

(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
2016 年 9 月 1 日(01.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/136055 A1

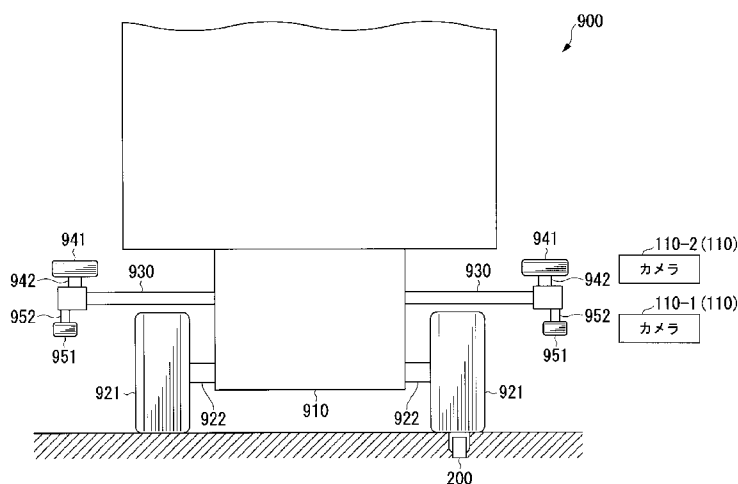
- (51) 国際特許分類:
G01B 11/08 (2006.01) *G01B 11/02* (2006.01)
B61B 13/00 (2006.01) *G01B 11/24* (2006.01)
B61K 9/00 (2006.01) *G01M 17/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/082689
- (22) 国際出願日: 2015 年 11 月 20 日(20.11.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-038661 2015 年 2 月 27 日(27.02.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森田 克明(MORITA Katsuaki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 山田 昌弘(YAMADA Masahiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 尾▲崎▼ 和基(OZAKI Kazuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 河野 浩幸(KONO Hiroyuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外(MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: WEAR INSPECTION DEVICE, WEAR INSPECTION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 摩耗検査装置、摩耗検査方法及びプログラム

[図2]



110-1, 110-2 Camera

(57) Abstract: This wear inspection device is equipped with: a first image capture unit which is provided to the side of a track traveled by a vehicle provided at the sides with guide wheels, and which captures an image of the inside of the track through a telecentric lens; a second image capture unit which is provided in the direction of vehicle advance with respect to the first image capture unit at the side of the track, and which captures an image of the inside of the track through a telecentric lens; an image acquisition unit which acquires an image of a boundary of the guide wheels captured by the first image capture unit, the image being of a boundary at a first direction side in the direction of vehicle advance, and an image of a boundary of the guide wheels captured by the second image capture unit at the same instant as capture of the image by the first image capture unit, the image being of a boundary at the opposite side from the first direction side; and a guide wheel detection unit for detecting the state of wear of the guide wheels, on the basis of the positions of the boundaries indicated by the images acquired by the image acquisition

unit.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/136055 A1



(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))

この摩耗検査装置は、側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第 1 撮像部と、前記軌道の側方において前記第 1 撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第 2 撮像部と、前記第 1 撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第 1 方向側における境界の画像と、前記第 1 撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第 2 撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって前記第 1 方向側と逆側における境界の画像とを取得する画像取得部と、前記画像取得部が取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、前記案内輪の摩耗状況を検知する案内輪用検知部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 摩耗検査装置、摩耗検査方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、摩耗検査装置、摩耗検査方法及びプログラムに関する。

本願は、2015年2月27日に、日本に出願された特願2015-038661号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 鉄道や新交通システムなどにおいて、車両に用いられている部品の摩耗の検査は、一般に手作業で行われている。

例えば、新交通システムの車両に用いられ消耗する部品として、走行用タイヤ、パンタグラフ、案内輪および分岐輪が挙げられる。これらの部品について、走行用タイヤの溝の深さ、パンタグラフの摩耗量、案内輪の直径、および、分岐輪の直径を、ノギス等を用いて手作業で測定し、手作業で測定結果をデータベースに入力するといった運用がなされる場合がある。これら測定作業や測定結果の入力作業に人件費がかかり、作業の効率化が望まれる。

[0003] 車両に用いられる部品の摩耗の検査に関連して、特許文献1に記載の、摺り板の摩耗量自動計測システムでは、車庫内を移動中の車両を対象とし、そのパンタグラフを検出した検出信号により、摺り板の摩耗量を非接触で自動計測する。特許文献1では、これにより、パンタグラフ保守者の安全と省力化に寄与するとされている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特許第3171209号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] パンタグラフに限らず他の部品についても、摩耗状況の検知を効率化できることが望ましい。

[0006] 本発明は、車両の部品の摩耗状況の検知を効率化することができる摩耗検査装置、摩耗検査方法及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第1の態様によれば、摩耗検査装置は、側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第1撮像部と、前記軌道の側方において前記第1撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第2撮像部と、前記第1撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第1方向側（すなわち、車両進行方向一方側）における境界の画像と、前記第1撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第2撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって前記第1方向側と逆側（すなわち、車両進行方向他方側）における境界の画像とを取得する画像取得部と、前記画像取得部が取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、前記案内輪の摩耗状況を検知する案内輪用検知部と、を備える。

[0008] 側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第3撮像部と、前記軌道の側方において前記第3撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第4撮像部と、をさらに備え、前記軌道の側方に、前記案内輪に接して前記案内輪を回転させる回転機構が設けられており、前記第1撮像部、前記第2撮像部は、いずれも、前記回転機構が前記案内輪を回転させる前に前記案内輪における境界の画像を撮像する位置に設けられており、前記第3撮像部、前記第4撮像部は、いずれも、前記回転機構が前記案内輪を回転させた後に前記案内輪における境界の画像を撮像する位置に設けられており、前記画像取得部は、前記第3撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第1方向側における境界の画像と、前記第3撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第4撮像部が撮像した、前記案内輪の境界の画像であって前記

第1方向側と逆側における境界の画像とをさらに取得し、前記案内輪用検知部は、前記第1撮像部が撮像した画像、前記第2撮像部が撮像した画像それぞれにて示される境界の位置に基づいて前記案内輪の摩耗状況を検知し、さらに、前記第3撮像部が撮像した画像、前記第4撮像部が撮像した画像それぞれにて示される境界の位置に基づいて前記案内輪の摩耗状況を検知するようにしてもよい。

[0009] 前記軌道の下方に設けられて、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方に位置する物までの距離を測定する距離測定部と、前記距離測定部が測定した、前記距離測定部と前記車両の下方に設けられた走行用タイヤとの距離に基づいて、前記走行用タイヤの摩耗状況を検知するタイヤ用検知部と、をさらに備えるようにしてもよい。

[0010] 本発明の第2の態様によれば、摩耗検査装置は、車両の下方に走行用タイヤが設けられた交通システムの軌道の下方に設けられて、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方に位置する物までの距離を測定する距離測定部と、前記距離測定部が測定した、前記距離測定部と前記車両の走行用タイヤとの距離に基づいて、前記走行用タイヤの摩耗状況を検知するタイヤ用検知部と、を備える。

[0011] 本発明の第3の態様によれば、摩耗検査方法は、側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第1撮像部と、前記軌道の側方において前記第1撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第2撮像部と、を備える摩耗検査装置の摩耗検査方法であって、前記第1撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第1方向側における境界の画像と、前記第1撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第2撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって前記第1方向側と逆側における境界の画像とを取得し、前記画像取得ステップにて取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、前記案内輪の摩耗状況を検知する。

[0012] 本発明の第4の態様によれば、プログラムは、側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第1撮像部と、前記軌道の側方において前記第1撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第2撮像部と、を備える摩耗検査装置に用いられるコンピュータに、前記第1撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第1方向側における境界の画像と、前記第1撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第2撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって前記第1方向側と逆側における境界の画像とを取得させ、前記画像取得ステップにて取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、前記案内輪の摩耗状況を検知させるためのプログラムである。

発明の効果

[0013] 上記した摩耗検査装置、摩耗検査方法及びプログラムによれば、車両の部品の摩耗状況の検知を効率化することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態における摩耗検査装置の機能構成を示す概略ブロック図である。

[図2]本実施形態における車両の下部を正面から見た外形の概略を示す外観図である。

[図3]本実施形態のテレセントリックレンズにおける主光線の例を示す説明図である。

[図4]本実施形態における、カメラによる案内輪及び分岐輪の撮像箇所の例を示す説明図である。

[図5]本実施形態における車両を上から見た外形の概略を示す外観図である。

[図6]本実施形態におけるレーザセンサの設置例を示す説明図である。

[図7]本実施形態におけるカメラが撮像する画像と案内輪との対応関係の例を示す説明図である。

[図8]本実施形態における演算装置が案内輪の摩耗状況を検知する処理手順の

例を示すフローチャートである。

[図9]本実施形態における演算装置が走行用タイヤの摩耗状況を検知する処理手順の例を示すフローチャートである。

[図10]本実施形態における案内輪の向きの変更の例を示す説明図である。

[図11]本実施形態における摩耗検査装置の第1の変形例の機能構成を示す概略ブロック図である。

[図12]本実施形態における摩耗検査装置の第2の変形例の機能構成を示す概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定しない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

図1は、本発明の一実施形態における摩耗検査装置の機能構成を示す概略ブロック図である。図1において、摩耗検査装置1は、カメラ110と、レーザセンサ200と、演算装置300とを備える。カメラ110は、テレセントリックレンズ111と、撮像素子112とを備える。演算装置300は、画像取得部310と、距離情報取得部320と、記憶部380と、演算部390とを備える。演算部390は、案内輪分岐輪摩耗状況検知部（以下、側方輪用検知部と称する）391と、タイヤ摩耗状況検知部（以下、タイヤ用検知部と称する）392とを備える。

2つのカメラ110が対になって撮像部対100を構成している。摩耗検査装置1が備える撮像部対100の数は1つ以上であればよい。

[0016] 摩耗検査装置1は、交通システムの車両に設けられた案内輪の摩耗、分岐輪の摩耗、及び走行用タイヤの摩耗を検査する装置である。ここで、図2を参照して案内輪、分岐輪及び走行用タイヤの配置例について説明する。

図2は、車両の下部を正面から見た外形の概略を示す外観図である。図2に示す車両900において、車両本体910の左右それぞれに、軸922を介して走行用タイヤ921が設けられており、走行用タイヤ921は路面に

接している。車両本体 910 の左右それぞれに支持体 930 が設けられている。支持体 930 には、軸 942 を介して案内輪 941 が設けられている。支持体 930 には、軸 952 を介して分岐輪 951 が設けられている。

[0017] 走行用タイヤ 921 が軸 922 を中心に回転することで、車両 900 が走行する。案内輪 941 は、車両 900 が走行する軌道の側方に設けられたガイドレールに接して車両 900 の進行方向を制限することで、車両 900 を軌道に沿って走行させる。分岐輪 951 は、軌道の分岐点において、軌道の側方に設けられたガイドレールに接して車両 900 の進行方向を制限することで、分岐点における車両 900 の進行方向を制御する。

このように、走行用タイヤ 921 は路面との接触により摩耗する。案内輪 941、分岐輪 951 はいずれも、ガイドレールとの接触により摩耗する。

[0018] 図 2 には、カメラ 110 とレーザセンサ 200 との配置例が示されている。カメラ 110 としてカメラ 110-1 及び 110-2 が、軌道の側方に、軌道の内側を撮像するように設けられている。カメラ 110-1 は、案内輪 941 を水平方向から撮像する高さに設けられている。カメラ 110-1 が撮像する画像は、側方輪用検知部 391 が案内輪 941 の摩耗状況を判定するために用いられる。

カメラ 110-2 は、分岐輪 951 を水平方向から撮像する高さに設けられている。カメラ 110-2 が撮像する画像は、側方輪用検知部 391 が分岐輪 951 の摩耗状況を判定するために用いられる。

レーザセンサ 200 は、路面に穴を設けて設置されている。レーザセンサ 200 は、後述するように、鉛直方向に対して車両 900 の進行方向に傾きを有する向きに設置されている。

[0019] カメラ 110 は、車両 900 が走行する軌道の側方に設けられて、軌道の内側を撮像する。特に、カメラ 110 のうちカメラ 110-1 は、上記のように案内輪 941 を撮像する。カメラ 110 のうちカメラ 110-2 は、上記のように分岐輪 951 を撮像する。カメラ 110 が設けられる軌道は、車両 900 が通常の運行において走行する軌道であってもよいし、検査専用の

軌道であってもよい。

[0020] テレセントリックレンズ 111 は、カメラ 110 の外界からの光を撮像素子 112 の位置で集光させて被写体の像を結ばせる。

図 3 は、テレセントリックレンズ 111 における主光線の例を示す説明図である。図 3 において、テレセントリックレンズ 111 は、レンズ本体 121 と絞り 122 とを備えている。絞り 122 は、レンズ本体 121 の焦点 P11 の位置に設けられており、これにより、主光線がレンズ光軸に対して平行な物体側テレセントリックとなっている。図 3 では、線 L11 がレンズ光軸を示し、線 L12、L13 がいずれも主光線の例を示している。

主光線を示す線 L12、L13 のいずれも、レンズ光軸を示す線 L11 と物体側（被写体側）において平行になっている。

カメラ 110 がテレセントリックレンズ 111 を備えることで、被写体の位置がカメラ 110 の奥行き方向に変化しても、撮像画像における被写体の像の位置が変化しない。

[0021] 側方輪用検知部 391 が案内輪 941 の摩耗状況を判定するために、カメラ 110 が案内輪 941 の側方から全体を撮像し、案内輪 941 の大きさ（直径）を測定することが考えられる。しかしながら、案内輪 941 の全体を撮像するためには、テレセントリックレンズ 111 として大口径のテレセントリックレンズが必要になる。口径の大きいテレセントリックレンズを用いると、設備コストがかかり、また、カメラ 110 の設置に大きなスペースを要することが考えられる。

そこで、摩耗検査装置 1 では、2つのカメラ 110 が対になった撮像部対 100 が、案内輪 941 の左右両側の境界を同時刻に撮像する。この点について、図 4 を参照して説明する。

[0022] 図 4 は、カメラ 110 による案内輪 941 及び分岐輪 951 の撮像箇所の例を示す説明図である。カメラ 110-1a 及び 110-1b は、案内輪 941 を撮像している。カメラ 110-2a 及び 110-2b は、分岐輪 951 を撮像している。矢印 A11 は、車両 900 の進行方向を示している。

[0023] カメラ 110-1a、110-1b のうちいずれか一方が第1撮像部の例に該当し、案内輪 941 の境界の画像であって車両進行方向に沿った第1方向側における境界の画像を撮像する。カメラ 110-1a、110-1b のうち他方が第2撮像部の例に該当し、案内輪 941 の境界の画像であって前記第1方向側と逆側における境界の画像を撮像する。具体的には、カメラ 110-1a は、案内輪 941 の車両進行方向前方の境界の画像を撮像し、カメラ 110-1b は、案内輪 941 の車両進行方向後方の境界の画像を撮像する。カメラ 110-1a は、カメラ 110-1b に対して、車両進行方向に離間して設けられている。カメラ 110-1a とカメラ 110-1b とは同時刻に撮像を行う。但し、カメラ 110-1a の撮像タイミングとカメラ 110-1b の撮像タイミングとは厳密に同時である必要は無く、ほぼ同時であればよい。

[0024] カメラ 110-1a が撮像した画像、および、カメラ 110-1b が撮像した画像から、側方輪用検知部 391 の両側の境界間の距離 D11 を算出することができる。具体的には、側方輪用検知部 391 は、カメラ 110-1a が撮像した画像、および、カメラ 110-1b が撮像した画像から、それぞれ、案内輪 941 の境界の像を検出する。側方輪用検知部 391 は、カメラ 110-1a と 110-1b の位置関係（特に、カメラ 110-1a と 110-1b との間の距離）、および画像の倍率（拡大縮小率）について既知であり、検出した境界の像の、画像内における位置に基づいて、距離 D11 を算出する。

カメラ 110-1a 及び 110-1b がテレセントリックレンズ 111 を備えていることで、側方輪用検知部 391 は、カメラ 110 から見た案内輪 941 の奥行き方向の位置に応じて距離の補正を行う必要無しに、距離 D11 を算出することができる。

[0025] カメラ 110-2a、110-2b は、それぞれ、分岐輪 951 の境界の画像であって車両進行方向に沿った第1方向側における境界の画像、分岐輪 951 の境界の画像であって前記第1方向側と逆側における境界の画像を撮

像する。具体的には、カメラ１１０－２ aは、分岐輪９５１の車両進行方向前方の境界の画像を撮像し、カメラ１１０－２ bは、分岐輪９５１の車両進行方向後方の境界の画像を撮像する。カメラ１１０－２ aは、カメラ１１０－２ bに対して、車両進行方向に設けられている。

[0026] カメラ１１０－２ aが撮像した画像、および、カメラ１１０－２ bが撮像した画像から、分岐輪９５１の両側の境界間の距離Ｄ１２を算出することができる。具体的には、側方輪用検知部３９１は、カメラ１１０－２ aが撮像した画像、および、カメラ１１０－２ bが撮像した画像から、それぞれ、分岐輪９５１の境界の像を検出する。側方輪用検知部３９１は、カメラ１１０－２ aと１１０－２ bの位置関係（特に、カメラ１１０－２ aと１１０－２ bとの間の距離）、および画像の倍率（拡大縮小率）について既知であり、検出した境界の像の、画像内における位置に基づいて、距離Ｄ１２を算出する。

カメラ１１０－１ a及び１１０－１ bがテレセントリックレンズ１１１を備えていることで、側方輪用検知部３９１は、カメラ１１０から見た案内輪９４１の奥行き方向の位置に応じて距離の補正を行う必要無しに、距離Ｄ１２を算出することができる。

[0027] 図５は、車両９００を上から見た外形の概略を示す外観図である。図２を参照して説明したように、車両本体９１０の左右それぞれに支持体９３０が設けられており、支持体９３０には、案内輪９４１と分岐輪９５１とが設けられている。

カメラ１１０として、カメラ１１０－１ a、１１０－１ b、１１０－２ a及び１１０－２ bが、軌道の側方に、軌道の内側を撮像するように設けられている。図４を参照して説明したように、カメラ１１０－１ a及び１１０－１ bは、案内輪９４１を撮像している。カメラ１１０－２ a及び１１０－２ bは、分岐輪９５１を撮像している。矢印Ａ２１は、車両９００の進行方向を示している。

[0028] 車両本体９１０の各側面に複数の案内輪９４１及び分岐輪９５１が設けら

れている。例えば、カメラ１１０－１ a、１１０－１ bが常時、撮像を行うなど、案内輪９４１の境界がカメラ１１０自らの前に位置する毎に境界の画像を撮像するようにしてもよい。これにより、側方輪用検知部３９１は、複数の案内輪９４１について摩耗状況を判定することができる。また、例えば、カメラ１１０－２ a、１１０－２ bが常時、撮像を行うなど、分岐輪９５１の境界がカメラ１１０自らの前に位置する毎に境界の画像を撮像するようにしてもよい。これにより、側方輪用検知部３９１は、複数の分岐輪９５１について摩耗状況を判定することができる。

図５では、軌道の側方のうち一方側のみにカメラ１１０が設けられている場合の例を示しているが、軌道の両側の側方にカメラ１１０が設けられていてもよい。

[0029] 撮像素子１１２は、テレセントリックレンズ１１１が集光した光を光電変換して画像データを生成する。

レーザセンサ２００は、距離測定部の例に該当し、レーザ照射方向にある物までの距離を測定する。特に、レーザセンサ２００は、レーザ照射方向に走行用タイヤ９２１がある場合、レーザセンサ２００と走行用タイヤ９２１の表面との距離を測定する。その際、レーザセンサ２００は、走行用タイヤ９２１の幅方向に広がりのあるレーザ光を照射し、各部との距離を測定する。

[0030] 図６は、レーザセンサ２００の設置例を示す説明図である。図６において、路面のうち走行用タイヤ９２１が走行する位置に走行用タイヤ９２１の幅Ｄ２１よりも狭い幅Ｄ２２の穴が設けられ、穴の中に、レーザセンサ２００が設けられている。レーザセンサ２００は、走行用タイヤ９２１において幅Ｄ２４の広がりを持つレーザ光を照射し、レーザセンサ２００から各部までの距離を測定する。従って、レーザセンサ２００は、走行用タイヤ９２１の幅方向に線状に、レーザセンサ２００から各部までの距離を測定する。

[0031] 例えば、走行用タイヤ９２１の幅Ｄ２１が３００ミリメートル（mm）程度であるのに対し、穴の幅Ｄ２２は５０ミリメートル程度である。レーザセ

ンサ２００は、レーザ光の照射距離が４５０ミリメートル程度となる走行用タイヤ９２１の位置において、２５０ミリメートル程度の幅Ｄ２４について各部までの距離を測定する。

レーザセンサ２００が測定する距離について走行用タイヤ９２１の幅方向の変化量（隣との差分）を求めることで、走行用タイヤ９２１の表面の凹凸を検出することができる。

これにより、タイヤ用検知部３９２は、走行用タイヤ９２１の表面に設けられた溝の深さを算出する。

[0032] 図６に示すように、レーザセンサ２００は、軌道の下方に設けられて、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方に位置する走行用タイヤ９２１までの距離を測定するように設置されている。このように、レーザセンサ２００は、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する向きに位置する走行用タイヤ９２１までの距離を測定する。その結果、レーザセンサ２００は、走行用タイヤ９２１が地面に接していない状態、従って、走行用タイヤ９２１が重みで潰れていない状態で測定を行うことができる。

これにより、タイヤ用検知部３９２は、走行用タイヤ９２１の溝の深さを、走行用タイヤ９２１が重みで潰れた状態で算出する場合よりも正確に算出することができる。

[0033] 演算装置３００は、カメラ１１０が撮像する画像に基づいて、案内輪９４１の摩耗状況及び分岐輪９５１の摩耗状況を検知する。また、演算装置３００は、レーザセンサ２００が検出する距離に基づいて、走行用タイヤ９２１の摩耗状況を検知する。

演算装置３００は、例えばコンピュータを用いて構成される。

[0034] 画像取得部３１０は、カメラ１１０が撮像した画像を取得する。特に、画像取得部３１０は、撮像部対１００を成す２つのカメラ１１０が撮像する、案内輪９４１境界の画像であって車両進行方向に沿った第１方向側における境界の画像、および、前記第１方向側と逆側における境界の画像を取得する。また、画像取得部３１０は、撮像部対１００を成す２つのカメラ１１０が

撮像する、分岐輪 951 境界の画像であって車両進行方向に沿った第 1 方向側における境界の画像、および、前記第 1 方向側と逆側における境界の画像を取得する。

画像取得部 310 は、例えば、カメラ 110 の各々と通信を行って画像データを受信する通信回路として構成される。

[0035] 距離情報取得部 320 は、レーザセンサ 200 による距離測定の結果を示す距離情報を取得する。距離情報取得部 320 は、例えば、レーザセンサ 200 と通信を行って距離情報を受信する通信回路として構成される。

記憶部 380 は、演算装置 300 が備える記憶デバイスを用いて構成され、各種情報を記憶する。特に、記憶部 380 は、画像取得部 310 が取得した画像データや、距離情報取得部 320 が取得した距離情報を記憶する。

[0036] 演算部 390 は、演算装置 300 の各部を制御して、各種演算など各種処理を行う。演算部 390 は、例えば演算装置 300 が備える CPU (Central Processing Unit、中央処理装置) が記憶部 380 からプログラムを読み出して実行することで構成される。

側方輪用検知部 391 は、案内輪摩耗状況検知部（以下、案内輪用検知部と称する）の例に該当し、画像取得部 310 が取得した画像にて示される案内輪 941 の境界の位置に基づいて、案内輪 941 の摩耗状況を検知する。より具体的には、側方輪用検知部 391 は、撮像部対 100 を成す 2 つのカメラ 110 が撮像した、案内輪 941 の両側の境界の画像に基づいて、境界間の長さを算出し、得られた長さを閾値と比較して、警報を出力するか否かを判定する。側方輪用検知部 391 は、案内輪 941 の場合と同様に分岐輪 951 についても摩耗状況を検知する。

[0037] 図 7 は、カメラ 110 が撮像する画像と案内輪 941 との対応関係の例を示す説明図である。図 7 において、画像 P21 はカメラ 110（例えば、図 4 のカメラ 110-1a）が撮像した、案内輪 941 境界の画像であって車両進行方向に沿った第 1 方向側における境界の画像の例を示す。画像 P21 において、領域 A31 は、案内輪 941 の像以外の領域であり、領域 A32

は、案内輪 941 の像の領域である。距離 D31 は、案内輪 941 において領域 A32 に相当する部分の実際の幅を示す。側方輪用検知部 391 は、カメラ 110 が撮像する画像の倍率（拡大縮小率）を予め記憶しておき、画像 P21 における領域 A32 の幅を検出し、得られた幅をその倍率で除算することで距離 D31 を算出する。

[0038] 画像 P22 はカメラ 110（例えば、図 4 のカメラ 110-1b）が撮像した、案内輪 941 における車両進行方向他方側の境界の画像の例を示す。画像 P22 において、領域 A33 は、案内輪 941 の像の領域であり、領域 A34 は、案内輪 941 の像の以外領域である。距離 D32 は、案内輪 941 において領域 A33 に相当する部分の実際の幅を示す。側方輪用検知部 391 は、画像 P22 における領域 A33 の幅を検出し、得られた幅を画像 P22 の倍率で除算することで距離 D32 を算出する。

[0039] 距離 D33 は、画像 P21 と画像 P22 との隙間に相当する距離である。この距離 D33 は、2つのカメラ 110 が離間して設置された距離に応じた固定である。例えば、摩耗検査装置 1 のユーザが距離 D33 を登録しておき、記憶部 380 がその距離 D33 を予め記憶しておく。

側方輪用検知部 391 は、距離 D31 および D32 を算出し、距離 D33 を記憶部 380 から読み出して、距離 D31、D32 及び D33 の合計を算出することで、案内輪 941 における境界間の幅（距離 D11）を算出する。距離 D11 は、案内輪 941 の直径に相当する。

[0040] そして、側方輪用検知部 391 は、算出した距離 D11 と所定の閾値とを比較し、距離 D11 が閾値以下であると判定すると、案内輪 941 が摩耗していることを示す警報を出力する。この閾値は、例えば、摩耗検査装置 1 のユーザが、案内輪 941 の仕様（特に、新品の案内輪 941 の直径）に基づいて値を決定し登録しておき、記憶部 380 がその閾値を予め記憶しておく。

[0041] 側方輪用検知部 391 が警報を出力する態様は、色々な態様であってよい。例えば、演算装置 300 が備える表示装置が、側方輪用検知部 391 が出

力する警報を表示するようにしてもよい。あるいは、側方輪用検知部 391 が出力する警報を、演算装置 300 が他の機器へ送信するようにしてもよい。

側方輪用検知部 391 が、案内輪 941 の摩耗状況の評価として、警報の出力に加えて、あるいは代えて、案内輪 941 の直径に相当する距離 D11 を出力するなど、案内輪 941 の摩耗の度合いを示す値を出力するようにしてもよい。

[0042] 側方輪用検知部 391 は、分岐輪 951 についても同様に、境界間の距離を算出し、所定の閾値と比較する。そして、分岐輪 951 における境界間の距離が閾値以下であると判定すると、側方輪用検知部 391 は、分岐輪 951 が摩耗していることを示す警報を出力する。

[0043] 案内輪 941 の場合と同様、分岐輪 951 についても、側方輪用検知部 391 が警報を出力する態様は、色々な態様であってよい。

案内輪 941 の場合と同様、分岐輪 951 についても、側方輪用検知部 391 が、分岐輪 951 の摩耗の度合いを示す値を出力するようにしてもよい。

[0044] タイヤ用検知部 392 は、レーザセンサ 200 が測定した、レーザセンサ 200 自らと走行用タイヤ 921 の表面との距離に基づいて、走行用タイヤ 921 の摩耗状況を検知する。より具体的には、レーザセンサ 200 は、図 6 を参照して説明したように、走行用タイヤ 921 の幅方向に線状に、レーザセンサ 200 自らと走行用タイヤ 921 の表面との距離を測定する。そして、タイヤ用検知部 392 は、レーザセンサ 200 が測定する距離について走行用タイヤ 921 の幅方向の変化量（隣との差分）を求めることで、走行用タイヤ 921 の表面の凹凸を検出する。これにより、タイヤ用検知部 392 は、走行用タイヤ 921 の表面に設けられた溝の深さを算出する。そして、タイヤ用検知部 392 は、得られた溝の深さと所定の閾値とを比較し、溝の深さが閾値以下であると判定すると、走行用タイヤ 921 が摩耗していることを示す警報を出力する。この閾値は、例えば、摩耗検査装置 1 のユーザ

が、走行用タイヤ 921 の仕様（特に、新品の走行用タイヤ 921 における溝の深さ）に基づいて値を決定し登録しておき、記憶部 380 がその閾値を予め記憶しておく。

[0045] タイヤ用検知部 392 が警報を出力する態様は、色々な態様であってよい。例えば、演算装置 300 が備える表示装置が、タイヤ用検知部 392 が出力する警報を表示するようにしてもよい。あるいは、タイヤ用検知部 392 が出力する警報を、演算装置 300 が他の機器へ送信するようにしてもよい。

タイヤ用検知部 392 が、走行用タイヤ 921 の摩耗状況の評価として、警報の出力に加えて、あるいは代えて、走行用タイヤ 921 の溝の深さを出力するなど、走行用タイヤ 921 の摩耗の度合いを示す値を出力するようにしてもよい。

[0046] 次に、図 8 および図 9 を参照して、演算装置 300 の動作について説明する。

図 8 は、演算装置 300 が案内輪 941 の摩耗状況を検知する処理手順の例を示すフローチャートである。演算装置 300 は、例えば所定周期毎に図 8 の処理を行う。

図 8 の処理において、画像取得部 310 は、撮像部対 100 を構成する 2 つのカメラ 110 が撮像した、案内輪 941 の境界の画像を取得する（ステップ S101）。上述したように、画像取得部 310 は、案内輪 941 の境界の画像であって車両進行方向に沿った第 1 方向側における境界の画像、及び、第 1 方向側と逆側における境界の画像の、2 つの画像を取得する。

[0047] 次に、側方輪用検知部 391 は、ステップ S101 で得られた 2 つの画像それぞれについて、画像内における境界の像の位置を検出する（ステップ S102）。側方輪用検知部 391 は、例えば画像マッチングにより、画像内における境界の像を検出し、検出した境界の像の、画像内における位置を示す座標を求める。

そして、側方輪用検知部 391 は、図 4 を参照して説明したように、案内

輪 9 4 1 における境界間の距離（図 4 の距離 D 1 1）を算出する（ステップ S 1 0 3）。

[0048] そして、側方輪用検知部 3 9 1 は、ステップ S 1 0 3 で得られた境界間の距離が閾値以下か否かを判定する（ステップ S 1 0 4）。閾値より大きいと判定した場合（ステップ S 1 0 4 : N O）、図 8 の処理を終了する。

一方、境界間の距離が閾値以下であると判定した場合（ステップ S 1 0 4 : Y E S）、側方輪用検知部 3 9 1 は、案内輪 9 4 1 が摩耗していることを示す警報を出力する（ステップ S 1 1 1）。

ステップ S 1 1 1 の後、図 8 の処理を終了する。

演算装置 3 0 0 が分岐輪 9 5 1 の摩耗状況を検知する処理の手順も、案内輪 9 4 1 の場合と同様である。

[0049] 図 9 は、演算装置 3 0 0 が走行用タイヤ 9 2 1 の摩耗状況を検知する処理手順の例を示すフローチャートである。演算装置 3 0 0 は、例えば所定周期毎に図 9 の処理を行う。

図 9 の処理において、距離情報取得部 3 2 0 は、レーザセンサ 2 0 0 が距離を測定して得られた距離情報を取得する（ステップ S 2 0 1）。

次に、タイヤ用検知部 3 9 2 は、ステップ S 2 0 1 で得られた距離情報に基づいて、上記のように走行用タイヤ 9 2 1 の表面に設けられた溝の深さを算出する（ステップ S 2 0 2）。

[0050] そして、タイヤ用検知部 3 9 2 は、ステップ S 2 0 2 で得られた溝の深さが閾値以下か否かを判定する（ステップ S 2 0 3）。閾値より大きいと判定した場合（ステップ S 2 0 3 : N O）、図 9 の処理を終了する。

一方、溝の深さが閾値以下であると判定した場合（ステップ S 2 0 3 : Y E S）、タイヤ用検知部 3 9 2 は、走行用タイヤ 9 2 1 が摩耗していることを示す警報を出力する（ステップ S 2 1 1）。

ステップ S 2 1 1 の後、図 9 の処理を終了する。

[0051] 以上のように、撮像部対 1 0 0 を構成するカメラ 1 1 0 の一方は、車両 9 0 0 が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズ 1 1 1 を

介して軌道の内側を撮像するように設置されている。撮像部対１００を構成するカメラ１１０の他方は、車両９００が走行する軌道の側方において一方のカメラ１１０に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズ１１１を介して軌道の内側を撮像するように設置されている。

画像取得部３１０は、カメラ１１０が撮像した案内輪９４１の境界の画像であって車両進行方向に沿った第１方向側における境界の画像、および、案内輪９４１の境界の画像であって前記第１方向側と逆側における境界の画像を取得する。

そして、側方輪用検知部３９１は、画像取得部３１０が取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、案内輪９４１の摩耗状況を検知する。

[0052] これにより、摩耗検査装置１では、案内輪９４１の摩耗状況を自動にて監視することができる。この点において、摩耗検査装置１によれば、車両の部品の１つである案内輪９４１の摩耗状況の検知を効率化することができる。

カメラ１１０がテレセントリックレンズ１１１を備えることで、側方輪用検知部３９１は、カメラ１１０が撮像した画像に対して奥行方向における被写体の位置に基づく補正を行う必要なしに、案内輪９４１の境界間の距離を算出することができる。この点において、側方輪用検知部３９１の処理負荷の増大を防止することができる。

[0053] ２つのカメラ１１０が、それぞれ案内輪９４１の境界を撮像することで、口径の大きいテレセントリックレンズを用いる必要なしに、案内輪９４１の両側の境界を撮像することができる。口径の大きいテレセントリックレンズを用いる必要がない点で、設備コストを抑制することができ、また、カメラ１１０の大型化を回避することができる。

[0054] レーザセンサ２００は、車両９００の軌道の下方に設けられて、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方に位置する物までの距離を測定する。そして、タイヤ用検知部３９２は、レーザセンサ２００が測定した、レーザセンサ２００と走行用タイヤ９２１との距離に基づいて、走行用タイヤ９２１の摩耗状況を検知する。

[0055] これにより、摩耗検査装置 1 では、走行用タイヤ 9 2 1 の摩耗状況を自動にて監視することができる。この点において、摩耗検査装置 1 によれば、車両の部品の 1 つである走行用タイヤ 9 2 1 の摩耗状況の検知を効率化することができる。

レーザセンサ 2 0 0 が、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方にて走行用タイヤ 9 2 1 との距離を測定することで、レーザセンサ 2 0 0 は、走行用タイヤ 9 2 1 が地面に接していない状態、従って、走行用タイヤ 9 2 1 が重みで潰れていない状態で測定を行うことができる。これにより、タイヤ用検知部 3 9 2 は、走行用タイヤ 9 2 1 の溝の深さを、走行用タイヤ 9 2 1 が重みで潰れた状態で算出する場合よりも正確に算出することができる。

[0056] 側方輪用検知部 3 9 1 が、案内輪 9 4 1 の偏摩耗を検知できるように、案内輪 9 4 1 の複数の向きについて、案内輪 9 4 1 の摩耗度合いを検知するようにしてもよい。

図 1 0 は、案内輪 9 4 1 の向きの変更の例を示す説明図である。図 1 0 において、矢印 A 4 1 は、車両 9 0 0 の進行方向を示している。車両 9 0 0 の軌道の側方に、案内輪 9 4 1 を回転させるための板 4 1 1 と、分岐輪 9 5 1 を回転させるための板 4 1 2 とが設けられている。車両 9 0 0 の走行に伴って、案内輪 9 4 1 は板 4 1 1 に接して回転して向きを変える。車両 9 0 0 の走行に伴って、分岐輪 9 5 1 は板 4 1 2 に接して回転して向きを変える。図 1 0 の例では、案内輪 9 4 1 、分岐輪 9 5 1 とともに向きを 9 0 度変化させている。板 4 1 1 は、回転機構の例に該当する。

[0057] 案内輪 9 4 1 が向きを変える前、向きを変えた後のそれぞれについて、案内輪 9 4 1 の両側の境界を撮像するためにカメラ 1 1 0 - 1 が 2 つずつ、合計 4 つ設けられている。

これら 4 つのカメラ 1 1 0 - 1 のうち、案内輪 9 4 1 が板 4 1 1 に接して回転して向きを変える前の状態で撮像する 2 つのカメラ 1 1 0 - 1 (カメラ 1 1 0 - 1 a 及びカメラ 1 1 0 - 1 b) が、第 1 撮像部及び第 2 撮像部の例

に該当する。4つのカメラ110-1のうち、案内輪941が板411に接して回転して向きを変えた後の状態で撮像する2つのカメラ110-1（カメラ110-1c及びカメラ110-1d）が、第3撮像部及び第4撮像部の例に該当する。

[0058] 側方輪用検知部391は、カメラ110-1a、カメラ110-1bそれぞれが撮像した、案内輪941が回転する前の状態での境界の画像に基づいて摩耗状況を検出する。さらに、側方輪用検知部391は、カメラ110-1c、カメラ110-1dそれぞれが撮像した、案内輪941が回転した後の状態での境界の画像に基づいて摩耗状況を検出する。

[0059] このように、カメラ110-1が、案内輪941が向きを変える前、向きを変えた後のそれぞれについて、案内輪941の両側の境界を撮像する。これにより、側方輪用検知部391は、案内輪941の複数の向き（図10の例では2つの向き）について境界間の長さを算出することができる。これにより、案内輪941が偏摩耗している場合でも、側方輪用検知部391が、案内輪941の摩耗を検知できる可能性が高くなる。例えば、案内輪941の摩耗の大きさが所定の大きさ以上であるか否かを、側方輪用検知部391が判定できる可能性が高くなる。

側方輪用検知部391が、案内輪941の3つ以上の向きについて、案内輪941の摩耗度合いを検知するようにしてもよい。これにより、案内輪941が偏摩耗している場合でも、側方輪用検知部391が、案内輪941の摩耗を検知できる可能性が、さらに高くなる。

[0060] 側方輪用検知部391が、分岐輪951についても案内輪941の場合と同様、複数の向きについて摩耗度合いを検知するようにしてもよい。

図10において、分岐輪951が向きを変える前、向きを変えた後のそれぞれについて、分岐輪951の両側の境界を撮像するためにカメラ110-2が2つずつ、合計4つ設けられている。

カメラ110-2が、分岐輪951が向きを変える前、向きを変えた後のそれぞれについて、分岐輪951の両側の境界を撮像することで、側方輪用

検知部 391 は、分岐輪 951 の複数の向き（図 10 の例では 2 つの向き）について境界間の長さを算出することができる。これにより、分岐輪 951 が偏摩耗している場合でも、側方輪用検知部 391 が、分岐輪 951 の摩耗を検知できる可能性が高くなる。

側方輪用検知部 391 が、分岐輪 951 の 3 つ以上の向きについて、分岐輪 951 の摩耗度合いを検知するようにしてもよい。これにより、分岐輪 951 が偏摩耗している場合でも、側方輪用検知部 391 が、分岐輪 951 の摩耗を検知できる可能性が、さらに高くなる。

[0061] 摩耗検査装置が、案内輪 941 の摩耗、分岐輪 951 の摩耗、及び、走行用タイヤ 921 の摩耗の全てを検知する必要はなく、これらのうちいずれか 1 つまたは 2 つを検知するようにしてもよい。

図 11 は、本実施形態における摩耗検査装置 1 の第 1 の変形例である摩耗検査装置 2 の機能構成を示す概略ブロック図である。図 11 において、摩耗検査装置 2 は、カメラ 110 と、演算装置 500 とを備える。カメラ 110 は、テレセントリックレンズ 111 と、撮像素子 112 とを備える。演算装置 500 は、画像取得部 310 と、記憶部 380 と、演算部 590 とを備える。演算部 590 は、側方輪用検知部 391 を備える。

2 つのカメラ 110 が対になって撮像部対 100 を構成している。摩耗検査装置 1 が備える撮像部対 100 の数は 1 つ以上であればよい。

[0062] 図 11 において、図 1 の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号（100、110、111、112、310、380、391）を付して説明を省略する。

摩耗検査装置 2 は、案内輪 941 の摩耗および分岐輪 951 の摩耗のうち少なくとも一方を検知するための各部を備えている。一方、摩耗検査装置 2 は、走行用タイヤ 921 の摩耗を検知するための各部を備えていない。具体的には、摩耗検査装置 2 は、摩耗検査装置 1 が備える各部のうち、レーザセンサ 200 と、距離情報取得部 320 と、タイヤ用検知部 392 とを備えていない。

[0063] 摩耗検査装置 1 の場合と同様、摩耗検査装置 2 において、撮像部対 1 0 0 を構成するカメラ 1 1 0 の一方は、車両 9 0 0 が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズ 1 1 1 を介して軌道の内側を撮像するように設置されている。撮像部対 1 0 0 を構成するカメラ 1 1 0 の他方は、車両 9 0 0 が走行する軌道の側方において一方のカメラ 1 1 0 に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズ 1 1 1 を介して軌道の内側を撮像するように設置されている。

画像取得部 3 1 0 は、カメラ 1 1 0 が撮像した案内輪 9 4 1 の境界の画像であって車両進行方向に沿った第 1 方向側における境界の画像、および、案内輪 9 4 1 の境界の画像であって前記第 1 方向側と逆側における境界の画像を取得する。

そして、側方輪用検知部 3 9 1 は、画像取得部 3 1 0 が取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、案内輪 9 4 1 の摩耗状況を検知する。

[0064] これにより、摩耗検査装置 2 では、案内輪 9 4 1 の摩耗状況を自動にて監視することができる。この点において、摩耗検査装置 2 によれば、車両の部品の 1 つである案内輪 9 4 1 の摩耗状況の検知を効率化することができる。

カメラ 1 1 0 がテレセントリックレンズ 1 1 1 を備えることで、側方輪用検知部 3 9 1 は、カメラ 1 1 0 が撮像した画像に対して奥行方向における被写体の位置に基づく補正を行う必要なしに、案内輪 9 4 1 の境界間の距離を算出することができる。この点において、側方輪用検知部 3 9 1 の処理負荷の増大を防止することができる。

[0065] 2 つのカメラ 1 1 0 が、それぞれ案内輪 9 4 1 の境界を撮像することで、口径の大きいテレセントリックレンズを用いる必要なしに、案内輪 9 4 1 の両側の境界を撮像することができる。口径の大きいテレセントリックレンズを用いる必要がない点で、設備コストを抑制することができ、また、カメラ 1 1 0 の大型化を回避することができる。

[0066] 図 1 2 は、本実施形態における摩耗検査装置 1 の第 2 の変形例である摩耗検査装置 3 の機能構成を示す概略ブロック図である。図 1 2 において、摩耗

検査装置 3 は、レーザセンサ 200 と、演算装置 600 とを備える。演算装置 600 は、距離情報取得部 320 と、記憶部 380 と、演算部 690 とを備える。演算部 690 は、タイヤ用検知部 392 を備える。

図 12 において、図 1 の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号（200、320、380、392）を付して説明を省略する。

摩耗検査装置 3 は、走行用タイヤ 921 の摩耗を検知するための各部を備えている。一方、摩耗検査装置 3 は、案内輪 941 の摩耗及び分岐輪 951 の摩耗を検知するための各部を備えていない。具体的には、摩耗検査装置 3 は、摩耗検査装置 1 が備える各部のうち、カメラ 110 と、画像取得部 310 と、側方輪用検知部 391 とを備えていない。

[0067] 摩耗検査装置 1 の場合と同様、摩耗検査装置 3 において、レーザセンサ 200 は、車両 900 の軌道の下方に設けられて、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方に位置する物までの距離を測定する。そして、タイヤ用検知部 392 は、レーザセンサ 200 が測定した、レーザセンサ 200 と走行用タイヤ 921 との距離に基づいて、走行用タイヤ 921 の摩耗状況を検知する。

[0068] これにより、摩耗検査装置 3 では、走行用タイヤ 921 の摩耗状況を自動にて監視することができる。この点において、摩耗検査装置 3 によれば、車両の部品の 1 つである走行用タイヤ 921 の摩耗状況の検知を効率化することができる。

レーザセンサ 200 が、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方にて走行用タイヤ 921 との距離を測定することで、レーザセンサ 200 は、走行用タイヤ 921 が地面に接していない状態、従って、走行用タイヤ 921 が重みで潰れていない状態で測定を行うことができる。これにより、タイヤ用検知部 392 は、走行用タイヤ 921 の溝の深さを、走行用タイヤ 921 が重みで潰れた状態で算出する場合よりも正確に算出することができる。

[0069] 演算装置 300、500 及び 600 の全部または一部の機能を実現するた

めのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各部の処理を行ってもよい。ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含む。

「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含む。

「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含む。上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

[0070] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明は、側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第1撮像部と、前記軌道の側方において前記第1撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第2撮像部と、前記第1撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第1方向側における境界の画像と、前記第1撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第2撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像

であって前記第 1 方向側と逆側における境界の画像とを取得する画像取得部と、前記画像取得部が取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、前記案内輪の摩耗状況を検知する案内輪用検知部と、を備える摩耗検査装置に関する。

本発明によれば、車両の部品の摩耗状況の検知を効率化することができる。

符号の説明

- [0072] 1 摩耗検査装置
- 1 0 0 撮像部対
- 1 1 0 カメラ
- 1 1 1 テレセントリックレンズ
- 1 1 2 撮像素子
- 2 0 0 レーザセンサ
- 3 0 0 演算装置
- 3 1 0 画像取得部
- 3 2 0 距離情報取得部
- 3 8 0 記憶部
- 3 9 0 演算部
- 3 9 1 側方輪用検知部
- 3 9 2 タイヤ用検知部
- 9 0 0 車両
- 9 1 0 車両本体
- 9 2 1 走行用タイヤ
- 9 2 2、9 4 2、9 5 2 軸
- 9 3 0 支持体
- 9 4 1 案内輪
- 9 5 1 分岐輪

請求の範囲

[請求項1] 側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第1撮像部と、

前記軌道の側方において前記第1撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第2撮像部と、

前記第1撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第1方向側における境界の画像と、前記第1撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第2撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって前記第1方向側と逆側における境界の画像とを取得する画像取得部と、

前記画像取得部が取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、前記案内輪の摩耗状況を検知する案内輪用検知部と、
を備える摩耗検査装置。

[請求項2] 側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第3撮像部と、

前記軌道の側方において前記第3撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第4撮像部と、

をさらに備え、

前記軌道の側方に、前記案内輪に接して前記案内輪を回転させる回転機構が設けられており、

前記第1撮像部、前記第2撮像部は、いずれも、前記回転機構が前記案内輪を回転させる前に前記案内輪における境界の画像を撮像する位置に設けられており、

前記第3撮像部、前記第4撮像部は、いずれも、前記回転機構が前

記案内輪を回転させた後に前記案内輪における境界の画像を撮像する位置に設けられており、

前記画像取得部は、前記第3撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第1方向側における境界の画像と、前記第3撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第4撮像部が撮像した、前記案内輪の境界の画像であって前記第1方向側と逆側における境界の画像とをさらに取得し、

前記案内輪用検知部は、前記第1撮像部が撮像した画像、前記第2撮像部が撮像した画像それぞれにて示される境界の位置に基づいて前記案内輪の摩耗状況を検知し、さらに、前記第3撮像部が撮像した画像、前記第4撮像部が撮像した画像それぞれにて示される境界の位置に基づいて前記案内輪の摩耗状況を検知する、

請求項1に記載の摩耗検査装置。

[請求項3] 前記軌道の下方に設けられて、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方に位置する物までの距離を測定する距離測定部と、

前記距離測定部が測定した、前記距離測定部と前記車両の下方に設けられた走行用タイヤとの距離に基づいて、前記走行用タイヤの摩耗状況を検知するタイヤ用検知部と、

をさらに備える請求項1または請求項2に記載の摩耗検査装置。

[請求項4] 車両の下方に走行用タイヤが設けられた交通システムの軌道の下方に設けられて、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方に位置する物までの距離を測定する距離測定部と、

前記距離測定部が測定した、前記距離測定部と前記車両の走行用タイヤとの距離に基づいて、前記走行用タイヤの摩耗状況を検知するタイヤ用検知部と、

を備える摩耗検査装置。

[請求項5] 側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第1撮

像部と、

前記軌道の側方において前記第 1 撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第 2 撮像部と、

を備える摩耗検査装置の摩耗検査方法であって、

前記第 1 撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第 1 方向側における境界の画像と、前記第 1 撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第 2 撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって前記第 1 方向側と逆側における境界の画像とを取得し、

取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、前記案内輪の摩耗状況を検知する、

摩耗検査方法。

[請求項6]

側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第 1 撮像部と、

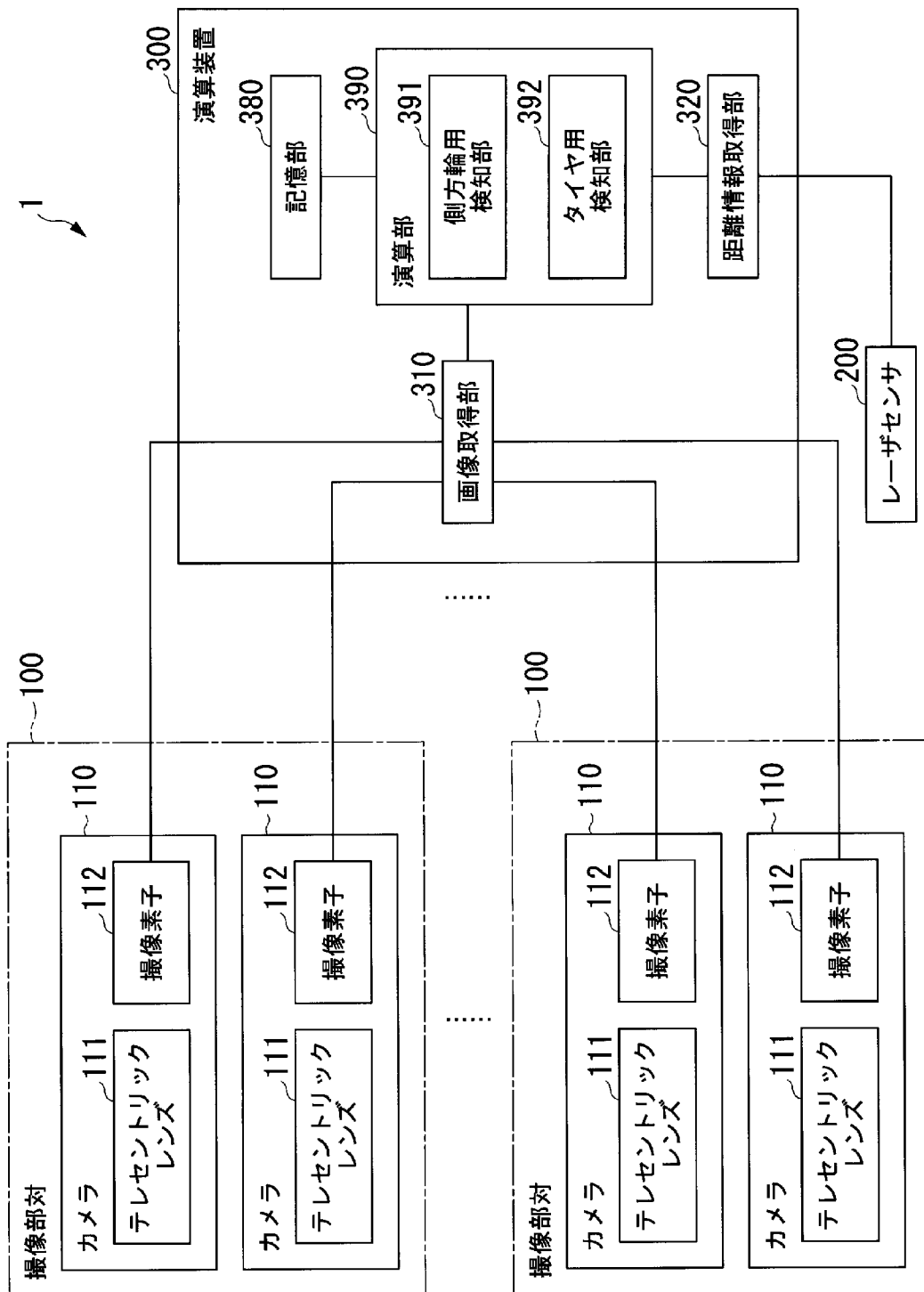
前記軌道の側方において前記第 1 撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第 2 撮像部と、

を備える摩耗検査装置に用いられるコンピュータに、

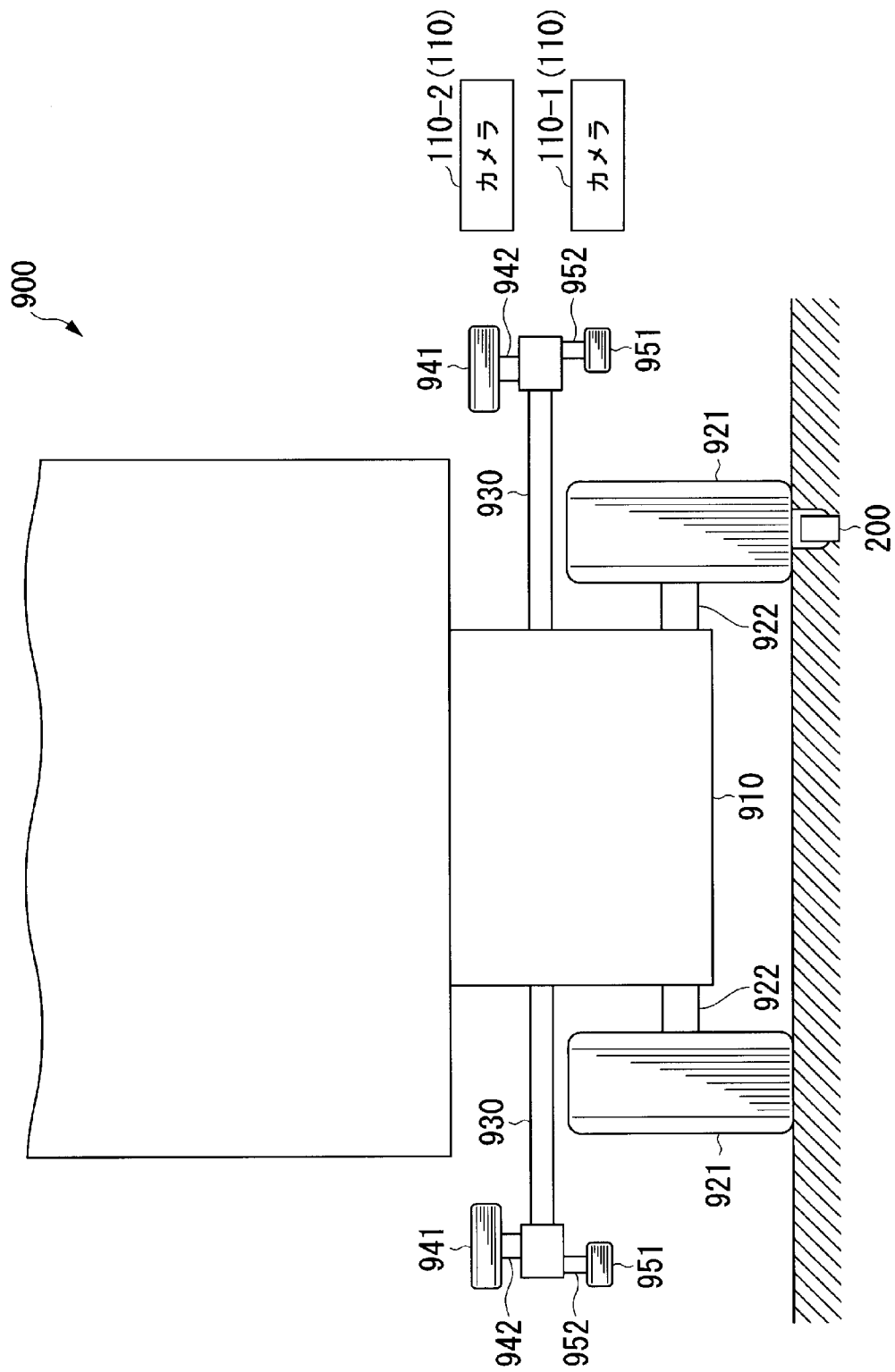
前記第 1 撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第 1 方向側における境界の画像と、前記第 1 撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第 2 撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって前記第 1 方向側と逆側における境界の画像とを取得させ、

取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、前記案内輪の摩耗状況を検知させるためのプログラム。

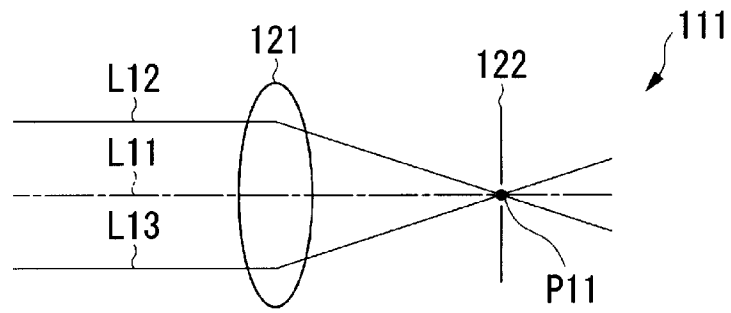
[図1]



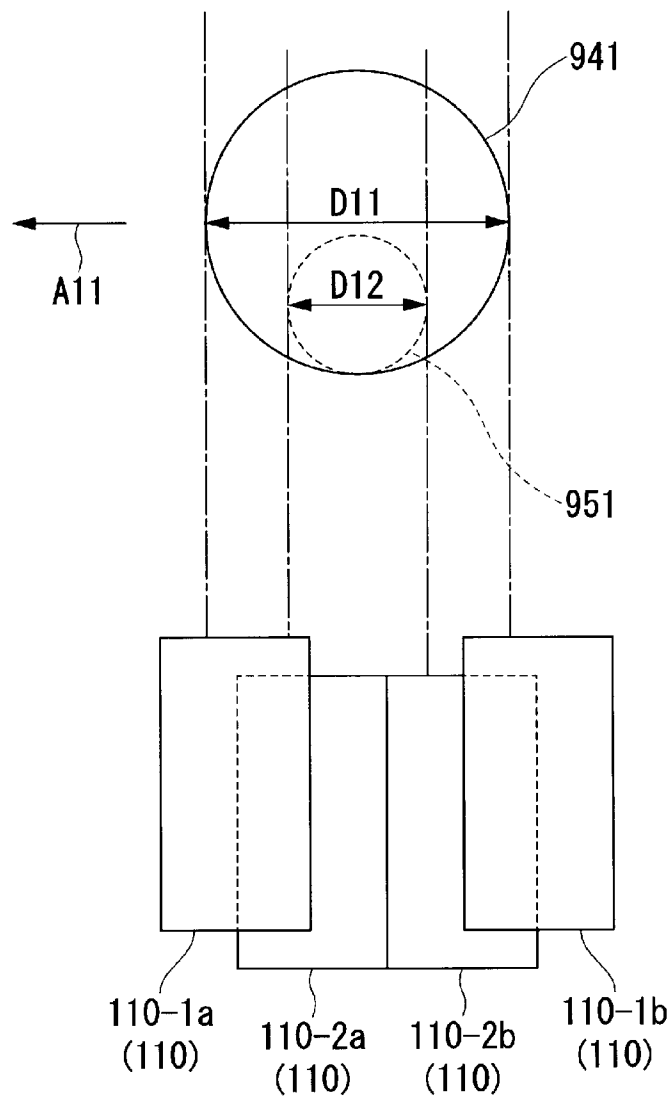
[図2]



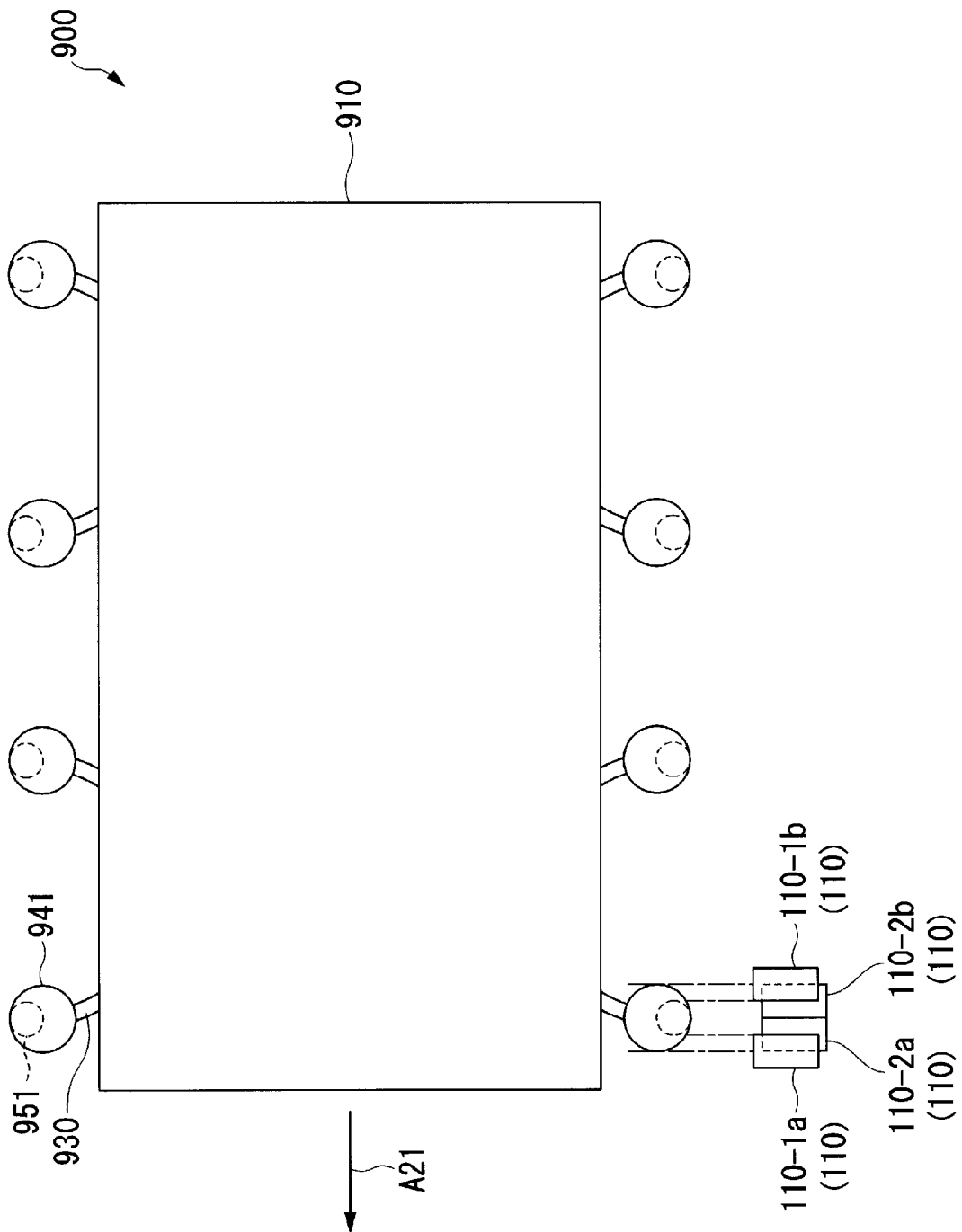
[図3]



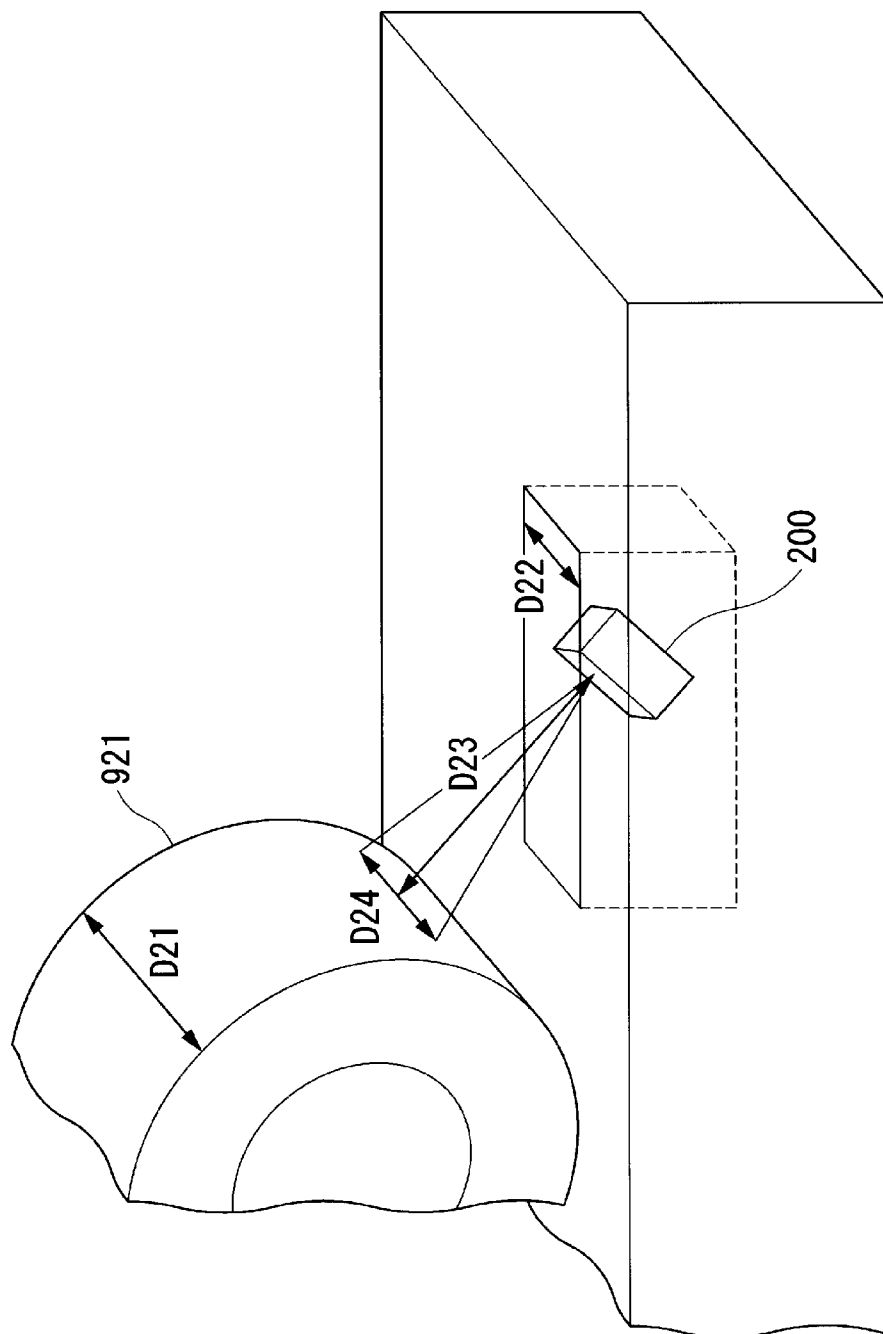
[図4]



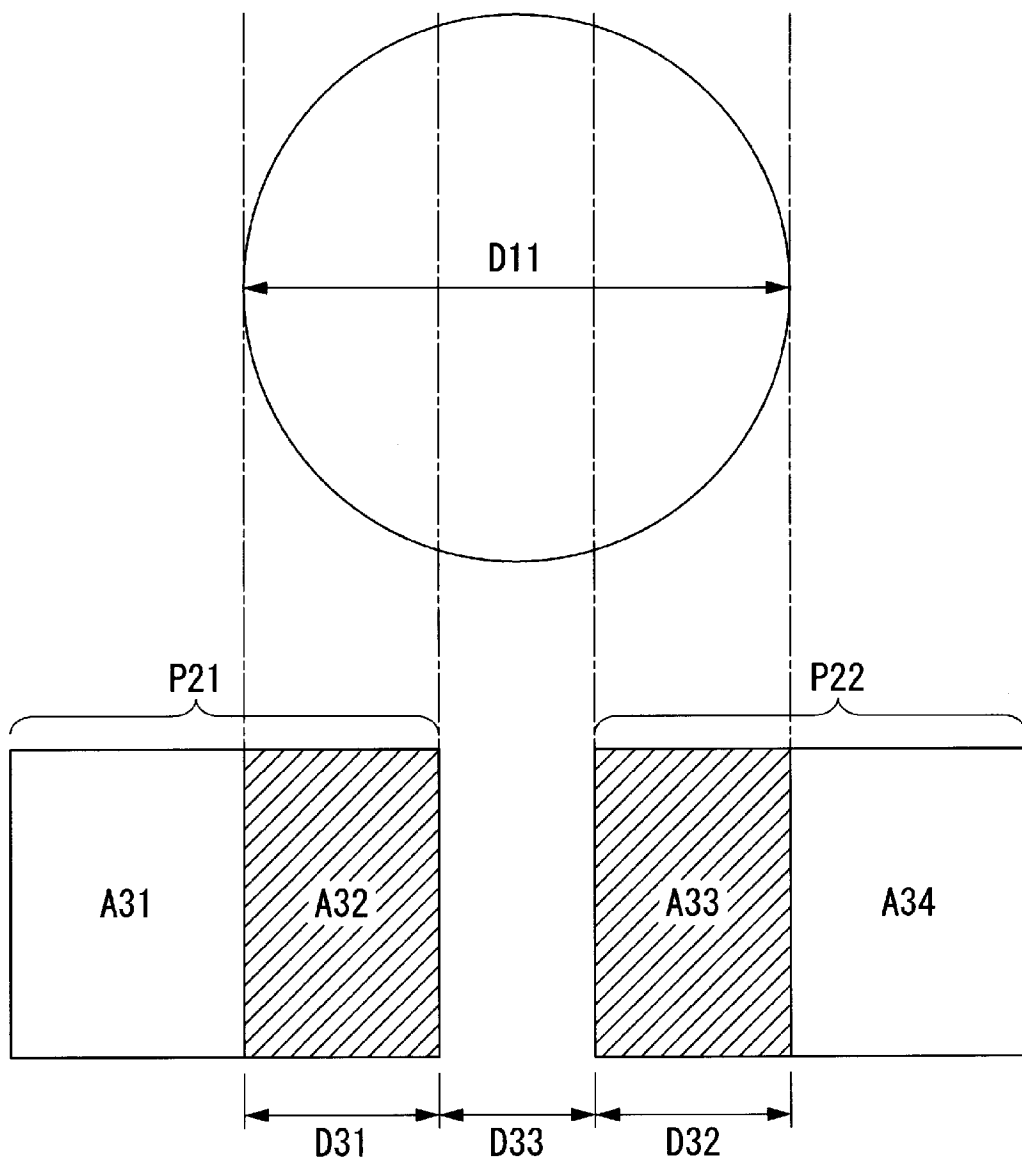
[図5]



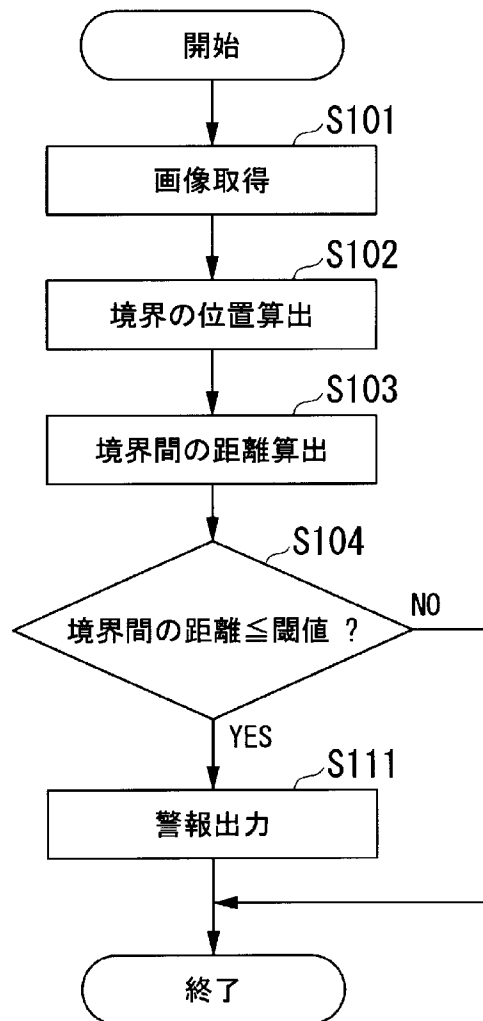
[図6]



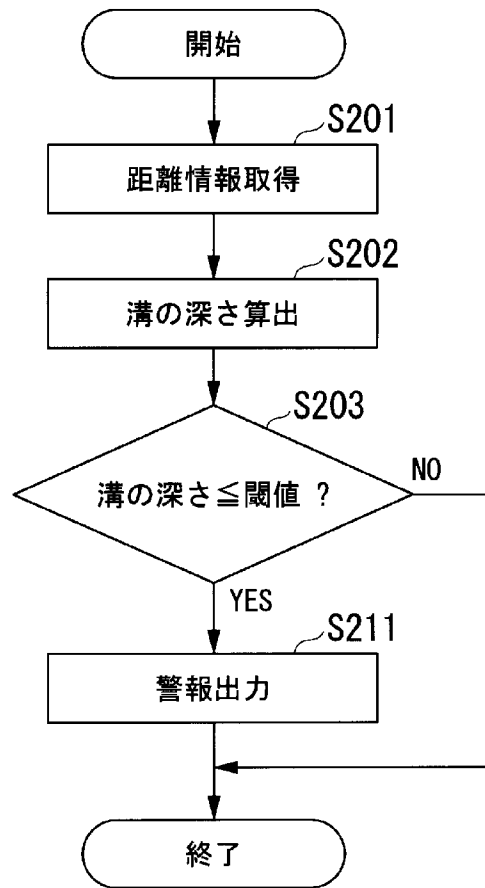
[図7]



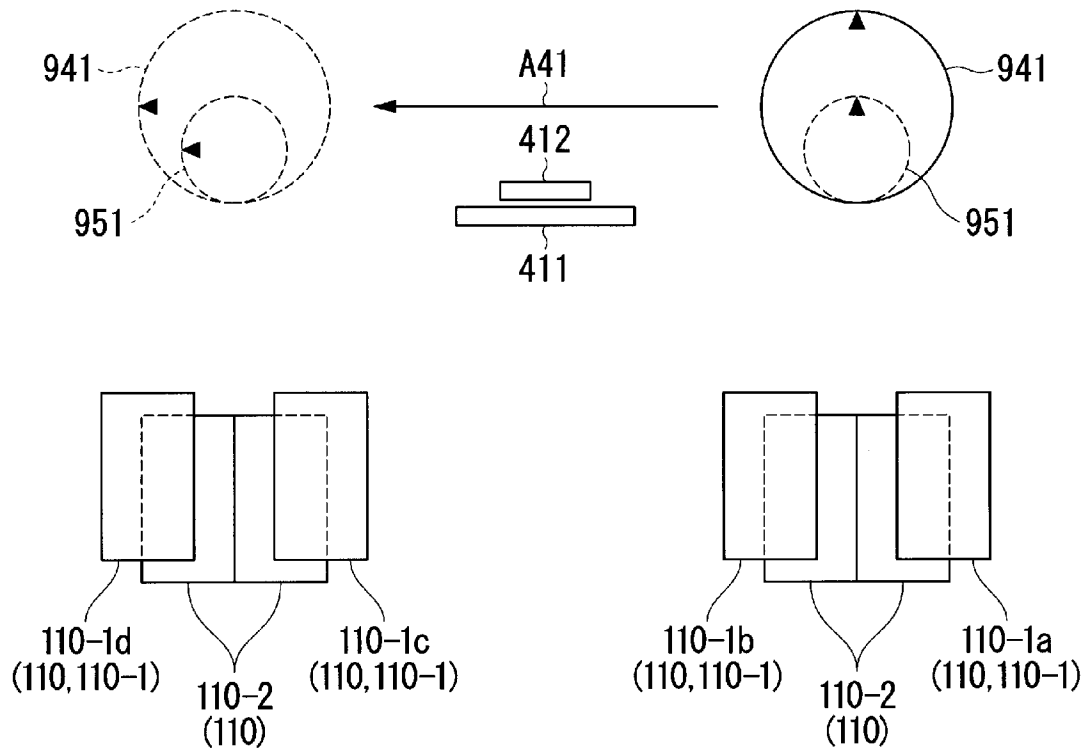
[図8]



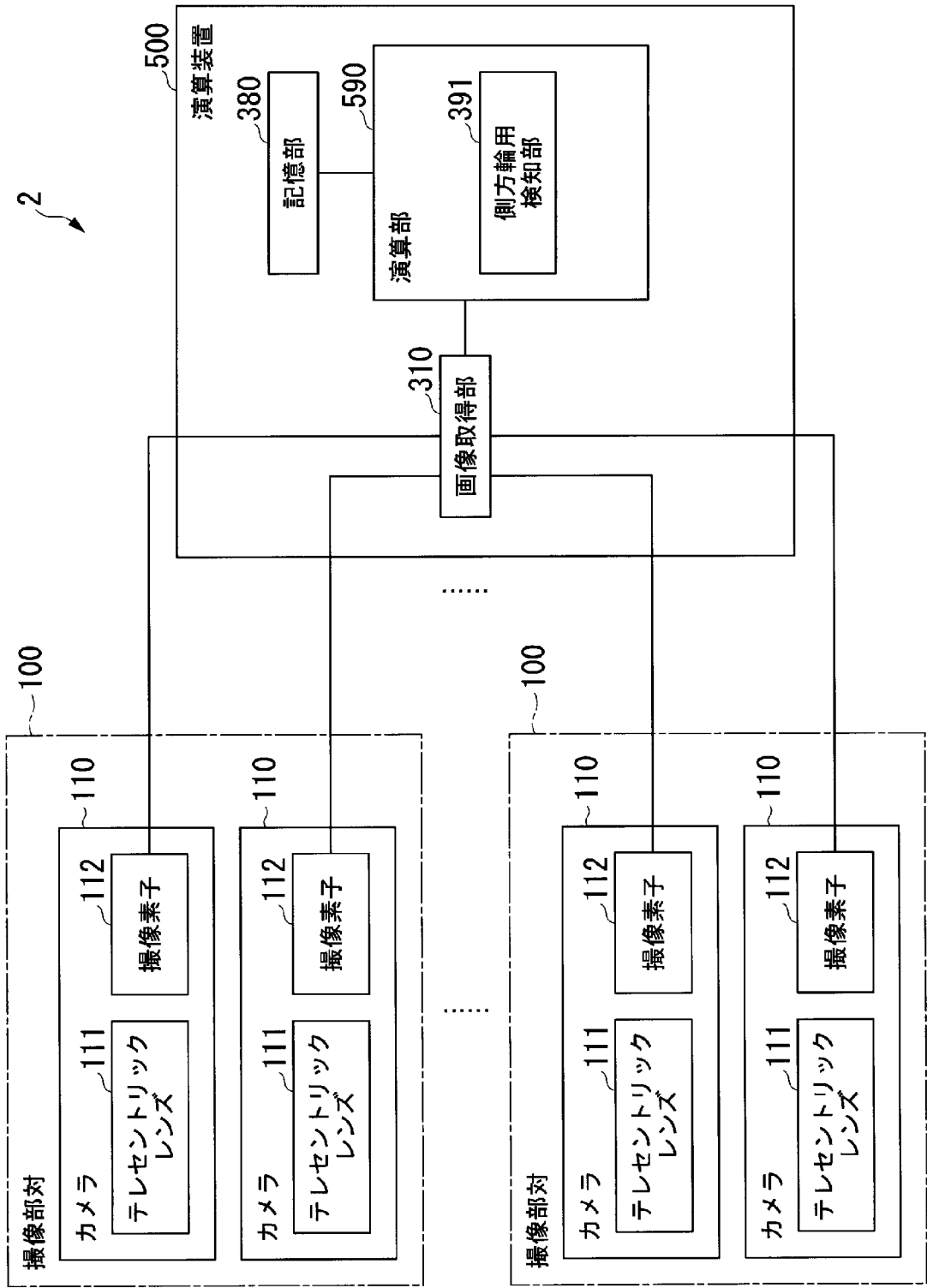
[図9]



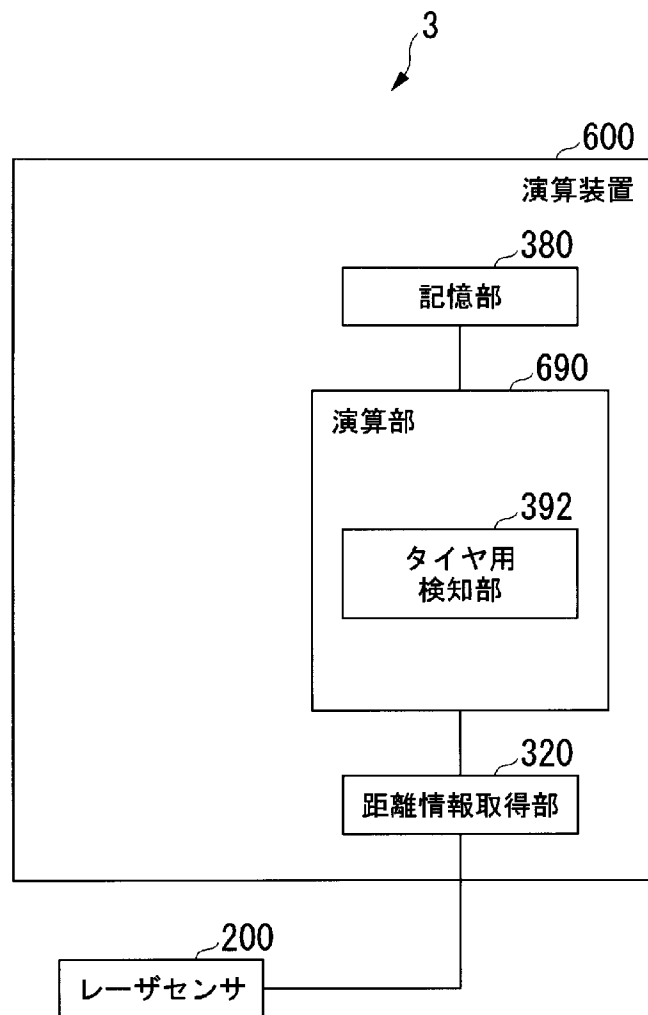
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/082689

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/08(2006.01)i, B61B13/00(2006.01)i, B61K9/00(2006.01)i, G01B11/02(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G01M17/10(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)

G01B11/00-11/30, B61B13/00, B61K9/00, G01M17/10

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2012-523547 A (Ventech GmbH), 04 October 2012 (04.10.2012), paragraphs [0003] to [0027]; fig. 1 & US 2012/0067115 A1 paragraphs [0003] to [0027]; figures & WO 2010/115390 A1 & EP 2417418 A1 & DE 102009016498 A1 & CN 102388290 A	4 1-3, 5-6
A	JP 2003-11702 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 January 2003 (15.01.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☒ 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

"I" 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
13 January 2016 (13.01.16)

Date of mailing of the international search report
26 January 2016 (26.01.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/082689

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4866642 A (WILHELM HEGENSCHIEDT GESELLSCHAFT), 12 September 1989 (12.09.1989), entire text; all drawings & EP 254772 A2 & DE 3625564 A1	1-6
A	JP 2009-133799 A (Kobelco Research Institute, Inc.), 18 June 2009 (18.06.2009), entire text; all drawings & US 2010/0302551 A1 & WO 2009/072500 A1 & TW 200928290 A	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/082689

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/082689

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Document 1: JP 2012-523547 A (Ventech GMBH), 04 October 2012 (04.10.2012), paragraphs [0003] to [0027]; fig. 1 & US 2012/0067115 A1, paragraphs [0003] to [0027]; figures

Claims are classified into the following two inventions.

(Invention 1) claims 1-3 and 5-6

Claims 1-3 are classified into Invention 1 because the claims have a special technical feature, i.e., "a wear inspection system provided with: a first image-capturing unit provided on a side of a track along which a vehicle with a guide wheel provided on a side thereof travels, the first image-capturing unit capturing an image of the inside of the track via a telecentric lens; a second image-capturing unit provided on the side of the track in the travelling direction of the vehicle relative to the first image-capturing unit, the second image-capturing unit capturing an image of the inside of the track via a telecentric lens; an image acquisition unit which acquires an image of a boundary of the guide wheel, the image being captured by the first image-capturing unit in a first direction along the travelling direction of the vehicle and which also acquires an image of a boundary of the guide wheel that is captured in a direction opposite to the first direction, the image being captured by the second image-capturing unit at the same time as the image capturing by the first image-capturing unit; and a guide wheel detection unit for detecting the wear of the guide wheel on the basis of the position of the boundaries indicated by the images acquired by the image acquisition unit."

In addition, claims 5-6 are classified into Invention 1, since these claims have a relationship such that these claims are substantially same as or equivalent to claim 1.

(Invention 2) claim 4

Claim 4 has a technical feature common to claim 1 classified into Invention 1, i.e., "a wear inspection system for detecting the wear of a drive wheel of a vehicle."

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (paragraphs [0003] to [0027]; fig. 1).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between claim 4 and claim 1.

Further, claim 4 is not dependent on claim 1.

In addition, claim 4 has no relationship such that said claim 4 is substantially same as or equivalent to any claim classified into Invention 1.

Consequently, claim 4 cannot be classified into Invention 1.

Then, claim 4 is classified into Invention 2 because the claim has a special technical feature, i.e., "a wear inspection system provided with: a distance measurement unit which is provided beneath a track of a traffic system with a traveling tire provided under a vehicle and which measures the distance to an object located above the distance measurement unit, the object being tilted in a travel direction of the vehicle with respect to a vertical direction; and a tire detection unit for detecting the wear of the traveling tire on the basis of the distance measured by the distance measurement unit between the distance measurement unit and the traveling tire of the vehicle."

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B11/08(2006.01)i, B61B13/00(2006.01)i, B61K9/00(2006.01)i, G01B11/02(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G01M17/10(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. G01B11/00-11/30, B61B13/00, B61K9/00, G01M17/10

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2012-523547 A（ヴェンテヒ・ゲーエムベーハー）2012.10.04, 段落[0003]-[0027], 第1図 & US 2012/0067115 A1, [0003]-[0027], Figure & WO 2010/115390 A1 & EP 2417418 A1 & DE 102009016498 A1 & CN 102388290 A	4 1-3, 5-6
A	JP 2003-11702 A（三菱重工業株式会社）2003.01.15, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-6

☒ 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

13.01.2016

国際調査報告の発送日

26.01.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岸 智史

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

2S

3603

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 4866642 A (WILHELM HEGENSCHIEDT GESELLSHAFT) 1989.09.12, 全文, 全図 & EP 254772 A2 & DE 3625564 A1	1-6
A	JP 2009-133799 A (株式会社コベルコ科研) 2009.06.18, 全文, 全図 & US 2010/0302551 A1 & WO 2009/072500 A1 & TW 200928290 A	1-6

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

< 第Ⅲ欄の続き >

文献 1 : JP 2012-523547 A (ヴェンデヒ・ゲーエムベーハー)
2012.10.04, 段落[0003]-[0027], 第 1 図
& US 2012/0067115 A1, [0003]-[0027], Figure

請求の範囲は、以下の 2 つの発明に区分される。

(発明 1) 請求項 1 - 3, 5 - 6

請求項 1 - 3 は、

「側方に案内輪が設けられた車両が走行する軌道の側方に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第 1 撮像部と、

前記軌道の側方において前記第 1 撮像部に対して車両進行方向に設けられて、テレセントリックレンズを介して前記軌道の内側を撮像する第 2 撮像部と、

前記第 1 撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって車両進行方向に沿った第 1 方向側における境界の画像と、前記第 1 撮像部による前記画像の撮像と同時刻に前記第 2 撮像部が撮像した前記案内輪の境界の画像であって前記第 1 方向側と逆側における境界の画像とを取得する画像取得部と、

前記画像取得部が取得した画像にて示される境界の位置に基づいて、前記案内輪の摩耗状況を検知する案内輪用検知部と、

を備える摩耗検査装置。」という特別な技術的特徴を有しているので、発明 1 に区分する。

また、請求項 5 - 6 は、請求項 1 と実質同一又はそれに準ずる関係にあるので、発明 1 に区分する。

(発明 2) 請求項 4

請求項 4 は、発明 1 に区分された請求項 1 と、「車両における車輪の摩耗状況を検知する摩耗検査装置」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献 1 の開示内容（段落[0003]-[0027], 第 1 図参照）に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、請求項 4 と請求項 1 との間に、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項 4 は、請求項 1 の従属請求項ではない。また、請求項 4 は、発明 1 に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項 4 は、発明 1 に区分できない。

そして、請求項 4 は、

「車両の下方に走行用タイヤが設けられた交通システムの軌道の下方に設けられて、鉛直方向に対して車両進行方向に傾きを有する上方に位置する物までの距離を測定する距離測定部と、

前記距離測定部が測定した、前記距離測定部と前記車両の走行用タイヤとの距離に基づいて、前記走行用タイヤの摩耗状況を検知するタイヤ用検知部と、

を備える摩耗検査装置。」という特別な技術的特徴を有しているので、発明 2 に区分する。