

(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10月17日(17.10.2019)



(10) 国際公開番号

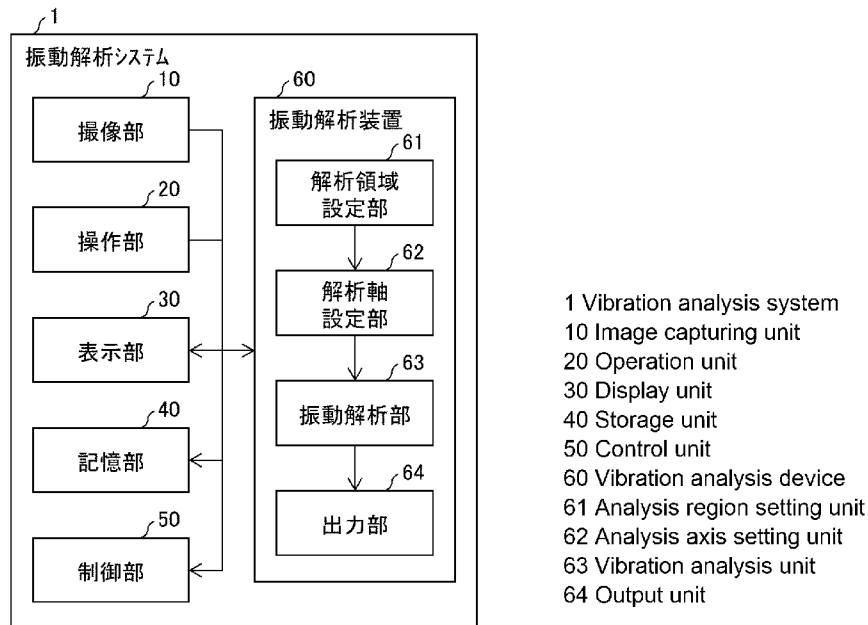
**WO 2019/198534 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*G01H 9/00* (2006.01) *G06T 7/20* (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/013665
- (22) 国際出願日: 2019年3月28日(28.03.2019)
- (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 2018-075567 2018年4月10日(10.04.2018) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町1番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 大森 圭祐 (OMORI Keisuke). 徳井 圭(TOKUI Kei).
- (74) 代理人: 井上 知哉(INOUE Tomoya); 〒5450014 大阪府大阪市阿倍野区西田辺町1丁目19番20号 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,

(54) **Title:** VIBRATION ANALYSIS DEVICE, CONTROL METHOD FOR VIBRATION ANALYSIS DEVICE, VIBRATION ANALYSIS PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 振動解析装置、振動解析装置の制御方法、振動解析プログラムおよび記録媒体

〔図1〕



(57) **Abstract:** Provided is a vibration analysis device capable of appropriately analyzing the vibration of a subject. The vibration analysis device is provided with: an analysis axis setting unit that sets an analysis axis according to a user's operation; a vibration analysis unit that analyzes the vibration in the subject along the analysis axis on the basis of an image of the subject; and an output unit that outputs the results of the analysis by the vibration analysis unit.

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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 被写体の振動を好適に解析可能な振動解析装置を提供する。振動解析装置は、ユーザの操作に応じて解析軸を設定する解析軸設定部と、被写体の映像に基づいて、被写体における解析軸に沿った振動を解析する振動解析部と、振動解析部による解析結果を出力する出力部と、を備えている。

## 明 細 書

発明の名称：

振動解析装置、振動解析装置の制御方法、振動解析プログラムおよび記録媒体

### 技術分野

[0001] 本発明は、振動解析装置、振動解析装置の制御方法、振動解析プログラムおよび記録媒体に関する。

本願は、2018年4月10日に、日本に出願された特願2018-075567に優先権を主張し、その内容をここに援用する。

### 背景技術

[0002] 被写体の振動を解析する技術として、被写体に加速度センサなどのセンサを設置し、センサが出力する振動情報に基づいて被写体の振動を解析する技術、被写体にレーザ光を照射して反射した反射光の情報に基づいて解析する技術、および、撮像装置によって撮像した被写体の動画像（映像）を解析する技術などがある。映像を解析する技術は、遠隔から計測可能である点および被写体内の複数箇所を解析可能である点において、有用である。

[0003] 上述のような被写体の振動を解析する技術として、例えば、特許文献1には、撮像した振動測定対象物の測定対象部の時系列画像に基づいて測定対象部の振動分析を行う技術が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-156389号公報（2003年5月30日公開）

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の技術は、必ずしも好適に被写体の振動

を解析することができるわけではない。

[0006] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、被写体の振動を好適に解析可能な振動解析装置およびその関連技術を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0007] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る振動解析装置は、ユーザの操作に応じて解析軸を設定する解析軸設定部と、被写体の映像に基づいて、前記被写体における前記解析軸に沿った振動を解析する振動解析部と、前記振動解析部による解析結果を出力する出力部と、を備えている。

[0008] 本発明の一態様に係る振動解析装置は、解析軸を設定する解析軸設定部と、被写体の映像に基づいて、前記被写体における前記解析軸に沿った振動を解析する振動解析部と、前記被写体の画像に前記解析軸を重畳して表示するとともに、前記振動解析部による解析結果を表示する表示部と、を備えている。

[0009] 本発明の一態様に係る振動解析装置の制御方法は、被写体の振動を解析する振動解析装置の制御方法であって、前記振動解析装置が、ユーザの操作に応じて解析軸を設定する解析軸設定工程と、前記振動解析装置が、前記被写体の映像に基づいて、該被写体における前記解析軸に沿った振動を解析する振動解析工程と、前記振動解析装置が、前記振動解析工程における解析結果を出力する出力工程と、を包含する。

### 発明の効果

[0010] 本発明の一態様によれば、被写体の振動を好適に解析可能な振動解析装置およびその関連技術を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態1に係る振動解析システムの構成を示す機能ブロック図である。

[図2]実施形態1に係る振動解析装置の制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図3]被写体の映像を示す図である。

[図4]実施形態 1 に係る振動解析装置による振動の解析結果の一例を示す図である。

[図5]解析軸を Y 軸および X 軸以外の方向に設定する一例について説明するための図である。

[図6]解析軸を Y 軸および X 軸以外の方向に設定した場合の振動の解析結果の一例を示す図である。

[図7]実施形態 1 に係る振動解析装置による振動の解析結果の一例を示す図である。

[図8]解析軸を Y 軸および X 軸以外の方向に変更した場合の振動の解析結果の一例を示す図である。

[図9]実施形態 1 に係る振動解析装置による振動の解析結果の一例を示す図である。

[図10]図 9 に示す振動の周波数と強度との関係を示すグラフである。

[図11]周波数ごとに解析した振動の解析結果の一例を示す図である。

[図12]解析軸の方向を、X 軸方向から X 軸方向と Y 軸方向との中間の方向に変更した場合について説明するための図である。

[図13]被写体の映像の一例を示す図である。

[図14]撮像部と被写体との位置関係の一例を示す図である。

[図15]被写体の映像の一例を示す図である。

[図16]被写体の映像の一例を示す図である。

[図17]被写体の映像の一例を示す図である。

[図18]被写体の映像の一例を示す図である。

[図19]表示部に表示される画像の一例を示す図である。

[図20]表示部に表示される画像の一例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

### [0012] <実施形態 1>

以下、本発明の一実施形態（実施形態 1）に係る振動解析システム 1、振動解析装置 60 および振動解析装置 60 の制御方法について、図 1～12 に

基づいて詳細に説明する。

[0013]      [振動解析システム 1]

まず、図 1 に基づいて、本発明の一実施形態に係る振動解析システム 1 の構成の一例について説明する。図 1 は、実施形態 1 に係る振動解析システム 1 の構成を示す機能ブロック図である。図 1 に示すように、振動解析システム 1 は、撮像部 10、操作部 20、表示部 30、記憶部 40、制御部 50 および振動解析装置 60 を備えている。また、図 1 において、振動解析装置 60 は、撮像部 10、操作部 20、表示部 30、記憶部 40 および制御部 50 に接続されている。

[0014]      [撮像部 10]

撮像部 10 は、被写体を撮像するものであり、撮像した被写体の映像（解析対象である振動する被写体を含む映像）を入力映像として振動解析装置 60 に送信する。

[0015]      ここで、被写体の映像を好適に撮像するために、撮像部 10 は固定されていることが好ましい。ただし、例えば被写体が橋梁など、地上に固定した撮像部 10 から撮像する際に被写体が死角となる場合、および、撮像部 10 を固定した状態で撮像するのが難しいものである場合、撮像部 10 はドローンなどの飛行装置（駆動装置）に設けて当該飛行装置と共に撮像部 10 を移動させてもよい。このように撮像部 10 を移動させながら被写体を撮像した場合でも、後述するように、入力映像上の背景の不動点に対する被写体の解析領域の変位量に基づいて被写体を解析することで、好適に被写体の振動を解析することができる。

[0016]      [操作部 20]

操作部 20 は、ユーザの操作の入力を受け付けるものであり、例えば、タッチパネルまたはマウスなどによって実現される。操作部 20 がタッチパネルであり、ユーザが当該タッチパネルを介して入力映像を入力する操作を行った場合、当該タッチパネルを備えた表示部 30 に入力映像が表示される。

[0017]      [表示部 30]

表示部 30 は、各種画像を表示するものである。表示部 30 は、例えば、撮像部 10 が撮像した被写体の映像、および、出力部 64 が出力した振動解析部 63 による解析結果を表示する。なお、上述の例では、表示部 30 は、振動解析装置 60 の外部の振動解析システム 1 に備えられているが、振動解析装置 60 が表示部 30 を備えていてもよい。この場合も上述の例と同様に振動解析部 63 による解析結果を表示することができる。

[0018]      [記憶部 40]

記憶部 40 は、例えば、制御部 50 が実行する各種の制御プログラムなどを記憶するものであり、例えばハードディスクおよびフラッシュメモリなどの不揮発性の記憶装置によって構成される。記憶部 40 には、例えば、入力映像、出力映像、被写体の解析領域、解析軸および解析結果などが記憶される。

[0019]      [制御部 50]

制御部 50 は、撮像部 10、操作部 20、表示部 30、記憶部 40 および振動解析装置 60 などの各機能ブロックを統括的に制御するものである。

[0020]      [振動解析装置 60]

振動解析装置 60 は、入力映像における被写体の振動を解析し、解析結果を出力するものである。ここでは、入力映像が、撮像部 10 によって撮像された映像である場合について説明するが、記憶部 40 に保存された映像、ネットワーク経由で取得した映像、または、取り外し可能な記憶デバイスに保存された映像でもよい。また、振動解析装置 60 は、CPU、GPU、FPGA および ASIC などのソフトウェアまたはハードウェアによって構成され、制御部 50 などと同じデバイスによって動作させることも可能である。図 1 に示すように、振動解析装置 60 は、解析領域設定部 61 と、解析軸設定部 62 と、振動解析部 63 と、出力部 64 とを備えている。

[0021]      (解析領域設定部 61)

解析領域設定部 61 は、振動解析装置 60 に入力された入力映像の中から、振動する被写体の少なくとも一部の領域であって、当該振動の解析対象と

なる解析領域を設定する。解析領域設定部 6 1 は、目的に応じて、例えば、被写体上の 1 または複数の点（画素）、振動する被写体のエッジなどの線、被写体の一部の領域または被写体全体の領域（全画素）などを解析領域として設定することができる。

[0022] 一態様において、解析領域設定部 6 1 は、被写体の映像に応じて解析領域を設定する。この場合、解析領域設定部 6 1 は、入力映像内から振動する部位を検出し、検出した被写体上の点、線および領域を解析領域に設定してもよい。

[0023] また、別の一態様において、解析領域設定部 6 1 は、ユーザの操作に応じて解析領域を設定する。この場合、解析領域設定部 6 1 は、操作部 2 0 を介して入力されたユーザの入力情報に応じて解析領域を設定してもよい。例えば、制御部 5 0 によって表示部 3 0 に入力映像が表示されており、ユーザは、操作部 2 0 を介して、表示部 3 0 に表示された入力映像における被写体の一部の領域を指定する。そして、解析領域設定部 6 1 は、入力された当該被写体の一部の領域を解析領域として設定する。

[0024] （解析軸設定部 6 2）

解析軸設定部 6 2 は、振動解析部 6 3 が被写体の振動を解析するための解析軸を設定する。一態様において、解析軸設定部 6 2 は、被写体の映像に応じて解析軸を設定する。この場合、解析軸設定部 6 2 は、解析領域設定部 6 1 が設定した解析領域が振動する方向を解析し、その解析結果に基づいて解析軸を設定してもよい。

[0025] また、別の一態様において、解析軸設定部 6 2 は、ユーザの操作に応じて解析軸を設定する。この場合、解析軸設定部 6 2 は、操作部 2 0 を介して入力されたユーザの入力情報に応じて解析軸の方向を設定してもよい。例えば、表示部 3 0 に解析軸の方向の候補が黒点から回転可能に延びる複数の矢印として表示されており、ユーザは、操作部 2 0、または、タッチパネルなどの操作部 2 0 を備える表示部 3 0 を介して解析軸の方向を指定する。そして、解析軸設定部 6 2 は、指定された方向に解析軸を設定する。

[0026] ここで、解析軸が映像の長手方向や短手方向等、固定した方向に設定される場合、被写体の振動を好適に推定することが困難な場合がある。これに対し、上述のように、解析軸設定部 6 2 が、被写体の映像またはユーザの操作に応じて、解析軸の方向を変更可能な状態で解析軸を設定することで、好適な方向に沿った解析軸を設定することができる。その結果、被写体の振動を好適に解析することができる。

[0027] (振動解析部 6 3)

振動解析部 6 3 は、入力映像に基づいて、被写体における解析軸に沿った振動を解析する。例えば、振動解析部 6 3 は、解析領域設定部 6 1 によって設定された解析領域上に設定された解析軸に沿った振動を解析してもよい。より具体的には、振動解析部 6 3 は、撮像部 1 0 によって時系列に沿って撮像された被写体の各フレーム画像における解析領域の変位量を算出する。これにより、振動解析部 6 3 は、変位量の他に、当該解析領域の変位方向、変位速度および減衰量などの振動情報を算出し、当該振動情報を解析する。

[0028] 振動解析部 6 3 は、各フレーム画像における解析領域の変位量を、例えば、ブロックマッチングのような既知の方法を用いて算出することができる。また、振動解析部 6 3 は、所定のフレーム画像を基準画像とし、基準画像上で設定した点などの解析領域に対応する他のフレーム画像上の点の位置を算出することができる。これにより、基準画像における解析領域に対する他のフレーム画像の解析領域の変位量を算出し、解析領域の時系列に沿った変位量を算出することができる。また、振動解析部 6 3 は、解析領域の時系列に沿った変位量を解析することで、解析領域の変位方向、変位速度および減衰量などを算出することができる。

[0029] なお、上述の例では、振動解析部 6 3 は、撮像部 1 0 によって撮像された振動する被写体の映像に基づいて、振動の解析を行っているが、本実施形態ではこれに限定されない。本実施形態では、振動解析部 6 3 は、撮像部 1 0 によって撮像された被写体の映像でなくともよく、予め撮像された被写体の映像に基づいて、振動の解析を行ってもよい。

[0030] (出力部 64)

出力部 64 は、振動解析部 63 による解析結果を表示部 30 などの振動解析装置 60 の外部に出力する。例えば、出力部 64 は、振動解析部 63 によって解析された、振動の変位量などの振動の解析結果を表示部 30 に表示するための画像を生成し、当該画像データを表示部 30 に出力する。出力部 64 は、入力映像に振動解析部 63 によって解析された解析結果を重畳した画像を出力してもよいし、解析結果のみを示す画像を出力してもよい。これにより、好適に振動の解析結果を表示することができる。出力部 64 が生成する画像の詳細については後述する。

[0031] [振動解析装置 60 の制御処理]

次に、図 2 を用いて、本実施形態に係る振動解析装置 60 の制御処理（振動解析装置の制御方法）の流れを説明する。図 2 は、振動解析装置 60 の制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。振動解析装置 60 は、被写体の映像が入力された場合に、以下のステップ S201～ステップ S204 の処理を開始する。

[0032] ステップ S201 において、振動解析装置 60 の解析領域設定部 61 は、被写体の映像を入力映像として取得し、当該入力映像における被写体の解析領域を設定する。

[0033] ステップ S202 において、解析軸設定部 62 は、解析領域設定部 61 が設定した解析領域に対し、被写体の映像またはユーザの操作に応じて解析軸を設定する（解析軸設定工程）。

[0034] ステップ S203 において、振動解析部 63 は、被写体の映像に基づいて、被写体の解析領域における、解析軸に沿った振動を解析する（振動解析工程）。

[0035] ステップ S204 において、出力部 64 は、ステップ S203 において解析された被写体の解析領域の変位量および変位方向などの解析結果を出力する（出力工程）。

[0036] [振動解析装置 60 による振動の解析の詳細]

続いて、振動解析装置 60 による振動の解析の詳細について以下の処理例 1 を用いて説明する。

[0037]     [処理例 1]

（振動解析装置 60 による解析軸の設定および振動の解析）

図 3 を用いて、振動解析装置 60 による解析軸の設定および振動の解析の一例について説明する。図 3 の（a）、（b）および（c）は、それぞれ、撮像部 10 によって撮像された橋梁（被写体）303 の入力映像（映像）300、301 および 302 を示す図である。入力映像 300、301 および 302 は 1 つの動画像（映像）の 1 フレームであり、それぞれ、撮像された時間が異なる。また、橋梁 303 は振動しており、入力映像 300 では橋梁 303 の橋桁 304 はたわんでいないが、入力映像 301 では橋桁 304 が下向きにたわんでおり、入力映像 302 では橋桁が上向きにたわんでいる。本処理例では、振動解析装置 60 の解析軸設定部 62 は、図 3 に示す橋梁 303 のように入力映像 302 の上下方向（Y 軸方向）に振動する被写体の撮像した映像に応じて Y 軸方向に解析軸を設定し、振動解析部 63 は当該解析軸に沿った振動を解析する。入力映像 300 における破線の矩形で示す領域は、解析領域設定部 61 によって設定する解析領域 305 を示している。入力映像 301 および 302 における破線の矩形で示す領域である解析領域 306 および 307 は、入力映像 300 における解析領域 305 に対応する領域を示している。振動解析部 63 は、解析領域 305 の位置を基準位置とし、解析領域 305 に対する解析領域 306 および 307 の変位量に基づいて、橋梁 303 の解析領域 305 の振動を解析することができる。例えば、入力映像 301 における橋梁 303 が最も下側にたわんだ状態であり、入力映像 302 における橋梁 303 が最も上側にたわんだ状態である場合、振動解析部 63 は、解析領域 305 に対する解析領域 307 の変位量から解析領域 305 に対する解析領域 306 の変位量を減算することで、解析領域 305 の振動の振幅（最大－最小）を算出できる。

[0038]     なお、上述の例では、振動解析部 63 は、解析領域 305 と 306 および

307とに基づいて、解析領域305の変位量を解析しているが、本実施形態ではこれに限定されない。本実施形態では、振動解析部63は、入力映像内の背景の不動点に対する解析領域305の変位量を算出してもよい。これによっても、振動解析部63は、解析領域305の変位量を算出し、解析領域305の振動を好適に算出することができる。

[0039] このように、振動解析部63が被写体の解析領域の変位量（被写体の変位量）に基づいて振動を解析することで、当該解析領域の振動の振幅などを解析結果として得ることができる。これにより、より好適に被写体の振動を解析することができる。

[0040] （振動解析装置60による解析領域の変位量の算出方法）

以下に、所定の解析領域に対応する解析領域の変位量の算出方法について具体的に説明する。振動解析部63は、映像に基づいて解析領域の変位量を算出する場合、まず、解析領域を含む被写体の映像のうち、所定のフレーム画像を基準画像とする。続いて、振動解析部63は、他のフレーム画像における、当該基準画像の解析領域に対応する領域（対応領域）を探索し、基準画像の解析領域に対する他のフレーム画像の対応領域の変位量を算出する。

[0041] 対応領域の探索方法としては、例えば、ブロックマッチング法を挙げることができる。ブロックマッチング法とは、画像間の類似度を評価する方法であり、他のフレーム画像から、基準画像における所定の領域と最も類似度の高い領域を探索する方法である。類似度の高い領域を探索する方法としては、例えば、SAD（Sum of Absolute Difference）およびSSD（Sum of Squared Difference）などの評価関数を用いる方法が挙げられる。SADは、基準画像と他のフレーム画像との画素値または輝度値の差異の絶対値の総和が最小となる領域を、最も類似度の高い領域として選択するのに用いられる関数である。SSD（Sum of Squared Difference）は、基準画像および他のフレーム画像の画素値または輝度値の差異の二乗の総和が最小となる領域を最も類似度の高い領域として選択するのに用いられる関数である。

。ブロックマッチング法では、類似度の高い領域を探索する方向として、フレーム画像の画素の配列方向（例えば、横軸（X軸）方向および縦軸（Y軸）方向の少なくとも一方）に設定することが好ましい。これにより、設定した探索方向における、基準画像の所定の領域に対する他のフレーム画像の変位量を算出することができる。また、類似度の高い領域を探索する方法として、フレーム画像の配列方向である2方向（例えば、X軸方向とY軸方向）に設定し、類似度の高い領域を探索すれば、フレーム画像面内での2次元の変位量を算出することができる。

[0042] また、他の対応領域を探索する方法としては、例えば、位相相関限定法を挙げることができる。位相相関限定法を用いることで、2枚の画像をフーリエ変換して算出した位相成分の積を逆フーリエ変換して位相限定相関関数を算出することができる。これにより、移動限定相関関数のピーク座標から2枚の画像の相対的な位置のずれを算出することができる。位相相関限定法は、基準画像と他のフレーム画像との画像間の明るさの変化に強いという利点がある。一方、上述のブロックマッチング法は、基準画像と他のフレーム画像との画素値または輝度値の差異を参照するため、画像間の明るさの変化の影響を受けやすい。例えば、屋外において被写体の映像を撮像した場合、同じ位置から被写体を撮像する場合でも、当該被写体の映像の明るさが異なってしまうことがある。そこで、ブロックマッチング法を用いる場合は、比較する2枚の画像間の明るさの差が小さくなるように、例えば、2枚の画像の全体の明るさを平均して画素値を調整した上で対応領域の探索を行うことが好ましい。また、基準画像を所定のフレーム画像に固定せず、例えば、時系列的に前後に並ぶ2枚の画像を比較して明るさの差分を計算し、最終的に時系列的に最初のフレーム画像からの明るさの差分を算出することが好ましい。これにより、画像間の明るさの差の影響を低減することができるため、結果的に、好適に解析領域の変位量を算出することができる。なお、時系列的に前後に並ぶ2枚の画像を逐次比較する場合は、算出した2枚の画像における解析領域の変位量を加算していくことで、基準画像である最初のフレーム

の画像における解析領域の変位量を算出することができる。

[0043] (振動解析装置 60 による振動の解析)

次に、処理例 1 における振動解析装置 60 による振動の解析について、図 4 を用いて具体的に説明する。図 4 は、実施形態 1 に係る振動解析装置 60 による振動の解析結果の一例を示す図である。具体的には、図 4 の (a) は、Y 軸方向における解析領域 305 の時間に対する変位量の変化を示す図であり、図 4 の (b) は、X 軸方向における解析領域 305 の時間に対する変位量の変化を示す図である。入力映像 300 における解析領域 305 の変位量を算出することで、図 4 の (a) および (b) に示すように、Y 軸方向および X 軸方向の 2 方向の振動という振動の解析結果を得ることができる。また、図 4 の (a) および (b) に示す振動の解析結果から、Y 軸方向の振動の振幅のほうが X 軸方向の振動の振幅よりも大きく、Y 軸方向の振動の周期と、X 軸方向の振動の周期とが等しいことが分かる。

[0044] 上述の例では、解析軸を図 4 の Y 軸および X 軸の 2 方向に設定し、Y 軸および X 軸に沿った振動の解析結果を出力しているが、本実施形態ではこれに限定されない。本実施形態では、解析軸を Y 軸および X 軸以外の方向に設定し、当該方向に沿った振動の解析結果を出力してもよい。以下、解析軸を Y 軸および X 軸以外の方向に設定した場合について図 5 を用いて説明する。図 5 は、解析軸を Y 軸および X 軸以外の方向に設定する一例について説明するための図である。図 5 に示すように、解析領域 305 における解析軸の方向は、Y' 軸方向および X' 軸方向に設定されている。図 5 に示す方向に解析軸を設定した場合の解析軸に沿った振動の解析結果を図 6 に示す。図 6 は、解析軸を Y 軸および X 軸以外の方向に設定した場合の振動の解析結果の一例について図である。具体的には、図 6 は、入力映像 300 における解析領域 305 の変位量を示す図である。より具体的には、図 6 の (a) は、Y' 軸方向における解析領域 305 の時間に対する変位量の変化を示す図であり、図 6 の (b) は、X' 軸方向における解析領域 305 の時間に対する変位量の変化を示す図である。図 6 の (a) から、解析領域 305 は Y' 軸方向に

振動しており、当該振動の振幅は、図4に示すX軸方向およびY軸方向の画素の配列方向における振動の振幅より大きいことが分かる。一方、図6の（b）から、解析領域305はX'軸方向には振動しておらず、振幅はゼロであることが分かる。すなわち、図5に示す解析領域305は、Y'軸方向に一次元振動していることが分かる。したがって、解析軸を設定する方向によっては、映像上の解析領域の振動の振幅の最大値が大きくなる効果が得られる。また、上述のように、被写体の解析領域が一次元振動している場合には、当該解析領域が振動している方向に解析軸を設定して振動を解析することで、当該振動の振幅が最大となる解析結果を得ることができるため、好適である。

[0045] [処理例2]

処理例1では、被写体の解析領域の変位量から振動の振幅および周期（振動数）などが分かる解析結果が得られた場合について説明しているが、解析領域の変位量から振動の振幅および周期（振動数）などが分かる解析結果を得られない場合もある。以下、解析領域の変位量から振動の振幅および周期（振動数）などが分かる解析結果を得にくい場合について図7および8を用いて具体的に説明する。図7は、実施形態1に係る振動解析装置60による振動の解析結果の一例を示す図である。具体的には、図7の（a）は、Y軸方向におけるある解析領域の時間に対する変位量の変化を示す図であり、図7の（b）は、X軸方向におけるある解析領域の時間に対する変位量の変化を示す図である。図7からは、ある解析領域がY軸方向およびX軸方向の両方とも振動していることは分かるが、図7からは、当該振動が映像内をどのような振幅および振動数で振動しているのかを推定するのは困難である。

[0046] このように、ある方向に設定した解析軸で振動の変位量を解析した結果からは振幅および振動数などの振動情報を推定することが困難な場合には、解析軸設定部62は、被写体の映像またはユーザの操作に応じて少なくとも1つの解析軸の方向を別の方向に変更することが好ましい。以下、解析軸設定部62が、解析軸の方向を別の方向に変更し、振動解析部63が、変更後の

解析軸に沿った解析領域の変位量を算出する場合について、図8を用いて説明する。図8は、解析軸をY軸およびX軸以外の方向に変更した場合の振動の解析結果の一例を示す図である。具体的には、図8の(a)は、Y軸を45度回転させた方向であるY'軸方向におけるある解析領域の時間に対する変位量の変化を示す図である。図8の(b)は、X軸を45度回転させた方向であるX'軸方向におけるある解析領域の時間に対する変位量の変化を示す図である。図8の(a)から、Y'軸方向における振動は、振幅は小さく振動数は大きく、図8の(b)から、X'軸方向における振動は、振幅は大きく振動数は小さいことが分かる。このことから、ある方向に設定した解析軸に沿った振動の変位量からは振動数および振幅などの振動情報を推定することが困難な場合には、複数の解析軸を適切な方向に変更することで、複数の振動を好適に分離して解析することができ、好適に分離された複数の振動から、振動数および振幅などの解析結果を得ることができる。複数の解析軸を適切な方向に変更する例として、解析軸設定部62は、被写体の映像に応じて、振動の振幅が映像の画素の配列方向の振幅より大きくなる方向に解析軸の一つを設定したり、振動の振幅が最大となる方向に解析軸の一つを設定したりすることを挙げることができる。このように、被写体の映像に応じて解析軸をより好適な方向に設定することで、被写体の振動をより好適に解析することができる。

[0047] [処理例3]

処理例2では、Y軸方向およびX軸方向共に、ある解析領域の変位量から映像内をどのような振幅および振動数で振動しているかを推定することが困難な場合について説明している。これに対し、一方の解析軸の方向における解析領域の変位量から振幅および振動数などの振動情報を推定することができ、他方の解析軸の方向における解析領域の変位量から振幅および振動数などの振動情報を推定することが困難な場合がある。この場合、処理例2とは別の方法によって、両方の解析軸の方向における解析領域の変位量から振動の振幅および振動数を解析することができる。以下、一方の解析軸の方向に

おける解析領域の変位量から振幅および振動数などの振動情報を推定することが困難な場合に、処理例 2 とは別の方法によって当該振動の振幅および振動数などの解析結果を得る方法について、図 9 ～ 11 を用いて具体的に説明する。

[0048] 図 9 は、実施形態 1 に係る振動解析装置 60 による振動の解析結果の一例を示す図である。具体的には、図 9 の (a) は、Y 軸方向におけるある解析領域の時間に対する変位量の変化を示す図であり、図 9 の (b) は、X 軸方向におけるある解析領域の時間に対する変位量の変化を示す図である。図 9 からは、ある解析領域が Y 軸方向および X 軸方向の両方とも振動していることは分かるが、図 9 の (a) からは、当該振動が Y 軸方向にどのように振動しているのかを推定するのは困難である。

[0049] このように、一方の解析軸に沿った方向における振動情報を推定することが困難な場合には、振動解析部 63 は、振動を周波数ごとに解析することが好ましい。また、解析軸設定部 62 は、当該周波数ごとの振動の解析結果に基づいて、少なくとも 1 つの解析軸の方向を別の方向に変更することが好ましい。これにより、解析軸がより好適な方向に変更されるため、振動解析部 63 は、被写体の振動をより好適に解析することができる。以下、振動解析部 63 が、振動を周波数ごとに解析し、解析軸設定部 62 が、当該周波数ごとの振動の解析結果に基づいて、解析軸の方向を別の方向に変更する例について、図 10 ～ 12 を用いて説明する。

[0050] 図 10 は、図 9 に示す振動の周波数と強度との関係を示すグラフである。具体的には、図 10 の (a) は、図 9 の (a) に示す Y 軸方向における振動の周波数と強度との関係を示すグラフであり、図 10 の (b) は、図 9 の (b) に示す X 軸方向における振動の周波数と強度との関係を示すグラフである。図 10 の (a) に示すように、Y 軸方向における振動は、低周波数域と高周波数域との 2 つの異なる周波数域において高い強度のピークがあり、X 軸方向における振動は、1 つの周波数域において高い強度のピークがある。また、Y 軸方向における 2 つのピーク周波数のうち、低周波数域のピーク周

波数は、X軸方向におけるピーク周波数と同一である。したがって、Y軸方向における2つのピーク周波数のうち、高周波数域のピーク周波数の振動は、Y軸方向における固有の振動であると考えられる。

[0051] 次に、振動解析部63が、図10の(a)に示すY軸方向における低周波数の振動と、高周波数の振動との2つに分離した場合について、図11を用いて説明する。図11は、周波数ごとに解析した振動の解析結果の一例を示す図である。具体的には、図11の(a)は、Y軸方向固有の高周波数の振動の解析結果を示しており、図11の(b)は、Y軸方向における低周波数の振動の解析結果を示す図である。ここで、図11(b)に示す低周波数の高振幅な振動は、図9(b)に示すX軸方向における振動と同じ周波数であることから、同一の振動である可能性がある。このように、X軸方向における振動とY軸方向における振動とが同一の振動である可能性がある場合、解析軸設定部62は、少なくとも1つの解析軸の方向を、X軸方向とY軸方向との間の方向に変更してもよい。以下に、図12を用いて、解析軸設定部62が、解析軸の方向を、X軸方向とY軸方向との間の方向に変更した場合について図12を用いて説明する。図12は、解析軸の方向を、X軸方向からX軸方向とY軸方向との間の方向に変更した場合について説明するための図である。具体的には、図12の(a)は、解析軸設定部62が、X軸方向およびY軸方向の両方向において観測された低周波数の振動の解析軸の沿う方向を、X軸からX軸に対して45度回転した方向であるX'軸方向に変更することを示す図である。図12の(b)は、X'方向における周波数の振動の解析結果を示す図である。図12の(b)に示すように、X軸方向およびY軸方向で観測された低周波数の振動は、X軸に対して45度回転した方向に沿った1つの振動として表わすことが可能である。このように、図9に示す振動は、Y軸方向に沿った振動、および、X軸に対して45度回転したX'軸方向に沿った振動という、2つの方向において独立に振動する2つの振動に分離することができる。このように、解析軸設定部62は、複数の解析軸を設定する場合に、必ずしも直交する方向に沿うように複数の解析軸を設

定する必要はなく、処理例 3 に示すように、互いの解析軸のなす角が 90 度でない 2 つの解析軸、すなわち、直交しない二つの解析軸を設定してもよい。これにより、直交する解析軸を設定した場合に少なくとも一方の解析軸に沿った方向における振動情報を推定することが困難な場合に、解析軸をより好適な方向に変更できることがある。このように解析軸が好適な方向に変更されることで、振動解析部 63 は、被写体の振動をより好適に解析することができる。

[0052] なお、上述の例では、一方の解析軸の方向における解析領域から振動の振幅および振動数を推定することが困難な場合について説明しているが、本実施形態ではこれに限定されない。本実施形態では、処理例 2 のように入力映像の縦方向（Y 軸方向）および横方向（X 軸方向）の両方向における解析領域から振動の振幅および振動数などを推定することが困難な場合に、振動解析部 63 が当該解析領域の振動を周波数ごとに解析してもよい。そして、解析軸設定部 62 が周波数ごとの振動の解析結果に基づいて、少なくとも 1 つの解析軸の方向を別の方向に変更してもよい。これによっても、上述の例と同様に好適に被写体の振動を解析することができる。

[0053] 〔実施形態 1 に係る振動解析システム 1 の効果〕

以上のように、実施形態 1 に係る振動解析システム 1 は、解析軸を変更可能に設定することで、複数の振動を分離して観測したり、振幅の大きな方向で観測したりすることができる。これにより、被写体の振動を好適に解析することができる。

[0054] <実施形態 2>

上述の実施形態 1 に係る振動解析システム 1 では、解析軸設定部 62 は、1 次元方向または 2 次元方向に解析軸を設定している。ただし、実施形態 2 に係る振動解析システム 2（不図示）のように、振動解析装置 70（不図示）における解析軸設定部 72（不図示）は、3 次元方向に解析軸を設定してもよい。

[0055] 以下、実施形態 2 に係る振動解析システム 2 について図 13～16 に基づ

いて説明する。なお、説明の便宜上、実施形態 1 にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0056]     〔振動解析システム 2〕

振動解析システム 2 は、実施形態 1 に係る振動解析装置 60 の代わりに、振動解析装置 70 を備えている。この点以外は、振動解析システム 2 は、実施形態 1 に係る振動解析システム 1 と同様の構成である。

[0057]     〔振動解析装置 70〕

振動解析装置 70 は、実施形態 1 における解析軸設定部 62 および振動解析部 63 の代わりに、解析軸設定部 72 および振動解析部 73（不図示）を備えている。この点以外は、振動解析装置 70 は、実施形態 1 に係る振動解析装置 60 と同様の構成である。

[0058]     （解析軸設定部 72）

解析軸設定部 72 は、撮像部 10 と被写体との間の距離に関する距離情報を取得する距離情報取得部 720（不図示）を備えている。解析軸設定部 72 は、当該距離情報に応じて解析軸を設定する。

[0059]     なお、距離情報取得部 720 は、撮像部 10 と被写体との間の距離、および、撮像部 10 に対する被写体の 3 次元位置情報などの距離情報を公知の方法によって取得することができる。例えば、撮像部 10 がステレオカメラなどの視点の異なる 2 つのカメラを備えているとする。この場合、距離情報取得部 720 は、当該カメラの焦点距離などを参照し、当該 2 つのカメラで撮像した映像（画像）の視差から、カメラから被写体までの距離を算出することができる。これにより、距離情報取得部 720 は、カメラから被写体までの距離と被写体の画像上の位置とに基づいて被写体の 3 次元位置情報を取得することができる。また、レーザ光を被写体に照射し、当該レーザ光の反射光の到達時間に基づいて撮像部 10 から被写体までの距離を算出し、当該距離に基づいて、被写体の 3 次元位置情報を取得することができる。

[0060]     （振動解析部 73）

振動解析部 73 は、被写体の 3 次元的な変位量に基づいて被写体の振動を

解析する。これにより、２次元の映像における被写体の振動を解析した場合に振動情報を推定するのが困難な場合であっても、振動解析部 73 は、被写体の３次元位置情報などに基づいて被写体の振動を解析できる。例えば、振動解析部 73 は、被写体の３次元位置情報を参照することで、解析領域の入力映像上での変位量を３次元空間上での振動の振幅に換算することができる。その結果、振動解析部 73 は、被写体の３次元空間上の振動方向および振幅などを解析することができるため、より好適に被写体の振動を解析することができる。

[0061]      [振動解析装置 70 による振動の解析の詳細]

以下、実施形態 2 に係る振動解析装置 70 による振動の解析の詳細について以下の処理例 4 を用いて説明する。

[0062]      [処理例 4]

（解析軸設定部 72 が解析軸を設定する被写体）

解析軸設定部 72 が解析軸を設定する被写体の例について、図 13 を用いて説明する。図 13 は、被写体の映像の一例を示す図である。具体的には、図 13 は、撮像部 10 によって撮像された橋梁（被写体）1301 の入力映像 1300 を示す図である。図 13 における x 軸、y 軸および z 軸は、それぞれ３次元空間における解析軸の方向を示している。x 軸方向は橋梁 1301 の長手方向に平行な方向であり、y 軸方向は鉛直方向であり、z 軸方向は橋梁 1301 の短手方向であって x 軸に垂直な方向である。橋梁 1301 は、橋梁 1301 に対して斜め下から見上げる方向であって、橋梁 1301 の長手方向（x 軸方向）に対して斜め方向から撮像されている。

[0063]      （撮像部 10 と橋梁 1301 との位置関係）

次に、撮像部 10 と橋梁 1301 との位置関係の例について、図 14 を用いて説明する。図 14 は、撮像部 10 と被写体との位置関係の一例を示す図である。具体的には、図 14 の（a）および（b）は、入力映像 1300 を撮像する撮像部 10 と橋梁 1301 との位置関係を示す図である。図 14 の（a）は、橋梁 1301 および撮像部 10 を y 軸方向における上方から下方

に見た俯瞰図である  $xz$  平面図 1400 を示している。図 14 の (a) に示すように、撮像部 10 は、 $z$  軸に対し  $x$  軸方向に傾いた方向から橋梁 1301 を撮像している。図 14 の (b) は、橋梁 1301 の長手方向 ( $x$  軸方向) から見た  $yz$  平面図 1401 を示している。図 14 の (b) に示すように、撮像部 10 は、 $z$  軸に対し  $y$  軸方向に傾いた方向から橋梁 1301 を撮像している。すなわち、撮像部 10 は、橋梁 1301 を斜め下から見上げる方向から撮像している。

[0064] (振動解析装置 70 による解析軸の設定および振動の解析)

次に、振動解析装置 70 による解析軸の設定および振動の解析について説明する。橋梁 1301 は、鉛直方向であって、橋梁 1301 の長手方向である  $x$  軸に垂直な方向である  $y$  軸方向および橋梁 1301 の短手方向であって、橋梁 1301 の面に水平な方向である  $z$  軸方向に振動している。図 13 および 14 から明らかなように、撮像部 10 による橋梁 1301 の撮像方向は、入力映像 1300 内における被写体の振動方向に対して垂直方向でもなければ一致もしていない。そのため、撮像部 10 は、橋梁 1301 の振動の解析にとって好適な位置から橋梁 1301 を撮像できていない。したがって、実施形態 1 のように、2 次元の入力映像に応じて解析軸を設定する場合、撮像部 10 と被写体との位置関係によっては、必ずしも橋梁 1301 の振動を好適に解析することができない可能性がある。ここで、解析軸設定部 72 は、撮像部 10 に対する橋梁 1301 の 3 次元位置情報などの距離情報を取得する距離情報取得部 720 を備えており、解析軸設定部 72 は、当該距離情報に応じて解析軸を設定することができる。そのため、撮像部 10 による橋梁 1301 の撮像方向が、入力映像 1300 内における被写体の振動方向に対し、垂直方向でもなければ一致もしていない場合であっても、振動解析部 73 は、被写体の 3 次元位置情報などの被写体の 3 次元的な変位量に基づいて橋梁 1301 の振動を好適に解析することができる。

[0065] (振動解析装置 70 による解析軸の設定および振動の解析の具体例 1)

図 15 を用いて、振動解析装置 70 による解析軸の設定および振動の解析

の具体例 1 について説明する。図 15 は、被写体の映像の一例を示す図である。具体的には、図 15 は、図 13 と同様に橋梁 1301 が撮像された入力映像 1300 を示す図である。図 15 に示すように、入力映像 1300 には、破線の矩形で示す 3 つの解析領域 1302、1303 および 1304 が設定されている。

[0066] 以下、橋梁 1301 の y 軸方向の解析軸に沿った振動を解析する場合について説明する。図 14 にて説明したように、撮像部 10 は、橋梁 1301 に対して斜め下から見上げる方向から橋梁 1301 を撮像しているため、入力映像 1300 における鉛直方向と 3 次元空間における鉛直方向（y 軸方向）とは一致しない。したがって、入力映像 1300 に応じて入力映像 1300 における鉛直方向に解析軸を設定し、当該解析軸に沿った振動を解析しても、3 次元空間における橋梁 1301 の鉛直方向の振動を正確に解析することはできない。また、撮像部 10 は、z 軸に対し x 軸方向に傾いた方向から橋梁 1301 を撮像している。そのため、入力映像 1300 上の異なる領域が同一の振幅で振動した場合であっても、入力映像 1300 の右側のほうが入力映像 1300 上での変位量が大きくなり、入力映像 1300 の左側のほうが入力映像 1300 上での変位量が小さくなる。例えば、図 15 の解析領域 1302、1303 および 1304 を用いて説明すると、3 つの解析領域の振動の振幅が同じである場合、入力映像 1300 上での変位量は解析領域 1304 が最も大きく、解析領域 1302 が最も小さくなる。したがって、橋梁 1301 の位置に応じた振動の振幅の違いを解析するには、入力映像 1300 上での解析領域 1302、1303 および 1304 の変位量ではなく、3 次元空間における解析領域 1302、1303 および 1304 の振動の振幅を解析する必要がある。

[0067] ここで、解析軸設定部 72 における距離情報取得部 720 は、撮像部 10 から橋梁 1301 における解析領域 1302、1303 および 1304 までのそれぞれの距離を取得し、解析領域 1302、1303 および 1304 の 3 次元位置情報を取得する。これにより、解析軸設定部 72 は、3 次元空間

における鉛直方向である y 軸方向に解析軸を設定することができる。また、振動解析部 7 3 は、解析軸の方向である y 軸方向に沿ってこれらの解析領域の振動を解析することができる。

[0068] このように、被写体に対して撮像部 1 0 が略正対していない場合（撮像部 1 0 と被写体とを結ぶ方向に解析軸の一つを設定していない場合）であっても、被写体の異なる複数の解析領域における 3 次元空間上の振幅を比較したり、各解析領域における振動の振幅を解析したりすることができる。

[0069] （振動解析装置 7 0 による解析軸の設定および振動の解析の具体例 2）

上述の具体例 1 では、被写体に対して撮像部 1 0 が正対していない場合における振動解析装置 7 0 による解析軸の設定および振動の解析について説明している。ただし、撮像部 1 0 と被写体とは略正対していてもよい。以下、図 1 6 を用いて撮像部 1 0 と被写体とが略正対している場合（撮像部 1 0 と被写体とを結ぶ方向に解析軸の一つを設定した場合）における、振動解析装置 7 0 による解析軸の設定および振動の解析の具体例 2 について説明する。図 1 6 は、被写体の映像の一例を示す図である。具体的には、図 1 6 は、橋梁 1 3 0 1 が z 軸方向から撮像された入力映像 1 5 0 0 を示す図である。図 1 6 に示すように、撮像部 1 0 の光軸は z 軸方向を向いており、撮像部 1 0 は被写体に正対して橋梁 1 3 0 1 を撮像している。このように、撮像部 1 0 が橋梁 1 3 0 1 に正対して橋梁 1 3 0 1 を撮像する場合、入力映像 1 5 0 0 における橋梁 1 3 0 1 の奥行方向（3 次元空間における z 軸方向）は撮像部 1 0 の光軸と一致する。そのため、入力映像 1 5 0 0 に基づいて z 軸方向に沿った振動を解析することは容易ではない。

[0070] ここで、解析軸設定部 7 2 における距離情報取得部 7 2 0 は、撮像部 1 0 から橋梁 1 3 0 1 までの距離を取得し、橋梁 1 3 0 1 の 3 次元位置情報を取得する。これにより、解析軸設定部 7 2 が z 軸方向に解析軸を設定した場合であっても、振動解析部 7 3 は、橋梁 1 3 0 1 の 3 次元位置情報に基づき、撮像部 1 0 の光軸と同じ方向に振動する橋梁 1 3 0 1 の振動を解析することができる。

[0071] このように、解析軸設定部 7 2 が、撮像部 1 0 と被写体とを結ぶ方向に解析軸の一つを設定した場合であっても、振動解析部 7 3 は、被写体の 3 次元位置情報などの被写体の 3 次元的な変位量に基づいて、当該被写体の振動を好適に解析することができる。

[0072] <実施形態 3>

上述の実施形態 1 および 2 に係る振動解析システム 1 および 2 では、解析軸設定部 6 2 および 7 2 は、全ての解析領域に対して同一の方向の解析軸を設定している。ただし、実施形態 3 に係る振動解析システム 3（不図示）のように、振動解析装置 8 0（不図示）における解析軸設定部 8 2（不図示）は、複数の解析領域のそれぞれに対し、異なる解析軸を設定してもよい。

[0073] 以下、実施形態 3 に係る振動解析システム 3 について図 1 7 および 1 8 に基づいて説明する。なお、説明の便宜上、上述の実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0074] [振動解析システム 3]

振動解析システム 3 は、実施形態 1 に係る振動解析装置 6 0 の代わりに、振動解析装置 8 0 を備えている。この点以外は、振動解析システム 3 は、実施形態 1 に係る振動解析システム 1 と同様の構成である。

[0075] [振動解析装置 8 0]

振動解析装置 8 0 は、実施形態 1 における解析軸設定部 6 2 および振動解析部 6 3 の代わりに、解析軸設定部 8 2 および振動解析部 8 3（不図示）を備えている。この点以外は、振動解析装置 8 0 は、実施形態 1 に係る振動解析装置 6 0 と同様の構成である。

[0076] （解析軸設定部 8 2）

解析軸設定部 8 2 は、被写体の複数の解析領域のそれぞれに対し、入力映像に応じて解析軸を設定する。例えば、解析軸設定部 8 2 は、入力映像における被写体の解析領域ごとに全て異なる方向の解析軸を設定してもよいし、全ての解析領域に同一の方向の解析軸を設定してもよい。また、解析軸設定

部 8 2 は、一部の解析領域同士において同一の方向の解析軸を設定し、一部の解析領域同士において異なる方向の解析軸を設定してもよい。これにより、解析軸設定部 8 2 は、より好適に解析軸を設定することができる。

[0077] (振動解析部 8 3)

振動解析部 8 3 は、解析領域ごとに、入力映像に基づいて被写体における解析軸に沿った振動を解析する。これにより、振動解析部 8 3 は、より好適に被写体の解析領域における振動を解析することができる。

[0078] [振動解析装置 8 0 による振動の解析の詳細]

以下、実施形態 3 に係る振動解析装置 8 0 による振動の解析の詳細について以下の処理例 5 および 6 を用いて説明する。

[0079] [処理例 5]

図 1 7 を用いて、振動解析装置 8 0 による解析軸の設定および振動の解析の一例について説明する。図 1 7 は、被写体の映像の一例を示す図である。具体的には、図 1 7 は、撮像部 1 0 によって自動車（被写体）1 6 0 1 が撮像された入力映像 1 6 0 0 を示す図である。図 1 7 に示すように、入力映像 1 6 0 0 には、破線の矩形で示す 3 つの解析領域 1 6 0 2、1 6 0 3 および 1 6 0 4 が設定されている。自動車 1 6 0 1 のように多数の部品から構成される被写体、および、被写体内に複数の振動源が存在する被写体などは、必ずしも被写体全体が同一の方向に振動しているとは限らず、被写体の位置によって異なる方向に振動している場合がある。例えば、図 1 7 に示す解析領域 1 6 0 2 が入力映像 1 6 0 0 上で左上から右下の方向に振動しており、解析領域 1 6 0 3 が入力映像 1 6 0 0 上で上下方向（Y 軸方向）に振動している場合、これら 2 つの解析領域が振動する方向が異なる。

[0080] ここで、解析軸設定部 8 2 は、入力映像 1 6 0 0 に応じて、解析領域 1 6 0 2 に対しては左上から右下の方向に解析軸を設定し、解析領域 1 6 0 3 に対して入力映像 1 6 0 0 における Y 軸方向に解析軸をそれぞれ設定する。また、振動解析部 8 3 は、解析領域 1 6 0 2 および解析領域 1 6 0 3 のそれぞれに設定された解析軸に沿ってこれらの解析領域の振動を解析する。このよ

うに、振動解析部 83 が、解析領域 1602 および 1603 のそれぞれが振動する方向と同じ方向に解析軸を設定することで、振動解析部 83 は、それぞれの解析領域において振幅が最大となる振動を解析することができる。これにより、より好適に解析領域の振動を解析することができる。

[0081] なお、上述の例では、解析軸設定部 82 は、複数の解析領域のそれぞれに対し、2次元の入力映像 1600 に応じて解析軸を設定しているが、本実施形態ではこれに限定されない。本実施形態では、実施形態 2 における解析軸設定部 72 のように 3次元方向に解析軸を設定してもよい。例えば、図 17 における解析領域 1604 が、入力映像 1600 の奥行方向（Z軸方向）に振動している場合は、入力映像 1600 に応じて解析軸を設定して解析領域 1604 の振動を解析することは難しい。ただし、解析軸設定部 82 が解析軸設定部 72 のように、距離情報に応じて Z軸方向に解析軸を設定することで、振動解析部 83 が解析領域 1604 の 3次元位置情報に基づいて解析領域 1604 の振動を解析することができる。このように、解析軸設定部 82 が映像の奥行方向に解析軸を設定した場合であっても、振動解析部 83 は解析領域 1604 の 3次元的な変位量に基づいて、解析領域 1604 の振動も好適に解析することができる。

[0082] [処理例 6]

解析軸設定部 82 は、解析領域ごとの映像情報に応じて、解析軸を設定してもよい。以下、図 18 を用いて、振動解析装置 80 による解析軸の設定および振動の解析の一例について説明する。図 18 は、被写体の映像の一例を示す図である。具体的には、図 18 は、図 3 および 5 と同様に、撮像部 10 によって橋梁（被写体）303 が撮像された入力映像 300 を示す図である。図 18 に示すように、入力映像 300 には破線の矩形で示す 3つの解析領域 1701、1702 および 1703 が設定されている。

[0083] 例えば、解析領域 1701 は入力映像 300 の縦方向（Y軸方向）に沿ったエッジを有する領域であることから、解析軸設定部 82 は、横方向（X軸方向）に解析軸を設定する。振動解析部 83 は、X軸方向の解析軸に沿った

解析領域 1701 の変位量を算出することで振動を解析する。一般的に、映像の縦方向にエッジを有する領域は、縦方向に類似した模様が連続する可能性が高いため、ブロックマッチング法により、当該領域における縦方向の変位量を正確に算出することが難しい。そのため、当該領域の変位量の算出誤差が大きくなり、深度の解析結果の誤差も大きくなる可能性がある。一方で、縦方向にエッジを有する領域は、エッジの方向に垂直な横方向には類似した模様が連続していないため、横方向の変位量を精度良く算出できる可能性が高い。そのため、上述のように、解析軸設定部 82 が、エッジの方向に垂直な横方向における解析領域 1701 の変位量を算出することで、振動解析部 83 は解析領域 1701 の横方向の振動を解析結果として得ることができる。これにより、好適に振動を解析することができる。

[0084] 同様に、解析領域 1702 は、映像の横方向（X 軸方向）に沿ったエッジを有する領域であることから、解析軸設定部 82 は、Y 軸方向に解析軸を設定する。振動解析部 83 は、Y 軸方向の解析軸に沿った解析領域 1703 の変位量を算出することで振動を解析する。また、解析領域 1703 は、X 軸方向および Y 軸方向に沿ったエッジを有する領域であることから、解析軸設定部 82 は、X 軸方向および Y 軸方向の 2 方向に解析軸を設定してもよいし、いずれか 1 方向に解析軸を設定してもよい。これらの場合も、上述の例と同様に好適に振動を解析することができる。

[0085] また、上述の例では、解析軸設定部 82 は、解析領域ごとに、エッジの方向という映像情報に応じて、解析軸を設定しているが、本実施形態ではこれに限定されない。本実施形態では、解析軸設定部 82 は、入力映像全体における特徴点に応じて解析軸を設定してもよい。一般的に、被写体は長手方向に垂直な方向に振動しやすいことから、解析軸設定部 82 は、被写体の長手方向に垂直な方向に解析軸を設定してもよい。例えば、図 18 における入力映像 300 における橋梁 303 は入力映像 300 の横方向（X 軸方向）に対して長い横長の被写体であるため、入力映像 300 の上下方向（Y 軸方向）に振動している可能性が高い。そのため、解析軸設定部 82 が Y 軸方向に解

析軸を設定し、振動解析部 8 3 が Y 軸方向の解析軸に沿った橋梁 3 0 3 の変位量を算出することで、振幅の大きい方向の振動の解析を行うことができるため、好適に振動を解析することができる。

[0086] <実施形態 4>

実施形態 4 に係る振動解析システム 4（不図示）のように、表示部 1 3 0（不図示）は、被写体の映像に解析軸を重畳して表示してもよい。

[0087] 以下、実施形態 4 に係る振動解析システム 4 について図 1 9 および 2 0 に基づいて説明する。なお、説明の便宜上、上述の実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0088] [振動解析システム 4]

振動解析システム 4 は、実施形態 1 における表示部 3 0 の代わりに、表示部 1 3 0 を備えている。この点以外は、振動解析システム 4 は、実施形態 1 に係る振動解析システム 1 と同様の構成である。

[0089] [表示部 1 3 0]

表示部 1 3 0 は、被写体の映像に解析軸を重畳して表示する。

[0090] [表示部 1 3 0 による画像の表示の詳細]

以下、表示部 1 3 0 による画像の表示の詳細について以下の処理例 7 を用いて説明する。

[0091] [処理例 7]

（表示部 1 3 0 による画像の表示の具体例 1）

図 1 9 を用いて、表示部 1 3 0 による画像の表示の具体例 1 について説明する。図 1 9 は、表示部 1 3 0 に表示される画像の一例を示す図である。具体的には、図 1 9 は、画像 1 8 0 0 を示している。画像 1 8 0 0 には、撮像部 1 0 によって橋梁 1 3 0 1 が撮像された入力映像 1 9 0 0 が表示されている。また、入力映像 1 9 0 0 における、黒点の解析領域 1 9 0 1 および 1 9 0 2 には解析軸が当該黒点を中心として回転可能な矢印として重畳して表示されている。解析領域における振動の方向が表示部の映像に表示されてい

い場合、ユーザは当該解析領域における振動の方向を容易に認識することができない。これに対し、本実施形態では、入力映像１９００における解析領域１９０１および１９０２に解析軸が矢印として重畳して表示されている。このように、被写体の解析領域上に解析軸を重畳して表示することで、当該解析領域における振動の方向をユーザに容易に認識させることができる。

[0092] また、画像１８００には、解析領域１９０１の変位量である振動の解析結果のグラフ（解析結果）１９０３、および、解析領域１９０２の変位量である振動の解析結果のグラフ（解析結果）１９０４も表示されている。そのため、例えば、解析領域１９０１および解析領域１９０２の少なくとも一方の解析軸の方向をユーザが変更した場合、変更された解析軸および変更された解析結果のグラフが連動して表示部１３０の画像１８００に表示される。そのため、解析軸ごとに当該解析軸を設定した場合の解析結果をユーザは容易に認識することができる。

[0093] （表示部１３０による画像の表示の具体例２）

上述の具体例１では、表示部１３０は、１つの解析領域に対して１つの解析軸を表示している。ただし、１つの解析領域に対して複数の解析軸を重畳して表示するなど、表示部１３０に複数の解析軸を表示し、当該複数の解析軸のそれぞれに沿った振動の解析結果を表示部１３０に別々に表示してもよい。以下、図２０を用いて、表示部１３０による画像の表示の具体例２について説明する。

[0094] 図２０は、表示部１３０に表示される画像の一例を示す図である。具体的には、図２０の（ａ）は、画像２０００を示している。画像２０００には、撮像部１０によって橋梁１３０１が撮像された入力映像２１００が表示されている。また、入力映像２１００における、黒点の解析領域２１０１には２つの解析軸が２本の矢印として重畳して表示されている。図２０の（ｂ）は、解析領域２１０１付近の拡大図を示しており、２本の矢印は、上下方向（入力映像２１００上のＹ軸方向）の解析軸２１０１ａおよび左右斜め方向の解析軸２１０１ｂを示している。また、画像２０００には、解析領域２１０

1の変位量であって、解析軸2101aに沿った振動の解析結果のグラフ1903、および解析軸2101bに沿った振動の解析結果のグラフ2102も表示されている。

[0095] 図20の(a)に示すように、表示部130は、1つの解析領域2101に重畳して表示されている複数の解析軸2101aおよび2101bのそれぞれに対応する振動の解析結果を画像2000に別々に表示している。これにより、1つの解析領域に複数の解析軸が設定されている場合など、表示部130に複数の解析軸を表示されていても、それぞれの振動の解析結果をユーザに容易に認識させることができる。

[0096] また、表示部130は、解析領域2101上に重畳される複数の解析軸を、解析軸ごとに別々の色で表示してもよい。1つの解析領域に複数の解析軸が重畳される場合、解析軸ごとに別々の色で表示することで、複数の解析軸をユーザが区別しやすくなる。また、表示部130は、解析軸に対応する解析結果のグラフも解析軸の色に対応する色となるように表示してもよい。例えば、表示部130は、解析軸2101aおよび解析軸2101aに沿った振動の解析結果のグラフ1903を暖色系の色で表示し、解析軸2101bおよび解析軸2101bに沿った振動の解析結果のグラフ2102を寒色系に色で表示してもよい。また、表示部130は、解析軸2101aおよび解析軸2101aに沿った振動の解析結果のグラフ1903をモノクロで表示し、解析軸2101bおよび解析軸2101bに沿った振動の解析結果のグラフ2102をカラーで表示してもよい。このように、解析軸に対応する解析結果のグラフも解析軸の色に対応する色となるように表示することで、ある解析軸に対応する解析結果をユーザに容易に認識させることができる。

[0097] なお、上述の例では、表示部130は解析領域に対し、2次元方向の解析軸を表示しているが、本実施形態ではこれに限定されない。本実施形態では、表示部130は、入力画像上の縦軸(Y軸)および横軸(X軸)の代わりに、図13のx軸、y軸およびz軸のように、3次元空間における解析軸を表示してもよい。この場合、解析軸設定部62は、実施形態2における解析

軸設定部 7 2 として機能し、3次元方向に解析軸を設定すればよい。このように、表示部 1 3 0 が解析領域に対し、3次元方向の解析軸を表示した場合であっても、解析領域における振動の方向をユーザに容易に認識させることができる。

[0098]     〔実施形態 4 に係る振動解析システム 4 の効果〕

以上のように、実施形態 4 に係る振動解析システム 4 は、表示部 1 3 0 が被写体の映像に解析軸を重畳して表示する。これにより、ある解析領域における解析軸の方向をどの方向に設定したのかをユーザに容易に認識させることができる。また、表示部 1 3 0 が、解析軸が重畳された入力映像と当該解析軸に沿った解析結果とを同時に画像として表示することで、ある振動の解析結果がどの方向に沿った振動の解析結果であるのかをユーザに容易に認識させることができる。

[0099]     〔ソフトウェアによる実現例〕

振動解析装置 6 0、7 0、8 0 の制御ブロック（特に解析領域設定部 6 1、解析軸設定部 6 2、7 2、8 2、振動解析部 6 3、7 3、8 3 および出力部 6 4）は、A S I C（Application Specific Integrated Circuit）および F P G A（Field Programmable Gate Array）など、集積回路（I C チップ）などに形成された論理回路（ハードウェア）によって実現してもよいし、C P U（Central Processing Unit）および G P U（Graphics Processing Unit）を用いてソフトウェアによって実現してもよい。

[0100]     後者の場合、振動解析装置 6 0、7 0、8 0 は、各機能を実現するソフトウェアである振動解析プログラムの命令を実行する C P U、上記振動解析プログラムおよび各種データがコンピュータ（もしくは C P U）で読み取り可能に記録された R O M（Read Only Memory）または記憶装置（これらを「記録媒体」と称する）、ならびに、上記振動解析プログラムを展開する R A M（Random Access Memory）などを備えている。そして、コンピュータ（または C P U）が上記振動解析プログラムを上記記録媒体から読み取って実行することにより、本発明の目的が達成される。上記記録媒体としては、「一時

的でない有形の媒体」、例えば、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記振動解析プログラムは、該振動解析プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体（通信ネットワークまたは放送波など）を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本発明の一態様は、上記振動解析プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

[0101]     〔まとめ〕

本発明の態様１に係る振動解析装置（６０、７０、８０）は、ユーザの操作に応じて解析軸（１９０１、１９０２、２１０１、２１０１a、２１０１b）を設定する解析軸設定部（６２、７２、８２）と、被写体（橋梁３０３、１３０１、自動車１６０１）の映像（入力映像３００、３０１、３０２、１３００、１５００、１６００、１９００、２１００）に基づいて、前記被写体における前記解析軸に沿った振動を解析する振動解析部（６３、７３、８３）と、前記振動解析部による解析結果（解析結果のグラフ１９０３、１９０４、２１０２）を出力する出力部（６４）と、を備えている。

[0102]     上記の構成によれば、被写体の振動を好適に解析することができる。

[0103]     本発明の態様２に係る振動解析装置は、上記態様１において、前記振動解析部は、前記振動による、前記被写体の変位量に基づいて前記振動を解析してもよい。

[0104]     上記の構成によれば、振動解析部が被写体の変位量に基づいて振動を解析することで、当該被写体の振動の振幅などを解析結果として得ることができる。これにより、より好適に被写体の振動を解析することができる。

[0105]     本発明の態様３に係る振動解析装置は、上記態様１または２において、前記振動解析部は、前記被写体の３次元的な変位量に基づいて前記振動を解析してもよい。

[0106]     上記の構成によれば、被写体の３次元空間上の振動方向および振幅などを解析することができるため、より好適に被写体の振動を解析することができる。

る。

[0107] 本発明の態様4に係る振動解析装置は、上記態様3において、前記解析軸設定部は、前記被写体を撮像する撮像部と前記被写体とを結ぶ方向に前記解析軸の一つを設定してもよい。

[0108] 上記の構成によれば、撮像部と被写体とを結ぶ方向に解析軸の一つを設定した場合であっても、振動解析部は、被写体の3次元位置情報などの距離情報に応じて、当該被写体の振動を好適に解析することができる。

[0109] 本発明の態様5に係る振動解析装置は、上記態様1～4のいずれか1つにおいて、前記解析軸設定部は、前記被写体の複数の部位のそれぞれに対し、解析軸を設定してもよい。

[0110] 上記の構成によれば、解析軸設定部が被写体の複数の部位のそれぞれに対し、解析軸を設定することで、より好適に解析軸を設定することができる。そのため、振動解析部は、より好適に被写体の振動を解析することができる。

[0111] 本発明の態様6に係る振動解析装置は、上記態様1～5のいずれか1つにおいて、前記解析軸設定部は、直交しない二つの解析軸を設定してもよい。

[0112] 上記の構成によれば、直交する解析軸を設定した場合に少なくとも一方の解析軸に沿った方向における振動の振動情報を推定するのが困難な場合に、解析軸をより好適な方向に変更できることがある。このように解析軸が好適な方向に変更されることで、振動解析部は、被写体の振動をより好適に解析することができる。

[0113] 本発明の態様7に係る振動解析装置は、上記態様1～6のいずれか1つにおいて、前記振動解析部は、前記振動を周波数ごとに解析してもよい。

[0114] 上記の構成によれば、少なくとも一方の解析軸に沿った方向における振動の振動情報を推定するのが困難な場合であっても、解析部が周波数ごとに振動を解析した解析結果に基づいて、解析軸設定部は、解析軸の方向を好適な方向に変更できる、これにより、被写体の振動をより好適に解析することができる。

- [0115] 本発明の態様 8 に係る振動解析装置は、解析軸を設定する解析軸設定部と、被写体の映像に基づいて、前記被写体における前記解析軸に沿った振動を解析する振動解析部と、前記被写体の画像に前記解析軸を重畳して表示するとともに、前記振動解析部による解析結果を表示する表示部（30、130）と、を備えている。
- [0116] 上記の構成によれば、被写体の振動を好適に解析することができる。また、被写体の振動の方向をどの方向に設定したのかをユーザに容易に認識させることができる。
- [0117] 本発明の態様 9 に係る振動解析装置は、上記態様 8 において、前記解析軸設定部は、前記被写体の映像に応じて解析軸を設定してもよい。
- [0118] 被写体の映像に応じて解析軸を設定した場合も、被写体の振動を好適に解析することができる。
- [0119] 本発明の態様 10 に係る振動解析装置は、上記態様 9 において、前記解析軸設定部は、前記振動の振幅が前記映像の画素の配列方向の振幅より大きくなる方向に前記解析軸の一つを設定してもよい。
- [0120] 上記の構成によれば、解析軸をより好適な方向に設定することで、被写体の振動をより好適に解析することができる。
- [0121] 本発明の態様 11 に係る振動解析装置は、上記態様 9 または 10 において、前記解析軸設定部は、前記振動の振幅が最大となる方向に前記解析軸の一つを設定してもよい。
- [0122] 上記の構成によれば、解析軸をより好適な方向に設定することで、被写体の振動をより好適に解析することができる。
- [0123] 本発明の態様 12 に係る振動解析装置は、上記態様 8 ～ 11 のいずれか 1 つにおいて、前記表示部は、複数の解析軸を表示し、該複数の解析軸のそれぞれに沿った振動の解析結果を別々に表示してもよい。
- [0124] 上記の構成によれば、表示部に複数の解析軸が設定されている場合であっても、それぞれの振動の解析結果をユーザに容易に認識させることができる。

[0125] 本発明の態様 1 3 に係る振動解析装置の制御方法は、被写体の振動を解析する振動解析装置の制御方法であって、前記振動解析装置が、ユーザの操作に応じて解析軸を設定する解析軸設定工程と、前記振動解析装置が、前記被写体の映像に基づいて、該被写体における前記解析軸に沿った振動を解析する振動解析工程と、前記振動解析装置が、前記振動解析工程における解析結果を出力する出力工程と、を包含する。

[0126] 上記の構成によれば、本発明の一態様に係る振動解析装置と同様の効果を奏する。

[0127] 上記の構成によれば、本発明の一態様に係る振動解析装置と同様の効果を奏する。

[0128] さらに、本発明の各態様に係る振動解析装置は、コンピュータによって実現してもよく、この場合には、コンピュータを前記振動解析装置が備える各部（ソフトウェア要素）として動作させることにより前記振動解析装置をコンピュータにて実現させる振動解析装置の振動解析プログラム、およびそれを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も、本発明の範疇に入る。

[0129] 〔付記事項〕

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

[0130] 例えば、実施形態 3 に開示された技術的手段は入力画像に応じて実施されるものであり、実施形態 4 に開示された技術的手段はユーザの操作に応じて実施されるものであることから、これらの技術的手段をそのまま組み合わせることはできない。ただし、切り替えボタン（不図示）などの公知の技術的手段を用いて、実施形態 3 に開示された技術的手段と、実施形態 4 に開示された技術的手段とを切り替えることができる。そのため、実施形態 1 ～ 4 に開示された技術的手段のそれぞれを、切り替えボタンなどの公知の技術的手

段を用いることで、任意に組み合わせることができ、このような技術的手段も本発明の技術的範囲に含まれる。

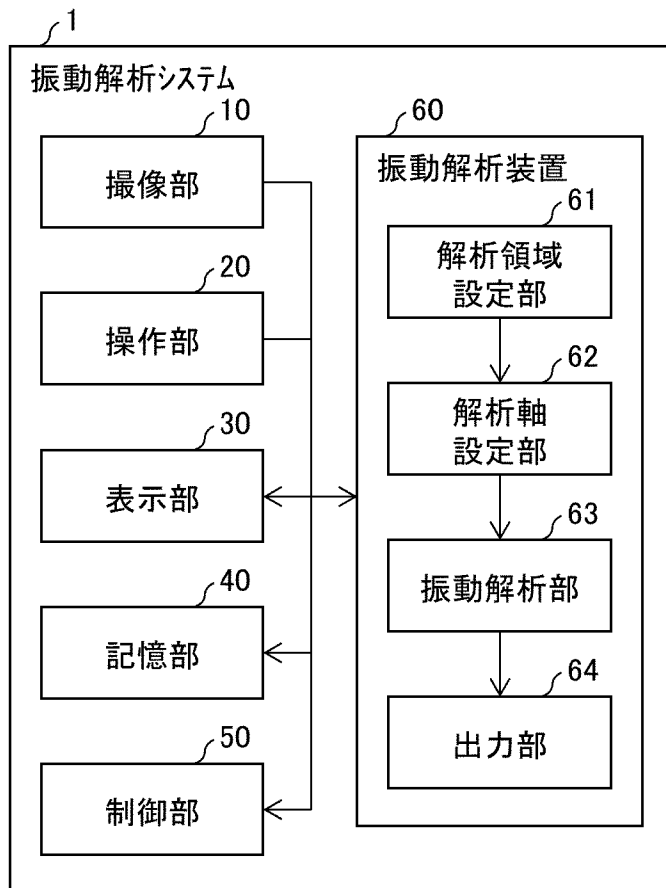
## 請求の範囲

- [請求項1] ユーザの操作に応じて解析軸を設定する解析軸設定部と、  
被写体の映像に基づいて、前記被写体における前記解析軸に沿った振動を解析する振動解析部と、  
前記振動解析部による解析結果を出力する出力部と、を備えていることを特徴とする振動解析装置。
- [請求項2] 前記振動解析部は、前記振動による前記被写体の変位量に基づいて前記振動を解析することを特徴とする請求項1に記載の振動解析装置。
- [請求項3] 前記振動解析部は、前記被写体の3次元的な変位量に基づいて前記振動を解析することを特徴とする請求項1または2に記載の振動解析装置。
- [請求項4] 前記解析軸設定部は、前記被写体を撮像する撮像部と前記被写体とを結ぶ方向に前記解析軸の一つを設定することを特徴とする請求項3に記載の振動解析装置。
- [請求項5] 前記解析軸設定部は、前記被写体の複数の部位のそれぞれに対し、解析軸を設定することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の振動解析装置。
- [請求項6] 前記解析軸設定部は、直交しない二つの解析軸を設定することを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の振動解析装置。
- [請求項7] 前記振動解析部は、前記振動を周波数ごとに解析することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の振動解析装置。
- [請求項8] 解析軸を設定する解析軸設定部と、  
被写体の映像に基づいて、前記被写体における前記解析軸に沿った振動を解析する振動解析部と、  
前記被写体の画像に前記解析軸を重畳して表示するとともに、前記振動解析部による解析結果を表示する表示部と、を備えていることを特徴とする振動解析装置。

- [請求項9] 前記解析軸設定部は、前記被写体の映像に応じて解析軸を設定することを特徴とする請求項8に記載の振動解析装置。
- [請求項10] 前記解析軸設定部は、前記振動の振幅が前記映像の画素の配列方向の振幅より大きくなる方向に前記解析軸の一つを設定することを特徴とする請求項9に記載の振動解析装置。
- [請求項11] 前記解析軸設定部は、前記振動の振幅が最大となる方向に前記解析軸の一つを設定することを特徴とする請求項9または10に記載の振動解析装置。
- [請求項12] 前記表示部は、複数の解析軸を表示し、該複数の解析軸のそれぞれに沿った振動の解析結果を別々に表示することを特徴とする請求項8～11のいずれか1項に記載の振動解析装置。
- [請求項13] 被写体の振動を解析する振動解析装置の制御方法であって、  
前記振動解析装置が、ユーザの操作に応じて解析軸を設定する解析軸設定工程と、  
前記振動解析装置が、前記被写体の映像に基づいて、該被写体における前記解析軸に沿った振動を解析する振動解析工程と、  
前記振動解析装置が、前記振動解析工程における解析結果を出力する出力工程と、を包含することを特徴とする振動解析装置の制御方法。
- [請求項14] 請求項1に記載の振動解析装置としてコンピュータを機能させるための振動解析プログラムであって、前記解析軸設定部と、前記振動解析部と、前記出力部として前記コンピュータを機能させるための振動解析プログラム。
- [請求項15] 請求項14に記載の振動解析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。

[図1]

図 1



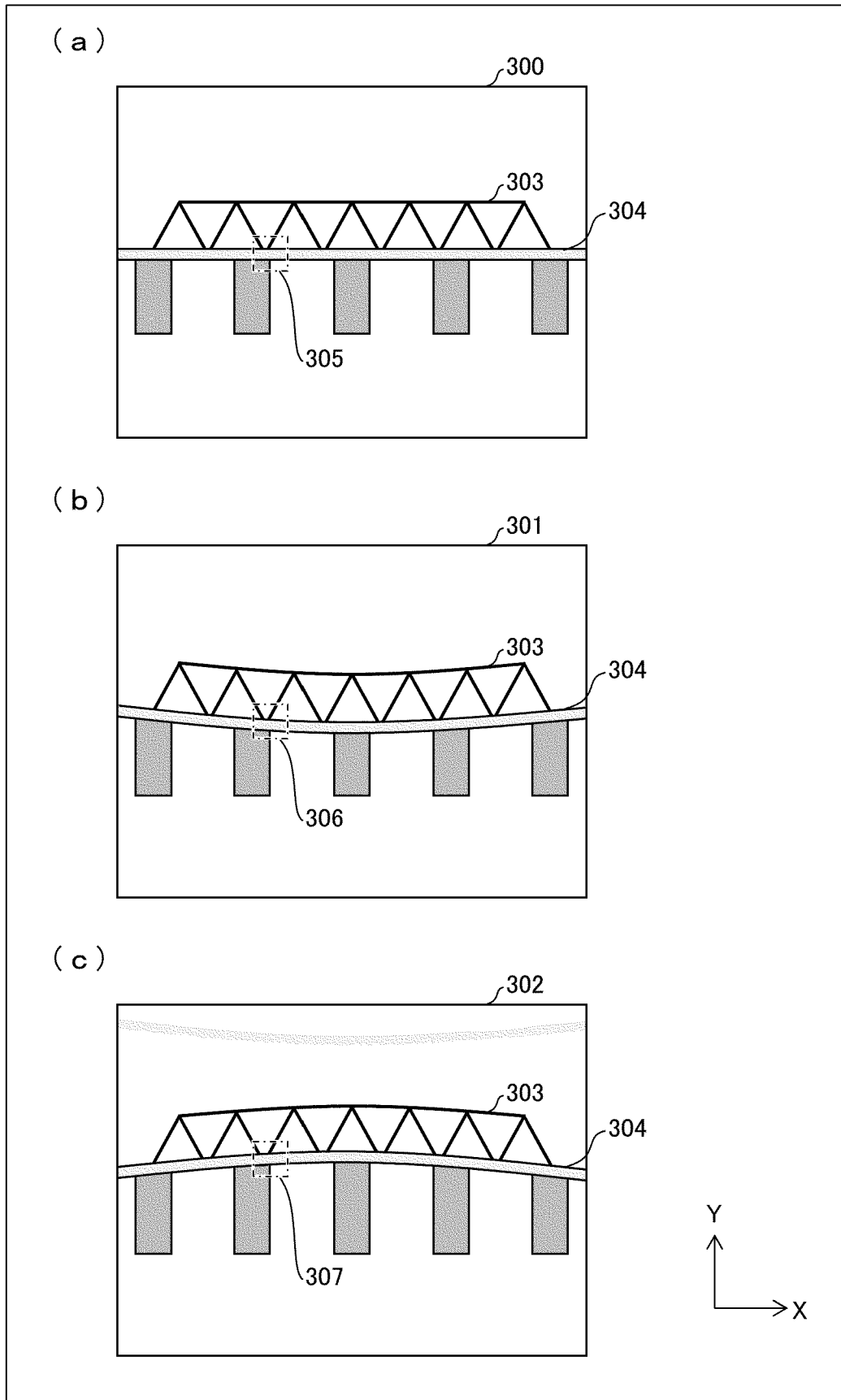
[図2]

図 2



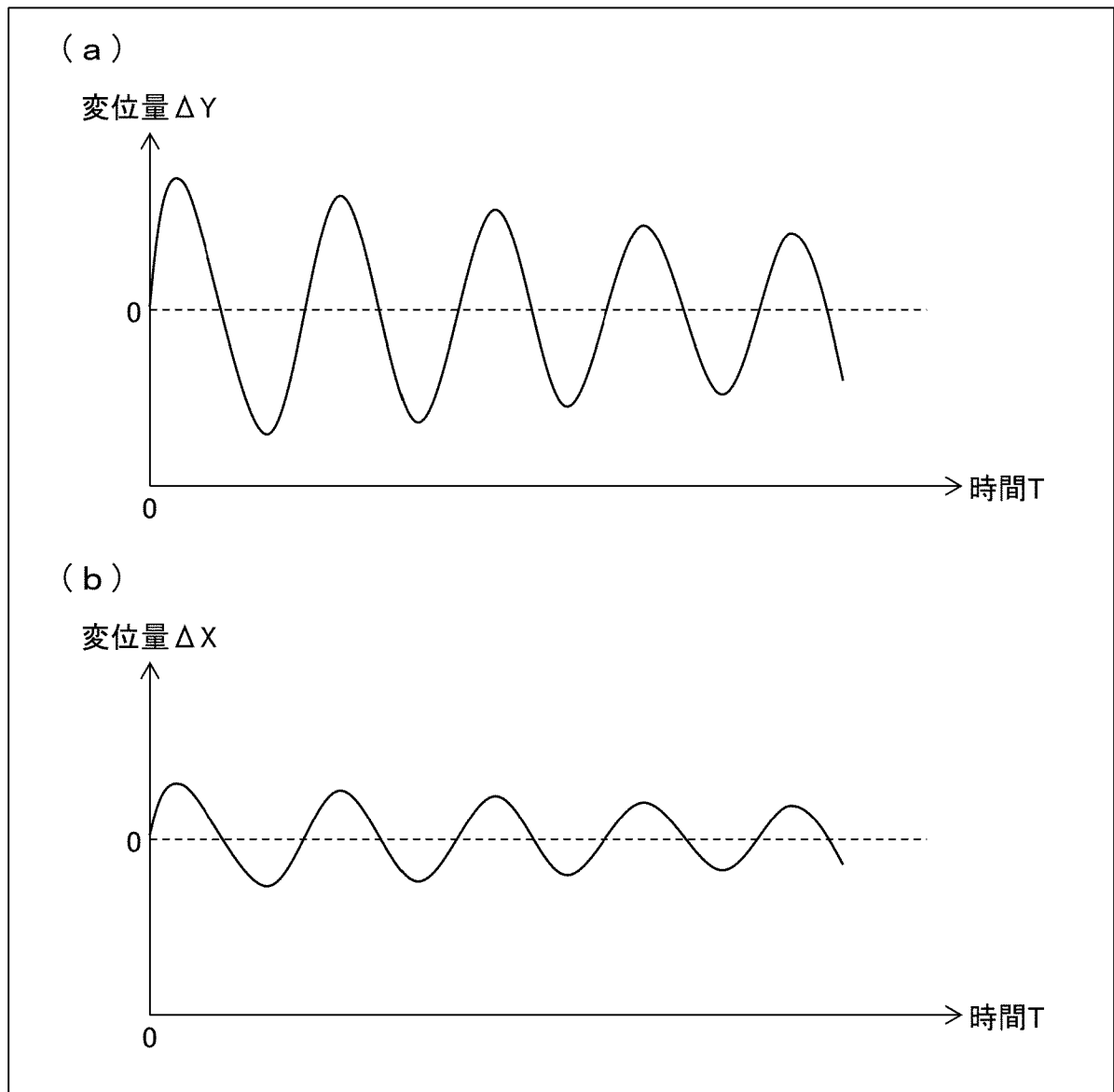
[図3]

図 3



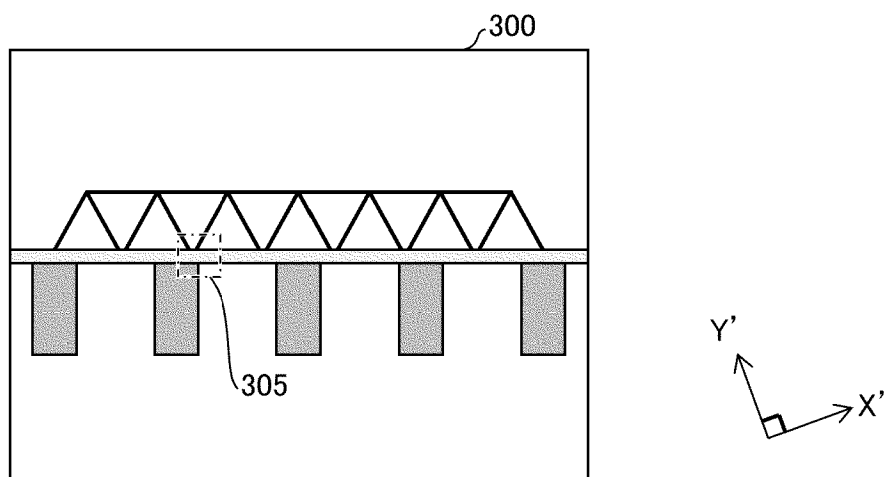
[図4]

図 4



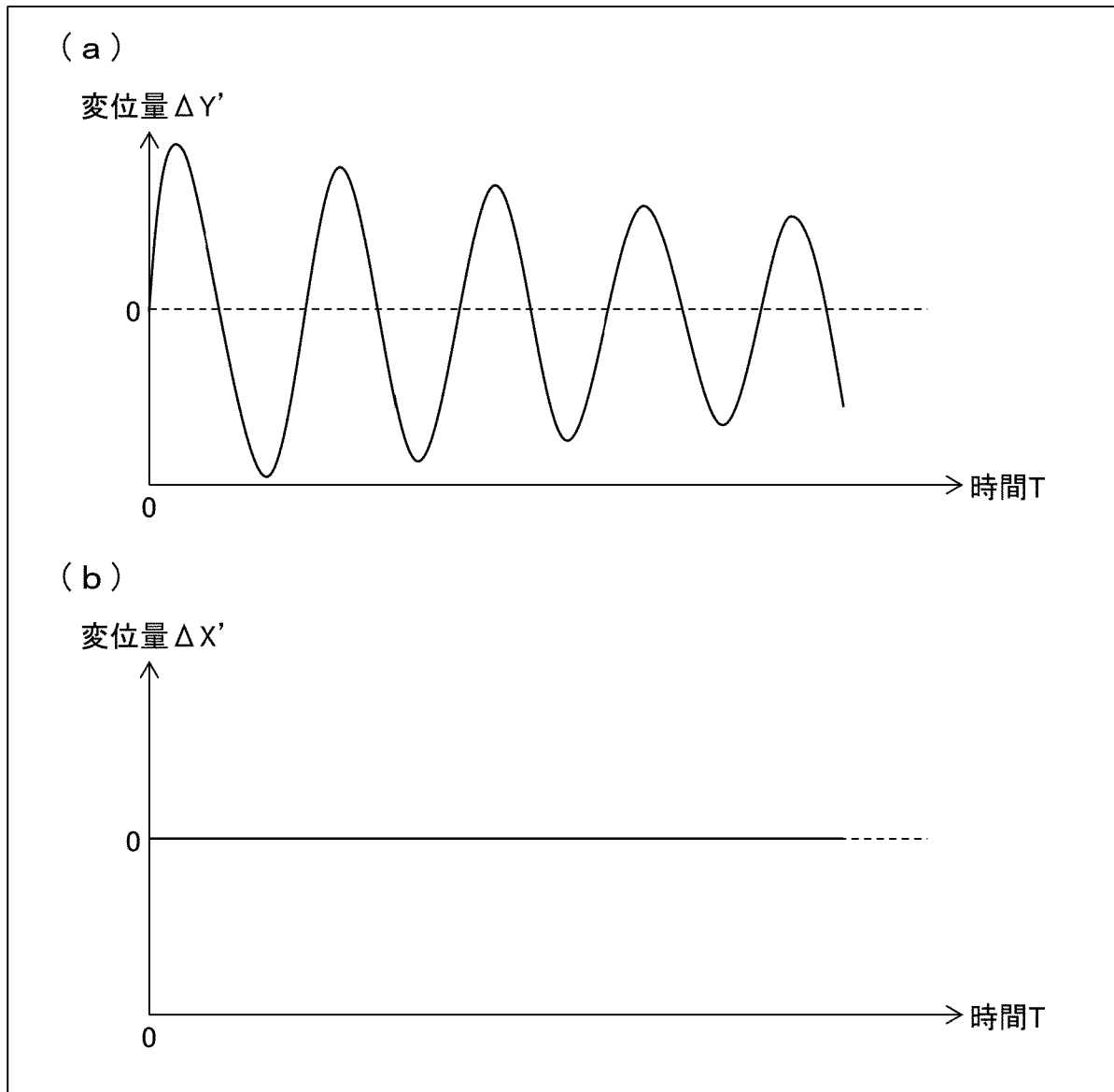
[図5]

図 5



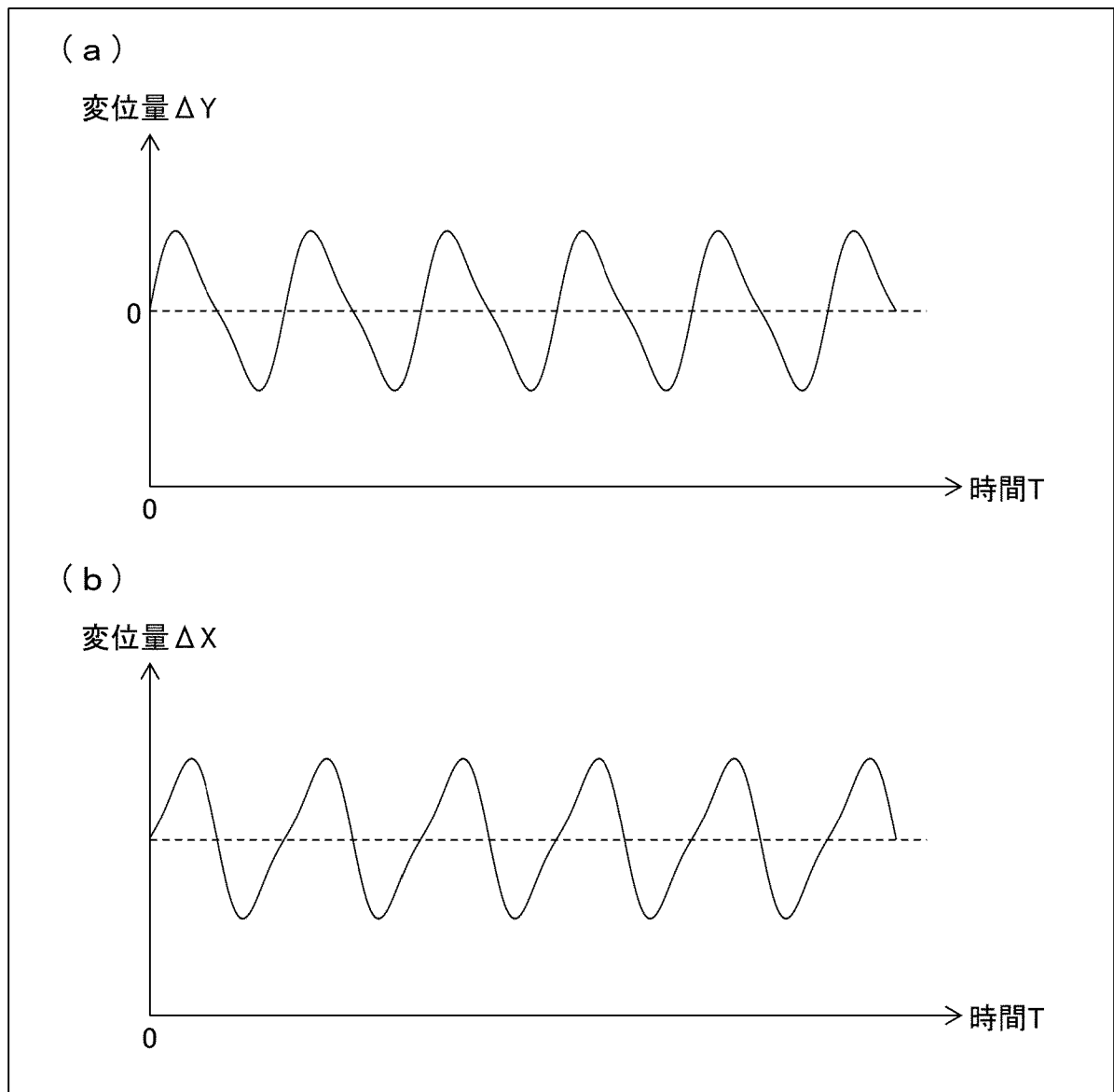
[図6]

図 6



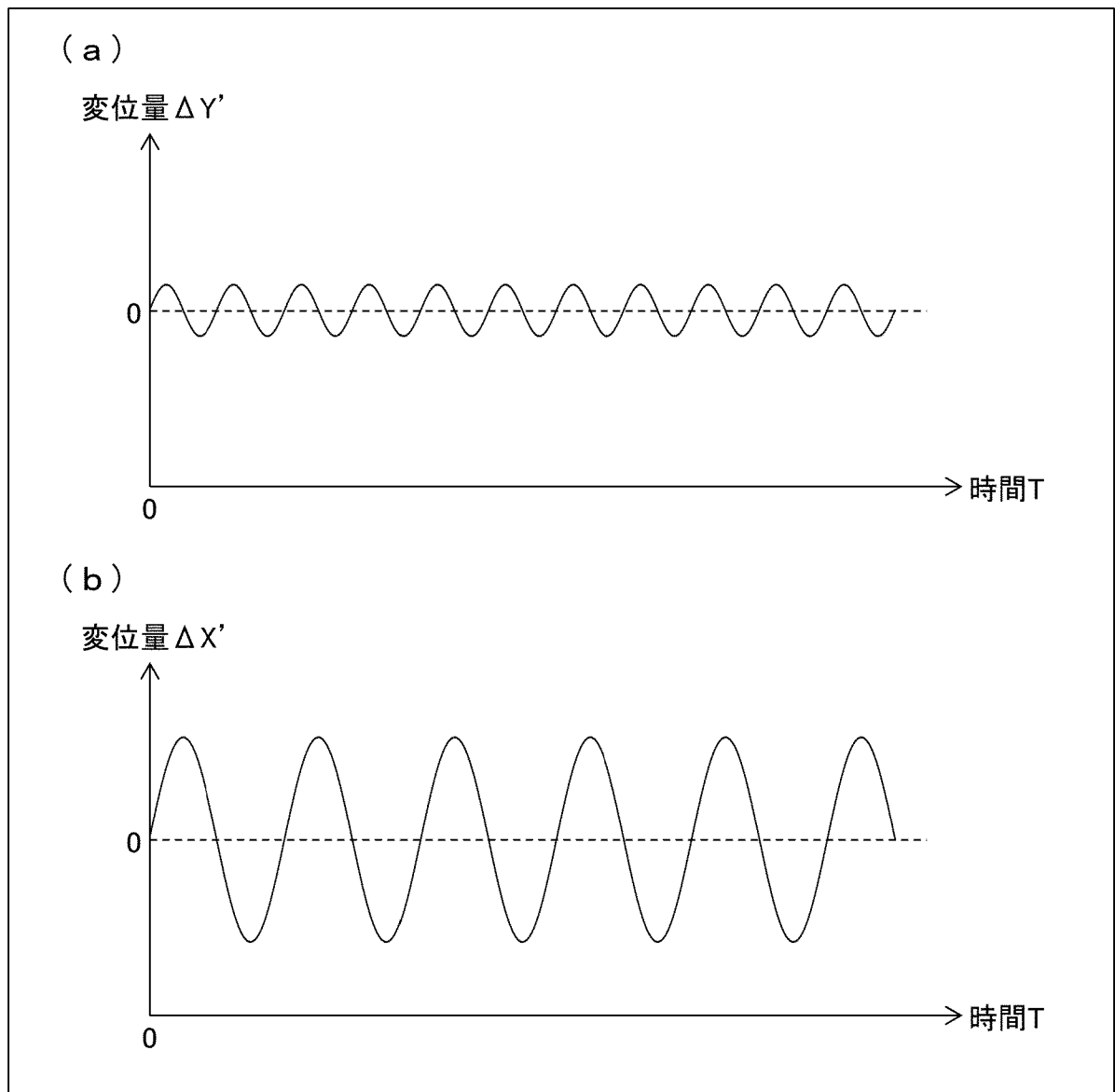
[図7]

図 7



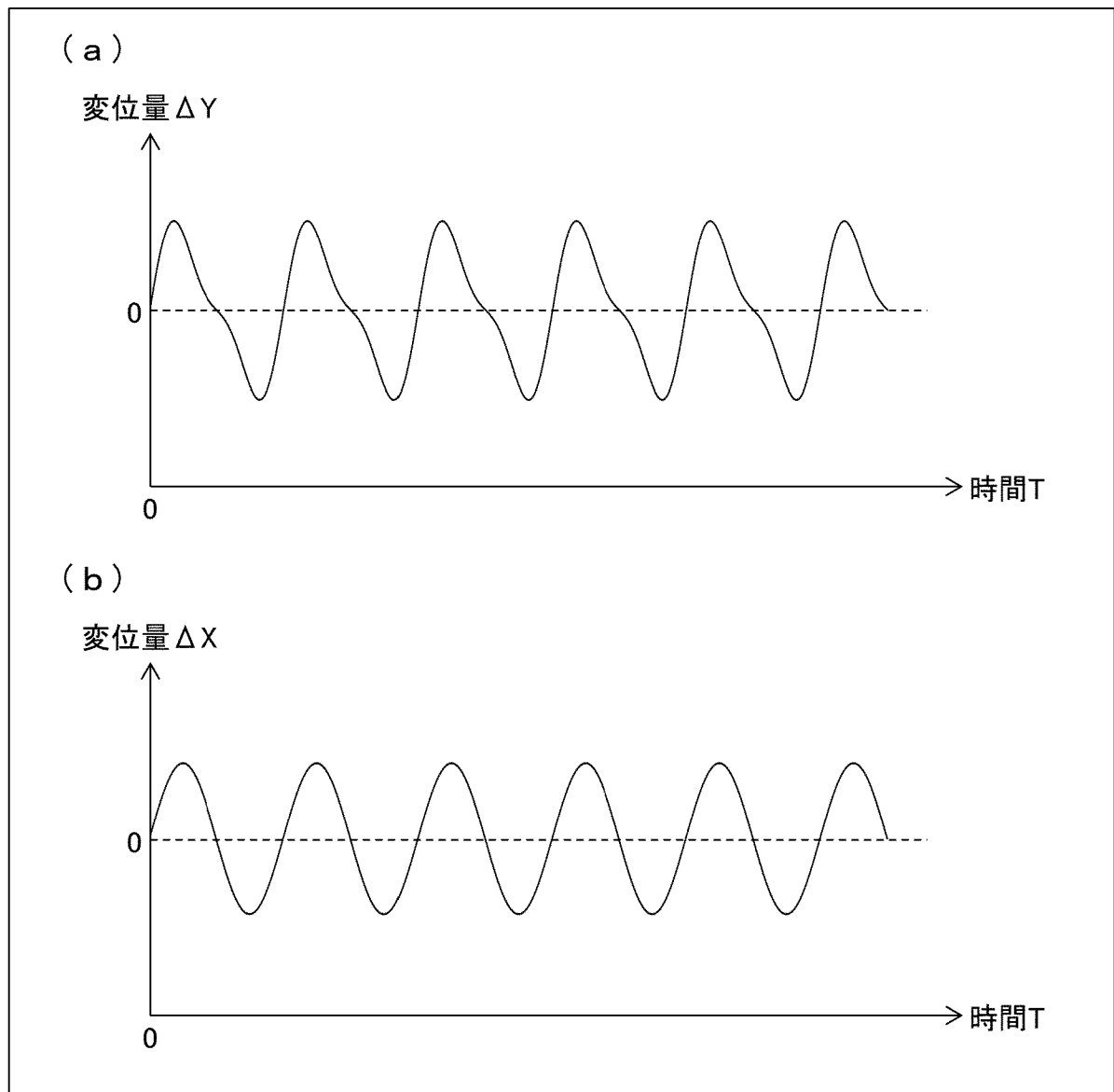
[図8]

図 8



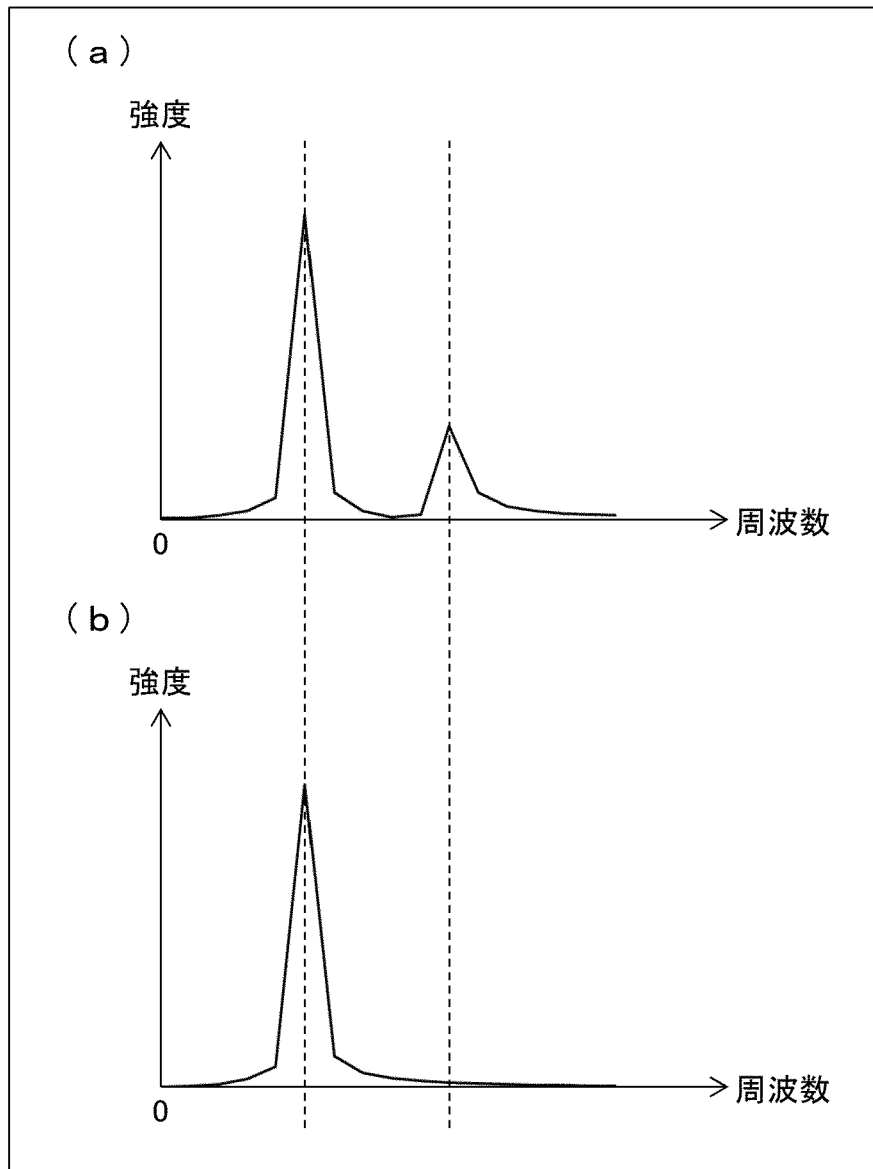
[図9]

図 9



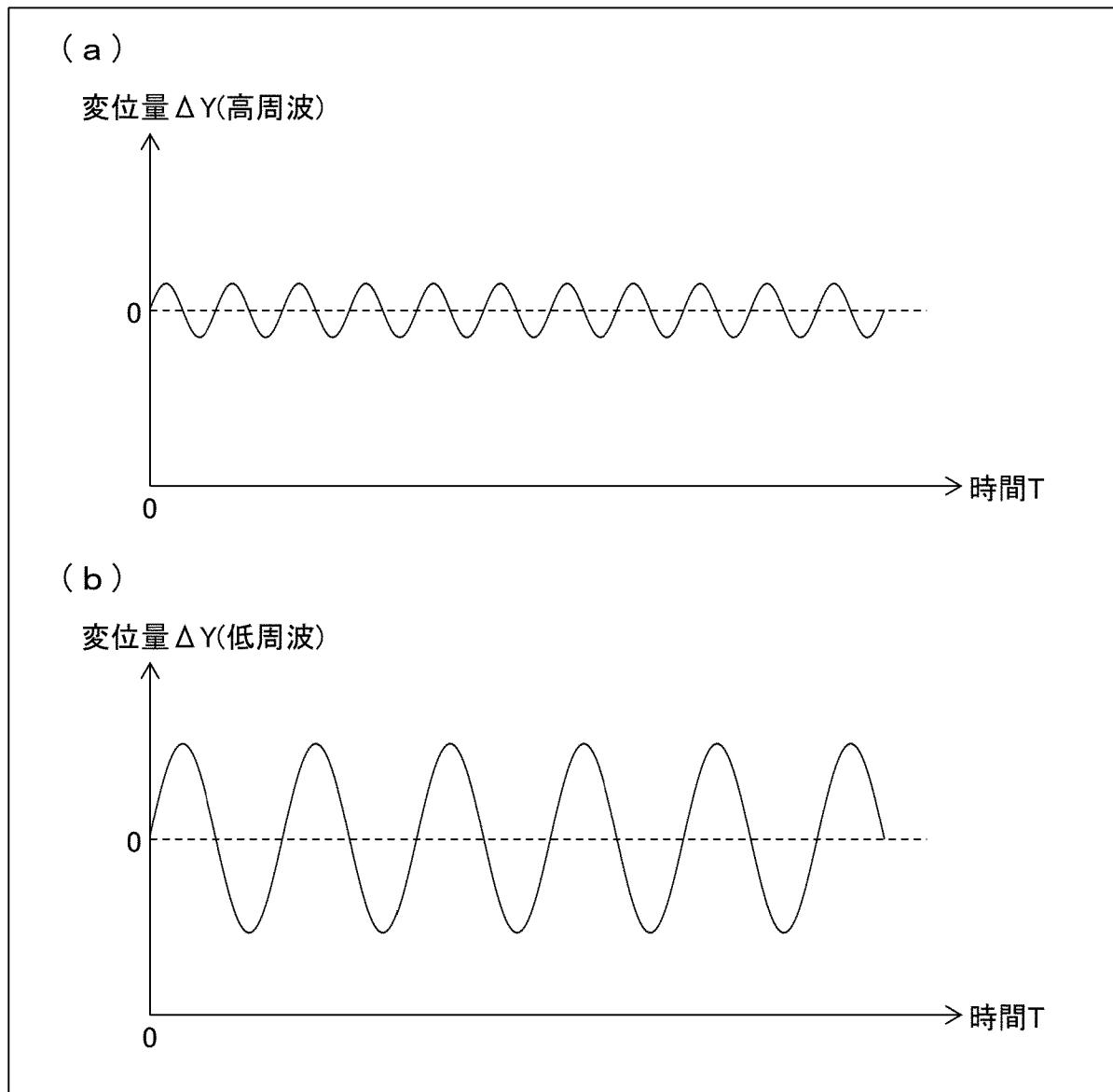
[図10]

図 10



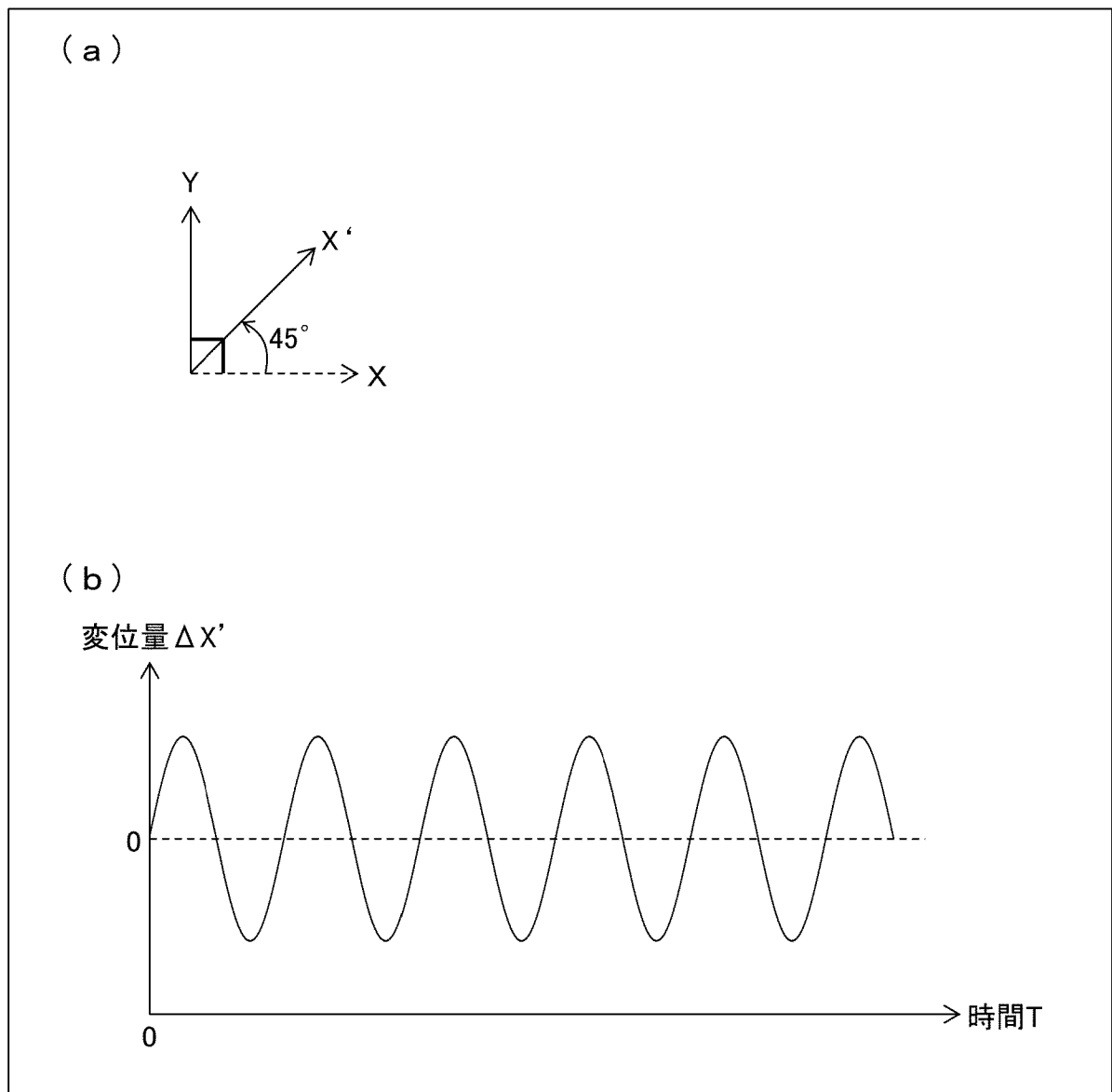
[図11]

図 11



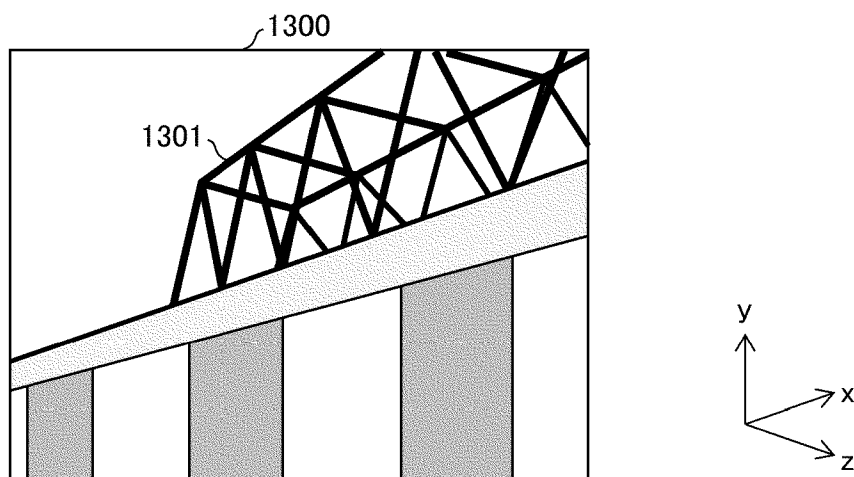
[図12]

図 12



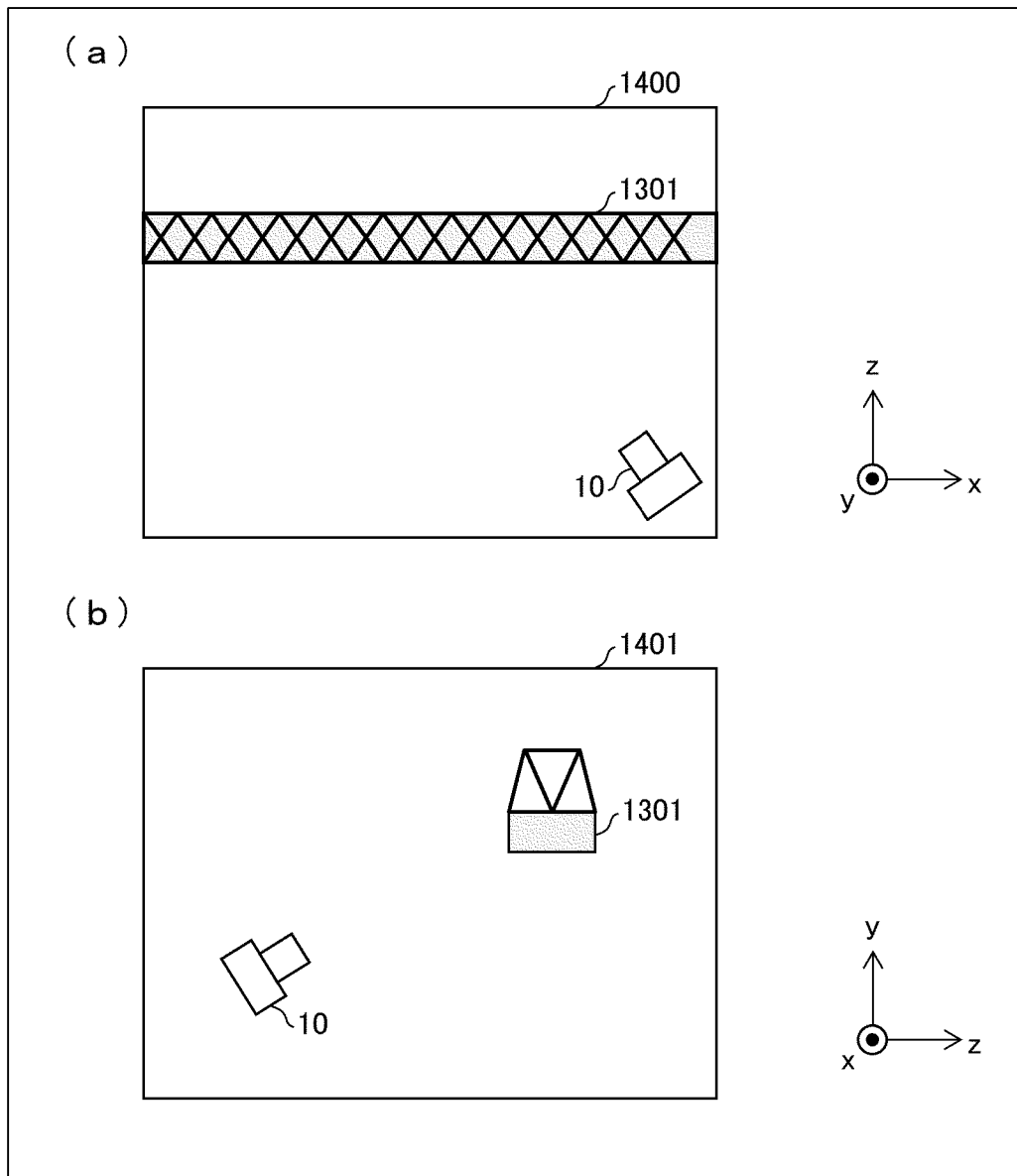
[図13]

図 13



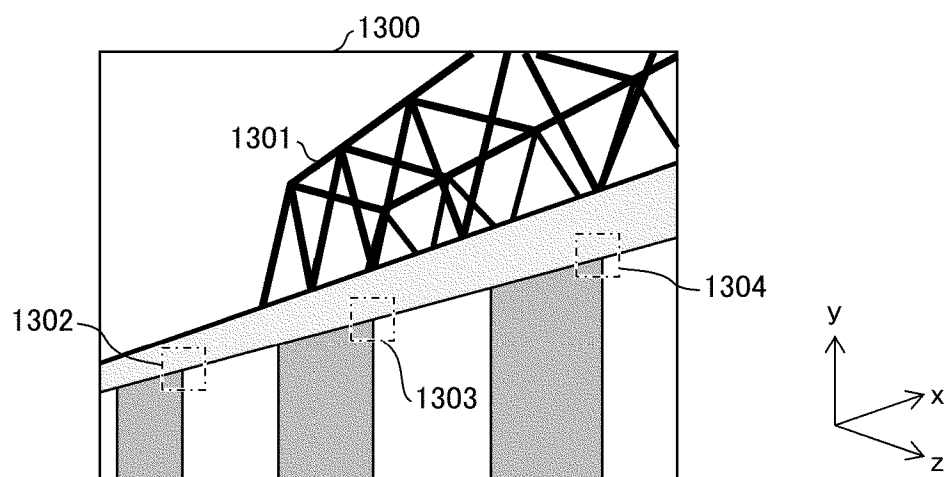
[図14]

図 14



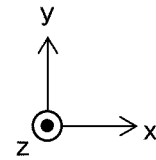
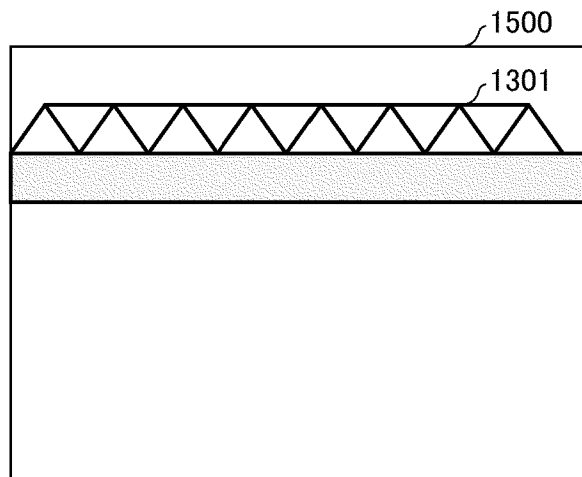
[図15]

図 15



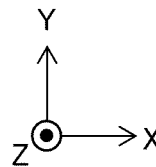
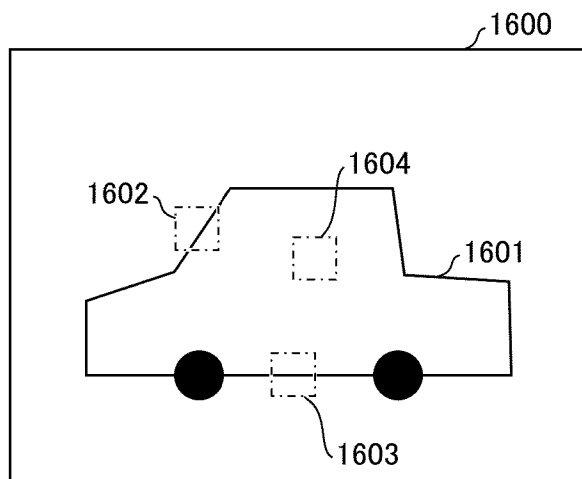
[図16]

図 16



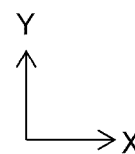
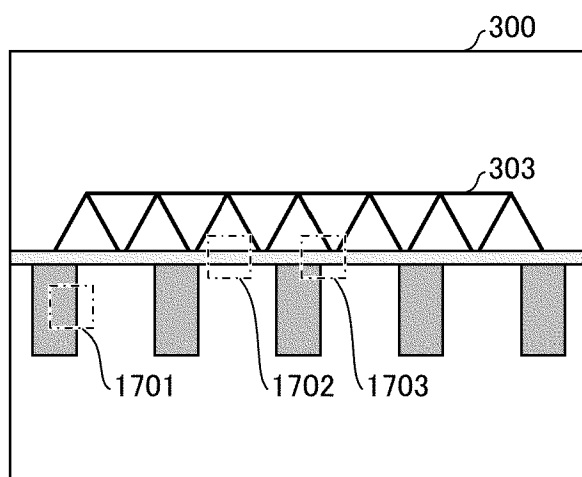
[図17]

図 17



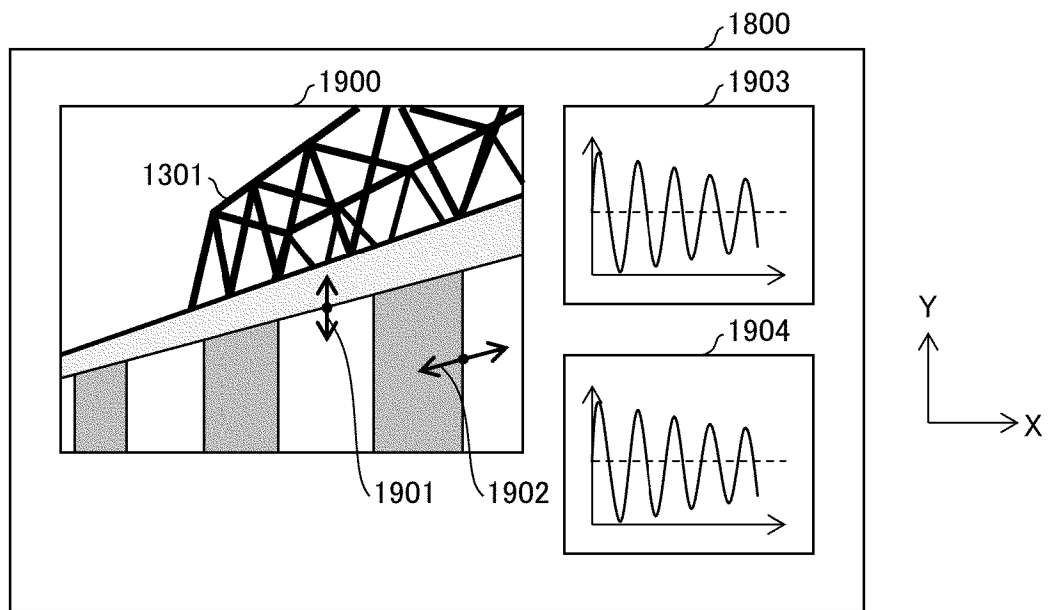
[図18]

図 18



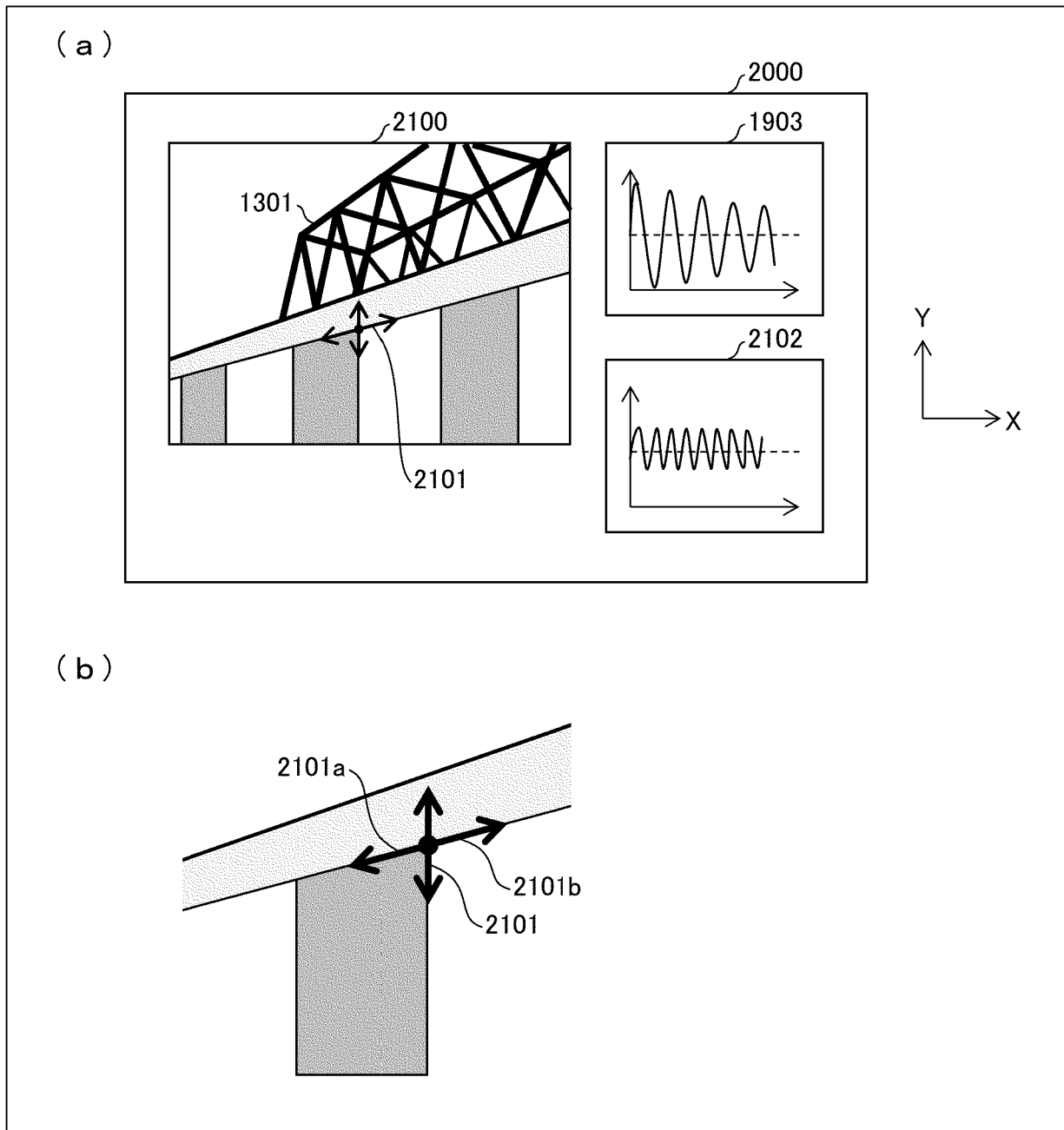
[図19]

図 19



[図20]

図 20



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/013665

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01H9/00 (2006.01) i, G06T7/20 (2017.01) 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. G01H9/00, G06T7/20

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2017/138314 A1 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 17 August 2017, paragraphs [0019]-[0056], [0096], [0097], fig. 18 & EP 3425325 A1, paragraphs [0017]-[0054], [0104], [0105], fig. 18 & JP 2017-142185 A | 1-15                  |
| A         | CN 104048744 A (ANHUI IVY OPTICAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 September 2014, paragraphs [0046]-[0073] (Family: none)                                                                                                              | 1-15                  |
| A         | US 2017/0169575 A1 (AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH) 15 June 2017, paragraphs [0082]-[0084] & EP 3179440 A1 & CN 106872011 A & KR 10-2017-0069171 A & RU 2016148422 A & ES 2686470 T3                                                          | 1-15                  |



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  
17.05.2019

Date of mailing of the international search report  
28.05.2019

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/JP2019/013665

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2017/122641 A1 (FUJIFILM CORP.) 20 July 2017,<br>paragraph [0051], fig. 23-25 & US 2018/0300867 A1,<br>paragraph [0080], fig. 23-25 | 1-15                  |
| A         | JP 09-185455 A (CANON INC.) 15 July 1997,<br>paragraphs [0025]-[0028] (Family: none)                                                   | 1-15                  |
| A         | JP 2016-097657 A (CANON INC.) 30 May 2016,<br>paragraphs [0025]-[0043] (Family: none)                                                  | 1-15                  |
| A         | JP 05-203662 A (FUJIKURA LTD.) 10 August 1993,<br>paragraph [0009] (Family: none)                                                      | 1-15                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01H9/00(2006.01)i, G06T7/20(2017.01)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. G01H9/00, G06T7/20

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 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | WO 2017/138314 A1（国立研究開発法人産業技術総合研究所）<br>2017.08.17, [0019]-[0056];[0096]-[0097], [図 18]<br>& EP 3425325 A1, [0017]-[0054];[0104]-[0105], FIG. 18<br>& JP 2017-142185 A | 1-15           |
| A               | CN 104048744 A（ANHUI IVY OPTICAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY CO.,<br>LTD.）2014.09.17, [0046]-[0073]<br>（ファミリーなし）                                                           | 1-15           |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.05.2019

国際調査報告の発送日

28.05.2019

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

2 J

9109

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                 |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | US 2017/0169575 A1 (AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH) 2017.06.15,<br>[0082]-[0084]<br>& EP 3179440 A1 & CN 106872011 A & KR 10-2017-0069171 A<br>& RU 2016148422 A & ES 2686470 T3 | 1-15           |
| A                     | WO 2017/122641 A1 (富士フイルム株式会社) 2017.07.20,<br>[0051], [図 23]-[図 25]<br>& US 2018/0300867 A1, [0080], FIG. 23-25                                                                 | 1-15           |
| A                     | JP 09-185455 A (キヤノン株式会社) 1997.07.15,<br>[0025]-[0028]<br>(ファミリーなし)                                                                                                             | 1-15           |
| A                     | JP 2016-097657 A (キヤノン株式会社) 2016.05.30,<br>[0025]-[0043]<br>(ファミリーなし)                                                                                                           | 1-15           |
| A                     | JP 05-203662 A (株式会社フジクラ) 1993.08.10,<br>[0009]<br>(ファミリーなし)                                                                                                                    | 1-15           |