

(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
2018年9月7日(07.09.2018)



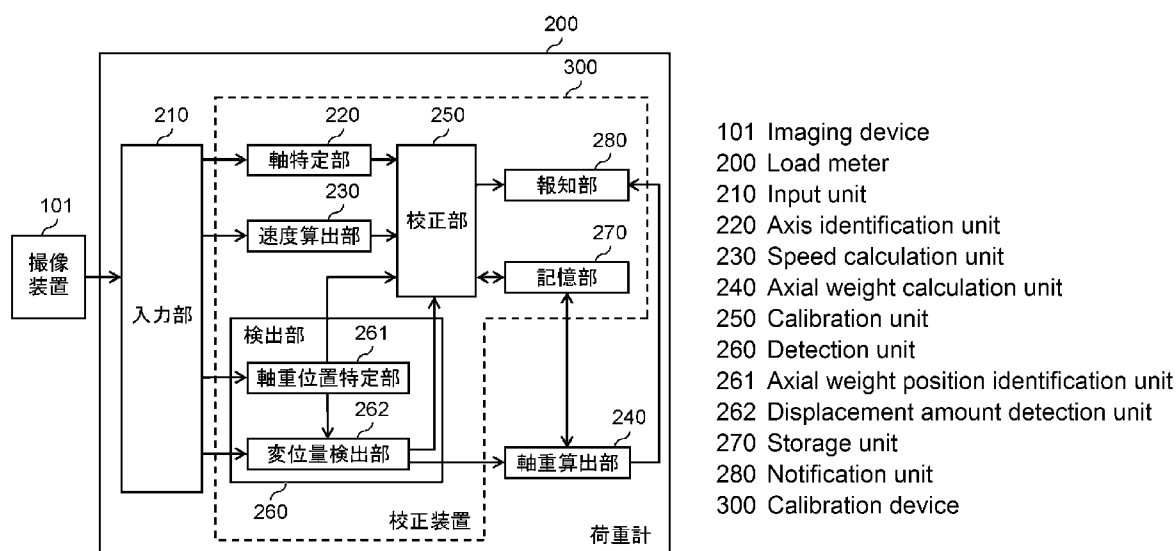
(10) 国際公開番号

WO 2018/159124 A1

- (51) 国際特許分類:
G01G 19/03 (2006.01) G01G 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/001120
- (22) 国際出願日: 2018年1月17日(17.01.2018)
- (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 2017-036228 2017年2月28日(28.02.2017) JP
特願 2017-209445 2017年10月30日(30.10.2017) JP
- (71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外(KAMATA Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 パナソニック IP マネジメント株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (72) 発明者: 今川 太郎(IMAGAWA Taro), 野田 晃浩(NODA Akihiro), 日下 博也(KUSAKA Hiroya).
- (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,

(54) Title: LOAD METER, AND LOAD MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 荷重計、および荷重計測方法



(57) Abstract: This load meter (200) is provided with a detection unit (262), a storage unit (270), and a load calculation unit (240). The detection unit (262) uses a captured image of a travel path and a vehicle present on the travel path to detect a displacement amount in the captured image corresponding to the displacement which occurs in the travel path as a result of the load of the vehicle being applied thereto. The storage unit (270) stores information indicating the relationship between the load and the displacement amount. The load calculation unit (240) calculates the load on the basis of the displacement amount and the information.

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：荷重計（200）は、検出部（262）と、記憶部（270）と、荷重算出部（240）とを備える。検出部（262）は、走行路および走行路上に存在する車両が撮像された撮像画像を用いて、車両の荷重が加えられたことによって走行路に生じる変位に対応した、撮像画像における変位量を検出する。記憶部（270）は、荷重と変位量との関係を示す情報を記憶する。荷重算出部（240）は、変位量と、情報とに基づいて、荷重を算出する。

明 細 書

発明の名称：荷重計、および荷重計測方法

技術分野

[0001] 本開示は、車両等の荷重を計測する荷重計に関する。

背景技術

[0002] 従来、車両等の荷重を計測する荷重計測装置が知られている。例えば、特許文献1は、走行路上を通行する車両の荷重を計測する荷重計測装置を開示している。この荷重計測装置は、走行路に埋設された荷重センサを利用して、車両の荷重を計測する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5424787号公報

発明の概要

[0004] 上記従来の荷重計測装置では、荷重を計測する荷重センサを走行路に埋設する必要がある。このため、上記従来の荷重計測装置を設置又は撤去する場合に、一定程度のコストと手間とがかかってしまう。

[0005] そこで、本開示は、設置又は撤去する際にかける手間とコストとを、従来よりも低減することができる荷重計測装置を提供する。

[0006] 本開示の一態様に係る荷重計は、検出部と、記憶部と、荷重算出部とを備える。検出部は、走行路および走行路上に存在する車両が撮像された撮像画像を用いて、車両の荷重が加えられたことによって走行路に生じる変位に対応した、撮像画像における変位量を検出する。記憶部は、荷重と変位量との関係を示す情報を記憶する。荷重算出部は、変位量と、情報とに基づいて、荷重を算出する。

[0007] 本開示に係る荷重計測装置によると、設置又は撤去する際にかける手間とコストとを、従来よりも低減することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図 1 は、実施の形態 1 に係る軸重を計測する様子の一例を模式的に示す図である。

[図2]図 2 は、実施の形態 1 に係る荷重計の構成を示すブロック図である。

[図3]図 3 は、変位係数のデータ構成図である。

[図4A]図 4 A は、第 1 計測処理の動作を説明するフローチャートである。

[図4B]図 4 B は、校正処理の動作を説明するフローチャートである。

[図5]図 5 は、撮像画像 A の一例を説明する図である。

[図6]図 6 は、撮像画像の一例を説明する図である。

[図7]図 7 は、撮像画像 B の一例を説明する図である。

[図8A]図 8 A は、校正部によって生成されたヒストグラムの一例を示す図である。

[図8B]図 8 B は、校正部によって生成されたヒストグラムの一例を示す図である。

[図8C]図 8 C は、あらかじめ取得された軸重値のヒストグラムの一例を示す図である。

[図8D]図 8 D は、変形例に係る校正部によって生成されたヒストグラムの一例を示す図である。

[図9]図 9 は、実施の形態 2 に係る軸重を計測する様子の一例を模式的に示す図である。

[図10]図 1 0 は、実施の形態 2 に係る荷重計の構成を示すブロック図である。

[図11]図 1 1 は、実施の形態 3 に係る軸重を計測する様子の一例を模式的に示す図である。

[図12]図 1 2 は、実施の形態 3 に係る荷重計の構成を示すブロック図である。

[図13A]図 1 3 A は、パターン光の一例を示す図である。

[図13B]図 1 3 B は、パターン光の一例を示す図である。

[図13C]図 1 3 C は、パターン光の一例を示す図である。

[図13D]図13Dは、パタン光の一例を示す図である。

[図13E]図13Eは、パタン光の一例を示す図である。

[図14]図14は、パタン光の投影方向と撮像方向との関係を模式的に示す図である。

[図15A]図15Aは、撮像方向から見えるパタン光を模式的に示す図である。

[図15B]図15Bは、撮像方向から見えるパタン光を模式的に示す図である。

[図16]図16は、第3計測処理の動作を説明するフローチャートである。

[図17]図17は、撮像画像Aの一例を説明する図である。

[図18]図18は、撮像画像Bの一例を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態の一態様に係る荷重計は、検出部と、記憶部と、荷重算出部とを備える。検出部は、走行路および走行路上に存在する車両が撮像された撮像画像を用いて、車両の荷重が加えられたことによって走行路に生じる変位に対応した、撮像画像における変位量を検出する。記憶部は、荷重と変位量との関係を示す情報を記憶する。荷重算出部は、変位量と、情報とに基づいて、荷重を算出する。

[0010] これにより、この荷重計は、設置又は撤去する際にかける手間とコストとを、従来よりも低減することができる。

[0011] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体で実現されても良く、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたは記録媒体の任意の組み合わせで実現されても良い。

[0012] 以下、本開示の一態様に係る荷重計の具体例について説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも本開示の好ましい一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。本開示は、請求の範囲だけによって限定される。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本開示の最上

位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、本開示の課題を達成するのに必ずしも必要ではないが、より好ましい形態を構成するものとして説明される。

[0013] (実施の形態 1)

ここでは、本開示の一態様として、一般車両の走行路に設置された荷重計測システムについて説明する。

[0014] ここで、校正装置は、荷重計測システムを構成する荷重計に組み込まれて動作する場合を想定している。以下、図面を参照しながら本開示に係る荷重計および校正装置について説明する。

[0015] [1-1. 構成]

図 1 は、実施の形態 1 に係る荷重計 200 が車両 102 の軸重を計測する様子の一例を模式的に示す図である。図 1 に示すように、実施の形態 1 に係る荷重計測システム 1 は、撮像装置 101 と荷重計 200 とを含む。

[0016] ここでは、例えば、荷重計 200 は、車両 102 が走行する走行路 103 を撮像する撮像装置 101 に接続される。そして、荷重計 200 には、撮像装置 101 によって走行路 103 が撮像された複数の撮像画像が入力される。荷重計 200 は、入力された撮像画像を用いて、車両 102 の軸重を算出する際に使用する変位係数を校正する。車両 102 は例えばトラックであり、走行路 103 は例えばアスファルト製の道路である。

[0017] 図 2 は、荷重計 200 の構成を示すブロック図である。図 2 に示される通り、荷重計 200 は、入力部 210 と、軸重算出部 240 と、校正装置 300 とを含む。校正装置 300 は、軸特定部 220 と、速度算出部 230 と、校正部 250 と、検出部 260 と、記憶部 270 と、報知部 280 とを含む。さらに、検出部 260 は、軸重位置特定部 261 と、変位量検出部 262 とを含む。校正装置 300 は、車両の軸重を計測する荷重計 200 を校正する校正装置である。

[0018] 荷重計 200 は、例えば、マイクロプロセッサ（図示せず）とメモリ（図示せず）とを備えるコンピュータ（図示せず）において、メモリに記憶され

たプログラムをマイクロプロセッサが実行することによって実現される。

[0019] 入力部210は、撮像装置101によって走行路が撮像された複数の撮像画像の入力を受け付ける。ここでは、入力部210は、例えば、撮像画像として、4096×2160ピクセルのデジタル画像の入力を受け付ける。入力部210は、受付けた撮像画像を、軸特定部220、速度算出部230、軸重位置特定部261、および変位量検出部262に出力する。

[0020] 撮像画像の入力は、無線又は有線による通信、もしくは、記録媒体を介して行われる。

[0021] 検出部260は、所定の地点において、車両が通過することによって走行路の路面に生じる変位に対応した変位量を検出する。

[0022] 軸重位置特定部261は、入力部210によって受け付けられた撮像画像に車両が含まれる場合に、その撮像画像における、その車両の軸重位置を特定する。より具体的には、軸重位置特定部261は、撮像画像に対して画像認識処理を行い、撮像画像に車両が含まれるか否かを判定する。そして、車両が撮像画像に含まれる場合には、軸重位置特定部261は、さらなる画像認識処理により、その車両のタイヤを認識する。そして、軸重位置特定部261は、そのタイヤの最下点に対応する走行路上の領域を軸重位置として特定する。軸重位置特定部261は、特定した軸重位置を、校正部250および変位量検出部262に出力する。

[0023] 変位量検出部262は、入力部210によって受け付けられた撮像画像を用いて、軸重が加えられたことによって走行路に生じる変位に対応した、その撮像画像における変位量を検出する。変位量検出部262は、特に、軸重位置特定部261から軸重位置が入力された場合に、その特定された軸重位置における変位に対応した変位量の検出を行う。変位量検出部262は、入力部210によって受け付けられた複数の撮像画像のうち、走行路に変位が生じていない撮像画像と、走行路に変位が生じている撮像画像とを比較することで、その変位に対応した変位量を検出する。変位量検出部262は、ブロックマッチング、相関法、またはオプティカルフローを用いることで、撮

像画像間の変位量を検出できる。変位量検出部 262 は、例えば、撮像画像間における、走行路上の同一地点に対応する画素位置の差を示す画素数を変位量として算出する。また、走行路に変位が生じていない撮像画像は、車両が存在しない状態で走行路があらかじめ撮像された撮像画像であっても良いし、時間的に連続して走行路が撮像された複数の撮像画像において画像変化量が一定以下である撮像画像であっても良いし、画像認識処理により車両が存在しないと判定された撮像画像であっても良い。

[0024] 軸特定部 220 は、入力部 210 によって受け付けられた撮像画像に車両が含まれる場合に、その撮像画像における、その車両の車軸が前（又は後）から何番目の軸かを特定する。より具体的には、軸特定部 220 は、撮像画像に対して画像認識処理を行い、撮像画像に車両が含まれるか否かを判定する。そして、車両が撮像画像に含まれる場合には、軸特定部 220 は、さらなる画像認識処理により、その車両の車軸を認識する。そして、軸特定部 220 は、車両ごとに前方からの軸番号を特定する。軸特定部 220 は、特定した軸番号を校正部 250 に出力する。ここで、図 1 に示すように、軸特定部 220 は、例えば、車両 102 の最前方の車軸を第 1 軸 10 として特定する。また、軸特定部 220 は、例えば、次の車軸を第 2 軸 20 として特定する。

[0025] 速度算出部 230 は、入力部 210 によって受け付けられた撮像画像に車両が含まれる場合に、その車両の速度を算出する。より具体的には、速度算出部 230 は、撮像画像に対して画像認識処理を行い、撮像画像に車両が含まれるか否かを判定する。そして、速度算出部 230 は、異なるフレーム間（例えば隣接フレーム間）の同一車両の位置の違いに基づいて、その車両の速度を算出する。速度算出部 230 は、撮像装置 101 と走行路の位置関係を予め計測することで、撮像画像内での移動量と実際の移動量とのスケール換算を幾何学的に行うことができる。速度算出部 230 は、算出した速度を校正部 250 に出力する。

[0026] 校正部 250 は、検出部 260 が検出した変位量を集計して、変位量のヒ

ストグラムを生成する。そして、校正部 250 は、変位量のヒストグラムの形状に基づいて、変位係数を更新する。

[0027] 校正部 250 は、異なる車両がそれぞれ撮像された複数の撮像画像を対象として、検出部 260 によって検出された変位量を集計する。特に、軸重位置特定部 261 によって軸重位置が特定された場合には、校正部 250 は、その特定された軸重位置と変位量とを対応付けて集計する。同様に、校正部 250 は、軸特定部 220 が特定した軸番号および速度算出部 230 が算出した速度の違いごとにも変位量を分けて集計する。例えば、校正部 250 は、第 1 軸および第 2 軸ごとに変位量を分けて集計する。また、校正部 250 は、例えば、低速（例えば、 $0 \sim 30 \text{ km/h}$ ）、中速（例えば、 $30 \sim 60 \text{ km/h}$ ）、高速（例えば、 60 km/h 以上）などに分けて変位量を集計する。校正部 250 は、全ての条件を組み合わせて変位量を集計してもよいし、一部の条件のみを組み合わせて変位量を集計してもよい。また、校正部 250 は、第 1 軸（車両の最前方の車軸）のような条件および時速 30 km/h 以上のような条件のみを組み合わせて変位量を集計してもよい。校正部 250 が条件を分ける（又は限定する）ことで、後述する変位量のヒストグラムの特徴が得やすくなる。

[0028] 記憶部 270 は、軸重と変位量との関係を示す第 1 情報を記憶する。より具体的には、第 1 情報とは、走行路に軸重が加えられたことに起因して走行路に変位が生じる場合における、軸重と変位量との関係を示す関係式、及び、この関係式で用いられる変位係数である。記憶部 270 は、荷重計 200 が備えるメモリ（図示せず）によって実現されても良いし、通信可能な外部装置のデータベースによって実現されても良い。

[0029] 軸重 w (kg) は、変位量 d (画素数) の関数である。すなわち、軸重 w は、関数 f を用いて、 $w = f(d)$ の式で表現される。ここでは、関数 f を一次式で近似して取り扱う。このため、記憶部 270 は、一次式 ($w = \alpha d$) を関係式として記憶する。また、記憶部 270 は、係数 α を変位係数として記憶する。

[0030] この変位係数 α は、軸重位置特定部261によって、軸重位置として特定され得る複数の位置それぞれに対応付けられた変位係数値を有する。このことにより、走行路上の領域毎に、撮像装置101からの距離が互いに異なること、アスファルト等の組成が互いに異なること、路面温度が互いに異なること、路面の劣化状態が互いに異なること等を、変位係数 α に反映することができる。ここでは、変位係数 α は、撮像画像における、例えば、横方向（x方向）10ピクセル、縦方向（y方向）10ピクセルからなる領域（以下、「局所領域」と表記）毎に、その局所領域に対応する変位係数値を有している。

[0031] 図3は、記憶部270によって記憶される変位係数 α の一例を示す図である。

[0032] 記憶部270は、初期状態において、予め定められた関係式と、予め定められた変位係数とを記憶する。変位係数は、校正部250によって新たに変位係数が算出された場合には、新たに算出された変位係数によって更新される。

[0033] 軸重算出部240は、検出部260によって検出された変位量と、記憶部270によって記憶される第1情報とに基づいて、走行路上に存在する車両の軸重を算出する。特に、軸重位置特定部261によって軸重位置が特定された場合には、軸重算出部240は、特定された軸重位置における変位量に基づいて、軸重の算出を行う。より具体的には、軸重算出部240は、変位量検出部262によって検出された変位量dに、軸重位置特定部261によって特定される軸重位置を含む領域に対応する変位係数値を掛け合わせることで、軸重wを算出する。また、記憶部270は、軸特定部220が特定した軸番号および速度算出部230が算出した速度に応じた変位係数を記憶してもよい。そして、軸重算出部240は、車両の軸番号と速度に応じた変位係数を用いて軸重を算出してもよい。

[0034] また、記憶部270は、軸重に係る第2情報を記憶する。第2情報は、走行路103において通行頻度が最も多いと期待される車両の第1軸の軸重の

値である。

[0035] 校正部 250 は、検出部 260 によって検出された変位量と第 2 情報とに基づいて、軸重と変位量との関係を特定する変位係数を算出する。そして、校正部 250 は、算出した変位係数を用いて、記憶部 270 に記憶される変位係数を更新する。変位係数を算出する方法の詳細については、後述する校正処理において説明する。

[0036] 報知部 280 は、校正部 250 が新たに算出した変位係数と第 1 情報との差が予め定めた基準値以上となる場合、システム外部にその旨を報知する。例えば、報知部 280 が有線または無線により外部ユーザに報知した後に、校正部 250 は、ユーザの判断に基づいて変位係数の更新を行ってもよい。

[0037] 上記構成の荷重計 200（特に校正部 250）が行う動作について、以下、図面を参照しながら説明する。

[0038] [1-2. 動作]

荷重計 200 は、その特徴的な動作として、第 1 計測処理と校正処理とを行う。

[0039] [1-2-1. 第 1 計測処理]

第 1 計測処理は、荷重計 200 に、車両が含まれる撮像画像が入力された場合において、その車両の軸重を算出する処理である。

[0040] 図 4A は、第 1 計測処理の動作を説明するフローチャートである。この第 1 計測処理は、入力部 210 に、車両が含まれる撮像画像（以下、「撮像画像 A」と表記）が入力されることで開始される。

[0041] 第 1 計測処理が開始されると、入力部 210 は、撮像装置 101 から入力された撮像画像 A を取得する（ステップ S10）。

[0042] 図 5 は、取得された撮像画像 A の一例を示す図である。図 5 に示すように、撮像画像 A には、走行路 103 上を走行する車両 102 が含まれる。そして、この車両 102 は、車両 102 のタイヤの最下点 410 において走行路 103 に接触している。また、図 5 において、領域 420 は軸重位置であると特定されない点を含む領域である。

[0043] 図4 Aにおいて、軸重位置特定部261は、撮像画像Aを取得すると、画像認識処理を行って、車両102のタイヤの最下点410を特定する。そして、軸重位置特定部261は、特定した最下点410に対応する走行路103上の領域を軸重位置として特定する（ステップS20）。

[0044] ここで、軸重位置特定部261が特定する領域は、必ずしも1点（1画素）のみからなる領域でなくてもよい。軸重位置特定部261が特定する領域は、隣接する複数画素からなる局所画像領域であっても良い。なお、軸重位置特定部261は、軸重検出の対象とする軸重検出範囲を、走行路103の領域に限定しても良い。また、軸重位置特定部261は、図6の領域510のように、軸重検出の対象とする軸重検出範囲を、走行路103の一部に限定しても良い。軸重位置特定部261は、ユーザの指定により検出範囲を限定しても良いし、ユーザの指定および走行路103の色やテクスチャの画像認識結果により検出範囲を限定しても良い。軸重検出範囲を限定することで、画像処理量を抑制する効果がある。このため、軸重位置を特定するための画像処理量を抑制することができる。なお、軸重位置特定部261は、撮像画像において複数のタイヤが走行路103に接触している場合には、接触位置のそれぞれを軸重位置として特定する。

[0045] 軸重位置が特定されると、変位量検出部262は、特定された軸重位置において走行路103に生じた変位に対応した変位量を検出する（ステップS30）。変位量検出部262は、撮像画像Aと、入力部210によって取得された撮像画像のうちの、変位が生じていない撮像画像（以下、「撮像画像B」と表記）とを用いて、変位量を検出する。軸重位置が特定されるまでに、入力部210によって撮像画像Bが取得されていない場合は、変位量検出部262は、入力部210によって撮像画像Bが取得されるまで待ってから、この変位量の検出を行う。

[0046] 図7は、取得された撮像画像Bの一例である。撮像画像A（図5参照）および撮像画像Bには、同じ視点から走行路103が撮像されている。撮像画像Bにおける走行路103上の領域610は、撮像画像Aにおけるタイヤの

最下点410に対応する走行路103上の領域と同一領域である。また、撮像画像Bにおける走行路103上の領域620は、撮像画像Aにおける走行路103上の領域420と同一領域である。

[0047] 変位量検出部262は、撮像画像Aにおける最下点410に対応する走行路103上の領域と、撮像画像Bにおける領域610との間で生じる変位量を検出する。ここで、一般的な車両の軸重に起因する走行路103の変位量は微小であるため、走行路103を走行する車両の震動等による撮像装置101の揺れの影響を抑えることが望ましい。一例として、変位量検出部262は、撮像画像Aと撮像画像Bとの双方において、軸重位置であると特定されない同一地点（例えば、撮像画像Aにおける領域420および撮像画像Bにおける領域620）を選出する。そして、変位量検出部262は、選出された領域間の変位量（以下、「非軸重位置変位量」と表記）を算出する。そして、変位量検出部262は、撮像画像Aにおけるタイヤの最下点410に対応する走行路103上の領域と、撮像画像Bにおける領域610との間で生じる変位量から、この非軸重位置変位量を差し引くことにより、変位量を補正する。これにより、撮像装置101の揺れの影響を抑えることが可能となる。他にも、光学的ブレ補正（Optical Image Stabilization）技術を利用する方法、センサシフト方式等の機械的機構を利用する方法等によっても撮像装置101の揺れの影響を抑えることが可能となる。

[0048] 図4Aにおいて、変位量が検出されると、軸重算出部240は、軸重位置特定部261によって特定された軸重位置に対応する変位係数値を特定する（ステップS40）。すなわち、軸重算出部240は、記憶部270に記憶される変位係数 α （図3参照）を参照して、軸重位置特定部261によって特定された軸重位置に対応する変位係数値を特定する。

[0049] 変位係数値が特定されると、軸重算出部240は、特定された変位係数値に、変位量検出部262によって検出された変位量を掛け合わせることで、軸重を算出する（ステップS50）。

[0050] 軸重が算出されると、軸重算出部 240 は、算出された軸重の数値を外部に出力する（ステップ S60）。ここで、軸重算出部 240 は、算出された軸重の数値を外部に出力する代わりに、算出された軸重の数値が予め定められた基準値よりも大きい場合に、報知部 280 を介して、その旨をユーザに報知しても良い。この際、この基準値は、絶対的な基準値でも良いし、相対的な基準値でも良い。さらには、この基準値が後述するヒストグラムの代表値の例えば 30 倍以上である場合に、軸重算出部 240 は、対応する撮像画像を保存した上で、その旨をユーザに報知するとしても良い。これにより、対応する撮像画像に含まれる車両が過積載である可能性が比較的高いことを、ユーザに報知することができる。

[0051] ステップ S60 の処理が終了すると、荷重計 200 は、第 1 計測処理を終了する。

[0052] [1-2-2. 校正処理]

校正処理は、校正部 250 が記憶部 270 に記憶される変位係数を更新する処理である。

[0053] 図 4B は、校正処理のフローチャートである。この校正処理は、荷重計 200 が起動されることで開始される。

[0054] 校正処理が開始されると、校正部 250 は、軸重位置特定部 261 によって軸重位置が特定された場合において、変位量検出部 262 によって変位量が検出される毎に、変位量を入力する（ステップ S110）。同様に、校正部 250 は、軸特定部 220 から軸番号を入力し（ステップ S120）、速度算出部 230 から速度を入力する（ステップ S130）。校正部 250 は、特定された軸重位置、軸番号、および速度の条件ごとに、検出された変位量に対応付けて集計する（ステップ S140）。ここで、校正部 250 は、すべての条件の組み合わせに対して変位量のヒストグラムを生成しなくてもよく、特定の軸番号と特定の速度との組み合わせといったような限定した条件のみに対して変位量のヒストグラムを作成してもよい。なお、ステップ S110～ステップ S130 の順番はこの順番でなくてもよい。

- [0055] ここでは、校正部 250 は、変位係数値に対応付けられた局所領域毎に、検出された変位量を集計する。
- [0056] 荷重計 200 は、ステップ S 110 ～ S 140 の処理において、所定条件が満たされるまで処理を繰り返す。ここで、所定条件には、例えば、所定日時になった場合、変位量が所定数集計された場合、荷重計 200 に対してユーザによる所定の操作がなされた場合等が該当する。
- [0057] ステップ S 150 の処理において、所定条件が満たされた場合に（ステップ S 150 の Yes）、校正部 250 は、集計された集計結果に基づいて、局所領域毎に、過去の一定期間内に集計された変位量のヒストグラムを生成する（ステップ S 160）。
- [0058] 図 8 A および図 8 B は、それぞれ、校正部 250 によって生成された、局所領域毎のヒストグラムの一例を示す図である。図 8 A および図 8 B において、縦軸は頻度、横軸は変位量を示す。図 8 A および図 8 B に示すヒストグラムは、互いに集計期間が異なる、同一の局所領域、同一軸番号、および同一速度分類のヒストグラムの例である。これらのヒストグラムの形状が異なっている理由として、例えば、これらの集計期間において、路面温度が互いに異なること、路面の劣化状態が互いに異なること等が挙げられる。
- [0059] 局所領域毎のヒストグラムが生成されると、校正部 250 は、ヒストグラムの特徴を抽出する（ステップ S 170）。そして、校正部 250 は、ヒストグラムの特徴と記憶部 270 に記憶される第 2 情報とに基づいて、対応する局所領域の変位係数を算出する。そして、校正部 250 は、記憶部 270 に記憶される変位係数を、算出した変位係数に更新する（ステップ S 180）。ここで、ヒストグラムの特徴とは、ヒストグラムの平均値、最頻値、最大値、最小値、下位一定割合の平均値等といった、ヒストグラムの形状から得られる変位量の代表値のことを言う。ここでは、ヒストグラムの特徴として、ヒストグラムの最頻値を用いる場合を例として説明する。
- [0060] 記憶部 270 は、走行路 103 において通行頻度が最も多いと期待される車両の第 1 軸の軸重値を、第 2 情報として記憶している。

[0061] 校正部 250 は、第 2 情報を、ヒストグラムの形状から得られる変位量の代表値である最頻値で除算することで変位係数を算出する。

[0062] 例えば、校正部 250 は、図 8 A に示すヒストグラムおよび以下の式 (1) に基づいて変位係数 α_1 を算出する。

$$[0063] \quad \alpha_1 = w_1 / d_1 \quad \cdots \quad (1)$$

ここで、第 2 情報を w_1 とし、図 8 A で示されるヒストグラムの最頻値を d_1 としている。

[0064] また、例えば、校正部 250 は、図 8 B に示すヒストグラムおよび以下の式 (2) に基づいて変位係数 α_2 を算出する。

$$[0065] \quad \alpha_2 = w_1 / d_2 \quad \cdots \quad (2)$$

ここで、第 2 情報を w_1 とし、図 8 B で示されるヒストグラムの最頻値を d_2 としている。

[0066] なお、通行車両数が少ない（例えば、一定数以下）ために、ヒストグラムの精度が低くなる場合等、想定するヒストグラムの特徴が適切に得られない場合には、校正部 250 は、最頻値に代えて、代替値を用いて変位係数を算出しても良い。校正部 250 は、代替値として、例えば、過去の時間帯の変位係数を用いたり、ヒストグラム更新前に利用していた変位係数を継続して用いたりしても良い。

[0067] また、変位量のヒストグラムは、複数の頻度のピーク値を有する場合がある。この場合、校正部 250 は、一定の変位量の範囲における平均値、最頻値、最大値、または最小値を用いてもよい。これにより、安定したヒストグラムの特徴が得られる。

[0068] なお、変位係数 α が車両の速度に依存する場合、速度算出部 230 は、時系列的に連続して走行路 103 が撮像された撮像画像における車両の移動量から、その車両の速度 v を算出する。そして、校正部 250 は、速度 v 毎に、変位係数 $\alpha(v)$ を算出しても良い。また、校正部 250 は、一定範囲の速度の場合（例えば、車両速度 $v < 20 \text{ km/h}$ の場合等）に限って、ヒストグラムの更新や、変位係数の算出を行うとしても良い。

[0069] 図4Bにおいて、変位係数が算出されると、校正部250は、算出された変位係数を用いて、記憶部270に記憶される変位係数を上書きすることで、その変位係数を更新する（ステップS180）。

[0070] ステップS180の処理が終了すると、荷重計200は、再びステップS110の処理に進んで、ステップS110以降の処理を繰り返す。

[0071] なお、校正部250は、変位係数の更新を自動的に行わずに、変位係数の校正が必要になった旨を外部に報知してもよい。例えば、ステップS180の前に、校正部250は、報知部280を用いて有線または無線を通じてシステム外部の管理者に、変位係数の校正が必要になった旨を通知する。そして、管理者がその旨を確認した後、校正部250は、変位係数を更新してもよい。また、荷重計測システム1は、通知のみ行うことで、従来通りの校正を実施するためのタイミングを報知するシステムとして機能してもよい。

[0072] [1-3. 効果等]

上述した通り、実施の形態1に係る荷重計200は、検出部260と、記憶部270と、軸重算出部240とを備える。検出部260は、走行路103および走行路103上に存在する車両102が撮像された撮像画像Aを用いて、車両102の軸重が加えられたことによって走行路103に生じる変位に対応した、撮像画像Aにおける変位量を検出する。記憶部270は、軸重と変位量との関係を示す情報を記憶する。軸重算出部240は、変位量と、情報とに基づいて、軸重を算出する。

[0073] また、校正装置300は、外部の撮像装置101によって撮像された撮像画像から、走行路103を走行する車両102の軸重による変位量を検出する。校正部250は、複数の車両の通過に渡る変位量を集計することで、変位量のヒストグラムを生成する。校正部250は、このヒストグラムの特徴と記憶部270に記録した軸重に関する第2情報とを用いて、記憶部270が記憶する変位係数を更新することができる。

[0074] このため、荷重計200を校正する際に、軸重が既知の車両を用意して校正作業を行う必要がない。従って、校正部250は、荷重計測システム1の

校正を自動的に実現することができる。

[0075] また、校正部 250 は、軸番号に対して選択的にヒストグラムを生成することで、ヒストグラムの形状特徴が得やすい車軸を選択することができる。そのため、校正精度が向上する。また、校正部 250 は、車両の速度に対して選択的にヒストグラムを生成することで、ヒストグラムの形状特徴が得やすい速度を選択することができる。そのため、校正精度が向上する。

[0076] また、校正部 250 は、車軸の軸番号として、第 1 軸（車両の最前方の車軸）に対応したヒストグラムの形状のみに基づいて変位係数を算出してもよい。例えば、車両の荷台に載せられた荷物等の影響によって、第 1 軸以外の車軸の軸重を精度良く算出することは難しい。一方で、第 1 軸の軸重は、車両のエンジンの荷重がかかり、かつ、車両の荷台の荷物の重さに影響されにくい。そのため、第 1 軸の軸重は、他の車軸に比べて、精度良く算出されやすい。そのため、校正部 250 は、第 1 軸に対応したヒストグラムの形状のみに基づいて変位係数を算出することによって、精度良く変位係数を算出することができる。

[0077] また、映像を用いて変位を計測する場合、校正装置 300 は、走行路 103 の位置ごとに変位係数を校正することが望ましい。これにより、自動校正によって多点の校正が容易に実現することができる。そのため、計測システムの維持および管理におけるコストと手間を削減することができる。

[0078] また、校正を自動的に行わない場合でも、校正装置 300 は、校正すべきタイミングを自動的に検出できる。そのため、更新作業を必要十分な頻度で行うことができる。

[0079] なお、本実施例において、車両の軸重を算出するための変位係数を補正するとしたが、車両の荷重を算出する変位係数を補正するとしても良い。荷重計が、車両の荷重と車両の軸重の関係を予め記録しておく。荷重計は、車両の軸重を計測することで、車両の荷重を算出することができる。この荷重計は、荷重計 200 と同様に変位量のヒストグラムを生成し、ヒストグラムの形状に基づいて車両の荷重を算出するための変位係数を更新する。

[0080] なお、本実施例において、荷重計は車両の軸重を計測するとしたが、車両全体が乗っている領域で車両全体の荷重を計測するとしても良い。この場合、検出部は、複数の車軸の位置での変位量を検出し、変位量の平均値を算出する。この荷重計は、荷重計 200 と同様に変位量の平均値のヒストグラムを生成し、ヒストグラムの形状に基づいて車両の荷重を算出するための変位係数を更新する。

[0081] また、記憶部 270 は、走行路を走行する車両の荷重や軸重のヒストグラムを記録してもよい。そして、校正部 250 は、変位量のヒストグラムの形状と車両の荷重や軸重のヒストグラムの形状とに基づいて変位係数を更新してもよい。

[0082] [1-4. 変形例]

図 8C および図 8D を用いて、変形例に係る荷重計について説明する。なお、変形例に係る荷重計は、上記の荷重計 200 と同様の構成を有する。

[0083] 図 8C は、あらかじめ取得された荷重値のヒストグラムの一例を示す図である。より詳細には、図 8C のヒストグラムは、校正済みの荷重センサまたは荷重計を用いて生成する。本変形例において、記憶部 270 は、このヒストグラムを示す情報を記憶している。

[0084] 図 8C のヒストグラムにおいて、出力値の最頻値は、頻度 s3 である。図 8C のヒストグラムは、頻度 s3 以外に、3 つのピーク値（頻度 s4、頻度 s5、および頻度 s6）を有する。

[0085] 図 8D は、校正部 250 によって生成された変位量のヒストグラムの一例を示す図である。図 8D のヒストグラムは、上記の荷重センサが設置されている走行路と近接した位置の走行路が撮像された撮像画像から生成されている。すなわち、図 8C のヒストグラムは、図 8D のヒストグラムと対応している。

[0086] 図 8D のヒストグラムにおいて、変位量の最頻値は、頻度 d3 である。図 8D のヒストグラムは、頻度 d3 以外に、3 つのピーク値（頻度 d4、頻度 d5、および頻度 d6）を有する。ここで、図 8C および図 8D に示すよう

に、頻度 s_3 は、頻度 d_3 に対応していると考えられる。同様に、頻度 s_4 、頻度 s_5 、および頻度 s_6 は、それぞれ、頻度 d_4 、頻度 d_5 、および頻度 d_6 に対応していると考えられる。

[0087] 本変形例の校正装置 300 の校正部 250 は、図 8C のヒストグラムおよび図 8D のヒストグラムの形状に基づいて、変位係数を更新する。具体的には、校正部 250 は、図 8C の頻度 $s_3 \sim s_6$ の軸重値が図 8D の頻度 $d_3 \sim d_6$ の変位量に対応する軸重値に略一致するように、変位係数を算出する。これにより、校正部 250 は、多数の車両の車軸を測定することにより生成された信頼度の高い既存のヒストグラムを用いて、変位係数を更新することができる。また、校正部 250 は、複数のヒストグラムの特徴（すなわち、複数のヒストグラムのピーク値）を用いることにより、変位係数をより精度良く算出することができる。

[0088] なお、校正部 250 は、変位係数を算出する際に、最頻値である頻度 s_3 および頻度 d_3 を用いなくてもよい。本変形例において、ヒストグラムの最頻値に対応する車両は、軸重が軽い車両である。軽い軸重を計測する際には、軸重の計測に誤差が生じやすい。そのため、最頻値である頻度 s_3 および頻度 d_3 は、誤差を多く含みやすい。そのため、頻度 s_3 および頻度 d_3 を用いないことで、校正部 250 は、精度良く変位係数を算出することができる。以上のように、校正部 250 は、図 8D のヒストグラムの形状のうち、最頻値（頻度 d_3 ）を含まない区間に対応したヒストグラムの形状のみに基づいて変位係数を更新してもよい。

[0089] また、本変形例において、校正部 250 は、ヒストグラムのピーク値を用いて変位係数を算出したが、他のヒストグラムの形状の特徴を用いて変位係数を算出してもよい。例えば、校正部 250 は、ヒストグラムの谷となる位置を、ヒストグラムの形状の特徴として用いてもよい。

[0090] （実施の形態 2）

ここでは、本開示の一態様として、実施の形態 1 における荷重計 200 から、その構成の一部が変更された実施の形態 2 における荷重計について説明

する。

[0091] 図9は、本開示の実施の形態2に係る軸重を計測する様子の一例を模式的に示す図である。図9に示すように、実施の形態2に係る荷重計測システム2は、2つの荷重センサ100と、荷重計201とを含む。

[0092] 実施の形態1における荷重計200は、撮像装置101から撮像画像を取得し、この画像から路面変位、軸番号および速度が算出していた。これに対して、実施の形態2における荷重計201では、図9および図10に示すように、入力部211が、走行路103に設置された荷重センサ（歪ゲージ、圧電素子など）100の出力値を取得する。荷重計201は、荷重センサ100の出力値から、変位量を検出する。ここで、荷重センサ100は図9に示すように隣接して2つ以上設置されており、その位置関係は既知とする。

[0093] 以下、この荷重計201の詳細について、実施の形態1における荷重計200との相違点を中心に、図面を参照しながら説明する。

[0094] [2-1. 構成]

図10は、実施の形態2における荷重計201の構成を示すブロック図である。

[0095] 図10に示される通り、荷重計201は、入力部211と、軸重算出部241と、校正装置301とを含む。校正装置301は、軸特定部221と、速度算出部231と、校正部251と、検出部263と、記憶部270と、報知部280とを含む。

[0096] 図10に示される通り、荷重計201は、入力部211が荷重センサ100の出力値を取得する点で、実施の形態1における荷重計200（図2参照）と異なる。

[0097] 軸特定部221は、車両の通過に伴う入力部211が取得する荷重センサ100の出力値の変化の回数から軸数をカウントする。軸特定部221は、荷重センサ100の出力から一定の時間が空けば、車両が通過したと判断する。速度算出部231も同様に、車両の通過に伴う入力部211が取得する荷重センサ100の出力値の変化を計測する。そして、速度算出部231は

、複数の荷重センサ１００間の通過時間と既知の荷重センサ１００の設置距離を用いて車両の速度を算出する。校正部２５１および記憶部２７０はそれぞれ、実施の形態１の変位量に代えて、入力部２１１が取得した荷重センサ１００の出力値を用いる。軸重算出部２４１も同様に、実施の形態１の変位量に代えて、入力部２１１が取得した荷重センサ１００の出力値を用いて、軸重を算出する。検出部２６３は、荷重センサ１００の出力値から変位量を算出する。

[0098] [２－２．動作]

荷重計２０１は、その特徴的な動作として、実施の形態１における第１計測処理からその一部の処理が変更された第２計測処理を行う。

[0099] 具体的には、第２計測処理は、実施の形態１における図４ＡのフローチャートのステップＳ１０～ステップＳ３０の手続きが省略されている点で、第１計測処理と異なる。また、第２計測処理は、検出部２６３が荷重センサ１００の出力値の変化量をもって変位量とする点で第１計測処理と異なる。また、軸特定部２２１は、ステップＳ１２０において、荷重センサ１００の出力値の変化回数から、軸番号を特定する。また、速度算出部２３１は、ステップＳ１３０において、複数の荷重センサ１００の出力値の変化の時間差と荷重センサ１００の設置距離から車両の速度を算出する。他の動作については、実施の形態１と同様である。

[0100] [２－３．効果等]

上述した通り、荷重計２０１は、荷重センサ１００によって得られた出力値を用いている。入力情報が実施の形態１とは異なるものの、校正部２５１は、実施の形態１と同様の動作を通じて、一般通行車両の通過に伴う荷重センサ１００の出力値を集計する。これにより、荷重計２０１の校正を自動的に行うことができる。そのため、計測システムの維持および管理におけるコストと手間を削減することができる。

[0101] また、校正を自動的に行わない場合でも、校正装置３０１は、校正すべきタイミングを自動的に判断できる。そのため、更新作業を必要十分な頻度で

行うことができる。

[0102] (実施の形態3)

ここでは、本開示の一態様として、実施の形態1における荷重計200から、その構成の一部が変更された実施の形態3に係る荷重計について説明する。

[0103] 図11は、実施の形態3に係る荷重計202が、車両102の軸重を計測する様子の一例を模式的に示す図である。図11に示されるように、実施の形態3に係る荷重計測システム3は、荷重計202と、撮像装置101とを含む。荷重計202は、走行路103にパタン光を投影する投影部310と、情報処理部320とを備える。そして、撮像装置101は、投影部310によってパタン光が投影された走行路103を撮像する。

[0104] 以下、この荷重計202の詳細について、実施の形態1における荷重計200との相違点を中心に、図面を参照しながら説明する。

[0105] [3-1. 構成]

図12は、荷重計202の構成を示すブロック図である。図12に示されるように、荷重計202は、実施の形態1に係る入力部210と、軸重位置特定部261と、記憶部270と、軸重算出部240とに加えて、実施の形態3に係る投影部310と、変位量検出部362とを備える。

[0106] 情報処理部320は、入力部210と、軸重位置特定部261と、記憶部270と、軸重算出部240と、変位量検出部362とから構成される。

[0107] 投影部310は、走行路103にパタン光を投影する。より具体的には、投影部310は、走行路103の路面のうち、撮像装置101が撮像する撮像画像に含まれる領域の少なくとも一部を含む領域に、予め定められたパタン光を投影する。

[0108] 図13A、図13B、図13C、図13D、図13Eは、投影部310が走行路103に投影するパタン光の一例である。

[0109] 図13Aは、パタン光400Aが1本の線分（ライン）である場合の例である。図13Bは、パタン光400Bが複数本（ここでは3本）の線分であ

る場合の例である。図 1 3 C は、パタン光 4 0 0 C が 1 本の破線（ドット）である場合の例である。図 1 3 D は、パタン光 4 0 0 D が複数本（ここでは 3 本）の破線である場合の例である。図 1 3 E は、パタン光 4 0 0 E が格子柄である場合の例である。

[0110] 以下では、投影部 3 1 0 が走行路 1 0 3 に投影するパタン光が、図 1 3 A で示されるパタン光 4 0 0 A であるとして説明する。しかし、パタン光の図柄は、図 1 3 A ～図 1 3 E に示されるパタン光 4 0 0 A ～パタン光 4 0 0 E のいずれであっても構わないし、これらパタン光 4 0 0 A ～パタン光 4 0 0 E のいずれに限定されず、どのような図柄であっても構わない。但し、後述するように、パタン光は、撮像画像の撮像方向に対して略平行でない線分を有する図柄を含むことが好ましい。

[0111] 図 1 4 は、投影部 3 1 0 によるパタン光 4 0 0 A の投影方向と、撮像装置 1 0 1 による撮像方向との関係を模式的に示す図である。

[0112] 図 1 4 に示されるように、パタン光 4 0 0 A の投影方向と、撮像装置 1 0 1 による撮像方向とが略平行にならないように、投影部 3 1 0 と撮像装置 1 0 1 は配置されている。具体的には、パタン光 4 0 0 A の投影方向と、撮像装置 1 0 1 による撮像方向との間に、一定程度の角度（ここでは、例えば、約 4 5 度）を持たせている。

[0113] これは、この例では、パタン光 4 0 0 A が、その投影方向に伸びる線分であるため、この線分の方角と、撮像装置 1 0 1 による撮像方向とが、略平行にならないようにするためである。

[0114] 図 1 5 A は、走行路 1 0 3 に軸重が加えられていない場合における、撮像装置 1 0 1 による撮像方向から見えるパタン光 4 0 0 A を模式的に示す図である。図 1 5 B は、走行路 1 0 3 に軸重が加えられている場合における、撮像装置 1 0 1 による撮像方向から見えるパタン光 4 0 0 A を模式的に示す図である。

[0115] 図 1 5 B に示されるように、走行路 1 0 3 に軸重が加えられると、その軸重が加えられた、走行路 1 0 3 の局所領域（以下、「荷重局所領域」とも言

う。)に変位が生じる。そのため、この荷重局所領域に投影されたパタン光 400A にも変位が生じる。

[0116] このパタン光 400A の変位は、荷重局所領域におけるパタン光 400A の線分の向きと、撮像方向とが略平行である場合には、撮像画像上における変位として現れにくい。

[0117] このため、投影部 310 が投影するパタン光は、撮像装置 101 の撮像方向に対して、略平行でない線分を有することが望ましい。

[0118] 再び、図 12 に戻って、投影部 310 の説明を続ける。

[0119] 投影部 310 は、例えば、レーザ光を出力するレーザ光発振器を含んで構成されても良い。この場合には、パタン光は、レーザ光発振器から出力されるレーザ光により実現される。

[0120] また、投影部 310 は、例えば、LED (Light Emitting Diode) を含んで構成されても良い。この場合には、パタン光は、LED から出力される光により実現される。

[0121] また、投影部 310 は、例えば、撮像装置 101 によって撮像し得る周波数帯の電磁波であれば、可視光によるパタン光を投影しても良いし、近赤外光によるパタン光を投影しても良い。

[0122] また、投影部 310 は、例えば、走行路 103 を走行する車両 102 を検知するセンサからの信号を受けて、パタン光を投影する領域に車両 102 が差し掛かるタイミングで、パタン光を投影してもよい。この場合には、投影部 310 は、パタン光を投影するタイミングを示すタイミング信号を生成して撮像装置 101 に送信する。そして、撮像装置 101 は、そのタイミング信号を受信し、そのタイミング信号によって示される、パタン光を投影するタイミングで撮像しても良い。本開示では、車両 102 を検知するセンサを撮像装置 101 で代用しても良い。また、荷重計測システム 3 は、撮像装置 101 と別に車両 102 を検知するセンサを備えても良い。

[0123] また、撮像装置 101 が、走行路 103 を走行する車両 102 を検知するセンサからの信号を受けて、パタン光を投影する領域に車両 102 が差し掛

かるタイミングで、撮像画像を撮像してもよい。この場合には、撮像装置 101 は、撮像画像を撮像するタイミングを示すタイミング信号を投影部 310 に送信する。そして、投影部 310 は、そのタイミング信号を受信し、そのタイミング信号によって示される、撮像画像を撮像するタイミングでパタン光を投影しても良い。

[0124] また、投影部 310 及び撮像装置 101 が、走行路 103 を走行する車両 102 を検知するセンサからの信号を受けてもよい。投影部 310 は、パタン光を投影する領域に車両 102 が差し掛かるタイミングで、パタン光を投影する。そして、撮像装置 101 が、パタン光を投影する領域に車両 102 が差し掛かるタイミングで、撮像画像を撮像してもよい。

[0125] 変位量検出部 362 は、入力部 210 によって受け付けられた撮像画像を用いて、軸重が加えられたことによって走行路に生じる変位に対応した、その撮像画像におけるパタン光の変位量を検出する。変位量検出部 262 は、特に、軸重位置特定部 261 から軸重位置が入力された場合に、その特定された軸重位置におけるパタン光の変位に対応した変位量の検出を行う。変位量検出部 262 は、入力部 210 によって受け付けられた複数の撮像画像のうち、パタン光に変位が生じていない撮像画像と、パタン光に変位が生じている撮像画像とを比較することで、その変位に対応した変位量を検出する。変位量検出部 362 は、ブロックマッチング、相関法、またはオプティカルフローを用いることで、撮像画像間の変位量を検出できる。変位量検出部 362 は、例えば、撮像画像間における、走行路上の同一地点に対応する画素位置の差を示す画素数を変位量として算出する。また、パタン光に変位が生じていない撮像画像は、車両が存在しない状態でパタン光が投影された走行路があらかじめ撮像された撮像画像であっても良いし、時間的に連続して、パタン光が投影された走行路が撮像された複数の撮像画像において画像変化量が一定以下である撮像画像であっても良いし、画像認識処理により車両が存在しないと判定された撮像画像であっても良い。

[0126] 上記構成の荷重計 202 が行う動作について、以下、図面を参照しながら

説明する。

[0127] [3-2. 動作]

荷重計202は、その特徴的な動作として、第3計測処理を行う。

[0128] [3-2-1. 第3計測処理]

第3計測処理は、荷重計202に、車両が含まれる撮像画像が入力された場合において、その車両の軸重を算出する処理であって、実施の形態1における第1計測処理からその一部の処理が変更された処理である。

[0129] 図16は、第3計測処理の動作を説明するフローチャートである。

[0130] 図16に示されるように、第3計測処理は、実施の形態1に係る第1計測処理から、ステップS30の処理がステップS330の処理に変更された処理となっている。このため、ここでは、このステップS330の処理を中心に説明する。

[0131] ステップS20の処理において、軸重位置が特定されると、変位量検出部362は、特定された軸重位置において走行路103に生じた変位に対応した、パタン光の変位量を検出する（ステップS330）。変位量検出部362は、パタン光に変位が生じている撮像画像Aとパタン光に変位が生じていない撮像画像Bとを用いて、変位量を検出する。軸重位置が特定されるまでに、入力部210によって撮像画像Bが取得されていない場合は、変位量検出部262は、入力部210によって撮像画像Bが取得されるまで待ってから、この変位量の検出を行う。

[0132] 図17は、取得された撮像画像Aの一例を示す図である。図17に示されるように、撮像画像Aには、走行路103上に投影されたパタン光400Aと、走行路103上を走行する車両102とが含まれる。そして、この車両102は、車両102のタイヤの最下点810において走行路103に接触している。また、タイヤの最下点810及びその近傍の走行路103上の局所領域を含む領域に、パタン光400Aが投影されている。

[0133] 図18は、取得された撮像画像Bの一例である。図18に示されるように、撮像画像Bには、走行路103上に投影されたパタン光400Aが含まれ

る一方で、走行路 103 上を走行する車両が含まれない。

[0134] 撮像画像 A および撮像画像 B には、同じ視点（すなわち、撮像装置 101 の視点）から走行路 103 が撮像されている。撮像画像 B における走行路 103 上の領域 910 は、撮像画像 A におけるタイヤの最下点 810 に対応する走行路 103 上の領域と同一領域である。

[0135] 変位量検出部 362 は、撮像画像 A における最下点 810 に対応する走行路 103 上の領域と、撮像画像 B における領域 910 との間で生じる、パターン光の変位量を検出する。

[0136] 第 3 計測処理は、ステップ S330 の処理が終了すると、次のステップ S40 の処理に進む。

[0137] [3-3. 効果等]

上述した通り、荷重計 202 は、走行路 103 にパターン光を照射する。これにより、荷重計 202 が設置される走行路 103 では、例え、自然光下における路面からの反射光の輝度が平坦な走行路であったとしても、照射されるパターン光によって、その路面からの反射光の輝度に高低差が生じる。一般に、撮像画像における変位量は、輝度が平坦な撮像画像よりも、輝度に高低差がある撮像画像の方が、より高精度に検出される。

[0138] このため、荷重計 202 は、走行路 103 にパターン光を照射しないタイプの荷重計よりも、さらに高精度に、車両の軸重を計測し得る。

[0139] また、上述した通り、荷重計 202 は、照射されるパターン光による路面からの反射光を利用して、車両の軸重を計測する。

[0140] このため、荷重計 202 は、夜間、早朝、夕方、悪天候時等といった自然光の光量が絶対的に少ない環境下であっても、車両の軸重を計測することができる。

[0141] （他の実施の形態）

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態 1、2、3 について説明した。しかしながら、本開示における技術は、これらに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略等を行った実施の形態に

も適用可能である。

- [0142] (1) 本開示において、荷重計 200 は、撮像装置 101 によって走行路 103 が撮像された撮像画像の入力を受け付ける入力部 210 を備える構成の例であるとして説明した。しかしながら、撮像画像を取得することができれば、荷重計 200 は、必ずしも入力部 210 を備える構成である必要はない。例えば、荷重計 200 は、入力部 210 を備える代わりに、撮像画像を生成する撮像部を備えてもよい。そして、軸重位置特定部 261 が利用する撮像画像は、その撮像部によって撮像された撮像画像であるとしても構わない。このような構成にすることで、外部の撮像装置が不要となる。
- [0143] (2) 本開示において、荷重計 200 は、マイクロプロセッサとメモリとを備えるコンピュータにおいて、メモリに記憶されたプログラムをマイクロプロセッサが実行することによって実現される構成の例であるとして説明した。しかしながら、荷重計 200 は、上記実現例と同等の機能を有していれば、必ずしも上記実現例通りに実現される構成の例に限定される必要はない。例えば、荷重計 200 は、荷重計 200 を構成する構成要素の一部又は全部が、専用回路によって実現される構成の例であっても構わない。
- [0144] (3) 本開示において、荷重計 200 は、画像処理により車両のタイヤを認識し、そのタイヤの最下点に対応する走行路 103 上の領域を軸重位置として特定する構成の例であるとして説明した。しかしながら、軸重位置の特定方法は、必ずしも上記方法に限定される必要はない。例えば、荷重計 200 は、変位量が局所的に最大となる位置を軸重位置として特定してもよい。
- [0145] (4) 本開示において、軸特定部 220 (車種認識部の一例) は撮像画像から車種を認識し、校正部 250 は特定の車種について選択的にヒストグラムを生成してもよい。車種を選択することで、ヒストグラムの形状特徴が得られやすくなる。そのため、校正の精度が向上する。
- [0146] (5) 本開示において、検出部 260 は、撮像画像からの変位量の信頼度を算出してもよい。また、校正部 250 は、信頼度が所定の値よりも高いときのみ、変位量を集計して、その変位量のヒストグラムを生成してもよい。

。信頼度として、相関法を用いる場合の相関係数や、相関関数の分布の先鋭度などを用いることができる。精度の高い変位検出結果を用いることで、校正の精度が向上する。

[0147] (6) 本開示において、撮像画像は、モノクロ画像でもカラー画像でもマルチスペクトル画像であっても構わない。また、撮像する光は、可視光以外に、紫外光、近赤外光、または遠赤外光であっても構わない。

[0148] (7) 本開示において、走行路103の路面としてアスファルト舗装の例を用いて説明した。しかし、走行路103の路面は、アスファルト舗装の他にコンクリート等の他の舗装素材からなる路面でもよい。また、走行路103の路面は、上記舗装面に板材やシート材、塗料などで一部被覆された路面でもよい。また、映像による変位をより正確かつ顕著に得るために、上記のような素材を用いて走行路103の路面を被覆し、その被覆された領域を変位検出の対象領域としてもよい。

[0149] (8) 荷重計200、201、202における各構成要素（機能ブロック）は、IC（Integrated Circuit）、LSI（Large Scale Integration）等の半導体装置により個別に1チップ化されてもよいし、一部又は全部を含むように1チップ化されてもよい。また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA（Field Programmable Gate Array）や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。更には、半導体技術の進歩又は派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてあり得る。

[0150] (9) 上記各種処理の全部又は一部は、電子回路等のハードウェアにより実現されても、ソフトウェアを用いて実現されてもよい。なお、ソフトウェアによる処理は、荷重計に含まれるプロセッサがメモリに記憶されたプログラムを実行することにより実現されるものである。また、そのプログラムを

記録媒体に記録して頒布や流通させてもよい。例えば、頒布されたプログラムを、他のプロセッサを有する装置にインストールして、そのプログラムをそのプロセッサに実行させることで、その装置に、上記各処理を行わせることが可能となる。

[0151] (10) 上述した実施の形態で示した構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本開示の範囲に含まれる。

[0152] (11) 実施の形態3の図14に示すように、投影部310の投影方向が撮像画像の撮像方向に対して略平行でないように、投影部310が配置されていると説明した。しかし、本開示はこれに限定されない。投影部310が投影するパタン光の図柄の線分が撮像画像の撮像方向に対して略平行でなければ、投影部310の投影方向が撮像画像の撮像方向に対して平行であるように、投影部310が配置されていてもよい。具体的には、投影部310は、撮像装置101の真上または真下に配置されていてもよい。

[0153] (12) 実施の形態3の図14に示すように、投影部310が投影するパタン光は、撮像画像の撮像方向に対して略平行でない線分を有する図柄を含むと説明した。しかし、本開示はこれに限定されない。投影部310の投影方向が撮像画像の撮像画像の撮像方向に対して略平行でないように、投影部310が配置されていれば、パタン光の図柄の線分は撮像画像の撮像方向に対して平行であってもよい。

産業上の利用可能性

[0154] 本開示に係る荷重計は、荷重を計測する荷重計に広く利用可能である。

符号の説明

- [0155] 1, 2, 3 荷重計測システム
100 荷重センサ
101 撮像装置
102 車両
103 走行路
200, 201, 202 荷重計

2 1 0, 2 1 1 入力部
2 2 0, 2 2 1 軸特定部
2 3 0, 2 3 1 速度算出部
2 4 0, 2 4 1 軸重算出部 (荷重算出部)
2 5 0, 2 5 1 校正部
2 6 0, 2 6 3 検出部
2 6 1 軸重位置特定部
2 6 2, 3 6 2 変位量検出部 (検出部)
2 7 0 記憶部
2 8 0 報知部
3 0 0, 3 0 1 校正装置
3 1 0 投影部

請求の範囲

- [請求項1] 走行路および前記走行路上に存在する車両が撮像された撮像画像を用いて、前記車両の荷重が加えられたことによって前記走行路に生じる変位に対応した、前記撮像画像における変位量を検出する検出部と、
前記荷重と前記変位量との関係を示す情報を記憶する記憶部と、
前記変位量と、前記情報とに基づいて、前記荷重を算出する荷重算出部とを備える
荷重計。
- [請求項2] 前記走行路にパタン光を投影する投影部をさらに備え、
前記撮像画像には、前記パタン光が投影された前記走行路が撮像されており、
前記検出部は、前記パタン光が投影された前記走行路に生じる変位に対応した、前記撮像画像における前記変位量を検出する
請求項1に記載の荷重計。
- [請求項3] 前記パタン光は、前記撮像画像の撮像方向に対して略平行でない線分を有する図柄を含む
請求項2に記載の荷重計。
- [請求項4] 前記投影部は、前記投影部の投影方向が前記撮像画像の撮像方向に対して略平行でないように、配置されている
請求項2又は3に記載の荷重計。
- [請求項5] 前記投影部は、前記パタン光を投影するタイミングを示すタイミング信号を生成し、
前記撮像画像は、前記タイミング信号によって示されるタイミングで撮像された画像である
請求項2～4のいずれかに記載の荷重計。
- [請求項6] 前記走行路上を走行する車両を検知するセンサからの信号に基づいて、前記投影部が前記パタン光を投影し、前記撮像画像が撮像される

請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の荷重計。

[請求項7] 前記検出部が検出した前記変位量を集計して、前記変位量のヒストグラムを生成し、前記ヒストグラムの形状に基づいて前記車両の荷重を算出するための変位係数を更新する校正部をさらに備える

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の荷重計。

[請求項8] 前記車両の荷重は、前記車両の軸重である
請求項 7 に記載の荷重計。

[請求項9] 前記車両の車軸の軸番号を特定する軸特定部を備え、
前記校正部は、前記軸特定部が特定した前記軸番号毎に前記ヒストグラムを生成し、前記ヒストグラムの形状に基づいて前記変位係数を更新する

請求項 7 又は 8 に記載の荷重計。

[請求項10] 前記軸特定部は、前記車両の最前方の車軸である第 1 軸を特定し、
前記校正部は、前記ヒストグラムの形状のうち、前記第 1 軸に対応したヒストグラムの形状のみに基づいて前記変位係数を更新する
請求項 9 に記載の荷重計。

[請求項11] 前記車両の速度を算出する速度算出部を備え、
前記校正部は、前記速度算出部が算出した前記速度毎に前記ヒストグラムを生成し、前記ヒストグラムの形状に基づいて前記変位係数を更新する

請求項 7 ～ 10 のいずれかに記載の荷重計。

[請求項12] 前記車両の種類を認識する車種認識部を備え、
前記校正部は、前記車種認識部が認識した前記種類毎に前記ヒストグラムを生成し、前記ヒストグラムの形状に基づいて前記変位係数を更新する

請求項 7 ～ 11 のいずれかに記載の荷重計。

[請求項13] 前記検出部は、前記変位量の信頼度を算出し、
前記校正部は、前記信頼度が所定の値よりも高いときのみに、前記

変位量を集計する

請求項 7 ～ 1 2 のいずれかに記載の荷重計。

[請求項14] 前記校正部は、前記ヒストグラムの形状のうち、前記ヒストグラムの最頻値を含まない区間に対応したヒストグラムの形状のみに基づいて前記変位係数を更新する

請求項 7 ～ 1 3 のいずれかに記載の荷重計。

[請求項15] 前記校正部は、所定の条件を満たしたときのみに、前記変位係数を更新する

請求項 7 ～ 1 4 のいずれかに記載の荷重計。

[請求項16] 報知部を備え、

前記報知部は、前記校正部が更新する前の変位係数と、前記校正部が更新した前記変位係数との差が所定の基準値以上であるときに、報知を行う

請求項 7 ～ 1 5 のいずれかに記載の荷重計。

[請求項17] 前記記憶部は、前記走行路を走行する車両の荷重のヒストグラムを記録し、

前記校正部は、前記変位量のヒストグラムの形状と前記車両の荷重のヒストグラムの形状とに基づいて前記変位係数を更新する

請求項 7 ～ 1 6 のいずれかに記載の荷重計。

[請求項18] 走行路および前記走行路上に存在する車両が撮像された撮像画像を用いて、前記車両の荷重が加えられたことによって前記走行路に生じる変位に対応した、前記撮像画像における変位量を検出する検出ステップと、

前記変位量と、記憶部に記憶される、前記荷重と前記変位量との関係を示す情報とに基づいて、前記荷重を算出する荷重算出ステップとを含む

荷重計測方法。

[請求項19] 前記検出ステップは、前記走行路にパタン光を投影する照射ステッ

プを含み、

前記撮像画像には、前記パタン光が投影された前記走行路が撮像されており、

前記検出ステップにおいて、前記パタン光が投影された前記走行路に生じる変位に対応した、前記撮像画像における前記変位量が検出される

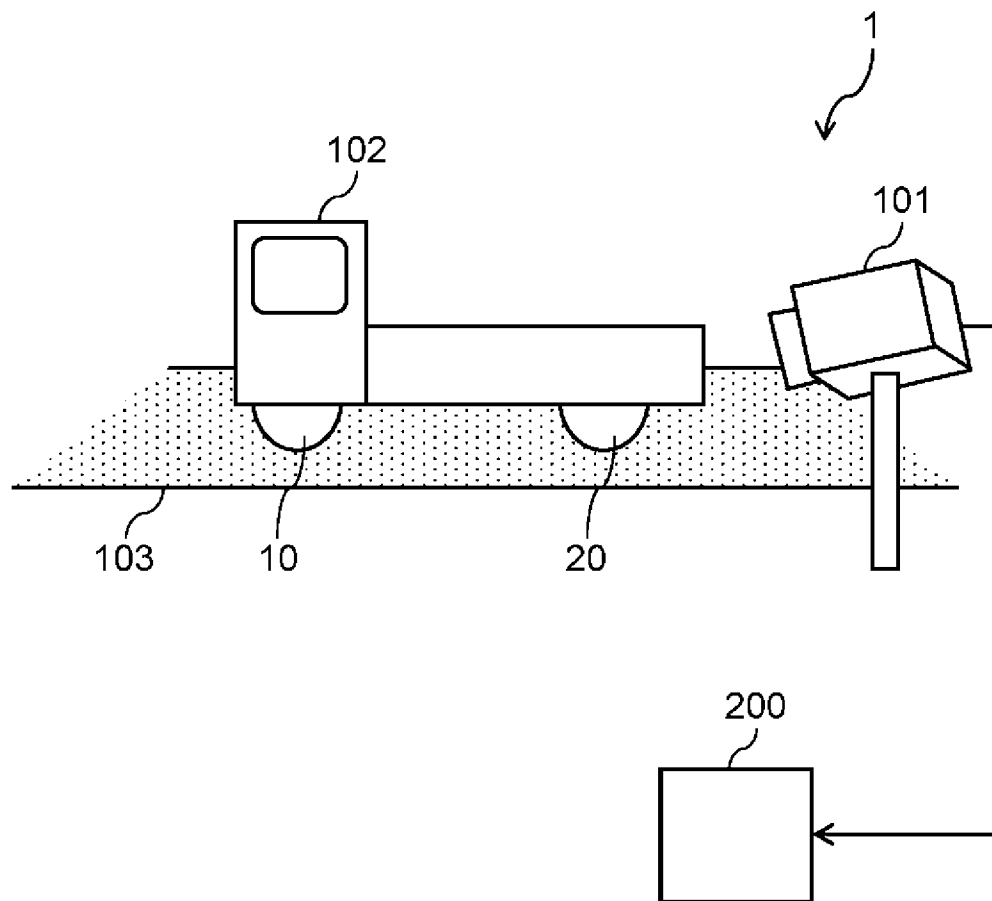
請求項 18 に記載の荷重計測方法。

[請求項20]

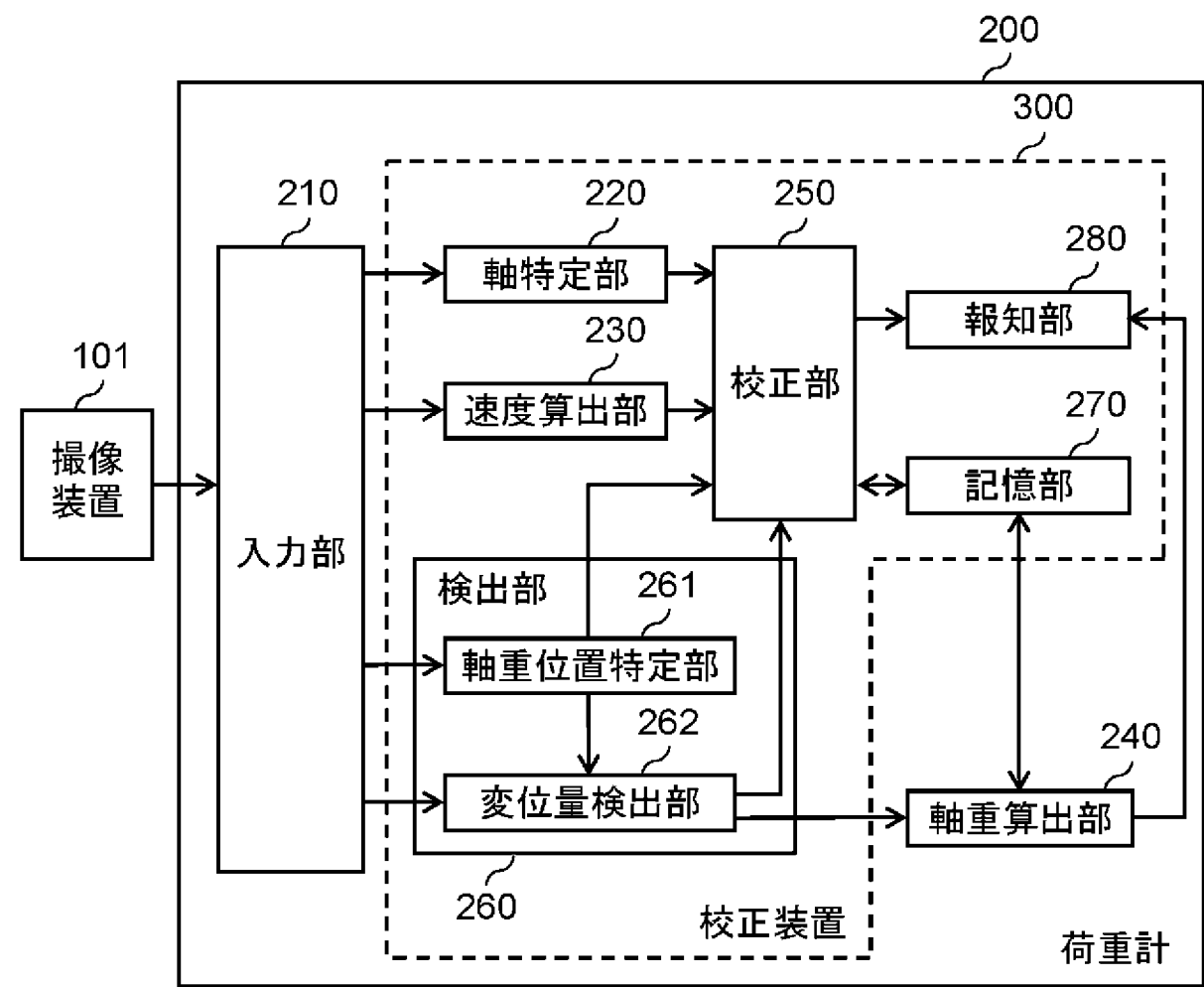
前記検出ステップにおいて検出した前記変位量を集計して、前記変位量のヒストグラムを生成し、前記ヒストグラムの形状に基づいて前記車両の荷重を算出するための変位係数を更新する校正ステップを含む

請求項 18 又は 19 に記載の荷重計測方法。

[図1]



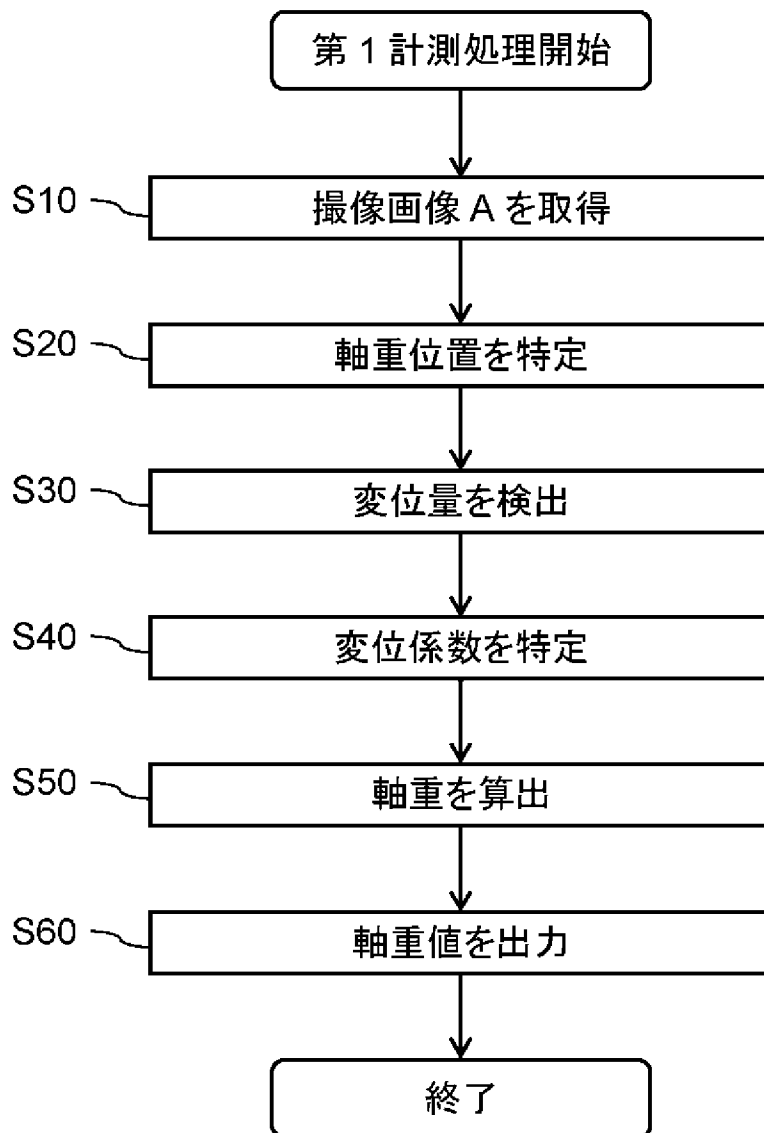
[図2]



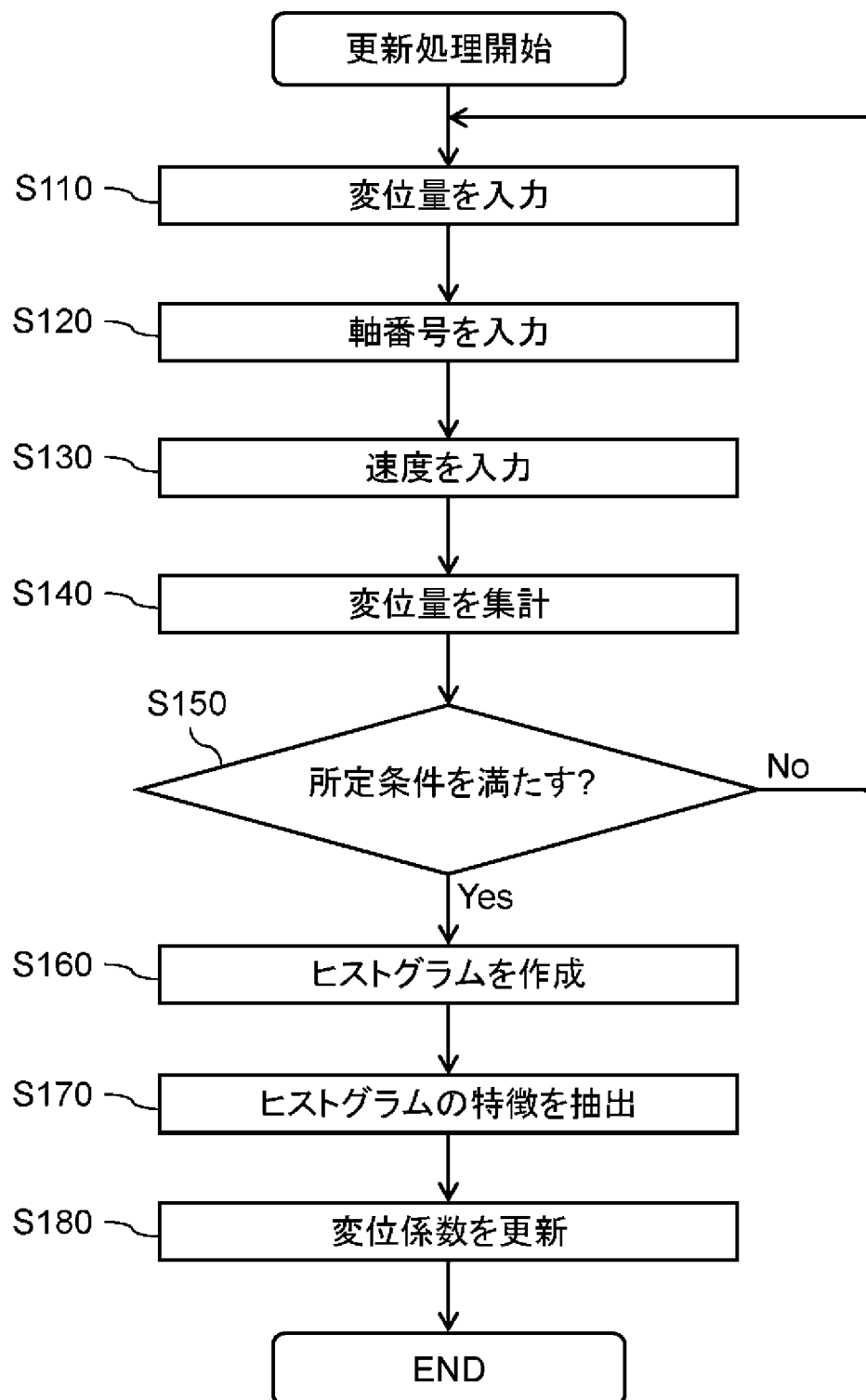
[図3]

$\begin{matrix} Y \\ \backslash \\ X \end{matrix}$	範囲 1 (1~10 ピクセル)	範囲 2 (11~20 ピクセル)	範囲 3 (21~30 ピクセル)	
範囲 1 (1~10 ピクセル)	5	4.5	5	
範囲 2 (11~20 ピクセル)	6	5	5	
範囲 3 (21~30 ピクセル)	4	4	4	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

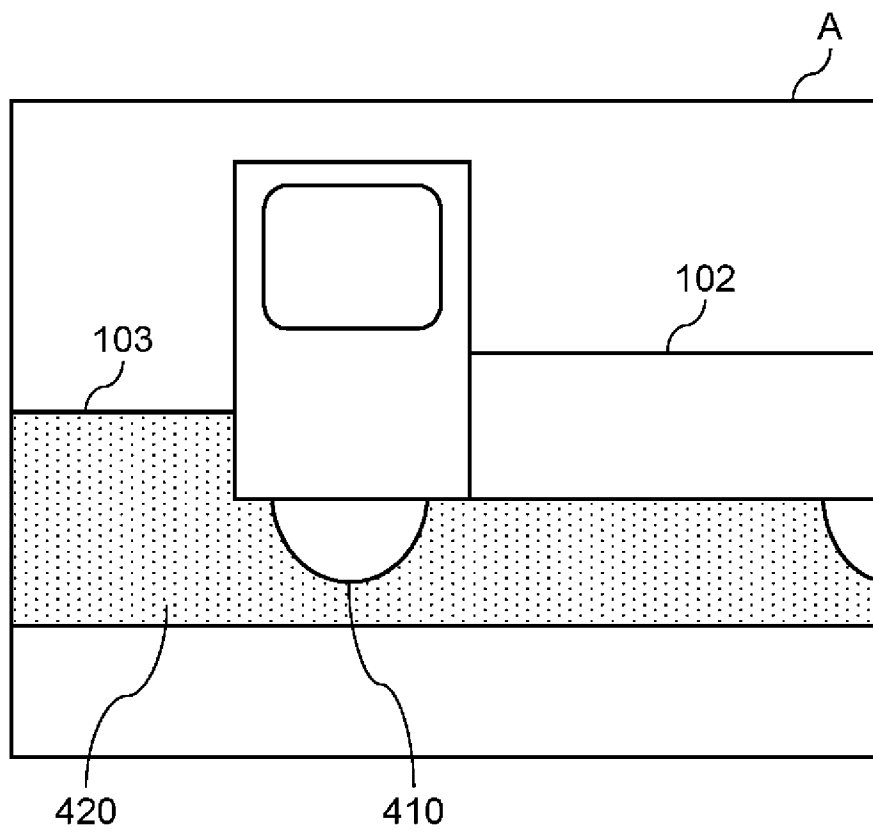
[図4A]



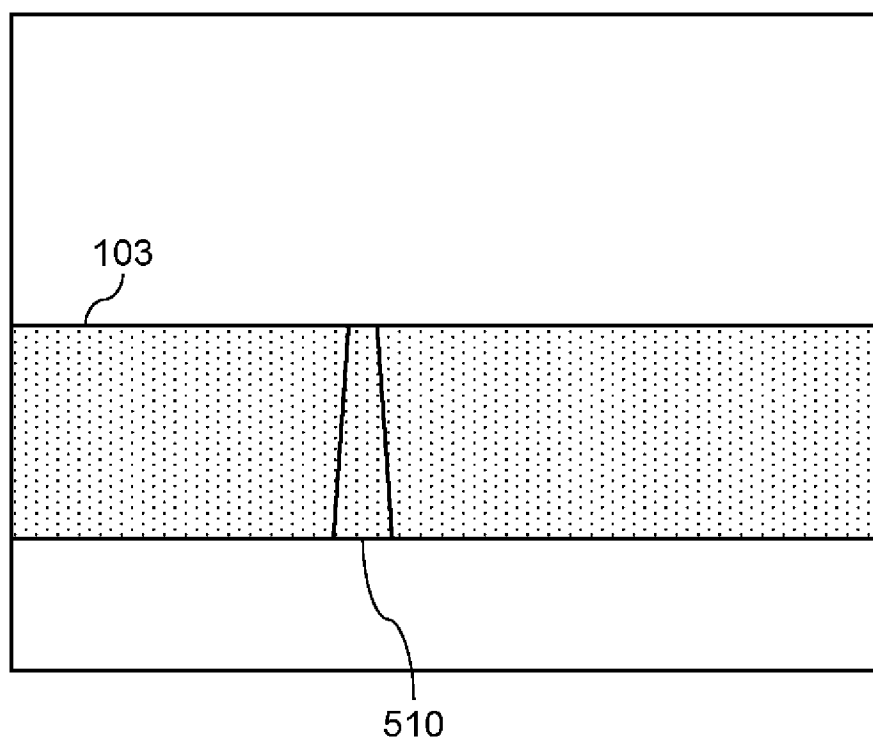
[図4B]



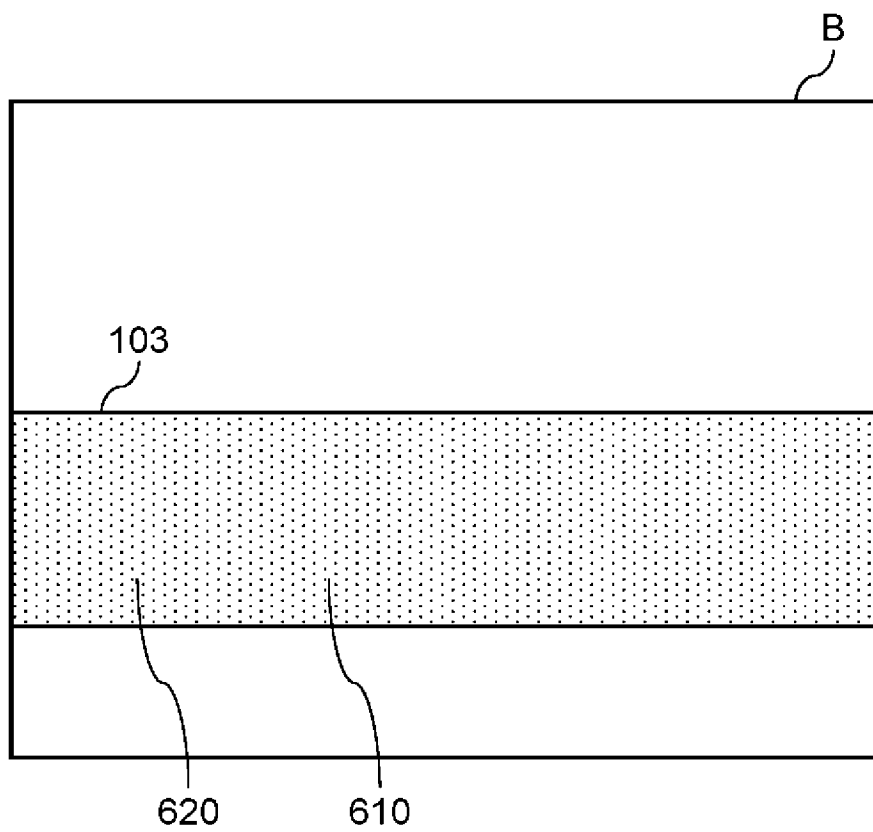
[図5]



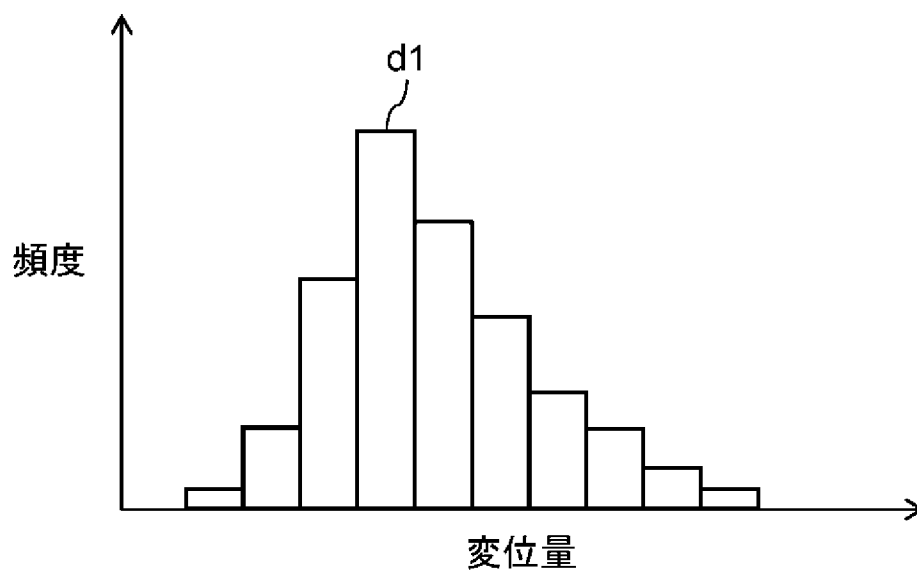
[図6]



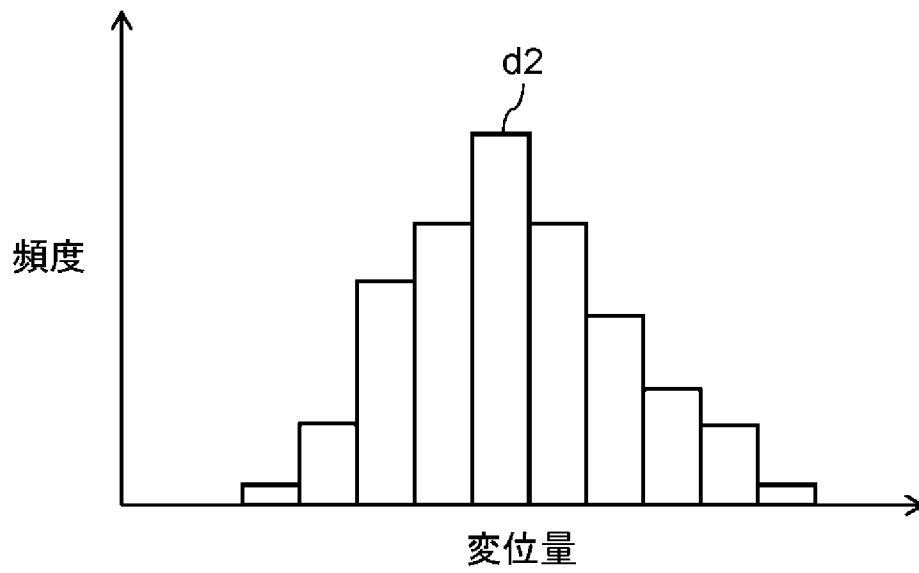
[図7]



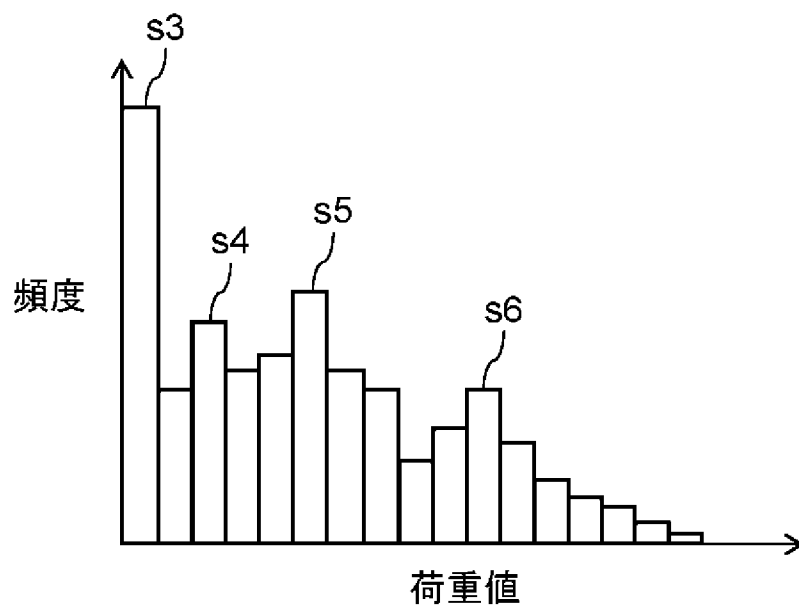
[図8A]



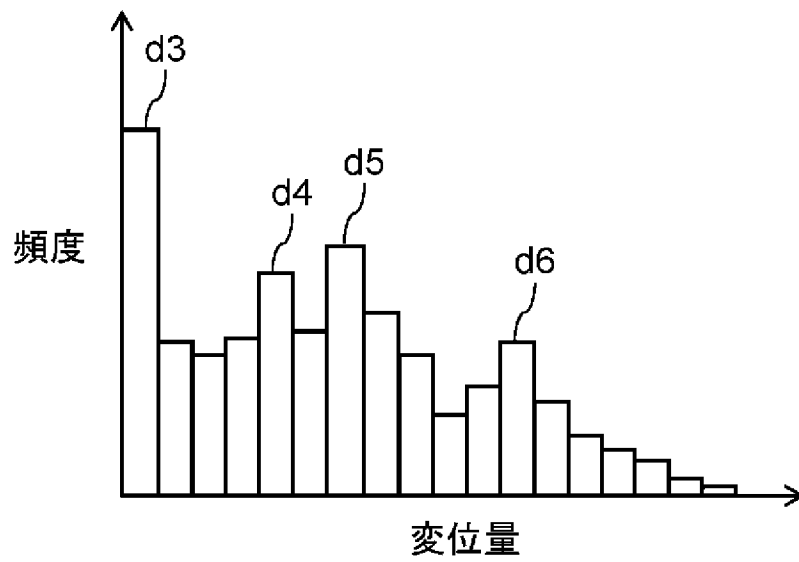
[図8B]



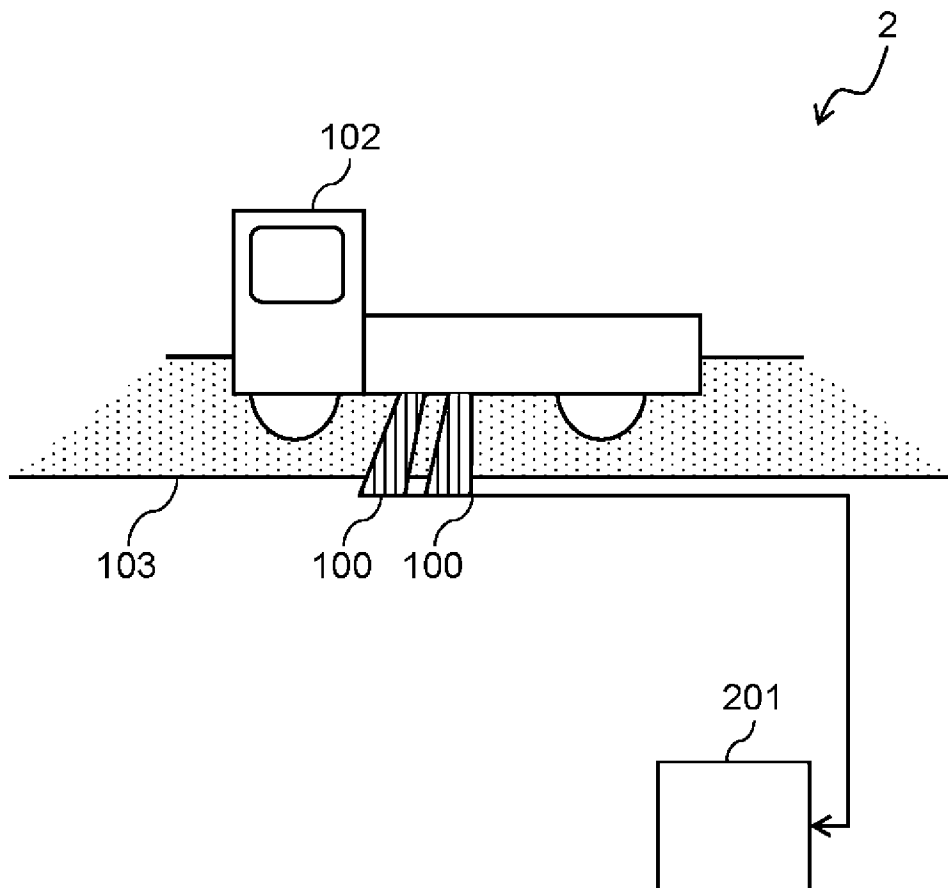
[図8C]



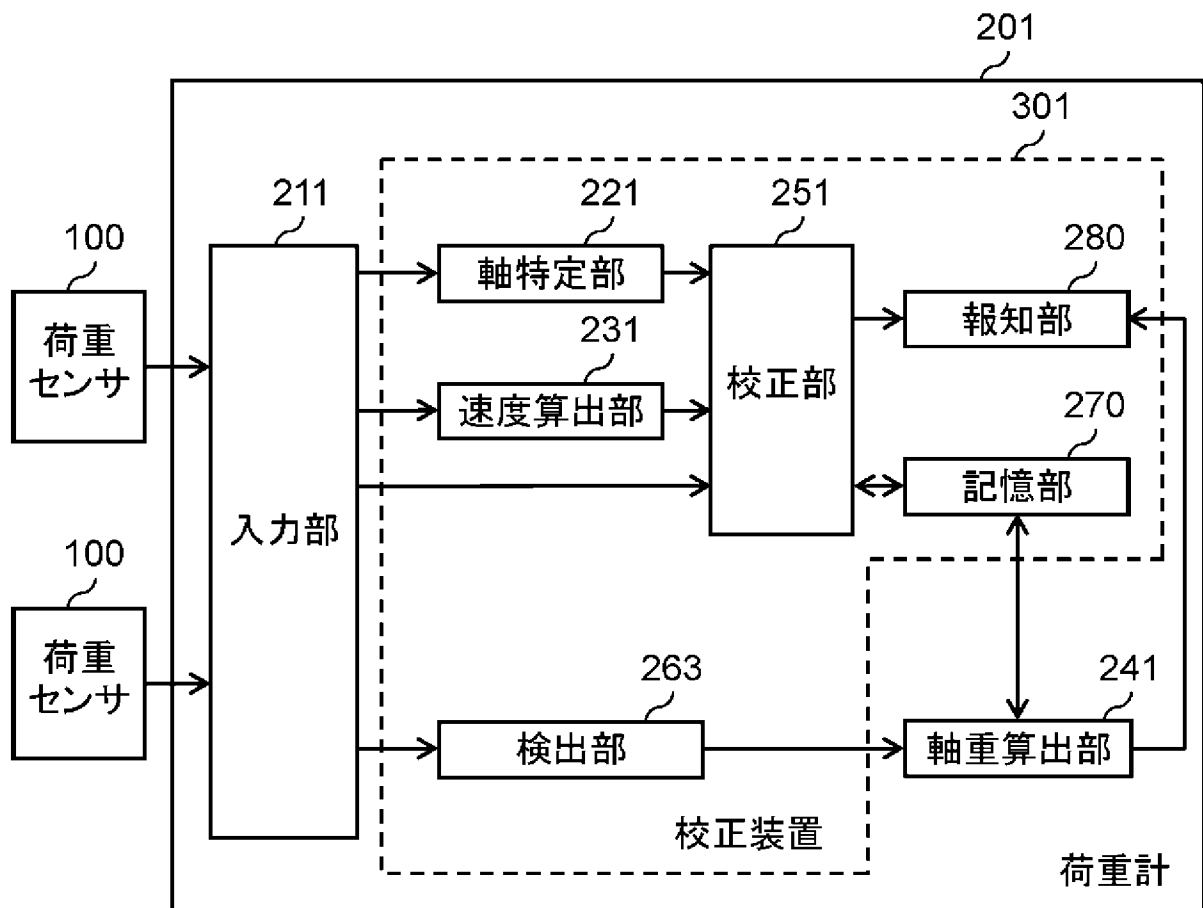
[図8D]



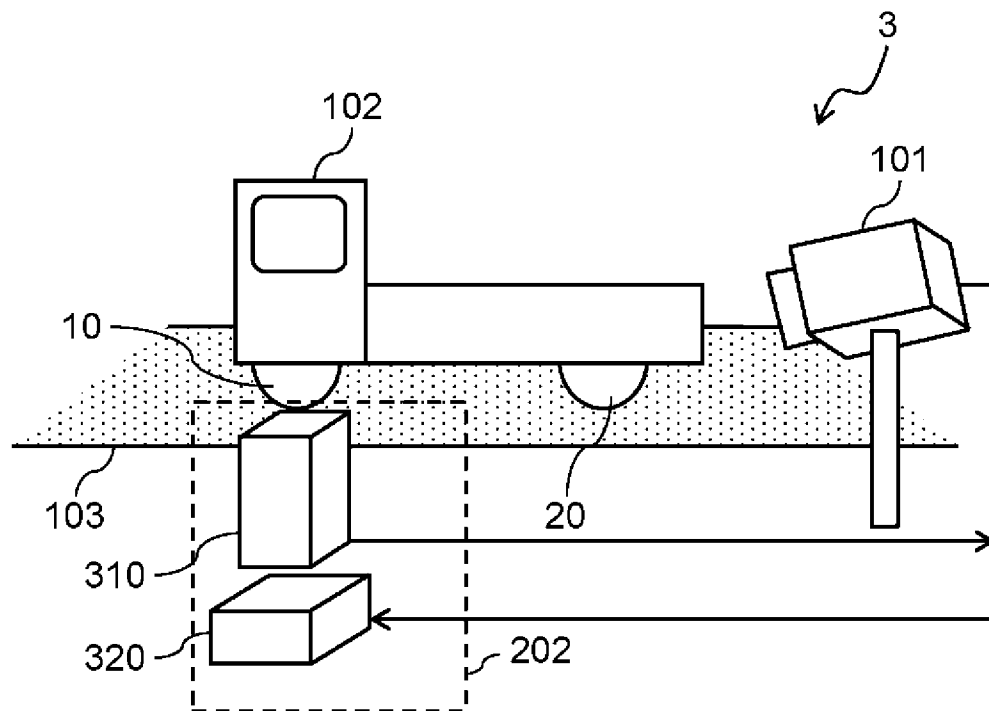
[図9]



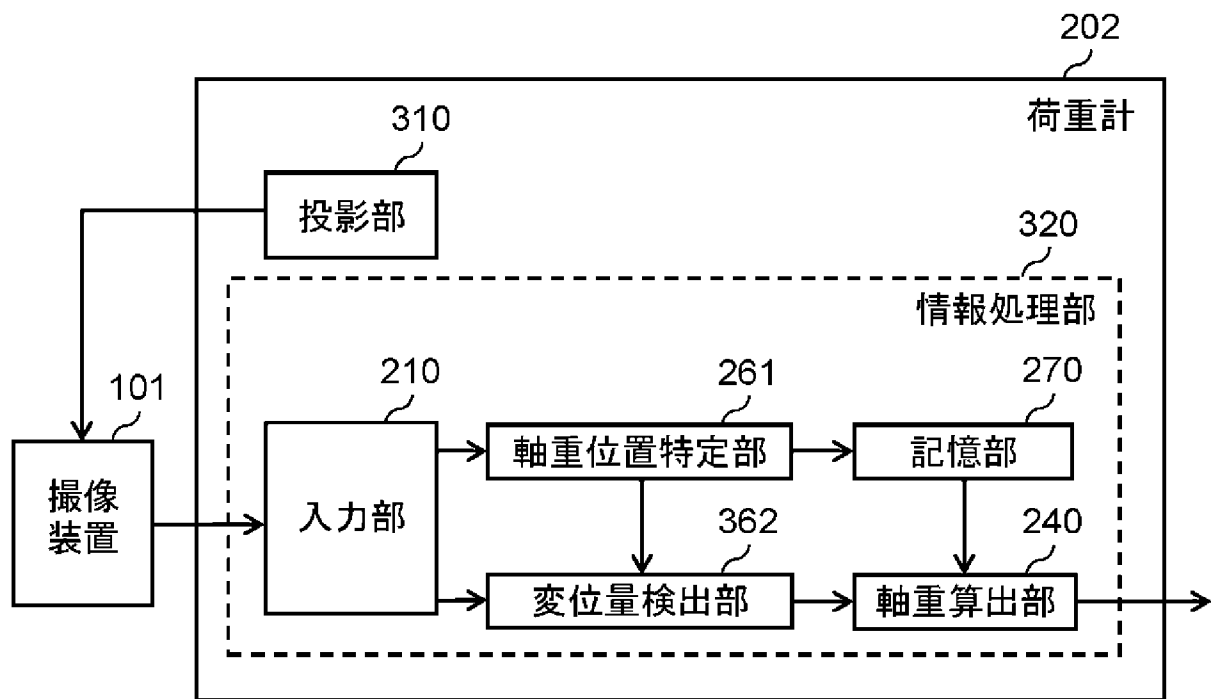
[図10]



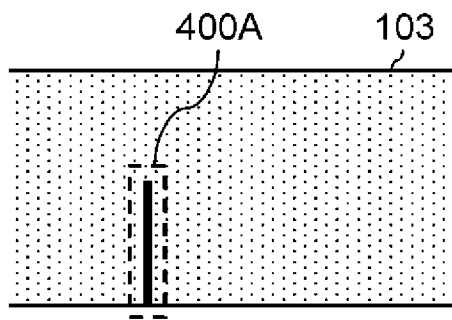
[図11]



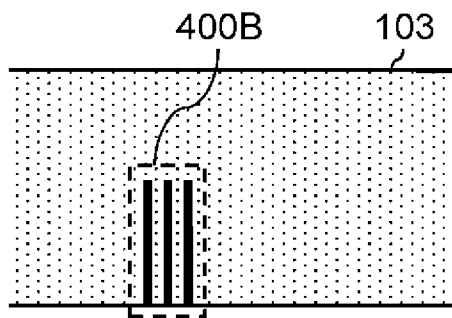
[図12]



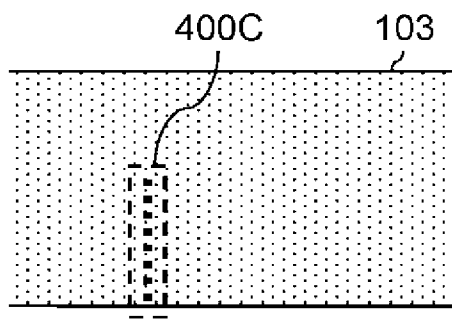
[図13A]



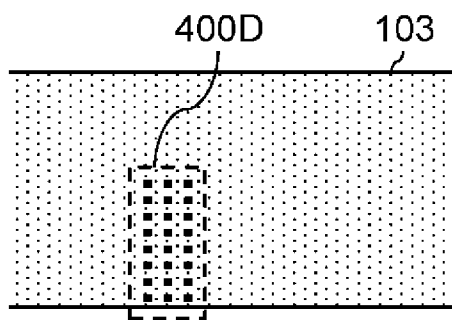
[図13B]



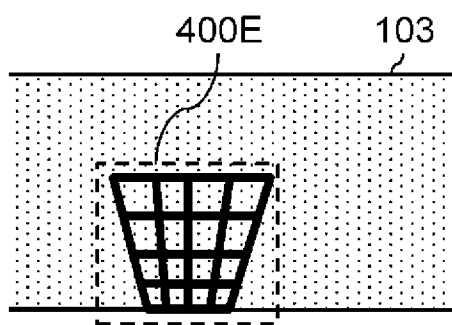
[図13C]



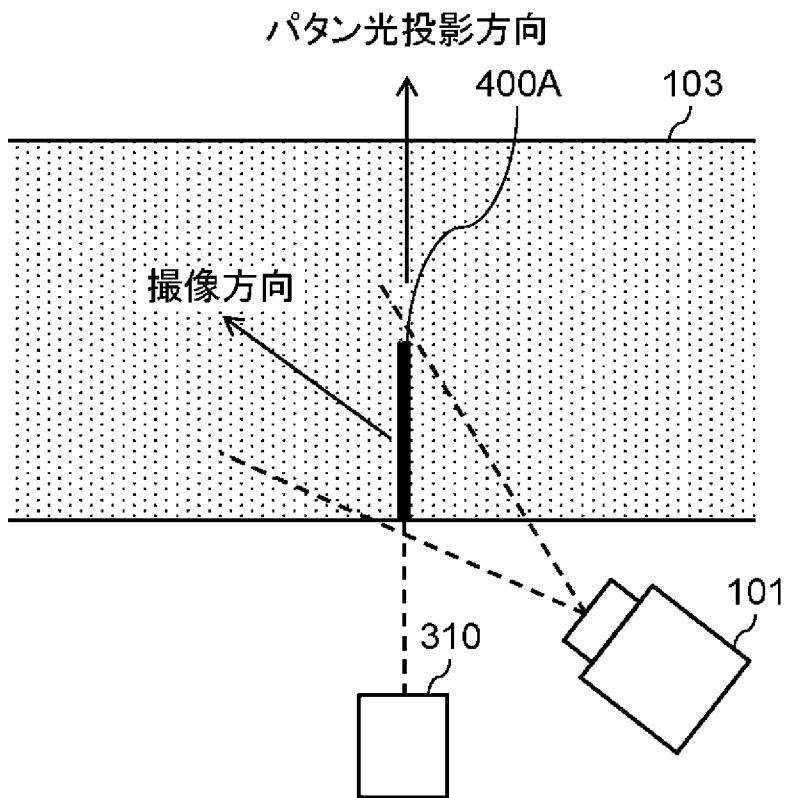
[図13D]



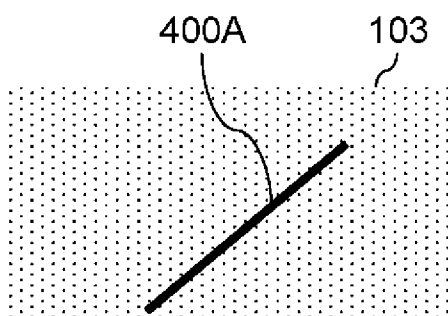
[図13E]



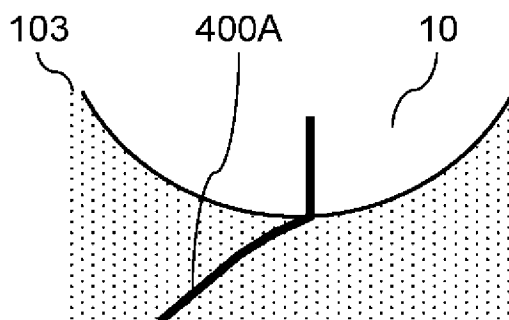
[図14]



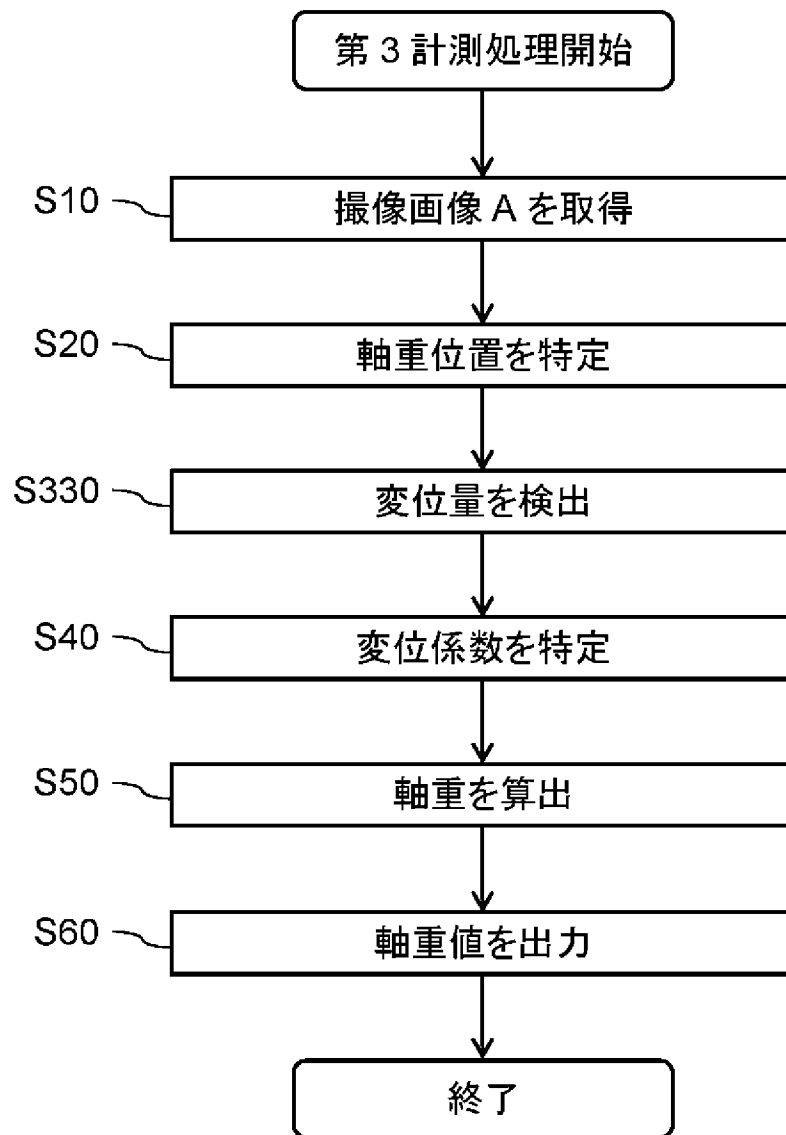
[図15A]



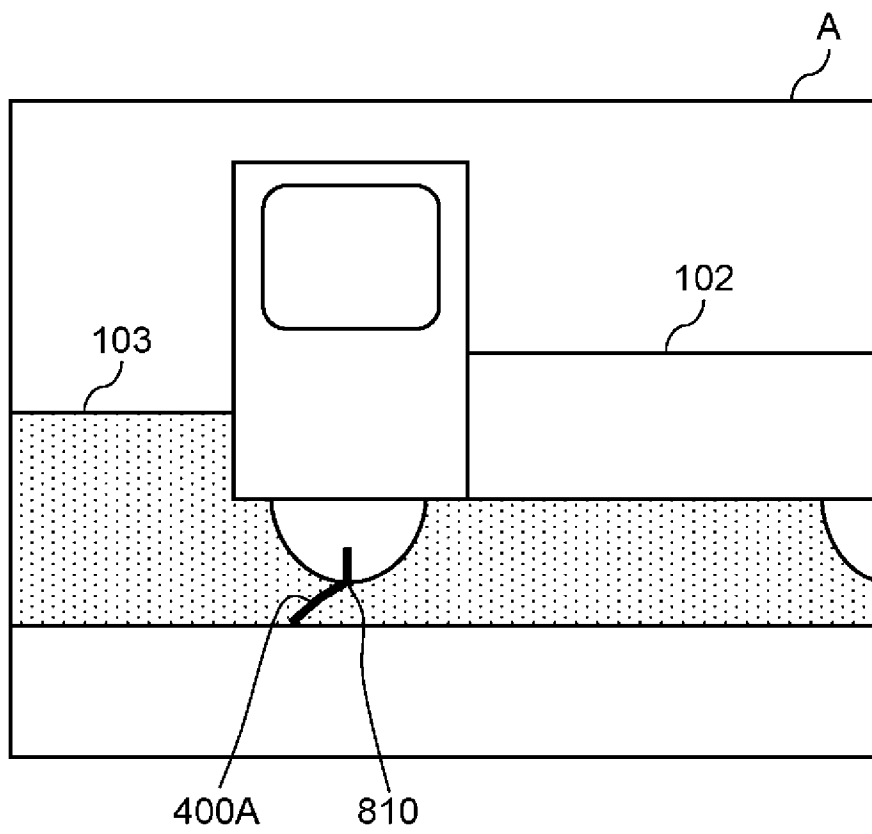
[図15B]



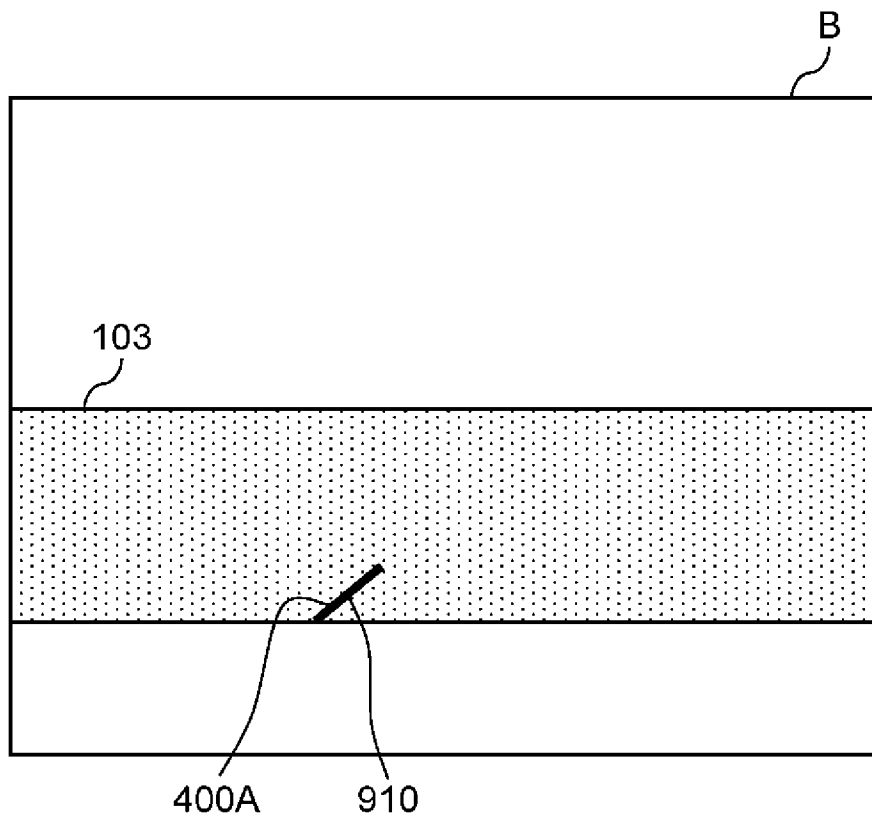
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/001120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. G01G19/03 (2006.01) i, G01G9/00 (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) Int.Cl. G01G19/03, G01G9/00, G01B11/16 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018		
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 A	JP 2005-030786 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 03 February 2005, paragraphs [0001]-[0009], [0018]-[0042], fig. 1-9 (Family: none)	1-2, 5-6, 18-19 3-4, 7-17 20
Y A	WO 2016/047093 A1 (NEC CORP.) 31 March 2016, paragraphs [0002], [0018]-[0023], [0089], fig. 1-2 & US 2017/0307360 A1, paragraphs [0001]-[0002], [0050]-[0055], [0121], fig. 1-2	1-2, 5-6, 18-19 3-4, 7-17, 20
☒ 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 15 March 2018 (15.03.2018)		Date of mailing of the international search report 27 March 2018 (27.03.2018)
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/JP2018/001120

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 8-293090 A (OMRON CORP.) 05 November 1996, paragraphs [0001], [0018]-[0019], fig. 1-2 (Family: none)	2, 5-6, 19 1, 3-4, 7-18, 20
A	JP 10-272907 A (OMRON CORP.) 13 October 1998, entire text, all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 57-080510 A (KOMATSU LTD.) 20 May 1982, entire text, all drawings (Family: none)	1-20
A	US 2012/0212617 A1 (AMERICAN TRAFFIC SOLUTIONS, INC.) 23 August 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-20
A	US 2011/0080307 A1 (NAGY, Oliver) 07 April 2011, entire text, all drawings & EP 2306425 A1 & CN 102030017 A & AU 2010214631 A1 & ES 2371151 T3 & PT 2306425 E	1-20
P, X P, A	JP 2017-058177 A (GOTOH EDUCATIONAL CORPORATION) 23 March 2017, paragraphs [0098]-[0109], [0178]- [0199], fig. 5, 10-11, 15-16 (Family: none)	1, 18 2-17, 19-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01G19/03(2006.01)i, G01G9/00(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. G01G19/03, G01G9/00, G01B11/16

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で利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 A	JP 2005-030786 A（三菱重工業株式会社） 2005.02.03, 段落[0001]-[0009], [0018]-[0042], 図 1-9 (ファミリーなし)	1-2, 5-6, 18-19 3-4, 7-17, 20
Y A	WO 2016/047093 A1（日本電気株式会社） 2016.03.31, 段落[0002], [0018]-[0023], [0089], 図 1-2 & US 2017/0307360 A1, 段落[0001]-[0002], [0050]-[0055], [0121], 図 1-2	1-2, 5-6, 18-19 3-4, 7-17, 20

☒ 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

15.03.2018

国際調査報告の発送日

27.03.2018

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）

細見 斉子

2 F

6000

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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 A	JP 8-293090 A (オムロン株式会社) 1996.11.05, 段落[0001], [0018]-[0019], 図 1-2 (ファミリーなし)	2, 5-6, 19 1, 3-4, 7-18, 20
A	JP 10-272907 A (オムロン株式会社) 1998.10.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 57-080510 A (株式会社小松製作所) 1982.05.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20
A	US 2012/0212617 A1 (AMERICAN TRAFFIC SOLUTIONS, INC.) 2012.08.23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20
A	US 2011/0080307 A1 (NAGY, Oliver) 2011.04.07, 全文, 全図 & EP 2306425 A1 & CN 102030017 A & AU 2010214631 A1 & ES 2371151 T3 & PT 2306425 E	1-20
P, X P, A	JP 2017-058177 A (学校法人五島育英会) 2017.03.23, 段落[0098]-[0109], [0178]-[0199], 図 5, 10-11, 15-16 (ファミリーなし)	1, 18 2-17, 19-20