

(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
2011年4月7日(07.04.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/040014 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 6/03 (2006.01) A61B 5/055 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/005864
- (22) 国際出願日: 2010年9月29日(29.09.2010)
- (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 2009-226354 2009年9月30日(30.09.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平野雅春 (HIRANO, Masaharu) [JP/JP]; 〒1580083 東京都世田谷区奥沢2-3-1-21 Tokyo (JP). 櫻木太 (SAKURAGI, Futoshi) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 富士フイルム西麻布ビル富士フイルムメディカル株式会社内 Tokyo (JP). 榎本潤 (MASUMOTO, Jun) [JP/JP];

〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 富士フイルム西麻布ビル富士フイルムメディカル株式会社内 Tokyo (JP).

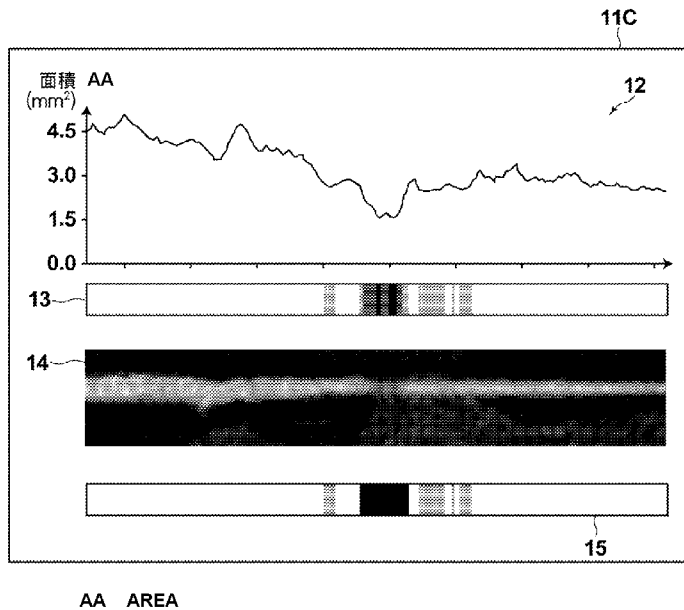
- (74) 代理人: 柳田征史, 外 (YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横浜KSビル 7階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

[続葉有]

(54) Title: DIAGNOSIS ASSISTING SYSTEM, DIAGNOSIS ASSISTING PROGRAM, AND DIAGNOSIS ASSISTING METHOD

(54) 発明の名称: 診断支援システム、診断支援プログラムおよび診断支援方法

[図12]



(57) Abstract: A CPR image (14) showing at least partial region of a blood vessel is generated from volume data obtained by image capturing and is arranged in a predetermined region of a display screen (11C). Outside this region, band-shaped condition presentation regions (13, 15) are arranged so as to be parallel with the blood vessel shown by the CPR image. A narrow ratio and the indication value of, for example, the presence and absence of plaque are calculated by a volume data analysis. The calculated indication value is replaced with a color (RGB value) with reference to a conversion table. The condition presentation regions (13, 15) are color-coded according to the indication value and displayed. This makes it possible to, on a blood vessel diagnosis screen, extensively and sufficiently observe the conditions of a blood vessel inner wall and simultaneously to intuitively understand the narrow ratio and the like in each region of the blood vessel.

(57) 要約: 撮影により取得されたボリュームデータから、血管の少なくとも一部の範囲を表すCPR画像(14)を生成して、表示画面11Cの所定領域に配置する。その領域の外側に、CPR画像が表示

す血管と並行するように帯状の状態提示領域(13, 15)を配置する。ボリュームデータの解析により狭窄率、プラークの有無等の指標値を算出する。算出された指標値を変換テーブルの参照により色(RGB値)に置き換える。状態提示領域(13, 15)を、指標値の値に応じて色分け表示する。これにより、血管の診断画面において、血管の内壁の状態を広範囲にわたり十分に観察ことができ、同時に、血管各部における狭窄率等を直感的に把握できるようにする。

WO 2011/040014 A1

NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, 添付公開書類:
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))
SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

診断支援システム、診断支援プログラムおよび診断支援方法

技術分野

[0001] 本発明は、三次元画像データの解析および可視化により、血管の診断を支援する診断支援システム、コンピュータプログラムおよび方法に関する。

背景技術

[0002] 狭窄症の早期発見は、心筋梗塞、脳梗塞等の虚血性疾患を予防する上で極めて重要である。このため、近年、血管解析機能を備えた診断支援装置や、血管解析ソフトウェアが提供されている。例えば、特許文献1には、CT撮影やMRI撮影により取得されたボリュームデータの解析により、血管の狭窄部位を検出するとともに、血管の径狭窄率や面積狭窄率を算出する血管狭窄率解析システムが示されている。このシステムは、サーフェスレンダリングまたはボリュームレンダリングにより生成された血管の3次元画像を、算出された狭窄率に基づいて色づけ表示する（特に、第0065～0072段落参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-167287号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 一般に、心筋梗塞等の疾患が発生する可能性は、血管の狭窄率が高いほど高くなる。このため、従来は、特許文献1に示されるように、狭窄部位を正確に特定し、その部位の狭窄率を正確に求めることが、血管解析における重要課題と考えられていた。しかし、近年の研究では、以下に説明するように、狭窄率が低くても危険な状態があることが明らかになっている。

[0005] 血管壁に形成される粥種（プラーク）としては、ハードプラークとソフト

プラークが知られている。ハードプラークは、血管内膜に沈着した脂肪が石灰化したものであり、石灰化プラーク、安定プラークとも呼ばれる。ハードプラークによる狭窄は、数週間～数か月のオーダーで進行する。一方、ソフトプラークは、脂質成分が豊富なプラークで、被膜が薄く破綻しやすいため、脆弱性プラーク、不安定プラークとも呼ばれる。ソフトプラークが破綻すると出血が起こり、その出血を止めるための血栓が、短時間で形成される。これにより、血管の狭窄率が一挙に高まり、急性心筋梗塞等の重大疾患を引き起こすことがある。

[0006] このため、狭窄症の診断では、狭窄率のみならず、プラークの種別（破綻し易さ）をも考慮して、危険性を判断することが必要とされている。また、狭窄率が高い範囲のみを重点的に観察するのではなく、狭窄率が低い範囲も含め、狭窄が起きている範囲は、すべて慎重に観察する必要がある。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みて、診断画面のレイアウトとして、狭窄率等を考慮しつつ、血管の内壁の状態を、広範囲にわたり十分に観察することができる画面レイアウトを提案する。

発明の概要

[0008] 本発明の診断支援装置は、以下に説明する血管抽出手段、CPR画像生成手段、状態推定手段、色決定手段および表示制御手段を備えた装置である。また、本発明のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶された診断支援プログラムは、一台または複数台のコンピュータを、以下に説明する血管抽出手段、CPR画像生成手段、状態推定手段、色決定手段および表示制御手段として機能させるためのプログラムである。診断支援プログラムは、通常、複数のプログラムモジュールからなり、上記各手段の機能は、それぞれ、一または複数のプログラムモジュールにより実現される。これらのプログラムモジュール群は、CD-ROM、DVDなどの記録メディアに記録され、またはサーバコンピュータに付属するストレージやネットワークストレージにダウンロード可能な状態で記録されて、ユーザに提供される。また、本発明の診断支援方法は、以下に説明する血管抽出処理、CPR画像生成処理、

状態推定処理、色決定処理および表示制御処理を行うことにより、血管の診断を支援する方法である。

- [0009] 血管抽出手段は、撮影により取得されたボリュームデータから、血管を表す血管領域を抽出するとともに、血管の芯線および芯線に垂直な複数の断面を設定する。血管領域の抽出、芯線や断面の設定については、種々の方法が提案されているが、本発明では、公知のいずれの方法を採用してもよい。
- [0010] CPR画像生成手段は、血管領域、芯線および各断面の情報に基づいて、血管の少なくとも一部の範囲を表すCPR画像を生成する。CPR画像は、ストレートCPR (Straightened CPR) 画像とすることが好ましいが、ストレッチCPR (Stretched CPR) 画像や、プロジェクトCPR (Projected CPR) 画像でもよい。
- [0011] CPR画像生成手段は、表示の要否に拘わらず血管全体についてCPR画像を生成してもよいし、観察範囲として指定された範囲についてのみCPR画像を生成してもよい。観察範囲は、自動的に決定してもよいし、ユーザからの指定入力に基づいて決定してもよい。例えば、血管抽出手段により抽出された血管領域全体の画像をボリュームレンダリング画像として画面に表示し、その画像上でユーザに血管の範囲を指定させる。
- [0012] 状態推定手段は、血管領域に含まれる情報を断面ごとに解析して、各断面における血管の狭窄状態を推定する。ここで、狭窄状態とは、血管の状態のうち狭窄につながるあらゆる状態を意味するものとする。例えば、狭窄の有無や狭窄率の推定はもちろん、沈着しているプラークの種類を推定してもよい。また、複数の狭窄状態を（例えば狭窄率とプラーク）を推定してもよい。
- [0013] 色決定手段は、断面ごとに、推定された狭窄状態を表す少なくとも1つの色を決定する。推定された狭窄状態が複数種類あるときには、その中の1つについて色を決定してもよいし、状態ごとにそれぞれ色を決定してもよい。色は、例えば、所定の変換テーブルや変換式に基づいて、狭窄状態を示す値を、色を示すRGB値に変換することにより決定する。

- [0014] 色決定手段は、狭窄状態（例えば狭窄率）を示す値を、予め記憶されている数式に基づく演算を行って求める手段としてもよいし、狭窄状態と色とを対応づける変換テーブルを予め記憶しておき、その変換テーブルを参照することにより色を決定する手段としてもよい。色分け表示したい状態が複数あるときには、数式や変換テーブルは状態ごとに用意することが好ましいが、複数の状態の組み合わせに対し、1つの色が割り当てられるように、数式や変換テーブルを定義してもよい。
- [0015] 表示制御手段は、表示画面内の所定領域にCPR画像を配置し、さらに所定領域の外側にCPR画像が表す血管と並行するように帯状の状態提示領域を少なくとも一つ配置して、その状態提示領域を色決定手段の決定に基づいて色分け表示する。すなわち、血管像そのものを色づけするのではなく、血管像と並行して配置される別の領域を狭窄状態に応じて色づけすることで、血管像の観察を妨げることなく、血管の各所における狭窄状態を直感的に把握できるようにする。
- [0016] 状態推定手段が推定する狭窄状態、すなわち色分け表示したい状態が複数あるときには、表示制御手段は、表示画面に、複数の状態提示領域を配置してもよい。例えば、色分け表示したい状態が2つのときには、CPR画像を挟み込むように、2つの状態提示領域を配置するとよい。これにより、把握すべき状態が複数あるときでも、すべての状態を色により直感的に把握することができる。また、2つの状態提示領域の間にCPR画像が挟まれるレイアウトとすれば、診断時の混同、例えばどちらの領域がどちらの状態を示すかがわからなくなるといった事態を避けることができる。
- [0017] 具体的な形態としては、例えば、状態推定手段が、狭窄状態として、血管の狭窄率およびプラークの種類を推定し、色決定手段が、各断面について、狭窄率に対応する色とプラークの種類に対応する色を、それぞれ決定し、表示制御手段が、第1の状態提示領域を狭窄率に基づいて色分けし、第2の状態提示領域をプラークの種類に基づいて色分けするといった形態が考えられる。

発明の効果

- [0018] 本発明の装置、プログラムおよび方法によれば、医師は、ポリリュームデータから生成されたCPR画像を観察することにより所定範囲の血管の内壁を自らの目で確認しながら、同じポリリュームデータの解析により推定された狭窄状態を、色により直感的に把握することができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本発明の一実施形態における診断支援装置の概略構成を示す図
[図2]抽出された血管領域を例示する図
[図3]CPR画像生成処理および狭窄率推定処理の概要を示す図
[図4]血管の内腔領域の平均径、最小径、面積の定義を示す図
[図5]正常時の血管径の設定方法を示す図
[図6]プラーク種類の判別方法について説明するための図
[図7]狭窄状態を示す指標値の算出例を示す図
[図8]変換テーブルの一例を示す図
[図9]診断画面の一例を示す図
[図10]診断画面の他の例を示す図
[図11]変換テーブルの他の例を示す図
[図12]診断画面のさらに他の例を示す図

発明を実施するための形態

- [0020] 以下、本発明の診断支援装置、診断支援プログラムおよび診断支援方法の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。
- [0021] 図1に、医師が使用するワークステーションに、診断支援プログラムをインストールすることにより実現された診断支援装置の概略構成を示す。診断支援装置1は、標準的なワークステーションの構成として、プロセッサおよびメモリ（いずれも図示せず）を備え、さらに、HDD（Hard Disk Drive）やSSD（Solid State Drive）等のストレージ2を備えている。また、診断支援装置1には、ディスプレイ3と、マウス、キーボード等の入力装置4が接続されている。

- [0022] 診断支援プログラムと診断支援プログラムが参照するデータ（後述する変換テーブル等）は、インストール時にストレージ2に記憶され、起動時にメモリにロードされる。診断支援プログラムは、CPUに実行させる処理として、血管抽出処理、CPR画像生成処理、状態推定処理、色決定処理および表示制御処理を規定している。そして、プログラムの規定にしたがって、CPUが上記各処理を実行することにより、汎用のワークステーションは、血管抽出手段101、CPR画像生成手段102、状態推定手段103、色決定手段104および表示制御手段105として機能する。
- [0023] ストレージ2には、撮影を担当する検査部門から転送されたボリュームデータ、もしくはデータベース検索により取得されたボリュームデータが、記憶される。ボリュームデータは、マルチスキャンCT装置等から直接出力されたボリュームデータでもよいし、従来型のCT装置等から出力された2次元のスライスデータ群を再構成することにより生成されたボリュームデータでもよい。
- [0024] 診断支援装置1は、選択メニューにおいて所定の診断支援機能が選択されたことを検出すると、ユーザに、ボリュームデータの特定に必要な情報の選択または入力を促す。そして、ユーザの操作により、ボリュームデータが特定されると、ストレージ2からメモリに、該当するボリュームデータをロードする。
- [0025] ここでは、ある患者の検査において、マルチスキャンCT装置による胸部撮影が行われ、心臓や冠動脈の情報を含むボリュームデータが取得されているものとする。ユーザが冠動脈の診断支援機能を選択し、その患者の識別子や検査日を入力すると、該当するボリュームデータがメモリにロードされ、以下に説明する処理が実行される。
- [0026] 血管抽出手段101は、上記ボリュームデータから、冠動脈の外壁を輪郭とする冠動脈領域を抽出する。すなわち、冠動脈領域5は、血管壁と、血管壁の内部または内壁表面に沈着するプラークと、血管の内腔を表すボクセルデータにより構成される。また、血管抽出手段101は、冠動脈の芯線と、

芯線に垂直な複数の断面を設定する。

[0027] 本実施形態では、血管抽出手段101は、特願2009-48679号および特願2009-69895号において提案される方法により、冠動脈領域を抽出する。この方法では、まず、ボリュームデータを構成するボクセルデータの値に基づいて、冠動脈の芯線を構成する複数の候補点の位置と主軸方向を算出する。もしくは、ボリュームデータについてヘッセ行列を算出し、算出されたヘッセ行列の固有値を解析することにより、冠動脈の芯線を構成する複数の候補点の位置情報と主軸方向を算出する。そして、候補点周辺のボクセルデータについて冠動脈らしさを表す特徴量を算出し、算出された特徴量に基づいてそのボクセルデータが冠動脈領域を表すものであるか否かを判別する。特徴量に基づく判別は、マシンラーニングにより予め取得された評価関数に基づいて行なう。これにより、ボリュームデータから、図2に例示するような冠動脈領域5が抽出される。

[0028] 上記方法では、冠動脈領域5を抽出する過程で、冠動脈の芯線が設定される。また、芯線を構成する候補点のそれぞれについて、位置と主軸方向が算出される。よって、各候補点において、算出された情報に基づき、主軸方向と垂直な断面（直交断面）を設定することができる。断面の設定は、冠動脈領域5を抽出し終えた後に行ってもよいし、断面ごとに、主軸方向を算出した直後に行ってもよい。また、すべての候補点において断面を設定してもよいし、サンプリングした一部の候補点に対し断面を設定してもよい。

[0029] 冠動脈領域5が抽出されると、血管抽出手段101は、冠動脈領域5のボリュームレンダリング画像を生成する。そして、上記処理により設定された芯線を示す標識をボリュームレンダリング画像に合成して、ディスプレイ3に出力する。続いて、血管抽出手段101は、入力装置4から、観察範囲を設定する操作入力を受け付ける。例えば、ユーザが、ボリュームレンダリング画像上で、冠動脈を構成する複数の血管枝の中から一本の血管枝を指定し、その血管枝の経路上で、観察範囲の始点と終点とを指定する操作を行うことで、観察範囲が設定される。

- [0030] なお、ボリュームレンダリング画像を対象とする操作としては、観察範囲の設定のほか、芯線の経路変更、延長等の操作を、受け付けるようにしてもよい。血管抽出手段101は、経路変更等の操作を検出した場合には、操作内容にしたがって芯線や断面を再設定する。
- [0031] 冠動脈領域、芯線および断面の情報と、ユーザが指定した観察範囲の情報は、血管抽出手段101から、CPR画像生成手段102および状態推定手段103へと供給される。
- [0032] 以下、図3を参照しながら、CPR画像生成手段102と状態推定手段103の処理について説明する。図のAは、CPR画像生成手段102により生成されるCPR画像の一例を示す図である。図のBは、血管抽出手段101により抽出された冠動脈領域5の一部分を、模式的に表した図である。図のCは、冠動脈領域5の直交断面像を例示した図である。血管抽出手段101により設定された候補点および断面は、1から始まる識別番号により区別されるものとし、 n 番目の候補点は N_n 、 n 番目の候補点を含む断面は P_n と表記する。図のBおよびCは、設定された断面のうち、 i 番目、 $(i+a)$ 番目、 $(i+b)$ 番目の候補点および断面を例示している（但し、 $a < b$ ）。
- [0033] CPR画像生成手段102は、図3のBに示される情報に基づいて、図のAに例示される画像を生成する。すなわち、血管抽出手段101により取得された情報（冠動脈領域5、各候補点の位置および主軸方向、芯線の経路、断面Pの位置や向き等）を用いて、公知の手順によりストレートCPR画像を生成する。本実施形態では、CPR画像生成手段102は、観察範囲の始点および終点が設定された血管枝を選択し、その血管枝の全範囲を表すストレートCPR画像を生成する。これにより、観察範囲の変更を要求する操作が検出されたときに、後述する表示制御手段が、生成済みのCPR画像を使って観察範囲を高速に切り換えられるようにしている。
- [0034] 状態推定手段103は、図3のBに示される情報に基づいて、図のCに例示するように、冠動脈領域5に含まれる情報を、断面ごとに解析する。すな

わち、ボリュームデータから個々の断面を構成するボクセルデータ群を抽出し、それらのボクセルデータ値に基づいて、冠動脈領域5（冠動脈の外壁を輪郭とする領域）と、内腔領域6（冠動脈の内壁を輪郭とする領域）を識別する。さらに識別した領域に基づいて、内腔領域6の平均径と面積を求める。あるいは、平均径に代えて、最小径を求めてもよい。

[0035] 平均径を求めるときは、各断面に対し、図4に例示するように0度、45度、90度の3つの方向を設定し（4以上の方向を設定してもよい）、方向ごとに内腔領域6の径 d_1 、 d_2 、 d_3 を算出する。そして、算出された値の平均値 $(d_1 + d_2 + d_3) / 3$ を、その断面における平均径とする。面積は、内腔領域6を構成するボクセルデータの数に基づいて算出する。なお、平均径に代えて最小径を求めるときは、平均径を求めるときと同様の手順により径 d_1 、 d_2 、 d_3 を算出し、算出された値の中の最小値(図の例では d_1)を、その断面における最小径とすればよい。

[0036] 各断面における平均径および面積が求まると、状態推定手段103は、健常時の平均径および面積を推定する。健常時の平均径や面積は、例えば回帰分析により自動的に推定する。図5は、回帰分析による健常時の平均径の求め方を例示した図である。横軸を断面、縦軸を平均径とする平面上に、各断面において算出された平均径をプロットして回帰分析を行った場合、例えば同図に示すような回帰直線Rが算出される。但し、回帰直線Rは、回帰分析のアルゴリズムにも依存するため、同図に示す回帰直線Rは、あくまでも一例に過ぎない。回帰分析のアルゴリズムとしては、公知のあらゆるアルゴリズムを採用することができる。また、回帰直線に代えて、回帰曲線を設定してもよい。

[0037] なお、状態推定手段103は、回帰直線等を設定した後、ユーザの操作入力に基づいて回帰直線等を再設定してもよい。例えば、図5に例示したプロット平面を表示画面に表示し、直線Rの位置と傾きを変更する操作入力を受け付ける。そして、ユーザの操作により設定された直線Rを、健常時における平均径を示す線と定義して、後続の処理を行う。健常時の面積も、同様の

処理により、自動または半自動で推定することができる。

[0038] また、状態推定手段103は、ユーザの操作入力に基づいて、健常時の平均径および面積を推定することもできる。この場合、状態推定手段103は、図5に例示したようなプロット平面を表示画面に表示し、横軸方向に1つまたは複数の範囲を指定する操作を受け付ける。あるいは、後述する表示制御手段が画面に表示したCPR画像上で、範囲を指定する操作を受け付けてもよい。ユーザにより、健常な、すなわち狭窄が無いと思われる範囲が指定されると、状態推定手段103は、指定された範囲に含まれるプロットのみを結ぶ直線（または曲線）を設定する。そして、設定された直線等を、健常時における平均径を示す線と定義して、後続の処理を行う。健常時の面積も、同様の処理により、推定することができる。

[0039] ボリュームデータに基づいて内腔領域6の平均径が算出され、さらに、健常時における内腔領域6の平均径が推定されると、状態推定手段103は、所定の演算を行って冠動脈の狭窄率を算出する。ここでは狭窄率を、ボリュームデータに基づいて求められた平均径と、回帰分析等により求められた健常時の平均径の比、と定義する。例えば、図5の例では、健常時の平均径は約3mmで、断面 P_{i+a} における平均径は約1.5mm、断面 P_{i+b} における平均径は3mm強であるので、断面 P_{i+a} における狭窄率は、 $(3 - 1.5) / 3 \times 100 = 50\%$ となり、断面 P_{i+b} における狭窄率は、 $(3 - 3) / 3 \times 100 = 0\%$ となる。なお、狭窄率の定義は平均径の比に限られるものではなく、例えば最小径の比や、面積の比としてもよい。

[0040] また、状態推定手段103は、狭窄率の算出処理に続いて（あるいは、狭窄率の算出処理と並行して）、血管壁の内部または内壁表面に沈着しているプラークの種類を判別する処理を実行する。状態推定手段103は、健常時における平均径に基づいて、断面ごとに、健常時における内腔領域の輪郭を推定する。例えば、上記例では、健常時の平均径は約3mmであるので、健常時の内腔領域は、直径約3mmの筒状領域と仮定することができる。この場合、断面では、健常時の内腔領域は、略円状の領域となる。図6に、冠動

脈領域 5 と、内腔領域 6 と、健常時における内腔領域の輪郭 7 を示す。断面ごとに輪郭 7 を推定することで、各断面においてプラークの存在が疑われる領域 8（図の斜線部）が特定される。

- [0041] 状態推定手段 103 は、領域 8 を構成するボクセルデータの値を解析することにより、領域 8 から、ソフトプラーク領域と、ハードプラーク領域を検出する。プラークの種類は、モダリティが出力する信号値、すなわち断面を構成するボクセルデータの値により区別することができる。
- [0042] 例えば、CT では、ソフトプラークとハードプラークで、出力される信号値が 1 桁程度異なることが知られている。例えば、4 列マルチスキャン CT 装置が出力する信号値は、ソフトプラークで 40～50 HU 程度であるのに対し、ハードプラークでは 400～1100 HU になるとの報告がある。また、MRI では、STIR (short TI inversion recovery) 法による撮影を行うことで、脂肪の信号を選択的に低下させることができる。よって、STIR 法による撮影を行えば、脂肪成分が多いソフトプラークを、画像上でハードプラークと区別可能な状態とすることができる。
- [0043] 状態推定手段 103 は、各断面において、ソフトプラーク領域の面積（＝ソフトプラークの値を持つボクセルデータの数）、ハードプラーク領域の面積（＝ハードプラークの値を持つボクセルデータの数）を算出することにより、ソフトプラークおよびハードプラークの有無を判定する。そして、プラークの有無を示すコードとして、ソフトプラークのみが検出されたときは 10、ハードプラークのみが検出されたときは 01、両方が検出されたときは 11、いずれも検出されなかったときは 00 となる 2 ビットのコードを出力する。
- [0044] また、状態推定手段 103 は、ソフトプラーク領域、ハードプラーク領域のそれぞれについて、健常時の内腔領域の面積との比を算出する。すなわち、先に求めた狭窄率とは別に、プラークの種類ごとの狭窄率を算出する。これにより、図 7 に例示するように、個々の断面について、全体的な狭窄率、ハードプラークのみに着目した狭窄率、ソフトプラークのみに着目した狭窄

率、各種類のプラークの有無を示すコード、の4つの指標値が求められる。なお、図7は、領域8の大部分がハードプラーク領域9である場合を例示している。同図の例では、ソフトプラークは検出されないため、プラークコードは01となり、ハードプラークのみに着目した狭窄率（60%）が算出される。

[0045] 状態推定手段103により求められたこれらの指標値は、色決定手段104に供給される。以下、色決定手段104の処理と表示制御手段105の処理とを関連づけながら説明する。

[0046] 色決定手段104は、状態推定手段103から供給された指標値に基づいて、断面ごとに、その断面を表す色（RGB値）を決定する。本実施形態では、指標値とRGB値とを対応づける複数種類の変換テーブルが予めメモリに記憶されており、色決定手段104は、それらの変換テーブルを参照することにより、色を決定する。

[0047] 図8に、変換テーブルの一例を示す。同図に示す変換テーブル10Aは、プラークの種類に依らない全体的な狭窄率を、RGB値と対応づけたマップである。狭窄率は4段階に分類され、狭窄率が低い順に「黒」、「青」、「黄」、「赤」を表すRGB値が対応づけられている。但し、表示画面の背景色が黒以外であるときは、「黒」の代わりに画面の背景色と同じ色を対応づけることが好ましい。

[0048] 図9に、表示制御手段105が出力する表示画面の一例を示す。表示画面11Aには、ストレートCPR画像14と、内腔領域6の平均径を示すグラフ12と、帯状の状態提示領域13とが配置される。ストレートCPR画像14は、冠動脈の芯線が画面の水平方向に延びるような向きで配置される。グラフ12と状態提示領域13は、CPR画像14の上方に配置される。

[0049] ストレートCPR画像14、グラフ12および状態提示領域13の位置関係は、グラフ12および状態提示領域13の水平方向のスケール／範囲が、CPR画像の水平方向のスケール／範囲と同じになるように、表示制御手段105により制御される。また、表示制御手段105は、観察範囲として指

定された範囲のみが画面に現れるように、ストレートCPR画像14、グラフ12および状態提示領域13の表示を制御する。また、スクロール操作などによる、観察範囲の変更を受け付け、操作に応じて画面を更新する。

[0050] 例えば、CPR画像上での断面の間隔が6ピクセルであったとすると、グラフ12は、各断面において算出された指標値を6ピクセル間隔でプロットしたグラフとなる。また状態提示領域13では、断面ごとに幅6ピクセルの領域が割り当てられ、各領域の色値として色決定手段104が決定したRGB値が設定される。

[0051] なお、図9では状態提示領域13の色分け表示を濃淡で表現しているが、これは濃い順に赤、黄、青を意味するものとする。同図は、グラフ12において平均径が最小となっており、CPR画像14において血管像がそこだけ暗く表示されている部分に対し、状態提示領域13が赤く色づけされることを示している。

[0052] なお、状態提示領域13は、表示画面11AではCPR画像の上方に配置されているが、CPR画像の下方に配置してもよい。また、図10に示す表示画面11Bのように、CPR画像14の上方と下方とに、CPR画像を挟み込むように、2つの状態提示領域13を配置してもよい。

[0053] 表示画面11Aおよび11Bでは、冠動脈の各部位の狭窄率が色として提示されるので、診断を行う医師は、狭窄部位や狭窄の度合を直感的に把握することができる。特に、色に対する認識としては、赤は危険、黄色は注意、青は安全という認識が広く浸透しているので、図8に示した変換テーブルのように危険度（狭窄率）が高い状態に対し赤や黄色が割り当てられるように変換テーブルを定義しておけば、初めて診断支援装置を使用する者でも、マニュアルを見ることなく直感的に表示の意味するところを理解することができる。

[0054] 続いて、図11に、色決定手段104が参照する変換テーブルの他の例を示す。同図に示す変換テーブル10Bは、検出されたプラークの種類を示すプラークコードを、RGB値と対応づけたマップである。ハードプラーク、

ソフトプラークのいずれも検出されなかったとき（コード00）は「黒」、ハードプラークのみが検出されたとき（コード01）は「黄」、ソフトプラークのみが検出されたとき（コード10）は「オレンジ」、ハードプラークとソフトプラークの両方が検出されたとき（コード11）は「赤」が、それぞれ対応づけられている。

[0055] 色決定手段104が、変換テーブル10Bを参照して色を決定した場合には、表示制御手段105は、表示画面11Aまたは11Bにおいて、状態提示領域13をプラークの有無および種類によって色分け表示する。プラークの有無と種類だけでは冠動脈の状態を正確に診断することはできないが、例えば定期健診等、対象者の中に健常者が含まれているような場合には、色分け表示によりプラークの有無を直感的に判断することができるので、健常者と要観察者とを大まかに分別したいときに有用である。

[0056] また、色決定手段104は、変換テーブル10Aを参照して狭窄率を表す色を決定し、さらに、変換テーブル10Bを参照してプラークの有無および種類を表す色を決定することもできる。また、2つに限らず3以上の変換テーブルを参照し、1つの断面に対し複数の色を決定することもできる。

[0057] 変換テーブルを2つ参照する場合、表示制御手段105が出力する画面は、図12に例示するような表示画面11Cとなる。表示画面11Cでは、CPR画像14の上方と下方とに、CPR画像14を挟み込むように状態提示領域13および状態提示領域15が配置される。状態提示領域13は、変換テーブル10Aに基づいて決定された色で色分けされた領域である。また、状態提示領域15は、変換テーブル10Bに基づいて決定された色で色分けされた領域である。

[0058] 表示画面11Cでは、狭窄率とプラークの有無および種類を、いずれも色により直感的に把握することができる。ソフトプラークに起因する狭窄は、狭窄率が低めであっても注意が必要である。これに対し、表示画面11Cでは、状態提示領域13の表示により狭窄率を確認する一方で、状態提示領域15の表示によりプラークの種類を確認することができるので、危険な状態

や注意を要する状態を、効率よく発見することができる。

[0059] 状態提示領域 13 と状態提示領域 15 は、CPR画像の上方または下方に、2つ隣接させて配置してもよいが、図 12 の例のように上方と下方とに分散して配置するほうが、診断の際、混乱が生じにくい。

[0060] 以上、変換テーブル 10A、10B と表示画面 11A、11B および 11C について説明したが、診断支援装置 1 のメモリには、このほか、ソフトウェアのみに着目した狭窄率と RGB 値を対応づけた変換テーブル、ハードウェアのみに着目した狭窄率と RGB 値を対応づけた変換テーブル、ソフトウェアの有無と RGB 値を対応づけた変換テーブル、ハードウェアの有無と RGB 値を対応づけた変換テーブルが記憶されている。色決定手段 104 は、これらの変換テーブルの中から、ユーザが選択した 1 つまたは複数の変換テーブルを選択的に参照して処理を行う。また、表示制御手段 105 は、選択された変換テーブルの数に応じて、画面に配置する状態提示領域の数と、画面レイアウトを決定する。

[0061] 本実施形態の診断支援装置、プログラムおよび方法によれば、狭窄率、プラークの種類等の指標値は、数値ではなく色として提示される。よって、医師は、診断支援装置が推定した狭窄状態を、直感的に把握することができる。色分けは、観察用の画像を色づけするのではなく、観察用の画像の外側の領域に配置された状態提示領域を色づけすることにより為される。よって、色分け表示により画像の観察が妨げられることはない。これにより、医師は、診断支援装置が提示する色を参照するだけでなく、自らの目で血管の内壁を表す画像を確認し、慎重に診断を下すことができる。

[0062] また、本実施形態では、観察用の画像として CPR画像が表示され、状態提示領域の色分け表示も CPR画像と同じ範囲について行われるため、血管の比較的広い範囲について、短時間で狭窄状態を把握することができる。さらに、ストレート CPR画像は観察範囲が変更されても常に直線状の画像になるため、画面レイアウトを、表示制御が容易なシンプルなレイアウトとすることができる。

- [0063] また、前述のように、狭窄の要因がソフトプラークであるときは、狭窄率がそれほど高くなくても、注意が必要である。これに対し、本実施形態では、狭窄率のみならずプラークの種類に基づく色分け表示も行っているため、ソフトプラークの早期発見、早期治療に寄与することができる。
- [0064] また、本実施形態では、色決定手段が参照する変換テーブルは、複数の変換テーブルの中から選択でき、表示画面に配置する状態提示領域の数も直感的把握を要する指標値の数に応じて増減される。このため、様々な診断目的に対応することができる。
- [0065] なお、本発明は上記実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の変更を加えることができる。
- [0066] 例えば、血管抽出手段101が行う冠動脈領域の抽出処理では、特開2006-167287号公報（特許文献1）が示す方法を採用してもよい。同文献が開示する方法では、血管領域を抽出する過程で、ベッセルトラッキング法により血管の芯線を抽出し、芯線に直行する断面を設定して血管の輪郭点を抽出する処理を行っている。よって、芯線および断面は、血管領域抽出処理の過程で自動的に設定される。このほか、冠動脈領域の抽出および芯線と断面の設定には、公知のあらゆる方法を適用することができる。
- [0067] また、CPR画像生成手段102は、ストレートCPR画像に代えて、ストレッチCPR画像やプロジェクトCPR画像を表示してもよい。ストレッチCPR画像やプロジェクトCPR画像では、冠動脈像は蛇行するが、状態提示領域13、15をCPR画像と同様に蛇行する帯状領域とすれば、ストレートCPR画像の場合と同様、CPR画像と状態提示領域とを並列に配置することができる。
- [0068] また、上記実施形態では、説明の便宜上、プラークの種類をソフトプラークとハードプラークに大別したが、状態推定手段103は、モダリティが出力する信号値に基づいて、プラークの種類を、さらに細かく分別してもよい。
- [0069] また、色決定手段104は、変換テーブルの参照ではなく、所定の数式に

基づく演算を行うことにより色を決定してもよい。例えば、狭窄率に応じて RGB値がそれぞれ変化するように数式を定義しておけば、状態提示領域の色はグラデーション表示となる。

[0070] また、上記実施形態では、表示制御手段が観察範囲を制御しているが、CPR画像生成手段102が、観察範囲の情報に基づいて、その範囲のみを対象とするCPR画像を生成するようにしてもよい。状態推定手段103もまた、観察範囲の情報に基づいて、その範囲のみを対象として、処理を行ってもよい。

[0071] また、上記実施形態では、表示制御手段105は、血管の芯線が画面の水平方向に延びるような向きでストレートCPR画像を配置しているが、ストレートCPR画像を90度回転し、血管の芯線が画面の垂直方向に延びるように配置してもよい。この場合には、グラフ12や状態提示領域13、15も、90度回転して表示する。

[0072] また、診断支援装置は、複数台のコンピュータにより、血管抽出手段、CPR画像生成手段、状態推定手段、色決定手段および表示制御手段としての機能を分担する構成としてもよい。また、入力装置、ディスプレイ等、システムを構成する装置としては、公知のあらゆる装置を採用することができる。例えば、マウスに代えてジョイスティックを採用したり、ディスプレイに代えてタッチパネルを採用したりすることができる。

[0073] なお、本発明が、冠動脈に限らず、頸動脈その他あらゆる血管の狭窄状態の診断に役立つことは言うまでもない。

請求の範囲

- [請求項1] 撮影により取得されたボリュームデータから、血管を表す血管領域を抽出するとともに、該血管の芯線および該芯線に垂直な複数の断面を設定する血管抽出手段（101）と、
- 前記血管領域、前記芯線および前記各断面の情報に基づいて、前記血管の少なくとも一部の範囲を表すCPR画像を生成するCPR画像生成手段（102）と、
- 前記血管領域に含まれる情報を前記断面ごとに解析して、各断面における前記血管の狭窄状態を推定する状態推定手段（103）と、
- 前記断面ごとに、推定された狭窄状態を表す少なくとも1つの色を決定する色決定手段（104）と、
- 表示画面内の所定領域に前記CPR画像を配置し、さらに前記所定領域の外側に前記CPR画像が表す血管と並行するように帯状の状態提示領域を少なくとも一つ配置して、該状態提示領域を前記色決定手段の決定に基づいて色分け表示する表示制御手段（105）と、
- を備えたことを特徴とする診断支援装置。
- [請求項2] 前記状態推定手段（103）が、前記狭窄状態として、前記血管の狭窄率および／またはプラークの種類を推定することを特徴とする請求項1記載の診断支援装置。
- [請求項3] 前記表示制御手段（105）が、前記表示画面に、複数の状態提示領域を配置することを特徴とする請求項1記載の診断支援装置。
- [請求項4] 前記表示制御手段（105）が、前記CPR画像を挟み込むように、2つの状態提示領域を配置することを特徴とする請求項3記載の診断支援装置。
- [請求項5] 前記状態推定手段（103）が、前記狭窄状態として、前記血管の狭窄率およびプラークの種類を推定し、
- 前記色決定手段（104）が、前記断面ごとに、狭窄率に対応する色およびプラークの種類に対応する色を決定し、

前記表示制御手段（105）が、第1の状態提示領域を狭窄率に基づいて色分けし、第2の状態表示領域を前記プラークの種類に基づいて色分けすることを特徴とする請求項3または4記載の診断支援装置。

[請求項6] 前記CPR画像生成手段（102）が生成するCPR画像が、ストレートCPR画像であることを特徴とする請求項1記載の診断支援装置。

[請求項7] 前記色決定手段（104）が、予め記憶されている一または複数の変換テーブルを用いて色を決定することを特徴とする請求項1記載の診断支援装置。

[請求項8] 診断支援プログラムが記憶されたコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、前記診断支援プログラムが、少なくとも一台のコンピュータにより実行されたときに、前記コンピュータに、

撮影により取得されたボリュームデータから、血管を表す血管領域を抽出するとともに、該血管の芯線および該芯線に垂直な複数の断面を設定する血管抽出処理と、

前記血管領域、前記芯線および前記各断面の情報に基づいて、前記血管の少なくとも一部の範囲を表すCPR画像を生成するCPR画像生成処理と、

前記血管領域に含まれる情報を前記断面ごとに解析して、各断面における前記血管の狭窄状態を推定する状態推定処理と、

前記断面ごとに、推定された狭窄状態を表す少なくとも1つの色を決定する色決定処理と、

表示画面内の所定領域に前記CPR画像を配置し、さらに前記所定領域の外側に前記CPR画像が表す血管と並行するように帯状の状態提示領域を少なくとも一つ配置して、該状態提示領域を前記色決定手段の決定に基づいて色分け表示する表示制御処理と、

を実行させることを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記憶媒

体。

[請求項9]

撮影により取得されたボリュームデータから、血管を表す血管領域を抽出するとともに、該血管の芯線および該芯線に垂直な複数の断面を設定する血管抽出処理と、

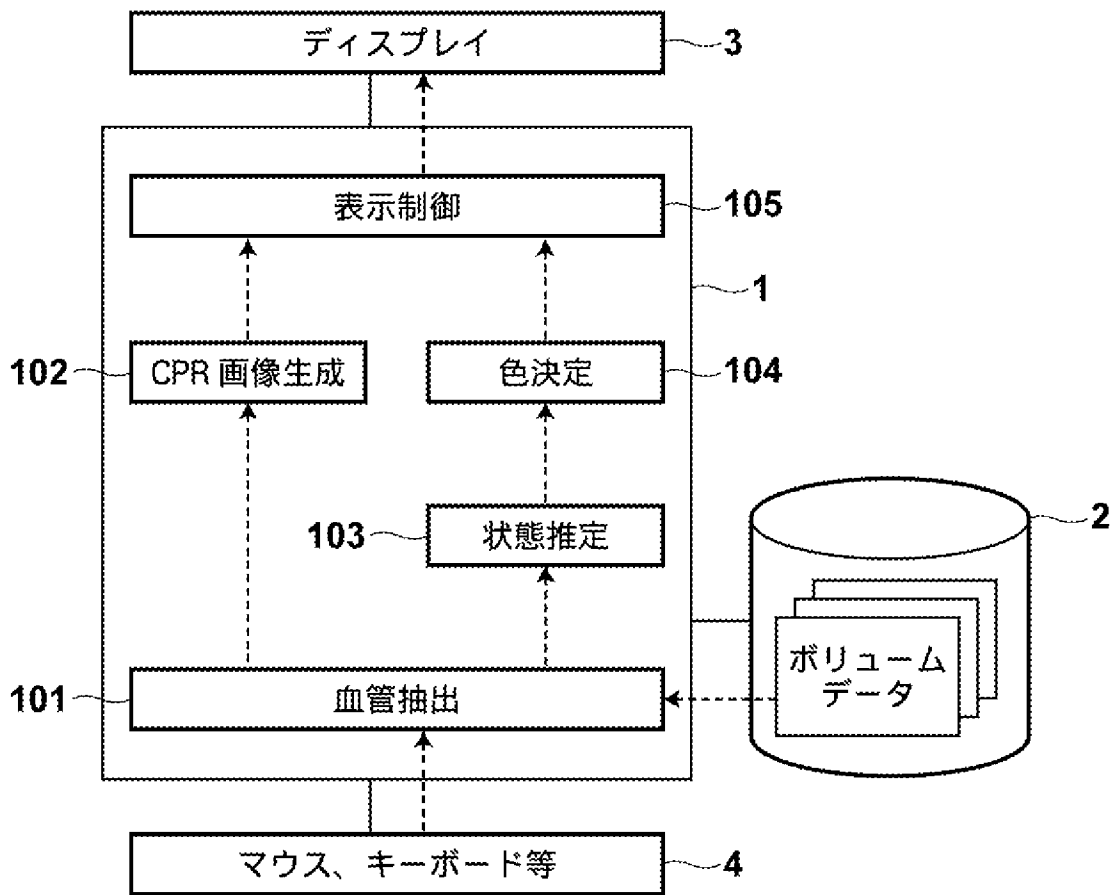
前記血管領域、前記芯線および前記各断面の情報に基づいて、前記血管の少なくとも一部の範囲を表すCPR画像を生成するCPR画像生成処理と、

前記血管領域に含まれる情報を前記断面ごとに解析して、各断面における前記血管の狭窄状態を推定する状態推定処理と、

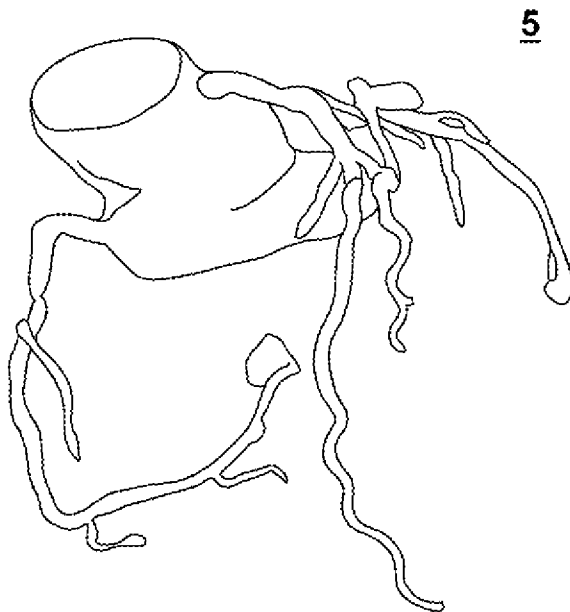
前記断面ごとに、推定された狭窄状態を表す少なくとも1つの色を決定する色決定処理と、

表示画面内の所定領域に前記CPR画像を配置し、さらに前記所定領域の外側に前記CPR画像が表す血管と並行するように帯状の状態提示領域を少なくとも一つ配置して、該状態提示領域を前記色決定手段の決定に基づいて色分け表示する表示制御処理と、
を行うことを特徴とする診断支援方法。

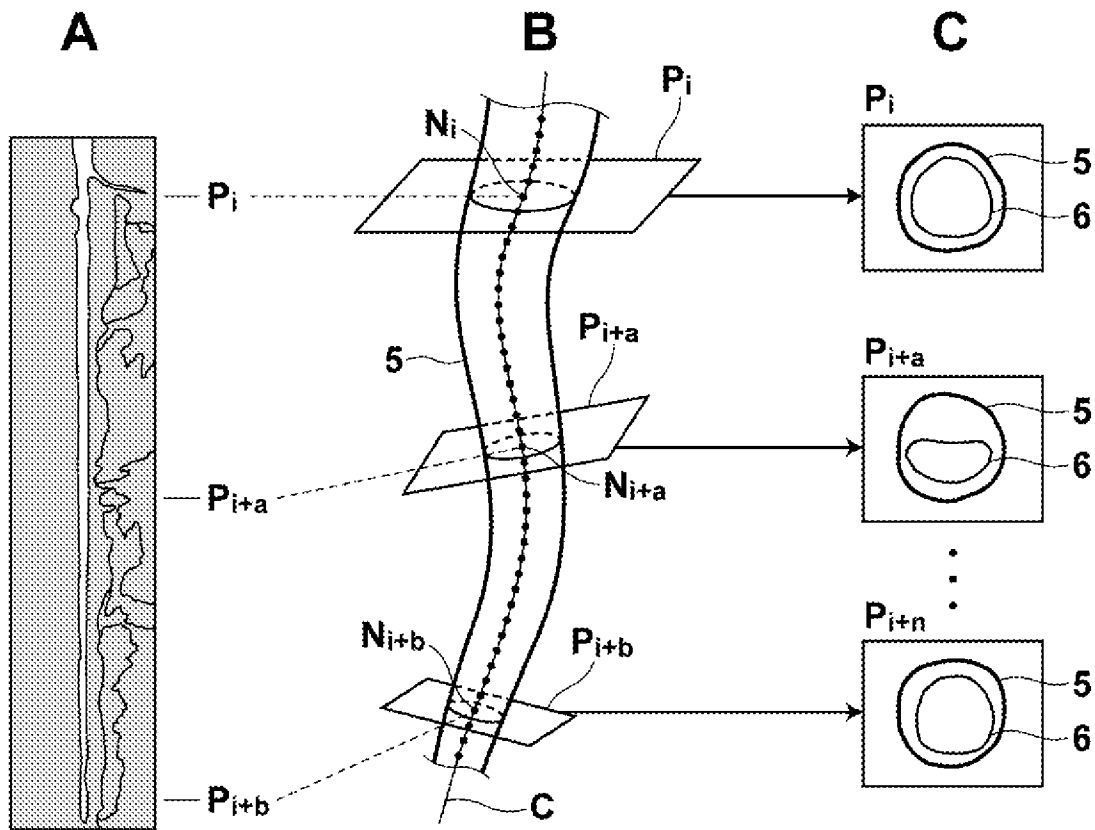
[図1]



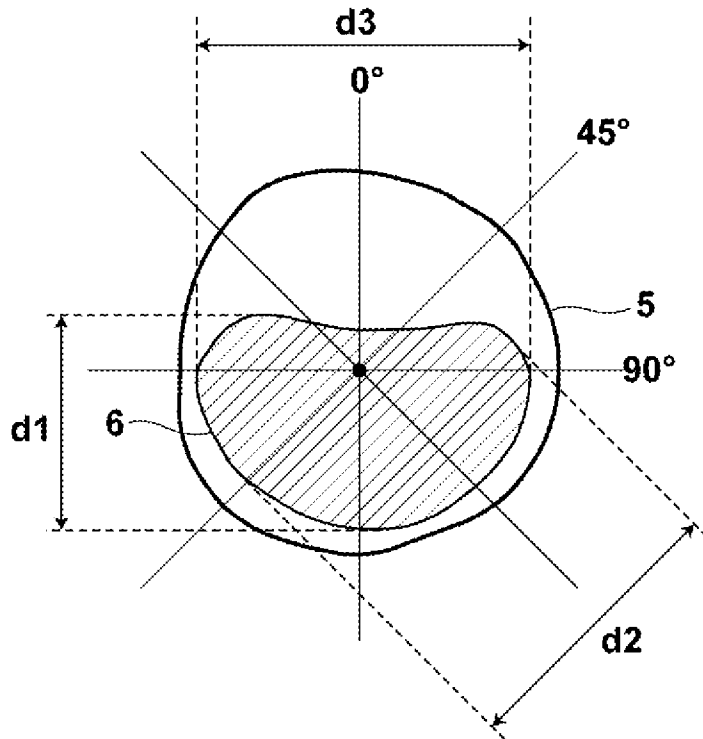
[図2]



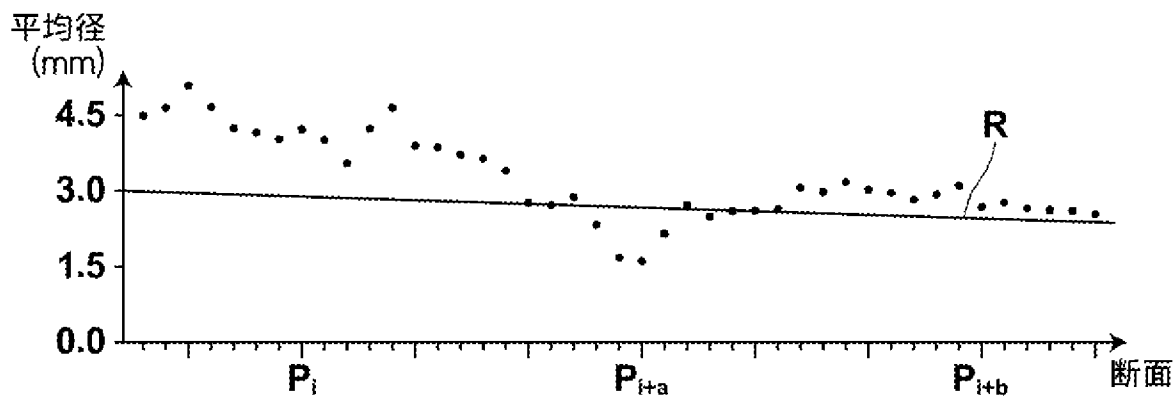
[図3]



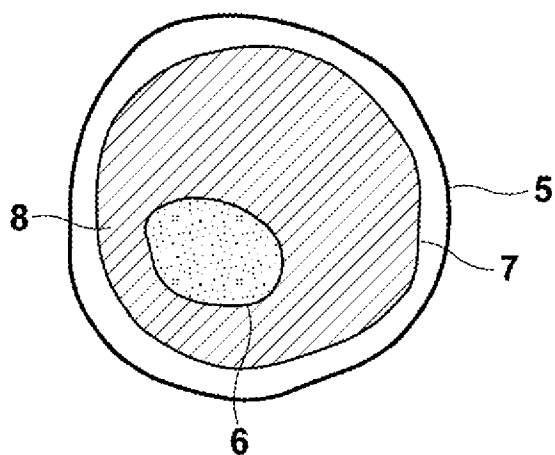
[図4]



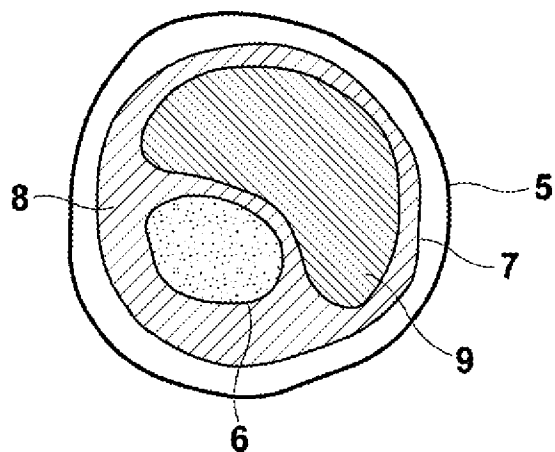
[図5]



[図6]



[図7]



狭窄率(全体) 66%
 狭窄率(ハード) 60%
 狭窄率(ソフト) 0%
 プラークフラグ 01

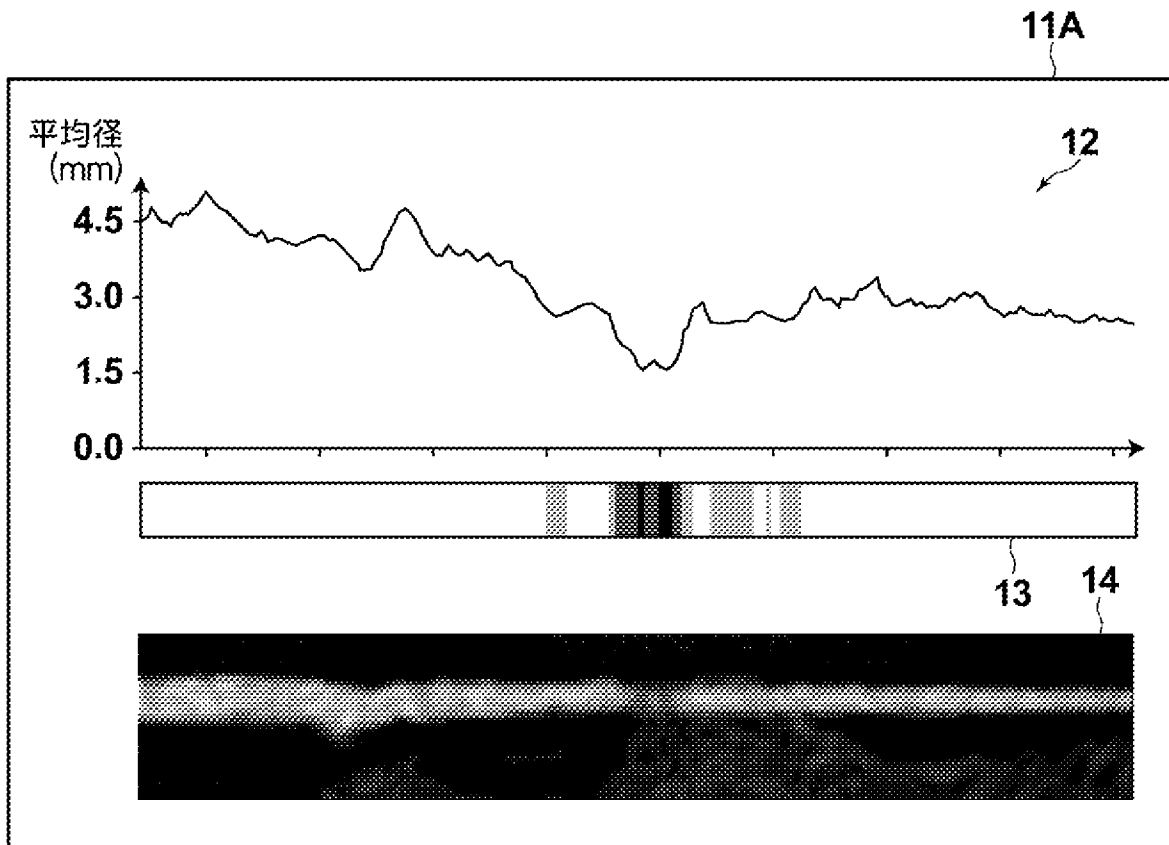
[図8]

狭窄率(全体) x	R	G	B
0	0	0	0
$0 < x \leq 30$	0	0	255
$30 < x \leq 60$	255	255	0
$60 < x$	255	0	0

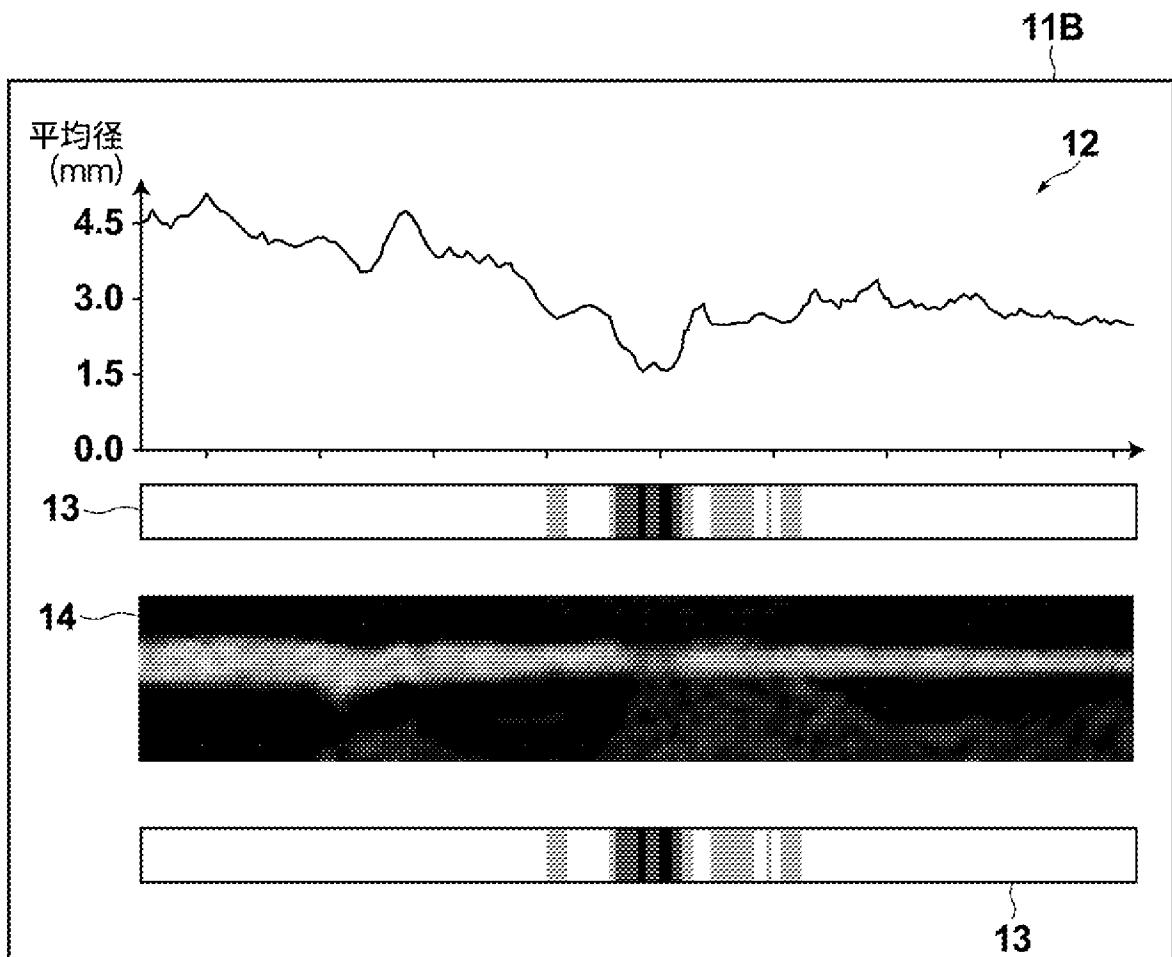
10A

黒
 青
 黄
 赤

[图9]



[图10]

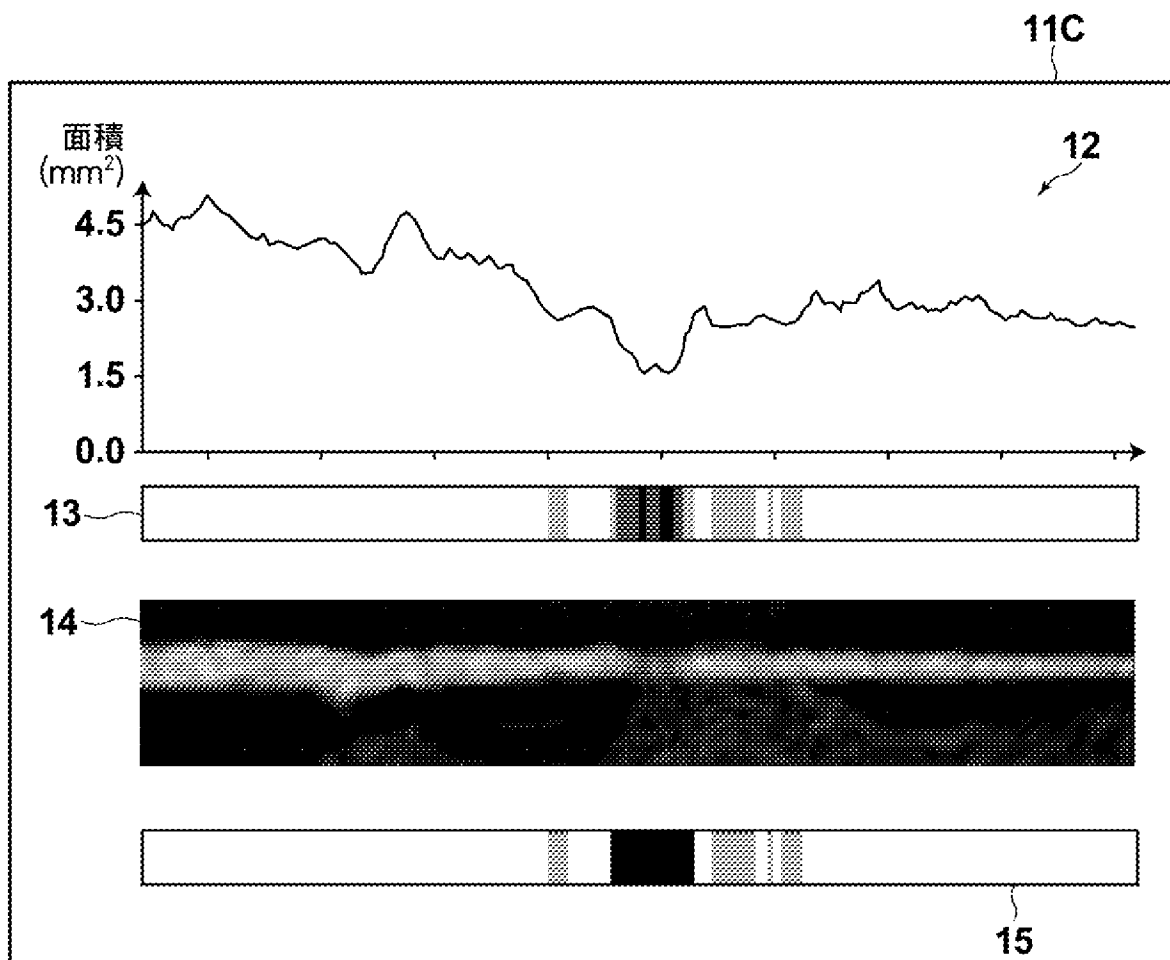


[図11]

ブランクコード		R	G	B	
0	0	0	0	0	黒
0	1	255	255	0	黄
1	0	255	69	0	オレンジ
1	1	255	0	0	赤

10B

[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/005864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B6/03(2006.01) i, A61B5/00(2006.01) i, A61B5/055(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B6/03, A61B5/00, A61B5/055

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 A	JP 2009-195561 A (Toshiba Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0012] to [0017], [0022] to [0027]; fig. 1 (Family: none)	1, 3, 4, 7-9 6 2, 5
Y A	JP 2007-275141 A (Hitachi Medical Corp.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0014] to [0045]; fig. 15 (Family: none)	1, 2, 6-9 3-5
Y	JP 2009-82407 A (Toshiba Corp.), 23 April 2009 (23.04.2009), paragraphs [0020] to [0033], fig. 9(f); paragraphs [0047] to [0050], fig. 10(a); paragraphs [0064] to [0075], fig. 23(d) (Family: none)	2

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "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
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 November, 2010 (30.11.10)

Date of mailing of the international search report
07 December, 2010 (07.12.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/005864

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-283373 A (Toshiba Corp.), 14 October 2004 (14.10.2004), paragraphs [0079] to [0083]; fig. 10 & US 2004/0249270 A1 & CN 1551033 A & CN 1956010 A	1-9
P,A	WO 2010/055815 A1 (Hitachi Medical Corp.), 20 5 2010 (20.5.2010), fig. 3 (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. A61B6/03(2006.01)i, A61B5/00(2006.01)i, A61B5/055(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. A61B6/03, A61B5/00, A61B5/055

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 1971-2010年
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年
 日本国登録実用新案公報 1994-2010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 Y A	JP 2009-195561 A (株式会社東芝) 2009.09.03, 【0012】～【0017】, 【0022】～【0027】, 図1 (ファミリーなし)	1, 3, 4, 7-9 6 2, 5
Y A	JP 2007-275141 A (株式会社日立メディコ) 2007.10.25, 【0014】～【0045】, 図15 (ファミリーなし)	1, 2, 6-9 3-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「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</p>
---	---

国際調査を完了した日 30.11.2010	国際調査報告の発送日 07.12.2010
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 伊藤 昭治 電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-82407 A (株式会社東芝) 2009. 04. 23, 【0020】～【0033】及び図9 (f), 【0047】～【0050】及び図10 (a), 【0064】～【0075】及び図23 (d) (ファミリーなし)	2
A	JP 2004-283373 A (株式会社東芝) 2004. 10. 14, 【0079】～ 【0083】, 図10 & US 2004/0249270 A1 & CN 1551033 A & CN 1956010 A	1 - 9
PA	WO 2010/055815 A1 (株式会社日立メディコ) 2010. 5. 20, 図3 (ファミリーなし)	1 - 9