

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5933723号  
(P5933723)

(45) 発行日 平成28年6月15日(2016.6.15)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl. F I  
**A 6 1 B 90/00 (2016.01)** A 6 1 B 19/00 5 0 2  
**A 6 1 B 18/12 (2006.01)** A 6 1 B 17/39 3 1 0

請求項の数 15 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-530353 (P2014-530353)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成24年9月10日 (2012.9.10)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65) 公表番号	特表2014-534831 (P2014-534831A)		ヴェ
(43) 公表日	平成26年12月25日 (2014.12.25)		KONINKLIJKE PHILIPS
(86) 国際出願番号	PCT/IB2012/054687		N. V.
(87) 国際公開番号	W02013/038324		オランダ国 5656 アーエー アイン
(87) 国際公開日	平成25年3月21日 (2013.3.21)		ドーフエン ハイテック キャンパス 5
審査請求日	平成27年9月7日 (2015.9.7)		High Tech Campus 5,
(31) 優先権主張番号	61/533,815	(74) 代理人	100107766
(32) 優先日	平成23年9月13日 (2011.9.13)		弁理士 伊東 忠重
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100070150
早期審査対象出願			弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 患部適用範囲フィードバックを用いたアブレーション計画

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

腫瘍を目標とするアブレーション計画のためのプランニング装置であって：  
 処理ユニットと；  
 インターフェイスユニットと；  
 ディスプレイユニットと、を含み、  
 前記インターフェイスユニットは、  
 アブレーション手順で扱われるべき3次元データセットにおける少なくとも一つの区  
 分化された腫瘍を提供し、かつ、  
 既定のアブレーションプロファイルを提供する、  
 ように構成されており、  
 前記処理ユニットは、  
 前記区分化された腫瘍の輪郭を生成し、  
 前記既定のアブレーションプロファイルを前記少なくとも一つの区分化された腫瘍の  
 少なくとも一部と重ね合わせ、  
 重なり合い領域を特定し、  
 変更された重なり合い領域を生成するために少なくとも前記重なり合い領域の一部に  
 ついて規定の安全ファクターを適用し、かつ、  
 前記変更された重なり合い領域の外側に配置された前記重なり合い領域の部分を主要  
 重なり合い部分として決定する、

ように構成されており、  
前記ディスプレイユニットは、  
前記区分化された輪郭を表示し、  
少なくとも一つの前記区分化された腫瘍の少なくとも一部と重なり合った前記既定の  
アブレーションプロファイルを表示し、かつ、  
仮想計画アブレーション結果として、前記輪郭と前記アブレーションプロファイルに  
関連して前記主要重なり合い部分を表示する、  
ように構成されている、  
ことを特徴とする装置。

**【請求項 2】**

前記インターフェイスユニットは、ユーザーによって既定のアブレーションプロファイル  
が、その大きさ、形状、及び/又は、位置について調整されるように構成されており、  
前記処理ユニットは、  
重なり合い領域を識別し、更新され変更された重なり合い領域を生成するための既定  
の安全ファクターを適用し、かつ、変更された重なり合い領域の外側に配置された重なり  
合い領域の部分を主要重なり合い部分として決定すること、  
を繰り返すように構成されており、  
前記ディスプレイユニットは、更新されたアブレーション計画情報を提供するように構  
成されている、  
請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 3】**

前記処理ユニットは、  
前記腫瘍の拡張された輪郭を生成するために、前記少なくとも一つの区分化された腫  
瘍に対して既定の第 1 の安全マージンを加えるように、かつ、  
前記アブレーションプロファイルの外側に配置された前記拡張された輪郭の部分を主  
要拡張輪郭部分として決定する、  
ように構成されており、  
前記ディスプレイユニットは、前記拡張された輪郭を表示し、かつ、前記主要拡張輪郭  
部分を示すように構成されている、  
請求項 1 または 2 に記載の装置。

**【請求項 4】**

前記処理ユニットは、  
制限されたアブレーション計画プロファイルを生成するために、前記既定のアブレー  
ションプロファイルから既定の第 2 の安全マージンを引くように、かつ、  
前記アブレーション計画プロファイルの外側に配置された輪郭の部分を主要輪郭部分  
として決定する、  
ように構成されており、  
前記ディスプレイユニットは、前記アブレーション計画プロファイルを表示し、かつ、  
前記主要輪郭部分を示すように構成されている、  
請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の装置。

**【請求項 5】**

腫瘍を目標とするアブレーションのための医療システムであって：  
画像取得ユニットと；  
請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に従ったプランニング装置と；  
アブレーションユニットと；を含み、  
前記画像取得ユニットは、前記 3 次元データセットを提供するように構成されており、  
前記腫瘍はそこから区分化され；  
前記プランニング装置は、アブレーションパスを提供するように構成されており；かつ  
、  
前記アブレーションユニットは、前記アブレーション手順を前記腫瘍に対して適用する

10

20

30

40

50

ように構成されている、  
ことを特徴とする医療システム。

【請求項 6】

前記画像取得ユニットは、X線画像装置である、  
請求項 5 に記載の医療システム。

【請求項 7】

プランニング装置を使用して腫瘍を目標とするアブレーション計画のための方法であつて：

a) 前記プランニング装置のインターフェイスユニットが、アブレーション手順で扱われるべき 3 次元データセットにおける少なくとも一つの区分化された腫瘍を提供するステップと；

b) 前記プランニング装置の処理ユニットが、前記区分化された腫瘍の輪郭を生成及び表示するステップと；

c) 前記プランニング装置の処理ユニットが、既定のアブレーションプロファイルを少なくとも一つの区分化された腫瘍の少なくとも一部と重ね合わせるように提供及び表示するステップと；

d) 前記プランニング装置の処理ユニットが、重なり合い領域を特定するステップと；

e) 前記プランニング装置の処理ユニットが、変更された重なり合い領域を生成するために少なくとも前記重なり合い領域の一部について規定の安全ファクターを適用するステップであり、前記変更された重なり合い領域の外側に配置された前記重なり合い領域の部分が主要重なり合い部分として決定されるステップと；

f) 前記プランニング装置のディスプレイユニットが、仮想計画アブレーション結果として、前記輪郭と前記アブレーションプロファイルに関連して前記主要重なり合い部分を表示するステップと、

を含む、ことを特徴とする方法。

【請求項 8】

前記既定のアブレーションプロファイルは、ユーザーによって、その大きさ、形状、及び/又は、位置について調整可能であり、

更新された情報を提供するために、前記 d) から f) までのステップが繰り返される、  
請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記ステップ e) は、

前記腫瘍の拡張された輪郭を生成するために、前記少なくとも一つの区分化された腫瘍に対して既定の第 1 の安全マージンを加える段階と；

前記拡張された輪郭を表示する段階と；

前記アブレーションプロファイルの外側に配置された前記拡張された輪郭の部分を主要拡張輪郭部分として決定する段階と、

を含み、

前記ステップ f) において、前記主要拡張輪郭部分がディスプレイユニットに表示される、

請求項 7 または 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ステップ e) は、

制限されたアブレーション計画プロファイルを生成するために、前記既定のアブレーションプロファイルから既定の第 2 の安全マージンを引く段階と；

アブレーション計画プロファイルを表示する段階と；

前記アブレーション計画プロファイルの外側に配置された輪郭の部分を主要輪郭部分として決定する段階と、

を含み、

前記ステップ f) において、前記主要輪郭部分がディスプレイユニットに表示される、

請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記区分化された腫瘍は、周辺領域の画像データと重ね合わせて表示される、  
請求項 7 乃至 1 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記腫瘍を目標とするアブレーションのためのアブレーション対象に係る挿入計画パスが示される、

請求項 7 乃至 1 1 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 3】

主要拡張輪郭部分及び/又は主要輪郭部分の表示は、お互いの領域で異なるグラフィック方法で前記領域を表示する、

請求項 9 乃至 1 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の装置をコントロールするためのコンピュータープログラムであって、

処理ユニットによって実行されると、

請求項 7 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の方法を実行するように適合されている、

ことを特徴とするコンピュータープログラム。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載のコンピュータープログラムに係るプログラミングエレメントが保管されている、コンピューターで読取り可能な媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、腫瘍を目標とするアブレーション (ablation) 計画に関する。より特定的には、腫瘍を目標とするアブレーション計画、腫瘍を目標とするアブレーションのための医療システム、腫瘍を目標とするアブレーション計画のための方法に関する。コンピュータープログラムエレメント、および、コンピューターで読取り可能な媒体も同様である。

【背景技術】

【0002】

画像ガイド付き低侵襲腫瘍アブレーション技術は、例えば、切除不能、もしくは、切開できない種々の腫瘍に対する実行可能な処置のオプションとなっている。腫瘍アブレーションの目的は、腫瘍細胞を完全に死滅させることである。従って、インターベンション (intervention) 以前の計画段階の最中にアブレーション領域の大きさ、形状、および、位置が検討される。例えば、米国特許出願第 2010/0063496A1号は、腫瘍アブレーション手順の計画方法について記載している。しかしながら、腫瘍を目標とするアブレーション計画は、しばしば自由裁量で計画され、計画手順の結果はオペレーターによって異なることがある。

【0003】

例えば、国際公開第 2011/080666号は、患者の中に位置する対象ボリュームを表す画像を生成するための画像システムについて開示している。分割ユニットは、アブレーション治療を受ける対象ボリュームについて計画対象ボリュームに分割する。計画プロセッサは、一つまたはそれ以上のアブレーション領域についてアブレーション計画を生成し、アブレーション治療を行う計画対象ボリュームの全体をカバーする。それぞれのアブレーション領域は既定のアブレーションボリュームを有しており、既定のアブレーション領域は、アブレーションの最中にアブレーションプローブを移動することによって決定される。ロボットアセンブリが、アブレーションプローブを非定常的な動作パスに沿ってガイドし、または、コントロールする。動作パスは、既定のアブレーション領域に従って対象ボリュームに対してアブレーション治療を適用するための軌道、速度及び/又は加

10

20

30

40

50

速度、および、回転によって定められる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願第2010/0063496A1号明細書

【特許文献2】国際公開第2011/080666号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このように、促進され、改善された画像ベースの計画方法を提供する必要がある。

10

【0006】

本発明の目的は、本願の独立請求項に係る技術的事項によって解決される。さらなる実施例は、従属請求項の中に包含されている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以降に説明される本発明の態様は、また、腫瘍を目標とするアブレーション計画のためのプランニング装置、医療システム、方法、コンピュータープログラムエレメント及びコンピューターで読取り可能な媒体に対しても適用可能であることに留意すべきである。

【0008】

本発明の第1の態様に従って、腫瘍を目標とするアブレーション計画のためのプランニング装置が提供される。装置は、処理ユニットと；インターフェイスユニットと；ディスプレイユニットと、を含んでいる。前記インターフェイスユニットは、アブレーション手順で扱われるべき3次元データセットにおける少なくとも一つの区分化された腫瘍を提供し、かつ、既定のアブレーションプロファイルを提供するように構成されている。前記処理ユニットは、前記区分化された腫瘍の輪郭を生成し、既定のアブレーションプロファイルを少なくとも一つの区分化された腫瘍の少なくとも一部と重ね合わせ、重なり合った領域を特定し、変更された重なり合い領域を生成するために少なくとも重なり合い領域の一部について規定の安全ファクターを適用するように構成されている。前記処理ユニットは、さらに、変更された重なり合い領域の外側に配置された重なり合い領域の部分を主要重なり合い部分として決定するように構成されている。前記ディスプレイユニットは、前記区分化された輪郭を表示し、少なくとも一つの前記区分化された腫瘍の少なくとも一部と重なり合った前記既定のアブレーションプロファイルを表示し、かつ、仮想計画アブレーション結果として、前記輪郭と前記アブレーションプロファイルに関連して前記主要重なり合い部分を表示するように構成されている。

20

30

【0009】

本発明の典型的な実施例に従って、前記処理ユニットは、前記腫瘍の拡張された輪郭を生成するために、前記少なくとも一つの区分化された腫瘍に対して既定の第1の安全マージンを加えるように、かつ、前記アブレーションプロファイルの外側に配置された前記拡張された輪郭の部分を主要拡張輪郭部分として決定するように構成されている。前記ディスプレイユニットは、前記拡張された輪郭を表示し、かつ、前記主要拡張輪郭部分を示すように構成されている。

40

【0010】

本発明の典型的な実施例に従って、前記処理ユニットは、制限されたアブレーション計画プロファイルを生成するために、前記既定のアブレーションプロファイルから既定の第2の安全マージンを引くように、かつ、前記アブレーション計画プロファイルの外側に配置された輪郭の部分を主要輪郭部分として決定するように構成されている。前記ディスプレイユニットは、前記アブレーション計画プロファイルを表示し、かつ、前記主要輪郭部分を示すように構成されている。

【0011】

本発明の一つの態様に従って、区分化された腫瘍と既定のアブレーションプロファイル

50

を示し、表示するように構成されたユーザーインターフェイスが提供される。さらに、主要重なり合い部分が、仮想計画アブレーション結果として、輪郭及びアブレーションプロファイルに関連して表示される。ここで、主要重なり合い部分は、変更された重なり合い領域の外側に配置された重なり合い領域の部分に関し、安全ファクターが適用される重なり合い領域に関するものである。

【 0 0 1 2 】

本発明の第2の態様に従って、腫瘍を目標とするアブレーションのための医療システムが提供される。システムは、画像取得ユニットと；上述の態様及び実施例のいずれか一つに従ったプランニング装置と；アブレーションユニットと；を含んでいる。前記画像取得ユニットは、前記3次元データセットを提供するように構成されており、前記腫瘍はそこから区分化される。前記プランニング装置は、アブレーションパス（path）を提供するように構成されている。前記アブレーションユニットは、前記アブレーション手順を前記腫瘍に対して適用するように構成されている。

10

【 0 0 1 3 】

本発明の第3の態様に従って、腫瘍を目標とするアブレーション計画のための方法が提供される。本方法は、

- a) アブレーション手順で扱われるべき3次元データセットにおける少なくとも一つの区分化された腫瘍を提供するステップと；
- b) 前記区分化された腫瘍の輪郭を生成及び表示するステップと；
- c) 既定のアブレーションプロファイルを少なくとも一つの区分化された腫瘍の少なくとも一部と重ね合わせるように提供及び表示するステップと；
- d) 重なり合った領域を特定するステップと；
- e) 変更された重なり合い領域を生成するために少なくとも重なり合い領域の一部について規定の安全ファクターを適用するステップであり、変更された重なり合い領域の外側に配置された重なり合い領域の部分が主要重なり合い部分として決定されるステップと；
- f) 仮想計画アブレーション結果として、前記輪郭と前記アブレーションプロファイルに関連して前記主要重なり合い部分を表示するステップと、を含んでいる。

20

【 0 0 1 4 】

本発明の典型的な実施例に従って、前記既定のアブレーションプロファイルは、ユーザーによって、その大きさ、形状、及び/又は、位置について調整可能である。更新された情報をユーザーに提供するために、前記d)からf)までのステップが繰り返される。

30

【 0 0 1 5 】

本発明の典型的な実施例に従って、前記ステップe)は、前記腫瘍の拡張された輪郭を生成するために、前記少なくとも一つの区分化された腫瘍に対して既定の第1の安全マージンを加える段階と；前記拡張された輪郭を表示する段階と；前記アブレーションプロファイルの外側に配置された前記拡張された輪郭の部分を主要拡張輪郭部分として決定する段階とを含んでいる。前記ステップf)において、前記主要拡張輪郭部分が前記ディスプレイユニットに表示される。

【 0 0 1 6 】

本発明の典型的な実施例に従って、前記ステップe)は、制限されたアブレーション計画プロファイルを生成するために、前記既定のアブレーションプロファイルから既定の第2の安全マージンを引く段階と；アブレーション計画プロファイルを表示する段階と；前記アブレーション計画プロファイルの外側に配置された輪郭の部分を主要輪郭部分として決定する段階とを含んでいる。前記ステップf)において、前記主要輪郭部分が前記ディスプレイユニットに表示される。

40

【 0 0 1 7 】

本発明の典型的な実施例に従って、前記区分化された腫瘍は、周辺領域の画像データと重ね合わせて表示される。

【 0 0 1 8 】

本発明の典型的な実施例に従って、前記腫瘍を目標とするアブレーションのためのアブ

50

レーション対象に係る挿入計画パスが示される。

【0019】

本発明のさらなる態様に従って、設定プランニングが適用される。プランニングでは、区分化された腫瘍の輪郭がアブレーションプロファイルと接近させられる。一方の側において区分化された腫瘍によって占有される空間的領域と他方の側においてアブレーションプロファイルによってカバーされる空間的領域とを比較することにより、重なり合い領域を決定するようにである。さらに、既定の安全ファクターを適用することによって、追加のアブレーションが提供される。腫瘍の全体と同様に、腫瘍又は患部それぞれの周辺の境界マージンを完全に壊死させることでアブレーションの成功を保証するためである。追加のアブレーションは、腫瘍の周りのごく小さながん細胞を取扱い、かつ、アプリケーションの位置決めの不正確さの効果を最小限にするために必要である。本発明の一つの態様に従って、既定の安全ファクターを適用することによる追加のアブレーションを考慮して、マージンの外側に配置された重なり合い領域に係るこれらの部分を特定する。重なり合い領域の部分は主要重なり合い部分として参照される。それによって、仮想計画アブレーション結果の形成においてユーザーに対して直ちにフィードバックを提供することができる。主要重なり合い部分は、区分化された腫瘍及びアブレーションプロファイルの輪郭に関して表示される。

10

【0020】

例えば、ユーザーは、アブレーションプロファイルの大きさ、形状、及び/又は、位置を調整することができ、更新された計画アブレーション結果情報を直ちにフィードバック

20

【0021】

これら及び他の発明は、以降に記述される実施例から明確となり、実施例に関して説明される。

【図面の簡単な説明】

【0022】

本発明の典型的な実施例は、以下の図面を参照して以降に説明される。

【図1】図1は、本発明の典型的な実施例に従った腫瘍を目標とするアブレーション計画のためのプランニング装置を示している。

【図2】図2は、本発明の典型的な実施例に従った腫瘍を目標とするアブレーション計画のための医療システムを示している。

30

【図3】図3は、本発明の典型的な実施例に従った腫瘍を目標とするアブレーション計画のための方法に係る基本的なステップを模式的に示している。

【図4】図4は、本発明に従った方法のさらなる実施例を示している。

【図5】図5は、本発明に従った方法のさらなる実施例を示している。

【図6】図6は、本発明に従った方法のさらなる実施例を示している。

【図7】図7は、本発明に従った方法のさらなる実施例を示している。

【図8A】図8Aは、本発明に従った仮想計画アブレーションの表示結果の実施例を示している。

【図8B】図8Bは、本発明に従った仮想計画アブレーションの表示結果の実施例を示している。

40

【図9】図9は、さらなるアブレーション計画情報に関連して、本発明の典型的な実施例に従った仮想計画アブレーションの表示結果のさらなる実施例を示している。

【図10】図10は、本発明に従った仮想計画アブレーションの表示結果のさらなる実施例を示している。

【図11】図11は、本発明に従った仮想計画アブレーションの表示結果のさらなる実施例を示している。

【図12】図12は、本発明に関するさらなる実施態様を示している。

【図13】図13は、本発明の典型的な実施例に従った仮想計画アブレーションの表示結果のさらなる実施例を示している。

50

【図14】図14は、写真画像を用いて図8から図11及び図13に係る作図線を示している。

【図15】図15は、写真画像を用いて図8から図11及び図13に係る作図線を示している。

【図16】図16は、写真画像を用いて図8から図11及び図13に係る作図線を示している。

【図17】図17は、写真画像を用いて図8から図11及び図13に係る作図線を示している。

【図18】図18は、写真画像を用いて図8から図11及び図13に係る作図線を示している。

10

【発明を実施するための形態】

【0023】

図面を参照する前に、いくつかの実施態様が以降に説明される。画像技術の進歩と高度に制御可能な医療装置が利用可能となったおかげで、画像ガイド付き低侵襲腫瘍アブレーション技術は、腫瘍に対する重要な処置オプションの一つになっている。現在、3つのアブレーション技術が使用されている。第一に、ラジオ周波数アブレーション(RF)は、針を通じたラジオ周波数帯の電流の使用を含み、がん細胞を熱して破壊する。目的は、腫瘍および腫瘍端の周りの正常な組織の縁を除去することである。第二に、マイクロ波アブレーション(MW)は、マイクロ波を使用して組織の熱凝固(thermal coagulation)を引き起こす。アブレーションの直径はラジオ周波数アブレーションより小さいが、より大きなアブレーション量のために複数の針を使用することができる。ラジオ周波数アブレーションと比較してより短時間で組織のアブレーションが達成される。第三に、冷凍アブレーションは、腫瘍内において針の中で循環する冷凍ガスを使用して、凍結/融解の繰り返しでがん細胞を死滅させる。数本の針を並行して使用することができ、アブレーションの氷球の発生を、CT/MR/コーン形状ビームCT、等を用いてモニターすることができる。腫瘍アブレーションにおける2つの主なチャレンジは、正確で再現可能なアプリケータの配置を達成することと、中型及び大型の腫瘍を完全に死滅させることである。腫瘍の大きさは、処置の失敗に係る予測因子として繰り返し示されてきている。大きくて、より完全なアブレーション領域を作成するための一つの方法は、複数の、重なり合ったアブレーションを使用することである。このためには、アブレーション領域が重なり合うように、複数のアプリケータの正確な配置が必要である。アブレーションの成功のためには、腫瘍の全体と同様に、例えば、患部の周りの0.5から1cmについて、完全に壊死することが必要である。腫瘍及び安全マージンの領域は、また、計画対象ボリューム(PTV)としても参照される。アブレーション領域の大きさ、形状、および、位置は、インターベンション以前の計画段階の最中に検討される。ユーザーは、PTVの完全な適用範囲を達成するために、アプリケータの最適な位置、数量、および、向きを定める。結果として生じたアブレーションボリュームは、計画アブレーションボリューム(PAV)として参照される。

20

30

【0024】

用語「腫瘍を目標とする(tumor targeting)」は、アブレーション手順の最中のステップに関し、例えば、ラジオ周波数電極又は冷凍アブレーションプローブといったアプリケータを腫瘍の中に配置することを含んでいる。正確な目標化のための理想的な条件は、多断面再構成像(multi-planar image construction)を通じた腫瘍及び周辺組織の明瞭な描写を含む。アプリケータのインタラクティブな機能を可視化するためのリアルタイム画像と結合されたものである。

40

【0025】

自動的ラジオ周波数アブレーション計画方法においては、楕円形アブレーションの複数の重なり合いを用いた任意形状の計画対象ボリュームの適用範囲が計算される。しかしながら、こうした自動的アプリケータ計画方法の問題として、一般的に、これらはあまりに適用性が無く、全ての所定の配置に関する制約に取り組むことができない。ユーザーがガ

50

イドする計画方法においては、対象となる腫瘍にわたるアブレーション領域を定めるために基本の線形測定を使用する代わりに、製造会社によってアブレーションプロファイルが提供され得る。プロファイルは、計画手順において、計画された針のパスに係る先端で示される。しかしながら、アブレーション計画手順の最中、臨床ユーザーは、腫瘍とその周辺の境界を判断するために、継続的に臨床的情報を解釈している。

**【 0 0 2 6 】**

本発明に従って、適用性があり、信頼性の高いアブレーション処置計画及び腫瘍を目標とする方法が提案される。ユーザーは、最初に腫瘍領域を区分化し、次に腫瘍の適用範囲フィードバックを使用してアブレーションアプリケーションの位置を計画するためにこの情報を利用することができるので、問題点を分離することができる。

10

**【 0 0 2 7 】**

例えば、腫瘍の区分化は、完全な自動化又はユーザーアシストであり得る。3次元でインタラティブな腫瘍の区分化は、画像の特徴に従う空間的にローカル化されたカーネルの線形的な組み合わせを伴う動径関数に適応する一式の画像に基づいてよい。例えば、区分化の最中には、3次元の区分化手順をコントロールするために、半径と方向（グロウ/シュリンク（grow/shrink））を伴う数多くのコントロールポイントが使用される。区分化に係る出力は、区分化されたボリュームの3次元ベクトルリストであり得る。

**【 0 0 2 8 】**

さらなる実施例に従えば、区分化は、アブレーション計画ツールの統合された一部分であり得る。従って、入力コントロールリストは、単純なXMLフォーマットで保管され、再使用され得る。このように、ボリュームデータの隣に保管された非常に小さな記述的区分の受け取りに基づいて、区分化は、単純に保管され、ロードされ、再変更され、そして、例えばオーバーレイの場合に、再使用され得る。

20

**【 0 0 2 9 】**

図1は、腫瘍を目標とするアブレーション計画のためのプランニング装置10を示している。装置10は、処理ユニット12、インターフェイスユニット14、および、ディスプレイユニット16を含んでいる。プランニング装置10は、模式的に周囲の枠18によって示されており、プランニング装置10の統合されたデザインを示している。もちろん、プランニング装置10の個々の部分は、また、分離したコンポーネントとしても提供され得る。

30

**【 0 0 3 0 】**

インターフェイスユニット14は、3次元データセット20において少なくとも一つの区分化された腫瘍を提供するように構成されており、データセットは、アブレーション手順において取り扱われる。インターフェイスユニット14は、さらに、既定のアブレーションプロファイル22を提供するように構成されている。

**【 0 0 3 1 】**

処理ユニット12は、以下のように構成されている。区分化された腫瘍の輪郭24を生成し、少なくとも一つの区分化された腫瘍の少なくとも一つの部分を伴う既定のアブレーションプロファイルと重ね合わせ、重なり合った領域を特定し、変更された重なり合い領域を生成するために少なくとも重なり合い領域の一部について規定の安全ファクターを適用し、かつ、変更された重なり合い領域の外側に配置された重なり合い領域の部分を主要重なり合い部分26を決定する。

40

**【 0 0 3 2 】**

ディスプレイユニット16は、以下のように構成されている。区分化された輪郭24を表示し、少なくとも一つの区分化された腫瘍20の少なくとも一部と重なり合った既定のアブレーションプロファイル22を表示し、かつ、仮想計画アブレーション結果28として、輪郭20とアブレーションプロファイル22に関連して主要重なり合い部分26を表示する。

**【 0 0 3 3 】**

インターフェイスユニット14は、ユーザーによって既定のアブレーションプロファイ

50

ル 2 2 が、その大きさ、形状、及び/又は、位置について調整されるように構成されてよい。処理ユニット 1 2 は、以下のことを繰り返すように構成されてよい。重なり合い領域を識別し、更新され変更された重なり合い領域を生成するための既定の安全ファクターを適用し、かつ、変更された重なり合い領域の外側に配置された重なり合い領域の部分を主要重なり合い部分として決定することである。

【 0 0 3 4 】

アブレーションプロファイルは、複数の（ほぼ並行な）アブレーション針によって操作される複数のプロファイルセットの連結を含んでよい。

【 0 0 3 5 】

処理ユニット 1 2 は、腫瘍の拡張された輪郭を生成するために少なくとも一つの区分化された腫瘍に対して既定の第 1 の安全マージンを加えるように、かつ、アブレーションプロファイルの外側に配置された拡張された輪郭の部分を主要拡張輪郭部分として決定するように構成されてよい。ディスプレイユニット 1 6 は、拡張された輪郭を表示し、かつ、主要拡張輪郭部分を示すように構成されてよい。

10

【 0 0 3 6 】

処理ユニット 1 2 は、制限されたアブレーション計画プロファイルを生成するために既定のアブレーションプロファイルから既定の第 2 の安全マージンを引くように、かつ、アブレーション計画プロファイルの外側に配置された輪郭の部分を主要輪郭部分として決定するように構成されてよい。ディスプレイユニット 1 6 は、アブレーション計画プロファイルを表示し、かつ、主要輪郭部分を示すように構成されてよい。

20

【 0 0 3 7 】

図 2 は、腫瘍を目標とするアブレーションのための医療システム 3 0 を模式的に示している。医療システム 3 0 0 は、画像取得ユニット 3 2 を含んでおり、例えば、C 型アーム構造体 3 4 は、C 型アームの一端に X 線光源 3 6、C 型アームの他端に検出器 3 8 を備えている。C 型アーム構造体 3 4 は、天井 4 0 から吊り下げられており、対象物 4 2 に関して、光源と検出器を備える C 型アームを並行移動及び回転移動できる。対象物は、球体で示されているが、対象物は、また、患者（図示なし）でもあり得る。さらに、プランニング装置 4 6 と同様に、患者用テーブル 4 4 が示されている。これらは、上記に説明された典型的な実施例の一つに従って備えられる。さらに、アブレーションユニット 4 8 が模式的に示されている。

30

【 0 0 3 8 】

画像取得ユニット 3 2 は、区分化された腫瘍の 3 次元画像を提供するように構成されている。プランニング装置 4 6 は、アブレーションパスを提供するように構成されている。アブレーションユニット 4 8 は、腫瘍に対してアブレーション手順を適用するように構成されている。

【 0 0 3 9 】

画像取得ユニットは、例えば C 型アーム構造体として示されるような、X 線画像装置であり、また、ガントリー（g a n t r y）を備えた C T システム、または、他の X 線画像システムであってもよい。画像取得ユニットは、また、M R I 画像装置又は他の物であってもよい。

40

【 0 0 4 0 】

図 3 は、腫瘍を目標とするアブレーション計画のための方法 1 0 0 に係る基本的なステップを模式的に示している。供給ステップ 1 1 0 においては、少なくとも一つの区分化された腫瘍の 3 次元データセット 1 1 2 が提供され、区分化された腫瘍はアブレーション手順において取り扱われる。生成と表示のステップ 1 1 4 においては、区分化された腫瘍の輪郭が生成され表示される。表示することは第 1 の矢印 1 1 5 を用いて示されている（以下に説明される）。供給と表示のステップ 1 1 8 においては、少なくとも一つの区分化された腫瘍の少なくとも一部に重なり合うように、既定のアブレーションプロファイル 1 2 0 が提供され表示される。このステップの表示の態様は第 2 の矢印 1 1 9 を用いて示されている。次に、識別ステップ 1 2 2 においては、重なり合い領域 1 2 4 が特定される。適

50

用ステップ126においては、既定の安全ファクターが重なり合い領域124の少なくとも一部に適用され、生成ステップ130において、変更された重なり合い領域132が生成される。変更された重なり合い領域の外側に配置された重なり合い領域の部分は、決定ステップ134において、主要重なり合い部分136として決定される。さらに、表示ステップ138においては、第1の矢印115を用いて示されるように、主要重なり合い部分136が輪郭116に関して表示され、第2の矢印119を用いて示されるように、アブレーションプロファイル120が、仮想計画アブレーション結果140として表示される。

【0041】

供給ステップ110は、また、ステップa)としても参照され、生成と表示のステップ114はステップb)として、供給と表示のステップ118はステップc)として、識別ステップ122はステップd)として、適用ステップ126はステップe)として、そして、表示ステップ138はステップf)として参照される。

【0042】

本方法は、また、腫瘍を目標とするアブレーション計画のための方法と類似のステップを有するデバイスを操作するための方法にも関連することに、さらに留意すべきである。

【0043】

アブレーションプロファイルは、アブレーション領域を表す等温線(isotherm)の断面図において示されてよい。

【0044】

図4に示されるように、さらなる実施例に従って、既定のアブレーションプロファイル122は、大きさ、形状、及び/又は、位置においてユーザーによって調整可能である。このことは、図4において参照番号120'を用いて示されている。さらに、ステップd)からf)は、更新された情報を提供するために繰り返されてよい(さらには図示されない)。

【0045】

図5は、さらなる実施例を示している。その中で、ステップe)は、生成ステップ150において拡張された輪郭を生成するために、安全ファクターとして既定の第1の安全マージン146を少なくとも一つの区分化された腫瘍に対して足し算144することを含んでいる。さらに、ステップe)は、また、参照番号149を用いて示されるように、拡張された輪郭148を表示することを含んでいる。次に、決定ステップ152において、アブレーションプロファイルの外側に配置されている拡張された輪郭148の部分が、主要拡張輪郭部分154として決定される。さらに、ステップf)において、主要拡張輪郭部分154は、指示ステップ156でディスプレイに表示される。

【0046】

例えば、主要拡張輪郭部分は、カラーコード化されたプロファイルを用いて表示されてよい(図示なし)。

【0047】

図6は、本発明に従った、さらなる実施例を示している。その中で、ステップe)は、生成ステップ164において制限されたアブレーション計画プロファイル162を生成するために、既定の安全ファクターとしての既定の第2の安全マージン160を既定のアブレーションプロファイルから引き算158することを含んでいる。参照番号163を用いて示されるように、アブレーション計画プロファイルが表示される。さらに、決定ステップ166において、アブレーション計画プロファイルの外側に配置された輪郭の部分が主要輪郭部分168として決定される。ステップf)においては、主要輪郭部分が、指示ステップ170においてディスプレイに表示される。

【0048】

例えば、主要輪郭部分は、カラーコード化されたプロファイルを用いて表示されてよい(図示なし)。

【0049】

10

20

30

40

50

アブレーションプロファイルは、制限されたアブレーション計画プロファイルとは異なる方法でグラフィカルに表示されてよい。区分化された腫瘍は、アブレーション計画プロファイルが重なり合う区域/領域に対しては第1のモードで、アブレーション計画プロファイルが重なり合わない区域/領域に対しては第2のモードでグラフィカルに表示されてよい。

【0050】

区分化された腫瘍は、周辺領域の画像データと重ね合わせて表示されてよい(さらには図示されない)。

【0051】

画像データは、X線画像データであってよい。例えば、患者のCT画像データである。

10

【0052】

図7は、一つの実施例を示している。その中で、矢印174を用いて示されるように、腫瘍を目標とするアブレーションのためのアブレーション対象に係る挿入計画パス172が、仮想計画アブレーション結果140と併に表示される。

【0053】

主要拡張輪郭部分及び/又は主要輪郭部分の表示は、他のもの、つまり主要でない領域、とは異なるグラフィカルな方法で領域を表示することを含んでいる(さらには図示されない)。

【0054】

輪郭は、輪郭線であり、そして、拡張された輪郭は、拡張輪郭線である。

20

【0055】

図8は、腫瘍断面輪郭を示している。図8Bはエントリーポイントにおけるもので、図8Aは進行ビューにおけるものである。両方の画像は、X線画像取得された背景画像210を示している。例えば、3次元データセットに係るCTベースのプロジェクションである。

【0056】

図8A、8Bにおいては、区分化された患部の断面外形212が、2つの区別された線タイプで示されている。第1の線タイプ214と第2の線タイプ216を用いており、以下に詳しく説明される。さらに、アブレーション計画等温線218が示される。第1のパターン220は第1の等温線を示し、第2のパターン222は第2の等温線を示し、そして、第3のパターン224は第3の等温線を示している。

30

【0057】

図8Aにおいて、第1の等温線220は、重なり合って配置された2つの円形領域を含んでいる。一方、図8Bでは、第1の等温線22は楕円形状で示されている。

【0058】

図8Bは、さらに、アブレーションを実行するためのインターベンション装置の挿入パス226を示している。例えば、アブレーション針である。

【0059】

プランニングの最中、針のパスとアブレーションプロファイルは、ユーザー定義の任意の視聴平面において指定され得る。目標とアプリケーションのエントリーポイントを指定することによるものである。そして、保管された数多くのアブレーションプロファイルの中から最適のアブレーションプロファイルが選択される。同じワークフローを使用して、追加のアブレーションアプリケーションが指定されてよい。目標ポイントだけを定めることによって、以前に選択されたアプリケーションと並行してアプリケーションを配置することも可能である。上述のように、アブレーション領域を表している等温線は、融合され混合された断面において、画像データの上に表示される。このようにして、アブレーション領域と付随する針の軌道は、あらゆる平面の位置及び方法において検査され得る。

40

【0060】

腫瘍カバーフィードバックは、破壊的なアブレーションプロファイルをステンシルバッファ(stencil buffer)の中に最初にレンダリング(rendering)

50

g) することによって、オープンGLにおいて実施され得る。ステンシルテストを使用することにより、ステンシルバッファ領域が重なることなく、異なる色で断面外形を2回レンダリングすることができる。このことは、以下のコードスニペットによって典型的に行われる。

```
glEnable(GL_STENCIL_TEST);
SetContourColor(Vector3D(0.4, 1.0, 0.4));
glStencilOp(GL_KEEP, GL_KEEP, GL_KEEP);
glStencilFunc(GL_NOTEQUAL, 0, CmodelAblation::STENCILMASK_ALL);
DrawContours();
glStencilFunc(GL_EQUAL, 0, CmodelAblation::STENCILMASK_ALL);
SetContourColor(Vector3D(1.0, 0.4, 0.4));
DrawContours();
glDisable(GL_STENCIL_TEST);
```

10

#### 【0061】

腫瘍を完全にカバーするためには追加の針が必要となることがある。画像断面を通じて眺めることにより、種々の平面の位置及び方向において重なり合いが検査され得る。図9におけるマルチビュー表示の左上に示されるように、ポリウムレンダリングモードにおいて、アブレーション計画ポリウムが、区分化された腫瘍ポリウムと相対的に表示され得る。4分割の左上は、第1の色230でアブレーションポリウムの所定の等温線を示している。等温線は、第2の色232で示される腫瘍ポリウムの上に重ねて透過的に混合されている。

20

#### 【0062】

上述のように、アブレーションの成功のためには腫瘍全体を完全に壊死させることが必要である。患部の周辺マージンについても同様であり、例えば、0.5から1cmのマージンである。マージンは区分化された腫瘍の記述に追加されてよく、結果として生じるポリウムは、計画対象ポリウム(PTV)として参照される。追加されたマージンは、腫瘍境界の実際の位置を隠し/無効にする。これは、血管(ヒートシンク)の近傍において重要であり、安全マージンが緩和される必要があり得るところである。本発明に従って、2つの外形が示されている。実際の区分化された腫瘍に対する第1の輪郭234、および、計画対象ポリウムに対する第2の輪郭236である(図10)。区分化された患部の境界、つまり第1の線234、は第1の色で示されてよい。ユーザーがコントロール可能で透明な第1のパターン238であり、例えば、透明な赤色の楕円であって、重なり合ったアブレーションプロファイルと共に平面断面図を示している(さらには図示されない)。

30

#### 【0063】

図10においては、初期アブレーションプロファイルが腫瘍をカバーする。本発明に従って、腫瘍外形に安全ファクターを適用することによって、より大きな腫瘍外形が結果として得られる。このより大きな外形は、アブレーションプロファイルによって完全にはカバーされない。従って、より大きな腫瘍外形に変更することがそれぞれ指示される。

#### 【0064】

拡張された輪郭に伴う適用範囲の重なり合いを表示することに加えて、「実際の」腫瘍輪郭、つまり、安全ファクターを適用する以前の輪郭、に伴う重なり合いを決定、つまり計算して表示することも可能である。

40

#### 【0065】

図11は、(おそらくカラーコード化された)安全マージンが等温線の仕様に含まれている場合に従った、代替的なアプローチを示している。重なり合いとカラーコード化により、第1のコントラ線(contrast-line)334の内側に配置され、第1のパターン336を用いて示される内側アブレーションプロファイルと、第2のパターン338を用いて示される外側アブレーションプロファイルを伴う区分化された患部は、安全マージンを提供する。冷凍アブレーションの場合には、アプリケーション製造者によって提供され

50

るように、外側のゼロ度等温線が自然な安全マージンを提供する。

【0066】

図11では、再度、初期アブレーションプロファイルが腫瘍をカバーしている。安全ファクターをアブレーションプロファイルに対して適用することによって、本発明に従えば、より小さなアブレーションプロファイルを結果として生じる。このより小さいプロファイルは、ここでは、腫瘍を完全にはカバーしない。よって、腫瘍外形の変更がそれぞれ示される。

【0067】

図9に示されるように、第1（ゼロ度）の等温線が、カラーコード化された腫瘍境界表現におけるマスク（mask）として使用される。

10

【0068】

ラジオ周波数アブレーション又はマイクロ波アブレーションを使用して、楕円形のアブレーション領域を特定することができる。安全マージンを定めることによって、第2のより小さな同心円のアブレーションプロファイルが自動的に構成される。以降の所見により図12に示されるようにである。

【0069】

楕円（L、W）アブレーションプロファイルの原点（O）は、アプリケーション針の先端（T）に関して、関係式： $O = T + F - L / 2$ によって定義される。ここで、Fは、針の先端から延びるアブレーション領域の前部（Front）である。より小さい楕円（L-M、W-M）は、関係式： $O = T + F_2 - (L - M) / 2$ によって定義される。ここで、Mは安全マージンである。楕円形は、以下の式を使用してアイソセンタ（iso-centric）形状にすることができる。

20

$$T + F - L / 2 = T + F_2 - (L - M) / 2 \quad \rightarrow \quad F_2 = M / 2$$

【0070】

例えば、20mmの距離において10分間45Wで活性化された3つのMWA Valley Lab VT1237経皮アンテナを使用して作成されたアブレーション領域の大きさの見積りは、L = 55mm、W = 50mm、F = 10mmである楕円形の定義によって定められる。よって、この場合に、10mmの安全領域を伴う内側の楕円形は、L = 45mm、W = 40mm、F = 5mmとなる。

【0071】

図11の画像は、このアブレーションプロファイルの使用を示している。内側の輪郭は、区分化された患部領域の断面を表している。外側の輪郭は、拡張されたPTVに伴う断面を表示している。図11を図10と比較すると、ハイライトされた輪郭によって示されるように、実際の腫瘍境界が内側アブレーション領域の外側にある場合には、第1のパターンで表示される拡張された腫瘍の断面が、実際に予測されたアブレーションの外側にあることに留意すべきである。よって、拡張された患部を予測されたアブレーション領域と重ね合わせる代わりに、今や実際の患部を変更されたアブレーションプロファイルに重ね合わせる時である。拡張された患部の境界は、もはや何の臨床的価値も持たないので、除外することができる。このことは、例えば、図13のマルチビュー表示において示されている。

30

40

【0072】

より良い理解のために、図8から図11、および、図13が、写真の画像と共に図14から図18にも示されている。

【0073】

本発明の別の典型的な実施例において、コンピュータープログラム又はコンピュータープログラムエレメントが提供される。これらは、好適なシステム上で、上述の実施例の一つに従った方法のステップを実行するように適用されていることで特徴付けられる。

【0074】

コンピュータープログラムエレメントは、従って、コンピューターユニット上に保管することができる。本発明の実施例に係る部分でもあり得る。このコンピューターユニットは

50

、上述の方法のステップを実行、または、引き出すように適合されてよい。さらには、上述の装置に係るコンポーネントを操作するように適合されてよい。コンピューターユニットは、自動的に動作するように、及び/又は、ユーザー命令を実行するように適合されてよい。コンピュータープログラムは、データプロセッサの作業メモリーの中にロードされる。データプロセッサは、このように、本発明に係る方法を実行するために備えられている。

【 0 0 7 5 】

本発明に係るこの典型的な実施例は、当初から本発明を使用するコンピュータープログラムと、アップデートによって既存のプログラムを本発明を使用するプログラムに変更するコンピュータープログラムの両方をカバーするものである。

10

【 0 0 7 6 】

さらに、コンピュータープログラムエレメントは、上述のように、典型的な方法の実施例の手順を満足するために必要な全てのステップを提供することができる。

【 0 0 7 7 】

本発明のさらなる実施例に従えば、CD-ROMといった、コンピューターで読取り可能な媒体が示される。コンピューターで読取り可能な媒体は、媒体上にコンピュータープログラムエレメントを保管しており、コンピュータープログラムエレメントは前出の章で説明されたものである。

【 0 0 7 8 】

コンピュータープログラムは、他のハードウェアと共に、もしくは、ハードウェアの一部として供給される光記録媒体、または、半導体媒体といった、好適な媒体上に保管され、及び/又は、流通される。しかし、コンピュータープログラムは、また、インターネット、または、他の有線又は無線の電気通信システムを介してといった、他の形式において流通されてもよい。

20

【 0 0 7 9 】

しかしながら、コンピュータープログラムは、ワールドワイドウェブ(World Wide Web)のようなネットワークにわたり存在することもでき、そうしたネットワークからデータプロセッサの作業メモリーの中にダウンロードすることもできる。本発明のさらなる典型的な実施例に従えば、ダウンロードのために利用可能なコンピュータープログラムエレメントを作成するための媒体が提供される。コンピュータープログラムエレメントは、本発明に係る以前に説明した実施例の一つに従った方法を実行するように構成されている。

30

【 0 0 8 0 】

本発明の実施例は、異なる技術的事項に関して説明されていることに留意しなければならない。特に、いくつかの実施例は、方法タイプの請求項に関して説明されているが、一方で、他の実施例は、装置タイプの請求項に関して説明されている。しかしながら、当業者であれば、上記及び以降の説明から、そうでないものと記載されていなければ、一つのタイプの技術的事項に属する特徴のあらゆる組み合わせに加えて、異なる技術的事項に関する特徴間でのあらゆる組み合わせもまた、本特許出願と共に開示されていると考えられることが理解されよう。しかしながら、全ての特徴は、特徴の単なる足し算以上であるシナジー効果を提供するように組み合わせられ得るものである。

40

【 0 0 8 1 】

本発明は、図面または前出の記載において、その詳細が説明され記述されてきたが、そうした説明および記載は、説明的または例示的なものであり、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明は、開示された実施例に限定されるものではない。図面、明細書、および添付の特許請求の範囲を研究すれば、請求された本発明の実施において、当業者によって、開示された実施例に対する他の変形が理解され、もたらされ得る。

【 0 0 8 2 】

請求項において、用語「含む( " c o m p r i s i n g " )」は、他のエレメントまたはステップの存在を排除するものではなく、不定冠詞「一つの( " a " または " a n " )」

50



【 図 4 】

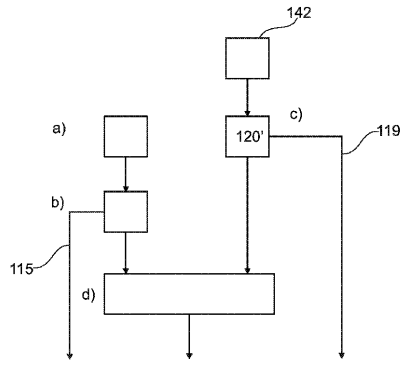


Fig. 4

【 図 5 】

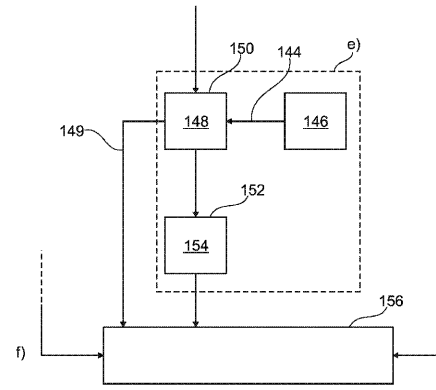


Fig. 5

【 図 6 】

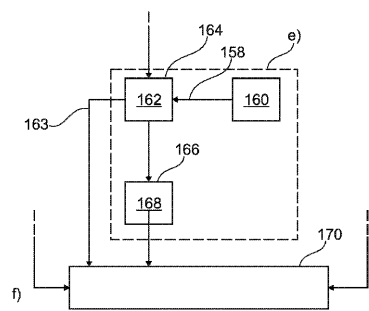


Fig. 6

【 図 8 a 】

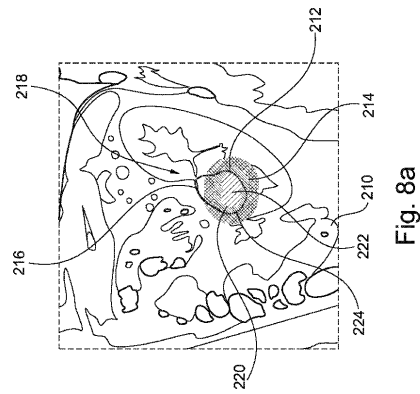


Fig. 8a

【 図 7 】

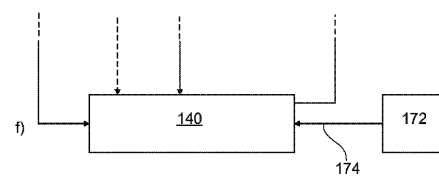


Fig. 7

【 図 8 b 】

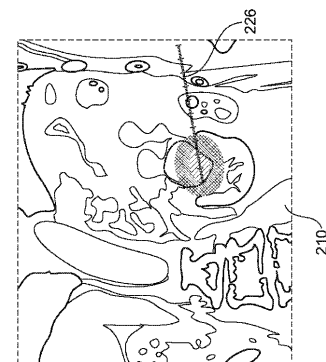


Fig. 8b

【 図 9 】



Fig. 9

【 図 10 】

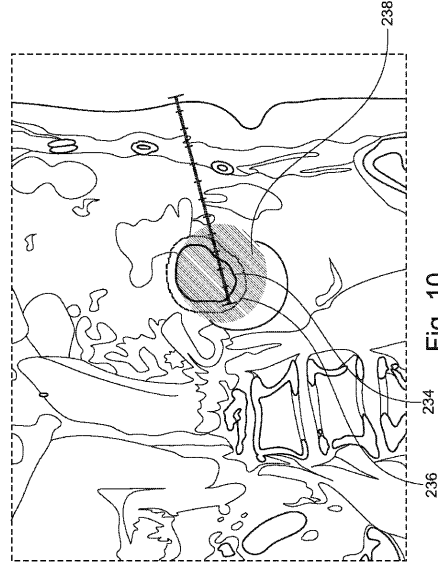


Fig. 10

【 図 11 】

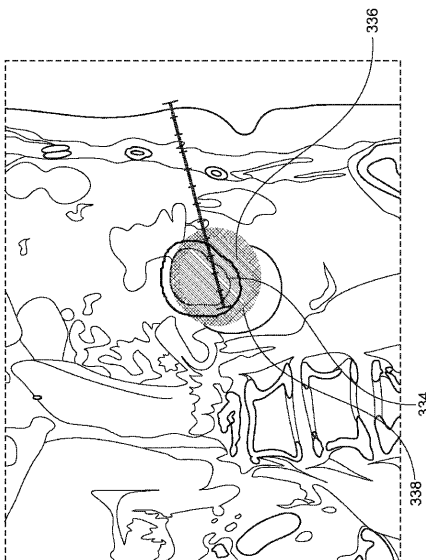


Fig. 11

【 図 12 】

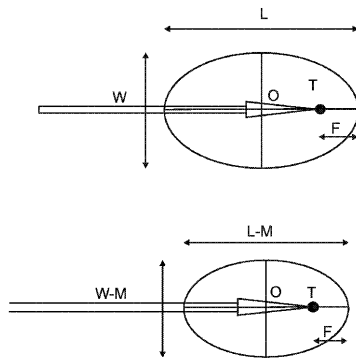


Fig. 12

【 13 】

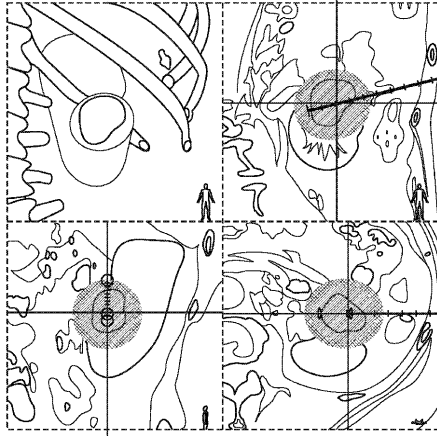


Fig. 13

【 14 a 】

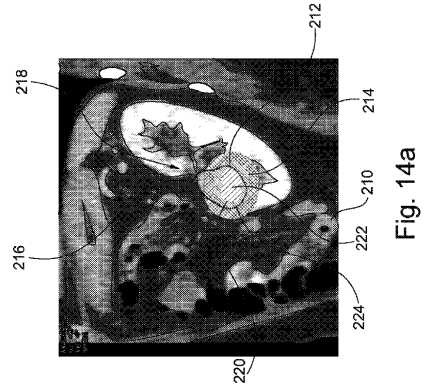


Fig. 14a

【 14 b 】

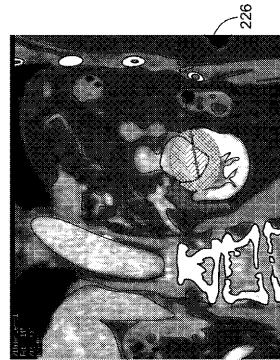


Fig. 14b

【 15 】

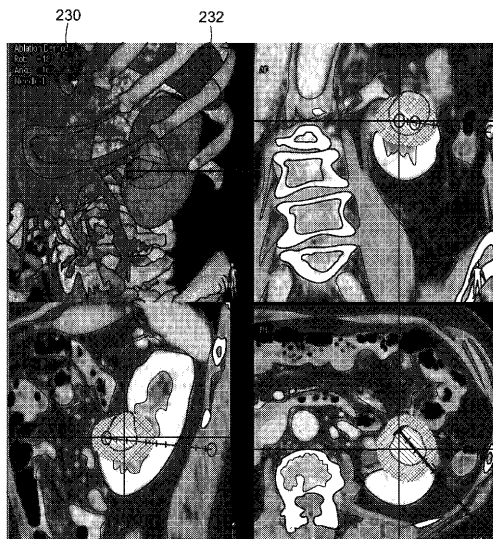


Fig. 15

【 16 】



Fig. 16

【 図 17 】

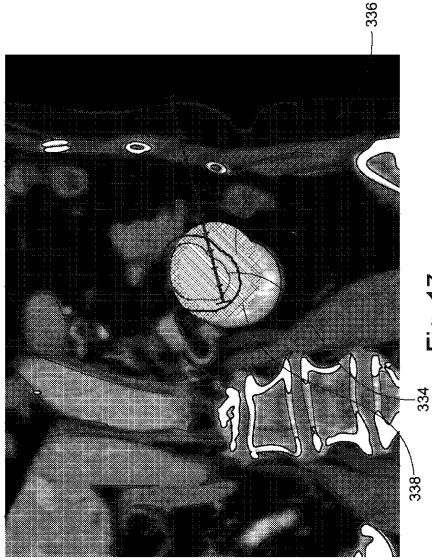


Fig. 17

【 図 18 】

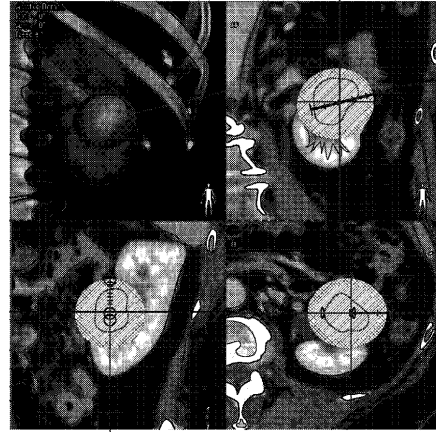


Fig. 18

## フロントページの続き

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 ミーレカンブ, ペーテル マリア

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング  
4 4

(72)発明者 ラダエッリ, アレッサンドロ Guido

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング  
4 4

(72)発明者 ノールトフーク, ニールス ヤン

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング  
4 4

審査官 八木 敬太

(56)参考文献 特表2010-516371(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 9 0 / 0 0

A 6 1 B 1 8 / 1 2