

(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)

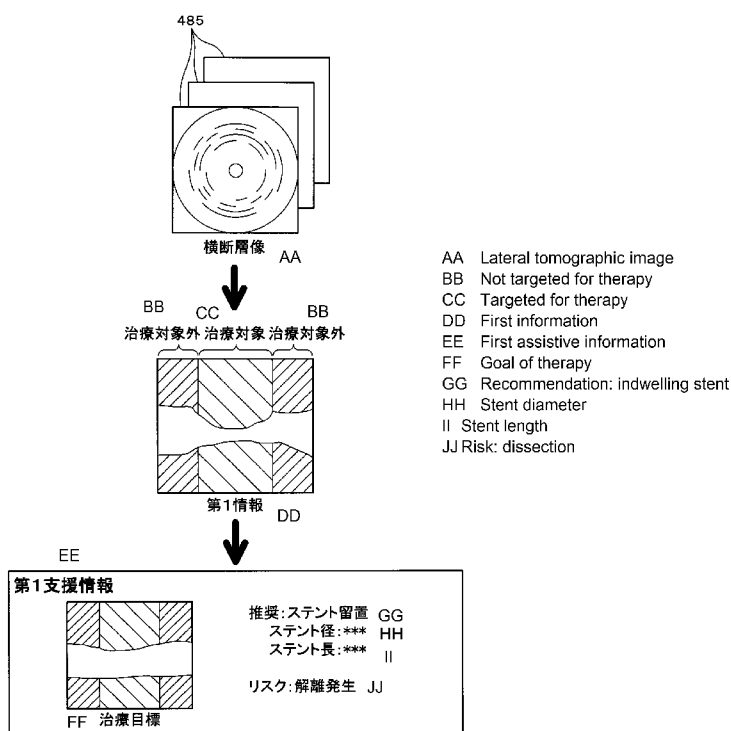


(10) 国際公開番号  
**WO 2021/199960 A1**

- (51) 国際特許分類:  
A61B 8/12 (2006.01) A61B 1/313 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/009302
- (22) 国際出願日: 2021年3月9日(09.03.2021)
- (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 2020-061511 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番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 坂口 雄紀 (SAKAGUCHI, Yuki); 〒2590151 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口1500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1500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1500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).
- (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,

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

(54) 発明の名称: プログラム、情報処理方法、および情報処理システム



(57) Abstract: Provided are a program and similar that make a catheter system easier to use. This program causes a computer to perform a process wherein a catheter for diagnostic imaging that has been inserted into a hollow organ is used to acquire a plurality of tomographic images (485) generated along the hollow organ, first information relating to the condition of the hollow organ or the condition of the area around the hollow organ is acquired on the basis of the acquired tomographic images (485), and first assistive information that aids diagnosis or treatment is outputted on the

WO 2021/199960 A1

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).

規則4. 17に規定する申立て :

- 一 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て (規則4. 17(v))

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

basis of the acquired first information.

(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前記管腔器官に沿って複数枚生成された断層像 (485) を取得し、取得した断層像 (485) に基づいて前記管腔器官の状態、または、前記管腔器官周辺の状態に関する第1情報を取得し、取得した前記第1情報に基づいて診断または処置を支援する第1支援情報を入力する処理をコンピュータに実行させる。

## 明 細 書

発明の名称：

プログラム、情報処理方法、および情報処理システム

技術分野

[0001] 本発明は、プログラム、情報処理方法、および情報処理システムに関する。

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] 画像診断用カテーテルを用いて撮影した断層像の読影には熟練を要する。読影結果を基にして、もしくは、読影結果とその他の医療情報と組み合わせることで治療戦略を立案するにはさらに熟練を要する。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前記管腔器官に沿って複数枚生成された断層像を取得し、取得した断層像に基づいて前記管腔器官の状態、または、前記管腔器官周辺の状態に関する第1情報を取得し、取得した前記第1情報に基づいて診断または処置を支援する第1支援情報を入力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による処理の概要を説明する説明図である。  
[図5]第1モデルの構成を説明する説明図である。  
[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]実施の形態3のカテーテルシステムの構成を説明する説明図である。  
[図12]実施の形態4のカテーテルシステムによる処理の概要を説明する説明図である。  
[図13]実施の形態4の第1モデルの構成を説明する説明図である。  
[図14]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15]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16]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17]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18]実施の形態5のカテーテルシステムによる処理の概要を説明する説明図である。  
[図19]実施の形態5の第1モデルの構成を説明する説明図である。  
[図20]実施の形態5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5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6のカテーテルシステムによる処理の概要を説明する説明図である。

[図23]実施の形態7のカテーテルシステムによる処理の概要を説明する説明図である。

[図24]実施の形態7のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図25]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26]実施の形態8のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図27]実施の形態8のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図28]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29]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30]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31]修正DBのレコードレイアウトを説明する説明図である。

[図32]実施の形態10のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図33]実施の形態10のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図34]実施の形態10のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図35]実施の形態10のカテーテルシステムが表示する画面の例である。

[図36]実施の形態10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10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10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11のカテーテルシステムの機能ブロック図である。

[図40]実施の形態12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。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。

[0011] 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。プローブ部41の先端部近傍に、環状の先端マーカ44が固定されている。

[0012] MDU 33の機能により、プローブ部41の内部でセンサ42およびシャフト43が回転しながら進退可能である。センサ42を一定の速度でMDU 33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、プローブ部41を中心とし、プローブ部41に略垂直な複数枚の横断層像485 (図4参照) が、所定の間隔で連続的に撮影される。

[0013] センサ42は、たとえば超音波の送受信を行なう超音波トランスデューサ、または、近赤外光の照射と反射光の受信を行なうOCT (Optical Coherence Tomography) 用の送受信部である。画像診断用カテーテル40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。

[0014] 図2は、血管の内側から超音波断層像を撮影する際に用いられるIVUS

(Intravascular Ultrasound) 用の画像診断用カテーテル 40 の例を示す。以下の説明では、画像診断用カテーテル 40 は I V U S 用カテーテルである場合を例にして説明する。

- [0015] なお、画像診断用カテーテル 40 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 42 を用いた、電子ラジアル走査型の画像診断用カテーテル 40 であってもよい。
- [0016] 画像診断用カテーテル 40 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 42 を有してもよい。画像診断用カテーテル 40 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 42 を有してもよい。
- [0017] 画像診断用カテーテル 40 は、血管壁等の管腔壁に加えて、たと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、たとえば心嚢、心臓等の管腔器官の外側に存在する臓器等、管腔器官の周辺の構造を含む断層像を撮影できる。画像診断用カテーテル 40 は、センサ 42 が挿入されている部分の管腔壁に加えて、当該管腔器官から分岐する管腔器官、および、当該管腔器官に合流する管腔器官を含む断層像を撮影できる。
- [0018] 以後の説明においては、縦断層像を生成可能な複数の横断層像 485 の組を 1 セットの横断層像 485 と記載する。同様に、画像診断用カテーテル 40 を使用して縦断層像を生成可能な 1 セットの横断層像 485 を取得することを、1 回の画像取得と記載する。
- [0019] 1 セットの横断層像 485 は、たとえば M D U 33 による 1 回のプルバック操作により取得される。1 セットの横断層像 485 は、ユーザが手動で画像診断用カテーテル 40 の押し引き操作を行なっている間に取得されてもよい。ここで画像診断用カテーテル 40 の押し引き操作には、プローブ部 41 を押し引きする操作と、プローブ部 41 の内部でセンサ 42 を押し引きする操作との両方を含む。
- [0020] たとえば、ユーザはセンサ 42 を略一定の速度で引き戻す操作、または、

押し込む操作を行なう。ユーザが音声入力等により取得開始を指示してから、取得終了を指示するまでの間に取得された横断層像485が、1セットの横断層像485を構成する。

[0021] ユーザがセンサ42を押し引きする量を検出するセンサ等を設けてもよい。ユーザがセンサ42を所定の範囲にわたって引き戻す間、または押し込む間に取得された画像が、1セットの横断層像485を構成する。

[0022] センサ42の位置を検出可能である場合には、ユーザはセンサ42の押し引き操作を任意の速度および向きで行なってもよい。プローブ部41の長手方向に沿った順番に並べ替えた横断層像485が、1セットの横断層像485を構成する。横断層像485間の間隔が一定でない場合には、それぞれの横断層像485にはプローブ部41の長手方向に沿った位置情報が関連づけて記録される。なお、以下の説明では、横断層像485の間隔が一定である場合を例に説明する。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] 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、第 1 モデル 71 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イスである。

[0027] 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イスである。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イスである。カテーテル制御部 271 は、MDU 33 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横断層像 485 および縦断層像の生成等を行なう。カテーテル制御部 271 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。なお、制御部 21 が、カテーテル制御部 271 の機能を実現してもよい。

[0028] 情報処理装置 20 は、HIS (Hospital Information System) 等を介して、X線血管撮影装置、X線CT (Computed Tomography) 装置、MRI (Magnetic Resonance Imaging) 装置、PET (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 37 と接続されている。

[0029] 本実施の形態の情報処理装置 20 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 は、カテーテルシステム 10 による処理の概要を説明する説明図である。制御部 21 は、カテーテル制御部 271 から 1 セットの横断層像 485 を取得する。制御部 21 は、取得した横断層像 485 に基づいて、治療対象の領域と治療対象外の領域とを判定した判定情報等を含む第 1 情報を生成する。

[0031] なお、制御部 21 はたとえば「治療対象の領域」、「治療対象と治療対象外との境界領域」、「治療対象外の領域」のように 3 段階以上の判定を行なってもよい。制御部 21 は、それぞれの横断層像 485 における管腔器官の内径を第 1 情報とともに出力してもよい。

- [0032] 図4に示す例では、制御部21は管腔器官の長手方向に沿って治療対象の領域と治療対象外の領域とを判定している。管腔器官の長手方向に沿って1回の画像取得操作で走査した領域の中央部に、治療対象である狭窄部が存在している。
- [0033] 制御部21は、第1情報に基づいてユーザによる診断または処置を支援する第1支援情報を出力する。図4に示す例では、管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療目標を示す模式図、推奨する処置等の治療方法と使用する器具、および処置に伴う合併症リスク等のリスクが第1支援情報に含まれている。
- [0034] 図示を省略するが、推奨する処置を実行する際の手順および使用する機材等の、処置方法に関する情報も、第1支援情報に含まれる。処置方法に関する情報は、たとえば機材の取り扱い説明書等であってもよい。
- [0035] 図5は、第1モデル71の構成を説明する説明図である。第1モデル71は、1セットの横断層像485を受け付けて、それぞれの横断層像485に対応する管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療の要否を出力するモデルである。なお、「治療の要否」は、管腔器官の内部で処置を行なうIVR (Interventional Radiology) の要否であっても、服薬および食事療法等を含む一般的な治療の要否であってもよい。
- [0036] なお、第1モデル71は、1枚の横断層像485の入力を受け付けて、管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療の要否を出力するモデルであってもよい。このような第1モデル71を使用する場合には、制御部21は横断層像485を1枚ずつ第1モデル71に入力して、治療の要否を取得する処理を、横断層像485の枚数分繰り返す。
- [0037] 前述のとおり、第1モデル71はMDU33によるプルバック操作で得た1セットの横断層像485を受け付けるモデルであっても、センサ42を手動操作で進退させて得た1セットの横断層像485の入力を受け付けるモデルであってもよい。
- [0038] 第1モデル71は、MDU33による1回のプルバック操作で得た横断層

像485のうちの半分、または1/3等、一部分の横断層像485の入力を受け付けて、管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療の要否を出力するモデルであってもよい。このような第1モデル71を使用する場合には、制御部21は受け付け可能な数の横断層像485を第1モデル71に入力して治療の要否を取得する処理を、必要な回数繰り返す。

[0039] 第1モデル71は、入力層と、ニューラルネットワーク719と、複数のソフトマックス層711と、それぞれのソフトマックス層711に連結された選択層712と、出力層とを備える。ニューラルネットワーク719は、たとえば複数の畳込み層とプーリング層との組と、全結合層とを有するCNN (Convolutional Neural Network) である。

[0040] 第1モデル71は、入力を受け付ける横断層像485の枚数と同じ数のソフトマックス層711および選択層712を有する。ニューラルネットワーク719からそれぞれのソフトマックス層711に対して、1枚の横断層像485に対応する管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療の要否の確率を示す特徴量が出力される。

[0041] ソフトマックス層711により、特徴量が確率に変換される。具体的には、たとえば「0パーセント以上10パーセント未満」、「10パーセント以上20パーセント未満」等の階層ごとの確率がソフトマックス層711から出力される。

[0042] 選択層712により、1枚の横断層像485に対応する管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療の要否の確率が選択されて出力される。横断層像485は、たとえば最も確率が高い階層を選択して、その代表値を出力する。選択層712は、それぞれの階層の代表値と当該階層に対する確率とに基づいて、治療の要否の確率を算出して出力してもよい。

[0043] 図6は、カテーテルシステム10が表示する画面の例である。以下の説明では、管腔器官の一種である血管の狭窄に対する治療に使用されるカテーテルシステム10を例にして説明する。

[0044] 図6に示す画面は、モード図欄524、現寸法欄528、目標形状欄523

、目標寸法欄 5 2 9、推奨処置欄 5 3 4 およびリスク欄 5 3 5 を含む。模式図欄 5 2 4 には、カテーテル制御部 2 7 1 が生成した縦断層像に基づいて管腔器官の内径を抽出しても模式化した図を、第 1 モデル 7 1 の出力に基づいて色分けした模式図が表示されている。なお、「治療対象外」は第 1 モデル 7 1 により治療が不要であると出力された部分を示す。

[0045] 現寸法欄 5 2 8 に、制御部 2 1 がカテーテル制御部 2 7 1 から取得した縦断層像を画像解析して算出した、管腔器官の最小内径および管腔器官内腔の最小断面積が表示されている。最小断面積の下に、第 1 モデル 7 1 が治療対象と判定した横断層像 4 8 5 の枚数に、走査時のスライス厚を積算して算出した、治療対象長さが表示されている。制御部 2 1 が模式図欄 5 2 4 および現寸法欄 5 2 8 に表示する情報は、第 1 情報の例示である。

[0046] なお、制御部 2 1 は模式図欄 5 2 4 に模式図の代わりに縦断層像を表示してもよい。このようにする場合、制御部 2 1 はたとえば枠で囲む、または、着色する等の表示方法により、治療対象である部分を表示できる。ユーザは、模式図欄 5 2 4 により管腔器官の長手方向に沿った状態変化を確認できる。

[0047] 制御部 2 1 は、模式図欄 5 2 4 および目標形状欄 5 2 3 に、3次元の模式図を表示してもよい。具体的には、制御部 2 1 は、たとえばカテーテルの中心軸で交差する 2 つの平面で切断したカットモデル状の図を表示する。ユーザは、3次元の模式図により管腔器官の内表面の形態を、容易に把握できる。

[0048] 目標形状欄 5 2 3 には、治療目標に基づいて変形させた模式図が表示されている。目標寸法欄 5 2 9 に、治療目標である目標最小内径および目標最小断面積が表示されている。制御部 2 1 は、医学会または医療施設等で定められたガイドライン等に基づいて、治療目標を自動的に取得する。

[0049] 目標寸法欄 5 2 9 に表示する情報の算出方法の具体例を説明する。たとえば、ガイドライン等で処置後の目標最小開口率が面積を基準にして定められている場合、制御部 2 1 は「治療対象外」である部分の内腔の断面積と、目

標最小開口率とを積算することにより、処置後の目標最小断面積を算出する。さらに制御部 21 は、(1) 式により目標最小内径を算出する。

[0050] [数1]

$$\text{目標最小内径} = 2 \times \sqrt{\frac{\text{目標最小断面積}}{\pi}} \dots\dots (1)$$

[0051] なお、上記の目標最小内径および目標最小断面積の算出方法は例示であり、これに限定するものではない。制御部 21 は、目標寸法欄 529 に目標最小内径および目標最小断面積以外の任意の項目を表示してもよい。

[0052] 目標形状欄 523 に表示する、治療目標に基づいて変形させた模式図の生成方法の具体例を説明する。制御部 21 は、模式図欄 524 に表示した模式図の内腔の、図 6 における縦方向の midpoint を算出する。制御部 21 は、算出した midpoint から上下にそれぞれ (1) 式に基づいて算出した目標最小内径の半分離れた点を抽出する。抽出した点が、処置後の目標内腔の表面を示す。

[0053] 制御部 21 は、図 6 における横方向に沿って、処置後の目標内腔の表面を示す点を抽出する。制御部 21 は、抽出した点同士を結ぶ線を用いて、治療目標に基づいて変形させた模式図を生成し、目標形状欄 523 に表示する。

[0054] なお、上述の治療目標に基づいて変形させた模式図の生成方法は例示であり、これに限定されるものではない。制御部 21 は、任意の手法に基づいて、治療後の模式図を生成できる。

[0055] 推奨処置欄 534 に、推奨する処置および当該処置に使用する器具の仕様が表示されている。図 6 に示す例では「ステント留置」の処置が推奨されるとともに、適切なステントの仕様が表示されている。適切なステントの仕様は、狭窄部の内径および治療を要する部分の長さ等によって、変動する。

[0056] 制御部 21 が推奨処置欄 534 に表示する処置は、「ステント留置」に限定しない。制御部 21 は、管腔器官および管腔上記周辺の状態に基づいて、たとえば「バルーン血管形成術」、「血栓溶解術」、「アテレクトミー」、「塞栓術」、「焼灼術」、「ドレナージ」、「フィルタ留置」等の推奨処置

を表示する。

- [0057] たとえば、推奨処置が「バルーン血管形成術」である場合、制御部21は推奨するバルーンの仕様に加えて、加圧する圧力および時間等の治療条件を表示してもよい。たとえば推奨処置が「血栓溶解術」である場合、制御部は推奨する薬剤散布用のカテーテルの仕様に加えて、薬剤の種類、濃度、量および散布時間等の治療条件を表示してもよい。
- [0058] 制御部21は、医学会または医療施設等で定められたガイドライン等に基づいて、推奨する処置を自動的に選択する。制御部21は、選択した処置、最小内径、最小断面積および治療対象部の長さに基づいて、推奨する機器の仕様を抽出する。
- [0059] なお、制御部21は、推奨処置欄534に推奨する機器の型番等を表示してもよい。制御部21は、医療機関で保有している機器の在庫の中から、推奨する機器の型番等選択して、表示してもよい。制御部21は、推奨する機器の型番を複数表示してもよい。型番が表示されることにより、看護師等のコメディカルスタッフが速やかに使用する器具を準備できる。
- [0060] リスク欄535に、推奨処置欄534に表示した処置を行なうことに対するリスクが表示されている。制御部21は、医学会または医療施設等で定められたガイドライン等に基づいて、推奨する処置に対するリスクを自動的に取得する。
- [0061] 以上に説明した様に、制御部21は目標形状欄523、推奨処置欄534およびリスク欄535により、第1支援情報を表示する。制御部21は、前述のガイドライン等に定められた推奨レベル、および、出典であるガイドラインの名称等の、情報の妥当性を示す妥当性情報を表示してもよい。
- [0062] 制御部21は、第1情報の入力を受け付けて、第1支援情報を出力する学習モデルにより、第1支援情報を取得してもよい。制御部21は、学習モデルから第1支援情報とその確度とを取得して、表示してもよい。
- [0063] たとえば、画像取得操作を行なった場所と患部とがずれている場合、走査した範囲には治療を要する部分が含まれない。治療を要する部分が存在しな

い、制御部 2 1 は推奨処置欄 5 3 4 にその旨を表示する。ユーザは、画像診断用カテーテル 4 0 を管腔器官に挿入する長さ等を変更して、再度画像取得操作を行なう。

[0064] 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 7 においては、目標形状欄 5 2 3 に留置されたステントが模式的に記載されている。ユーザは、ステント留置が推奨されていることを、推奨処置欄 5 3 4 に加えて目標形状欄 5 2 3 でも確認できる。

[0065] 制御部 2 1 は、推奨処置欄 5 3 4 に表示した処置の変更を受け付けてもよい。たとえばユーザは、プルダウンメニューまたは音声入力等のユーザインターフェイスを介して、「ステント留置」を「バルーン血管形成術」に変更するように指示できる。制御部 2 1 は、バルーン血管形成術の処置を行なう場合に使用するバルーンの仕様および拡張圧力等を推奨処置欄 5 3 4 に出力する。

[0066] 制御部 2 1 が出力するバルーンの仕様は、たとえばバルーンの品種名、寸法およびバルーンの種類である。バルーンの寸法は、バルーンの全長および拡張時の外径を含む。バルーンの種類は、たとえばセミコンプライアントバルーンおよびノンコンプライアントバルーンである。制御部 2 1 は、バルーンに加える圧力と外径との関係を示すコンプライアンスチャートも出力してもよい。

[0067] 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。制御部 2 1 は、カテーテル制御部 2 7 1 から 1 セットの横断層像 4 8 5 を取得する（ステップ S 8 0 1）。制御部 2 1 は、取得した横断層像 4 8 5 を第 1 モデル 7 1 に入力して、それぞれの横断層像 4 8 5 に対応する管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療の要否に関する第 1 情報を取得する（ステップ S 8 0 2）。

[0068] 制御部 2 1 は、治療の要否を判定する（ステップ S 8 0 3）。具体的には、制御部 2 1 は第 1 モデル 7 1 から治療を要するという判定が出力された横断層像 4 8 5 が存在するか否かを判定する。

- [0069] 治療を要しないと判定した場合（ステップS803でNO）、制御部21は推奨処置欄534に治療を要しない旨を表示する（ステップS804）。その後、制御部21は処理を終了する。
- [0070] 治療を要すると判定した場合（ステップS803でYES）、制御部21はカテーテル制御部271から取得した横断層像485または縦断層像を画像解析して、「治療対象外」である部分の内径および断面積と、狭窄部の内径および断面積とを算出する（ステップS811）。
- [0071] 具体的には、制御部21はエッジ抽出等の処理を行ない、管腔器官の内側の境界を抽出する。制御部21は、それぞれの横断層像485から管腔器官の内径および内腔の断面積を抽出する。制御部21は、第1モデル71が治療対象外であると判定した断面における内径および断面積の代表値を算出する。制御部21は、第1モデル71が治療を要すると判定した断面における最小内径および最小断面積、すなわち狭窄部の内径および断面積を算出する。
- [0072] 制御部21は、第1モデル71が治療対象と判定した横断層像485の枚数に走査時のスライス厚を積算して、治療対象長さを算出する（ステップS812）。なお、制御部21は内径または断面積が所定の基準を下回る部分の長さに基づいて、治療対象長さを算出してもよい。
- [0073] 制御部21は、医学会または医療施設等で定められたガイドライン等に基づいて、推奨する治療方法を自動的に取得する（ステップS813）。ガイドライン等は、たとえばフローチャートまたは選択木の形式に整理されて、補助記憶装置23に記憶されている。患者の既往症等の属性により推奨される治療方法が変化する場合には、制御部21は、電子カルテ等から必要な情報を取得するか、または、ユーザによる入力を要求するダイアログボックスを表示する。
- [0074] 制御部21は、前述のガイドライン等に基づいて治療目標を自動的に取得する（ステップS814）。たとえば、ガイドライン等で処置後の目標最小開口率が面積を基準にして定められている場合、制御部21は「治療対象外

」である部分の内腔の断面積に関する代表値を算出する。代表値は、たとえば平均値、最小値、または最大値等の任意の統計量である。代表値は、たとえば管腔器官の長手方向に沿って「治療対象外」である部分の中央部の断面積であってもよい。

[0075] 制御部21は算出した代表値と、目標最小開口率とを積算することにより、処置後の目標最小断面積を算出する。さらに制御部21は、目標最小断面積に基づいて前述の(1)式により目標最小内径を算出する。

[0076] なお、上記の目標最小内径および目標最小断面積の算出方法は例示であり、これに限定するものではない。制御部21は、目標寸法欄529に目標最小内径および目標最小断面積以外の任意の項目を表示してもよい。

[0077] 制御部21は、ユーザによる治療目標の入力を受け付けてもよい。ユーザは、治療目標をたとえば数値で入力する。ユーザは、モード図欄524上で治療目標をタップ操作等により入力してもよい。

[0078] 制御部21は、推奨する治療デバイスを取得する(ステップS815)。具体的には、治療デバイスの種類は、ステップS813で取得した治療方法により定められる。たとえば「ステント留置」を行なう場合には、ステントが使用される。

[0079] ステントには、径および長さ等の仕様の異なる様々なバリエーションが存在し、患部の状態に応じて選択される。制御部21は、ステップS811で算出した「治療対象外」である部分および狭窄部の内径および断面積と、ステップS812で算出した治療対象長さとに基づいて、ステントの径および長さを判定する。

[0080] 制御部21が推奨する治療デバイスは、ステントに限定しない。治療デバイスは、たとえば管腔器官内留置用フィルタまたは塞栓コイル等の、任意の管腔内留置デバイスであってもよい。対象である管腔器官が血管である場合には、管腔内留置デバイスは、血管内留置デバイスであってもよい。

[0081] 治療デバイスは、拡張バルーンまたはロータブレード等の管腔内径拡張デバイス、レーザ治療用カテーテル等のエネルギー処置デバイス、または、薬

剤散布カテーテル等の薬剤散布デバイスであってもよい。

[0082] 制御部21は、前述のガイドライン等に基づいて治療に伴うリスクを自動的に取得する（ステップS816）。制御部21は、モード図欄524および目標形状欄523に表示するモード図を生成する（ステップS817）。

[0083] 目標形状欄523に表示する、治療目標に基づいて変形させたモード図の生成方法の具体例を説明する。制御部21は、モード図欄524に表示したモード図の内腔の、図6における縦方向の midpoint を算出する。制御部21は、算出した midpoint から上下にそれぞれ（1）式に基づいて算出した目標最小内径の半分離れた点を抽出する。抽出した点が、処置後の目標内腔の表面を示す。

[0084] 制御部21は、図6における横方向に沿って、処置後の目標内腔の表面を示す点を抽出する。制御部21は、抽出した点同士を結ぶ線を用いて、治療目標に基づいて変形させたモード図を生成し、目標形状欄523に表示する。

[0085] なお、上述の治療目標に基づいて変形させたモード図の生成方法は例示であり、これに限定されるものではない。制御部21は、任意の手法に基づいて、治療後のモード図を生成できる。

[0086] 制御部21は、図6または図7を使用して説明した画面を表示する（ステップS818）。その後、制御部21は処理を終了する。

[0087] 本実施の形態によると、治療が必要な範囲を管腔器官の長手方向に沿って自動的に判定して出力するカテーテルシステム10を提供できる。したがって、比較的経験の浅いユーザであっても容易に使用できるカテーテルシステム10を提供できる。

[0088] 本実施の形態によると、治療が必要である場合に、推奨する処置の内容、その処置に使用する推奨機材の仕様を表示するカテーテルシステム10を提供できる。ユーザは、たとえばステントのように多種類の仕様が用意されている機材であっても、速やかに必要な機材を決定できる。

[0089] なお、制御部21は、医療機関で保有している機材のリストから、推奨機材の型番等を選択して表示してもよい。ユーザが機材を速やかに決定できるカテーテルシステム10を提供できる。制御部21は、推奨機材の仕様また

は型番を複数表示してもよい。ユーザは、専門的見地に基づいて使用する機材を選択できる。

[0090] 本実施の形態によると、治療のリスクを表示するカテーテルシステム10を提供できる。リスクを確認することにより、ユーザはリスクを回避するべく慎重に処置を実施できる。コメディカルスタッフ等はリスクの表示を確認することで不測の事態への備えを行なえる。

[0091] 制御部21は、推奨する処置とは異なる処置の選択を受け付けて、当該処置に推奨する機材および当該処置のリスクを表示してもよい。制御部21が推奨した処置とは異なる処置をユーザが選択した場合であってもユーザを支援するカテーテルシステム10を提供できる。

[0092] [実施の形態2]

本実施の形態は、ユーザが手動で病変部位を入力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。

[0093] 図9は、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9に示す画面には、縦断層像欄52、横断層像欄51、項目選択欄585、開始ボタン588および終了ボタン589が表示されている。横断層像欄51には、前述の横断層像485が表示されている。縦断層像欄52には、カテーテル制御部271が生成した縦断層像が表示されている。

[0094] 縦断層像欄52の縁に、横断層像欄51に表示されている横断層像485の位置を示す横断層位置マーカ551が表示されている。横断層像欄51の縁に、縦断層像欄52に表示されている縦断層像の位置を示す縦断層位置マーカ552が表示されている。制御部21は、たとえば後述する狭窄度が最も高い横断層像485を、デフォルトで横断層像欄51に表示する。

[0095] ユーザは、入力装置32を操作して横断層位置マーカ551および縦断層位置マーカ552の位置を変更することにより、表示する断面を適宜変更できる。なお、制御部21は、ユーザからの音声入力を受け付けてもよい。

[0096] 制御部21は、狭窄度が最も高い横断層像485を含む特徴的な横断層像485の位置を示すマーカを縦断層像欄52の縁に表示してもよい。ユーザ

が表示されたマーカを選択した場合、制御部 2 1 は選択されたマーカに対応する横断層像 4 8 5 を表示する。

[0097] ユーザは、項目選択欄 5 8 5 を操作して入力する項目を選択できる。図 9 は、「病変領域」を入力中の例を示す。項目選択欄 5 8 5 から「病変領域」の選択を受け付けた後に、開始ボタン 5 8 8 の選択を受け付けた場合、制御部 2 1 は縦断層像欄 5 2 および横断層像欄 5 1 に閉曲線 5 7 6 を表示する。

[0098] ユーザは、カーソル 5 7 5 を適宜操作することにより、閉曲線 5 7 6 が「病変領域」を囲む様に調整できる。制御部 2 1 は、縦断層像欄 5 2 に重畳した閉曲線 5 7 6 の高さ、横断層像欄 5 1 に重畳した閉曲線 5 7 6 の高さとが一致するように、カーソル 5 7 5 により操作していない方の閉曲線 5 7 6 を自動的に調整する。

[0099] 横断層位置マーカ 5 5 1 および縦断層位置マーカ 5 5 2 の操作も併用して、所望の範囲を閉曲線 5 7 6 で囲んだ後に、ユーザは終了ボタン 5 8 9 を選択する。終了ボタン 5 8 9 の選択を受け付けた場合、制御部 2 1 は「病変領域」の設定終了を受け付ける。

[0100] 「病変領域」は、前記管腔器官の状態、または、前記管腔器官周辺の状態に関する第 1 情報の例示である。すなわち制御部 2 1 は、管腔器官に挿入された画像診断用カテーテル 4 0 を用いて生成した断層像に基づいてユーザにより入力された第 1 情報を取得する。

[0101] 同様にして、制御部 2 1 はたとえば「石灰化領域」、「プラーク領域」等の入力を受け付けてもよい。制御部 2 1 は、領域の代わりに特定の部分の幅または長さ等の指定を受け付けてもよい。これらはいずれも第 1 領域の例示である。

[0102] 縦断層像欄 5 2 および横断層像欄 5 1 には、管腔内処置に対する処置を行なった後に画像診断用カテーテル 4 0 を使用して取得した処置後断層像 4 8 7 (図 2 2 参照)、具体的には処置後縦断層像および処置後横断層像がそれぞれ表示されていてもよい。制御部 2 1 は、処置後断層像 4 8 7 に基づいて処置を行なった後の状態に関する情報を受け付ける。

[0103] 図10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21は、カテーテル制御部271から1セットの横断層像485および縦断層像を取得する（ステップS831）。制御部21は、取得した横断層像485および縦断層像を、図9を使用して説明した画面に表示する（ステップS832）。制御部21は、ユーザによる項目選択欄585、開始ボタン588、カーソル575および終了ボタン589等の操作に基づいて、病変領域の範囲等の第1情報を取得する（ステップS833）。

[0104] 制御部21は、取得した第1情報に基づいて病変領域の面積、体積、長さ等の寸法を算出する（ステップS834）。制御部21は、医学会または医療施設等で定められたガイドライン等に基づいて治療の要否を判定する（ステップS835）。ガイドライン等は、たとえばフローチャートまたは選択木の形式に整理されて、補助記憶装置23に記憶されている。

[0105] 患者の既往症等の属性により推奨される治療方法が変化する場合には、制御部21は、電子カルテ等から必要な情報を取得するか、または、ユーザによる入力を要求するダイアログボックスを表示する。

[0106] 治療を要しないと判定した場合（ステップS835でNO）、制御部21は推奨処置欄534に治療を要しない旨を表示する（ステップS804）。その後、制御部21は処理を終了する。

[0107] 治療を要すると判定した場合（ステップS835でYES）、制御部21は前述のガイドライン等に基づいて、推奨する治療方法を自動的に取得する（ステップS813）。以後の処理は、図8を使用して説明した処理の流れと同一であるため、説明を省略する。

[0108] 本実施の形態によると、ユーザが第1領域を手入力できるカテーテルシステム10を提供できる。たとえば、精度の高い第1モデル71が生成されていない場合であっても使用可能なカテーテルシステム10を提供できる。

[0109] [実施の形態3]

本実施の形態は、カテーテル制御装置27と情報処理装置20とが別体で

あ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。

[0110] 図 11 は、実施の形態 3 のカテーテルシステム 10 の構成を説明する説明図である。本実施の形態のカテーテルシステム 10 は、情報処理装置 20、カテーテル制御装置 27、MDU 33 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 およびバスを備える。

[0111] カテーテル制御装置 27 は、MDU 33 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横断層像 485 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。

[0112] カテーテル制御装置 27 と情報処理装置 20 とは、ケーブルまたは無線通信を介して直接接続されていても、ネットワークを介して接続されていてもよい。

[0113] 本実施の形態の情報処理装置 20 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。情報処理装置 20 は、分散処理を行なう複数のパソコン等であってもよい。

[0114] [実施の形態 4]

本実施の形態は、画像診断用カテーテル 40 により取得した断層像に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれのオブジェクトの配置とを関連づけてマッピングするカテーテルシステム 10 に関する。

[0115] 図 12 は、実施の形態 4 のカテーテルシステム 10 による処理の概要を説明する説明図である。制御部 21 は、カテーテル制御部 271 から 1 セットの横断層像 485 を取得する。制御部 21 は、取得した横断層像 485 に基づいて横オブジェクト配置像 483 を生成する。横オブジェクト配置像 483 は、横断層像 485 に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれの

オブジェクトの範囲とを関連づけてマッピングした画像である。

[0116] 制御部 21 は、1 セットの横オブジェクト配置像 483 に基づいて縦オブジェクト配置像 484 を生成する。具体的には制御部 21 は、それぞれの横オブジェクト配置像 483 から、縦断層像に対応する位置の画素を抽出し、補間処理等を行ない再構成することにより、縦断層像に対応する縦オブジェクト配置像 484 を形成する。この処理は、1 セットの横断層像 485 から縦断層像を形成する方法と同様であるため、詳細については説明を省略する。

[0117] 1 セットの横断層像 485 に基づいて 3 次元データを生成し、それぞれのボクセルに対してオブジェクトの種類を示すラベルを付与する 3 次元セマンティックセグメンテーションを行なってもよい。3 次元セマンティックセグメンテーション結果により生成した 3 次元のオブジェクト配置像から、縦断層像に対応する縦オブジェクト配置像 484 を生成できる。

[0118] 横オブジェクト配置像 483 および縦オブジェクト配置像 484 は、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する第 1 情報の例示である。

[0119] 第 1 情報は、横オブジェクト配置像 483 および縦オブジェクト配置像 484 に基づいて算出した、オブジェクトの長さ、面積、角度および体積等を含んでもよい。第 1 情報は、画像診断用カテーテル 40 を用いて撮影した断層像に基づいて算出した、管腔器官または当該管腔器官周辺の長さ、面積、角度および体積等を含んでもよい。

[0120] 管腔器官が血管であり、カテーテル制御部 271 が血流の向きまたは速度等の、血流に関する情報を算出可能である場合には、第 1 情報は血流に関する情報を含んでもよい。

[0121] 制御部 21 は、第 1 情報に基づいてユーザによる診断または処置を支援する第 1 支援情報を出力する。図 12 に示す例では、管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療目標を示す模式図、推奨する処置等の治療方法と使用する器具、および処置に伴うリスクが第 1 支援情報に含まれている。

- [0122] 図13は、第1モデル71を説明する説明図である。第1モデル71は、横断層像485を受け付けて、横断層像485に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれのオブジェクトの範囲とを関連づけてマッピングした横オブジェクト配置像483を出力するモデルである。第1モデル71は、機械学習により生成されている。
- [0123] 図13に示す横オブジェクト配置像483において、縦線のハッチングは、「画像診断用カテーテル40の断面」を、横線のハッチングは「管腔器官壁」を、右下がりのハッチングは「管腔器官の内側」を、左下がりのハッチングは「ガイドワイヤ」を、細かい格子状のハッチングは「石灰化」をそれぞれ示す。
- [0124] 「ガイドワイヤ」は、ガイドワイヤ自体、ガイドワイヤによって生じた多重エコー、および、ガイドワイヤによって生じた音響陰影を含む。同様に「石灰化」は、石灰化した部分自体、石灰化した部分によって生じた多重エコー、および、石灰化した部分によって生じた音響陰影を含む。
- [0125] 図12および図13中のハッチングは、それぞれのオブジェクトを異なる色で塗り分けていることを模式的に示す。オブジェクトの塗り分けは、それぞれのオブジェクトを区別して表示する方法の一例である。それぞれのオブジェクトの外縁を囲む等の任意の態様により、他のオブジェクトと識別可能に表示してもよい。
- [0126] ここで、「画像診断用カテーテルの断面」、「管腔器官壁」、「管腔器官の内側」、「ガイドワイヤ」および「石灰化」は、横断層像485に含まれるオブジェクトの例示である。たとえば、「ガイドワイヤ自体」と、「ガイドワイヤによって生じた多重エコー」と、「ガイドワイヤによって生じた音響陰影」とが、それぞれ異なるオブジェクトに分類されてもよい。同様に、管腔器官壁に生じた「プラーク」、「解離」等の病変部が、それぞれ異なるオブジェクトに分類されてもよい。
- [0127] 以後の説明においては、1セットの横断層像485の入力を受け付けて、それぞれの横断層像485に対応する横オブジェクト配置像483を出力す

るモデルを例に説明する。

- [0128] 第1モデル71はMDU33によるプルバック操作で得た1セットの横断層像485を受け付けるモデルであっても、センサ42を手動操作で進退させて得た1セットの横断層像485の入力を受け付けるモデルであってもよい。第1モデル71は、1枚の横断層像485の入力を受け付けるモデルであってもよい。第1モデル71は、1回のプルバック操作で得た横断層像485のうちの半分、または1/3等の入力を受け付けるモデルであってもよい。
- [0129] 第1モデル71は、たとえばセマンティックセグメンテーションモデルであり、入力層と、ニューラルネットワークと、出力層とを備える。ニューラルネットワークは、たとえばセマンティックセグメンテーションを実現するU-Net構造を有する。U-Net構造は、多層のエンコーダ層と、その後ろに接続された多層のデコーダ層とにより構成される。セマンティックセグメンテーションにより、入力された画像を構成するそれぞれの画素に対して、オブジェクトの種類を示すラベルが付与される。
- [0130] 制御部21は、ラベルにしたがってそれぞれの画素の表示方法を定めることにより図13の横オブジェクト配置像483に示すように、オブジェクトをその種類ごとに異なる色または地模様等の態様によりマッピングした出力画像を生成できる。
- [0131] 第1モデル71は、Mask R-CNNモデル、その他任意の機械学習アルゴリズムに基づいて生成された、画像のセグメンテーションを実現するモデルであってもよい。
- [0132] なお、1セットの横断層像485全体を入力データにすることにより、隣接する横断層像485の情報が横オブジェクト配置像483に反映される。したがって、個々の横断層像485中のノイズ等の影響を受けにくく、オブジェクトの範囲を正確に出力する第1モデル71を実現できる。
- [0133] 図14は、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14に示す画面は、縦オブジェクト配置欄525、横断層像欄51、現

寸法欄 5 2 8、目標寸法欄 5 2 9、推奨処置欄 5 3 4 およびリスク欄 5 3 5 を含む。縦オブジェクト配置欄 5 2 5 には、前述の縦オブジェクト配置像 4 8 4 が表示されている。横断層像欄 5 1 には、前述の横断層像 4 8 5 が表示されている。

[0134] 現寸法欄 5 2 8 に、制御部 2 1 が縦オブジェクト配置像 4 8 4 またはカテーテル制御部 2 7 1 から取得した縦断層像を画像解析して算出した、管腔器官の最小内径および管腔器官内腔の最小断面積が表示されている。制御部 2 1 は、縦オブジェクト配置欄 5 2 5 および現寸法欄 5 2 8 により、管腔器官である血管の状態、または、血管周辺の状態に関する第 1 情報を表示する。

[0135] 目標寸法欄 5 2 9 に、治療目標である目標最小内径および目標最小断面積が表示されている。推奨処置欄 5 3 4 に推奨する処置が表示されている。制御部 2 1 は、推奨処置欄 5 3 4 に処置に使用する器具の仕様をさらに表示してもよい。リスク欄 5 3 5 に、推奨処置欄 5 3 4 に表示した処置を行なうことに対するリスクが表示されている。

[0136] 図 1 4 に示す例では、リスクは「解離」と「プラーク破綻」の 2 項目である。制御部 2 1 は目標寸法欄 5 2 9、推奨処置欄 5 3 4 およびリスク欄 5 3 5 により、第 1 支援情報を表示する。なお、制御部 2 1 は、推奨処置欄 5 3 4 に表示した処置を行なわないことに対するリスクをリスク欄 5 3 5 に表示してもよい。

[0137] 制御部 2 1 は、ユーザの指示に基づいて縦オブジェクト配置像 4 8 4 の代わりにカテーテル制御部 2 7 1 から取得した縦断層像を縦オブジェクト配置欄 5 2 5 に表示してもよい。制御部 2 1 は、ユーザの指示に基づいて横断層像 4 8 5 の代わりに横オブジェクト配置像 4 8 3 を横断層像欄 5 1 に表示してもよい。

[0138] 制御部 2 1 は、現寸法欄 5 2 8 の代わりに、または現寸法欄 5 2 8 とともに、たとえば冠血流予備量比 (FFR : Fractional Flow Reserve) 等の機能評価結果を表示してもよい。制御部 2 1 は、画像診断用カテーテル 4 0 の代わりに冠動脈に挿入されたプレッシャワイヤを用いて冠血流予備量比を測定

できる。

[0139] 図15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。ユーザが、リスク欄535に表示されているリスク項目のうち、長円で囲まれている「プラーク破綻」の根拠を示すように指示した場合に、制御部21は図15に示す画面を表示する。ユーザは、たとえばリスク欄535内の「プラーク破綻」の文字列をダブルクリックする等の操作により、根拠を表示する指示を入力できる。制御部21は、ユーザからの音声入力を受け付けてもよい。

[0140] 横断層像欄51には「プラーク破綻」というリスクの根拠である「不安定プラーク」のを含む横断層像485が表示されている。横断層像欄51の下側に、この部分に「不安定プラーク」が存在すると判定した旨を示す理由欄516が表示されている。

[0141] 制御部21は、たとえば「不安定プラーク」に対応するオブジェクトの面積が最も大きい横断層像485を抽出して、横断層像欄51に表示する。制御部21は、横断層像欄51に表示中の断層像の位置を示す位置に横断層位置マーカ551を移動させる。

[0142] 図15に示す画面例では「不安定プラーク」の範囲等を示すマーカは表示されていない。ユーザは横断層像485を直接観察できる。ユーザは、必要に応じて横断層位置マーカ551を操作して、制御部21が表示した横断層像485の前後の横断層像485を観察し、専門的見地に基づいてどのような処置を行なうかを判断できる。

[0143] 図16は、実施の形態4のカテゴリーシステムが表示する画面の例である。ユーザが「不安定プラーク」の存在に関する根拠を示すように指示した場合に、制御部21は図15に示す画面を表示する。横断層像欄51には「不安定プラーク」という判定の根拠となった根拠領域を示す根拠マーカ561を重畳させた横断層像485が表示されている。

[0144] 制御部21は、たとえばGrad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping)、または、Grad-CAM++等のモデル可視化手法に

より、根拠領域を抽出する。根拠領域は、第1モデル71に入力された複数の横断層像485中の、「石灰化」と判定された画素の出力に強く影響した領域である。根拠マーカ561は、出力への影響度が高い場所ほど細かいハッチングを用いて表示されている。

[0145] 図16を使用して説明した「不安定プラーク」を含む横断層像485、および、図16を使用して説明した根拠マーカ561は、「プラーク破綻」というリスクに関する根拠情報の例示である。

[0146] ユーザが、「不安定プラーク」の存在に関する根拠を示すように指示する方法の具体例を説明する。たとえば制御部21は、ユーザがカーソルを操作して理由欄516を長押ししている間、図16を使用して説明した画面により根拠マーカ561を表示する。制御部21は、ユーザが理由欄516の長押しを終了した場合に根拠マーカ561を消去して図15を使用して説明した画面に戻る。

[0147] 制御部21は、ユーザが理由欄516をクリックするたびに、根拠マーカ561の表示の有無を切り替えてもよい。制御部21は、理由欄516の代わりに横断層像欄51の長押しまたはクリックを受け付けた場合に、根拠マーカ561の表示の有無を切り替えてもよい。

[0148] 制御部21は、デフォルトで根拠マーカ561を表示し、ユーザが根拠マーカ561を長押ししている間、根拠マーカ561を消去してもよい。制御部21は、音声入力に基づいて図15を使用して説明した画面と図16を使用して説明した画面とを切り替えてもよい。

[0149] 図17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1セットの横断層像485を取得する（ステップS851）。制御部21は、取得した横断層像485を第1モデル71に入力して、横断層像485に含まれる複数のオブジェクトの種類と、それぞれのオブジェクトの範囲とを関連づけた横オブジェクト配置像483、および、それぞれの画素に対するオブジェクトの判定が正しい確率を取得する（ステップS852）。

[0150] 制御部 21 は、1 セットの横オブジェクト配置像 483 に基づいて、縦オブジェクト配置像 484 を生成する（ステップ S853）。制御部 21 は、生成した横オブジェクト配置像 483 および縦オブジェクト配置像 484 を補助記憶装置 23 に記録する。

[0151] 制御部 21 は横オブジェクト配置像 483 および縦オブジェクト配置像 484 を画像解析して、治療対象外である部分および最大狭窄部の寸法を算出する（ステップ S854）。ここで最大狭窄部は、狭窄の程度が最も著しい部分を意味する。

[0152] 具体的を挙げて説明する。制御部 21 はそれぞれの横オブジェクト配置像 483 から内腔の断面積を抽出する。内腔の断面積は、内腔を示すオブジェクトを構成する画素数と、1 ピクセル当たりの面積との積算により算出可能である。制御部 21 は、算出した断面積の最大値を治療対象外である部分の断面積であると判定し、最小値を最大狭窄部の断面積であると判定する。

[0153] なお、治療対象外である部分および最大狭窄部の判定基準は面積に限定しない。たとえば、最大内径、または平均直径等、任意の寸法に基づいて定めてもよい。制御部 21 は、ユーザによる治療対象外である部分および最大狭窄部の指定を受け付けてもよい。

[0154] 制御部 21 は、管腔器官の狭窄度を判定する（ステップ S855）。狭窄度は、たとえば（1）式または（2）式により定義される。

$$\text{狭窄度} = 1 - (\text{狭窄部の内径} / \text{治療対象外である部分の内径}) \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{狭窄度} = 1 - (\text{狭窄部の面積} / \text{治療対象外である部分の面積}) \quad \dots\dots (2)$$

狭窄度の算出式は、（1）式および（2）式に限定しない。制御部 21 は、ユーザから狭窄度の算出方法の選択または入力を受け付けてもよい。

[0155] 制御部 21 は、医学会または医療施設等で定められたガイドライン等に基づいて治療の要否を判定する（ステップ S856）。ガイドライン等は、たとえばフローチャートまたは選択木の形式に整理されて、補助記憶装置 23

に記憶されている。

- [0156] 患者の既往症等の属性により推奨される治療方法が変化する場合には、制御部21は、電子カルテ等から必要な情報を取得するか、または、ユーザによる入力を要求するダイアログボックスを表示する。
- [0157] 治療を要しないと判定した場合（ステップS856でNO）、制御部21は推奨処置欄534に治療を要しない旨を表示する（ステップS804）。その後、制御部21は処理を終了する。
- [0158] 治療を要すると判定した場合（ステップS856でYES）、制御部21は前述のガイドライン等に基づいて治療対象である狭窄部の長さを算出する（ステップS857）。たとえば、制御部21は内腔の断面積がガイドライン等で定められた閾値よりも小さい範囲の長さを算出する。制御部21は前述のガイドライン等に基づいて、推奨する治療方法を自動的に取得する（ステップS813）。
- [0159] 以後ステップS816までの処理は、図8を使用して説明した処理の流れと同一であるため、説明を省略する。制御部21は、図15および図16を使用して説明した画面を表示する（ステップS861）。その後、制御部21は処理を終了する。
- [0160] 本実施の形態によると、縦オブジェクト配置像484を表示してユーザを支援するカテーテルシステム10を提供できる。ユーザは、縦オブジェクト配置像484を参照することにより、断層像を速やかに理解できる。
- [0161] 本実施の形態によると、縦オブジェクト配置像484を表示してユーザを支援するカテーテルシステム10を提供できる。ユーザは、縦オブジェクト配置像484を参照することにより、断層像を速やかに理解できる。
- [0162] 本実施の形態によると、縦オブジェクト配置像484と縦断層像とを適宜切り替えて表示するカテーテルシステム10を提供できる。ユーザは、必要に応じて表示する画像を切り替えて観察できる。
- [0163] 本実施の形態によると、治療の要否、推奨する処置およびリスク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、リスクが

あると判定した部位の横断層像 485、および、リスクを判定した根拠を自動的に表示するカテーテルシステム 10 を提供できる。

[0164] [実施の形態 5]

本実施の形態は、画像診断用カテーテル 40 により取得した断層像を受け付けて、管腔器官、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力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。

[0165] 図 18 は、実施の形態 5 のカテーテルシステムによる処理の概要を説明する説明図である。制御部 21 は、カテーテル制御部 271 から 1 セットの横断層像 485 を取得する。制御部 21 は、取得した横断層像 485 に基づいてたとえば治療の要否および血流うっ滞の有無等、管腔器官、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を取得する。

[0166] 制御部 21 が取得する所見は、複数の項目のそれぞれに対する、「有」、「無」等の所定の選択肢に関する確率である。所見の詳細については後述する。所見は、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する第 1 情報の例示である。

[0167] 制御部 21 は、第 1 情報に基づいてユーザによる診断または処置を支援する第 1 支援情報を出力する。図 18 に示す例では、管腔器官または当該管腔器官の周辺に留置した留置デバイスの状態、推奨する処置等の治療方法と使用する器具、および処置に伴うリスクが第 1 支援情報に含まれている。

[0168] 図 19 は、実施の形態 5 の第 1 モデル 71 の構成を説明する説明図である。本実施の形態の第 1 モデル 71 は、1 セットの横断層像 485 を受け付けて、治療の要否、血流うっ滞の有無、または分岐の有無等、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力するモデルである。なお、「治療の要否」は、管腔器官の内部で処置を行なう I V R (Interventional Radiology) の要否であっても、服薬および食事療法等を含む一般的な治療の要否であってもよい。

[0169] 第 1 モデル 71 が出力する所見は、複数の項目のそれぞれに対する、「有

」、「無」等の所定の選択肢に関する確率である。表1から表4に、第1モデル71が確率を出力する項目の例を示す。表1から表4の1つの行は、一つの項目を示す。第1モデル71は、それぞれの項目ごとに選択肢の確率を出力する。表1から表4に、第1モデル71が出力する所見に含まれる項目の例を示す。

[0170] 表1は、血流情報に関する項目を示す。

[0171] [表1]

項目	選択肢
治療の必要性	有・無

[0172] 表2は、血流情報に関する項目を示す。

[0173] [表2]

項目	選択肢
血流うっ滞	有・無

[0174] 表3は、管腔器官および管腔器官周囲の定性的形状情報に関する項目を示す。

[0175] [表3]

項目	選択肢
分岐	有・無
プラークの破綻	有・無
内腔の不整	有・無
フラップ	有・無
解離	有・無
マルチベッセル	有・無

[0176] 表4は、管腔器官および管腔器官周囲の性状を示す性状情報に関する項目を示す。

[0177]

[表4]

項目	選択肢
石灰化の程度	強・中・弱・無
石灰化の深さ	表在・深在・無
減衰性プラーク	有・無
プラーク内出血	有・無
ステント内狭窄	有・無
血腫	有・無
管腔の種別	偽腔・真腔
瘤	有・無
スパズム	有・無

[0178] 表4に示す「ステント内狭窄」は、たとえば数か月から数年前に管腔器官内に留置したステントの狭窄の有無を示す。ステント留置の処置の直後に横断層像485を撮影した場合には、留置したステントの狭窄の有無を示す。すなわち、横断層像485は未処置管腔器官の断層像であっても、処置後の経過観察中の管腔器官の断層像であっても、一連の管腔器官内処置の終了直後に撮影した管腔器官の断層像であってもよい。

[0179] 表5は、管腔器官内に配置されたステント等の留置デバイスの状態を示すデバイス情報に関する項目を示す。

[0180] [表5]

項目	選択肢
ステント	有・無
ステント重複	有・無
ステントエッジ	有・無
ステント異常（破損）	有・無
ステント異常 （マルアポジション）	有・無
ステント異常 （プロトリュージョン）	有・無

[0181] 表1から表5に示す各項目は例示である。第1モデル71は、表1から表5に示す項目の一部に対する確率を出力してもよい。第1モデル71は、表1から表5に示す項目以外の項目に対する確率を出力してもよい。

- [0182] 表1から表5に示す各項目の選択肢は例示である。たとえば各表で「有」、「無」の2択で表示した項目について、「大」、「小」、「無」等の3択以上の選択肢を用いてもよい。
- [0183] 以後の説明においては、1セットの横断層像485の入力を受け付けて、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力するモデルを例に説明する。なお、第1モデル71は、1枚の横断層像485の入力を受け付けて、管腔器官、または、当該管腔器官周辺の状態の状態に関する所見を出力するモデルであってもよい。1回のプルバック操作で得た1セットの横断層像485のうちの半分、または1/3等、一部分の横断層像485の入力を受け付けて、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力するモデルであってもよい。
- [0184] 第1モデル71は、入力層と、ニューラルネットワーク719と、複数のソフトマックス層711と、出力層とを備える。ニューラルネットワーク719は、たとえば複数の畳込み層とプーリング層との組と、全結合層とを有するCNN (Convolutional Neural Network) である。表1から表4に示す1つの行について、1つのソフトマックス層711が設けられている。
- [0185] 入力層には、1セットの横断層像485を走査順に結合して1枚にした画像が入力される。ニューラルネットワーク719およびソフトマックス層711を介して、出力層に表1から表4に示す各項目に対する確率を出力する。
- [0186] たとえば図4においては、「治療の必要性」については「無」である確率が95パーセント、「血流うっ滞」については「無」である確率が90パーセント、「分岐」については「有」である確率が90パーセントである。なお、第1モデル71は、表1から表3についてそれぞれ分かれていてもよい。第1モデル71は、出力する項目ごとにそれぞれ分かれていてもよい。
- [0187] ソフトマックス層711の後段に、最も確率が高い選択肢を選択して出力する選択層が設けられていてもよい。
- [0188] 第1モデル71には、カテーテル制御部271がセンサ42から取得した

音線データ等の、横断層像485を形成する前段階のデータが入力されてもよい。

[0189] 図20は、実施の形態5のカテーテルシステム10が表示する画面の例である。図20に示す画面は、縦断層像欄52、横断層像欄51、所見欄53、現寸法欄528、目標寸法欄529、推奨処置欄534およびリスク欄535を含む。

[0190] 縦断層像欄52にはカテーテル制御部271から取得した縦断層像が表示されている。横断層像欄51には、カテーテル制御部271から取得した横断層像485が表示されている。すなわち、図20においては管腔器官に対する処置を行なった後の、処置後縦断層像および処置後横断層像が表示されている。

図20における縦断層像および横断層像485には、留置済のステントが描出されている。ステントを複数の黒丸で示す。

[0191] 制御部21は、第1モデル71から取得した所見のうち、所定の閾値よりも確率が高い所見を選択して、所見欄53に表示する。制御部21が所見欄53に表示する所見は、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する第1情報の例示である。

[0192] 現寸法欄528、目標寸法欄529、推奨処置欄534およびリスク欄535については、図14を使用して説明した実施の形態4の画面と同様であるため、説明を省略する。制御部21が推奨処置欄534、目標寸法欄529およびリスク欄535に表示する情報は、診断または処置を支援する第1支援情報の例示である。

[0193] 図20においては、所見は「ステント異常（マルアポジション）」、すなわち留置したステントが管腔器官の内壁に正しく接触していない状態である。「バルーン拡張」により、ステントを内側から上げなおす処置が推奨されている。

[0194] ユーザは、横断層位置マーカ551および縦断層位置マーカ552を操作して、ステントの状態および管腔器官の状態を確認して、実際に実施する処

置を判断できる。

[0195] 図21は、実施の形態5のカテーテルシステム10が表示する画面の例である。ユーザが「解離」のリスクに関する根拠を示すように指示した場合に、制御部21は図21に示す画面を表示する。縦断層像欄52には「解離」という判定の根拠となった根拠領域を示す根拠マーカ561を重畳させた縦断層像が表示されている。

[0196] 制御部21はたとえば、留置済のステントの端部の管腔器官壁が薄い場合、または、ステント端部の近傍に不安定プラークが存在する場合等に、医学会または医療施設等で定められたガイドライン等に基づいて、「解離」のリスクを表示する。制御部21は、これらのリスクの理由に該当する領域に、根拠マーカ561を重畳表示する。

[0197] 図21を使用して説明した根拠マーカ561は、「解離」というリスクを示す第1支援情報に関する根拠情報の例示である。

[0198] なお、学習モデルを用いて第1支援情報を出力した場合、制御部21はGrad-CAM、または、Grad-CAM++等のモデル可視化手法により、根拠領域を抽出して、根拠マーカ561を表示してもよい。

[0199] 本実施の形態は、図8を使用して説明した実施の形態1の処理の流れとほぼ同様であるため、相違点のみ簡単に説明する。ステップS802において、制御部21は図19を使用して説明した第1モデル71に横断層像485を入力して、管腔器官または当該管腔器官の周辺の状態に関する所見を取得する。

[0200] ステップS812において、制御部21はガイドライン等に基づいて治療対象である狭窄部の長さを算出する。

[0201] 本実施の形態によると、様々な所見の可能性を表示してユーザを支援するカテーテルシステム10を提供できる。

[0202] なお、制御部21は、所見欄53に表示した所見の根拠を示す根拠マーカ561を表示してもよい。制御部21は、たとえばGrad-CAM、または、Grad-CAM++等のモデル可視化手法により、第1モデル71か

ら出力された所見に関する根拠領域を抽出できる。

[0203] 第1モデル71には、横断層像485に加えて画像診断装置37を用いて撮影した画像、血圧、心拍数または酸素飽和度等の、リアルタイムで取得した医療情報が入力されてもよい。第1モデル71には、横断層像485に加えて既往症、身長、体重、過去に画像診断装置37を用いて撮影した画像等の、電子カルテから取得した医療情報が入力されてもよい。

[0204] このようにする場合、第1モデル71は、横断層像485と医療情報とを受け付けて、治療の要否、血流うっ滞の有無、または分岐の有無等、管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見を出力する。横断層像485以外の医療情報を第1モデル71の入力データに含めることにより、精度の高い所見を出力するカテーテルシステム10を提供できる。

[0205] [実施の形態6]

実施の形態6は、たとえばステント留置等の処置を行なった後に画像診断用カテーテル40を用いて撮影した1セットの処置後断層像487を使用するカテーテルシステム10に関する。処置は、管腔器官内に機器を留置するものに限定しない。たとえば管腔器官が血管である場合、「バルーン血管形成術」、「血栓溶解術」または「アテレクトミー」等の、機器を留置しない処置であってもよい。実施の形態5と共通する部分については、説明を省略する。

[0206] 図22は、実施の形態6のカテーテルシステムによる処理の概要を説明する説明図である。本変形例において制御部21は、たとえばステント留置等の処置を行なった後に画像診断用カテーテル40を用いて撮影した1セットの処置後断層像487を取得する。

[0207] 本実施の形態においては、実施の形態5の第1モデル71の代わりに第2モデルを使用する。第2モデルは、処置後断層像487を入力した場合に、処置後の管腔器官または当該管腔器官の状態に関する第2情報出力する。第2モデルは、図19を使用して説明した第1モデル71と同様の構成を有し処置を行なった後の状態に関する項目を出力する。

- [0208] 前述の表4に示す各項目は、第2モデルが出力する項目の例示である。第2モデルが出力する項目は、表4に示すステント等の留置デバイスの状態に関する定性的な項目に限定しない。第2モデルは、たとえばステントの平均内径、管腔器官の長手方向に沿ったステント内径の寸法変化または留置後のステント長さ等の、定性的な項目を出力してもよい。
- [0209] 第2モデルは、たとえば拡張術後の管腔器官の状態等、任意の処置を行なった後の状態に関する項目を出力してもよい。そのほか任意の項目を出力する第2モデルを使用できる。
- [0210] ユーザは、処置後の管腔器官の画像診断用カテーテル40を挿入して画像取得操作を行なう。制御部21は、カテーテル制御部271から1セットの処置後断層像487を取得する。制御部21は、取得した処置後断層像487を第2モデルに入力して、管腔器官および当該管腔器官の周辺の状態に関する第2情報を取得する。
- [0211] 制御部21は、第2モデルから取得した所見のうち、所定の閾値よりも確率が高い所見を選択する。制御部21は、前述のガイドライン等に基づいて、たとえばステントの再拡張等の追加の処置が必要であるか否かを判定する。追加の処置が必要であると判定した場合、制御部21は前述のガイドラインに基づいて追加の処置の目標寸法、推奨処置およびリスク等の第2支援情報を判定する。
- [0212] 制御部21は処置後断層像487および判定した結果を表示装置31に表示する。制御部21が表示する画面は、図20および図21を使用して説明した実施の形態5の画面と同様である。
- [0213] 本実施の形態において、制御部21が所見欄53に表示する所見は、処置の状態に関する第2情報の例示である。同様に、制御部21が推奨処置欄534、目標寸法欄529およびリスク欄535に表示する情報は、診断または処置を支援する第2支援情報の例示である。
- [0214] 本実施の形態の第2支援情報の判定方法は、実施の形態5の第1支援情報の判定方法と同様であるため、詳細についての説明は省略する。

[0215] 本実施の形態によると、処置を行なった後の管腔器官および当該管腔器官の周辺の状態に関する項目に特化して学習した第2モデルを使用することにより、処置後の状態に関して精度の高い情報を出力するカテーテルシステム10を提供できる。

[0216] 第2モデルには、処置後断層像487に加えて画像診断装置37を用いて撮影した画像、血圧、心拍数または酸素飽和度等の、リアルタイムで取得した医療情報が入力されてもよい。第2モデルには、処置後断層像487に加えて既往症、身長、体重、過去に画像診断装置37を用いて撮影した画像等の、電子カルテから取得した医療情報が入力されてもよい。

[0217] このようにする場合、第2モデルは、処置後断層像487と医療情報とを受け付けて、処置の状態に関する第2情報を出力する。処置後断層像487以外の医療情報を第2モデルの入力データに含めることにより、精度の高い第2情報および第2支援情報を出力するカテーテルシステム10を提供できる。

[0218] [実施の形態7]

本実施の形態は、処置前の管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する第1情報と、処置後の管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する第2情報とに基づいて、診断または処置を支援する第3支援情報を出力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。

[0219] 図23は、実施の形態7のカテーテルシステム10による処理の概要を説明する説明図である。

[0220] ユーザは処置を行なう前の管腔器官に画像診断用カテーテル40を挿入して画像取得操作を行なう。制御部21は、カテーテル制御部271から1セットの横断層像485を取得する。制御部21は、取得した横断層像485を補助記憶装置23または主記憶装置22に一時的に記憶する。

[0221] ユーザは処置を行なった後の管腔器官に画像診断用カテーテル40を挿入して画像取得操作を行なう。制御部21は、カテーテル制御部271から1

セットの処置後断層像487を取得する。制御部21は、取得した処置後断層像487を補助記憶装置23または主記憶装置22に一時的に記憶する。

[0222] 制御部21は、取得した横断層像485に基づいてたとえば治療の要否および血流うっ滞の有無等、管腔器官、または、当該管腔器官周辺の状態に関する第1情報を取得する。たとえば、制御部21は図5、図13または図19を使用して説明した第1モデル71に横断層像485を入力して、第1情報を取得する。

[0223] 制御部21は、取得した処置後断層像487に基づいてたとえばステントの状態等、処置後の管腔器官および当該管腔器官の周辺の状態に関する第2情報を取得する。たとえば制御部21は、実施の形態6で説明した第2モデルに処置後断層像487を入力して、第2情報を取得する。制御部21は、図13または図19を使用して説明した第1モデル71に処置後断層像487を入力して、第2情報を取得してもよい。

[0224] 制御部21は、第1情報および第2情報と、医学会または医療施設等で定められたガイドライン等に基づいて、追加治療の要否および追加治療が必要である場合には推奨される治療方法およびそのリスク等を含む第3支援情報を取得する。第3支援情報は、たとえば「ステント異常（マルアポジション）」等の処置の状態に関する情報、推奨する追加処置に関する情報、リスクに関する情報等を含む。第3支援情報は、たとえば推奨する投薬または食事療法等に関する情報を含んでもよい。

[0225] 図24は、実施の形態7のカテーテルシステム10が表示する画面の例である。図24に示す画面は、処置前縦断層像欄521、処置後縦断層像欄522、所見欄53、現寸法欄528、目標寸法欄529、推奨処置欄534およびリスク欄535を含む。

[0226] 処置前縦断層像欄521には、IVRを行なう前に画像診断用カテーテル40を使用して撮影した縦断層像が表示されている。処置後縦断層像欄522には、IVRを行なった後に画像診断用カテーテル40を使用して撮影した縦断層像が表示されている。

- [0227] 図24においては、ステント留置処置前後の縦断層像が処置前縦断層像欄521と処置後縦断層像欄522に表示されている処置前縦断層像欄521には、留置後のステントを含む縦断層像が表示されている。ステントを複数の黒丸で示す。
- [0228] 制御部21は、横断層像485に基づく第1情報と、処置後断層像487に基づく第2情報とに基づいて、処置後の状態に関する所見を所見欄53に、処置後の寸法を現寸法欄528にそれぞれ表示する。同様に制御部21は、推奨する追加処置を推奨処置欄534に、追加処置の目標寸法を目標寸法欄529に表示する。
- [0229] 制御部21は、追加処置のリスクをリスク欄535に表示する。なお、制御部21は、推奨処置欄534に表示した追加処置を行わないことに対するリスクをリスク欄535に表示してもよい。
- [0230] 以上により制御部21は、所見欄53、現寸法欄528、目標寸法欄529、推奨処置欄534およびリスク欄535により、第3支援情報を表示する。なお、制御部21は第2モデルから取得した第2情報を、所見欄53、現寸法欄528、目標寸法欄529、推奨処置欄534およびリスク欄535の一部または全部に表示してもよい。制御部21は第1モデルから取得した第1情報を、所見欄53、現寸法欄528、目標寸法欄529、推奨処置欄534およびリスク欄535の一部に表示してもよい。
- [0231] 図24においては、所見は「ステント異常（マルアポジション）」、すなわち留置したステントが管腔器官の内壁に正しく接触していない状態である。「バルーン拡張」により、ステントを内側から上げなおす処置が推奨されている。
- [0232] ユーザは、図示を省略するボタンを操作して、処置前後の横断層像を表示してもよい。ユーザは、処置前後の断層像を観察して、実際に実施する処置を判断できる。
- [0233] 図25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。制御部21は、補助記憶装置23から1セットの横断層像48

5を取得する（ステップS881）。制御部21は、取得した横断層像485を第1モデル71に入力して、第1情報を取得する（ステップS882）。

。

[0234] 制御部21は、カテーテル制御部271または補助記憶装置23から1セットの処置後断層像487を取得する（ステップS883）。制御部21は、処置後断層像487に基づいて第2情報を取得する（ステップS884）。

。

[0235] 制御部21は、追加治療の要否を判定する（ステップS885）。たとえば第2情報にステント異常に関する情報が含まれている場合、制御部21は追加治療が必要であると判定する。たとえば、狭窄の解除を目的とした処置である場合、制御部21は処置前後の狭窄度を比較して、目標の改善レベルを達成している場合に追加治療は不要であると判定する。

[0236] 制御部21は、医学会または医療施設等で定められたガイドライン等に基づいて、追加治療の要否を判定してもよい。制御部21は、第1情報と第2情報との入力を受け付けて、追加治療の要否を出力する学習モデルにより、追加治療の要否を判定してもよい。

[0237] 追加治療を要しないと判定した場合（ステップS885でNO）、制御部21は図24を使用して説明した画面の推奨処置欄534に追加治療を要しない旨を表示する（ステップS886）。その後、制御部21は処理を終了する。

[0238] 追加治療を要すると判定した場合（ステップS885でYES）、制御部21は、前述のガイドライン等に基づいて、推奨する追加治療方法を自動的に取得する（ステップS891）。制御部21は、前述のガイドライン等に基づいて追加治療のリスクおよび追加治療を行わない場合のリスクを取得する（ステップS892）。

[0239] 制御部21は、図24を使用して説明した画面により、追加治療が必要である旨と、推奨する追加治療と、リスクとを表示装置31に表示する（ステップS893）。その後、制御部21は処理を終了する。

[0240] 本実施の形態によると、処置前後の管腔器官および管腔器官周辺の状態に関する情報を組み合わせることにより、処置の状態および追加処置の可否等に関して精度の高い情報を出力するカテーテルシステム10を提供できる。

[0241] [実施の形態8]

本実施の形態は、画像診断装置37から取得した画像に画像診断用カテーテル40を用いて撮影した断層像の位置を重畳表示するカテーテルシステム10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。

[0242] 図26は、実施の形態8のカテーテルシステム10が表示する画面の例である。図26に示す画面は所見欄53および他装置画像欄59を含む。所見欄53には、前述の第1支援情に含まれる所見が表示される。制御部21は、所見欄53に加えて、たとえば推奨処置欄534、目標寸法欄529およびリスク欄535を表示しても良い。

[0243] 他装置画像欄59には、画像診断装置37により撮影された医用画像が表示されている。画像診断用カテーテル40が撮影した断層像の位置を示すスキャンエリア591が、縦断層像の外形を示す長方形で他装置画像欄59に重畳表示されている。

[0244] 画像診断装置37が、X線血管撮影装置である場合を例にして、スキャンエリア591を表示する方法の概要を説明する。センサ42は、X線を透過しないセンサマーカに搭載されている。先端マーカ44およびセンサマーカはX線を透過しないため、X線血管撮影装置で撮影された医用画像中に鮮明に表示される。

[0245] 制御部21は、医用画像から先端マーカ44およびセンサマーカを検出する。検出されたセンサマーカは、センサ42の位置を示す。たとえばMDU33によるプルバック操作を用いて1セットの横断層像485を生成する場合、画像取得時のセンサ42の動作範囲の両端が、スキャンエリア591の短辺の位置に対応する。

[0246] 制御部21は、横断層像485の表示レンジと、他装置画像の縮尺に基づいて、スキャンエリア591の短辺の長さを決定する。制御部21は、短辺

の位置および短辺の長さから定まる長方形のスキャンエリア591を、医用画像を表示した他装置画像欄59に重畳表示する。

[0247] 以上の処理により、画像診断用カテーテル40の先端部分が画像診断装置37の投影面に対して平行ではない場合であっても、制御部21は他装置画像欄59の正しい位置にスキャンエリア591を表示できる。

[0248] 図26に戻って説明を続ける。スキャンエリア591内に、複数の横断層位置マーカ551が表示されている。それぞれの横断層位置マーカ551に対応する横オブジェクト配置像483を表示する横オブジェクト配置像欄515が他装置画像欄59の周辺に表示されている。ユーザは、入力装置32を介して横断層位置マーカ551を動かすことにより、横オブジェクト配置像483の断層位置を適宜変更できる。なお、制御部21は、ユーザからの音声入力を受け付けてもよい。

[0249] すなわち、図26により制御部21は、画像診断用カテーテル40を使用して撮影した断層像とは異なる医用画像に、図12を使用して説明した第1情報である横オブジェクト配置像483を表示する。

[0250] 他装置画像欄59には、画像診断装置37により撮影された医用画像の代わりに、管腔器官を模式的に表したシェーマが表示されてもよい。このようにする場合、制御部21はシェーマに図12を使用して説明した実施の形態4の第1情報である横オブジェクト配置像483を表示する。

[0251] 図27は、実施の形態8のカテーテルシステム10が表示する画面の例である。図27に示す画面においては、図26の横オブジェクト配置像欄515の代わりに、横断層像欄51が表示されている。横断層像欄51には、カテーテル制御部271から取得した横断層像485が表示されている。

[0252] 制御部21は、スキャンエリア591の内側に、図4を使用して説明した「治療対象」である部分と「治療対象外」である部分とに関する第1情報を表示する。図27において、スキャンエリア591の中央部のハッチングした部分が「治療対象」を示す。

[0253] 制御部21は、スキャンエリア591の内側に縦断層像または縦オブジェ

クト配置像をリアルタイムで表示してもよい。制御部21は、スキャンエリア591の表示形態に関する選択をユーザから受け付けてもよい。

[0254] 制御部21は、ユーザによる指示に基づいて横オブジェクト配置像483と横断層像485とを切り替えて表示してもよい。制御部21は横オブジェクト配置像483と横断層像485とを並べて表示してもよい。制御部21は、縦断層像または縦オブジェクト配置像を表示してもよい。

[0255] 制御部21は、処置後断層像487に基づいて生成した横オブジェクト配置像483を横オブジェクト配置像欄515に表示しても良い。制御部21は、処置後断層像487に基づく所見を所見欄53に表示してもよい。

[0256] 処置後断層像487に基づく横オブジェクト配置像483は、図22を使用して説明した第2情報の一例である。処置後断層像487に基づく所見は、図22を使用して説明した第2支援情報の一例である。制御部21は、前述の第3支援情報を所見欄に表示しても良い。

[0257] 制御部21は、たとえばユーザによるタップ操作を受け付けて、横断層像485に基づく横オブジェクト配置像483と、処置後断層像487に基づく横オブジェクト配置像483とを切り替えて表示してもよい。制御部21は、横断層像485に基づく横オブジェクト配置像483と、処置後断層像487に基づく横オブジェクト配置像483とを並べて表示してもよい。

[0258] 図28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。制御部21は、1回の画像取得操作の際にカテーテル制御部271および画像診断装置37のそれぞれから横断層像485および医用画像を取得する(ステップS751)。なお、ステップS751で制御部21が取得する画像は処置後断層像487であっても良い。

[0259] 制御部21は、医用画像から先端マーカ44およびセンサマーカを検出する(ステップS752)。たとえばMDU33によるプルバック操作を用いて1セットの横断層像485を生成する場合、制御部21は、プルバック操作の両端で検出されたセンサマーカの位置に基づいて、スキャンエリア591の位置および寸法を決定する。制御部21は、スキャンエリア591に基

づいて横断層位置マーカ551の位置を決定する（ステップS753）。

[0260] なお、制御部21はスキャンエリア591に対応する位置を、その後に撮影した医用画像上にリアルタイムでトレースして表示することが望ましい。

[0261] 制御部21は、ステップS751で取得した横断層像485を第1モデル71に入力して、横断層像485に含まれる複数のオブジェクトの種類とそれぞれのオブジェクトの範囲とを関連づけた横オブジェクト配置像483、および、それぞれの画素に対するオブジェクトの判定が正しい確率を取得する（ステップS754）。

[0262] 制御部21は、1セットの横オブジェクト配置像483に基づいて、縦オブジェクト配置像を生成する（ステップS755）。制御部21は、ユーザによる縦断層位置マーカ552の操作に対応して、指定された断面による縦オブジェクト配置像を速やかに表示できるように、生成した縦オブジェクト配置像を補助記憶装置23に記録する。

[0263] 制御部21は、図26または図27を使用して説明した画面を表示装置31に表示する（ステップS756）。その後、制御部21は処理を終了する。

[0264] 本実施の形態によると、画像診断装置37により撮影された医用画像に画像診断用カテーテル40を使用して撮影した断層像または断層像に基づいて生成した横オブジェクト配置像483の位置を重畳表示するカテーテルシステム10を提供できる。ユーザは、横断層位置マーカ551を操作することにより表示する横断層像485の位置を容易に変更できる。以上により、ユーザが、断層像と、その周囲の臓器との位置関係を容易に把握できるカテーテルシステム10を提供できる。

[0265] なお、画像診断装置37はX線血管撮影装置に限定しない。たとえば、体外式プローブまたはTEE（Transesophageal Echocardiography）プローブと組み合わせた超音波診断装置であっても、リアルタイムで画像診断用カテーテル40とは異なる断層像を撮影できる。

[0266] 画像診断用カテーテル40が、超音波用のセンサ42とOCT用のセンサ

42との両方を搭載している場合には、略同一断面で超音波による横断層像485とOCTによる横断層像485とを撮影できる。

[0267] カテーテルシステム10は、横オブジェクト配置像483および縦オブジェクト配置像484を表示せず、カテーテル制御部271から取得した横断層像485および縦断層像を表示してもよい。このようにする場合には、制御部21はステップS754およびステップS755を実行する必要はない。

[0268] 制御部21は、ステップS754およびステップS755の代わりに、ステップS571で取得した横断層像485を図5または図19を使用して説明した第1モデル71に入力して第1情報を取得してもよい。制御部21は、それぞれの第1情報または第1情報に基づいて得た第2情報を、画像診断装置37により撮影された医用画像とともに表示する。

[0269] 制御部21は、ステップS754およびステップS755の前後で、ステップS571で取得した横断層像485を図5または図19を使用して説明した第1モデル71に入力して第1情報を取得してもよい。制御部21は、それぞれの第1情報または第1情報に基づいて得た第2情報を、画像診断装置37により撮影された医用画像、横オブジェクト配置像483および縦オブジェクト配置像484とともに表示する。

[0270] 制御部21は、分解能に優れたOCTによる横断層像485から得た横オブジェクト配置像483を、OCTに比べると深達度に優れた超音波による横断層像485に重畳表示してもよい。そのほか、制御部21は、OCTによる横断層像485と、横オブジェクト配置像483、超音波による横断層像485と横オブジェクト配置像483を適宜組み合わせる。両者の利点を生かした情報を表示するカテーテルシステム10を提供できる。

[0271] 医用画像は、リアルタイムで撮影された医用画像に限定しない。制御部21は、たとえばCT、MRI、PET、X線血管撮影装置または超音波診断装置等の、任意の画像診断装置により撮影されて、電子カルテ等に記録され

ている医用画像に、スキャンエリア591を重畳表示してもよい。制御部21は、それぞれの画像中に含まれる血管の分岐、心臓の位置等に基づいて、スキャンエリア591の位置を判定する。

[0272] 本実施の形態の処理は、画像診断装置37側で実行され、画像診断装置37に接続された表示装置に表示されてもよい。

[0273] [実施の形態9]

本実施の形態は、図5を使用して説明した実施の形態1の第1モデル71を生成するプログラムに関する。実施の形態1共通する部分については、説明を省略する。

[0274] 図29は、訓練データDB (Database) 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、入力と正解ラベルとを関連づけて記録したデータベースであり、機械学習によるモデルの訓練に使用される。訓練データDBは、断層像データフィールドおよび判定結果フィールドを有する。

[0275] 断層像データフィールドには、1回の画像取得操作により撮影される横断層像485のセットが記録されている。判定結果フィールドには、それぞれの横断層像485それぞれの横断層像485に対応する管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療の要否を専門家が判断した結果が表示されている。たとえば、図29の一番上の行に示す訓練データにおいては、No. 1およびNo. 2の断層像に対応する管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療は不要であり、No. 3およびNo. 4の断層像に対応する管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療は必要である。

[0276] なお、「治療の要否」は、管腔器官の内部で処置を行なうIVRの要否であっても、服薬および食事療法等を含む一般的な治療の要否であってもよい。

[0277] 訓練データDBには、画像診断用カテーテル40を用いて撮影した横断層像485のセットと、専門の医師等が判断した治療の要否の判断結果との組み合わせが大量に記録されている。

[0278] 図30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。情報処理装置 20 を用いて第 1 モデル 71 の機械学習を行なう場合を例にして説明する。

- [0279] 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第 1 モデル 71 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第 1 モデル 71 を、複数の情報処理装置 20 で使用できる。
- [0280] 図 30 のプログラムの実行に先立ち、たとえば畳み込み層、プーリング層および全結合層を有するニューラルネットワーク 719 と、当該ニューラルネットワーク 719 に互いに並列に連結する複数のソフトマックス層 711 と、それぞれのソフトマックス層 711 に 1 個ずつ連結する選択層 712 とを有する未学習のモデルが準備されている。
- [0281] 未学習のモデルは、たとえば決定木またはランダムフォレスト等の任意のタイプのモデルであってもよい。図 30 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。
- [0282] 制御部 21 は、訓練データ 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 S621）。1 エポックの訓練に使用する訓練レコードの数は、いわゆるハイパーパラメータであり、適宜定められている。
- [0283] 制御部 21 は、取得したそれぞれの訓練レコードに含まれる入力データから、入力画像を生成する（ステップ S622）。具体的には、制御部 21 は断層像フィールドに含まれる横断層像 485 を走査順に結合して 1 枚にした画像を生成する。なお、断層像データフィールドに、結合済の横断層像が記録されていてもよい。
- [0284] 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、出力層から正解ラベル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 S623）。
- [0285] 制御部 21 は、処理を終了するか否かを判定する（ステップ S624）。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、訓練データ 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。

[0286] 処理を終了しないと判定した場合（ステップS624でNO）、制御部21はステップS621に戻る。処理を終了すると判定した場合（ステップS624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S625）。その後、制御部21は処理を終了する。以上の処理により、学習済の第1モデル71が生成される。

[0287] [変形例－1]

図13を使用して説明した実施の形態4の第1モデル71を生成する場合を例にして簡単に説明する。実施の形態4の第1モデル71を生成する場合、画像診断用カテーテル40が撮影した横断層像485のセットと、それぞれの横断層像485を専門家がそれぞれのオブジェクトごとに異なる色または地模様で塗分けた画像のセットとを関連づけて記録した訓練データDBを使用する。

[0288] 第1モデル71を生成するプログラムの実行に先立ち、たとえばセマンティックセグメンテーションを実現するU-Net構造等の未学習のモデルが準備されている。前述のとおり、U-Net構造は、多層のエンコーダ層と、その後ろに接続された多層のデコーダ層とにより構成される。図30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。

[0289] 制御部21は、ステップS622の終了後、ステップS622と同様の手法により、塗分けた画像のセットを走査順に結合して1枚にした正解画像を生成する。制御部21は、ステップS623において、モデルの入力層に入力画像が入力された場合に、出力層から正解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。

[0290] 以上の処理により、制御部21は図13を使用して説明した実施の形態4の第1モデル71を生成する。

[0291] [変形例－2]

図 19 を使用して説明した実施の形態 5 の第 1 モデル 71 を生成する場合を例にして簡単に説明する。実施の形態 5 の第 1 モデル 71 を生成する場合、画像診断用カテーテル 40 が撮影した横断層像 485 のセットと、専門家が判断した管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見とを関連づけて記録した訓練データ DB を使用する。

[0292] 第 1 モデル 71 を生成するプログラムの実行に先立ち、たとえば畳み込み層、プーリング層、全結合層を含むニューラルネットワーク 719 と、ソフトマックス層 711 とを有する CNN 等の未学習のモデルが準備されている。未学習のモデルは、CNN に限定しない。たとえば決定木またはランダムフォレスト等の任意のタイプのモデルを使用できる。

[0293] ステップ S623 において、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、出力層から対応するそれぞれの所見が出力されるように、モデルのパラメータを調整する。

[0294] 以上の処理により、制御部 21 は図 19 を使用して説明した実施の形態 5 の第 1 モデル 71 を生成する。

[0295] [変形例 - 3]

実施の形態 6 で説明した第 2 モデルを生成する場合を例にして簡単に説明する。実施の形態 5 の第 2 モデルを生成する場合、画像診断用カテーテル 40 が撮影した処置後断層像 487 のセットと、専門家が判断した処置後の管腔器官の状態、または、当該管腔器官周辺の状態に関する所見とを関連づけて記録した訓練データ DB を使用する。第 2 モデル 72 を生成する処理は変形例 2 と同様であるため、説明を省略する。

[0296] 本実施の形態によると、機械学習によりさまざまな第 1 モデル 71 および第 2 モデルを生成できる。

[0297] [実施の形態 10]

本実施の形態は、第 1 モデル 71 により出力された治療の要否をユーザが修正可能な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。

- [0298] 図31は、修正DBのレコードレイアウトを説明する説明図である。修正DBは、カテーテルシステム10が出力した横オブジェクト配置像483および推奨処置と、ユーザによる修正とを関連づけた修正情報を記録するデータベースである。
- [0299] 修正DBは、断層像データフィールド、出力データフィールドおよび入力データフィールドを有する。出力データフィールドおよび修正データフィールドは、それぞれ治療要否フィールドおよび推奨処置フィールドを有する。
- [0300] 断層像データフィールドには、1回の画像取得操作の際に撮影される横断層像485のセットが記録されている。出力データフィールドの治療要否フィールドには、制御部21が模式図欄524に出力したそれぞれの横断層像485に対応する管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療の要否が記録されている。出力データフィールドの推奨処置フィールドには、制御部21が推奨処置欄534に出力した推奨処置が記録されている。
- [0301] 修正データフィールドの治療要否フィールドには、ユーザが修正したそれぞれの横断層像485に対応する管腔器官または当該管腔器官の周辺に対する治療の要否が記録されている。修正データフィールドの推奨処置フィールドには、ユーザが修正した推奨処置が記録されている。修正データフィールドの「修正なし」は、ユーザからの修正指示を受け付けていないことを示す。修正DBは、横断層像485のセットに対するユーザによる修正ごとに、1つのレコードを有する。
- [0302] なお、図31に示す修正データベースのレコードレイアウトは例示である。修正データベースは、使用する第1モデル71および表示項目に対応するレコードレイアウトを有する。
- [0303] 図32から図38は、実施の形態8のカテーテルシステム10が表示する画面の例である。図32は、図6を使用して説明した画面の表示中にユーザが模式図欄524の修正を指示した場合に、制御部21が表示装置31に表示する画面である。
- [0304] 図32に示す画面は、縦断層像欄52、横断層像欄51、模式図欄524

、終了ボタン589および中止ボタン586を含む。横断層像欄51および縦断層像欄52には、カテーテル制御部271が生成した横断層像485および縦断層像がそれぞれ表示されている。モード図欄524には、図6を使用して説明した実施の形態1のモード図が表示されている。

[0305] ユーザは、入力装置32を操作して横断層位置マーカ551および縦断層位置マーカ552の位置を変更することにより、縦断層像欄52および横断層像欄51に表示する断面を適宜変更できる。ユーザは、縦断層像欄52および横断層像欄51を観察して、「治療対象外」である部分と「治療対象」である部分との境界を判断する。

[0306] ユーザは、カーソル575を操作して、「治療対象外」である部分と、「治療対象」である部分との境界線を適宜変更する。ユーザによる終了ボタン589の選択を受け付けた場合、制御部21はユーザが定めた新たな境界線に基づいて、それぞれの横断層像485が「治療対象外」に分類されるか、「治療対象」に分類されるかを判定する。

[0307] 図33は、図6を使用して説明した画面の表示中にユーザが推奨処置欄534の修正を指示した場合に、制御部21が表示装置31に表示する画面である。図33に示す画面では、推奨処置欄534には、推奨する処置の種類を選択可能なプルダウンメニューが表示されている。ユーザは、適切だと判断する処置を選択する。

[0308] ユーザによる終了ボタン589の選択を受け付けた場合、制御部21は、図32および図33の画面を使用してユーザが入力した修正内容を、図33を使用して説明した修正DBの修正フィールドに記録する。制御部21は、現寸法欄528、目標寸法欄529、およびリスク欄535に対する修正指示を受け付けて、修正DBに記録してもよい。

[0309] 以上に説明したとおり、図32を使用して説明した画面を介して、制御部21は図4を使用して説明した実施の形態1の第1情報および第1支援情報に対する修正の指示を受け付ける。

[0310] 図34は、図14を使用して説明した画面の表示中にユーザが縦オブジェ

クト配置欄 5 2 5 の修正を指示した場合に、制御部 2 1 が表示装置 3 1 に表示する画面である。以下の説明では、制御部 2 1 が長円状の黒塗りで示すオブジェクトを変更する指示を受け付けた場合を例にしてする。

[0311] 図 3 4 に示す画面は、縦オブジェクト配置欄 5 2 5、横断層像欄 5 1、現寸法欄 5 2 8、目標寸法欄 5 2 9、推奨処置欄 5 3 4 およびリスク欄 5 3 5 に加えて、終了ボタン 5 8 9 および中止ボタン 5 8 6 を含む。

[0312] ユーザにより変更を指示されたオブジェクトの近傍に、オブジェクトの分類項目を示すプルダウンメニューが表示されている。ユーザは、入力装置 3 2 を操作してプルダウンメニューからオブジェクトの正しい分類を指定する。制御部 2 1 は、ユーザから指定されたオブジェクトに対応する色または地模様で、指定されたオブジェクトを表示する。

[0313] 推奨処置欄 5 3 4 等の修正については、図 3 3 を使用した説明した操作と同様であるため、説明を省略する。終了ボタン 5 8 9 の選択を受け付けた場合、制御部 2 1 は横断層像 4 8 5 と、変更前の処置後断層像 4 8 7 と、変更後の処置後断層像 4 8 7 等とを関連づけて修正 DB に記録する。

[0314] 以上に説明したとおり、図 3 4 を使用して説明した画面を介して、制御部 2 1 は図 1 4 を使用して説明した実施の形態 4 の第 1 情報および第 1 支援情報に対する修正の指示を受け付ける。

[0315] 図 3 5 は、図 2 0 を使用して説明した画面の表示中にユーザが所見欄 5 3 の修正を指示した場合に、制御部 2 1 が表示装置 3 1 に表示する画面である。図 3 5 に示す画面では、所見欄 5 3 に所見を選択可能なプルダウンメニューが表示されている。ユーザは、適切だと判断する所見を選択する。

[0316] ユーザによる終了ボタン 5 8 9 の選択を受け付けた場合、制御部 2 1 は、横断層像 4 8 5 と、変更前の所見と、変更後の所見とを関連づけて修正 DB に記録する。制御部 2 1 は、現寸法欄 5 2 8、目標寸法欄 5 2 9、およびリスク欄 5 3 5 に対する修正指示を受け付けても良い。

[0317] 以上に説明したとおり、図 3 5 を使用して説明した画面を介して制御部 2 1 は、図 2 0 を使用して説明した実施の形態 5 の第 1 支援情報に対する修正

の指示を受け付ける。

[0318] 実施の形態6で説明したとおり、図20を使用して説明した画像には処置後断層像487に基づく第2支援情報が表示されていても良い。図34を使用して説明した画面を介して制御部21は、図35を使用して実施の形態6の第2支援情報に対する修正の指示を受け付ける。

[0319] 図36は、図24を使用して説明した画面の表示中にユーザが所見欄53の修正を指示した場合に、制御部21が表示装置31に表示する画面である。図35に示す画面では、所見欄53に所見を選択可能なプルダウンメニューが表示されている。ユーザは、適切だと判断する所見を選択する。

[0320] ユーザによる終了ボタン589の選択を受け付けた場合、制御部21は、横断層像485と、変更前の所見と、変更後の所見とを関連づけて修正DBに記録する。制御部21は、現寸法欄528、目標寸法欄529、およびリスク欄535に対する修正指示を受け付けても良い。

[0321] 以上に説明したとおり、図36を使用して説明した画面を介して制御部21は、図20を使用して説明した実施の形態7の第3支援情報に対する修正の指示を受け付ける。

[0322] 図37は、図27を使用して説明した画面の表示中にユーザが所見欄53の修正を指示した場合に、制御部21が表示装置31に表示する画面である。図37に示す画面では、所見欄53に所見を選択可能なプルダウンメニューが表示されている。ユーザは、適切だと判断する所見を選択する。

[0323] ユーザによる終了ボタン589の選択を受け付けた場合、制御部21は、横断層像485と、変更前の所見と、変更後の所見とを関連づけて修正DBに記録する。以上に説明したとおり、図37を使用して説明した画面を介して制御部21は、第1支援情報、第2支援情報または第3支援情報に対する修正の指示を受け付ける。

[0324] 図38は、第1支援情報、第2支援情報または第3支援情報を定める際に用いるガイドライン等の修正指示を受け付けた場合に、制御部21が表示装置31に表示する画面である。使用するガイドライン等のリストが表示され

ている。ユーザは、所望のガイドライン等を選択できる。

[0325] なお、制御部 21 はたとえば狭窄率の算出式等の、個々の項目に関する修正指示を受け付けても良い。制御部 21 は修正指示にもとづいてガイドライン等に対応する判定木またはプログラム等を自動的に修正する。

[0326] [実施の形態 11]

図 39 は、実施の形態 11 のカテーテルシステム 10 の機能ブロック図である。カテーテルシステム 10 は、断層像取得部 85 と、第 1 情報取得部 81 と、出力部 87 とを備える。断層像取得部 85 は、血管内に挿入された画像診断用カテーテルを用いて血管に沿って複数枚生成された断層像を取得する。第 1 情報取得部 81 は、断層像取得部 85 が取得した断層像に基づいて血管の状態に関する第 1 情報を取得する。出力部 87 は、第 1 情報取得部 81 が取得した第 1 情報に基づいて診断または処置を支援する第 1 支援情報を出力する。

[0327] [実施の形態 12]

本実施の形態は、汎用のコンピュータ 90 とプログラム 97 とを組み合わせることで動作させることにより、本実施の形態の情報処理装置 20 を実現する形態に関する。図 40 は、実施の形態 12 の情報処理装置 20 の構成を示す説明図である。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。

[0328] 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。

[0329] 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。

[0330] 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。

[0331] 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、上記した意味ではなく、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。

## 符号の説明

- [0332]
- 10 カテーテルシステム
  - 20 情報処理装置
  - 21 制御部
  - 22 主記憶装置
  - 23 補助記憶装置
  - 24 通信部
  - 25 表示部
  - 26 入力部
  - 27 カテーテル制御装置
  - 271 カテーテル制御部
  - 29 読取部
  - 31 表示装置
  - 32 入力装置
  - 33 MDU
  - 37 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 8 3 横オブジェクト配置像
- 4 8 4 縦オブジェクト配置像
- 4 8 5 横断層像（断層像）
- 4 8 7 処置後断層像
- 5 1 横断層像欄
- 5 1 5 横オブジェクト配置像欄
- 5 1 6 理由欄
- 5 2 縦断層像欄
- 5 2 3 目標形状欄
- 5 2 4 模式図欄
- 5 2 5 縦オブジェクト配置欄
- 5 2 8 現寸法欄
- 5 2 9 目標寸法欄
- 5 3 所見欄
- 5 3 4 推奨処置欄
- 5 3 5 リスク欄
- 5 5 1 横断層位置マーカ
- 5 5 2 縦断層位置マーカ
- 5 6 1 根拠マーカ
- 5 7 5 カーソル
- 5 7 6 閉曲線
- 5 8 5 項目選択欄

- 5 8 6 中止ボタン
- 5 8 8 開始ボタン
- 5 8 9 終了ボタン
- 5 9 他装置画像欄
- 5 9 1 スキャンエリア
- 7 1 第 1 モデル
- 7 1 1 ソフトマックス層
- 7 1 2 選択層
- 7 1 9 ニューラルネットワーク
- 8 5 断層像取得部
- 8 1 第 1 情報取得部
- 8 7 出力部
- 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前記管腔器官に沿って複数枚生成された断層像を取得し、  
取得した断層像に基づいて前記管腔器官の状態、または、前記管腔器官周辺の状態に関する第1情報を取得し、  
取得した前記第1情報に基づいて診断または処置を支援する第1支援情報を出力する  
処理をコンピュータに実行させるプログラム。
- [請求項2] 前記第1支援情報は、前記管腔器官に対して処置を行なった後の望ましい状態を示す情報、前記管腔器官に対する処置のリスクを示す情報、前記リスクを回避して前記管腔器官に対する処置を行ない望ましい状態を達成するために推奨する処置に関する情報、または、前記処置を適切に行なうための治療デバイスと、当該治療デバイスを使用するための方法およびパラメータに関する情報とを含む  
請求項1に記載のプログラム。
- [請求項3] 前記治療デバイスは、管腔内留置デバイス、管腔内径拡張デバイス、エネルギー処置デバイスまたは薬剤散布デバイスであり、  
前記第1支援情報は、前記治療デバイスを用いた処置方法に関する情報である  
請求項2に記載のプログラム。
- [請求項4] 前記第1情報は、前記管腔器官の長手方向に沿った、前記管腔器官または前記管腔器官周辺の状態変化である  
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] 取得した断層像に基づいて生成した前記管腔器官および前記管腔器官周辺の縦断層像を表示し、  
表示した前記縦断層像に基づいて、前記第1情報の入力を受け付ける  
請求項1から請求項4のいずれか一つに記載のプログラム。

- [請求項6] 前記第1情報は、断層像を入力した場合に前記管腔器官の状態、または、前記管腔器官周辺の状態に関する第1情報を入力する第1モデルに、取得した前記断層像を入力することにより、前記第1モデルから出力される  
請求項1から請求項5のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項7] 前記第1モデルは、取得した前記断層像とは異なる医療情報をさらに入力した場合に、前記第1情報を入力する  
請求項6に記載のプログラム。
- [請求項8] 前記第1情報を表示し、  
前記第1情報に対する修正を受け付ける  
請求項6または請求項7に記載のプログラム。
- [請求項9] 前記断層像と、前記修正とを関連づけた修正情報を記録する  
請求項8に記載のプログラム。
- [請求項10] 前記修正情報に基づいて、前記第1モデルの再学習を行なう  
請求項9に記載のプログラム。
- [請求項11] 前記第1支援情報と共に、前記第1支援情報の根拠に関する第1根拠情報を入力する  
請求項1から請求項10のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項12] 前記第1支援情報は、情報の妥当性を示す妥当性情報をさらに含む  
請求項1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] 前記妥当性情報は、情報の確度に関する情報を含む  
請求項12に記載のプログラム。
- [請求項14] 前記第1支援情報に対する修正を受け付ける  
請求項1から請求項13のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項15] 前記第1情報に基づいて前記第1支援情報を定める方法の修正を受け付ける  
請求項1から請求項14のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項16] 前記断層像は、管腔器官に対して処置を行なった後に前記管腔器官

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処置後断層像であり、

前記第 1 情報は、処置の状態に関する情報である

請求項 1 から請求項 1 5 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項17]

管腔器官に対して処置を行なった後に前記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処置後断層像を取得し、

取得した処置後断層像に基づいて処置の状態に関する第 2 情報を取得し、

取得した前記第 2 情報に基づいて診断または処置を支援する第 2 支援情報を入力する

請求項 1 から請求項 1 6 のいずれか一つに記載のプログラム。

[請求項18]

取得した処置後断層像に基づいて生成した管腔器官、および、前記管腔器官周辺の処置後縦断層像を表示し、

表示した前記処置後縦断層像に基づいて、前記第 2 情報の入力を受け付ける

請求項 1 7 に記載のプログラム。

[請求項19]

前記第 2 情報は、処置後断層像を入力した場合に処置の状態に関する第 2 情報を入力する第 2 モデルに、取得した前記処置後断層像を入力することにより、前記第 2 モデルから出力される

請求項 1 7 に記載のプログラム。

[請求項20]

前記第 2 モデルは、取得した前記処置後断層像とは異なる医療情報をさらに入力した場合に、前記第 2 情報を入力する

請求項 1 9 に記載のプログラム。

[請求項21]

前記第 2 情報を表示し、

前記第 2 情報に対する修正を受け付ける

請求項 1 9 または請求項 2 0 に記載のプログラム。

[請求項22]

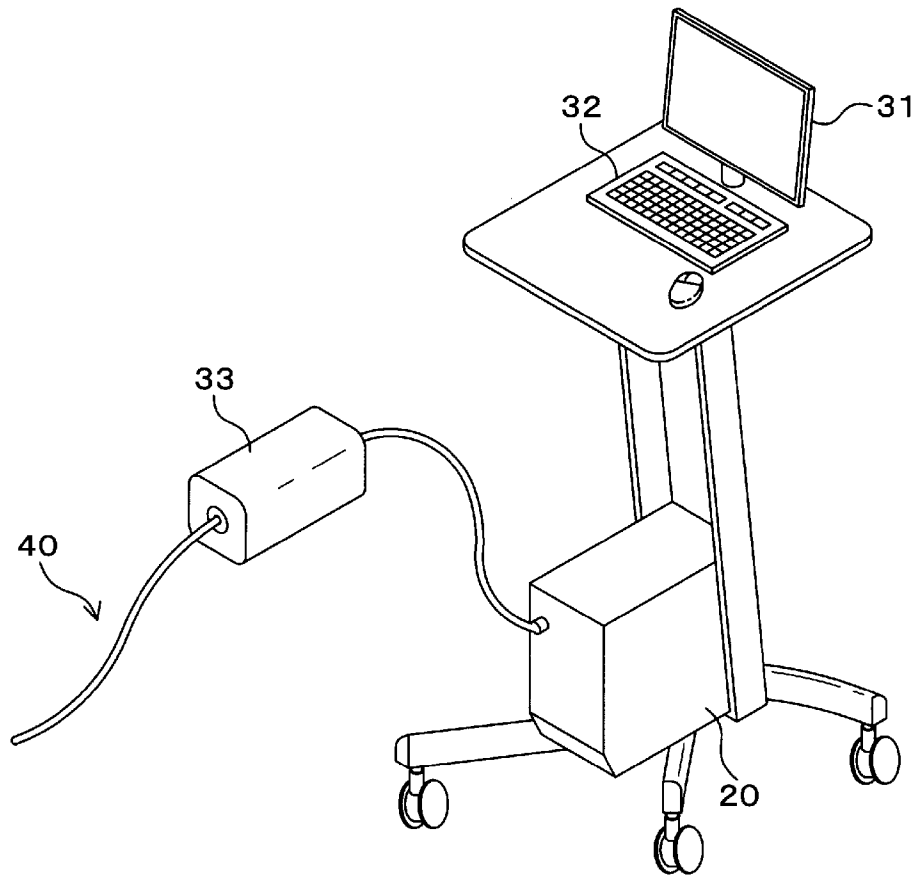
前記処置後断層像と、前記修正とを関連づけた第 2 修正情報を記録する

- 請求項 2 1 に記載のプログラム。
- [請求項23] 前記第 2 修正情報に基づいて、前記第 2 モデルの再学習を行なう  
請求項 2 2 に記載のプログラム。
- [請求項24] 前記第 2 支援情報と共に、前記第 2 支援情報の根拠に関する根拠情報  
を出力する  
請求項 1 7 から請求項 2 3 のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項25] 取得した前記処置後断層像とは異なる医用画像、またはシェーマに  
、前記第 2 支援情報を重畳表示する  
請求項 1 7 から請求項 2 4 のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項26] 前記第 2 情報に基づいて前記第 2 支援情報を定める方法の修正を受け  
付ける  
請求項 1 7 から請求項 2 5 のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項27] 前記第 1 情報および前記第 2 情報に基づいて診断または処置を支援  
する第 3 支援情報を出力する  
請求項 1 7 から請求項 2 6 のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項28] 取得した前記処置後断層像とは異なる医用画像、またはシェーマに  
、前記第 3 支援情報を重畳表示する  
請求項 2 7 に記載のプログラム。
- [請求項29] 前記第 1 情報および前記第 2 情報に基づいて前記第 3 支援情報を定  
める方法の修正を受け付ける  
請求項 2 7 から請求項 2 8 のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項30] 前記管腔器官は血管であり、  
前記処置は、血管内留置デバイスの留置である  
請求項 1 7 から請求項 2 7 のいずれか一つに記載のプログラム。
- [請求項31] 前記血管内留置デバイスはステントであり、  
前記第 2 情報は、血管の長手方向に沿ったステント内径の寸法変化  
である  
請求項 3 0 に記載のプログラム。

- [請求項32]            管腔器官に挿入された画像診断用カテーテルを用いて前記管腔器官に沿って複数枚生成された断層像を取得し、
- 取得した断層像に基づいて前記管腔器官の状態、または、前記管腔器官周辺の状態に関する第1情報を取得し、
- 取得した前記第1情報に基づいて診断または処置を支援する第1支援情報を出力する
- 処理をコンピュータに実行させる情報処理方法。
- [請求項33]            血管内に挿入された画像診断用カテーテルを用いて血管に沿って複数枚生成された断層像を取得する断層像取得部と、
- 前記断層像取得部が取得した断層像に基づいて血管の状態に関する第1情報を取得する第1情報取得部と、
- 前記第1情報取得部が取得した第1情報に基づいて診断または処置を支援する第1支援情報を出力する出力部と
- を備える情報処理システム。

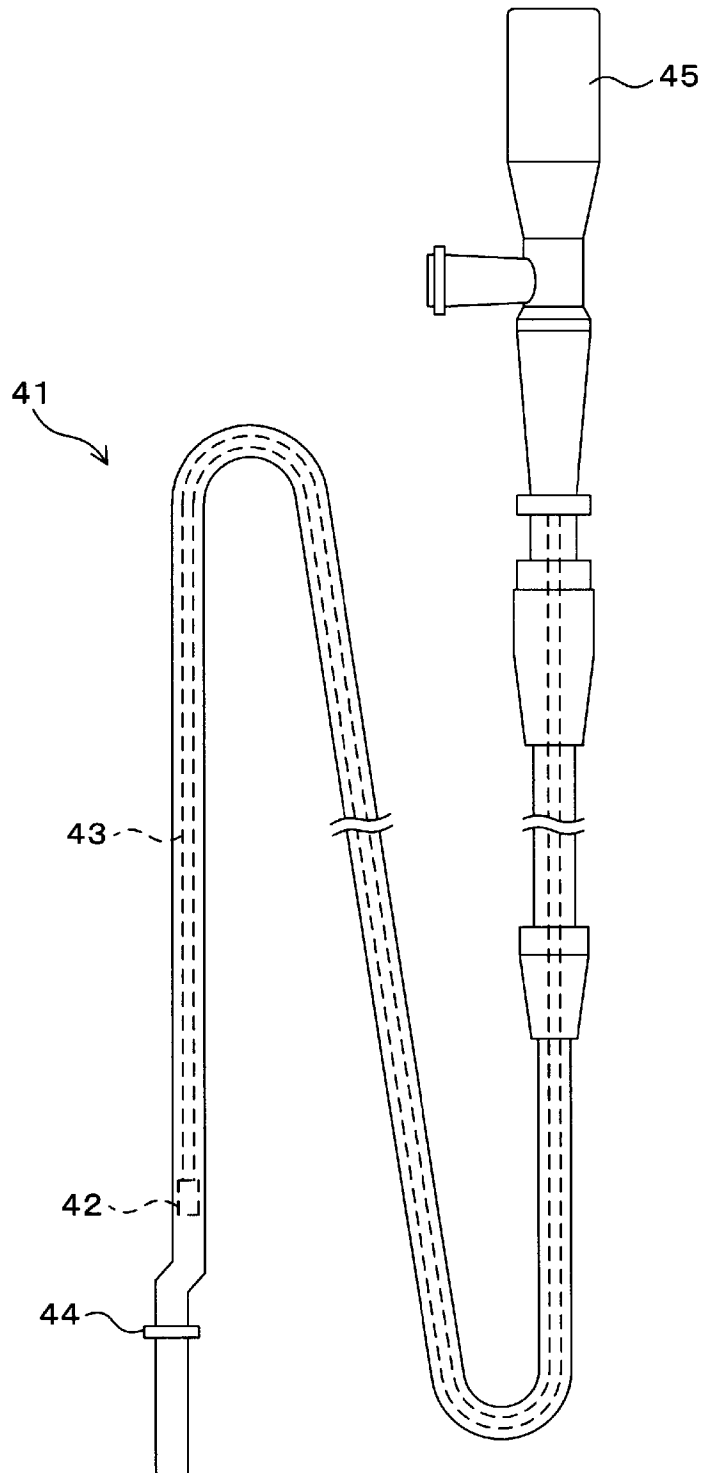
[図1]

10

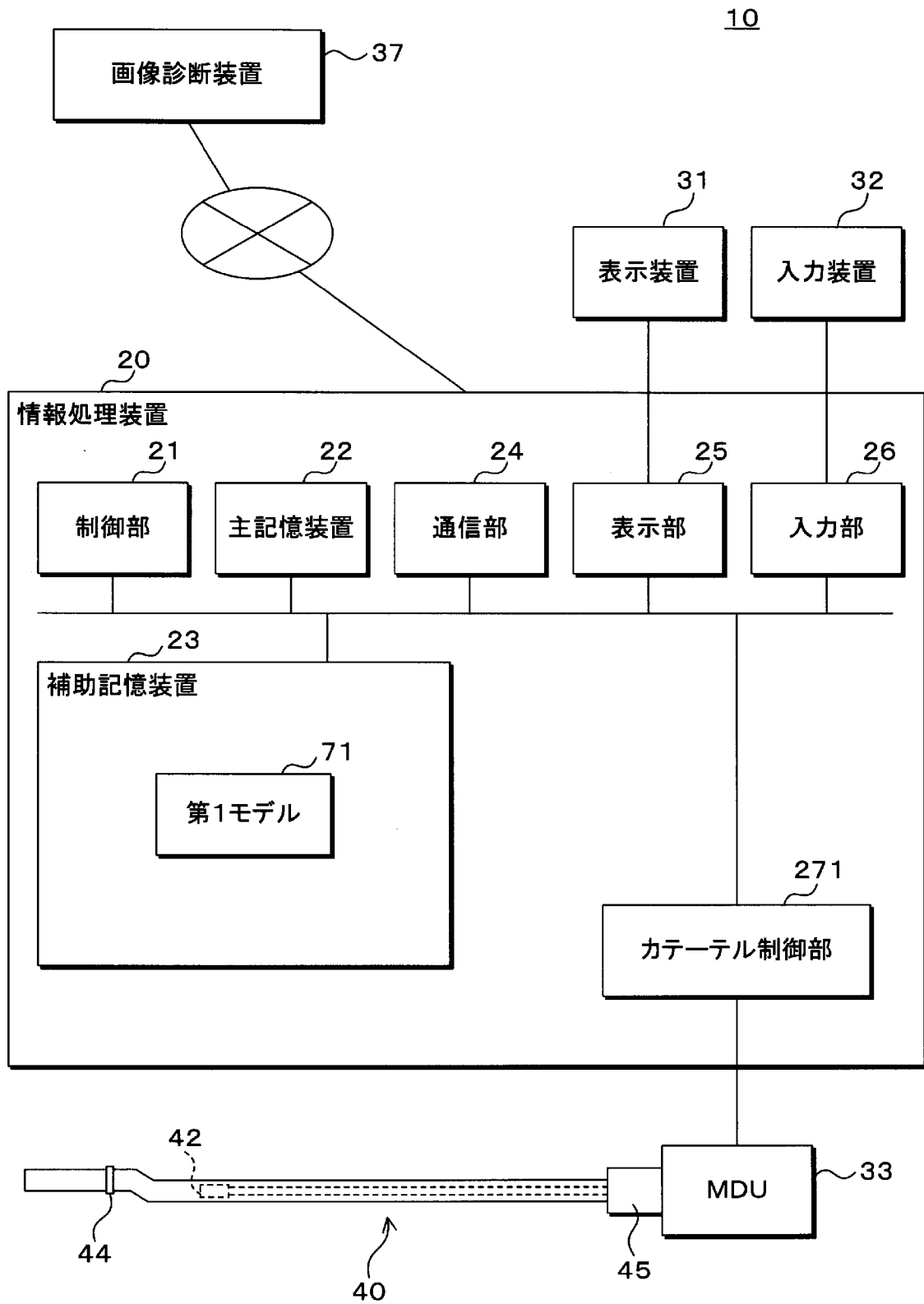


[図2]

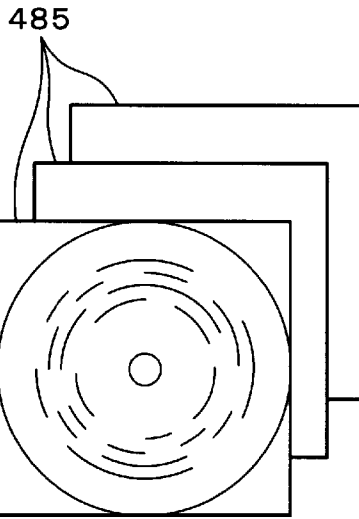
40



[図3]



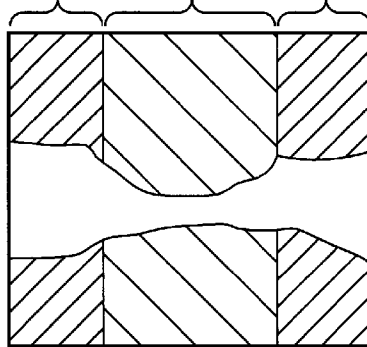
[図4]



横断層像



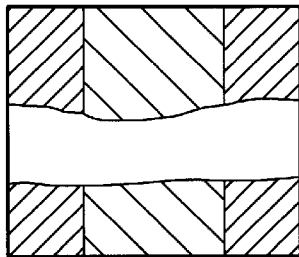
治療対象外 治療対象 治療対象外



第1情報



第1支援情報



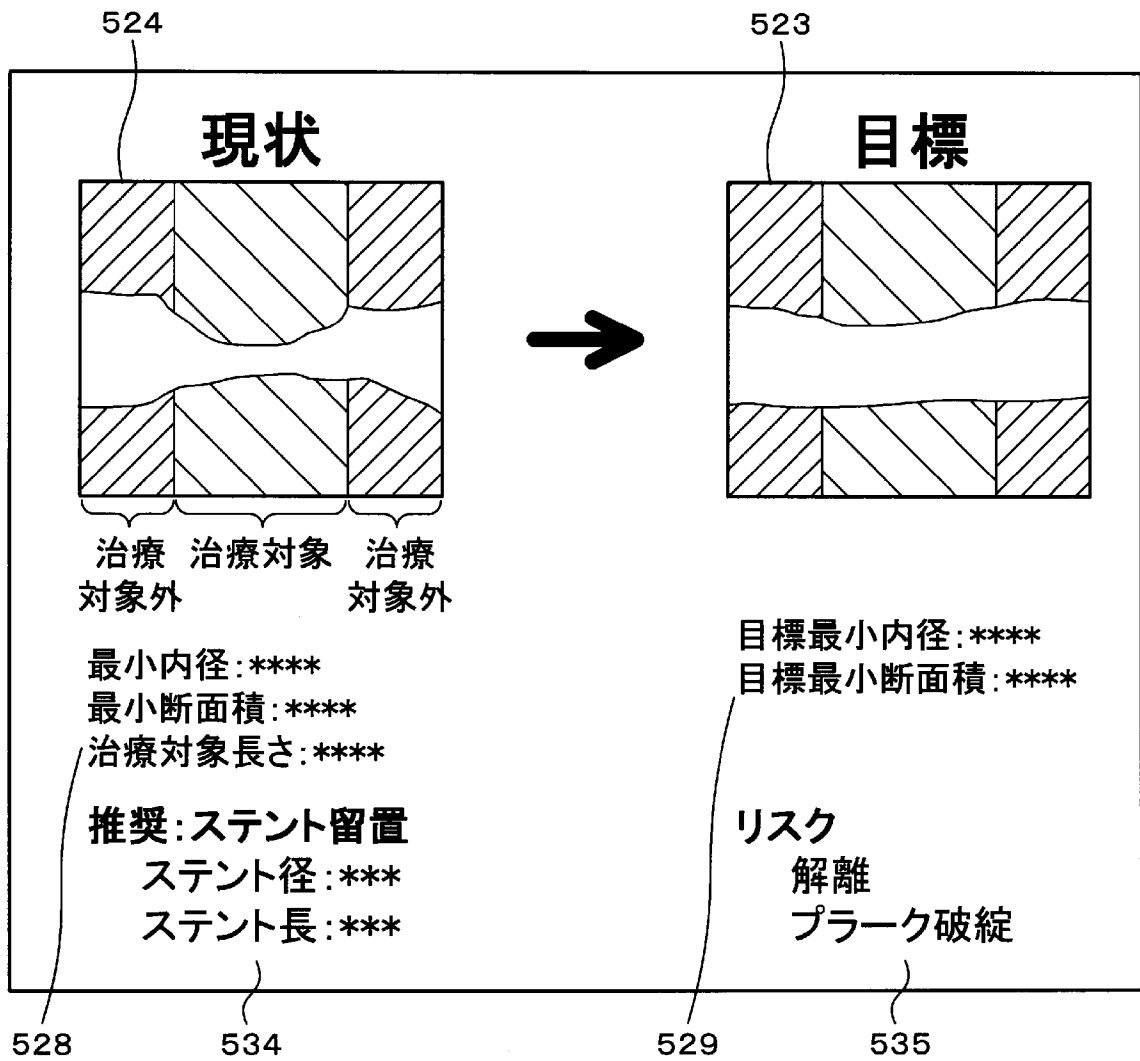
治療目標

推奨:ステント留置  
ステント径:\*\*\*  
ステント長:\*\*\*

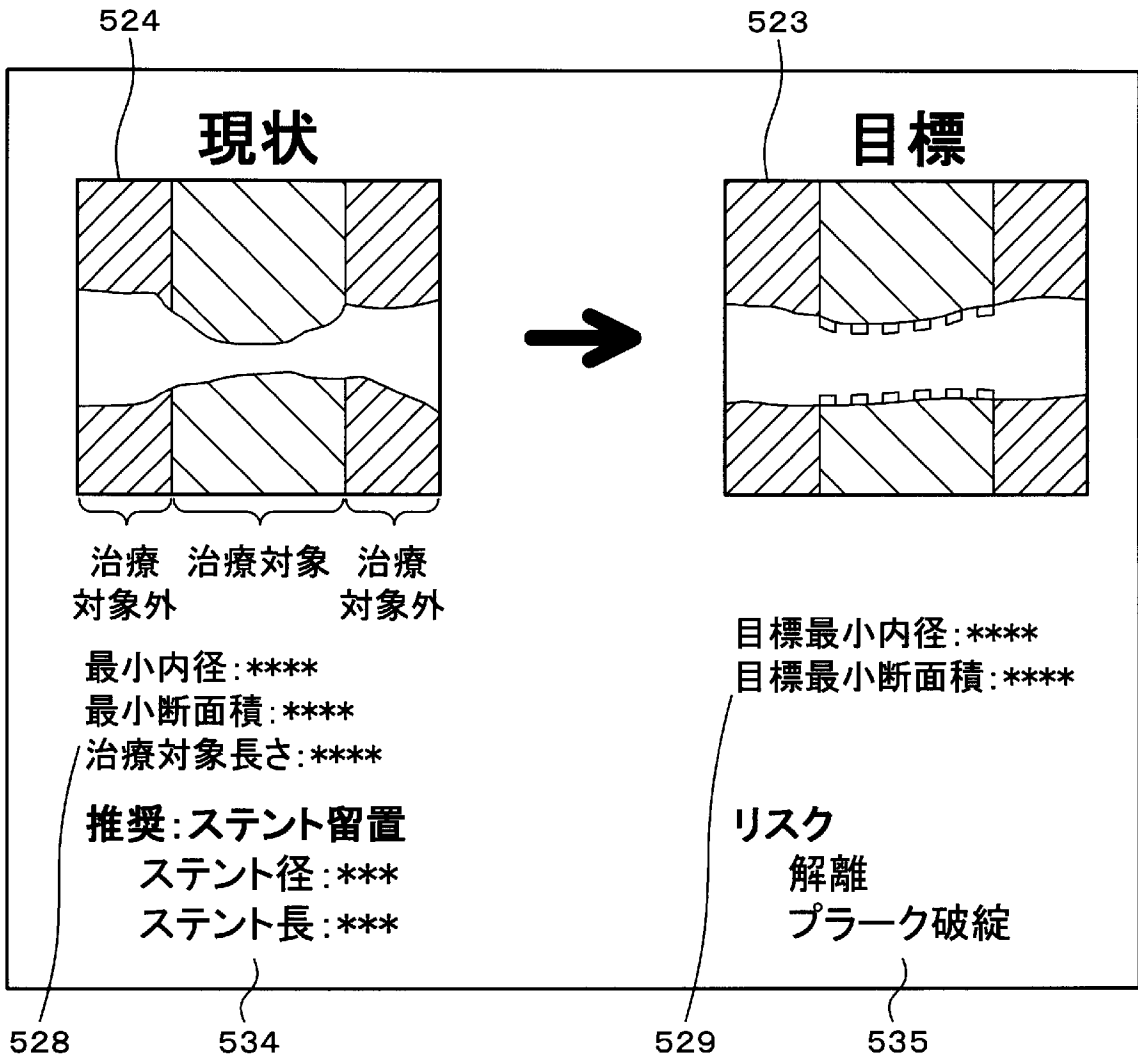
リスク:解離発生



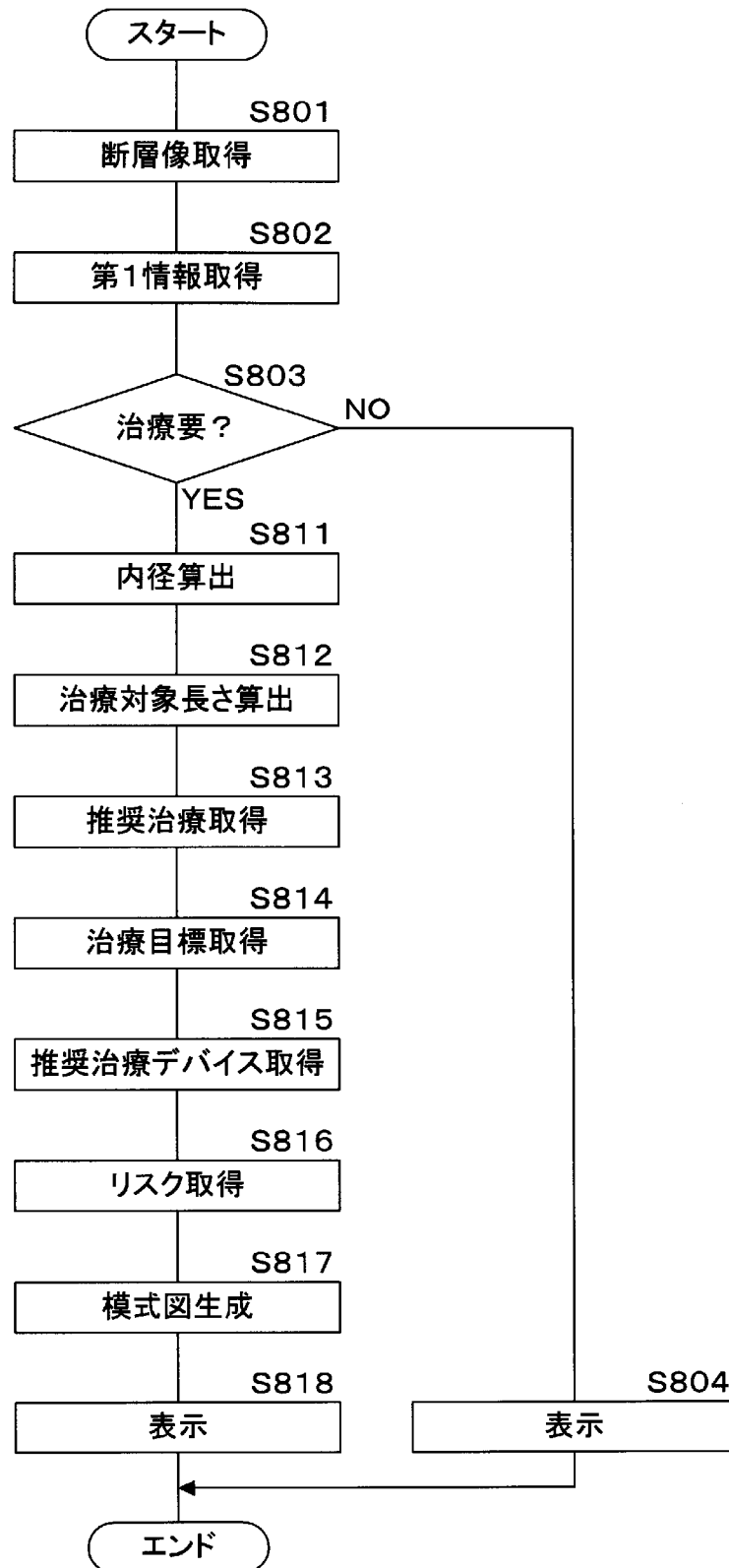
[図6]



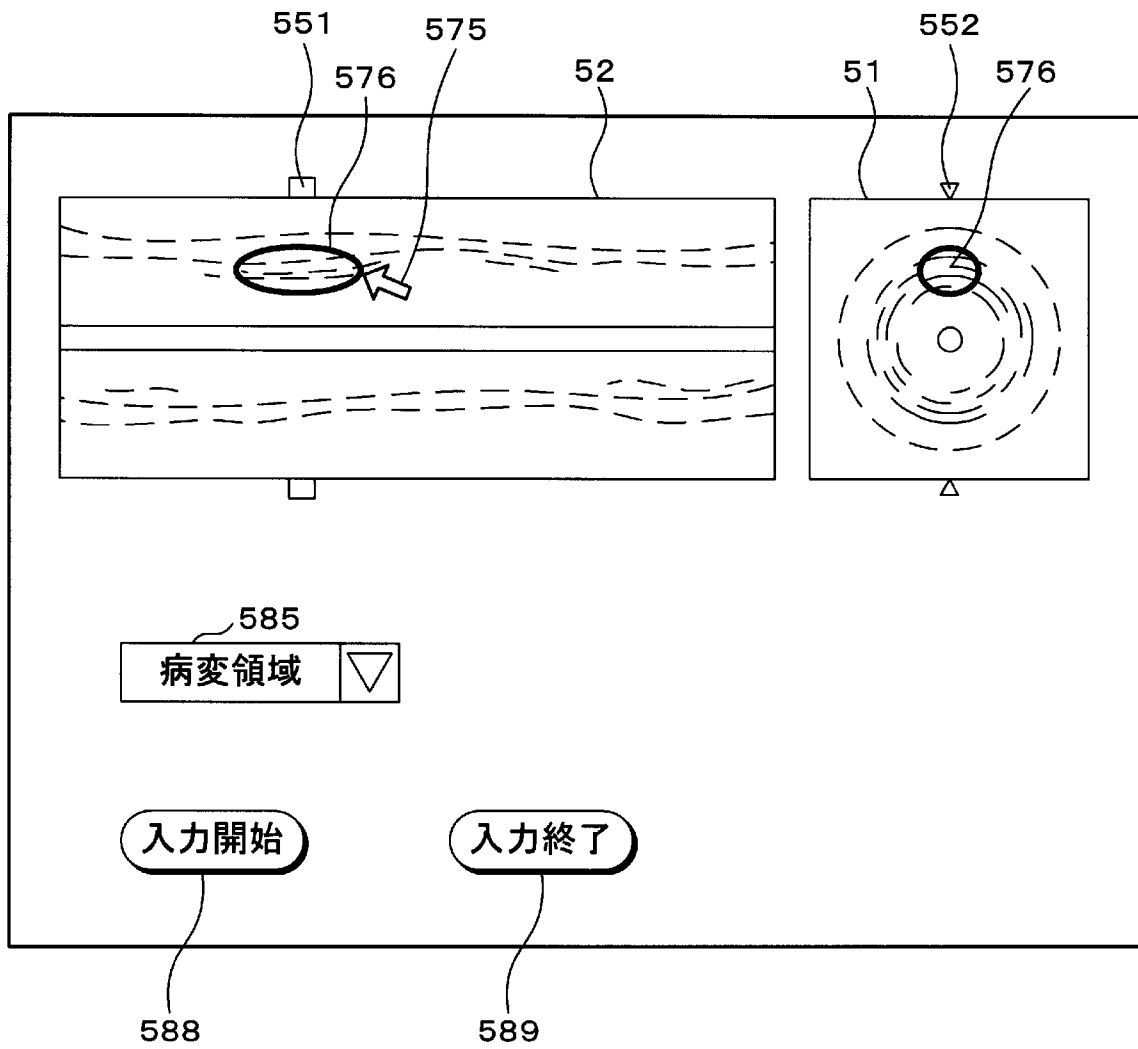
[図7]



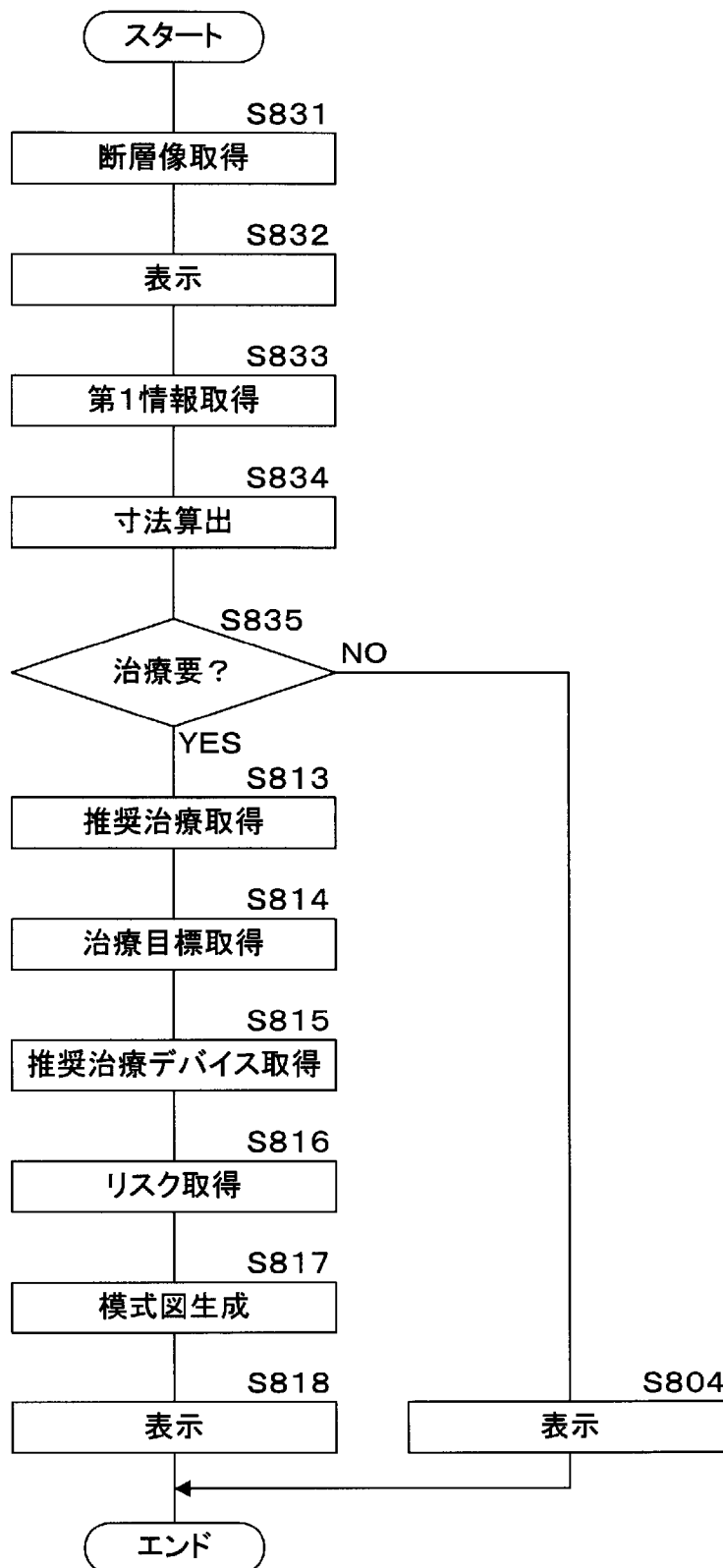
[図8]



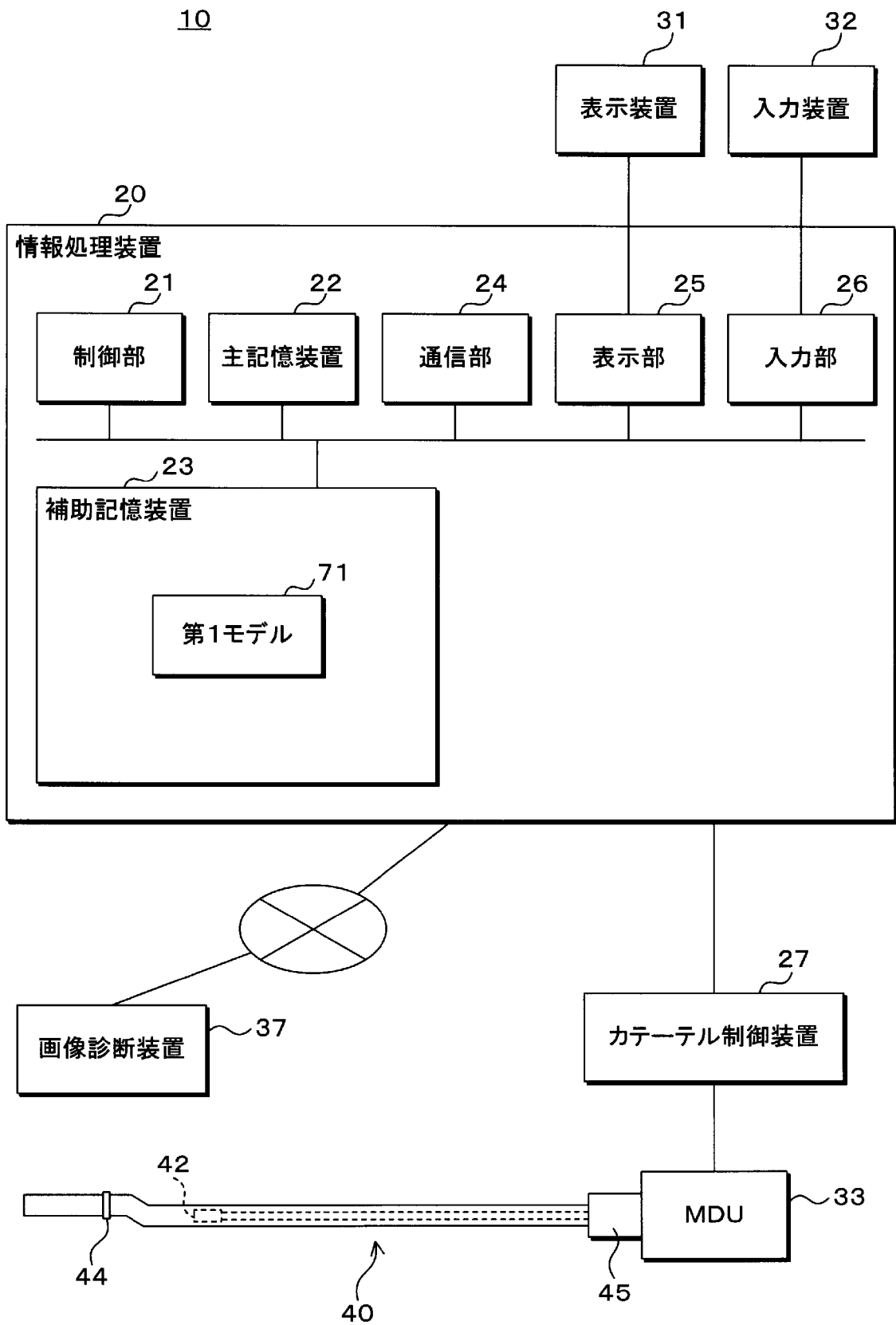
[図9]



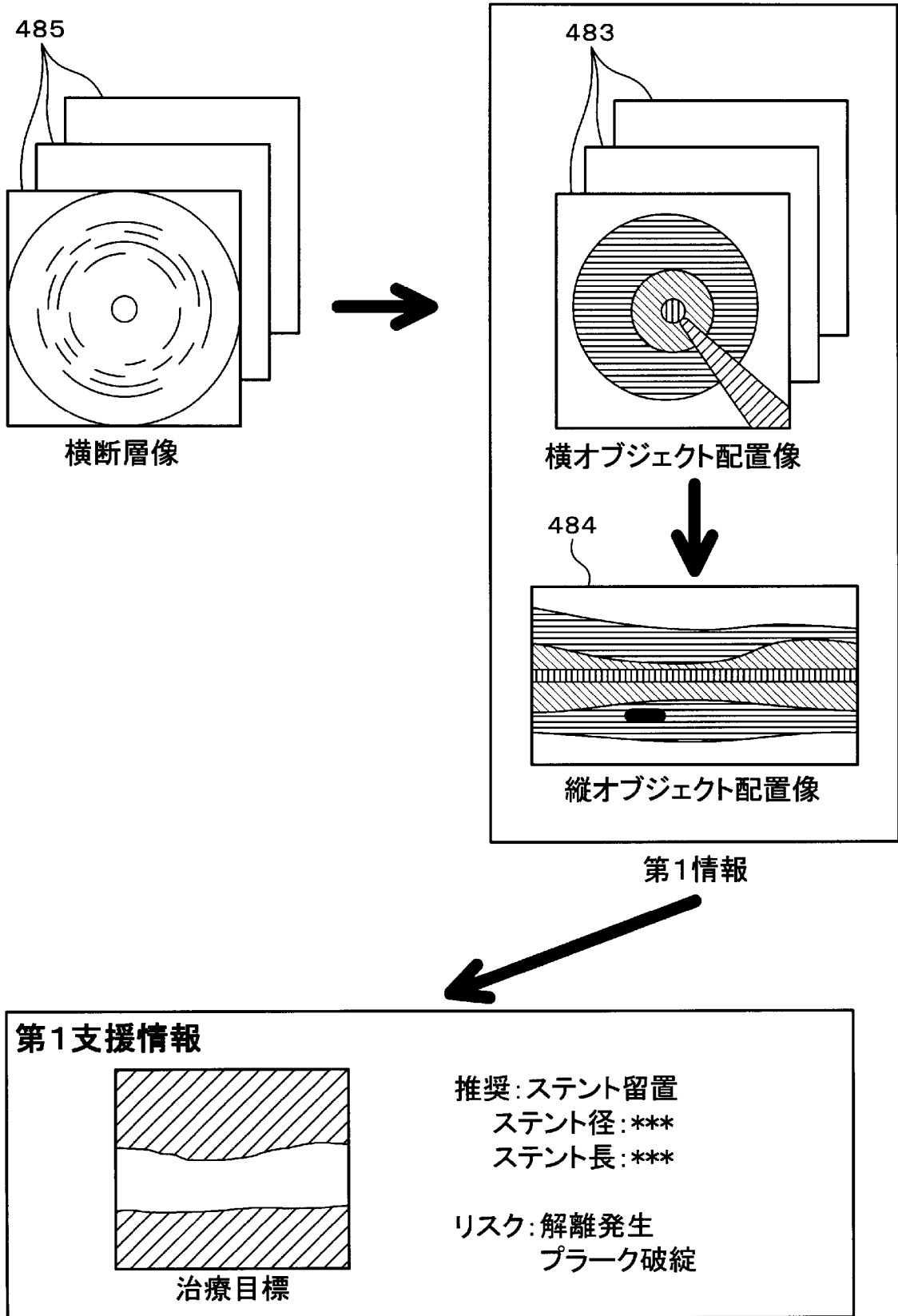
[図10]



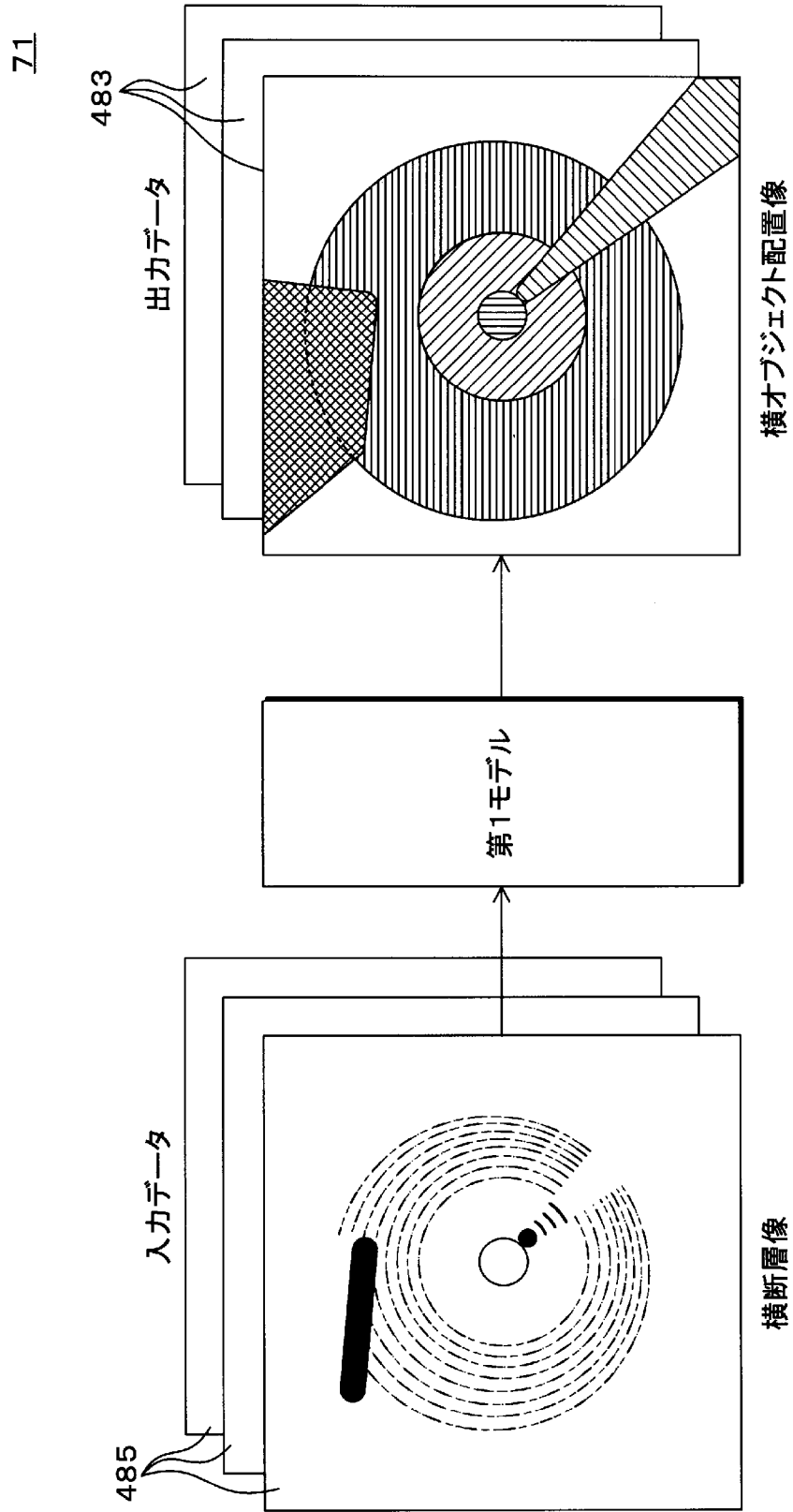
[図11]



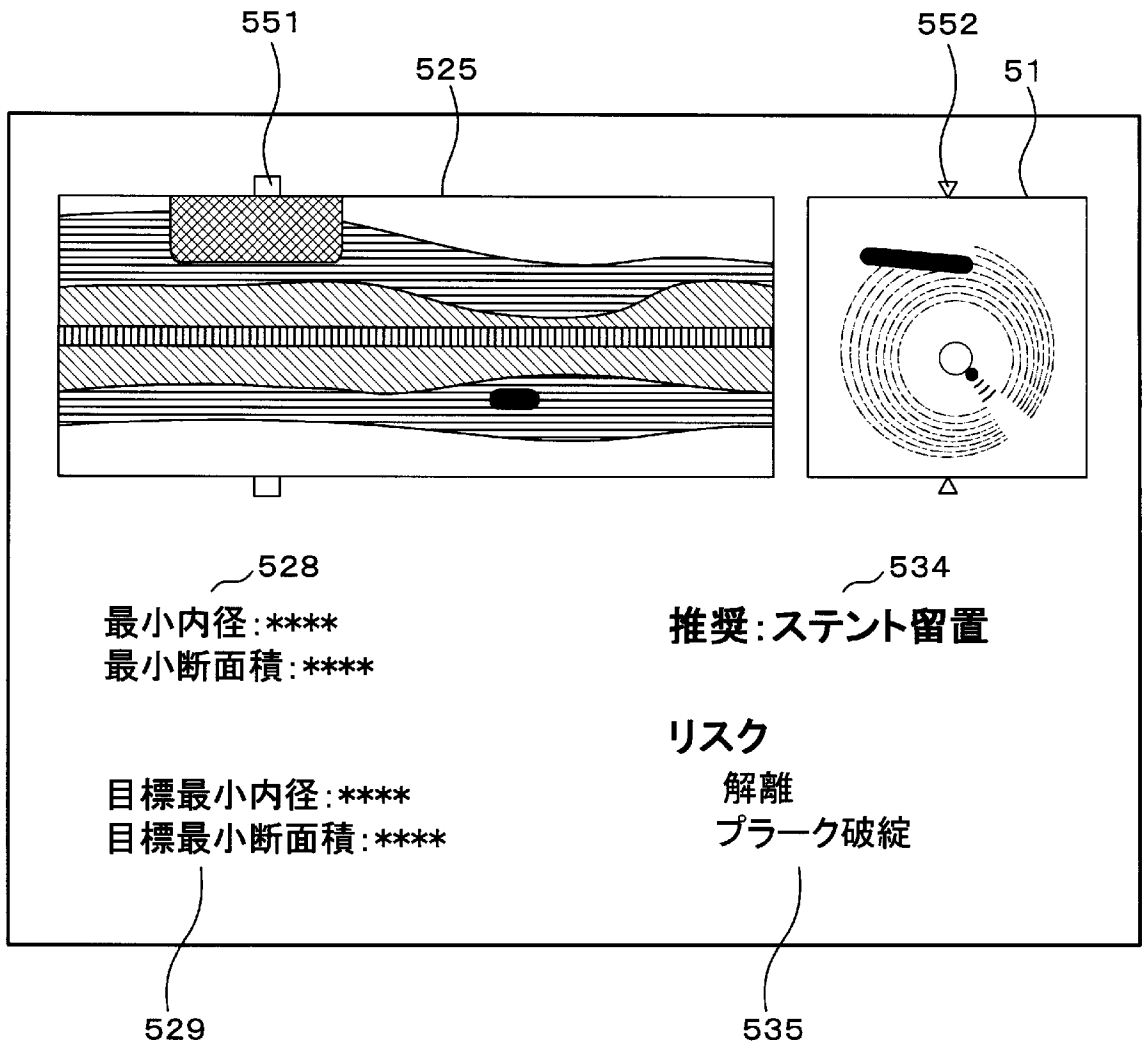
[図12]



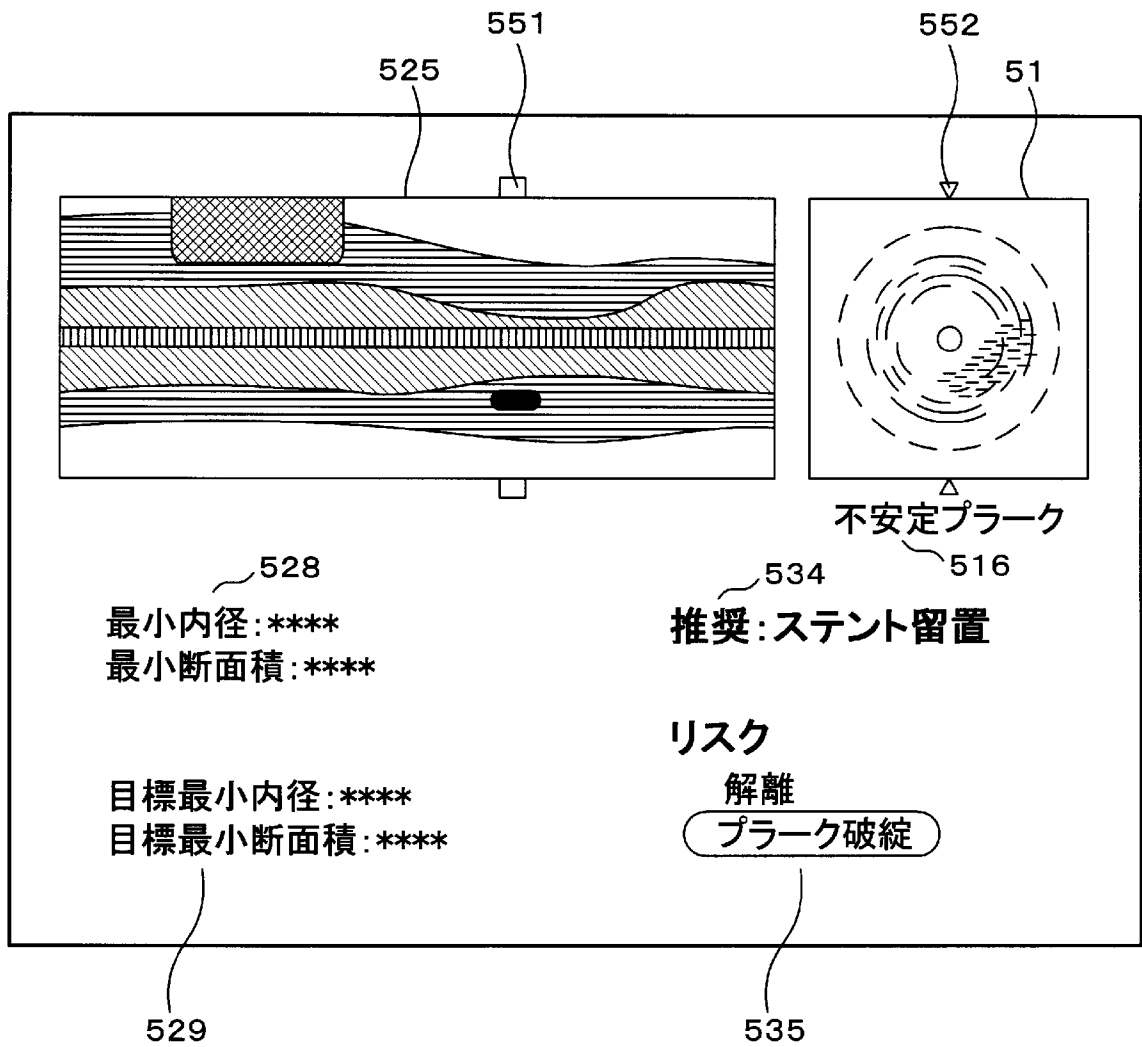
[図13]



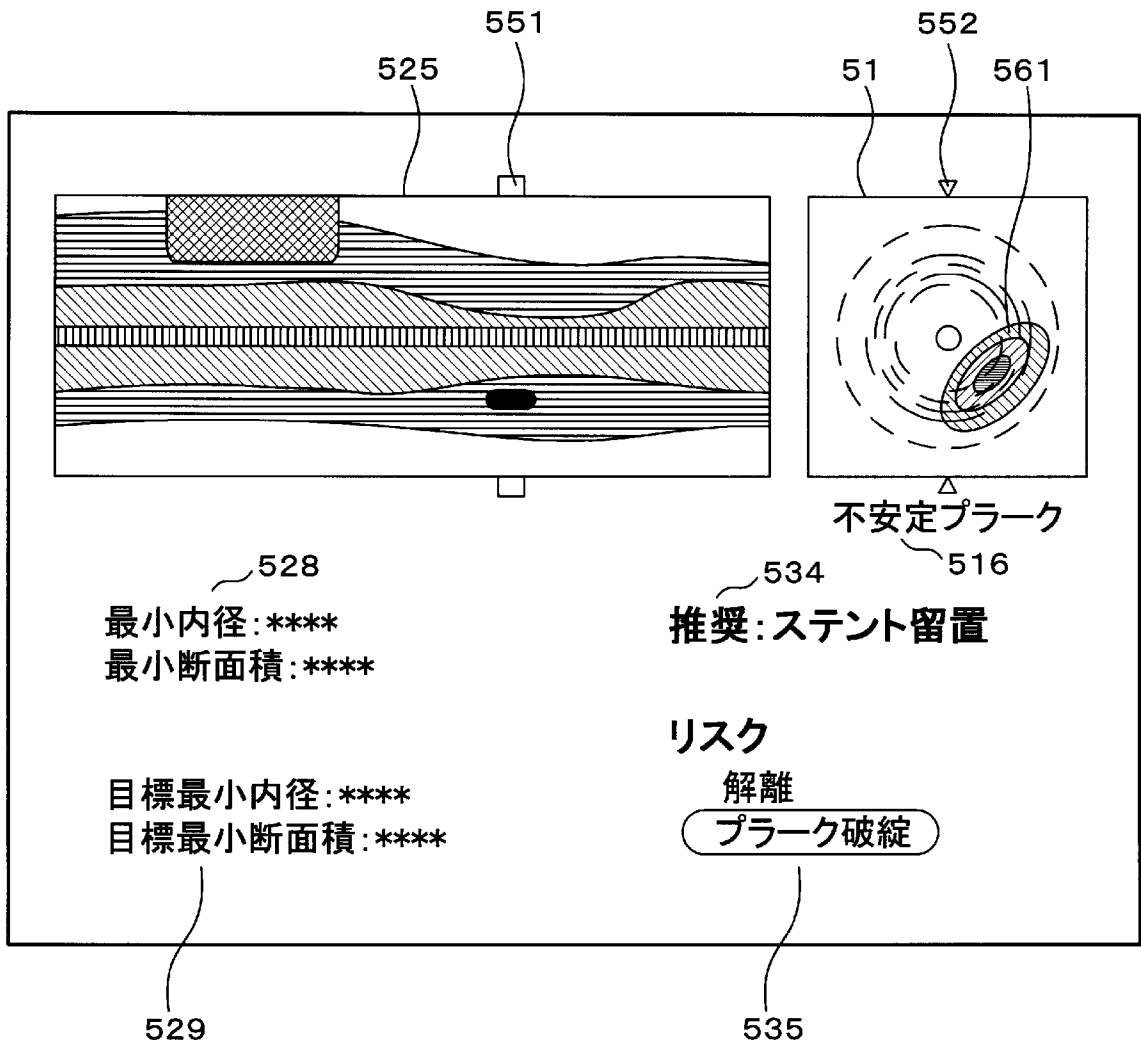
[図14]



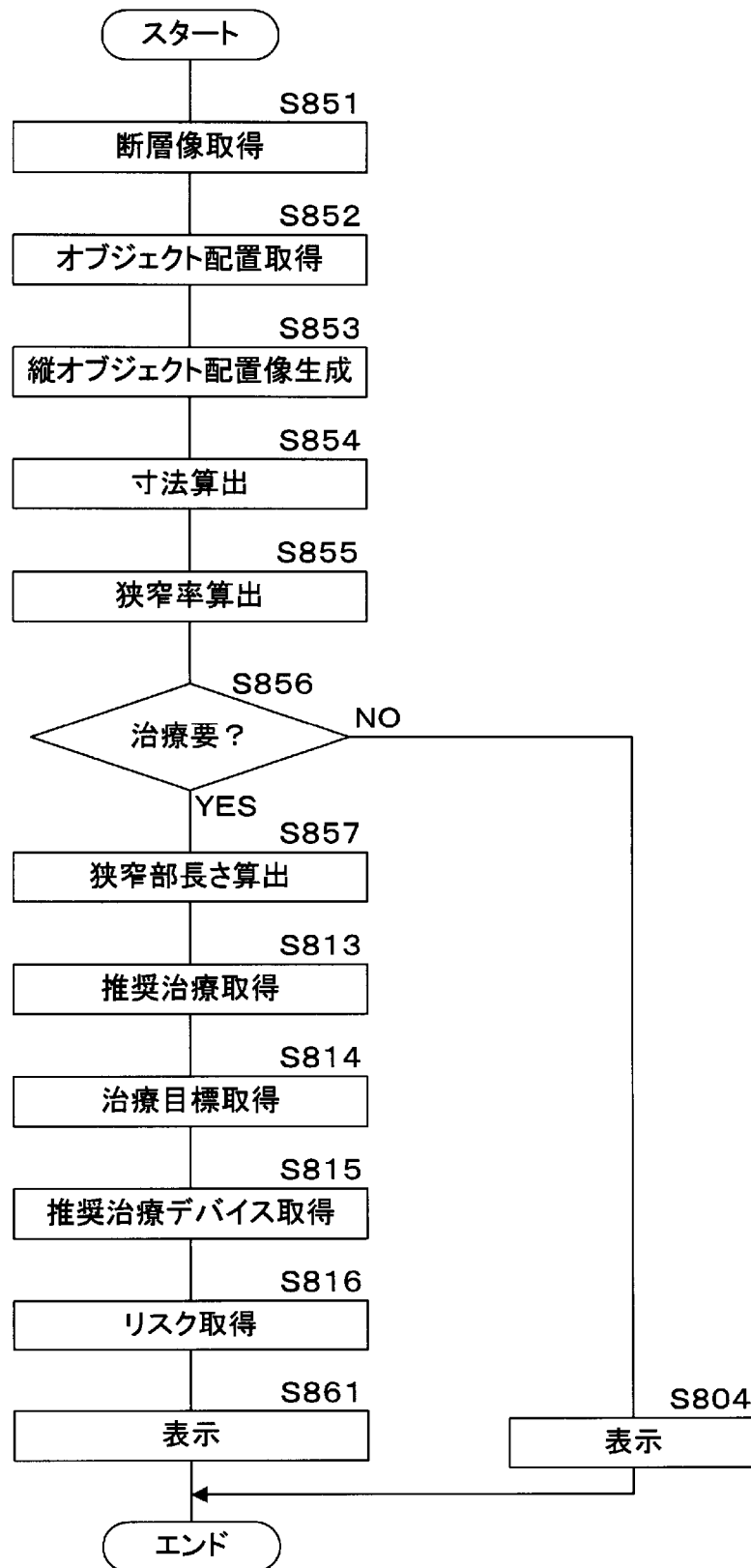
[図15]



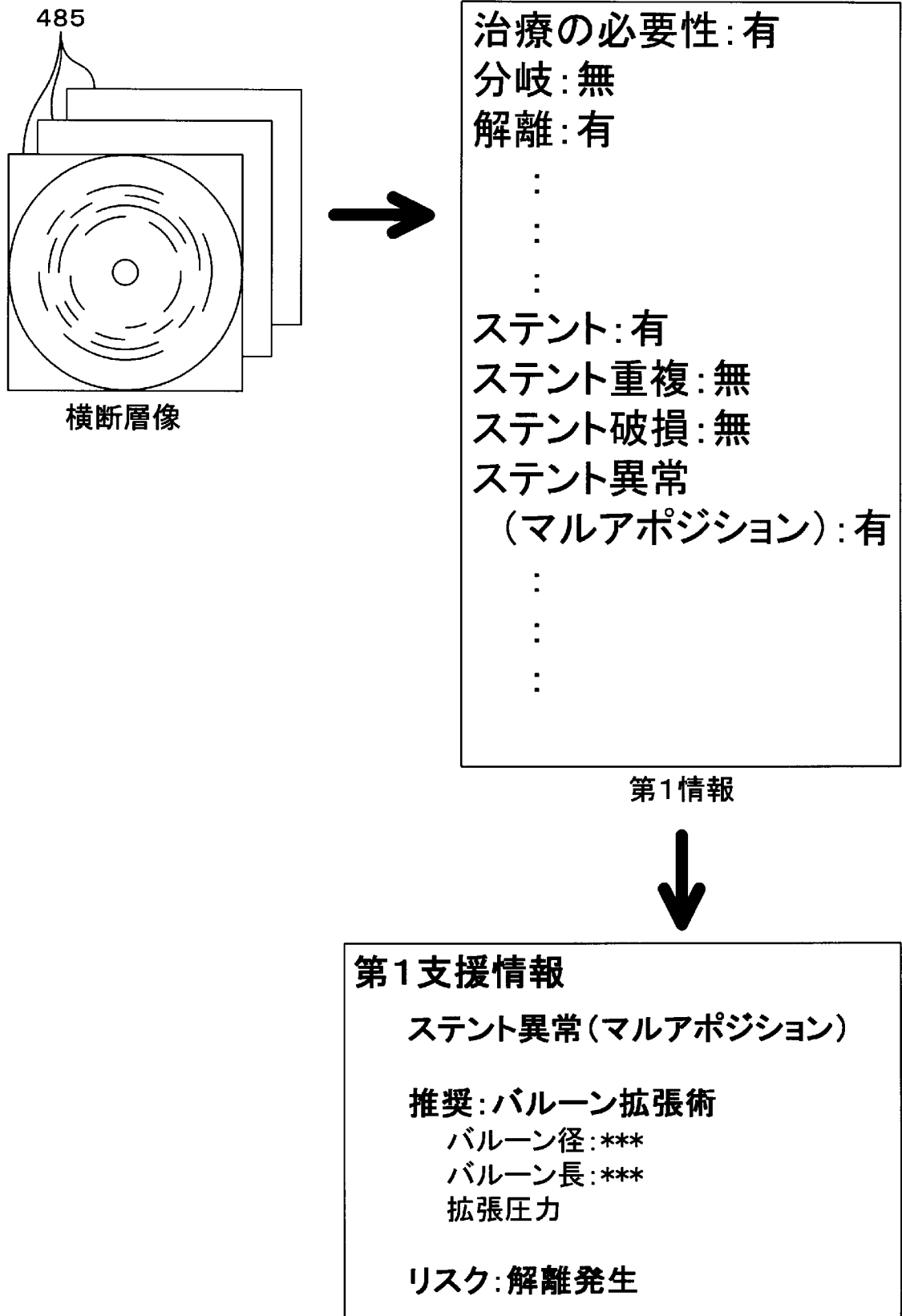
[図16]



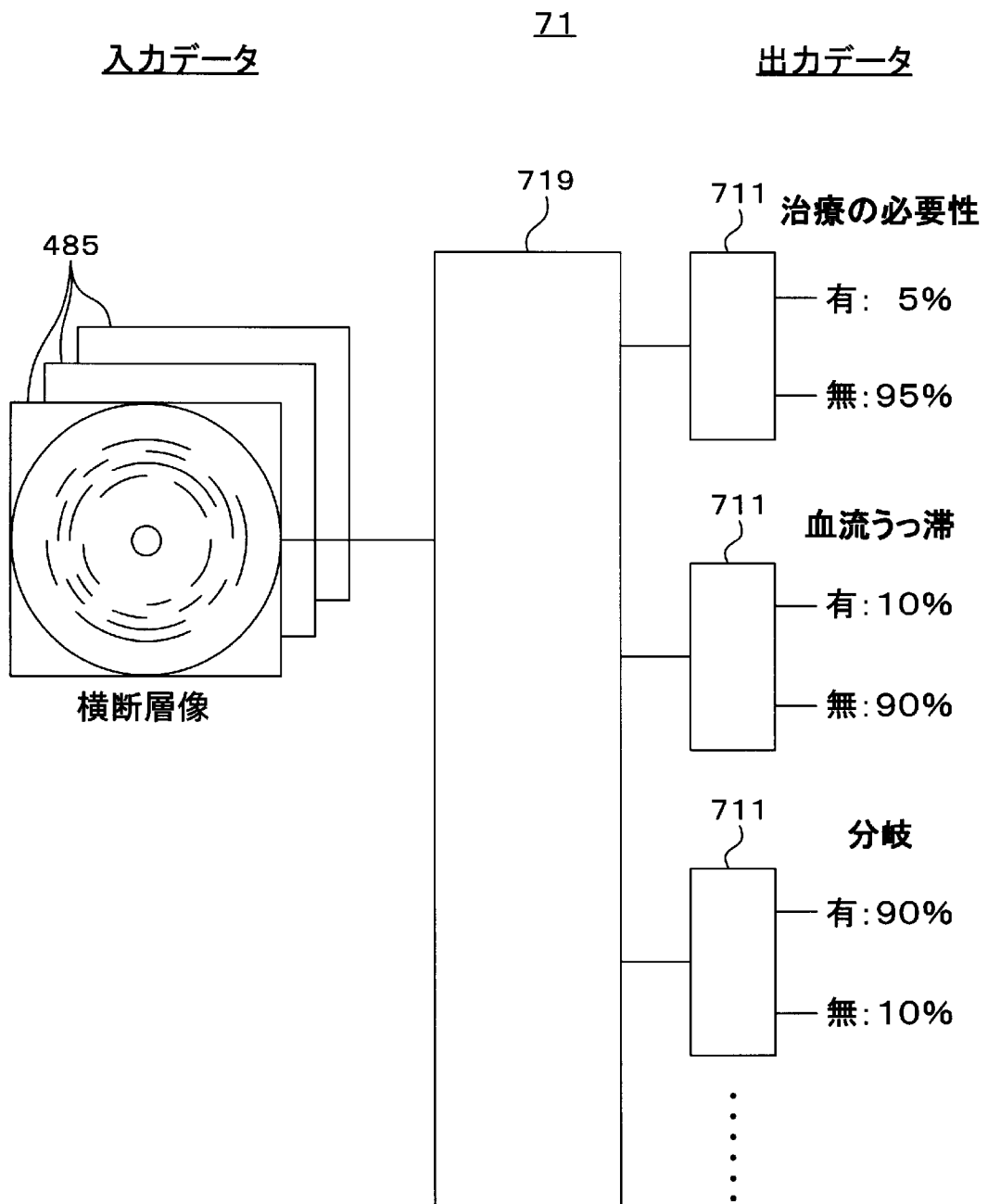
[図17]



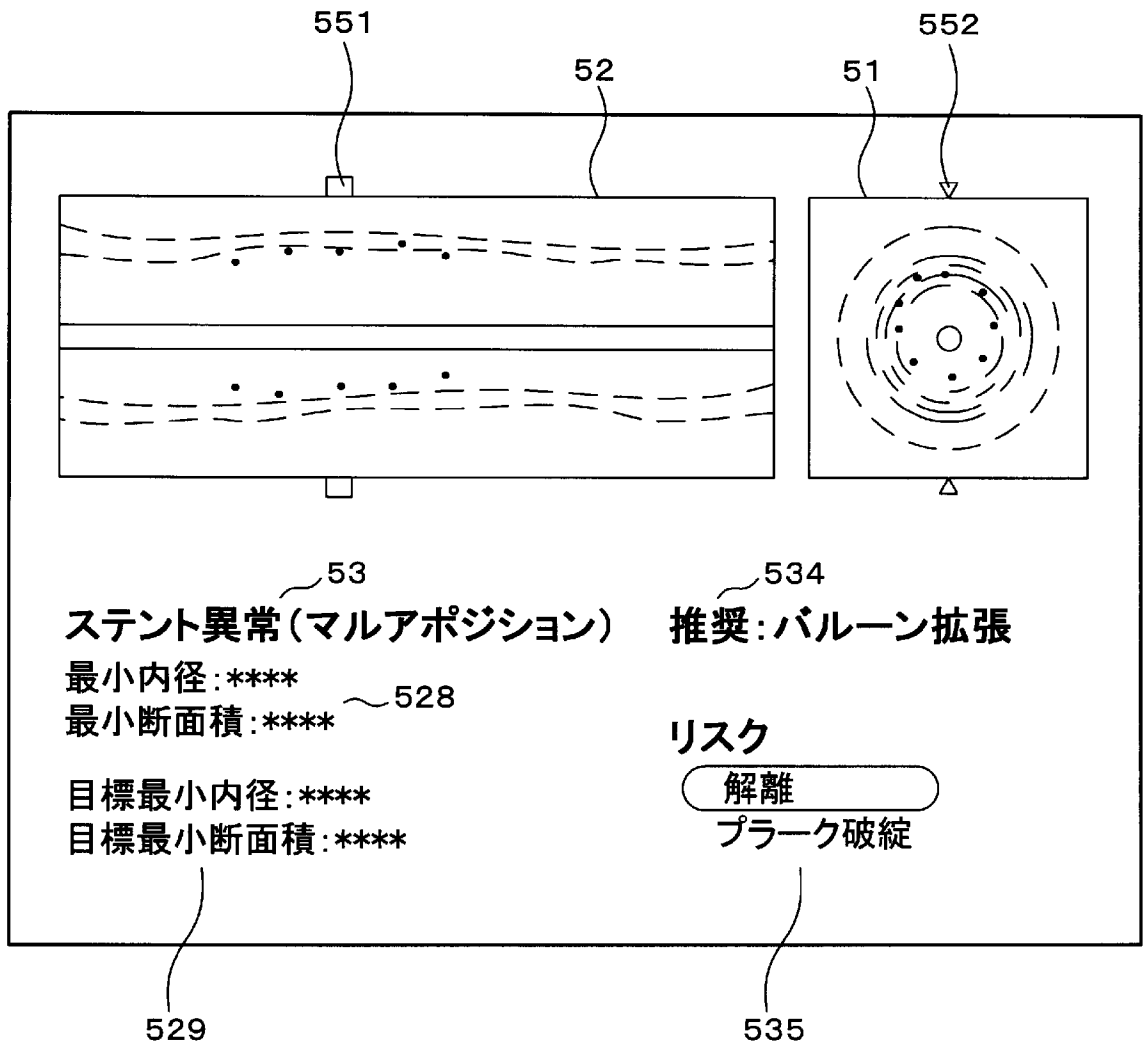
[図18]



[図19]

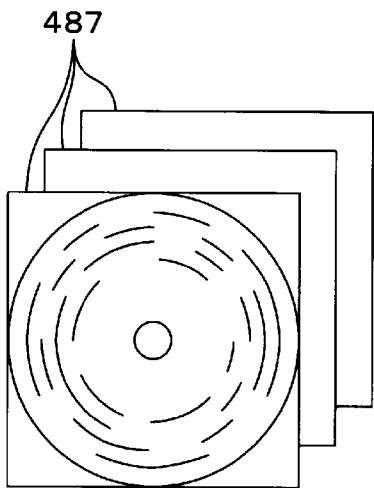


[図20]





[図22]



処置後断層像



ステント:有  
ステント重複:無  
ステント破損:無  
ステント異常  
    (マルアポジション):有  
    :  
    :

第2情報



**第2支援情報**

ステント異常(マルアポジション)

推奨:バルーン拡張術

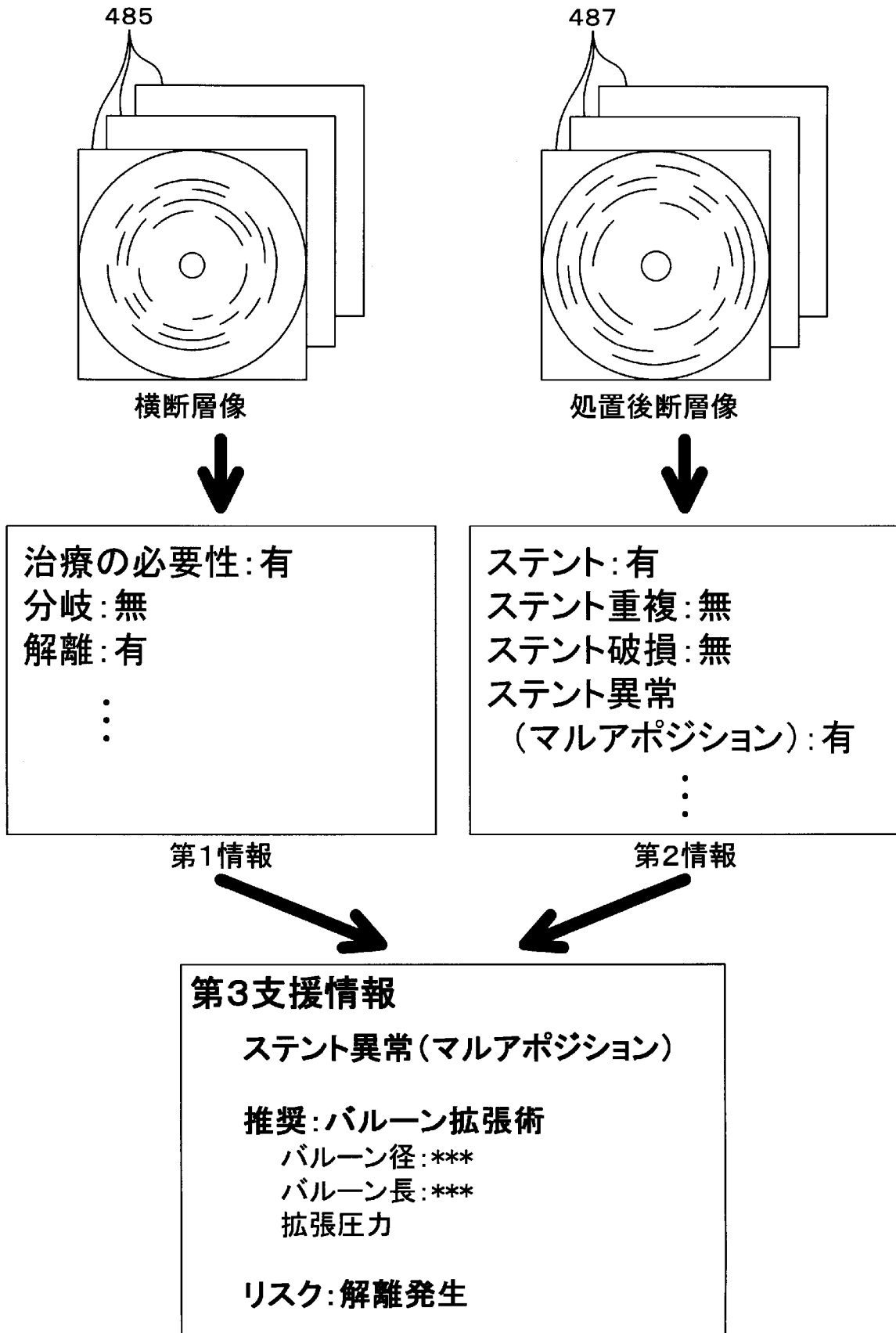
    バルーン径:\*\*\*

    バルーン長:\*\*\*

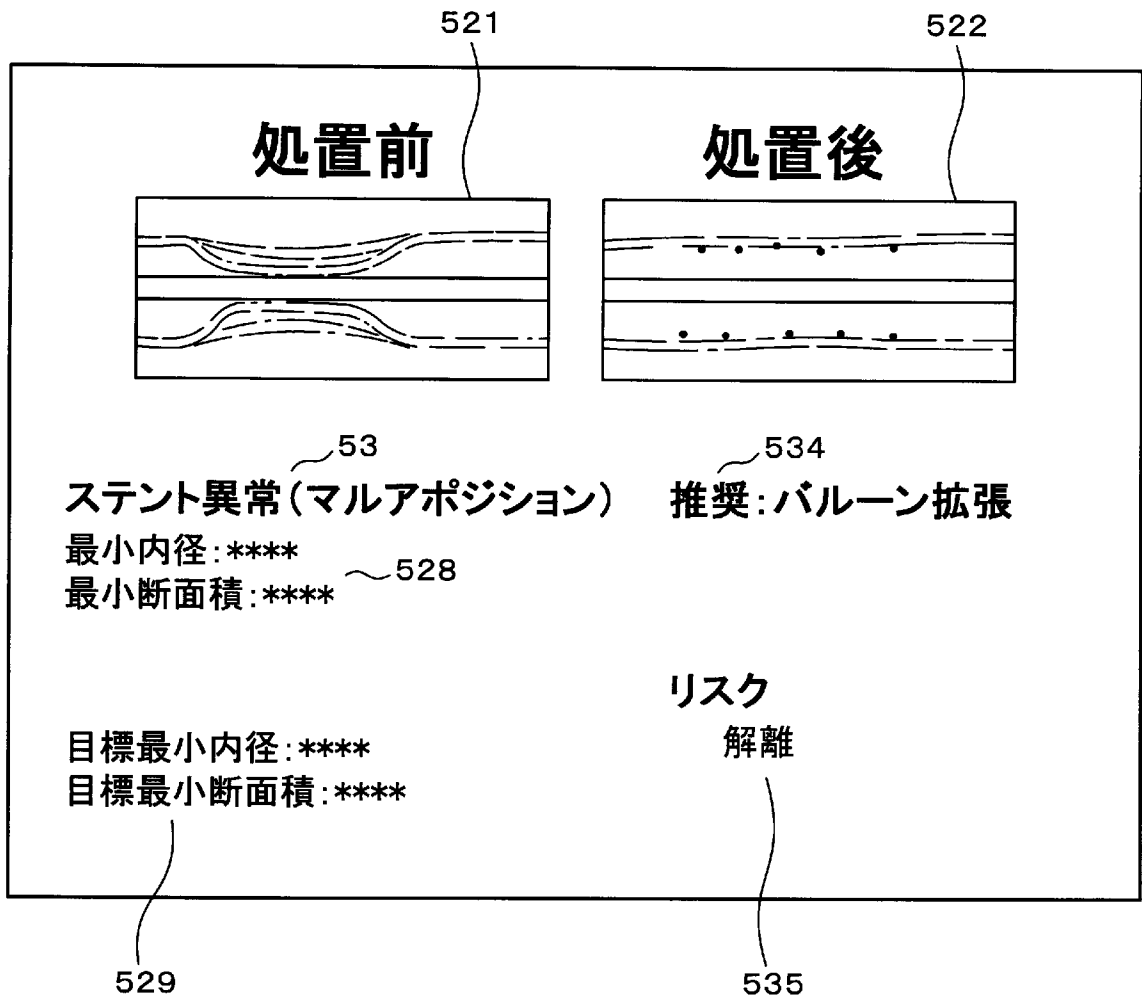
    拡張圧力

リスク:解離発生

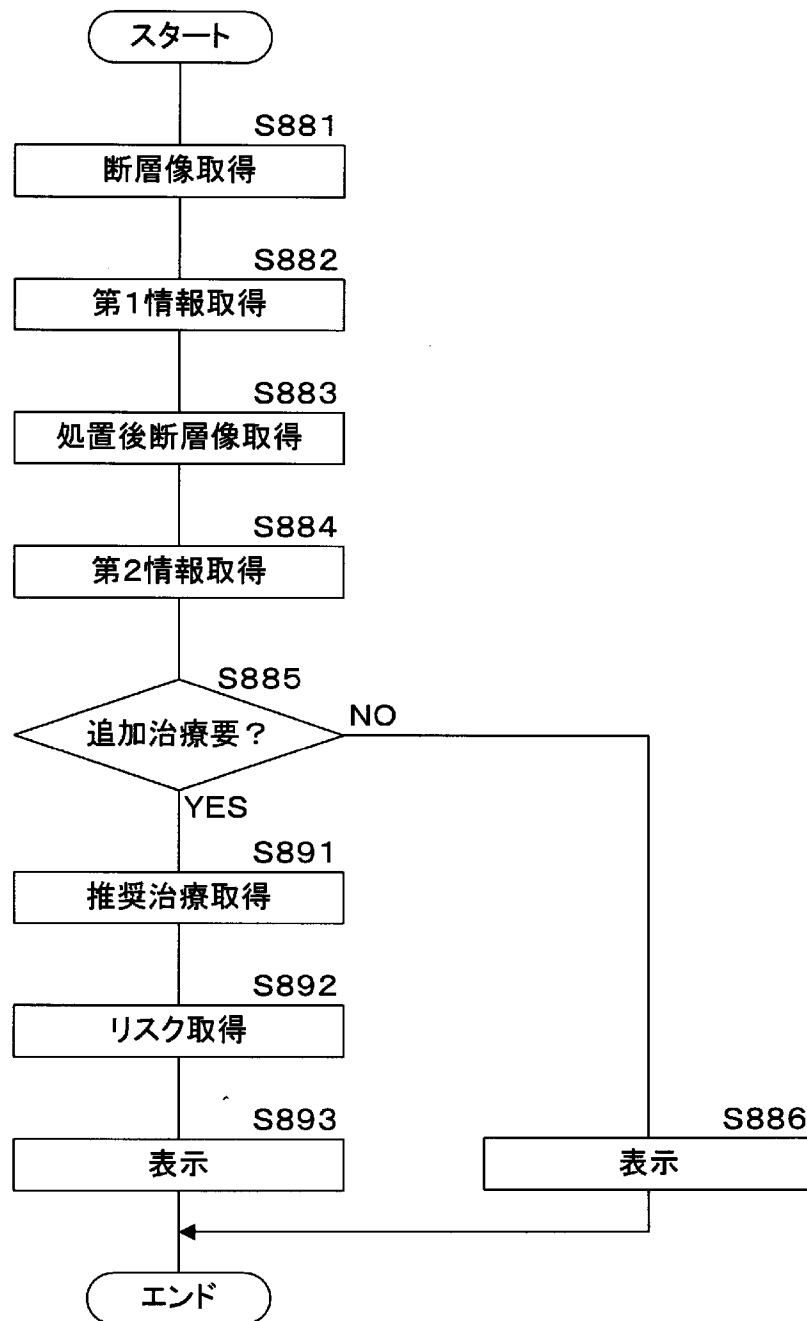
[図23]



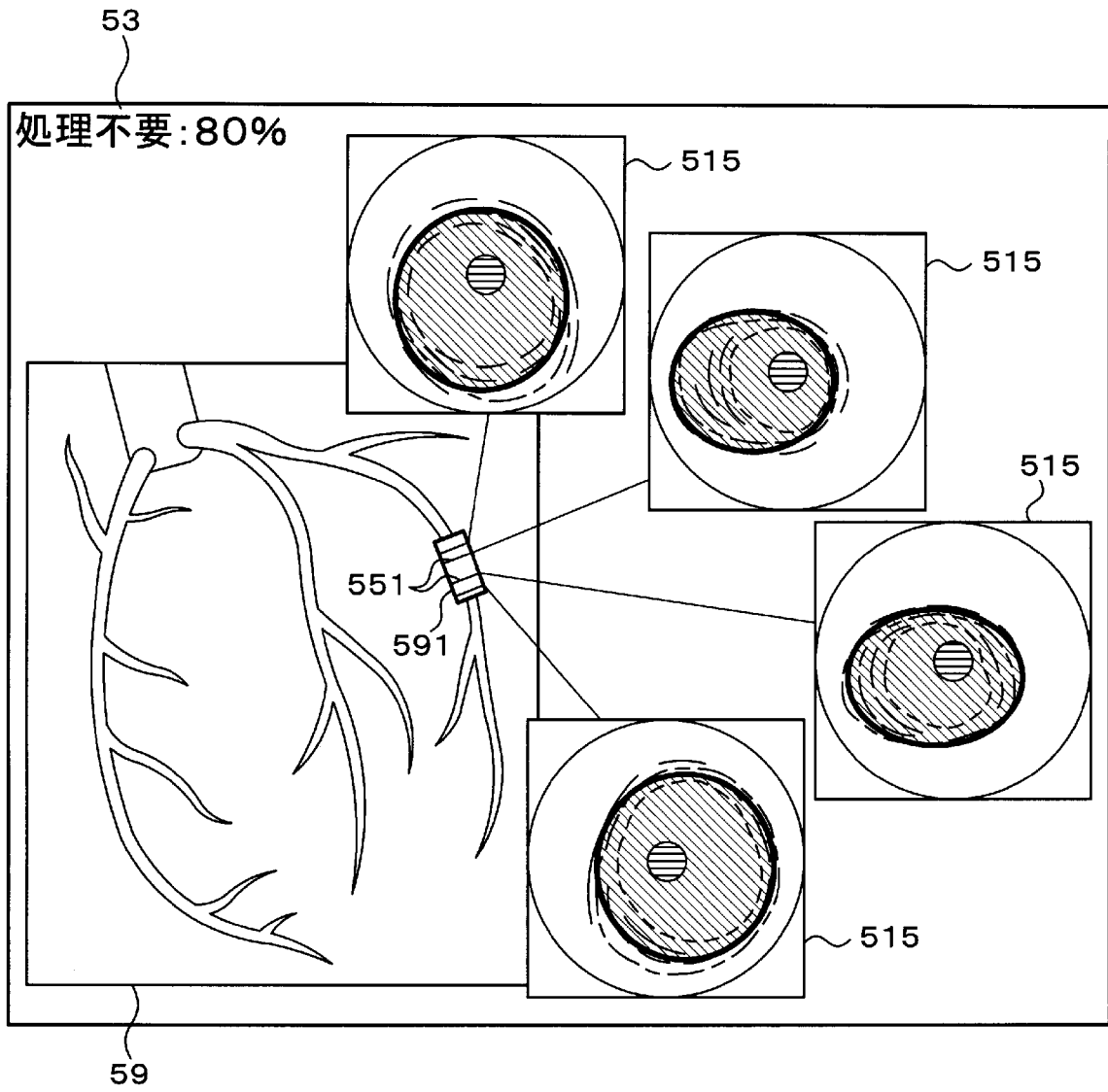
[図24]



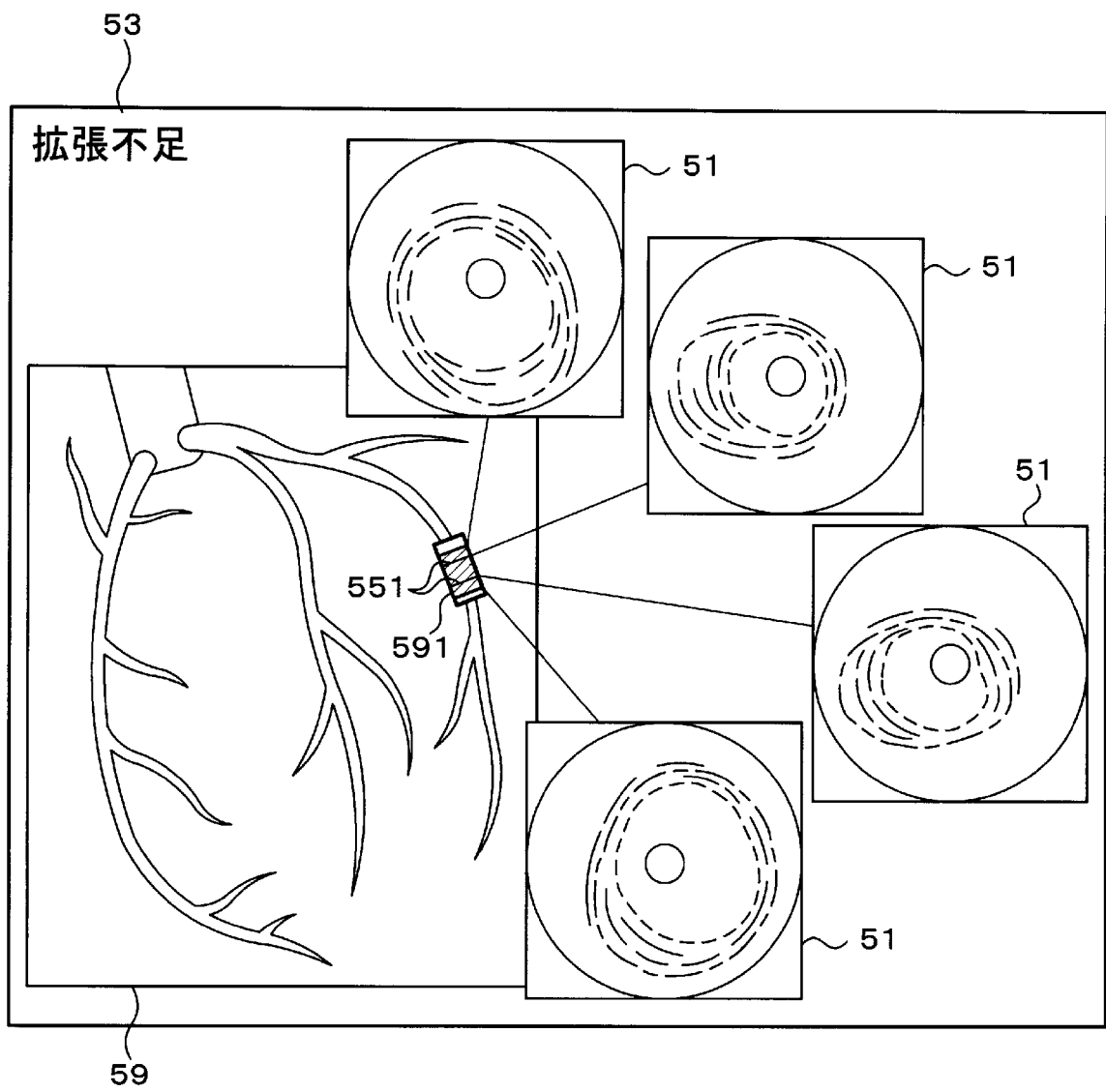
[図25]



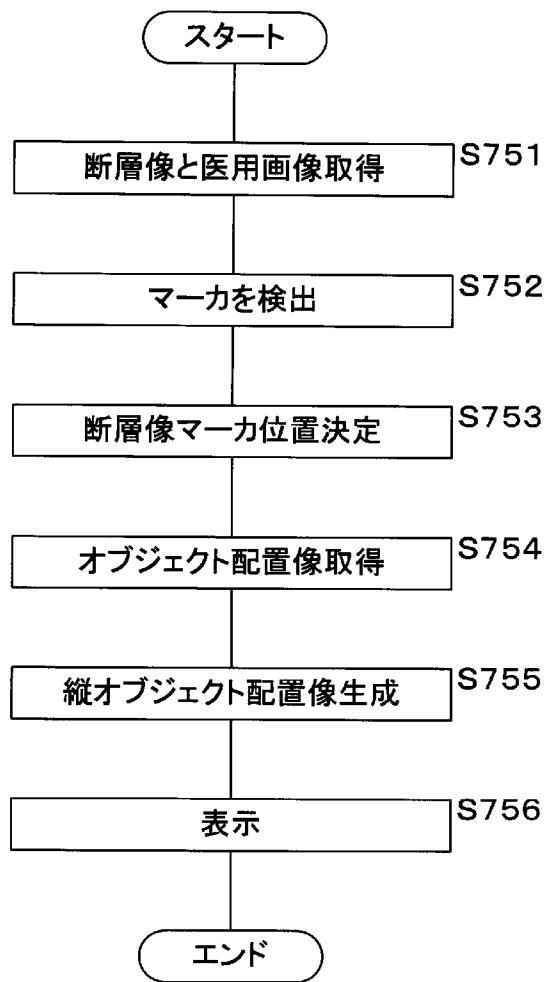
[図26]



[図27]



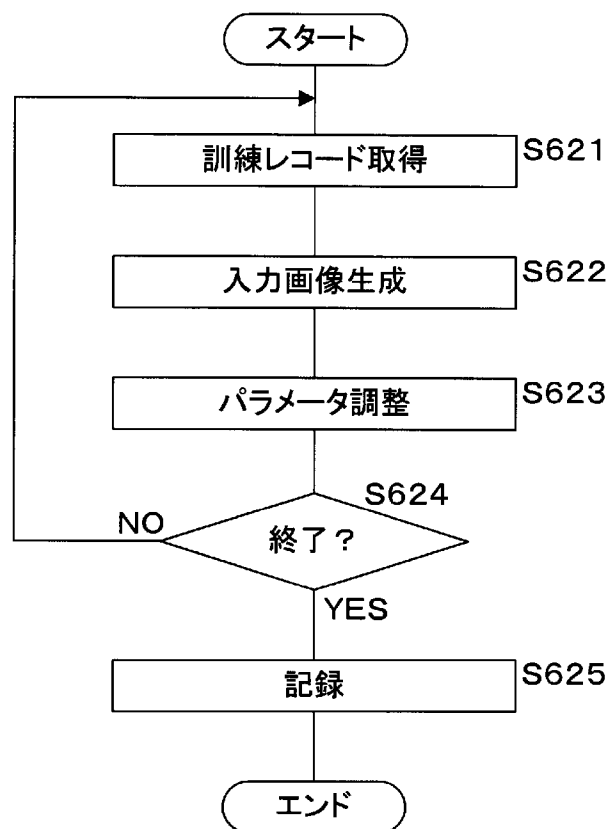
[図28]



[図29]

断層像データ	判定結果
IMG100	No.1: 健康 No.2: 健康 No.3: 治療対象 No.4: 治療対象 ⋮
IMG111	No.1: 健康 No.2: 健康 No.3: 治療対象 No.4: 治療対象 ⋮

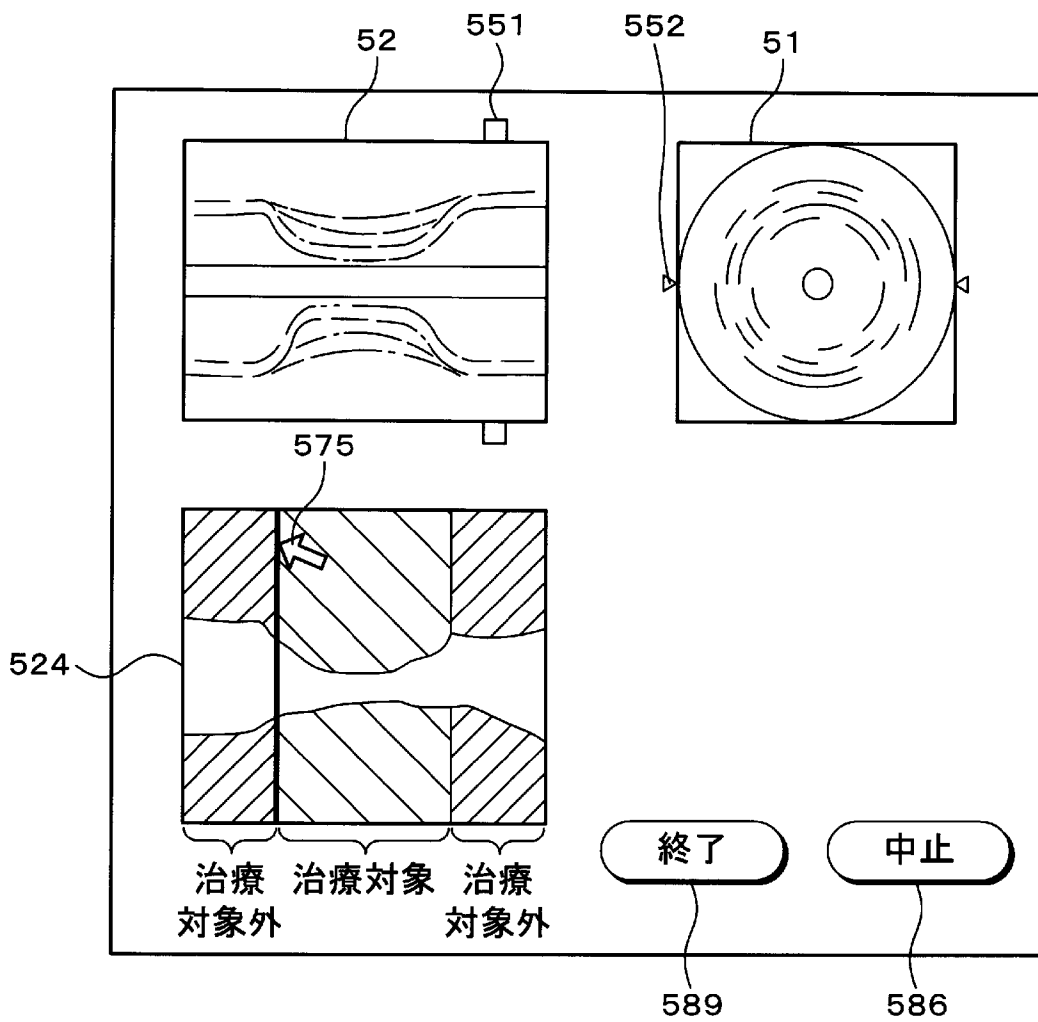
[図30]



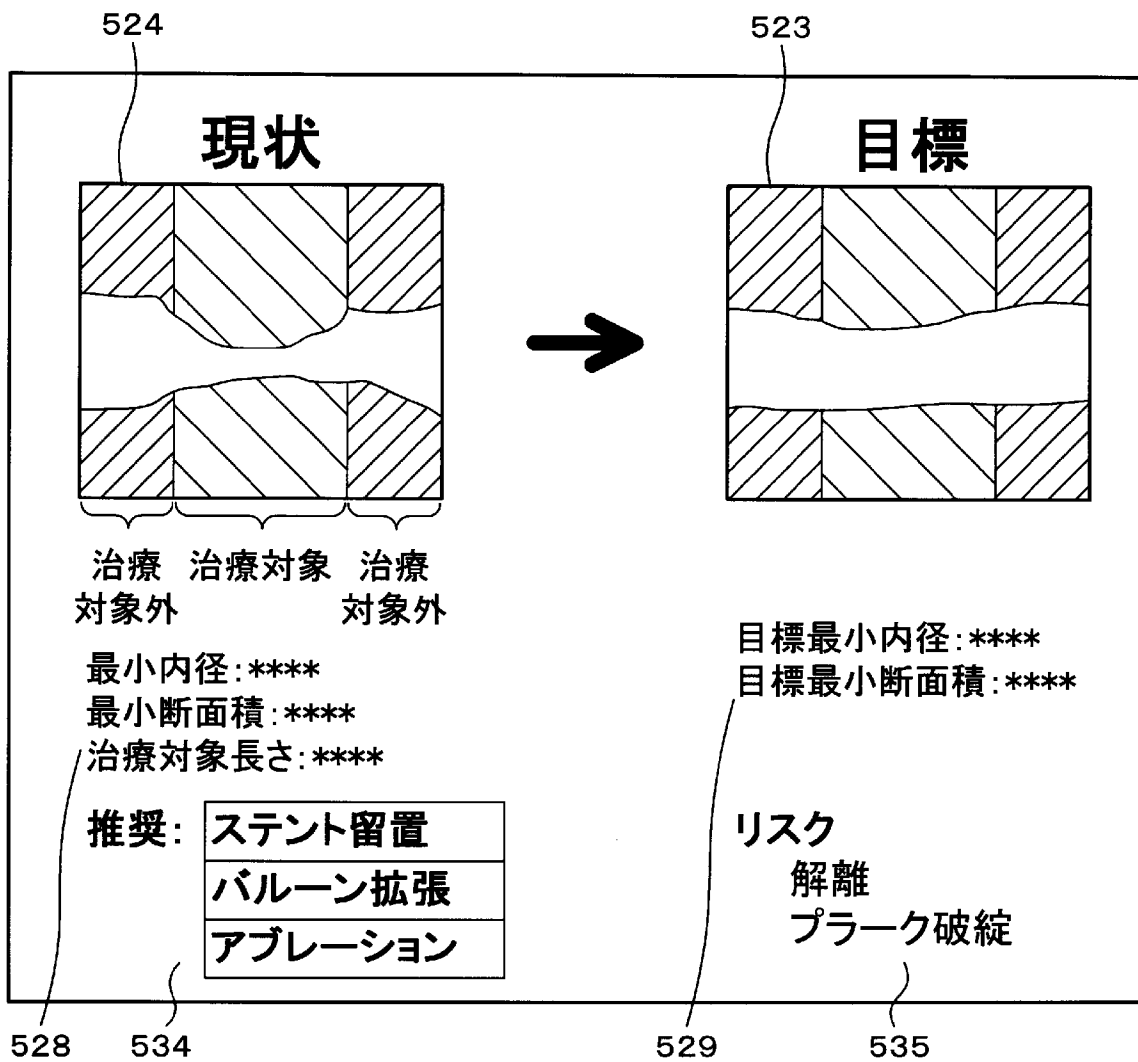
[図31]

断層像データ	出力データ		修正データ	
	治療要否	推奨処置	治療要否	推奨処置
IMG100	No.1: 健康 No.2: 健康 No.3: 治療対象 No.4: 治療対象 ⋮	ステント留置	No.1: 健康 No.2: 健康 No.3: 健康 No.4: 治療対象 ⋮	修正なし
IMG111	No.1: 健康 No.2: 健康 No.3: 治療対象 No.4: 治療対象 ⋮	不要	No.1: 治療対象 No.2: 治療対象 No.3: 治療対象 No.4: 治療対象 ⋮	アブレーション

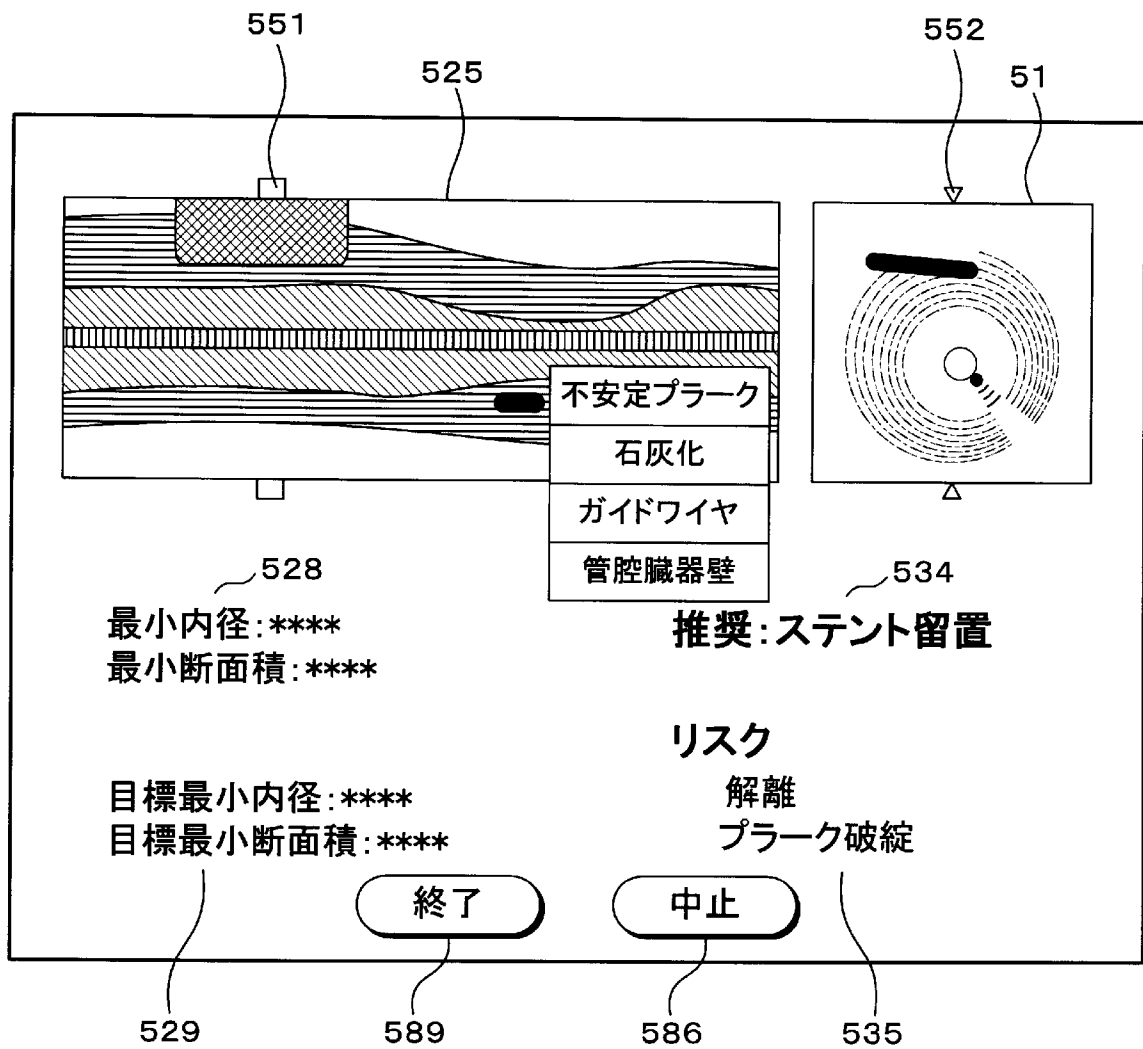
[図32]



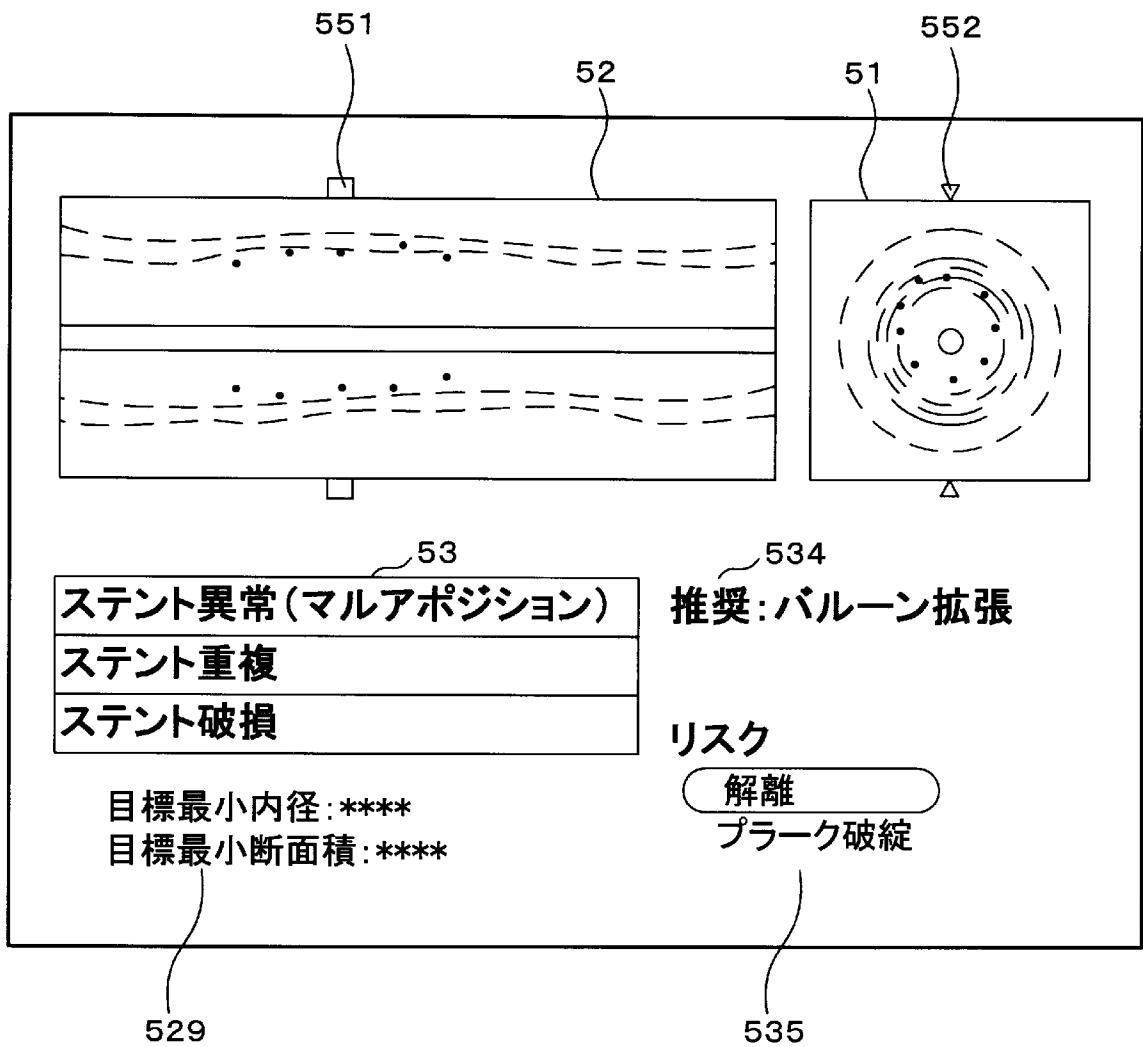
[図33]



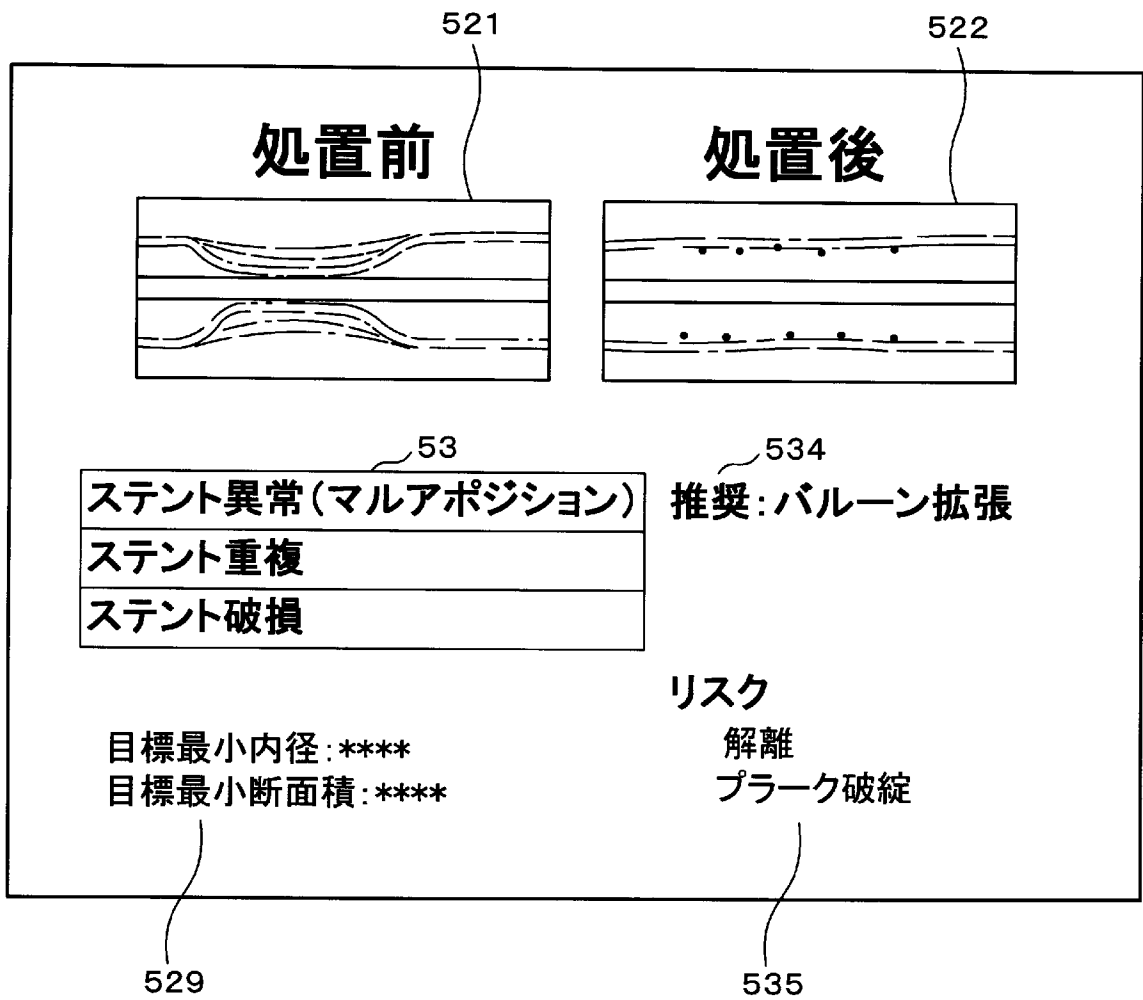
[図34]



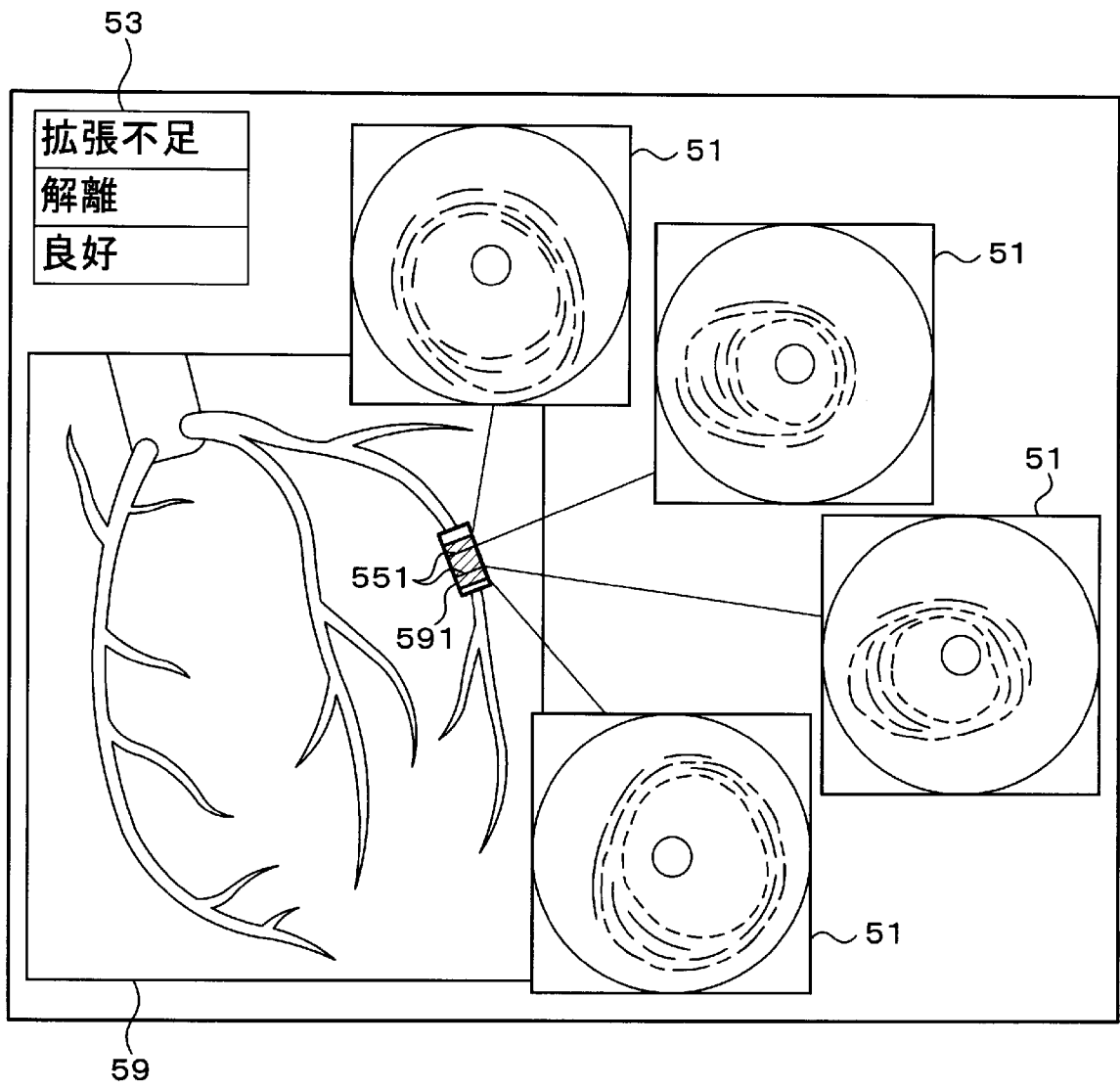
[図35]



[図36]



[図37]

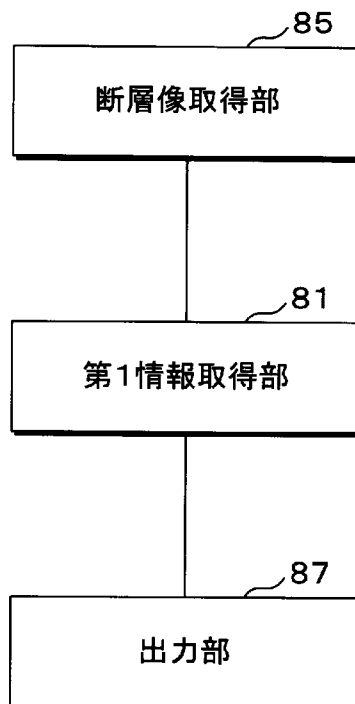


[図38]

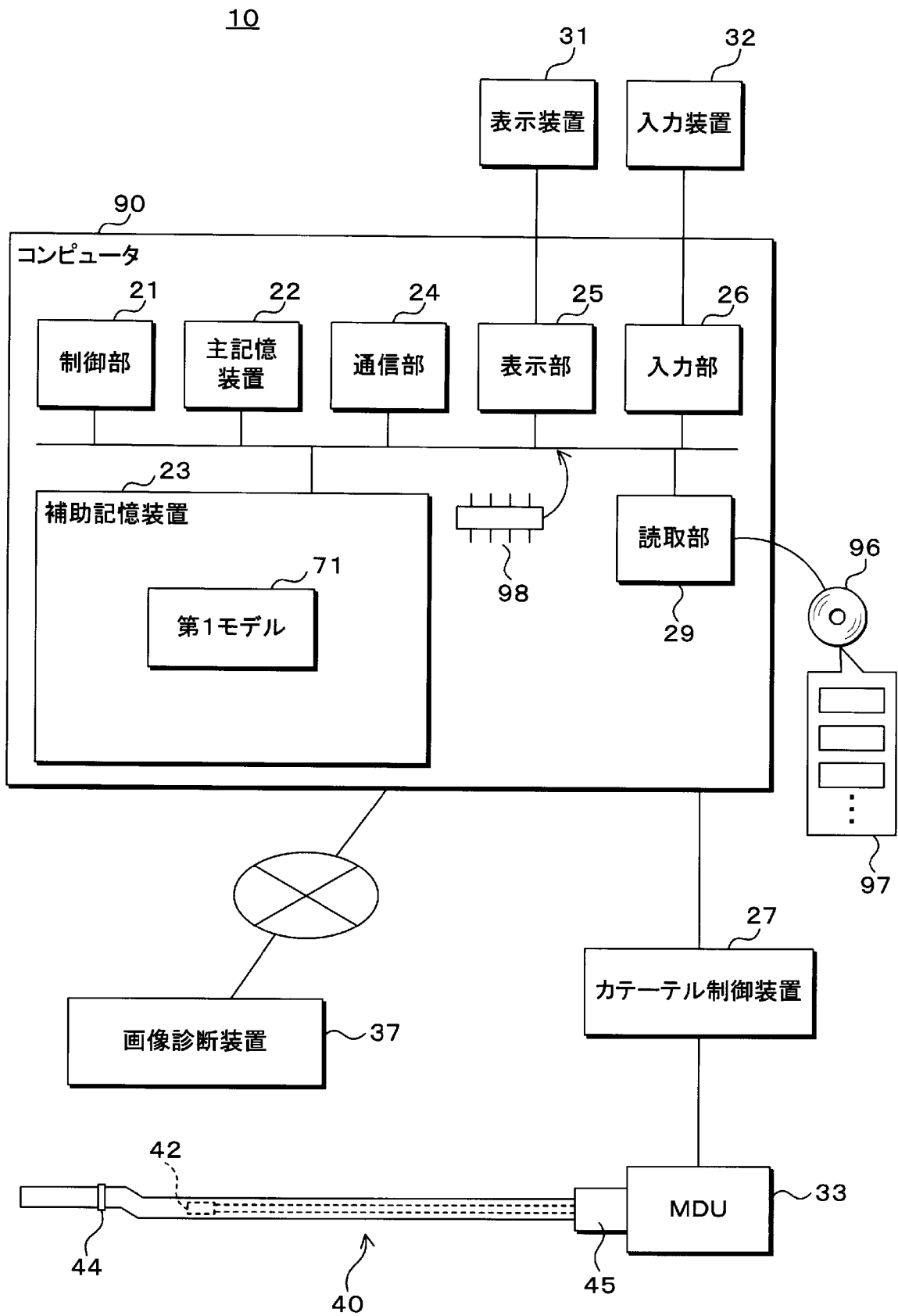
- 日本 \* \* \* 学会ガイドライン(2010年版)
- 日本 \* \* \* 学会ガイドライン(2016年版)
- \* \* \* \* 病院ガイドライン
- 米国 \* \* \* ガイドライン

[図39]

10



[図40]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2021/009302

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. A61B8/12(2006.01) i, A61B1/313(2006.01) i  
 FI: A61B8/12, A61B1/313510

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. A61B8/12, A61B1/313

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 Y	JP 2013-505782 A (LIGHTLAB IMAGING, INC.) 21 February 2013 (2013-02-21), paragraphs [0025]-[0030], [0101]-[0117]	1-5, 11, 32-33 6-10, 12-31
Y A	JP 2018-525074 A (AORTICA CORPORATION) 06 September 2018 (2018-09-06), paragraphs [0073]-[0098]	6-10, 12-15, 19-23, 26-29 1-5, 11, 16-18, 24-25, 30-33
Y A	JP 2017-527418 A (LIGHTLAB IMAGING, INC.) 21 September 2017 (2017-09-21), paragraphs [0047]-[0063]	16-31 1-15, 32-33
A	JP 2020-503909 A (LIGHTLAB IMAGING, INC.) 06 February 2020 (2020-02-06), entire text, all drawings	1-33

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 11 May 2021	Date of mailing of the international search report 01 June 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**

International application No.

PCT/JP2021/009302

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2019/0365480 A1 (LIGHTLAB IMAGING, INC.) 05 December 2019 (2019-12-05), entire text, all drawings	1-33
A	US 2019/0282182 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 19 September 2019 (2019-09-19), entire text, all drawings	1-33
A	WO 2011/135103 A1 (KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN, K.U. LEUVEN R&D) 03 November 2011 (2011-11-03), entire text, all drawings	1-33

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/009302

JP 2013-505782 A	21 February 2013	US 2011/0071404 A1 paragraphs [0057]-[0062], [0101]-[0118] WO 2011/038044 A2 CA 2765407 A1
JP 2018-525074 A	06 September 2018	WO 2017/007947 A1 paragraphs [1078]-[1103] US 2017/0027683 A1 US 2017/0333175 A1 CN 107949346 A
JP 2017-527418 A	21 September 2017	US 2016/0022208 A1 paragraphs [0060]-[0076] WO 2016/014991 A1 EP 3622884 A1
JP 2020-503909 A	06 February 2020	US 2018/0085170 A1 entire text, all drawings WO 2018/064336 A1 CA 3037912 A1 CN 109716446 A
US 2019/0365480 A1	05 December 2019	WO 2019/232078 A1 entire text, all drawings
US 2019/0282182 A1	19 September 2019	WO 2019/175004 A1 entire text, all drawings
WO 2011/135103 A1	03 November 2011	(Family: none)

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 1/313(2006.01)i FI: A61B8/12; A61B1/313 510		
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; A61B1/313 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 1971-2021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) 段落 [0025] - [0030], [0101] - [0117]	1-5, 11, 32-33
Y		6-10, 12-31
Y	JP 2018-525074 A（アオーティカ コーポレイション） 06.09.2018 (2018-09-06) 段落 [0073] - [0098]	6-10, 12-15, 19-23, 26-29
A		1-5, 11, 16-18, 24-25, 30-33
Y	JP 2017-527418 A（ライトラボ・イメージング・インコーポレーテッド） 21.09.2017 (2017-09-21) 段落 [0047] - [0063]	16-31
A		1-15, 32-33
A	JP 2020-503909 A（ライトラボ・イメージング・インコーポレーテッド） 06.02.2020 (2020-02-06) 全文、全図	1-33
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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  11.05.2021	国際調査報告の発送日  01.06.2021	
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）  亀澤 智博 2U 4746  電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	US 2019/0365480 A1 (LIGHTLAB IMAGING, INC.) 05.12.2019 (2019 - 12 - 05) 全文、全図	1-33
A	US 2019/0282182 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 19.09.2019 (2019 - 09 - 19) 全文、全図	1-33
A	WO 2011/135103 A1 (KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN, K.U. LEUVEN R&D) 03.11.2011 (2011 - 11 - 03) 全文、全図	1-33

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/JP2021/009302

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 2011/0071404 A1 段落[0057]-[0062], [0101]- [0118] WO 2011/038044 A2 CA 2765407 A1	
JP 2018-525074 A	06.09.2018	WO 2017/007947 A1 段落[1078]-[1103] US 2017/0027683 A1 US 2017/0333175 A1 CN 107949346 A	
JP 2017-527418 A	21.09.2017	US 2016/0022208 A1 段落[0060]-[0076] WO 2016/014991 A1 EP 3622884 A1	
JP 2020-503909 A	06.02.2020	US 2018/0085170 A1 全文、全図 WO 2018/064336 A1 CA 3037912 A1 CN 109716446 A	
US 2019/0365480 A1	05.12.2019	WO 2019/232078 A1 全文、全図	
US 2019/0282182 A1	19.09.2019	WO 2019/175004 A1 全文、全図	
WO 2011/135103 A1	03.11.2011	(ファミリーなし)	