

(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
2021年10月7日(07.10.2021)



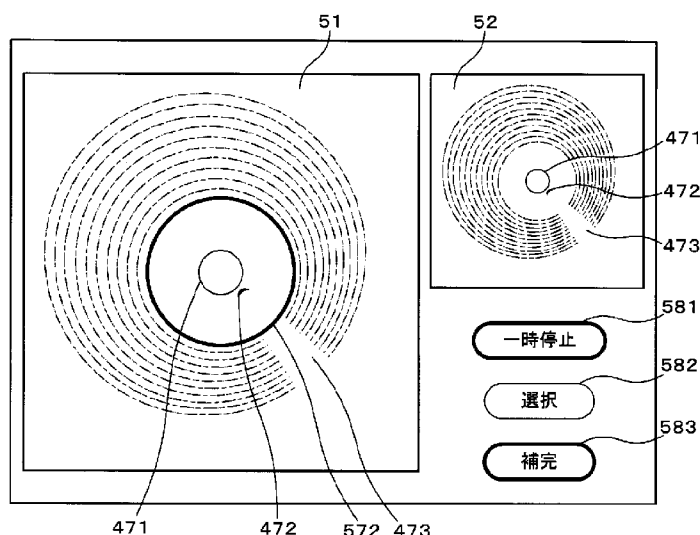
(10) 国際公開番号

WO 2021/200985 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 8/12 (2006.01) A61B 1/045 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/013600
- (22) 国際出願日: 2021年3月30日(30.03.2021)
- (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 2020-061515 2020年3月30日(30.03.2020) JP
- (71) 出願人: テルモ株式会社(TERUMO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目4 4 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 犬飼 太輝人 (INUKAI, Takito); 〒2590151 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口 1 5 0 0 番地 テルモ株式会社内 Kanagawa (JP). 坂口 雄紀(SAKAGUCHI, Yuki); 〒2590151 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口 1 5 0 0 番地 テルモ株式会社内 Kanagawa (JP). 関 悠介(SEKI, Yusuke); 〒2590151 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口 1 5 0 0 番地 テルモ株式会社内 Kanagawa (JP). 井口 陽(IGUCHI, Akira); 〒2590151 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口 1 5 0 0 番地 テルモ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 河野 英仁, 外(KOHNO, Hideto et al.); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目 4 番 3 号 河野特許事務所 Osaka (JP).

(54) Title: PROGRAM, INFORMATION PROCESSING METHOD, INFORMATION PROCESSING SYSTEM, AND METHOD FOR GENERATING LEARNING MODEL

(54) 発明の名称: プログラム、情報処理方法、情報処理システムおよび学習モデルの生成方法



581 Pause
582 Select
583 Complement

(57) Abstract: Provided are a program and the like which enable a catheter system to be used easily. This program causes a computer to execute acquiring a catheter image generated using an image diagnosis catheter inserted into a luminal organ, acquiring complementary information (572) that complements an information lacking part (473) of the acquired catheter image, and displaying the catheter image and the complementary information (572). The acquired catheter image is input to a learning model that outputs complementary information (572) when a catheter image is input, and the complementary information (572) output from the learning model is acquired.

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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))

(57) 要約: カテーテルシステムを容易に使用できるようにするプログラム等を提供すること。プログラムは、管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像を取得し、取得した前記カテーテル画像の情報欠落部(473)を補完する補完情報(572)を取得し、前記カテーテル画像と前記補完情報(572)とを表示する処理をコンピュータに実行させる。カテーテル画像を入力した場合に補完情報(572)を出力する学習モデルに取得した前記カテーテル画像を入力して、前記学習モデルから出力された補完情報(572)を取得する。

明 細 書

発明の名称：

プログラム、情報処理方法、情報処理システムおよび学習モデルの生成方法

技術分野

[0001] 本発明は、プログラム、情報処理方法、情報処理システムおよび学習モデルの生成方法に関する。

背景技術

[0002] 血管等の管腔器官に画像診断用カテーテルを挿入して、断層像を撮影するカテーテルシステムが使用されている（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2017／164071号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ガイドワイヤ、ステント、または強度に石灰化した部分等の影響で、断層像中に情報欠落部が生じる場合がある。熟練した医師等の専門家は、欠落した情報を推測により補完しながら、カテーテル治療等を行なう。そのため、カテーテルシステムを使用するためには長時間のトレーニングが必要である。

[0005] 一つの側面では、カテーテルシステムを容易に使用できるようにするプログラム等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

[0006] プログラムは、管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像を取得し、取得した前記カテーテル画像の情報欠落部を補完する補完情報を取得し、前記カテーテル画像と前記補完情報とを表示

する処理をコンピュータに実行させる。

発明の効果

[0007] 一つの側面では、カテーテルシステムを容易に使用できるようにするプログラム等を提供できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]カテーテルシステムの概要を説明する説明図である。

[図2]画像診断用カテーテルの概要を説明する説明図である。

[図3]カテーテルシステムの構成を説明する説明図である。

[図4]カテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図5]カテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図6]カテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図7]カテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図8]プログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図9]実施の形態2のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図10]実施の形態2のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図11]学習モデルの構成を説明する説明図である。

[図12]実施の形態3のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図13]実施の形態3のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図14]実施の形態3のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図15]実施の形態4の学習モデルの構成を説明する説明図である。

[図16]実施の形態4の学習モデルの使用方法を説明する説明図である。

[図17]実施の形態4のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図18]実施の形態4のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図19]実施の形態4のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図20]実施の形態4のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図21]実施の形態4のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図22]実施の形態4のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図23]実施の形態5のカテーテルシステムが表示する画面の生成方法を説明する説明図である。

[図24]実施の形態5のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図25]実施の形態6のカテーテルシステムが表示する画面の生成方法を説明する説明図である。

[図26]実施の形態6のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図27]訓練データDBのレコードレイアウトを説明する説明図である。

[図28]実施の形態7のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図29]学習モデルを生成する方法の概要を説明する説明図である。

[図30]実施の形態8のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図31]実施の形態9のカテーテルシステムが表示する画像の生成方法を説明する説明図である。

[図32]実施の形態9の補完線を生成する方法を説明する説明図である。

[図33]モード2の補完線を生成する方法を説明する説明図である。

[図34]実施の形態9のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図35]補完線生成のサブルーチンの処理の流れを説明するフローチャートである。

[図36]実施の形態9のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図37]実施の形態9のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図38]実施の形態9のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図39]実施の形態9のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図40]実施の形態9のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図41]実施の形態9のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図42]実施の形態10の情報処理システムの機能ブロック図である。

[図43]実施の形態11のカテーテルシステムの構成を説明する説明図である。

。

発明を実施するための形態

[0009] [実施の形態1]

図1は、カテーテルシステム10の概要を説明する説明図である。カテーテルシステム10は、画像診断用カテーテル40と、MDU (Motor Driving Unit) 33と、情報処理装置20とを備える。画像診断用カテーテル40は、MDU 33を介して情報処理装置20に接続されている。情報処理装置20には、表示装置31および入力装置32が接続されている。入力装置32は、たとえばキーボード、マウス、トラックボールまたはマイク等の入力デバイスである。表示装置31と入力装置32とは、一体に積層されて、タッチパネルを構成していてもよい。入力装置32と情報処理装置20とは、一体に構成されていてもよい。

[0010] 図2は、画像診断用カテーテル40の概要を説明する説明図である。図2は、血管の内側から超音波断層像を生成する際に用いられるIVUS (Intravascular Ultrasound) 用、すなわち超音波断層像生成用の画像診断用カテーテル40の例を示す。超音波断層像は、画像診断用カテーテル40を用いて生成されたカテーテル画像の例示である。IVUS用カテーテルは、断層像生成用カテーテルの例示である。

[0011] 画像診断用カテーテル40は、プローブ部41と、プローブ部41の端部に配置されたコネクタ部45とを有する。プローブ部41は、コネクタ部45を介してMDU 33に接続される。以下の説明では画像診断用カテーテル40のコネクタ部45から遠い側を先端側と記載する。

[0012] プローブ部41の内部に、シャフト43が挿通されている。シャフト43の先端側に、センサ42が接続されている。シャフト43およびセンサ42

は、プローブ部 4 1 の内部で回転および進退可能である。

[0013] センサ 4 2 は、超音波の送受信を行なう超音波トランスデューサである。プローブ部 4 1 の先端部近傍に、環状の先端マーカ 4 4 が固定されている。先端マーカ 4 4 の素材は、金属等の X 線が透過しない材料である。

[0014] 画像診断用カテーテル 4 0 は、近赤外光を用いて光断層像を生成する OCT (Optical Coherence Tomography) 用または OFDI (Optical Frequency Domain Imaging) 用等の、光断層像生成用のカテーテルであってもよい。光断層像は、画像診断用カテーテル 4 0 を用いて生成されたカテーテル画像の例示である。これらの画像診断用カテーテル 4 0 のセンサ 4 2 は、近赤外光の照射と反射光の受信を行なう送受信部である。光断層像生成用のカテーテルは、断層像生成用カテーテルの例示である。

[0015] 画像診断用カテーテル 4 0 は、超音波トランスデューサと、OCT または OFDI 用の送受信部との両方のセンサ 4 2 を有してもよい。画像診断用カテーテル 4 0 は、超音波トランスデューサと、OCT 用の送受信部と、OFDI 用の送受信部との合計 3 個のセンサ 4 2 を有してもよい。

[0016] 画像診断用カテーテル 4 0 は機械的に回転および進退を行なう機械走査方式に限定しない。複数の超音波トランスデューサを環状に配置したセンサ 4 2 を用いた、電子ラジアル走査型の画像診断用カテーテル 4 0 であってもよい。

[0017] 画像診断用カテーテル 4 0 は、長手方向に沿って複数の超音波トランスデューサを一行に配置した、いわゆるリニア走査型のセンサ 4 2 を有してもよい。画像診断用カテーテル 4 0 は、複数の超音波トランスデューサをマトリクス状に配置した、いわゆる 2 次元アレイ型のセンサ 4 2 を有してもよい。

[0018] 画像診断用カテーテル 4 0 が挿入されて、使用される管腔器官は、たとえば血管、膵管、胆管または気管支等である。以下の説明では、画像診断用カテーテル 4 0 は図 2 に示す機械走査方式の IVUS 用カテーテルである場合を例にして説明する。

[0019] 画像診断用カテーテル 4 0 を用いて、血管壁等の管腔器官壁に加えて、た

例えば赤血球等の管腔器官の内部に存在する反射体、および、心外膜、心臓等の管腔器官の外側に存在する臓器を含む断層像を生成できる。

[0020] 図3は、カテーテルシステム10の構成を説明する説明図である。前述の通りカテーテルシステム10は、情報処理装置20、MDU33および画像診断用カテーテル40を有する。情報処理装置20は、制御部21、主記憶装置22、補助記憶装置23、通信部24、表示部25、入力部26、カテーテル制御部271およびバスを備える。

[0021] 制御部21は、本実施の形態のプログラムを実行する演算制御装置である。制御部21には、一または複数のCPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、TPU (Tensor Processing Unit) またはマルチコアCPU等が使用される。制御部21は、バスを介して情報処理装置20を構成するハードウェア各部と接続されている。

[0022] 主記憶装置22は、SRAM (Static Random Access Memory)、DRAM (Dynamic Random Access Memory)、フラッシュメモリ等の記憶装置である。主記憶装置22には、制御部21が行なう処理の途中で必要な情報および制御部21で実行中のプログラムが一時的に保存される。

[0023] 補助記憶装置23は、SRAM、フラッシュメモリ、ハードディスクまたは磁気テープ等の記憶装置である。補助記憶装置23には、制御部21に実行させるプログラム、およびプログラムの実行に必要な各種データが保存される。通信部24は、情報処理装置20とネットワークとの間の通信を行なうインターフェースである。

[0024] 表示部25は、表示装置31とバスとを接続するインターフェースである。入力部26は、入力装置32とバスとを接続するインターフェースである。カテーテル制御部271は、MDU33の制御、センサ42の制御、および、センサ42から受信した信号に基づく画像の生成等を行なう。

[0025] MDU33は、プローブ部41の内部でセンサ42およびシャフト43を回転させる。カテーテル制御部271は、センサ42の1回転ごとに1枚の画像を生成する。生成される画像は、プローブ部41を中心とし、プローブ

部 4 1 に略垂直な横断層像である。

[0026] M D U 3 3 は、プローブ部 4 1 の内部でセンサ 4 2 およびシャフト 4 3 を回転させながら進退させることも可能である。センサ 4 2 を一定の速度で M D U 3 3 側に向けて引っ張りながら回転させるプルバック操作により、カテーテル制御部 2 7 1 はプローブ部 4 1 に略垂直な複数枚の横断層像を、所定の間隔で連続的に生成する。

[0027] カテーテル制御部 2 7 1 の機能および構成は、従来から使用されている超音波診断装置と同様であるため、詳細については説明を省略する。なお、制御部 2 1 が、カテーテル制御部 2 7 1 の機能を実現してもよい。

[0028] 情報処理装置 2 0 は、H I S (Hospital Information System) 等を介して、X 線血管撮影装置、X 線 C T (Computed Tomography) 装置、M R I (Magnetic Resonance Imaging) 装置、P E T (Positron Emission Tomography) 装置、または超音波診断装置等の様々な画像診断装置 3 7 と接続されている。

[0029] 本実施の形態の情報処理装置 2 0 は、専用の超音波診断装置、または、超音波診断装置の機能を有するパソコン、タブレット、または、スマートフォン等である。

[0030] 図 4 から図 7 は、カテーテルシステム 1 0 が表示する画面の例である。図 4 に示す画面は、第 1 画像欄 5 1、停止ボタン 5 8 1、選択ボタン 5 8 2 および補完ボタン 5 8 3 を含む。図 4 は、停止ボタン 5 8 1 が選択されていない状態を示す。選択ボタン 5 8 2 および補完ボタン 5 8 3 は選択できない状態に設定されている。第 1 画像欄 5 1 に、画像診断用カテーテル 4 0 を使用して得た断層像がリアルタイムで表示されている。以下の説明では、リアルタイムで表示される画像をリアルタイム画像と記載する。

[0031] 図 4 に示すリアルタイム画像では、第 1 画像欄 5 1 の中央部に表示された円形のカテーテル像 4 7 1 に対して 5 時方向に、小さい三日月型のガイドワイヤ像 4 7 2 が表示されている。強反射体であるガイドワイヤの背面にはセンサ 4 2 から放射された超音波が到達しないため、ガイドワイヤ像 4 7 2 よ

りも外側に略扇形の情報欠落部４７３が形成されている。このような情報欠落部４７３は、音響陰影部と呼ばれている。なお、情報欠落部４７３は、音響陰影部に限定しない。情報欠落部は、たとえば超音波トランスデューサの振動が原因で発生するリングダウン、ガイドワイヤ等の強反射体により形成される多重エコー、および、外来ノイズ等のアーティファクトによっても形成される。

[0032] たとえばステントが留置されている部位では、強反射体であるステントの網目を構成する素線を示す像の外側に、それぞれ情報欠落部４７３が形成される（図２３参照）。同様に強度に石灰化した部位および高減衰プラークの外側にも情報欠落部４７３が形成される。

[0033] 画像診断用カテーテル４０の取り扱いに習熟した医師等の専門家は、強反射体または高減衰部の影響で形成された情報欠落部４７３と、真に超音波の反射率が低い領域とを識別して、情報欠落部４７３により欠落した情報を推測により補完できる。

[0034] しかしながら、推測により補完した部分については、人により判断のばらつきが生じる場合がある。たとえば、画像診断用カテーテル４０の操作を担当している医師と、医師の手技を支援する看護師および技師等の医療スタッフとで判断にばらつきが生じた場合には、医師の指示が速やかに伝わりにくく、場合によっては誤解が生じる可能性がある。

[0035] 図５は、制御部２１が停止ボタン５８１の選択を受け付けた場合に表示する画面の例を示す。選択ボタン５８２が選択可能な状態に設定されている。画面の右上に、第２画像欄５２が表示されている。第２画像欄５２には、リアルタイム画像が表示されている。第１画像欄５１には、停止ボタン５８１の選択を受け付けた時点に表示されていた画像が静止した状態で表示されている。

[0036] 以下の説明では停止ボタン５８１の選択を受け付けた時点に表示されていた画像を、一時停止画像と記載する。なお、制御部２１は音声認識、または、図示を省略するフットスイッチの操作等により停止ボタン５８１の選択を

受け付けてもよい。

[0037] 図6は、制御部21が選択ボタン582の選択を受け付けた場合に表示する画面の例を示す。第1画像欄51にカーソル68が表示されている。ユーザは入力装置32を介してカーソル68を操作して、たとえば管腔器官の縁等に指定点マーク571を配置する。

[0038] 図7は、制御部21が補完ボタン583の選択を受け付けた場合に表示する画面の例を示す。制御部21は、ユーザが配置した指定点マーク571に基づいて管腔器官の縁を補完した環状、すなわち閉曲線の補完線572を表示する。補完線572は、ユーザが配置した指定点マーク571同士を、たとえばスプライン曲線等の曲線で連結することにより生成される。補完線572は、情報欠落部473を補完する補完情報の例示である。

[0039] 図8は、プログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。図8に示すプログラムは、ユーザによる選択ボタン582の選択を受け付けた場合に起動するプログラムである。

[0040] 制御部21は、ユーザによる指定点マーク571の位置指定を受け付ける（ステップS501）。制御部21は、指定点マーク571の入力を終了したか否かを判定する（ステップS502）。たとえば制御部21は、ユーザが入力終了を指示した場合に、指定点マーク571の受付を終了したと判定する。制御部21は、所定の数の指定点マーク571を受け付けた場合に、入力を終了したと判定してもよい。

[0041] 終了していないと判定した場合（ステップS502でNO）、制御部21はステップS501に戻る。終了したと判定した場合（ステップS502でYES）、制御部21はステップS501で受け付けた指定点マーク571同士を連結する環状の補完線572を生成する（ステップS503）。

[0042] 制御部21は、生成した補完線572を一時停止画像に重畳させて、図7を使用して説明した画面を表示する（ステップS504）。制御部21は、処理を終了する。

[0043] 制御部21は、完成した補完線572に基づいて、面積、最大径、および

最小径等のパラメータを算出して図7を使用して説明した画面に表示してもよい。制御部21は、算出するパラメータの種類または算出式の指定を受け付けてもよい。

[0044] 本実施の形態によると、断層像に基づいてユーザが頭の中でイメージした補完線572を容易に具体化して表示するカテーテルシステム10を提供できる。したがって、ユーザが容易に使用できるカテーテルシステム10を提供できる。

[0045] ユーザが頭の中でイメージした補完状態を、補完線572を用いて他のスタッフが認識できる態様で表示することにより、関係する医療スタッフ間のコミュニケーションを円滑にするカテーテルシステム10を提供できる。

[0046] 本実施の形態によると、ユーザは実際に画像が存在する場所に指定点マーク571を配置するため、判断に迷いが生じにくい。そのため、ユーザが速やかに補完線572を作成する作業を行なえるカテーテルシステム10を提供できる。

[0047] 血管へのステント留置を行なう場合を例にして説明する。医師は、ステント留置を予定している血管に画像診断用カテーテル40を挿入して、断層像に基づいて血管の狭窄状態を判断する。使用するステントを決定する場合には、医師または医師の指示を受けた医療スタッフが入力装置32を操作して、断層像内で血管内腔の面積および内径等を測定する。医師は、測定結果に基づいて留置するステントを決定する。

[0048] 制御部21は、前述の補完線572に基づいて、血管内腔の面積および内径等を算出できる。すなわち、血管内腔の面積および内径等を算出するカテーテルシステム10を提供できる。制御部21は、算出した面積および内径等に基づいて、推奨するステントに関する情報を表示してもよい。なお閉曲線に囲まれた部分の面積および内径の算出は従来から行われているため、詳細については説明を省略する。

[0049] ステント留置後に、医師は同じ血管に画像診断用カテーテル40を挿入して、血管壁と留置したステントとの間に空隙が存在しないことを断層像に基

づいて確認する。仮に血管壁とステントとの間に空隙が存在する場合、医師はステントの再拡張等の処置を行なう。

[0050] ステント留置後の断層像には、ステントの素線による情報欠落部 4 7 3 が多数含まれる。そのため、外弾性板は情報欠落部 4 7 3 により寸断された破線状に表示される。前述の補完線 5 7 2 を表示することにより、指定点マーク 5 7 1 の位置を設定した医師に加えて、他の医療スタッフもステントの留置状態を容易に把握できる。

[0051] プログラムの一部または全部は、ネットワークを介して接続された大型計算機、大型計算機上で動作する仮想マシン、またはクラウドコンピューティングシステムで実行されてもよい。プログラムの一部または全部は、分散処理を行なう複数のパソコン等で実行されてもよい。

[0052] リアルタイム画像の代わりに、補助記憶装置 2 3 等に保存された動画または静止画を使用してもよい。症例終了後のカルテ記録等に使用できるカテーテルシステム 1 0 を提供できる。そのようにする場合には、情報処理装置 2 0 は M D U 3 3 および画像診断用カテーテル 4 0 を接続する機能を備えない汎用のパソコン、タブレットまたはスマートフォン等であってもよい。

[0053] [変形例]

制御部 2 1 はステップ S 5 0 1 において、たとえば 5 個以上の指定点マーク 5 7 1 を受け付けた場合に、補完線 5 7 2 を生成し（ステップ S 5 0 3）、表示する（ステップ S 5 0 4）。その後、制御部 2 1 はステップ S 5 0 1 に戻り、さらに指定点マーク 5 7 1 の指定を受け付ける。

[0054] ユーザは、実際に補完線 5 7 2 を引きたい場所が、表示された補完線 5 7 2 から離れている部分に、追加の指定点マーク 5 7 1 を配置する。このようにすることにより、ユーザは少ない数の指定点マーク 5 7 1 により、所望の補完線 5 7 2 を作成できる。

[0055] [実施の形態 2]

本実施の形態は、ユーザが指定した指定点マーク 5 7 1 と類似した場所に、自動的に候補点マーク 5 7 3 を表示するカテーテルシステム 1 0 に関する

。実施の形態１と共通する部分については、説明を省略する。

[0056] 図９は、実施の形態２のカテーテルシステム１０が表示する画面の例である。図６を使用して説明したように、ユーザは入力装置３２を介してカーソル６８を操作して、指定点マーク５７１の位置を指定する。

[0057] 制御部２１は、指定を受け付けた指定点マーク５７１の周辺部と類似する領域を検出する。具体的には制御部２１は指定点マーク５７１を中心とする所定画素数のテンプレート領域５７４を抽出する。図９においては、テンプレート領域５７４を仮想線で示す。

[0058] 制御部２１は、テンプレートマッチングの手法により、一時停止画像からテンプレート領域５７４に類似する領域を検出する。テンプレートマッチングの手法は従来から使用されているため、詳細については説明を省略する。なお、制御部２１はすでに指定点マーク５７１が配置されている場所の近傍は、テンプレートマッチングの対象から除外することが望ましい。

[0059] 類似する領域を検出した場合、制御部２１は、当該領域の中央部に候補点マーク５７３を表示する。制御部２１は、複数の候補点マーク５７３を同時に表示してもよい。制御部２１は、テンプレートマッチング時の類似度が最も高い候補点マーク５７３のみを表示してもよい。候補点マーク５７３は、指定点マーク５７１とは異なる態様のマークであり、ユーザは容易に両者を識別できる。

[0060] ユーザは、表示された候補点マーク５７３を承認するか否かを判断して、入力装置３２を操作する。たとえばユーザは、候補点マーク５７３をクリックすることにより承認し、第１画像欄５１の外にドラッグアンドドロップすることにより却下する。ユーザは音声入力により承認または却下の指示を入力してもよい。

[0061] 制御部２１は、ユーザにより承認された候補点マーク５７３を、指定点マーク５７１に変更する。制御部２１は、ユーザにより却下された候補点マーク５７３を削除する。なお、ユーザは、表示された候補点マーク５７３に関する判断を保留して、次の候補点マーク５７３の位置を指定してもよい。

[0062] たとえばユーザが外弾性板に指定点マーク 5 7 1 を付けた場合には、制御部 2 1 はテンプレートマッチングにより外弾性板を示す点を抽出して候補点マーク 5 7 3 を表示する。同様にユーザが管腔壁の内面に指定点マーク 5 7 1 を付けた場合には、制御部 2 1 は管腔壁の内面を示す点を抽出して候補点マーク 5 7 3 を表示する。

[0063] 図 1 0 は、実施の形態 2 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部 2 1 は、ユーザによる指定点マーク 5 7 1 の位置指定を受け付ける（ステップ S 5 1 1）。制御部 2 1 は、指定点マーク 5 7 1 の入力を終了したか否かを判定する（ステップ S 5 1 2）。たとえば制御部 2 1 は、ユーザが入力終了を指示した場合に、指定点マーク 5 7 1 の受付を終了したと判定する。制御部 2 1 は、所定の数の指定点マーク 5 7 1 を受け付けた場合に、入力を終了したと判定してもよい。

[0064] 終了していないと判定した場合（ステップ S 5 1 2 で NO）、制御部 2 1 はステップ S 5 1 1 で受け付けた位置を中心にしたテンプレート領域 5 7 4 を一時停止画像から抽出する（ステップ S 5 1 3）。制御部 2 1 は、テンプレートマッチングの処理を実行して、一時停止画像からテンプレート領域 5 7 4 に類似する領域を検出する（ステップ S 5 1 4）。テンプレートマッチングは従来から行われているため、詳細については説明を省略する。

[0065] 制御部 2 1 は、テンプレート領域 5 7 4 に類似する領域の検出に成功したか否かを判定する（ステップ S 5 1 5）。たとえば制御部 2 1 は、テンプレート領域 5 7 4 とステップ S 5 1 4 で検出した領域との類似度が所定の閾値を超える場合に、成功したと判定する。

[0066] 類似度は、たとえば二つの領域中の同一位置の画素の画素値の差分二乗和（SSD : Sum of Squared Difference）、差分絶対値和（SAD : Sum of Absolute Difference）、または、正規化相互相関（NCC : Normalized Cross-Correlation）等により評価できる。なお、上記の手法はいずれも例示である。類似度の評価手法はこれらに限定するものではない。

[0067] 成功していないと判定した場合（ステップ S 5 1 5 で NO）、制御部 2 1

はステップS 5 1 1に戻る。成功したと判定した場合（ステップS 5 1 5でY E S）、制御部2 1はテンプレート領域5 7 4とマッチングした領域の中心に候補点マーク5 7 3を表示する（ステップS 5 1 6）。

[0068] 制御部2 1は、たとえば類似度が最も高い領域の中心に、候補点マーク5 7 3を表示する。制御部2 1は、ステップS 5 1 5で条件を満たすと判定した複数の領域それぞれの中心に候補点マーク5 7 3を表示してもよい。制御部2 1はステップS 5 1 1に戻る。

[0069] フローチャートでの図示を省略するが、ユーザはカーソル6 8の操作、または音声入力等により、表示された候補点マーク5 7 3の承認または却下を任意のタイミングで入力する。制御部2 1は、承認された候補点マーク5 7 3を指定点マーク5 7 1に変更し、却下された候補点マーク5 7 3を削除する。

[0070] 終了したと判定した場合（ステップS 5 1 2でY E S）、制御部2 1はステップS 5 0 1で受け付けた指定点マーク5 7 1同士を連結する環状の補完線5 7 2を生成する（ステップS 5 1 7）。制御部2 1は、生成した補完線5 7 2を一時停止画像に重畳させて、図7を使用して説明した画面を表示する（ステップS 5 1 8）。制御部2 1は、処理を終了する。

[0071] 本実施の形態によると、ユーザが指定点マーク5 7 1を指定した位置と類似した位置に、自動的に候補点マーク5 7 3を表示するカテーテルシステム1 0を提供できる。指定点マーク5 7 1の入力に関するユーザの負荷を軽減できるカテーテルシステム1 0を提供できる。

[0072] [実施の形態3]

本実施の形態は、リアルタイムで補完線5 7 2を自動生成するカテーテルシステム1 0に関する。実施の形態1と共通する部分については、説明を省略する。

[0073] 図1 1は、学習モデル6 1の構成を説明する説明図である。学習モデル6 1は、入力画像を受け付けて、補完線5 7 2を示す出力画像に関する予測を出力するモデルである。学習モデル6 1は、機械学習により生成されている

。学習モデル 6 1 の生成方法については、後述する。

[0074] 学習モデル 6 1 は、たとえば外弾性板に対応する補完線 5 7 2 を出力するモデル、管腔壁の内面に対応する補完線 5 7 2 を出力するモデル、石灰化部の周囲に対応する補完線 5 7 2 を出力するモデルおよびプラークの周囲に対応する補完線 5 7 2 を出力するモデル等、生成する補完線ごとに作成されている。学習モデル 6 1 は、たとえば冠動脈、下肢大動脈、胆管、膵管および気管支等、画像診断用カテーテル 4 0 を挿入する部位と、生成する補完線との組み合わせごとに作成されていても良い。

[0075] それぞれの学習モデル 6 1 は、補助記憶装置 2 3 に記憶されている。学習モデル 6 1 は、情報処理装置 2 0 に接続された外部の大容量記憶装置に記憶されていてもよい。制御部 2 1 は、必要の都度ネットワークを介してサーバ等に記憶された学習モデル 6 1 を取得してもよい。

[0076] 学習モデル 6 1 は、入力画像を受け付けて、補完線 5 7 2 と入力画像とを重畳した出力画像を出力するモデルであってもよい。学習モデル 6 1 に入力する入力画像は、縦断層像であってもよい。学習モデル 6 1 は、入力画像を受け付けて、補完線 5 7 2 が経路する一群の座標を出力するモデルであってもよい。

[0077] 図 1 2 および図 1 3 は、実施の形態 3 のカテーテルシステム 1 0 が表示する画面の例である。図 1 2 は、補完線 5 7 2 を作成する前に、制御部 2 1 が表示装置 3 1 に表示する画面の例を示す。図 1 2 に示す画面は、第 1 画像欄 5 1、対象選択ボタン 5 9 1 および開始ボタン 5 8 4 を含む。

[0078] 第 1 画像欄 5 1 には、画像診断用カテーテル 4 0 を使用して得たリアルタイム画像が表示されている。対象選択ボタン 5 9 1 はプルダウンメニュー形式のボタンであり、ユーザが補完線 5 7 2 を表示させたい部位が選択されている。図 1 2 においては、「E E M」、すなわち外弾性板が選択されている。

[0079] ユーザは、第 1 画像欄 5 1 に表示されたリアルタイム画像を観察して、補完線 5 7 2 を表示する部位を判断する。ユーザは、対象選択ボタン 5 9 1 を

操作して補完線 572 を表示する部位を選択した後に、開始ボタン 584 を選択する。

[0080] 図 13 は、ユーザによる開始ボタン 584 の選択を受け付けた後に、制御部 21 が第 1 画像欄 51 に表示する画面の例を示す。図 13 に示す画面は、第 1 画像欄 51、対象選択ボタン 591 および終了ボタン 585 を含む。第 1 画像欄 51 に「EEM」に対応する補完線 572 を重畳したリアルタイム画像が表示されている。補完線 572 の表示を終了したい場合には、ユーザは終了ボタン 585 を選択する。

[0081] 図 13 に示す画面に、補完線 572 の色および太さ等の表示態様の変更を受け付けるボタン等が表示されていてもよい。図 13 に示す画面に、補完線 572 を一時的に非表示に変更するボタン等が表示されていてもよい。

[0082] 図 14 は、実施の形態 3 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部 21 は、ユーザが対象選択ボタン 591 を用いて設定した補完対象部位を取得する（ステップ S521）。制御部 21 は、ステップ S521 で取得した補完対象部位に対応する学習モデル 61 を選択する（ステップ S522）。以後の処理では、制御部 21 はステップ S522 で選択した学習モデル 61 を使用する。

[0083] 制御部 21 は、カテーテル制御部 271 からリアルタイム画像を取得する（ステップ S523）。制御部 21 は、取得したリアルタイム画像を学習モデル 61 に入力して、補完線 572 を示す出力画像を取得する（ステップ S524）。制御部 21 は、補完線 572 を重畳したリアルタイム画像を第 1 画像欄 51 に表示する（ステップ S525）。

[0084] 制御部 21 は、処理を終了するか否かを判定する（ステップ S526）。たとえば、終了ボタン 585 の選択を受け付けた場合、または、画像診断用カテーテル 40 が MDU33 から取り外された場合、制御部 21 は処理を終了すると判定する。

[0085] 処理を終了しないと判定した場合（ステップ S526 で NO）、制御部 21 はステップ S523 に戻る。処理を終了すると判定した場合（ステップ S

５２６でＹＥＳ）、制御部２１は処理を終了する。

[0086] リアルタイム画像のフレームレートが高く、ステップＳ５２４の処理が間に合わない場合、制御部２１はたとえば２フレームまたは３フレームに１回ステップＳ５２４を実行してもよい。制御部２１は、ステップＳ５２４の処理を行なうフレームを心電図に同期させるように定めてもよい。

[0087] 本実施の形態によると、リアルタイム画像に自動的に補完線５７２を表示するカテーテルシステム１０を提供できる。本実施の形態によると、補完線５７２が示す部位をユーザが指定できるカテーテルシステム１０を提供できる。

[0088] [実施の形態４]

本実施の形態は、情報欠落部４７３を補完した画像を表示するカテーテルシステム１０に関する。実施の形態１と共通する部分については、説明を省略する。

[0089] 図１５は、実施の形態４の学習モデル６１の構成を説明する説明図である。図１５に示す学習モデルは、情報欠落部４７３を有する入力画像を入力した場合に、情報欠落部４７３を補完した出力画像に関する予測を出力するモデルである。図１５の出力画像は、情報欠落部４７３を補完するように生成した補完後画像の例示である。

[0090] 学習モデル６１は、欠落領域抽出モデル６１１、補完モデル６１２、切取部６１３および合成部６１４を含む。欠落領域抽出モデル６１１および補完モデル６１２は、学習可能なパラメータを有するニューラルネットワークモデルである。切取部６１３および合成部６１４は、画像を構成する各画素の画素値の演算を行なう演算器である。

[0091] 欠落領域抽出モデル６１１は、情報欠落部４７３を含む入力画像を受け付けて、情報欠落部４７３を示す部分を抽出した欠落領域画像４８３を生成するモデルである。欠落領域抽出モデル６１１は、たとえば物体検出モデルの一種であるＭａｓｋ－ＲＣＮＮ（Region Convolutional Neural Network）の構成を有する。

- [0092] 図15においては、欠落領域画像483中の情報欠落部473をハッチングで示す。たとえば欠落領域画像483は、入力画像と同一サイズの画像であり、情報欠落部473に対応する画素の画素値が「1」、それ以外の部分の画素の画素値が「0」である画像である。
- [0093] 補完モデル612は、情報欠落部473を含む入力画像を受け付けて、情報欠落部473のない推定画像486を生成するモデルである。切取部613は、推定画像486の画素のうち、情報欠落部473に対応しない画素の画素値を背景色の画素値で置換することにより、切取画像487を生成する。補完モデル612は、たとえば複数の畳込層が連続した構成を有する。
- [0094] 合成部614は、入力画像と切取画像487とを合成して出力画像を生成する。出力画像は、入力画像のうち、情報欠落部473に対応する部分のみを補完モデル612により生成された画像に置換した画像である。切取画像487は、情報欠落部473を補完する補完情報の例示である。
- [0095] 学習モデル61は、情報欠落部473を有する入力画像を入力した場合に、専門家がみて違和感のない出力画像を出力するように、学習済である。学習モデル61の生成方法については後述する。
- [0096] 図16は、実施の形態4の学習モデル61の使用方法を説明する説明図である。制御部21は、学習モデル61に入力画像を入力し、切取部613から出力される切取画像487を取得する。
- [0097] 図17から図21は、実施の形態4のカテゴリーシステム10が表示する画面の例である。図17に示す画面は、第1画像欄51、補完なしボタン580、補完ボタン583、着色ボタン586、枠線ボタン587および網掛けボタン588を含む。補完なしボタン580と補完ボタン583とは、常時いずれか一方が選択された状態に設定されている。
- [0098] 図17は、補完なしボタン580が選択されている状態を示す。補完ボタン583、着色ボタン586および枠線ボタン587は選択できない状態に設定されている。第1画像欄51に、情報欠落部473を含むリアルタイム画像が表示されている。図17においては、情報欠落部473の補完は行わ

れていない。

[0099] 図18は、制御部21が補完ボタン583の選択を受け付けた場合に表示する画面の例を示す。補完なしボタン580の選択が解除され、着色ボタン586、枠線ボタン587および網掛けボタン588が選択可能な状態に設定されている。画面の右上に、第2画像欄52が表示されている。

[0100] 第1画像欄51には、リアルタイム画像と学習モデル61から取得した切取画像487とを合成した画像が表示されている。第2画像欄52には、リアルタイム画像が表示されている。ユーザは、第1画像欄51に表示されている情報欠落部473を補完した画像に基づいて、管腔器官の断面形状、断面積および内径等を判断できる。

[0101] 制御部21は、第1画像欄51に表示した情報欠落部473が存在しない画像に基づいて、血管内腔の面積および内径等を算出できる。制御部21は、算出した面積および内径等に基づいて、推奨するステントに関する情報を表示してもよい。

[0102] ユーザは、必要に応じて第2画像欄52に表示された補完前のリアルタイム画像を観察できる。ユーザは、第1画像欄51と第2画像欄52とを見比べることにより、学習モデル61により補完された部分がどこであることを確認できる。

[0103] 図19は、制御部21が枠線ボタン587の選択を受け付けた場合に表示する画面の例を示す。制御部21は、リアルタイム画像と、縁に枠線を追加した切取画像487とを合成して、第1画像欄51に表示する。ユーザは、学習モデル61により補完された部分と、画像診断用カテーテル40により実際に取得された部分とを容易に識別できる。

[0104] 図20は、制御部21が枠線ボタン587と網掛けボタン588との選択を受け付けた場合に表示する画面の例である。制御部21は、リアルタイム画像と、縁に枠線を追加するとともに網掛けを施した切取画像487とを合成して、第1画像欄51に表示する。不慣れなユーザであっても、学習モデル61により補完された部分を、画像診断用カテーテル40により実際に取

得された部分と誤認するおそれがないカテーテルシステム 10 を提供できる。

[0105] ユーザは、着色ボタン 586、枠線ボタン 587 および網掛けボタン 588 を任意の組み合わせで選択できる。着色ボタン 586、枠線ボタン 587 および網掛けボタン 588 は、切取画像 487 に対するマーキングの態様を選択する手段の例示である。マーキングの手法は、これらに限定するものではない。任意の態様のマーキング設定できる。

[0106] 図 21 は、制御部 21 が着色ボタン 586 の選択を受け付けた場合に表示する画面の例である。制御部 21 は、リアルタイム画像と、高エコーの部分に着色した切取画像 487 とを合成して、第 1 画像欄 51 に表示する。ユーザは、学習モデル 61 により補完された部分と、画像診断用カテーテル 40 により実際に取得された部分とを容易に識別できる。

[0107] 図 22 は、実施の形態 4 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部 21 は、カテーテル制御部 271 からリアルタイム画像を取得する（ステップ S531）。制御部 21 は、補完ボタン 583 の選択を受け付けているか否かを判定する（ステップ S532）。受け付けていないと判定した場合（ステップ S532 で NO）、制御部 21 は第 1 画像欄 51 にリアルタイム画像を表示する（ステップ S534）。

[0108] 受け付けていると判定した場合（ステップ S532 で YES）、制御部 21 は、取得したリアルタイム画像を学習モデル 61 に入力して、切取画像 487 を取得する（ステップ S533）。制御部 21 は、着色ボタン 586、枠線ボタン 587 および網掛けボタン 588 を介して切取画像 487 に対するマーキングの選択を受け付けているか否かを判定する（ステップ S535）。

[0109] マーキングの選択を受け付けていないと判定した場合（ステップ S535 で NO）、制御部 21 はリアルタイム画像と切取画像 487 とを合成する（ステップ S536）。マーキングの選択を受け付けていると判定した場合（ステップ S535 で YES）、制御部 21 はリアルタイム画像と、指定され

たマーキングを施した切取画像４８７とを合成する（ステップＳ５３７）。

[0110] ステップＳ５３６またはステップＳ５３７の終了後、制御部２１は合成した画像を表示する（ステップＳ５３８）。ステップＳ５３４またはステップＳ５３８の終了後、制御部２１は、処理を終了するか否かを判定する（ステップＳ５３９）。たとえば画像診断用カテーテル４０がＭＤＵ３３から取り外された場合、制御部２１は処理を終了すると判定する。

[0111] 終了しないと判定した場合（ステップＳ５３９でＮＯ）、制御部２１はステップＳ５３１に戻る。終了すると判定した場合（ステップＳ５３９でＹＥＳ）、制御部２１は処理を終了する。

[0112] 本実施の形態によると、実際に画像診断用カテーテル４０を用いて取得した部分を維持しながら、情報欠落部４７３については違和感のない状態に補完して表示するカテーテルシステム１０を提供できる。

[0113] 本実施の形態によると、ユーザが種々のマーキング方法により、補完した領域を識別できるカテーテルシステム１０を提供できる。

[0114] [実施の形態５]

本実施の形態は、横断層像中の情報欠落部４７３を、他のフレームの横断層像を用いて補完するカテーテルシステム１０に関する。実施の形態１と共通する部分については、説明を省略する。

[0115] 図２３は、実施の形態５のカテーテルシステム１０が表示する画面の生成方法を説明する説明図である。本実施の形態は、ステントを留置済の部位に画像診断用カテーテル４０を挿入して取得した場合を例にして説明する。

[0116] 第１断層像および第２断層像は、プローブ部４１の長手方向にわずかに異なる位置で取得した横断層像である。二つの横断層像間で、管腔器官自体の構造には大きな差異はない。ステントの素線により、放射線状に複数の情報欠落部４７３が生じている。ステントは網目状であるため、横断層像のスライス面がプローブ部４１の長手方向にずれている場合には、情報欠落部４７３の位置が異なる。

[0117] たとえば、制御部２１は第２断層像から情報欠落部４７３を抽出する。制

制御部 21 は、第 1 断層像から、それぞれの情報欠落部 473 に対応する部分を切り取り、第 2 断層像に合成する。以上により、情報欠落部 473 を含まない合成画像が生成される。

[0118] 図 24 は、実施の形態 5 のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部 21 は、カテーテル制御部 271 から第 1 リアルタイム画像を取得して、主記憶装置 22 または補助記憶装置 23 に記録する（ステップ S551）。第 1 リアルタイム画像は、画像診断用カテーテル 40 を用いて生成されたカテーテル画像の例示である。

[0119] 制御部 21 は、第 1 リアルタイム画像中の情報欠落部 473 を抽出する（ステップ S552）。情報欠落部 473 の抽出は、たとえば扇形の低エコー領域をテンプレートに用いたテンプレートマッチングにより行なう。中心側の端部が高エコーであり、その他の部分が低エコーである扇形の領域をテンプレートに用いてもよい。情報欠落部 473 は、たとえば Mask-RCNN 等の物体検出アルゴリズムを用いた学習モデルにより抽出されてもよい。

[0120] 制御部 21 は、カテーテル制御部 271 から第 2 リアルタイム画像を取得して、主記憶装置 22 または補助記憶装置 23 に記録する（ステップ S553）。なお、本プログラムの実行中、ユーザは画像診断用カテーテル 40 を観察対象部位の近傍でわずかに進退させる。本プログラムは MDU33 を使用したプルバック操作中に実行されてもよい。プルバック操作中に実行される場合、制御部 21 は第 1 リアルタイム画像を取得した後、1 フレームから数フレーム後に第 2 リアルタイム画像を取得する。第 2 リアルタイム画像は、第 1 カテーテル画像とは異なる時刻に生成された第 2 カテーテル画像の例示である。

[0121] 制御部 21 は、第 2 リアルタイム画像中の情報欠落部 473 を抽出する（ステップ S554）。制御部 21 は、ステップ S552 で抽出した情報欠落部 473 と、ステップ S554 で抽出した情報欠落部 473 とが重複しているか否かを判定する（ステップ S555）。たとえば制御部 21 は、二つの情報欠落部 473 が重複している部分の面積が所定の面積を超えた場合に、

両者が重複していると判定する。

[0122] 重複していると判定した場合（ステップS 5 5 5でYES）、制御部2 1はステップS 5 5 3に戻る。重複していないと判定した場合（ステップS 5 5 5でNO）、制御部2 1は第1リアルタイム画像と第2リアルタイム画像とを合成する（ステップS 5 5 6）。

[0123] 具体的には、たとえば制御部2 1はステップS 5 5 4で抽出した情報欠落部4 7 3に対応する部分を第1リアルタイム画像から切り取り、第2リアルタイム画像に合成する。制御部2 1は、ステップS 5 5 2で抽出した情報欠落部4 7 3に対応する部分を第2リアルタイム画像から切り取り、第1リアルタイム画像に合成してもよい。

[0124] 制御部2 1は、合成した画像をたとえば図1 7から図2 1を使用して説明した画面の第1画像欄5 1に表示する（ステップS 5 5 7）。制御部2 1は処理を終了する。

[0125] 本実施の形態によると、情報欠落部4 7 3を他のフレームの横断層像を用いて補完するため、画像合成に伴う偽像が生じにくいカテーテルシステム1 0を提供できる。

[0126] [実施の形態6]

本実施の形態は、画像中の情報欠落部4 7 3を、同一フレームの画像を用いて補完するカテーテルシステム1 0に関する。実施の形態1と共通する部分については、説明を省略する。

[0127] 図2 5は、実施の形態6のカテーテルシステム1 0が表示する画面の生成方法を説明する説明図である。本実施の形態は、ガイドワイヤによる情報欠落部4 7 3を含む画像を例にして説明する。

[0128] たとえば、制御部2 1は元画像から情報欠落部4 7 3を抽出する。制御部2 1は、元画像のうち情報が欠落していない部分から、情報欠落部4 7 3に対応する形状の貼付領域4 8 5を複写して、情報欠落部4 7 3に合成する。以上により、情報欠落部4 7 3を含まない合成画像が生成される。

[0129] 図2 6は、実施の形態6のプログラムの処理の流れを説明するフローチャ

ートである。制御部 2 1 は、カテーテル制御部 2 7 1 からリアルタイム画像を取得する（ステップ S 5 6 1）。制御部 2 1 は、リアルタイム画像中の情報欠落部 4 7 3 を抽出する（ステップ S 5 6 2）。

[0130] 制御部 2 1 は、ステップ S 5 6 1 で取得したリアルタイム画像から、貼付領域 4 8 5 の候補を抽出する（ステップ S 5 6 3）。貼付領域 4 8 5 候補は、たとえば画像の中心を軸にして、情報欠落部 4 7 3 を回転させた形状に対応する部分をリアルタイム画像から切り出すことにより抽出する。

[0131] 制御部 2 1 は、ステップ S 5 6 1 で取得したリアルタイム画像と、ステップ S 5 6 3 で抽出した貼付領域 4 8 5 の候補とを合成する（ステップ S 5 6 4）。制御部 2 1 は、ステップ S 5 6 4 で合成した合成画像から情報欠落部 4 7 3 を抽出する（ステップ S 5 6 5）。ステップ S 5 6 5 で情報欠落部 4 7 3 を抽出する手法は、ステップ S 5 6 2 と同様である。

制御部 2 1 は、合成画像に情報欠落部 4 7 3 が含まれるか否かを判定する（ステップ S 5 6 6）。具体的には、所定の面積を超える情報欠落部 4 7 3 が抽出された場合に、制御部 2 1 は合成画像に情報欠落部 4 7 3 が含まれると判定する。

[0132] 情報欠落部 4 7 3 が含まれると判定した場合（ステップ S 5 6 6 で YES）、制御部 2 1 はステップ S 5 6 3 に戻る。情報欠落部 4 7 3 が含まれないと判定した場合（ステップ S 5 6 6 で NO）、制御部 2 1 は、ステップ S 5 6 4 で合成した画像をたとえば図 1 7 から図 2 1 を使用して説明した画面の第 1 画像欄 5 1 に表示する（ステップ S 5 6 7）。制御部 2 1 は処理を終了する。

[0133] 本実施の形態によると、情報欠落部 4 7 3 を同一のフレームの横断層像から取得した貼付領域 4 8 5 を用いて補完するため、補完処理に伴うタイムラグが少ないカテーテルシステム 1 0 を提供できる。

[0134] [実施の形態 7]

本実施の形態は、図 1 1 を使用して説明した実施の形態 3 の学習モデル 6 1 を生成する方法に関する。実施の形態 3 と共通する部分については、説明

を省略する。

[0135] 図27は、訓練DBのレコードレイアウトを説明する説明図である。訓練データDBは、検出対象と、入力画像と、出力画像とを関連づけて記録したデータベースであり、機械学習による学習モデル61の訓練に使用される。訓練DBは、対象フィールド、入力画像フィールドおよび出力画像フィールドを有する。

[0136] 対象フィールドには、補完線572を作成する対象の名称が記録されている。入力画像フィールドには、画像診断用カテテル40を用いて取得した画像が記録されている。出力画像フィールドには、対象フィールドに記録された対象を示す補完線の画像が記録されている。

[0137] 訓練DBには、対象の名称と、画像診断用カテテル40を用いて生成した入力画像と、専門家等が正しいことを確認済の出力画像との組み合わせが大量に記録されている。訓練DBは、たとえば画像診断用カテテル40の仕様に習熟した専門医等が、実施の形態1または実施の形態2を使用した症例記録に基づいて生成される。

[0138] 図28は、実施の形態7のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。情報処理装置20を用いて学習モデル61の機械学習を行なう場合を例にして説明する。

[0139] 図28のプログラムは情報処理装置20とは別のハードウェアで実行され、機械学習が完了した学習モデル61がネットワークを介して補助記憶装置23に複写されてもよい。一つのハードウェアで学習させた学習モデル61を、複数の情報処理装置20で利用できる。

[0140] 図28のプログラムの実行に先立ち、たとえば畳込層、プーリング層および全結合層を組み合わせた未学習のモデルが準備されている。図28のプログラムにより、準備されたモデルの各パラメータが調整されて、機械学習が行なわれる。

[0141] 制御部21は、訓練DBから1エポックの訓練に使用する訓練レコードを取得する（ステップS571）。制御部21は、モデルの入力層に入力画像

が入力された場合に、出力層から出力画像が出力されるように、モデルのパラメータを調整する（ステップS572）。

[0142] 制御部21は、処理を終了するか否かを判定する（ステップS573）。たとえば、制御部21は所定のエポック数の学習を終了した場合に、処理を終了すると判定する。制御部21は、訓練DBからテストデータを取得して機械学習中のモデルに入力し、所定の精度の出力が得られた場合に処理を終了すると判定してもよい。

[0143] 処理を終了しないと判定した場合（ステップS573でNO）、制御部21はステップS571に戻る。処理を終了すると判定した場合（ステップS573でYES）、制御部21は学習済のモデルのパラメータを補助記憶装置23に記録する（ステップS574）。その後、制御部21は処理を終了する。以上の処理により、学習済のモデルが生成される。

[0144] 本実施の形態によると、機械学習により実施の形態3で説明した学習モデル61を生成できる。

[0145] [実施の形態8]

本実施の形態は、図15を使用して説明した実施の形態4の学習モデル61を生成する方法に関する。実施の形態4と共通する部分については、説明を省略する。

[0146] 図29は、学習モデル61を生成する方法の概要を説明する説明図である。図15を使用して説明したように、学習モデル61は入力画像を受け付けて、出力画像を生成するモデルである。識別器65は、学習モデル61から出力された出力画像を受け付けて、真の画像であるか、偽の画像であるかを判定するモデルである。識別器65は、たとえば畳込層とプーリング層との繰り返し、全結合層、および、ソフトマックス層を連結した構成を有する。

[0147] 識別器65と学習モデル61とをそれぞれ学習させてパラメータを調整する敵対的ネットワーク生成（GAN：Generative Adversarial Networks）により、学習モデル61は違和感のない出力画像を生成できるようになる。

[0148] 図30は、実施の形態8のプログラムの処理の流れを説明するフローチャ

ートである。情報処理装置 20 を用いて学習モデル 61 の機械学習を行なう場合を例にして説明する。

[0149] 図 30 のプログラムは情報処理装置 20 とは別のハードウェアで実行され、機械学習が完了した学習モデル 61 がネットワークを介して補助記憶装置 23 に複写されてもよい。一つのハードウェアで学習させた学習モデル 61 を、複数の情報処理装置 20 で使用できる。

[0150] 図 30 のプログラムの実行に先立ち、図 15 を使用して説明した構成を有する未学習の学習モデル 61 と、未学習の識別器 65 とを組み合わせたモデルが準備されている。

[0151] 制御部 21 は、複数の入力画像を取得する（ステップ S 581）。入力画像は、たとえば図 27 を使用して説明した訓練 DB の入力画像フィールドに記録されている。入力画像には、情報欠落部 473 を含まない画像を含む。

[0152] 制御部 21 は、学習モデル 61 を介して識別器 65 に入力された画像に対しては「偽」を、学習モデル 61 を介さずに識別器 65 に入力された情報欠落部 473 を含まない画像に対しては「真」を出力するように、識別器 65 のパラメータを調整する（ステップ S 582）。

[0153] 制御部 21 は、識別器 65 が「真」と「偽」とを半々の確率で出力するように、学習モデル 61 のパラメータ、具体的には、欠落領域抽出モデル 611 および補完モデル 612 のパラメータを調整する（ステップ S 583）。制御部 21 は、ステップ S 582 とステップ S 583 とを複数回繰り返して処理してもよい。

[0154] 制御部 21 は学習済の学習モデル 61 のパラメータを補助記憶装置 23 に記録する（ステップ S 584）。その後、制御部 21 は処理を終了する。以上の処理により、学習済の学習モデル 61 が生成される。

[0155] 本実施の形態によると、機械学習により実施の形態 4 で説明した学習モデル 61 を生成できる。

[0156] [実施の形態 9]

本実施の形態は、補完線 572 のうち信頼度の高い部分と、信頼度の低い

部分とを区別して表示するカテーテルシステム 10 に関する。実施の形態 3 と共通する部分については、説明を省略する。

[0157] 図 31 は、実施の形態 9 のカテーテルシステム 10 が表示する画像の生成方法を説明する説明図である。本実施の形態では、画像診断用カテーテル 40 を使用して得た断層像の表示レンジが小さい場合、すなわち画像診断用カテーテル 40 の近傍を表示した入力画像を使用する場合を例にして説明する。

[0158] 入力画像には、ガイドワイヤ像 472 および陰影形成部像 474 が表示されている。陰影形成部像 474 は、たとえば強度に石灰化した部位、ステント、または、画像診断用カテーテル 40 と同時に使用されている他の医療器具等の強反射体を示す像である。ガイドワイヤ像 472 の外側および陰影形成部像 474 の外側に、音響陰影による情報欠落部 473 が形成されている。すなわち、ガイドワイヤ像 472 および陰影形成部像 474 は、陰影形成部を示す像の例示である。

[0159] 制御部 21 は、入力画像に基づいて、第 1 補完線 561 と第 2 補完線 562 の 2 本の補完線 572 を生成する（ステップ S101）。本実施の形態においては、第 1 補完線 561 は血管の内面を示し、第 2 補完線 562 は外弾性板を示す。なお、ステップ S101 において生成される補完線 572 の数は、1 本または 3 本以上であってもよい。

[0160] 制御部 21 は、入力画像と、補完線 572 とを合成することにより、補完線付画像を生成できる（ステップ S102）。なお、補完線付画像は説明の便宜のために示すものであり、実際には生成されなくてもよい。

[0161] 制御部 21 は、入力画像または補完線付画像から、ガイドワイヤ像 472 および陰影形成部像 474 を抽出する（ステップ S103）。ガイドワイヤ像 472 は、所定の輝度よりも高輝度の領域であり、第 1 補完線 561 の内側に存在する領域である。制御部 21 は、あらかじめ指定された形状および寸法に基づいてパターンマッチングによりガイドワイヤ像 472 を抽出してもよい。

- [0162] 陰影形成部像 474 は、所定の輝度よりも高輝度の領域であり、第 1 補完線 561 よりも外側に存在する領域である。陰影形成部像 474 は、たとえばステントの素線または強度に石灰化した部分に対応する。ガイドワイヤ像 472 および陰影形成部像 474 は、音響陰影部の形成原因が描出された部分の例示である。
- [0163] 制御部 21 は、抽出したガイドワイヤ像 472 および陰影形成部像 474 に基づいて、低信頼領域 55 を定める。低信頼領域 55 は、ガイドワイヤ像 472 付近の領域とガイドワイヤ像 472 よりも外側の領域とを合わせた略扇形形状の領域、および、陰影形成部像 474 付近の領域と陰影形成部像 474 よりも外側の領域とを合わせた略扇形形状の領域である。
- [0164] 画像診断用カテーテル 40 と低信頼領域 55 との間には、ガイドワイヤ像 472 または陰影形成部像 474 が介在しているため、音響陰影が発生している可能性が高い。したがって低信頼領域 55 の内部においては、補完線 572 の信頼度が低い。なお制御部 21 は、ガイドワイヤ像 472 および陰影形成部像 474 よりも画像診断用カテーテルに近い所定の幅の領域を、低信頼領域 55 に含めてもよい。
- [0165] 図 32 は、実施の形態 9 の補完線 572 を生成する方法を説明する説明図である。本実施の形態の学習モデル 61 は、入力画像を受け付けて、分類データを出力するモデルである。分類データは、入力画像を構成する各部分と、その部分に描出されている被写体ごとに分類したラベルとを関連づけたデータである。各部分は、たとえば各画素である。分類データは、入力画像を描出されている被写体ごとに塗りわけた、分類画像の生成に利用可能である。
- [0166] 具体例を挙げて説明する。学習モデル 61 は、入力画像を構成するそれぞれの画素をたとえば第 1 ラベル、第 2 ラベルまたは第 3 ラベルに分類した分類データを出力する。分類データに基づいて生成された分類画像の例を示す。カテーテル像 471 を中心にして、第 1 ラベル領域 541、第 2 ラベル領域 542 および第 3 ラベル領域 543 が略同心円状に配置されている。

- [0167] 第1ラベル領域541は画像診断用カテーテル40が挿入された管腔器官の内腔、すなわち血液が流れる血管内腔領域を示す。第2ラベル領域542は管腔壁、すなわち血管壁を示す。第3ラベル領域543は管腔壁の外側、すなわち管腔器官の外面を示す外弾性板より外側の領域を示す。第3ラベル領域543には、たとえば筋肉、神経、脂肪、および画像診断用カテーテル40が挿入されている血管に近接する他の血管等が含まれる。
- [0168] 第1ラベル領域541と第2ラベル領域542との境界線が、前述の第1補完線561に対応する。第2ラベル領域542と第3ラベル領域543との境界線が、前述の第2補完線562に対応する。以上に説明したように、入力画像に基づいて作成される補完線572を、以下の説明ではモード1の補完線572と記載する場合がある。
- [0169] 図32においては、いわゆるXY形式で表示した入力画像と、分類データをXY形式で表示した分類画像とを模式的に示す。学習モデル61は、センサ42が超音波を送受信することにより形成された走査線データを走査角度順に平行に配列して形成した、いわゆるRT形式の入力画像を受け付けて、分類データを出力してもよい。RT形式からXY形式への変換方法は公知であるため、説明を省略する。入力画像をRT形式からXY形式に変換する際の補間処理等の影響を受けないため、より適切な分類データが生成される。
- [0170] 学習モデル61は、たとえば入力画像に対してセマンティックセグメンテーションを行なう学習済モデルである。セマンティックセグメンテーションを行なう学習済モデルは、画像診断用カテーテル40を用いて生成された入力画像と、専門家が当該入力画像を描出された被写体ごとに塗り分けた分類画像とを組み合わせた教師データを用いて、機械学習により生成される。
- [0171] 学習モデル61は、たとえば冠動脈、下肢大動脈、胆管、膵管および気管支等、画像診断用カテーテル40を挿入する部位ごとに作成されていてもよい。学習モデル61は、画像診断用カテーテル40を用いて断層像を生成する表示レンジごとに作成されていてもよい。学習モデル61は、患者の年齢または性別等の、患者の属性ごとに作成されていてもよい。

- [0172] なお、モード１の補完線５７２は、図１１を使用して説明した実施の形態３の学習モデル６１を用いて生成されてもよい。実施の形態３の学習モデル６１を使用する場合、血管の内面を示す第１補完線５６１と、外弾性版を示す第２補完線５６２とが、それぞれ適切な学習モデル６１を使用して生成される。モード１の補完線５７２は、その他任意の方法で生成されてもよい。
- [0173] 図３３は、モード２の補完線５７２を生成する方法を説明する説明図である。図３１を使用して説明したように、モード１の補完線５７２の生成と、低信頼領域５５の決定とが終了した後のプロセスから説明を開始する。図３３においては、ガイドワイヤ像４７２および陰影形成部像４７４の図示を省略する。
- [0174] 制御部２１はモード１の補完線５７２のうち、低信頼領域５５に含まれる部分を削除する（ステップＳ１１１）。補完線５７２は、一部が破断した状態になる。制御部２１は、補完線５７２の破断箇所を滑らかに接続する変更線５６５を生成する。以上により制御部２１は、第２モードの補完線５７２を生成する（ステップＳ１１２）。図３３においては、それぞれの補完線５７２に対応する変更線５６５を太線で示す。
- [0175] 変更線の生成には、たとえばスプライン補間、ラグランジュ補間または直線補間等、任意の補間手法を使用できる。制御部２１は、ユーザによる生成手法の指定を受け付けてもよい。第２モードの補完線５７２は、ガイドワイヤ等の強反射体により形成される多重エコー等のアーティファクトの影響を受けにくい。以上に説明した第２モードの補完線は、補完線５７２のうち他の領域に比べて信頼度の低い領域を、信頼度が低くない領域に基づいて修正した補完線である。
- [0176] 制御部２１は、補完線５７２の多くの部分が低信頼領域５５に含まれる場合、補完線５７２全体の信頼度が低いと判定する。たとえば陰影形成部像４７４がステントの素線である場合、または広範囲にわたる強度の石灰化がある場合等には、低信頼領域５５の範囲が広く、補完線５７２の多くの部分が低信頼領域５５に含まれる。

- [0177] 図34は、実施の形態9のプログラムの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部21は、カテーテル制御部271からリアルタイム画像を取得する（ステップS601）。制御部21は、ユーザから補完を行なう旨の指示を受け付けているか否かを判定する（ステップS602）。ユーザによる指示を受け付ける画面の例は、後述する。
- [0178] 受け付けていないと判定した場合（ステップS602でNO）、制御部21は第1画像欄51にリアルタイム画像を表示する（ステップS603）。受け付けていると判定した場合（ステップS602でYES）、制御部21は、補完線生成のサブルーチンを起動する（ステップS611）。補完線生成のサブルーチンは、補完線572を生成するサブルーチンである。補完線生成のサブルーチンの処理の流れは後述する。
- [0179] 制御部21は、リアルタイム画像から高輝度領域を抽出する（ステップS612）。高輝度領域は、たとえば所定の閾値よりも輝度が高い画素が、所定の数よりも多数固まって存在する領域である。輝度の閾値および画素数の閾値は、ユーザが適宜設定できてよい。ステップS612により、ガイドワイヤ像472および陰影形成部像474が抽出される。
- [0180] 制御部21は、低信頼領域55の範囲を設定する（ステップS613）。XY形式の画像においては、低信頼領域55はガイドワイヤ像472および陰影形成部像474の外側の、略扇型の領域である。制御部21は、ステップS611で生成した補完線572のうちの1本について、低信頼領域55に含まれる範囲の長さが、全体の長さに占める割合を算出する（ステップS614）。
- [0181] 制御部21は、低信頼領域55に含まれる範囲の割合が所定の閾値よりも多いか否かを判定する（ステップS615）。多いと判定した場合（ステップS615でYES）、制御部21は主記憶装置22または補助記憶装置23に、処理中の補完線572について低信頼領域55に含まれる範囲の割合が多い旨を一時的に記録する（ステップS616）。
- [0182] 多くないと判定した場合（ステップS615でNO）、制御部21はユー

ザからモード2の補完線572を表示する旨の指示を受け付けているか否かを判定する（ステップS617）。ユーザによる指示を受け付ける画面の例は、後述する。

[0183] 受け付けていると判定した場合（ステップS617でYES）、制御部21は図33を使用して説明したモード2の補完線572を生成する（ステップS618）。受け付けていないと判定した場合（ステップS617でNO）、ステップS618の終了後、またはステップS616の終了後、制御部21はステップS611で生成したすべての補完線572の処理を終了したか否かを判定する（ステップS619）。

[0184] 終了していないと判定した場合（ステップS619でNO）、制御部21はステップS614に戻る。終了したと判定した場合（ステップS619でYES）、制御部21は第1画像欄51にリアルタイム画像および補完線572を表示する（ステップS620）。

[0185] ステップS603またはステップS620の終了後、制御部21は、処理を終了するか否かを判定する（ステップS621）。たとえば画像診断用カテーテル40がMDU33から取り外された場合、制御部21は処理を終了すると判定する。

[0186] 終了しないと判定した場合（ステップS621でNO）、制御部21はステップS601に戻る。終了すると判定した場合（ステップS621でYES）、制御部21は処理を終了する。

[0187] 図35は、補完線生成のサブルーチンの処理の流れを説明するフローチャートである。制御部21は、リアルタイム画像を学習モデル61に入力して、分類データを取得する（ステップS631）。すなわち、ステップS631により制御部21はリアルタイム画像を構成するそれぞれの部分に描出されている被写体に対応するラベルを取得する。制御部21は、取得したラベルが互いに異なる領域間の境界に対応する補完線を抽出する（ステップS632）。制御部21は処理を終了する。

[0188] 図36は、実施の形態9のカテーテルシステム10が表示する画面の例で

ある。制御部 21 は、図 34 を使用して説明したフローチャートのステップ S603 で、図 36 に示す画面を表示装置 31 に表示する。

[0189] 図 36 に示す画面は、第 1 画像欄 51、2 個の対象選択ボタン 591、管腔内高輝度部ボタン 594 および壁内高輝度部ボタン 595 を含む。それぞれの対象選択ボタン 591 の下側に、2 個のモード選択ボタン 592 と非表示選択ボタン 593 が表示されている。第 1 画像欄 51 には、画像診断用カテーテル 40 を使用して得たリアルタイム画像が表示されている。

[0190] 図 36 においては、いずれのボタンもユーザによる選択を受け付けていない。図 34 を使用して説明したフローチャートのステップ S602 において、制御部 21 はユーザから補完を行なう旨の指示を受け付けていないと判定し（ステップ S602 で NO）、ステップ S603 を実行する。

[0191] 対象選択ボタン 591 は、抽出する補完線 572 の選択を受け付ける。図 36 においては、ユーザは「管腔内面」および「EEM」を選択可能である。なお、「管腔内面」および「EEM」は例示である。制御部 21 は、画像診断用カテーテル 40 が挿入される管腔器官に対応する補完線 572 の種類を適宜表示する。制御部 21 は、ユーザによりあらかじめ設定された種類の補完線 572 に関する対象選択ボタン 591 を表示してもよい。

[0192] モード選択ボタン 592 は、補完線 572 のモードに関する選択を受け付ける。「モード 1」の選択を受け付けた場合、制御部 21 は図 31 を使用して説明したモード 1 の補完線 572 を生成する。「モード 2」の選択を受け付けた場合、制御部 21 は図 33 を使用して説明したモード 2 の補完線 572 を生成する。

[0193] 非表示選択ボタン 593 は、低信頼領域 55 に含まれる部分の補完線 572 の表示有無に関する選択を受け付ける。管腔内高輝度部ボタン 594 は、管腔器官の内腔に存在する高輝度部に関する情報表示の有無に関する選択を受け付ける。壁内高輝度部ボタン 595 は、管腔壁内部、すなわち管腔器官の内壁と、外弾性板との間に存在する高輝度部に関する情報表示の有無に関する選択を受け付ける。

- [0194] 図37から図41は、実施の形態9のカテーテルシステム10が表示する画面の例である。制御部21は、図34を使用して説明したフローチャートのステップS620で、図37から図41に示す画面を表示装置31に表示する。
- [0195] 図37においては、「管腔内面」および「EEM」に対応する対象選択ボタン591および「モード1」のモード選択ボタン592の選択が受け付けられている。「管腔内面」および「EEM」の文字の右側に、凡例欄596が表示されている。
- [0196] 第1画像欄51には、画像診断用カテーテル40を使用して得たリアルタイム画像に、第1補完線561および第2補完線562を重畳した画像が表示されている。「管腔内面」に対応する第1補完線561のうち、図31を使用して説明した低信頼領域55と重畳しない部分は太い実線で、低信頼領域55と重畳する部分は細い実線で表示されている。「EEM」に対応する第2補完線562のうち、低信頼領域55と重畳しない部分は太い破線で、低信頼領域55と重畳する部分は細い破線で表示されている。
- [0197] すなわち、図37においては、補完線572のうち、他の領域に比べて信頼度の低い領域は、信頼度が低くない領域とは異なる態様で表示されている。なお、それぞれの補完線572同士、および、信頼度が低い領域と低くない領域とは、色または輝度等により区別して表示されてもよい。
- [0198] 図37に示す画面により、ユーザは制御部21により生成された補完線572のうち、信頼度が高い部分と、信頼度が低い部分とを容易に区別できる。ユーザは、対象選択ボタン591を操作することにより、第1画像欄51に表示させる補完線572を適宜選択できる。
- [0199] 図38においては、「EEM」に対応する非表示選択ボタン593の選択が受け付けられている。第1画像欄51には、表示されている第2補完線562のうち、低信頼領域55と重畳する部分は消去された状態である。
- [0200] 図38に示す画面により、ユーザは第2補完線562のうち信頼性の低い部分について自らの目で確認して、専門知識に基づいた適切な判断を行なえ

る。

[0201] 図39においては、管腔内高輝度部ボタン594および壁内高輝度部ボタン595が選択されている。第1画像欄51には、管腔内高輝度部であるガイドワイヤ像472により発生する低信頼領域55、および壁内高輝度部である低信頼領域55により発生する低信頼領域55が表示されている。

[0202] 制御部21は、ガイドワイヤ像472および陰影形成部像474を着色した状態で表示してもよい。ユーザは、制御部21がどの部分が低信頼領域55を発生させると判定したかを確認できる。

[0203] 図40は、ステントが留置された部分でリアルタイム画像を得た場合を示す。ステントの素線により形成された多数の陰影形成部像474が環状に並んで描出されている。したがって、それぞれの陰影形成部像474に対応する低信頼領域55が発生する。

[0204] 図40は、図34を使用して説明したステップS615において、第2補完線562について低信頼領域55に含まれる範囲が閾値よりも多いと判定された場合に制御部21が表示する画面の例を示す。

[0205] 制御部21は、第1画像欄51に第2補完線562を表示しない。制御部21は、「EEM」の文字の右側に、凡例欄596のかわりに「表示不可」である旨の通知欄597を表示する。ユーザは制御部21が生成した第2補完線562の信頼性が低いため第1画像欄51に表示されていないことを把握できる。

[0206] 図41は、ユーザがたとえば通知欄597をクリックして信頼性が低い第2補完線562の表示を指示した場合に制御部21が表示する画面の例を示す。第2補完線562全体が、信頼性が低いことを示す細い破線により表示されている。画面の左下に「EEMは信頼度低」という通知により、第2補完線562の信頼性が低いことが表示されている。

[0207] 本実施の形態によると、補完線572のうち信頼度の高い部分と、信頼度の低い部分とを区別して表示するカテーテルシステム10を提供できる。

[0208] 学習モデル61が、ガイドワイヤ像472および陰影形成部像474にそ

れぞれ対応するラベルを出力してもよい。そのようにする場合には、図 3 4 を使用して説明したステップ S 6 1 2 は不要である。

[0209] 学習モデル 6 1 は、たとえば高減衰性プラークに対応するラベルを出力してもよい。このようにする場合、制御部 2 1 は図 3 4 を使用して説明したステップ S 6 1 3 において、高減衰性プラークの外側の領域も低信頼領域 5 5 に設定してもよい。

[0210] リアルタイム画像の代わりに、補助記憶装置 2 3 等に保存された動画または静止画を使用してもよい。症例終了後のカルテ記録等に使用できるカテーテルシステム 1 0 を提供できる。そのようにする場合には、情報処理装置 2 0 は M D U 3 3 および画像診断用カテーテル 4 0 を接続する機能を備えない反応のパソコン、タブレットまたはスマートフォン等であってもよい。

[0211] [実施の形態 1 0]

図 4 2 は、実施の形態 1 0 の情報処理システム 1 0 の機能ブロック図である。情報処理システム 1 0 は、画像取得部 8 1、補完情報取得部 8 2 および表示部 8 3 を備える。画像取得部 8 1 は、管腔器官に挿入された画像診断用カテーテル 4 0 を用いて生成されたカテーテル画像を取得する。補完情報取得部 8 2 は、画像取得部 8 1 が取得したカテーテル画像の情報欠落部 4 7 3 を補完する補完情報を取得する。表示部 8 3 は、画像取得部 8 1 が取得したカテーテル画像と補完情報取得部 8 2 が取得した補完情報とを表示する。

[0212] [実施の形態 1 1]

図 4 3 は、実施の形態 1 1 のカテーテルシステム 1 0 の構成を説明する説明図である。本実施の形態は、カテーテル制御装置 2 7 と、M D U 3 3 と、画像診断用カテーテル 4 0 と、汎用のコンピュータ 9 0 と、プログラム 9 7 とを組み合わせ動作させることにより、本実施の形態のカテーテルシステム 1 0 を実現する形態に関する。実施の形態 1 と共通する部分については、説明を省略する。カテーテルシステム 1 0 は、本実施の形態の情報処理システムも例示である。

[0213] カテーテル制御装置 2 7 は、M D U 3 3 の制御、センサ 4 2 の制御、およ

び、センサ４２から受信した信号に基づく横断層像および縦断層像の生成等を行なう、ＩＶＵＳ用の超音波診断装置である。カテーテル制御装置２７の機能および構成は、従来から使用されている超音波診断装置と同様であるため、説明を省略する。

[0214] 本実施の形態のカテーテルシステム１０は、コンピュータ９０を含む。コンピュータ９０は、制御部２１、主記憶装置２２、補助記憶装置２３、通信部２４、表示部２５、入力部２６、読取部２９およびバスを備える。コンピュータ９０は、汎用のパーソナルコンピュータ、タブレット、スマートフォンまたはサーバコンピュータ等の情報機器である。

[0215] プログラム９７は、可搬型記録媒体９６に記録されている。制御部２１は、読取部２９を介してプログラム９７を読み込み、補助記憶装置２３に保存する。また制御部２１は、コンピュータ９０内に実装されたフラッシュメモリ等の半導体メモリ９８に記憶されたプログラム９７を読出してもよい。さらに、制御部２１は、通信部２４および図示しないネットワークを介して接続される図示しない他のサーバコンピュータからプログラム９７をダウンロードして補助記憶装置２３に保存してもよい。

[0216] プログラム９７は、コンピュータ９０の制御プログラムとしてインストールされ、主記憶装置２２にロードして実行される。これにより、コンピュータ９０は上述した情報処理装置２０として機能する。

[0217] コンピュータ９０は、汎用のパソコン、タブレット、スマートフォン、大型計算機、大型計算機上で動作する仮想マシン、クラウドコンピューティングシステム、または、量子コンピュータである。コンピュータ９０は、分散処理を行なう複数のパソコン等であってもよい。

[0218] 各実施例で記載されている技術的特徴（構成要件）はお互いに組合せ可能であり、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。

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味では無く、

請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0219] (付記 1)

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像を取得し、

取得した前記カテーテル画像の情報欠落部を補完する補完情報を取得し、

前記カテーテル画像と前記補完情報とを表示する

処理をコンピュータに実行させるプログラム。

[0220] (付記 2)

カテーテル画像を入力した場合に補完情報を出力する学習モデルに取得した前記カテーテル画像を入力して、前記学習モデルから出力された補完情報を取得する

付記1に記載のプログラム。

[0221] (付記 3)

前記補完情報は、前記情報欠落部を補完するように生成した補完後画像である

付記 2 に記載のプログラム。

[0222] (付記 4)

前記情報欠落部を、前記カテーテル画像とは異なる時刻に取得した第 2 カテーテル画像に基づいて補完する

付記 1 に記載のプログラム。

[0223] (付記 5)

前記情報欠落部を、前記カテーテル画像の前記情報欠落部とは異なる部分に基づいて補完する

付記 1 に記載のプログラム。

[0224] (付記 6)

前記画像診断用カテーテルは、断層像生成用カテーテルであり、

前記カテーテル画像は、前記断層像生成用カテーテルを用いて生成された

断層像であり、

前記情報欠落部は、陰影部である

付記 1 から付記 5 のいずれか一つに記載のプログラム。

[0225] (付記 7)

前記断層像生成用カテーテルは、超音波断層像生成用のカテーテルである

付記 6 に記載のプログラム。

[0226] (付記 8)

前記断層像生成用カテーテルは、光断層像生成用のカテーテルである

付記 6 に記載のプログラム。

[0227] (付記 9)

前記断層像生成用カテーテルは、超音波断層像生成用のセンサと、光断層像生成用のセンサとを備えるカテーテルである

付記 6 に記載のプログラム。

[0228] (付記 10)

前記断層像から前記管腔器官を構成する管腔壁の内面を示す点を複数抽出し、

抽出した点同士を結ぶ曲線により前記陰影部を補完する

付記 6 から付記 9 のいずれか一つに記載のプログラム。

[0229] (付記 11)

取得した前記カテーテル画像と、前記情報欠落部を補完した補完後画像とを並べて表示する

付記 1 から付記 10 のいずれか一つに記載のプログラム。

[0230] (付記 12)

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像を取得し、

取得した前記カテーテル画像の情報欠落部を補完する補完情報を取得し、

前記カテーテル画像と前記補完情報とを表示する

処理をコンピュータに実行させる情報処理方法。

[0231] (付記 1 3)

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像を取得する画像取得部と、

取得した前記カテーテル画像の情報欠落部を補完する補完情報を取得する補完情報取得部と、

前記カテーテル画像と前記補完情報とを表示する表示部とを備える情報処理システム。

[0232] (付記 1 4)

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像と、前記カテーテル画像の情報欠落部を補完する補完情報とを関連づけて記録した訓練データを取得し、

前記カテーテル画像を入力、前記補完情報を出力として、画像診断用カテーテルを用いて生成された画像が入力された場合に補完情報に関する予測を出力する学習モデルを生成する

学習モデルの生成方法。

符号の説明

- [0233] 1 0 カテーテルシステム（情報処理システム）
- 2 0 情報処理装置
- 2 1 制御部
- 2 2 主記憶装置
- 2 3 補助記憶装置
- 2 4 通信部
- 2 5 表示部
- 2 6 入力部
- 2 7 カテーテル制御装置
- 2 7 1 カテーテル制御部
- 2 9 読取部
- 3 1 表示装置

- 3 2 入力装置
- 3 3 M D U
- 3 7 画像診断装置
- 4 0 画像診断用カテーテル
- 4 1 プローブ部
- 4 2 センサ
- 4 3 シャフト
- 4 4 先端マーカ
- 4 5 コネクタ部
- 4 7 1 カテーテル像
- 4 7 2 ガイドワイヤ像
- 4 7 3 情報欠落部
- 4 7 4 陰影形成部像
- 4 8 3 欠落領域画像
- 4 8 5 貼付領域
- 4 8 6 推定画像
- 4 8 7 切取画像（補完情報）
- 5 1 第 1 画像欄
- 5 2 第 2 画像欄
- 5 4 1 第 1 ラベル領域
- 5 4 2 第 2 ラベル領域
- 5 4 3 第 3 ラベル領域
- 5 5 低信頼領域
- 5 6 1 第 1 補完線
- 5 6 2 第 2 補完線
- 5 6 5 変更線
- 5 7 1 指定点マーク
- 5 7 2 補完線（補完情報）

- 5 7 3 候補点マーク
- 5 7 4 テンプレート領域
- 5 8 0 補完なしボタン
- 5 8 1 停止ボタン
- 5 8 2 選択ボタン
- 5 8 3 補完ボタン
- 5 8 4 開始ボタン
- 5 8 5 終了ボタン
- 5 8 6 着色ボタン
- 5 8 7 枠線ボタン
- 5 8 8 網掛けボタン
- 5 9 1 対象選択ボタン
- 5 9 2 モード選択ボタン
- 5 9 3 非表示選択ボタン
- 5 9 4 管腔内高輝度部ボタン
- 5 9 5 壁内高輝度部ボタン
- 5 9 6 凡例欄
- 5 9 7 通知欄
- 6 1 学習モデル
- 6 1 1 欠落領域抽出モデル
- 6 1 2 補完モデル
- 6 1 3 切取部
- 6 1 4 合成部
- 6 5 識別器
- 6 8 カーソル
- 9 0 コンピュータ
- 9 6 可搬型記録媒体
- 9 7 プログラム

9 8 半導体メモリ

請求の範囲

- [請求項1] 管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像を取得し、
- 取得した前記カテーテル画像の情報欠落部を補完する補完情報を取得し、
- 前記カテーテル画像と前記補完情報とを表示する
- 処理をコンピュータに実行させるプログラム。
- [請求項2] 前記補完情報のうち他の領域に比べて信頼度の低い領域を、他の領域とは異なる態様で表示する
- 請求項 1 に記載のプログラム。
- [請求項3] 前記補完情報のうち他の領域に比べて信頼度の低い領域を、他の領域に基づいて修正して表示する
- 請求項 1 または請求項 2 に記載のプログラム。
- [請求項4] カテーテル画像を入力した場合に補完情報を出力する学習モデルに
- 取得した前記カテーテル画像を入力して、前記学習モデルから出力された補完情報を取得する
- 請求項 1 から請求項 3 のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項5] 前記補完情報は、前記情報欠落部を補完するように生成した補完後画像である
- 請求項 4 に記載のプログラム。
- [請求項6] 前記補完情報は、前記カテーテル画像とは異なる時刻に取得した第 2 カテーテル画像に基づいて生成される
- 請求項 1 から請求項 3 のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項7] 前記補完情報は、前記カテーテル画像の前記情報欠落部とは異なる部分に基づいて生成される
- 請求項 1 から請求項 3 のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項8] 前記画像診断用カテーテルは、断層像生成用カテーテルであり、
- 前記カテーテル画像は、前記断層像生成用カテーテルを用いて生成

された断層像であり、

前記情報欠落部は、陰影部である

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項9] 前記断層像から、前記管腔器官を構成する管腔壁に対応する点を複数抽出し、

前記補完情報は、抽出した点同士を結ぶ補完線を含む

請求項 8 に記載のプログラム。

[請求項10] カテーテル画像を入力した場合に当該カテーテル画像を構成するそれぞれの部分に対応するラベルを出力する学習モデルに取得した前記カテーテル画像を入力して、前記学習モデルから出力されたラベルを取得し、

前記補完情報は、取得したラベルが互いに異なる領域間の境界を示す補完線を含む

請求項 8 に記載のプログラム。

[請求項11] 前記学習モデルは、前記画像診断用カテーテルが挿入された管腔器官の内腔を示す第 1 ラベル、前記管腔器官を構成する管腔壁を示す第 2 ラベル、および前記管腔壁の外側を示す第 3 ラベルを出力し、

前記補完線は、前記第 1 ラベルに対応する領域と前記第 2 ラベルに対応する領域との境界を示す第 1 補完線、および、前記第 2 ラベルに対応する領域と前記第 3 ラベルに対応する領域との境界を示す第 2 補完線を含む

請求項 10 に記載のプログラム。

[請求項12] 前記断層像から前記陰影部の形成原因に対応する陰影形成部を抽出し、

前記補完線のうち、前記画像診断用カテーテルとの間に前記陰影形成部が介在する部分を、他の部分とは異なる態様で表示する

請求項 9 から請求項 11 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項13] 前記断層像から前記陰影部の形成原因に対応する陰影形成部を抽出

し、

前記補完線のうち、前記画像診断用カテーテルとの間に前記陰影形成部が介在する部分を、前記補完線の他の部分に基づいて変更する

請求項 9 から請求項 1 2 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項14]

前記断層像から前記陰影部の形成原因が描出された陰影形成部を抽出し、

前記補完線のうち、前記画像診断用カテーテルとの間に前記陰影形成部が介在する部分が占める割合が閾値を超える場合に通知を出力する

請求項 9 から請求項 1 3 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項15]

前記断層像生成用カテーテルは、超音波断層像生成用のカテーテルである

請求項 8 から請求項 1 4 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項16]

前記断層像生成用カテーテルは、光断層像生成用のカテーテルである

請求項 8 から請求項 1 4 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項17]

前記断層像生成用カテーテルは、超音波断層像生成用のセンサと、光断層像生成用のセンサとを備えるカテーテルである

請求項 8 から請求項 1 4 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項18]

取得した前記カテーテル画像と、前記情報欠落部を補完した補完後画像とを並べて表示する

請求項 1 から請求項 1 7 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項19]

管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像を取得し、

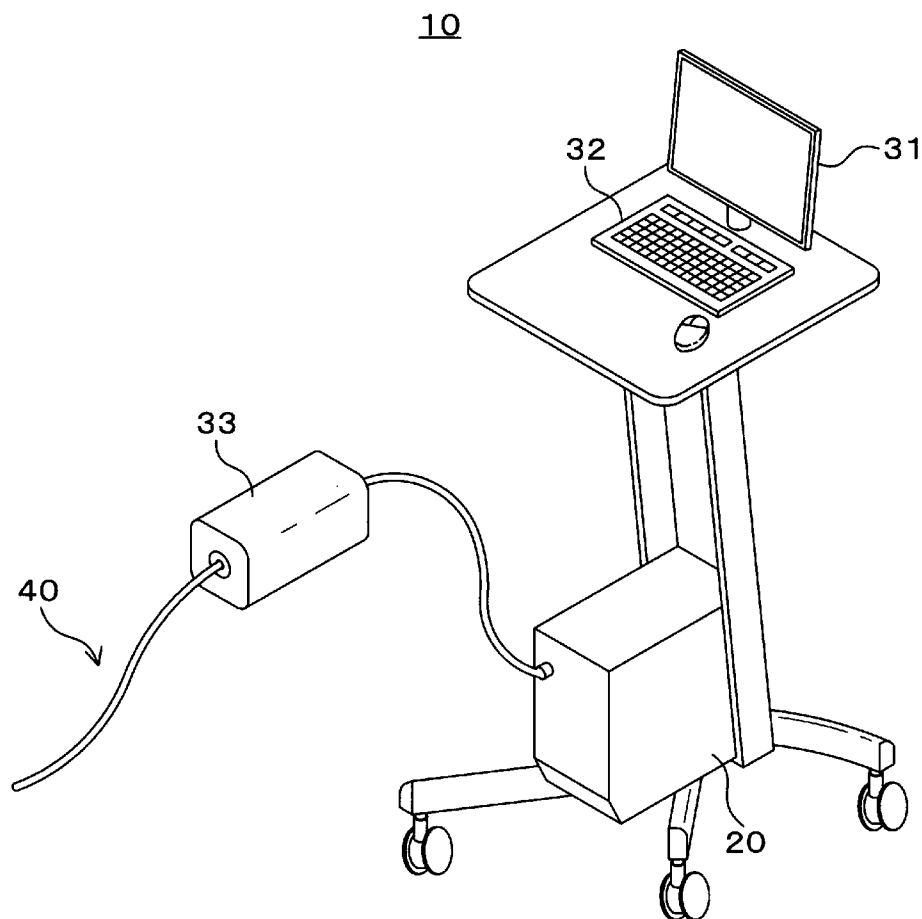
取得した前記カテーテル画像の情報欠落部を補完する補完情報を取得し、

前記カテーテル画像と前記補完情報とを表示する

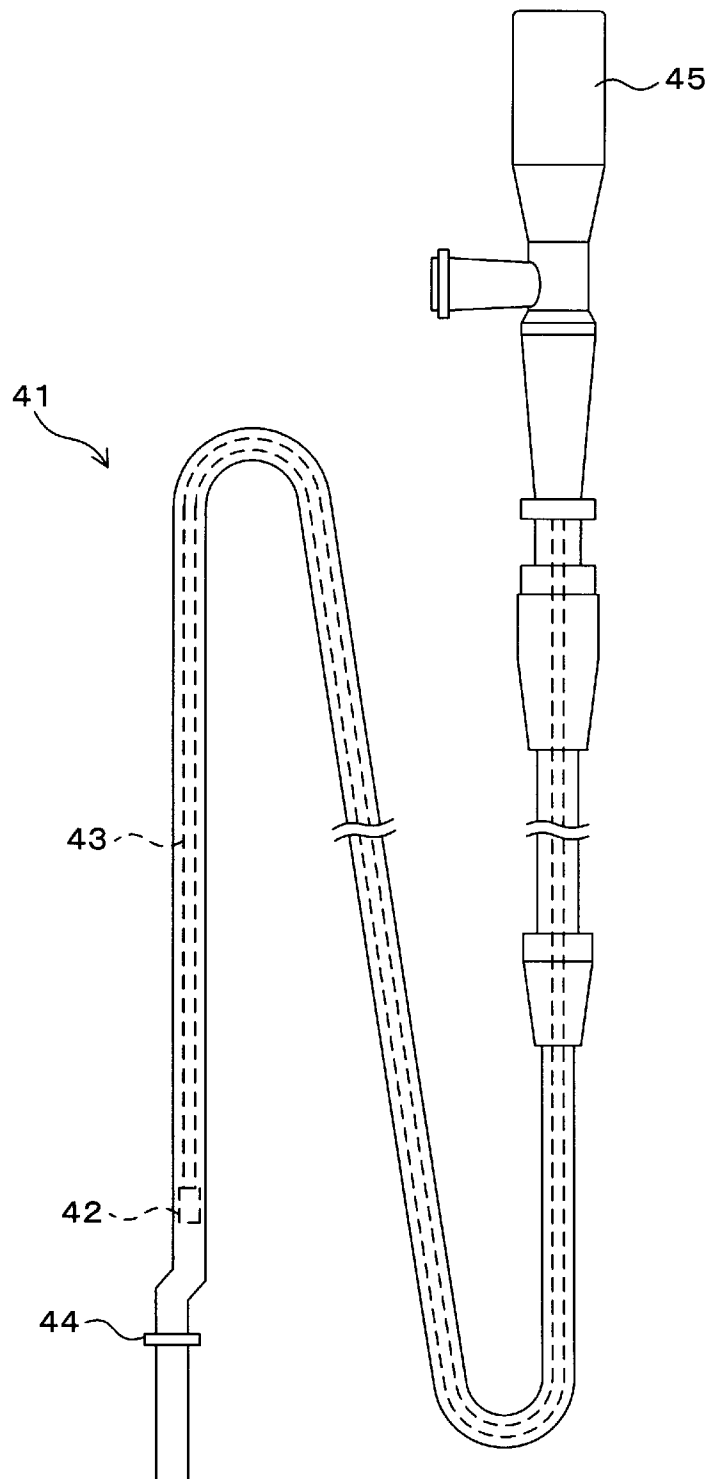
処理をコンピュータに実行させる情報処理方法。

- [請求項20] 管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像を取得する画像取得部と、
- 取得した前記カテーテル画像の情報欠落部を補完する補完情報を取得する補完情報取得部と、
- 前記カテーテル画像と前記補完情報とを表示する表示部とを備える情報処理システム。
- [請求項21] 管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて生成されたカテーテル画像と、前記カテーテル画像の情報欠落部を補完する補完情報とを関連づけて記録した訓練データを取得し、
- 前記カテーテル画像を入力、前記補完情報を出力として、画像診断用カテーテルを用いて生成された画像が入力された場合に補完情報に関する予測を出力する学習モデルを生成する
- 学習モデルの生成方法。

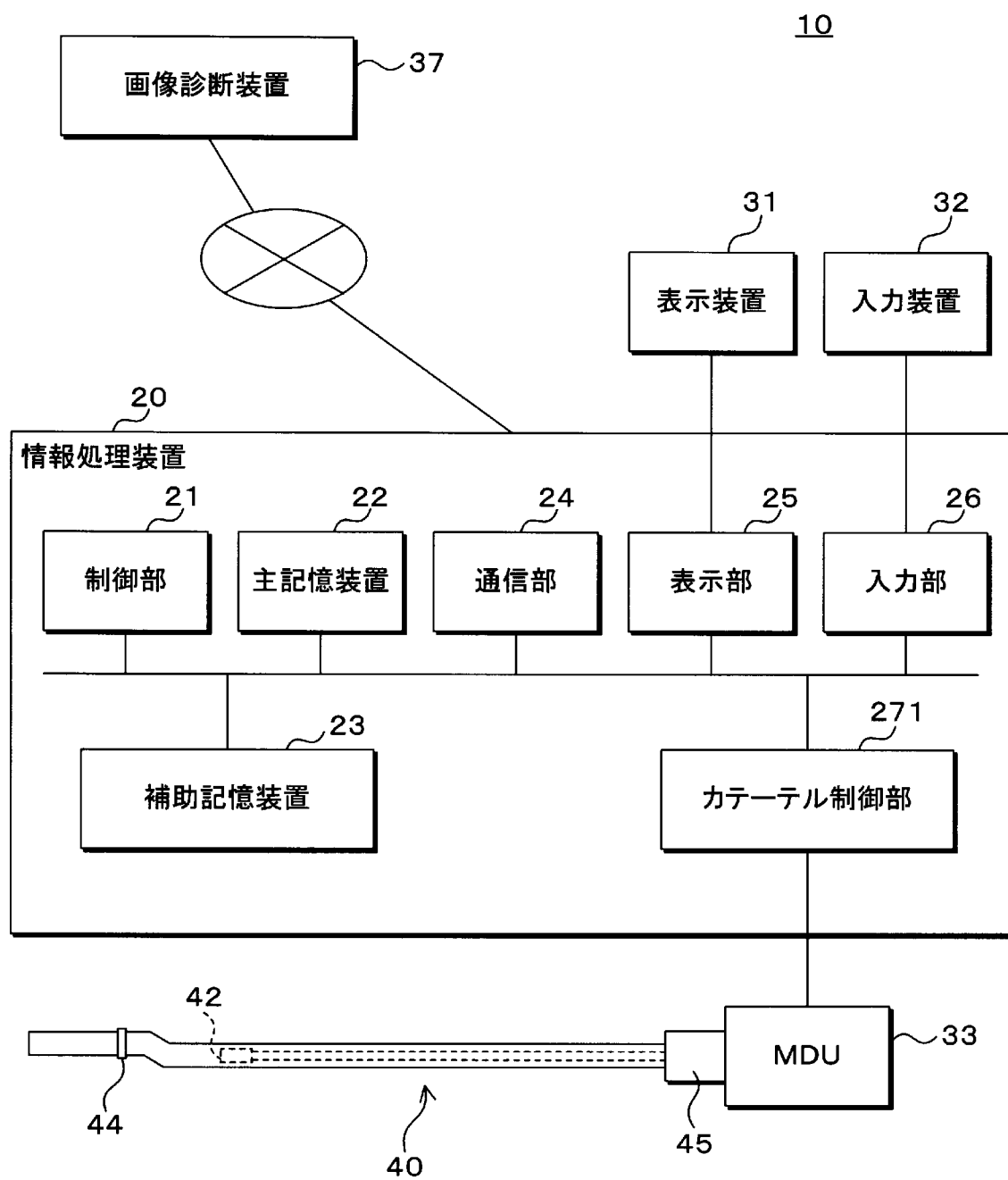
[図1]



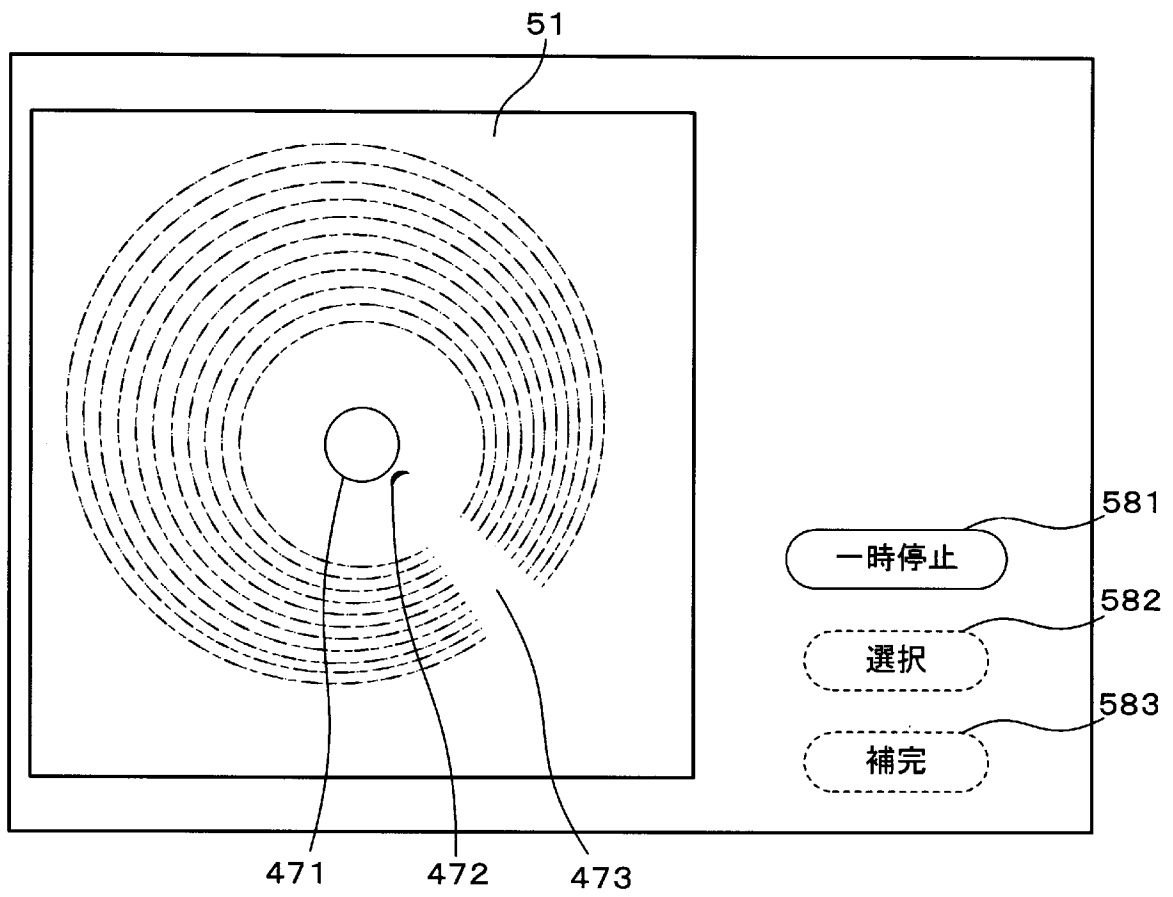
[図2]

40

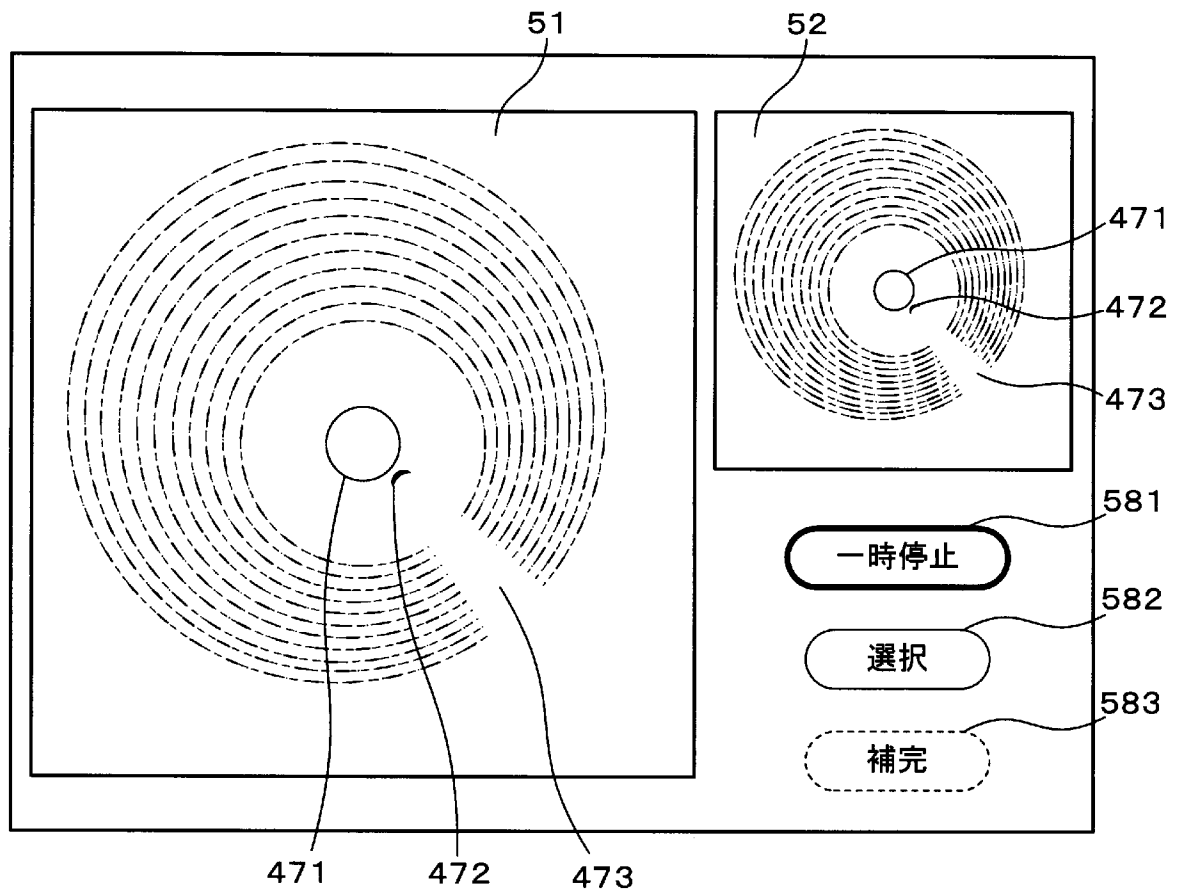
[図3]



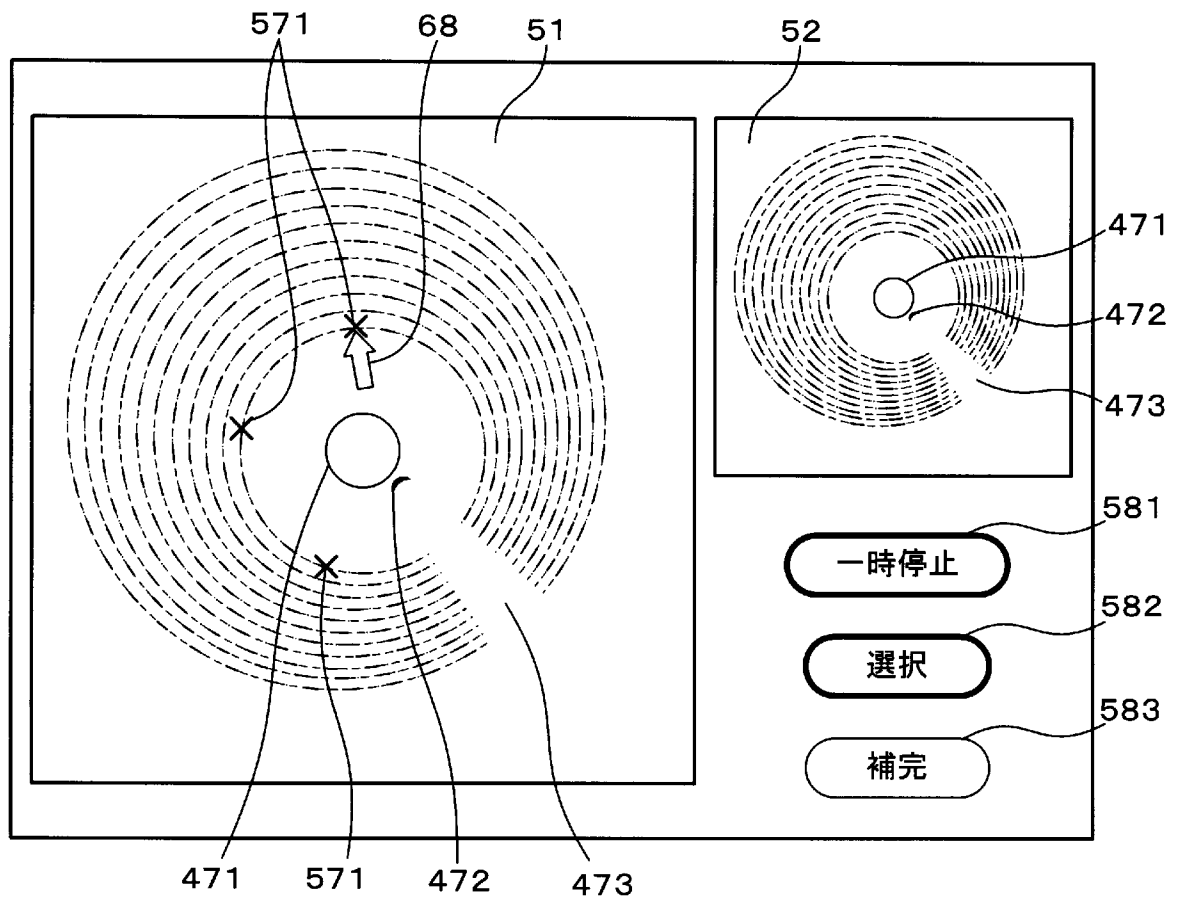
[図4]



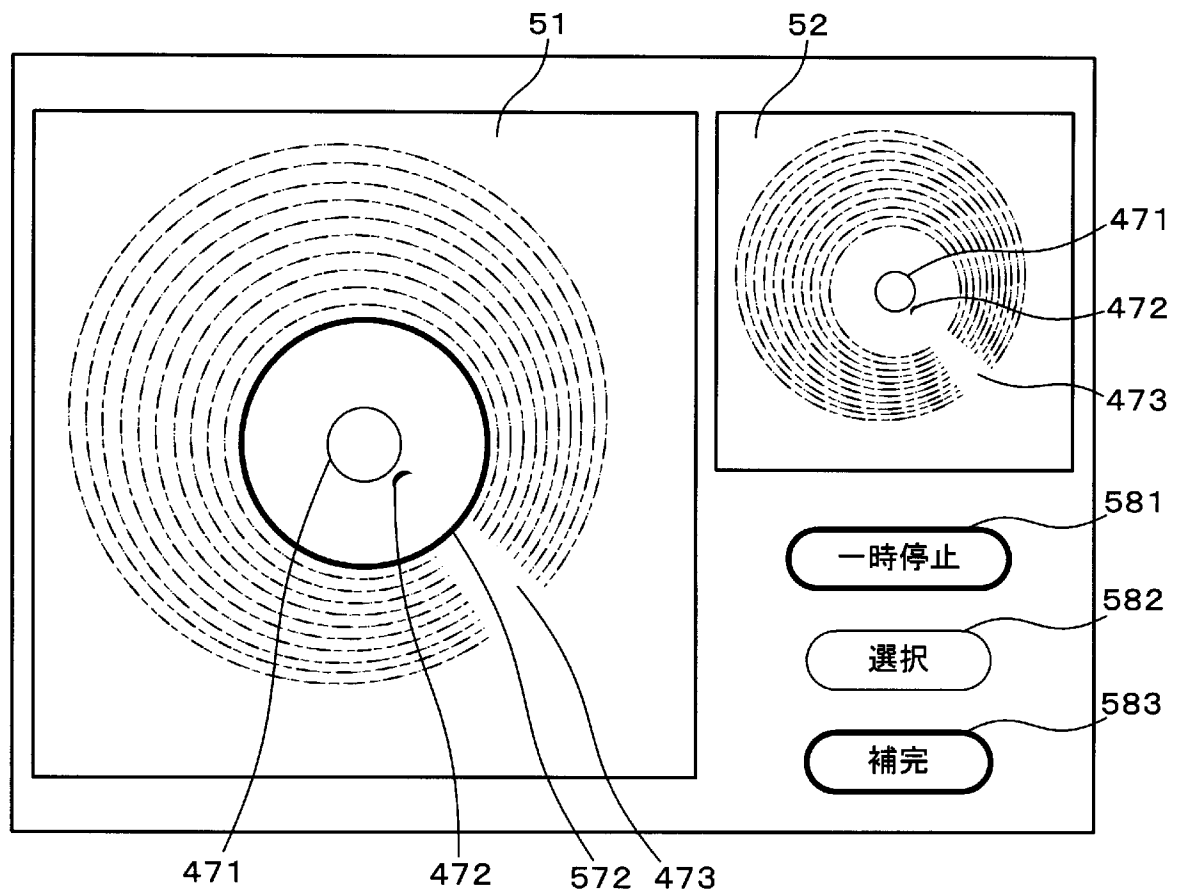
[図5]



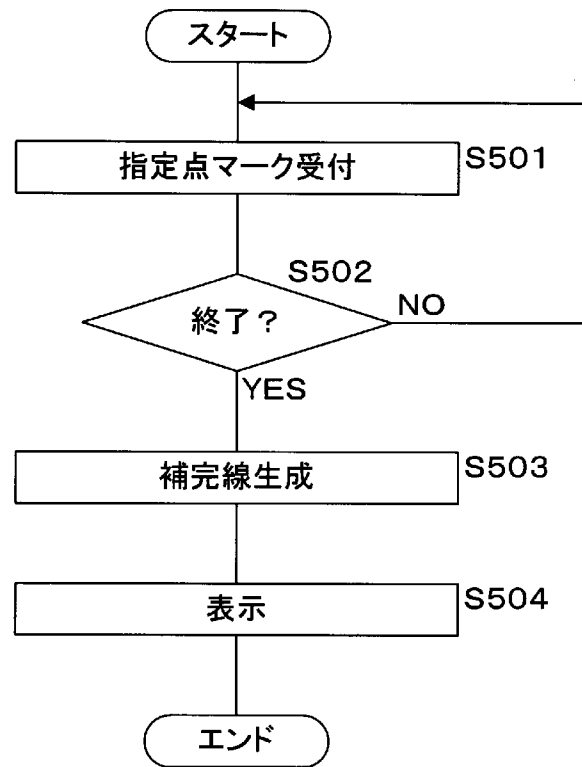
[図6]



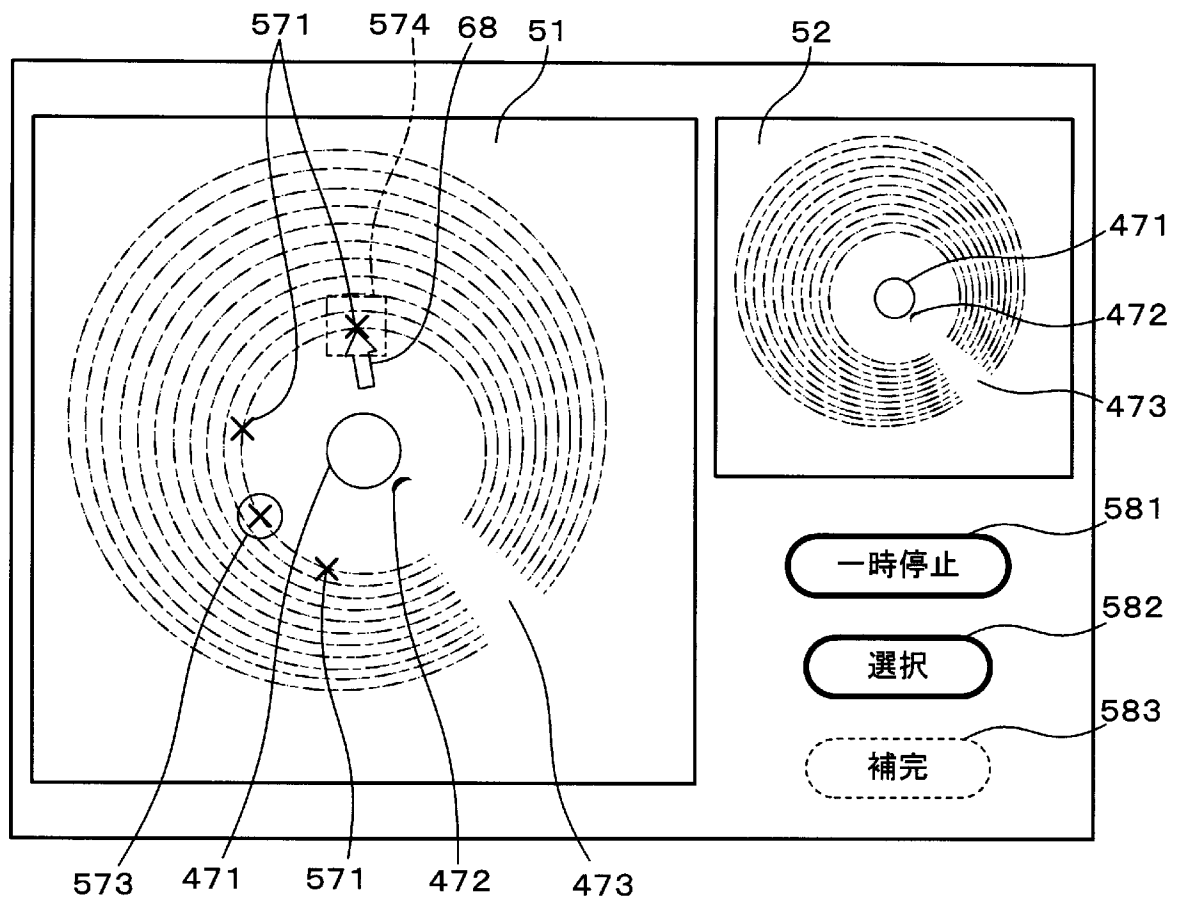
[図7]



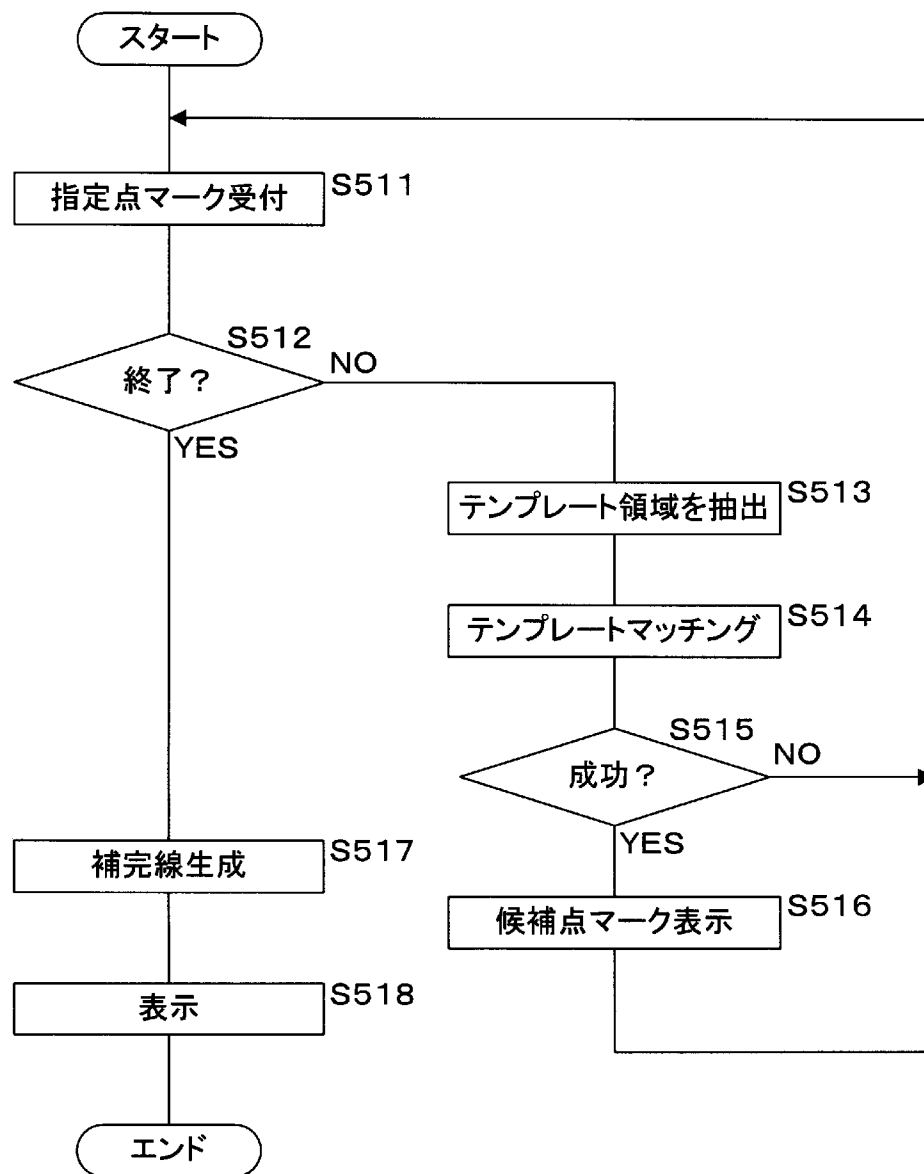
[図8]



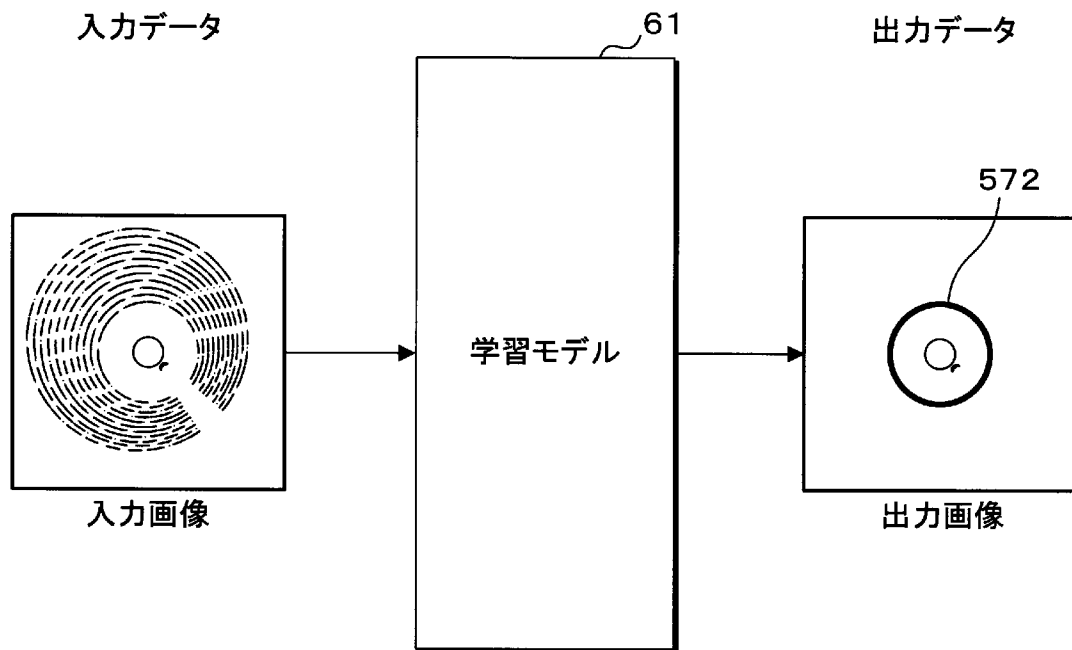
[図9]



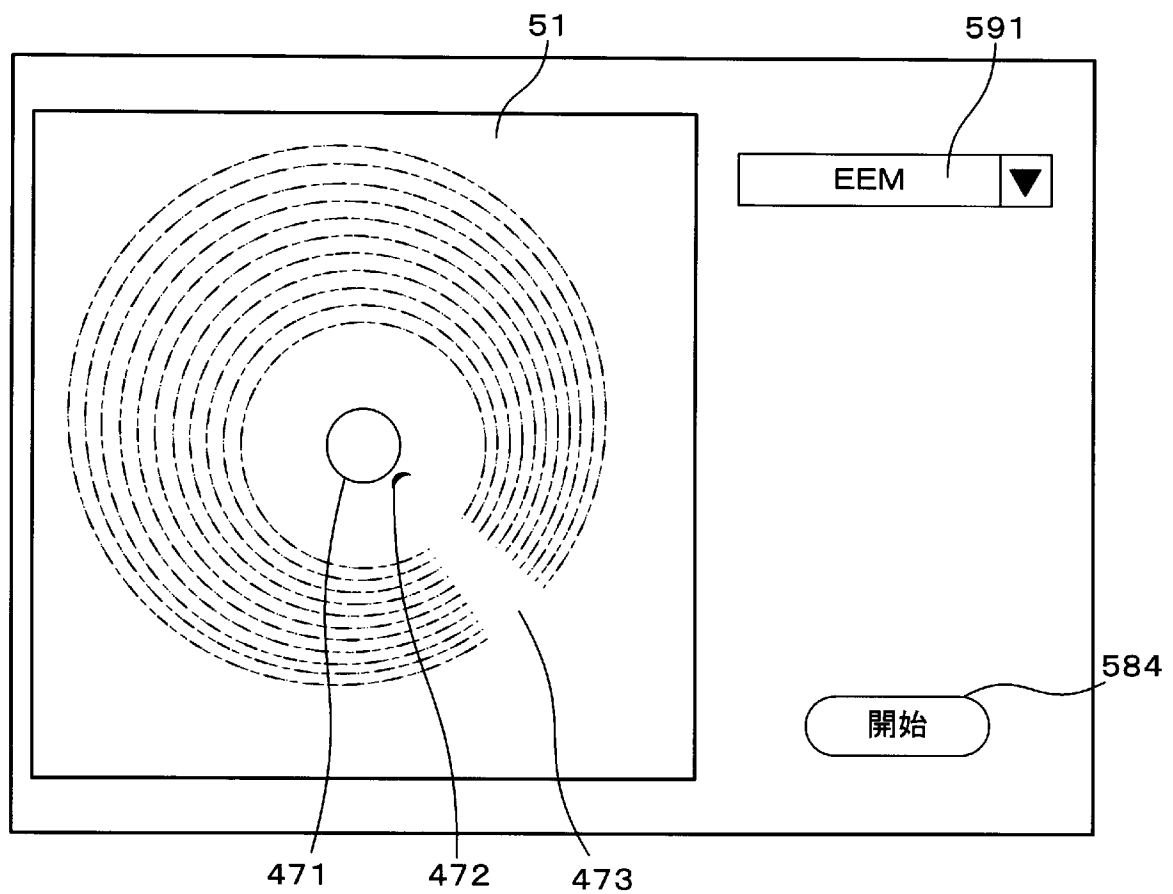
[図10]



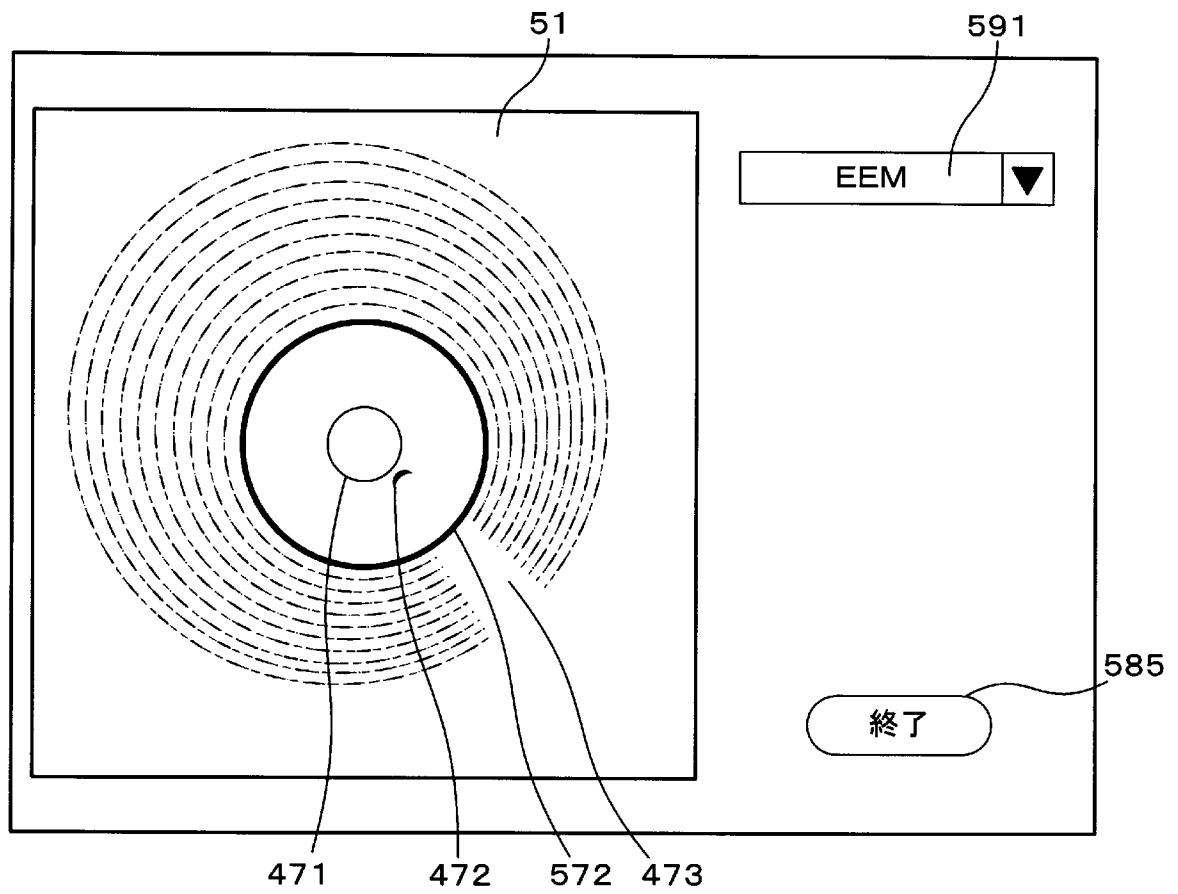
[図11]



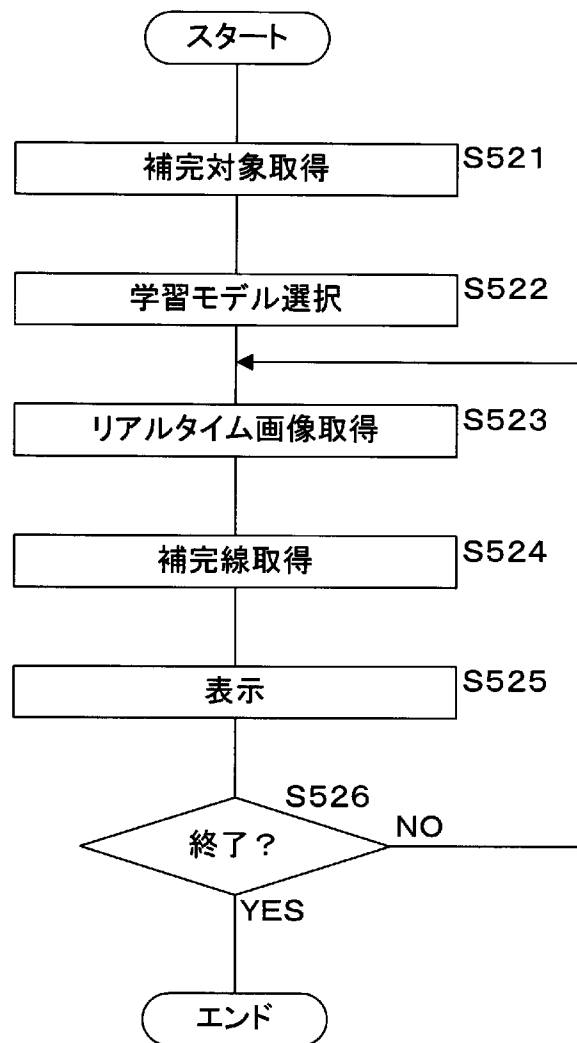
[図12]



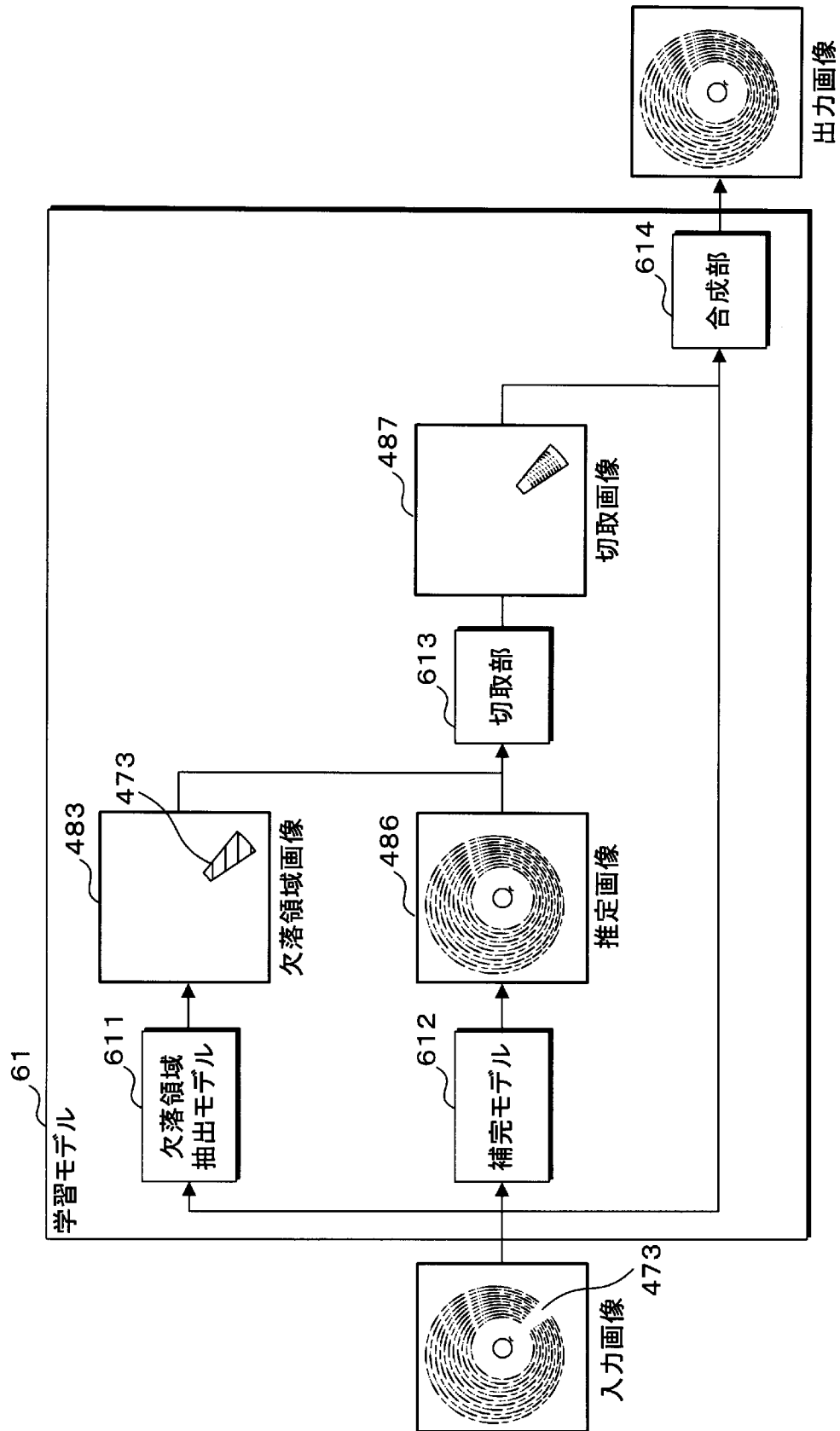
[図13]



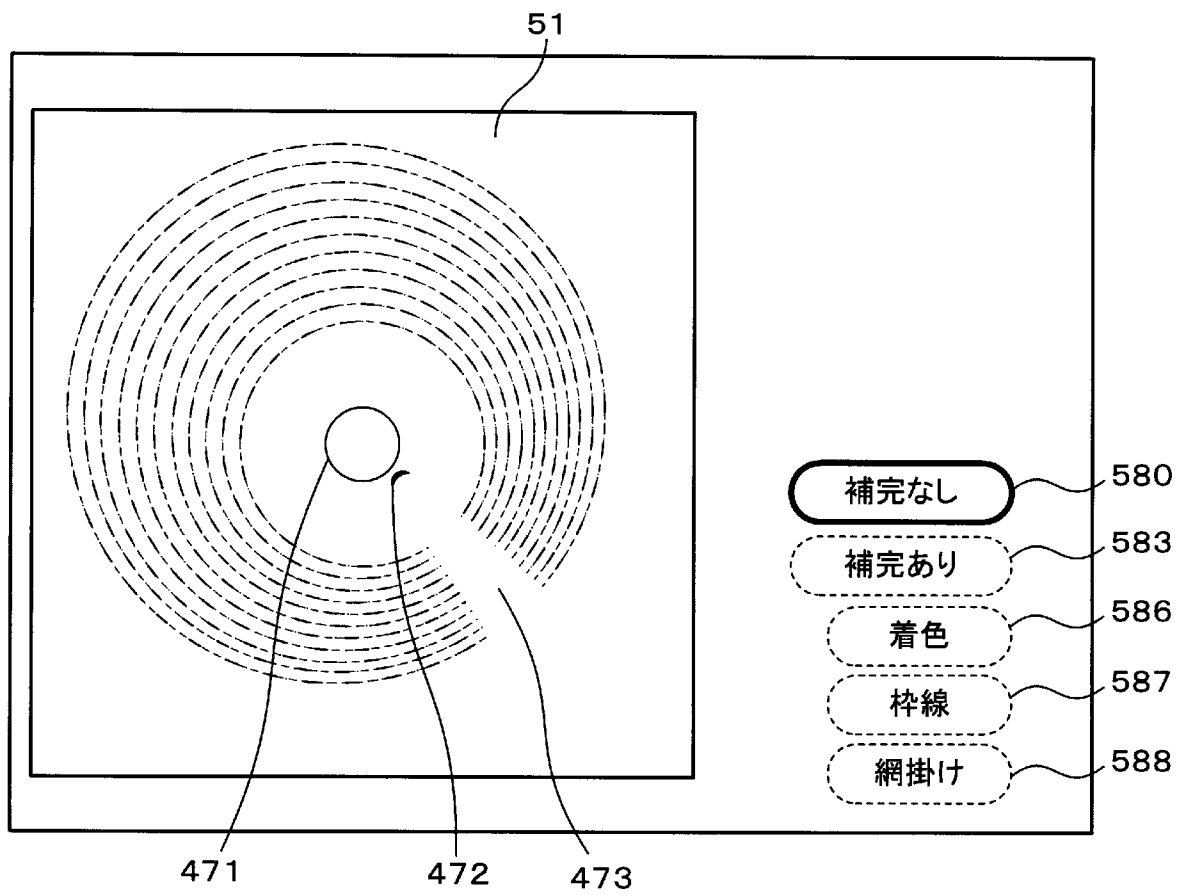
[図14]



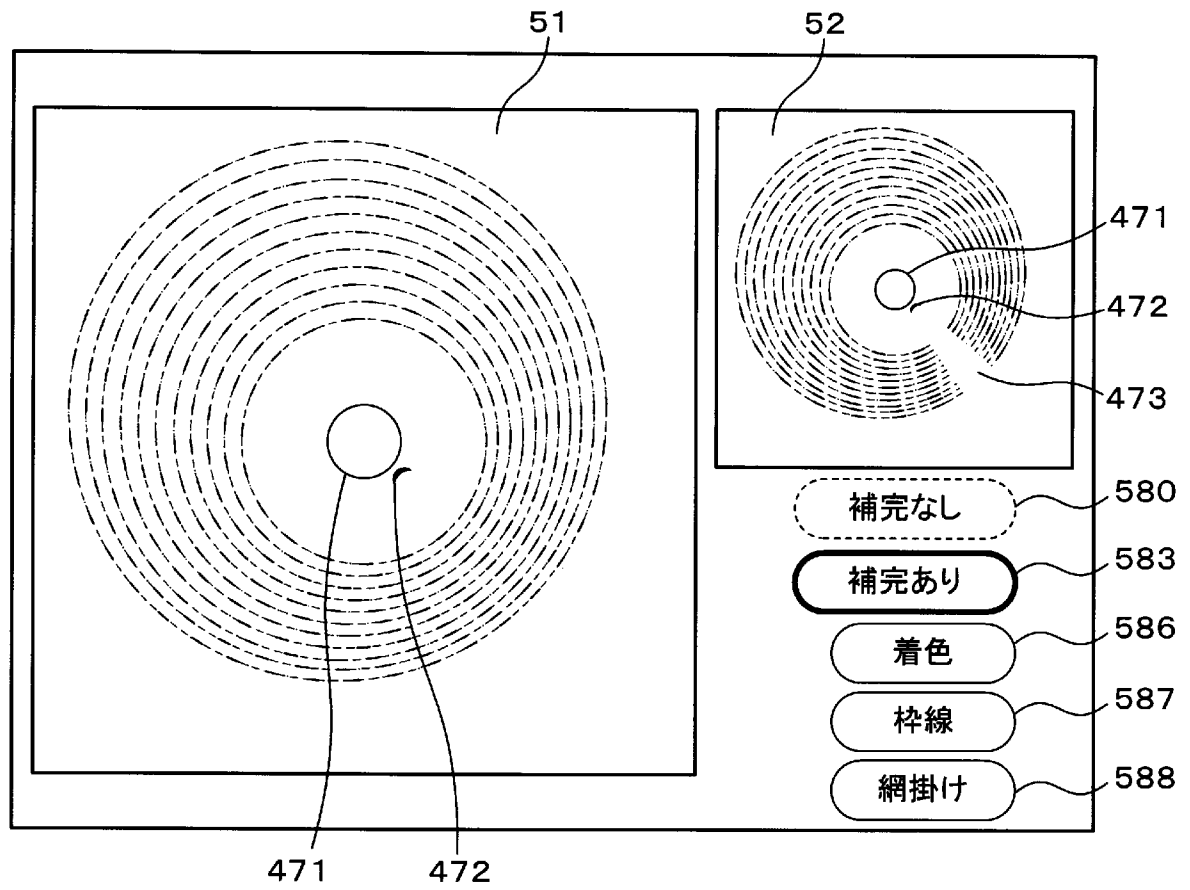
[図15]



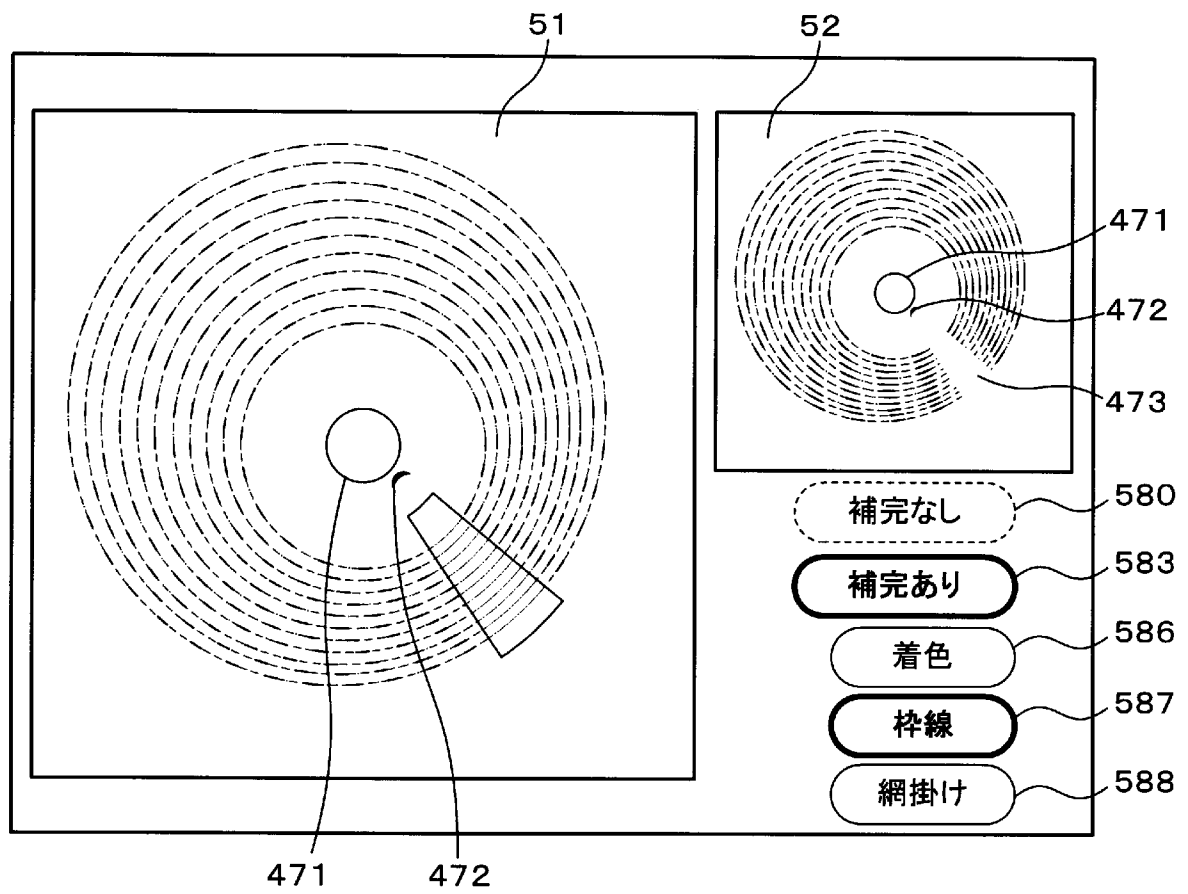
[図17]



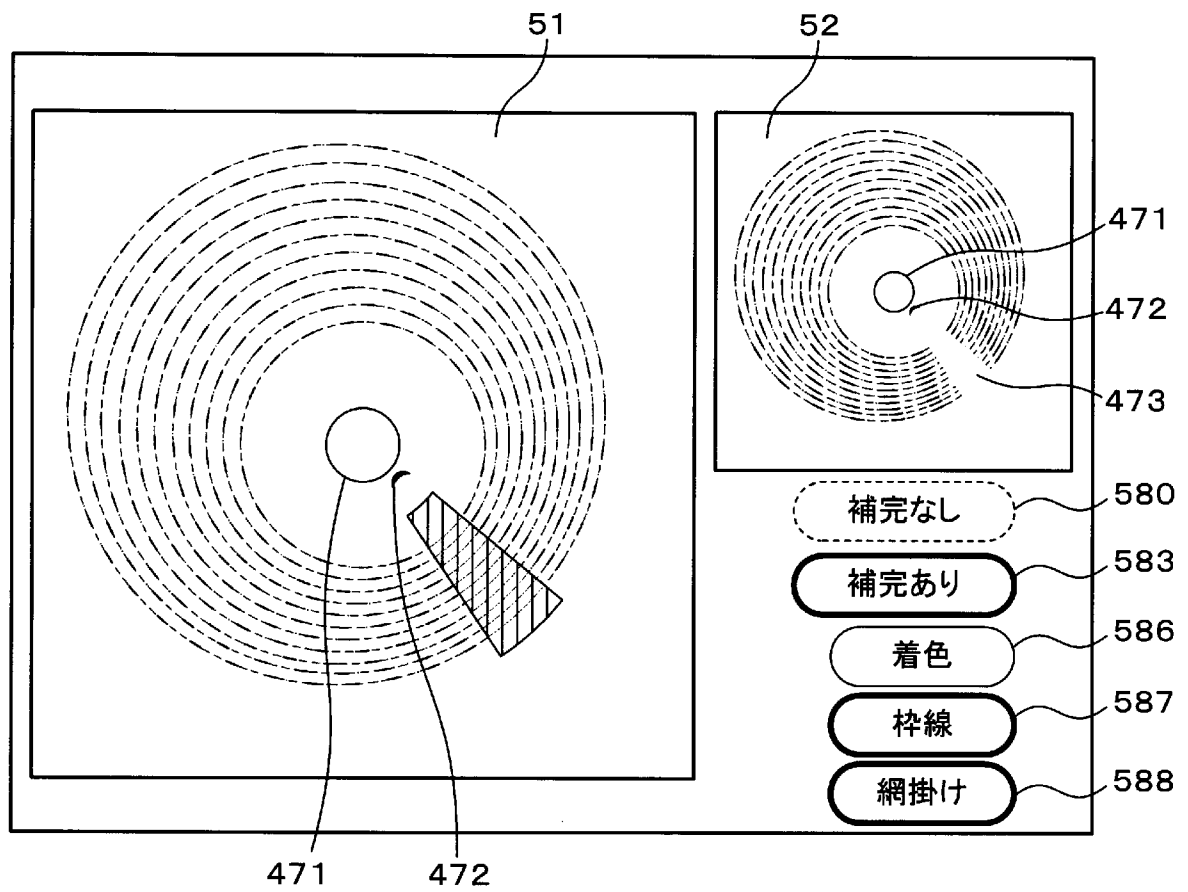
[図18]



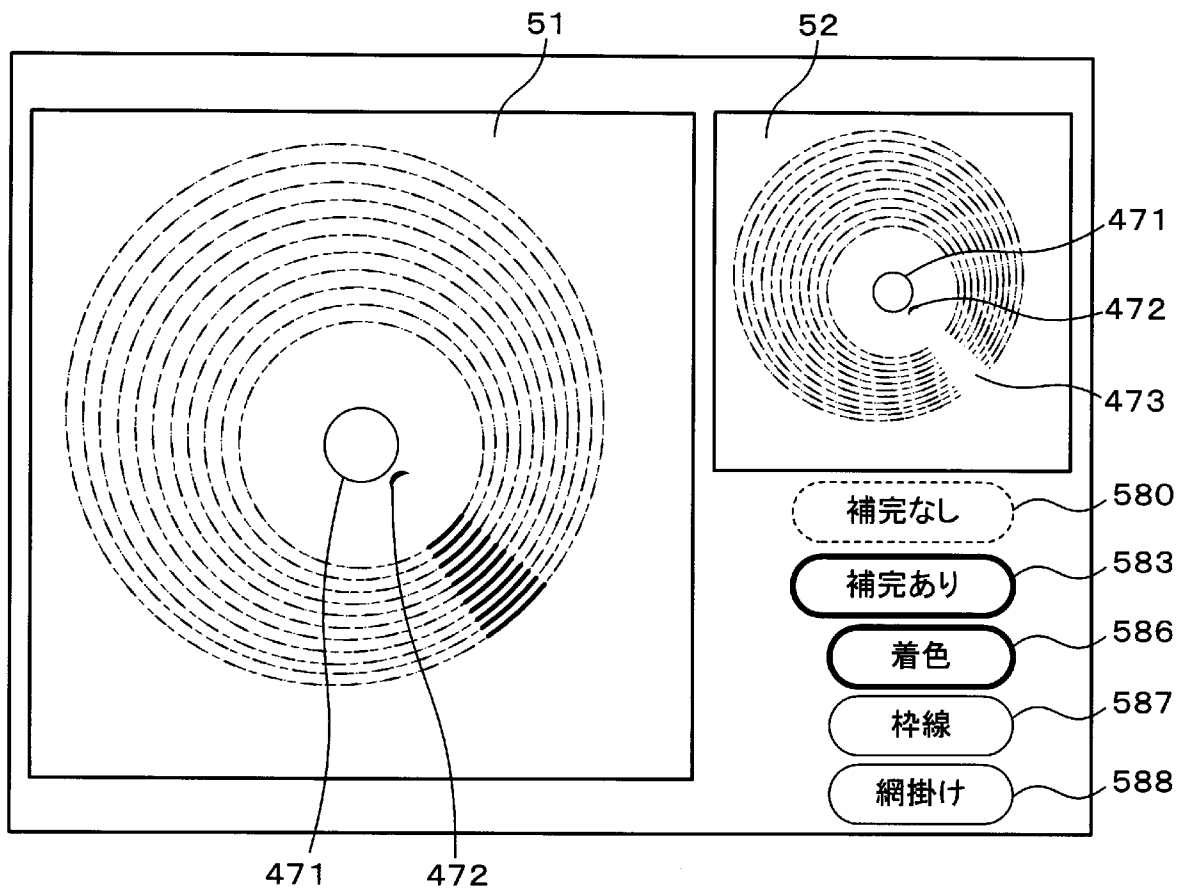
[図19]



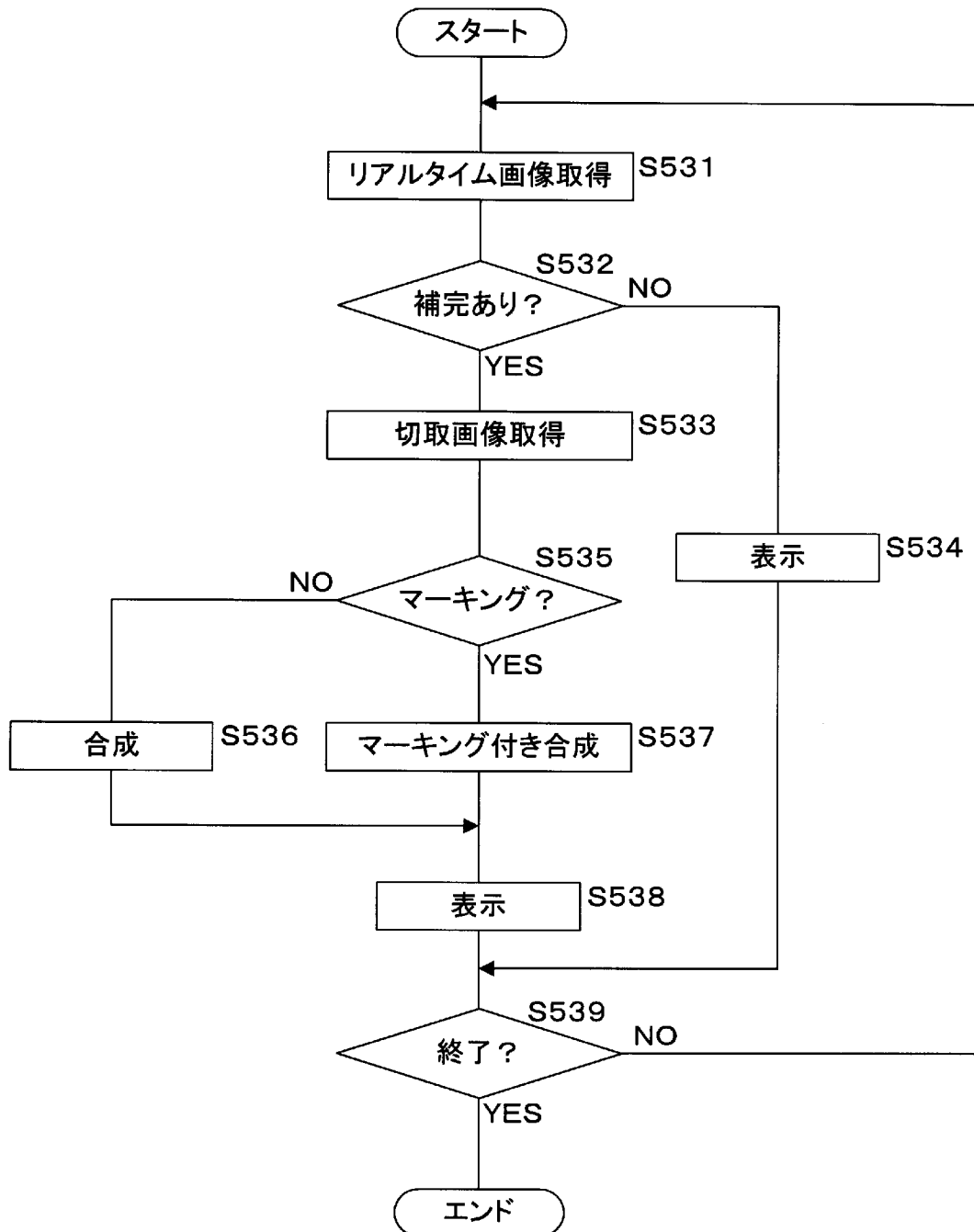
[図20]



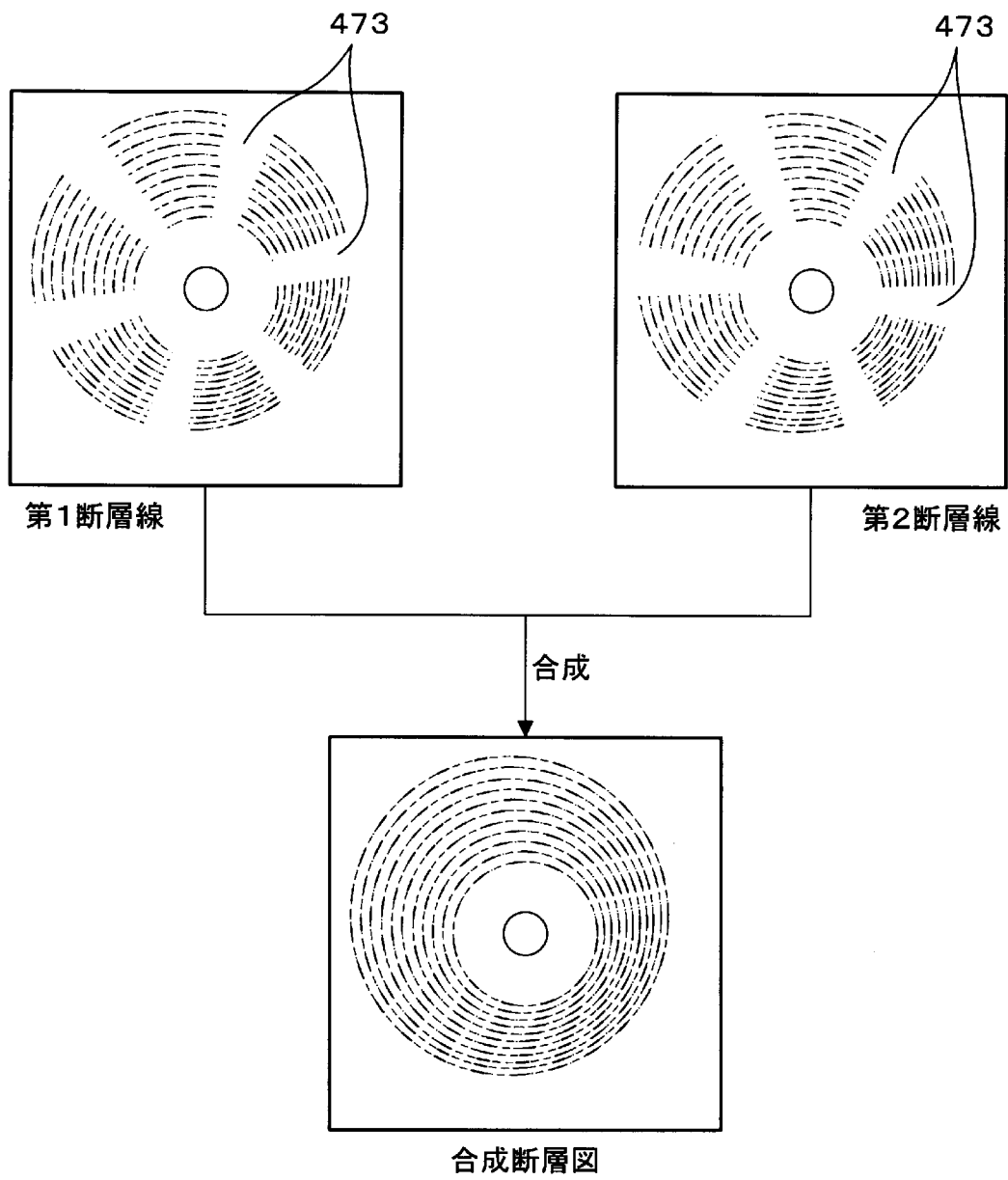
[図21]



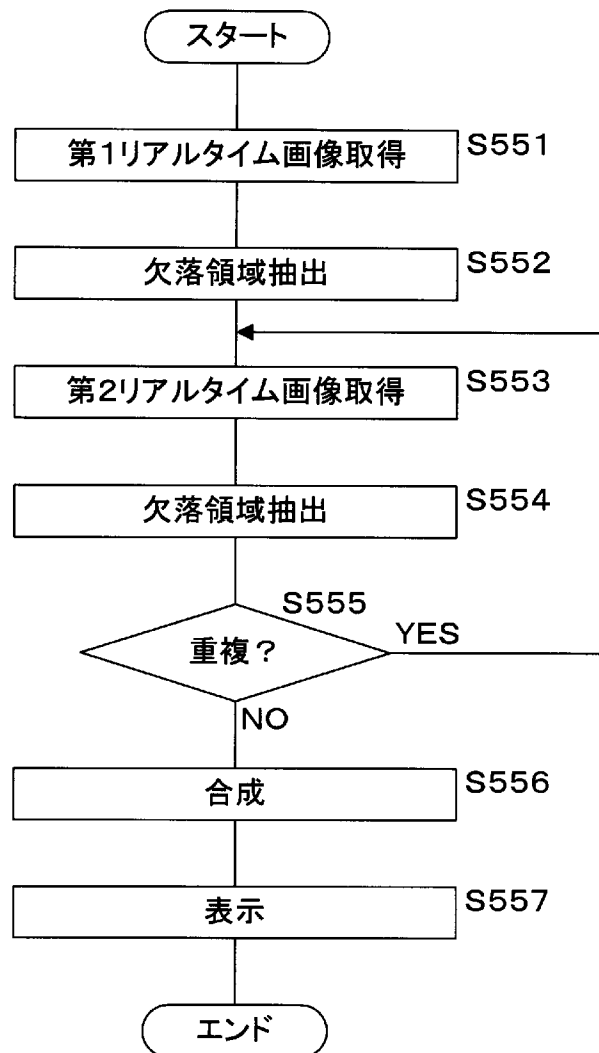
[図22]



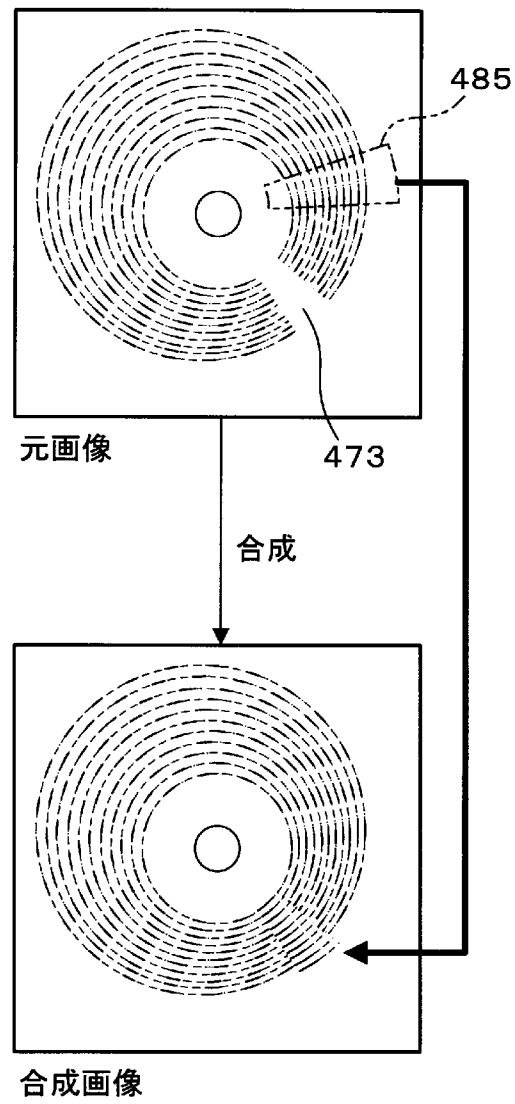
[図23]



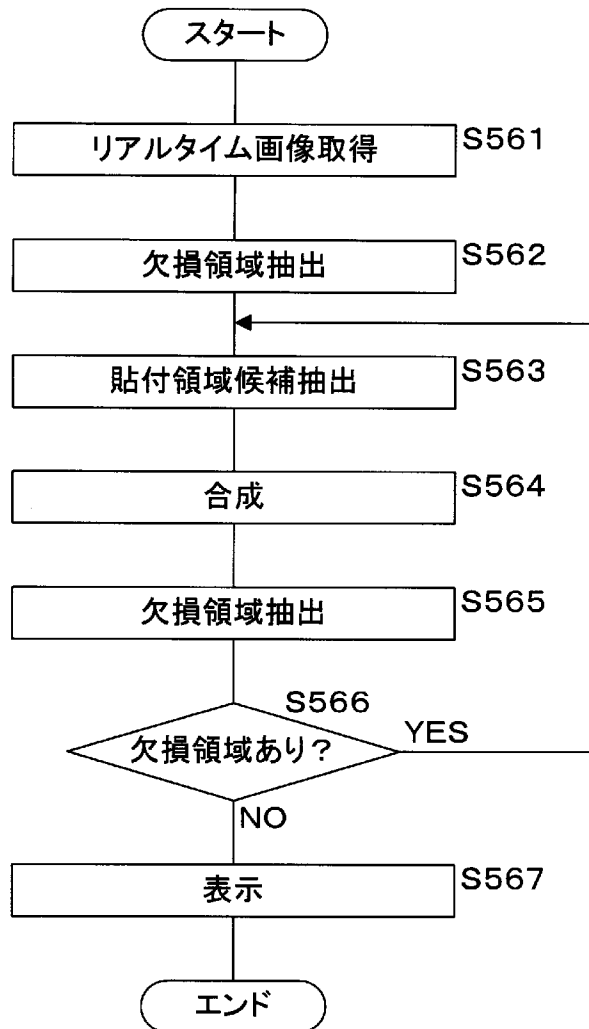
[図24]



[図25]



[図26]

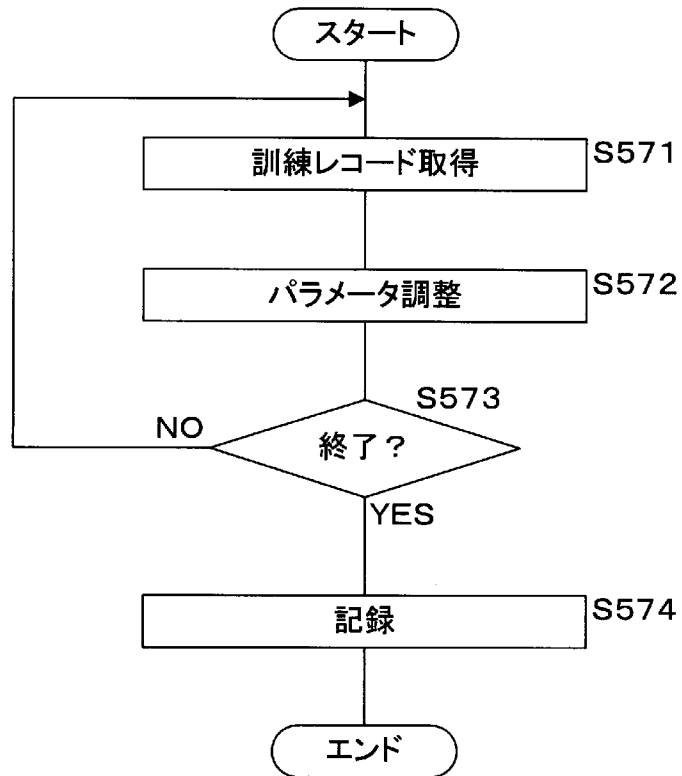


[図27]

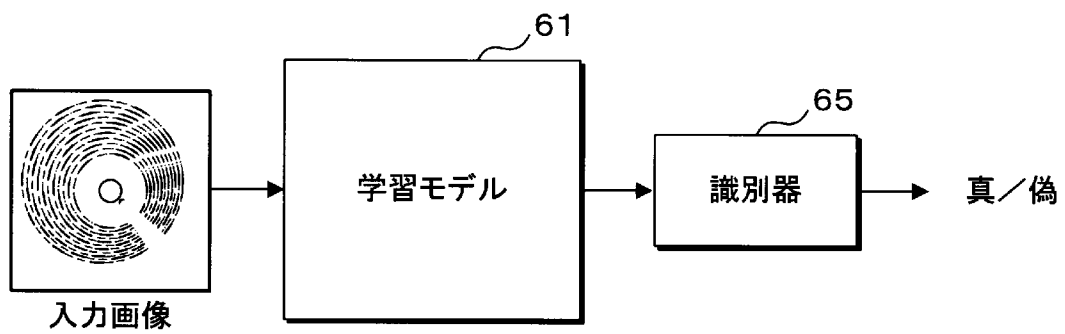
対象
EEM

入力画像	出力画像
A001.bmp	M001.bmp
A002.bmp	M002.bmp
A003.bmp	M003.bmp
A004.bmp	M004.bmp
A005.bmp	M005.bmp
A006.bmp	M006.bmp

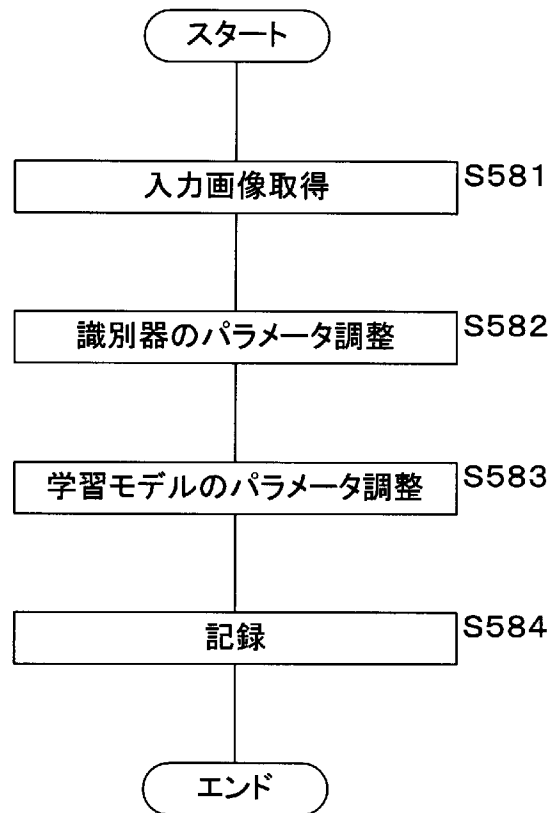
[図28]



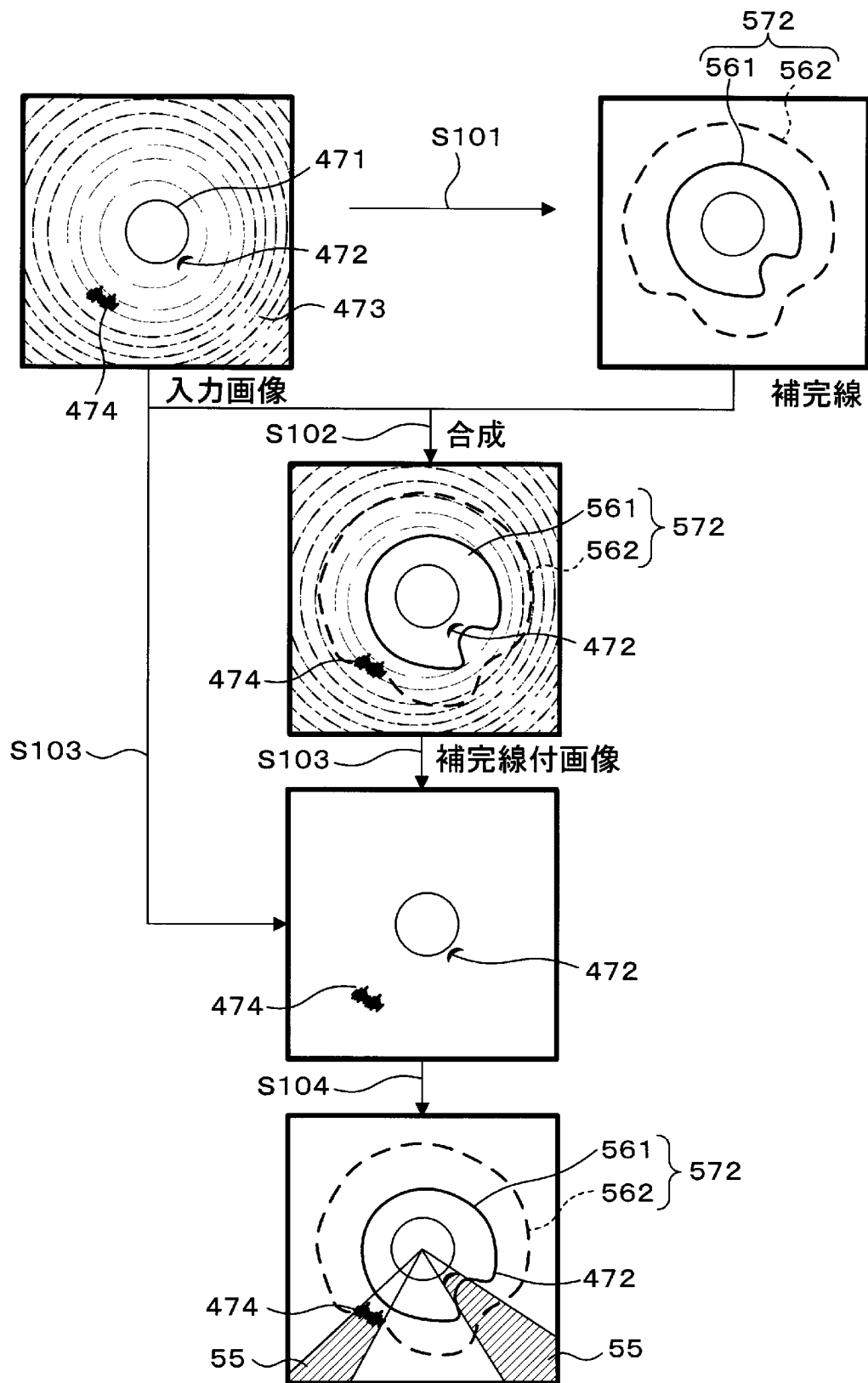
[図29]



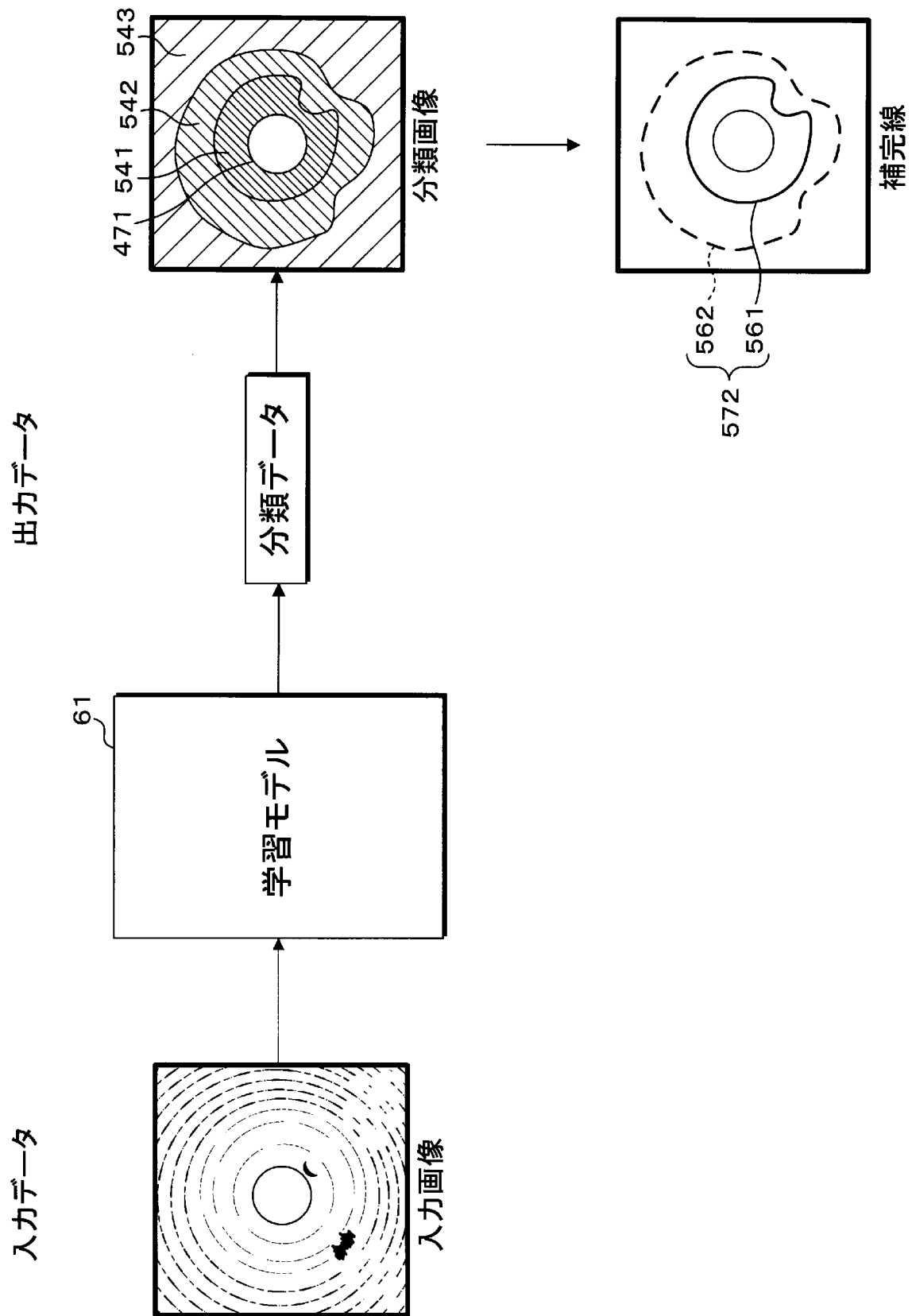
[図30]



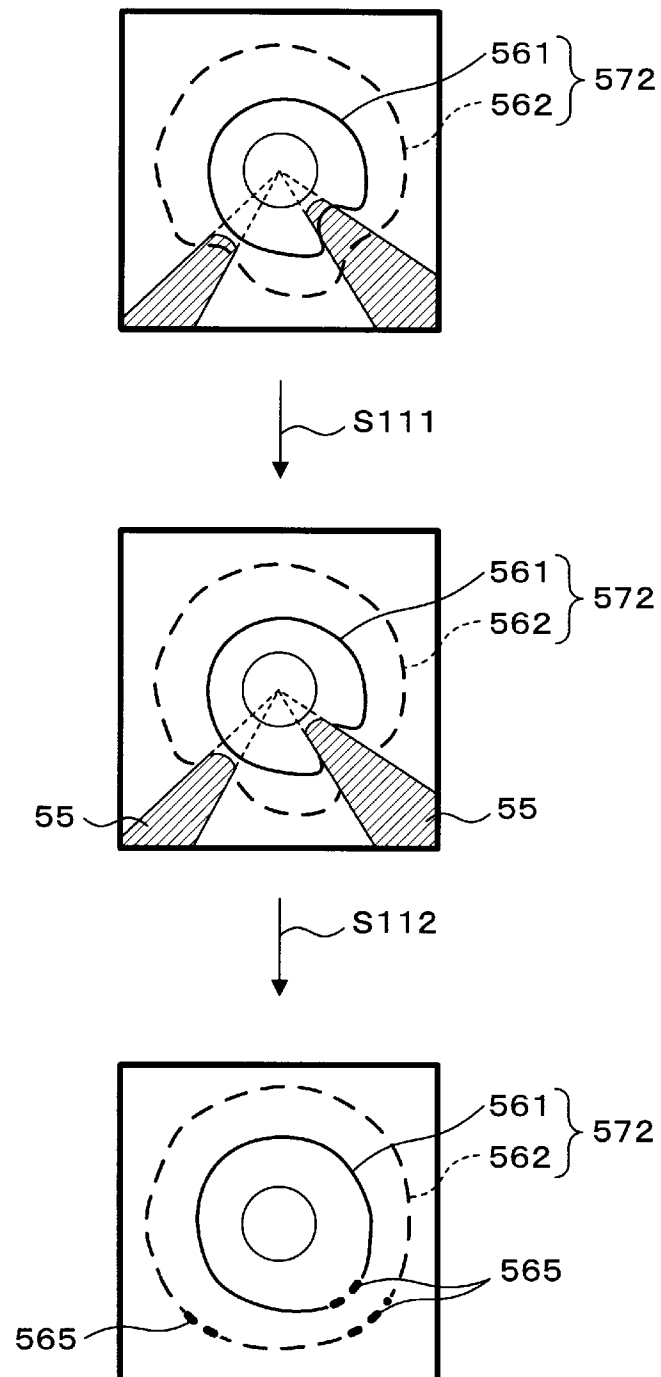
[図31]



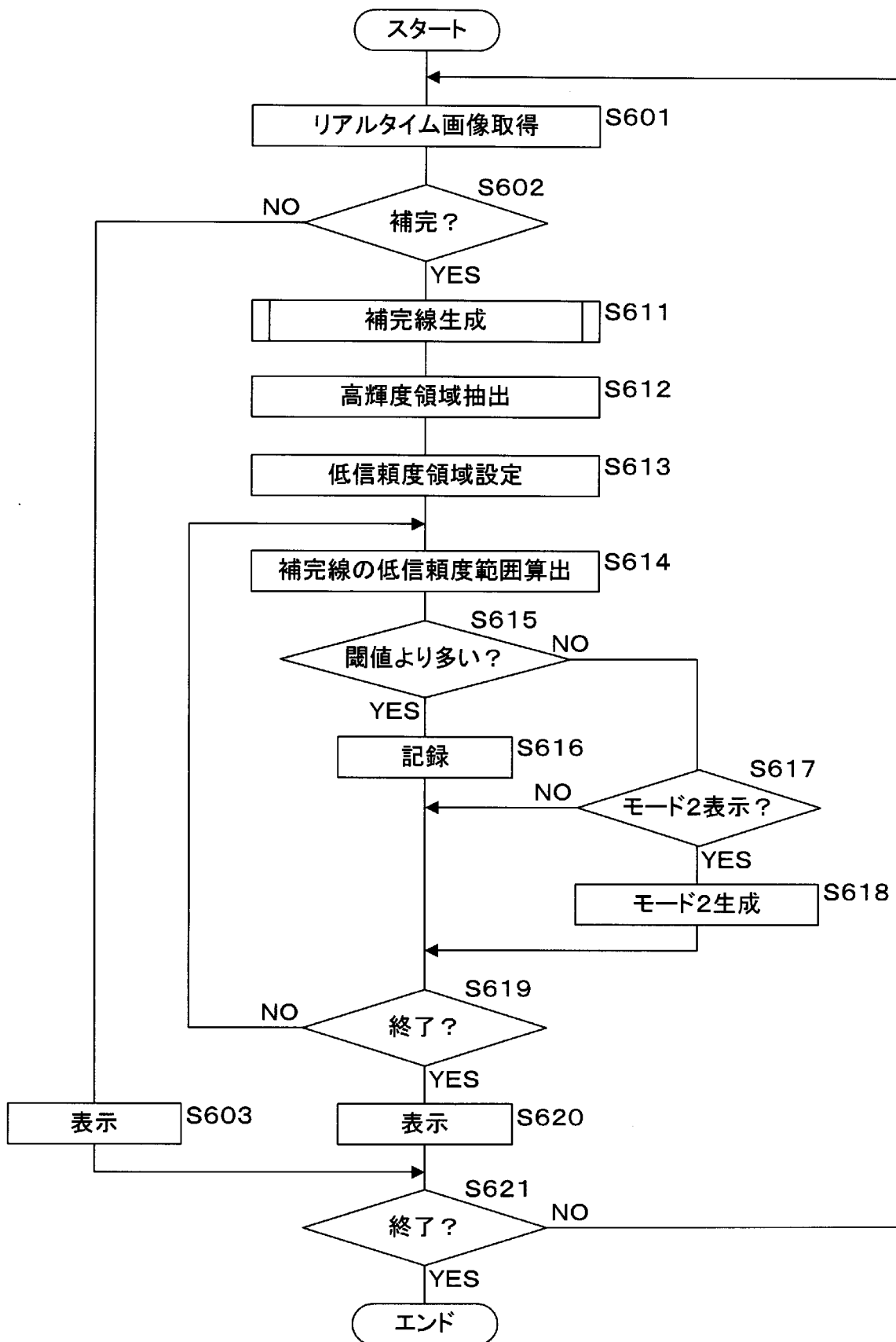
[図32]



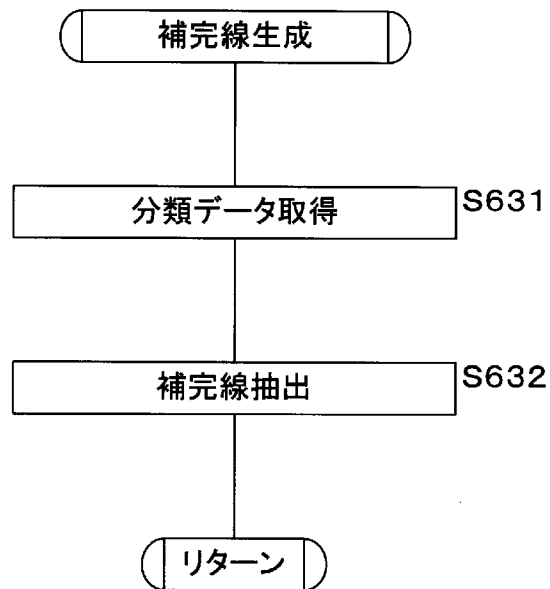
[図33]



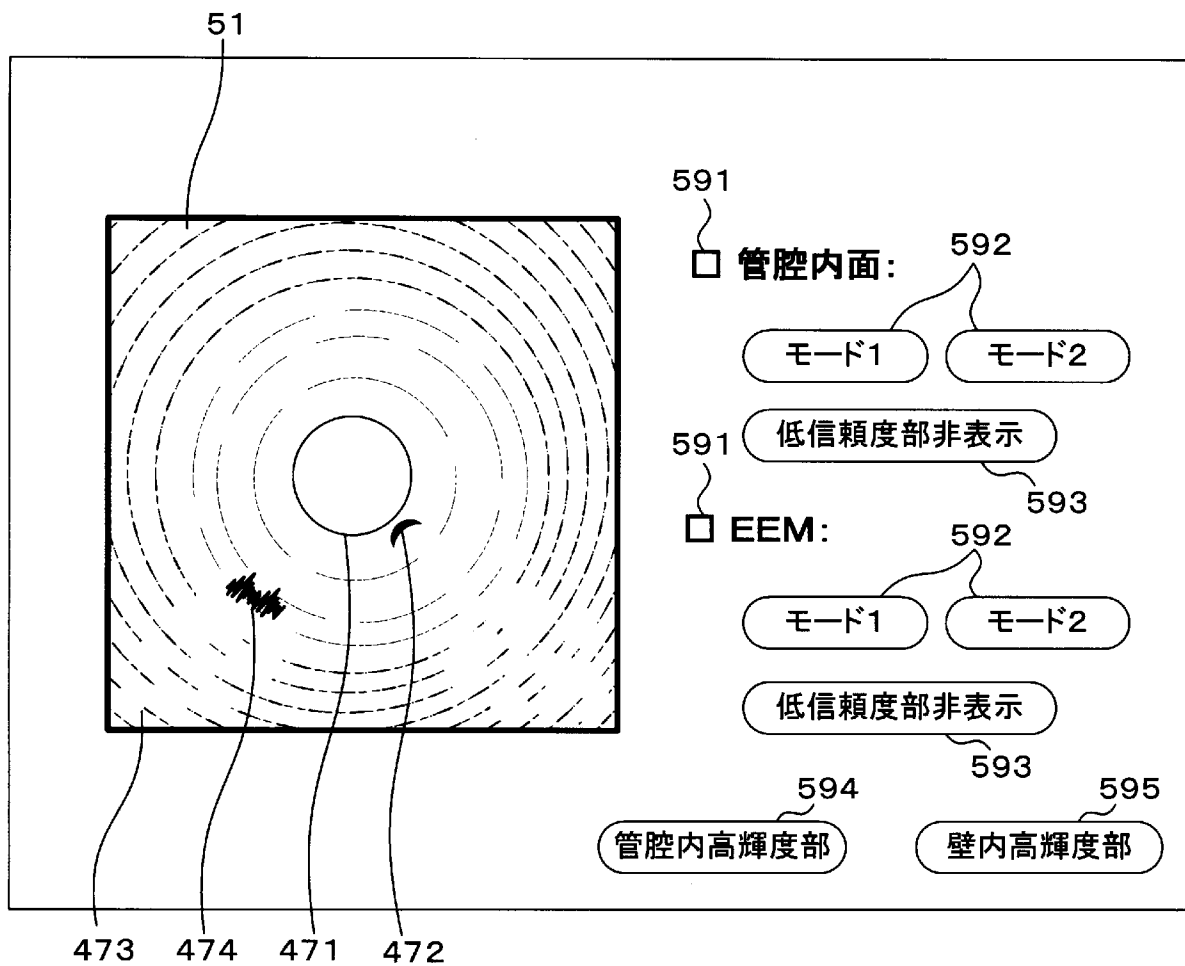
[図34]



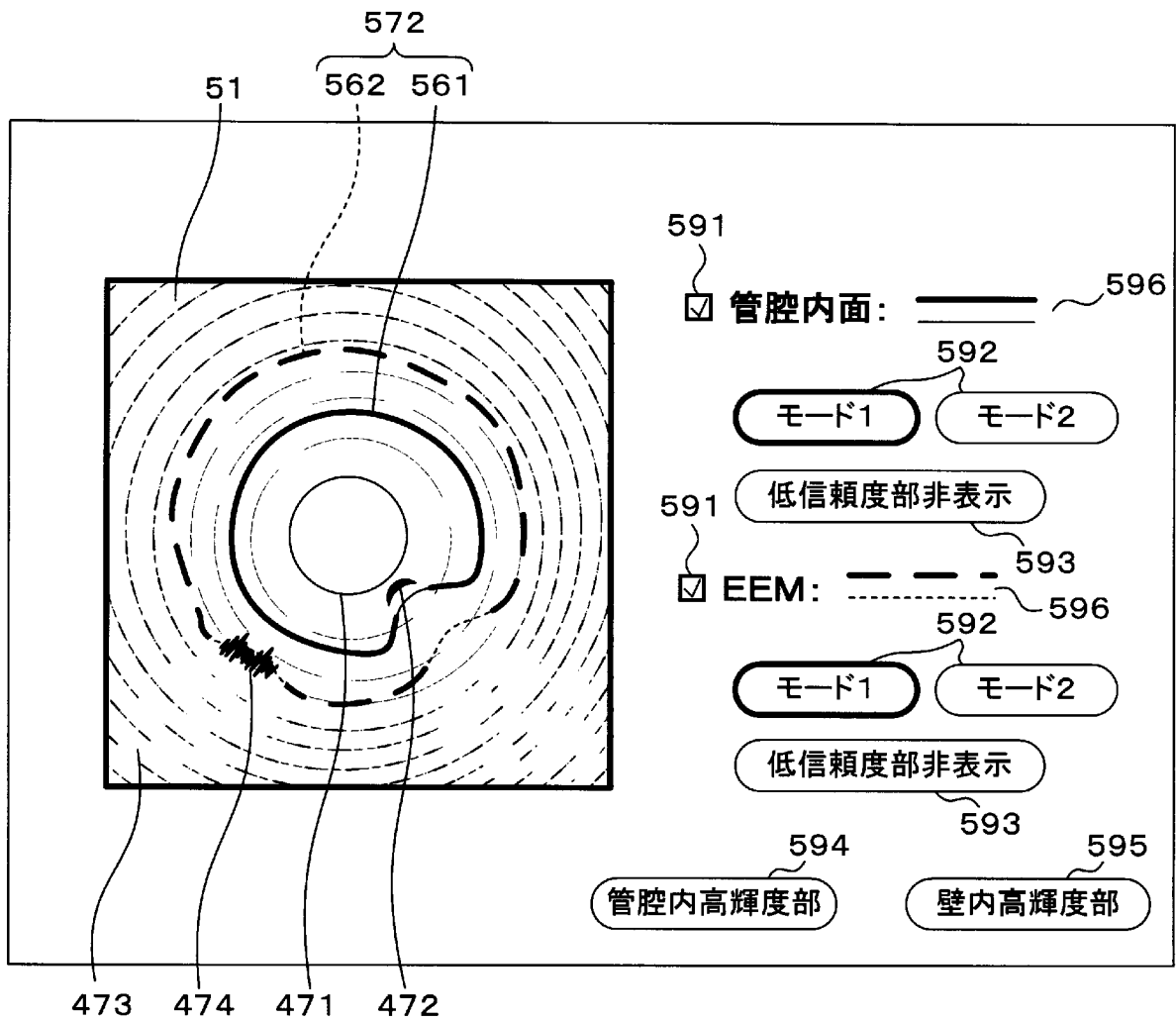
[図35]



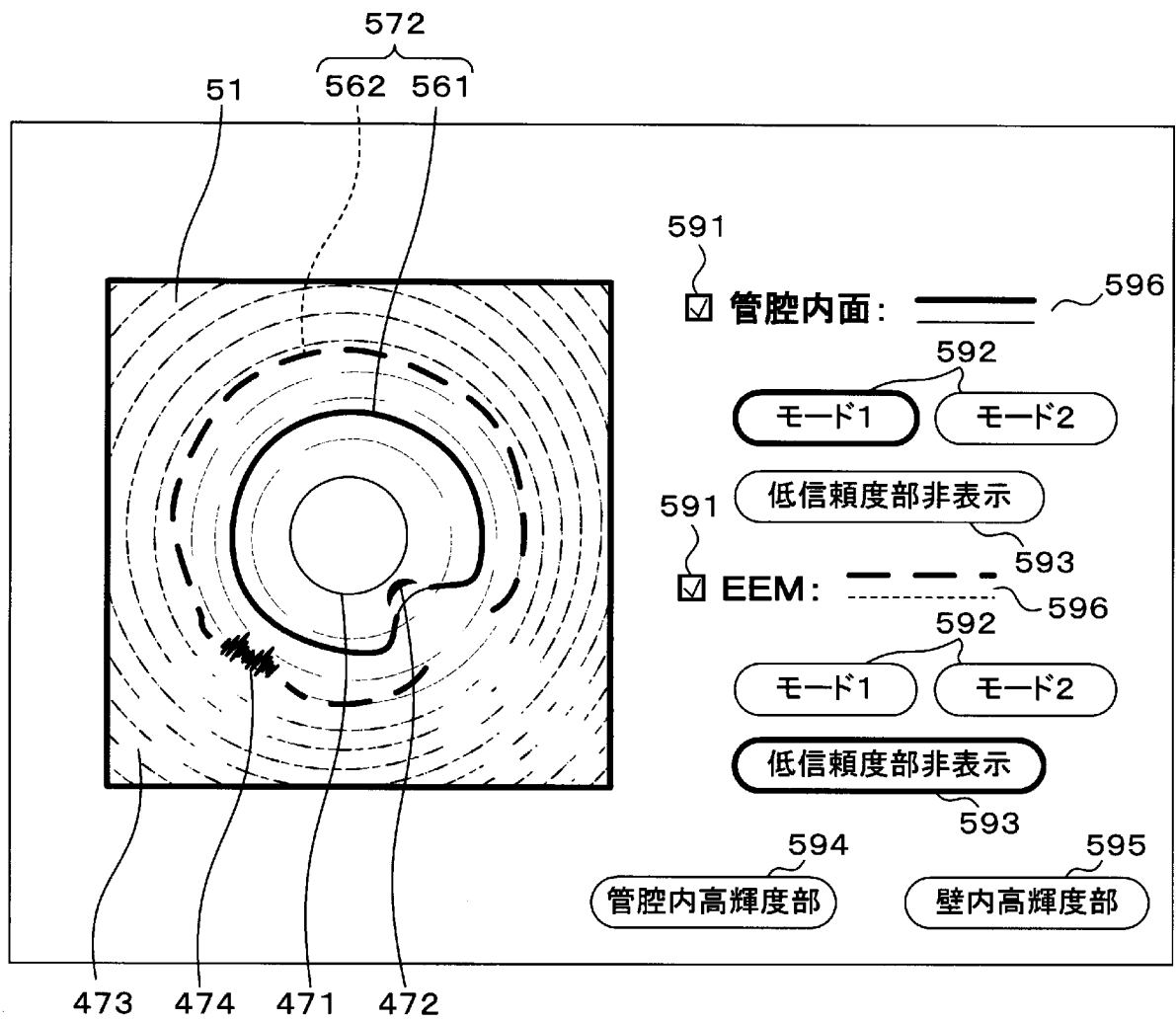
[図36]



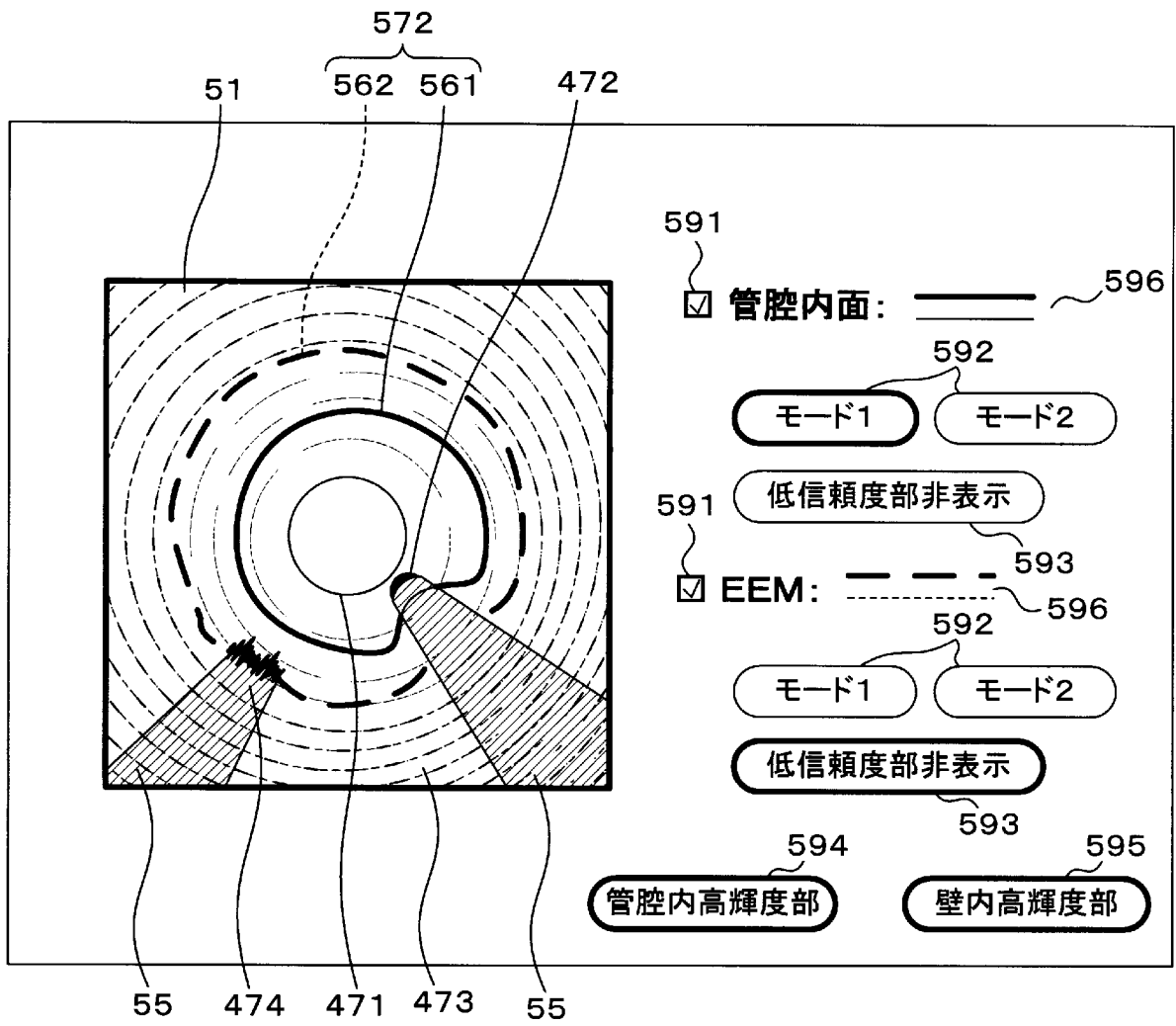
[図37]



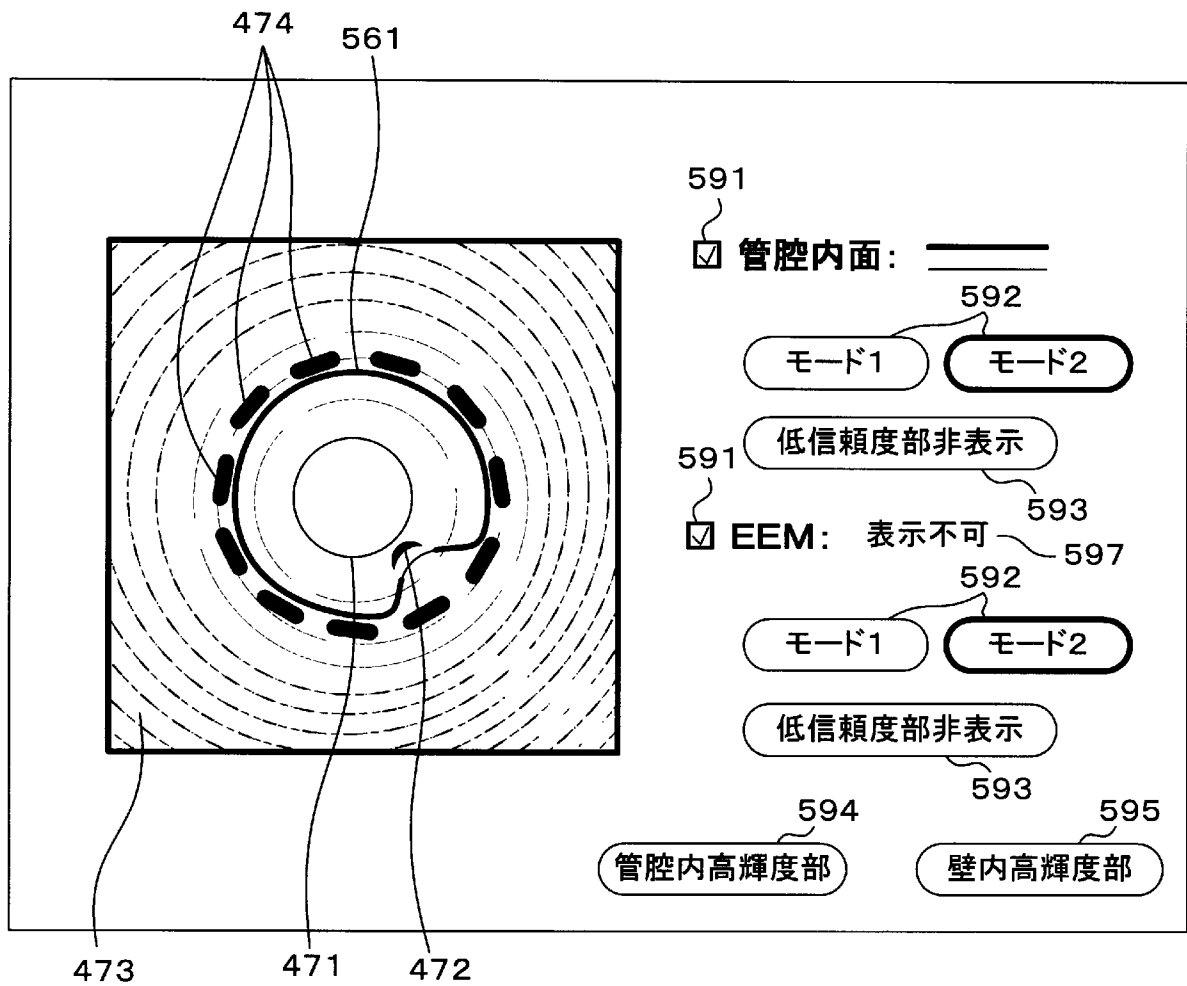
[図38]



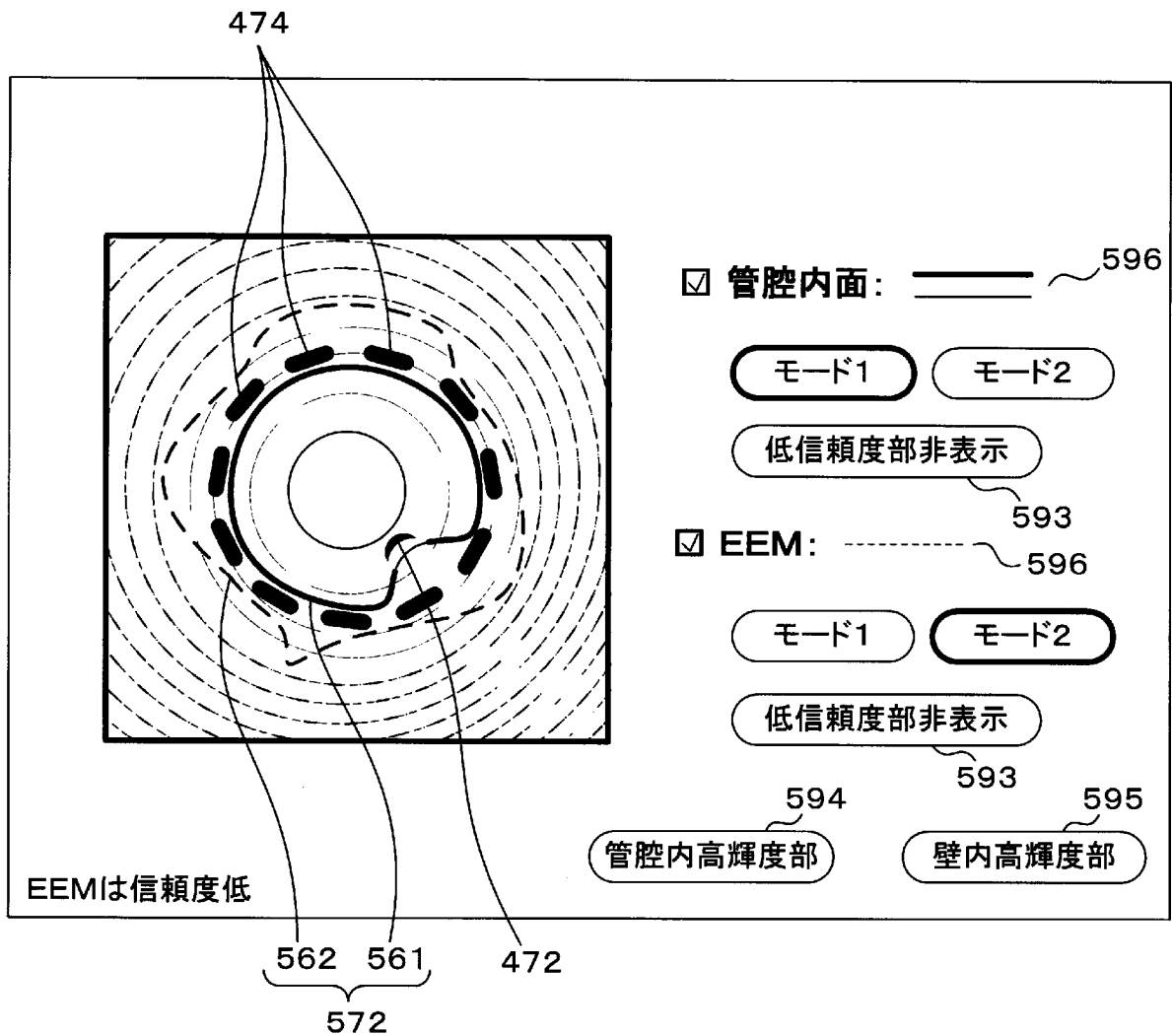
[図39]



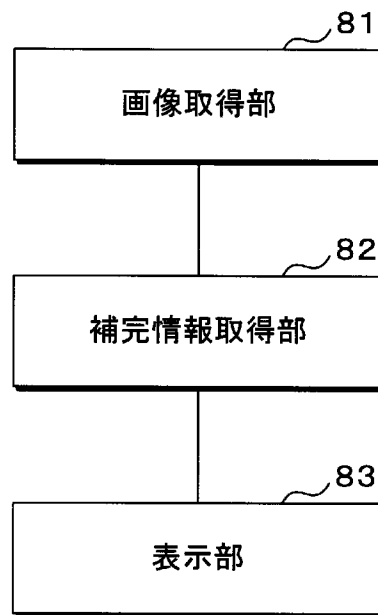
[図40]

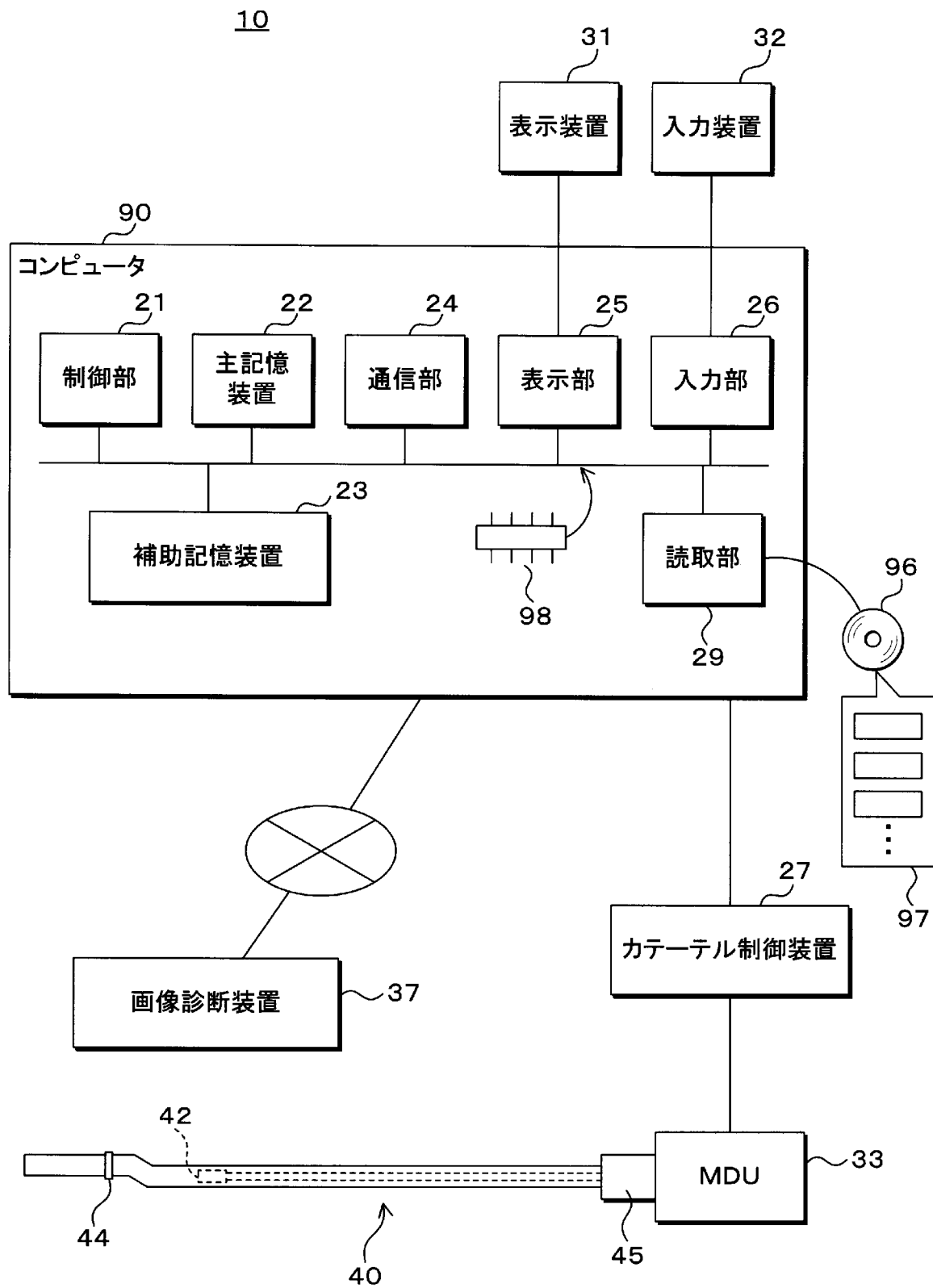


[図41]



[図42]

10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/013600

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 8/12 (2006.01) i; A61B 1/00 (2006.01) i; A61B 1/045 (2006.01) i
FI: A61B8/12; A61B1/00 526; A61B1/045 614; A61B1/045 622; A61B1/00 530
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)

A61B8/12; A61B1/00; A61B1/045

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
X	JP 2013-505782 A (LIGHTLAB IMAGING, INC.) 21 February 2013 (2013-02-21) paragraphs [0025]-[0043], fig. 1-11	1, 3-9, 14-21
Y	paragraphs [0025]-[0043], fig. 1-11	2, 12-13
X	US 2012/0075638 A1 (CASE WESTERN RESERVE UNIVERSITY) 29 May 2012 (2012-05-29) paragraphs [0033]-[0091], fig. 2-15	1, 4-5, 7-11, 15-21
Y		2, 12-13
Y	JP 2017-104550 A (CANON INC.) 15 June 2017 (2017-06-15) paragraphs [0086]-[0104], fig. 5-6	2, 12-13
A	JP 2013-111443 A (HITACHI ALOKA MEDICAL, LTD.) 10 June 2013 (2013-06-10) entire text all drawings	1-21
A	JP 2009-014914 A (OLYMPUS CORP.) 22 January 2009 (2009-01-22) entire text all drawings	1-21



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

"I" 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
31 May 2021 (31.05.2021)

Date of mailing of the international search report
08 June 2021 (08.06.2021)

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/JP2021/013600

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2013-505782 A	21 Feb. 2013	US 2014/0276011 A1 paragraphs [0057]- [0076], fig. 1-11 (Family: none)	
US 2012/0075638 A1	29 May 2012	US 2017/0168150 A1 paragraphs [0089]- [0114], fig. 5-6 CN 106852684 A (Family: none)	
JP 2017-104550 A	15 Jun. 2017	US 2009/0092278 A1 whole document	
JP 2013-111443 A	10 Jun. 2013		
JP 2009-014914 A	22 Jan. 2009		

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 8/12(2006.01)i; A61B 1/00(2006.01)i; A61B 1/045(2006.01)i FI: A61B8/12; A61B1/00 526; A61B1/045 614; A61B1/045 622; A61B1/00 530														
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）） A61B8/12; A61B1/00; A61B1/045														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021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												
X	JP 2013-505782 A（ライトラプ イメージング、 インコーポレイテッド） 21.02.2013 (2013 - 02 - 21) [0025]-[0043], 図1-11	1, 3-9, 14-21												
Y	[0025]-[0043], 図1-11	2, 12-13												
X	US 2012/0075638 A1 (CASE WESTERN RESERVE UNIVERSITY) 29.05.2012 (2012 - 05 - 29) [0033]-[0091], FIG. 2-15	1, 4-5, 7-11, 15-21												
Y		2, 12-13												
Y	JP 2017-104550 A（キャノン株式会社） 15.06.2017 (2017 - 06 - 15) [0086]-[0104], 図5-6	2, 12-13												
A	JP 2013-111443 A（日立アロカメディカル株式会社） 10.06.2013 (2013 - 06 - 10) 全文全図	1-21												
A	JP 2009-014914 A（オリンパス株式会社） 22.01.2009 (2009 - 01 - 22) 全文全図	1-21												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 31.05.2021	国際調査報告の発送日 08.06.2021													
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） 姫島 あや乃 2U 5062 電話番号 03-3581-1101 内線 3292													

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/JP2021/013600

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2013-505782	A	21.02.2013	US 2014/0276011 A1 [0057]-[0076], FIG. 1-11	
US	2012/0075638	A1	29.05.2012	(ファミリーなし)	
JP	2017-104550	A	15.06.2017	US 2017/0168150 A1 [0089]-[0114], FIG. 5-6	
				CN 106852684 A	
JP	2013-111443	A	10.06.2013	(ファミリーなし)	
JP	2009-014914	A	22.01.2009	US 2009/0092278 A1 whole document	