

(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
2020年12月24日(24.12.2020)



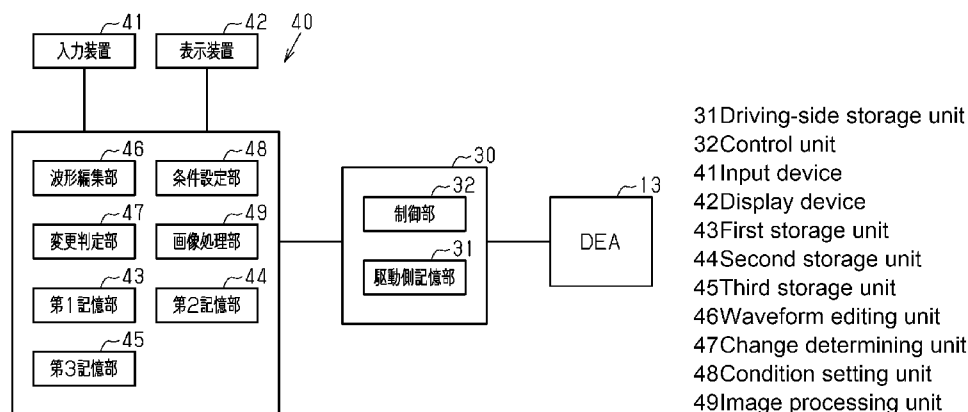
(10) 国際公開番号

WO 2020/255644 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 5/02 (2006.01) G06F 3/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/020745
- (22) 国際出願日: 2020年5月26日(26.05.2020)
- (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 2019-113712 2019年6月19日(19.06.2019) JP
- (71) 出願人: 豊田合成株式会社(TOYODA GOSEI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 梶山 慶太 (SUGIYAMA Keita); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP). 神崎 武彦(KANZAKI Takehiko); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP). 堀邊 隆介(HORIBE Ryusuke); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP). 馬場 一将(BABA Kazumasa); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 恩田 誠, 外 (ONDA Makoto et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目12番地1 Gifu (JP).

(54) Title: ACTUATOR DEVICE, METHOD FOR GENERATING VOLTAGE WAVEFORM, METHOD FOR DRIVING FIELD-RESPONSIVENESS POLYMER ACTUATOR, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: アクチュエータ装置、電圧波形の作成方法、電場応答性高分子アクチュエータの駆動方法、及びプログラム



(57) Abstract: This actuator device comprises: a field-responsive polymer actuator having a pair of electrodes; a driving unit; and a waveform editing unit. The driving unit is configured to drive the field-responsive polymer actuator by repeatedly applying a voltage, which is changed on the basis of driving waveform data on a voltage change of one period, between the pair of electrodes. The waveform editing unit is configured to change edition waveform data on the basis of a user operation. When the edition waveform data is changed during the driving of the field-responsive polymer actuator, the actuator device is configured to update the driving waveform data so as to set the changed edition waveform data

(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, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

as the new driving waveform data, and drive the field-responsive polymer actuator on the basis of the updated driving waveform data.

(57) 要約: アクチュエータ装置は、一対の電極を有する電場応答性高分子アクチュエータと、駆動部と、波形編集部とを備える。駆動部は、1周期分の電圧の変化を示す駆動波形データに基づいて変化する電圧を、一対の電極の間に繰り返し印加することにより電場応答性高分子アクチュエータを駆動するように構成されている。波形編集部は、使用者の操作に基づいて編集波形データを変更するように構成されている。アクチュエータ装置は、電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に編集波形データが変更されたとき、その変更後の編集波形データを新たな駆動波形データとするように駆動波形データを更新し、更新された駆動波形データに基づいて電場応答性高分子アクチュエータを駆動するように構成されている。

明 細 書

発明の名称：

アクチュエータ装置、電圧波形の作成方法、電場応答性高分子アクチュエータの駆動方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、アクチュエータ装置、電圧波形の作成方法、電場応答性高分子アクチュエータの駆動方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、電場応答性高分子アクチュエータの伸縮に基づく振動等の動作を使用者に触感として認識させる触感提示装置が開示されている。上記触感提示装置は、電場応答性高分子アクチュエータに印加する電圧の波形を変更することにより、電場応答性高分子アクチュエータの動作パターンが変化し、動作パターンに応じた様々な触感を使用者に提示する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2014-510346号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記触感提示装置を用いて特定の触感を使用者に提示するためには、まず、特定の触感を提示するように電場応答性高分子アクチュエータを動作させるための電圧波形を作成する必要がある。上記電圧波形は、例えば、基礎となる電圧波形を用意し、その電圧波形を変更する編集作業と、編集後の電圧波形を用いた電場応答性高分子アクチュエータの動作試験とを繰り返し、電場応答性高分子アクチュエータから提示される触感を特定の触感に近づけていく作業を行うことにより作成される。

[0005] 本開示の目的は、電場応答性高分子アクチュエータに特定の動きをさせる

ための電圧波形を作成する作業を効率化することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するアクチュエータ装置は、一对の電極を有する電場応答性高分子アクチュエータと、1周期分の電圧の変化を示す駆動波形データに基づいて変化する電圧を、前記一对の電極の間に繰り返し印加することにより前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動するように構成された駆動部と、使用者の操作に基づいて編集波形データを変更するように構成された波形編集部とを備え、前記電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に前記編集波形データが変更されたとき、その変更後の前記編集波形データを新たな前記駆動波形データとするように前記駆動波形データを更新し、更新された前記駆動波形データに基づいて前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動するように構成されている。
- [0007] 上記構成によれば、電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に編集波形データを変更した場合に、変更後の編集波形データの保存や送信等の操作を行わずとも、電場応答性高分子アクチュエータの動作が変更後の編集波形データに基づく動作に切り替わる。これにより、使用者は、編集波形データを編集しながら、電場応答性高分子アクチュエータに特定の動きをさせる電圧波形を探索する作業をよりスムーズに行うことができ、上記電圧波形を効率的に作成できる。
- [0008] 上記アクチュエータ装置は、前記編集波形データが変更されているか否かを定期的に判定するように構成された変更判定部を備え、前記変更判定部により前記編集波形データが変更されていると判定された場合に、前記駆動波形データを更新するように構成されていることが好ましい。
- [0009] 上記構成によれば、電場応答性高分子アクチュエータの駆動に用いられる駆動波形データの更新頻度を少なくすることができる。
- [0010] 上記アクチュエータ装置は、前記編集波形データに対応する波形を示す画像を表示部に表示させるように構成された画像処理部を備え、前記波形編集部は、使用者による、前記表示部に表示された前記画像を、ポインティング

デバイスを用いて変更する操作に基づいて前記編集波形データを変更するように構成されていることが好ましい。

[0011] 上記構成によれば、使用者は、波形を編集する操作を直感的に行うことができる。そのため、機械や情報処理に関する知識が少ない使用者であっても、電場応答性高分子アクチュエータに特定の動きをさせるための電圧波形を容易に作成できる。

[0012] 上記アクチュエータ装置は、前記電場応答性高分子アクチュエータの伸縮に基づく動作を触感として使用者に認識させる触感提示装置として適用されることが好ましい。

[0013] 上記アクチュエータ装置において、前記触感提示装置は、前記電場応答性高分子アクチュエータの伸縮に基づく振動を脈動の触感として使用者に認識させる脈動発生装置であることが好ましい。

[0014] 上記アクチュエータ装置は、前記電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に、予め記憶されている電圧波形データを呼び出す操作が行われた場合、前記編集波形データを前記電圧波形データに変更するように構成されていることが好ましい。

[0015] 上記構成によれば、駆動中の電場応答性高分子アクチュエータの動作を、予め記憶されている電圧波形データに基づく動作に容易に変更できる。

[0016] 上記課題を解決する電圧波形の作成方法は、上記アクチュエータ装置を用いて、前記電場応答性高分子アクチュエータに特定の動きをさせるための印加電圧の波形を作成することを備える。

[0017] 上記課題を解決する電場応答性高分子アクチュエータの駆動方法は、電場応答性高分子アクチュエータの駆動方法であって、1周期分の電圧の変化を示す駆動波形データに基づいて変化する電圧を繰り返し印加することにより前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動する工程と、使用者の操作に基づいて編集波形データを変更する工程と、前記電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に前記編集波形データが変更されたとき、その変更後の前記編集波形データを新たな前記駆動波形データとするように前記駆動波形データ

を更新する工程とを有し、前記駆動する工程は、前記更新する工程で更新された前記駆動波形データに基づいて前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動することを含む。

[0018] 上記課題を解決するプログラムは、一对の電極を有する電場応答性高分子アクチュエータと、1周期分の電圧の変化を示す駆動波形データに基づいて変化する電圧を、前記一对の電極の間に繰り返し印加することにより前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動するように構成された駆動部と、使用者の操作に基づいて編集波形データを変更するように構成された波形編集部とを備えるアクチュエータ装置を制御するプログラムであって、前記電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に前記編集波形データが変更されたとき、その変更後の前記編集波形データを新たな前記駆動波形データとするように前記駆動波形データを更新し、更新された前記駆動波形データに基づいて前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動する処理を前記アクチュエータ装置に実行させる。

発明の効果

[0019] 本開示によれば、電場応答性高分子アクチュエータに特定の動きをさせるための電圧波形を作成する作業を効率化できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]脈動発生装置の概略図。

[図2]模擬体の断面図。

[図3]誘電エラストマーアクチュエータの断面構造を示す断面図。

[図4]脈動発生装置のブロック図。

[図5]波形編集画面の説明図。

[図6]操作中の波形編集画面の説明図。

[図7]誘電エラストマーアクチュエータの駆動中における波形編集装置の制御を示すフローチャート。

[図8]誘電エラストマーアクチュエータの駆動中における駆動部の制御を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

- [0021] 以下、本開示のアクチュエータ装置を、印加電圧に応じて発生する振動を人体の脈動の触感として使用者に認識させる脈動発生装置に具体化した一実施形態について説明する。
- [0022] 図1及び図2に示すように、脈動発生装置は、人体の前腕及び手の外側形状を模擬した柔軟材料からなる模擬体10を備えている。模擬体10を構成する柔軟材料としては、例えばシリコンやウレタン等のエラストマーが挙げられる。
- [0023] 模擬体10の内部には、第1芯部11、第2芯部12、及びシート状の誘電エラストマーアクチュエータ13（DEA: Dielectric Elastomer Actuator）が配置されている。第1芯部11及び第2芯部12は、人体の橈骨及び尺骨をそれぞれ模擬したものである。DEA13は、橈骨動脈を模擬したものである。
- [0024] 図3に示すように、DEA13は、誘電エラストマーからなるシート状の誘電層20と、誘電層20の厚さ方向の両側に配置された電極層としての正極電極21及び負極電極22との組が複数積層された多層構造体である。DEA13の最外層には絶縁層23が積層されている。DEA13は、正極電極21と負極電極22との間に直流電圧が印加されると、印加電圧の大きさに応じて、誘電層20が厚さ方向に圧縮されるとともに誘電層20の面に沿った方向であるDEA13の面方向に伸張するように変形する。
- [0025] 誘電層20を構成する誘電エラストマーは特に限定されるものではなく、公知のDEAに用いられる誘電エラストマーを用いることができる。上記誘電エラストマーとしては、例えば、架橋されたポリロタキサン、シリコンエラストマー、アクリルエラストマー、ウレタンエラストマーが挙げられる。これら誘電エラストマーのうちの一つを用いてもよいし、複数種を併用してもよい。誘電層20の厚さは、例えば、20～200 μm である。
- [0026] 正極電極21及び負極電極22を構成する材料としては、例えば、導電エラストマー、カーボンナノチューブ、ケッチェンブラック（登録商標）、金

属蒸着膜が挙げられる。上記導電エラストマーとしては、例えば、絶縁性高分子及び導電性フィラーを含有する導電エラストマーが挙げられる。

[0027] 上記絶縁性高分子としては、例えば、架橋されたポリロタキサン、シリコンエラストマー、アクリルエラストマー、ウレタンエラストマーが挙げられる。これら絶縁性高分子のうちの一種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。上記導電性フィラーとしては、例えば、ケッチェンブラック（登録商標）、カーボンブラック、銅や銀等の金属粒子が挙げられる。これら導電性フィラーのうちの一種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。正極電極 2 1 及び負極電極 2 2 の厚さは、例えば、0.01～100 μm である。

[0028] 絶縁層 2 3 を構成する絶縁エラストマーは特に限定されるものではなく、公知の D E A の絶縁部分に用いられる公知の絶縁エラストマーを用いることができる。上記絶縁エラストマーとしては、例えば、架橋されたポリロタキサン、シリコンエラストマー、アクリルエラストマー、ウレタンエラストマーが挙げられる。これら絶縁エラストマーのうちの一種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。絶縁層 2 3 の厚さは、例えば、3～100 μm である。

[0029] 図 1 及び図 4 に示すように、脈動発生装置は、駆動部 3 0 と波形編集装置 4 0 とを備えている。駆動部 3 0 は、D E A 1 3 の正極電極 2 1 及び負極電極 2 2 により構成される一対の電極の間に周期的に変化する電圧を印加するように構成されている。波形編集装置 4 0 は、駆動部 3 0 が D E A 1 3 に印加する電圧の波形を編集するように構成されている。駆動部 3 0 は、駆動側記憶部 3 1 と制御部 3 2 とを備え、1) コンピュータプログラム（ソフトウェア）に従って動作する 1 つ以上のプロセッサ、2) 各種処理のうち少なくとも一部の処理を実行する特定用途向け集積回路（ASIC）等の 1 つ以上の専用のハードウェア回路、或いは 3) それらの組み合わせ、を含む回路（circuitry）として構成し得る。プロセッサは、CPU 並びに、RAM 及び ROM 等のメモリを含み、メモリは、処理を CPU に実行させるように構成さ

れたプログラムコードまたは指令を格納している。メモリすなわちコンピュータ可読媒体は、汎用または専用のコンピュータでアクセスできるあらゆる利用可能な媒体を含む。駆動側記憶部31には、波形編集装置40から送信された1周期分の電圧の変化を示す駆動波形データが記憶されている。制御部32は、駆動側記憶部31に記憶されている駆動波形データに基づく波形の電圧をバッテリー等の電源（図示略）からDEA13に繰り返し印加する。

[0030] 波形編集装置40は、入力装置としてのポインティングデバイス41、表示部42、第1記憶部43、第2記憶部44、第3記憶部45、波形編集部46、変更判定部47、条件設定部48、画像処理部49を備えるコンピュータとして構成される。すなわち、波形編集部46、変更判定部47、条件設定部48、及び画像処理部49は、1) コンピュータプログラム（ソフトウェア）に従って動作する1つ以上のプロセッサ、2) 各種処理のうち少なくとも一部の処理を実行する特定用途向け集積回路（ASIC）等の1つ以上の専用のハードウェア回路、或いは3) それらの組み合わせ、を含む回路（circuitry）として構成し得る。プロセッサは、CPU並びに、RAM及びROM等のメモリを含み、メモリは、処理をCPUに実行させるように構成されたプログラムコードまたは指令を格納している。メモリすなわちコンピュータ可読媒体は、汎用または専用のコンピュータでアクセスできるあらゆる利用可能な媒体を含む。

[0031] ポインティングデバイス41は、例えば、キーボード、タッチパネル、マウス等のポインティングデバイスであり、操作者からの操作指示等を受け付ける。表示部42は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ等の表示デバイスである。

[0032] 図5に示すように、表示部42の上部には、DEA13への電圧の印加のオン・オフを切り替えるための出力ボタン51が表示される。表示部42の左側部分には、登録済みの電圧波形データを呼び出すための呼び出しボタン52、新たな電圧波形データを登録するための保存ボタン53が表示される。

- [0033] 表示部42の中央部分には、後述するアンカーポイントPの追加及び削除を行うためのアンカーポイントボタン54と、編集対象となる波形を示す第1波形編集画面55とが表示される。表示部42の右側上部には、DEA13に印加されている電圧を示す駆動状況画面56が表示される。表示部42の中央下部には、第2波形編集画面57が表示される。第2波形編集画面57は、出力の大きさ（Amp）、オフセット電圧の大きさ（Offset）、最大電圧（Max voltage）を変更するスライダーを有している。表示部42の右側下部には、条件設定画面58が表示される。条件設定画面58は、駆動部30において、駆動波形データに基づく波形の電圧を印加する際の駆動条件を設定するためのスライダーを有している。上記駆動条件としては、例えば、1周期の速さ（BeatCount）、周期間に設けられる待機時間の長さ（Interval）が挙げられる。
- [0034] 操作者は、ポインティングデバイス41を操作して表示部42に表示される各種ボタンを操作したり、第1波形編集画面55及び第2波形編集画面57の表示内容を変更したりすることにより、DEA13を動作させること及びDEA13に印加する電圧の波形の編集を行うことができる。また、ポインティングデバイス41を操作して条件設定画面58の表示内容を変更することにより、駆動条件を設定することができる。
- [0035] 第1記憶部43には、登録済みの電圧波形データが呼び出しボタン52に対応付けて記憶されている。登録済みの電圧波形データは、平脈や滑脈等の既知の脈動パターンを再現する1周期分の電圧波形データ、及び使用者が作成した1周期分の電圧波形データを含む。平脈は、平生の健康なときの動脈の振動パターンであり、滑脈は、妊娠中等に生じる動脈の振動パターンである。なお、既知の脈動パターンを再現する電圧波形データは、「平脈」等の脈の名称が付されている呼び出しボタン52に対応付けられている。使用者が作成した電圧波形データは、「User」の名称が付されている呼び出しボタン52に対応付けられている。
- [0036] 第2記憶部44には、駆動部30に直前に送信した駆動波形データ（以下

、前回波形データと記載する。)と、後述する編集波形データとが記憶されている。

[0037] 第3記憶部45には、波形編集装置40及び駆動部30に後述するステップS11～13及びステップS21～S24の処理を実行させるプログラムが記憶されている。波形編集装置40及び駆動部30は、そのプログラムに従ってステップS11～13及びステップS21～S24の処理を実行する。

[0038] 波形編集部46は、駆動部30に送信した前回波形データを基礎とする1周期分の編集波形データを作成し、第2記憶部44に記憶させる。そして、使用者の操作に基づいて、第2記憶部44に記憶されている編集波形データを変更する。また、波形編集部46は、所定のタイミングにおいて、現在の編集波形データを駆動波形データとして駆動部30に送信するとともに、第2記憶部44に記憶されている前回駆動波形データを更新する。

[0039] 変更判定部47は、第2記憶部44に記憶されている前回波形データと編集波形データとの比較に基づいて、編集波形データが変更されているか否かを判定する。

[0040] 条件設定部48は、使用者の操作に基づいて設定された駆動条件を駆動部30に送信する。

[0041] 画像処理部49は、編集波形データに対応する波形を示す画像を作成し、表示部42の第1波形編集画面55に表示する。第1波形編集画面55には、1周期分の波形の始点、終点、及び変曲点に該当する数点のアンカーポイントPと、アンカーポイントP間を接続するベジェ曲線とにより構成される波形が表示される。また、画像処理部49は、第2記憶部44に記憶されている前回駆動波形データに現在の駆動条件を反映させた波形を示す画像を作成し、表示部42の駆動状況画面56に表示する。

[0042] 本実施形態の各種の電圧波形データは、波形を特定するパラメータとして、1周期分の波形が有する全てのアンカーポイントPの座標、アンカーポイントP間を接続するベジェ曲線、出力の大きさ、オフセット電圧の大きさ、

最大電圧に関する情報を含む。なお、始点及び終点に該当するアンカーポイントPの値は同値である。

[0043] 図7に示すように、波形編集装置40は、DEA13が駆動中の間、以下に記載するステップS11～S13の処理を、数ミリ秒～数十ミリ秒の周期で繰り返し実行する。

[0044] ステップS11として、変更判定部47が、第2記憶部44に記憶されている前回波形データ及び編集波形データを比較し、前回波形データと現在の編集波形データとが異なるか否かを判定する。前回波形データと現在の編集波形データとの相違は、波形データに含まれる上記パラメータが全て一致しているか否かに基づいて判定する。

[0045] ステップS11において、前回波形データと現在の編集波形データとが異なると判定された場合（YES）、ステップS12として、波形編集部46は、現在の編集波形データを駆動波形データとして駆動部30に送信する。次に、ステップS13として、波形編集部46は、第2記憶部44に記憶されている前回波形データを更新して処理を終了する。また、ステップS11において、前回波形データと現在の編集波形データとが異ならないと判定された場合（NO）、変更判定部47は処理を終了する。

[0046] 図8に示すように、駆動部30の制御部32は、DEA13が駆動中の間、以下に記載するステップS21～S24の処理を、数ミリ秒～数十ミリ秒の周期で繰り返し実行する。

[0047] ステップS21として、制御部32は、駆動側記憶部31に記憶されている駆動波形データ、及び波形編集装置40の条件設定部48から入力される駆動条件に基づいて、次に印加すべき電圧V_nを演算する。次に、ステップS22として、制御部32は、演算された電圧V_nをDEA13に印加する。

[0048] 次に、ステップS23として、制御部32は、波形編集装置40の波形編集部46から新たに駆動波形データを受信しているか否かを判定する。ステップS23において、新たに駆動波形データを受信している場合（YES）

、ステップS 2 4 として、制御部 3 2 は、駆動側記憶部 3 1 に記憶されている駆動波形データを新たに受信した駆動波形データに更新して処理を終了する。また、ステップS 2 3 において、新たに駆動波形データを受信していない場合（N O）、制御部 3 2 は処理を終了する。

[0049] 次に、本実施形態の脈動発生装置を用いて、特定の触感を提示するように D E A 1 3 を動作させるための電圧波形を作成する方法について説明する。以下では、平脈に対応する登録済みの電圧波形データを編集して、実際の触診時に熟練者が感じる平脈の脈動パターンにより近い触感を提示するように D E A 1 3 を動作させるための電圧波形を作成する場合を例に挙げて説明する。

[0050] まず、準備工程として、平脈に対応する登録済みの電圧波形データに基づく脈動パターンで模擬体 1 0 を動作させるように D E A 1 3 を駆動する。

[0051] 詳述すると、出力ボタン 5 1 がオフの状態、即ち、駆動部 3 0 から D E A 1 3 に電圧が印加されておらず、D E A 1 3 が駆動していない駆動停止時において、ポインティングデバイス 4 1 を操作して平脈に対応する呼び出しボタン 5 2 をクリックする。これにより、波形編集装置 4 0 において、平脈に対応する登録済みの電圧波形データが駆動波形データとして駆動部 3 0 に送信されるとともに、第 2 記憶部 4 4 に記憶されている前回波形データが更新される。そして、駆動部 3 0 において、波形編集装置 4 0 から送信された駆動波形データにより駆動側記憶部 3 1 に記憶されている駆動波形データが更新される。

[0052] また、波形編集装置 4 0 の波形編集部 4 6 によって、平脈に対応する登録済みの電圧波形データを複製した編集波形データが新規に作成されるとともに、第 2 記憶部 4 4 に記憶されている編集波形データが更新される。そして、画像処理部 4 9 によって、編集波形データに対応する波形を示す画像が作成され、当該画像が表示部 4 2 の第 1 波形編集画面 5 5 に表示される。また、第 2 波形編集画面 5 7 に表示される各スライダーの位置が、平脈に対応する登録済みの電圧波形データの値に調整される。

[0053] その後、ポインティングデバイス41を操作して出力ボタン51をオンの状態にすると、駆動部30において、図8に示す処理が繰り返し実行される。これにより、駆動側記憶部31に記憶されている駆動波形データ、即ち、平脈に対応する登録済みの電圧波形データに基づいて変化する電圧がDEA13に印加されて、DEA13が動作する。また、波形編集装置40において、図7に示す処理が繰り返し実行される。

[0054] 次に、編集工程として、脈診の熟練者を使用者として、波形の編集を行う。編集工程において、使用者は、片方の手で模擬体10に触れることにより、DEA13の動作に基づいて模擬体10から提示される脈動を体感しながら、もう片方の手でポインティングデバイス41を操作して、編集波形データの編集を行う。

[0055] 図6に示すように、使用者は、ポインティングデバイス41を操作して、第1波形編集画面55に表示された波形の画像に示されるアンカーポイントPを移動させること、及びアンカーポイントPを追加又は削除することにより、第1波形編集画面55に表示された波形を変更する。アンカーポイントPの移動は、例えば、第1波形編集画面55に表示されるポインター59を目的のアンカーポイントPに位置させてドラッグアンドドロップしたり、目的のアンカーポイントPを選択した状態でキーボードの矢印キーを操作したりする等のポインティングデバイスを用いた慣用的な操作により実現できる。アンカーポイントP間はベジェ曲線により自動的に補完される。また、ポインティングデバイス41を操作して、第2波形編集画面57に表示される各スライダーの位置を変更する。また、登録済みの平脈に対応する電圧波形データに戻したい場合や、別の登録済みの電圧波形データを基礎としたい場合等には、目的の登録済みの電圧波形データに対応する呼び出しボタン52をクリックすることにより、第1波形編集画面55に表示された波形を変更する。

[0056] 使用者の操作に基づいて、第1波形編集画面55及び第2波形編集画面57の表示内容が変更されると、波形編集部46により、第2記憶部44に記

憶されている編集波形データが、第1波形編集画面55及び第2波形編集画面57の表示内容に基づく編集波形データに変更される。

[0057] ここで、図7のフローチャートに示すように、DEA13の駆動中、波形編集装置40は、ステップS11として、第2記憶部44に記憶されている前回波形データと編集波形データとが異なるか否かを判定する処理を定期的に行っている。そのため、編集波形データが変更されると、今回の周期又は次回の周期のステップS11において、前回波形データと現在の編集波形データとが異なることが判定される。そして、ステップS12において、現在の編集波形データが駆動波形データとして駆動部30に送信される。

[0058] また、図8のフローチャートに示すように、DEA13の駆動中、駆動部30は、ステップS23として、波形編集部46から新たに駆動波形データを受信しているか否かを判定する処理を定期的に行っている。そのため、新たに駆動波形データを受信すると、今回の周期又は次回の周期のステップS23において、新たに駆動波形データを受信していることが判定される。そして、ステップS24において、駆動側記憶部31に記憶されている駆動波形データが新たに受信した駆動波形データに更新される。そして、次回の周期又は次々回の周期のステップS21～S22において、新たに受信した駆動波形データに基づいて、次に印加すべき電圧 V_n が演算され、演算された電圧 V_n がDEA13に印加される。これにより、DEA13の動作が新たに受信した駆動波形データ、即ち、使用者が編集した編集波形データに基づく動作に変更される。

[0059] 図7及び図8の各フローチャートに示す処理は、数ミリ秒～数十ミリ秒の周期で繰り返し実行されている。そのため、使用者が第1波形編集画面55及び第2波形編集画面57の表示内容を変更する操作を行った直後に、DEA13の動作が変更後の編集波形データに基づく動作に変更されて、模擬体10に触れている使用者の手に伝わる脈動の振動パターンが変化する。

[0060] また、図7のフローチャートに示すように、ステップS12において現在の編集波形データが駆動波形データとして駆動部30に送信されると、ステ

ップS 1 3において第2記憶部4 4に記憶されている前回波形データが更新されて、その次の周期のステップS 1 1においては、更新された前回波形データに基づく判定が行われる。

[0061] 使用者は、模擬体1 0から片方の手に伝わる脈動の振動パターンを、自身の経験に基づく平脈の振動パターンに近づけるように、もう片方の手でポイントングデバイス4 1を操作し、第1波形編集画面5 5及び第2波形編集画面5 7の表示内容を変更して編集波形データを編集する。これにより、編集波形データを編集する毎に模擬体1 0から伝わる脈動の振動パターンが変化する。そして、模擬体1 0から伝わる脈動の振動パターンが自身の経験に基づく平脈の振動パターンに一致したところで、保存ボタン5 3をクリックして、平脈に対応する登録済みの電圧波形データを現在の編集波形データに更新する、又は現在の編集波形データを使用者が作成した電圧波形データとして新たに登録する。これにより、実際の触診時に熟練者が感じる平脈の脈動パターンにより近い触感を提示するようにDEA 1 3を動作させるための電圧波形が得られる。

[0062] 次に、本実施形態の効果について記載する。

[0063] (1) 脈動発生装置は、一对の電極を有するDEA 1 3と、駆動部3 0と、波形編集部4 6とを備えている。駆動部3 0は、1周期分の電圧の変化を示す駆動波形データに基づいて変化する電圧を、一对の電極の間に繰り返し印加することによりDEA 1 3を駆動するように構成されている。波形編集部4 6は、使用者の操作に基づいて編集波形データを変更するように構成されている。脈動発生装置は、DEA 1 3の駆動中に編集波形データが変更されたとき、その変更後の編集波形データを新たな駆動波形データとするように駆動波形データを更新し、更新された駆動波形データに基づいてDEA 1 3を駆動するように構成されている。

[0064] 上記構成によれば、DEA 1 3の駆動中に編集波形データを変更した場合に、変更後の編集波形データの保存や送信等の操作を行わずとも、DEA 1 3の動作が変更後の編集波形データに基づく動作に切り替わる。これにより

、使用者は、編集波形データを編集しながら、DEA13に特定の動きをさせる電圧波形を探索する作業をよりスムーズに行うことができ、上記電圧波形を効率的に作成できる。

[0065] (2) 脈動発生装置は、編集波形データが変更されているか否かを定期的に判定するように構成された変更判定部47を備える。脈動発生装置は、変更判定部47により編集波形データが変更されていると判定された場合に、駆動波形データを更新するように構成されている。

[0066] 上記構成によれば、DEA13の駆動に用いられる駆動波形データの更新頻度を少なくすることができる。

[0067] (3) 脈動発生装置は、編集波形データに対応する波形を示す画像を表示部42に表示させるように構成された画像処理部49を備える。波形編集部46は、使用者による、表示部42に表示された画像を、ポインティングデバイス41を用いて変更する操作に基づいて編集波形データを変更するように構成されている。

[0068] 上記構成によれば、使用者は、波形を編集する操作を直感的に行うことができる。そのため、機械や情報処理に関する知識が少ない使用者であっても、DEA13に特定の動きをさせるための電圧波形を容易に作成できる。

[0069] (4) DEA13の駆動中に、登録済みの電圧波形データを呼び出す操作が行われた場合、編集波形データが登録済みの電圧波形データに変更される。

[0070] 上記構成によれば、駆動中のDEA13の動作を、登録済みの電圧波形データに基づく動作に容易に変更できる。

[0071] なお、本実施形態は、以下のように変更して実施することができる。本実施形態及び以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

[0072] ・各種の電圧波形データに含まれる波形を特定するパラメータは上記実施形態に限定されない。例えば、上記実施形態のパラメータの一部を省略してもよいし、別のパラメータを追加してもよい。

- [0073] ・図8のフローチャートに示す処理に関して、ステップS23～S24の処理、すなわち、波形編集部46から新たに駆動波形データを受信しているか否かを判定し、受信している場合に駆動波形データを更新する処理は、毎回行う必要はない。すなわち、ステップS23～S24の処理を行う頻度及びタイミングを変更してもよい。例えば、駆動波形データに基づく1周期分の電圧の変化の最後となる特定のタイミングにおいて、ステップS23～S24の処理を行い、その他のタイミングにおいては、ステップS23～S24の処理を行わないようにする。この場合、駆動波形データに基づく1周期分、電圧が変化する間に1回のみS23～S24の処理が行われることになる。
- [0074] ・変更判定部47を省略してもよい。この場合、図7のフローチャートにおけるステップS11の処理を省略して、毎回、ステップS12～S13の処理を実行するとともに、図8のフローチャートにおけるステップS23を省略して、毎回、ステップS24の処理を実行する。
- [0075] ・ポインティングデバイス41及び表示部42は、本開示のアクチュエータ装置とは別に用意される外部機器であってもよい。
- [0076] ・模擬体10に設けられるDEA13の数は特に限定されるものではない。
- [0077] ・DEA13に代えて、イオン交換ポリマーメタル複合体（IPMC：Ionic Polymer Metal Composite）等の他の電場応答性高分子アクチュエータ（EPA：Electroactive Polymer Actuator）を用いてもよい。
- [0078] ・本開示のアクチュエータ装置は、印加電圧に応じて発生する振動等の動作を触感として使用者に認識させる脈動発生装置以外の触覚提示装置として適用されるものであってもよい。また、本開示のアクチュエータ装置は、触覚提示装置に限らず、印加電圧を変化させることにより電場応答性高分子アクチュエータに特定の動作を行わせる装置全般に適用できる。
- [0079] ・アクチュエータ装置を構成するDEA13等の電場応答性高分子アクチュエータ、駆動部30、及び波形編集装置40は、それらのうちの一部又は

全部が一体に構成されるものであってもよい。例えば、電場応答性高分子アクチュエータと駆動部 30 とが一体に構成されていてもよいし、駆動部 30 と波形編集装置 40 とが一体に構成されていてもよいし、電場応答性高分子アクチュエータと駆動部 30 と波形編集装置 40 とが一体に構成されていてもよい。

[0080] ・ステップ S 11 ～ 13 及びステップ S 21 ～ S 24 の処理をアクチュエータ装置に実行させるプログラムは、アクチュエータ装置に備えられる内蔵記憶装置に記憶されるものであってもよいし、リムーバブルメディア等の外部記憶装置に記憶されるものであってもよい。また、上記のプログラムは、WEBサーバに記憶され、WEBサーバにおいて実行されるものであってもよい。

符号の説明

[0081] P…アンカーポイント、10…模擬体、13…誘電エラストマーアクチュエータ（DEA）、30…駆動部、31…駆動側記憶部、32…制御部、40…波形編集装置、41…ポインティングデバイス、42…表示部、43…第1記憶部、44…第2記憶部、45…第3記憶部、46…波形編集部、47…変更判定部、48…条件設定部、49…画像処理部、55…第1波形編集画面、56…第2波形編集画面。

請求の範囲

- [請求項1] 一対の電極を有する電場応答性高分子アクチュエータと、
- 1 周期分の電圧の変化を示す駆動波形データに基づいて変化する電圧を、前記一対の電極の間に繰り返し印加することにより前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動するように構成された駆動部と、
- 使用者の操作に基づいて編集波形データを変更するように構成された波形編集部とを備え、
- 前記電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に前記編集波形データが変更されたとき、その変更後の前記編集波形データを新たな前記駆動波形データとするように前記駆動波形データを更新し、更新された前記駆動波形データに基づいて前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動するように構成されているアクチュエータ装置。
- [請求項2] 前記編集波形データが変更されているか否かを定期的に判定するように構成された変更判定部を備え、
- 前記変更判定部により前記編集波形データが変更されていると判定された場合に、前記駆動波形データを更新するように構成されている請求項 1 に記載のアクチュエータ装置。
- [請求項3] 前記編集波形データに対応する波形を示す画像を表示部に表示させるように構成された画像処理部を備え、
- 前記波形編集部は、使用者による、前記表示部に表示された前記画像を、ポインティングデバイスを用いて変更する操作に基づいて前記編集波形データを変更するように構成されている請求項 1 又は請求項 2 に記載のアクチュエータ装置。
- [請求項4] 前記電場応答性高分子アクチュエータの伸縮に基づく動作を使用者に触感として認識させる触感提示装置として適用される請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置。
- [請求項5] 前記触感提示装置は、前記電場応答性高分子アクチュエータの伸縮に基づく振動を脈動の触感として使用者に認識させる脈動発生装置で

ある請求項4に記載のアクチュエータ装置。

[請求項6] 前記電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に、予め記憶されている電圧波形データを呼び出す操作が行われた場合、前記編集波形データを前記電圧波形データに変更するように構成されている請求項1～5のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置。

[請求項7] 請求項1～6のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置を用いて、前記電場応答性高分子アクチュエータに特定の動きをさせるための印加電圧の波形を作成することを備える電圧波形の作成方法。

[請求項8] 電場応答性高分子アクチュエータの駆動方法であって、
1周期分の電圧の変化を示す駆動波形データに基づいて変化する電圧を繰り返し印加することにより前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動する工程と、

使用者の操作に基づいて編集波形データを変更する工程と、

前記電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に前記編集波形データが変更されたとき、その変更後の前記編集波形データを新たな前記駆動波形データとするように前記駆動波形データを更新する工程とを有し、

前記駆動する工程は、前記更新する工程で更新された前記駆動波形データに基づいて前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動することを含むことを特徴とする電場応答性高分子アクチュエータの駆動方法。

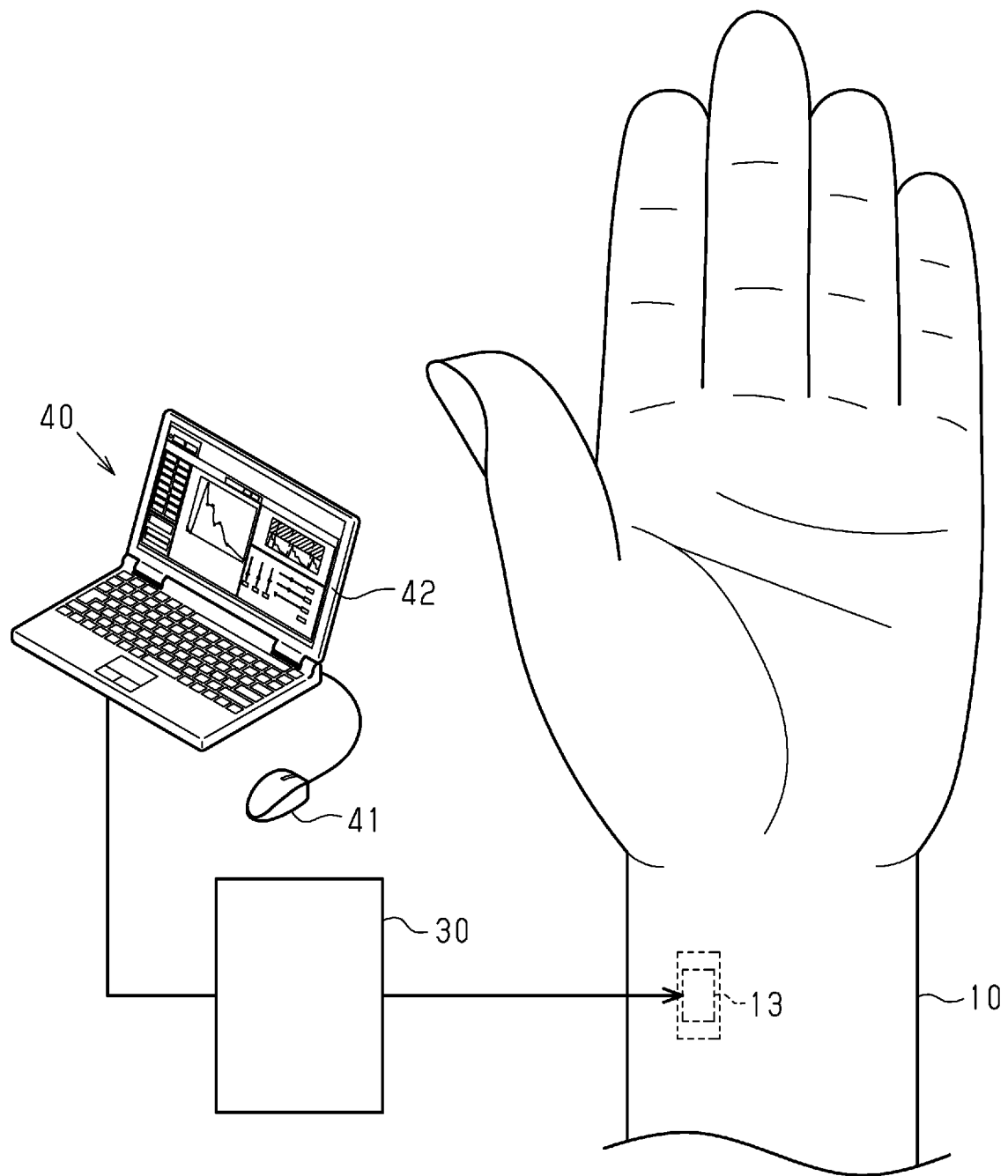
[請求項9] 一対の電極を有する電場応答性高分子アクチュエータと、

1周期分の電圧の変化を示す駆動波形データに基づいて変化する電圧を、前記一対の電極の間に繰り返し印加することにより前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動するように構成された駆動部と、

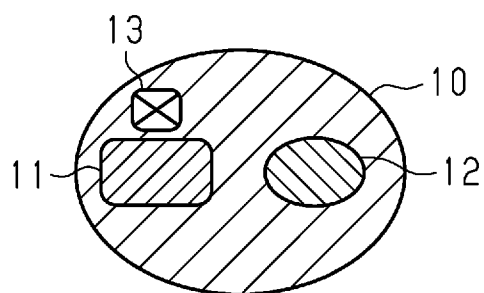
使用者の操作に基づいて編集波形データを変更するように構成された波形編集部とを備えるアクチュエータ装置を制御するプログラムであって、

前記電場応答性高分子アクチュエータの駆動中に前記編集波形データが変更されたとき、その変更後の前記編集波形データを新たな前記駆動波形データとするように前記駆動波形データを更新し、更新された前記駆動波形データに基づいて前記電場応答性高分子アクチュエータを駆動する処理を前記アクチュエータ装置に実行させることを特徴とするプログラム。

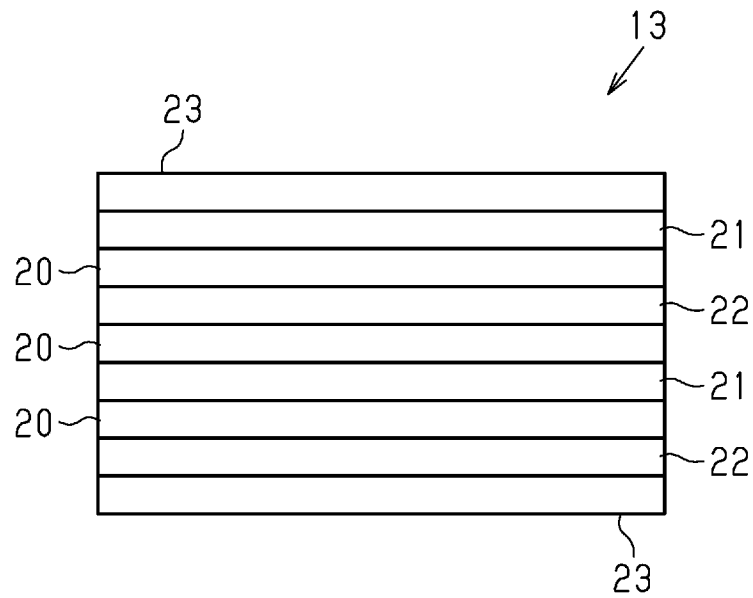
[図1]



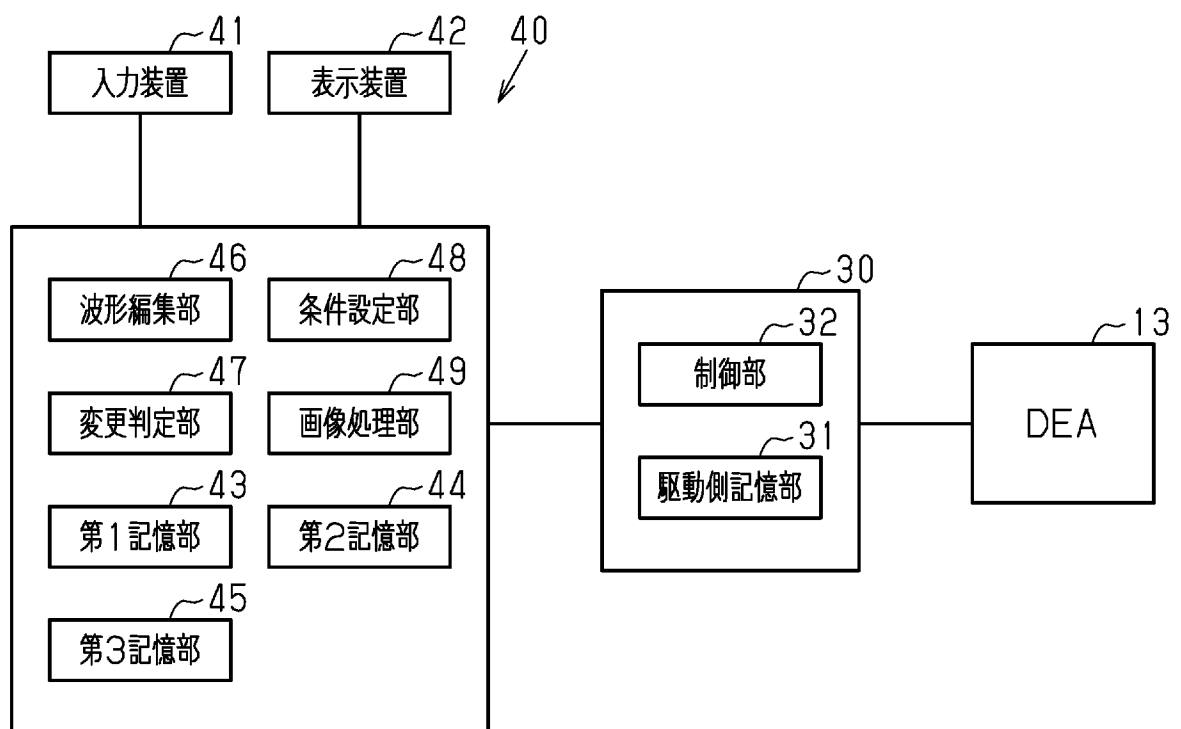
[図2]



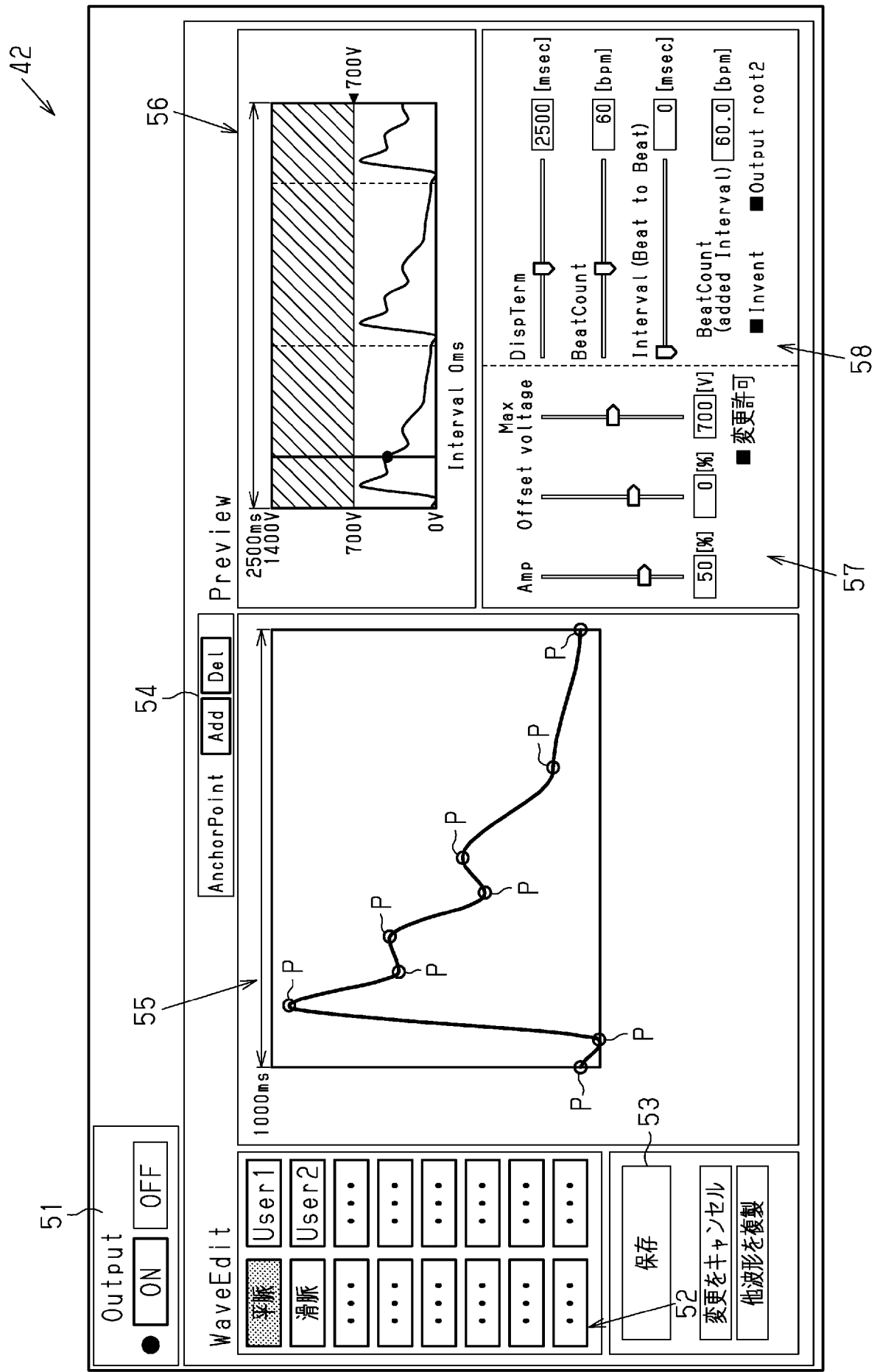
[図3]



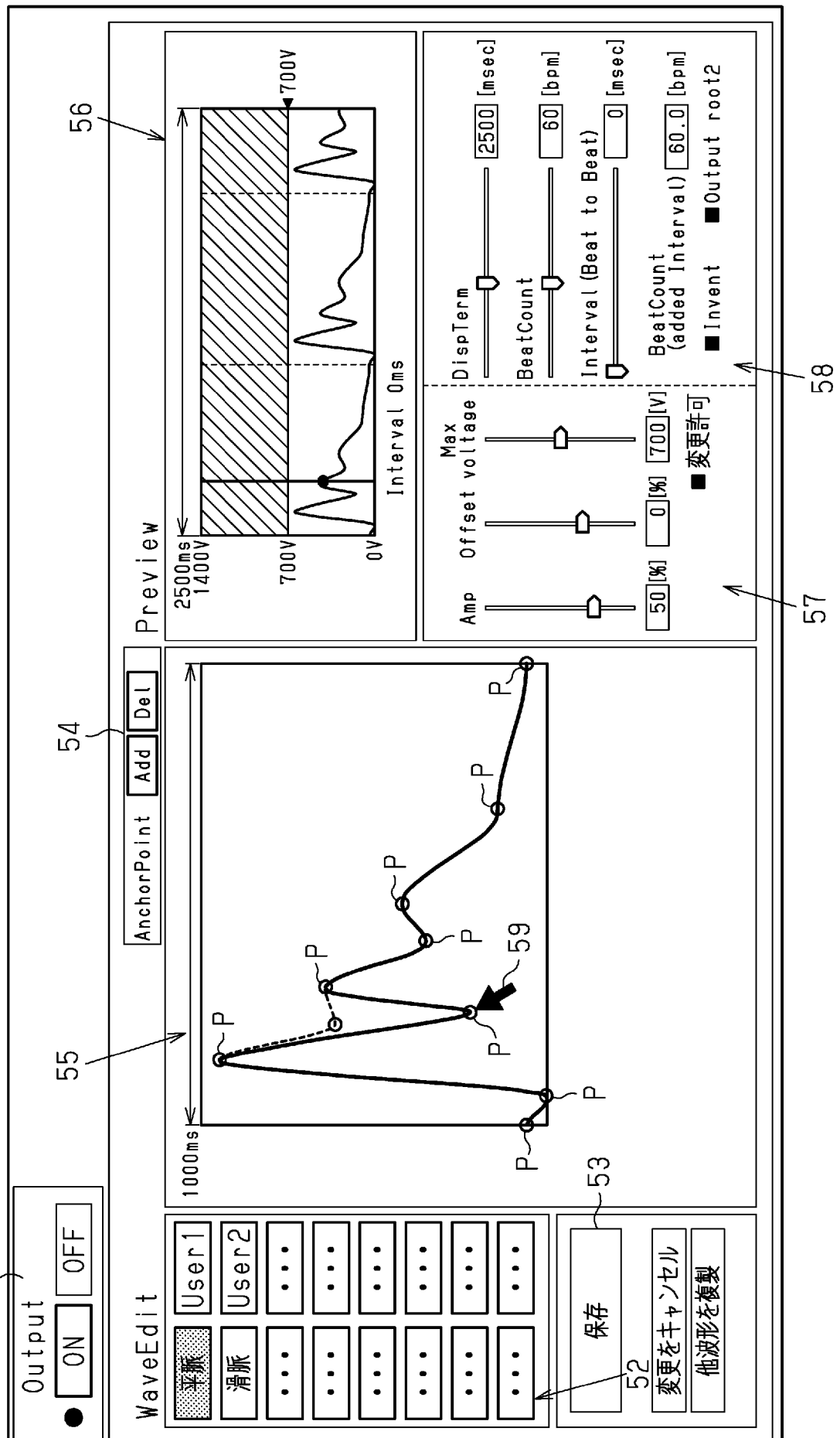
[図4]



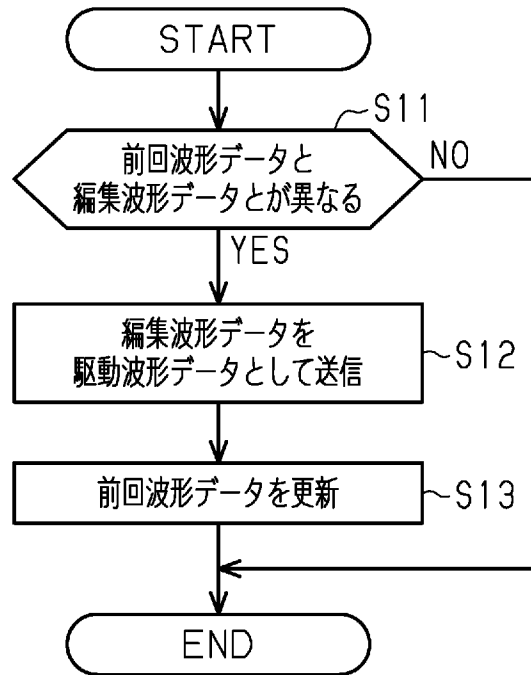
[図5]



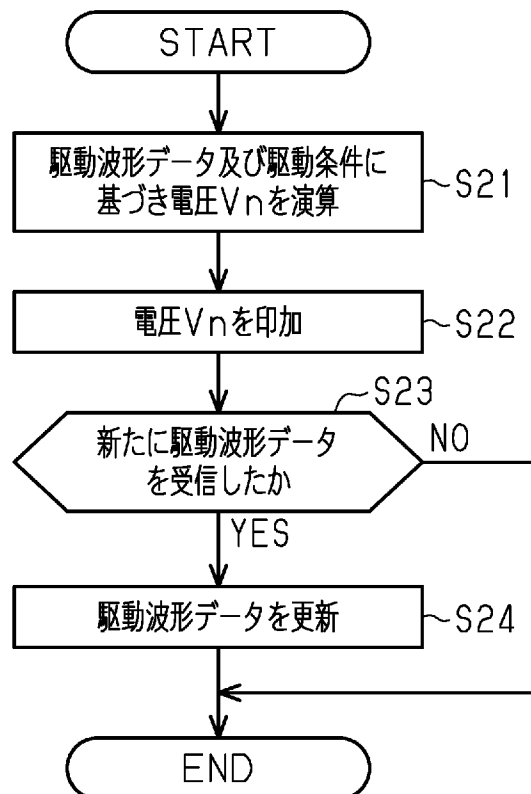
42



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/020745

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61B5/02(2006.01) i, G06F3/01(2006.01) i
FI: G06F3/01560, A61B5/02310Z

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. A61B5/02, G06F3/01

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	JP 2014-510346 A (BAYER INTELLECTUAL PROPERTY GMBH) 24.04.2014 (2014-04-24), entire text, all drawings	1-9
A	JP 2018-109984 A (IMMERSSION CORP.) 12.07.2018 (2018-07-12), entire text, all drawings	1-9
A	JP 2010-528394 A (IMMERSSION CORP.) 19.08.2010 (2010-08-19), entire text, all drawings	1-9
A	JP 2014-2729 A (IMMERSSION CORP.) 09.01.2014 (2014-01-09), entire text, all drawings	1-9

☐ 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
03.07.2020

Date of mailing of the international search report
14.07.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/020745

JP 2014-510346 A	24.04.2014	US 2014/0085065 A1 entire text, all drawings WO 2012/122438 A2 TW 201303638 A SG 192713 A CA 2829377 A CN 103518171 A MX 2013010253 A KR 10-2014-0053849 A
JP 2018-109984 A	12.07.2018	US 2018/0182436 A1 entire text, all drawings EP 3343328 A1 CN 108255295 A KR 10-2018-0077091 A
JP 2010-528394 A	19.08.2010	US 2008/0294984 A1 entire text, all drawings WO 2008/147622 A2 KR 10-2010-0017929 A
JP 2014-2729 A	09.01.2014	US 8860563 B2 entire text, all drawings EP 2674835 A2 KR 10-2013-0140578 A CN 103513766 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 5/02(2006.01)i; G06F 3/01(2006.01)i FI: G06F3/01 560; A61B5/02 310Z		
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）） A61B5/02; G06F3/01 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-510346 A (パイエル・インテレクトチュアル・プロパティ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング) 24.04.2014 (2014-04-24) 全文, 全図	1-9
A	JP 2018-109984 A (イマージョン コーポレーション) 12.07.2018 (2018-07-12) 全文, 全図	1-9
A	JP 2010-528394 A (イマージョン コーポレーション) 19.08.2010 (2010-08-19) 全文, 全図	1-9
A	JP 2014-2729 A (イマージョン コーポレーション) 09.01.2014 (2014-01-09) 全文, 全図	1-9
☐ 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 03.07.2020		国際調査報告の発送日 14.07.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 田川 泰宏 5E 4236 電話番号 03-3581-1101 内線 3521

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/020745

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2014-510346	A	24.04.2014	US	2014/0085065	A1	
				全文, 全図			
				WO	2012/122438	A2	
				TW	201303638	A	
				SG	192713	A	
				CA	2829377	A	
				CN	103518171	A	
				MX	2013010253	A	
JP	2018-109984	A	12.07.2018	KR	10-2014-0053849	A	
				US	2018/0182436	A1	
				全文, 全図			
				EP	3343328	A1	
				CN	108255295	A	
				KR	10-2018-0077091	A	
JP	2010-528394	A	19.08.2010	US	2008/0294984	A1	
				全文, 全図			
				WO	2008/147622	A2	
				KR	10-2010-0017929	A	
JP	2014-2729	A	09.01.2014	US	8860563	B2	
				全文, 全図			
				EP	2674835	A2	
				KR	10-2013-0140578	A	
				CN	103513766	A	