

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-149276

(P2018-149276A)

(43) 公開日 平成30年9月27日(2018.9.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 18/18 (2006.01)	A 6 1 B 18/18 1 0 0	4 C 1 6 0
A 6 1 B 17/00 (2006.01)	A 6 1 B 17/00 7 0 0	4 C 6 0 1
A 6 1 B 8/08 (2006.01)	A 6 1 B 8/08	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2018-28713 (P2018-28713)
 (22) 出願日 平成30年2月21日 (2018.2.21)
 (31) 優先権主張番号 62/462, 129
 (32) 優先日 平成29年2月22日 (2017.2.22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 15/897803
 (32) 優先日 平成30年2月15日 (2018.2.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. B l u - r a y

(71) 出願人 512269650
 コヴィディエン リミテッド パートナー
 シップ
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02
 048, マンスフィールド, ハンプシ
 ャー ストリート 15

(74) 代理人 100107489

弁理士 大塩 竹志

(72) 発明者 ジョセフ ディー. ブラナン
 アメリカ合衆国 コロラド 80540,
 ライオンズ, ゴランソン コート 5
 17

Fターム(参考) 4C160 JK03 MM32
 4C601 DD19 DD23 DE04 EE09 EE10
 EE16 FF16 GA18 GA20 GA25
 KK19 KK31 KK47

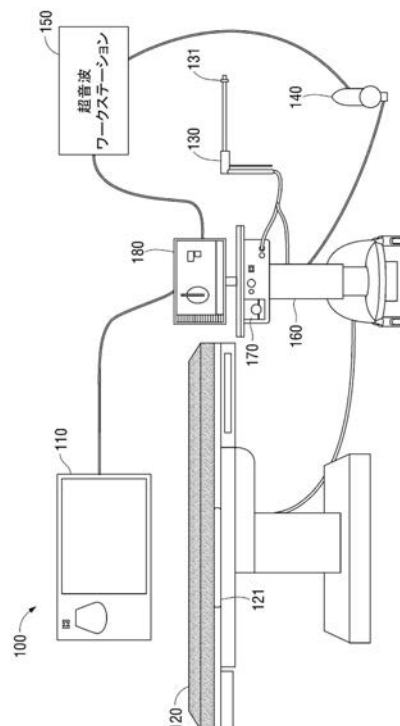
(54) 【発明の名称】 切除予測及びモニタリングのための超音波ドップラー及びエラストグラフィ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 治療中に切除予測及びモニタリングのための超音波スキャンの使用に対する改善を提供する。

【解決手段】 超音波ドップラー及び/又はエラストグラフィ検出を使用して切除部位を予測、検出、及びモニターするためのシステム100は、ディスプレイ110と、電磁場発生器121を含むテーブル120と、EMセンサ131を含む治療ツール130と、超音波ワークステーション150に接続された超音波センサ140と、蠕動ポンプ160と、マイクロ波発生器170に装着されるか、又は、マイクロ波発生器と動作可能に通信するコンピューティングデバイス180とを含む。コンピューティングデバイスは、マイクロ波発生器、蠕動ポンプ、電源、及び/又は、システムに係るか又は付属品及び周辺機器を制御するように構成され得る。ディスプレイは、治療法の性能に係る命令、画像、及びメッセージを出力するように構成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

切除部位検出のためのシステムであって、
マイクロ波エネルギーを治療位置での組織に送達するように構成された切除装置と、
超音波装置であって、
超音波エネルギーを組織に送達することと、
前記送達された超音波エネルギーに基づいている複数の超音波帰還信号を、前記組織の複数のそれぞれの部分から受信することと
を行うように構成された、超音波装置と、
プロセッサと、命令を記憶するメモリとを含むコンピューティングデバイスであって、
前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、前記コンピューティングデバイスに

10

、
前記複数の超音波帰還信号を前記超音波装置から受信することと、
前記複数の超音波帰還信号において、前記組織に送達された前記マイクロ波エネルギーに基づいている複数のそれぞれのドップラーシフトを検出し、切除部位特性を前記複数のドップラーシフトに基づいて決定することと、
表示装置に、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記組織の少なくとも一部を表す画像及び前記切除部位特性の表現を表示させることと、
を行わせる、コンピューティングデバイスと、
を備える、システム。

20

【請求項 2】

前記複数のドップラーシフトは、複数の方向を有し、前記切除部位特性を決定することは、前記組織の 1 つ以上の領域を識別することを含み、前記 1 つ以上の領域は、それぞれ、前記複数のドップラーシフトのうちの 1 つ以上に対応する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

前記複数のドップラーシフトの複数の特性を決定することであって、
前記複数の特性は、ドップラーシフトの量、ドップラーシフトの量の変化率、ドップラーシフトの方向、ドップラーシフトの方向の変化率、又は、ドップラーシフトが検出されることに基づく前記組織内の位置のうちの任意の 1 つ又は組み合わせを含む、ことと、
前記複数の特性のうちのそれぞれが 1 つ以上の閾値を超えるかどうか決定することであって、

30

前記切除部位特性を決定することは、更に、前記複数の特性のうちのそれぞれが前記 1 つ以上の閾値を超えるかどうかの決定の結果に基づいている、ことと
を行わせる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記切除部位特性を決定することは、切除部位を画定することを含み、
前記 1 つ以上の閾値を超えるそれぞれの特性を有する前記複数のドップラーシフトに対応する前記組織の部分は、前記切除部位内に含まれており、
前記 1 つ以上の閾値を超えないそれぞれの特性を有する前記複数のドップラーシフトに対応する前記組織の部分は、前記切除部位から除外されており、
前記切除部位特性は、前記切除部位の形状、サイズ、又は位置のうちの任意の 1 つ又は組み合わせを含む、請求項 3 に記載のシステム。

40

【請求項 5】

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

予測切除部位特性を、前記複数のドップラーシフト、前記決定された切除部位特性、前記切除装置の設定、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される経過持続時間、前

50

記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達されることになる予想持続時間、前記マイクロ波エネルギーが送達される前記組織内の位置、又は、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される信号の1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定することと、

前記表示装置に、前記グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記予測切除部位特性の表現を表示させることと、

を行わせる、請求項1に記載のシステム。

【請求項6】

前記マイクロ波エネルギーが送達される前記信号の前記1つ以上の特性は、前記信号の電力量、前記信号の振幅、前記信号の周波数、前記信号のパルス周波数、又は、前記信号のパルス幅のうちの任意の1つ又は組み合わせを含む、請求項5に記載のシステム。

10

【請求項7】

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

切除処置の完了までの推定時間を、前記複数のドップラーシフト、前記決定された切除部位特性、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される経過持続時間、前記マイクロ波エネルギーが送達される前記組織内の位置、又は、前記マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定することと、

前記表示装置に、前記グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記切除処置の完了までの前記推定時間のインジケータを表示させることと、

20

を行わせる、請求項1に記載のシステム。

【請求項8】

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

切除処置が完了しているかどうかを、前記複数のドップラーシフト、前記決定された切除部位特性、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される経過持続時間、又は、前記マイクロ波エネルギーが送達される前記組織内の位置、又は、前記マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定することと、

30

前記表示装置に、前記グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記切除処置が完了しているかどうかのインジケータを表示させることと、

を行わせる、請求項1に記載のシステム。

【請求項9】

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

前記組織への前記マイクロ波エネルギーの前記送達を、前記切除処置が完了しているという決定にตอบสนองして自動的に無効にさせる、請求項8に記載のシステム。

【請求項10】

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

40

切除処置の進捗度を、前記複数のドップラーシフト、前記決定された切除部位特性、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される経過持続時間、前記マイクロ波エネルギーが送達される前記組織内の位置、又は、前記マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定することと、

前記表示装置に、前記グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記切除処置の前記進捗度のインジケータを表示させることと、

を行わせる、請求項1に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

(背景)

本開示は、切除予測及びモニタリングのための超音波の使用、より具体的には、切除部位の形状、サイズ、及び進行を予測及びモニターするための、超音波によって検出されたドップラー効果及びエラストグラフィの使用に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

患者の体の超音波スキャンは、患者の体の内側の治療場所での外科用ツールの配置を確認するために一般的に使用されている。しかしながら、治療が開始すると、ソフトウェアモデルの使用以外には、治療の領域、範囲、及び/又は進行を予測又は確認する方法が存在しない。本開示は、治療領域のサイズ、形状、及び場所、並びに、治療法の進行を予測及び確認するための治療法中の超音波スキャンの使用に対する改善を提供する。

10

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 3 】

切除部位検出の方法を本開示によって提供する。本開示の態様では、この方法は、切除装置を介して治療位置での組織にマイクロ波エネルギーを送達するステップと、超音波装置を介して組織に超音波エネルギーを送達するステップと、超音波装置を介して組織の複数のそれぞれの部分から、送達された超音波エネルギーに基づいている複数の超音波帰還信号を受信するステップと、複数の超音波帰還信号において、組織に送達されたマイクロ波エネルギーに基づいている複数のそれぞれのドップラーシフトを検出するステップと、切除部位特性を複数のドップラーシフトに基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、組織の少なくとも一部を表す画像及び切除部位特性の表現を表示するステップと、を含む。

20

【 0 0 0 4 】

本開示の別の態様では、複数のドップラーシフトは、それぞれ、複数の方向を有し、切除部位特性を決定するステップは、それぞれ、複数のドップラーシフトのうちの一つ以上に対応する組織のうちの一つ以上の領域を識別することを含む。

【 0 0 0 5 】

本開示の更に別の態様では、この方法は、複数のドップラーシフトの複数の特性を決定するステップであって、複数の特性は、ドップラーシフトの量、ドップラーシフトの量の変化率、ドップラーシフトの方向、ドップラーシフトの方向の変化率、又は、ドップラーシフトが検出されることに基づく組織内の位置のうち任意の一つ又は組み合わせを含む、ステップと、複数の特性のうちそれぞれが一つ以上の閾値を超えるかどうか決定するステップであって、切除部位特性を決定するステップは、更に、複数の特性のうちそれぞれが一つ以上の閾値を超えるかどうかの決定の結果に基づいている、ステップと、を更に含む。

30

【 0 0 0 6 】

本開示の更なる態様では、切除部位特性を決定するステップは、切除部位を画定することを含み、一つ以上の閾値を超えるそれぞれの特性を有する複数のドップラーシフトに対応する組織の部分は、切除部位内に含まれており、一つ以上の閾値を超えないそれぞれの特性を有する複数のドップラーシフトに対応する組織の部分は、切除部位から除外されており、切除部位特性は、切除部位の形状、サイズ、又は位置のうち任意の一つ又は組み合わせを含む。

40

【 0 0 0 7 】

本開示の別の態様では、この方法は、予測切除部位特性を、複数のドップラーシフト、決定された切除部位特性、切除装置の設定、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが組織に送達されることになる予想持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが組織に送達される信号の一つ以上の特性のうち任意の一つ又は組み合わせに基づいて決定するステップ

50

と、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、予測切除部位特性の表現を表示するステップとを更に含む。

【0008】

本開示の更なる態様では、マイクロ波エネルギーが送達される信号のうちの1つ以上の特性は、信号の電力量、信号の振幅、信号の周波数、信号のパルス周波数、又は、信号のパルス幅のうちの任意の1つ又は組み合わせを含む。

【0009】

本開示の別の態様では、この方法は、切除処置の完了までの推定時間量を、複数のドップラシフト、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが送達される信号のうちの1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、切除処置の完了までの推定時間量のインジケータを表示するステップとを更に含む。

10

【0010】

本開示の別の態様では、この方法は、切除処置が完了しているかどうかを、複数のドップラシフト、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが送達される信号のうちの1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、切除処置が完了しているかどうかのインジケータを表示するステップと、を更に含む。

20

【0011】

本開示の更なる態様では、この方法は、組織へのマイクロ波エネルギーの送達を、切除処置が完了しているという決定に応答して自動的に無効にするステップとを更に含む。

【0012】

本開示の更に別の態様では、この方法は、切除処置の進捗度を、複数のドップラシフト、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが送達される信号のうちの1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、切除処置の進捗度のインジケータを表示するステップと、を更に含む。

30

【0013】

本開示の更なる態様では、この方法は、切除装置のうちの1つ以上のそれぞれの設定を介して、マイクロ波エネルギーが組織に送達されるマイクロ波信号のうちの1つ以上の特性を、切除処置の進捗度に基づいて自動的に調整するステップとを更に含む。

【0014】

本開示の別の態様では、切除部位特性は、切除部位形状、切除部位サイズ、又は、切除部位位置のうちの1つ以上を含む。

【0015】

本開示の更に別の態様では、切除部位特性の表現は、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、切除部位に対応する画像の部分上に重ね合わされた均一に色のついたか又は均一に影付きの形状を含む。

40

【0016】

本開示の更に別の態様では、切除部位特性の表現は、複数のドップラシフトの特性の複数のそれぞれのレベルに対応する濃淡又は発色の複数のレベルを有する形状を含み、形状は、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、画像の対応する部分に重ね合わされる。

【0017】

本開示の更に別の態様では、複数のドップラシフトは、第1の方向を有する第1のドップラシフトと、第2の方向を有する第2のドップラシフトとを含み、切除部位特性の表現は、第1の色のスペckルと第2の色のスペckルとを含み、第1の色のスペck

50

ルは、第1のドップラーシフトが検出されることに基づく組織内の位置に対応し、第2の色のスペckルは、第2のドップラーシフトが検出されることに基づく組織内の位置に対応する。

【0018】

本開示の別の態様では、マイクロ波エネルギー及び超音波エネルギーは、組織に同時に送達される。

【0019】

切除部位検出のシステムを本開示の実施形態により提供する。本開示の態様では、このシステムは、マイクロ波エネルギーを治療位置での組織に送達するように構成された切除装置と、超音波エネルギーを組織に送達し、送達された超音波エネルギーに基づいている複数の超音波帰還信号を組織の複数のそれぞれの部分から受信し、組織に送達されたマイクロ波エネルギーに基づいている複数のそれぞれのドップラーシフトを複数の超音波帰還信号において検出するように構成された超音波装置と、切除部位特性を複数のドップラーシフトに基づいて決定し、組織の少なくとも一部を表す画像及び切除部位特性の表現を発生させるように構成されたコンピューティングデバイスと、画像をグラフィカルユーザーインターフェースを介して表示するように構成された表示装置と、を含む。

10

【0020】

切除部位検出のプログラムを記憶する非一時的コンピュータ可読記憶媒体を本開示の実施形態により提供し、プログラムは、プロセッサによって実行されると、切除装置に、マイクロ波エネルギーを治療位置での組織に送達させ、超音波装置に超音波エネルギーを組織に送達し、送達された超音波エネルギーに基づいている複数の超音波帰還信号を組織の複数のそれぞれの部分から受信させ、コンピューティングデバイスに組織に送達されたマイクロ波エネルギーに基づいている複数のそれぞれのドップラーシフトを複数の超音波帰還信号において検出し、切除部位特性を複数のドップラーシフトに基づいて決定し、組織の少なくとも一部を表す画像及び切除部位特性の表現をグラフィカルユーザーインターフェースを介して表示させる命令を含む。

20

【0021】

切除進行を検出する方法を本開示の実施形態により提供する。本開示の態様では、この方法は、切除装置を介して、治療位置での組織にマイクロ波エネルギーを送達するステップと、流体を、蠕動ポンプを介して切除装置の一部を通して断続的に注入することによって切除装置の少なくとも一部に近接する組織の少なくとも一部を機械的に攪拌するステップと、超音波装置を介して組織に超音波エネルギーを送達するステップと、超音波装置を介して、組織の複数のそれぞれの部分から、送達された超音波エネルギーに基づいている複数の超音波帰還信号を受信するステップと、攪拌に対する組織の応答を超音波帰還信号に基づいて検出するステップと、切除部位特性を組織の応答に基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、組織の少なくとも一部を表す画像及び切除部位特性の表現を表示するステップと、を含む。

30

【0022】

本開示の別の態様では、切除部位特性を決定するステップは、組織の応答に対応する組織の領域を識別することを含む。

40

【0023】

本開示の更に別の態様では、この方法は、組織の応答の複数の特性を決定するステップであって、複数の特性は、組織の変位量、組織の変位量の変化率、組織の変位の方向、組織の変位の方向の変化率、又は、組織の変位が検出されることに基づく組織内の位置のうちの任意の1つ又は組み合わせを含む、ステップと、複数の特性のうちのそれぞれが1つ以上の閾値を超えるかどうかを決定するステップであって、切除部位特性を決定することは、更に、複数の特性のうちのそれぞれが1つ以上の閾値を超えるかどうかの決定の結果に基づいている、ステップと、を更に含む。

【0024】

本開示の更なる態様では、切除部位特性を決定するステップは、切除部位を画定するこ

50

とを含み、1つ以上の閾値を超えるそれぞれの特性を有する組織の応答に対応する組織の部分は、切除部位内に含まれており、1つ以上の閾値を超えないそれぞれの特性を有する組織の応答に対応する組織の部分は、切除部位から除外されており、切除部位特性は、切除部位の形状、サイズ、又は位置のうちの任意の1つ又は組み合わせを含む。

【0025】

本開示の別の態様では、画像を表示するステップは、超音波装置によって取得された超音波画像を表示することを含み、切除部位特性の表現を表示するステップは、グラフィックオーバーレイを超音波画像上に表示させることを含む。

【0026】

本開示の更に別の態様では、この方法は、応答が1つ以上の閾値を超えるかどうか決定するステップであって、切除部位特性を決定することは、更に、複数の特性のうちのそれぞれが1つ以上の閾値を超えるかどうかの決定の結果に基づいている、ステップを更に含む。

10

【0027】

本開示の更に別の態様では、応答は、組織の変位量、又は、組織が予め攪拌された位置に戻るためにかかる時間量のうちの任意の1つ又は組み合わせを含む。

【0028】

本開示の更に別の態様では、切除部位特性は、応答が検出される領域の形状、応答が検出される領域のサイズ、又は、応答が検出される領域の位置のうちの1つ以上を含む。

【0029】

本開示の更に別の態様では、切除部位特性の表現は、組織の応答の特性の複数のそれぞれのレベルに対応する濃淡又は発色の複数のレベルを有する形状を含み、形状は、グラフィカルユーザーインターフェースを介して超音波画像の対応する部分に重ね合わされる。

20

【0030】

本開示の更に別の態様では、この方法は、蠕動ポンプが切除装置を通して流体を注入して周波数を変えるステップであって、攪拌に対する組織の応答は、周波数の変更に基づいて検出される、ステップを更に含む。

【0031】

本開示の更に別の態様では、この方法は、蠕動ポンプが切除装置を通して流体を注入して力を変えるステップであって、攪拌に対する組織の応答は、力の変更に基づいて検出される、ステップを更に含む。

30

【0032】

本開示の更に別の態様では、方法は、切除処置の進行を組織及び決定された切除部位特性の検出された応答に基づいて追跡するステップを更に含む。

【0033】

本開示の更に別の態様では、この方法は、予測切除部位特性を、組織の応答、決定された切除部位特性、切除装置の設定、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが組織に送達されることになる予想持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが組織に送達される信号の1つ以上の特性うちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、予測切除部位特性の表現を表示するステップと、を更に含む。

40

【0034】

本開示の更なる態様では、マイクロ波エネルギーが送達される信号のうちの1つ以上の特性は、信号の電力量、信号の振幅、信号の周波数、信号のパルス周波数、又は、信号のパルス幅のうちの任意の1つ又は組み合わせを含む。

【0035】

本開示の別の態様では、この方法は、切除処置の完了までの推定時間量を、組織の応答、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが送達され

50

る信号のうちの1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、切除処置の完了までの推定時間量のインジケータを表示するステップと、を更に含む。

【0036】

本開示の更に別の態様では、この方法は、切除処置が完了しているかどうかを、組織の応答、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが送達される信号のうちの1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、切除処置が完了しているかどうかのインジケータを表示するステップと、を更に含む。

10

【0037】

本開示の更なる態様では、この方法は、組織へのマイクロ波エネルギーの送達を、切除処置が完了しているという決定に応答して自動的に無効にするステップを更に含む。

【0038】

本開示の別の態様では、この方法は、切除処置の進捗度を、組織の応答、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが送達される信号のうちの1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、切除処置の進捗度のインジケータを表示するステップと、を更に含む。

20

【0039】

本開示の更なる態様では、この方法は、切除装置のうちの1つ以上のそれぞれの設定を介して、マイクロ波エネルギーが組織に送達されるマイクロ波信号のうちの1つ以上の特性を、切除処置の進捗度に基づいて自動的に調整するステップを更に含む。

【0040】

本開示の別の態様では、切除部位特性は、切除部位形状、切除部位サイズ、又は、切除部位位置のうちの1つ以上を含む。

【0041】

本開示の更に別の態様では、切除部位特性の表現は、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、切除部位に対応する画像の部分上に重ね合わされた均一に色のついたか又は均一に影付きの形状を含む。

30

【0042】

本開示の更に別の態様では、切除部位特性の表現は、組織の応答の特性の複数のそれぞれのレベルに対応する濃淡又は発色の複数のレベルを有する形状を含み、形状は、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、画像の対応する部分に重ね合わされる。

【0043】

本開示の更に別の態様では、マイクロ波エネルギーは、治療位置を超音波装置を介してスキャンすると同時に組織に送達される。

【0044】

切除進行を検出するシステムを本開示の実施形態により提供する。本開示の態様では、このシステムは、蠕動ポンプと、マイクロ波エネルギーを治療位置での組織に送達し、流体を蠕動ポンプによって切除装置の一部を通して断続的に注入することによって切除装置の少なくとも一部に近接する組織の少なくとも一部を機械的に攪拌するように構成された切除装置と、超音波エネルギーを組織に超音波装置を介して送達し、送達された超音波エネルギーに基づいている複数の超音波帰還信号を組織の複数のそれぞれの部分から受信するように構成された超音波装置と、攪拌に対する組織の応答を超音波帰還信号に基づいて検出し、切除部位特性を組織の応答に基づいて決定し、組織の少なくとも一部及び切除部位特性の表現を表す画像を発生させるように構成されたコンピューティングデバイスと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、画像を表示するように構成された表示装置とを備える。

40

50

【 0 0 4 5 】

切除部位を検出するプログラムを記憶する非一時的コンピュータ可読記憶媒体を本開示の実施形態により提供し、プログラムは、プロセッサによって実行されると、切除装置に、マイクロ波エネルギーを治療位置での組織に切除装置を介して送達させ、流体を、蠕動ポンプを介して切除装置の一部を通して断続的に注入することによって切除装置の少なくとも一部に近接する組織の少なくとも一部を機械的に攪拌させ、超音波装置に超音波エネルギーを組織に超音波装置を介して送達させ、送達された超音波エネルギーに基づいている複数の超音波帰還信号を組織の複数のそれぞれの部分から受信させ、コンピューティングデバイスに攪拌に対する組織の応答を超音波帰還信号に基づいて検出させ、切除部位特性を組織の応答に基づいて決定させ、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、表示装置に組織の少なくとも一部を表す画像及び切除部位特性の表現を表示させる命令を含む。

10

【 0 0 4 6 】

本開示の上記の態様及び実施形態のいずれも、本開示の範囲から逸脱することなく組み合わせられ得る。

例えば、本願は以下の項目を提供する。

(項目1)

切除部位検出のためのシステムであって、
マイクロ波エネルギーを治療位置での組織に送達するように構成された切除装置と、
超音波装置であって、
超音波エネルギーを組織に送達することと、
前記送達された超音波エネルギーに基づいている複数の超音波帰還信号を、前記組織の複数のそれぞれの部分から受信することと
を行うように構成された、超音波装置と、
プロセッサと、命令を記憶するメモリとを含むコンピューティングデバイスであって、前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、前記コンピューティングデバイスに
、
前記複数の超音波帰還信号を前記超音波装置から受信することと、
前記複数の超音波帰還信号において、前記組織に送達された前記マイクロ波エネルギーに基づいている複数のそれぞれのドップラーシフトを検出し、切除部位特性を前記複数のドップラーシフトに基づいて決定することと、
表示装置に、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記組織の少なくとも一部を表す画像及び前記切除部位特性の表現を表示させることと、
を行わせる、コンピューティングデバイスと、
を備える、システム。

20

30

(項目2)

前記複数のドップラーシフトは、複数の方向を有し、前記切除部位特性を決定することは、前記組織の1つ以上の領域を識別することを含み、前記1つ以上の領域は、それぞれ、前記複数のドップラーシフトのうちの1つ以上に対応する、上記項目に記載のシステム。

40

(項目3)

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

前記複数のドップラーシフトの複数の特性を決定することであって、
前記複数の特性は、ドップラーシフトの量、ドップラーシフトの量の変化率、ドップラーシフトの方向、ドップラーシフトの方向の変化率、又は、ドップラーシフトが検出されることに基づく前記組織内の位置のうちの任意の1つ又は組み合わせを含む、ことと、
前記複数の特性のうちのそれぞれが1つ以上の閾値を超えるかどうか決定することであって、

前記切除部位特性を決定することは、更に、前記複数の特性のうちのそれぞれが前記

50

1つ以上の閾値を超えるかどうかの決定の結果に基づいている、ことと
を行わせる、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目4)

前記切除部位特性を決定することは、切除部位を画定することを含み、
前記1つ以上の閾値を超えるそれぞれの特性を有する前記複数のドップラーシフトに対応する前記組織の部分は、前記切除部位内に含まれており、

前記1つ以上の閾値を超えないそれぞれの特性を有する前記複数のドップラーシフトに対応する前記組織の部分は、前記切除部位から除外されており、

前記切除部位特性は、前記切除部位の形状、サイズ、又は位置のうちの任意の1つ又は組み合わせを含む、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

10

(項目5)

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

予測切除部位特性を、前記複数のドップラーシフト、前記決定された切除部位特性、前記切除装置の設定、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される経過持続時間、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達されることになる予想持続時間、前記マイクロ波エネルギーが送達される前記組織内の位置、又は、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される信号の1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定することと、

前記表示装置に、前記グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記予測切除部位特性の表現を表示させることと、

20

を行わせる、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目6)

前記マイクロ波エネルギーが送達される前記信号の前記1つ以上の特性は、前記信号の電力量、前記信号の振幅、前記信号の周波数、前記信号のパルス周波数、又は、前記信号のパルス幅のうちの任意の1つ又は組み合わせを含む、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目7)

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

30

切除処置の完了までの推定時間量を、前記複数のドップラーシフト、前記決定された切除部位特性、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される経過持続時間、前記マイクロ波エネルギーが送達される前記組織内の位置、又は、前記マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定することと、

前記表示装置に、前記グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記切除処置の完了までの前記推定時間量のインジケータを表示させることと、

を行わせる、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目8)

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

40

切除処置が完了しているかどうかを、前記複数のドップラーシフト、前記決定された切除部位特性、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される経過持続時間、又は、前記マイクロ波エネルギーが送達される前記組織内の位置、又は、前記マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性のうちの任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定することと、

前記表示装置に、前記グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記切除処置が完了しているかどうかのインジケータを表示させることと、

を行わせる、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目9)

50

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

前記組織への前記マイクロ波エネルギーの前記送達を、前記切除処置が完了しているという決定に応答して自動的に無効にさせる、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。
(項目10)

前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、更に、前記コンピューティングデバイスに、

切除処置の進捗度を、前記複数のドップラーシフト、前記決定された切除部位特性、前記マイクロ波エネルギーが前記組織に送達される経過持続時間、前記マイクロ波エネルギーが送達される前記組織内の位置、又は、前記マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性のうち任意の1つ又は組み合わせに基づいて決定することと、

前記表示装置に、前記グラフィカルユーザーインターフェースを介して、前記切除処置の前記進捗度のインジケータを表示させることと、

を行わせる、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(摘要)

切除部位検出の方法は、マイクロ波エネルギーを治療位置での組織に切除装置を介して送達するステップと、超音波エネルギーを組織に超音波装置を介して送達するステップと、送達された超音波エネルギーに基づいている複数の超音波帰還信号を組織の複数のそれぞれの部分から超音波装置によって受信するステップと、組織に送達されたマイクロ波エネルギーに基づいている複数のそれぞれのドップラーシフトを複数の超音波帰還信号において検出するステップと、切除部位特性を複数のドップラーシフトに基づいて決定するステップと、グラフィカルユーザーインターフェースを介して、組織の少なくとも一部を表す画像及び切除部位特性の表現を表示するステップと、を含む。

【図面の簡単な説明】

【0047】

本開示の様々な態様及び機構を、図面を参照して本明細書で以下に説明する。

【0048】

【図1】本開示の実施形態による、超音波ドップラー及びエラストグラフィを使用して、切除を予測及びモニターするシステムの概略図である。

【0049】

【図2】本開示の実施形態による、図1のシステムの一部を形成する例示的なコンピューティングデバイスの図である。

【0050】

【図3】本開示の実施形態による、ドップラー効果を使用して切除部位のサイズ及び形状を予測する例示的方法のフローチャートを示す。

【0051】

【図4】本開示の実施形態による、ドップラー効果を使用して切除部位のサイズ及び形状を予測する例示的方法の別のフローチャートを示す。

【0052】

【図5】本開示の実施形態による、エラストグラフィを使用して切除部位のサイズ及び形状をモニターする例示的方法のフローチャートを示す。

【0053】

【図6】本開示の実施形態による、エラストグラフィを使用して切除部位のサイズ及び形状をモニターする例示的方法の別のフローチャートを示す。

【0054】

【図7】本開示の実施形態による、切除部位のサイズ及び形状を表示及びモニターするために使用され得る例示的なグラフィカルユーザーインターフェースを示す。

【0055】

【図8】本開示の実施形態による、切除部位のサイズ及び形状を表示及びモニターするために使用され得る別の例示的なグラフィカルユーザーインターフェースを示す。

10

20

30

40

50

【0056】

【図9】本開示の実施形態による、切除部位のサイズ及び形状を表示及びモニターするために使用され得る更に別の例示的なグラフィカルユーザーインターフェースを示す。

【発明を実施するための形態】

【0057】

本開示は、切除部位を予測、検出、及びモニターする装置、システム、及び方法に関する。より詳細には、本開示は、切除部位形状、サイズ、及び進行を予測、検出、及びモニターするための、超音波によって検出されたドップラー効果及びエラストグラフィの使用に関する。予測、検出、及びモニタリングは、コンピュータ上で実行される1つ以上のソフトウェアアプリケーションを使用して実行され得る。

10

【0058】

ドップラー効果は、ソースに対して移動中の信号の知覚された周波数又は波長の変化である。信号の周波数又は波長は、実際には変化せず、ソースの移動のために変化するように知覚される。例えば、信号の周波数は、ソースが検出器の方に移動するに伴って高く知覚されることになり、ソースが検出器から離れるに伴って低く知覚されることになる。超音波センサが組織振動を検出するために使用されるとき、振動中の組織は、信号のソースになり得、（超音波センサに向かう動きを示す）より高い周波数の領域は、青色スペckルとして示され得、一方、（超音波センサから離れる動きを示す）より低い周波数の領域は、赤色スペckルと示され得る。切除部位のサイズ及び形状を検出されたドップラー効果に基づいて予測するために、アプリケーションは、例えば、超音波撮像システムがドップラー効果を検出するように構成されているモードで動作する超音波撮像システムから超音波データを受信し得る。

20

【0059】

その後、アプリケーションは、受信した超音波データを処理してドップラーシフトが発生している領域、即ち、組織が振動しており、したがって、超音波データにおいて検出可能な赤色スペckル及び青色スペckルを有するクラウドを引き起こしている領域を識別し得、赤色スペckル及び青色スペckルを有するクラウドは、切除部位のサイズ及び形状を示す。アプリケーションは、更に、表示装置に、赤色スペckル及び青色スペckルを有するクラウドのサイズ及び形状に基づいて切除部位のサイズ及び形状の表示を超音波画像上に表示させ得る。ドップラーシフトが、切除が実行されていない領域を含め、患者の体の複数の領域において存在して検出され得ることに注意されたい。しかしながら、ドップラーシフトプロファイルは、切除装置からの組織加熱によって引き起こされたときには独自のものとなり、したがって、切除中の組織において容易に検出可能になり、その結果、組織は、振動し、この振動は、ドップラーシフトとして超音波によって検出される。例えば、名目生理活性及び血管を通る血液もまたドップラーシフトを引き起こし得るが、切除装置から組織加熱による移動によって引き起こされたドップラーシフトのプロファイルは、生理活性及び血流によって引き起こされたドップラーシフトと区別可能であろう。

30

【0060】

ドップラー効果に加えて、エラストグラフィもまた、切除部位のサイズ、形状、及び進行をモニターするために使用され得る。エラストグラフィは、以下で使用するとき、組織、特に、硬組織と対比する軟組織の弾性特性を示す画像診断法と定義されている。軟らかい組織の方が、弾性となり、一方、硬い組織の方が、弾性が劣ることになる。切除部位のサイズ、形状、及び進行をエラストグラフィを使用してモニターするためにアプリケーションは、例えば、超音波撮像システムが組織の弾性特性を検出するように構成されているモードで動作する超音波撮像システムから超音波データを受信し得る。その後、アプリケーションは、受信超音波データを処理して、組織が周囲の組織よりも弾性が少ない領域、切除を受けている組織の領域を示すそのような領域のサイズ及び形状、及び、切除処置の進行を識別し得る。新しい超音波データを受信するために組織を繰り返しスキャンして超音波データを処理することによって、切除を受けている組織の領域及び切除処置の進行の更新された表示がもたらされ得る。例えば、組織が切除に起因して硬化するにつれて、

40

50

(超音波帰還信号を含む)超音波データは、組織の弾性特性に基づいて変わることになり、したがって、切除処置の進行を示すように処理することができる。アプリケーションは、更に、表示装置に、切除部位のサイズ、形状、及び進行の表示を超音波画像上に表示させ得る。

【0061】

本明細書で説明する方法、システム、装置、及びコンピュータ可読媒体は、切除治療法を実行する様々なコンテキストにおいて有用である。例えば、臨床医が切除処置を実行している実施形態では、方法及びシステムは、臨床医に切除部位のサイズ及び形状の様々な図及び推定値、並びに、切除処置の進行を提示し得る。本開示の上記及び他の態様を本明細書において以下で詳説する。

10

【0062】

超音波によって検出されるドップラー効果及びエラストグラフィを使用して、切除部位サイズ、形状、及び進行を予測及びモニターする方法は、電磁ナビゲーション(EMN)システムの一部として実行され得る。概して、実施形態では、EMNシステムは、手術部位又は治療場所などのターゲット位置への経路を決定し、位置決めアセンブリをターゲット位置に誘導し、様々なツールをターゲット位置に誘導することによって患者の肺の領域の治療を計画及び実行する際に使用され得る。EMNシステムは、患者の体の術前のエックス線撮影画像に基づいて生成された患者の体の3次元(3D)モデルを含み、患者の体の様々な図を表示するように構成され得る。

20

【0063】

図1を参照すると、超音波ドップラー及び/又はエラストグラフィ検出を使用して切除部位を予測、検出、及びモニターするために使用可能なシステム100は、ディスプレイ110と、電磁(EM)場発生器121を含むテーブル120と、EMセンサ131を含む治療ツール130と、超音波ワークステーション150に接続された超音波センサ140と、蠕動ポンプ160と、マイクロ波発生器170に装着されるか、又は、マイクロ波発生器170と動作可能に通信するコンピューティングデバイス180と、を含む。コンピューティングデバイス180は、例えば、ラップトップコンピュータ、デスクトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、又は、他の同様の装置であり得る。コンピューティングデバイス180は、マイクロ波発生器170、蠕動ポンプ160、電源(図示せず)、及び/又は、システム100に関係するか又はその一部を形成する任意の他の付属品及び周辺機器を制御するように構成され得る。ディスプレイ110は、治療法の性能に関係する命令、画像、及びメッセージを出力するように構成されている。

30

【0064】

テーブル120は、例えば、EM場発生器121を含む治療法中の使用に好適な手術台又は他のテーブルであり得る。EM場発生器121は、治療法中にEM場を発生させるために使用され、EMセンサ131の位置を追跡することによってなど、患者の体内の外科用器具の位置を追跡するために使用されるEM追跡システムの一部を形成する。EM場発生器121は、手術台又は患者ベッドの下に配置又は一体化される特別設計のパッドなど、様々な構成要素を含み得る。そのようなEM追跡システムの実施例は、Northern Digital Incによって販売されるAURORA(商標)システムである。

40

【0065】

治療ツール130は、ターゲット位置に経皮的にアクセスしてこの位置を処置する外科用器具である。例えば、治療ツール130は、組織を切除するために使用されるマイクロ波切除アンテナを有する切除プローブであり得る。治療ツール130は、EMセンサ131を含むか、又はEMセンサ131が治療ツール130に装着され得、EMセンサ131は、EM追跡システムが患者の体の内側の治療ツール130の場所、位置、及び方向(「ポーズ」としても知られる)を追跡することを可能にする。マイクロ波発生器170は、マイクロ波エネルギーを治療ツール130に出力して蠕動ポンプ160を制御するように構成され得る。蠕動ポンプ160は、治療ツール130を冷却させるために治療ツール130を通る流体を注入するように構成され得る。以下に詳細に説明するように、蠕動ポン

50

ブ 1 6 0 は、更に、治療ツール 1 3 0 を取り囲む組織に機械的攪拌を生じさせるように治療ツール 1 3 0 を通る流体を注入するように構成され得る。本開示は、外科手術用環境におけるシステム 1 0 0 の使用を説明するが、システム 1 0 0 の構成要素の一部又は全部が、例えば、代替の設定、例えば、画像研究室及び / 又はオフィス環境において使用され得ることも想定されている。

【 0 0 6 6 】

E M 追跡システムに加えて、外科用器具は、また、超音波画像を使用することによって視覚化され得る。超音波ワンドなど超音波センサ 1 4 0 は、患者の体を治療処置中に撮像して患者の体の内側の治療ツール 1 3 0 など外科用器具の位置を視覚化するために使用され得る。超音波センサ 1 4 0 は、超音波ワンド内に埋め込まれたか又は超音波ワンドに装着された E M 追跡センサ、例えば、クリップ式のセンサ又はスティッカセンサを有し得る。以下で更に説明するように、超音波センサ 1 4 0 は、治療ツール 1 3 0 が超音波画像平面に対して角度を成すように治療ツール 1 3 0 に対して位置決めされ得、その結果、臨床医は、超音波画像平面及び撮像中のオブジェクトとの治療ツール 1 3 0 の空間関係を視覚化することができる。更に、E M 追跡システムは、また、超音波センサ 1 4 0 の位置を追跡し得る。一部の実施形態では、1 つ以上の超音波センサ 1 4 0 が、患者の体の内側に配置され得る。その後、E M 追跡システムは、患者の体の内側のそのような超音波センサ 1 4 0 及び治療ツール 1 3 0 の位置を追跡し得る。超音波ワークステーション 1 5 0 は、超音波センサ 1 4 0 によって捕捉された画像を構成、操作、及び視認するために使用され得る。同様に、コンピューティングデバイス 1 8 0 は、直に超音波センサ 1 4 0 によって捕捉されたか、又は、超音波ワークステーション 1 5 0 を介して中継された画像を構成、操作、及び視認するために使用され得る。

10

20

【 0 0 6 7 】

L I G A S U R E (商 標) 装 置、外科用ステープラなど、様々な他の外科用器具又は外科用ツールも、治療処置の実行中に使用され得る。治療ツール 1 3 0 がマイクロ波切除プローブである実施形態では、マイクロ波切除プローブは、癌性細胞を変性又は殺滅させるためにマイクロ波エネルギーを使用して組織を加熱することによって病変又は腫瘍（以下「ターゲット」という）を切除するために使用される。そのような切除プローブを含むシステムの構成及び使用は、D i c k h a n s による 2 0 1 4 年 8 月 2 6 日出願の M I C R O W A V E A B L A T I O N S Y S T E M という名称の同時係属中の米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 0 5 8 5 0 7 号、L a t k o w らによる 2 0 1 3 年 3 月 1 5 日出願の M I C R O W A V E A B L A T I O N C A T H E T E R A N D M E T H O D O F U T I L I Z I N G T H E S A M E という名称の米国特許第 9 , 2 4 7 , 9 9 2 号、B r a n n a n らによる 2 0 1 3 年 3 月 1 5 日出願の M I C R O W A V E E N E R G Y - D E L I V E R Y D E V I C E A N D S Y S T E M という名称の米国特許第 9 , 1 1 9 , 6 5 0 号より完全に記載されており、これらのそれぞれの内容全体が、参照により本明細書に組み込まれる。

30

【 0 0 6 8 】

上述したように、患者の体内の治療ツール 1 3 0 の位置は、治療処置中に追跡され得る。治療ツール 1 3 0 の位置を追跡する例示的な方法は、E M 追跡システムを使用することによるものであり、E M 追跡システムは、E M センサ 1 3 1 など、治療ツール 1 3 0 に装着されたか、又は、治療ツール 1 3 0 内に組み込まれた追跡センサによって治療ツール 1 3 0 の位置を追跡する。印刷されたセンサなど、様々な形式のセンサが使用され得、その構成及び使用が、G r e e n b u r g らによる 2 0 1 5 年 1 0 月 2 2 日出願の「M E D I C A L I N S T R U M E N T W I T H S E N S O R F O R U S E I N A S Y S T E M A N D M E T H O D F O R E L E C T R O M A G N E T I C N A V I G A T I O N」という名称の同時係属中の米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 1 7 4 8 7 3 1 4 / 9 1 9 , 9 5 0 号でより完全に記載されており、この内容全体が、参照により本明細書に組み込まれる。上記のシステム 1 0 0 と類似の経皮治療システムが、G i r o t t o らによる 2 0 1 6 年 4 月 1 5 日出願の「M I C R O W A V E A B L A T I O N

40

50

PLANNING AND PROCEDURE SYSTEMS」という名称の同時係属中の米国特許出願公開第2016/0317224号で更に記載されており、この内容全体が、参照により本明細書に組み込まれる。

【0069】

上記のシステム100は、マイクロ波発生器170を使用してマイクロ波エネルギーを治療ツール130に供給するが、当業者は、様々な他の形式の発生器及びツールが本開示の範囲から逸脱することなく使用され得ることを認識するであろう。例えば、RFエネルギーをRF発生器から受容する高周波(RF)切除ツールが、上述のマイクロ波発生器及び切除ツールの代わりに使用され得る。更に、上記のシステム100は、組織への経皮アクセス用に設計されているが、当業者は、以下に説明する方法が、本開示の範囲から逸脱することなく患者の気道及び周囲の柔組織を介して治療位置にアクセスするために気管支内ナビゲーション用に設計されたシステム及びツールと共に使用され得ることを認識するであろう。そのような気管支内ナビゲーションシステムの実施例が、ブラウンらによる2015年6月29日出願の「SYSTEM AND METHOD FOR NAVIGATING WITHIN THE LUNG」という名称の米国特許出願公開第2016/0000302号に記載されており、この内容全体が、参照により本明細書に組み込まれる。

10

【0070】

図2を参照すると、コンピューティングデバイス180の略示ブロック図が示されている。コンピューティングデバイス180は、少なくとも1つのメモリ202と、1つ以上のプロセッサ204と、ディスプレイ206と、ネットワークインターフェース208と、1つ以上の入力デバイス210及び/又は出力モジュール212とを含み得る。メモリ202は、アプリケーション281及び/又は画像データ214を記憶し得る。アプリケーション281は、プロセッサ204によって実行されると、ディスプレイ206にユーザインターフェース216を提示させ得る。アプリケーション281は、また、以下で更に説明するように、ターゲットに対する治療ツール130の位置、並びに、切除部位のサイズ、形状及び、位置の表示を提供し得る。

20

【0071】

メモリ202としては、プロセッサ204によって実行可能であり、コンピューティングデバイス180の動作を制御するデータ及び/又はソフトウェアを記憶する任意の非一時的コンピュータ可読記憶媒体を挙げ得る。実施形態では、メモリ202としては、フラッシュメモリチップなどの1つ以上のソリッドステートストレージデバイスを挙げ得る。代替的は、又は、1つ以上のソリッドステート記憶デバイスに加えて、メモリ202としては、質量記憶制御装置(図示せず)及び通信バス(図示せず)を介してプロセッサ204に接続された1つ以上の大容量記憶装置を挙げ得る。本明細書に記載するコンピュータ可読媒体の説明はソリッドステートストレージを指すが、当業者は、コンピュータ可読記憶媒体は、プロセッサ204がアクセスすることができる任意の利用可能な媒体とすることができることを認識されたい。すなわち、コンピュータ可読記憶媒体としては、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール又は他のデータなどの情報の記憶のために任意の方法又は技術で実行される非一時的、揮発性及び不揮発性、取り外し可能及び取り外し不能媒体が挙げられる。例えば、コンピュータ可読記憶媒体としては、RAM、ROM、EPROM、EEPROM、フラッシュメモリ又は他のソリッドステートメモリ技術、CD-ROM、DVD、Blu-Ray又は他の光記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置、又は、他の磁気記憶装置、又は、所望の情報を記憶するために使用することができ、コンピューティングデバイス180がアクセスすることができる任意の他の媒体が挙げられる。

30

40

【0072】

ネットワークインターフェース208は、有線ネットワーク及び/又は無線ネットワークから成るローカルエリアネットワーク(LAN)、広域ネットワーク(WAN)、無線携帯電話ネットワーク、ブルートゥース(登録商標)ネットワーク、及び/又は、インタ

50

ーネットなどのネットワークに接続するように構成され得る。入力デバイス 210 は、例えば、マウス、キーボード、フットペダル、タッチスクリーン、及び / 又は、音声インターフェースなど、ユーザーがコンピューティングデバイス 180 と相互作用することができる任意の装置であり得る。出力モジュール 212 としては、例えば、パラレルポート、シリアルポート、ユニバーサルシリアルバス (USB)、又は、当業者に知られている任意の他の同様の接続ポートなど任意の接続ポート又はバスを挙げ得る。

【0073】

図 3 をここで参照すると、本開示の実施形態による、切除部位検出の例示的方法のフローチャートが示されている。この方法は、上述したシステム 100 を使用して実行され得る。特に、コンピューティングデバイス 180 上で実行されるアプリケーション 281 は、図 3 の方法のステップを実行するか、又は、システム 100 の他の構成要素にそのステップを実行させるために使用され得る。ステップ S302 で始まって、マイクロ波エネルギーを組織に送達する。例えば、治療ツール 130 は、マイクロ波エネルギーをマイクロ波発生器 170 から受容し得、作動するとマイクロ波を組織に送達し得る。

10

【0074】

ステップ S304 にて、超音波エネルギーを組織に送達する。例えば、超音波センサ 140 は、作動すると超音波エネルギーを組織に送達するために使用され得る。その後、ステップ S306 にて、超音波センサ 140 は、組織に送達された超音波エネルギーに基づいて、超音波帰還信号を組織から受信し得る。その後、超音波帰還信号は、ステップ S308 にて、ドップラーシフトを検出することができるかどうか決定するために超音波ワークステーション 150 及び / 又はコンピューティングデバイス 180 によって解析され得る。ドップラーシフトを検出することができない場合、処理は、ステップ S304 に戻る。

20

【0075】

ドップラーシフトが検出されると、処理は、ステップ S310 に進み、コンピューティングデバイス 180 は、ドップラーシフトに基づいて切除部位特性を決定する。その後、コンピューティングデバイス 180 は、ステップ S312 にて、切除部位特性の表現を表示するか、又は、表示装置 110 に表示させる。その後、ステップ S314 にて、アプリケーション 281 は、切除処置が完了したかどうか決定する。切除処置が完了していない場合、処理は、ステップ S304 に戻る。切除処置が完了した場合、処理は、終了する。

30

【0076】

図 4 をここで参照すると、本開示の実施形態による、切除部位検出の別の例示的方法のフローチャートが示されている。上述した図 3 の方法の場合と同様に、方法は、上述したシステム 100 を使用して実行され得る。特に、コンピューティングデバイス 180 上で実行するアプリケーション 281 は、図 4 の方法のステップを実行するために、又は、システム 100 の他の構成要素をそのステップに実行させるために使用され得る。ステップ S402 で始まって、アプリケーション 281 は、切除処置について設定を予め構成する。設定は、臨床医によって受信又は入力され得、及び / 又は、コンピューティングデバイス 180 内に記憶された 1 つ以上のファイル内に記憶され得る。

【0077】

その後、ステップ S404 にて、アプリケーション 281 は、治療ツール 130 など、切除アンテナにマイクロ波エネルギーを放射させる信号を発生させる。信号は、組織を切除する電気外科波形及び / 又は電気外科波形を放射する命令を含み得る。信号は、電力量、振幅、エネルギー周波数、パルス周波数、及び / 又はパルス幅を更に含み得る。その後、アプリケーション 281 は、信号を切除アンテナに送信する。ステップ S406 を実行する前の何らかの時点にて、切除アンテナは、図 1 を参照して先述したように、治療位置に近接して配置される。

40

【0078】

ステップ S406 にて、切除アンテナは、切除アンテナを取り囲む組織内へのマイクロ波エネルギーの送達を開始する。マイクロ波エネルギーの送達は、臨床医がマイクロ波ア

50

ンテナ上のボタン又はレバーを押し及び/又は保持し、及び/又は、アプリケーション 281 のユーザーインターフェース 216 上のボタンを押すことによって開始され得る。組織へのマイクロ波エネルギーの送達によって、組織が加熱され、その結果、組織が振動する。

【0079】

切除アンテナによるマイクロ波エネルギーの送達の開始と同時に、アプリケーション 281 は、マイクロ波エネルギーの送達が始まってから経過した総使用時間を記録及び測定するタイマーを開始する。その後、アプリケーション 281 は、ステップ S 408 にて、経過時間、及び、ステップ S 402 にて予め構成される切除処置の設定に基づいて計算された切除処置の完了までの時間をユーザーインターフェース 216 を介して表示し得る。切除処置の完了までの時間は、切除処置の総使用時間 - 経過時間など、切除処置の予め構成された設定に基づき得る。

10

【0080】

その後、又は、それと同時に、ステップ S 410 にて、超音波エネルギーを超音波センサ 140 によって治療位置にある組織に送達する。超音波センサ 140 は、超音波エネルギーが送達される組織の領域が治療位置の全部又は一部を包含するように位置決めされ得る。その後、超音波センサ 140 は、ステップ S 412 にて、組織に送達される超音波エネルギーに基づいて超音波帰還信号を受信する。

【0081】

超音波帰還信号は、ステップ S 414 にて、マイクロ波エネルギーの送達に起因する組織の振動によって引き起こされたドップラーシフトが切除アンテナを取り囲む組織内で検出することができるかどうか決定するために、アプリケーション 281 によってなど、処理及び/又は解析されるように超音波ワークステーション及び/又はコンピューティングデバイス 180 に供給される。例えば、超音波センサ 140 がドップラーシフトを検出したとき、超音波センサ 140 から離れる動きは、赤色で表示され得、超音波センサ 140 に向かう動きは、青色で表示され得る。したがって、組織振動の場合、超音波センサ 140 は、赤色スペckル及び青色スペckルを有するクラウドを検出し得、超音波センサ 140 から離れる組織は、赤色スペckルを引き起こし、超音波センサ 140 に向かって動く組織は、青色スペckルを引き起こす。当業者によって認識されることになるように、ここで言及する赤色及び青色は、単に例としてであり、任意の 2 つ以上の色が、本開示の範囲から逸脱することなくドップラーシフトを示すために使用され得る。移動する水分子に起因する組織振動によって引き起こされたドップラーシフトは、アプリケーション 281 によって検出可能及び識別可能であるが、ドップラーシフトは、血流、極熱に起因して移動する組織など、他の動きによっても引き起こされ得る。しかしながら、そのような他の動きによって引き起こされたドップラーシフトは、異なる周波数及び/又は強度を有し得、したがって、組織加熱によって引き起こされたドップラーシフトと区別可能である。本開示の目的のために、以下で言及するドップラーシフトは、他の動きによって引き起こされたドップラーシフトと区別されるとき、組織加熱に起因する組織振動によって引き起こされたドップラーシフトである。

20

30

【0082】

アプリケーション 281 がドップラーシフトを画像データ内で検出した場合、処理は、ステップ S 416 に進み、アプリケーション 281 は、更に、超音波センサ 140 から受信された超音波画像データを処理して、切除アンテナを取り囲む組織内のドップラーシフトの特性を決定する。ドップラーシフトの特性としては、ドップラーシフトの量、ドップラーシフトの量の変化率、ドップラーシフトの方向、ドップラーシフトの方向の変化率、ドップラーシフトが検出されることに基づく組織内の位置、及び/又は、ドップラーシフトが検出されることに基づく組織内の位置で検出されたドップラーシフトの集中度を挙げ得る。例えば、それぞれのドップラーシフトは、方向を有し得る。

40

【0083】

アプリケーション 281 は、更に、ステップ S 418 にて、ドップラーシフトの特性が

50

1つ以上の閾値を超えるかどうか決定し得る。例えば、アプリケーション281は、ドップラシフトの量、ドップラシフトの量の変化率、及び/又は、特定の領域内のドップラシフトの集中度が閾値を超えるかどうか決定し得る。

【0084】

その後、ステップS420にて、アプリケーション281は、1つ以上の切除部位特性を決定する。決定は、超音波センサ140によって及び/又は切除処置の予め構成された設定に基づいて検出されるドップラシフトに基づき得る。切除部位特性は、更に、複数の特性のそれぞれが1つ以上の閾値を超えるかどうかの決定の結果に基づき得る。特性としては、切除部位の形状、切除部位のサイズ、及び/又は、切除部位の位置、及び/又は、ドップラシフトに対応する組織の1つ以上の領域を挙げ得る。アプリケーション281は、更に、ステップS418での決定通りに、1つ以上の閾値を超える特性を有するドップラシフトに対応する組織の部分を含め、かつ、1つ以上の閾値を超えない特性を有するドップラシフトに対応する組織の部分を除き、切除部位を画定することによって1つ以上の切除部位特性を決定し得る。

10

【0085】

アプリケーション281は、ステップS422にて、予測切除部位特性を決定し得る。予測切除部位特性は、検出されたドップラシフト、決定された切除部位特性、予め構成された構成設定、マイクロ波エネルギーが組織に送達された経過持続時間、マイクロ波エネルギーが組織に送達されることによる予想持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、及び/又は、マイクロ波エネルギーが組織に送達される信号の1つ以上の特性に基づき得る。予測切除部位特性としては、予め構成された設定及びドップラシフトの特性に基づく最終的な切除部位の予測されたサイズ、形状、及び/又は位置を挙げ得る。すなわち、アプリケーション281は、切除処置が予定通りに続く場合に切除されることになる総合領域のサイズ、形状、及び位置の予測を決定し得る。アプリケーション281は、更に、ドップラシフト、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、及び/又は、マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性に基づいて、切除処置の進捗度を決定し得る。

20

【0086】

その後、アプリケーション281は、ステップS424にて、切除部位特性、及び/又は、予測切除部位特性の表現をユーザーインターフェース216を介して表示し得、これらの実施例を図7~図9を参照して以下で説明する。例えば、アプリケーション281は、以下で説明する図7及び図8に示すように、超音波センサ140から受信された超音波画像上の切除部位の仮想インジケータ又は表現を表示し得る。アプリケーション281は、更に、切除部位の表示を、図9に示すように、以下で説明するドップラシフトの様相と類似の赤色スペckル及び青色スペckルを有するクラウドとして表示し得る。切除部位特性の仮想インジケータ又は表現は、切除部位に対応する超音波画像の部分に重ね合わせられた均一に色のついたか又は均一に影付きの形状を含み得る。あるいは、切除部位特性の仮想インジケータ又は表現は、ドップラシフトのその特性の様々なレベルに対応する濃淡又は発色の複数のレベルを含み得る。アプリケーション281は、更に、切除処置の進捗度の表示を表示し得る。

30

40

【0087】

その後、ステップS426にて、アプリケーション281は、切除処置が完了したかどうか決定する。決定は、ドップラシフト、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性、ステップS402にて予め構成された設定に基づき得、及び/又は、切除アンテナによるマイクロ波エネルギーの放射停止の検出に基づき得る。アプリケーション281が切除処置が完了していないと決定した場合、処理は、ステップS428に進み、アプリケーション281は、切除処置の完了までの推定時間を決定する。切除処置の完了までの推定時間は、ドップラシフ

50

ト、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、マイクロ波エネルギーが組織に送達される信号の1つ以上の特性、ステップS402にて受信された予め構成された設定、及び/又は、ステップS422にて決定された予測切除部位特性に基づき得る。その後、アプリケーション281は、ステップS430にて、完了までの推定時間を表示し得、処理は、ステップS410に戻る。アプリケーション281は、更に、切除装置の1つ以上のそれぞれの設定を介して、ステップS422にて決定された切除処置の進捗度に基づいて、マイクロ波エネルギーが組織に送達されるマイクロ波信号の1つ以上の特性を自動的に調整し得る。あるいは、アプリケーション281が切除処置は完了しているとステップS426にて決定した場合、切除アンテナによるマイクロ波エネルギーの放射は、ステップS432にて停止され、処理は、終了する。実施形態では、アプリケーション281は、ドップラーシフトが（組織が切除されていることを示す）閾値を超えて以前検出された組織の領域が（組織が乾燥したことを示す）閾値を超えるドップラーシフトを生成していないかどうかを検出するために超音波帰還信号を解析することによって、切除処置が完了したと決定し得る。水分子が急激に加熱されることに起因して、ある程度水分子が切除されている組織内で移動することによって引き起こされるドップラーシフトは、組織が切除されている間、及び、組織が乾燥する前に最も顕著となり、集中することになる。組織が乾燥し、したがって、水分子の大半が除去されると、水分子の移動に起因するドップラーシフトは、顕著ではなくなると集中しなくなる。したがって、アプリケーション281は、超音波帰還信号を解析することによって、いつ組織が乾燥したかを検出及び/又は決定し得る。組織を切除するために単一の治療ツール130が使用される実施形態では、水分子は、治療ツール130を取り囲む組織が加熱されるにつれて治療ツール130の放熱部分から半径方向に外方に移動することになる。したがって、切除された組織の中心部分、すなわち、治療ツール130の放熱部分に最も近い組織が、先ず乾燥することになり、切除処置中に最高温度に加熱されることになる。この部分は、切除処置が進行するにつれて、半径方向外向きに拡張することになる。アプリケーション281は、ステップS402にて構成又は受信された切除処置の設定に基づいて境界つまり閾値を決定し得、乾燥させた組織が境界つまり閾値まで及び/又は境界つまり閾値を超えて延びると切除処置が完了したと決定し得る。

10

20

30

【0088】

図5をここで参照すると、本開示の実施形態による、エラストグラフィを使用して切除部位のサイズ及び形状をモニターする例示的方法のフローチャートが示されている。この方法は、上述したシステム100を使用して実行され得る。特に、コンピューティングデバイス180上で実行されるアプリケーション281は、図5の方法のステップを実行するか、又は、システム100の他の構成要素にそのステップを実行させるために使用され得る。ステップS502で始まって、マイクロ波エネルギーを組織に送達する。例えば、治療ツール130は、マイクロ波エネルギーをマイクロ波発生器170から受容し得、作動するとマイクロ波を組織に送達し得る。

【0089】

ステップS504にて、機械的攪拌を組織に印加する。機械的攪拌は、流体のパルスが蠕動ポンプ160によってなど、治療ツール130を通して注入されることによって引き起こされ得る。蠕動ポンプ160が切除アンテナを通して流体を注入する周波数及び/又は力は、切除アンテナによって放射された機械的攪拌を、例えば、超音波センサ140によって検出可能にさせるように修正され得る。

40

【0090】

その後、ステップS506にて、超音波エネルギーを組織に送達する。例えば、超音波センサ140は、作動すると超音波エネルギーを組織に送達するために使用され得る。次に、ステップS508にて、超音波センサ140は、組織に送達された超音波エネルギーに基づいて、超音波帰還信号を組織から受信し得る。その後、超音波帰還信号は、ステップS510にて、攪拌に対する組織の応答を検出することができるかどうか決定するため

50

に超音波ワークステーション 150 及び / 又はコンピューティングデバイス 180 によって解析され得る。攪拌に対する組織の応答を検出することができない場合、処理は、ステップ S504 に戻る。

【0091】

攪拌に対する組織の応答が検出されると、処理は、ステップ S512 に進み、コンピューティングデバイス 180 は、切除部位特性を応答に基づいて決定する。その後、コンピューティングデバイス 180 は、ステップ S514 にて、切除部位特性の表現を表示するか、又は、表示装置 110 に表示させる。その後、ステップ S516 にて、アプリケーション 281 は、切除処置が完了したかどうか決定する。切除処置が完了していない場合、処理は、ステップ S504 に戻る。切除処置が完了した場合、処理は、終了する。

10

【0092】

図 6 をここで参照すると、本開示の実施形態による、エラストグラフィを使用して切除部位のサイズ及び形状をモニターする別の例示的方法のフローチャートが示されている。上述した図 5 の方法の場合と同様に、方法は、上述したシステム 100 を使用して実行され得る。特に、コンピューティングデバイス 180 上で実行されるアプリケーション 281 は、図 6 の方法のステップを実行するか、又は、システム 100 の他の構成要素にそのステップを実行させるために使用され得る。ステップ S602 で始まって、アプリケーション 281 は、切除処置について設定を予め構成する。設定は、臨床医から受信又は入力され得、及び / 又は、コンピューティングデバイス 180 内に記憶された 1 つ以上のファイル内に記憶され得る。

20

【0093】

その後、ステップ S604 にて、アプリケーション 281 は、治療ツール 130 など、切除アンテナにマイクロ波エネルギーを放射させる信号を発生させる。信号は、電力量、振幅、エネルギー周波数、パルス周波数又はパルス幅、組織を切除する電気外科波形、及び / 又は、電気外科波形を送達する命令を含み得る。その後、アプリケーション 281 は、信号を切除アンテナに送信する。ステップ S606 を実行する前の何らかの時点にて、切除アンテナは、図 1 を参照して先述したように、治療位置に近接して配置される。

【0094】

ステップ S606 にて、切除アンテナは、切除アンテナを取り囲む組織内へのマイクロ波エネルギーの送達を開始する。マイクロ波エネルギーの送達は、臨床医がマイクロ波アンテナ上のボタン又はレバーを押し及び / 又は保持し、及び / 又は、アプリケーション 281 のユーザーインターフェース 216 上のボタンを押すことによって開始され得る。組織内へのマイクロ波エネルギーの送達によって、組織が加熱し、その結果、組織は、強ばるか又は硬くなり、その結果、組織へのマイクロ波エネルギーの送達前ほど弾性ではなくなる。マイクロ波エネルギーが送達される組織も、隣接する組織ほど弾性ではなくなる。すなわち、切除アンテナにより近く位置し、したがって、より多くのマイクロ波エネルギーを受容してより高い温度に加熱される組織は、弾性ではなくなり、したがって、切除アンテナから更に離れて位置する組織よりも低い弾性レベルを有することになる。

30

【0095】

切除アンテナによるマイクロ波エネルギーの送達の開始と同時に、アプリケーション 281 は、マイクロ波エネルギーの送達が始まってから経過した総使用時間を記録及び測定するタイマーを開始する。その後、アプリケーション 281 は、ステップ S608 にて、経過時間、及び、ステップ S602 にて予め構成される切除処置の設定に基づいて計算された切除処置の完了までの時間をユーザーインターフェース 216 を介して表示し得る。切除処置の完了までの時間は、切除処置の総使用時間 - 経過時間など、切除処置の予め構成された設定に基づき得る。

40

【0096】

その後、又は、それと同時に、ステップ S610 にて、切除アンテナは、機械的攪拌を切除アンテナを取り囲む組織に発する。機械的攪拌は、流体のパルスが蠕動ポンプ 160 によってなどマイクロ波切除アンテナを介して注入されることによって引き起こされ得る

50

。蠕動ポンプ160が切除アンテナを通過して流体を注入する周波数及び/又は力は、切除アンテナによって発せられた機械的攪拌を、例えば、超音波センサ140によって捕捉される超音波帰還信号及び/又は超音波画像によって検出可能とさせるように修正され得る。例えば、蠕動ポンプ160は、パルスを通常運転中にほぼ10Hzにて生成するように構成され得る。パルス周波数は、パルスによって生成された圧力波の効果を最適化するように、蠕動ポンプ160のモーターヘッドを加速又は減速することによってなど、調節又は修正され得る。攪拌に対する組織の応答は、圧力波の効果に基づいて強められ得、弾性勾配など組織の応答の特性は、攪拌に対する組織の応答に基づいて決定され得る。弾性勾配は、組織の乾燥、したがって、切除処置の進行のレベルを示し得る。様々なパルス周波数が、蠕動ポンプ160のモーターヘッド速度を変えることによって生成され得、したがって、切除アンテナから異なる距離にて弾性勾配を強め得る。例えば、パルス周波数が高いほど、切除アンテナに近い弾性勾配が強調され得、一方、周波数が低いほど、切除アンテナから遠い弾性勾配が強調され得る。パルス周波数が増大すると、パルスの圧力スパイク又は力が小さくなり、その結果、弾性勾配は、切除アンテナに近いほど強調されることになり、一方、パルス周波数が低減すると、パルスの圧力スパイク又は力が増大し、その結果、弾性勾配は、切除アンテナから遠いほど強調されることになる。

10

20

30

40

50

【0097】

次に、ステップS612にて、超音波エネルギーを超音波センサ140によって治療場所にて組織に送達する。超音波センサ140は、超音波エネルギーが送達される組織の領域が治療位置の全部又は一部を包含するように位置決めされ得る。その後、超音波センサ140は、ステップS614にて、組織に送達される超音波エネルギーに基づいて超音波帰還信号を受信する。

【0098】

超音波帰還信号は、ステップS616にて、攪拌に対する応答を、切除アンテナを取り囲む組織内で検出することができるかどうか決定するために、アプリケーション281によってなど、処理及び/又は解析されるように超音波ワークステーション及び/又はコンピューティングデバイス180に供給される。例えば、先述したように、機械的攪拌によって、切除アンテナを通過する流体のパルスに基づいて、切除アンテナを取り囲む組織が変位され得る。実施形態では、アプリケーション281は、蠕動ポンプ160が切除装置を通過して流体を注入して、切除装置を取り囲む組織に機械的な攪拌を引き起こす周波数及び/又は力を調節し得、攪拌に対する組織の応答は、調整された周波数及び/又は力に基づいて検出され得る。アプリケーション281が攪拌に対する応答は検出されていないと決定した場合、処理は、ステップS610に戻る。

【0099】

あるいは、攪拌に対する応答が検出された場合、処理は、ステップS618に進み、アプリケーション281は、超音波帰還信号及び/又は超音波画像を処理して攪拌に対する組織の応答の特性を決定する。攪拌に対する組織の応答の特性としては、組織の変位量、組織の変位量の変化率、組織の変位の方向、組織の変位の方向の変化率、組織の変位が検出されることに基づく組織内の位置、組織が予め攪拌された位置に戻るのにかかる時間量、及び/又は、弾性勾配を挙げ得る。すなわち、アプリケーション281は、機械的攪拌によって引き起こされた切除アンテナを取り囲む組織の検出された変位に基づいて、組織の反応時間、すなわち、予め攪拌された状態に戻るために組織を取る時間を決定し得る。例えば、超音波画像は、流体のパルスが切除アンテナを介して注入されるたびに、切除アンテナを取り囲む組織が変位して予め変位する位置に戻すことを示し得る。アプリケーション281はまた、組織の変位量を機械的攪拌に基づいて決定し得る。弾性勾配は、これらの特性の1つ以上に基づき得る。組織の変位量及び反応時間は、組織の弾性レベルと相関づけられることになる。弾性でない組織ほど、移動が少なくなり、より弾性である組織よりも素早い反応時間を有することになる。上述したように、弾性でない組織ほど、多くのマイクロ波エネルギーを受容してしまい、より弾性である組織よりも高い温度に加熱されてしまうことになり、したがって、移動が少なく素早い反応時間を有する組織ほど、

より多く移動する組織よりも完全に切除されていると推論することができる。

【0100】

実施形態では、アプリケーション281は、攪拌に対する組織の応答の差分解析を実行し得る。例えば、アプリケーション281は、超音波センサ140のスキャン平面全体にわたる攪拌に対する組織の応答を解析して、隣接組織領域間の弾性又は剛性の差異を重点的に取り扱いは得る。アプリケーション281は、組織領域が隣接組織領域よりも多かれ少なかれ変位したことを検出した場合、アプリケーション281は、この差分を勾配線及び/又は潜在的な切除部位境界と識別し得る。同様の差分が一貫した線に沿って又は切除アンテナからの一貫した距離にて検出された場合、アプリケーション281は、識別された勾配線は切除部位境界であるという信頼性レベルを向上させ得る。同様に、アプリケーション281は、攪拌に対する組織の応答に基づく勾配線の差分解析に基づいて腫瘍の境界を識別し得る。例えば、癌組織は、健全な組織と異なる攪拌に対する応答を有し得、癌組織の応答の差異は、勾配線の差分解析に基づいて検出可能であり得る。したがって、実施形態では、攪拌に対する組織の応答の差分解析は、腫瘍の境界を識別するために、切除アンテナが配置された後、但し、組織へのマイクロ波エネルギーの送達の開始前に、例えば、ステップS606の前に実行され得る。そのような実施形態では、ステップS610及びS612は、ステップS606の前に実行され得る。

10

【0101】

その後、ステップS620にて、アプリケーション281は、組織の応答の特性を1つ以上の所定の閾値と比較して、特性のそれぞれが1つ以上の閾値を超えるかどうか決定する。例えば、反応時間が所定の閾値未満である場合、それは、組織は弾性が減っている表示であり得る。あるいは、反応時間が所定の閾値よりも大きい場合、それは、組織は弾性が増しているという表示であり得る。

20

【0102】

その後、アプリケーション281は、ステップS622にて、切除アンテナを取り囲む切除部位の特性を組織の応答の特性に基づいて決定し得る。例えば、決定は、弾性レベル、変位量、及び/又は、超音波センサ140によって検出された組織の反応時間に基づき得る。代替的に又は付加的に、決定は、上述した、差分解析に基づいて検出された勾配線に基づき得る。決定は、更に、攪拌に対する組織の検出された応答に対応する組織の領域、及び/又は、組織の応答の特性が1つ以上の閾値を超えるかどうかのステップS620での決定の結果に基づき得る。切除部位特性としては、切除部位の形状、切除部位のサイズ、及び/又は、切除部位の位置を挙げ得る。切除部位特性を決定することは、1つ以上の閾値を超える特性を有する組織の応答に対応する組織の部分を含み、1つ以上の閾値を超えない特性を有する組織の応答に対応する組織の部分を除外することによって切除部位を画定することを更に含み得る。

30

【0103】

アプリケーション281は、更に、ステップS624にて、予測切除部位特性を決定し得る。予測切除部位特性としては、予め構成された設定及び攪拌に対する組織の応答の特性に基づく最終的な切除部位の予測されたサイズ、形状、及び/又は位置を挙げ得る。すなわち、アプリケーション281は、切除処置が予定通りに続く場合に切除されることになる総合領域のサイズ、形状、及び位置の予測を決定し得る。予測切除部位特性は、組織の応答、決定された切除部位特性、切除装置の設定、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが組織に送達されることになる予想持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが組織に送達される信号の1つ以上の特性に基づき得る。アプリケーション281は、更に、組織の応答、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、及び/又は、マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性に基づいて、切除処置の進捗度を決定し得る。

40

【0104】

その後、アプリケーション281は、ステップS626にて、切除部位特性、及び/又

50

は、予測切除部位特性の表示をユーザーインターフェース216を介して表示し得、これの実施例を図7及び図8を参照して以下で説明する。例えば、アプリケーション281は、切除部位の仮想インジケータ又は表現を、以下で説明する図7及び図8に示すように、超音波センサ140から受信された超音波画像上のオーバーレイとして表示し得る。切除部位特性の仮想インジケータ又は表現は、切除部位に対応する超音波画像の部分に重ね合わせられた均一に色のついたか又は均一に影付きの形状を含み得る。あるいは、切除部位特性の仮想インジケータ又は表現は、組織の応答のその特性の様々なレベルに対応する濃淡又は発色の複数のレベルを含み得る。アプリケーション281は、更に、切除部位の表示を組織の異なる弾性レベルを示す勾配として表示し得、切除アンテナにより近い組織ほど弾性が減っており、切除アンテナから更なる組織ほど弾性が増えている。切除部位の仮想インジケータ又は表現は、組織の応答の特性の複数のそれぞれのレベルに対応する濃淡又は発色の複数のレベルを有する形状を更に含み得る。アプリケーション281は、更に、切除処置の進捗度の表示を表示し得る。更に、アプリケーション281は、上述した、差分解析中に識別された勾配線を表示し得、勾配線は、切除部位の境界及び/又は腫瘍の境界を示し得る。

10

20

30

40

50

【0105】

切除処置の進行は、ステップS616にて検出された、組織の変位及び反応時間を繰り返し測定するための組織内への機械的攪拌の繰り返される放出、及び、ステップS622にて決定された切除部位の決定された特性に基づいて追跡され得る。例えば、アプリケーション281は、組織の検出された弾性レベル及び反応時間に基づいて、十分に切除された組織の領域、及び/又は、まだ十分に切除されていない組織の領域を決定し得る。その後、アプリケーション281は、異なる領域及び対応する弾性レベル、及び、それらの領域が十分に切除されたか否かのインジケータを超音波センサ140から受信された超音波画像上に表示し得る。

【0106】

その後、ステップS628にて、アプリケーション281は、切除処置が完了したかどうか決定する。決定は、組織の応答、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性、ステップS602にて予め構成された設定に基づき、及び/又は、切除アンテナによるマイクロ波エネルギーの放射停止の検出に基づき得る。

【0107】

アプリケーション281が切除処置が完了していないと決定した場合、処理は、ステップS630に進み、アプリケーション281は、切除処置の完了までの推定時間を決定する。切除処置の完了までの推定時間は、組織の応答、決定された切除部位特性、マイクロ波エネルギーが組織に送達される経過持続時間、マイクロ波エネルギーが送達される組織内の位置、又は、マイクロ波エネルギーが送達される信号の1つ以上の特性、ステップS602にて受信された予め構成された設定、及び/又は、ステップS624にて決定された予測切除部位特性に基づき得る。その後、アプリケーション281は、ステップS632にて、完了までの推定時間を表示し得、後、処理は、ステップS610に戻る。アプリケーション281は、更に、切除装置の1つ以上のそれぞれの設定を介して、ステップS624にて決定された切除処置の進捗度に基づいて、マイクロ波エネルギーが組織に送達されるマイクロ波信号の1つ以上の特性を自動的に調整し得る。

【0108】

あるいは、アプリケーション281が切除処置は完了しているとステップS628にて決定した場合、切除アンテナによるマイクロ波エネルギーの放射は、ステップS634にて停止され、処理は、終了する。

【0109】

当業者によって認識されることになるように、上述の方法は、切除処置を実行するより長いプロセスの一部を形成するサブルーチンである。したがって、切除処置の一部を形成

する様々な他のステップ及びルーチンは、当業者によって知られているように、簡潔さのために省略されているか、又は、本明細書では手短かに説明するにすぎない。

【0110】

図7は、先述したように、図4のステップS424及び/又は図6のステップS626中にディスプレイ206上にアプリケーション281によって表示され得る例示的なユーザーインターフェース216の図を示す。図7は、超音波プローブ702のインジケータ及び切除アンテナ703のインジケータを示すビュー700を含む。時間704、温度706、及び出力ワット数708もまた示されている。時間704は、図4及び図6を参照して先述したように、経過時間及び/又は残り時間を表示するように構成され得る。ビュー700は、超音波画像平面725上に重ね合わされた切除アンテナ710の表現も示す。切除アンテナ710は、1つ以上の部分、例えば、超音波画像データ内で検出された治療ツール130に対応する撮像された部分と、超音波画像データ内では検出されず、むしろ、超音波画像データ上へのグラフィックオーバーレイとして表示される治療ツール130の1つ以上の部分に対応する生成された部分とを含み得る。超音波センサ720は、超音波画像平面725の角度の斜視図を提供するように示されている。交差インジケータ740の角度は、超音波画像平面725との切除アンテナ710の交差角度の斜視図を提供するように示されている。図7に示すように、切除アンテナ710及び超音波画像平面725は、同一平面上である。切除アンテナ710の軌跡715もまた示され得る。投影及び/又は検出された切除部位730のインジケータが、切除アンテナ710の周りに示されている。投影及び/又は検出された切除部位730のインジケータは、図4及び図6を参照して先に説明した切除部位のインジケータに対応する。

10

20

【0111】

図8をここで参照すると、先述したように、図4のステップS424及び/又は図6のステップS626中にディスプレイ206上にアプリケーション281によって表示され得る別の例示的なユーザーインターフェース216が示されている。図8は、上述した図7と同じ要素の多くを含む。そのような要素は、簡潔さのために、改めて説明はしない。図8は、超音波画像平面725及び切除アンテナ710との交差角度の疑似3Dの斜視図を示す。超音波画像726は、超音波画像平面725上に表示されており、一方、切除アンテナ710は、交差角度インジケータ740によって表された角度にて超音波画像平面725と交差すると示されている。

30

【0112】

図9をここで参照すると、上述した、図4のステップS424中にディスプレイ206上のアプリケーション281によって表示され得る更に別の例示的なユーザーインターフェース216が示されている。図9は、上述した図7と同じ要素の多くを含む。そのような要素は、簡潔さのために、改めて説明はしない。図9は、図7と類似の任意選択的な図を示し、赤色スペckル及び青色スペckルを有するクラウドが、切除部位の周りに示されている。先述したように、スペckルは、様々な色、形状、及び/又は、他のインジケータによって表示され得る。図9に示すように、赤色スペckルは「x」マーカー735aによって表されており、青色スペckルは、「o」マーカー735bによって表されている。切除処置の途中で、赤色スペckル及び青色スペckルは、ドップラーシフトが検出される位置で切除部位の周りに提示され得る。切除処置が進行するにつれて、先述したように、切除アンテナに最も近い組織領域が、先ず乾燥することになり、そのような組織領域内のドップラーシフトは、量、集中度、及び/又は周波数が減少し得る。それゆえに、臨床医は、図9に示すなどのユーザーインターフェース216を見ることによって、切除処置の進行をドップラーシフトが提示される組織領域に基づいて視覚化し得る。

40

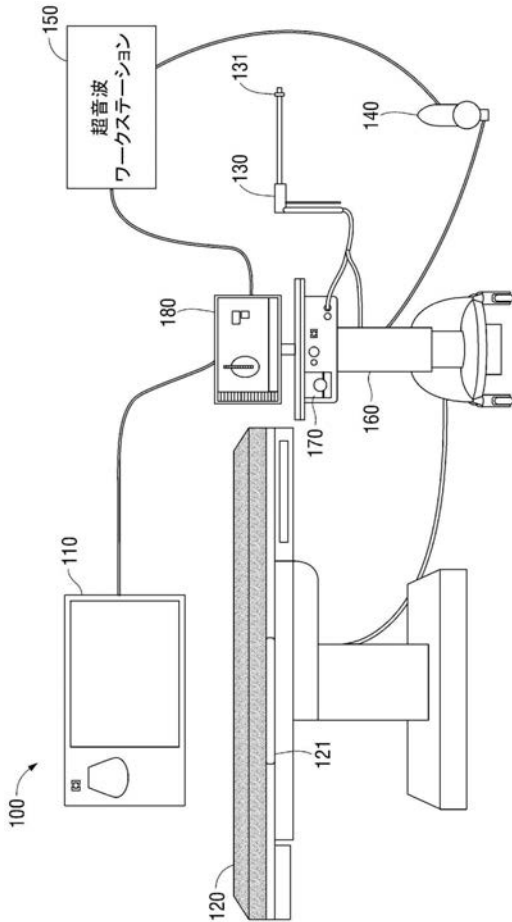
【0113】

装置の詳細な実施形態、当該の装置を組み込むシステム、及び、本明細書で説明するようにそのシステムを使用する方法。しかしながら、これらの詳細な実施形態は、単に本開示の実施例であり、本開示は、様々な形態で具現化され得る。したがって、本明細書で開示する特定の構造的及び機能的な詳細は、制限的と解釈されず、単に請求項の基盤として

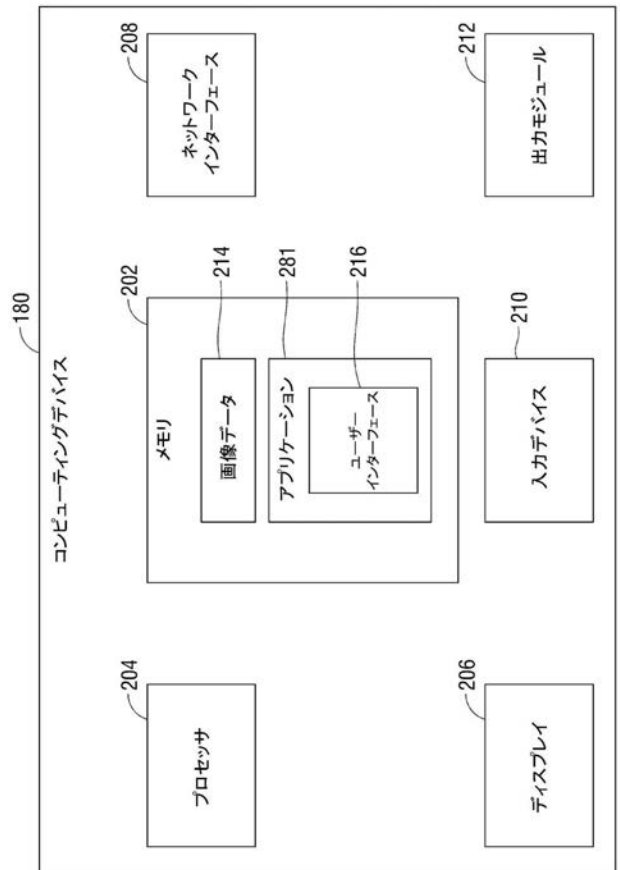
50

、及び、当業者が本開示を適切に詳説した構造で様々に採用することを可能にする代表的な基盤として解釈されるべきである。前出の実施形態が患者の気道の気管支鏡検査法の観点から記載されているが、当業者は、同一又は類似の装置、システム、及び方法が、例えば、血管網、リンパ系ネットワーク、及び/又は消化管ネットワークなど、他の管腔ネットワーク内でも使用され得ると理解するであろう。当業者によって認識されることになるように、上記の方法は、上述のシステム100など、経皮システムを使用して実行される。代替的に又は付加的に、方法は、気管支内アクセス及びナビゲーションシステムを使用しても実行され得る。

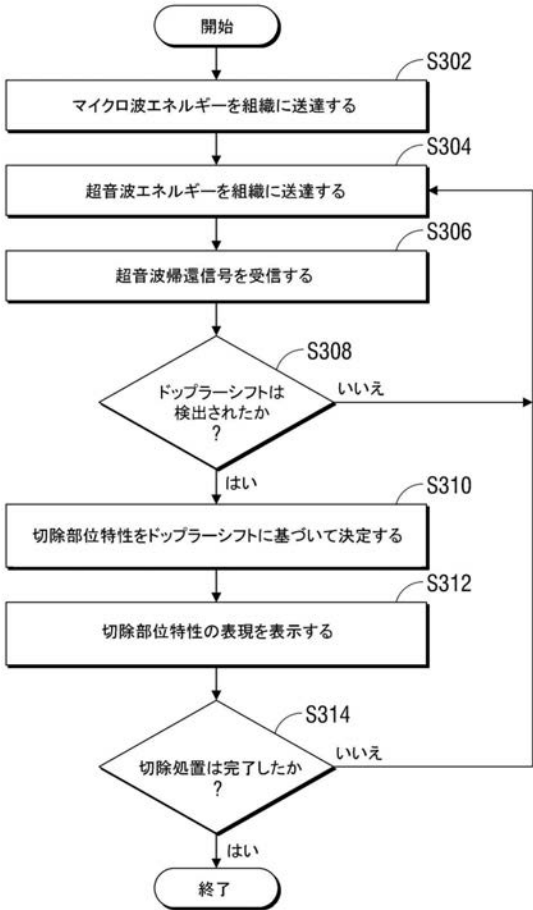
【 図 1 】



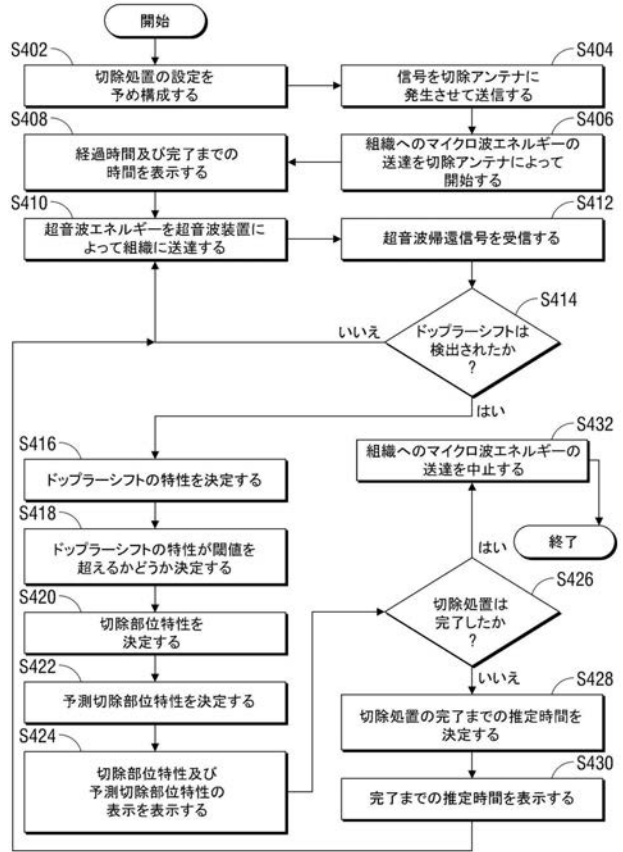
【 図 2 】



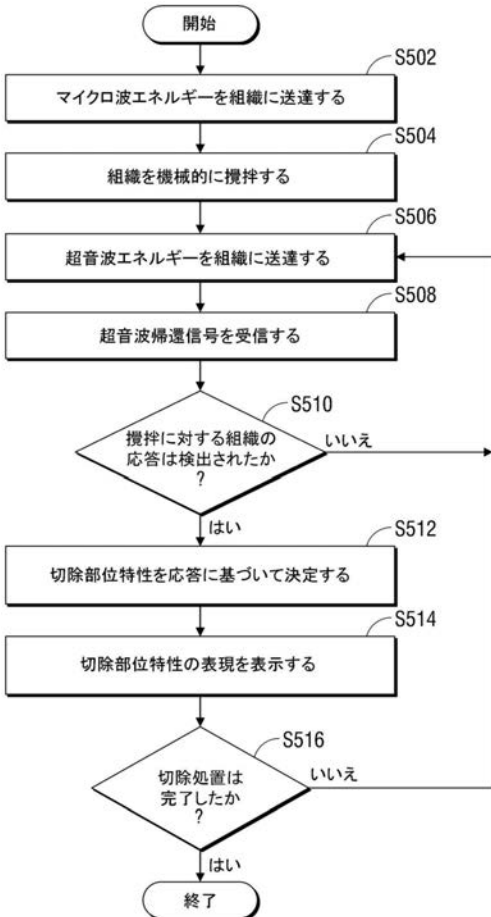
【 図 3 】



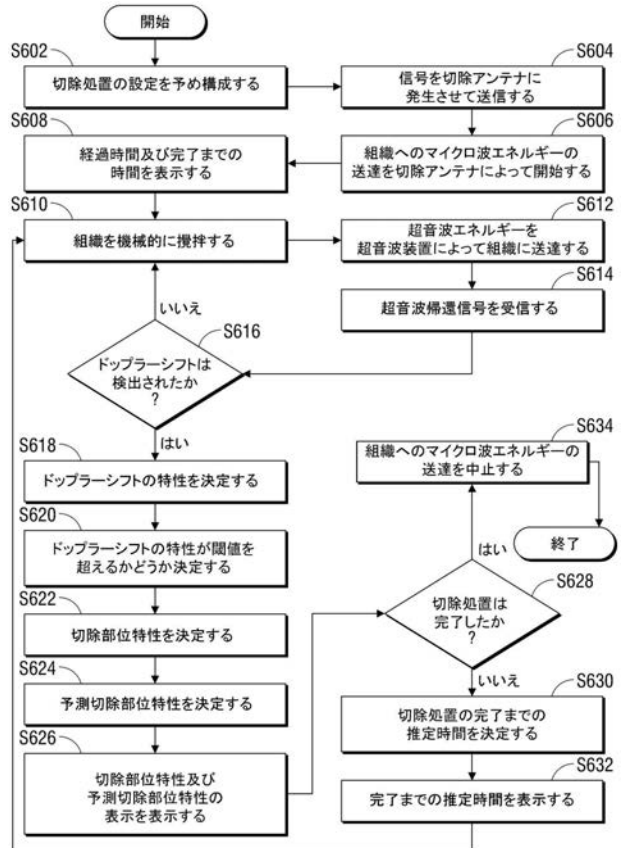
【 図 4 】



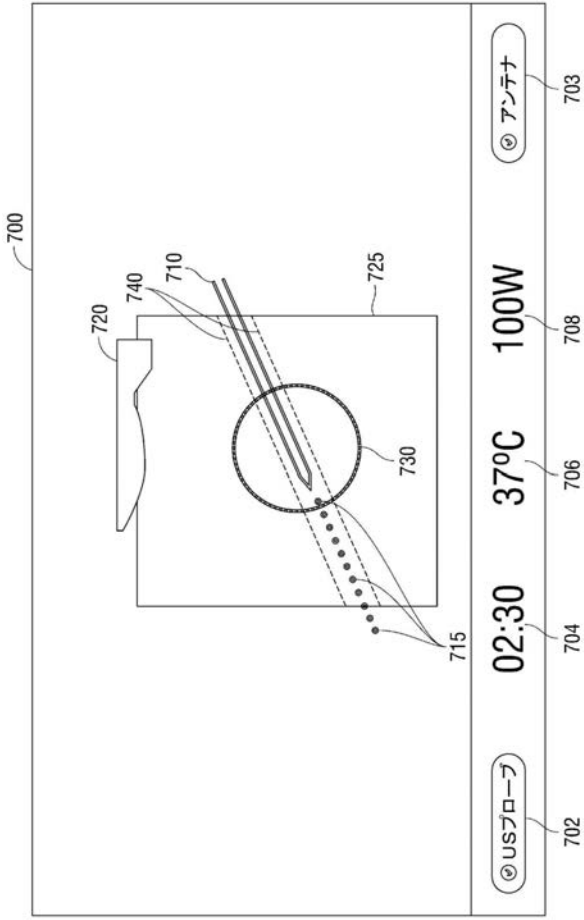
【 図 5 】



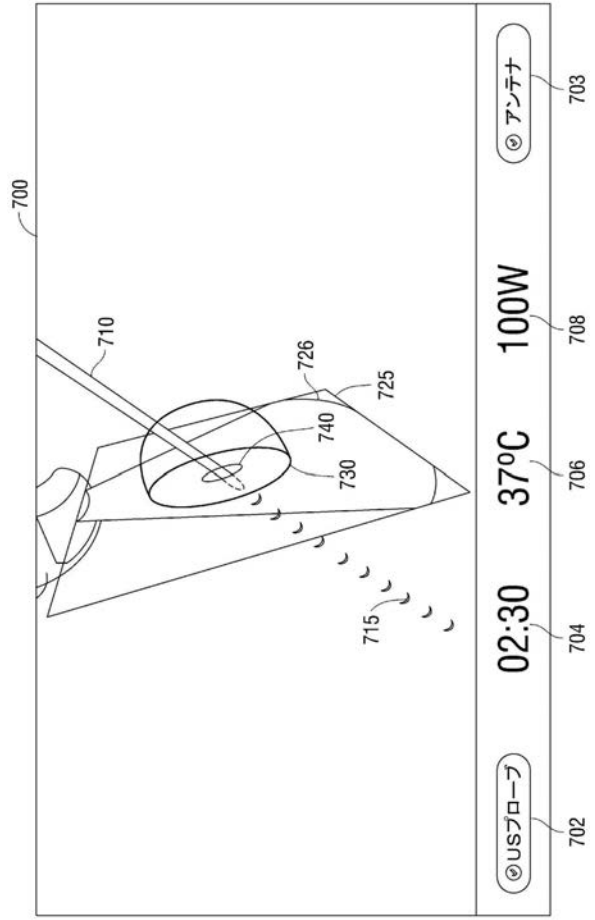
【 図 6 】



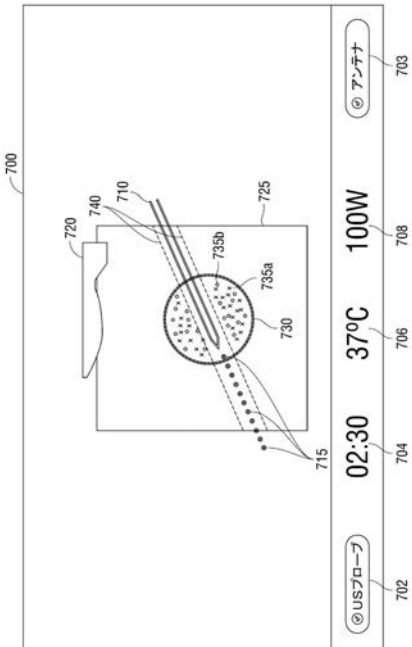
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【外国語明細書】

2018149276000001.pdf

专利名称(译)	超声多普勒和弹性成像用于消融预测和监测		
公开(公告)号	JP2018149276A	公开(公告)日	2018-09-27
申请号	JP2018028713	申请日	2018-02-21
[标]申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
申请(专利权)人(译)	Covidien公司有限合伙		
[标]发明人	ジョセフディーブラン		
发明人	ジョセフ ディー. ブラン		
IPC分类号	A61B18/18 A61B17/00 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/485 A61B8/488 A61B8/5207 A61B8/08 A61B8/0841 A61B8/085 A61B8/4254 A61B8/4477 A61B18/1815 A61B2017/00128 A61B2018/00023 A61B2018/00577 A61B2018/00642 A61B2018/00648 A61B2018/00678 A61B2018/00738 A61B2018/00845 A61B2018/0088 A61B2018/00904 A61B2018/00994 A61B2034/2063 A61B2090/062 A61B2090/378 A61B18/04		
FI分类号	A61B18/18.100 A61B17/00.700 A61B8/08		
F-TERM分类号	4C160/JK03 4C160/MM32 4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/DE04 4C601/EE09 4C601/EE10 4C601/EE16 4C601/FF16 4C601/GA18 4C601/GA20 4C601/GA25 4C601/KK19 4C601/KK31 4C601/KK47		
优先权	62/462129 2017-02-22 US 15/897803 2018-02-15 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在治疗期间改进超声扫描在消融预测和监测中的应用。使用超声多普勒和/或弹性成像检测预测，检测和监测消融部位的系统包括显示器110，包括电磁场发生器121的表120，EM传感器131治疗工具130包括超声工作站15连接到0，包括蠕动泵160，或附接至微波发生器170，或与微波发生器可操作地通信的计算装置180的超声波传感器140。计算装置，微波发生器，蠕动泵，功率，和/或可以被配置成控制或附件和外围设备相关的系统。显示指令相关的处理，图像的性能，并且被配置为输出一个消息。

