

(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  
2017年9月14日(14.09.2017)

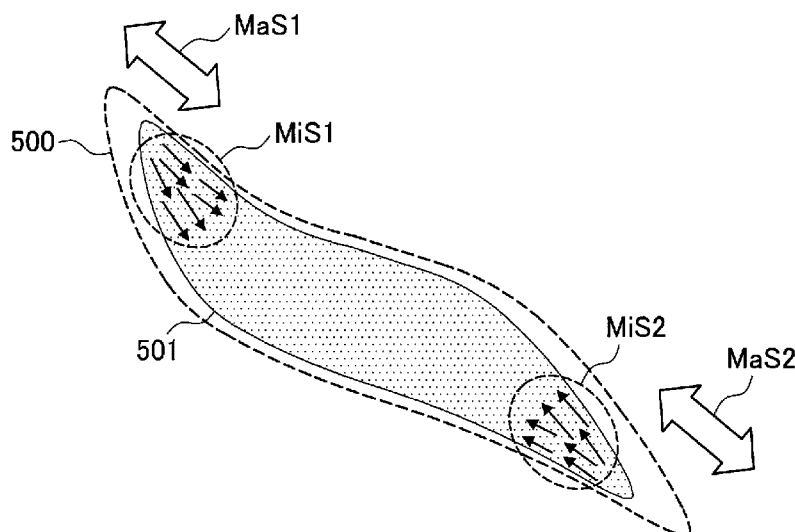


(10) 国際公開番号  
WO 2017/154318 A1

- (51) 国際特許分類:  
C12M 1/34 (2006.01) G06T 7/20 (2017.01)  
C12Q 1/02 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/089220
  - (22) 国際出願日: 2016年12月29日(29.12.2016)
  - (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 2016-045380 2016年3月9日(09.03.2016) JP
  - (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
  - (72) 発明者: 渡辺 真司 (WATANABE, Shinji); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 早川 智広 (HAYAKAWA, Tomohiro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
  - (74) 代理人: 亀谷 美明, 外 (KAMEYA, Yoshiaki et al.); 〒1600004 東京都新宿区四谷3-1-3 第一富澤ビル はづき国際特許事務所 四谷オフィス 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, 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.
  - (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))

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, PROGRAM, AND INFORMATION PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理方法、プログラム及び情報処理システム



(57) Abstract: [Problem] To analyze a biological sample strain more accurately. [Solution] Provided is an information processing device that comprises: a setting unit that sets at least one region of interest in one captured image that constitutes a video of a biological sample; an analysis object specifying unit that specifies an object of analysis in the at least one region of interest; a detecting unit that detects movement in the video of the object of analysis; and an analyzing unit that analyzes the strain of the biological sample related to the at least one region of interest on the basis of the detected movement of the object of analysis.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/154318 A1

---

【課題】生物学的試料のストレインをより精度高く解析すること。【解決手段】生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、上記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定部と、上記解析対象の上記動画像上における動きを検出する検出部と、検出された上記解析対象の動きに基づいて、上記少なくとも一の注目領域に係る上記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、を備える情報処理装置が提供される。

## 明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、情報処理方法、プログラム及び情報処理システム

### 技術分野

[0001] 本開示は、情報処理装置、情報処理方法、プログラム及び情報処理システムに関する。

### 背景技術

[0002] 医療および生命科学の分野において、多くの種類の生物学的試料の動きを観察し、これらの形態の変化について評価することが行われている。例えば、生物学的試料の収縮または弛緩に係る力学的特性（ストレイン）を評価するための技術が開発されている。このストレインを評価することにより、生物学的試料の形態の変化に係る力学的特性を定量的に評価することが可能となる。

[0003] 例えば、下記非特許文献1には、生物学的試料の一例である心筋細胞に対応する撮像画像中の関心領域についてセグメンテーション処理を行うことにより得られる当該心筋細胞の形状情報をフーリエ級数展開し、得られたフーリエ記述子に基づいて当該心筋細胞のストレインを解析する方法が開示されている。また、下記非特許文献2には、撮像画像に表示されている生物学的試料の内部の動きを相関関数により検出し、検出された動きを力学的なひずみテンソルと関連付けることにより、当該生物学的試料のストレインを算出する方法が開示されている。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0004] 非特許文献1：C. Bazan et al. “Image Processing Techniques for Assessing Contractility in Isolated Adult Cardiac Myocytes” International Journal of Biomedical Imaging, 2009, 352954.

非特許文献2：A. Kamogue et al. “Quantification of cardiomyocyte

contraction based on image correlation analysis.” Cytometry Part A, 75A, 2009, p.298-308.

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記非特許文献1に開示された技術では、心筋細胞に対応する関心領域を認識する処理、および関心領域についてのセグメンテーション処理を撮像画像のフレームごとに行う必要がある。そのため、ストレインの解析の処理にかかる負荷が膨大なものになる可能性がある。また、上記非特許文献2に開示された技術では、生物学的試料に対応する領域が特定されていないため、大きく形態を変化させる生物学的試料の内部の動きを取得することが困難である。そのため、解析の対象となる生物学的試料によっては、ストレインの解析結果の精度が低下する可能性がある。

[0006] そこで、本開示では、生物学的試料のストレインをより精度高く解析することが可能な、新規かつ改良された情報処理装置、情報処理方法、プログラムおよび情報処理システムを提案する。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本開示によれば、生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、上記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定部と、上記解析対象の上記動画像上における動きを検出する検出部と、検出された上記解析対象の動きに基づいて、上記少なくとも一の注目領域に係る上記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、を備える情報処理装置が提供される。

[0008] また、本開示によれば、プロセッサが、生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定することと、上記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定することと、上記解析対象の上記動画像上における動きを検出することと、検出された上記解析対象の動きに基づいて、上記少なくとも一の注目領域に係る上記生物学的試料のストレインを解析することと、を含む情報処理方法が提供される。

[0009] また、本開示によれば、コンピュータを、生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、上記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定部と、上記解析対象の上記動画像上における動きを検出する検出部と、検出された上記解析対象の動きに基づいて、上記少なくとも一の注目領域に係る上記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、として機能させるためのプログラムが提供される。

[0010] また、本開示によれば、生物学的試料についての動画像を生成する撮像部を備える撮像装置と、上記動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、上記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定部と、上記解析対象の上記動画像上における動きを検出する検出部と、検出された上記解析対象の動きに基づいて、上記少なくとも一の注目領域に係る上記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、を備える情報処理装置と、を有する情報処理システムが提供される。

### 発明の効果

[0011] 以上説明したように本開示によれば、生物学的試料のストレインをより精度高く解析することが可能である。

[0012] なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本開示の一実施形態に係る情報処理システムの構成の概要を示す図である。

[図2]同実施形態に係るストレインの種類を説明するための図である。

[図3]本開示の一実施形態に係る情報処理装置の機能構成例を示す機能ブロック図である。

[図4]設定部による観察対象についての注目領域の設定方法および追跡点の配

置方法の一例を示す図である。

[図5]解析対象特定部による測定点の配置位置の特定方法の第1の例を示すフローチャートである。

[図6]解析対象特定部による測定点の配置位置の特定方法の第1の例について説明するための図である。

[図7]解析対象特定部による測定点の配置位置の特定方法の第2の例を示すフローチャートである。

[図8]解析対象特定部による測定点の配置位置の特定方法の第2の例について説明するための図である。

[図9]解析対象特定部による解析対象の特定方法の一例について説明するための図である。

[図10]注目領域動き検出部に用いられるブロックサイズおよび解析対象動き検出部に用いられるブロックサイズの一例を示す図である。

[図11]注目領域動き検出部に用いられるブロックサイズおよび解析対象動き検出部に用いられるブロックサイズの一例を示す図である。

[図12]測定点の動きベクトルに基づくマクロストレイン解析の第1の例を示す図である。

[図13]測定点の動きベクトルに基づくマクロストレイン解析の第2の例を示す図である。

[図14]アフィンパラメータを用いてマクロストレインを解析する処理を示すフローチャートの一例である。

[図15]アフィンパラメータを用いてマイクロストレインを解析する処理を示すフローチャートの一例である。

[図16]マクロストレインの時系列変化を示すグラフの一例である。

[図17]測定点の動きが同位相である場合および異位相である場合の変位の一例を示すグラフである。

[図18]表示制御部による観察対象の収縮または弛緩に係るマイクロストレインのイメージング処理のフローチャートの一例を示す。

[図19] 2点の測定点の動きが同位相である場合における観察対象の収縮または弛緩に係るマイクロストレインのイメージング処理の処理例を示す図である。

[図20] 2点の測定点の動きが異位相である場合における観察対象の収縮状態または弛緩状態に係るマイクロストレインのイメージング処理の処理例を示す図である。

[図21] ストレイン強度のイメージング処理の一例を示す図である。

[図22] 同実施形態に係る情報処理装置による処理の一例を示すフローチャートである。

[図23] 解析対象として2つの測定点が特定された場合のステップS511に係る処理の一例を示すフローチャートである。

[図24] 解析対象として注目領域の内部が特定された場合のステップS511に係る処理の一例を示すフローチャートである。

[図25] 本開示の実施形態に係る情報処理装置のハードウェア構成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] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0015] なお、説明は以下の順序で行うものとする。

1. 情報処理システムの概要
2. 情報処理装置
  2. 1. 構成例
  2. 2. 処理例
  2. 3. 効果
3. ハードウェア構成例
4. まとめ

[0016] << 1. 情報処理システムの概要 >>

図 1 は、本開示の一実施形態に係る情報処理システム 1 の構成の概要を示す図である。図 1 に示すように、情報処理システム 1 は、撮像装置 10、および情報処理装置 20 を備える。撮像装置 10 および情報処理装置 20 は、有線または無線の各種ネットワークにより接続される。

[0017] (撮像装置)

撮像装置 10 は、撮像画像（動画像）を生成する装置である。本実施形態に係る撮像装置 10 は、例えば、デジタルカメラにより実現される。他にも、撮像装置 10 は、例えばスマートフォン、タブレット、ゲーム機、またはウェアラブル装置など、撮像機能を有するあらゆる装置により実現されてもよい。このような撮像装置 10 は、CCD (Charge Coupled Device) または CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などの撮像素子、および撮像素子への被写体像の結像を制御するためのレンズなどの各種の部材を有し、これらを用いて実空間を撮像する。これらの撮像素子および各種の部材により、撮像装置 10 の撮像部としての機能が実現される。また、撮像装置 10 は、情報処理装置 20 との間で動画像等を送受信するための通信装置を含む。本実施形態において、撮像装置 10 は、観察対象である細胞等が培養されている培地 M を撮像するための撮像ステージ S の上方に設けられる。なお、細胞は生物学的試料の一例である。そして、撮像装置 10 は、培地 M を所定のフレームレートで撮像することにより動画像を生成する。なお、撮像装置 10 は、培地 M を直接（他の部材を介さずに）撮像してもよいし、顕微鏡等の他の部材を介して培地 M を撮像してもよい。また、上記フレームレートは特に限定されないが、観察対象の変化の度合いに応じて設定されることが好ましい。なお、撮像装置 10 は、観察対象の変化を正しく追跡するため、培地 M を含む一定の撮像領域を撮像する。撮像装置 10 により生成された動画像は、情報処理装置 20 へ送信される。

[0018] なお、本実施形態において、撮像装置 10 は光学顕微鏡等に設置されるカメラであることを想定しているが、本技術はかかる例に限定されない。例え

ば、撮像装置10は、SEM (Scanning Electron Microscope : 走査型電子顕微鏡)、もしくはTEM (Transmission Electron Microscope : 透過型電子顕微鏡)等の電子線を用いた電子顕微鏡等に含まれる撮像装置、または、AFM (Atomic Force Microscope : 原子間力顕微鏡)、もしくはSTM (Scanning Tunneling Microscope : 走査型トンネル顕微鏡)等の短針を用いたSPM (Scanning Probe Microscope : 走査型プローブ顕微鏡)等に含まれる撮像装置であってもよい。この場合、撮像装置10により生成される動画画は、例えば電子顕微鏡の場合、電子線を観察対象に照射することにより得られる動画画である。また、撮像装置10がSPMである場合、撮像装置10により生成される動画画は、短針を用いて観察対象をなぞることにより得られる動画画である。これらの動画画も、本実施形態に係る情報処理装置20により画像解析され得る。

[0019] (情報処理装置)

情報処理装置20は、画像解析機能を有する装置である。情報処理装置20は、PC (Personal Computer)、タブレット、スマートフォンなど、画像解析機能を有するあらゆる装置により実現される。情報処理装置20は、処理回路および通信装置を含む。例えば、本実施形態に係る情報処理装置20では、通信装置が撮像装置10から動画画を取得し、処理回路が取得した動画画について少なくとも一の注目領域を設定する。そして、当該処理回路は、設定された注目領域について解析対象を特定し、当該解析対象の動きを検出する。そして、当該処理回路は、当該解析対象の動きに基づいて、注目領域に係る観察対象のストレインを解析する。情報処理装置20の処理回路により行われる各処理については、情報処理装置20の内部または外部に備えられる記憶装置または表示装置等へ出力される。なお、情報処理装置20は、ネットワーク上の1または複数の情報処理装置によって実現されてもよい。情報処理装置20の各機能を実現する機能構成については後述する。

[0020] なお、本実施形態において、撮像装置10および情報処理装置20により情報処理システム1が構成されるが、本技術はかかる例に限定されない。例

例えば、撮像装置10が、情報処理装置20に関する処理（例えば、検出処理および解析処理）を行ってもよい。この場合、情報処理システム1は、検出機能および解析機能等を有する撮像装置により実現される。

[0021] ここで、本実施形態に係る情報処理システム1の観察対象およびストレインについて説明する。まず、本実施形態に係る観察対象は、主に生物学的試料である。生物学的試料とは、例えば、各種細胞、細胞小器官もしくは生体組織、または微生物もしくはプランクトン等の生物など、光学顕微鏡等を用いて観察することが可能な生体を意味する。特に本実施形態において生物学的試料は、撮像装置10の撮像ステージS上における培地Mにおいて運動し得る生体を意味する。以下、このような生物学的試料については、観察対象と呼称する。

[0022] 特に、本実施形態に係る観察対象は、周期的な運動を行う観察対象であってもよい。周期的な運動とは、例えば、筋肉等による収縮および弛緩を伴う運動（拍動）であってもよい。このような周期的な運動を示す観察対象として、例えば、サルコメア（筋節）および当該サルコメアにより構成される筋源繊維、筋繊維および筋肉等が挙げられる。筋肉は、骨格筋または内臓筋（特に心筋等の不随意筋）であってもよい。また、本実施形態に係る観察対象は、心筋を形成する心筋細胞であってもよいし、心臓の拍動に応じて拍動する動脈等の血管であってもよい。また、本技術の適用対象は、周期的な運動を行う観察対象に限定されない。例えば、外部刺激または内部刺激等により収縮および弛緩する観察対象は、本技術の適用対象として含まれる。

[0023] なお、本実施形態において観察対象は生物学的試料であるが、本技術はかかる例に限定されない。例えば、観察対象は、大きさがミリメートルからナノメートルのスケールである生物または無生物等の構造体であってもよい。収縮および弛緩（または伸長）するような構造体であれば、情報処理システム1は、これらの観察対象の形態の変化に係る歪み（ストレインに相当）について解析するために用いられてもよい。

[0024] 次に、本実施形態に係るストレインについて説明する。ストレインは、生

物学的試料（観察対象）の形態の変化に係る力学的特性を示す指標である。観察対象が拍動する際に、当該観察対象に局所的に歪みが生じることがある。この歪みが、観察対象の局所的な力学的特性を示すストレインである。このストレインを定量化することにより、観察対象の収縮能について評価することができる。例えば、観察対象が心筋細胞である場合に、心筋細胞に投与された薬剤に係る効果、および再生医療に係る技術を用いて作製された心筋細胞の収縮能等を、定量的に評価することが可能となる。

[0025] 本実施形態に係るストレインは、大きく2種類存在する。図2は、本実施形態に係るストレインの種類を説明するための図である。図2を参照すると、観察対象500が収縮して形態を観察対象501のように変化している。このとき、観察対象500のストレインとして、観察対象500全体の収縮または弛緩に係る力学的特性を示すマクロストレイン $M a S 1$ および $M a S 2$ 、並びに、観察対象500の内部の局所的な力学的特性を示すマイクロストレイン $M i S 1$ および $M i S 2$ の2種類が存在する。

[0026] マクロストレインは、観察対象500の伸縮方向における、観察対象500の形態の変化の大きさを示すストレインである。つまり、マクロストレインは、観察対象500の元の形態と、当該元の形態から収縮したときの観察対象501の形態との間の差分（歪み）に基づいて算出されるストレインである。

[0027] 一方、マイクロストレインは、観察対象500の伸縮方向の運動に寄与する観察対象500の局所的な動きの変化量を示すストレインである。つまり、マイクロストレインは、図2に示すように、観察対象500の伸縮方向の運動に寄与する観察対象500の内部の個々の動きの変化に基づいて算出されるストレインである。

[0028] マクロストレインは、いわゆる無次元のひずみ量であるのに対し、マイクロストレインは、二次元上における動きの変化量（すなわち加速度に相当する）の次元を有する値である。また、本実施形態に係るマイクロストレインは、ベクトル（大きさと同方向を有する）である。本実施形態に係る情報処理シス

テム 1 によれば、これらの 2 種のストレインの少なくともいずれかを用いることにより、観察対象の局所的な力学的特性について、より詳細な、かつ、複合的な評価をすることができる。

[0029] 以上、本開示の一実施形態に係る情報処理システム 1 の概要について説明した。本開示の一実施形態に係る情報処理システム 1 に含まれる情報処理装置 20 は、以下の実施形態において実現される。以下、情報処理装置 20 の具体的な構成例および処理例について説明する。なお、以下の説明においては、特に区別する必要がない限り、マクロストレインおよびマイクロストレインを、総じてストレインと記載する。

[0030] <<2. 情報処理装置>>

以下、図 3～図 24 を参照して本開示の一実施形態に係る情報処理装置 20 について説明する。

[0031] <2. 1. 構成例>

図 3 は、本開示の一実施形態に係る情報処理装置 20 の機能構成例を示す機能ブロック図である。図 3 に示すように、本実施形態に係る情報処理装置 20 は、制御部 200、通信部 210 および記憶部 220 を備える。制御部 200 の機能は、情報処理装置 20 が備える CPU (Central Processing Unit) 等の処理回路により実現される。また、通信部 210 の機能は、情報処理装置 20 が備える通信装置により実現される。また、記憶部 220 の機能は、情報処理装置 20 が備えるストレージ等の記憶装置により実現される。以下、各機能部について説明する。

[0032] (制御部)

制御部 200 は、情報処理装置 20 の動作全般を制御する。また、制御部 200 は、図 3 に示すように、設定部 201、解析対象特定部 202、検出部 203、解析部 204 および表示制御部 205 の各機能を含み、本実施形態に係る情報処理装置 20 の動作を主導的に行う。制御部 200 に含まれる各機能部の有する機能については後述する。

[0033] (通信部)

通信部 210 は、情報処理装置 20 が備える通信手段であり、ネットワークを介して（あるいは直接的に）、外部装置と無線または有線により各種通信を行う。例えば、通信部 210 は撮像装置 10 と通信を行う。より具体的には、通信部 210 は、撮像装置 10 により生成された動画像を取得する。また、通信部 210 は、撮像装置 10 以外の他の装置と通信を行ってもよい。例えば、通信部 210 は、後述する解析部 204 より得られる解析結果に関する情報、または表示制御部 205 より得られる分析結果等の表示に関する情報等を、外部の情報処理装置または表示装置等に送信してもよい。

[0034] （記憶部）

記憶部 220 は、情報処理装置 20 が備える記憶手段であり、通信部 210 により取得された情報、または制御部 200 の有する各機能部により得られた情報等を記憶する。また、記憶部 220 は、制御部 200 の有する各機能部、または通信部 210 からの要求に応じて、記憶されている情報を適宜出力する。

[0035] 次に、制御部 200 に含まれる各機能部の有する機能について説明する。

[0036] （設定部）

設定部 201 は、通信部 210 が撮像装置 10 から取得した動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する。なお、本明細書において注目領域とは、観察対象の動きを推定するための領域を意味する。この注目領域は、動画像における観察対象（例えば、細胞等の生物学的試料）に相当する領域（以降、観察対象領域と呼称する）と必ずしも一致していてもよい。例えば、本実施形態に係る注目領域は、観察対象の輪郭に相当する閉曲線により形成される領域に設定されるものとして説明するが、当該注目領域は、観察対象の内部に存在する組織に相当する領域に設定されてもよい。

[0037] また、本実施形態に係る注目領域は、閉曲線（始点と終点が一致する曲線）により包囲される領域であるものとして説明するが、開曲線（直線を含む）により表現される領域であってもよい。また、注目領域として、複数の領

域が設定されてもよいし、8の字のような形状により表現される領域が設定されてもよい。

[0038] また、注目領域は、情報処理装置20を使用するユーザの操作等を介して設定されてもよいし、設定部201が画像解析等の手法により動画像から注目領域を自動的に検出してもよい。後者の場合、設定部201は、画像解析により観察対象領域を検出してもよい。例えば、設定部201は、観察対象の種類に応じて注目領域を設定してもよい。

[0039] また、設定部201は、一の撮像画像から一または複数の注目領域を設定してもよい。例えば、一の撮像画像に複数の観察対象領域が含まれている場合、これらの観察対象の動きの比較のために、設定部201は各観察対象についてそれぞれ注目領域を設定してもよい。これにより、複数の観察対象の各々の動きが推定され、各々のストレインについて解析できるので、解析結果の比較が可能となる。

[0040] なお、当該一の撮像画像は、通信部210が取得した動画像のうち、最初のフレームに相当する撮像画像であってもよい。最初のフレームの撮像画像について注目領域を設定することにより、例えば、動画像における注目領域の動きについて時系列に解析する際に、最初のフレームにおける注目領域の位置を基準とすることができる。そのため、任意の撮像画像における注目領域の位置を基準とするよりも、解析結果がより明確となる。また、当該一の撮像画像は、後述する解析部204による観察対象のストレインの解析の開始時点に相当するフレームにおける撮像画像であってもよい。これにより、当該観察対象の基準となる形態に基づく動きの検出を、後述する検出部203により行うことができる。

[0041] また、本実施形態に係る設定部201は、一の撮像画像において注目領域を設定した際に、当該注目領域に関して複数の追跡点を配置してもよい。なお、本明細書において追跡点とは、ある撮像画像について設定された注目領域に対応して配置される点である。例えば本実施形態において、追跡点は注目領域を定義する線または輪郭上に、所定の間隔を空けて配置される。後述

する検出部203において、当該注目領域が設定された際に用いられた一の撮像画像とは異なる時点において撮像された他の撮像画像における追跡点の位置が検出される。検出部203は、この追跡点の移動位置に基づいて当該注目領域の動きを検出することができる。

[0042] また、追跡点の配置数および配置間隔は、観察対象の種類、または注目領域の形状に応じて決定されてもよい。例えば、注目領域の形状が大きく変化する場合、追跡点の配置数を増やし、配置間隔を小さくすることが好ましい。これにより、細胞の形態が大きく変化しても、細胞の形態の変化を精度高く追跡することができる。また、計算負荷の低減のためには、追跡点の配置数を減らし、配置間隔を大きくすることが好ましい。

[0043] ここで、本実施形態に係る設定部201による注目領域の設定方法、および追跡点の配置方法について説明する。図4は、設定部201による観察対象についての注目領域の設定方法および追跡点の配置方法の一例を示す図である。図4を参照すると、まず撮像画像上において観察対象の像に相当する観察対象領域1000が含まれているとする。この場合、図4に示すように、設定部201は、観察対象領域1000を注目領域1100として設定してもよい。この場合、注目領域1100の輪郭線は、観察対象領域1000の輪郭線（すなわち、観察対象領域1000と非観察対象領域との境界線）であってもよい。そして、設定部201は、観察対象領域1000の輪郭線（すなわち、注目領域1100の輪郭線）上に、複数の追跡点CPを配置してもよい。

[0044] なお、図4に示した注目領域1100は、例えば、観察対象に含まれる組織等の一部に相当する領域であってもよい。より具体的には、観察対象に含まれる組織の一部の拍動が当該観察対象の収縮および弛緩に係る力学的特性に寄与していると考えられる場合、設定部201は、当該組織の一部に相当する領域を注目領域として設定してもよい。これにより、所望の領域に相当する組織の上記力学的特性を把握することができ、また、注目領域の設定サイズを必要最小限度とすることにより、計算コストを抑制することができる。

。

[0045] 設定部201により設定された注目領域についての情報は、解析対象特定部202、および検出部203に出力される。

[0046] (解析対象特定部)

解析対象特定部202は、少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する。当該解析対象は、後述する解析部204がストレインを解析するために用いられる。当該解析対象は、ユーザの選択により、または解析部204により解析されるストレインの種類（例えば、マクロストレイン、もしくはミクロストレイン）等に応じて決定されてもよい。

[0047] 本実施形態に係る解析対象は、例えば、(1) 注目領域の輪郭線上に配置される2つの測定点、または(2) 注目領域の内部である。解析対象特定部202は、上記(1)または(2)のいずれか、または両方を解析対象として特定する。以下、解析対象特定部202による、上記(1)および(2)に係る解析対象の特定方法について説明する。

[0048] (1) 2つの測定点の特定方法

解析対象特定部202は、解析対象として、注目領域の輪郭線上に2つの測定点を配置してもよい。この2つの測定点は、観察対象全体の収縮または弛緩に係る力学的特性を示すストレイン、すなわちマクロストレインを解析するために用いられる。そのため、当該2つの測定点は、注目領域の輪郭線上のうち、観察対象の収縮時または弛緩時において、当該観察対象のうち最も動きが大きいとされる部分に対応する位置に配置され得る。この2つの測定点の配置位置としては、(a) 注目領域の輪郭線上において、当該2点が可能な限り離れて配置される位置、または(b) 注目領域の輪郭線上において、当該2点の動きが最大限大きい位置であることが考えられる。上記(a)については、解析対象特定部202は、例えば、注目領域の輪郭線の形状に基づいて測定点の配置位置を特定してもよい。また、上記(b)については、解析対象特定部202は、例えば、注目領域の輪郭線の動画像上における変化（つまり注目領域の形状の変化）に基づいて測定点の配置位置を特定

してもよい。以下、解析対象特定部202による測定点の配置位置の特定方法の具体例を説明する。

[0049] まず、上記(a)の場合についての解析対象特定部202による測定点の配置位置の特定方法について説明する。図5は、解析対象特定部202による測定点の配置位置の特定方法の第1の例を示すフローチャートである。また、図6は、解析対象特定部202による測定点の配置位置の特定方法の第1の例について説明するための図である。まず、解析対象特定部202は、注目領域の中心座標を算出する(図5のS101)。例えば、図6の模式図F61に示すように、観察対象について注目領域1100および複数の追跡点CPが配置されている場合、解析対象特定部202は、注目領域1100の中心点1101の座標を算出する(図6の模式図F62参照)。この中心点1101は、例えば、注目領域1100に配置されている複数の追跡点CPの座標の加重平均により算出されてもよい。また、中心点1101は、中心座標を求めるための公知の方法を用いて算出されてもよい。

[0050] 次に、解析対象特定部202は、注目領域1100の輪郭線上における中心点1101から最も離れた点の位置を、第1の測定点SP1の配置位置として特定する(図5のS103)。例えば、図6の模式図F63に示すように、解析対象特定部202は、注目領域1100の輪郭線上における、中心点1101との距離D1が最も大きくなる点の位置を、解析対象である第1の測定点SP1の配置位置として特定してもよい。なお、解析対象特定部202は、注目領域1100の輪郭線上の任意の位置のうち中心点1101から最も遠い点を第1の測定点SP1として特定してもよいし、図6の模式図F63に示すように、当該輪郭線上に配置された追跡点CPのうち中心点1101から最も遠い追跡点CPを第1の測定点SP1として特定してもよい。

[0051] 次いで、解析対象特定部202は、注目領域1100の輪郭線上における第1の測定点SP1と最も離れた点の位置を、第2の測定点SP2の配置位置として特定する(図5のS105)。例えば、図6の模式図F64に示す

ように、解析対象特定部202は、注目領域1100の輪郭線上における、第1の測定点SP1との距離D2が最も大きくなる点の位置を、解析対象である第2の測定点SP2の配置位置として特定してもよい。なお、解析対象特定部202は、注目領域1100の輪郭線上の任意の位置のうち第1の測定点SP1から最も遠い点を第2の測定点SP2として特定してもよいし、図6の模式図F64に示すように、当該輪郭線上に配置された追跡点CPのうち第1の測定点SP1から最も遠い追跡点CPを第2の測定点SP2として特定してもよい。

[0052] 注目領域に係る観察対象の収縮および弛緩に係る動きは、一般的に、当該観察対象の長手方向に沿って発生することが多い。そのため、注目領域の輪郭線の形状のうち、中心位置を基準として測定点を特定することにより、観察対象の動きのうち最も大きい部分の動きについて解析することが可能となる。したがって、注目領域に係る観察対象のマクロストレインをより精度高く解析することが可能である。なお、図5および図6に示した例では、注目領域の中心位置に基づいて測定点が特定されたが、本技術はかかる例に限定されない。例えば、解析対象特定部202は、注目領域の輪郭線の任意の2点のうち、当該2点の距離が最も大きくなる点を輪郭線の形状から推定し、当該推定された2点を測定点として特定してもよい。

[0053] 次に、上記(b)の場合についての解析対象特定部202による測定点の配置位置の特定方法について説明する。図7は、解析対象特定部202による測定点の配置位置の特定方法の第2の例を示すフローチャートである。また、図8は、解析対象特定部202による測定点の配置位置の特定方法の第2の例について説明するための図である。まず、解析対象特定部202による解析対象の特定処理の前に、検出部203が、注目領域の輪郭線上に配置された追跡点の動きベクトルを検出する(図7のS201)。例えば、図8の模式図F81に示すように、観察対象について注目領域1100および複数の追跡点CPが配置されている場合、検出部203は、各追跡点CPの動きベクトルMVを算出する。なお、動きベクトルMVの算出方法については

後述する。なお、ここで検出される動きは、観察対象が収縮または弛緩した際の連続する2時刻における動きに基づいて算出される動きベクトルMVであるが、本技術はかかる例に限定されない。例えば、検出される動きは、収縮および弛緩を一周期行った際の各追跡点CPの動きの大きさに基づいて算出される変位量であってもよい。ただし、詳しくは後述するが、検出部203は、移動後の注目領域について追跡点を適切な位置に再配置することがある。この場合、追跡点CPの位置が適宜入れ替わる可能性がある。そのため、追跡点CPに係る変位量に基づいて測定点を設定する場合は、検出部203による追跡点CPの再配置が行われなくてもよい。

[0054] 次に、解析対象特定部202は、検出された各追跡点CPのうち、検出された動きが最も大きかった追跡点CPを、第1の測定点SP3として特定する(図7のS203)。例えば、図8の模式図F81に示すように、解析対象特定部202は、検出部203により算出された動きベクトルMVのうち最大の動きベクトルMVaを示した追跡点CPを、第1の測定点SP3として特定してもよい(図8の模式図F82参照)。

[0055] 次に、解析対象特定部202は、注目領域1100の輪郭線上における第1の測定点SP3と最も離れた点の位置を、第2の測定点SP4の配置位置として特定する(図7のS205)。例えば、図8の模式図F83に示すように、解析対象特定部202は、注目領域1100の輪郭線上における、第1の測定点SP3との距離D3が最も大きくなる点の位置を、解析対象である第2の測定点SP4の配置位置として特定してもよい。なお、解析対象特定部202は、注目領域1100の輪郭線上の任意の位置のうち第1の測定点SP3から最も遠い点を第2の測定点SP4として特定してもよいし、図8の模式図F83に示すように、当該輪郭線上に配置された追跡点CPのうち第1の測定点SP3から最も遠い追跡点CPを第2の測定点SP4として特定してもよい。

[0056] このように、注目領域の輪郭線のうち、動きの最も大きい位置を測定点として特定することにより、観察対象の動きのうち最も大きい部分の動きにつ

いて解析することが可能となる。したがって、注目領域に係る観察対象のマクロストレインをより精度高く解析することが可能である。

[0057] なお、一度特定された測定点は、ストレインの解析の対象となる期間において、固定であることが好ましい。これは、一の解析を通して測定点の動きを連続的に測定するためである。

[0058] また、特定された測定点の追跡領域（後述する検出部203による測定点の動きの検出において考慮される、測定点を中心とする領域）は、所定の大きさに設定される。

[0059] （2）注目領域の内部を解析対象とする場合の特定方法

また、解析対象特定部202は、解析対象として、注目領域の内部を解析対象として特定してもよい。このとき、例えば、解析対象特定部202は、解析対象として特定された注目領域の内部の動きを検出するために、注目領域を用いて撮像画像のセグメンテーション処理を行う。セグメンテーション処理とは、撮像画像から注目領域に相当する部分の画像を切り出す処理である。

[0060] 図9は、解析対象特定部202による解析対象の特定方法の一例について説明するための図である。図9の模式図F91および模式図F92を参照すると、解析対象特定部202は、観察対象領域1000について設定された注目領域1100を閉領域とするマスク1110を生成する。このマスク1110を観察対象領域1000についての撮像画像に適用することにより、セグメンテーション処理が行われる。

[0061] そして、解析対象特定部202は、セグメンテーション処理後の注目領域1100の内部についてメッシュ1120を切る（メッシュ処理、図9の模式図F93参照）。このメッシュ1120ごとについて検出される動きベクトルMV3およびMV4が、解析対象の動きとして検出部203により検出される。すなわち、本実施形態において注目領域の内部の動きは、メッシュごとの動きに相当する。

[0062] なお、観察対象の形態の変化に応じて、注目領域は移動または変形する。

すなわち、生成されるマスク 1 1 1 0 は、注目領域の移動または変形ごとに（例えば、各撮像画像ごとに）解析対象特定部 2 0 2 により生成され得る。つまり、セグメンテーション処理は、後述する検出部 2 0 3 により検出された動き検出の結果が反映された注目領域について行われる。このマスク 1 1 1 0 の生成に係るセグメンテーション処理は、撮像画像に含まれる観察対象の画像認識に基づいて行われるものではなく、注目領域の動きの検出処理に基づいて行われる。そのため、画像認識に係る処理の負荷が生じないため、計算コストを抑制することができる。

[0063] なお、解析対象特定部 2 0 2 は、注目領域の内部の一部のみを解析対象として特定してもよい。例えば、解析対象特定部 2 0 2 は、注目領域の内部のうち、対応する観察対象の形態の変化が大きいと思われる部分に対応する領域のみを、解析対象として特定してもよい。これにより、形態の変化の比較的小さい部分についての動きの検出処理を行わなくなるため、計算コストが抑制される。

[0064] 解析対象特定部 2 0 2 により特定される解析対象は、上記の 2 つの測定点および注目領域の内部の両方であってもよい。解析対象を複数特定することにより、マクロストレインおよびマイクロストレインの結果を用いて、観察対象についてのストレインを総合的に評価することが可能となる。

[0065] 解析対象特定部 2 0 2 は、特定した解析対象に関する情報を検出部 2 0 3 へ出力する。

[0066] （検出部）

検出部 2 0 3 は、少なくとも、解析対象特定部 2 0 2 により特定された解析対象の動画像上における動きを検出する。また、検出部 2 0 3 は、注目領域の動画像上における動きを検出してもよい。図 3 に示すように、検出部 2 0 3 は、注目領域動き検出部 2 3 1、および解析対象動き検出部 2 3 2 を備える。

[0067] ー注目領域動き検出部

注目領域動き検出部 2 3 1 は、注目領域の動きを検出する機能を有する。

例えば、注目領域動き検出部 231 は、動画像を構成する一の撮像画像における、当該一の撮像画像とは撮像時点が異なる他の撮像画像における注目領域の動きを検出する。より具体的には、注目領域動き検出部 231 は、まず注目領域について配置された各追跡点の動きを検出し、推定された各追跡点の動きに基づいて、注目領域の動きを検出してもよい。

[0068] まず、本実施形態に係る注目領域動き検出部 231 は、注目領域について配置された追跡点の動きを推定することにより、当該注目領域の動きを検出する。具体的には、注目領域動き検出部 231 は、まず、一の撮像画像において配置された追跡点の、当該一の撮像画像とは撮像時点が異なる他の撮像画像における位置を推定する。当該他の撮像画像は、当該一の撮像画像のフレームの前後数フレームのいずれかの撮像画像であってもよい。注目領域動き検出部 231 は、他の撮像画像における追跡点の位置の推定に係る処理を、動画像を構成する各撮像画像について行うことにより、動画像上の追跡点の動きを検出する。なお、注目領域動き検出部 231 により検出される動きは、動画像の全部または一部における動きであってもよい。

[0069] 注目領域動き検出部 231 は、例えば、一の撮像画像と他の撮像画像との比較により算出される動きベクトルに基づいて、追跡点の位置を推定してもよい。この動きベクトルとは、追跡点ごとに算出される動きベクトルであってもよい。当該動きベクトルは、例えばブロックマッチング、または勾配法等の手法により算出されてもよい。本実施形態に係る注目領域動き検出部 231 は、当該動きベクトルをブロックマッチングにより推定するものとして説明する。

[0070] 例えば、注目領域動き検出部 231 は、追跡点を含む所定の大きさの追跡領域について、一の撮像画像と他の撮像画像との間で追跡領域内の画素に関する情報が最も合致する領域を他の撮像画像の所定のブロックサイズ（探索範囲）から検出することにより、追跡点の他の撮像画像における位置を推定してもよい。このとき、追跡領域およびブロックサイズの大きさは、撮像装置 10 の撮像条件（例えば撮像倍率）、観察対象の種類、または観察対象に

対して行う解析の種類等に応じて決定されてもよい。例えば、観察対象の動きが大きい場合は、追跡領域またはブロックサイズをより大きくしてもよい。これにより、注目領域動き検出部 231 による追跡点の位置の推定精度を向上させることができる。また、追跡点が注目領域に関して多数存在する場合は、計算負荷の低減のために、追跡領域またはブロックサイズを小さくするよう調整してもよい。

[0071] また、注目領域動き検出部 231 は、観察対象に関する情報に基づいて決定される撮像時点に生成された他の撮像画像における追跡点の位置を推定してもよい。例えば、形態の変化のスピードが遅い観察対象の形態の変化を追跡する場合、撮像装置 10 により生成された連続する複数のフレームの間における撮像画像の違いは小さい。そのため、形状の変化スピードが遅い観察対象の形状の変化を追跡する際、注目領域動き検出部 231、一の撮像画像のフレームから前後数フレーム離れた撮像画像を他の撮像画像として検出処理を行ってもよい。より具体的には、注目領域動き検出部 231、一の撮像画像のフレームから数フレーム後の撮像画像を他の撮像画像として検出処理を行ってもよい。一の撮像画像と他の撮像画像のフレーム間隔を空けることにより、追跡処理の対象となる撮像画像のデータ数を減らすことができる。これにより、計算負荷を減らすことができ、また、より長時間にわたる注目領域の動きを追跡することができる。上記フレーム間隔は、観察対象の種類または状態等に応じて適宜設定され得る。

[0072] 注目領域動き検出部 231 は、さらに、検出した追跡点の移動位置に基づいて、当該注目領域の動き（例えば、注目領域の移動、または注目領域の輪郭線の形状の変化）を検出する。これにより、注目領域に係る観察対象の形態の変化を追跡することができる。また、注目領域動き検出部 231 は、動き検出後の注目領域についての追跡点を再配置してもよい。これにより、注目領域の動きの推定精度を高めることができる。

[0073] 注目領域の動きに係る情報は、解析対象特定部 202 に出力されてもよい。これにより、解析対象特定部 202 が注目領域の内部を解析対象として特

定する場合において、注目領域の動きに応じてセグメンテーション処理を行うことができる。

[0074] ー解析対象動き検出部

解析対象動き検出部 232 は、解析対象の動きを検出する機能を有する。例えば、解析対象動き検出部 232 は、動画像を構成する一の撮像画像における、当該一の撮像画像とは撮像時点が異なる他の撮像画像における解析対象の動きを検出する。より具体的には、解析対象動き検出部 232 は、一の撮像画像と他の撮像画像との比較により算出される動きベクトルに基づいて、解析対象の動きを推定してもよい。検出される動きベクトルは、ブロックマッチング等、上述した注目領域動き検出部 231 の有する手法と同様の手法により実現される。本実施形態に係る解析対象動き検出部 232 は、ブロックマッチングにより解析対象の動きベクトルを検出するものとする。なお、解析対象動き検出部 232 により検出される動きは、動画像の全部または一部における動きであってもよい。

[0075] 例えば、解析対象特定部 202 により注目領域の輪郭線上に測定点が配置されている場合、解析対象動き検出部 232 は、当該測定点の動画像上における動きベクトルを検出する。また、解析対象特定部 202 により注目領域の内部が解析対象として特定されている場合、解析対象動き検出部 232 は、注目領域の内部において設けられた各メッシュの動きベクトルを検出する。

[0076] なお、本実施形態では、注目領域動き検出部 231 において用いられる検出器と、解析対象動き検出部 232 において用いられる検出器とが異なってもよい。例えば、注目領域動き検出部 231 および解析対象動き検出部 232 においてブロックマッチングによる動きベクトルの検出のための検出器が用いられている場合、上述したブロックサイズが注目領域動き検出部 231 および解析対象動き検出部 232 の間で異なってもよい。

[0077] 図 10 および図 11 は、それぞれ、注目領域動き検出部 231 に用いられるブロックサイズおよび解析対象動き検出部 232 に用いられるブロックサ

イズの一例を示す図である。図10は、注目領域の輪郭線上に測定点が解析対象として配置されている場合を示し、図11は、注目領域の内部が解析対象として特定されている場合を示す。

[0078] 図10に示すように、例えば、測定点SP1およびSP2のブロックサイズB1およびB2は、追跡点CP1のブロックサイズB3以上であってもよい。測定点SP1およびSP2は、他の追跡点CPよりもその位置の変化が大きい。そのため、観察対象の収縮または弛緩による形状の変化をより確実にとらえるために、測定点SP1およびSP2のブロックサイズが追跡点CPのブロックサイズ以上に設定されてもよい。

[0079] また、図11に示すように、例えば、メッシュ1120のブロックサイズB4は、追跡点CP1のブロックサイズB3以下であってもよい。ブロックサイズB4を大きく設定しすぎると、メッシュ1120の近傍以外において、動き検出前のメッシュ1120に含まれる画像パターンに近い画像パターンを検出してしまう可能性があるからである。

[0080] なお、観察対象についての撮像画像の種類（明視野像、位相差像など）に応じて、これらのブロックサイズの大きさが適宜変更されてもよい。

[0081] また、上述した例では、ブロックサイズが注目領域動き検出部231と解析対象動き検出部232との間で異なるとしたが、本技術はかかる例に限定されない。例えば、追跡領域の大きさが、注目領域動き検出部231と解析対象動き検出部232との間で異なってもよい。

[0082] このように、注目領域動き検出部231と解析対象動き検出部232との間で検出器を異ならせることにより、それぞれの動きの特性に応じた動き検出が可能となる。これにより、動き検出の精度が向上する。

[0083] 注目領域動き検出部231は、動画像を構成する各撮像画像について注目領域の動きを検出する。また、解析対象動き検出部232は、上記各撮像画像について解析対象の動きを検出する。そして、解析対象動き検出部232は、検出した解析対象の動きに関する情報を解析部204に出力する。また、検出部203による注目領域および解析対象の動きの検出結果に係る情報

は、表示制御部205に出力される。

[0084] (解析部)

解析部204は、解析対象の動きに基づいて、少なくとも一の注目領域に係る観察対象のストレインを解析する。本実施形態に係る解析部204は、解析対象特定部202により特定された測定点または注目領域の内部（メッシュ）の少なくともいずれかの動きベクトルに基づいて、マクロストレインまたはミクロストレインの少なくともいずれかを解析する。以下、解析部204による解析処理の例について説明する。

[0085] ー測定点の動きに基づくマクロストレイン解析

解析部204は、解析対象特定部202により注目領域の輪郭線上に特定された測定点の動きベクトルに基づいて、観察対象のマクロストレイン解析を行ってもよい。図12は、測定点の動きベクトルに基づくマクロストレイン解析の第1の例を示す図である。図12の模式図F121に示すように、まず、解析部204は、測定点SP1およびSP2を結ぶ線分L0の距離 $L(t_0)$ を算出する。この距離 $L(t_0)$ は、観察対象の収縮時または弛緩時とは異なる時点に撮像された撮像画像における測定点SP1およびSP2の位置から算出される。

[0086] 観測対象の収縮時または弛緩時において（図12の模式図F122では収縮時）、動画像における測定点SP1およびSP2の動きベクトルMV1およびMV2が検出される。このとき、測定点SP1'およびSP2'を結ぶ線分L1の距離 $L(t)$ は、距離 $L(t_0)$ よりも短くなる（図12の模式図F123参照）。なお、当該測定点の移動後の位置は、検出部203（解析対象動き検出部232）により検出される動きベクトルに基づいて推定される。すると、マクロストレイン $\varepsilon(t)$ は、下記式(1)のように示される。

[0087]

[数1]

$$\varepsilon(t) = \frac{L(t_0) - L(t)}{L(t_0)} \quad \dots (1)$$

- [0088] 解析部204は、測定点SP1およびSP2の位置の変化を追跡することにより、マクロストレイン $\varepsilon(t)$ を経時的に解析する。
- [0089] なお、マクロストレイン $\varepsilon(t)$ の算出方法は、図12に示した例に限定されない。図13は、測定点の動きベクトルに基づくマクロストレイン解析の第2の例を示す図である。図13の模式図F131に示すように、まず、解析部204は、測定点SP1およびSP2を結ぶ線分L0の距離 $L(t_0)$ を算出する。この距離 $L(t_0)$ は、観察対象の収縮時または弛緩時とは異なる時点で撮像された撮像画像における測定点SP1およびSP2の位置から算出される。解析部204は、この線分L0を基準線として設定する。
- [0090] 観測対象の収縮時または弛緩時において、動画像における測定点SP1およびSP2の動きベクトルが検出される（図13の模式図F132参照）。このときの測定点SP1'およびSP2'を結ぶ線分を線分L2とすると（図13の模式図F133参照）、上述した距離 $L(t)$ は、線分L2を基準線L0に射影したときの長さであってもよい。測定点SP1およびSP2の動きベクトルMV1およびMV2の方向が基準線L0と平行でない場合においては、観察対象の収縮および弛緩に係る力の一部が、基準線L0方向、すなわち観察対象の拡張方向の変化に寄与していると考えられる。当該基準線L0に線分L2を射影することにより、観察対象の拡張方向の変化に寄与するマクロストレインを解析することができる。
- [0091] ーメッシュの動きに基づくマイクロストレイン解析
- 解析部204は、解析対象特定部202により注目領域の内部が解析対象として特定されている場合、注目領域の内部の動きベクトルに基づいて、観察対象のマイクロストレイン解析を行ってもよい。具体的には、解析部204は、各メッシュの動きベクトルの時間変化量（すなわち、加速度に相当）を

マイクロストレインとして解析してもよい。ここで解析されるマイクロストレインは、メッシュごとのマイクロストレインである。これにより、注目領域に対応する観察対象の部分的なストレインを得ることができる。すなわち、観察対象の収縮および弛緩に係る局所的な力学的特性について、より詳細に知ることができる。

[0092] また、メッシュごとに得られるマイクロストレインに対してグリーン-ラグランジュひずみテンソルを適用することにより、当該マイクロストレインが解析された領域における局所的な力学的特性としてのストレインを得ることができる。また、メッシュごとに得られるマイクロストレインの平均値、中央値、最大値または最小値等の統計値も、当該マイクロストレインが解析された領域における局所的な力学的特性を示す値となり得る。

[0093] アフィンパラメータを用いたストレイン解析

また、解析部204は、解析対象特定部202により注目領域の内部が解析対象として特定されている場合、注目領域の内部の動きベクトルからアフィンパラメータを算出し、当該アフィンパラメータに基づいて観察対象のストレイン（マクロストレインまたはマイクロストレイン）を解析してもよい。本実施形態に係るアフィンパラメータは、各メッシュの動きベクトルについて最小二乗法を適用することにより得られる。当該アフィンパラメータを用いることにより、マクロストレインおよびマイクロストレインの両方を解析することが可能である。

[0094] 図14は、アフィンパラメータを用いてマクロストレインを解析する処理を示すフローチャートの一例である。図14を参照すると、まず、解析部204は、注目領域の内部（各メッシュ）の動きベクトルを取得する（S301）。次に、解析部204は、得られた動きベクトルについて最小二乗法を用いて、アフィンパラメータを算出する（S303）。次に、解析部204は、アフィンパラメータから、拡縮およびひずみに係るパラメータを抽出する（S305）。この拡縮およびひずみに係るパラメータは、注目領域の長手方向の拡縮およびひずみに関連する。すなわち、当該パラメータは、観察



。例えば、表示制御部205は、観察対象について解析されたマクロストレインまたはミクロストレインに係る情報を、グラフ、イメージングまたは表等の様々な表示態様により表示するための機能を有する。表示制御部205により制御される表示は、不図示の表示装置等の画面において表示される。以下、表示制御部205による画面表示例について説明する。

[0100] マクロストレインの時系列変化を示すグラフ

図16は、マクロストレインの時系列変化を示すグラフの一例である。図16に示すように、解析部204により解析されるマクロストレイン $\epsilon$ は、時系列グラフとして表示されてもよい。マクロストレイン $\epsilon$ をグラフ化することにより、単に観察対象の拍動周期だけではなく、収縮時および弛緩時における観察対象の形態の変化の特徴を定量的に評価することが可能である。

[0101] 収縮／弛緩のイメージング

表示制御部205は、例えば、ミクロストレインとして、その大きさおよび方向を示す矢印を表示してもよい。具体的には、図3に示したように、ミクロストレインを示す矢印が、注目領域に重畳されてもよい。これにより、拍動による観察対象の局所的な歪みが、どの程度の大きさで、どの方向に生じているかを知ることができる。

[0102] また、表示制御部205は、カラーマッピング等のイメージングによってミクロストレインに係る情報を表示してもよい。例えば、表示制御部205は、観察対象の収縮時または弛緩時においてミクロストレインが解析された箇所を、観察対象の収縮状態または弛緩状態に関連付けられた描画色により描画してもよい。この場合、表示制御部205は、観察対象が収縮時または弛緩時であるかを、注目領域の動きまたは解析対象の動きに基づいて判定する。本実施形態に係る表示制御部205は、2つの測定点の動きに基づいて、観察対象が収縮時または弛緩時であるかを判定する。

[0103] ところが、観察対象によっては、観察対象の長さ方向の端部（収縮および弛緩による動きが最も大きい箇所、測定点に相当）の収縮または弛緩に係る動きは、同位相または異位相である場合が存在する。図17は、測定点の動

きが同位相である場合および異位相である場合の変位の一例を示すグラフである。なお、当該変位に係るグラフは、例えば、測定点の動きベクトルを積分することにより得ることができる。

[0104] 2点の測定点の動きが同位相であるか否かは、当該2点の測定点の静止位置からの距離の時系列変化のピーク位置に基づいて判定することができる。例えば、測定点SP1と測定点SP2のピーク位置が同じであれば当該2点の測定点の動きは同位相であり（図17のグラフG171参照）、ピーク位置にズレが生じていれば当該2点の測定点の動きは異位相である（図17のグラフG172参照）。

[0105] 2点の測定点の動きが同位相である場合、観察対象の収縮および弛緩のタイミングは全体的に同一である。一方で、2点の測定点の動きが異位相である場合、観察対象の収縮および弛緩のタイミングが、長さ方向の端部で異なることとなる。この場合、例えば、観察対象の拍動中心の位置を推定し、当該拍動中心の位置および各メッシュの動きベクトルの方向に基づいて、各メッシュに対応する観察対象の部分が収縮または弛緩であるかを判定することができる。より具体的には、各メッシュの拍動中心に対する方向と各メッシュの動きベクトルの方向との内積が正であれば、各メッシュに対応する観察対象の部分は収縮していると判定することができる。逆に、各メッシュの拍動中心に対する方向と各メッシュの動きベクトルの方向との内積が負であれば、各メッシュに対応する観察対象の部分は弛緩していると判定することができる。

[0106] なお、拍動中心の推定に係る処理は、公知の技術により実現される。例えば、当該処理は、特開2014-75999号公報に開示されている技術により実現されてもよい。

[0107] 次に、観察対象の収縮または弛緩に係るマイクロストレインのイメージング処理の流れについて説明する。図18は、表示制御部205による観察対象の収縮または弛緩に係るマイクロストレインのイメージング処理のフローチャートの一例を示す。図18を参照すると、まず、表示制御部205は、2点

の測定点の静止位置からの距離の時系列変化を取得する（S401）。次に、表示制御部205は、2点の測定点の時系列変化のピーク位置を検出する（S403）。そして、表示制御部205は、ピーク位置の検出結果から、2点の測定点の動きが同位相であるか異位相であるかを判定する（S405）。当該動きが異位相である場合（S405／YES）、表示制御部205は、観察対象の拍動中心の推定を行う（S407）。

[0108] 次に、表示制御部205は、収縮または弛緩に係るマイクロストレインのイメージング処理を行う（S409）。まず、2点の測定点の動きが同位相である場合についての当該イメージング処理について説明する。

[0109] 図19は、2点の測定点の動きが同位相である場合における観察対象の収縮または弛緩に係るマイクロストレインのイメージング処理の処理例を示す図である。図19の模式図F191は、観察対象が収縮している場合のイメージング処理の一例である。また、図19の模式図F192は、観察対象が弛緩している場合のイメージング処理の一例である。

[0110] 模式図F191を参照すると、観察対象が収縮している場合、注目領域1100の端部におけるマイクロストレインは、それぞれ収縮方向を示す。この場合、表示制御部205は、マイクロストレインが解析された領域1131aおよび1131bを、収縮を示す描画色により描画して、画面300に反映させてもよい。また、模式図F192を参照すると、観察対象が弛緩している場合、注目領域1100の端部におけるマイクロストレインは、それぞれ弛緩方向に生じ得る。この場合、表示制御部205は、マイクロストレインが解析された領域1132aおよび1132bを、弛緩を示す描画色により描画して、画面300に反映させてもよい。マイクロストレインが解析された領域の描画色を、観察対象の収縮時および弛緩時の間で異ならせることにより、観察対象の収縮または弛緩に寄与する力学的特性を示す領域を、ユーザが容易に判断することができる。

[0111] 次に、2点の測定点の動きが異位相である場合についての当該イメージング処理について説明する。

- [0112] 図20は、2点の測定点の動きが異位相である場合における観察対象の収縮状態または弛緩状態に係るマイクロストレインのイメージング処理の処理例を示す図である。図20の模式図F201は、観察対象の一端が収縮している場合のイメージング処理の一例である。また、図20の模式図F202は、観察対象の一端が弛緩している場合のイメージング処理の一例である。
- [0113] 模式図F201を参照すると、まず、図18のステップS407において拍動中心1140が注目領域1100について推定されたとする。このとき、表示制御部205は、解析されたマイクロストレインM<sub>i</sub>S<sub>3</sub>の方向が拍動中心1140に向かう方向であると判定する。すなわち、表示制御部205は、マイクロストレインM<sub>i</sub>S<sub>3</sub>が観察対象の収縮に係るマイクロストレインであると判定する。この場合、表示制御部205は、マイクロストレインが解析された領域1141を、収縮を示す描画色により描画して、画面300に反映させてもよい。
- [0114] また、模式図F202を参照すると、表示制御部205は、解析されたマイクロストレインM<sub>i</sub>S<sub>4</sub>の方向が拍動中心1140から遠ざかる方向であると判定する。すなわち、表示制御部205は、マイクロストレインM<sub>i</sub>S<sub>4</sub>が観察対象の弛緩に係るマイクロストレインであると判定する。この場合、表示制御部205は、マイクロストレインが解析された領域1142を、弛緩を示す描画色により描画して、画面300に反映させてもよい。
- [0115] このように、拍動中心を用いることにより、観察対象の端部の動きが異位相であっても、観察対象の収縮および弛緩に寄与する領域を、ユーザに提示することができる。なお、図20に示した拍動中心1140は、画面300に表示されてもよいし、表示されなくてもよい。
- [0116] なお、観測対象の収縮時または弛緩時における当該観測対象の端部の動きが同位相であることが予め把握されている場合、観察対象が収縮時または弛緩時であるかの判定については、2点の測定点を用いて行われることに限定されない。例えば、表示制御部205は、注目領域の輪郭線の形状の変化に基づいて、ストレインに関する情報の表示態様を制御してもよい。

[0117] 具体的には、注目領域の輪郭線の長さまたは輪郭線に囲まれた面積の時間変化（形状微分）に基づいて、観察対象が収縮時または弛緩時であるかの判定を行い、当該判定結果に基づいて、図19に示したようなマイクロストレインの描画を制御してもよい。より具体的には、輪郭線の長さが時系列に減少している場合は、観察対象が収縮していると考えられる。また、輪郭線の長さが時系列に増加している場合は、観察対象が弛緩していると考えられる。このように、注目領域の輪郭線の形状の変化に基づいて、観察対象の収縮状態または弛緩状態についての判定が可能となる。したがって、当該輪郭線の形状の変化に基づいて、マイクロストレインに係る描画の態様を制御することができる。

[0118] ストレイン強度のイメージング

また、表示制御部205は、マイクロストレインの強度（大きさ）に基づいてストレインに関する情報の表示態様を制御してもよい。例えば、表示制御部205は、観察対象の収縮時または弛緩時においてマイクロストレインが解析された箇所を、当該マイクロストレインの強度に関連付けた描画色により描画してもよい。

[0119] 図21は、ストレイン強度のイメージング処理の一例を示す図である。図21を参照すると、表示制御部205は、マイクロストレインが解析された領域1150aおよび1150bを、画面300において、マイクロストレインの大きさに応じた描画色により描画する。これにより、観察対象の収縮または弛緩に寄与する領域における、マイクロストレインの分布を直感的に認識することができる。

[0120] なお、上述した観察対象の収縮状態または弛緩状態に応じたマイクロストレインのイメージング処理において、表示制御部205は、当該マイクロストレインの強度（大きさ）に応じて、収縮状態または弛緩状態に関連付けられた描画色の濃淡を制御してもよい。これにより、観察対象の収縮または弛緩に寄与する力学的特性を示す領域における、マイクロストレインの強度分布を得ることができる。

[0121] 以上、表示制御部205による表示制御例について説明した。なお、解析されたストレインに係る情報は、通信部210を介して他の表示装置または記憶装置等に出力されてもよいし、記憶部220に記憶されてもよい。

[0122] なお、本実施形態に係る情報処理装置20によりストレインについての解析が行われる観察対象の数は特に限定されない。例えば、動画像に複数の観察対象の像が含まれている場合、複数の観察対象についてそれぞれ注目領域が設定され、複数の注目領域についてそれぞれ解析対象が特定され、特定された解析対象のそれぞれの動きが検出され、それぞれの動きに基づいて、各観察対象のストレインが解析されてもよい。この場合、各観察対象について解析されたストレインは正規化されてもよい。観察対象の大きさに応じてストレインの大きさも異なるからである。ストレインを正規化することにより、複数の観察対象間におけるストレイン等の解析結果の比較が可能となる。

[0123] <2. 2. 処理例>

以上、本開示の一実施形態に係る情報処理装置20の構成および機能について説明した。次に、本開示の一実施形態に係る情報処理装置20による処理の一例について、図22～図24を用いて説明する。

[0124] 図22は、本開示の一実施形態に係る情報処理装置20による処理の一例を示すフローチャートである。まず、制御部200は、通信部210を介して撮像装置10から動画像データを取得する(S501)。

[0125] 次に、設定部201は、取得した動画像データから一の撮像画像を抽出し、当該一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する(S503)。次いで、設定部201は、追跡点を注目領域の輪郭線上に配置する(S505)。

[0126] 次に、解析対象特定部202は、注目領域について解析対象を特定する(S507)。ここで特定される解析対象は、2つの測定点、または注目領域の内部(メッシュ)の少なくともいずれかである。なお、解析対象特定部202が2つの測定点を注目領域の形状の変化に基づいて特定する場合、ステップS507の時点では、解析対象は特定されない。代わりに、後述するス

ステップS603において、解析対象としての2つの測定点が特定される。

[0127] 次に、検出部203（注目領域動き検出部231）は、注目領域の動画像上における動きを検出する（S509）。次に、検出部203（解析対象動き検出部232）は、解析対象の動画像上の動きを検出し、解析部204は、検出された解析対象の動きに基づいて、ストレインの解析を行う（S511）。ここで、ステップS507において特定された解析対象に応じて、ステップS511における処理の内容は変化する。

[0128] まず、解析対象特定部202が解析対象として2つの測定点を特定した場合について説明する。図23は、解析対象として2つの測定点が特定された場合のステップS511に係る処理の一例を示すフローチャートである。図23を参照すると、まず、ステップS507において解析対象が特定されていない場合の処理が行われる（S601）。具体的には、解析対象特定部202は、ステップS507において解析対象である2つの測定点を特定していない場合（S601／NO）、注目領域の形状の変化に基づいて2つの測定点を特定する（S603）。次に、解析対象動き検出部232は、2つの測定点の動きベクトルを検出する（S605）。そして、解析部204は、検出された2つの測定点の動きベクトルに基づいて、観察対象のマクロストレインの解析を行う（S607）。

[0129] 次に、解析対象特定部202が解析対象として注目領域の内部（メッシュ）を特定した場合について説明する。図24は、解析対象として注目領域の内部が特定された場合のステップS511に係る処理の一例を示すフローチャートである。図24を参照すると、まず、解析対象特定部202は、検出部203による検出結果が反映された注目領域を用いたセグメンテーション処理（およびメッシュ処理）を行い、注目領域の内部を解析対象として特定する（S611）。次に、検出部203は、注目領域の内部の動きベクトルを検出する（S613）。そして、解析部204は、検出された注目領域の内部の動きベクトルに基づいて、観察対象のマクロストレインまたはマイクロストレインの解析を行う（S615）。

[0130] 以上、ステップS 5 1 1に係る処理の具体例について説明した。再度図2 2を参照すると、表示制御部2 0 5は、解析部2 0 4により解析されたストレインに係る情報の表示を制御する（S 5 1 3）。その後、制御部2 0 0は、これらの解析処理を終了するか否かを判定する（S 5 1 5）。引き続き解析処理を継続する場合（S 5 1 5 / NO）、再びステップS 5 0 9に係る処理が行われる。

[0131] <2. 3. 効果>

以上、本開示の一実施形態に係る情報処理装置2 0の構成例および処理例について説明した。本実施形態に係る情報処理装置2 0は、注目領域について解析対象を特定し、特定された解析対象の動きを検出し、検出された解析対象の動きに基づいて、注目領域に係る観察対象のストレインを解析する。かかる構成により、観察対象について特定される解析対象の動きを検出してその動きを追跡することにより、観察対象の収縮または弛緩に係るマクロストレインおよびミクロストレインの両方を解析することができる。これにより、観察対象の周期的な形態の変化に係るストレインと、当該観察対象の形態の変化に寄与する領域のストレインと、を得ることができる。ゆえに、観察対象のストレインをより精度高く解析することができる。

[0132] また、本実施形態に係る情報処理装置2 0は、追跡点および解析対象の動きを検出することにより、観察対象の形態の変化を追跡しつつ、ストレインを解析することができる。すなわち、観察対象についての直接的な画像認識を各撮像画像ごとに行うことなく、ストレインを解析することができる。したがって、計算コストを抑制することができる。

[0133] また、本実施形態に係る情報処理装置2 0は、解析対象の動きまたは注目領域の動き等に基づいて、解析されたストレインに係る情報の表示態様を制御することができる。これにより、観察対象の収縮または弛緩に応じてストレインに係る情報の表示態様が変化するので、ストレインと観察対象の拍動との関係性を容易に把握することが可能となる。

[0134] <<3. ハードウェア構成例>>

次に、図25を参照して、本開示の実施形態に係る情報処理装置のハードウェア構成について説明する。図25は、本開示の実施形態に係る情報処理装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。図示された情報処理装置900は、例えば、上記の実施形態における情報処理装置20を実現しうる。

[0135] 情報処理装置900は、CPU901、ROM (Read Only Memory) 903、およびRAM (Random Access Memory) 905を含む。また、情報処理装置900は、ホストバス907、ブリッジ909、外部バス911、インターフェース913、入力装置915、出力装置917、ストレージ装置919、ドライブ921、接続ポート925、通信装置929を含んでもよい。情報処理装置900は、CPU901に代えて、またはこれとともに、DSP (Digital Signal Processor) またはASIC (Application Specific Integrated Circuit) と呼ばれるような処理回路を有してもよい。

[0136] CPU901は、演算処理装置および制御装置として機能し、ROM903、RAM905、ストレージ装置919、またはリムーバブル記録媒体923に記録された各種プログラムに従って、情報処理装置900内の動作全般またはその一部を制御する。例えば、CPU901は、上記の実施形態における情報処理装置20に含まれる各機能部の動作全般を制御する。ROM903は、CPU901が使用するプログラムや演算パラメータなどを記憶する。RAM905は、CPU901の実行において使用するプログラムや、その実行において適宜変化するパラメータなどを一次記憶する。CPU901、ROM903、およびRAM905は、CPUバスなどの内部バスにより構成されるホストバス907により相互に接続されている。さらに、ホストバス907は、ブリッジ909を介して、PCI (Peripheral Component Interconnect/Interface) バスなどの外部バス911に接続されている。

[0137] 入力装置915は、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、ボタン、スイッチおよびレバーなど、ユーザによって操作される装置である。入力

装置 915 は、例えば、赤外線やその他の電波を利用したリモートコントロール装置であってもよいし、情報処理装置 900 の操作に対応した携帯電話などの外部接続機器 927 であってもよい。入力装置 915 は、ユーザが入力した情報に基づいて入力信号を生成して CPU 901 に出力する入力制御回路を含む。ユーザは、この入力装置 915 を操作することによって、情報処理装置 900 に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりする。

[0138] 出力装置 917 は、取得した情報をユーザに対して視覚的または聴覚的に通知することが可能な装置で構成される。出力装置 917 は、例えば、LCD、PDP、OLED などの表示装置、スピーカおよびヘッドホンなどの音響出力装置、ならびにプリンタ装置などでありうる。出力装置 917 は、情報処理装置 900 の処理により得られた結果を、テキストまたは画像などの映像として出力したり、音響などの音として出力したりする。

[0139] ストレージ装置 919 は、情報処理装置 900 の記憶部の一例として構成されたデータ格納用の装置である。ストレージ装置 919 は、例えば、HDD (Hard Disk Drive) などの磁気記憶部デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス、または光磁気記憶デバイスなどにより構成される。このストレージ装置 919 は、CPU 901 が実行するプログラムや各種データ、および外部から取得した各種のデータなどを格納する。なお、ストレージ装置 919 は、上記実施形態に係る記憶部 220 の機能を実現し得る。

[0140] ドライブ 921 は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、または半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体 923 のためのリーダライタであり、情報処理装置 900 に内蔵、あるいは外付けされる。ドライブ 921 は、装着されているリムーバブル記録媒体 923 に記録されている情報を読み出して、RAM 905 に出力する。また、ドライブ 921 は、装着されているリムーバブル記録媒体 923 に記録を書き込む。

[0141] 接続ポート 925 は、機器を情報処理装置 900 に直接接続するためのポートである。接続ポート 925 は、例えば、USB (Universal Serial Bu

s) ポート、IEEE 1394ポート、SCSI (Small Computer System Interface) ポートなどでありうる。また、接続ポート925は、RS-232Cポート、光オーディオ端子、HDMI (登録商標) (High-Definition Multimedia Interface) ポートなどであってもよい。接続ポート925に外部接続機器927を接続することで、情報処理装置900と外部接続機器927との間で各種のデータが交換されうる。

[0142] 通信装置929は、例えば、通信ネットワークNWに接続するための通信デバイスなどで構成された通信インターフェースである。通信装置929は、例えば、有線または無線LAN (Local Area Network)、Bluetooth (登録商標)、またはWUSB (Wireless USB) 用の通信カードなどでありうる。また、通信装置929は、光通信用のルータ、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 用のルータ、または、各種通信用のモデムなどであってもよい。通信装置929は、例えば、インターネットや他の通信機器との間で、TCP/IPなどの所定のプロトコルを用いて信号などを送受信する。また、通信装置929に接続される通信ネットワークNWは、有線または無線によって接続されたネットワークであり、例えば、インターネット、家庭内LAN、赤外線通信、ラジオ波通信または衛星通信などである。なお、接続ポート925または通信装置929の少なくともいずれかは、上記実施形態に係る通信部210の機能を実現し得る。

[0143] 以上、情報処理装置900のハードウェア構成の一例を示した。

[0144] <<4. まとめ>>

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0145] 例えば、上記実施形態では、情報処理システム1は撮像装置10と情報処

理装置 20 とを備える構成であるとしたが、本技術はかかる例に限定されない。例えば、撮像装置 10 が情報処理装置 20 の有する機能（設定機能、解析対象特定機能、検出機能および解析機能）を備えてもよい。この場合、情報処理システム 1 は、撮像装置 10 により実現される。また、情報処理装置 20 が撮像装置 10 の有する機能（撮像機能）を備えてもよい。この場合、情報処理システム 1 は、情報処理装置 20 により実現される。また、情報処理装置 20 の有する機能の一部を撮像装置 10 が有してもよく、撮像装置 10 の有する機能の一部を情報処理装置 20 が有してもよい。

[0146] なお、本明細書の情報処理装置の処理における各ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はない。例えば、情報処理装置の処理における各ステップは、フローチャートとして記載した順序と異なる順序で処理されても、並列的に処理されてもよい。

[0147] また、情報処理装置に内蔵される CPU、ROM および RAM などのハードウェアに、上述した情報処理装置の各構成と同等の機能を発揮させるためのコンピュータプログラムも作成可能である。また、該コンピュータプログラムを記憶させた記憶媒体も提供される。

[0148] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0149] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、

前記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定部と、

前記解析対象の前記動画像上における動きを検出する検出部と、

検出された前記解析対象の動きに基づいて、前記少なくとも一の注目領域

に係る前記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、  
を備える情報処理装置。

(2)

前記解析対象特定部は、前記解析対象として、前記少なくとも一の注目領域の輪郭線上に2つの測定点を特定し、

前記検出部は、前記2つの測定点の前記動画像上における動きを検出し、

前記解析部は、前記2つの測定点の動きに基づいて前記ストレインを解析する、(1)に記載の情報処理装置。

(3)

前記解析対象特定部は、前記輪郭線の形状に基づいて、前記2つの測定点の配置位置を特定する、(2)に記載の情報処理装置。

(4)

前記解析対象特定部は、前記動画像上における前記輪郭線の形状の変化に基づいて、前記2つの測定点の配置位置を特定する、(2)または(3)に記載の情報処理装置。

(5)

前記解析対象特定部は、前記少なくとも一の注目領域の内部を前記解析対象として特定し、

前記検出部は、前記少なくとも一の注目領域の内部の前記動画像上における動きを検出し、

前記解析部は、前記少なくとも一の注目領域の内部の動きに基づいて前記ストレインを解析する、(1)～(4)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(6)

前記解析部は、前記検出部により検出された前記少なくとも一の注目領域の内部の動きのアフィンパラメータを算出し、前記アフィンパラメータに基づいて前記ストレインを解析する、(5)に記載の情報処理装置。

(7)

前記検出部は、前記少なくとも一の注目領域の動きをさらに検出可能であり、

前記検出部において、前記解析対象の動きの検出に用いられる動き検出器と、前記少なくとも一の注目領域の動きの検出に用いられる動き検出器は異なる、(1)～(6)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(8)

前記解析部は、前記解析対象の動きの時間変化に基づいて前記ストレインを解析する、(1)～(7)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(9)

前記解析部により解析された前記ストレインに係る情報の表示を制御する表示制御部をさらに備える、(1)～(8)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(10)

前記表示制御部は、前記解析対象の動きに応じて、前記ストレインに係る情報の表示態様を制御する、(9)に記載の情報処理装置。

(11)

前記表示制御部は、前記少なくとも一の注目領域について推定される拍動中心を用いて、前記ストレインに係る情報の表示態様を制御する、(10)に記載の情報処理装置。

(12)

前記表示制御部は、前記少なくとも一の注目領域の輪郭線の前記動画像上における形状の変化に応じて、前記ストレインに係る情報の表示態様を制御する、(9)～(11)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(13)

前記表示制御部は、前記解析対象の動きの大きさに基づいて、前記ストレインに係る情報の表示態様を制御する、(9)～(12)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(14)

前記ストレインは、前記生物学的試料全体の収縮または弛緩に係る力学的特性を示すストレインを含む、(1)～(13)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(15)

前記ストレインは、前記生物学的試料の内部の局所的な力学的特性を示すストレインを含む、(1)～(14)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(16)

前記設定部は、前記一の撮像画像に含まれる前記生物学的試料に相当する領域を前記少なくとも一の注目領域として設定する、(1)～(15)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(17)

前記生物学的試料は、周期的な運動を行う生物学的試料である、(1)～(16)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(18)

プロセッサが、  
生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定することと、  
前記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定することと、  
前記解析対象の前記動画像上における動きを検出することと、  
検出された前記解析対象の動きに基づいて、前記少なくとも一の注目領域に係る前記生物学的試料のストレインを解析することと、  
を含む情報処理方法。

(19)

コンピュータを、  
生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、  
前記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定

部と、

前記解析対象の前記動画像上における動きを検出する検出部と、

検出された前記解析対象の動きに基づいて、前記少なくとも一の注目領域に係る前記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、

として機能させるためのプログラム。

(20)

生物学的試料についての動画像を生成する撮像部

を備える撮像装置と、

前記動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、

前記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定部と、

前記解析対象の前記動画像上における動きを検出する検出部と、

検出された前記解析対象の動きに基づいて、前記少なくとも一の注目領域に係る前記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、

を備える情報処理装置と、

を有する情報処理システム。

## 符号の説明

[0150]	1	情報処理システム
	10	撮像装置
	20	情報処理装置
	200	制御部
	201	設定部
	202	解析対象特定部
	203	検出部
	204	解析部
	205	表示制御部
	210	通信部

- 2 2 0 記憶部
- 2 3 1 注目領域動き検出部
- 2 3 2 解析対象動き検出部

## 請求の範囲

- [請求項1] 生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、  
前記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定部と、  
前記解析対象の前記動画像上における動きを検出する検出部と、  
検出された前記解析対象の動きに基づいて、前記少なくとも一の注目領域に係る前記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、  
を備える情報処理装置。
- [請求項2] 前記解析対象特定部は、前記解析対象として、前記少なくとも一の注目領域の輪郭線上に2つの測定点を特定し、  
前記検出部は、前記2つの測定点の前記動画像上における動きを検出し、  
前記解析部は、前記2つの測定点の動きに基づいて前記ストレインを解析する、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記解析対象特定部は、前記輪郭線の形状に基づいて、前記2つの測定点の配置位置を特定する、請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記解析対象特定部は、前記動画像上における前記輪郭線の形状の変化に基づいて、前記2つの測定点の配置位置を特定する、請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記解析対象特定部は、前記少なくとも一の注目領域の内部を前記解析対象として特定し、  
前記検出部は、前記少なくとも一の注目領域の内部の前記動画像上における動きを検出し、  
前記解析部は、前記少なくとも一の注目領域の内部の動きに基づいて前記ストレインを解析する、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記解析部は、前記検出部により検出された前記少なくとも一の注目領域の内部の動きのアフィンパラメータを算出し、前記アフィンパ

ラメータに基づいて前記ストレインを解析する、請求項 5 に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記検出部は、前記少なくとも一の注目領域の動きをさらに検出可能であり、

前記検出部において、前記解析対象の動きの検出に用いられる動き検出器と、前記少なくとも一の注目領域の動きの検出に用いられる動き検出器は異なる、請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記解析部は、前記解析対象の動きの時間変化に基づいて前記ストレインを解析する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項9] 前記解析部により解析された前記ストレインに係る情報の表示を制御する表示制御部をさらに備える、請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項10] 前記表示制御部は、前記解析対象の動きに応じて、前記ストレインに係る情報の表示態様を制御する、請求項 9 に記載の情報処理装置。

[請求項11] 前記表示制御部は、前記少なくとも一の注目領域について推定される拍動中心を用いて、前記ストレインに係る情報の表示態様を制御する、請求項 10 に記載の情報処理装置。

[請求項12] 前記表示制御部は、前記少なくとも一の注目領域の輪郭線の前記動画像上における形状の変化に応じて、前記ストレインに係る情報の表示態様を制御する、請求項 9 に記載の情報処理装置。

[請求項13] 前記表示制御部は、前記解析対象の動きの大きさに基づいて、前記ストレインに係る情報の表示態様を制御する、請求項 9 に記載の情報処理装置。

[請求項14] 前記ストレインは、前記生物学的試料全体の収縮または弛緩に係る力学的特性を示すストレインを含む、請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項15] 前記ストレインは、前記生物学的試料の内部の局所的な力学的特性を示すストレインを含む、請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項16] 前記設定部は、前記一の撮像画像に含まれる前記生物学的試料に相

当する領域を前記少なくとも一の注目領域として設定する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項17] 前記生物学的試料は、周期的な運動を行う生物学的試料である、請求項 1 に記載の情報処理装置。

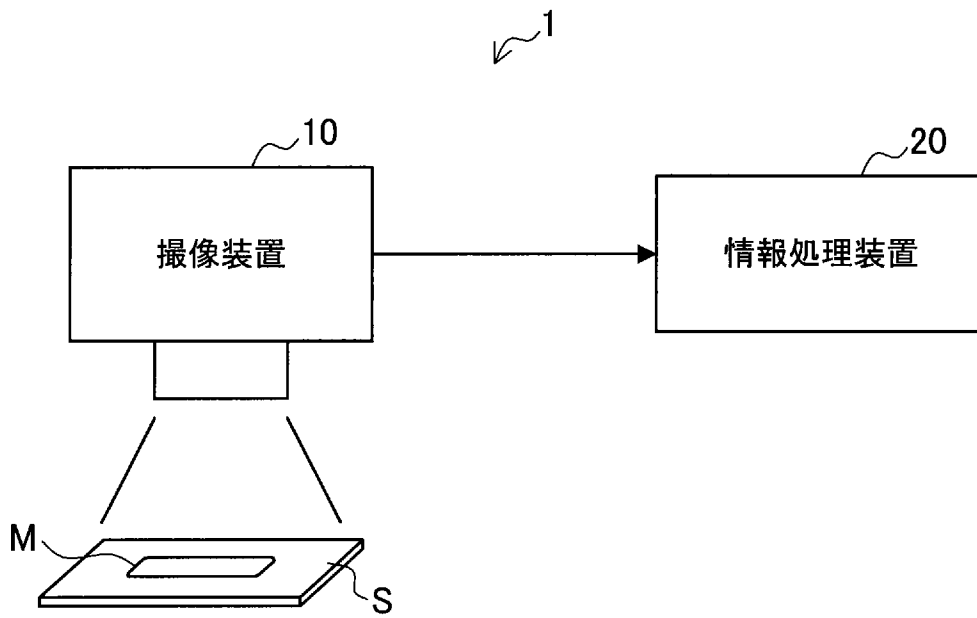
[請求項18] プロセッサが、  
生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定することと、  
前記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定することと、  
、  
前記解析対象の前記動画像上における動きを検出することと、  
検出された前記解析対象の動きに基づいて、前記少なくとも一の注目領域に係る前記生物学的試料のストレインを解析することと、  
を含む情報処理方法。

[請求項19] コンピュータを、  
生物学的試料についての動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、  
前記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定部と、  
前記解析対象の前記動画像上における動きを検出する検出部と、  
検出された前記解析対象の動きに基づいて、前記少なくとも一の注目領域に係る前記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、  
として機能させるためのプログラム。

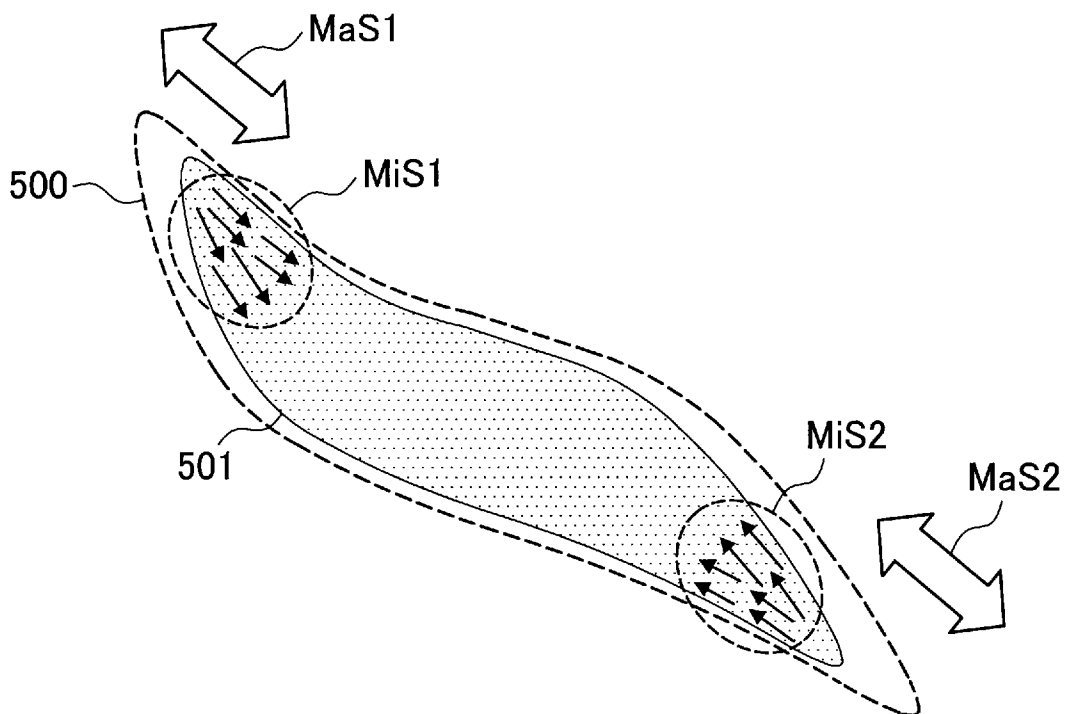
[請求項20] 生物学的試料についての動画像を生成する撮像部  
を備える撮像装置と、  
前記動画像を構成する一の撮像画像から少なくとも一の注目領域を設定する設定部と、  
前記少なくとも一の注目領域についての解析対象を特定する解析対象特定部と、

前記解析対象の前記動画像上における動きを検出する検出部と、  
検出された前記解析対象の動きに基づいて、前記少なくとも一の  
注目領域に係る前記生物学的試料のストレインを解析する解析部と、  
を備える情報処理装置と、  
を有する情報処理システム。

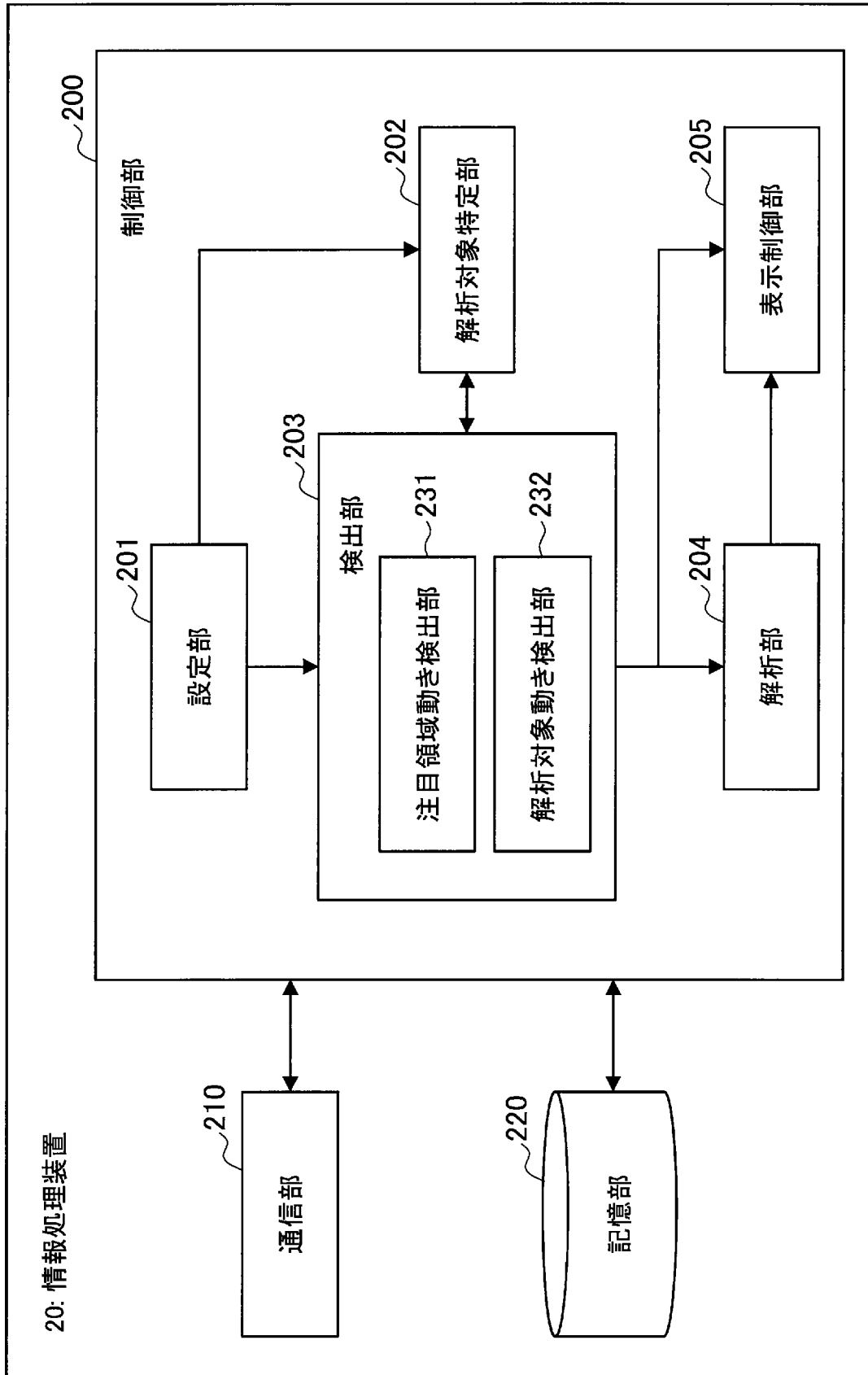
[図1]



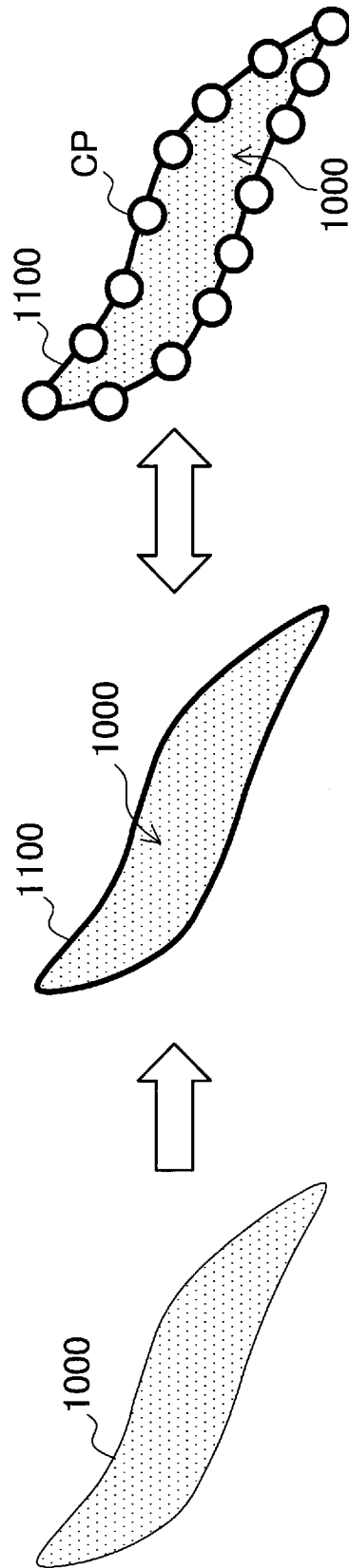
[図2]



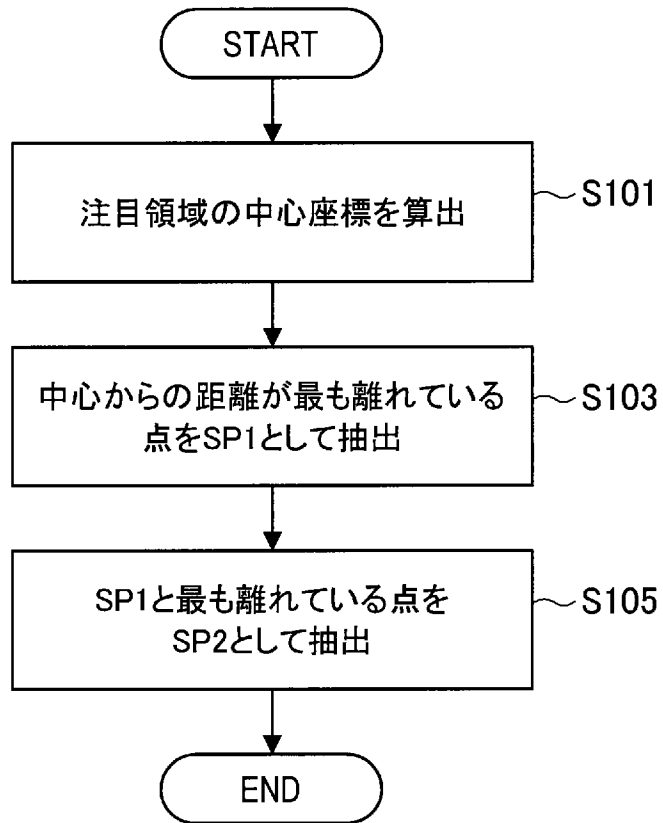
[図3]



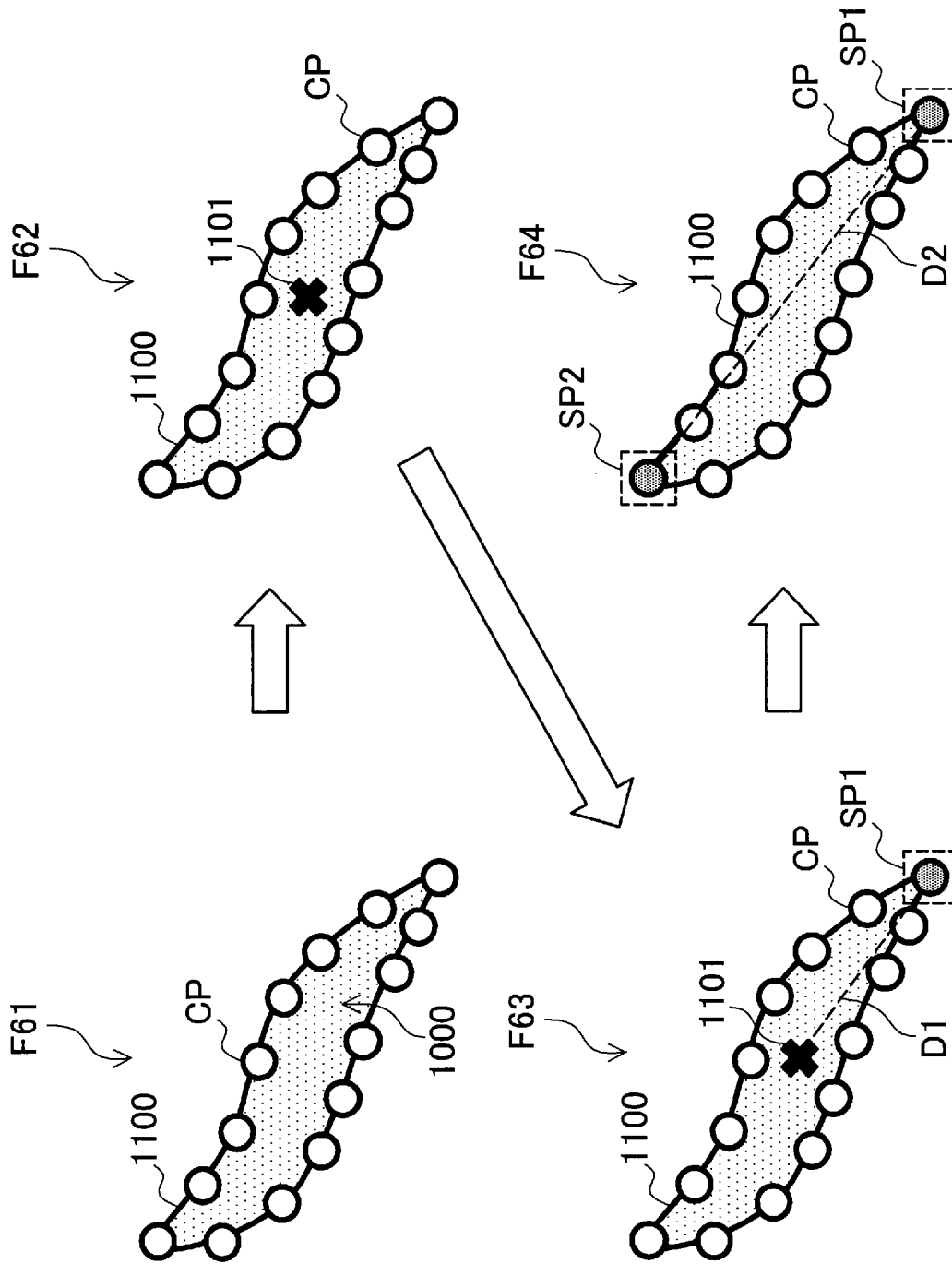
[図4]



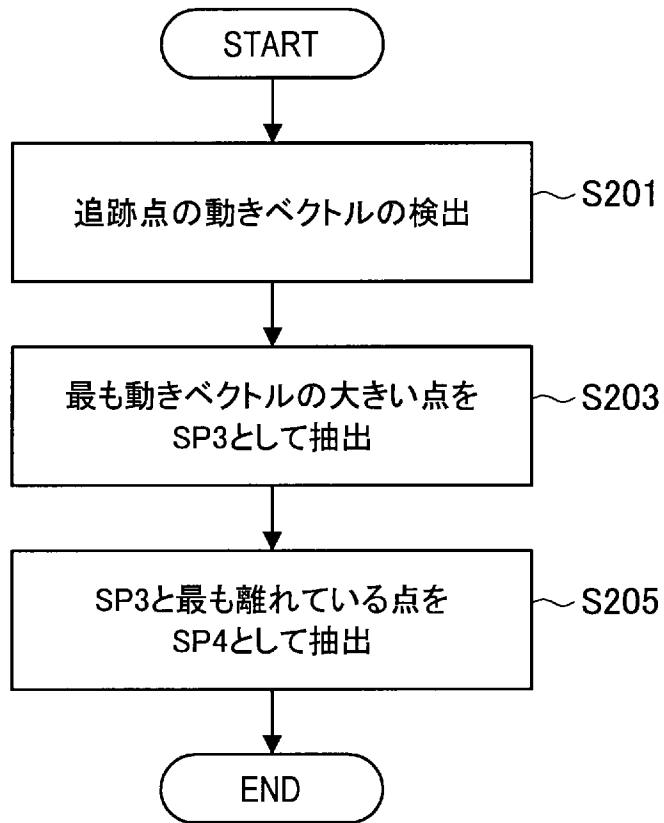
[図5]



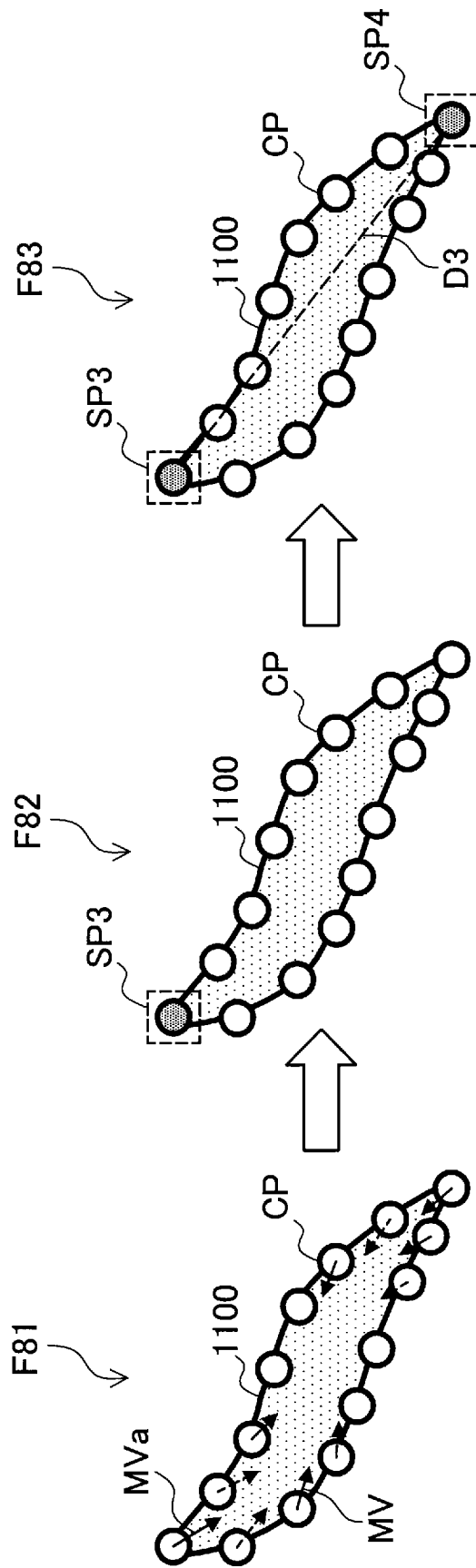
[図6]



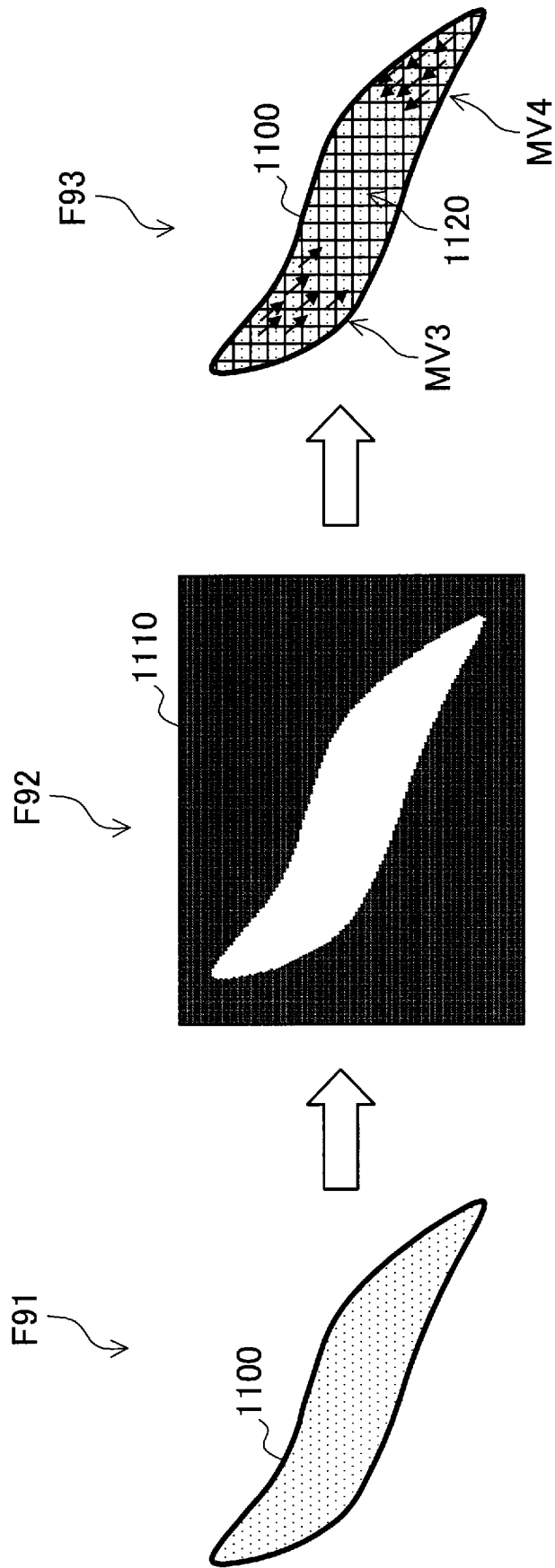
[図7]



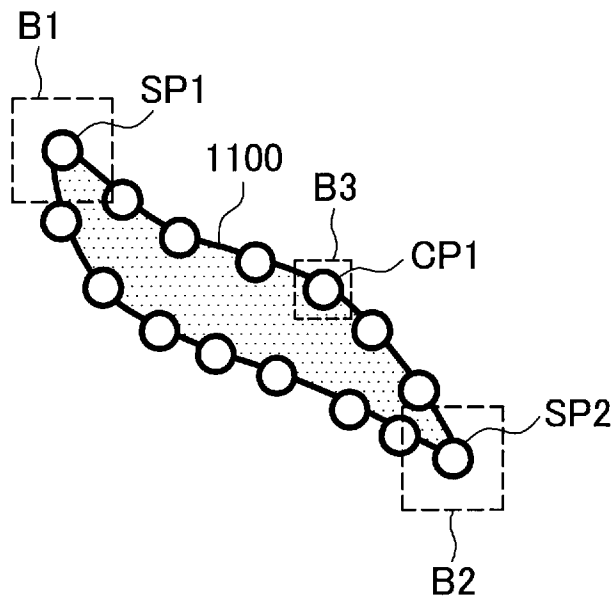
[図8]



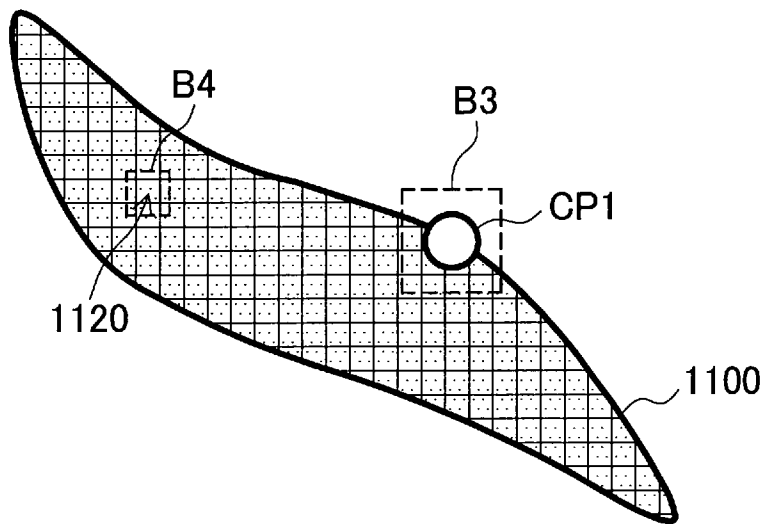
[図9]



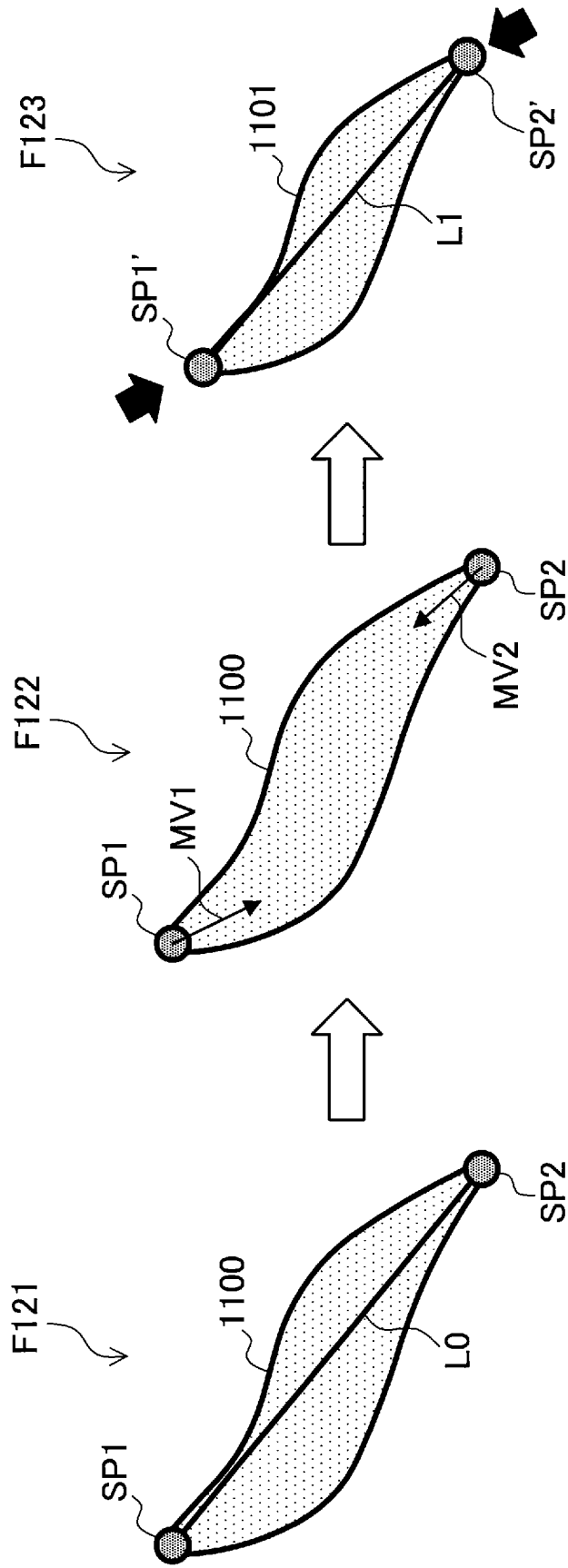
[図10]



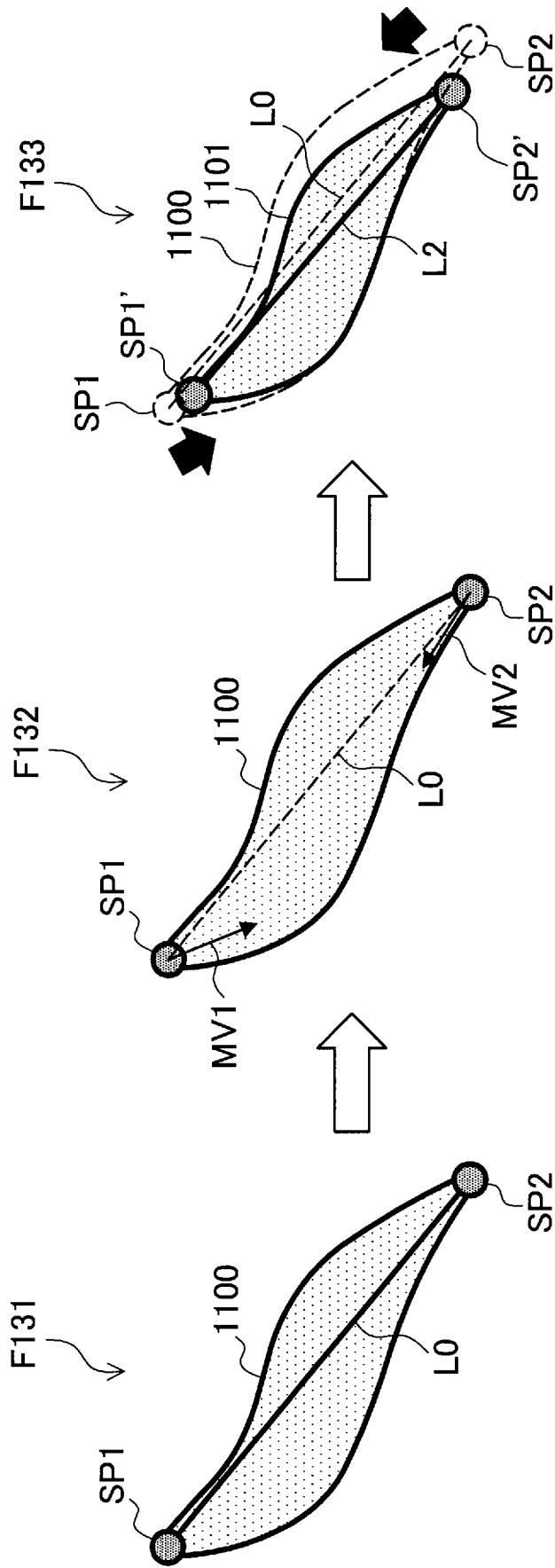
[図11]



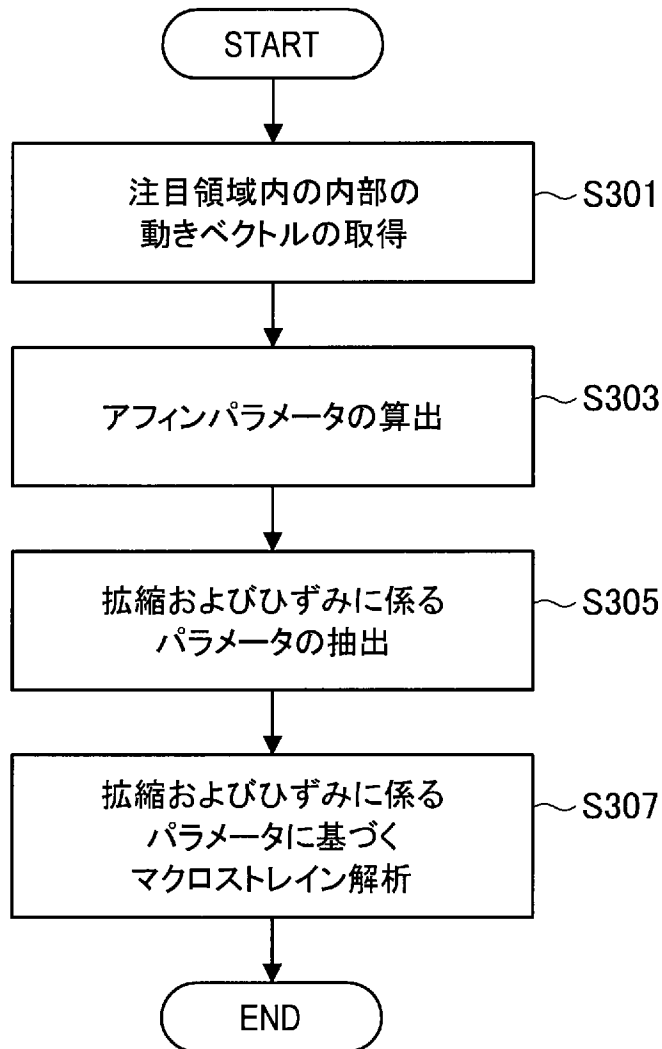
[図12]



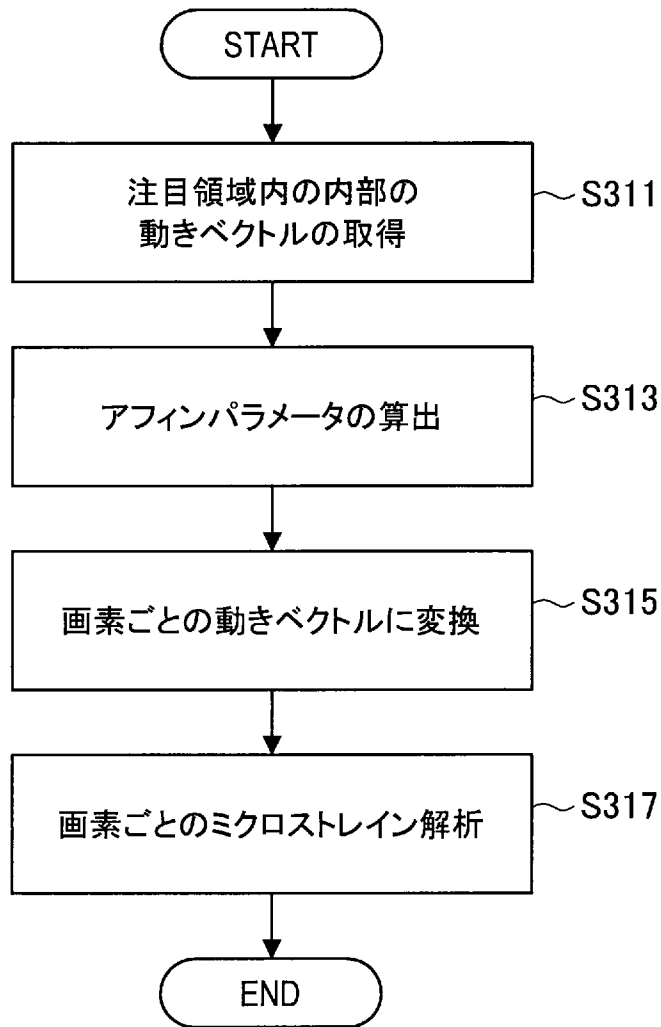
[図13]



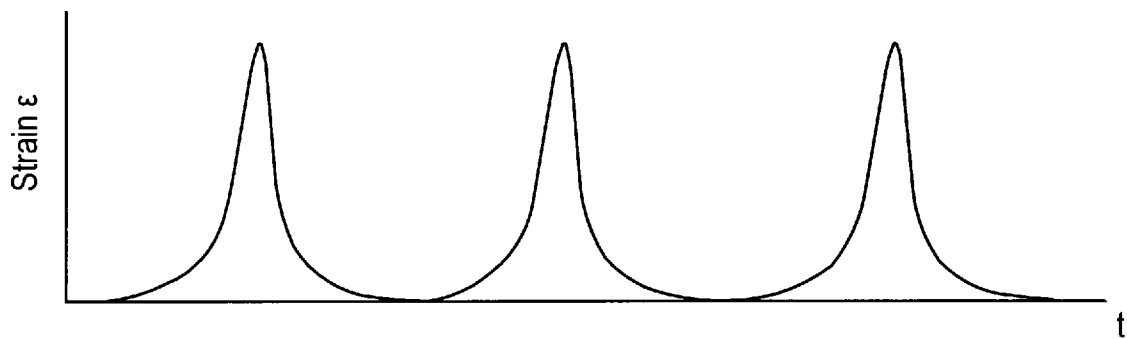
[図14]



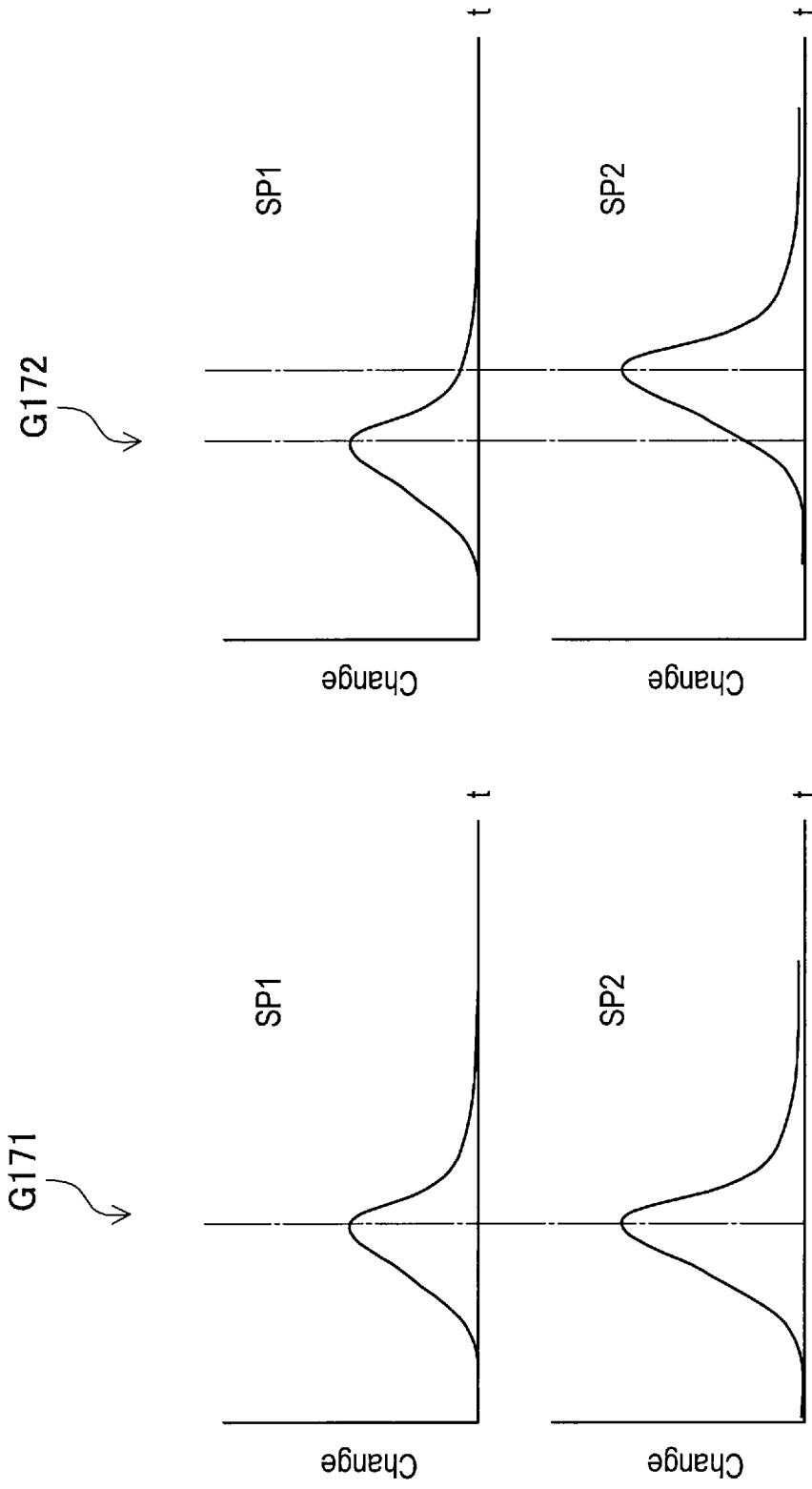
[図15]



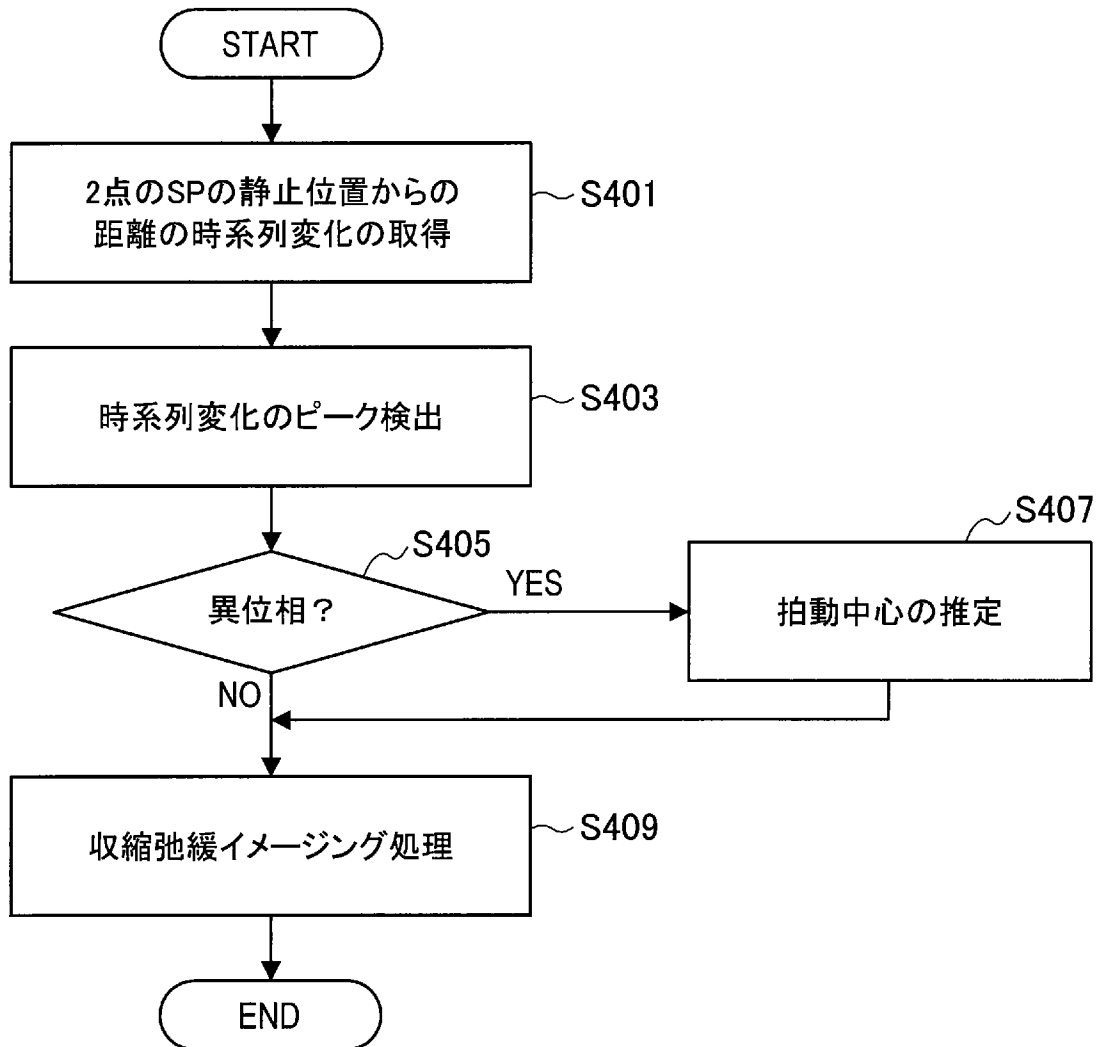
[図16]



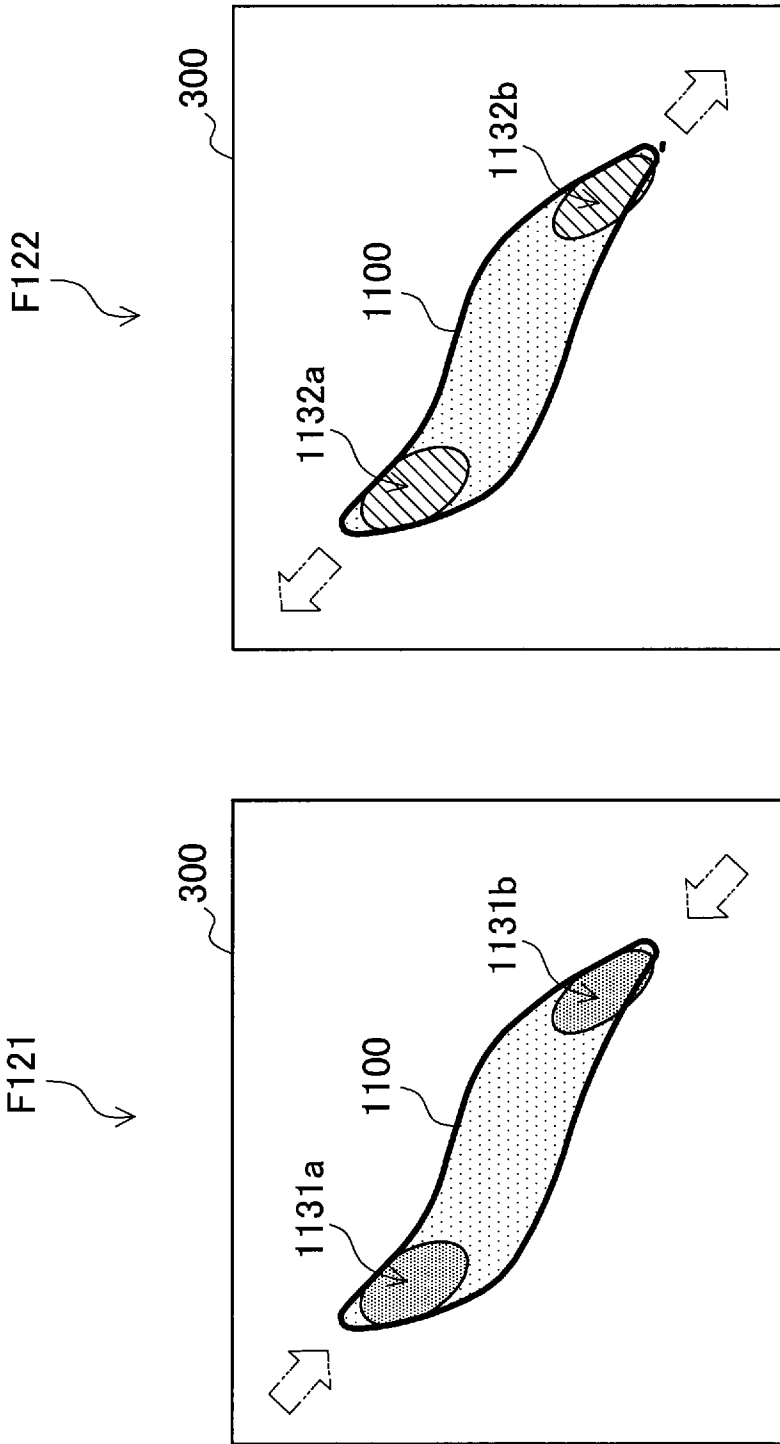
[図17]



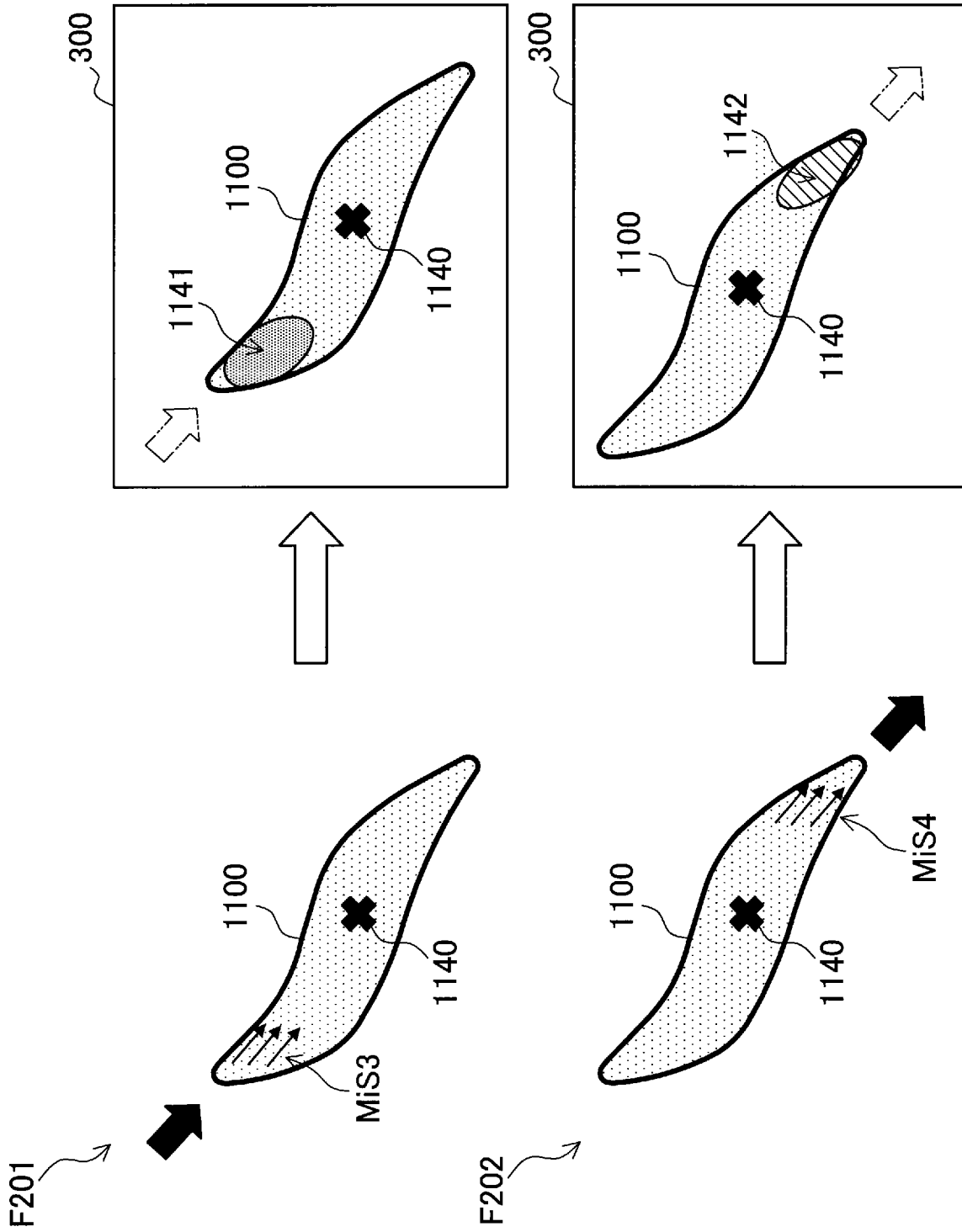
[図18]



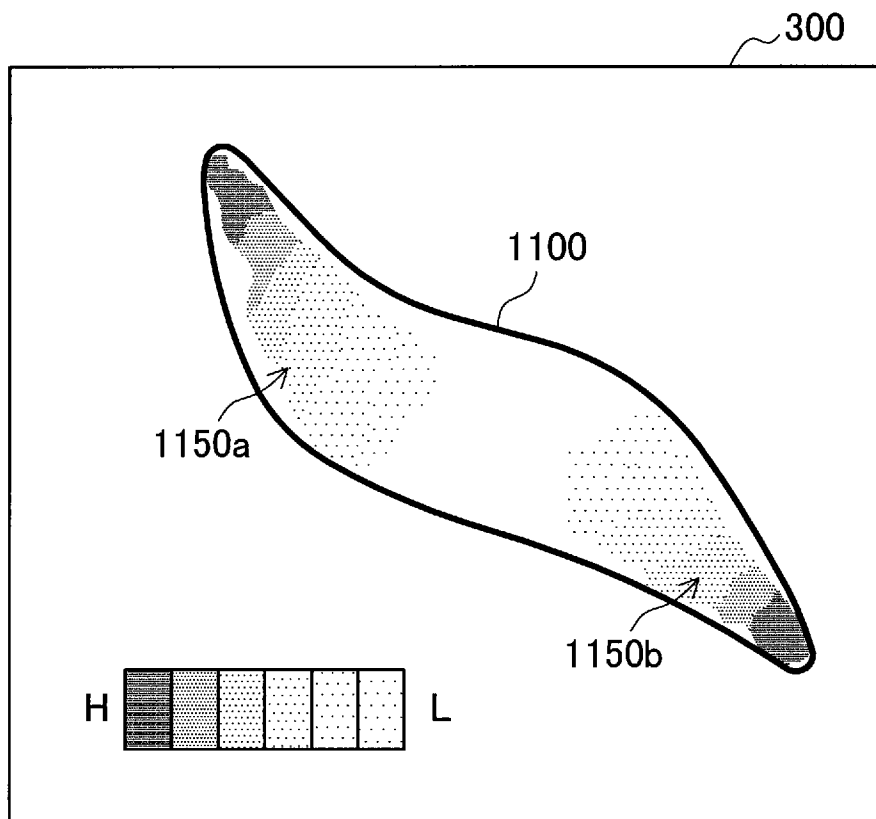
[図19]



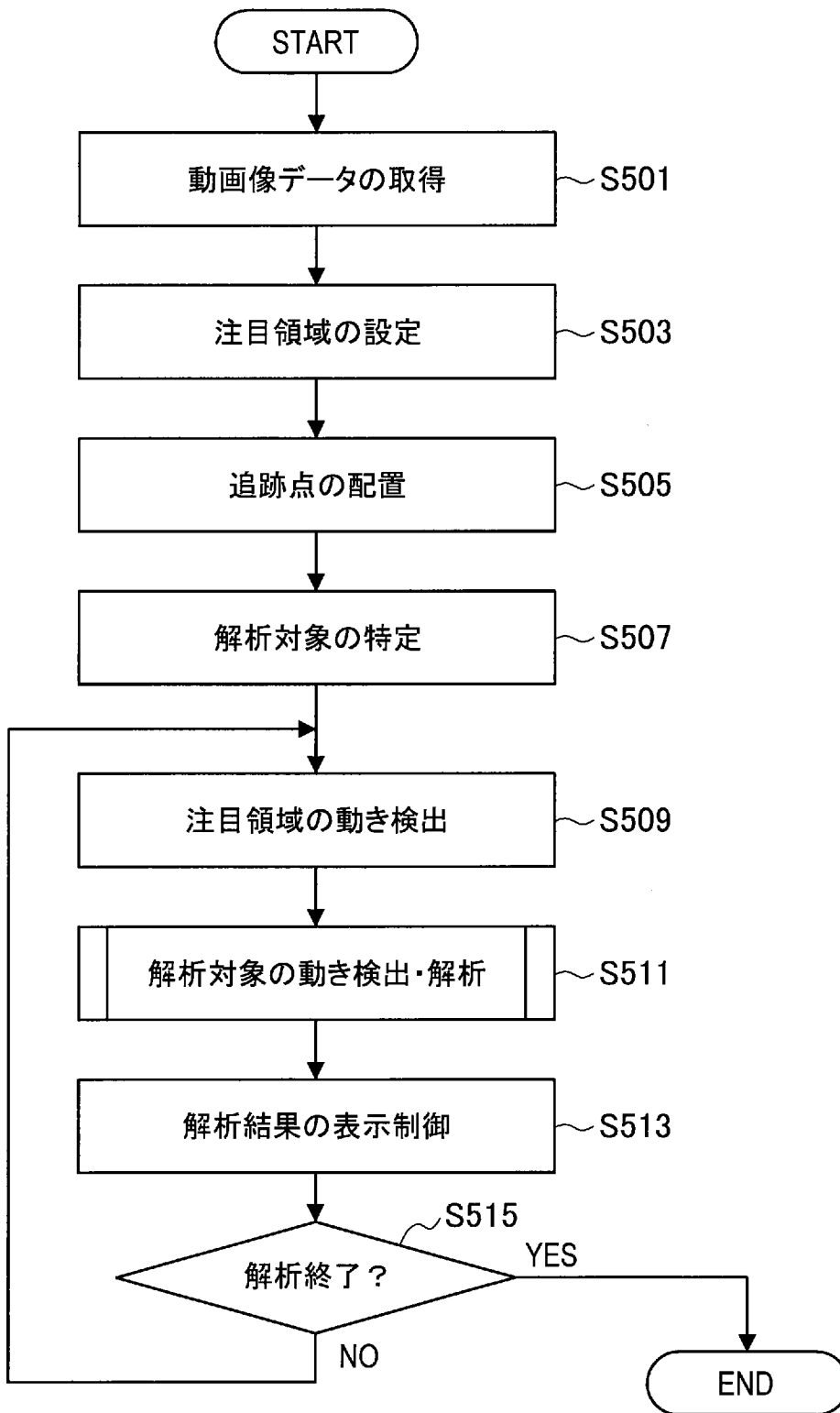
[図20]



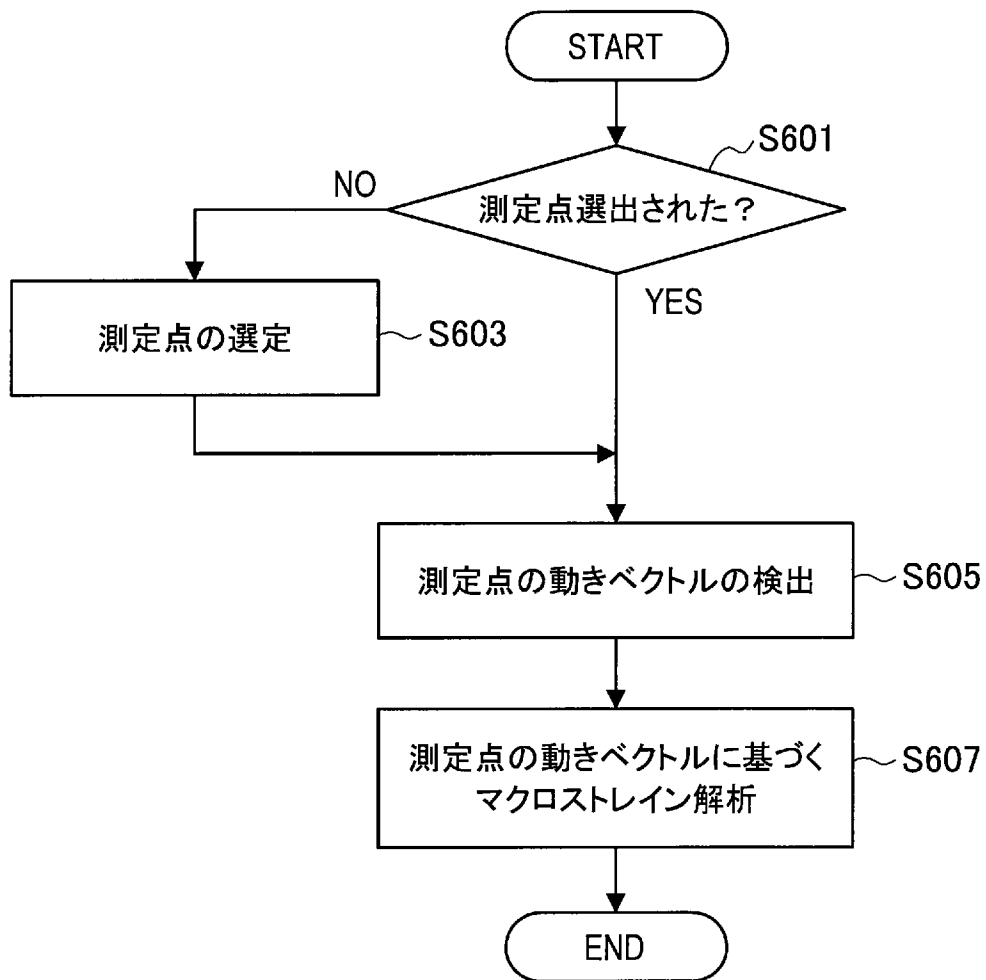
[図21]



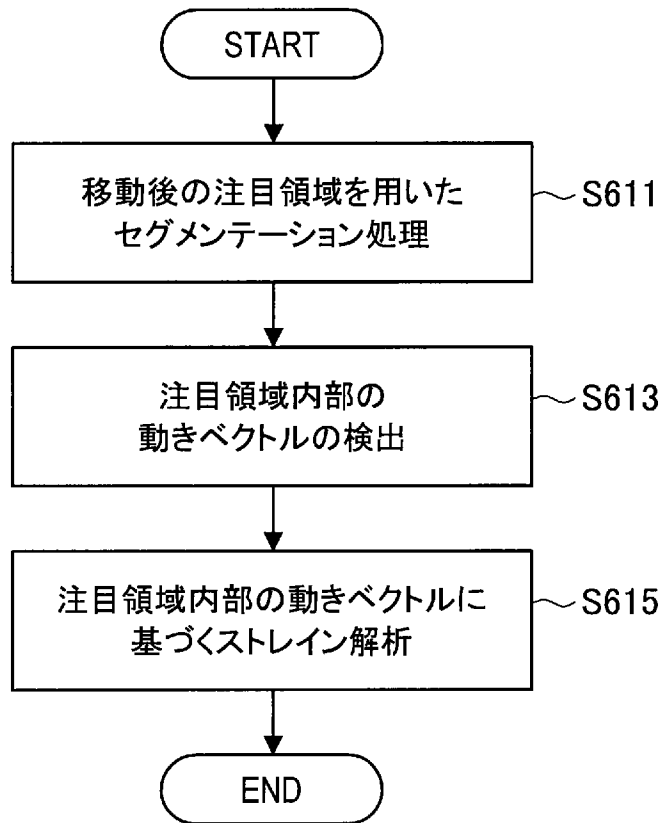
[図22]



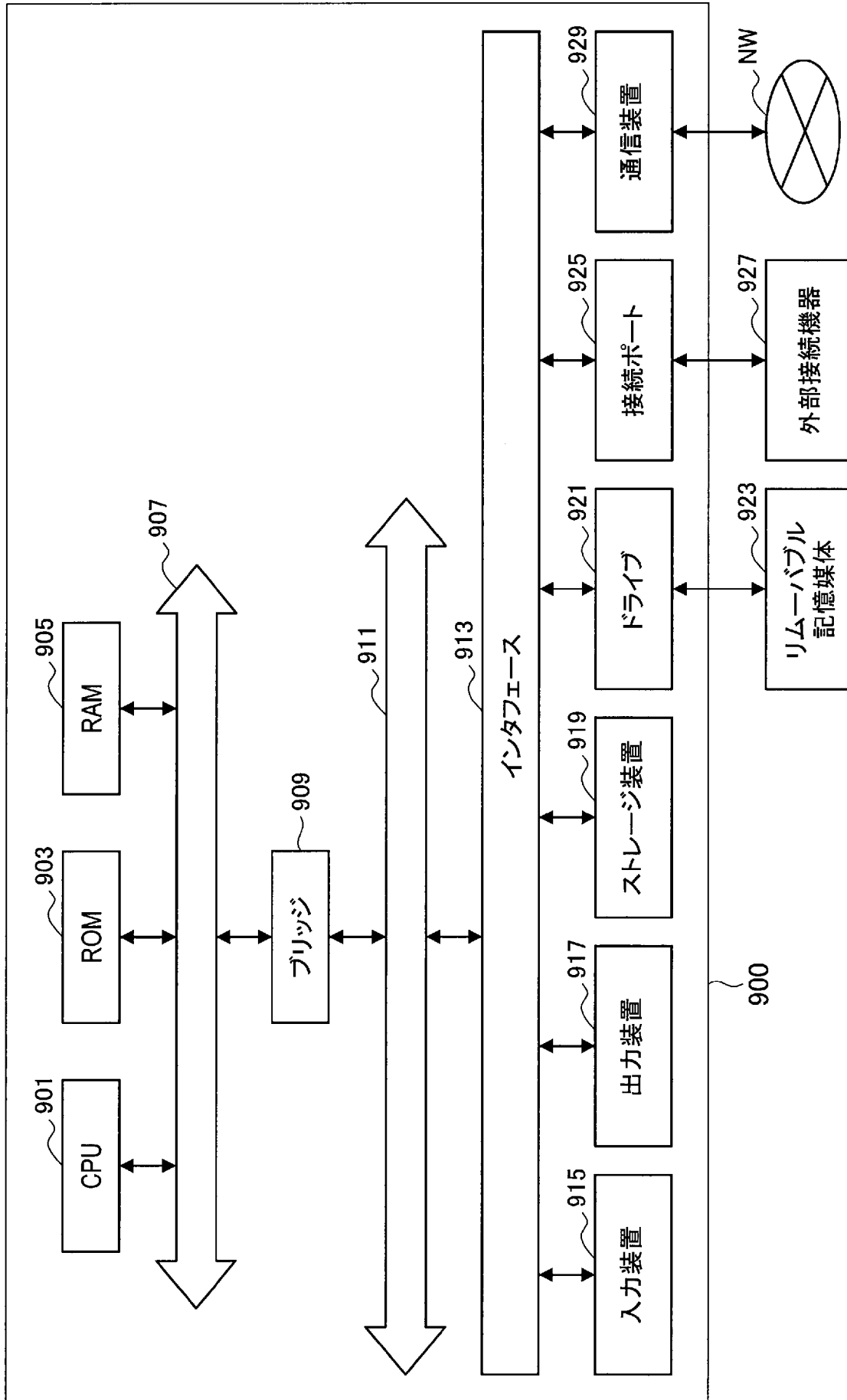
[図23]



[図24]



[図25]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/089220

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
C12M1/34(2006.01)i, C12Q1/02(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)  
C12M1/34, C12Q1/02, G06T7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), CAPLUS/MEDLINE/BIOSIS/WPIDS (STN)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X/Y	JP 2015-518378 A (General Electric Co.), 02 July 2015 (02.07.2015), claim 1; paragraphs [0012], [0034], [0061]; fig. 9A to 9J & WO 2013/165301 A1 claim 1; paragraphs [0011], [0062], [0072]; fig. 9A to 9J & US 2013/0294675 A1 & EP 2845146 A1	1, 5, 8, 14-20/ 2-4, 6-7, 9-13
X/Y	WO 2011/122200 A1 (Sony Corp.), 06 October 2011 (06.10.2011), claims 1, 3 to 7, 12, 20 to 21, 25 & US 2013/0070971 A1 claims 1, 3 to 7, 12, 20 to 21, 25 & CN 102906789 A	1, 5, 8, 14-20/ 2-4, 6-7, 9-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 22 March 2017 (22.03.17)	Date of mailing of the international search report 04 April 2017 (04.04.17)
---	--

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/JP2016/089220

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 2007-117611 A (Toshiba Corp.), 17 May 2007 (17.05.2007), claims 1 to 5 & US 2007/0118041 A1 claims 1 to 5	2-4, 7, 9-13
Y	JP 2003-256850 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 September 2003 (12.09.2003), claim 1; paragraphs [0030] to [0034]; fig. 5 (Family: none)	2-4, 6-7, 9-13
Y	JP 2001-34764 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 09 February 2001 (09.02.2001), claims 1 to 2, 8; paragraphs [0052] to [0069] & EP 1139286 A1 paragraphs [0071] to [0092] & US 6993157 B1 & WO 2000/070558 A1	2-4, 6-7, 9-13
Y	JP 2011-101336 A (Nanao Corp.), 19 May 2011 (19.05.2011), paragraphs [0024] to [0080] (Family: none)	6
A	JP 6-138137 A (Toshiba Corp.), 20 May 1994 (20.05.1994), claim 1 (Family: none)	1-20
A	JP 2015-19620 A (Sony Corp.), 02 February 2015 (02.02.2015), claim 1 & WO 2015/008459 A1 claim 1 & US 2016/0104296 A1 & EP 3022714 A1 & CN 105378795 A	1-20
A	JP 2014-75999 A (Nikon Corp.), 01 May 2014 (01.05.2014), claims 1 to 2 (Family: none)	1-20
A	WO 00/51079 A1 (Sony Corp.), 31 August 2000 (31.08.2000), claim 1 & US 7079144 B1 claim 1 & JP 2000-251086 A	1-20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. C12M1/34(2006.01)i, C12Q1/02(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. C12M1/34, C12Q1/02, 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 1971-2017年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2017年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
 JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), CPlus/MEDLINE/BIOSIS/WPIDS (STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X/Y	JP 2015-518378 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2015.07.02, 請求項1, [0012], [0034], [0061], 図9A~9J & WO 2013/165301 A1, Claim 1, [0011], [0062], [0072], FIG. 9A-9J & US 2013/0294675 A1 & EP 2845146 A1	1, 5, 8, 14-20/ 2-4, 6-7, 9-13
X/Y	WO 2011/122200 A1 (ソニー株式会社) 2011.10.06, 請求項1、3-7、12、20-21、25 & US 2013/0070971 A1, Claims 1, 3-7, 12, 20-21, 25 & CN 102906789 A	1, 5, 8, 14-20/ 2-4, 6-7, 9-13

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 22.03.2017	国際調査報告の発送日 04.04.2017
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) 藤井 美穂 電話番号 03-3581-1101 内線 3488
	4N 4434

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 2007-117611 A (株式会社東芝) 2007.05.17, 請求項 1-5 & US 2007/0118041 A1, Claims 1-5	2-4, 7, 9-13
Y	JP 2003-256850 A (三洋電機株式会社) 2003.09.12, 請求項 1, [0030]-[0034], 図 5 (ファミリーなし)	2-4, 6-7, 9-13
Y	JP 2001-34764 A (三洋電機株式会社) 2001.02.09, 請求項 1-2, 8, [0052]-[0069], & EP 1139286 A1, [0071]-[0092] & US 6993157 B1 & WO 2000/070558 A1	2-4, 6-7, 9-13
Y	JP 2011-101336 A (株式会社ナナオ) 2011.05.19, [0024]-[0080] (ファミリーなし)	6
A	JP 6-138137 A (株式会社東芝) 1994.05.20, 請求項 1 (ファミリー なし)	1-20
A	JP 2015-19620 A (ソニー株式会社) 2015.02.02, 請求項 1 & WO 2015/008459 A1, Claim 1 & US 2016/0104296 A1 & EP 3022714 A1 & CN 105378795 A	1-20
A	JP 2014-75999 A (株式会社ニコン) 2014.05.01, 請求項 1-2 (フ ァミリーなし)	1-20
A	WO 00/51079 A1 (ソニー株式会社) 2000.08.31, 請求項 1 & US 7079144 B1, Claim 1 & JP 2000-251086 A	1-20