

(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  
2019年5月23日(23.05.2019)



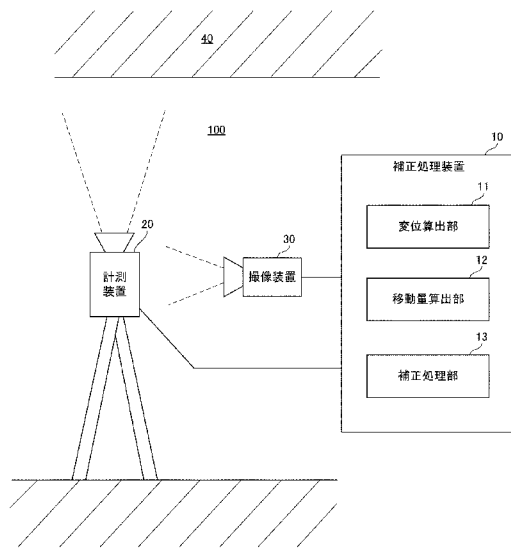
(10) 国際公開番号  
**WO 2019/097577 A1**

- (51) 国際特許分類:  
**G01H 17/00** (2006.01)    **G01M 99/00** (2011.01)  
**G01B 11/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2017/040945
- (22) 国際出願日:                    2017年11月14日(14.11.2017)
- (25) 国際出願の言語:                    日本語
- (26) 国際公開の言語:                    日本語
- (71) 出願人: 日本電気株式会社 (**NEC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中野 学 (**NAKANO, Gaku**); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 村田 一仁 (**MURATA, Kazuhito**); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ブライタス (**BRIGHTAS IP ATTORNEYS**); 〒1040061 東京都中央区銀座1丁目19番12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, 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,

(54) **Title:** MEASUREMENT SYSTEM, CORRECTION PROCESSING DEVICE, CORRECTION PROCESSING METHOD, AND COMPUTER READABLE RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 計測システム、補正処理装置、補正処理方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

[図1]



- 10 Correction processing device
- 11 Displacement calculation unit
- 12 Movement amount calculation unit
- 13 Correction processing unit
- 20 Measuring device
- 30 Imaging device

(57) **Abstract:** A measurement system 100 comprises: a measuring device 20 that measures the vibration of an object 40; an imaging device 30 disposed so as to be able to capture an image of the measuring device 20; and a correction processing device 10. The correction processing device 10 comprises a displacement calculation unit 11 that calculates the displacement of the measuring device 20 from time-series images of the measuring device 20 outputted by the imag-



WO 2019/097577 A1

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.

- (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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

ing device 30; a movement amount calculation unit 12 that, on the basis of the displacement, calculates the amount of movement of the measuring device 20 with the imaging device 30 as a reference; and a correction processing unit 13 that corrects the vibration of the object as measured by the measuring device 20, using the calculated movement amount of the measuring device 20.

(57) 要約 : 計測システム 100 は、対象物 40 の振動を計測する計測装置 20 と、計測装置 20 を撮影するように配置される撮像装置 30 と、補正処理装置 10 とを備える。補正処理装置 10 は、撮像装置 30 から出力されてきた、計測装置 20 の時系列画像から、計測装置 20 の変位を算出する、変位算出部 11 と、変位に基づいて、撮像装置 30 を基準とした計測装置 20 の移動量を算出する、移動量算出部 12 と、算出された計測装置 20 の移動量を用いて、計測装置 20 が計測した対象物の振動を補正する、補正処理部 13 とを備えている。

## 明 細 書

発明の名称：

計測システム、補正処理装置、補正処理方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

### 技術分野

[0001] 本発明は、計測システム、それに用いられる補正処理装置及び補正処理方法に関し、更には、これらを実現するためのプログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

### 背景技術

[0002] 従来から、対象物の機械振動を遠隔から非接触で計測する技術が提案されている。このような技術によれば、振動検出用のセンサの取り付け及び取り外しが不要となり、効率的な振動計測が可能となるため、特に橋梁・道路・建築物・設備などのインフラ構造物の維持管理及び異常検知などの分野でニーズがある。

[0003] 例えば、特許文献1は、撮像装置を用いた振動計測装置を開示している。特許文献1に開示された振動計測装置は、撮像装置から対象物の時系列画像を取得し、取得した時系列画像に対して画像処理を行なって、対象物の振動を計測する。但し、特許文献1に開示された振動計測装置では、画像内の2次元の方向での振動成分しか計測できず、撮像装置の光軸方向の振動成分を計測できないという問題がある。

[0004] これに対して、特許文献2は、撮像装置に加えて、レーザ距離計及び超音波距離計などの距離測定装置を用いた振動計測装置を開示している。特許文献2に開示された振動計測装置によれば、画像内の2次元の方向での振動成分だけでなく、距離測定装置によって撮像装置の光軸方向における振動成分も計測できるため、3次元方向において対象物の振動を計測することができる。

### 先行技術文献

## 特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2003-156389号公報  
特許文献2：特開2005-283440号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0006] ところで、振動計測の対象物がインフラ構造物である場合は、振動計測装置は、インフラ構造物の構造上、振動を受けやすい場所に設置されるので、それ自体が振動してしまうことがある。例えば、対象物が橋梁である場合は、振動計測装置は、橋梁の点検路又は橋梁の構造部材に設置されることがあり、その場合、車輛等が通過して橋梁が揺れると、振動計測装置自体も振動してしまう。そして、振動計測装置自体が振動してしまうと、自身の振動が、対象物の振動に重畳されて観察されるため、対象物の振動成分のみを正確に計測することが困難となる。
- [0007] 本発明の目的の一例は、上記問題を解消し、対象物の振動を計測する計測装置の設置場所が振動を受けやすい場所であっても、対象物の振動を正確に測定し得る、計測システム、補正処理装置、補正処理方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

- [0008] 上記目的を達成するため、本発明の一側面における計測システムは、  
対象物の振動を計測する計測装置と、前記計測装置を撮影するように配置される撮像装置と、補正処理装置とを備え、  
前記補正処理装置は、  
前記撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、変位算出部と、  
前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、移動量算出部と、  
算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記

対象物の振動を補正する、補正処理部と、  
を備えている、  
ことを特徴とする。

[0009] また、上記目的を達成するため、本発明の一側面における補正処理装置は、対象物の振動を計測する計測装置によって計測された振動を補正するための装置であって、

前記計測装置を撮影するように配置された撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、変位算出部と、

前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、移動量算出部と、

算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、補正処理部と、  
を備えている、  
ことを特徴とする。

[0010] また、上記目的を達成するため、本発明の一側面における補正処理方法は、対象物の振動を計測する計測装置によって計測された振動を補正するための方法であって、

(a) 前記計測装置を撮影するように配置された撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、ステップと、

(b) 前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、ステップと、

(b) 算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、ステップと、  
を有する、  
ことを特徴とする。

[0011] 更に、上記目的を達成するため、本発明の一側面におけるコンピュータ読

み取り可能な記録媒体は、対象物の振動を計測する計測装置によって計測された振動をコンピュータによって補正するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記コンピュータに、

(a) 前記計測装置を撮影するように配置された撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、ステップと、

(b) 前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、ステップと、

(c) 算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録していることを特徴とする。

### 発明の効果

[0012] 以上のように本発明によれば、対象物の振動を計測する計測装置の設置場所が振動を受けやすい場所であっても、対象物の振動を正確に測定することができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明の実施の形態における計測システム及び補正処理装置の概略構成を示す構成図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態における計測システムの全体構成をより具体的に示す構成図である。

[図3]図3は、本発明の実施の形態における補正処理装置の構成をより具体的に示すブロック図である。

[図4]図4は、本発明の実施の形態における計測システムを橋梁の振動計測に用いた場合を説明する図である。

[図5]図5は、本発明の実施の形態における補正処理装置の動作を示すフロー図である。

[図6]図6は、本発明の実施の形態における計測システムの変形例1を示す構

成図である。

[図7]図7は、本発明の実施の形態における計測システムの変形例2を示す構成図である。

[図8]図8は、本発明の実施の形態における補正処理装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0014] (実施の形態)

以下、本発明の実施の形態における、計測システム、補正処理装置、補正処理方法、及びプログラムについて、図1～図8を参照しながら説明する。

#### [0015] [装置構成]

最初に、図1を用いて、本実施の形態における、計測システム及び補正処理装置の概略構成について説明する。図1は、本発明の実施の形態における計測システム及び補正処理装置の概略構成を示す構成図である。

[0016] 図1に示す、本実施の形態における計測システム100は、対象物40の振動を計測するためのシステムである。本実施の形態において、対象物40としては、たとえば、橋梁、道路、建築物、設備等のインフラ構造物が挙げられる。

[0017] また、図1に示すように、計測システム100は、計測装置20と、撮像装置30と、補正処理装置10とを備えている。このうち、計測装置20は、対象物40の振動を計測する装置である。撮像装置30は、計測装置20を撮影するように配置されている。

[0018] 補正処理装置10は、変位算出部11と、移動量算出部12と、補正処理部13とを備えている。変位算出部11は、撮像装置30から出力されてきた、計測装置20の時系列画像から、計測装置20の変位を算出する。

[0019] 移動量算出部12は、算出された計測装置20の変位に基づいて、撮像装置30を基準とした計測装置20の移動量を算出する。補正処理部13は、算出された計測装置20の移動量を用いて、計測装置20が計測した対象物40の振動を補正する。

[0020] このように、本実施の形態では、対象物40の振動によって生じた計測装置20の移動量、即ち、計測装置20自体の振動量が算出される。そして、補正により、計測装置20が計測した振動から計測装置20自体の振動量がキャンセルされる。このため、本実施の形態によれば、対象物40の振動を計測する計測装置20の設置場所が振動を受けやすい場所であっても、対象物40の振動を正確に測定することができる。

[0021] 続いて、図2～図4を用いて、本実施の形態における計測システム及び補正処理装置の構成についてより具体的に説明する。図2は、本発明の実施の形態における計測システムの全体構成をより具体的に示す構成図である。図3は、本発明の実施の形態における補正処理装置の構成をより具体的に示すブロック図である。図4は、本発明の実施の形態における計測システムを橋梁の振動計測に用いた場合を説明する図である。

[0022] 図2に示すように、本実施の形態においては、計測システム100は、計測装置及び撮像装置をそれぞれ複数備えている。図2の例では、計測システム100は、計測装置20a及び20bと、撮像装置30a及び30bとを備えている。なお、以下の説明において、いずれかの計測装置を区別しない場合は、単に「計測装置20」と表記し、いずれかの撮像装置を区別しない場合は、単に「撮像装置30」と表記する。

[0023] また、本実施の形態では、対象物40は橋梁であり、計測装置20a及び20bは、橋梁の上部構造、例えば、桁、床版等の下面の所定の領域（以下「計測対象領域」と表記する）における振動を計測している。更に、計測装置20a及び20bそれぞれは、互いに間隔をおいて、対象物40の異なる部位における振動を計測できるように配置されている。

[0024] また、本実施の形態では、計測装置20a及び20bによって計測される振動の方向は、計測対象領域上の直交する2方向と、計測対象領域に対して垂直な方向（法線方向）との3方向に設定されている。

[0025] 更に、計測装置20a及び20bは、3方向の振動を計測するため、計測対象領域を撮影する撮像装置（撮像装置30とは異なる）と、計測装置から

計測対象領域までの距離を測定する距離計とを備えている。そして、計測装置 20 a 及び 20 b は、自身の撮像装置が出力した画像から、計測対象領域上の直交する 2 方向における振動を計測し、距離計によって計測された距離から、計測対象領域の法線方向における振動を計測する。

[0026] また、計測装置 20 a 及び 20 b は、計測した 3 方向の振動を特定する振動データを、補正処理装置 10 に入力する。なお、本実施の形態では、計測装置 20 a 及び 20 b の構成は、図 2 に示した構成に限定されない。計測装置 20 a 及び 20 b は、撮像装置（撮像装置 30 とは異なる）のみで構成されていても良い。この場合、計測装置 20 a 及び 20 b は、それぞれが備える撮像装置で撮影された画像から、3 方向の振動を特定する。

[0027] また、図 2 に示すように、本実施の形態では、撮像装置 30 a は、計測装置 20 a に対応し、対応する計測装置 20 b に、別の計測装置 20 a を撮影できるように固定されている。同様に、撮像装置 30 b は、計測装置 20 b に対応し、対応する計測装置 20 b に、別の計測装置 20 a を撮影するように固定されている。

[0028] このような構成により、本実施の形態では、図 3 に示すように、補正処理装置 10 において、変位算出部 11 は、撮像装置 30 毎に、各撮像装置 30 が撮影している計測装置 20 の時系列画像から、計測装置 20 の変位を算出する。また、移動量算出部 12 は、計測装置 20 毎に、各計測装置 20 について算出された変位に基づいて、それを撮影した撮像装置 30 を基準とした各計測装置 20 の移動量を算出する。更に、補正処理部 13 は、計測装置 20 毎に、算出された各計測装置 20 の移動量を用いて、その計測装置 20 が計測した対象物 40 の振動を補正する。

[0029] 続いて、上述した図 3 を用いて、補正処理装置 10 における処理について以下に具体的に説明する。まず、補正処理装置 10 において、変位算出部 11 は、撮像装置 30 毎に、それが出力する時系列画像を取得し、任意の時刻に撮像された画像を基準画像とし、それ以外を処理画像とする。そして、変位算出部 11 は、処理画像毎に基準画像上の少なくとも 1 つ以上の特定の領

域（以下「特定領域」と表記する）に対して変位を算出する。

[0030] 具体的には、変位算出部11は、まず、処理画像上の特定領域と基準画像上の特定領域とを対比して、処理画像において、基準画像の特定領域に最も類似している領域の位置を特定して、特定領域の変位 ( $d_{1x}$ 、 $d_{1y}$ ) を算出する。類似している領域の位置の特定手法としては、例えば、SAD (Sum of Squared Difference)、SSD (Sum of Absolute Difference)、NCC (Normalized Cross-Correlation)、ZNCC (Zero-means Normalized Cross-Correlation) 等の類似度相関関数を用いて、最も相関が高い位置（座標）を探索する手法が挙げられる。

[0031] また、最も類似している領域の位置特定においては、最も相関が高い位置（座標）と、その位置（座標）の前後左右の位置（座標）における領域の類似度相関関数を利用し、この算出した類似度相関関数を用いて、直線フィッティング、曲線フィッティング、パラボラフィッティングなどの手法を適用しても良い。これにより、より精度良く、サブピクセル精度で類似している領域の位置（座標）を算出できることになる。

[0032] 次いで、変位算出部11は、特定領域の法線方向の変位  $d_{1z}$  を算出するため、基準画像を予め定められた倍率で拡大又は縮小することによって画像群（以下「基準画像群」と表記する）を作成する。このとき、変位算出部11は、先に算出した変位 ( $d_{1x}$ 、 $d_{1y}$ ) に基づいて、基準画像群を構成する各画像の拡大又は縮小の中心位置を設定して、基準画像群を作成する。

[0033] 続いて、変位算出部11は、処理画像の特定領域に対応する領域と基準画像群を構成する各画像の特定領域との類似度を算出する。このときの類似度の算出は、例えば、SAD、SSD、NCC、ZNCC等の先に述べた類似度相関関数を用いて行なうことができる。そして、変位算出部11は、基準画像群を構成する画像の中から最も類似度が高い画像、即ち、相関が高い画像を特定し、特定した画像の拡大率又は縮小率（以下「倍率」と表記する）を、特定領域の法線方向の変位を示す量 ( $d_{1z}$ ) として算出する。

[0034] また、変位算出部11は、最も類似度が高い画像を特定した後、基準画像

群の中から、特定した画像の前後の倍率の画像を選択し、特定した画像と選択した画像との類似度相関関数を算出し、算出した類似度相関関数を用いて、直線フィッティング、曲線フィッティングなどの手法を適用して、法線方向の変位を示す量 ( $d_1 z$ ) となる倍率を算出することもできる。これにより、より精度良く、法線方向の変位を示す量として、倍率 ( $d_1 z$ ) を算出できることになる。このようにして処理画像毎の変位 ( $d_1 x$ 、 $d_1 y$ )、および法線方向の変位を示す量として倍率 ( $d_1 z$ ) を算出する。

[0035] また、変位算出部 11 は、変位の精度を高めるため、上述の処理を複数回実行することができる。具体的には、変位算出部 11 は、先に算出した倍率  $d_1 z$  の影響を考慮して、基準画像群を構成する画像の中から、倍率  $d_1 z$  に対応する画像を選択し、選択した画像を新たな基準画像とする。次いで、変位算出部 11 は、処理画像と新たな基準画像上の特定の領域とを対比して、処理画像において、新たな基準画像の特定の領域に最も類似している領域を特定し、その位置を求めて、特定の領域の変位 ( $d_2 x$ 、 $d_2 y$ ) を検出する。

[0036] 次いで、変位算出部 11 は、新たに検出した変位 ( $d_2 x$ 、 $d_2 y$ ) に基づいて、基準画像群を構成する各画像の拡大又は縮小の中心位置を設定し、新たな基準画像群を作成する。そして、変位算出部 11 は、処理画像の特定領域に対応する領域と新たな基準画像群を構成する各画像の特定領域との類似度を算出し、新たな基準画像群を構成する画像の中から最も類似度が高い画像を特定する。その後、変位算出部 11 は、特定した画像の倍率を、特定領域の法線方向の変位を示す量 ( $d_2 z$ ) として算出する。

[0037] このように、1 回目の処理では、法線方向の変位を示す倍率である  $d_1 z$  が考慮されていない状態で、変位 ( $d_1 x$ 、 $d_1 y$ ) が算出されているのに対して、2 回目の処理では、倍率  $d_1 z$  が考慮された状態で、変位 ( $d_2 x$ 、 $d_2 y$ ) が算出される。このため、2 回目の処理で算出された変位 ( $d_2 x$ 、 $d_2 y$ ) の方が、変位の算出する精度が向上することになる。また、同様な処理を複数回実行する場合は、変位の精度が向上することになる。

- [0038] なお、上述の例では、処理の繰り返し回数は2回であるが、特に限定されるものではない。繰り返しの回数は、予め設定された回数であっても良いし、結果に応じて適宜設定されても良い。また、算出された変位の値が閾値に到達するまで繰り返される態様であっても良い。
- [0039] また、以降の説明では、ある処理画像において最終的に得られる変位として、変位 ( $d n x$ 、 $d n y$ )、および法線方向の変位を示す量として倍率 ( $d n z$ ) と表記する。時系列画像に対して同様に変位を算出した結果は、時間変化する値として扱うことができるため、それぞれ変位 ( $d n x (t)$ 、 $d n y (t)$ )、および倍率 ( $d n z (t)$ ) と表記する。
- [0040] 移動量算出部12は、変位算出部11で算出された各計測装置における、変位 ( $d n x (t)$ 、 $d n y (t)$ ) 及び倍率 ( $d n z (t)$ ) と、撮像装置における撮影情報とから、撮像装置を基準とした計測装置の移動量を算出する。撮像装置の撮影情報としては、固体撮像素子の1画素のサイズ、画素数、レンズの焦点距離、レンズの主点から計測装置までの距離、撮影フレームレート等が挙げられる。
- [0041] 具体的には、移動量算出部12は、図4の例であれば、振動計測装置における、計測対象領域に対して垂直な方向（法線方向）の移動量と、橋梁の幅方向における移動量とを、変位 ( $d n x (t)$ 、 $d n y (t)$ ) から算出する。また、移動量算出部12は、振動計測装置における、橋梁の長手方向における移動量を、倍率 ( $d n z (t)$ ) から算出する。また、移動量算出部12は、時系列画像を構成するフレーム毎に移動量を算出するため、各移動量は、フレームレートの逆数をサンプリング間隔とした振動情報として扱うことができる。
- [0042] 補正処理部13は、計測装置20a及び20bそれぞれ毎に、計測された対象物40の振動と、移動量算出部12で算出した移動量とを用いて、計測された振動を補正する。
- [0043] ここで、図4を用いて、本実施の形態における計測システム100の具体的な適用例について説明する。図4に示すように、対象物40が橋梁である

場合は、図4に示すように、計測装置20a及び20bは、橋梁である対象物40の長手方向に沿って、間隔をおいて配置される。また、計測装置20a及び20bは、それぞれ、橋梁の床版の下面の異なる部位における振動を計測する。

[0044] この場合、補正処理装置10において、補正処理部13は、橋梁の全体渡って取り付けられたセンサ又はスイッチ等によって、橋梁の荷重が加えられている箇所を特定でき、よって、特定した箇所に最も近い部位の振動を計測している計測装置20aを特定する。

[0045] 次に、補正処理部13は、特定した計測装置20aが計測した振動を、これを撮影している撮像装置30bから出力される時系列画像を用いて補正する。図4の例では、計測装置20aの計測対象領域の上で加重が加えられているので、補正処理部13は、計測装置20aによって計測された振動を、撮像装置30bから出力された時系列画像を用いて補正する。

[0046] このように、図4の例によれば、対象物40である橋梁の振動を箇所毎に正確に測定することができる。また、図4の例においては、計測装置20a及び20bの2つの計測装置しか例示されていないが、本実施の形態において、計測装置の数は特に限定されない。本実施の形態では、計測装置の数は、対象物の大きさに合わせて適宜設定される。また、この場合、撮像装置30の数も適宜設定される。

[0047] [装置動作]

次に、本発明の実施の形態における計測システム100及び補正処理装置10の動作について図5を用いて説明する。図5は、本発明の実施の形態における補正処理装置の動作を示すフロー図である。以下の説明においては、適宜図1を参照する。また、本実施の形態では、補正処理装置10を動作させることによって、補正処理方法が実施される。よって、本実施の形態における補正処理方法の説明は、以下の補正処理装置の動作説明に代える。

[0048] 図5に示すように、最初に、補正処理装置10において、補正処理部13は、対象物40である橋梁に設置されているセンサから、橋梁の荷重が加え

られている箇所を特定し、特定した箇所に最も近い部位の振動を計測している計測装置20を特定する（ステップA1）。

[0049] 次に、変位算出部11は、ステップA1で特定した計測装置20を撮影している撮像装置30を特定し、特定した撮像装置が出力する時系列画像の画像データを取得する（ステップA2）。具体的には、撮像装置30は、設定されたフレームレートで画像データを出力しているので、変位算出部11は、所定の期間となるまで、又は所定のフレーム数に到達するため、時系列画像の画像データを取得する。

[0050] 次に、変位算出部11は、取得した時系列画像のうち、任意の時刻に撮像された1枚の画像を基準画像とし、それ以外を処理画像とし、両者を対比することによって、画像の水平方向（X方向）における特定領域の変位と、画像の垂直方向（Y方向）における特定領域の変位とを算出する（ステップA3）。このとき算出される変位は、画像の水平方向及び垂直方向に対応する方向における、計測装置20を撮影している撮像装置30を基準とした、この計測装置20の変位に該当する。

[0051] 具体的には、ステップA2では、上述したように、変位算出部11は、処理画像と基準画像上の特定の領域とを対比して、処理画像において、基準画像の特定の領域に最も類似している領域の位置を特定する。類似している領域の位置の特定手法としては、例えば、SAD（Sum of Squared Difference）、SSD（Sum of Absolute Difference）、NCC（Normalized Cross-Correlation）、ZNCC（Zero-means Normalized Cross-Correlation）等の類似度相関関数を用いて、最も相関が高い位置（座標）を探索する手法が挙げられる。

[0052] また、変位算出部11は、算出精度を高めるため、必要に応じて、最も類似度が高い位置の前後左右の位置における類似度相関関数を用いて、直線フィッティング、曲線フィッティング、パラボラフィッティングなどの手法を適用することもできる。このようにして得られた位置が、画像の水平方向及び垂直方向に対応する、撮像装置30に対する計測装置20の変位（ $d_{1x}$

、 $d1y$ )として算出される。

[0053] 次に、変位算出部11は、処理画像、基準画像、およびステップA3で算出した計測装置20の変位( $d1x$ 、 $d1y$ )を用いて、計測対象領域の法線方向(Z方向)の変位を示す倍率 $d1z$ を算出する(ステップA4)。

[0054] 具体的には、ステップA3では、上述したように、変位算出部11は、基準画像を予め定められた倍率で拡大又は縮小することによって基準画像群を作成し、処理画像の特定領域に対応する領域と、基準画像群を構成する各画像の特定領域との類似度を算出する。このときの類似度の算出は、例えば、SAD、SSD、NCC、ZNCC等の先に述べた類似度相関関数を用いて行なうことができる。

[0055] そして、変位算出部11は、基準画像群を構成する画像の中から最も類似度が高い画像、即ち、相関が高い画像を特定し、特定した画像の倍率を、特定領域の法線方向の変位の量を示す倍率( $d1z$ )として算出する。

[0056] 更に、変位算出部11は、必要に応じて、最も類似度が高い画像の前後の倍率の画像における類似度相関関数を算出し、それらを用いて、直線・曲線フィッティングなどの手法を用いて精度よく倍率を算出してもよい。この処理の結果、得られた倍率を、計測装置20の特定領域の法線方向の変位を示す倍率( $d1z$ )として算出する。また、これらのステップA3及びA4の処理は2回以上繰り返し行われてもよい。

[0057] 次に、移動量算出部12は、ステップA3で算出した水平方向および垂直方向の変位( $d1x$ 、 $d1y$ )と、ステップA4で算出した倍率 $d1z$ と、撮像装置30の撮影情報とを用いて、計測装置20の実際の移動量を算出する(ステップA5)。

[0058] 具体的には、撮像装置30の固体撮像素子の1画素のサイズ(1画素当りのピッチ)を $d$  [mm]、レンズの焦点距離を $f$  [mm]、レンズの主点から計測装置20までの距離を $L$  [mm]、撮影フレームレートをFPS [fps]とする。この場合、撮影画像上での1画素のサイズ $D$  [mm/pixel]は、下記の数1によって算出される。

[0059] (数1)

$$D = d \times (L / f)$$

[0060] ここで、ステップA3で算出された変位が $d_n x$  [pixel]、 $d_n y$  [pixel]、ステップA4で算出された倍率が $d_n z$  [倍率]であるとする。この場合、移動量算出部12は、以下の数2～数4によって、撮像装置30に対する計測装置20の実際の移動量 [mm] を算出する。ここで、時系列画像の水平方向に対応する計測装置20の移動方向を「面内水平方向」とし、時系列画像の垂直方向に対応する計測装置20の移動方向を「面内垂直方向」とする。

[0061] (数2)

$$\text{計測装置の面内水平方向の実際の移動量 [mm]} = d_n x \times D$$

[0062] (数3)

$$\text{計測装置の面内垂直方向の実際の移動量 [mm]} = d_n y \times D$$

[0063] (数4)

$$\text{計測装置の法線方向の実際の移動量 [mm]} = (1 / d_n z - 1) \times L$$

[0064] また、時系列画像から算出した変位及び倍率に対して、移動量を算出する場合、データとしては、撮影フレームレートの逆数 ( $1 / FPS$ ) の時間間隔毎に移動量が得られることとなる。そのため、得られたデータは、撮影フレームレートの逆数をサンプリング間隔とした振動情報として扱うことができる。

[0065] 次に、補正処理部13は、計測装置20から取得した振動データで特定される振動を、ステップA5で得られた移動量を用いて、撮像装置30を基準とした対象物40の振動に補正する(ステップA6)。また、補正処理部13は、補正後の振動を特定するデータを出力する。

[0066] 具体的には、補正処理部13は、計測装置20から振動データを取得し、取得した振動データから、撮像装置30を基準とした計測対象領域の移動量を特定する。そして、補正処理部13は、特定した移動量から、ステップA5で算出した計測装置20の移動量を減算することによって、対象物40の

振動を算出する。

[0067] [実施の形態における効果]

以上のように本実施の形態では、計測装置 20 が計測した振動の値は、振動の影響を受けていない撮像装置 30 を基準とした値に補正される。従って、計測装置 20 の設置場所が振動を受けやすい場所であっても、対象物 40 の振動を正確に測定することが可能となる。また、本実施の形態では、振動は、3 方向において補正されているが、これに限定されず、1 方向のみにおいて補正されていても良い。

[0068] [変形例 1]

以下に、本実施の形態の変形例 1 について図 6 を用いて説明する。図 6 は、本発明の実施の形態における計測システムの変形例 1 を示す構成図である。図 1 ~ 図 5 に示した例では、計測装置 20 毎に、1 つの撮像装置 30 が利用されているが、本実施の形態は、この態様に限定されず、例えば、複数の計測装置 20 が一つの撮像装置 30 によって撮影されている態様であっても良い。

[0069] 図 6 に示すように、本変形例 1 では、計測装置 20 a 及び 20 b は、1 台の撮像装置 30 によって撮影されている。撮像装置 30 は、広角レンズを備え、一度に 2 台の計測装置を撮影できるように配置されていても良いし、撮影方向の変更が可能な回転テーブル等を備え、2 台の計測装置 20 a 及び 20 b を交互に撮影できるように構成されていても良い。但し、撮像装置 30 は、対象物 40 の振動の影響を受けない場所に設置されているとする。

[0070] 図 6 に示す本変形例 1 においても、撮像装置 30 からの時系列画像によって、計測装置 20 自体の振動量を算出できるので、補正により、計測装置 20 が計測した振動から計測装置 20 自体の振動量をキャンセルできる。このため、本変形例 1 を採用することによっても、計測装置 20 の設置場所が振動を受けやすい場所において、対象物 40 の振動を正確に測定することができる。

[0071] [変形例 2]

続いて、本実施の形態の変形例 2 について図 7 を用いて説明する。図 7 は、本発明の実施の形態における計測システムの変形例 2 を示す構成図である。なお、図 7 においては、計測装置 20 及び撮像装置 30 は、側面から見た状態ではなく、上面から見た状態で示されている。また、図 7 においては、対象物 40 の外形のみが破線で示されている。本変形例 2 においても、変形例 1 と同様に、一台の撮像装置 30 は、2 台の計測装置を撮影している。

[0072] 図 7 に示すように、本変形例 2 では、複数の計測装置 20 が、対象物 40 である橋梁の長手方向に沿って二列となり、且つ、一方の列の計測装置 20 と他方の列の 2 つの計測装置 20 とが、共通の正三角形の頂点に位置するように、配置されている。

[0073] また、複数の撮像装置 30 それぞれは、対応する計測装置 20 に固定されている。但し、各撮像装置 30 は、対応する計測装置 20 が位置する列とは別の列に位置している、2 つの計測装置 20 を撮影するように、対応する計測装置 20 に固定されている。

[0074] 図 7 に示す本変形例 2 においても、撮像装置 30 からの時系列画像によって、計測装置 20 自体の振動量を算出できるので、補正により、計測装置 20 が計測した振動から計測装置 20 自体の振動量をキャンセルできる。このため、本変形例 2 を採用することによっても、計測装置 20 の設置場所が振動を受けやすい場所において、対象物 40 の振動を正確に測定することができる。

[0075] [プログラム]

本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図 5 に示すステップ A1～A6 を実行させるプログラムであれば良い。このプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態における補正処理装置 10 と補正処理方法とを実現することができる。この場合、コンピュータの CPU (Central Processing Unit) は、変位算出部 11、移動量算出部 12、及び補正処理部 13 として機能し、処理を行なう。

[0076] また、本実施の形態におけるプログラムは、複数のコンピュータによって

構築されたコンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、変位算出部 11、移動量算出部 12、及び補正処理部 13 のいずれかとして機能しても良い。

[0077] ここで、本実施の形態におけるプログラムを実行することによって、補正処理装置 10 を実現するコンピュータについて図 8 を用いて説明する。図 8 は、本発明の実施の形態における補正処理装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

[0078] 図 8 に示すように、コンピュータ 110 は、CPU 111 と、メインメモリ 112 と、記憶装置 113 と、入力インターフェイス 114 と、表示コントローラ 115 と、データリーダ/ライタ 116 と、通信インターフェイス 117 とを備える。これらの各部は、バス 121 を介して、互いにデータ通信可能に接続される。

[0079] CPU 111 は、記憶装置 113 に格納された、本実施の形態におけるプログラム（コード）をメインメモリ 112 に展開し、これらを所定順序で実行することにより、各種の演算を実施する。メインメモリ 112 は、典型的には、DRAM（Dynamic Random Access Memory）等の揮発性の記憶装置である。また、本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体 120 に格納された状態で提供される。なお、本実施の形態におけるプログラムは、通信インターフェイス 117 を介して接続されたインターネット上で流通するものであっても良い。

[0080] また、記憶装置 113 の具体例としては、ハードディスクドライブの他、フラッシュメモリ等の半導体記憶装置が挙げられる。入力インターフェイス 114 は、CPU 111 と、キーボード及びマウスといった入力機器 118 との間のデータ伝送を仲介する。表示コントローラ 115 は、ディスプレイ装置 119 と接続され、ディスプレイ装置 119 での表示を制御する。

[0081] データリーダ/ライタ 116 は、CPU 111 と記録媒体 120 との間のデータ伝送を仲介し、記録媒体 120 からのプログラムの読み出し、及びコンピュータ 110 における処理結果の記録媒体 120 への書き込みを実行す

る。通信インターフェイス 117 は、CPU 111 と、他のコンピュータとの間のデータ伝送を仲介する。

[0082] また、記録媒体 120 の具体例としては、CF (Compact Flash (登録商標)) 及びSD (Secure Digital) 等の汎用的な半導体記憶デバイス、フレキシブルディスク (Flexible Disk) 等の磁気記録媒体、又はCD-ROM (Compact Disk Read Only Memory) などの光学記録媒体が挙げられる。

[0083] なお、本実施の形態における補正処理装置 10 は、プログラムがインストールされたコンピュータではなく、各部に対応したハードウェアを用いることによっても実現可能である。更に、補正処理装置 10 は、一部がプログラムで実現され、残りの部分がハードウェアで実現されていてもよい。

[0084] 上述した実施の形態の一部又は全部は、以下に記載する(付記 1) ~ (付記 13) によって表現することができるが、以下の記載に限定されるものではない。

[0085] (付記 1)

対象物の振動を計測する計測装置と、前記計測装置を撮影するように配置される撮像装置と、補正処理装置とを備え、

前記補正処理装置は、

前記撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、変位算出部と、

前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、移動量算出部と、

算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、補正処理部と、

を備えている、

ことを特徴とする計測システム。

[0086] (付記 2)

前記計測装置及び前記撮像装置が、それぞれ複数備えられ、

複数の前記撮像装置それぞれが、いずれかの前記計測装置に対応し、対応

する前記計測装置に、別の前記計測装置を撮影するように固定され、

複数の前記計測装置それぞれは、互いに間隔をおいて、前記対象物の異なる部位における振動を計測し、

前記補正処理装置において、

前記変位算出部が、複数の前記撮像装置それぞれ毎に、当該撮像装置が撮影している前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出し、

前記移動量算出部が、複数の前記計測装置それぞれ毎に、当該計測装置の前記変位に基づいて、当該計測装置を撮影した前記撮像装置を基準とした当該計測装置の移動量を算出し、

前記補正処理部が、複数の前記計測装置それぞれ毎に、算出された当該計測装置の移動量を用いて、当該計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、

付記 1 に記載の計測システム。

[0087] (付記 3)

前記対象物が橋梁であり、

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って、間隔をおいて配置され、それぞれ、前記橋梁の床版の下面の異なる部位における振動を計測し、

前記補正処理装置において、前記補正処理部が、前記橋梁における荷重が加えられた箇所に最も近い部位の振動を計測している前記計測装置を特定し、特定した前記計測装置が計測した振動を補正する、

付記 2 に記載の計測システム。

[0088] (付記 4)

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って二列となり、且つ、一方の列の前記計測装置と他方の列の 2 つの前記計測装置とが、共通の正三角形の頂点に位置するように、配置され、

複数の前記撮像装置それぞれは、対応する前記計測装置が位置する列とは別の列に位置している、2 つの前記計測装置を撮影するように、対応する前

記計測装置に固定されている、  
付記 3 に記載の計測システム。

[0089] (付記 5)

対象物の振動を計測する計測装置によって計測された振動を補正するための装置であって、

前記計測装置を撮影するように配置された撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、変位算出部と、

前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、移動量算出部と、

算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、補正処理部と、

を備えている、

ことを特徴とする補正処理装置。

[0090] (付記 6)

前記計測装置及び前記撮像装置が、それぞれ複数用いられ、

複数の前記撮像装置それぞれが、いずれかの前記計測装置に対応し、対応する前記計測装置に、別の前記計測装置を撮影するように固定され、

複数の前記計測装置それぞれは、互いに間隔をおいて、前記対象物の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記変位算出部が、複数の前記撮像装置それぞれ毎に、当該撮像装置が撮影している前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出し、

前記移動量算出部が、複数の前記計測装置それぞれ毎に、当該計測装置の前記変位に基づいて、当該計測装置を撮影した前記撮像装置を基準とした当該計測装置の移動量を算出し、

前記補正処理部が、複数の前記計測装置それぞれ毎に、算出された当該計測装置の移動量を用いて、当該計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、

付記 5 に記載の補正処理装置。

[0091] (付記 7)

前記対象物が橋梁であり、

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って、間隔をおいて配置され、それぞれ、前記橋梁の床版の下面の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記補正処理部が、前記橋梁における荷重が加えられた箇所に最も近い部位の振動を計測している前記計測装置を特定し、特定した前記計測装置が計測した振動を補正する、

付記 6 に記載の補正処理装置。

[0092] (付記 8)

対象物の振動を計測する計測装置によって計測された振動を補正するための方法であって、

(a) 前記計測装置を撮影するように配置された撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、ステップと、

(b) 前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、ステップと、

(b) 算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、ステップと、

を有する、

ことを特徴とする補正処理方法。

[0093] (付記 9)

前記計測装置及び前記撮像装置が、それぞれ複数用いられ、

複数の前記撮像装置それぞれが、いずれかの前記計測装置に対応し、対応する前記計測装置に、別の前記計測装置を撮影するように固定され、

複数の前記計測装置それぞれは、互いに間隔をおいて、前記対象物の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記（a）のステップにおいて、複数の前記撮像装置それぞれ毎に、当該撮像装置が撮影している前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出し、

前記（b）のステップにおいて、複数の前記計測装置それぞれ毎に、当該計測装置の前記変位に基づいて、当該計測装置を撮影した前記撮像装置を基準とした当該計測装置の移動量を算出し、

前記（c）のステップにおいて、複数の前記計測装置それぞれ毎に、算出された当該計測装置の移動量を用いて、当該計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、

付記 8 に記載の補正処理方法。

[0094] （付記 10）

前記対象物が橋梁であり、

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って、間隔をおいて配置され、それぞれ、前記橋梁の床版の下面の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記（c）のステップにおいて、前記橋梁における荷重が加えられた箇所にもっとも近い部位の振動を計測している前記計測装置を特定し、特定した前記計測装置が計測した振動を補正する、

付記 9 に記載の補正処理方法。

[0095] （付記 11）

対象物の振動を計測する計測装置によって計測された振動をコンピュータによって補正するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体あって、

前記コンピュータに、

（a）前記計測装置を撮影するように配置された撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、ステップと、

（b）前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動

量を算出する、ステップと、

(c) 算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0096] (付記 1 2)

前記計測装置及び前記撮像装置が、それぞれ複数用いられ、

複数の前記撮像装置それぞれが、いずれかの前記計測装置に対応し、対応する前記計測装置に、別の前記計測装置を撮影するように固定され、

複数の前記計測装置それぞれは、互いに間隔をおいて、前記対象物の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記 (a) のステップにおいて、複数の前記撮像装置それぞれ毎に、当該撮像装置が撮影している前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出し、

前記 (b) のステップにおいて、複数の前記計測装置それぞれ毎に、当該計測装置の前記変位に基づいて、当該計測装置を撮影した前記撮像装置を基準とした当該計測装置の移動量を算出し、

前記 (c) のステップにおいて、複数の前記計測装置それぞれ毎に、算出された当該計測装置の移動量を用いて、当該計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、

付記 1 1 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0097] (付記 1 3)

前記対象物が橋梁であり、

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って、間隔をおいて配置され、それぞれ、前記橋梁の床版の下面の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記 (c) のステップにおいて、前記橋梁における荷重が加えられた箇所にもっとも近い部位の振動を計測している前記計測装置を特定し、特定した前記

計測装置が計測した振動を補正する、

付記 1 2 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0098] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

### 産業上の利用可能性

[0099] 以上のように本発明によれば、対象物の振動を計測する計測装置の設置場所が振動を受けやすい場所であっても、対象物の振動を正確に測定することができる。本発明は、橋梁・道路・建築物・設備などのインフラ構造物の維持管理及び異常検知などの分野に有用である。

### 符号の説明

- [0100] 1 0 補正処理装置
- 1 1 変位算出部
- 1 2 移動量算出部
- 1 3 補正処理部
- 2 0、2 0 a、2 0 b 計測装置
- 3 0、3 0 a、3 0 b 撮像装置
- 4 0 対象物
- 1 0 0 計測システム
- 1 1 0 コンピュータ
- 1 1 1 CPU
- 1 1 2 メインメモリ
- 1 1 3 記憶装置
- 1 1 4 入力インターフェイス
- 1 1 5 表示コントローラ
- 1 1 6 データリーダー/ライター
- 1 1 7 通信インターフェイス
- 1 1 8 入力機器

1 1 9 ディスプレイ装置

1 2 0 記録媒体

1 2 1 バス

## 請求の範囲

[請求項1] 対象物の振動を計測する計測装置と、前記計測装置を撮影するように配置される撮像装置と、補正処理装置とを備え、  
前記補正処理装置は、  
前記撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、変位算出部と、  
前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、移動量算出部と、  
算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、補正処理部と、  
を備えている、  
ことを特徴とする計測システム。

[請求項2] 前記計測装置及び前記撮像装置が、それぞれ複数備えられ、  
複数の前記撮像装置それぞれが、いずれかの前記計測装置に対応し、対応する前記計測装置に、別の前記計測装置を撮影するように固定され、  
複数の前記計測装置それぞれは、互いに間隔をおいて、前記対象物の異なる部位における振動を計測し、  
前記補正処理装置において、  
前記変位算出部が、複数の前記撮像装置それぞれ毎に、当該撮像装置が撮影している前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出し、  
前記移動量算出部が、複数の前記計測装置それぞれ毎に、当該計測装置の前記変位に基づいて、当該計測装置を撮影した前記撮像装置を基準とした当該計測装置の移動量を算出し、  
前記補正処理部が、複数の前記計測装置それぞれ毎に、算出された当該計測装置の移動量を用いて、当該計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、

請求項 1 に記載の計測システム。

[請求項3]

前記対象物が橋梁であり、

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って、間隔をおいて配置され、それぞれ、前記橋梁の床版の下面の異なる部位における振動を計測し、

前記補正処理装置において、前記補正処理部が、前記橋梁における荷重が加えられた箇所に最も近い部位の振動を計測している前記計測装置を特定し、特定した前記計測装置が計測した振動を補正する、請求項 2 に記載の計測システム。

[請求項4]

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って二列となり、且つ、一方の列の前記計測装置と他方の列の 2 つの前記計測装置とが、共通の正三角形の頂点に位置するように、配置され、

複数の前記撮像装置それぞれは、対応する前記計測装置が位置する列とは別の列に位置している、2 つの前記計測装置を撮影するように、対応する前記計測装置に固定されている、

請求項 3 に記載の計測システム。

[請求項5]

対象物の振動を計測する計測装置によって計測された振動を補正するための装置であって、

前記計測装置を撮影するように配置された撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、変位算出部と、

前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、移動量算出部と、

算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、補正処理部と、  
を備えている、

ことを特徴とする補正処理装置。

[請求項6]

前記計測装置及び前記撮像装置が、それぞれ複数用いられ、

複数の前記撮像装置それぞれが、いずれかの前記計測装置に対応し、対応する前記計測装置に、別の前記計測装置を撮影するように固定され、

複数の前記計測装置それぞれは、互いに間隔をおいて、前記対象物の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記変位算出部が、複数の前記撮像装置それぞれ毎に、当該撮像装置が撮影している前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出し、

前記移動量算出部が、複数の前記計測装置それぞれ毎に、当該計測装置の前記変位に基づいて、当該計測装置を撮影した前記撮像装置を基準とした当該計測装置の移動量を算出し、

前記補正処理部が、複数の前記計測装置それぞれ毎に、算出された当該計測装置の移動量を用いて、当該計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、

請求項5に記載の補正処理装置。

[請求項7]

前記対象物が橋梁であり、

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って、間隔をおいて配置され、それぞれ、前記橋梁の床版の下面の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記補正処理部が、前記橋梁における荷重が加えられた箇所に最も近い部位の振動を計測している前記計測装置を特定し、特定した前記計測装置が計測した振動を補正する、

請求項6に記載の補正処理装置。

[請求項8]

対象物の振動を計測する計測装置によって計測された振動を補正するための方法であって、

(a) 前記計測装置を撮影するように配置された撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、ステップと、

(b) 前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、ステップと、

(b) 算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、ステップと、

を有する、

ことを特徴とする補正処理方法。

[請求項9]

前記計測装置及び前記撮像装置が、それぞれ複数用いられ、

複数の前記撮像装置それぞれが、いずれかの前記計測装置に対応し、対応する前記計測装置に、別の前記計測装置を撮影するように固定され、

複数の前記計測装置それぞれは、互いに間隔をおいて、前記対象物の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記(a)のステップにおいて、複数の前記撮像装置それぞれ毎に、当該撮像装置が撮影している前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出し、

前記(b)のステップにおいて、複数の前記計測装置それぞれ毎に、当該計測装置の前記変位に基づいて、当該計測装置を撮影した前記撮像装置を基準とした当該計測装置の移動量を算出し、

前記(c)のステップにおいて、複数の前記計測装置それぞれ毎に、算出された当該計測装置の移動量を用いて、当該計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、

請求項8に記載の補正処理方法。

[請求項10]

前記対象物が橋梁であり、

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って、間隔をおいて配置され、それぞれ、前記橋梁の床版の下面の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記(c)のステップにおいて、前記橋梁における荷重が加えられた箇所に最も近い部位の振動を計測している前記計測装置を特定し、

特定した前記計測装置が計測した振動を補正する、  
請求項 9 に記載の補正処理方法。

[請求項11]

対象物の振動を計測する計測装置によって計測された振動をコンピュータによって補正するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体あって、  
前記コンピュータに、

(a) 前記計測装置を撮影するように配置された撮像装置から出力されてきた、前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出する、ステップと、

(b) 前記変位に基づいて、前記撮像装置を基準とした前記計測装置の移動量を算出する、ステップと、

(c) 算出された前記計測装置の移動量を用いて、前記計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、ステップと、  
を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項12]

前記計測装置及び前記撮像装置が、それぞれ複数用いられ、

複数の前記撮像装置それぞれが、いずれかの前記計測装置に対応し、対応する前記計測装置に、別の前記計測装置を撮影するように固定され、

複数の前記計測装置それぞれは、互いに間隔をおいて、前記対象物の異なる部位における振動を計測している場合において、

前記 (a) のステップにおいて、複数の前記撮像装置それぞれ毎に、当該撮像装置が撮影している前記計測装置の時系列画像から、前記計測装置の変位を算出し、

前記 (b) のステップにおいて、複数の前記計測装置それぞれ毎に、当該計測装置の前記変位に基づいて、当該計測装置を撮影した前記撮像装置を基準とした当該計測装置の移動量を算出し、

前記 (c) のステップにおいて、複数の前記計測装置それぞれ毎に

、算出された当該計測装置の移動量を用いて、当該計測装置が計測した前記対象物の振動を補正する、

請求項 1 1 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項13]

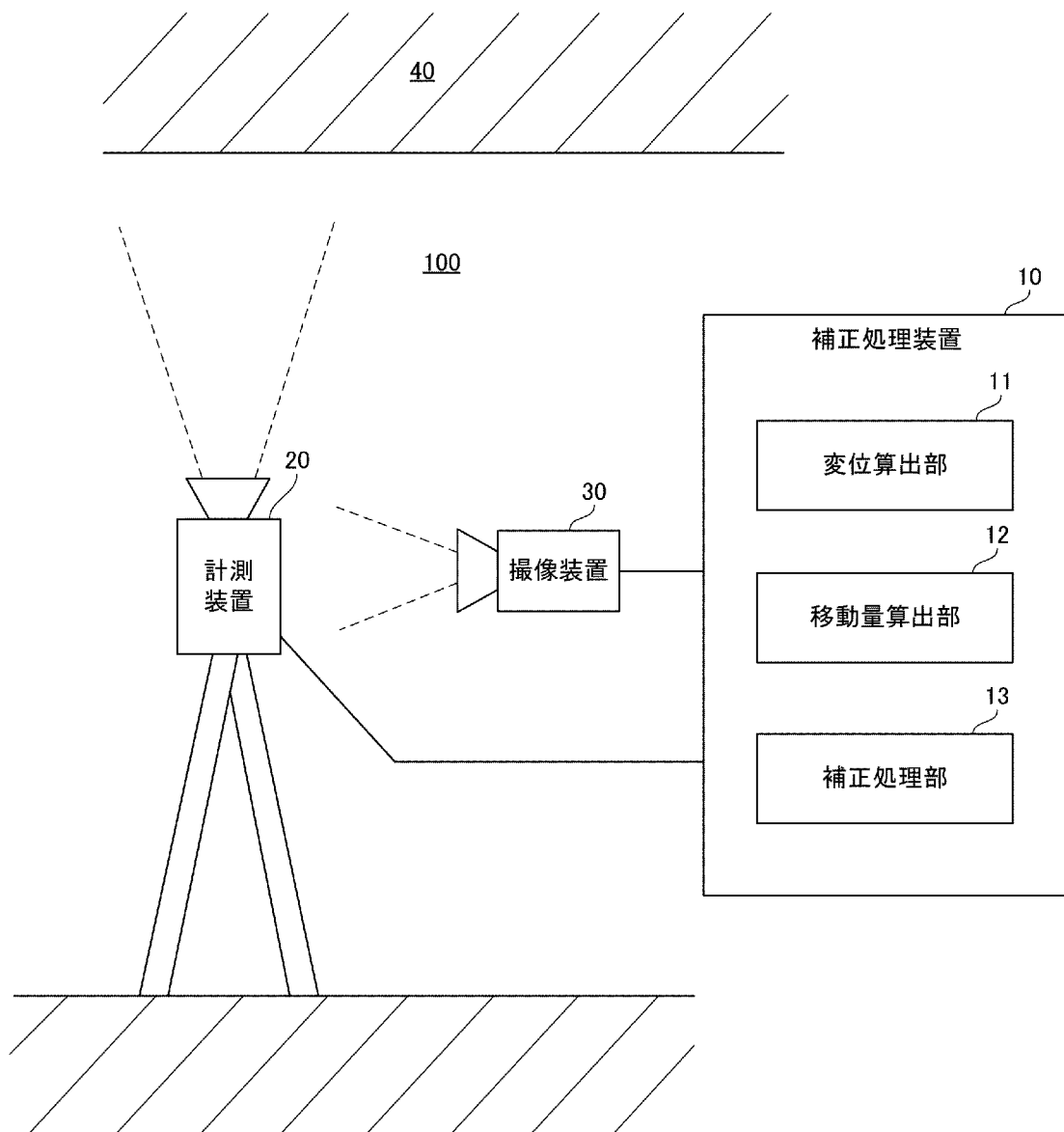
前記対象物が橋梁であり、

複数の前記計測装置が、前記橋梁の長手方向に沿って、間隔をおいて配置され、それぞれ、前記橋梁の床版の下面の異なる部位における振動を計測している場合において、

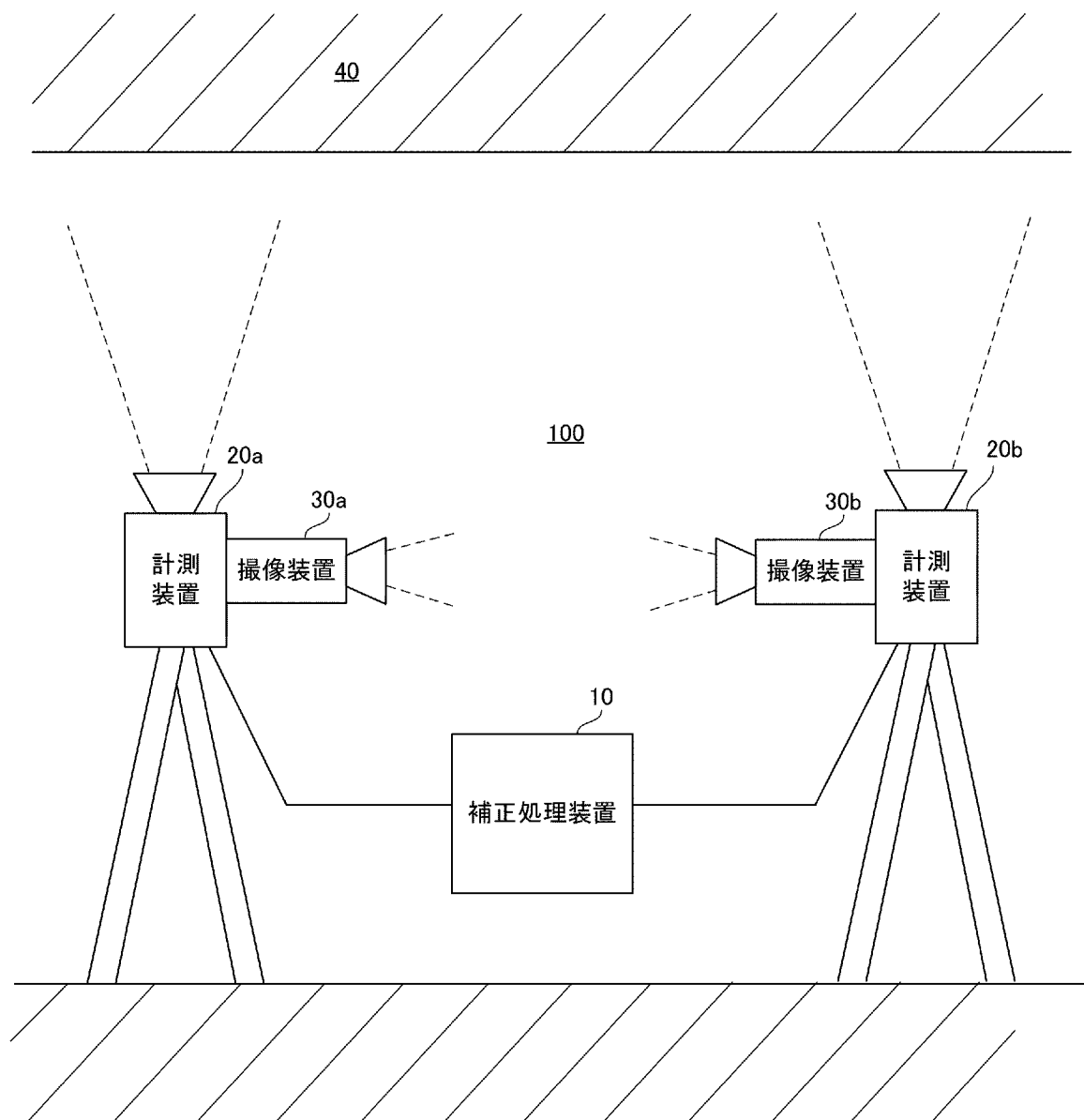
前記 (c) のステップにおいて、前記橋梁における荷重が加えられた箇所に最も近い部位の振動を計測している前記計測装置を特定し、特定した前記計測装置が計測した振動を補正する、

請求項 1 2 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

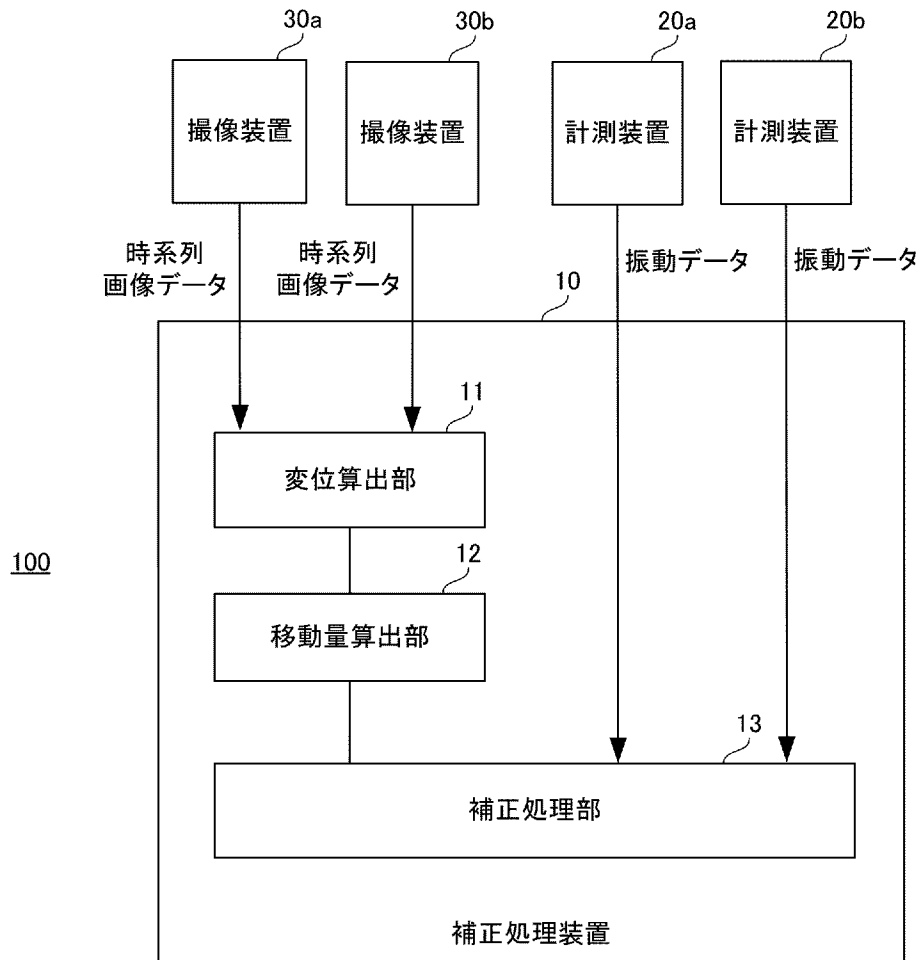
[図1]



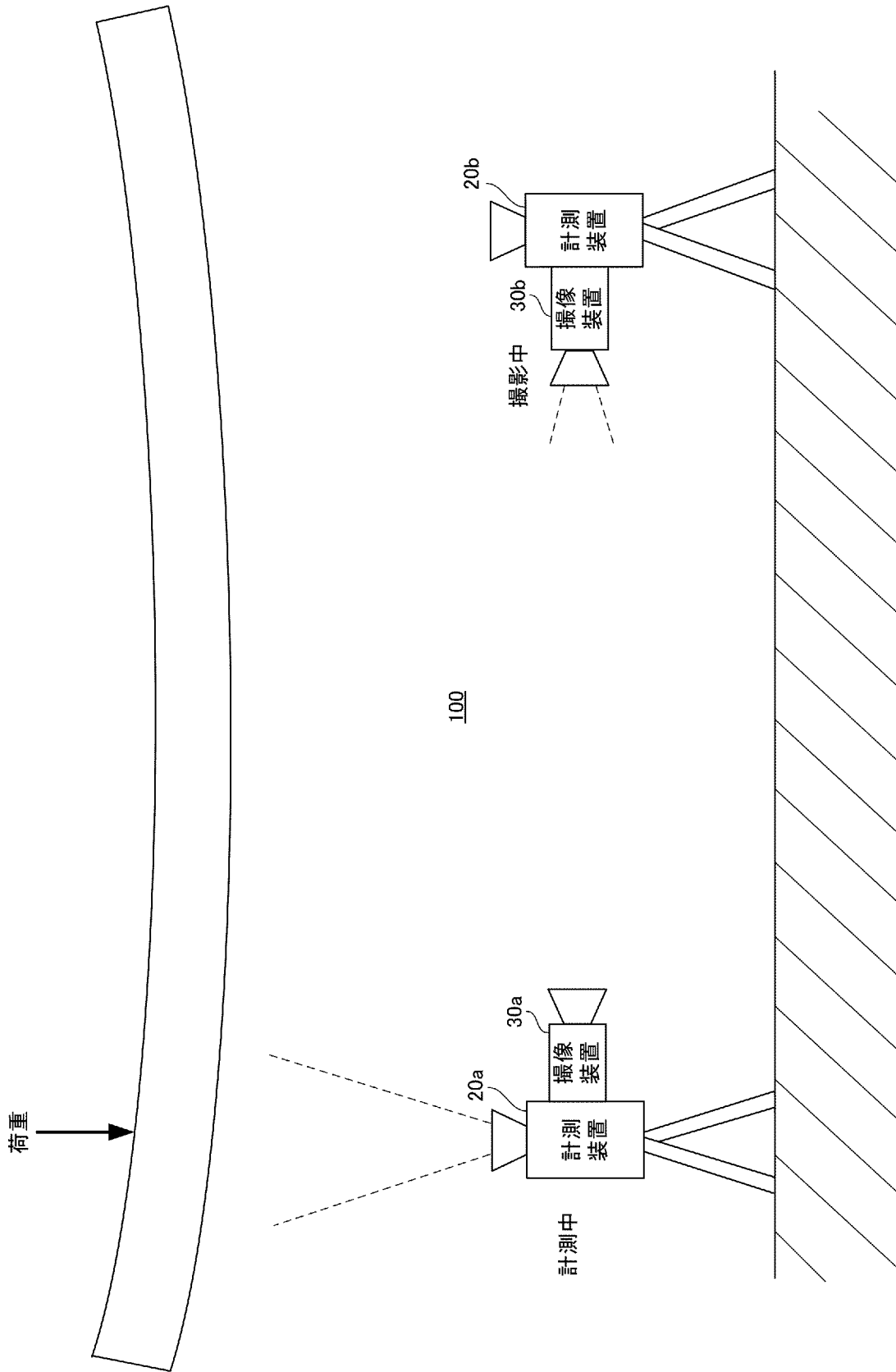
[図2]



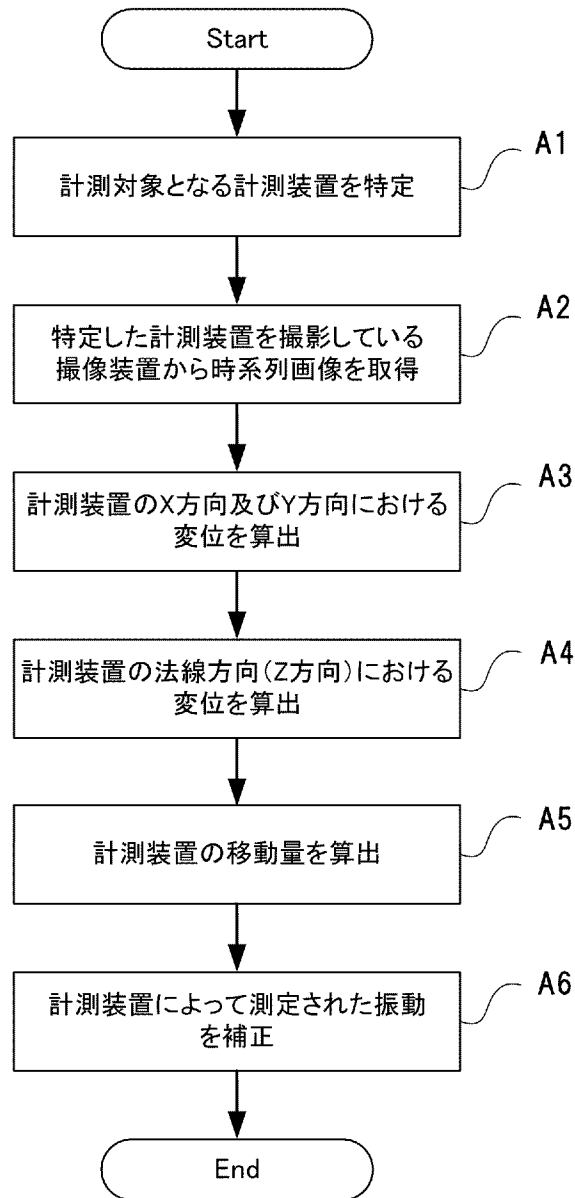
[図3]



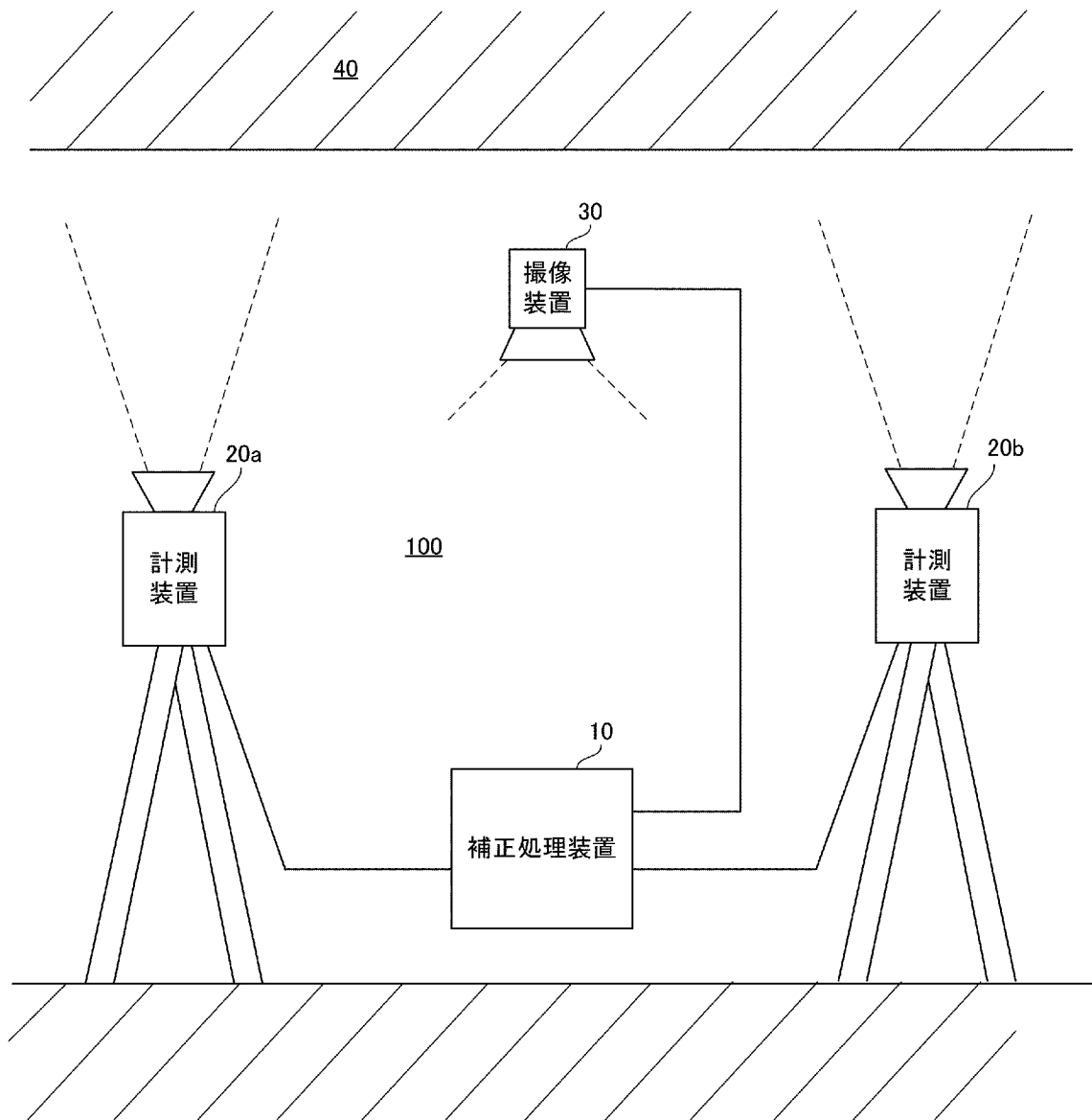
[図4]



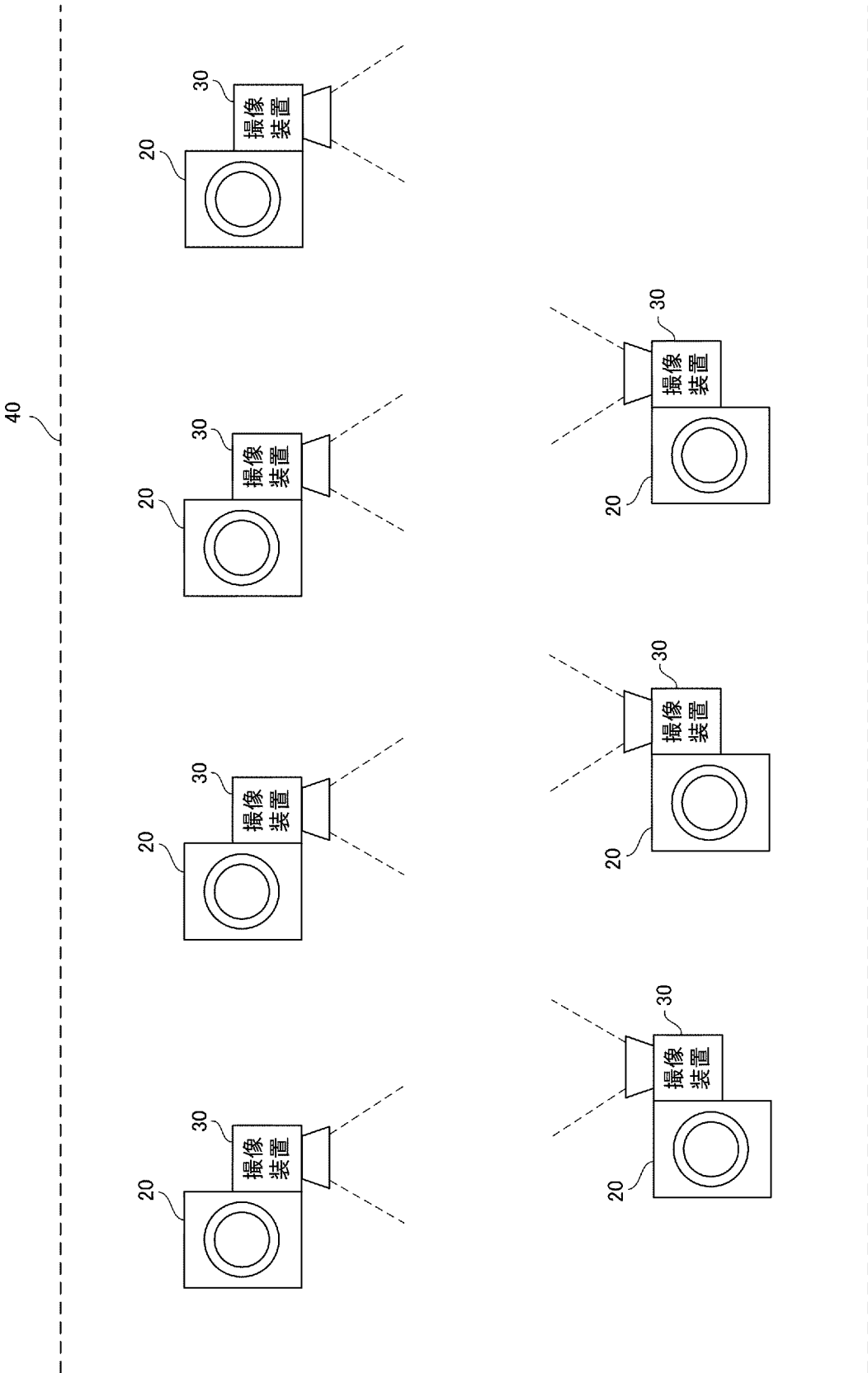
[図5]



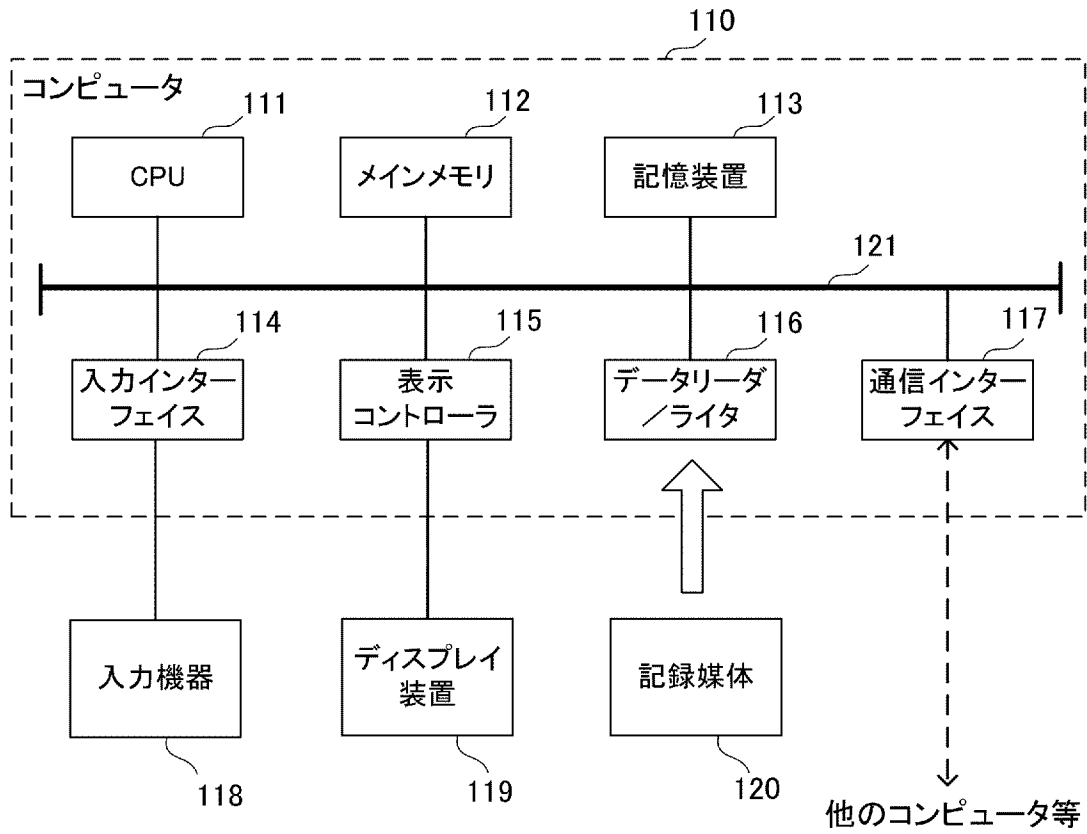
[図6]



[図7]



[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/040945

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. G01H17/00 (2006.01) i, G01B11/00 (2006.01) i, G01M99/00 (2011.01) i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. G01H17/00, G01B11/00, G01M99/00  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)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	YONEYAMA, Satoru et al., "Bridge Deflection Measurement Using Digital Image Correlation with Camera Movement Correction", Material Transaction, 2012, vol. 53, no. 2, pp. 285-290	1, 5, 8, 11
A		2-4, 6-7, 9-10, 12-13
Y	JP 2015-175827 A (NEC CORP.) 05 October 2015, paragraphs [0034]-[0038] (Family: none)	1, 5, 8, 11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		
<input type="checkbox"/> 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 11 January 2018 (11.01.2018)		Date of mailing of the international search report 23 January 2018 (23.01.2018)
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/JP2017/040945

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-351883 A (CANON INC.) 22 December 2005, paragraphs [0015]-[0027] & US 2005/0256395 A1, paragraphs [0032]-[0036] & EP 1596333 A1 & CN 1865841 A1	1, 5, 8, 11
A	WO 2017/179535 A1 (NEC CORP.) 19 October 2017, paragraphs [0041]-[0096] (Family: none)	1-13
A	US 2017/0169575 A1 (AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH) 15 June 2017, paragraphs [0032]-[0039] & EP 3179440 A1 & CN 106872011 A & KR 10-2017-0069171 A	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01H17/00(2006.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G01M99/00(2011.01)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. G01H17/00, G01B11/00, G01M99/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2018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 Y	YONEYAMA Satoru et al., Bridge Deflection Measurement Using Digital Image Correlation with Camera Movement Correction, Material Transaction, 2012, Vol.53, No. 2, pp. 285-290  JP 2015-175827 A (日本電気株式会社) 2015.10.05, [0034]-[0038] (ファミリーなし)	1, 5, 8, 11  2-4, 6-7, 9-10, 12-13  1, 5, 8, 11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的な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 11.01.2018	国際調査報告の発送日 23.01.2018	
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) 福田 裕司 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	2J 9109

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-351883 A (キヤノン株式会社) 2005.12.22, [0015]-[0027] & US 2005/0256395 A1, [0032]-[0036] & EP 1596333 A1 & CN 1865841 A1	1, 5, 8, 11
A	WO 2017/179535 A1 (日本電気株式会社) 2017.10.19, [0041]-[0096] (ファミリーなし)	1-13
A	US 2017/0169575 A1 (AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH) 2017.06.15, [0032]-[0039] & EP 3179440 A1 & CN 106872011 A & KR 10-2017-0069171 A	1-13