

(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2016-526980

(P2016-526980A)

(43) 公表日 平成28年9月8日(2016.9.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 17/00 (2006.01)	A 6 1 B 17/00 7 0 0	4 C 1 6 0
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2016-522927 (P2016-522927)
 (86) (22) 出願日 平成26年6月25日 (2014. 6. 25)
 (85) 翻訳文提出日 平成27年12月22日 (2015. 12. 22)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2014/062578
 (87) 国際公開番号 W02014/207665
 (87) 国際公開日 平成26年12月31日 (2014. 12. 31)
 (31) 優先権主張番号 61/840, 752
 (32) 優先日 平成25年6月28日 (2013. 6. 28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 KONINKLIJKE PHILIPS
 N. V.
 オランダ国 5656 アーエー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 High Tech Campus 5,
 NL-5656 AE Eindhove
 n
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像誘導超音波血栓溶解のためのトランスデューサ配置及び位置合わせ

(57) 【要約】

体の部分(208)の超音波照射のための装置が、第1の超音波トランスデューサ(216)、及び反対側に取付けられる第2の超音波トランスデューサ(212)を含み、a) 第2のトランスデューサに対する第1のトランスデューサの相対配向を決定するための、少なくとも2つの超音波受信要素が第1のトランスデューサに取付けられるように；b) 第1のトランスデューサからの、ビームが、体の部分の中で、キャビテーション、及び／又は全身を循環する微小気泡の気泡破壊を引き起こすように；又は、c) 取付けられた要素及び引き起こすように両方のように、構成される。装置は、特徴a) 及び／又はb) それぞれを基準として使用することによって、第1のトランスデューサで、第2のトランスデューサを位置合わせする。取外し可能なサブシステムが、組み合わせイメージング及び治療システムを形成するために、治療又はイメージングトランスデューサのいずれかを含み、サブシステムは、そこにイメージング又は治療トランスデューサが取付けられるヘッドフレーム(204)を有するイメージング又は治療サブシステムに対応

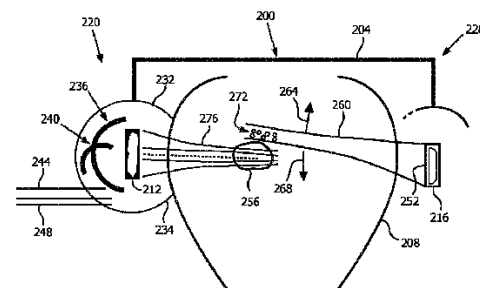


FIG. 2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

体の部分の超音波照射のための装置であって、

前記装置は、第 1 の超音波トランスデューサ、及び、前記体の部分に関して、前記第 1 の超音波トランスデューサの反対側に取付けられる第 2 の超音波トランスデューサを有し、

前記装置は、

a) 少なくとも 2 つの超音波受信要素が、前記第 2 の超音波トランスデューサに対する前記第 1 の超音波トランスデューサの相対配向を決定するために、前記第 1 の超音波トランスデューサに取付けられるように、

b) 前記第 1 の超音波トランスデューサからの、ビームが、前記体の部分の中で、キャビテーション、及び／又は気泡破壊を引き起こすように、又は

c) 取付けられた前記要素を備えるとともに前記引き起こすようにの両方のように、構成され、

前記装置はさらに、i) 前記要素の 2 つ以上；及び／又は i i) 対応した前記キャビテーション及び／又は前記破壊、をそれぞれ基準として使用することによって、前記第 1 の超音波トランスデューサで、前記第 2 の超音波トランスデューサを位置合わせするように構成される、

装置。

【請求項 2】

前記照射は、医療超音波処置を伴い、前記第 1 の超音波トランスデューサは治療トランスデューサを含む、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記第 1 の超音波トランスデューサは治療に特殊化され、前記第 2 の超音波トランスデューサはイメージングに特殊化される、

請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記少なくとも 2 つの要素が前記第 1 の超音波トランスデューサに取付けられるように構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 1 の超音波トランスデューサは、前記少なくとも 2 つの要素が取付けられる治療トランスデューサである、

請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 1 の超音波トランスデューサは、前記体の部分と音響的に相互作用するための面を有し、前記面は外縁を有し、前記少なくとも 2 つの受信要素は前記外縁に配置される、

請求項 4 に記載の装置。

【請求項 7】

前記第 2 の超音波トランスデューサにより、超音波画像のスライス面を形成するようにさらに構成され、前記少なくとも 2 つの要素から、前記少なくとも 2 つの要素の 2 以上が前記面の回転配向に関わらず前記面の中にあるように十分小さいそれぞれのギャップによって互いから離間された外縁に一連の受信要素がある、

請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記位置合わせは、自動的且つユーザ介入を必要とせずに、a) 超音波画像のスライス面を電子的に回転させること；及び b) 前記回転中に、前記要素によって受信された信号がいつ最大であるかの検出のために高周波信号を、前記回転中に前記要素により、受信すること；を含む、

請求項 6 に記載の装置。

【請求項 9】

前記位置合わせは、前記要素の出力に基づいて、前記第 2 の超音波トランスデューサに対する前記第 1 の超音波トランスデューサの配向、及び距離を推定することを含む、

請求項 4 に記載の装置。

【請求項 10】

モータ駆動アセンブリをさらに有し、前記装置はさらに、前記アセンブリにより、前記第 1 の超音波トランスデューサを、自動的且つユーザ介入の必要無しに、前記要素の出力に基づいて、位置合わせ基準が満たされるまで違う方向を向くように、動かすように構成される、

10

請求項 4 に記載の装置。

【請求項 11】

さらに前記第 2 の超音波トランスデューサにより 3 次元イメージングを行うように構成され、前記位置合わせは、前記第 2 の超音波トランスデューサが所定位置で固定されて保持される状態で、前記第 2 の超音波トランスデューサにより、超音波パルスを走査することを含む、

請求項 4 に記載の装置。

【請求項 12】

前記走査と同時に、超音波を受信するように前記少なくとも 2 つの受信要素の 2 以上を動作させるようにさらに構成され、前記位置合わせは、受信した前記超音波の内容に基づく、

20

請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

前記位置合わせは、前記第 2 の超音波トランスデューサにより、前記体の部分の中の特定のターゲットに焦点を合わせること、及び前記ターゲットからの側方散乱を検出するために前記少なくとも 2 つの受信要素の 2 以上を使用することを含む、

請求項 4 に記載の装置。

【請求項 14】

前記ビームが前記キャビテーション及び／又は気泡破壊を引き起こすようにさらに構成され、前記装置は、前記位置合わせが対応して前記キャビテーション及び／又は前記破壊を使用するように、構成される、

30

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】

前記位置合わせは、前記第 2 の超音波トランスデューサが所定位置で固定されて保持されている状態で、前記第 1 の超音波トランスデューサにより走査することを含む、

請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

前記位置合わせは、

前記引き起こすために、前記第 1 の超音波トランスデューサにより、走査すること、及び

40

前記走査と併せて、前記引き起こすことの結果を監視するように前記第 2 の超音波トランスデューサを使用すること、を含む、

請求項 14 に記載の装置。

【請求項 17】

前記第 2 の超音波トランスデューサによるイメージングに基づいて、前記走査の現在の方向が前記トランスデューサを位置合わせに至らせることが決定されるまで、自動的且つユーザ介入の必要無しに、前記第 1 の超音波トランスデューサにより、走査するように構成される、

請求項 16 に記載の装置。

【請求項 18】

50

前記体の部分は、人間又は動物の頭であり、前記装置はさらに、両方の前記トランスデューサの取付けのために構成された装着可能なヘッドフレームをさらに有し、前記装置は、前記ヘッドフレームが前記頭に装着されている間の前記位置合わせのために構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 19】

前記第 2 の超音波トランスデューサは、前記ヘッドフレームに移動可能に取付けられ、前記位置合わせは、前記第 2 の超音波トランスデューサを前記ヘッドフレームの所定位置に固定することを含む、

請求項 18 に記載の装置。

10

【請求項 20】

前記第 1 の超音波トランスデューサは、ヘッドフレームに移動可能に取付けられ、前記装置は、前記位置合わせの実行において、前記体の部分の中の容積を走査するために、前記第 1 の超音波トランスデューサの機械的な動作のために構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 21】

ディスプレイをさらに含み、前記装置はさらに、前記第 2 の超音波トランスデューサにより前記体の部分をイメージングするように及び前記体の部分の画像を、前記ディスプレイにより、表示するように構成される、

請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 22】

装置による体の部分の超音波照射のためのコンピュータプログラムであって、

前記装置は、第 1 の超音波トランスデューサ、及び、前記体の部分に関して、前記第 1 の超音波トランスデューサの反対側に取付けられる第 2 の超音波トランスデューサ、を有し、

前記装置は、

a) 少なくとも 2 つの超音波受信要素が、前記第 2 の超音波トランスデューサに対する前記第 1 の超音波トランスデューサの相対配向を決定するために、前記第 1 の超音波トランスデューサに取付けられるように、

b) 前記第 1 の超音波トランスデューサからの、ビームが、前記体の部分の中で、キャビテーション、及び／又は気泡破壊を引き起こすように、又は

c) 取付けられた前記要素を備えるとともに前記引き起こすようにの両方のように、構成され、

30

前記プログラムは、複数の動作を実行するためのプロセッサによって実行可能な命令を有し、前記動作の中に：

i) 前記要素の 2 つ以上；及び／又は ii) 対応した前記キャビテーション及び／又は前記破壊、をそれぞれ基準として使用することによって、前記第 1 の超音波トランスデューサで、前記第 2 の超音波トランスデューサを位置合わせする、動作がある、

プログラム。

【請求項 23】

40

取外し可能な超音波サブシステムであって、

超音波治療トランスデューサ又は超音波イメージングトランスデューサのいずれかを有し、

組み合わせイメージング及び治療システムを形成するために、前記サブシステムは、イメージング又は治療サブシステムに対応して取り外し可能に結合するように構成され、前記イメージング又は治療サブシステムは、そこにイメージング又は治療トランスデューサが取付けられるヘッドフレームを有し、前記イメージング又は治療サブシステムは、前記イメージング又は治療トランスデューサを、前記イメージング又は治療トランスデューサの他方に対して、a) キャビテーション、及び／又は気泡破壊を検出すること；並びに b) この場合少なくとも 2 つの超音波トランスデューサ要素が実装され、前記治療トランス

50

デューサに取付けられ且つ超音波を受信することに充てられるように構成される前記少なくとも2つの超音波トランスデューサ要素の出力；の少なくとも一つによって、位置合わせするように構成される、

取外し可能な超音波サブシステム。

【請求項24】

イメージング又は治療サブシステムであって、

ヘッドフレーム、及び、

対応して、前記ヘッドフレームに取付けられるイメージング又は治療トランスデューサ、を有し、

前記イメージング又は治療サブシステムは、前記イメージング又は治療トランスデューサを、取外し可能なサブシステムの前記イメージング又は治療トランスデューサの他方に対して位置合わせすることによって、組み合わせイメージング及び治療システムを形成するように構成され、前記位置合わせは：a) キャビテーション、及び／又は気泡破壊を検出すること；並びにb) この場合少なくとも2つの超音波トランスデューサ要素が実装され、前記治療トランスデューサに取付けられ且つ超音波を受信することに充てられるように構成される前記少なくとも2つの超音波トランスデューサ要素の出力；の少なくとも一つによる、

イメージング又は治療サブシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1つの超音波トランスデューサをもう一つに対して位置合わせすること、より具体的には、体の部分の両側に取付けられたトランスデューサを位置合わせすることに関する。

【背景技術】

【0002】

血栓溶解薬、特に組織プラスミノゲン活性化因子（tPA）と組み合わせた超音波が、虚血性脳卒中を引き起こす血餅の溶解に役立ち得ることが長年にわたって知られている。しかし、tPAは多くの副作用を有し、出血性（出血している）脳卒中患者に使用されるとき致命的であり得るので、それを使用する前に出血を除外するためにCTを必要とする。微小気泡造影剤と組み合わせた超音波はまた、潜在的により少ない有害作用で血餅を溶解させることが示されている。この効果は、一般に超音波血栓溶解（STL）と呼ばれている。

【0003】

経頭蓋イメージングが、脳卒中のような脳血管疾患を診断用超音波システムで診断するために長く使用されている。脳卒中は、たいてい、脳の一方の側又は他方で発生する。脳卒中の最も一般的な臨床診断は、一方の側の衰弱であり、脳の右側は体の左側の運動機能を制御し逆の場合も同じであるので、反対側の脳卒中をほのめかす。全ての虚血性脳卒中の約70%は、中大脳動脈（MCA）、主要な血管で起こり、ここでの脳卒中は、特に破壊的である。MCAは、頭蓋骨の最も薄い部分、したがって、超音波を最も少なく減衰させる、側頭骨の後ろに（約3-5cmの深さで）位置する。

【0004】

その全開示が本出願に参照により援用される、同一出願人によるBrown ing 他の特許文献1（以後、「Brown ing 出願」）は、STLのためのトランスデューサが取付けられるヘッドセットを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許出願公開第2010/0160779号

【発明の概要】

【0006】

頭蓋骨は、特に約1MHzより上の周波数において、高減衰性であることが良く知られている。tPAなしのSTLのたいていの研究は、イメージングの間に典型的に使用されるより著しく多くのパワーを必要とする。血餅のサイズ及び正確な位置は、正確にはわからないかもしれないので、広い範囲が、血餅の推定される場所において広い領域に高周波の音波を当てるために最適に使用される。微小気泡は、プロセスの間に破壊されるので、理想的な音場は、短期間(0.1-1000ミリ秒)の比較的高強度のブロードビームであり、気泡が関心領域(ROI)に戻る/ROIを再び満たすことを可能にするように30秒までの休止が後に続く。血餅が治療ビームの範囲内に位置し続けるとき、血餅標的領域に対する治療ビームの小さい変位又はずれは治療の送達に悪影響を与えないので、広い治療範囲はまた、システムの全体的な位置決めロバスト性を増加させる。

10

【0007】

経頭蓋超音波イメージングは、頭蓋骨侵入と分解能との間の最良のトレードオフとして約1.5-2.0MHzで一般に行われている。軸方向分解能のために、広帯域トランスデューサが通常使用され、これは、全体的なパワー伝達において効率的でない場合がある。エレベーション(elevation)における集束を提供するトランスデューサの前のレンズでさえ、吸収性である。画像品質が人を駆り立てる懸念であり入力パワーは減多に考慮されないので、イメージングトランスデューサは、特に効率的であるように設計されていない。

20

【0008】

超音波トランスデューサでの脳卒中治療のための大きい領域をカバーするために、2つの方法が使用されることができ：

1. ビームは、幅広い範囲を備えて特別に設計されることができ。例えば、ビームは、デフォーカス(defocus)されることができが、これは、ROIにおける局所的な瞬間的なパワーを著しく減少させる。
2. (比較的に狭い範囲を備える) ビームは、関心領域の周りをステップ走査されることができが、1つの場所のビームは、隣接する場所の気泡を破壊する可能性があり、これは、気泡がROIを再び満たす一方で、はるかに長い治療時間を必要とし得る。

30

【0009】

イメージングビームの脳組織による減衰を最小化するために、及び良好な画像品質を保つために、イメージングトランスデューサを同側側頭窓(ipsilateral temporal window)に置くこと(イメージングトランスデューサとROIの血餅との間のより短い距離をもたらす)、及び治療トランスデューサを対側側頭窓(contralateral temporal window)に置くことは有利である。イメージングトランスデューサは、閉塞(occlusion)領域(ROI)の位置を特定するために及び治療ビームをROIに向かってガイドするために用いられる。イメージング及び治療トランスデューサ両方の同じ側頭窓への配置は可能である(例えば、同心円状、又は並んで配置される)が、側頭窓の比較的小さいサイズは典型的にはこれを妨げる。イメージング及び治療送達のために別々のトランスデューサを用いることはしたがって、これがさらにそれらの異なる意図された目的のためにそれらの音響特性を別々に(及び最適に)適合させることを可能にするので、望ましい。頭蓋イメージングにおいて最適な音響窓を得ることに関する議論が、その全開示が本出願に参照により援用される、同一出願人によるShi他の米国特許出願公開第2012/0165670号(以下「Shi出願」)に載っている。

40

【0010】

Browningでは、両方のトランスデューサは、イメージングと治療の両方ができる；ところが、本出願では、一方をイメージングのために及び他方を治療に特殊化することが提案され、イメージングトランスデューサは、可能性の高い脳卒中と同じ頭蓋の側に

50

配置されている。したがって、Brown ingの図4に見られるように、同じトランスデューサからのイメージング領域内のBrown ingの治療ビームは、本出願に当てはまらない。

【0011】

また、Brown ingの図5に示されるように、Brown ingのイメージング平面140内の治療ビームベクトルグラフィック142は、本出願の提案に使用されていない；代わりに、その全開示が本出願に参照により援用される、同一出願人によるVign on他の国際公開第WO2012/042494号（以下「Vign on出願」）のように、対側治療ビームの輪郭の重ね合わせが表示される。ここでは、Brown ingのドップラプロセッサ28が、Vign on出願のキャビテーションプロセッサ28のように、キャビテーションデータを処理する機能で補われる。しかし、ここでは、キャビテーションプロセッサ28の処理機能の幾つかは任意である。特に、Vign onでは、焦点は、空間的に検出することに有益であるが、キャビテーション（cavitation）の領域及び微小気泡の破壊に有益でない；ここでは、任意で、イメージング及び治療トランスデューサの両方を空間的に位置合わせするために、よりシンプルな信号解析が、治療ビーム輪郭検出のためだけに必要とされる。本出願の幾つかの実施形態では、検出は、トランスデューサ間の位置合わせ目的のためである。Vign onでのように、キャビテーションプロセッサ28の重ね合わせ機能は、Bモードプロセッサ26から入力を引き込む。

【0012】

Brown ingでは、加えて、焦点の一方が、頭蓋内血流変化を監視している患者にある。スピーカ42、フロー変化検出器50、及び画像記憶部52は、本出願に提案されることに対して任意である；しかし、Vign onでのように、内部キャビテーション検出器50が、キャビテーションの安全且つ効果的なレベルを監視するために、フロー変化検出器に代わることができる。

【0013】

本出願では、焦点は、以下により詳細に論じられるように、トランスデューサ間の位置合わせのためである。Brown ingの図1のメカニカルインデックス（MI）及びビーム操向（BEAM STEER）機能は、それぞれの代替実施形態の1又は複数の位置合わせモジュールによって、並びにBrown ingのユーザインタフェース38のようなユーザインタフェースによって制御される。モジュールのコントローラはまた、各トランスデューサ又は両方のトランスデューサのためのオプションのモータ駆動アセンブリを制御する。

【0014】

現在の提案におけるトランスデューサ間の位置合わせへの焦点は、機能をそれぞれ特殊化しているトランスデューサに分けることの結果である。

【0015】

トランスデューサ機能の分離、及び、例えば、本出願に提案されたことの幾つかの実施形態における所望の方向にピボット（pivot）するように、ヘッドフレームに取付けられたトランスデューサの調整性を与えられることで、1つのトランスデューサの他に対する位置合わせが、ROIにおける血餅の正確なターゲティングを可能にする。両方のトランスデューサの電子的な操向の場合でさえ、各個別の患者に調整されるヘッドセットの機能が、初期化の間にトランスデューサの相互位置合わせによって、補償するように修正される。1つの実施形態では、位置合わせは、治療トランスデューサにより引き起こされるキャビテーション、及び／又は微小気泡破壊、並びにイメージングトランスデューサによるこれらの効果の検出に依存する。他の実施形態では、治療トランスデューサの面（face）の周囲の超音波受信要素が、微小気泡の使用なしの位置合わせを可能にする。

【0016】

ヘッドフレームは、幾つかの実施形態において、それがShi出願の図1に示されたヘッドフレーム128のようにリバーシブルであり得るという点で、Brown ingの図2A、2Bに示されたものと異なる。

【0017】

ヘッドフレームはまた、イメージング又は治療サブアセンブリ又はサブシステムが別の場所への配置のために取り外され得るという点でモジュール方式に構成されることができ。例えば、いったんイメージングが治療ビームを血餅又は他の治療場所に向けられるために使用されると、イメージングトランスデューサは接続を外され(disen-gaged)得る。イメージングトランスデューサを有する取外し可能なサブシステムは、例えば、少しの期間の後、後の時点で、治療の経過を決定するために、患者に再び取付けられ得る。これは、機能の分離の利点の1つである。したがって、例えば、各Brown-ingのアレイ10a、10bは、それ自体の流体で満たされたエンクロージャの中に収容され、モータ駆動ピボット運動用に構成される。患者の頭蓋骨の側頭骨領域と接触することになる、エンクロージャは、フレキシブルであるとともに音響的に透過的である。エンクロージャへのモータ及びトランスデューサ制御配線、エンクロージャ、及びその内容物は、ユニット、すなわち、それぞれイメージング又は治療取外し可能サブシステム、を形成する。他方の端部において、配線は、上述のコントローラへの接続部に着脱する。例えば、音響接続をコンフォーマル(conformal)にするのに流体容積を変化させるための、エンクロージャへの結合流体入口及び出口配管は、流体が水である場合、他方の端部で水脱気装置に接続可能である。結合流体を冷却するこのような脱気装置の例、治療サブアセンブリに特に有用である特徴は、その全開示が本出願に参照により援用される、Etchellle他による米国特許出願公開第2005/0154309号に載っている。取外し可能なサブシステムが取付けられる又は取り外されることになるとき、コントローラ又は脱気装置は、Brown-ingのユーザ制御38を介して臨床医による指示に応じて通知される。

【0018】

Brown-ingのマイクロビーム形成器12a、12bは、ここでは必要とされない。広角操向、高周波数、及び良好な解像度のために、イメージングマトリックストランスデューサが、1000を超える要素を必要とする。これは、通常128に制限されるケーブルの中に非常に多くの電線があることを避けるために、トランスデューサ自体の中の電子機器を集積することを必要とする。放熱を減らすために、マトリックストランスデューサの送信電子機器は、限られたパワー出力能力を有する。限られた操向及びフォーカスのみが必要とされるので、本出願のマトリックストランスデューサは、128要素以下の要件に適合し、それを高価にせず、ハウジング内に何も必要とせずに、システムから送信エレクトロニクスを直接駆動されることができるので、はるかに高い出力レベルを扱うことができる。

【0019】

本出願に提案されていることの態様によれば、体の部分の超音波照射のための装置が、第1の超音波トランスデューサ、及び、前記体の部分に関して、前記第1のトランスデューサの反対側に取付けられる第2の超音波トランスデューサを含む。装置は、2つの特徴の少なくとも1つを備えて構成される。第1の特徴は、第2のトランスデューサに対する第1のトランスデューサの相対配向を決定するために、少なくとも2つの超音波受信要素が第1のトランスデューサに取付けられることである。第2の特徴は、第1のトランスデューサからの、ビームが、体の部分の中で、キャビテーション、及び／又は気泡破壊を引き起こすこと、による。装置はさらに、i)要素の2つ以上；及び／又はii)対応したキャビテーション及び／又は破壊、すなわち、キャビテーション及び／又は破壊を動的に表す、全身に循環する微小気泡からの音響信号、をそれぞれ基準として使用することによって、第1のトランスデューサで、第2のトランスデューサを位置合わせするように構成される。

【0020】

副態様では、照射は、医療超音波処置を伴い、第1のトランスデューサは治療トランスデューサを含む。

【0021】

さらなる副態様では、第1のトランスデューサは治療に特殊化され、第2のトランスデューサはイメージングに特殊化される。

【0022】

1つの副態様では、第1のトランスデューサは、それに少なくとも2つの要素が取付けられる治療トランスデューサである。

【0023】

さらなる副態様では、第1のトランスデューサは、体の部分と音響的に相互作用するための面を有し、面は外縁を有し、少なくとも2つの受信要素は外縁に配置される。

【0024】

さらなる副態様として、装置はさらに、第2のトランスデューサにより、超音波画像のスライス面 (elevation al plane) を形成するように構成される。少なくとも2つの要素から、少なくとも2つの要素の2以上が面の回転配向に関わらず面の中にあるように十分小さいそれぞれのギャップによって互いから離間された外縁に一連の受信要素がある。

【0025】

他の副態様では、位置合わせは、自動的且つユーザ介入を必要とせず、a) 超音波画像のスライス面を電子的に回転させること；及びb) 回転中に、要素によって受信された信号がいつ最大であるかの検出のために高周波信号を、回転中に要素により、受信すること；を含む。

【0026】

関連する副態様では、位置合わせは、要素の出力に基づいて、第2のトランスデューサに対する第1のトランスデューサの配向、及び距離を推定することを含む。

【0027】

さらに他の副態様では、装置はさらに、モータ駆動アセンブリを含み、アセンブリにより、第1のトランスデューサを、自動的且つユーザ介入の必要無しに、要素の出力に基づいて、位置合わせ基準が満たされるまで違う方向を向くように、動かすように構成される。

【0028】

また他の副態様として、装置はさらに、第2のトランスデューサにより、3次元 (3D) イメージングを行うように構成される。位置合わせは、第2のトランスデューサが所定位置で固定されて保持される状態で、第2のトランスデューサにより、超音波パルスを走査することを含む。

【0029】

この副態様として、装置はさらに、走査と同時に、超音波を受信するように少なくとも2つの受信要素の2以上を動作させるように構成される。位置合わせは、受信した超音波信号の内容に基づく。

【0030】

代替又は補足的な副態様では、位置合わせは、第2のトランスデューサにより、体の部分の中の特定のターゲットに焦点を合わせること、及びターゲットからの側方散乱を検出するために少なくとも2つの受信要素の2以上を使用することを伴う。

【0031】

他の、特定の副態様では、装置はさらに、ビームがキャビテーション及び／又は気泡破壊を引き起こすように、並びに位置合わせが対応してキャビテーション及び／又は気泡破壊を使用するように、構成される。

【0032】

さらなる副態様では、位置合わせは、第2のトランスデューサが所定位置で固定されて保持されている状態で、第1のトランスデューサにより走査することを含む。

【0033】

関連する副態様では、前記位置合わせは、上述のことを引き起こすために、第1のトランスデューサにより、走査することを含む。それはさらに、走査と併せて、引き起こすこ

10

20

30

40

50

との結果を監視するように第2のトランスデューサを使用することを伴う。

【0034】

装置は、さらなる副態様において、第2のトランスデューサによるイメージングに基づいて、走査の現在の方向がトランスデューサを位置合わせに至らせることが決定されるまで、自動的に且つユーザ介入の必要無しに、第1のトランスデューサにより、走査するように構成される。

【0035】

体の部分が人間又は動物の頭である場合、装置はさらに、副態様において、両方のトランスデューサの取付けのために構成された装着可能なヘッドフレームを含む。装置は、ヘッドフレームが頭に装着されている間の位置合わせのために構成される。

10

【0036】

さらなる副態様では、第2のトランスデューサは、ヘッドフレームに移動可能に取付けられ、位置合わせは、第2のトランスデューサをヘッドフレームの所定位置に固定することを含む。

【0037】

他の特定の副態様では、第1のトランスデューサは、ヘッドフレームに移動可能に取付けられる。装置は、前記位置合わせの実行において、前記体の部分の中の容積を走査するために、前記第1のトランスデューサの機械的な動作のために構成される。

【0038】

1つの他の副態様では、装置はさらにディスプレイを含む。装置はさらに、第2のトランスデューサにより体の部分をイメージングするように及び体の部分の画像を、ディスプレイにより、表示するように構成される。

20

【0039】

他の態様では、取外し可能な超音波サブシステムが、超音波治療トランスデューサ又は超音波イメージングトランスデューサのいずれかを含む。組み合わせイメージング及び治療システムを形成するために、サブシステムは、イメージング又は治療サブシステムに対応して取り外し可能に結合するように構成される。イメージング又は治療サブシステムは、そこにイメージング又は治療トランスデューサが取付けられるヘッドフレームを含む。イメージング又は治療サブシステムは、イメージング又は治療トランスデューサを、一方を他方に対して、a)キャビテーション、及び／又は気泡破壊を検出すること；並びにb)治療トランスデューサに取付けられ且つ超音波を受信することに充てられるように構成される少なくとも2つの超音波トランスデューサ要素の出力；の少なくとも一つによって、位置合わせするように構成される。

30

【0040】

1つの他の、補足的な態様では、イメージング又は治療サブシステムは、ヘッドフレーム、及び、対応して、ヘッドフレームに取付けられるイメージング又は治療トランスデューサを含む。イメージング又は治療サブシステムは、イメージング又は治療トランスデューサを、取外し可能なサブシステムのイメージング又は治療トランスデューサの他方に対して位置合わせすることによって、組み合わせイメージング及び治療システムを形成するように構成される。位置合わせは、a)キャビテーション、及び／又は気泡破壊を検出すること；及びb)治療トランスデューサに取付けられ且つ超音波を受信することに充てられるように構成される少なくとも2つの超音波トランスデューサ要素の出力；の少なくとも一つによる。

40

【0041】

相補的な、関連する変形では、体の部分の超音波照射のための装置に関して、コンピュータ可読媒体又は代替的に、一時的な、伝搬信号が、本出願に提案されたことの一部である。これらは、第1の超音波トランスデューサ、及び、体の部分に関して、第1のトランスデューサの反対側に取付けられる第2の超音波トランスデューサを含む装置に関連する。装置は、2つの特徴の少なくとも1つを備えて構成される。第1の特徴は、第2のトランスデューサに対する第1のトランスデューサの相対配向を決定するための、少なくとも

50

2つの超音波受信要素が第1のトランスデューサに取付けられることである。第2の特徴は、体の部分の中で、キャビテーション、及び／又は気泡破壊を引き起こす、第1のトランスデューサからの、ビームによる。以下に記載されるようにコンピュータ可読媒体の中で具現化される、又は、代替的に、一時的な、伝搬信号の中で具現化される、コンピュータプログラムは、i) 第1の特徴の要素の2つ以上；及び／又はii) 第2の特徴のキャビテーション及び／又は破壊；をそれぞれ基準として使用することによって、第1のトランスデューサで、第2のトランスデューサを位置合わせする：動作を実行するためのプロセッサによって実行可能な命令を有する。

【0042】

対側性を取付けられたトランスデューサのための位置合わせ技術の詳細は、正確な縮尺で描かれていない以下の図面を用いて、さらに以下に、説明される。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明による組み合わせイメージング及び治療システムとして機能する例示の装置の概略図である。

【図2】本発明による、頭蓋骨の両側に取り付けられた超音波治療及びイメージングトランスデューサを持つヘッドセット、及び微小気泡活動ベースのトランスデューサ間位置合わせの例示の概略及び概念図である。

【図3A-3C】本発明による、どのようにトランスデューサ間位置合わせの他の方法が実装可能であるかの例を示す概略及び概念図である。

【図4A】本発明による、どのようにトランスデューサ間位置合わせが動作可能であるかのサンプルを提供するフローチャートである。

【図4B】本発明による、どのようにトランスデューサ間位置合わせが動作可能であるかのサンプルを提供するフローチャートである。

【図4C】本発明による、どのようにトランスデューサ間位置合わせが動作可能であるかのサンプルを提供するフローチャートである。

【図4D】本発明による、どのようにトランスデューサ間位置合わせが動作可能であるかのサンプルを提供するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0044】

図1は、説明的且つ非限定的例において、組み合わせイメージング及び治療システムとして機能する装置100を描く。装置は、コントローラ104、受信要素ベースの(REB)位置合わせモジュール108、及び／又は微小気泡活動ベースの(MAB)位置合わせモジュール112を含む。REB及びMAB位置合わせモジュールへの破線116、120は、2つのモジュール104、108が二者択一である又は同じ装置の中で使用可能であることができることを意味するためである。また装置100の部分は、上述のキャビテーションプロセッサ124、及び上で議論された変更を伴うBrown ing出願の図1に対応する主超音波システム128である。主超音波システム128はしたがって、Brown ing出願の図1のユーザインタフェース38、ディスプレイ40等を含む。装置100の追加の部分は、イメージングサブシステム132及びその相補的な取外し可能なサブシステム136である。第1の例証の線セグメント144は、回転可能であり、2つのサブシステム132、136が任意であることを意味するように、第1の矢印144にしたがって、2つのサブシステム132、136との係合に出入りする。代替の又は追加のオプションは、治療サブシステム148及びその対応取り外し可能イメージングサブシステム152である。それらは、同様に、第2の矢印160によって示されるように回転可能な第2の例証の線セグメント156によって表される。装置100はさらに、水が利用される音響結合媒体である場合、水脱気装置164を含む。条件付きの状態は破線168によって表される。

【0045】

図2は、ヘッドフレーム又はヘッドセット204を含むトランスデューサ取付装置20

0を示し、このヘッドフレームの中で、2つのトランスデューサは、頭蓋骨の両側（反対側）に取付けられる。装置は、人間の患者又は動物の頭208に装着可能である。同側に取付けられるのは、イメージングトランスデューサ212である。対側に取付けられるのは、治療、又は「治療上の」、トランスデューサ216である。イメージングトランスデューサ212は、視覚解像度を高めるために、推定病変部に近い頭208の側（同側）に当てられ得る。頭208の他方の側（対側）から当てられる治療ビームは、比較的広く、したがって、ずれに対してロバストにされることができる。治療トランスデューサ216は、反対側の領域に血餅溶解治療ビームを送り込むであろう非集束ピストントランスデューサと同じくらいシンプルであることができる。MCAは典型的には側頭窓の後の3-5cmに位置するので、これは主にMCA脳卒中に適用可能である。（患者間の脈管構造の変動性に対応するための）より多くの柔軟性のために及び他の血管で発生する脳卒中に対応するために、治療トランスデューサ216は、イメージングトランスデューサ212のように、限られた操向及び焦点調節を可能にするマトリックストランスデューサであり、イメージングトランスデューサより低い周波数、例えば1MHzで作動するであろう。

【0046】

代替的には、両方のトランスデューサの位置を完全に交換することも可能である：このシナリオでは、イメージングトランスデューサは対側に取付けられ、治療トランスデューサは同側に取付けられる。この配置は、幾つかの利点（より短い治療ビーム伝搬及びより低い治療ビーム減衰）があり得る一方、位置合わせ手順は本明細書に記載されるように全く同じに保たれる。

【0047】

イメージングトランスデューサ212は、ヘッドフレーム204を同様に含むイメージングサブシステム220の一部であり得る。代替的又は追加的な治療サブシステム228は同様に、治療トランスデューサ216及びヘッドフレーム204を含む。

【0048】

イメージング及び治療サブシステム220、228の間において、図2は、イメージングサブシステムのより完全な絵を示すが、治療サブシステムは、1つのトランスデューサ212がイメージング用に特殊化されるとともに他のトランスデューサ216が治療用に特殊化されているという事実以外類似であることができる。イメージングサブシステムはさらに、音響結合流体のためのエンクロージャ232、及び、エンクロージャの中に、トランスデューサアセンブリ236を含む、又は、超音波結合ゲルを使用して達成されるような、適切な結合機構を単純に含み得る。患者との接触のためのエンクロージャ232の一部は、コンフォーマル結合膜234であり得る。トランスデューサアセンブリ236は、イメージングトランスデューサ212及びその接続モータ駆動運動フレーム、又は「モータ駆動ステージ」240を含む。イメージングサブシステム220はまた、モータ及びトランスデューサ制御配線244、並びに結合流体入口及び出口配管248を含み得る。

【0049】

イメージングトランスデューサ212のように、治療トランスデューサ216は、頭208の側頭骨領域と音響的に相互作用するための面252を有する。

【0050】

いったんイメージングトランスデューサ212が、血餅又は閉塞256を含むROIを画像化するように誘導されると、誘導は停止する。代替的には、イメージングトランスデューサは、閉塞がそのイメージング面の中で位置を特定されるまで、電子的に走査される。

【0051】

治療ビーム260が次に、誘導矢印264、268からわかるように、閉塞256と一致するように誘導される。

【0052】

誘導は、リアルタイム画像誘導下で行われる。特に、治療ビーム260によって引き起こされるキャビテーション及び／又は気泡破壊が、イメージングトランスデューサ212

10

20

30

40

50

によって放射されたイメージングビーム 276 からのエコーデータにより検出される。治療ビーム 260 の誘導 264、268 は、検出が発生するとき、すなわち、キャビテーション及び／又は気泡破壊 272 が R O I の閉塞 256 の場所にあることが検出され、イメージングトランスデューサ 212 によって放射されるパルスから戻される高周波 (R F) データによって示されるような、イメージングトランスデューサ 212 と治療トランスデューサ 216 との間の及びそれらのそれぞれのビーム (276、260) の位置合わせを示すとき、停止される。装置 100 は、M A B 位置合わせモジュール 112 により、微小気泡破壊／キャビテーション 272 が画像フレーム／R O I で発生したか及びいつ発生したかを決定する。結果に応じて、M A B 位置合わせモジュールはさらに、治療トランスデューサ 216 を、モータ駆動ステージ又は電子操向により、位置合わせが達成されるまで、自動的に違う方向を向くように、制御する。この自動位置合わせ手順のためのサーチパターンは、例えば、蛇行様往復動走査、又は渦巻走査を含むことができる。代替的には、治療トランスデューサ 216 は、ブロードビーム治療ビーム 260 の輪郭のスクリーン上のグラフィックのインタラクティブ視覚案内の下で、手動で駆動可能又はその他の方法で手動で移動可能である。グラフィックは、B モードイメージング上の重ね合わせであることができる。このようなグラフィックは V i g n o n 出願に述べられているが、V i g n o n における主な焦点は、患者の安全のための、安定なキャビテーション及び慣性キャビテーションの領域の間の色に関しての区別することにある。キャビテーションを表す任意の単色グラフィックが、基本周波数を表す R F データに対するノイズを表す R F データの比較に基づくことができる。基本画像は、R F データを基本周波数に関してフィルタにかけること及びフィルタされたデータをエンベロープ検出にかけることによって、計算される。同様に、ノイズ画像が、R F データを基本周波数の 1.75 倍でフィルタにかけること及びフィルタされたデータをエンベロープ検出にかけることによって、計算される。ノイズ画像輝度が基本画像輝度がある閾値、例えば、-25 デシベル (d B) だけ超える場合、キャビテーション及び／又は気泡破壊 272 が、例えば、現在の B モードイメージング面の、ボクセルに対して存在することが決定される。

【0053】

トランスデューサ間位置合わせの実施形態のシナリオが図 3 A に示され、治療トランスデューサ 216、及びイメージングトランスデューサ 212 によって取得された超音波画像のスライス面 301 を含む。現在の例では、イメージングトランスデューサは、(完全な回転能力を持つ) 2 次元 (2 D) イメージングトランスデューサとして実装されているが、図 3 A の構造は、マトリックストランスデューサによるイメージングという面においても使用可能である。治療トランスデューサ 216 の面 252 の外縁 302 に、超音波受信要素 (又は「位置合わせ要素」) 304 がある。一連 306 の受信要素 304 は、互いからギャップ 308 だけ離間されている。一連 306 は、要素 304 の少なくとも 2 つ 310、すなわち面 252 の反対側のものが、スライス面の配向にかかわらずスライス面 301 内にあるように構成され、配向は、図 3 A において配向矢印 312、314 によって表されている。

【0054】

要素 304 は、そこからイメージングトランスデューサ 212 からのイメージングパルスの飛行時間情報が導き出されることができる内容を出力する。図 3 B を参照すると、飛行時間データは、イメージングトランスデューサ 212 と治療トランスデューサ 216 との間の距離 316 を提供する。要素 304 の、一般的に 3 以上の、異なるものの出力を区別することによって、イメージングトランスデューサ 212 に対する治療トランスデューサ 216 の配向 318 に関する情報が利用可能である。斜めを向いている要素は、入射圧力として単に方向成分しか受けないので、要素 304 によって受信された信号の相対的な圧力の大きさもまた配向決定に貢献し得る。配向決定のアルゴリズムは、経験的に導かれ得る。

【0055】

上述の計算は、空間又はイメージングトランスデューサ 212 の座標系における治療ト

ランスデューサ 216 の位置及び相対配向 318 を提供する。受信要素 304 のそれぞれの推定位置の精度は 1 ミリメートルのオーダーであり、これは、特にブロード治療ビームに対して、十分である。血餅／閉塞 256 がイメージングトランスデューサ 212 の空間のどこにあるかの知識は、図 4 A に関連して以下に論じられる初期化ルーチンから収集される。イメージングトランスデューサ 212 の空間における組み合わせたこれらの 2 つの定位は、治療トランスデューサ 216 から血餅／閉塞 256 への経路を決定する。イメージングトランスデューサ 212 の空間における治療トランスデューサ 216 の位置及び配向は知られているので、治療トランスデューサの空間における血餅／閉塞 256 の位置も今は知られている。したがって、トランスデューサ間位置合わせが達成されると、治療トランスデューサ 216 は、STL 治療で必要とされるように、血餅／閉塞 256 及び周囲のマージンを治療するためにビームを向けることができる。

10

【0056】

代替トランスデューサ間位置合わせの概要 320 が図 3 C に概念的に描かれている。側頭から側頭への軸から十分オフセットされた血餅／閉塞 322 は、イメージングトランスデューサ 212 からのイメージングビーム 324 を集束させられる（又はイメージングトランスデューサのイメージング面の中に含まれる）。側方散乱 326 が、治療トランスデューサ 216 の面 252 の外縁 302 の要素 304 により検出される。

【0057】

図 4 A は、上述の病変部位置特定初期化ルーチン 400 である。イメージングトランスデューサ 212 の視野が、治療のターゲット、例えば、血餅／閉塞 256 を含まない、又は中央に含まない間（ステップ S402）、イメージングビーム 276 の方向が変えられる（ステップ S404）。血餅／閉塞 256 が撮像される、又は十分良好に撮像されるとき（ステップ S402）、ビーム方向が電子操向によって変えられている場合（ステップ S406）、操向は停止される（ステップ S408）。他方、ビーム 276 の操向がモータ駆動運動によってである場合（ステップ S410）、モータ駆動運動が停止される（ステップ S412）。その他、操向が手動である（ステップ S414）、すなわち、（流体充填エンクロージャを使用しない実施形態における）スクリーン上のグラフィックのインタラクティブ視覚案内の下でのイメージングトランスデューサ 212 の臨床医の手動操作による場合、臨床医は、イメージングトランスデューサを所定位置に、例えば、ヘッドフレーム 204 のロックノブを締めることによって、手動で固定する（ステップ S414）。

20

30

【0058】

図 4 B は、微小気泡活動ベースの位置合わせプロセス 410 である。それは、病変部位置特定初期化ルーチン 400 の直後に実行され、この初期化ルーチンはイメージングトランスデューサの画像において血餅／閉塞を位置特定したばかりである。メカニカルインデックス (MI) は約 0.3（又はそれより大きく、循環の中で微小気泡に空洞形成するのに十分に設定される（ステップ S416）。メカニカルインデックスはここでは、超音波周波数（[MHz]）の平方根によって割られたピーク負圧（[MPa]）として定義され、気泡破壊の可能性を示す。治療ビーム 260 は、手動で、電子的に又はモータによって走査される（ステップ S418）。任意で、ビーム輪郭の重ね合わせが、ディスプレイ上で同調して動かされる（ステップ S420）。特に、キャビテーションイメージングは、キャビテーション及び／又は微小気泡破壊 272 を表す動的な信号を提供し、それによって、キャビテーション及び／又は微小気泡破壊はリアルタイムで空間的に追跡可能である。キャビテーション及び／又は微小気泡破壊 272 が、進行中のイメージングで見られるように、血餅／閉塞の場所で（又はそのすぐ隣で）発生している場合（ステップ S422）、治療ビーム 260 の誘導は停止され（手動で走査されている場合は所定位置にロックされ）（ステップ S424）、治療が今では血餅／閉塞 256 に行われる（ステップ S426）。そうでなければ、キャビテーション及び／又は微小気泡破壊 272 の監視が

40

50

続けられることになる（ステップS 4 2 2）、処理分岐は治療ビーム走査ステップS 4 1 8に戻る。

【0059】

図4Cは、トランスデューサ空間ベースタイプの受信要素ベース（REB）位置合わせ420を表す。病変部位置特定初期化ルーチン400が先行し、この初期化ルーチンはイメージング面に血餅／閉塞を位置特定したばかりである。イメージングトランスデューサ212の空間における血餅／閉塞の場所は知られている（ステップS 4 2 8）。1つの球状伝搬非集束パルスが、受信要素304による検出のために送信されることになる場合（ステップS 4 3 0）、パルスは送信され（ステップS 4 3 2）、それぞれの要素304へのこの1つのパルスの異なる到着時間がモニタされる（ステップS 4 3 4）。そうでなければ（ステップS 4 3 0）、個々の要素304を狙うための多くの方向の、電子操向による、空間的に方向付けられた集束ビームが、イメージングトランスデューサ212によって放射される（ステップS 4 3 6）。例えば、超音波画像のスライス面は、配向矢印312、314によって示されるように、電子的に回転され得る。回転中、要素は、回転中に受信した信号がいつ最大であるかの検出のために、高周波信号を受信する。回転、受信及び検出は全て、自動的に且つユーザ介入の必要なしに実行され得る。又は、臨床医は手動で面を回転させ得る。最大受信の面において、受信した超音波の内容が分析される。上述の位置合わせシーケンス（ステップS 4 3 0－4 3 6）のいずれか1つに応じて、REB位置合わせモジュール108は、イメージングトランスデューサ212の空間における治療トランスデューサ216の位置及び配向318の推定を行うために受信した超音波の内容を分析する（ステップS 4 3 8）。推定に基づいて、REB位置合わせモジュール108は、上述のように、治療トランスデューサ216の空間における血餅／閉塞の場所を計算し（ステップS 4 4 0）、従ってトランスデューサ位置合わせを達成する。治療ビーム260が電子的に操向されることになる場合（ステップS 4 4 2）、治療ビームは病変部位256に操向される（ステップS 4 4 4）。他方、治療ビーム260が電子的に操向されないことにならない場合（ステップS 4 4 1）、治療ビームはモータにより血餅／閉塞256の方向に駆動される（ステップS 4 4 6）。いずれにしても、治療トランスデューサは、それが手動で走査されている場合、所定位置にロックされ、治療ビーム260は、血餅／閉塞256に治療を届けるように適用される（ステップS 4 4 8）。

【0060】

超音波散乱ベースタイプの受信要素ベース（REB）位置合わせ430が図4Dに示されている。病変部位置特定初期化ルーチン400で決定される血餅／閉塞場所が側頭から側頭への軸から十分オフセットされている場合（ステップS 4 5 0）、プロセスは使用可能であり；そうでなければ、直ぐ上に記載されたような他の方法が使用されることになる（ステップS 4 5 2）。オフセットが十分である場合（ステップS 4 5 0）、REB位置合わせモジュール108は、イメージングトランスデューサ212に、イメージングビーム276を血餅／閉塞256に集束させる（ステップS 4 5 4）。治療トランスデューサ216は、血餅／閉塞256からの側方散乱を検出するようにアクティブな受信要素304で走査される（ステップS 4 5 6）。走査は、電子的、モータ駆動又は手動であることができる。現在検出される側方散乱が、検出される、又は最大の輝度を有する場合（ステップS 4 5 8）、（治療トランスデューサ216が手動で走査されている場合、治療トランスデューサ216が所定位置にロックされた状態で）走査は停止し（ステップS 4 6 0）、治療が加えられる（ステップS 4 6 2）。そうでなければ、側方散乱が現在検出されていない、又は最大でない場合（ステップS 4 5 8）、処理は走査ステップS 4 5 6に戻る。

【0061】

両方の受信要素ベースのプロセス420、430に関して、治療シーケンスは、治療中に通常の間隔で（自動的に）中断され得るとともに、イメージングトランスデューサ212は、両方の装置212、216が今でも位置合わせされていることを確かめるために、受信要素304によって受信される非集束パルス又は位置合わせパルスシーケンスを送信

するように（自動的に）制御され得る。位置合わせがそのままである場合、治療は再開される。両方の装置が、（例えば、患者及び／又はヘッドフレーム運動に起因して）位置合わせからずれた場合、治療は中断されることができ、位置合わせ手順が、臨床医によって繰り返されることができる。モータ駆動トランスデューサアセンブリ236、又はマトリックス超音波アレイ実装の場合、このようなプロセスは、オペレータ介入なしに発生することができる。

【0062】

ここに上で提案されていることは、応用を、超音波治療及び診断（例えば、経頭蓋ドップラー（TCD））のために、（STL治療のために頭蓋骨に取付けられるときの電流印加のように）互いに向けられる任意の超音波ビームの画像案内において見出すことができる。1つの特定の領域は、既存の超音波システムのいずれかを使用する虚血性脳卒中治療のため、又は緊急車両での使用のために設計される専用装置である。提案されている技術のさらなる使用は、爆発によって誘発された外傷性脳損傷（bTBI）又は軽度の外傷性脳損傷（mTBI）のための新規な治療法；超音波及び微小気泡を使用する神経保護治療；及び超音波、全身的に注射される薬剤及び微小気泡を使用する脳への薬物送達において、適切に標的とされ且つ定められた超音波暴露を使用する血液脳関門を越える薬の輸送を高めること；を含むことができる。

【0063】

体の部分の超音波照射のための装置が、第1の超音波トランスデューサ、及び、前記体の部分に関して反対側に取付けられる第2の超音波トランスデューサを含み、a)第2のトランスデューサに対する第1のトランスデューサの相対配向を決定するための、少なくとも2つの超音波受信要素が第1のトランスデューサに取付けられる；b)第1のトランスデューサからの、ビームが、体の部分の中で、キャビテーション、及び／又は全身を循環する微小気泡の気泡破壊を引き起こす；又は、c)取付けられた要素及び引き起こすことの両方；であるように構成される。装置は、特徴a)及び／又はb)それぞれを基準として使用することによって、第1のトランスデューサで、第2のトランスデューサを位置合わせする。取外し可能なサブシステムが、組み合わせイメージング及び治療システムを形成するために、治療又はイメージングトランスデューサのいずれかを含み、サブシステムは、そこにイメージング又は治療トランスデューサが取付けられるヘッドフレームを含むイメージング又は治療サブシステムに対応して取り外し可能に結合するように構成され、イメージング又は治療サブシステムは、イメージング又は治療トランスデューサを、一方を他方に対して、上述の方法によって、位置合わせするように構成される。

【0064】

本発明は、図面及び前述の説明において詳細に図示し且つ説明されているが、このような図示及び説明は、例証又は例であるとは見なされるべきであり、限定するものではないと見なされるべきである。本発明は、開示された実施形態に限定されるものではない。

【0065】

例えば、取外し可能な超音波サブシステム136、152はさらに、アンプ、パルス電極及び制御エレクトロニクスを含むことができ、シリアルインタフェース、ネットワークリンク、又は同様の接続を介した、対応してイメージング又は治療サブシステム132、148への緩い結合のみを備えた、スタンドアローン／分離したユニットとして設計されることができる。また、上述の例は、頭蓋内検査及び治療に関連するが、本出願で提案されていることは、頭蓋内応用に限定されるものではない。革新的技術は、他の体の部分の検査／治療におけるリアルタイムトランスデューサ間位置合わせに拡張されることができる。本出願に提案されていることの意図された範囲は血餅又は閉塞の治療に限定されるものでもない。例えば、上述のように、超音波介在薬物送達は、可能な応用である。

【0066】

開示された実施形態に対する他の変形形態は、図面、発明の詳細な説明、及び添付の特許請求の範囲の検討を行うことにより請求項に記載された発明を実施する際に当業者によって行うことができる。請求項において、用語「備える、有する、含む（compris

10

20

30

40

50

ing)」は、他の要素又はステップを除外するものではなく、不定冠詞「1つの(a, an)」は、複数を排除するものではない。請求項における如何なる参照符号も、特許請求の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

【0067】

コンピュータプログラムは、光記憶媒体又は固体媒体のような、適切なコンピュータ可読媒体上で、瞬間的に、一時的に又はより長い期間格納できる。このような媒体は、一時的な伝搬信号ではないという意味において非一時的であるが、レジスタメモリ、プロセッサキャッシュ、RAM及び他の揮発性メモリのような、他の形態のコンピュータ可読媒体も含む。

【0068】

単一のプロセッサ又は他のユニットは、請求項に挙げられた幾つかのアイテムの機能を果たし得る。幾つかの手段が互いに異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの手段の組合せが有利に使用できないことを示すものではない。

10

【図 1】

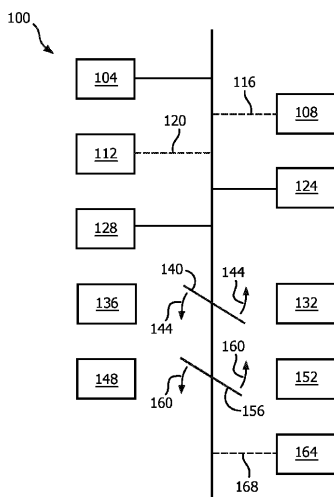


FIG. 1

【図 2】

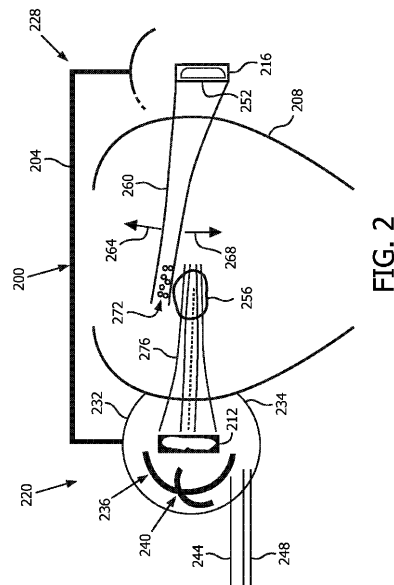


FIG. 2

【図 3 A】

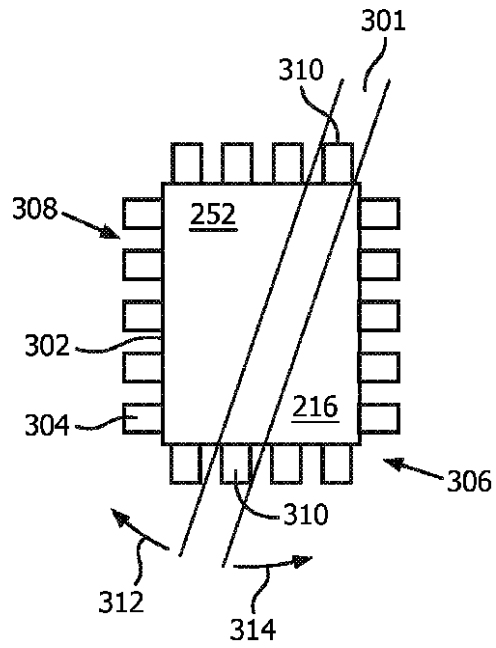


FIG. 3A

【図 3 B】

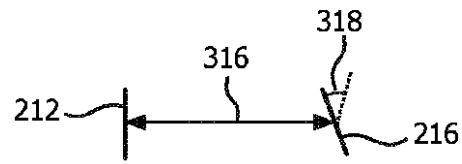


FIG. 3B

【図 3 C】

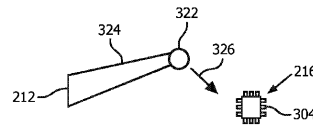
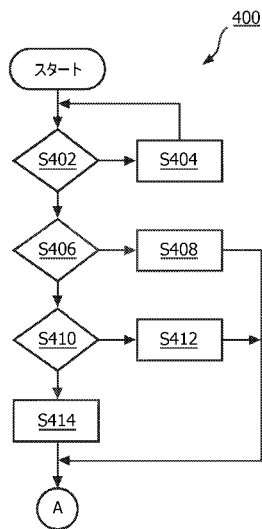
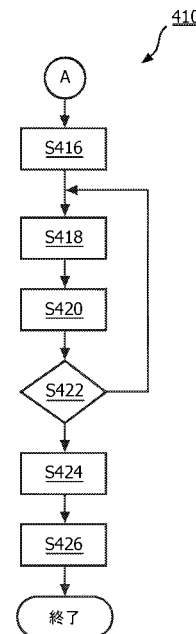


FIG. 3C

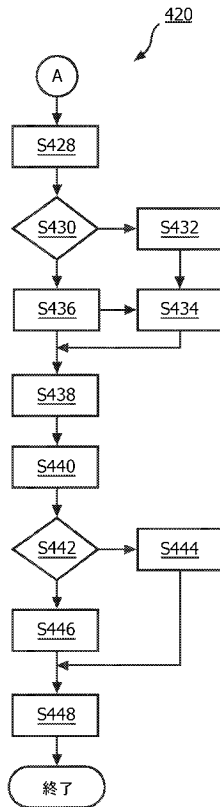
【図 4 A】



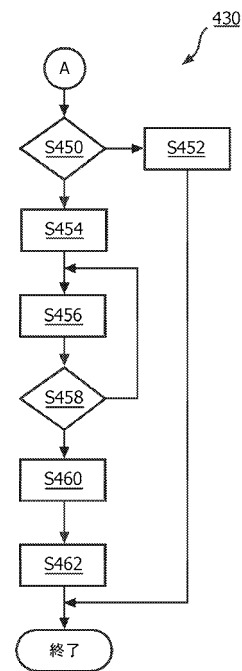
【図 4 B】



【図 4 C】



【図 4 D】



【手続補正書】

【提出日】平成28年1月4日(2016.1.4)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

体の部分の超音波照射のための装置であって、

前記装置は、第 1 の超音波トランスデューサ、及び、前記体の部分に関して、前記第 1 の超音波トランスデューサの反対側に取付けられる第 2 の超音波トランスデューサを有し、

前記装置は、少なくとも 2 つの超音波受信要素が、前記第 2 の超音波トランスデューサに対する前記第 1 の超音波トランスデューサの相対配向を決定するために、前記第 1 の超音波トランスデューサに取付けられるように、構成され、

前記装置はさらに、前記要素の 2 つ以上を基準として使用することによって、前記第 1 の超音波トランスデューサで、前記第 2 の超音波トランスデューサを位置合わせするように構成される、

装置。

【請求項 2】

前記第 1 の超音波トランスデューサは治療に特殊化され、前記第 2 の超音波トランスデューサはイメージングに特殊化される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記体の部分は、体の一部であり、前記体の一部に対する前記取付けが体外である、
請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記第 1 の超音波トランスデューサによる前記位置合わせが、前記体の外で行われるように構成される、

請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 1 の超音波トランスデューサは、前記少なくとも 2 つの要素が取付けられる治療トランスデューサである、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 1 の超音波トランスデューサは、前記体の部分と音響的に相互作用するための面を有し、前記面は外縁を有し、前記少なくとも 2 つの受信要素は前記外縁に配置される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記第 2 の超音波トランスデューサにより、超音波画像のスライス面を形成するようにさらに構成され、前記少なくとも 2 つの要素から、前記少なくとも 2 つの要素の 2 以上が前記面の回転配向に関わらず前記面の中にあるように十分小さいそれぞれのギャップによって互いから離間された外縁に一連の受信要素がある、

請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記位置合わせは、自動的且つユーザ介入を必要とせずに、a) 超音波画像のスライス面を電子的に回転させること；及び b) 前記回転中に、前記要素によって受信された信号がいつ最大であるかの検出のために高周波信号を、前記回転中に前記要素により、受信すること；を含む、

請求項 6 に記載の装置。

【請求項 9】

前記位置合わせは、前記要素の出力に基づいて、前記第 2 の超音波トランスデューサに対する前記第 1 の超音波トランスデューサの配向、及び距離を推定することを含む、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

さらに前記第 2 の超音波トランスデューサにより 3 次元イメージングを行うように構成され、前記位置合わせは、前記第 2 の超音波トランスデューサが所定位置で固定されて保持される状態で、前記第 2 の超音波トランスデューサにより、超音波パルスを走査することを含む、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

前記位置合わせは、前記第 2 の超音波トランスデューサにより、前記体の部分の中の特定のターゲットに焦点を合わせること、及び前記ターゲットからの側方散乱を検出するために前記少なくとも 2 つの受信要素の 2 以上を使用することを含む、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記体の部分は、人間又は動物の頭であり、前記装置はさらに、両方の前記トランスデューサの取付けのために構成された装着可能なヘッドフレームをさらに有し、前記装置は、前記ヘッドフレームが前記頭に装着されている間の前記位置合わせのために構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

前記第 2 の超音波トランスデューサは、前記ヘッドフレームに移動可能に取付けられ、前記位置合わせは、前記第 2 の超音波トランスデューサを前記ヘッドフレームの所定位置

に固定することを含む、
請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 の超音波トランスデューサは、ヘッドフレームに移動可能に取付けられ、前記装置は、前記位置合わせの実行において、前記体の部分の中の容積を走査するために、前記第 1 の超音波トランスデューサの機械的な動作のために構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 5】

装置による体の部分の超音波照射のためのコンピュータプログラムであって、

前記装置は、第 1 の超音波トランスデューサ、及び、前記体の部分に関して、前記第 1 の超音波トランスデューサの反対側に取付けられる第 2 の超音波トランスデューサ、を有し、

前記装置は、少なくとも 2 つの超音波受信要素が、前記第 2 の超音波トランスデューサに対する前記第 1 の超音波トランスデューサの相対配向を決定するために、前記第 1 の超音波トランスデューサに取付けられるように、構成され、

前記プログラムは、複数の動作を実行するためのプロセッサによって実行可能な命令を有し、前記動作の中に：前記要素の 2 つ以上を基準として使用することによって、前記第 1 の超音波トランスデューサで、前記第 2 の超音波トランスデューサを位置合わせする、動作がある、

プログラム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0004】

Hastings の特許文献 1、Duffy 他の特許文献 2、Biosense Webster, Inc. の特許文献 3、及び Emery 他の特許文献 4 は全て、体外治療装置をビーコンに又はビーコンの近くに向けるためのビーコンとして機能するように体の中に超音波トランスデューサを置くことに関する。

特許文献 3 は、超音波トランスデューサ及び任意で追加でカテーテルが脳に挿入される頭蓋内治療に関係している。

その全開示が本出願に参照により援用される、同一出願人による Browning 他の特許文献 5（以後、「Browning 出願」）は、非侵襲的に STL を行うためのトランスデューサが取付けられるヘッドセットを開示している。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2012/0123243 号

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2010/0010393 号

【特許文献 3】欧州特許出願公開第 EP 1 449 563 号

【特許文献 4】米国特許出願公開第 2007/0239000 号

【特許文献 5】米国特許出願公開第 2010/0160779 号

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2014/062578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61N7/02

ADD. A61B19/00 A61N7/00

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)

A61B A61N

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/123243 A1 (HASTINGS ROGER [US]) 17 May 2012 (2012-05-17) paragraph [0077] - paragraph [0078]; figure 7 paragraph [0031] paragraph [0082] - paragraph [0083]; figure 8 paragraph [0032] paragraph [0081]	1-13,21, 22
X	US 2010/010393 A1 (DUFFY NIAL [IE] ET AL) 14 January 2010 (2010-01-14) paragraph [0002] paragraph [0039] paragraph [0042] - paragraph [0043]; figure 5	1,2,4-6, 22

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier application or patent but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 October 2014

Date of mailing of the international search report

14/01/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ekstrand, Vilhelm

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2014/062578

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 449 563 A1 (BIOSENSE WEBSTER INC [US]) 25 August 2004 (2004-08-25) paragraph [0005] paragraph [0072] - paragraph [0074]; figure 1 -----	1,2,4-6, 18-20,22
X	US 2007/239000 A1 (EMERY CHARLES [US] ET AL) 11 October 2007 (2007-10-11) paragraph [0003] paragraph [0125]; figure 13 paragraph [0101] - paragraph [0103]; figure 7d -----	1,2,4-6, 22
A	US 2012/165670 A1 (SHI WILLIAM TAO [US] ET AL) 28 June 2012 (2012-06-28) cited in the application paragraph [0119] - paragraph [0124]; figure 7 -----	1-13, 18-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2014/062578

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012123243 A1	17-05-2012	EP 2640300 A2	25-09-2013
		US 2012123243 A1	17-05-2012
		WO 2012068354 A2	24-05-2012

US 2010010393 A1	14-01-2010	NONE	

EP 1449563 A1	25-08-2004	AU 2004200533 A1	09-09-2004
		CA 2458053 A1	19-08-2004
		EP 1449563 A1	25-08-2004
		JP 2004249106 A	09-09-2004
		KR 20040074618 A	25-08-2004
		US 2004162507 A1	19-08-2004

US 2007239000 A1	11-10-2007	US 2007213616 A1	13-09-2007
		US 2007233185 A1	04-10-2007
		US 2007239000 A1	11-10-2007
		US 2011230763 A1	22-09-2011
		US 2011230796 A1	22-09-2011
		US 2012059259 A1	08-03-2012
		US 2012109023 A1	03-05-2012
		US 2013012839 A1	10-01-2013
		WO 2007047993 A2	26-04-2007

US 2012165670 A1	28-06-2012	CN 102576527 A	11-07-2012
		EP 2473993 A1	11-07-2012
		JP 2013503681 A	04-02-2013
		RU 2012112798 A	10-10-2013
		US 2012165670 A1	28-06-2012
		WO 2011027264 A1	10-03-2011

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2014/062578**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.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

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:

see additional sheet

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 fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

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.:
4-13(completely); 1-3, 18-22(partially)

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 Application No. PCT/ IB2014/ 062578

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 4-13(completely); 1-3, 18-22(partially)

An apparatus for ultrasound irradiation of a body part configured such that said at least two elements are attached to said first transducer.

2. claims: 14-17(completely); 1-3, 18-22(partially)

An apparatus for ultrasound irradiation of a body part wherein said apparatus being configured for said registering using correspondingly said cavitation and/or said destruction.

3. claims: 23, 24

An apparatus for ultrasound irradiation of a body part having a head frame.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 パワーズ, ジェフリー アール

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
5

(72)発明者 シ, ウィリアム タオ

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
5

(72)発明者 フレイザー, ジョン ダグラス

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
5

(72)発明者 ザイプ, ラルフ

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
5

(72)発明者 ヴィニョン, フランソワ ギイ ジェラルド マリー

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
5

Fターム(参考) 4C160 JJ33 JJ36

4C601 DD11 FF12 FF15 GA12 GA18

【要約の続き】

して取り外し可能に結合するように構成され、イメージング又は治療サブシステムは、イメージング又は治療トランスデューサを、一方を他方に対して、上述の方法によって、位置合わせするように構成される。

专利名称(译)	用于图像引导超声溶栓的换能器布置和对准		
公开(公告)号	JP2016526980A	公开(公告)日	2016-09-08
申请号	JP2016522927	申请日	2014-06-25
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	パワーズジェフリーアール シウィリアムタオ フレイザージョンダグラス ザイプラルフ ヴィニョンフランソワギージェラルマリ		
发明人	パワーズ,ジェフリー アール シ,ウィリアム タオ フレイザー,ジョン ダグラス ザイプ,ラルフ ヴィニョン,フランソワ ギイ ジェラル マリ		
IPC分类号	A61B17/00 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/06 A61B8/0816 A61B8/085 A61B8/4209 A61B8/4254 A61B8/4483 A61B8/461 A61B8/481 A61B8/5238 A61B2034/2063 A61B2090/378 A61N7/00 A61N2007/0039 A61M37/0092 A61N2007/ /0052		
FI分类号	A61B17/00.700 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C160/JJ33 4C160/JJ36 4C601/DD11 4C601/FF12 4C601/FF15 4C601/GA12 4C601/GA18		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	61/840752 2013-06-28 US		
其他公开文献	JP6450752B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用于对身体部位进行超声照射的装置 (208) 包括第一超声换能器 (216) 和相对安装的第二超声换能器 (212), a) 第二换能器。用于确定第一换能器相对于第二换能器的相对取向的至少两个超声接收元件被附接到第一换能器; b) 来自第一换能器的束, 气蚀和/或引起遍及全身的微小气泡的气泡破裂; 或c) 两种附着的元素并引起。该设备通过使用特征a) 和/或b) 中的每一个作为参考将第二换能器与第一换能器对齐。可移动子系统包括治疗或成像换能器以形成组合的成像和治疗系统, 该子系统具有成像或治疗换能器安装在其上的成像或头部框架 (204)。配置成可移除地耦合到治疗子系统, 成像或治疗子系统配置成以上述方式使成像或治疗换能器相对于彼此对准。。

