

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-503003

(P2013-503003A)

(43) 公表日 平成25年1月31日(2013.1.31)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 18/00 (2006.01)	A 6 1 B 17/36 3 3 0	4 C 1 6 0
A 6 1 B 19/00 (2006.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 2	4 C 6 0 1
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-526981 (P2012-526981)
 (86) (22) 出願日 平成22年8月26日 (2010. 8. 26)
 (85) 翻訳文提出日 平成24年4月9日 (2012. 4. 9)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/046794
 (87) 国際公開番号 W02011/028603
 (87) 国際公開日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10)
 (31) 優先権主張番号 61/237, 017
 (32) 優先日 平成21年8月26日 (2009. 8. 26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 12/868, 768
 (32) 優先日 平成22年8月26日 (2010. 8. 26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504332090
 リージェンツ オブ ザ ユニバーシティー
 オブ ミシガン
 アメリカ合衆国 ミシガン州 アナーバー
 ヒューロン パークウェイ 1600
 2階
 (71) 出願人 512034863
 ヒストゾニックス, インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国ミシガン州48103, ア
 ナーバー, ウェスト・リバティ・ロード
 3626
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 治療および画像処理超音波変換器用のマイクロマニピュレータ制御アーム

(57) 【要約】

多くの特徴のいくつかを含むことができる医療用画像処理治療装置が提供される。本装置の1つの特徴は、本装置が目標組織体積の画像処理を行い、目標組織体積に超音波エネルギーを印加することができる点である。いくつかの実施形態では、本医療用画像処理治療装置は、超音波治療システムにより生成される空洞現象気泡混濁を画像処理システムにより生成される前立腺の画像内に維持することにより、前立腺内に超音波エネルギーを制御自在に印加するように構成される。本医療用画像処理治療装置は、例えば、組織破碎術、碎石術、およびHIFUなどの治療用途に使用することができる。本医療用画像処理治療装置の使用に関する方法も対象とされる。

【選択図】 図1

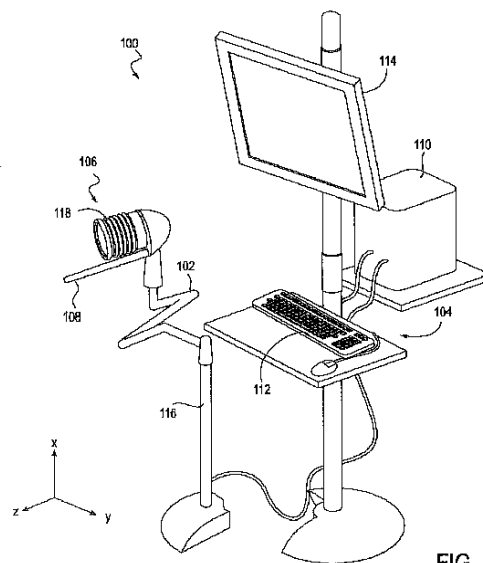


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像処理治療システムにおいて、
マイクロマニピュレータシステムと、
前記マイクロマニピュレータシステムにより支持される超音波治療システムと、
前記マイクロマニピュレータシステムにより前記超音波治療システムから離間して支持される画像処理システムとを含み、
前記マイクロマニピュレータシステムは、前記画像処理システムの撮像視野内に前記超音波治療システムの焦点を維持するように適合および構成された、画像処理治療システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記マイクロマニピュレータは、前記画像処理システムをヒトの男性患者の直腸内に配置し、前記画像処理システムが前記直腸内にある間に前記超音波治療システムを前記患者の会陰部と音響的に接触させて配置するように適合および構成された、画像処理治療システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記超音波治療システムの前記焦点は、前記画像処理システムから約 0.8 cm 乃至 4 cm にある、画像処理治療システム。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記超音波治療システムは、組織破碎術システムを含む、画像処理治療システム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記超音波治療システムは、組織内で空洞現象微細気泡を生成するように構成された超音波治療変換器を含む、画像処理治療システム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記超音波治療システムは、約 8 乃至 40 MPa のピーク負圧および 10 MPa を上回るピーク正圧のパルス強度、50 周期よりも短いパルス長さ、5%未満の使用率、および 5 KHz 未満のパルス反復周波数を有する、約 50 KHz から 5 MHz の間の周波数で動作する音響パルスを供給するように構成される超音波治療変換器を含む、画像処理治療システム。

30

【請求項 7】

請求項 1 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記画像処理システムは、経直腸プローブを含む、画像処理治療システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記マイクロマニピュレータシステムは、ロボットアームを含む、画像処理治療システム。

40

【請求項 9】

請求項 8 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記ロボットアームは、6 自由度まで動かすことができる、画像処理治療システム。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記マイクロマニピュレータシステムは、前記マイクロマニピュレータシステムを 4 自由度まで動かすように構成された少なくとも 4 つのステップモータを含む、画像処理治療システム。

【請求項 11】

50

請求項 10 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記少なくとも 4 つのステッパモータの 1 つは、前記画像処理システムをローリング軸に沿って回転させるように構成された、画像処理治療システム。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記少なくとも 4 つのステッパモータの 1 つは、前記超音波治療システムをピッチング軸に沿って回転させるように構成された、画像処理治療システム。

【請求項 13】

請求項 10 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記少なくとも 4 つのステッパモータの 1 つは、前記超音波治療システムをヨーイング軸に沿って回転させるように構成された、画像処理治療システム。

10

【請求項 14】

請求項 10 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記少なくとも 4 つのステッパモータの 1 つは、前記超音波治療システムを前/後軸に沿って前進させるように構成された、画像処理治療システム。

【請求項 15】

請求項 1 に記載の画像処理治療システムにおいて、
前記マイクロマニピュレータシステムを自動的に制御し、前記画像処理システムの前記撮像視野内に前記超音波治療システムの前記焦点を維持するように構成された制御システムをさらに含む、画像処理治療システム。

20

【請求項 16】

患者の前立腺内の組織を除去する方法において、
画像処理システムおよび超音波治療システムをマイクロマニピュレータシステム上で支持するステップと、

前記画像処理システムを前記患者の直腸に挿入するステップと、

前記画像処理システムにより前記前立腺の画像を生成するステップと、

前記超音波治療システムにより生成された気泡混濁を前記画像処理システムにより生成された前記前立腺の前記画像内に維持することにより、前記超音波治療システムから前記前立腺内に超音波エネルギーを制御自在に印加するステップと
を含む、方法。

30

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法において、

前記超音波治療システムを前記患者の会陰部と音響的に接触させて配置するステップをさらに含む、方法。

【請求項 18】

請求項 16 に記載の方法において、

超音波エネルギーを制御自在に印加する前記ステップは、前記超音波治療システムにより生成された前記気泡混濁を、前記画像処理システムの約 0.8 cm 乃至 4 cm 内に維持するステップをさらに含む、方法。

40

【請求項 19】

請求項 16 に記載の方法において、

超音波エネルギーを制御自在に印加する前記ステップは、組織破碎術治療を制御自在に施すステップを含む、方法。

【請求項 20】

請求項 16 に記載の方法において、

超音波エネルギーを制御自在に印加する前記ステップは、約 8 乃至 40 MPa のピーク負圧および 10 MPa を上回るピーク正圧のパルス強度、50 周期よりも短いパルス長さ、5% 未満の使用率、および 5 KHz 未満のパルス反復周波数を有する、約 50 KHz から 5 MHz の間の周波数で動作する音響パルスを供給するステップを含む、方法。

【請求項 21】

50

請求項 16 に記載の方法において、

超音波エネルギーを制御自在に印加する前記ステップは、制御システムによって、前記超音波治療システムにより生成された前記気泡混濁を、前記画像処理システムにより生成される前記前立腺の前記画像内に自動的に維持するステップをさらに含む、方法。

【請求項 22】

請求項 16 に記載の方法において、

前記前立腺内の組織を機械的に破壊するステップをさらに含む、方法。

【請求項 23】

請求項 22 に記載の方法において、

BPH を治療するのに前記前立腺内の組織を機械的に破壊するステップをさらに含む、方法。

10

【請求項 24】

請求項 22 に記載の方法において、

前立腺癌を治療するのに前記前立腺内の組織を機械的に破壊するステップを含む、方法

。

【請求項 25】

請求項 22 に記載の方法において、

前記前立腺の 3D 画像を形成するのに前記画像処理システムを回転させるステップをさらに含む、方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

[0001]本出願は、2010年8月26日に出願した、「MICROMANIPULATOR CONTROL ARM FOR THERAPEUTIC AND IMAGING ULTRASOUND TRANSDUCERS」という名称の米国特許出願第12/868,768号の優先権を主張するものであり、2009年8月26日に出願した、「MICROMANIPULATOR CONTROL ARM FOR THERAPEUTIC AND IMAGING ULTRASOUND TRANSDUCER S」という名称の米国仮特許出願第61/237,017号の35U.S.C.119の下での利益を主張するものである。これらの出願は、その全体が参照により本明細書に組み込まれている。

30

参照による組み込み

【0002】

[0002]本明細書に述べる特許および特許出願を含む全ての文献は、各個々の文献が参照により組み込まれていることを具体的かつ個別に示した場合と同程度に、その全体が参照により本明細書に組み込まれている。

【0003】

[0003]本発明は、概略的には、超音波装置による組織の画像処理および治療に関する。より具体的には、本発明は、組織破碎術装置による組織の画像処理および除去に関する。

40

【背景技術】

【0004】

[0004]組織破碎術および碎石術は、人体外部から人体内部の目標組織に超音波パルスを集束させる、非侵襲的な組織除去理学療法である。組織破碎術は、細胞組織を均質化して人体が放出または吸収することができる無細胞性液体にする、微細気泡の空洞現象により組織を機械的に破壊し、碎石術は通常、音響衝撃波により尿管結石を破碎するのに使用される。

【0005】

[0005]組織破碎術は、外科手術または他の治療処置の一部としての、目標組織体積または組織に取り囲まれた包含物の音響空洞現象を介する機械的破壊である。組織破碎術は、

50

周期的な空洞現象の空間的範囲を制御する音響および変換器走査パラメータの組全体が比較的狭い範囲内にあるとき、最も良く機能する。いずれかのパラメータの小さい変化は、継続中のプロセスの中断をもたらす可能性がある。

【0006】

[0006]組織破碎術は、次に大表面積集束型変換器を必要とする、高ピーク強度音響パルスが必要とする。これらの変換器は、碎石術に使用される変換器に極めて類似していることが多く、同じ周波数範囲で動作することが多い。主な相違点は、装置がどのように電気駆動されるかという点である。

【0007】

[0007]組織破碎術パルスは（通常）、正弦波駆動電圧の少数の周期からなるが、碎石術は（大抵の場合）、その固有周波数で応答する変換器による単一の高電圧パルスにより駆動される。碎石術パルスは1周期のみであっても、その負圧段階長さは、組織破碎術パルスの全長さに等しいか、またはそれを上回り、数十マイクロ秒続く。この負圧段階は、気泡の発生および気泡の継続的な成長を可能にし、1mmまでのサイズの気泡を提供する。碎石術パルスは、衝撃波およびこれらの1mm気泡により発生する機械的応力を使用し、組織破壊または結石の破碎を起こす。

10

【0008】

[0008]それと比較して、組織破碎術パルスの負および正の各周期は、気泡を成長および崩壊させ、次の周期は、同じプロセスを反復する。気泡の最大サイズは、約数十乃至数百マイクロメートルに達する。これらのマイクロメートルサイズの気泡は、組織表面と相互作用して組織を機械的に破壊する。

20

【0009】

[0009]それに加えて、組織破碎術は、1秒当たり数百乃至数千のパルス、すなわち100乃至1kHzパルス反復周波数を提供する。碎石術は、狭い範囲のパルス反復周波数（通常0.5乃至1Hz）内でのみ良く機能する。パルス反復周波数が10乃至100Hzまで増大するとき、碎石術の有効性および効率が大幅に減少することを研究は示す。効率の低減は、衝撃波および他のエネルギーが結石に到達するのを防ぐmmサイズの気泡の数の増加によるものである可能性がある。

【0010】

[0010]組織破碎術は通常、約8乃至40MPaのピーク負圧および10MPaを上回るピーク正圧のパルス強度、50周期よりも短いパルス長さ、約0.1%から5%の間でいくつの実施形態では5%未満の使用率、ならびに5kHz未満のパルス反復周波数を有する、約50kHzから5MHzの間の周波数で動作する音響パルスを提供することを含む。

30

【0011】

[0011]組織破碎術処置中に手術の解剖学的構造を可視化し、プロセスを実時間で監視するのに、診断超音波を使用することができる。組織破碎術空洞現象気泡混濁は、診断超音波上で高エコー（明）域として極めて明瞭に出現することができ、除去均質化される組織は、低エコー（暗）域として出現することができる。組織破碎術を使用して、治療アレイの集束部を電子的に変化させることにより、または手術目標領域内に治療変換器の集束部を機械的に動かすことにより、大きく不規則な組織体積を除去することができる。

40

【発明の概要】

【0012】

[0012]本発明は、マイクロマニピュレータシステムと、マイクロマニピュレータシステムにより支持される超音波治療システムと、マイクロマニピュレータシステムにより超音波治療システムから離間して支持される画像処理システムとを含む画像処理治療システムに関し、マイクロマニピュレータシステムは、画像処理システムの撮像視野内に超音波治療システムの焦点を維持するように適合および構成される。

【0013】

[0013]いくつかの実施形態では、マイクロマニピュレータは、画像処理システムをヒト

50

の男性患者の直腸内に配置し、画像処理システムが直腸内にある間に超音波治療システムを患者の会陰部と音響的に接触させて配置するように適合および構成される。いくつかの実施形態では、画像処理システムは、経直腸プローブを含む。

【0014】

[0014]いくつかの実施形態では、超音波治療システムの焦点は、画像処理システムから約0.8cm乃至4cmにある。

【0015】

[0015]画像処理治療システムの多くの実施形態では、超音波治療システムは、組織破砕術システムを含む。超音波治療システムは、組織内で空洞現象微細気泡を生成するように構成される超音波治療変換器を含むことができる。いくつかの実施形態では、超音波治療システムは、約8乃至40MPaのピーク負圧および10MPaを上回るピーク正圧のパルス強度、50周期よりも短いパルス長さ、5%未満でいくつかの実施形態では5%未満の使用率、ならびに5kHz未満のパルス反復周波数を有する、約50kHzから5MHzの間の周波数で動作する音響パルスを供給するように構成される超音波治療変換器を含む。

10

【0016】

[0016]いくつかの実施形態では、マイクロマニピュレータシステムは、ロボットアームを含む。ロボットアームは、例えば6自由度まで動かすことができる。別の実施形態では、マイクロマニピュレータシステムは、マイクロマニピュレータシステムを4自由度まで動かすように構成される少なくとも4つのステップモータを含む。一実施形態では、少なくとも4つのステップモータの1つは、画像処理システムをローリング軸に沿って回転させるように構成される。別の実施形態では、少なくとも4つのステップモータの1つは、超音波治療システムをピッチング軸に沿って回転させるように構成される。さらに別の実施形態では、少なくとも4つのステップモータの1つは、超音波治療システムをヨーイング軸に沿って回転させるように構成される。追加の実施形態では、少なくとも4つのステップモータの1つは、超音波治療システムを前/後軸に沿って前進させるように構成される。

20

【0017】

[0017]いくつかの実施形態では、画像処理治療システムは、マイクロマニピュレータシステムを自動的に制御し、画像処理システムの撮像視野内に超音波治療システムの焦点を維持するように構成される制御システムをさらに含むことができる。制御システムは、コンピュータなどの制御装置と、入力装置および表示装置とを含むことができる。

30

【0018】

[0018]画像処理治療システムを使用する方法も提供される。一実施形態では、患者の前立腺内の組織を除去する方法は、画像処理システムおよび超音波治療システムをマイクロマニピュレータシステム上で支持するステップと、画像処理システムを患者の直腸に挿入するステップと、画像処理システムにより前立腺の画像を生成するステップと、超音波治療システムにより生成される気泡混濁を画像処理システムにより生成される前立腺の画像内に維持することにより、超音波治療システムから前立腺内に超音波エネルギーを制御自在に印加するステップとを含む。

40

【0019】

[0019]いくつかの実施形態では、本方法は、超音波治療システムを患者の会陰部と音響的に接触させて配置するステップをさらに含む。

【0020】

[0020]別の実施形態では、本方法は、超音波治療システムにより生成される気泡混濁を、画像処理システムの約0.8cm乃至4cm内に維持するステップをさらに含む。

【0021】

[0021]追加の実施形態では、超音波エネルギーを制御自在に印加するステップは、組織破砕術治療を制御自在に施すステップを含む。別の実施形態では、超音波エネルギーを制御自在に印加するステップは、約8乃至40MPaのピーク負圧および10MPaを上回るピ

50

ーク正圧のパルス強度、50周期よりも短いパルス長さ、5%未満でいくつかの実施形態では5%未満の使用率、ならびに5kHz未満のパルス反復周波数を有する、約50kHzから5MHzの間の周波数で動作する音響パルスを供給するステップを含む。別の実施形態では、超音波エネルギーを制御自在に印加するステップは、制御システムによって、超音波治療システムにより生成される気泡混濁を、画像処理システムにより生成される前立腺の画像内に自動的に維持するステップをさらに含む。

【0022】

[0022]いくつかの実施形態では、本方法は、前立腺内の組織を機械的に破壊するステップをさらに含む。本方法は、BPHを治療するのに前立腺内の組織を機械的に破壊するステップをさらに含む。追加の実施形態では、本方法は、前立腺癌を治療するのに前立腺内の組織を機械的に破壊するステップを含む。

10

【0023】

[0023]一実施形態では、本方法は、前立腺の3D画像を形成するのに画像処理システムを回転させるステップを含む。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】[0024]マイクロマニピュレータシステムを含む画像処理治療システムの一実施形態を示す図である。

【図2】[0025]図2Aは、患者内の画像処理システムを示す図である。図2Bは、患者内の画像処理システムを示す図である。

20

【図3】[0026]図3Aは、マイクロマニピュレータシステムに取り付けられた画像処理システムおよび治療超音波変換器を示す図である。図3Bは、マイクロマニピュレータシステムに取り付けられた画像処理システムおよび治療超音波変換器を示す図である。

【図4】図4Aは、マイクロマニピュレータシステムに取り付けられた画像処理システムおよび治療超音波変換器を示す図である。図4Bは、マイクロマニピュレータシステムに取り付けられた画像処理システムおよび治療超音波変換器を示す図である。

【図5】[0027]組織破砕術処置により破壊される組織の超音波画像である。

【図6A】[0028]マイクロマニピュレータシステムの図である。

【図6B】マイクロマニピュレータシステムの図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0025】

[0029]様々な疾患の治療のために組織を除去または破壊するのに組織破砕術を使用することができる。具体的には、良性前立腺過形成(BPH)および前立腺癌の治療のために組織を除去するのに組織破砕術を使用することができる。1つの組織破砕術システムでは、画像処理システムおよび超音波治療システムは、電気機械的マイクロマニピュレータシステムにより保持および配置される。マイクロマニピュレータシステムは、処置台に取り付けることができ、または処置台上に保持し、天井に固定することができる。いくつかの実施形態では、マイクロマニピュレータシステムは、ジョイスティック制御し、またはコンピュータ追跡および配置プログラムにより制御することができる。経直腸(TR)超音波画像処理システムは、正確な目標設定および治療中に治療システムにより形成される気泡混濁の局在位置を確かめ、組織破砕術処置中の目標組織の画像処理を行うために、患者の直腸内に挿入することができる。画像処理システムは、処置中に治療の画像処理を行い、治療を追跡するのに、マイクロマニピュレータシステムに取り付け、軸方向に再配置し、半径方向に回転させることができる。

40

【0026】

[0030]本発明の一態様は、新規のマイクロマニピュレータシステムと、組織破砕術、砕石術、またはHIFU組織除去の分野で治療システムおよび画像処理システムを使用する方法とを提供する。マイクロマニピュレータシステムは、小さく、移動可能で、システムを容易に使用することができる。超音波治療システムおよび画像処理システムのどちらに対する取付点も含むことができる。マイクロマニピュレータシステムは、治療システムおよ

50

び画像処理システムのどちらの運動も独立に制御するように構成することができる。

【0027】

[0031]ここで図1を参照すれば、画像処理治療システム100は、マイクロコンピュータシステム102、制御システム104、超音波治療システム106、および画像処理システム108を含むことができる。マイクロコンピュータシステム102は、超音波治療システム106に取り付け、超音波治療システム106を6自由度(例えば、図1に示すx、y、およびz平面内の前/後、左/右、上/下、ヨーイング、ピッチング、およびローリング)まで動かすように適合および構成することができる。いくつかのシステムは、6自由度全ての運動を必要としない可能性があることを理解されたい。マイクロコンピュータシステムは、画像処理システムに取り付け、画像処理システムを6自由度まで動かすように構成することもできるが、通常、画像処理システムには、前/後およびローリングの自由度のみが必要とされる。いくつかの実施形態では、マイクロコンピュータシステムは、6自由度まで有するロボットアームを含む。ロボットアームは、配置および治療中に、画像処理システムおよび超音波治療システムのどちらの重量も堅固に保持するように構成することができる。図1の実施形態では、マイクロコンピュータシステム102は、別個の可動スタンド116に取り付けられる。あるいは、マイクロコンピュータシステムは、処置台(図示せず)上に取り付けることができる。

10

【0028】

[0032]制御システム104は、制御装置110、入力装置112、および表示装置114を含むことができる。制御装置は、マイクロコンピュータシステムの運動を制御するように構成されるハードウェアおよびソフトウェアを有するコンピュータとすることができる。例えば、制御装置は、CPU、メモリ、オペレーティングシステム、およびソフトウェアをロードし、取り付けられたハードウェアを制御するのに必要な他の演算必須要素を含むことができる。入力装置112は、例えば、キーボードおよびマウス、またはジョイスティックとすることができる。表示装置114は、例えば、電子表示装置またはグラフィカルユーザインタフェース(GUI)とすることができる。

20

【0029】

[0033]超音波治療システム106は、超音波エネルギーを目標組織体積に供給するように構成される、超音波治療変換器または変換器を含むことができる。いくつかの実施形態では、超音波治療変換器は、組織内で空洞現象微細気泡を生成するように構成される組織破砕術超音波変換器とすることができる。いくつかの実施形態では、組織破砕術超音波変換器は、約8乃至40MPaのピーク負圧および10MPaを上回るピーク正圧のパルス強度、50周期よりも短いパルス長さ、約0.1%から5%の間でいくつかの実施形態では5%未満の使用率、ならびに5KHz未満のパルス反復周波数を有する、約50KHzから5MHzの間の周波数で動作する音響パルスを提供するように構成することができる。他の実施形態では、超音波治療システム106は、碎石術超音波変換器またはHIFU変換器を含むことができる。超音波治療システム106は、ペローズなどの、変換器を患者に音響的に結合する結合機構118を含むことができる。あるいは、結合機構は、超音波治療システムから独立し、その代わりに患者に装着することができる。適当な結合機構のいくつかの実施形態は、2010年8月17日に出願した、「Disposable Acoustic Coupling Medium Container」という名称の米国特許出願第12/858,242号に述べられている。

30

40

【0030】

[0034]いくつかの実施形態では、画像処理システム108は、目標組織体積の画像処理を行うように構成され、Cモード診断超音波画像処理システムを含む。いくつかの実施形態では、画像処理システムは、経直腸画像処理プローブとすることができる。画像処理システムは、2Dまたは3Dで組織の画像処理を行うように構成することができる。いくつかの実施形態では、経直腸画像処理プローブは、前立腺およびその周囲の組織の画像処理を行うのに患者の直腸に挿入されるように構成することができる。他の実施形態では、2次画像処理変換器は、超音波治療システム106の中心に保持することができる。

50

【 0 0 3 1 】

[0035]ここで画像処理治療システムを使用する方法を述べる。図 2 A は、患者の直腸 R に挿入される画像処理システム 2 0 8 を示す。画像処理システム 2 0 8 の画像処理変換器 2 2 0 は、患者の前立腺 P の近傍に配置することができる。図 2 B は、上述のマニピュレータシステムなどのマニピュレータシステム 2 0 2 に結合する画像処理システム 2 0 8 を示す。いくつかの実施形態では、画像処理システムおよびマニピュレータシステムは、処置の開始時に手で配置することができる。いくつかの実施形態では、画像処理システム 2 0 8 は、図 2 A に示すように直腸内に配置することができ、その際、マニピュレータシステムは、図 2 B に示すように配置し、画像処理システムに取り付けることができる。画像処理システムは、直腸内を前進し、その結果、画像処理変換器 2 2 0 により画定されるその画像処理開口部は、前立腺の近傍にあり、前立腺の横断面の画像を取得するように構成される。画像処理システムは、前立腺の医療球欠面画像を取得するために、プローブの長手方向軸に沿って半径方向に回転することにより配置することもできる。

10

【 0 0 3 2 】

[0036]図 3 A 乃至図 3 B に示すように、超音波治療システム 3 0 6 は、それが患者の肛門と陰囊との間の会陰部に面するようにマニピュレータシステム 3 0 2 上に取り付けることができる。超音波治療システム 3 0 6 は、超音波治療システムの前面から約 0 . 8 c m 乃至 4 c m (例えば 1 c m など)離れた焦点を有するように構成することができる。したがって、前立腺治療の図 3 B を参照すれば、超音波治療システムは、超音波治療システム 3 0 2 の焦点 3 2 2 を画像処理システム 3 0 8 の撮像視野内および治療すべき前立腺内に配置するように配置することができる。図 3 A 乃至図 3 B では、マニピュレータシステムは、画像処理システムを患者の直腸内に配置し、画像処理システムが直腸内にある間に超音波治療システムを会陰部と音響的に接触させて配置するように適合および構成される。

20

【 0 0 3 3 】

[0037]マニピュレータシステムの運動、画像処理システムによる目標組織の画像処理、および超音波治療システムによる目標組織の治療を、管理し、観測し、上述の図 1 に示す制御システム 1 0 4 などの制御システムにより制御することができる。ここで図 4 A 乃至図 4 B および図 1 を参照すれば、焦点 4 2 2 の最初の配置は、マニピュレータシステム 4 0 2 により機械的に確立することができる。図 4 A に示すように、超音波治療システム 4 0 6 は、焦点 4 2 2 を前立腺 P 内の目標組織上で画像処理システムの撮像視野内に配置するのに、マニピュレータシステム 4 0 2 により動かすことができる。マニピュレータシステムは、図 4 A 乃至図 4 B に示すように、焦点 4 2 2 を前立腺の一方または両方の腺葉上に配置するように構成される。

30

【 0 0 3 4 】

[0038]マニピュレータシステム 4 0 2 は、内科医などのユーザにより手で、図 1 の画像処理システム 1 0 8 および表示装置 1 1 4 からの視覚案内の下で入力装置 1 1 2 を使用することにより配置することができる。他の実施形態では、マニピュレータシステムは、図 1 の制御装置 1 1 0 などの制御装置により自動的に配置することもできる。制御装置は、手術計画に応じてソフトウェアおよび/またはハードウェアによりプログラムし、マニピュレータシステムおよび超音波治療システムを自動的に配置し、それらを動かし、焦点を目標組織内に配置し、目標組織体積内の所望の組織を除去することができる。

40

【 0 0 3 5 】

[0039]引き続き図 1 を参照すれば、画像処理システム 1 0 8 は、超音波治療システム 1 0 6 、および手術計画用の制御システム 1 0 4 と一体化することができる。手術計画は、画像処理システム 1 0 8 により前立腺などの目標組織体積の複数の横断画像または球欠画像を取得し、これらの画像を制御システム 1 0 4 の制御装置 1 1 0 内に格納することにより容易にすることができる。いくつかの実施形態では、走査画像は、約 1 乃至 1 0 m m 離

50

間させることができる。これらの画像は、制御装置 110 内に格納し、制御装置内の手術計画ソフトウェア内に入力することができる。画像は、手術計画ソフトウェアにより検索することができ、その際、治療領域は、図 5 に外形線を描いた除去体積 524 によって示すように、所望の除去体積を特定するのに各画像上に描画し、または印を付けることができる。

【0036】

[0040]他の実施形態では、目標組織体積を走査することは、目標組織体積の 3 次元 (3D) 画像を再構築するために、球欠 (長手方向) 面にわたって画像処理システムを回転させ、全体積にわたって画像を取得することを含むことができる。次に、横断面または球欠面画像は、詳細な手術計画用にユーザまたは制御システムにより取得および検査することができる。治療体積は、上述のように、画像上に描画し、または印を付けることができる。

10

【0037】

[0041]いくつかの実施形態では、手術計画ソフトウェアまたはユーザは、後続の治療体積を増分量 1 mm (例えば、全範囲 0.2 mm 乃至 1 cm) で分離しながら、前立腺などの目標組織体積内の手術計画を作成することができる。各治療目標は、異なる線量の超音波治療を割り当てることができる。超音波線量は、例えば、供給するパルスの数または各治療目標における治療継続時間により決定することができる。いくつかの実施形態では、超音波治療は、組織破碎術治療を含む。組織破碎術は、計画された治療体積内で行うことができる。治療は、画像処理システムからの画像を表示することもできる制御システム表示装置上で追跡することができる。いくつかの実施形態では、超音波治療変換器の焦点は、マイクロマニピュレータシステムにより (例えば、前立腺の) 手術治療体積にわたって自動的に動かし、画像処理システムからの実時間画像処理の下で治療体積を除去することができる。いくつかの実施形態では、超音波治療システムは、治療体積を除去し、またはそれを機械的に破壊するように構成される。超音波治療システムは、例えば、BPH または前立腺癌などを治療するのに、前立腺の組織を除去し、またはそれを機械的に破壊するように構成することができる。

20

【0038】

[0042]いくつかの実施形態では、画像処理システムの初期既定位置は、前立腺の中央にあり、超音波治療システム焦点の初期既定位置は、画像処理システムの横断および球欠撮像視野内にある。いくつかの実施形態では、画像処理システムおよび治療システムの既定位置は、制御システム上の既定値制御要素 (例えば、ボタンまたはキー) を押すことにより回復することができる。

30

【0039】

[0043]引き続き図 4A 乃至図 4B および図 1 を参照すれば、画像処理システム 408 は、組織破碎術処置中に手動で前進および回転させ、画像形成領域内に空洞現象気泡混濁を保持し、実時間監視を容易にすることができる。あるいは、制御システムは、マイクロマニピュレータシステム、画像処理システム、および超音波治療システムを自動的に配置し、画像処理領域内に空洞現象気泡混濁を保持することができる。例えば、マイクロマニピュレータシステムは、治療システムの運動および画像処理システムの撮像視野に基づいて計算される程度まで、制御システムにより軸方向に自動的に回転および/または前進させることができる。別の代替案として、画像処理システムの回転を案内するのに画像処理フィードバックを使用することができる。画像処理システムは、組織破碎術空洞現象気泡混濁を示す、治療領域内の高エコー域 (すなわち、高後方散乱振幅) を画像処理フィードバックが示すまで、小さいステップで回転することができる。

40

【0040】

[0044]いくつかの実施形態では、超音波治療システムは、5 MPa を上回るピーク負圧の高振幅圧力波、1 乃至 1000 周期の超音波パルス継続時間、約 5 kHz 未満のパルス反復周波数、および約 5% 未満の使用率を有する、約 100 kHz から約 5 MHz の間の周波数の超音波パルスを使用して、組織体積内に超音波誘導される空洞現象気泡混濁を生

50

成することができる。

【0041】

[0045]他の実施形態では、超音波治療変換器の焦点は、約250kHzから約1.5MHzの間の超音波周波数と、2000W/cm²を上回る強度、約20MPaを上回る（例えば、30MPaから500MPaの間などの）ピーク正圧、および約5MPa未満（例えば、5MPaから40MPaの間など）のピーク負圧を有する高振幅圧力波と、30周期未満（例えば、0.2μsから30μsの間（1乃至20周期）など）の超音波パルス継続時間と、約5kHz未満のパルス反復周波数と、約5%未満の使用率とを使用して、組織体積内に超音波誘導される空洞現象気泡混濁を生成する。

【0042】

[0046]以上の図1乃至図4は、マイクロマニピュレータシステムをロボットアームとして述べ、示した。しかし、図6A乃至図6Bは、マイクロマニピュレータシステム602の別の実施形態を示す。上述のように、超音波治療システム606および画像処理システム608をマイクロマニピュレータシステムに取り付けることができる。図6Aに示すマイクロマニピュレータシステムは、超音波治療システム606を3自由度（例えば、前/後、ヨーイング、およびピッチング）まで動かすように構成することができ、画像処理システム608を1自由度（例えば、ローリング）で動かすように構成することができる。さらに、図6A乃至図6Bのマイクロマニピュレータシステム602は、図1の制御システム104などの制御システムにより自動的に制御され、本明細書に述べる超音波治療システムおよび画像処理システムを自動的に配置および制御することができる。

【0043】

[0047]矢印626で規定される、ヨーイング軸に沿った回転を達成するのに、ステッパモータ628は、ねじ式ロッド632により摺動ブロック630に取り付けることができる。ねじ式ロッドおよび摺動ブロックは、それぞれ、外部および内部のねじ切り接合を含むことができる。ステッパモータ628がねじ式ロッド632を回転させるとき、ねじ式ロッドのねじ切りにより、摺動ブロックは、溝634に沿って直線的に動く。摺動ブロック630は、接続ロッド638により回転棚636に取り付けることができる。接続ロッドは、棚の回転ピン640から離間した適当な位置で回転棚636に取り付けることができる。摺動ブロックが溝634に沿って直線的に動くとき、接続ロッド638は、回転棚636を押し、棚、したがって超音波治療システム606をヨーイング軸の回転ピン640の周りに回転させる。

【0044】

[0048]マイクロマニピュレータシステムは、同様に、矢印642で規定される、ピッチング軸に沿った回転を達成することができる。図6Aでは、ステッパモータ644は、ねじ式ロッド646を回転させ、摺動ブロック648を溝650内で直線的に動かす。これにより、接続ロッド652は超音波治療システム606を押し、ピッチング軸の回転ピン654の周りに回転させることができる。

【0045】

[0049]マイクロマニピュレータシステムは、同様に、矢印656で規定される、前/後軸に沿った運動を達成することができる。図6A乃至図6Bでは、ステッパモータ658は、ねじ式ロッド660を回転させ、摺動ブロック662を溝664内で直線的に動かすことができる。摺動ブロック662は、超音波治療システム606に取り付けられたフレーム666に取り付けることができる。したがって、摺動ブロックの直線運動により、フレームをホイール668に沿って直線的に動かす、それにより、超音波治療システム606を前/後方向656に前進させることができる。

【0046】

[0050]マイクロマニピュレータシステムは、同様に、矢印676で規定される、ローリング軸における画像処理システム608の運動を達成することができる。ステッパモータ670は、ねじ式ロッド672により画像処理システム608に直接取り付けることができる。ステッパモータ670は、ねじ式ロッド672を回転させ、画像処理システム60

10

20

30

40

50

6の回転を起こすことができる。さらに、ステッパモータ670は、画像処理システム608の手動回転を可能にするように、つまみ674を含むことができる。

【0047】

[0051]本発明に関連する追加的な詳細に関して、材料および製造技術は、当業者のレベル内で使用することができる。同じことが、本発明の方法に基づく態様に関して、通常または論理的に使用される追加的な機能において当てはまる。さらに、上述の発明の変形の任意のどんな特徴も、独立に、または本明細書に述べた特徴の1つもしくは複数を組み合わせて記載し、主張することができることが企図される。同様に、単数の項目への言及は、複数の同じ項目が存在する可能性を含む。より具体的には、本明細書および添付の特許請求の範囲で使用されるように、単数形「a」、「and」、「said」、および「the」は、文脈が特段、明白に示していなければ、複数の対象を含む。特許請求の範囲が、任意選択要素を除外するように記載することができることにさらに留意されたい。したがって、この記述は、特許請求の範囲構成要素の記述、または「否定的な」制限の使用と組み合わせた「solely」、「only」などのそうした排他的な用語の使用を前提として機能するものとする。特段、本明細書に規定していなければ、本明細書に使用される全ての技術的および科学的な用語は、本発明が属する技術の当業者により一般に理解されるものと同じ意味を有する。本発明の範囲は、本明細書によってではなく、むしろ、使用される特許請求の範囲の項目の明白な意味によってのみ限定される。

10

【図1】

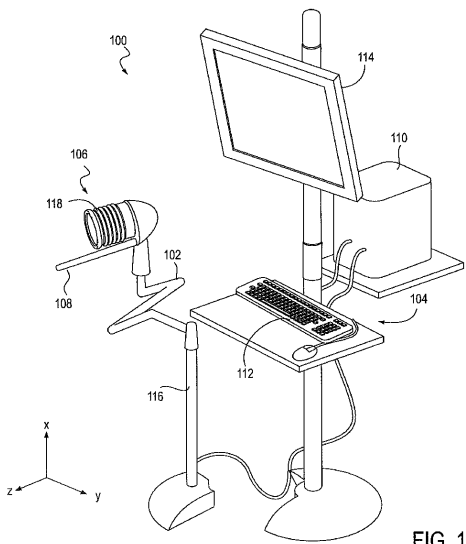


FIG. 1

【図2A】

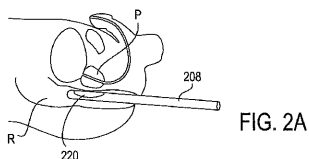


FIG. 2A

【図2B】

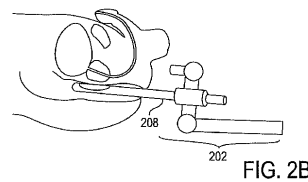


FIG. 2B

【図3A】

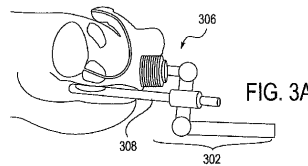


FIG. 3A

【図3B】

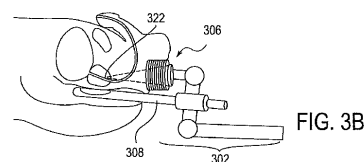


FIG. 3B

【 図 4 A 】

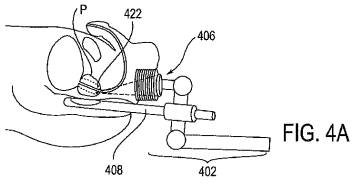


FIG. 4A

【 図 4 B 】

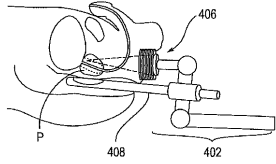


FIG. 4B

【 図 5 】

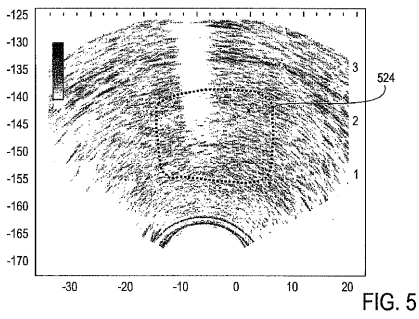


FIG. 5

【 図 6 A 】

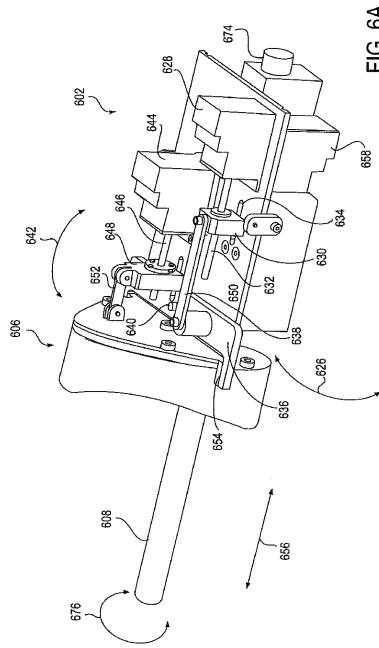


FIG. 6A

【 図 6 B 】

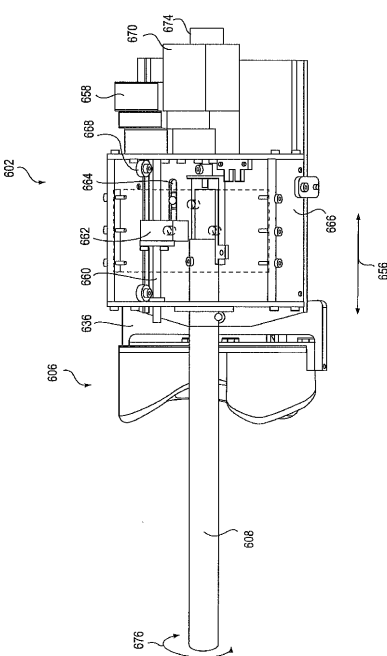




FIG. 6B

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2010/046794
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>A61N 7/00(2006.01)i, A61B 8/00(2006.01)i, A61B 8/13(2006.01)i, B25J 7/00(2006.01)i</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) A61N 7/00; A61B 5/05; A61B 10/00; A61N 5/00; A61B 8/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: ultrasound imaging and therapy system, histotripsy, transducer, robotic arm, computer		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008-0312561 A1 (CHAUHAN SUNITA) 18 December 2008 See abstract, paragraphs[0038]-[0039], [0040]-[0042], [0046],[0053]; claim 1 and figures 1, 7	1-2,7-15
A	US 2009-0030339 A1 (CHENG WAI SAM C. et al.) 29 January 2009 See paragraphs[0021]-[0023], [0027], [0033]; claim 1 and figures 2-4	1,7-8,15
A	US 2009-0198094 A1 (FENSTER AARON et al.) 06 August 2009 See paragraphs[0009], [0053], [0055], [0063], [0064]; claims 1, 3 and figures 1, 2	1-15
A	US 2008-0091123 A1 (FOCUS SURGERY, INC.) 17 April 2008 See paragraphs[0042], [0043], [0048]; claims 33, 33 and figures 1, 2	1-15
A	US 2006-0074303 A1 (MINNESOTA MEDICAL PHYSICS LLC) 06 April 2006 See paragraphs[0029]-[0032], [0034]; claim 1 and figures 1, 2	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 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 27 MAY 2011 (27.05.2011)		Date of mailing of the international search report 30 MAY 2011 (30.05.2011)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer Kim Eui Tae  Telephone No. 82-42-481-8710

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2010/046794**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: 16-25
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

Claims 16-25 pertain to methods for treatment of human or animal body by therapy or surgery, thus relate to a subject matter which this International Searching Authority is not required to search under Article 17(2)(a)(i) of the PCT and Rule 39.1(iv) of the Regulations under the PCT.

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims, it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2010/046794

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008-0312561 A1	18.12.2008	WO 2005-107622 A1	17.11.2005
US 2009-0030339 A1	29.01.2009	EP 1983899 B1 WO 2007-085953 A1	27.10.2010 02.08.2007
US 2009-0198094 A1	06.08.2009	None	
US 2008-0091123 A1	17.04.2008	CN 101222895 A0 EP 1901694 A2 JP 2009-500126 A US 2007-0010805 A1 US 2008-0091124 A1 WO 2007-008700 A2	16.07.2008 26.03.2008 08.01.2009 11.01.2007 17.04.2008 18.01.2007
US 2006-0074303 A1	06.04.2006	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, JP, 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

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100092967

弁理士 星野 修

(74)代理人 100114487

弁理士 山崎 幸作

(72)発明者 ロバーツ, ウィリアム・ダブリュー

アメリカ合衆国ミシガン州4 8 1 7 6, サリン, アムハースト・サークル 3 8 8

(72)発明者 ホール, ティモシー・エル

アメリカ合衆国ミシガン州4 8 1 0 4, アナーバー, フィフス・ストリート 6 3 7

(72)発明者 カイン, チャールズ・エイ

アメリカ合衆国ミシガン州4 8 1 0 5, アナーバー, スタラック・レイン 4 8 0 1

(72)発明者 フォークス, ジェイ・ブライアン

アメリカ合衆国ミシガン州4 8 1 0 3, アナーバー, サイオメドウ・ドライブ 6 2 7

(72)発明者 シュイ, ジェン

アメリカ合衆国ミシガン州4 8 1 0 5, アナーバー, ヴィレッジ・グリーン・ブルヴァード 2 4 2, アパートメント 2 0 2

(72)発明者 クスナー, マイケル・トーマス, ジュニア

アメリカ合衆国オハイオ州4 3 5 5 1, ペリーズバーグ, シェリングム・ロード 2 6 6 5 9

(72)発明者 テオフィロヴィック, デジャン

アメリカ合衆国ミシガン州4 8 1 0 8, アナーバー, ヴァインヤード・アベニュー 6 4 0 0

Fターム(参考) 4C160 JJ33 JJ35 JJ36 JJ38 JJ42 KL02 MM53

4C601 EE09 EE16 FE07 FF12 FF15 FF16 GA22 KK31

专利名称(译)	用于超声换能器的处理和图像处理微操纵器控制臂		
公开(公告)号	JP2013503003A	公开(公告)日	2013-01-31
申请号	JP2012526981	申请日	2010-08-26
[标]申请(专利权)人(译)	密歇根大学董事会 组织胞浆菌超音速公司		
申请(专利权)人(译)	密歇根大学董事会 组织胞浆菌超音速公司		
[标]发明人	ロバーツウィリアムダブリュー ホールティモシーエル カインチャールズエイ フォークスジェイブライアン シュイジェン クスナーマイケルトーマスジュニア テオフィロヴィックデジャン		
发明人	ロバーツ,ウィリアム・ダブリュー ホール,ティモシー・エル カイン,チャールズ・エイ フォークス,ジェイ・ブライアン シュイ,ジェン クスナー,マイケル・トーマス,ジュニア テオフィロヴィック,デジャン		
IPC分类号	A61B18/00 A61B19/00 A61B8/12		
CPC分类号	A61N7/02 A61B8/12 A61B8/4218 A61B34/72 A61B90/50 A61B2017/22008 A61B2090/378		
FI分类号	A61B17/36.330 A61B19/00.502 A61B8/12		
F-TERM分类号	4C160/JJ33 4C160/JJ35 4C160/JJ36 4C160/JJ38 4C160/JJ42 4C160/KL02 4C160/MM53 4C601/EE09 4C601/EE16 4C601/FE07 4C601/FF12 4C601/FF15 4C601/FF16 4C601/GA22 4C601/KK31		
代理人(译)	小林 泰 星野 修 山崎幸作		
优先权	61/237017 2009-08-26 US 12/868768 2010-08-26 US		
其他公开文献	JP5863654B2 JP2013503003A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种医学成像和治疗设备，其可以包括许多特征中的任何一个。该装置的一个特征是它可以成像目标组织体积并将超声能量施加到目标组织体积。在一些实施例中，医学成像和治疗设备被配置为通过维持由成像系统产生的前列腺图像内的超声治疗系统产生的空化气泡云来可控地将超声能量施加到前列腺中。医学成像和治疗装置可用于治疗应用，例如Histotripsy，Lithotripsy和HIFU。还涉及与使用医学成像和治疗装置相关的方法。

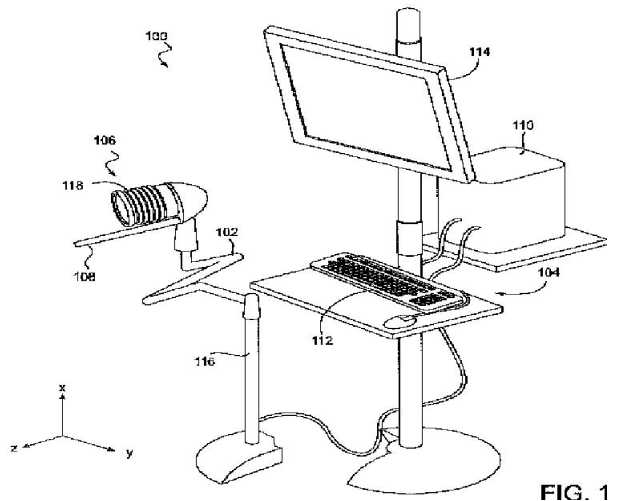


FIG. 1