

(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2018-537215

(P2018-537215A)

(43) 公表日 平成30年12月20日(2018.12.20)

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

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2018-530730 (P2018-530730)
 (86) (22) 出願日 平成28年12月1日 (2016.12.1)
 (85) 翻訳文提出日 平成30年6月12日 (2018.6.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2016/079356
 (87) 国際公開番号 W02017/102338
 (87) 国際公開日 平成29年6月22日 (2017.6.22)
 (31) 優先権主張番号 15200090.7
 (32) 優先日 平成27年12月15日 (2015.12.15)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(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 Eindhoven
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波ビーム内での回転の決定

(57) 【要約】

本発明は、超音波場における介入装置の回転を決定することに関する。介入装置に取り付けられた超音波受信器によって検出されるビーム形成超音波撮像システムから送信された超音波信号を、超音波信号のビーム形成ビームシーケンスと相関させることによって、ビーム形成超音波撮像システムの超音波ビーム内で追跡されることに適した介入装置が提供される。介入装置は、長手方向軸A-A'と、長さL及び幅Wをそれぞれ持つ複数の超音波受信器 $R_1 \dots R_n$ を備え、幅Wの方向に沿って延在する第1の線形センサアレイ12とを備える。さらに、第1の線形センサアレイ12は、各超音波受信器の長さLが軸A-A'に対して長さ方向に配置されるように、軸A-A'に対して介入装置の周りに円周方向に巻き付けられる。

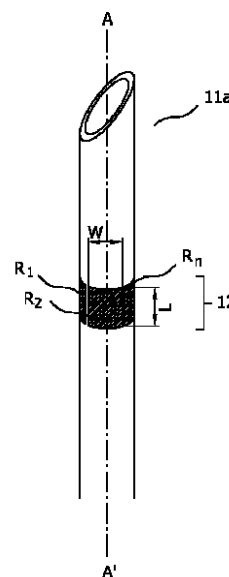


FIG. 1A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

介入装置に取り付けられた超音波受信器によって検出される、ビーム形成超音波撮像システムから送信された超音波信号を、前記超音波信号のビーム形成ビームシーケンスと相関させることによって、前記ビーム形成超音波撮像システムの超音波ビームで追跡される介入装置であって、前記介入装置は、

長手方向軸と、

各々が長さ及び幅を持つ複数の超音波受信器を備え、前記幅の方向に沿って延在する、第 1 の線形センサアレイと、
を備え、

前記第 1 の線形センサアレイは、前記超音波受信器各々の長さが前記長手方向軸に対して長さ方向に配置されるように、前記長手方向軸に対して前記介入装置の周りに円周方向に巻き付けられる、
介入装置。

【請求項 2】

前記長さが前記幅よりも長い、請求項 1 に記載の介入装置。

【請求項 3】

前記超音波受信器は、ギャップによって互いに離間され、

前記長手方向軸からの各前記ギャップを弧とした角度は、前記長手方向軸から各前記超音波受信器の前記幅を弧とした角度以下である、
請求項 1 又は 2 に記載の介入装置。

【請求項 4】

前記第 1 の線形センサアレイは、基板に取り付けられ、前記基板は、前記介入装置の周りにスパイラル状に巻き付けられる、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の介入装置。

【請求項 5】

スペースによって互いに離間された複数の超音波受信器を備える第 2 の線形センサアレイをさらに備え、

前記第 2 の線形センサアレイは、前記第 1 の線形センサアレイの各前記ギャップが、前記長手方向軸に対して長さ方向に前記第 2 の線形センサアレイの前記超音波受信器と一致するように、前記長手方向軸に対して円周方向に前記介入装置の周りに巻き付けられる、
請求項 3 に記載の介入装置。

【請求項 6】

前記第 1 の線形センサアレイ及び前記第 2 の線形センサアレイは、前記長手方向軸に対して 1 mm 以上の距離だけ離れて軸方向に配置される、請求項 5 に記載の介入装置。

【請求項 7】

前記第 1 のセンサアレイは、前記長手方向軸に対して直径方向に向かい合う対として配置された偶数個の超音波受信器を備え、

各前記超音波受信器は、ポーリングベクトルを持つ圧電素子を備え、

各対になった前記超音波受信器は、各対ごとに、

前記超音波受信器の前記ポーリングベクトルが前記長手方向軸に対して互いに反対向きにあり、且つ、

前記超音波受信器が、それらの前記ポーリングベクトルが互いに反対向きになるように並列に電気接続される

ように、配置される、

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の介入装置。

【請求項 8】

前記超音波受信器は、圧電ポリマーから形成される、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の介入装置。

【請求項 9】

ビーム形成超音波撮像システムの超音波ビームに関連して、請求項 1 乃至 8 のいずれか

10

20

30

40

50

一項に記載の介入装置の回転を決定する方法であって、

第1の線形センサレイの各超音波受信器から、前記ビーム形成超音波撮像システムから送信された超音波パルスを示す信号を受信するステップと、

これら受信した信号を比較するステップと、

最大の受信信号又は最初の受信信号のどちらかを有する超音波受信器を、前記超音波ビームの起源に関連付けるステップと

を有する、方法。

【請求項10】

前記超音波ビームの送信と前記超音波受信器によるその検出との間の時間遅延に基づいて、前記最大の受信信号に関連付けられた超音波受信器の、前記超音波ビームの前記起源からの距離を決定するステップをさらに有する、請求項9に記載の方法。 10

【請求項11】

複数の超音波ビームの放射シーケンスを、前記最大の受信信号を有する前記超音波受信器によって受信された信号と関連させることによって、前記最大の受信信号に関連付けられた超音波受信器が配置されているのが、前記ビーム形成超音波撮像システムによって放射された前記複数の超音波ビームのうちのどの超音波ビームにおいてであるかを識別するステップをさらに有する、請求項9に記載の方法。

【請求項12】

前記ビーム形成超音波撮像システムに関連して、前記介入装置の位置及び回転を使用して、前記ビーム形成超音波撮像システムによってもたらされた超音波画像を、前記介入装置を含み第2の撮像システムによってもたらされた第2の画像に位置合わせするステップをさらに有し、前記位置は、決定された前記距離及び識別された超音波ビームに基づいて決定され、前記回転は、前記最大の受信信号に関連付けられた超音波受信器に基づいて決定される、請求項11に記載の方法。 20

【請求項13】

プロセッサで実行されると、前記プロセッサに請求項9に記載の方法のステップを実行させる命令を含む、コンピュータプログラム。

【請求項14】

請求項1乃至8のいずれか一項に記載の前記介入装置と、
請求項9に記載の方法のステップを実行するプロセッサと 30
を備える、超音波トラッキングユニット。

【請求項15】

ビーム形成超音波撮像システムと、
請求項14に記載の前記超音波トラッキングユニットと
を備える、超音波撮像機構。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波ビーム内での介入装置の回転を決定することに関する。超音波ビームは、医用超音波撮像システムのビームである。 40

【背景技術】

【0002】

針、カテーテル、及び介入器具などの医用デバイスは、それらの反射性が鏡面性であることから、特に好ましくない入射角において、超音波画像での視覚化が難しいことが多い。

【0003】

この問題の1つの解決策として、国際公開WO／2011／138698には、超音波受信器を医用デバイスに取り付けることが開示されている。超音波受信器は、超音波撮像プローブの超音波場からの超音波信号を検出し、それらの信号を超音波受信ビーム形成器により処理する。超音波受信ビーム形成器は、超音波場からの透過型超音波の一方向のみ 50

のビーム形成をするように構成され、超音波場に関する超音波受信器、したがって医用デバイスの位置を追跡するために使用される。

【0004】

この問題の他の解決策として、米国特許第6216029B1号には、針を超音波画像内において標的の方に向けるための機構が記載されている。この特許では、超音波プローブの位置は、超音波プローブに3つの赤外線式超音波トランスポンダを取り付けることによって、遠隔配置された位置感知ユニットに関して決定される。トランスポンダは、位置感知ユニットの一部を形成する赤外線式超音波トランシーバによって発せられる赤外線信号に応答して、符号化された超音波信号を生成する。位置感知ユニットによって受信される超音波信号は、3次元スペース内での超音波プローブの位置を計算するコントローラに三角測量情報をもたらす。米国特許第6216029B1号には、さらに、針又は位置感知ユニットの位置を測定する類似の機構が記載されている。その後、位置感知ユニットに対する超音波プローブ及び針の位置に基づいて、針先端の軌道が超音波画像上に表示される。

10

【0005】

米国特許出願公開第20040193042A1号には、介入装置を案内するように動作する3D超音波画像診断システムが開示されている。1つの例において、超音波撮像プローブからの超音波パルスは、介入装置上のトランスデューサによって受信され、パルスの飛行時間に基づいてその位置が決定される。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

既知の位置測定システムの欠点を軽減するために、ビーム形成超音波撮像システムの超音波ビーム内で追跡される介入装置が提供される。

【課題を解決するための手段】

【0007】

介入装置は、その周りに巻き付けられ超音波撮像システムからの送信超音波信号を検出するように構成された超音波受信器を用いて追跡され得る。信号は、一方向送信超音波信号である。超音波受信器の位置、したがって介入装置又はビーム形成超音波撮像システムの位置は、超音波受信器によって検出される送信超音波信号を、送信超音波信号のビーム形成ビームシーケンスと関連させることによって決定することができる。介入装置は、介入装置の長手方向軸の周りに円周方向に巻き付けられた超音波受信器の第1の線形センサアレイを含む。各超音波受信器は、長さ及び幅を持ち、アレイは、幅方向に沿って延在する。第1の線形センサアレイは、各超音波受信器の長さが軸に対して長さ方向に配置されるように、長手方向軸に対して介入装置の周りに円周方向に巻き付けられる。そうすることにより、アレイにおける超音波受信器が長手方向軸に対して径方向に異なる視野角を有する、介入装置が提供される。

30

【0008】

介入装置がビーム形成超音波撮像システムのビーム内に配置されているとき、各超音波受信器によって検出される信号は、介入装置のその長手方向軸又はビームの起源の周りの回転角度に従って変化する。たとえば、超音波受信器は、超音波ビームの方に向くように超音波ビームの起源の方に向かって相対的に回転されるとき、ビームの相対的に大きな断面領域を遮るので、相対的に大きな信号を検出する。その一方で、超音波受信器は、同じ超音波ビームの起源から相対的に遠ざかるように回転されるとき、ビームの相対的に小さな断面領域を遮るので、相対的に小さな信号を検出する。超音波受信器が超音波ビームの起源に対して反対側になるように介入装置が回転されると、介入装置の本体の影になるので信号はさらに減少する。

40

【0009】

したがって、介入装置上の各超音波受信器によって検出される超音波信号の相対的な大きさを比較することによって、超音波ビームの起源に関する介入装置のその長手方向軸周

50

りの回転を決定することができる。好ましい一動作モードでは、最大の信号を検出した受信器又は受信器の群が、超音波ビームの起源、すなわちゼニス（zenith）に最も近い介入装置の部分を識別するために使用される。或いは、最初の信号を検出した受信器又は受信器の群が、超音波ビームの起源、すなわちゼニスに最も近い介入装置の部分を識別するために使用されてもよい。

【0010】

本発明の他の態様によれば、第1の線形センサアレイにおける各超音波受信器の長さは、その幅よりも長い。これは、感知の実施が可能な介入装置の軸方向範囲を向上させ、さらに、各受信器によって検出される信号の信号対雑音比を改善する。

【0011】

本発明の他の態様によれば、超音波受信器の間のギャップは、超音波受信器の幅に関して定められる。この配置は、超音波信号に対する介入装置の感度が低減する全体の回転角度を減少させ、角度回転決定の精度を向上させる。

【0012】

本発明の他の態様によれば、第1の線形センサアレイは、介入装置の長手方向軸の周りにスパイラル状に巻き付けられる。このスパイラル状に巻き付いた配置は、介入装置に対する、超音波トランスデューサ及びそれに関連した電気配線のしっかりとした取り付け方法をもたらす。さらに、これは、介入装置の近位端に電気配線を効率的に配設する配置をもたらす。

【0013】

本発明の他の態様によれば、介入装置は、同じく長手方向に対して円周方向に介入装置の周りに巻き付けられる第2の線形センサアレイを含む。さらに、第1の線形センサアレイにおける超音波受信器の間の各ギャップは、軸に対して長さ方向に、第2の線形センサアレイにおける受信器と一致、又はそれに対して整列される。この配置は、第1の線形センサアレイのギャップに対応する回転角度での回転感度を向上させる。

【0014】

本発明の他の態様によれば、第1の線形センサアレイは、長手方向軸に対して直径方向に向かい合う対として配置された偶数個の超音波受信器を備える。超音波受信器は、それぞれ対になった受信器によって検出される超音波信号が差し引かれるように、電気接続される。この配置によって、超音波受信器に関連した電気配線の複雑性が簡素化される。

【0015】

本発明の他の態様は、様々な方法、コンピュータプログラム製品、及び超音波撮像機構を含めて、独立請求項において定義される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1A】本発明の第1の態様による、超音波受信器 $R_1 \dots R_n$ の第1の線形センサアレイ12を含む介入装置11aの側面図である。

【図1B】ソースSのビーム起源に対して回転角度 θ にある、超音波ビームB内に位置する同じ介入装置11bの平面図である。

【図1C】介入装置の回転角度 θ が変化したときの各超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n によって検出された信号 S_{ig} の図である。

【図2】介入装置21の長手方向軸A-A'の周りに巻き付けられた各超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n の長さLがそれらの幅Wよりも長い、本発明の第2の実施形態の側面図である。

【図3】介入装置31の長手方向軸A-A'の周りに巻き付けられた第1のセンサアレイ32の超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n がギャップ G_1 、 G_2 、 G_n によって互いに離間されている、本発明の第3の実施形態の平面図である。

【図4】超音波受信器 $R_1 \dots R_n$ を含む第1の線形センサアレイ42が基板に取り付けられ、その基板が介入装置41の長手方向軸A-A'の周りにスパイラル状に巻き付けられている、本発明の第4の実施形態の側面図である。

10

20

30

40

50

【図 5】第 1 の線形センサアレイ 5 2 及び第 2 の線形センサアレイ 5 3 が両方とも介入装置 5 1 の長手方向軸 A-A' の周りに巻き付けられている、本発明の第 5 の実施形態の側面図である。

【図 6】軸に対して直径方向に向かい合う対 P_1 、 P_2 として配置された偶数個の超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 を備える第 1 の線形センサアレイ 6 2 が介入装置 6 1 の長手方向軸 A-A' の周りに巻き付けられている、本発明の第 6 の実施形態の平面図である。

【図 7】ビーム形成超音波撮像システム 7 4 と、超音波トラッキングユニット 7 5 とを含む、本発明の様々な実施形態が使用されることが可能な超音波撮像機構 7 9 の図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0017】

本発明の原理を説明するために、回転が決定されるべき介入装置が針である様々な実施形態について述べる。しかし、本発明は、カテーテル、ガイドワイヤ、プローブ、内視鏡、電極、ロボット、フィルタデバイス、バルーンデバイス、ステント、僧帽弁クリップ、左心耳クロージャデバイス、大動脈弁、ペースメーカ、静脈ライン、ドレナージライン、組織シールドデバイス又は組織切断デバイスのような外科器具など、他の介入装置の回転を決定することにも適用できることが明らかであろう。さらに、記載の実施形態は、ビーム形成超音波撮像システムのような 2D 超音波撮像プローブの様々なビーム内にある介入装置の回転の決定に関する。さらに、本発明は、3D 撮像プローブ、経食道プローブ (TEE)、経胸腔プローブ (TTE)、経鼻プローブ (TNE)、心臓内プローブ (ICE) など、他のタイプのビーム形成超音波撮像システムに適用できることが明らかであろう。

20

【0018】

図 1 において、図 1 A は、本発明の第 1 の態様による、超音波受信器 $R_1 \dots R_n$ の第 1 の線形センサアレイ 1 2 を含む介入装置 1 1 a の側面図であり、図 1 B は、ソース S のビーム起源に対して回転角度 θ にある、超音波ビーム B 内に位置する同じ介入装置 1 1 b の平面図であり、図 1 C は、介入装置の回転角度 θ が変化したときに各超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n によって検出された信号 Sig の図である。図 1 A に示される針は、長手方向軸 A-A' を有し、その周りには 3 つの超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n を備える線形センサアレイ 1 2 が円周方向に巻き付けられている。各超音波受信器は、長さ L、幅 W を有し、アレイは、幅方向に沿って延在する。このようにアレイが長手方向軸 A-A' に対して介入装置の周りに円周方向に巻き付けられる場合、各超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n の長さ L は、軸 A-A' に対して長さ方向に配置される。そうすることにより、介入装置 1 1 a は、長手方向軸 A-A' に対して異なる径方向視野角をそれぞれ有する 3 つの超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n を備えるようになる。図 1 B は、ソース S のビーム起源に対して回転角度 θ にある、超音波ビーム B 内に位置する図 1 A と同じ介入装置、すなわちアイテム 1 1 b の平面図を示す。ビーム B は、2D 超音波撮像プローブのようなビーム形成超音波撮像システムの超音波ビームである。2D 超音波撮像プローブによって生成される全超音波場は、典型的には、対象領域を精査し、それによりそのスライスの平面像を生成するために使用される、ビーム B のような扇形の複数のビームを含む。したがって、図 1 B では、ソース S のビーム起源は、超音波受信器 R_1 と R_n との間の $\theta = 0^\circ$ にある。図示のように、介入装置 1 1 b の長手方向軸 A-A' は、図面の平面に対して垂直である。図 1 B を参照して、図 1 C は、介入装置の回転角度 θ が変化したときに各超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n によって検出された信号 Sig の図である。角度 θ は、ビーム B の起源に対する介入装置の軸 A-A' 周りの回転角度である。したがって、介入装置 1 1 b が $\theta = 0^\circ$ から時計回りに回転されると、信号 Sig は、はじめに超音波受信器 R_1 のその最大値に向かって増加し、プラトーに達し、次いで $\theta = 120^\circ$ へと再び減少し、その角度で超音波受信器 R_2 からの信号が増加し始める。

30

40

【0019】

図 1 の超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n は、軸 A-A' 周りに 360° にわたる視野角の一部分に対する感度をそれぞれ有するので、超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n によって検出

50

される各信号を比較することによって、軸 $A-A'$ の周りすなわちビーム B の起源に対する介入装置 11 の回転 θ を決定することができる。たとえば、超音波受信器 R_1 は、ビーム B のソース S の中心に向くように超音波ビーム B の方向に向かって相対的に回転されると、可能な最大のビーム B の大きな断面領域を遮るので、相対的に大きな信号を検出する。その一方で、この回転位置に超音波ビーム B から相対的に遠ざかるように回転される超音波受信器 R_2 は、遮るビームの断面領域が小さいので、相対的に小さな信号を検出する。超音波受信器 R_1 が超音波ビームに対して反対側、すなわちソース S から反対に向くように介入装置 $11b$ が回転されると、超音波受信器 R_1 が検出する信号は、介入装置 $11b$ の本体の影になるのでさらに減少する。この配置は、典型的には、各超音波受信器が、軸 $A-A'$ に対して実質的に法線方向、すなわち法線方向に対して士約 10 度内で最大の感度を有することを実現する。

10

【0020】

したがって、各超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n によって検出される超音波信号 Sig_1 、 Sig_2 、 Sig_n の相対的な大きさを比較することによって、超音波ビーム B の起源、すなわちビームソース S の中心に関する長手方向軸 $A-A'$ 周りの介入装置 $11b$ の回転を決定することができる。好ましい一動作モードでは、最大の信号を検出した超音波受信器又は受信器の群が、超音波ビーム B のソース S の中心すなわちゼニスに最も近い介入装置の部分を示すために使用される。一代替動作モードでは、最初の信号を検出した超音波受信器又は超音波受信器の群が、超音波ビーム B のソース S の中心すなわちゼニスに最も近い介入装置の部分を示すために使用される。これら2つのモードは、組み合わせて使用することもできる。

20

【0021】

図1は、3つの超音波受信器を有する第1の線形センサアレイ12を示しているが、原理上、介入装置の回転の決定は、2つ以上の受信器があれば十分である。というのも、少なくとも、図示の針の2つの可能な 180° 部分のどちらがソース S の中心に最も近いかを示すのに2つの受信器を使用すれば済むからである。明らかなように、アレイにおける超音波受信器の数を増加させると、各センサが感知する回転角度が減少し、それによって装置の角度分解能が向上する。多数の受信器を有する機構では、いくつかの超音波トランスデューサからの信号がそれらの最大レベルに近い信号をもたらす。したがって、超音波受信器によって検出された信号を分析し、それらの検出した信号の大きさの幾何形状的な中心を決定すること、たとえば、それらのスペース分布に対してガウスなどの関数又はステップ関数を適合しガウス関数のピーク又はステップ関数の中心に対応する受信器に基づいて回転を識別することによって、超音波ソース S の中心に最も近い受信器を決定することが有益である。

30

【0022】

図2は、介入装置21の長手方向軸 $A-A'$ の周りに巻き付けられた各超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n の長さ L がその幅 W よりも長い、本発明の第2の実施形態の側面図である。アレイにおける各超音波受信器の幅を減少させることで図1の実施形態の線形センサアレイの角度分解能を向上させることの欠点としては、それによって各超音波受信器によって検出される信号の信号対雑音比が低くなることが挙げられる。しかし、この信号対雑音比の低減は、各超音波受信器の長さを増加させることによって、部分的に補償できることが分かった。さらに、本発明によって企図される介入装置について、このように各受信器の長さを増加させることで、軸 $A-A'$ のより長い長さに沿った介入装置の回転の決定が可能になる。そうすることにより、別のやり方でより短いセンサが有限の超音波ビームの外にある場合でも、装置の回転を決定することが可能になる。回転の決定が可能な介入装置の軸のこの延長は、そうでなければより短いセンサが平面外の位置にあることになる平面超音波撮像システムに特に有用である。

40

【0023】

図3は、介入装置31の長手方向軸 $A-A'$ の周りに巻き付けられた第1のセンサアレイ32の超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n が、ギャップ G_1 、 G_2 、 G_n によって互いに離

50

間されている、本発明の第3の実施形態の平面図である。さらに、第3の実施形態では、軸A-A'からの各ギャップ G_1 、 G_2 、 G_n を弧とした角度 α_1 、 α_2 、 α_n は、軸A-A'からの各超音波受信器の幅Wを弧とした角度 β_1 、 β_2 、 β_n 以下である。図1Cを参照して説明したように、超音波ビームに対する介入装置の感度は、各超音波センサ間のギャップのところで減少する。有利には、第3の実施形態の配置は、介入装置が超音波に対して低い感度を有する全体の回転角度を減少させ、角度回転決定の精度を向上させる。

【0024】

図4は、超音波受信器 $R_1 \dots R_n$ を含む第1の線形センサアレイ42が基板に取り付けられ、その基板が介入装置41の長手方向軸A-A'の周りにスパイラル状に巻き付けられている、本発明の第4の実施形態の側面図である。基板は、たとえば、PET、PMMMA、PVDFなどのポリマーから形成されるホイルである。基板は、外部電気回路と電気接触するように受信器に電気接続される電線又はトラックを含むことができる。上述したように、各超音波受信器の幅Wを減少させることによって介入装置の回転感度を向上させることの欠点としては、各受信器によって検出される信号の低減がある。図4の配置は、同じ又はオーバーラップする角度範囲をそれぞれ捉える複数の個別の受信器を設けることによって、各受信器の減少した幅を補償する。さらに、個々の受信器は、たとえば外部電気回路を使用して、一緒に動的にグループにされ得る。これは、任意の所定の回転範囲にわたって、増加した信号をもたらしするために使用される。たとえば、介入装置41は、第1のモードであって、各受信器が第1の角度範囲の一部分に対する感度を有する第1の受信器群からの信号が電子的にまとめられて合計され、第1の角度分解能を有する第1の回転信号がもたらされる、第1のモード、又は、第2のモードであって、各受信器が第2の角度範囲の一部分に対する感度を有する第2の受信器群からの信号が電子的にまとめられて合計され、第2の角度分解能を有する第2の回転信号がもたらされる、第2のモードで動作するように構成され得る。こうして、受信器のグループ化を動的に調節することによって相対的に高い又は相対的に低い角度分解能が達成される。図4のスパイラル状に巻き付いた配置は、超音波トランスデューサ $R_1 \dots R_n$ とそれに関連した電気配線を介入装置41にしっかりと取り付ける方法を実現する。さらに、これは、たとえば信号分析装置及び／又はプロセッサとのインターフェースであることもある介入装置の近位端に電気配線を効率的に配設する配置をもたらす。

【0025】

図5は、第1の線形センサアレイ52及び第2の線形センサアレイ53が両方とも介入装置51の長手方向軸A-A'の周りに巻き付けられている、本発明の第5の実施形態の側面図である。第2の線形センサアレイ53は、スペース S_1 、 S_2 、 S_n によって互いに離間された複数の超音波受信器 R_{a1} 、 R_{a2} 、 R_{an} を含む。第2の線形センサアレイ53は、第1の線形センサアレイ52の超音波受信器間の各ギャップ G_1 、 G_2 、 G_n が軸A-A'に対して長さ方向に第2の線形センサアレイの受信器 R_{a1} 、 R_{a2} 、 R_{an} と一致するように、軸A-A'に対して円周方向に、介入装置51の周りに巻き付けられる。図1Cを参照すると、超音波受信器の相対的に小さな信号は、超音波受信器と一致する回転角度に比べて、アレイにおける超音波受信器間のギャップと一致する回転角度 Θ で検出される。したがって、第2の線形センサアレイ53の超音波受信器が軸A-A'に対して長さ方向に第1の線形センサアレイ52のギャップと一致する図5の機構51は、第1の線形センサアレイ52のギャップに対応する回転角度において向上した回転感度をもたらす。

【0026】

第5の実施形態において、第1の線形センサアレイ52と第2の線形センサアレイ53は、軸A-A'に対して、互いに1mm以上の距離dだけ離れて軸方向に配置されることが好ましい。第1の線形センサアレイ52のうち超音波ビームのソースに最も近い超音波受信器の位置は、その位置及びその回転を示す介入装置上のポイントをもたらす。さらに、第2の線形センサアレイ53のうち超音波ビームのソースに最も近い超音波受信器の位

置は、その位置及びその回転を示す介入装置上の第2のポイントをもたらす。これらの最も近い受信器の位置は、介入装置に対して固定されているので、これらのポイントを共に使用して介入装置の軌道を決定することができる。軌道に対する感度の向上は、介入装置の軸に沿って2つの線形センサアレイを少なくとも1mmオフセットさせることによって実現する。

【0027】

図6は、軸に対して直径方向に向かい合う対 P_1 、 P_2 として配置された偶数個の超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 を備える第1の線形センサアレイ62が介入装置61の長手方向軸 $A-A'$ の周りに巻き付けられている、本発明の第6の実施形態の平面図である。さらに、第6の実施形態では、各超音波受信器は、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 のそれぞれにおいて矢印によって示されるようなポーリング（p o l l i n g）ベクトルを持つ圧電素子を備える。さらに、図6に示されるように、各対の超音波受信器は、対ごとに、i）超音波受信器のポーリングベクトルが軸 $A-A'$ に対して互いに反対であり、さらに、i i）超音波受信器が、それらのポーリングベクトルが互いに反対になるように並列に電気接続されるように、配置される。

【0028】

圧電素子は、本質的に、圧縮位相（c o m p r e s s i v e p h a s e）の超音波が圧電素子上に衝突したときにその電極間に生成される電気信号の極性を示すポーリングベクトルを持つ。したがって、図6の配置では、各受信器対からの組み合わせられた信号がそれらの検出した信号の差を示す。そうすることにより、超音波ビームに最も近い対になった検出器からの組み合わせられた信号が強められ、それによって各対からの検出された信号の信号対雑音比が改善される。さらに、対になった信号をもたらすことによって、検出した信号を分析する及び／又は処理するために介入装置の遠位端にもたらされる必要がある電気配線の数が増減し、それによって超音波受信器に関連する電気配線の複雑さが簡素化される。

【0029】

記載の実施形態における超音波受信器は、圧電デバイスであることが好ましい。当業界でよく知られたものなど、様々なタイプの硬質又は軟質の圧電材料が使用に適している。しかし、超音波受信器は、圧電ポリマーから形成することが好ましい。圧電ポリマーは、有利には、可撓性の向上をもたらす、したがって、針などの介入装置の軸周りに共形的に巻き付けることができる。適当な圧電ポリマーには、ポリフッ化ビニリデン、すなわちP V D F、ポリフッ化ビニリデントリフルオロエチレン（P（V D F－T r F E））などのP V D Fコポリマー、又はP（V D F－T r F E－C T F E）などのP V D Fターポリマーがある。超音波受信器は、介入装置に対して取り付けやすくするために、ホイルを形成するように、たとえば、圧電材料とその関連の電気配線を、2枚のP E Tシートの2つの感圧接着剤すなわちP S A表面間に挟むことによって形成することができる。超音波トランスデューサは、一般に、上述したP E Tシートのうちの一方のP S A層の使用に加えて、様々な技術を用いて介入装置に取り付けることができる。そのような技術としては、蒸着、印刷及び接着剤使用が挙げられる。

【0030】

図7は、本発明の様々な実施形態を使用した、ビーム形成超音波撮像システム74と、超音波トラッキングユニット75とを含む、超音波撮像機構79の図である。ビーム形成超音波撮像システム74は、例示的な2D平面超音波撮像プローブ76と、コンソール77とを含む。図示のように、2D平面超音波撮像プローブ76は、多数の超音波ビーム $B_1 \dots B_k$ からなる扇形の超音波場を生成する。2D平面超音波撮像プローブ76は、たとえば、互いをつなぐ矢印によって示されるように、有線又は無線の手段によって、コンソール77に動作可能に接続される。コンソール77は、図示のように、撮像システムプロセッサI S Pと、撮像システムインターフェースI S Iと、ディスプレイD I S Pとを含む。コンソール77は、医療処置の管理に使用される。2D超音波撮像プローブ76は、関心ボリュームV O Iに対して超音波エネルギーを送受信するため超音波トランシーバの

一次元アレイ（図示せず）を含む。コンソール 77 は、さらに、ビーム $B_1 \dots B_k$ における超音波信号を生成し検出するために 2D 超音波撮像プローブ 76 によって送信される又は受信される信号の位相を増幅する及び／又は調節するように構成される、電子ドライバ・レシーバ回路（図示せず）を含むことができる。

【0031】

このように、電子ドライバ・レシーバ回路は、放射される及び／又は受信される超音波ビームの方向を操作するために使用される。コンソール 77 は、さらに、プログラム及びアプリケーションを記憶するメモリ（図示せず）を含む。メモリは、たとえば、2D 超音波撮像プローブ 76 が送信及び／又は受信する超音波信号のシーケンスをコントロールするように構成される超音波ビームコントロールソフトウェアを記憶することができる。しかし、超音波撮像システムのうちのいくつかがコンソール 77 内に配置されるように上述したが、代替として、たとえば Philips VISIQ 超音波撮像システムの場合のように、これらのアイテムのうちのいくつかは 2D 超音波撮像プローブ 76 内に配置されてもよいことに留意されたい。

【0032】

超音波トラッキングユニット 75 は、トラッキングプロセッサ 78 と、介入装置 71 とを含み、これら 2 つのユニットは、互いをつなぐ矢印によって示されるように、有線か無線のいずれかによって通信する。無線通信は、たとえば、光、赤外線、又は RF 通信リンクを用いて実現される。超音波トラッキングユニット 75 は、さらに、介入装置 71 の長手方向軸 $A-A'$ の周りに円周方向に配置された超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n によって検出される信号を増幅するように構成される電子回路（図示せず）を含む。

【0033】

動作において、超音波トラッキングユニット 75 は、2D 超音波撮像プローブ 76 の超音波ビーム $B_1 \dots B_k$ のうちの 1 つにおける介入装置 71 の回転、さらには位置及び向きを追跡するために使用される。

【0034】

2D 超音波撮像プローブ 76 の超音波ビーム $B_1 \dots B_k$ のうちの 1 つにおける介入装置 71 の回転を追跡するために使用される方法のステップは、

第 1 の線形センサアレイ 72 の各超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n から、ビーム形成超音波撮像システムの送信超音波パルスを示す信号を受信するステップであって、送信超音波パルスは、ビーム形成超音波撮像システム、すなわち 2D 超音波撮像プローブ 76 からの送信されたパルスを示す、ステップと、

受信した信号を比較するステップであって、当該比較は、検出された信号の大きさ、振幅又は時間の比較を含むことができる、ステップと、

最大の受信信号又は最初の受信信号のどちらかを有する超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n を超音波ビームの起源に関連付けるステップであって、関連付けるステップは、超音波ビーム、すなわち $B_1 \dots B_k$ のうちの 1 つの起源、すなわちゼニス（頂点）に回転方向的に最も近い受信器の回転位置 θ を識別するステップとを使用する。

【0035】

2D 超音波撮像プローブ 76 の超音波ビーム $B_1 \dots B_k$ のうちの 1 つのソースからの介入装置 71 の距離を決定するために、

超音波ビームの送信と、超音波受信器によるその検出との間の時間遅延 Δt を計算するステップ、及び、

時間遅延と超音波伝播速度を掛け算することによって、超音波ビームのソースと超音波受信器との間の距離 D_x を決定するステップを使用することができる。

【0036】

具体的には、上記のようにして決定された距離は、超音波ビームの起源と、介入装置 71 の、第 1 の線形センサアレイ 72 の最も近い超音波受信器が取り付けられている部分との間の距離であり、つまり、いわゆる飛行時間法を用いて決定される。注目すべき点は、

超音波伝播速度は関心ボリュームVOI内で変化するが、そのような変化は超音波画像にも表されるので、対応する超音波画像での距離誤差又は範囲誤差にならないことである。

【0037】

最大の信号に関連する超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n が配置されているのは、ビーム形成超音波撮像システム74によって放射された複数の超音波ビーム $B_1 \dots B_k$ のうちのどの超音波ビームかを識別するために、

複数のビームの放射ビームシーケンスを、最大の受信信号を有する超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n によって受信された信号と関連させるステップを使用することができる。

【0038】

換言すると、最大の信号に関連するビーム $B_1 \dots B_k$ を識別するために、送信と検出との間の時間遅延を補正しつつ、複数のビームの各ビームの放射時間が最大の信号の検出時間に合わせられる。そうすることにより、ビーム形成超音波撮像システムに関する超音波受信器の角度がもたらされる。というのも、この角度は、識別されたビームのビーム角度によって定まるからである。

【0039】

検出器が配置されているのがどの超音波ビームであるかの識別は、以下の原理に基づく。2D超音波撮像プローブは、超音波ビームを放射し、ビーム $B_1 \dots B_k$ のアレイ内の関心ボリュームVOIが定期的にサンプリングされる。超音波撮像システムによる1つの画像の取得の間に超音波受信器 R_1 、 R_2 、 R_n によって検出される時間的な信号は、時間「データマトリックス」によって二次元の $B_1 \dots B_k$ にフォーマットされる。超音波受信器が位置するのがどのビームかを決定するために、検出時間が各ビームの放射の時間と関連され、すなわちそれと比較され、検出信号に最も良く適合する位置が決定される。超音波ビームの間隔により与えられるよりも良好な分解能の角度位置情報を受信するために、時間次元にわたって「データマトリックス」の最大値投影法「MIP」が実行され、それによって1DのMIPベクトルが得られ、それにガウス適合が適用される。ガウスの中心は、超音波座標系における受信器の角度座標を推測するために使用される。

【0040】

上述の方法、すなわち回転の追跡、距離の決定、及び超音波の識別を合わせると、介入装置又はビーム形成超音波撮像システムの位置及び回転の精確な識別が実現する。図7を参照すると、これらは、後で、介入装置71を含み第2の撮像システム（図7には示されない）によってもたらされる第2の画像に、ビーム形成超音波撮像システム74によってもたらされる超音波画像を位置合わせするために使用される。位置合わせは、超音波トラッキングユニット75によってもたらされる介入装置の位置及び／又は向きに基づいて超音波及び第2の撮像システムの座標系を整列させることによって行われる。第2の撮像システムは、たとえば、PET、SPECT、CT、x線、又はMR撮像システムである。超音波画像は、上述した場合では、関心ボリュームの2D画像スライスをもたらす。この画像を、第2の画像で見える特徴がしばしば重要な目印をもたらすことから第2の撮像システムのものと組み合わせることで、ナビゲーションが向上する。第2の撮像システムからの画像は、ライブ画像、又は先に生成される「ナビゲーション」画像である。

【0041】

上述の方法はいずれも、たとえば、トラッキングプロセッサ78によって、又は図7に示されるコンソール77の撮像システムプロセッサISPによって実行される。さらに、各ユニットの機能を、単一のプロセッサに組み込む、又は別々のプロセッサの中に分散させることもできる。さらに、方法は、プロセッサで実行されるとき、プロセッサにこれらの方法のステップを行わせる命令の形で記録され得る。コンピュータプログラム製品は、専用ハードウェア、並びに適切なソフトウェアとの関連でソフトウェアを実行することが可能なハードウェアによって提供される。プロセッサによって提供される場合、それらの機能は、単一の専用プロセッサ、単一の共有プロセッサ、又はそのうちのいくつかが共有可能な複数の個別プロセッサによって提供される。さらに、用語「プロセッサ」又は「コ

10

20

30

40

50

ントローラ」の明示的な使用は、ソフトウェアを実行することが可能なハードウェアだけを排他的に指すものと解釈すべきでなく、これらに限定しないが、デジタル信号プロセッサ「DSP」ハードウェア、ソフトウェアを記憶するための読出し専用メモリ「ROM」、ランダムアクセスメモリ「RAM」、不揮発性ストレージなどを暗黙的に含む。さらに、本発明の実施形態は、コンピュータ使用可能又はコンピュータ可読記憶媒体からアクセス可能で、コンピュータ又は任意の命令実行システムによる使用のために、又はそれに関連してプログラムコードを提供するコンピュータプログラム製品の形態をとることができる。この説明の目的には、コンピュータ使用可能又はコンピュータ可読記憶媒体は、命令実行システム、装置、又はデバイスによる使用のために、又はそれに関連して、プログラムを含む、記憶する、通信する、伝搬する、又は移送することが可能な任意の装置であってよい。媒体は、電子、磁気、光学、電磁気、赤外線、又は半導体システム、装置若しくはデバイス、又は伝搬媒体であってよい。コンピュータ可読媒体の例には、半導体又は固体状態メモリ、磁気テープ、取り外し可能コンピュータディスク、ランダムアクセスメモリ「RAM」、読出し専用メモリ「ROM」、剛性磁気ディスク及び光ディスクがある。光ディスクの現在の例には、コンパクトディスク読出し専用メモリ「CD-ROM」、コンパクトディスク書き込み／読み出し「CD-R/W」、Blu-Ray（商標）、及びDVDがある。

10

【0042】

請求項1のデバイス、請求項9の方法、及び請求項13のコンピュータプログラム製品は、具体的には従属請求項において定められるような類似且つ／又は同一の好ましい実施形態を有すると理解されたい。さらに、実施形態は、個別に記載されているが、従属請求項において定められるように組み合わせることもできる。

20

【図1A】

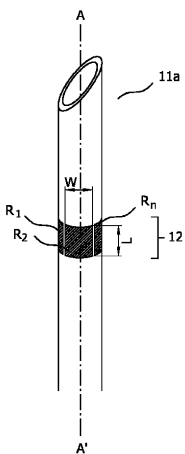


FIG. 1A

【図1B】

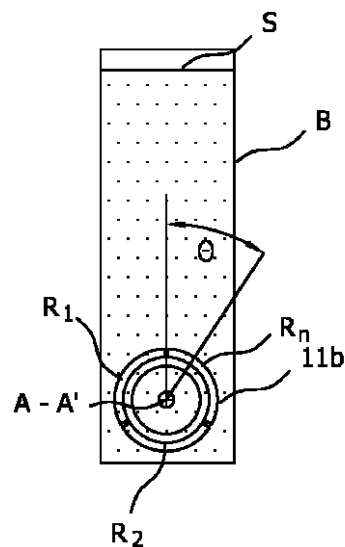


FIG. 1B

【図1C】

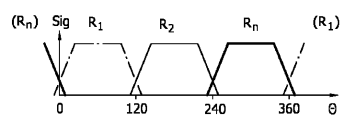
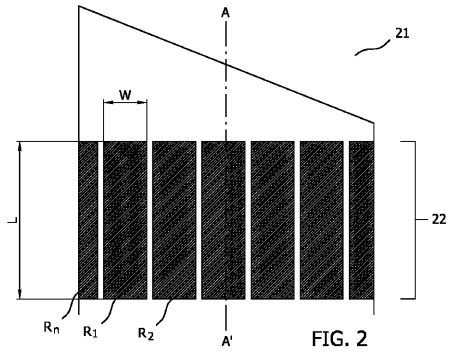
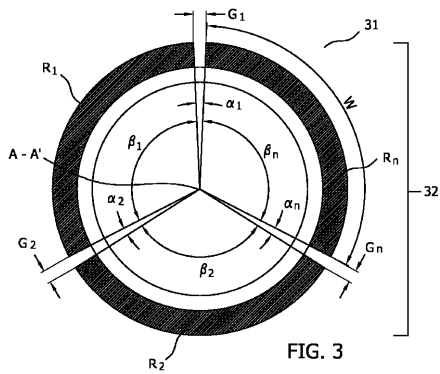


FIG. 1C

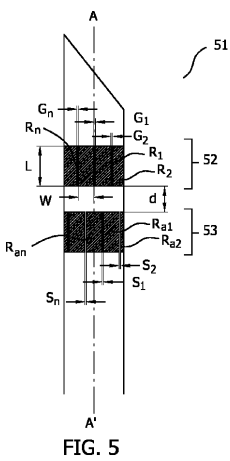
【図 2】



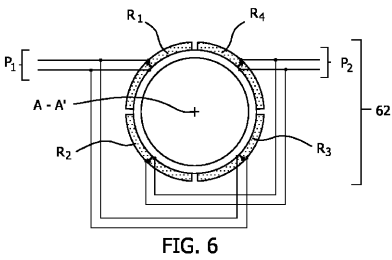
【図 3】



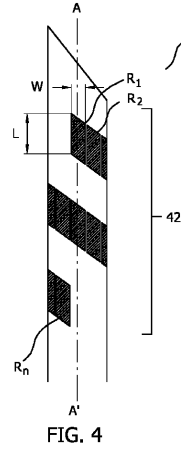
【図 5】



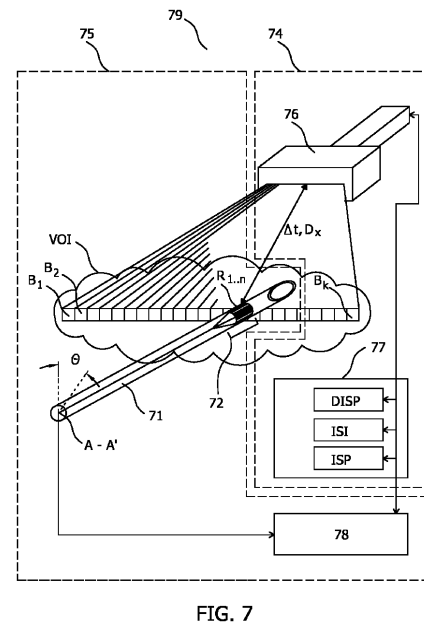
【図 6】



【図 4】



【図 7】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/079356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B8/08 A61B8/12 A61B8/00 A61B8/15
ADD.

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

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.
Y	US 2004/193042 A1 (SCAMPINI STEVEN [US] ET AL) 30 September 2004 (2004-09-30)	1-3,5,6, 8-11, 13-15 4,7,12
A	abstract figures 1,6,7 paragraph [0023] - paragraph [0032] paragraph [0036] - paragraph [0040] -----	
Y	US 2013/310679 A1 (NATARAJAN SHYAM [US] ET AL) 21 November 2013 (2013-11-21)	1-3,5,6, 8-11, 13-15 4,7,12
A	abstract figures 2,3 paragraph [0048] paragraph [0058] - paragraph [0059] paragraph [0063] paragraph [0068] ----- -/-	

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

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 December 2016

Date of mailing of the international search report

09/01/2017

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

Moehrs, Sascha

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/079356

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/261571 A1 (WILLIS NATHANIEL P [US] ET AL) 24 November 2005 (2005-11-24) abstract paragraph [0037] - paragraph [0082] figures 19,20 -----	6
A	US 2014/276003 A1 (WANG HONG [CN] ET AL) 18 September 2014 (2014-09-18) abstract figures 1-9 paragraph [0019] - paragraph [0051] -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/079356

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004193042 A1	30-09-2004	NONE	
US 2013310679 A1	21-11-2013	NONE	
US 2005261571 A1	24-11-2005	AT 492215 T CA 2567294 A1 EP 1758506 A1 JP 2008500138 A US 2005261571 A1 WO 2005112775 A1	15-01-2011 01-12-2005 07-03-2007 10-01-2008 24-11-2005 01-12-2005
US 2014276003 A1	18-09-2014	CN 105120762 A EP 2858574 A1 JP 2016512130 A US 2014276003 A1 WO 2014151985 A1	02-12-2015 15-04-2015 25-04-2016 18-09-2014 25-09-2014

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, ST, 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, DJ, 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, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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

(72)発明者 デ ワイス ウィレム - ヤン アレンド

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 コレン アレクサンダー フランシスカス

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

Fターム(参考) 4C601 EE09 FF06 GA20 GA28 GB05 GB40 GB45 JB41

专利名称(译)	确定超声波束内的旋转		
公开(公告)号	JP2018537215A	公开(公告)日	2018-12-20
申请号	JP2018530730	申请日	2016-12-01
[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	デワイスイレムヤンアレンド		
发明人	デ ワイス ウィレム-ヤン アレンド コレン アレクサンダー フランシスカス		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/0841 A61B8/12 A61B8/145 A61B8/15 A61B8/4245 A61B8/445 A61B8/4477 A61B8/4488 A61B8/4494 A61B8/5207 A61B8/5246 A61B17/3403 A61B34/20 A61B2017/3413 A61B2034/2063 A61B2034/2065 A61M2025/0166		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE09 4C601/FF06 4C601/GA20 4C601/GA28 4C601/GB05 4C601/GB40 4C601/GB45 4C601/JB41		
优先权	2015200090 2015-12-15 EP		
其他公开文献	JP2018537215A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及确定介入设备在超声场中的旋转。通过将由附着在介入设备上的超声接收器检测到的从波束成形超声成像系统发射的超声信号与超声信号的波束成形波束序列相关联，提供一种适合在超声束内跟踪的介入装置。介入装置包括纵轴A-A'和多个超声接收器R_{1..n}，每个超声接收器具有长度L和宽度W，第一线性传感器沿宽度W的方向延伸。还有一个数组12。此外，第一线性传感器阵列12被布置为使得每个超声接收器的长度L相对于轴线A-A'纵向布置，使得介入设备的介入设备与轴线A-A'对准。包裹在圆周上。

