

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6087604号
(P6087604)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 6/03 (2006.01)

A 6 1 B 6/03 3 6 0 J

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

A 6 1 B 6/03 3 7 7

A 6 1 F 2/07 (2013.01)

A 6 1 B 5/05 3 8 0

A 6 1 B 5/05 3 9 0

A 6 1 F 2/07

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願2012-265233 (P2012-265233)

(22) 出願日

平成24年12月4日 (2012.12.4)

(65) 公開番号

特開2014-108313 (P2014-108313A)

(43) 公開日

平成26年6月12日 (2014.6.12)

審査請求日

平成27年10月27日 (2015.10.27)

(73) 特許権者 594164542

東芝メディカルシステムズ株式会社

栃木県大田原市下石上1385番地

(74) 代理人 110001771

特許業務法人虎ノ門知的財産事務所

(72) 発明者 中野 史樹

栃木県大田原市下石上1385番地 東芝

メディカルシステムズ株式会社内

(72) 発明者 若井 智司

栃木県大田原市下石上1385番地 東芝

メディカルシステムズ株式会社内

(72) 発明者 篠田 健輔

栃木県大田原市下石上1385番地 東芝

メディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医用画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3次元の医用画像データに含まれる血管とステントグラフトとを検出する機能を有する検出手段と、

前記3次元の医用画像データにおける座標に基づいて、前記検出手段によって検出された血管とステントグラフトとの接触領域を抽出する抽出手段と、

前記ステントグラフトの端部と前記抽出手段によって抽出された接触領域との相対的な位置関係を示す表示画像を所定の表示部にて表示させるように制御する表示制御手段と、を備え、

前記抽出手段は、前記血管の長手方向において前記血管の全周囲に渡って前記血管と前記ステントグラフトとが接触している位置のうち、前記ステントグラフトの中央側の位置をエンドリークが発生する境界であるエンドリーク境界位置として抽出することを特徴とする医用画像処理装置。

【請求項 2】

前記抽出手段は、前記血管の芯線に沿って前記芯線に直交する複数の断面を抽出し、抽出した複数の断面にそれぞれ含まれる血管壁の断面と前記ステントグラフトの断面との接触部分を、前記血管壁及び前記ステントグラフトの断面それぞれの座標に基づいて抽出し、抽出した接触部分を結合することで前記接触領域を抽出することを特徴とする請求項1に記載の医用画像処理装置。

【請求項 3】

前記抽出手段は、前記血管壁の断面上の点から前記ステントグラフトの断面までの距離、又は、前記ステントグラフトの断面上の点から前記血管壁の断面までの距離が、所定の閾値を下回った部分を前記接触部分として抽出することを特徴とする請求項2に記載の医用画像処理装置。

【請求項4】

前記血管と前記ステントグラフトとの境界であるステント境界位置と前記エンドリーグ境界位置との間の距離を算出する算出手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の医用画像処理装置。

【請求項5】

前記抽出手段は、同一被検体から収集された時相の異なる3次元の医用画像データから前記ステント境界位置及び前記エンドリーグ境界位置をそれぞれ抽出し、

10

前記算出手段は、前記抽出手段によって時相の異なる3次元の医用画像データからそれぞれ抽出された前記ステント境界位置及び前記エンドリーグ境界位置の間の距離をそれぞれ算出し、算出した距離の変化に基づいて、エンドリーグの時期を推定することを特徴とする請求項4に記載の医用画像処理装置。

【請求項6】

前記抽出手段は、前記検出手段によって検出された血管に対してステントグラフトを仮想的に留置した場合に、前記血管と前記仮想的に留置したステントグラフトとの仮想的な接触領域である仮想接触領域を抽出し、

前記表示制御手段は、前記仮想的に留置したステントグラフトの端部と前記抽出手段によって抽出された仮想接触領域との相対的な位置関係を示す表示画像を所定の表示部にて表示させるように制御することを特徴とする請求項1に記載の医用画像処理装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、医用画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、大動脈瘤疾患の治療法として、ステントグラフト内挿術が急速に広まっている。ステントグラフト内挿術は、人工血管（グラフト）がステントの内側に貼り付けられたステントグラフトを、大動脈に形成された大動脈瘤の内側に貼り付けることで大動脈瘤の破裂を防止する治療である。例えば、ステントグラフトは、カテーテルの先端に込められ、脚の付け根の動脈から大動脈瘤の位置まで挿入され、ステントのバネと、血圧によって大動脈瘤が形成された大動脈の内側に貼り付けられる。

30

【0003】

このようなステントグラフト内挿術は、開腹による大動脈瘤の切除や、人工血管置換術と比較して低侵襲であるが、ステントグラフトが留置された後にステントグラフトの周囲に血液が漏れるエンドリーグが発生する場合がある。例えば、エンドリーグには、ステントグラフトのマイグレーション（位置移動）によって発生するものや、分枝血管からの逆流によって発生するもの、ステントグラフトの破損部又は接合部で発生するもの、或いは、グラフト素材を介して血液が浸潤することによって発生するものなどが知られている。

40

【0004】

中でも、ステントグラフトのマイグレーションによって生じた隙間から血液が漏れるエンドリーグは、ステントが血管壁の大きさと合っていないから発生し、数ヶ月続くと、大動脈瘤の拡大や破裂をきたす。そのため、患者のフローアップ診断時に瘤径を計測し、瘤径の拡大などを通じてエンドリーグが認められた場合に、再度のステントグラフト内挿術や、開腹手術による治療が行われている。しかしながら、上述した従来技術においては、エンドリーグが発生する時期を予測することが困難であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0005】

【特許文献1】特表2011-512204号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明が解決しようとする課題は、ステントグラフトのエンドリーグの時期を予測することを可能にする医用画像処理装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

実施形態の医用画像処理装置は、検出手段と、抽出手段と、表示制御手段とを備える。
検出手段は、3次元の医用画像データに含まれる血管とステントグラフトとを検出する機能を有する。抽出手段は、前記3次元の医用画像データにおける座標に基づいて、前記検出手段によって検出された血管とステントグラフトとの接触領域を抽出する。表示制御手段は、前記ステントグラフトの端部と前記抽出手段によって抽出された接触領域との相対的な位置関係を示す表示画像を所定の表示部にて表示させるように制御する。前記抽出手段は、前記血管の長手方向において前記血管の全周囲に渡って前記血管と前記ステントグラフトとが接触している位置のうち、前記ステントグラフトの中央側の位置をエンドリーグが発生する境界であるエンドリーグ境界位置として抽出する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

10

【図1】図1は、第1の実施形態に係る医用画像処理装置の構成の一例を示す図である。

【図2】図2は、第1の実施形態に係る抽出部による断面の抽出処理の一例を模式的に示す図である。

【図3】図3は、第1の実施形態に係る抽出部による接触部分の抽出処理の一例を模式的に示す図である。

【図4】図4は、第1の実施形態に係る抽出部による接触領域の抽出処理の一例を模式的に示す図である。

【図5】図5は、第1の実施形態に係る抽出部によるエンドリーグ境界位置の抽出処理の一例を模式的に示す図である。

【図6】図6は、第1の実施形態に係る医用画像処理装置による処理の手順を示すフローチャートである。

【図7】図7は、第2の実施形態に係る算出部による処理の一例を説明するための図である。

【図8】図8は、第2の実施形態に係る医用画像処理装置による処理の手順を示すフローチャートである。

【図9】図9は、第3の実施形態に係る医用画像処理装置の構成の一例を示す図である。

【図10】図10は、第3の実施形態に係るステント情報記憶部によって記憶される情報を模式的に示す図である。

【図11】図11は、第3の実施形態に係る抽出部による処理の一例を説明するための図である。

20

【図12】図12は、第3の実施形態に係る表示制御部によって表示制御される表示画像の一例を示す図である。

【図13】図13は、第3の実施形態に係る医用画像処理装置による処理の手順を示すフローチャートである。

【図14】図14は、第4の実施形態に係る第1の変形例を説明するための図である。

【図15】図15は、第4の実施形態に係る第2の変形例を説明するための図である。

【図16】図16は、第4の実施形態に係る第3の変形例を説明するための図である。

【図17】図17は、第4の実施形態に係る第4の変形例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

40

50

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る医用画像処理装置100の構成の一例を示す図である。図1に示すように、医用画像処理装置100は、入力部110と、表示部120と、通信部130と、記憶部140と、制御部150とを有する。例えば、医用画像処理装置100は、ワークステーションや、任意のパーソナルコンピュータなどであり、図示しない医用画像診断装置や、画像保管装置などとネットワークを介して接続される。医用画像診断装置は、例えば、X線CT(Computed Tomography)装置、MRI(Magnetic Resonance Imaging)装置、X線診断装置などである。また、医用画像診断装置は、3次元の医用画像データ(例えば、大動脈などの血管の3次元画像データなど)を生成可能である。なお、以下、3次元画像データをボリュームデータと記す場合がある。画像保管装置は、医用画像を保管するデータベースである。具体的には、画像保管装置は、医用画像診断装置から送信された3次元の医用画像データを記憶部に格納し、これを保管する。

【0010】

上述した医用画像処理装置100と、医用画像診断装置と、画像保管装置とは、例えば、病院内に設置された院内LAN(Local Area Network)により、直接的、又は間接的に相互に通信可能な状態となっている。例えば、PACS(Picture Archiving and Communication System)が導入されている場合、各装置は、DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine)規格に則って、医用画像等を相互に送受信する。

【0011】

入力部110は、マウス、キーボード、トラックボール等であり、医用画像処理装置100に対する各種操作の入力を操作者から受け付ける。具体的には、入力部110は、ステントグラフトのエンドリーケの予測解析を実行する対象となる処理対象の3次元の医用画像データを画像保管装置から取得するための情報の入力などを受け付ける。例えば、入力部110は、大動脈瘤の患者に対してステントグラフト内挿術を施した後に撮影されたCT画像を取得するための入力を受け付ける。

【0012】

表示部120は、立体表示モニタとしての液晶パネル等であり、各種情報を表示する。具体的には、表示部120は、操作者から各種操作を受け付けるためのGUI(Graphical User Interface)や、後述する制御部150による処理によって生成された表示画像等を表示する。なお、制御部150によって生成される表示画像については、後述する。通信部130は、NIC(Network Interface Card)等であり、他の装置との間で通信を行う。

【0013】

記憶部140は、図1に示すように、画像データ記憶部141と、解析結果記憶部142とを有する。例えば、記憶部140は、ハードディスク、半導体メモリ素子等であり、各種情報を記憶する。画像データ記憶部141は、通信部130を介して画像保管装置から取得した3次元の医用画像データを記憶する。解析結果記憶部142は、後述する制御部150の処理中の画像データや、処理によって生成された表示画像等を記憶する。

【0014】

制御部150は、例えば、CPU(Central Processing Unit)やMPU(Micro Processing Unit)等の電子回路、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)やFPGA(Field Programmable Gate Array)等の集積回路であり、医用画像処理装置100の全体制御を行なう。

【0015】

また、制御部150は、図1に示すように、例えば、画像データ取得部151と、検出部152と、抽出部153と、算出部154と、表示制御部155とを有する。そして、制御部150は、3次元の医用画像データに対して各種処理を実行することで、ステントグラフトのエンドリーケの予測解析を実行する。

【0016】

10

20

30

40

50

画像データ取得部 151 は、通信部 130 を介して、図示しない画像保管装置から 3 次元の医用画像データを取得して、画像データ記憶部 141 に格納する。例えば、画像データ取得部 151 は、入力部 110 を介して操作者から入力された情報に対応する 3 次元の医用画像データを、通信部 130 を介して画像保管装置から取得する。例えば、画像データ取得部 151 は、大動脈瘤の患者に対してステントグラフト内挿術を施した後に X 線 CT 装置や MRI 装置などによって収集された大動脈のボリュームデータを取得して、画像データ記憶部 141 に格納する。

【 0017 】

検出部 152 は、3 次元の医用画像データに含まれる血管とステントグラフトとを検出する。具体的には、検出部 152 は、画像データ記憶部 141 によって記憶されたボリュームデータを読み出し、読み出したボリュームデータから血管とステントグラフトとを抽出する。より具体的には、検出部 152 は、ステントグラフトが留置された位置の血管の形状とステントグラフトの形状とを抽出する。換言すると、検出部 152 は、ボリュームデータにおける血管及びステントグラフトの座標情報を抽出する。例えば、検出部 152 は、ボリュームデータのボクセルごとの CT 値や、MRI 信号強度などを用いた領域拡張法などにより、ボリュームデータに含まれる血管及びステントグラフトの形状を抽出する。なお、上述したボリュームデータからの血管及びステントグラフトの抽出は、ボリュームデータから血管及びステントグラフトを抽出できる方法であればどのような方法が用いられてもよい。

【 0018 】

抽出部 153 は、3 次元の医用画像データにおける座標に基づいて、検出部 152 によって検出された血管とステントグラフトとの接触領域を抽出する。具体的には、抽出部 153 は、血管の芯線に沿って芯線に直交する複数の断面を抽出し、抽出した複数の断面にそれぞれ含まれる血管壁の断面とステントグラフトの断面との接触部分を、血管壁及びステントグラフトの断面それぞれの座標に基づいて抽出し、抽出した接触部分を結合することで接触領域を抽出する。ここで、抽出部 153 は、血管壁の断面上の点からステントグラフトの断面までの距離、又は、ステントグラフトの断面上の点から血管壁の断面までの距離が、所定の閾値を下回った部分を前記接触部分として抽出する。

【 0019 】

図 2 は、第 1 の実施形態に係る抽出部 153 による断面の抽出処理の一例を模式的に示す図である。例えば、抽出部 153 は、図 2 に示すように、検出部 152 によって検出された血管 10 の芯線 30 を抽出して、抽出した芯線 30 に沿って、芯線 30 に対して垂直となる複数の断面を抽出する。そして、抽出部 153 は、図 2 に示すように、血管 10 及びステントグラフト 20 の位置情報（座標情報）に基づいて、抽出した複数の断面における血管壁断面 11 及びステント断面 21 を抽出する。なお、血管 10 の芯線 30 は、例えば、ベッセルトラッキング法、或いは、血管の内部領域を細線化する方法などにより抽出される。

【 0020 】

図 3 は、第 1 の実施形態に係る抽出部 153 による接触部分の抽出処理の一例を模式的に示す図である。図 3 においては、図 2 の処理後の処理について示す。例えば、抽出部 153 は、図 3 の (A) に示すように、抽出した断面におけるステント断面 21 上の点 22 を抽出して、血管壁断面 11 と外接する円の半径を算出する。そして、抽出部 153 は、算出した円の半径が所定の閾値 (0) を下回った場合に点 22 に対してマーキングする。抽出部 153 は、ステント断面 21 上のすべての点に対して、血管壁断面 11 と外接する円の半径の算出、所定の閾値を用いた判定及びマーキング処理を実行する。

【 0021 】

すべての点に対して上述した処理を実行すると、抽出部 153 は、図 3 の (B) に示すように、隣り合うマーキングされた点を結び接触部分 40 を抽出する。なお、図 2 においては、1 つの断面のみが示されているが、実際には、抽出部 153 は、血管壁断面 11 及びステント断面 21 が含まれる全ての断面に対して上述した接触部分の抽出処理を実行す

10

20

30

40

50

る。

【0022】

図4は、第1の実施形態に係る抽出部153による接触領域の抽出処理の一例を模式的に示す図である。図4においては、図3の処理後の処理について示す。例えば、抽出部153は、図4に示すように、血管壁断面11とステント断面21との接触部分40を抽出すると、断面を積層して円筒モデルを生成する。ここで、抽出部153は、図4の矢印50に示すように、円筒モデルの基準方向を決めて円筒モデルを生成する。すなわち、抽出部153は、ボリュームデータの座標における各断面の向きを揃えて積層した円筒モデルを生成する。これにより、例えば、芯線30に沿って断面を抽出する際の向きのズレを補正することができる。そして、抽出部153は、生成した円筒モデルの側面に示された接触部分40を結合した領域全体を接触領域として抽出する。

【0023】

さらに、抽出部153は、例えば、血管10の長手方向において血管10の全周囲に渡って血管10とステントグラフト20とが接触している位置のうち、ステントグラフト20の中央側の位置をエンドリーケが発生する境界であるエンドリーケ境界位置として抽出する。すなわち、抽出部153は、血管10とステントグラフト20との境界であるステント境界位置を抽出する。図5は、第1の実施形態に係る抽出部153によるエンドリーケ境界位置の抽出処理の一例を模式的に示す図である。ここで、図5においては、図4に示す円筒モデルの展開図を示す。

【0024】

例えば、抽出部153は、図5に示すように、血管とステントグラフトの接触領域41において、血管の全周囲に渡って接触している位置をエンドリーケ境界位置52として抽出する。言い換えると、抽出部153は、ステントグラフトの端部がこの位置より下に移動した場合に、物理的にエンドリーケが発生する位置をエンドリーケ境界位置52として抽出する。また、抽出部153は、図5に示すように、血管壁断面11とステント断面21との境界であるステント境界位置51を抽出する。なお、図5に示す接触領域41は、図4に示す接触部分40が結合されたものを示す。また、図5における矢印53については後述する。

【0025】

図1に戻って、算出部154は、血管とステントグラフトとの境界であるステント境界位置とエンドリーケ境界位置との間の距離を算出する。具体的には、算出部154は、ステント境界位置とエンドリーケ境界位置との最短距離を算出する。例えば、算出部154は、図5に示すように、ステント境界位置51とエンドリーケ境界位置52との間の距離である境界距離53を算出する。一例を挙げると、算出部154は、図5に示すように、境界距離53として「2.7cm」を算出する。すなわち、算出部154は、エンドリーケが発生するまでのステントグラフトの移動距離を算出する。

【0026】

そして、算出部154は、円筒モデルや、円筒モデルの展開図、及び境界距離などの情報を表示画像として解析結果記憶部142に格納する。例えば、算出部154は、図4に示す円筒モデルや、図5に示す展開図などを解析結果記憶部142に格納する。

【0027】

図1に戻って、表示制御部155は、ステントグラフトの端部と抽出部153によって抽出された接触領域との相対的な位置関係を示す表示画像を表示部120にて表示させるように制御する。具体的には、表示制御部155は、ステント境界位置とエンドリーケ境界位置との位置関係を示す情報を表示部120にて表示させる。例えば、表示制御部155は、図5に示す円筒モデルの展開図と、境界距離とを示す表示画像を解析結果記憶部142から読み出して、表示部120にて表示させる。このとき、表示制御部155は、図4に示す血管10から円筒モデルまでの過程も同時に表示させることができる。これにより、観察者は、血管とステントグラフトの位置関係及び境界距離を容易にイメージすることができる。そして、観察者は、これらの情報から、エンドリーケの発生時期を容易に予

10

20

30

40

50

測することができる。

【0028】

なお、上述した実施形態においては、血管壁断面とステント断面の接触部分を抽出する際に、ステント断面上の点から血管壁断面までの距離に基づいて接触部分を抽出する場合について説明した。しかしながら、実施形態はこれに限定されるものではなく、例えば、血管壁断面上の点からステント断面までの距離に基づいて接触部分を抽出する場合であってもよい。

【0029】

図6は、第1の実施形態に係る医用画像処理装置100による処理の手順を示すフローチャートである。図6に示すように、第1に実施形態に係る医用画像処理装置100においては、まず、画像データ取得部151が、画像データ記憶部141からボリュームデータを取得する(ステップS101)。

10

【0030】

そして、検出部152が、画像データ取得部151によって取得されたボリュームデータから血管及びステントグラフトを抽出する(ステップS102)。その後、抽出部153が、検出部152によって抽出された血管とステントグラフトとの接触領域を抽出する(ステップS103)。さらに、抽出部153は、血管、ステントグラフト及び抽出した接触領域の位置情報を基づいて、ステント境界位置及びエンドリーカ境界位置を抽出する(ステップS104)。

【0031】

20

その後、算出部154が、境界距離を算出して(ステップS105)、表示制御部155が、境界距離の情報を含む表示画像を表示部120にて表示させる(ステップS106)。

【0032】

上述したように、第1の実施形態によれば、検出部152は、3次元の医用画像データに含まれる血管とステントグラフトとを検出する。そして、抽出手段は、3次元の医用画像データにおける座標に基づいて、検出部152によって検出された血管とステントグラフトとの接触領域を抽出する。そして、表示制御部155は、ステントグラフトの端部と抽出部153によって抽出された接触領域との相対的な位置関係を示す表示画像を表示部120にて表示させるように制御する。従って、第1の実施形態に係る医用画像処理装置100は、ステントグラフトと血管との接触領域と、ステント端部との位置関係の情報を観察者に対して提供することができ、ステントグラフトのエンドリーカの時期を予測することを可能にする。

30

【0033】

例えば、観察者は、ステントグラフト内挿術が施術された直後の境界距離を参照して、ステントグラフトが移動した場合に、いつ頃エンドリーカが発生するかを予測して、その前に、再度X線CT装置などで撮影を実行して状態を観察することができる。

【0034】

また、第1の実施形態によれば、抽出部153は、血管の芯線に沿って芯線に直交する複数の断面を抽出し、抽出した複数の断面にそれぞれ含まれる血管壁の断面とステントグラフトの断面との接触部分を、血管壁及び前記ステントグラフトの断面それぞれの座標に基づいて抽出し、抽出した接触部分を結合することで接触領域を抽出する。従って、第1の実施形態に係る医用画像処理装置100は、ボリュームデータから正確に接触領域を抽出することを可能にする。

40

【0035】

また、第1の実施形態によれば、抽出部153は、血管壁の断面上の点からステントグラフトの断面までの距離、又は、ステントグラフトの断面上の点から血管壁の断面までの距離が、所定の閾値を下回った部分を接触部分として抽出する。従って、第1の実施形態に係る医用画像処理装置100は、血管壁とステントグラフトとの接触部分を正確に抽出することを可能にする。

50

【0036】

また、第1の実施形態によれば、抽出部153は、血管の長手方向において血管の全周囲に渡って血管とステントグラフトとが接触している位置のうち、ステントグラフトの中央側の位置をエンドリークが発生する境界であるエンドリーク境界位置として抽出する。従って、第1の実施形態に係る医用画像処理装置100は、エンドリークが発生するか否かを的確に判定することを可能にする。

【0037】

また、第1の実施形態によれば、算出部154は、血管と前記ステントグラフトとの境界であるステント境界位置と前記エンドリーク境界位置との間の距離を算出する。従って、第1の実施形態に係る医用画像処理装置100は、観察者に対して、エンドリークの発生を予測するための最適な情報を提供することを可能にする。

10

【0038】

(第2の実施形態)

上述した第1の実施形態においては、1時点（例えば、ステントグラフト留置直後）のボリュームデータを用いてエンドリークを予測する場合について説明した。第2の実施形態では、複数の時点で収集されたボリュームデータを用いてエンドリークを予測する場合について説明する。なお、第2の実施形態に係る医用画像処理装置100においては、第1の実施形態に係る医用画像処理装置と比較して、算出部154による処理内容が異なる。以下、これを中心に説明する。

【0039】

20

第2の実施形態に係る医用画像処理装置100においては、まず、画像データ取得部151が、同一被検体から収集された時相の異なるボリュームデータを取得する。そして、検出部152が、複数のボリュームデータから血管及びステントグラフトをそれぞれ抽出する。その後、抽出部153が、複数のボリュームデータからステント境界位置及びエンドリーク境界位置をそれぞれ抽出する。

【0040】

第2の実施形態に係る算出部154は、抽出部153によって時相の異なる3次元の医用画像データからそれぞれ抽出されたステント境界位置及びエンドリーク位置の間の距離をそれぞれ算出し、算出した距離の変化に基づいて、エンドリークの時期を推定する。

【0041】

30

図7は、第2の実施形態に係る算出部154による処理の一例を説明するための図である。例えば、算出部154は、図7に示すように、留置直後、1ヶ月後及び3ヶ月後のボリュームデータからそれぞれ抽出されたステント境界位置とエンドリーク境界位置とを用いて、留置直後、1ヶ月後及び3ヶ月後の境界距離をそれぞれ算出する。

【0042】

そして、算出部154は、ステント境界位置の移動に起因する境界距離の変化に基づいて、エンドリーク時期を予測する。例えば、算出部154は、図7に示すように、横軸に時間、縦軸に境界距離をとったグラフに留置直後、1ヶ月後及び3ヶ月後の境界距離の値をプロットすることで、エンドリーク時期を推定する。そして、算出部154は、図7に示すグラフを表示画像として解析結果記憶部142に格納する。

40

【0043】

なお、上述した実施形態では、複数の時相のボリュームデータを同時に処理する場合について説明した。しかしながら、実施形態はこれに限定されるものではなく、例えば、X線CT装置によってボリュームデータが収集されるごとに、境界距離を算出して図7に示すグラフを作成してエンドリーク時期を推定する場合であってもよい。また、解析結果記憶部142によって記憶された境界距離を任意のタイミングで読み出し、図7に示すグラフを作成してエンドリーク時期を推定する場合であってもよい。

【0044】

第2の実施形態に係る表示制御部155は、算出部154によって推定されたエンドリーク時期を含む表示画像を表示部120にて表示させる。例えば、表示制御部155は、

50

解析結果記憶部 142 によって記憶された図 7 に示すグラフを読み出して、表示部 120 に表示させる。

【0045】

図 8 は、第 2 の実施形態に係る医用画像処理装置 100 による処理の手順を示すフローチャートである。図 8 においては、複数の時相のボリュームデータを同時に処理する場合について示す。図 8 に示すように、第 2 に実施形態に係る医用画像処理装置 100 においては、まず、画像データ取得部 151 が、画像データ記憶部 141 から各時相のボリュームデータを取得する（ステップ S201）。

【0046】

そして、検出部 152 が、画像データ取得部 151 によって取得された各時相のボリュームデータから血管及びステントグラフトをそれぞれ抽出する（ステップ S202）。その後、抽出部 153 が、検出部 152 によって抽出された各時相の血管とステントグラフトとの接触領域をそれぞれ抽出する（ステップ S203）。さらに、抽出部 153 は、血管、ステントグラフト及び抽出した接触領域の位置情報に基づいて、ステント境界位置及びエンドリーグ境界位置をそれぞれ抽出する（ステップ S204）。

【0047】

その後、算出部 154 が、境界距離をそれぞれ算出して（ステップ S205）、各時相の境界距離からエンドリーグ時期を推定する（ステップ S206）。そして、表示制御部 155 が、エンドリーグ時期を含む表示画像を表示部 120 にて表示させる（ステップ S207）。

【0048】

上述したように、第 2 の実施形態によれば、抽出部 153 は、同一被検体から収集された時相の異なるボリュームデータからステント境界位置及びエンドリーグ境界位置をそれぞれ抽出する。そして、算出部 154 は、抽出部 153 によって時相の異なるボリュームデータからそれぞれ抽出されたステント境界位置及びエンドリーグ境界位置の間の距離をそれぞれ算出し、算出した距離の変化に基づいて、エンドリーグの時期を推定する。従って、第 2 の実施形態に係る医用画像処理装置 100 は、観察者に対してエンドリーグ時期を提供することを可能にする。

【0049】

（第 3 の実施形態）

上述した実施形態では、ステントグラフト内挿術が施術された後に収集されたボリュームデータを用いて血管とステントグラフトとの接触領域を抽出して境界距離を算出する場合について説明した。第 3 の実施形態では、ステントグラフトのサイズを用いて仮想的に接触領域の抽出と境界距離の算出を実行する場合について説明する。

【0050】

図 9 は、第 3 の実施形態に係る医用画像処理装置 100 の構成の一例を示す図である。ここで、第 3 の実施形態に係る医用画像処理装置 100 は、第 1 の実施形態に係る医用画像処理装置と比較して、新たにステント情報記憶部 143 を有する点と、抽出部 153 の処理内容が異なる。以下、これらを中心に説明する。

【0051】

ステント情報記憶部 143 は、ステントグラフトの形状に係る種々の情報を記憶する。図 10 は、第 3 の実施形態に係るステント情報記憶部 143 によって記憶される情報を模式的に示す図である。例えば、ステント情報記憶部 143 は、図 10 に示すように、種々のタイプのステントグラフトの形状に係る情報を記憶する。一例を挙げると、ステント情報記憶部 143 は、図 10 に示すように、ステントの各位置における直径、全長などのステント情報を記憶する。

【0052】

第 3 の実施形態に係る抽出部 153 は、検出部 152 によって検出された血管に対してステントグラフトを仮想的に留置した場合に、血管とステントグラフトとの仮想的な接触領域である仮想接触領域を抽出する。具体的には、抽出部 153 は、観察者によって選択

10

20

30

40

50

されたステントグラフトの形状の情報をステント情報記憶部 143 から読み出して、読み出したステントグラフトを検出部 152 によって抽出された血管に留置した場合の仮想接觸領域を抽出する。

【0053】

図 11 は、第 3 の実施形態に係る抽出部 153 による処理の一例を説明するための図である。例えば、抽出部 153 は、図 11 に示すように、芯線 30 の情報を含む血管壁断面 11 に対して、ステントグラフトの仮想断面 23 を配置して仮想接觸部分 42 を抽出する。より詳細には、抽出部 153 は、ステントグラフトの直径の情報から仮想断面 23 を取得する。そして、抽出部 153 は、血管壁断面 11 の芯線 30 の位置と、ステントグラフトの仮想断面 23 の中心の位置とを合わせるように、仮想断面 23 を配置する。

10

【0054】

その後、抽出部 153 は、ステントグラフトの仮想断面 23 又は血管壁断面 11 上に点を設定して、血管壁とステントグラフトとの仮想的な接觸部分である仮想接觸部分 42 を抽出する。なお、仮想接觸部分 42 の抽出方法は、第 1 の実施形態と同様であることから詳細な説明は省略する。そして、抽出部 153 は、全ての断面に対してステントグラフトを仮想的に配置して仮想接觸部分 42 を抽出し、側面に仮想接觸領域が示された円筒モデルを生成する。

【0055】

第 3 の実施形態に係る表示制御部 155 は、ステントグラフトの端部と抽出部 153 によって抽出された仮想接觸領域との相対的な位置関係を示す表示画像を表示部 120 にて表示させるように制御する。図 12 は、第 3 の実施形態に係る表示制御部 155 によって表示制御される表示画像の一例を示す図である。

20

【0056】

例えば、表示制御部 155 は、図 12 に示すように、断面の情報を、円筒モデルと、円筒モデルの展開図とが示された表示画像を表示部 120 にて表示させる。ここで、表示部 120 にて表示される表示画像においては、図 12 に示すように、ステント境界位置からエンドリーグ境界位置までの距離である境界距離「3.5 cm」が示される。すなわち、第 3 の実施形態に係る算出部 154 は、抽出部 153 によって抽出されたステント境界位置及びエンドリーグ境界位置から境界位置を算出する。

30

【0057】

図 13 は、第 3 の実施形態に係る医用画像処理装置 100 による処理の手順を示すフローチャートである。図 13 に示すように、第 1 に実施形態に係る医用画像処理装置 100 においては、まず、画像データ取得部 151 が、画像データ記憶部 141 からボリュームデータを取得する（ステップ S301）。

【0058】

そして、検出部 152 が、画像データ取得部 151 によって取得されたボリュームデータから血管を抽出する（ステップ S302）。その後、抽出部 153 が、ステントグラフトの形状が選択されたか否かを判定する（ステップ S303）。ここで、ステントグラフトの形状が選択された場合には（ステップ S303 Yes）、抽出部 153 は、検出部 152 によって抽出された血管と選択されたステントグラフトの形状の情報をから仮想接觸領域を抽出する（ステップ S304）。

40

【0059】

さらに、抽出部 153 は、血管、選択されたステントグラフト及び抽出した仮想接觸領域の位置情報を基づいて、ステント境界位置及びエンドリーグ境界位置を抽出する（ステップ S305）。その後、算出部 154 が、境界距離を算出して（ステップ S306）、表示制御部 155 が、境界距離の情報を含む表示画像を表示部 120 にて表示させる（ステップ S307）。

【0060】

そして、抽出部 153 は、ステントグラフトの形状が変更されたか否かを判定する（ステップ S308）。ここで、ステントグラフトの形状が変更された場合には（ステップ S

50

308 Yes)、抽出部153は、ステップS304に戻って、変更されたステントグラフトの形状及び血管の情報から仮想接触領域を抽出する。一方、ステントグラフトの形状が変更されなかった場合には(ステップS308 No)、医用画像処理装置100は処理を終了する。なお、ステップS303において、ステントグラフトの形状が選択されるまで、医用画像処理装置100は待機状態である(ステップS303 No)。

【0061】

上述したように、第3の実施形態によれば、抽出部153は、検出部152によって検出された血管に対してステントグラフトを仮想的に留置した場合に、血管とステントグラフトとの仮想的な接触領域である仮想接触領域を抽出する。そして、表示制御部155は、ステントグラフトの端部と抽出部153によって抽出された仮想接触領域との相対的な位置関係を示す表示画像を表示部120にて表示させるように制御する。従って、第3の実施形態に係る医用画像処理装置100は、ステントグラフト内挿術の施術前に、種々の形状のステントグラフトによるシミュレーションを実行することができ、ユーザが症例に最適なステント形状を事前に決定することを可能にする。

10

【0062】

(第4の実施形態)

さて、これまで第1、第2及び第3の実施形態について説明したが、上述した第1、第2及び第3の実施形態以外にも、種々の異なる形態にて実施されてよいものである。

【0063】

上述した第1、第2及び第3の実施形態では、ステントグラフトの1つの位置を対象とする場合について説明した。しかしながら、実施形態はこれに限定されるものではなく、例えば、ステントグラフトの複数の位置を対象とする場合であってもよい。

20

【0064】

図14は、第4の実施形態に係る第1の変形例を説明するための図である。例えば、第4の実施形態に係る医用画像処理装置100は、図14に示すように、複数パーティで構成されるステントグラフトの上端、下端及び接合部分における境界距離をそれぞれ算出して、表示部120に表示することができる。これにより、第4の実施形態に係る医用画像処理装置100は、パーティごとに解析して評価することを可能にする。

【0065】

また、上述した第1及び第3の実施形態では、エンドリーケ時期を予測するための情報として、境界距離を表示する場合について説明した。しかしながら、実施形態はこれに限定されるものではなく、例えば、エンドリーケ時期を予測するための情報として接触領域の幅を表示する場合であってもよい。

30

【0066】

図15は、第4の実施形態に係る第2の変形例を説明するための図である。例えば、第4の実施形態に係る医用画像処理装置100は、図15に示すように、円筒モデルの展開図において、接触領域の上境界曲線54と下境界曲線55との最短距離である接触領域幅56を算出して、表示部120に表示することができる。かかる場合、抽出部153が、上境界曲線54と下境界曲線55とを抽出する。そして、算出部154が、接触領域幅を算出する。

40

【0067】

これにより、第4の実施形態に係る医用画像処理装置100は、ユーザが接触領域幅の値をもとに種々の判断を下すことを可能にする。例えば、ユーザは、接触領域幅の値をもとに次の経過観察の日程を決定することができる。すなわち、ユーザは接触領域幅の値が「0」になる前に次の経過観察を実行するように決定することができる。

【0068】

また、上述した第1、第2及び第3の実施形態では、円筒モデルの展開図において接触領域のみを表示する場合について説明した。しかしながら、実施形態はこれに限定されるものではなく、例えば、血管壁とステントグラフトとの距離が所定の値未満となる領域をさらに表示する場合であってもよい。

50

【0069】

図16は、第4の実施形態に係る第3の変形例を説明するための図である。例えば、第4の実施形態に係る医用画像処理装置100は、図16に示すように、血管壁とステントとの距離が「0」となる接触領域と、血管壁とステントとの距離が「 $<0.5\text{ cm}$ 」となる領域とを異なる色で示した展開図を表示部120にて表示することも可能である。これにより、第4の実施形態に係る医用画像処理装置100は、ステントグラフトの血管壁への接触状態をより詳細に提供することを可能にする。

【0070】

また、上述した第1、第2及び第3の実施形態では、表示画像として円筒モデルや展開図を用いる場合について説明した。しかしながら、実施形態はこれに限定されるものではなく、例えば、接触領域を画像上に重畳させて表示する場合であってもよい。

10

【0071】

図17は、第4の実施形態に係る第4の変形例を説明するための図である。例えば、第4の実施形態に係る医用画像処理装置100は、図17に示すように、Curved MPR画像や、Stretched MPR画像上に接触領域を重畳させた画像を表示部120にて表示させることが可能である。かかる場合には、ボリュームデータにおける接触領域の座標に基づいて、画像上に接触領域が重畳される。

【0072】

また、上述した第1、第2及び第3の実施形態では、血管壁断面とステント断面との距離に基づいて接触部分を抽出し、抽出した接触部分を円筒モデル上で結合することにより、接触領域を抽出する場合について説明した。しかしながら、実施形態はこれに限定されるものではなく、例えば、ボリュームデータにおける血管壁の座標とステントグラフトの座標とを用いて接触領域を抽出する場合であってもよい。

20

【0073】

例えば、抽出部153は、ステントグラフトが留置された位置の血管の円周上に45度ずつずらした8点をプロットし、さらに血管の長手方向に10点をプロットする。そして、抽出部153は、各点における血管壁の座標及びステントグラフトの座標を抽出する。そして、抽出部153は、抽出した各点における座標間の距離を算出して、算出した距離が所定の閾値（例えば、0）を下回っていた場合に、血管壁とステントグラフトとが接触していると判定する。

30

【0074】

抽出部153は、全ての点において、上述した判定を行い、血管壁とステントグラフトとの接触点を抽出する。そして、抽出部153は、4つの接触点に囲まれた領域を接触領域として抽出する。なお、接触領域として判定する基準はユーザによって任意に設定することができる。例えば、周囲4点のうち、3点が接触点である領域を接触領域として抽出する場合であってもよい。また、例えば、周囲4点のうち3点が接触点、1点が「座標間の距離 $<0.5\text{ cm}$ 」である領域を接触領域として抽出する場合であってもよい。

【0075】

以上述べた少なくともひとつの実施形態の医用画像処理装置によれば、ステントグラフトのエンドリーケの時期を予測することが可能となる。

40

【0076】

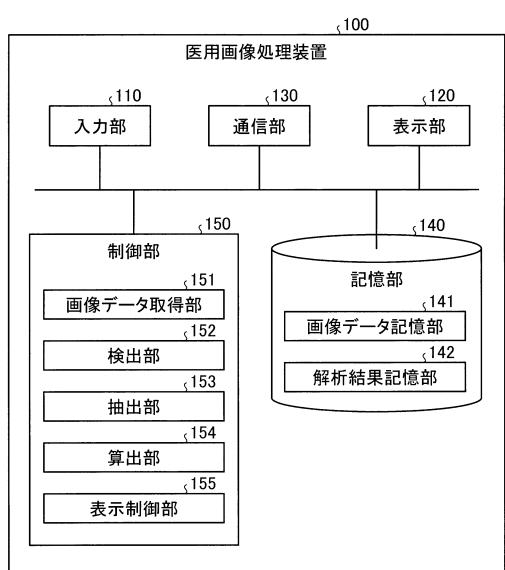
本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

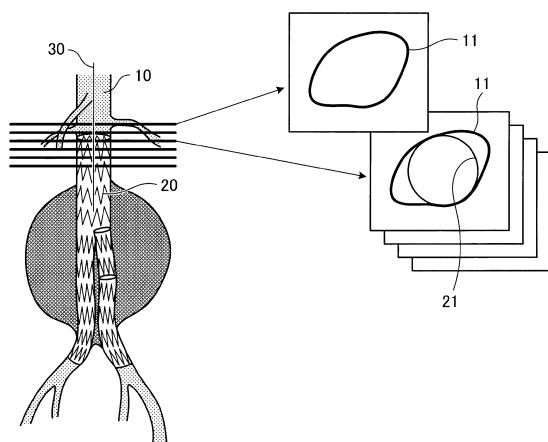
【0077】

- 150 制御部
- 151 画像データ取得部
- 152 検出部
- 153 抽出部
- 154 算出部
- 155 表示制御部

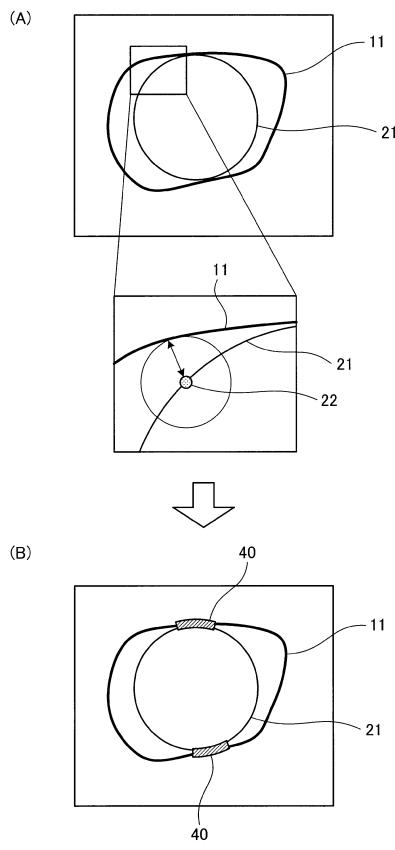
【図1】



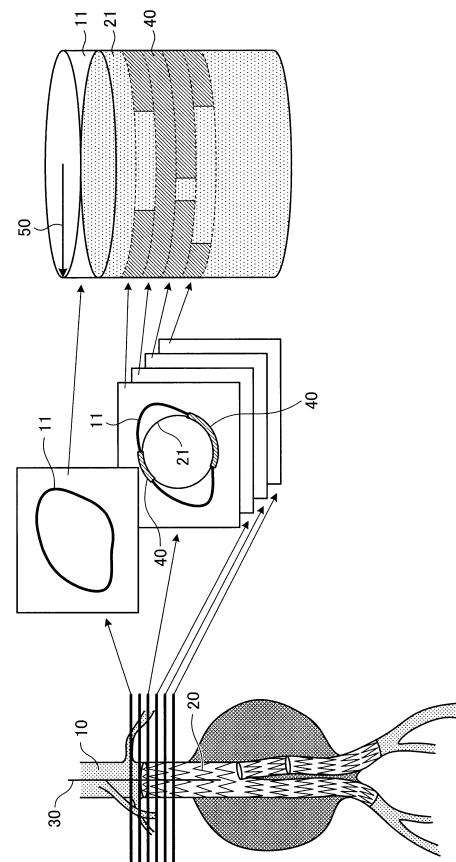
【図2】



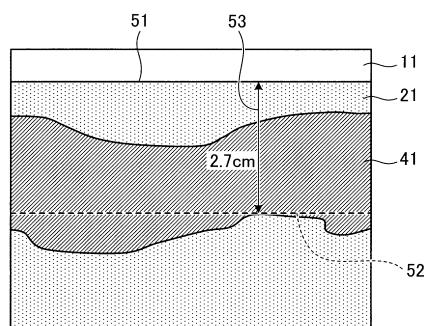
【図3】



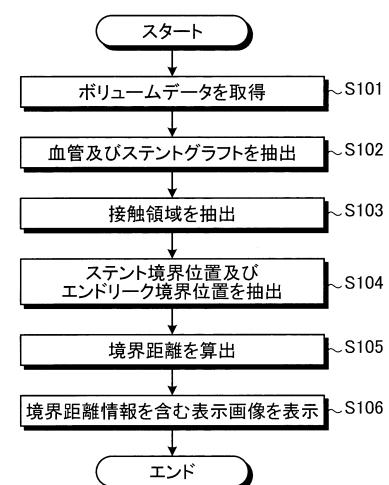
【図4】



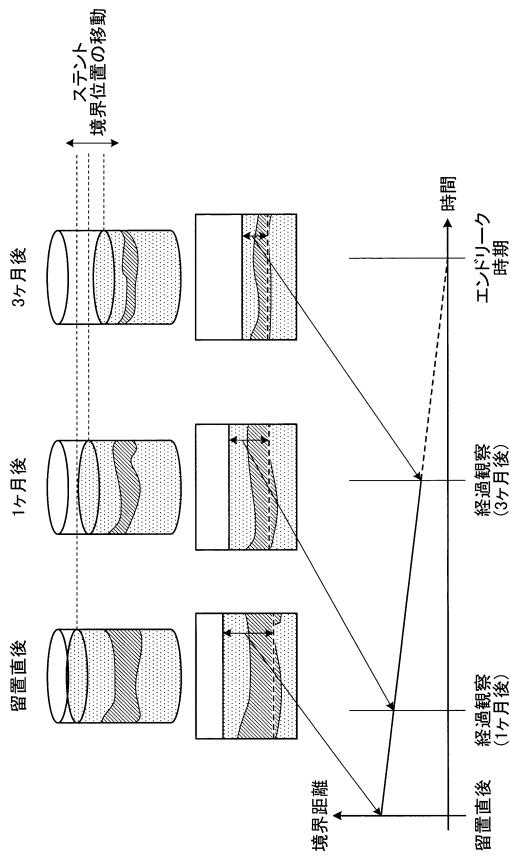
【図5】



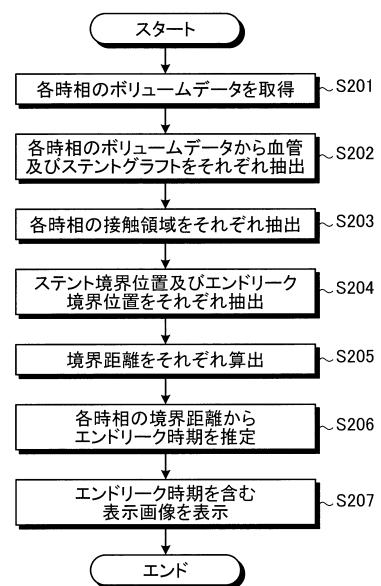
【図6】



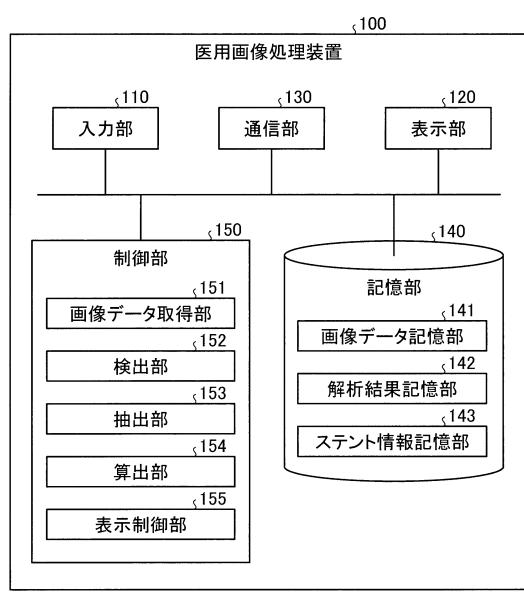
【図7】



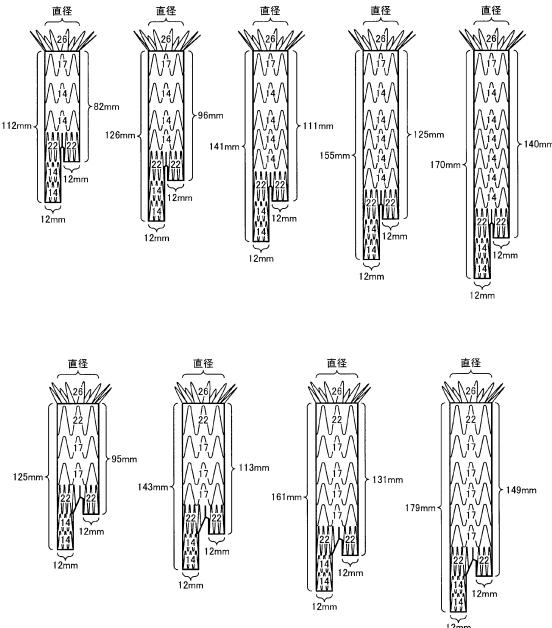
【図8】



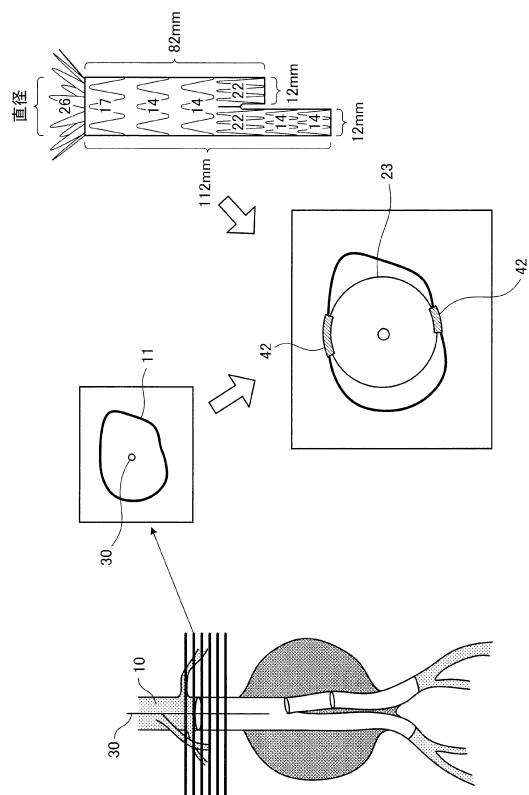
【図9】



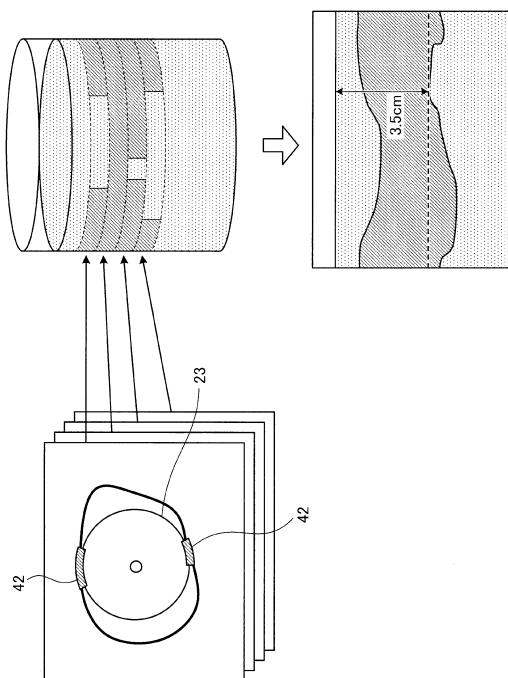
【図10】



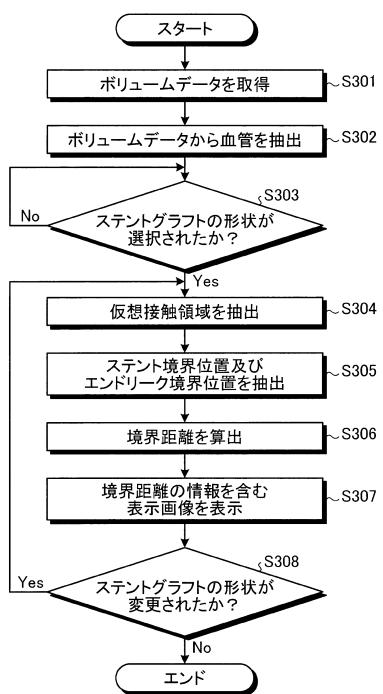
【図11】



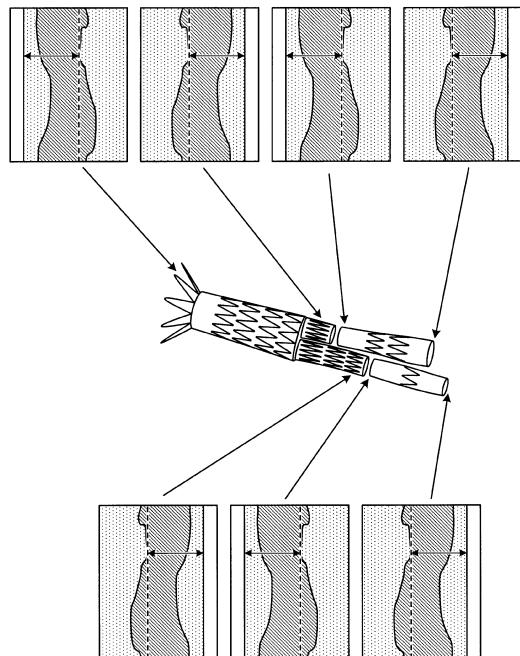
【図12】



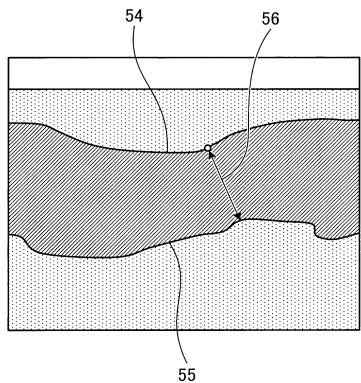
【図13】



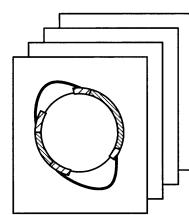
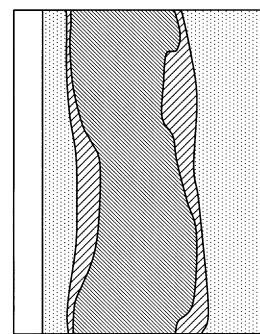
【図14】



【図15】



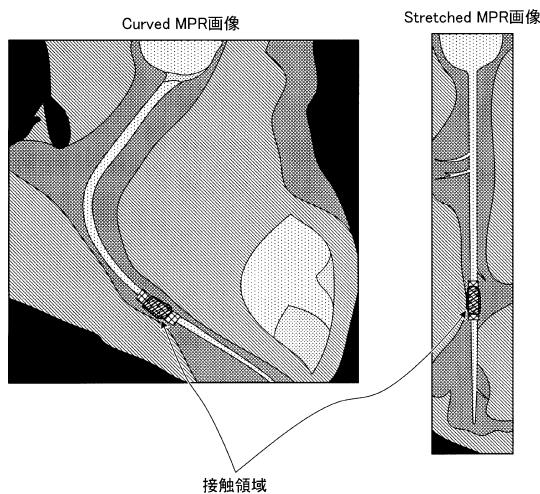
【図16】



↑:血管壁ヒステンとの距離 $\geq 0\text{cm}$

曲線:血管壁ヒステンとの距離 $<0.5\text{cm}$ (例)

【図17】



フロントページの続き

審査官 原 俊文

(56)参考文献 特開2011-045449(JP, A)

特開2009-213617(JP, A)

特表2012-505669(JP, A)

特表2004-535865(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 6 / 00 - 6 / 14

A 61 B 5 / 055

A 61 F 2 / 07

A 61 M 29 / 02