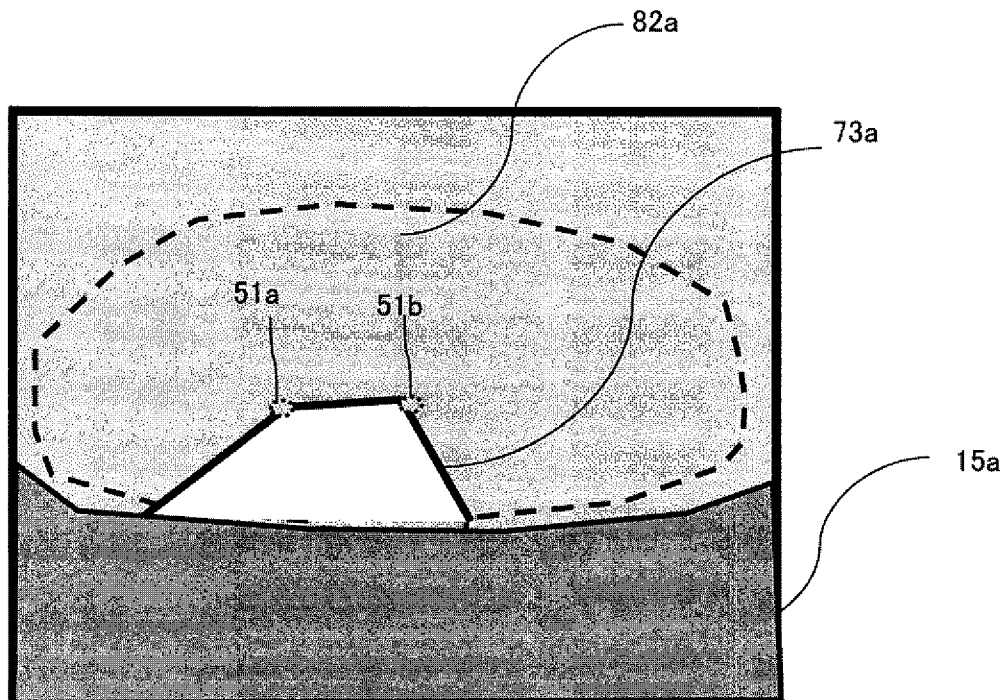
[図10]



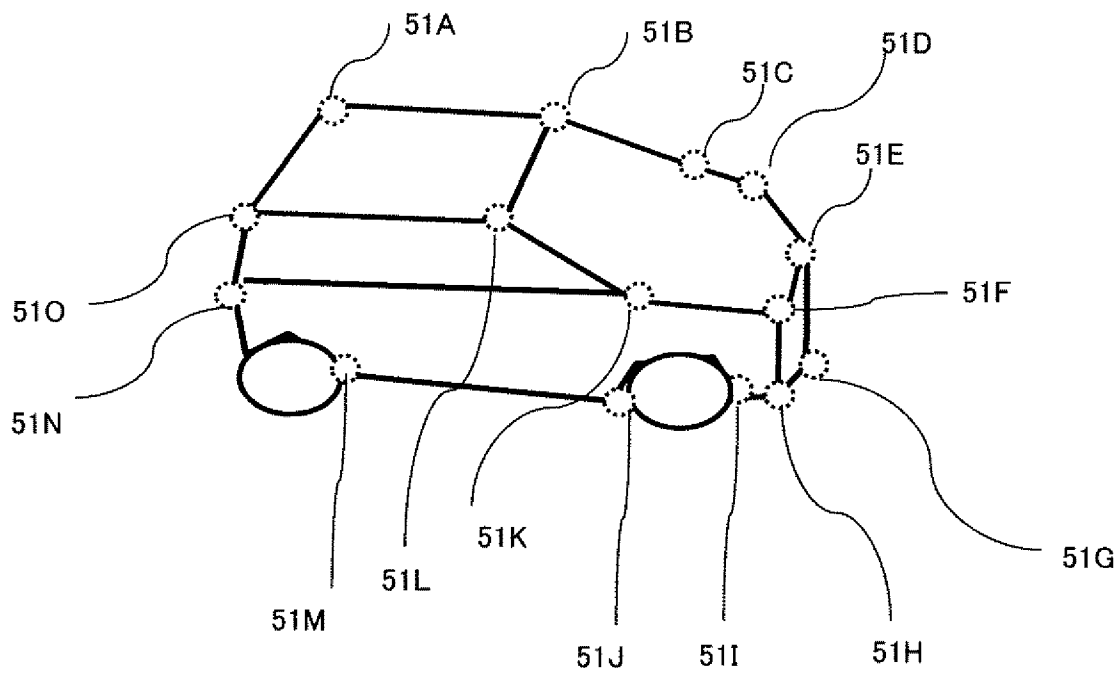
[図11]



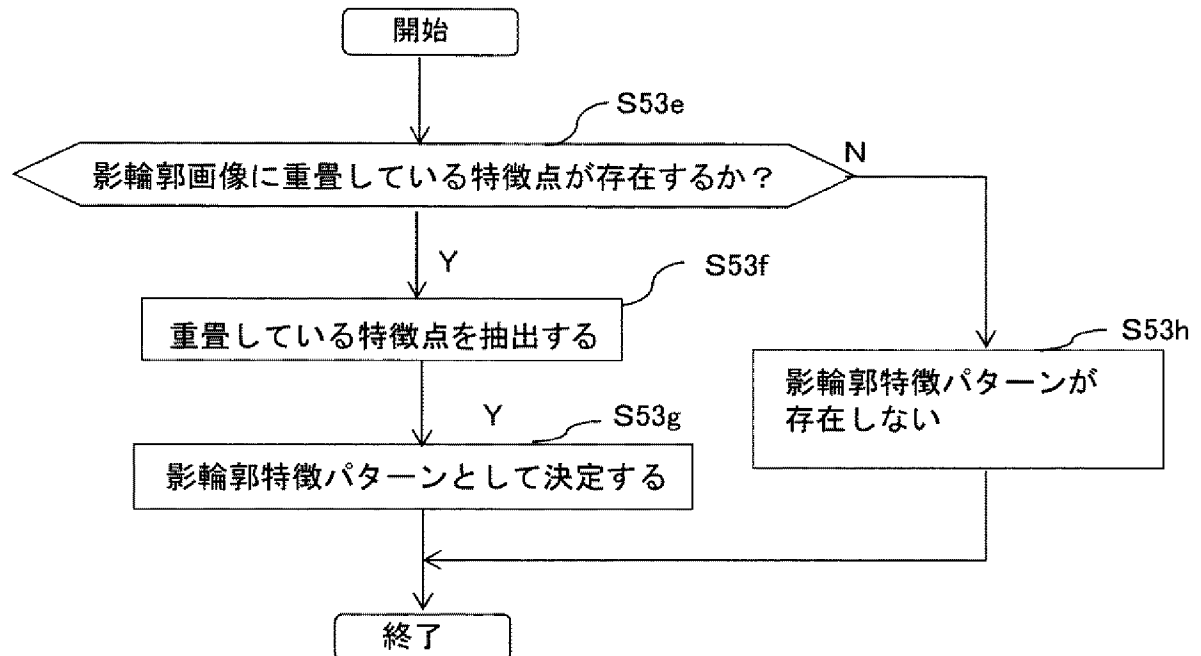
[図12]



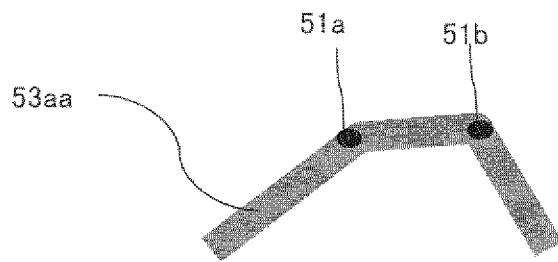
[図13]



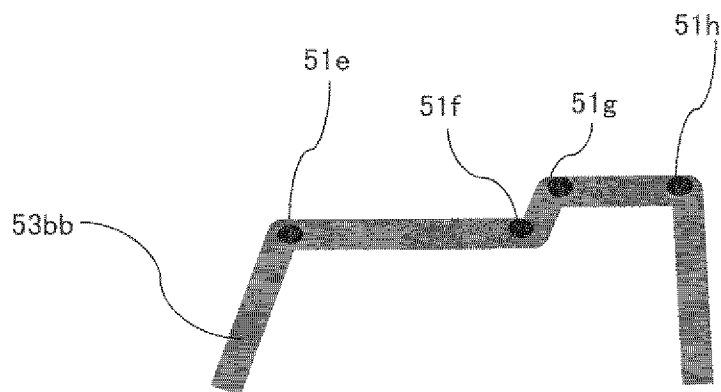
[図14]



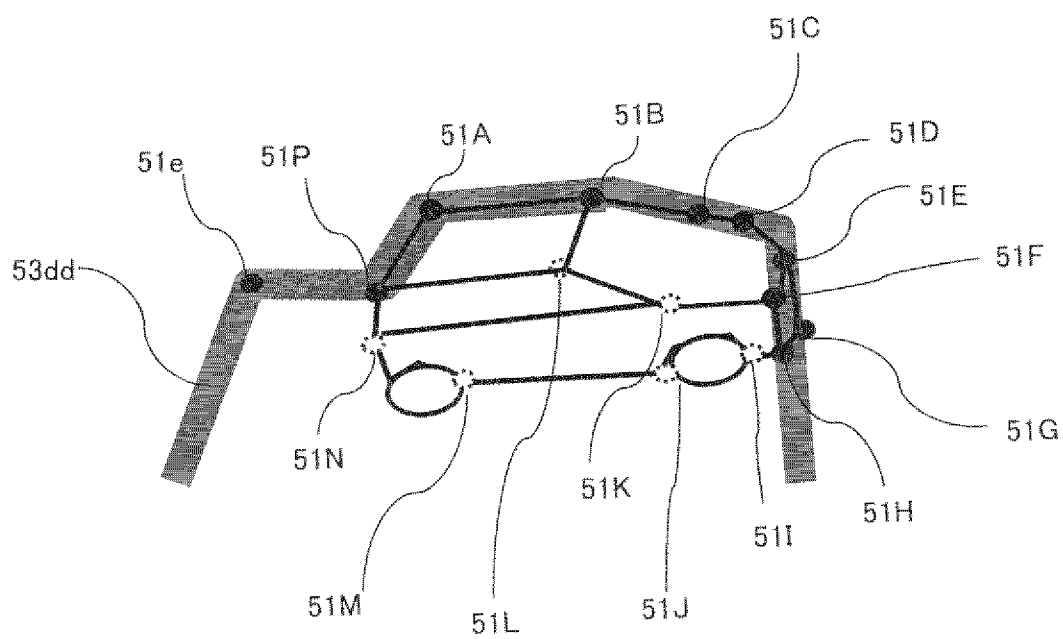
[図15]



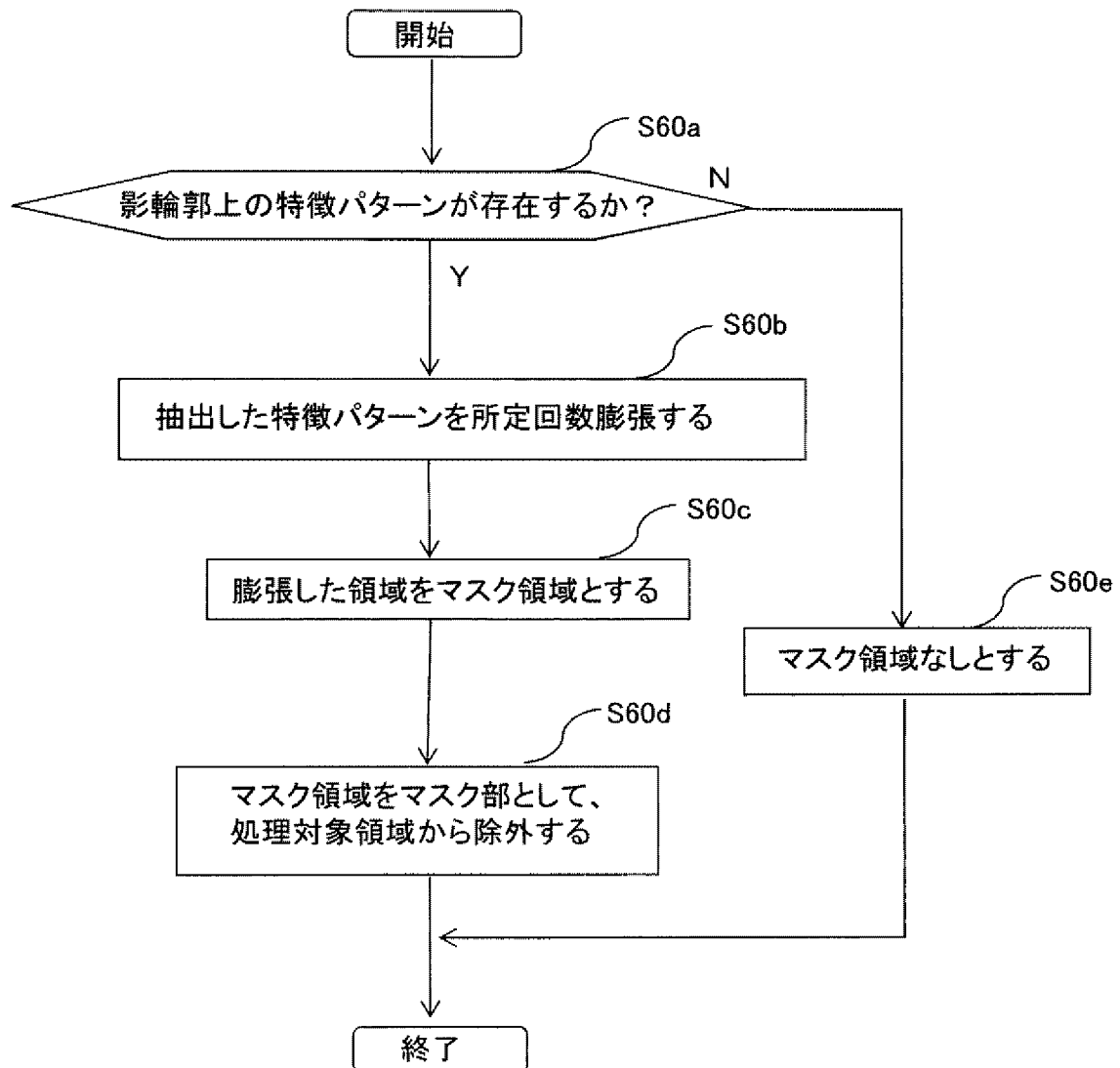
[図16]



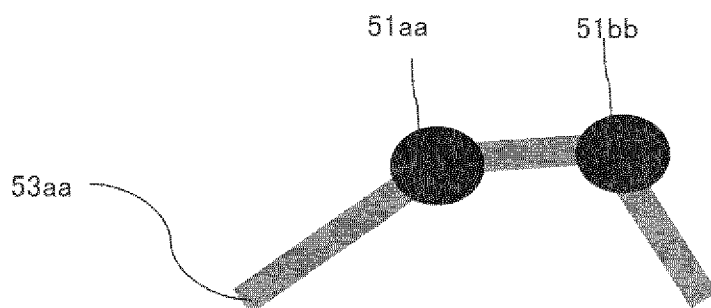
[図17]



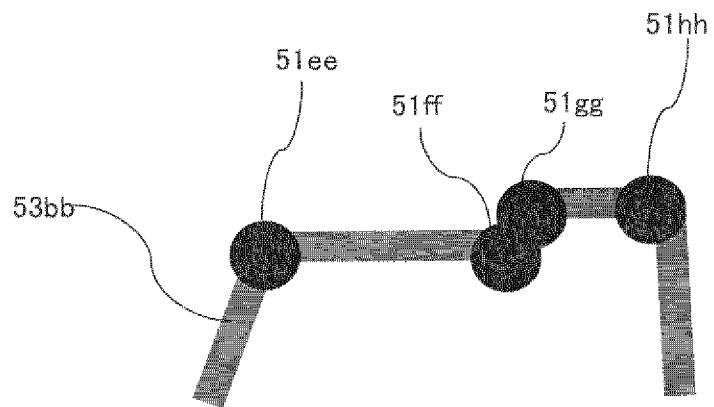
[図18]



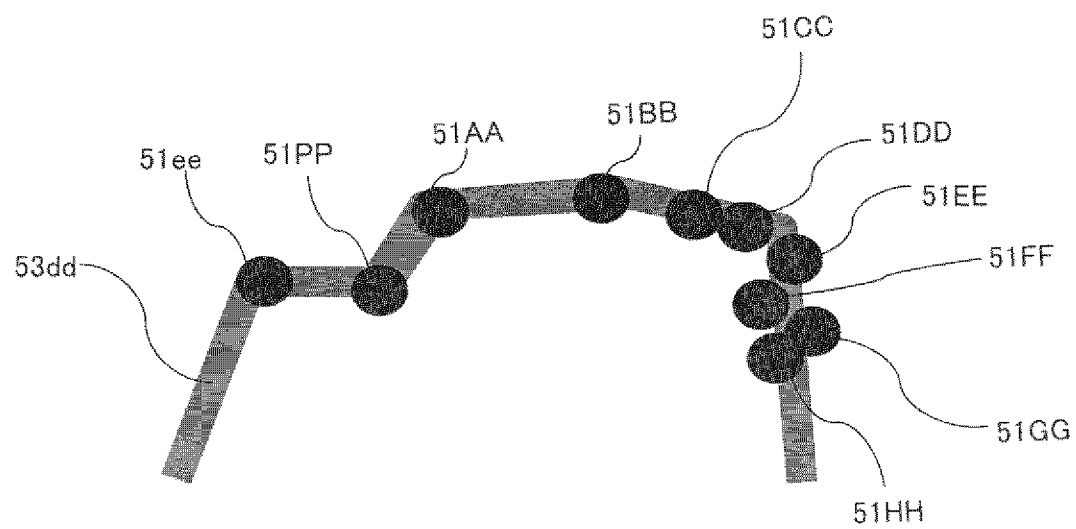
[図19]



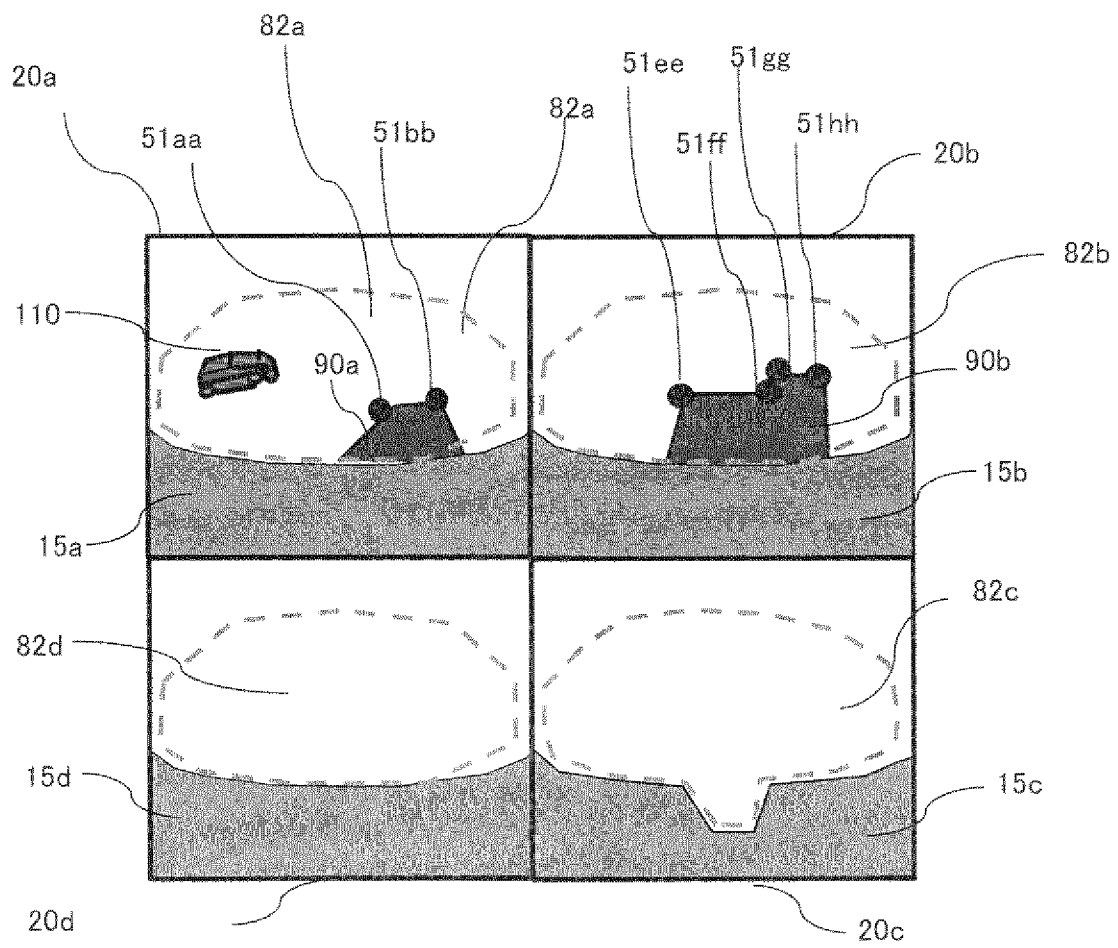
[図20]



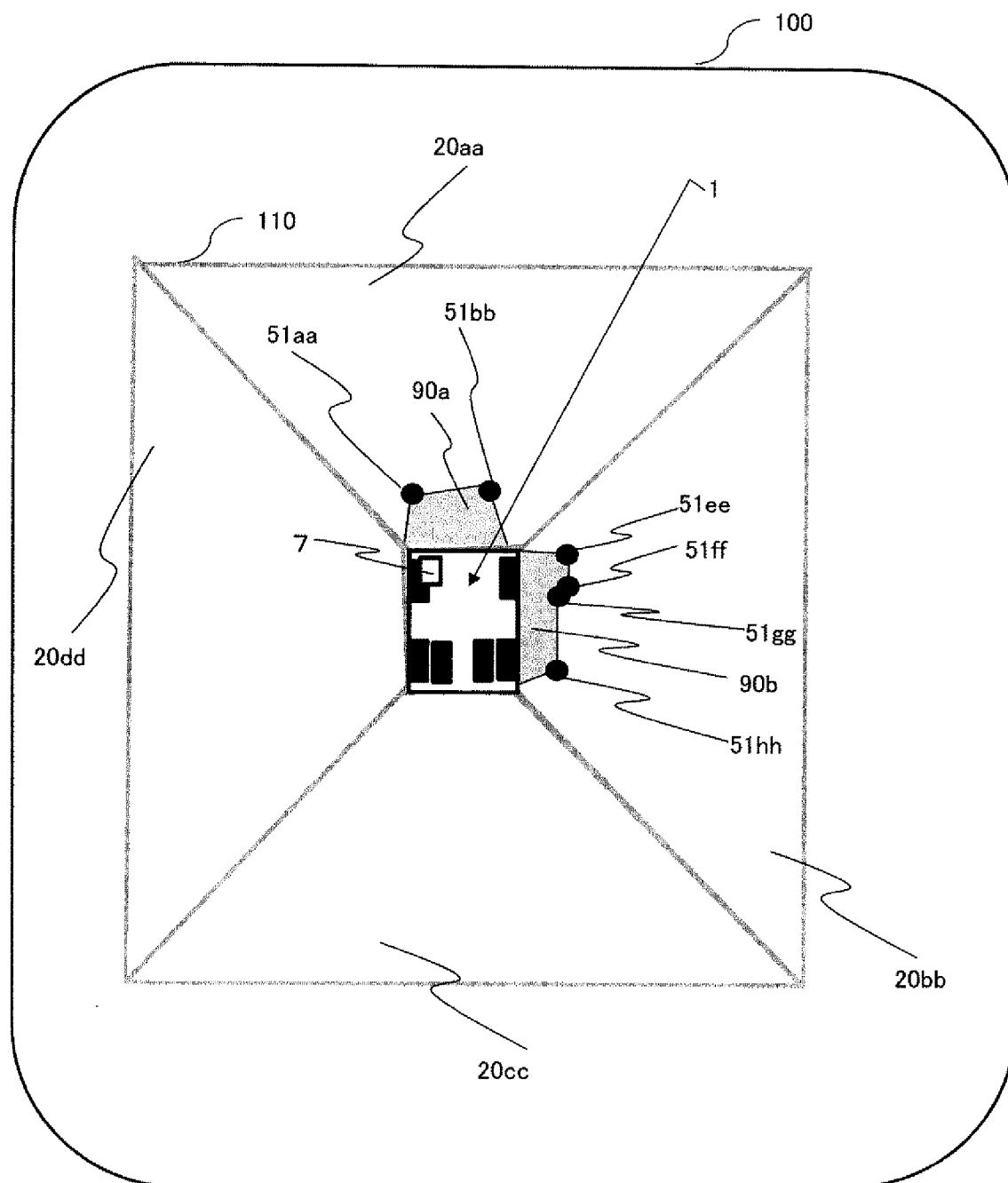
[図21]



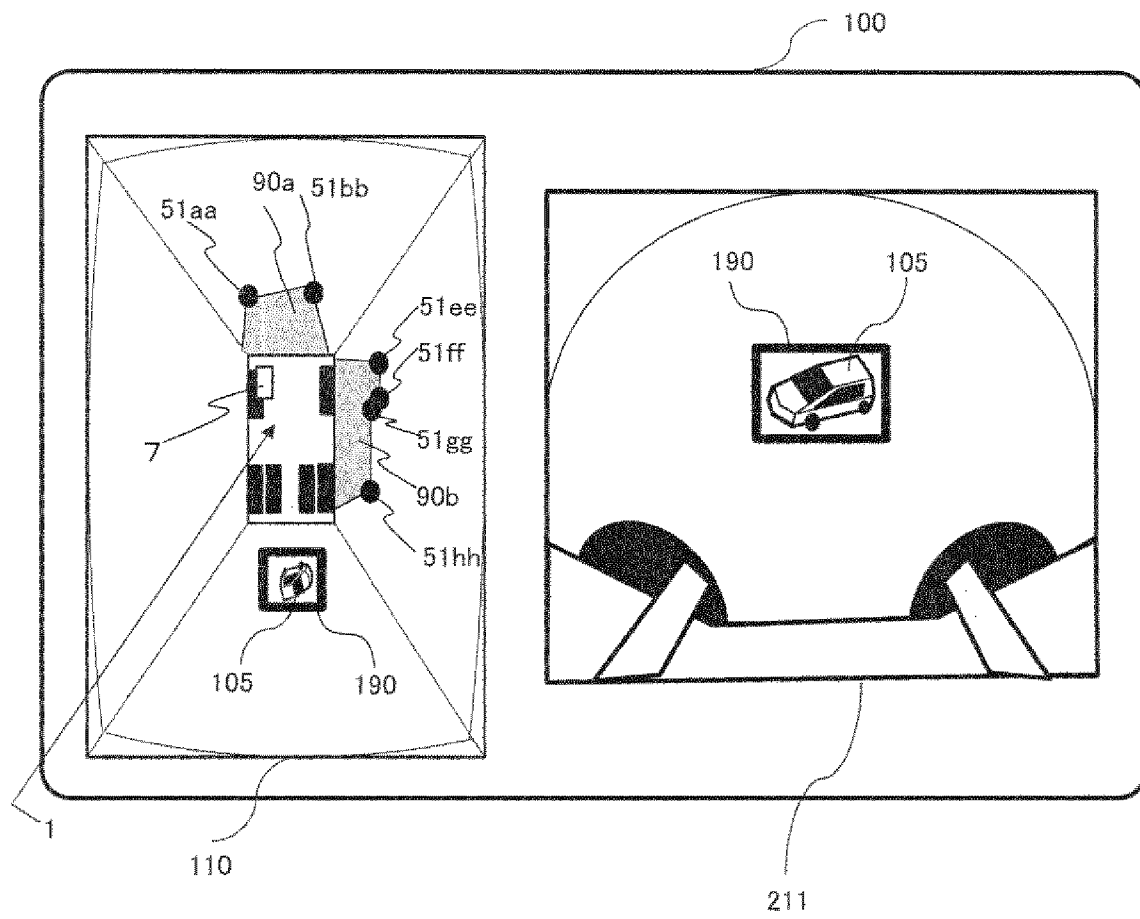
[図22]



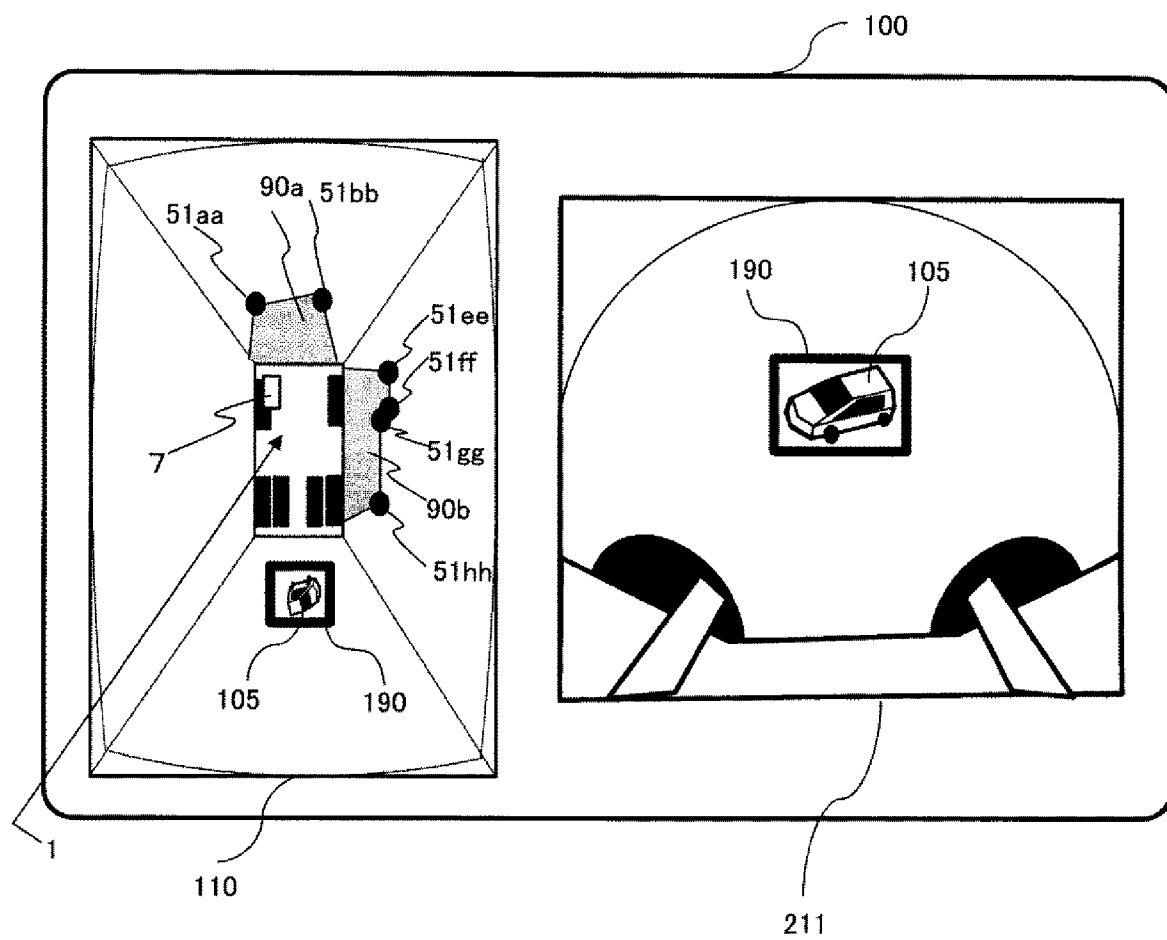
[図23]



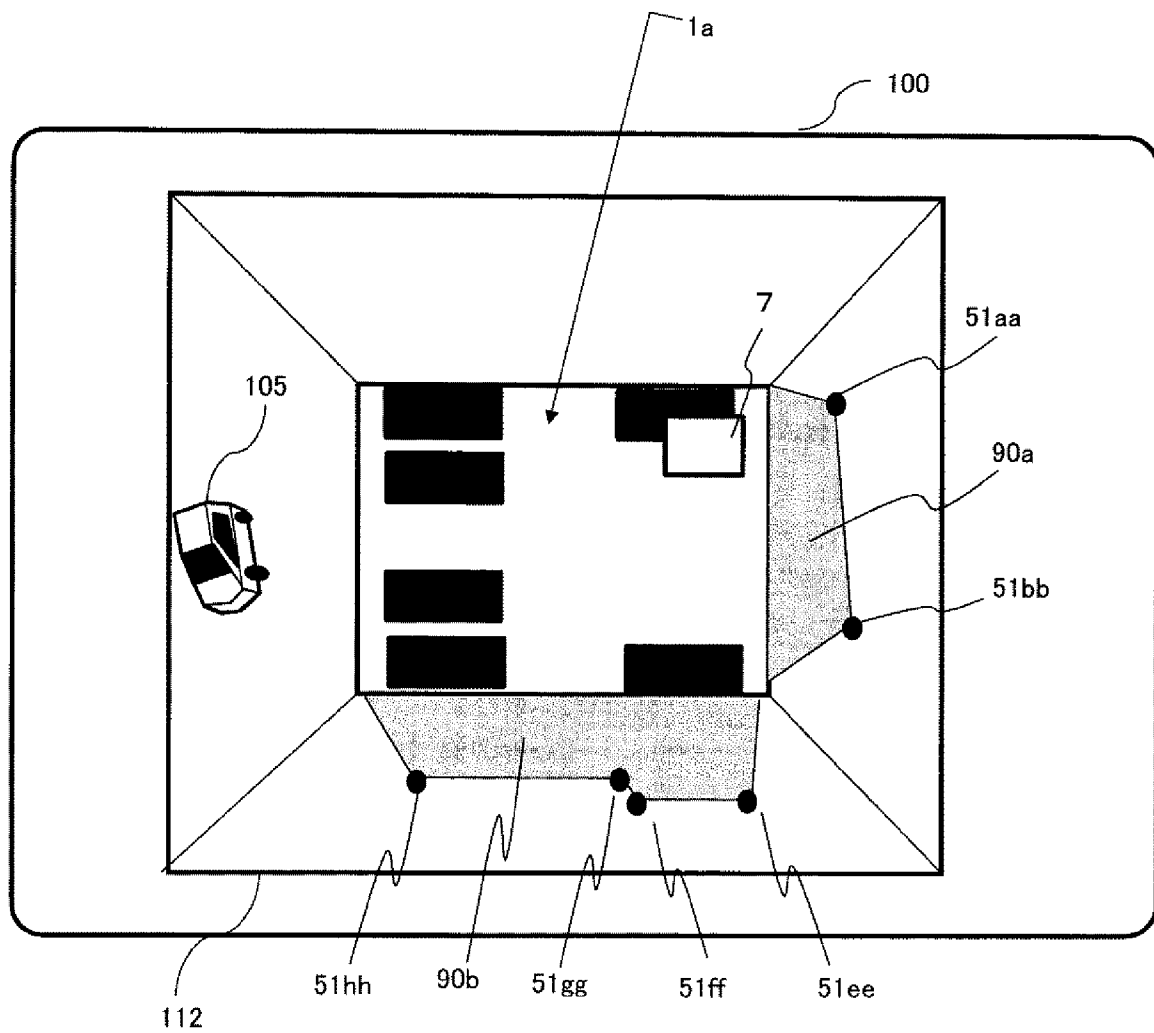
[図24]



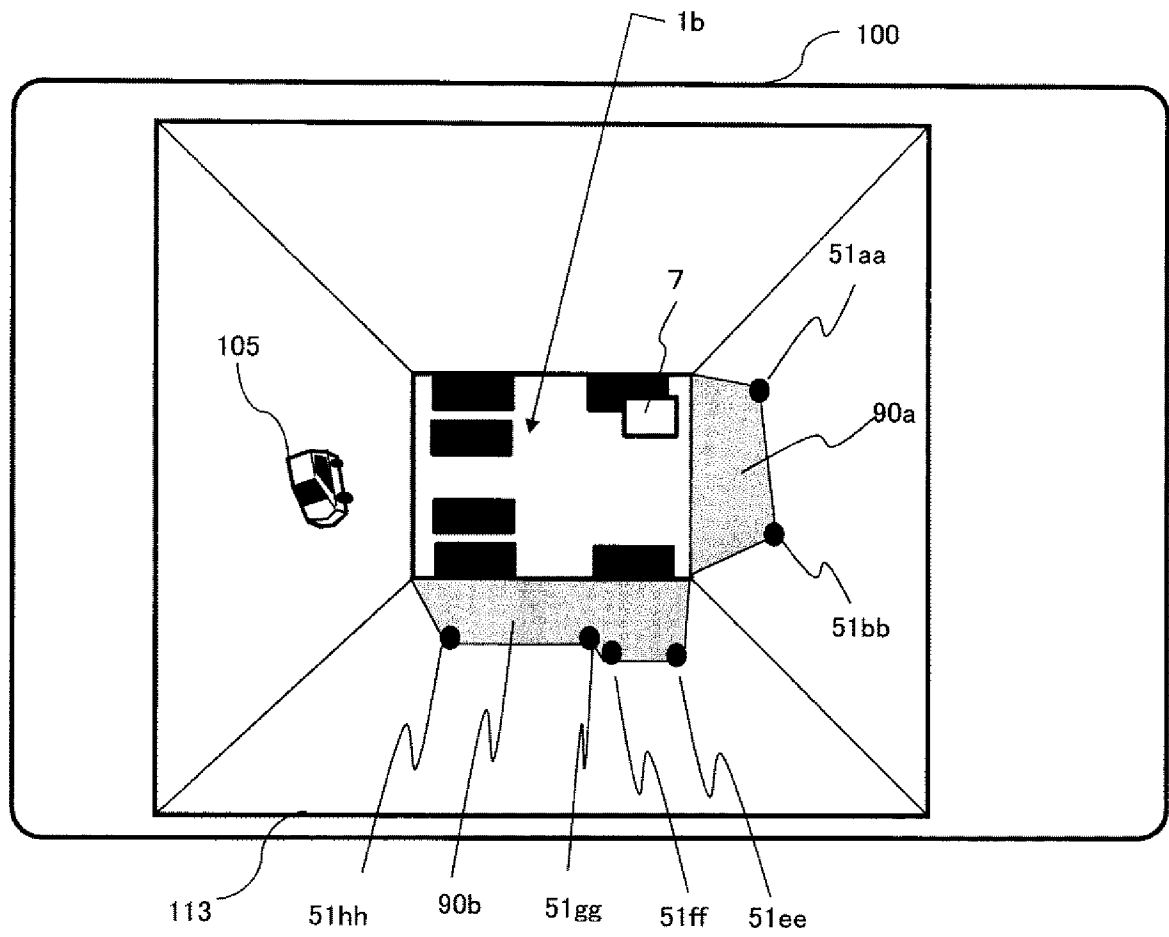
[図25]



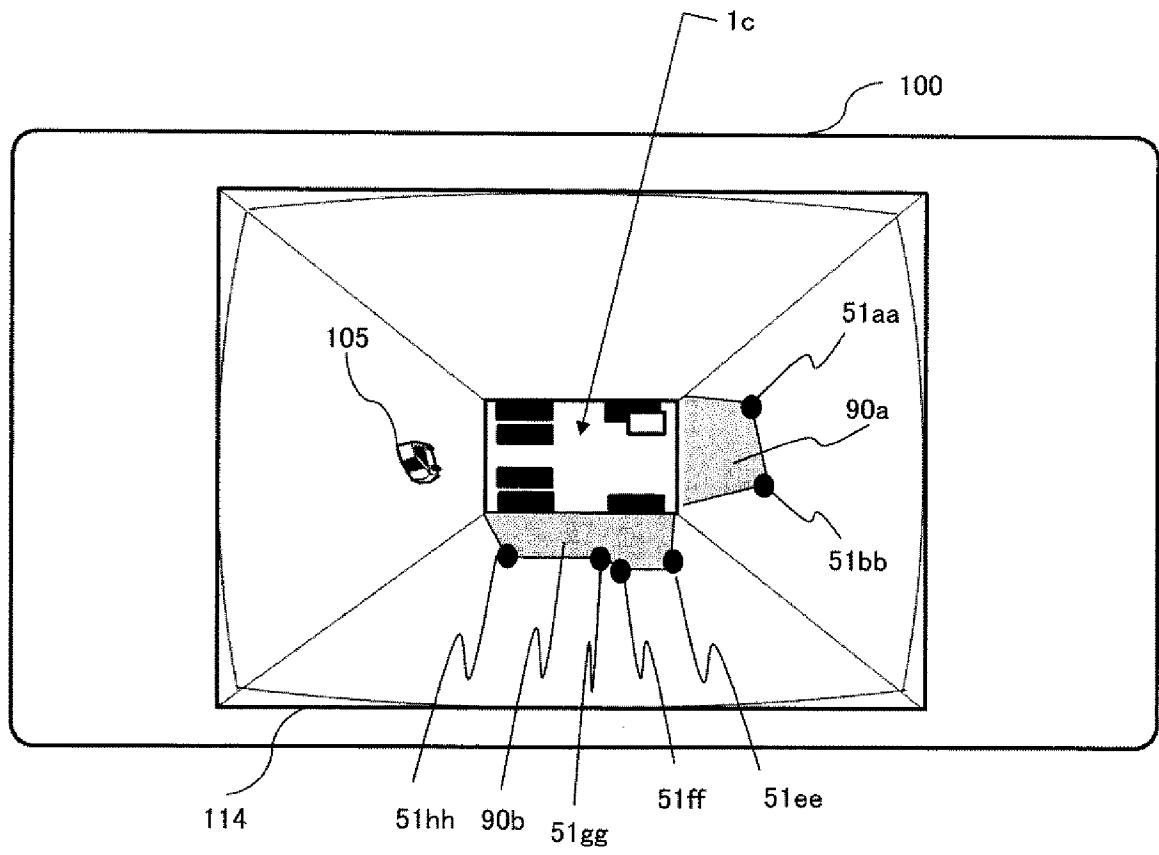
[図26]



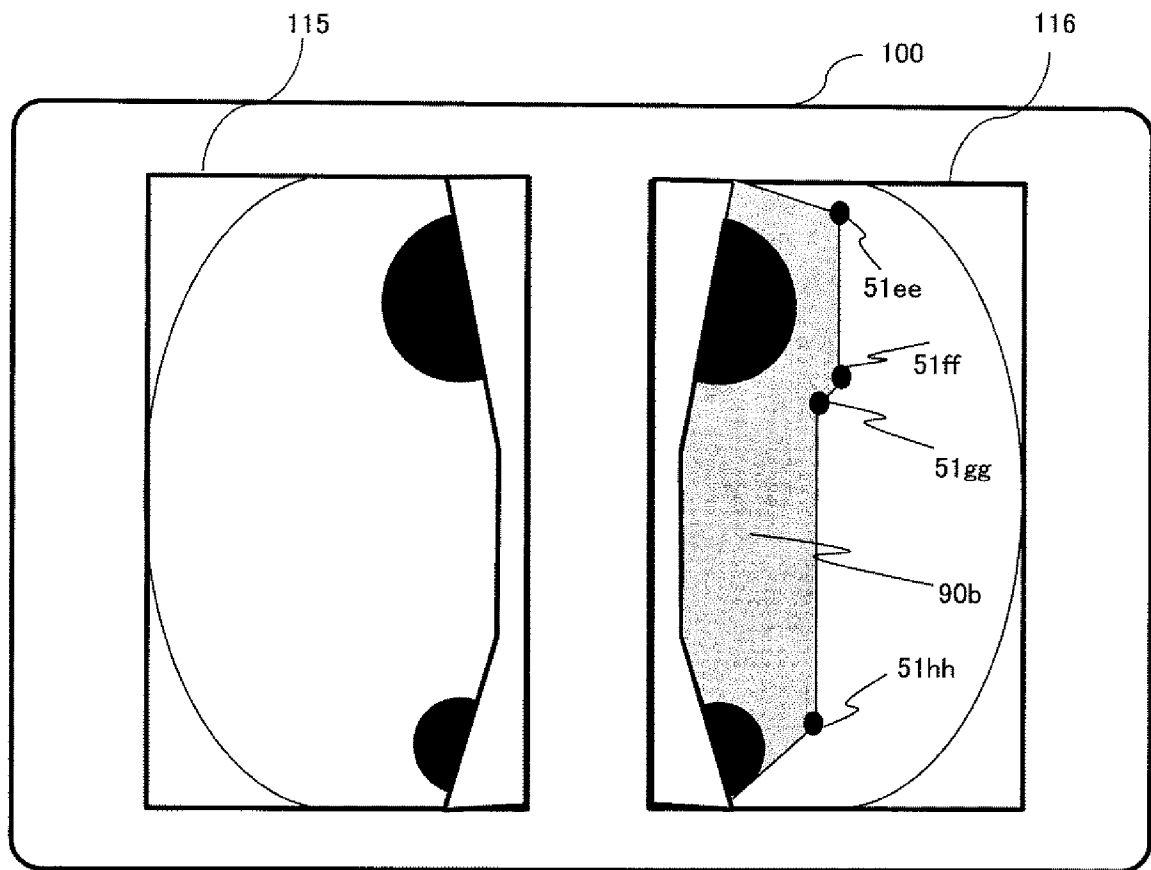
[図27]



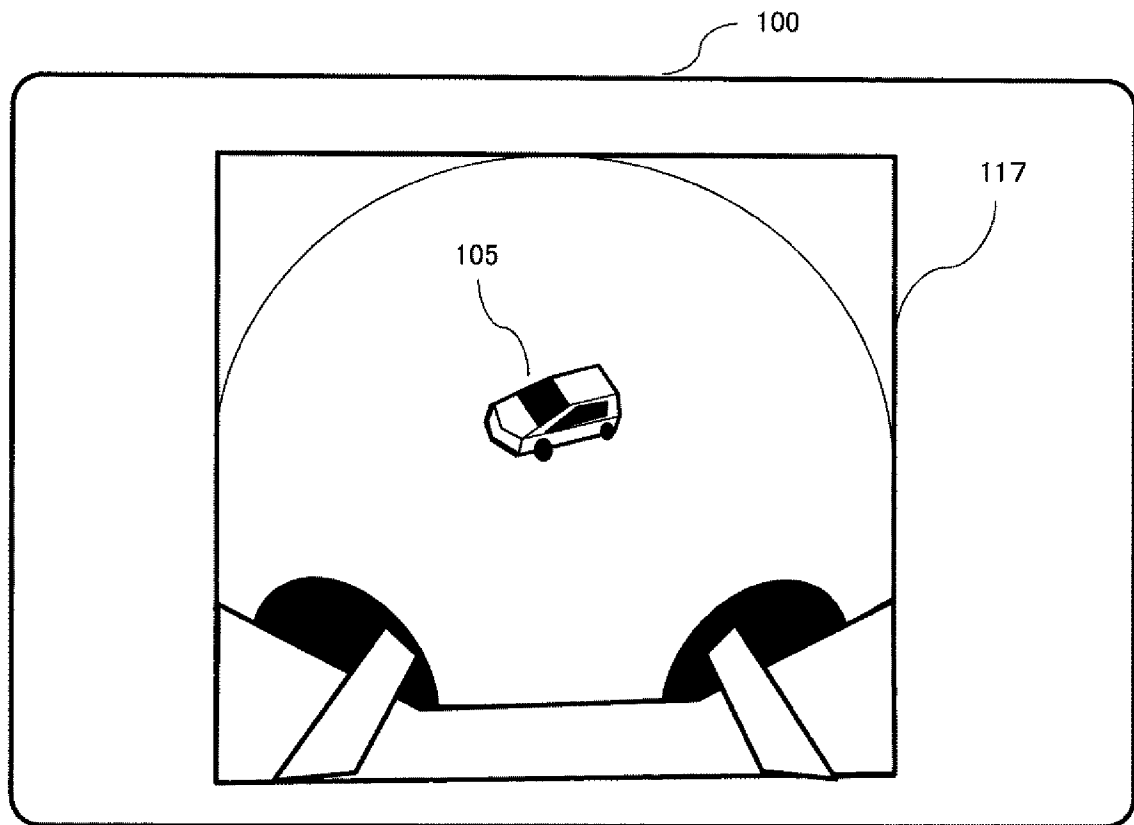
[図28]



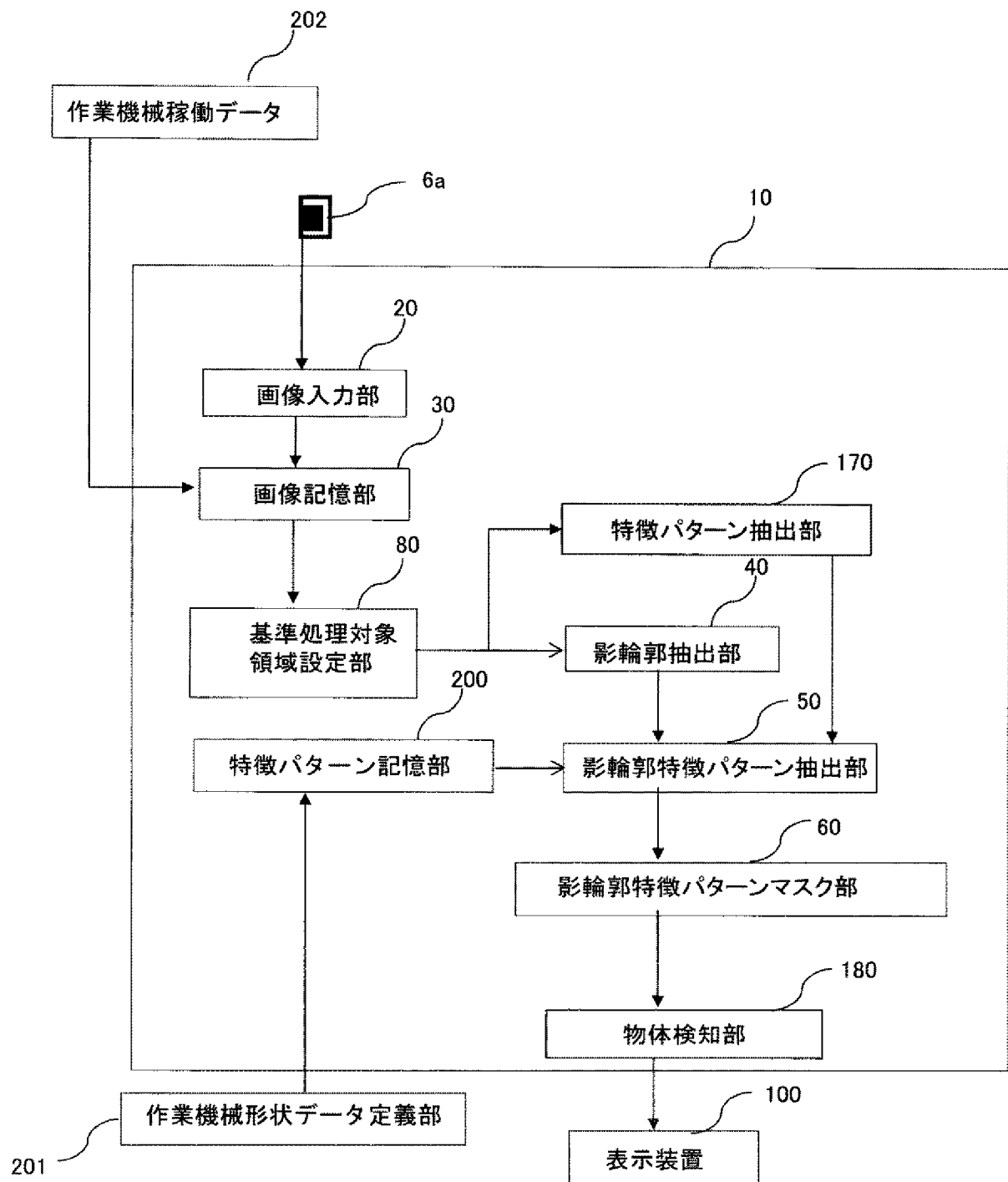
[図29]



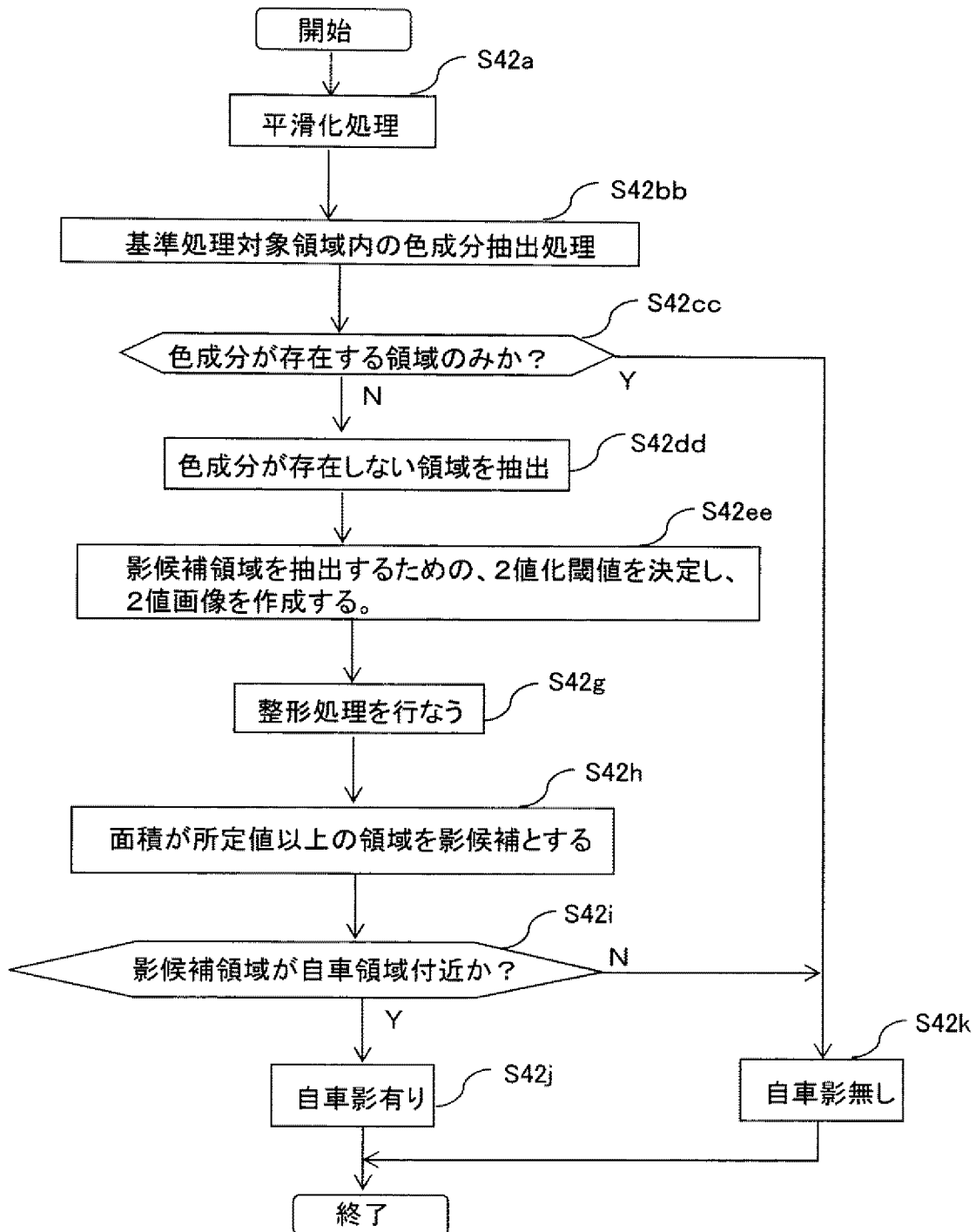
[図30]



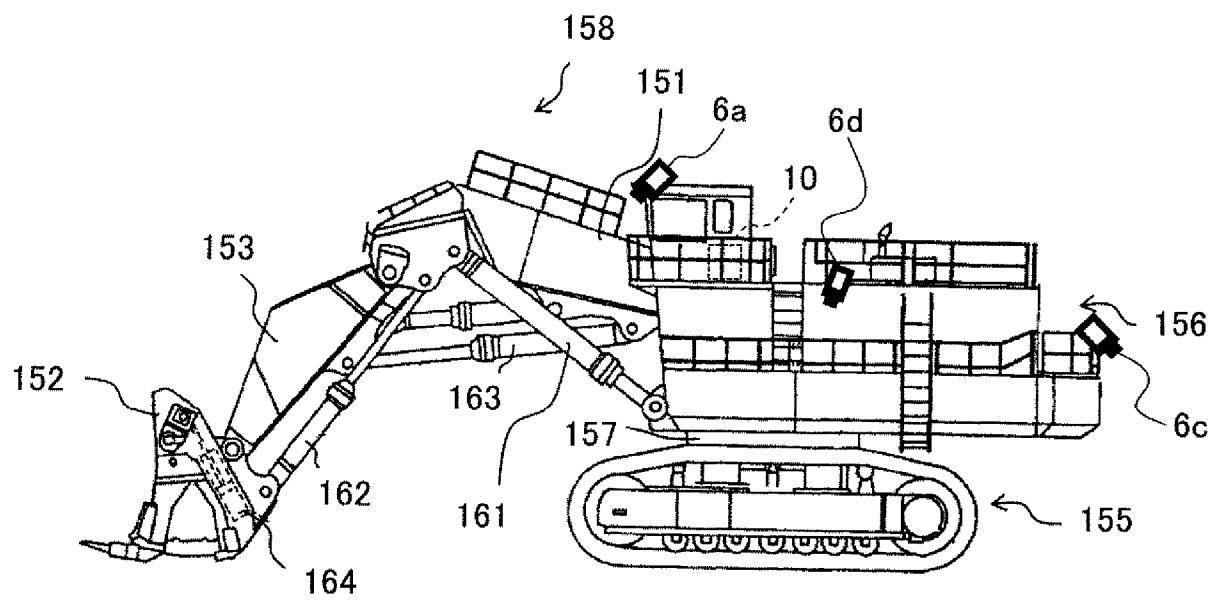
[図31]



[図32]



[図33]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056432

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/00(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i, H04N7/18(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)

G06T7/00, G08G1/16, H04N7/18

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-165765 A (Alpine Electronics, Inc.), 17 July 2008 (17.07.2008), entire text; all drawings & US 2008/0158014 A1 & CN 101211408 A	1-5
A	JP 2011-209896 A (NEC Corp.), 20 October 2011 (20.10.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	Hitoshi SAJI et al., "Eisei Gazo o Mochiita Doro Konzatsu Jokyo no Kaiseiki", Image Lab, 10 December 2012 (10.12.2012), vol.23, no.12, pages 13 to 17	1-5

☐ 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
06 April 2015 (06.04.15)

Date of mailing of the international search report
14 April 2015 (14.04.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T7/00(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i, H04N7/18(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. G06T7/00, G08G1/16, H04N7/18

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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

JSTPlus(JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-165765 A（アルパイン株式会社）2008.07.17, 全文、全図 & US 2008/0158014 A1 & CN 101211408 A	1-5
A	JP 2011-209896 A（日本電気株式会社）2011.10.20, 全文、全図（フ ァミリーなし）	1-5
A	佐治 斉、外2名, “衛星画像を用いた道路混雑状況の解析”, 画 像ラボ, 2012.12.10, Vol.23, No.12, pp.13-17	1-5

☐ 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

0 6 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 4 . 2 0 1 5

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 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐田 宏史

5 H

4 1 8 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 1