

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4933548号
(P4933548)

(45) 発行日 平成24年5月16日(2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日(2012.2.24)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

請求項の数 32 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2008-525906 (P2008-525906)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成19年7月19日(2007.7.19)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/064283		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02008/010558	(74) 代理人	100093067
(87) 国際公開日	平成20年1月24日(2008.1.24)		弁理士 二瓶 正敬
審査請求日	平成22年7月7日(2010.7.7)	(72) 発明者	藤井 清
(31) 優先権主張番号	特願2006-198763 (P2006-198763)		愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内
(32) 優先日	平成18年7月20日(2006.7.20)	(72) 発明者	島崎 彰
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2006-244786 (P2006-244786)	(72) 発明者	新海 正弘
(32) 優先日	平成18年9月8日(2006.9.8)		愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2006-303236 (P2006-303236)		
(32) 優先日	平成18年11月8日(2006.11.8)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

探触子外筐の外側に固定されたモータと、
 前記探触子外筐の内側に固定され、前記モータのモータ軸が貫通する第1の円筒プーリと、
 前記第1の円筒プーリを貫通して突出した前記モータ軸に固定されたアームと、
 前記アームのモータ軸固定端とは反対側端に固定されたプーリ軸を中心として回転可能に設けられた第2の円筒プーリと、
 前記第2の円筒プーリに固定されたスライダ軸受と、
 前記スライダ軸受により摺動可能に取り付けられ、前記スライダ軸受を介して前記モータ軸とは反対側に超音波素子を固定したスライダ軸と、
 前記探触子外筐の内側に固定され、前記超音波素子から前記モータ軸方向の延長線上に曲率中心を有する円弧状に形成されたガイドレールと、
 前記スライダ軸に連結され前記ガイドレールに対し接触状態で移動するローラとを、
 超音波探触子のウィンドウと外筐で囲われた領域であって、かつ音響結合液体が封止された領域中に備えたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

前記ローラを前記ガイドレールの接触面に押し付けるように、前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に弾性体を設けたことを特徴とする請求項1に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

ばねが、前記ローラを前記ガイドレールのスライダ軸受側面に押し付けるように、前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に配設されたことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記ローラとして、前記ガイドレールのスライダ軸受側面と反スライダ軸受側面とにそれぞれ接して前記ガイドレールを挟み込むように複数のローラが配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記ガイドレールを挟み込むように配置される前記複数のローラとして、回動可能に前記スライダ軸に取り付けられたローラと、前記スライダ軸に取り付けられた前記ローラに対してばねで引き合うように設けられたローラとを有することを特徴とする請求項 4 に記載の超音波探触子。

10

【請求項 6】

前記ガイドレールは複数備えられ、ガイドレール間に前記ローラが挟み込まれるように配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記ガイドレール間に挟み込まれた前記ローラは、互いにばねで反発するように複数取り付けられることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波探触子。

【請求項 8】

前記第 1 の円筒プーリの直径と前記第 2 の円筒プーリの直径の比率を 1 対 2 とし、前記ガイドレールの曲率中心から前記モータ軸までの長さ、前記アームの前記モータ軸から前記第 2 の円筒プーリまでの長さを等しくしたことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

20

【請求項 9】

前記アームのモータ軸固定端からプーリ軸を固定した他端までの長さを、前記プーリ軸から前記ローラ軸までの長さと同様かそれ以上の長さとしたことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 10】

前記スライダ軸に固定された超音波素子は、電子走査型のアレイ型超音波素子であって、前記アレイ型超音波素子の電子走査方向と直交する方向に機械走査することで、電子走査と機械走査による直交する 2 つの断面の走査を可能にすることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

30

【請求項 11】

外側にモータが固定された探触子外筐の内側に固定され、前記モータのモータ軸が貫通する第 1 のプーリと、

前記第 1 のプーリを貫通して突出した前記モータ軸に固定されたアームと、

前記アームのモータ軸固定端とは反対側に固定されたプーリ軸を中心として回動可能に設けられた第 2 のプーリと、

前記第 1 のプーリと第 2 のプーリを結合する連結部材と、

前記第 2 のプーリに固定されたスライダ軸受と、

前記スライダ軸受により摺動可能に取り付けられ、一端に超音波素子を固定したスライダ軸と、

40

前記スライダ軸の他端に設けられたローラ軸と、

前記探触子外筐の内側に固定され、かつ前記スライダ軸の前記ローラ軸固定端から前記超音波素子方向への延長線上に曲率中心を有する円弧状に形成されたガイドレールと、

前記スライダ軸に連結されたローラ軸を介して前記ガイドレールに対し接触状態で移動するローラとを、

超音波探触子のウインドウと外筐で囲われた領域であって、かつ音響結合液体が封止された領域中に備えたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 12】

50

前記ローラを前記ガイドレールの接触面に押し付けるように前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に弾性体を設けたことを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 1 3】

前記弾性体であるばねが前記ローラを前記ガイドレールの前記スライダ軸受側に接するように前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に配設されたことを特徴とする請求項 1 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 1 4】

前記弾性体であるばねが前記ローラを前記ガイドレールの前記スライダ軸受とは反対側に接するように、前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に配設されたことを特徴とする請求項 1 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 1 5】

前記ガイドレールのスライダ軸受側面とスライダ軸受側面の反対側とにそれぞれ接して前記ガイドレールを挟み込むように複数のローラが配置されることを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 1 6】

前記ガイドレールを挟み込むように配置される前記複数のローラとして、回動可能に前記スライダ軸に取り付けられたローラと、前記スライダ軸に取り付けられた前記ローラに対してばねで引き合うように設けられたローラとを有することを特徴とする請求項 1 5 に記載の超音波探触子。

【請求項 1 7】

前記ガイドレールは複数備えられ、ガイドレール間に前記ローラが挟み込まれるように配置されることを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 1 8】

前記ガイドレール間に挟み込まれた前記ローラは、互いにばねで反発するように複数取り付けられることを特徴とする請求項 1 7 に記載の超音波探触子。

【請求項 1 9】

前記第 1 のプーリの直径と前記第 2 のプーリの直径の比率を 1 対 2 とし、前記ガイドレールの曲率中心から前記モータ軸までの長さ、前記アームの前記モータ軸から前記第 2 のプーリまでの長さを等しくしたことを特徴とする請求項 1 1 から 1 8 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 2 0】

前記アームのモータ軸固定端からプーリ軸固定端までの長さを、前記プーリ軸から前記ローラ軸までの長さと同様かそれ以上の長さとしたことを特徴とする請求項 1 1 から 1 9 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 2 1】

前記スライダ軸に固定された前記超音波素子は、電子走査型のアレイ型超音波素子であって、前記アレイ型超音波素子の電子走査方向と直交する方向に機械走査することで、電子走査と機械走査による直交する 2 つの断面の走査を可能にすることを特徴とする請求項 1 1 から 2 0 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 2 2】

モータと、

前記モータの回転軸に取り付けられ、前記回転軸の回転により回動可能な第 1 のアームと、

先端部に超音波素子が取り付けられた第 2 のアームと、

前記第 2 のアームに設けられて、前記第 1 のアームの先端を前記第 2 のアームと平行移動可能にするよう前記第 1 のアームの先端を収容する溝部と、

一端が前記第 2 のアームの前記超音波素子の固定端と反対側の端部に設けられた第 1 の軸により前記第 2 のアームに対して回動可能に取り付けられ、他端が前記第 1 のアームの回転中心と前記第 2 のアームの溝部との間の任意の位置に設けられた第 2 の軸とにより前記第 1 のアームに対して回動可能に取り付けられて、両端が回動可能なリンク機構を構成

10

20

30

40

50

する第 3 のアームと、

前記第 2 のアームと第 3 のアームとを前記第 1 の軸で結合した端部を、モータ軸垂線上でかつ前記第 2 のアームの前記超音波素子の固定端とは反対側に引き付けるばねとを、
備え、

前記モータの前記回転軸の回転により前記超音波素子を取り付けられた前記第 2 のアームを揺動走査させる超音波探触子。

【請求項 2 3】

前記第 3 のアームの前記第 1 のアームとの連結点から前記第 2 のアームとの連結点までの長さと、前記第 1 のアームと前記第 3 のアームの連結点から前記第 2 のアームの連結点までの長さを同じ長さにして、前記モータ軸垂線と前記第 1 のアーム先端の軌跡との交点であって、前記超音波素子の固定端と反対側の交点と、前記第 2 のアームと前記第 3 のアームとを前記第 1 の軸で結合した端部との間に、前記ばねを設け、各連結点で構成される三角形が二等辺三角形となるように構成されたことを特徴とする請求項 2 2 に記載の超音波探触子。

10

【請求項 2 4】

前記第 1 のアームと前記第 3 のアームとを連結する前記第 2 の軸は、前記第 1 のアームの前記回転中心からその先端までの距離の中間点より前記第 1 のアームの先端側に配置されたことを特徴とする請求項 2 2 又は 2 3 に記載の超音波探触子。

【請求項 2 5】

前記モータの前記回転軸に減速機構を設け、前記減速機構により減速させた回転軸に前記第 1 のアームの前記回転中心を固定して揺動することを特徴とする請求項 2 2 から 2 4 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

20

【請求項 2 6】

前記超音波素子は電子走査型素子であって、電子走査と電子走査と直交する方向に機械的に揺動することを特徴とする請求項 2 2 から 2 5 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 2 7】

モータと、

前記モータの回転軸に取り付けられ、前記回転軸の回転により回動可能な第 1 のアームと、

30

ウインドウ側先端部に超音波素子を取り付けられた第 2 のアームと、

前記第 2 のアームに設けられて、前記第 1 のアームの先端を前記第 2 のアームと平行移動可能にするよう前記第 1 のアームの先端を収容する溝部と、

一端が前記第 2 のアームに取り付けられた前記超音波素子の固定端と前記溝部との間に設けられた第 1 の軸により前記第 2 のアームに対して回動可能に取り付けられ、他端が前記第 1 のアームの回転中心と前記第 2 のアームの溝部との間の任意の位置に設けられた第 2 の軸により前記第 1 のアームに対して回動可能に取り付けられて、両端が回動可能なリンク機構を構成する第 3 のアームと、

前記第 2 のアームと前記第 3 のアームとを前記第 1 の軸で結合した端部を、モータ軸垂線上でかつ前記第 2 のアームの前記超音波素子の固定端側に引っ張るばねとを備え、

40

前記モータの前記回転軸の回転により前記超音波素子を取り付けられた前記第 2 のアームを揺動走査させる超音波探触子。

【請求項 2 8】

前記第 3 のアームの前記第 1 のアームとの連結点から前記第 2 のアームとの連結点までの長さと、前記第 1 のアームと前記第 3 のアームの連結点から前記第 2 のアームの連結点までの長さを同じ長さにして、前記モータ軸垂線と前記第 1 のアーム先端の軌跡との交点であって、超音波素子固定端側の交点と、前記第 2 のアームと前記第 3 のアームとを前記第 1 の軸で結合した端部との間に、前記ばねを設け、各連結点で構成される三角形が二等辺三角形となるように構成されたことを特徴とする請求項 2 7 に記載の超音波探触子。

【請求項 2 9】

50

前記第 1 のアームと前記第 3 のアームとを連結する前記第 2 の軸は、前記第 1 のアームの前記回転中心からその先端までの距離の中間点より前記第 1 のアームの先端側に配置されたことを特徴とする請求項 2 7 又は 2 8 に記載の超音波探触子。

【請求項 3 0】

前記モータの前記回転軸に減速機構を設け、前記減速機構により減速させた回転軸に前記第 1 のアームの前記回転中心を固定し、前記モータを超音波探触子のウインドウから離れた方向に配置して揺動することを特徴とする請求項 2 7 から 2 9 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 3 1】

前記超音波素子は電子走査型素子であって、電子走査と電子走査と直交する方向に機械的揺動することを特徴とする請求項 2 7 から 3 0 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 3 2】

前記超音波素子は単一素子であって独立して回転又は揺動することで機械走査を行い、前記機械走査と直交する方向に機械的揺動することを特徴とする請求項 2 7 から 3 0 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、超音波を送受信する超音波探触子に関し、特に、短冊状に圧電素子を配列して電氣的に走査することで断層画像を得るアレイ型素子又は単一の素子の電氣的又は機械的走査方向と直交する方向に機械的に平行移動又は揺動させることによって、生体内の 3 次元断層像を得る小型の手持ち式の超音波探触子に関するもので、乳腺、甲状腺、頸動脈、体表血管、体表表層部など（以下、表在性組織と呼ぶ）の 3 次元断層像を得ること、並びに、体表から走査する際に肋骨や大泉門などが間に存在しても、狭い体表接触領域から走査を行い 3 次元断層像を得ることを主な目的とした機械的走査方式に好適な超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

表在性組織の超音波診断画像を短時間で簡便に取得するには、体表近傍のアレイ型素子又は単一の素子による幅広い視野領域を得ると同時に、アレイ型素子又は単一の素子の走査方向と直交する方向への、体表の形状に沿った広い機械的走査が必要となる。手持ち型超音波探触子では、1 つの 3 次元超音波探触子であらゆる表在性組織の 3 次元画像が得られることによって、探触子を交換する診断上の手間を省くことができることに加え、複数の 3 次元超音波探触子を必要とせず、コスト的にも大きな利点があるが、頸動脈や甲状腺などの 3 次元断層像を得るための超音波探触子としては、顎の下に存在する診断部位の関係上、探触子の形状を極力小さくすることが必要となり、広い 3 次元診断領域の実現と、小型の 3 次元超音波探触子の実現という相反する要求がある。また、手持ち型超音波探触子であることから、探触子は小型で軽量であることが加えて要求されている。

【0 0 0 3】

従来、この種の表在性組織断層画像取得方法として、超音波探触子に乳房用アプリケーションを介在させて、探触子そのものを回転させ乳房全領域の断層像を得るようにしたものがある（例えば、下記の特許文献 1 参照）。

【0 0 0 4】

また、水槽中にて超音波探触子を配置し、探触子を平行移動させることによって、乳房全体の断層像を得るようにしたものがある（例えば、下記の特許文献 2 参照）。また、超音波探触子を、ベルトなどを用いて並行に移動させて超音波画像を取得するようにしたものがある（例えば、下記の特許文献 3 参照）。

【0 0 0 5】

また、アレイ型素子の電子走査方向の端部を中心に回転させることによって、手持ち型の 3 次元超音波探触子を実現するようにしたものがある（例えば、下記の特許文献 4 参照

10

20

30

40

50

）。

【 0 0 0 6 】

さらに、コンベックス状のアレイ型素子を機械的に揺動させることで3次元超音波断層像を得る、手持ち型の3次元超音波探触子を実現するようにしたものがある（例えば、下記の特許文献5参照）。

【 0 0 0 7 】

一方、体表からの走査で心臓などの超音波診断画像を取得するには、体表近傍に存在する音響インピーダンスの大きな肋骨などでの反射による肋骨の下に存在する心臓の超音波診断画像の欠損を避けるため、肋骨の間の狭い領域から超音波を送受信する必要がある。そして、上記体表近傍の狭い超音波送受信領域を実現するには体表近傍若しくは体表内部の浅い領域に超音波素子の揺動運動中心を設ける必要があった。

10

【 0 0 0 8 】

しかしながら、超音波素子を機械的に揺動し走査を行う手持ち型機械走査式超音波探触子は、揺動する超音波素子を生体に直接接触させることが不可能であるため、ウインドウと探触子筐体で音響結合液体を封止し、この液体内部で超音波素子を揺動又は回転させて走査する必要があった。このような超音波素子は、超音波ビームをより細いビームとすることで画像分解能を向上させることが可能であるが、そのためには、超音波素子は最適な開口径が要求され、素子の大きさと揺動動作でのウインドウとのクリアランスが必要であることから、生体の体表近傍の超音波送受信領域を狭くすることや、体表近傍又は体表の浅い部位に超音波素子の揺動中心を設けることは困難であった。

20

【 0 0 0 9 】

従来のこの種の機械走査式セクタ超音波探触子として、モータの回転運動をロータに固定されたローラとアームに設けられた軸を中心に揺動可能に取り付けられた支持体の背面に設けた平行な溝で、モータの回転運動を支持体の揺動運動に変換し、支持体に固定された音響素子を揺動させることによって機械的に素子を揺動させ走査を行う手段を備えたものがある（例えば、下記の特許文献6参照）。

【 0 0 1 0 】

また、特許文献6に記載の機構を、音速が生体より遅い音響結合液体と組み合わせることで、モータ回転角度と音響素子の揺動角度を比例関係に近くする構成のものがある（例えば、下記の特許文献7参照）。

30

【 0 0 1 1 】

さらに、円弧状のガイドレールとベルトを用い、体表近傍に仮想の揺動中心で肋骨の間から超音波を走査する構成のものがある（例えば、下記の特許文献8参照）。

【特許文献1】実公昭59-190208号公報

【特許文献2】実公昭59-111110号公報

【特許文献3】特開昭61-13942号公報

【特許文献4】特開平4-282136号公報

【特許文献5】特開平3-184532号公報

【特許文献6】実開昭59-42970号公報

【特許文献7】特公平7-24659号公報

40

【特許文献8】特開平6-38962号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

しかしながら、特許文献1に記載の発明は、既存のアレイ型超音波探触子を回転させて画像を取得する乳腺診断専用の装置であり、手持ち型超音波探触子のように、医者が探触子を直接持って操作するようなものではなく、加えて、頸動脈や甲状腺などの別の診断領域を、1つの3次元超音波探触子で診断できるようなものでもない。

【 0 0 1 3 】

また、特許文献2に記載の発明は、特許文献1と同様に、手持ち型3次元超音波探触子

50

ではなく、装置も大掛かりなもので事前の準備などの手間を必要とし、頸動脈や甲状腺などの別の診断領域もあわせて簡便に診断できるものではない。

【 0 0 1 4 】

また、特許文献 3 に記載の発明を応用して、超音波素子をベルトなどで平行に移動させる機構を、手持ち型超音波探触子に応用することも類推することができるが、ワイヤ、タイミングベルトなどを用いてアレイ型素子を平行移動させる場合には、移動させる素子の両端にプーリを配置する必要がある。このような構造を用いた場合には、素子の幅と、プーリの径によって、必ず、機械的移動範囲より大きな生体接触部形状となってしまうため、手持ち型 3 次元超音波探触子としては好ましい形態ではない。特に、頸動脈や甲状腺などを診断する場合には、手持ち型 3 次元超音波探触子を生体の対象部位に当てる際に、顎などが邪魔になって所望する位置に探触子を当てることができないという課題を有していた。

10

【 0 0 1 5 】

また、特許文献 4 に記載の発明は、アレイ型素子の電子走査方向の端部を中心に回転させて 3 次元の超音波画像を取得するもので、機械的回転の中心近傍の回転移動量と比べ、回転中心から離れた部分の回転移動量が大きくなってしまうため、3 次元断層像を構築するための元データとなる 2 次元断層面のピッチが、回転中心に近いほど細くなる反面、回転中心から離れるにしたがってピッチが粗くなり、回転中心からの距離に比例して、2 次元断層面のスライスした断面のピッチが粗く、回転中心から離れた位置の断層像データを用いた 3 次元画像を構築した際に、回転中心から離れた部位の分解能が粗くなってしま

20

【 0 0 1 6 】

また、アレイ型素子の電子走査方向の端部を中心に回転しているため、アレイ型素子の電子走査方向の素子の長さからはみ出した位置に回転中心軸を設ける機構が必要となるため、頸動脈、甲状腺などの部位を診断する場合には、当該診断部位の診断の際に、素子の長さより大きな生体接触部が顎の部分に当たってしまい、超音波探触子を所望の位置に接触させることが困難であるという課題を有していた。

【 0 0 1 7 】

さらに、上記特許文献 5 に記載の 3 次元超音波探触子は、コンベックス状のアレイ型素子を機械的に揺動させることで 3 次元超音波断層像を得るため、素子の揺動回転中心からアレイ型素子先端までの距離で、探触子先端の生体接触部の曲率が決まってしまい、比較的平坦な形状である表在性組織部位に接触させる際に、機械的揺動走査による両端部で生体に確実に接触するような生体接触部形状を実現するためには、機械的揺動の回転中心からアレイ型素子先端までの距離を大きくし、生体接触部の曲率を大きくする必要があった。また、機械的揺動の回転中心からアレイ型素子先端までの距離を大きくすることは、手持ち型 3 次元超音波探触子の大きさが、上記距離を大きくすることで大きくなり、手持ち型 3 次元超音波探触子として、その大きさや質量の増加が、診断を行う際に探触子の取り扱いがしづらくなるという課題を有していた。

30

【 0 0 1 8 】

一方、特許文献 6 に記載の発明は、モータの回転運動をロータに固定されたローラとアームに設けられた軸を中心に揺動可能に取り付けられた支持体の背面に設けた平行な溝で、モータの回転運動を支持体の揺動運動に変換し、支持体に固定された音響素子を揺動させることによって機械的に素子を揺動させ走査を行う機構であるために、モータの回転角度に対して、素子の揺動角度が比例せず、モータを一定速度で回転させた場合に超音波ビームの角度を等しい角度で振らせることができないという課題を有していた。

40

【 0 0 1 9 】

また、モータを一方向に連続回転させ上記の機構で揺動運動に変換しているために、素子の揺動角度、すなわち音響走査の角度は常に一定の角度となり、例えば心臓などの動きの早い臓器を超音波診断対象とする場合に、臓器の動きに対する超音波画像の描出追従性を良くするためにモータを高速で回転させると、音響走査線の密度が粗くなり画像劣化を

50

招くこととなる。生体からの超音波反射エコーを取得するには生体の音速に依存する時間が必要であり、動きの早い臓器を対象に画像の劣化なく超音波診断画像を得るためには、狭い走査角度を揺動させる必要があるが、特許文献6に記載の発明は、揺動角度を自由に設定して揺動速度を上げることが困難であった。また、この走査線密度は揺動角速度と反比例する関係であり、上記の機構では特に重要な揺動角度の中央部で揺動角速度が速く、すなわち走査線密度が粗くなるという課題を有していた。

【0020】

さらに、特許文献6に記載の発明は、生体に接触するウインドウの内側に配置した素子揺動中心軸を中心として揺動運動を行っており、その構造上、生体に接触するウインドウから、すなわち生体から離れた位置に素子の揺動中心を配置せざるを得ないため、実際の音響走査線はウインドウ表面、すなわち生体接触部では広がってしまい、生体近傍に肋骨などの音響インピーダンスが大きく超音波を反射してしまうものが介在すると、肋骨などにさえぎられその下に存在する生体内部の臓器を描出できないという課題を有していた。

10

【0021】

また、特許文献7に記載の発明は、特許文献6に記載の機構を、音速が生体より遅い音響結合液体と組み合わせるものであるが、モータ回転角度と音響素子の揺動角度は完全な比例関係とはならない。また、特許文献7に記載の発明では、特許文献6と同様に、生体に接触するウインドウの内側に配置した素子揺動中心軸を中心として揺動運動を行っており、その構造上、生体に接触するウインドウから離れた位置に素子の揺動中心を配置せざるを得ないため、実際の音響走査線はウインドウ表面、すなわち生体接触部では広がってしまい、生体近傍に肋骨などの音響インピーダンスが大きく超音波を反射してしまうものが介在すると、肋骨などにさえぎられその下に存在する生体内部の臓器を描出できないという課題を有していた。また、特許文献6と同様に、動きの早い臓器に対して時間的な追従性を向上させるためには、揺動角度を狭くして揺動速度を上げることが困難であり、診断部位に応じた走査線密度と揺動速度を自由に設定することが困難であった。

20

【0022】

さらに、特許文献8に記載の発明では、ガイドレールに嵌合して摺動するアームの幅と、ガイドレールの外側に設けたローラの干渉の制限から、実際の素子揺動範囲の外側にローラを配置する必要があり、探触子の外側の形状は上記ローラの配置により大きくする必要があり、探触子の小型化及び軽量化にの課題となっている。また、肋骨弓下、すなわち肋骨の下側から心臓などを走査する際には、探触子を肋骨の下側から体表と平行に近い方向に移動させて走査を行う必要があり、ローラの配置による探触子の揺動方向の膨らみが超音波走査を行う上での妨げとなっている。また、ガイドレールや複数のローラやベルトなどの多数の機構部品が必要となっており、部品のコストや組み立ての複雑性なども課題となっている。

30

【0023】

本発明は上述した点に鑑みてなされたもので、生体接触面の広い走査領域を実現するための大きな曲率で超音波素子を走査することができ、かつ探触子を小型化及び軽量化することができ、乳房、頸動脈、甲状腺などの表在性組織に適した手持ち型機械走査式超音波探触子を提供することを目的とするものである。

40

【0024】

また、本発明は上述した点に鑑みてなされたもので、肋骨や大泉門の隙間などの狭い生体接触領域、又は肋骨弓下、すなわち肋骨の下側から心臓などを走査する際のセクタ走査に適した小型、軽量、かつ安価な機械走査式超音波探触子を提供するものである。

また、本発明は肋骨の下側から心臓などを走査する際のセクタ走査に適した機械走査式超音波探触子であって生体の体表近傍の狭い領域から超音波を送受信することが可能な超音波探触子を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0025】

上記目的を達成するために、本発明に係る超音波探触子は、探触子外筐の外側に固定さ

50

れたモータと、前記探触子外筐の内側に固定され、前記モータのモータ軸が貫通する第1の円筒プーリと、前記第1の円筒プーリを貫通して突出した前記モータ軸に固定されたアームと、前記アームのモータ軸固定端とは反対側端に固定されたプーリ軸を中心として回動可能に設けられた第2の円筒プーリと、前記第2の円筒プーリに固定されたスライダ軸受と、前記スライダ軸受により摺動可能に取り付けられ、前記スライダ軸受を介して前記モータ軸とは反対側に超音波素子を固定したスライダ軸と、前記探触子外筐の内側に固定され、前記超音波素子から前記モータ軸方向の延長線上に曲率中心を有する円弧状に形成されたガイドレールと、前記スライダ軸に連結され前記ガイドレールに対し接触状態で移動するローラとを、超音波探触子のウインドウと外筐で囲われた領域であって、かつ音響結合液体が封止された領域中に備えたことを特徴とする。

10

【0026】

この構成により、超音波素子は、ガイドレール曲率中心を中心とした傾きと同時に、伸縮運動によりガイドレール曲率中心を中心とした大きな曲率を持った揺動運動をすることとなり、ガイドレール曲率中心から超音波素子までの長いアームを持った揺動機構と等価な揺動運動を実現することができ、かつ超音波探触子を小型化することができる。

【0027】

また、前記ローラを前記ガイドレールの接触面に押し付けるように、前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に弾性体を設けたことを特徴とする。

【0028】

この構成により、スライダ軸の先端に固定された超音波素子は、左右に揺動した状態でスライダ軸受に対して伸縮運動を行う。

20

【0029】

また、ばねが、前記ローラを前記ガイドレールのスライダ軸受側面に押し付けるように、前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に配設されたことを特徴とする。

【0030】

この構成により、スライダ軸の先端に固定された超音波素子は、左右に揺動した状態でスライダ軸受に対して伸縮運動を行う。

【0031】

また、前記ローラとして、前記ガイドレールのスライダ軸受側面と反スライダ軸受側面とにそれぞれ接して前記ガイドレールを挟み込むように複数のローラが配置されることを特徴とする。

30

【0032】

この構成により、複数のローラは、ガイドレールを挟み込み、ガイドレールに沿って摺動することができる。

【0033】

また、前記ガイドレールを挟み込むように配置される前記複数のローラとして、回動可能に前記スライダ軸に取り付けられたローラと、前記スライダ軸に取り付けられた前記ローラに対してばねで引き合うように設けられたローラとを有することを特徴とする。

【0034】

この構成により、複数のローラは、ガイドレールを挟み込み、ガイドレールに沿って摺動することができる。

40

【0035】

また、前記ガイドレールは複数備えられ、ガイドレール間に前記ローラが挟み込まれるように配置されることを特徴とする。

【0036】

この構成により、ローラは、ガイドレール間に挟み込まれ、ガイドレールに沿って摺動することができる。

【0037】

また、前記ガイドレール間に挟み込まれた前記ローラは、互いにばねで反発するように複数取り付けられることを特徴とする。

50

【 0 0 3 8 】

この構成により、ローラは、互いにばねで反発するように取り付けられて、ガイドレールの溝に対する遊びを吸収することができる。

【 0 0 3 9 】

また、前記第 1 の円筒プーリの直径と前記第 2 の円筒プーリの直径の比率を 1 対 2 とし、前記ガイドレールの曲率中心から前記モータ軸までの長さ、と、前記アームの前記モータ軸から前記第 2 の円筒プーリまでの長さを等しくしたことを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

この構成により、第 2 の円筒プーリは、アームの傾きにより、第 2 の円筒プーリを中心にモータ軸の回転方向とは逆に 1 / 2 回転し、モータ軸を回転させると、超音波素子を固定したスライダ軸は、ガイドレール曲率中心を揺動の中心として、常にモータ軸回転角の 1 / 2 の角度を保ちながら揺動動作を行う。

【 0 0 4 1 】

また、前記アームのモータ軸固定端からプーリ軸を固定した他端までの長さを、前記プーリ軸から前記ローラ軸までの長さと同様かそれ以上の長さとしたことを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

この構成により、ガイドレール曲率中心は、モータ軸に対してより遠方に配置することとなり、超音波素子を大きな曲率半径の揺動軌跡で揺動動作させる機構をより小型化することができる。

【 0 0 4 3 】

さらに、前記スライダ軸に固定された超音波素子は、電子走査型のアレイ型超音波素子であって、前記アレイ型超音波素子の電子走査方向と直交する方向に機械走査することで、電子走査と機械走査による直交する 2 つの断面の走査を可能にすることを特徴とする。

【 0 0 4 4 】

この構成により、表在性組織に密着させやすい大きな曲率で機械走査する 3 次元超音波探触子を実現することができる。

【 0 0 4 5 】

上記目的を達成するために、本発明に係る超音波探触子は、外側にモータが固定された探触子外筐の内側に固定され、前記モータのモータ軸が貫通する第 1 のプーリと、前記第 1 のプーリを貫通して突出した前記モータ軸に固定されたアームと、前記アームのモータ軸固定端とは反対側に固定されたプーリ軸を中心として回動可能に設けられた第 2 のプーリと、前記第 1 のプーリと第 2 のプーリを結合する連結部材と、前記第 2 のプーリに固定されたスライダ軸受と、前記スライダ軸受により摺動可能に取り付けられ、一端に超音波素子を固定したスライダ軸と、前記スライダ軸の他端に設けられたローラ軸と、前記探触子外筐の内側に固定され、かつ前記スライダ軸の前記ローラ軸固定端から前記超音波素子方向への延長線上に曲率中心を有する円弧状に形成されたガイドレールと、前記スライダ軸に連結されたローラ軸を介して前記ガイドレールに対し接触状態で移動するローラとを、超音波探触子のウインドウと外筐で囲われた領域であって、かつ音響結合液体が封止された領域中に備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 4 6 】

この構成により、モータ軸が回転又は揺動動作を行うと、超音波素子が揺動動作する軌跡はガイドレールの曲率中心を揺動動作の中心として揺動動作を行うこととなり、音響結合液体を封止したウインドウの表面又はその前後にセクタ型音響走査の中心を設ける機構が実現でき、なおかつ、モータの回転角度と音響素子の揺動角度の比例関係と、音響素子からウインドウまでの距離を一定に保つことができ、生体の体表近傍の狭い領域から超音波を送受信することが可能な超音波探触子を実現できる。

【 0 0 4 7 】

また、前記ローラを前記ガイドレールの接触面に押し付けるように前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に弾性体を設けたことを特徴とする。

【 0 0 4 8 】

この構成により、スライダ軸の先端に固定された超音波素子は、左右に揺動した状態でスライダ軸受に対して伸縮運動を行う。

【 0 0 4 9 】

また、前記弾性体であるばねが前記ローラを前記ガイドレールの前記スライダ軸受側に接するように前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に配設されたことを特徴とする。

【 0 0 5 0 】

この構成により、スライダ軸の先端に固定された超音波素子は、左右に揺動した状態でスライダ軸受に対して伸縮運動を行う。

【 0 0 5 1 】

また、前記弾性体であるばねが前記ローラを前記ガイドレールの前記スライダ軸受とは反対側に接するように、前記スライダ軸と前記スライダ軸受との間に配設されたことを特徴とする。

【 0 0 5 2 】

この構成により、スライダ軸の先端に固定された超音波素子は、左右に揺動した状態でスライダ軸受に対して伸縮運動を行う。

【 0 0 5 3 】

また、前記ガイドレールのスライダ軸受側面とスライダ軸受側面の反対側とにそれぞれ接して前記ガイドレールを挟み込むように複数のローラが配置されることを特徴とする。

【 0 0 5 4 】

この構成により、複数のローラは、ガイドレールを挟み込み、ガイドレールに沿って摺動することができる。

【 0 0 5 5 】

また、前記ガイドレールを挟み込むように配置される前記複数のローラとして、回動可能に前記スライダ軸に取り付けられたローラと、前記スライダ軸に取り付けられた前記ローラに対してばねで引き合うように設けられたローラとを有することを特徴とする。

【 0 0 5 6 】

この構成により、複数のローラは、ガイドレールを挟み込み、ガイドレールに沿って摺動することができる。

【 0 0 5 7 】

また、前記ガイドレールは複数備えられ、ガイドレール間に前記ローラが挟み込まれるように配置されることを特徴とする。

【 0 0 5 8 】

この構成により、ローラは、ガイドレール間に挟み込まれ、ガイドレールに沿って摺動することができる。

【 0 0 5 9 】

また、前記ガイドレール間に挟み込まれた前記ローラは、互いにばねで反発するように複数取り付けられることを特徴とする。

【 0 0 6 0 】

この構成により、ローラは、互いにばねで反発するように取り付けられて、ガイドレールの溝に対する遊びを吸収することができる。

【 0 0 6 1 】

また、前記第 1 のプーリの直径と前記第 2 のプーリの直径の比率を 1 対 2 とし、前記ガイドレールの曲率中心から前記モータ軸までの長さ、前記アームの前記モータ軸から前記第 2 のプーリまでの長さを等しくしたことを特徴とする。

【 0 0 6 2 】

この構成により、第 2 のプーリは、アームの傾きにより、第 2 のプーリを中心にモータ軸の回転方向とは逆に 1 / 2 回転し、モータ軸を回転させると、超音波素子を固定したスライダ軸は、ガイドレール曲率中心を揺動の中心として、常にモータ軸回転角の 1 / 2 の角度を保ちながら揺動動作を行う。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

また、前記アームのモータ軸固定端からプーリ軸固定端までの長さを、前記プーリ軸から前記ローラ軸までの長さと同様かそれ以上の長さとしたことを特徴とする。

【0064】

この構成により、ガイドレール曲率中心は、モータ軸に対してより遠方に配置することとなり、超音波素子を大きな曲率半径の揺動軌跡で揺動動作させる機構をより小型化することができる。

【0065】

さらに、前記スライダ軸に固定された前記超音波素子は、電子走査型のアレイ型超音波素子であって、前記アレイ型超音波素子の電子走査方向と直交する方向に機械走査することで、電子走査と機械走査による直交する2つの断面の走査を可能にすることを特徴とする。

10

【0066】

この構成により、表在性組織に密着させやすい大きな曲率で機械走査する3次元超音波探触子を実現することができる。

【0067】

上記目的を達成するために、本発明に係る超音波探触子は、モータと、前記モータの回転軸に取り付けられ、前記回転軸の回転により回動可能な第1のアームと、先端部に超音波素子が取り付けられた第2のアームと、前記第2のアームに設けられて、前記第1のアームの先端を前記第2のアームと平行移動可能にするよう前記第1のアームの先端を収容する溝部と、一端が前記第2のアームの前記超音波素子の固定端と反対側の端部に設けられた第1の軸により前記第2のアームに対して回動可能に取り付けられ、他端が前記第1のアームの回転中心と前記第2のアームの溝部との間の任意の位置に設けられた第2の軸とにより前記第1のアームに対して回動可能に取り付けられて、両端が回動可能なリンク機構を構成する第3のアームと、前記第2のアームと第3のアームとを前記第1の軸で結合した端部を、モータ軸垂線上でかつ前記第2のアームの前記超音波素子の固定端とは反対側に引き付けるばねとを備え、前記モータの前記回転軸の回転により前記超音波素子が取り付けられた前記第2のアームを揺動走査させるものである。

20

【0068】

この構成により、モータ軸に固定された第1のアームがモータ軸を中心として回動することにより、第1のアームの先端は第2のアームに設けられた溝部を平行に移動しながら第2のアームを揺動させる。第3のアームの第1の軸固定端は第2のアームの第1の軸固定端と回動可能に取り付けられ、第3のアームの第2の軸固定端は、第1のアームの間の位置に回動可能になるように取り付け、第1のアームの先端、第3のアームの第2の軸固定端、第3のアームの第1の軸固定端により三角形となるように構成されている。この構成で第1のアームを回転させると、第2のアームの先端はモータ軸を中心とした揺動より大きな曲率を持った軌跡で揺動させることができる。

30

【0069】

また、前記第3のアームの前記第1のアームとの連結点から前記第2のアームとの連結点までの長さと、前記第1のアームと前記第3のアームの連結点から前記第2のアームの連結点までの長さを同じ長さにして、前記モータ軸垂線と前記第1のアーム先端の軌跡との交点であって、前記超音波素子の固定端と反対側の交点と、前記第2のアームと前記第3のアームとを前記第1の軸で結合した端部との間に、前記ばねを設け、各連結点で構成される三角形が二等辺三角形となるように構成されたことを特徴とする。

40

【0070】

この構成により、第1のアームを所定角度回転させると、第2のアームの先端は揺動時の第3のアームと第2のアームとの連結点を描く円弧軌跡の中心点を仮想の中心点として、所定角度の1/2で回転することになり、仮想の中心点を中心として揺動する長いアームを用いた揺動軌跡と同様の揺動軌跡を短いアームを用いて実現することができる。

【0071】

また、前記第1のアームと前記第3のアームとを連結する前記第2の軸は、前記第1の

50

アームの前記回転中心からその先端までの距離の中間点より前記第1のアームの先端側に配置されたことを特徴とする。

【0072】

この構成により、第1のアームを揺動させたときに、第3のアームと第2のアームとの連結点がモータ軸より外側に飛び出す量を少なくすることが可能となり、超音波素子の揺動走査をさせる機構をより小型にすることが可能となる。

【0073】

また、前記モータの前記回転軸に減速機構を設け、前記減速機構により減速させた回転軸に前記第1のアームの前記回転中心を固定して揺動することを特徴とする。

【0074】

この構成により、超音波素子の揺動角度よりはるかに大きな回転角度でモータを回転制御することとなり、ピッチの粗いパルスモータやピッチの粗いエンコーダなどを用いても素子部をより細かく位置制御することが可能となる。

【0075】

さらに、前記超音波素子は電子走査型素子であって、電子走査と電子走査と直交する方向に機械的に揺動することを特徴とする。

【0076】

この構成により、電子走査と機械走査による3次元走査が可能な超音波探触子を実現することができる。

【0077】

上記目的を達成するために、本発明に係る超音波探触子は、モータと、前記モータの回転軸に取り付けられ、前記回転軸の回転により回動可能な第1のアームと、ウインドウ側先端部に超音波素子が取り付けられた第2のアームと、前記第2のアームに設けられて、前記第1のアームの先端を前記第2のアームと平行移動可能にするよう前記第1のアームの先端を収容する溝部と、一端が前記第2のアームに取り付けられた前記超音波素子の固定端と前記溝部との間に設けられた第1の軸により前記第2のアームに対して回動可能に取り付けられ、他端が前記第1のアームの回転中心と前記第2のアームの溝部との間の任意の位置に設けられた第2の軸により前記第1のアームに対して回動可能に取り付けられて、両端が回動可能なリンク機構を構成する第3のアームと、前記第2のアームと前記第3のアームとを前記第1の軸で結合した端部を、モータ軸垂線上でかつ前記第2のアームの前記超音波素子の固定端側に引っ張るばねとを備え、前記モータの前記回転軸の回転により前記超音波素子が取り付けられた前記第2のアームを揺動走査させるものである。

【0078】

この構成により、モータ軸に固定された第1のアームがモータ軸を中心として回動することにより、第1のアームの先端は第2のアームに設けられた溝部を平行に移動しながら第2のアームを揺動させる。第3のアームの第1の軸固定端は第2のアームの超音波素子固定端と溝部の間に設けられた第1の軸により回動可能に取り付けられ、第3のアームの第2の軸固定端は、第1のアームの先端と回転中心の間に設けられた第2の軸により回動可能になるように取り付けられ、第1のアームの先端、第3のアームの第2の軸固定端、第3のアームの第1の軸固定端により三角形となるように構成され、第2のアームと第3のアームを第1の軸で回動可能に連結された部分をばねにより第2のアームの超音波素子固定端側に引っ張るように構成している。この構成で第1のアームを回転させると、第2のアームのウインドウ側に固定された超音波素子は、ウインドウ近傍を仮想の揺動中心として揺動動作をすることができる。

【0079】

また、前記第3のアームの前記第1のアームとの連結点から前記第2のアームとの連結点までの長さ、前記第1のアームと前記第3のアームの連結点から前記第2のアームの連結点までの長さを同じ長さにして、前記モータ軸垂線と前記第1のアーム先端の軌跡との交点であって、超音波素子固定端側の交点と、前記第2のアームと前記第3のアームとを前記第1の軸で結合した端部との間に、前記ばねを設け、各連結点で構成される三角

10

20

30

40

50

形が二等辺三角形となるように構成されたことを特徴とする。

【0080】

この構成により、第1のアームを所定角度回転させると、第2アームの先端は揺動時の第1のアーム先端が描く円弧軌跡とモータ軸から図面上、下に引いた垂線との交点を仮想の揺動中心として、所定角度の1/2で回転することになり、仮想の揺動中心を中心として揺動動作を行うことができる。

【0081】

また、前記第1のアームと前記第3のアームとを連結する前記第2の軸は、前記第1のアームの前記回転中心からその先端までの距離の中間点より前記第1のアームの先端側に配置されたことを特徴とする。

10

【0082】

この構成により、第1のアームを揺動させたときに、第3のアームと第2のアームとの連結点がモータ軸より下方に飛び出す量を少なくすることが可能となり、超音波素子の揺動中心点、すなわちウインドウ近傍より内側に超音波素子及び機構を配置することができ、揺動時に超音波素子がウインドウに当たらないような構成が実現できる。

【0083】

また、前記モータの前記回転軸に減速機構を設け、前記減速機構により減速させた回転軸に前記第1のアームの前記回転中心を固定し、前記モータを超音波探触子のウインドウから離れた方向に配置して揺動することを特徴とする。

【0084】

20

この構成により、超音波素子の揺動角度よりはるかに大きな回転角度でモータを回転制御することが可能となり、ピッチの粗いパルスモータやピッチの粗いエンコーダなどを用いても素子部をより細かく位置制御することが可能となる。また、モータ軸を直接第1のアームに固定せずに減速機構を介在させることで、超音波探触子のウインドウより上方に離れた位置にモータを配置することが可能となり、体表接触部であるウインドウからモータを突出せずに配置することが可能となる。

【0085】

さらに、前記超音波素子は、電子走査型素子であって、電子走査と電子走査と直交する方向に機械的揺動する、又は単一素子であって独立して回転又は揺動することで機械走査を行い、前記機械走査と直交する方向に機械的揺動することを特徴とする。

30

【0086】

この構成により、3次元走査が可能な超音波探触子を実現することができる。

【0087】

本発明によれば、大きな揺動曲率で超音波素子を機械的に揺動させる機構を短いアーム、すなわち小型の揺動機構で実現することが可能で、手持ち型超音波探触子の小型軽量化を実現することが可能となり、診断時の操作性を改善した超音波探触子を実現することができる。特に表在性組織を診断する超音波探触子で要求される大きな体表近傍の広い視野領域の実現と小型軽量化の実現との相反する要求を満たし、乳房、頸動脈、甲状腺などの表在性組織に適した手持ち型機械走査式超音波探触子を提供することができる。

【0088】

40

また、本発明によれば、上記の構成により、生体接触面の狭い領域から超音波の走査を実現することが可能となり、モータなどの駆動源の回転角度と超音波素子の回転角度を一定の関係に保つことができ、モータなどの駆動源の回転速度を一定に保つことで音響走査線の密度を一定に保つことができるという効果を有する。また、モータ軸の回転角度と超音波素子の揺動角度は常に一定の関係を保つため、モータ軸を一定速度で回転させることで超音波素子の揺動速度を一定とすることができ、超音波画像を構築する走査線の密度を一定に保つことが可能となる。さらに、モータ軸の正逆回転を狭い角度で行えば、動きの早い臓器の特定の部位を描出する際の音響走査線密度を均一に上げることが可能となる。上記効果から肋骨の間から心臓の超音波診断画像を取得したり、新生児の大泉門を經由して脳の超音波診断画像を取得するのに適した機械走査式超音波探触子を実現することができ

50

る。

【 0 0 8 9 】

また、本発明によれば、大きな揺動曲率で超音波素子を機械的に揺動させる機構を短いアームすなわち小型の揺動機構で実現することが可能で、手持ち型超音波探触子の小型軽量化を実現することが可能となり、診断時の操作性を改善した超音波探触子を実現することができる。特に表在性組織を診断する超音波探触子で要求される大きな体表近傍の広い視野領域の実現と小型軽量の実現との相反する要求を満たし、乳房、頸動脈、甲状腺などの表在性組織に適した手持ち型機械走査式超音波探触子を提供することができる。

【 0 0 9 0 】

また、本発明によれば、モータの回転運動により超音波素子を機械的に揺動させ走査を行うことで、超音波素子の揺動動作の軌跡は生体に接触するウインドウの近傍を中心とした運動とすることができ、超音波素子のセクタ状放射の中心点をウインドウ近傍に設定することで超音波送受信経路の障害物を避け走査することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 9 1 】

< 第 1 の実施の形態 >

以下、図面を参照して本発明の実施の形態に係る超音波探触子について説明する。図 1 と図 2 は、それぞれ本発明の第 1 の実施の形態に係る超音波探触子の正面図と側面図である。図 2 において、モータ 1 のモータ軸 1 7 は、図示しない超音波診断装置などの外部からの駆動電気信号により、回転又は揺動動作を行う。超音波素子 2 は、ウインドウ 3 と探触子外筐 7 とで囲われた領域内に納められ、当該領域内には超音波素子 2 により送受信される超音波信号を伝播するための音響結合液体 4 が注入されている。

【 0 0 9 2 】

探触子外筐 7 の外側に固定されたモータ 1 のモータ軸 1 7 は、図示しないオイルシールなどの密封材を介して探触子外筐 7 及び当該探触子外筐 7 に固定された第 1 の円筒プーリ 5 を貫通し、探触子外筐 7 内のアーム 1 6 に固定されている。アーム 1 6 の他方の端部にはプーリ軸 2 0 が固定され、第 2 の円筒プーリ 8 は、プーリ軸 2 0 を中心に回転可能となるように取り付けられている。第 1 の円筒プーリ 5 と第 2 の円筒プーリ 8 とは、ワイヤ 6 と第 1 のワイヤ固定具 9 及び第 2 のワイヤ固定具 1 8 とでそれぞれ固定されている。

【 0 0 9 3 】

第 2 の円筒プーリ 8 には、スライダ軸受 1 5 が固定されており、スライダ軸受 1 5 には、スライダ軸 1 4 が摺動可能に取り付けられている。スライダ軸 1 4 には、ローラ軸 1 3 が固定され、ローラ軸 1 3 を中心にローラ 1 0 が回転可能に取り付けられ、ローラ 1 0 は、探触子外筐 7 の内側に設けたガイドレール 1 2 と常に接触するように、スライダ軸 1 4 の一部とスライダ軸受 1 5 の一部との間に配設されたばね 1 1 により引き付けられる構成となっている。

【 0 0 9 4 】

このような構成において、モータ軸 1 7 の回転によりアーム 1 6 が傾くと、第 1 の円筒プーリ 5 と第 2 の円筒プーリ 8 がワイヤ 6 で固定され、かつ第 1 の円筒プーリ 5 が探触子外筐 7 に固定されているため、第 2 の円筒プーリ 8 は、アーム 1 6 による傾きと同時にプーリ軸 2 0 を中心に回転動作を行う。第 2 の円筒プーリ 8 には、スライダ軸受 1 5 が固定されており、スライダ軸受 1 5 は、第 2 の円筒プーリ 8 と同様にモータ軸 1 7 の回転により傾きと回転を同時に行うこととなる。スライダ軸受 1 5 により摺動可能に取り付けられたスライダ軸 1 4 も同様の動作を行うが、スライダ軸 1 4 に固定されたローラ軸 1 3 を中心に回転可能に取り付けられたローラ 1 0 は、探触子外筐 7 の内側に設けたガイドレール 1 2 と常に接触するように、ばね 1 1 により引き付けられる構成を持たせており、スライダ軸 1 4 は、モータ軸 1 7 の回転により、傾きと回転と同時にガイドレール 1 2 の形状に沿って伸縮動作を行う。

【 0 0 9 5 】

ここで、図 1 に示すように、ガイドレール 1 2 のガイドレール曲率中心を 1 9 とすると

、ガイドレール曲率中心 19 から第 1 の円筒プーリ 5 の中心、すなわちモータ軸 17 の中心までの距離 L2 と、第 1 の円筒プーリ 5 の中心から第 2 の円筒プーリ 8 の中心までの距離 L1 を等しくし、かつ第 1 の円筒プーリ 5 の直径と第 2 の円筒プーリ 8 の直径の寸法の比率を 1 対 2 とする。

【0096】

以下、図 3 を用いて超音波素子 2 を揺動させた状態について詳細な説明をする。本発明の構成で、ガイドレール曲率中心 19 からモータ軸 17 の中心までの長さ L2 と、アーム 16 のモータ軸 17 固定点の中心から第 2 の円筒プーリ 8 の中心までの長さ L1 を等しくすることにより、第 2 の円筒プーリ 8 の中心とモータ軸 17 の中心とガイドレール曲率中心 19 で形成される三角形は二等辺三角形となり、図 3 に示すモータ軸回転角 21 と素子揺動角 22 とは 2 対 1 の関係を常に保つこととなる。また、第 1 の円筒プーリ 5 の直径と第 2 の円筒プーリ 8 の直径を 1 対 2 とし、第 1 の円筒プーリ 5 と第 2 の円筒プーリ 8 をワイヤ又はスチールベルトなどで固定することで、アーム 16 の傾きにより、第 2 の円筒プーリ 8 は、第 2 の円筒プーリ 8 を中心にモータ軸 17 の回転方向とは逆の方向に 1 / 2 回転する。

【0097】

したがって、モータ軸 17 を回転させると、超音波素子 2 を固定したスライダ軸 14 は、ガイドレール曲率中心 19 を揺動の中心として、常にモータ軸回転角 21 の 1 / 2 の角度を保ちながら揺動動作を行うこととなる。

【0098】

さらに、超音波素子 2 を固定したスライダ軸 14 にローラ 10 を設け、ガイドレール 12 に対してばね 11 により常に接触するように構成することで、超音波素子 2 は、左右に揺動した状態ではスライダ軸受 15 に対して摺動し、スライダ軸受 15 を固定した第 2 の円筒プーリ 8 のプーリ軸 20 と超音波素子 2 との距離は相対的に伸縮運動を行う。

【0099】

以上のように、超音波素子 2 は、ガイドレール曲率中心 19 を中心とした傾きと同時に、伸縮運動によりガイドレール曲率中心 19 を中心とした大きな曲率を持った揺動運動をすることとなる。よって、ガイドレール曲率中心 19 から超音波素子 2 までの長いアームを持った揺動機構と等価な揺動運動を実現することができ、超音波探触子を小型化することができる。

【0100】

なお、本実施の形態では、ガイドレール 12 に対して、ローラ 10 は、スライダ軸受 15 と反対側に設けたばね 11 により引き込む構成、すなわち、ばね 11 により、ローラ 10 をガイドレール 12 の反スライダ軸受側面に押し付ける構成を示しているが、ローラ 10 をガイドレール 12 の内側（スライダ軸受側）に設け、ばね 11 により押し付ける構成、すなわち、ばね 11 により、ローラ 10 をガイドレール 12 のスライダ軸受側面に押し付ける構成にしてもよい。また、ローラ 10 は、摺動抵抗を低減させるために、ローラ軸 13 により回動可能としているが、ガイドレール 12 やローラ 10 の材質に摺動抵抗の少ないテフロン（登録商標）樹脂などを用い、必ずしもローラ軸 13 により回動可能とする必要はない。

【0101】

また、ガイドレール 12 に対してローラ 10 を常に接触させる方法としては、ガイドレールを 2 つ以上のローラで挟み込むようにしてもよい。また、ガイドレール 12 を 2 本設けてその 2 本のガイドレールの間にローラが挟み込まれるような構成でもよく、この場合に 2 つ以上のローラをお互いがばねで反発するように取り付け、ガイドレールの溝に対する遊びを吸収してもよい。

【0102】

また、本実施の形態では、超音波素子 2 の傾き角度の中心を常に 1 つの点で揺動させる構成であり、かつ、超音波素子 2 の揺動の軌跡も同一の中心位置となるような実施の形態で説明したが、揺動角度の中心及び素子揺動軌跡の中心が同一でなくてもよい場合には、

ガイドレール曲率中心 19 からモータ軸 17 の中心までの長さと、モータ軸 17 中心から第 2 の円筒プーリ 8 までの長さを等しくすることや、第 1 の円筒プーリ 5 と第 2 の円筒プーリ 8 の直径の比率を 1 対 2 とする必要は必ずしもない。

【0103】

また、超音波素子 2 は、単一の素子のものであって、上記の揺動機構により機械的に走査する機械式超音波探触子であってもよいが、超音波素子 2 が電子走査型の超音波素子であって、機械的揺動方向と直交する方向に電子走査するように超音波素子を配置することで、電子走査による走査と機械的揺動による走査とで 3 次元の超音波画像を取得する超音波探触子を実現することが可能となる。

【0104】

また、アーム 16 のモータ軸 17 の固定端からプーリ軸 20 の固定端までの長さを、プーリ軸 20 からローラ 10 の中心までの長さより同等若しくは長くすることで、ガイドレール曲率中心 19 は、モータ軸 17 に対してより遠方に配置されることとなり、超音波素子 2 を大きな曲率半径の揺動軌跡で揺動動作させる機構をより小型化することができる。

【0105】

また、超音波素子 2 を電子走査型のアレイ素子とし、アレイ素子による電子走査方向と直交する方向に上記の機構を用いて機械走査することで、表在性組織に密着しやすい大きな曲率で機械走査する 3 次元超音波探触子を実現することができる。

【0106】

< 第 2 の実施の形態 >

本発明の第 2 の実施の形態の超音波探触子を図 4 に示す。第 1 の実施の形態と同一の構成については、同一の符号を用いて説明する。第 2 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と大きく異なる点は、ガイドレール 12a を探触子外筐 7 と一体化している点である。このような構成にすることで、金型で探触子外筐 7 を作成する場合にアンダーカットとなる部分がないため、ウインドウ 3 の方向に成型後の探触子外筐 7 の方向に金型を引き上げることが可能となり、スライダ金型などを使用する必要がなく、金型の費用を削減し、低コストで構成することが出来る。また、ばね 11 によりローラ 10 が常にガイドレール 12a の方向に押し付けられているため、超音波素子 2 とウインドウ 3 の距離を常に一定の間隔に保つことが出来る。

【0107】

< 第 3 の実施の形態 >

本発明の第 3 の実施の形態の超音波探触子を図 5 に示す。上記実施の形態と同一の構成については、同一の符号を用いて説明する。本実施の形態の超音波探触子は、ウインドウ側を下に向けて使用する場合に有効である。超音波素子 2 は自重にてウインドウ 3 側にガイドレール 12 とローラ 10a が接しながら揺動動作を行うことができ、ばね 11 がなくても超音波素子 2 とウインドウ 3 は一定の距離を一定に保ちながら、超音波素子 2 を揺動させることが出来る。また、本実施の形態によれば、探触子を落下させたような場合でも、超音波素子 2 とウインドウ 3 は常に一定の距離を保つ構造を成しており、探触子を落下させた場合に、超音波素子 2 がウインドウ 3 に衝突して、素子を破損させることを避けることが可能となる。

【0108】

< 第 4 の実施の形態 >

本発明の第 4 の実施の形態の超音波探触子を図 6 に示す。上記実施の形態と同一の構成については、同一の符号を用いて説明する。本実施の形態の超音波探触子は、第 3 の実施の形態に加えて、ばね 11 により常に超音波素子 2 とウインドウ 3 をばね 11 の力で一定の距離に保つことが可能となるため、探触子を上下逆の向きで生体に接触させる場合でも、常に超音波素子 2 とウインドウ 3 との距離を、あらゆる探触子の姿勢においても一定に保つことが出来る。

【0109】

< 第 5 の実施の形態 >

本発明の第 5 の実施の形態の超音波探触子を図 7 に示す。上記実施の形態と同一の構成については、同一の符号を用いて説明する。本実施の形態の超音波探触子は、ガイドレール 12 を 2 つのローラ 10、10 a により挟み込むように配置しており、2 つのローラによりガイドレール 12 に沿って超音波素子 2 とウインドウ 3 の距離を常に一定に保つ構成としており、ばね 11 の力でスライダ軸、すなわち超音波素子 2 が伸縮するときに、ローラ 10 がガイドレール 12 に押し付けられる力が揺動している位置によって変化することが避けられるため、モータ 1 により揺動させる機械的負荷が揺動角度によって変化することを避けることが可能となり、揺動をさせるためのモータ 1 の制御に、上記の負荷変動を考慮する必要がなくなる。

【0110】

10

< 第 6 の実施の形態 >

本発明の第 6 の実施の形態の超音波探触子を図 8 に示す。上記実施の形態と同一の構成については、同一の符号を用いて説明する。本実施の形態の超音波探触子は、ガイドレール 12 を 2 つのローラ 10、10 a で挟みこんでおり、さらに 2 つのローラ 10、10 a がお互いにばね 11 a で引き合うように構成されているため、2 つのローラ 10、10 a により挟み込まれるガイドレール 12 の幅が多少不均一であっても、ばね 11 a の力でローラ 10、10 a が引き合っているために、ガイドレールの幅が広い場合に増加する負荷を軽減できると同時に、ガイドレールの幅が狭い場合のがたつきを軽減することが可能である。

【0111】

20

< 第 7 の実施の形態 >

本発明の第 7 の実施の形態の超音波探触子を図 9 に示す。上記実施の形態と同一の構成については、同一の符号を用いて説明する。本実施の形態の超音波探触子は、第 6 の実施の形態とは異なり、ガイドレール 12 を 2 本設け、その間にローラ 10 を配置することで、スライダ軸、すなわち超音波素子 2 が伸縮する構成となっており、ローラ 10 がガイドレール 12 に押し付けられる力が揺動している位置によって変化することが避けられるため、モータ 1 により揺動させる機械的負荷が揺動角度によって変化することを避けることが可能となり、揺動をさせるためのモータ 1 の制御に、上記負荷変動を考慮する必要がなくなる。さらに本実施の形態では伸縮運動を行う機構部に対しては 1 つのローラで規制しているため、伸縮運動を行う機構部の質量を軽減することが可能となり、揺動動作時の伸縮運動による振動を軽減することが可能となる。また、ガイドレール 12 は機械加工により作成する場合に、フライス加工などでガイドレールの形状に沿って 1 回の加工で溝を形成することが可能であり、溝の幅は第 6 の実施の形態の超音波探触子に記載の突起状のレールより簡易にかつ精度良く形成しやすい。

30

【0112】

< 第 8 の実施の形態 >

本発明の第 8 の実施の形態の超音波探触子を図 10 に示す。上記実施の形態と同一の構成については、同一の符号を用いて説明する。本実施の形態の超音波探触子は、複数のガイドレール 12、12 a 間を複数のローラ 10、10 a がばね 11 で互いに反発して、ローラ 10、10 a がガイドレールの摺動面に押し付けられた状態で移動するように構成したことで、ガイドレールの溝幅とローラ径の誤差によるがたつきや、負荷変動をばね 11 により吸収することが可能となり、揺動動作時の負荷変動によるモータ 1 を安定して容易に制御して、比較的簡便な制御方法にて目的とする揺動速度と速度変動を軽減することが可能となる。

40

【0113】

< 第 9 の実施の形態 >

図 11 と図 12 は、それぞれ本発明の第 9 の実施の形態に係る超音波探触子の側面図と正面図である。これらの図において、モータ 1 のモータ軸 17 は、図示しない超音波診断装置などの外部からの駆動電気信号により、回転又は揺動動作を行う。超音波素子 2 は、ウインドウ 3 と探触子外筐 7 で囲われた領域に納められ、当該領域内には超音波素子 2 か

50

ら送受信される超音波信号を伝播するための音響結合液体 4 が注入されている。

【0114】

探触子外筐 7 の外側に固定されたモータ 1 のモータ軸 17 は、図示しないオイルシールなどの密封材を介して探触子外筐 7 及び当該探触子外筐 7 に固定された第 1 の円筒プリー 5 を貫通し、探触子外筐 7 内のアーム 16 に固定されている。アーム 16 の他方の端部にはプリー軸 20 が固定され、第 2 の円筒プリー 8 は、プリー軸 20 を中心に回転可能となるように取り付けられている。第 1 の円筒プリー 5 と第 2 の円筒プリー 8 とは、ワイヤ 6 と第 1 のワイヤ固定具 9 及び第 2 のワイヤ固定具 18 とでそれぞれ固定されている。

【0115】

このような構成において、モータ軸 17 の回転によりアーム 16 が傾くと、第 1 の円筒プリー 5 と第 2 の円筒プリー 8 がワイヤ 6 で固定され、かつ第 1 の円筒プリー 5 が探触子外筐 7 に固定されているため、第 2 の円筒プリー 8 は、アーム 16 による傾きと同時にプリー軸 20 を中心に回転動作を行う。第 2 の円筒プリー 8 には、スライダ軸受 15 が固定されており、スライダ軸受 15 は、第 2 の円筒プリー 8 と同様にモータ軸 17 の回転により傾きと回転を同時に行うこととなる。スライダ軸受 15 により摺動可能に取り付けられたスライダ軸 14 も同様の動作を行うが、スライダ軸 14 に固定されたローラ軸 13 を中心に回転可能に取り付けられたローラ 10 は、探触子外筐 7 の内側に設けたガイドレール 12 と常に接触するように、ばね 11 により引き付けられる構成を持たせており、スライダ軸 14 は、モータ軸 17 の回転により、傾きと回転と同時にガイドレール 12 の形状に沿って伸縮動作を行う。超音波素子 2 は、スライダ軸 14 のローラ軸 13 固定端とは反対側に固定されている。

【0116】

ここで、図 12 に示すように、ガイドレール 12 をガイドレール曲率中心 19 を中心とする円弧状の形状とすると、ガイドレール曲率中心 19 から第 1 の円筒プリー 5 の中心、すなわちモータ軸 17 の中心までの距離 $L2$ と、第 1 の円筒プリー 5 の中心から第 2 の円筒プリー 8 の中心までの距離 $L1$ を等しくし、かつ第 1 の円筒プリー 5 の直径と第 2 の円筒プリー 8 の直径の比率を 1 対 2 の寸法とする。

【0117】

以下、図 13 を用いて超音波素子 2 を揺動させた状態について詳細な説明をする。本発明の構成で、ガイドレール曲率中心 19 からモータ軸 17 の中心までの長さ $L2$ と、アーム 16 のモータ軸 17 固定点の中心から第 2 のプリー軸 8 の中心までの長さ $L1$ を等しくすることにより、第 2 のプリー軸 8 の中心とモータ軸 17 の中心とガイドレール曲率中心 19 で形成される三角形は二等辺三角形となり、図 13 に示すモータ軸回転角 21 と素子揺動角 22 とは 2 対 1 の関係を常に保つこととなる。また、第 1 の円筒プリー 5 の直径と第 2 の円筒プリー 8 の直径を 1 対 2 とし、第 1 の円筒プリー 5 と第 2 の円筒プリー 8 とをワイヤ又はスチールベルトなどで固定することで、アーム 16 の傾きにより、第 2 の円筒プリー 8 は、プリー軸 20 を中心にモータ軸 17 の回転方向とは逆の方向にモータ軸 17 の回転角度の $1/2$ だけ回転する。

【0118】

したがって、モータ軸 17 を回転させると、超音波素子 2 を固定したスライダ軸 14 は、ガイドレール曲率中心 19 を揺動の中心として、常にモータ軸回転角 21 の $1/2$ の角度を保ちながら揺動動作を行うこととなる。

【0119】

さらに、超音波素子 2 を固定したスライダ軸 14 にローラ 10 を設け、ガイドレール 12 に対してばね 11 で常に接触するように構成することで、超音波素子 2 は、左右に揺動した状態ではスライダ軸受 15 に対して摺動し、スライダ軸受 15 を固定した第 2 の円筒プリー 8 のプリー軸 20 と超音波素子 2 との距離は相対的に伸縮運動を行う。

【0120】

以上のように、超音波素子 2 は、ガイドレール曲率中心 19 を中心とした傾きと同時に、伸縮運動によりガイドレール曲率中心 19 を中心とした大きな曲率を持ち、ガイドレー

ル曲率中心 19 から常に一定の距離を保ちながら揺動動作をすることとなる。

【0121】

なお、本実施の形態では、ばね力が作用する位置関係において、スライダ軸 14 とスライダ軸受 15 との間に設けたばね 11、すなわちスライダ軸受 15 と反対側に設けたばね 11 でローラ 10 をガイドレール 12 側に引き込む構成、すなわち、ばね 11 により、ローラ 10 をガイドレール 12 のスライダ軸受側の面とは逆の反対側に押し付ける構成を示しているが、ローラ 10 をガイドレール 12 の内側（スライダ軸受側）に設け、ばね位置を反対側に変更する、あるいは圧縮ばねを引張りばねに変更して押し付けるようにしてもよい。また、ローラ 10 は、摺動抵抗を低減させるために、ローラ軸 13 により回転可能としているが、ガイドレール 12 やローラ 10 の材質に摺動抵抗の少ないテフロン（登録商標）樹脂などを用いれば、ローラ 10 は、必ずしもローラ軸 13 により回転可能とする必要はない。

10

【0122】

また、ガイドレール 12 に対してローラ 10 を常に接触させる方法としては、ガイドレールを 2 つ以上のローラで挟み込むようにしてもよい。また、ガイドレール 12 を 2 本設けてその 2 本のガイドレールの間にローラが挟み込まれるような構成でもよく、この場合に 2 つ以上のローラにお互いがばねで反発するように取り付け、ガイドレールの溝に対する遊びを吸収してもよい。ここで、揺動の中心、すなわちガイドレール曲率中心 19 と、ウインドウ 3 の位置関係は、診断用途に応じて、揺動中心をウインドウ 3 の前後の位置に配置してもよい。

20

【0123】

また、本実施の形態では、超音波素子 2 の傾き角度の中心を常に 1 つの点で揺動させ、かつ揺動中心から超音波素子 2 までの距離を常に一定に保つ構成となるような実施の形態で説明したが、揺動角度の中心及び素子揺動軌跡の中心が同一でなくてもよい場合には、ガイドレール曲率中心 19 からモータ軸 17 の中心までの長さ、モータ軸 17 の中心からプーリ軸 20（第 2 の円筒プーリ 8 の中心）までの長さを等しくすることや、第 1 の円筒プーリ 5 と第 2 の円筒プーリ 8 の直径の比率を 1 対 2 とする必要は必ずしもない。

【0124】

また、超音波素子 2 は、単一の超音波素子であって、上記の揺動機構により機械的に走査する機械式超音波探触子であってもよいが、超音波素子 2 が電子走査型の超音波素子 2 又は機械走査を行う構造であって、走査方向と直交する方向に本発明の機械走査をすることによって、3 次元の超音波画像を取得する超音波探触子を実現することが可能となる。

30

【0125】

さらに、図 11 に示す構成では、ローラ 10 をガイドレール 12 の接触面に押し付けるように、スライダ軸 14 とスライダ軸受 15 との間に弾性体としてのばね 11 を設けることで、ローラ 10 とガイドレール 12 が常に接触するように引き付けられており、超音波素子 2 とウインドウ 3 の間隔を一定に保つことができる。なお、弾性体としてはばね以外のものも代用することができる。

【0126】

40

< 第 10 の実施の形態 >

本発明の第 10 の実施の形態に係る超音波探触子を図 14 に示す。第 9 の実施の形態と同一構成については、同一符号を用いて説明する。第 10 の実施の形態において、第 9 の実施の形態と大きく異なる点は、ガイドレール 12 a を探触子外筐 7 と一体化している点である。このような構成にすることで、金型で探触子外筐 7 を作成する場合にアンダーカットとなる部分がないため、ウインドウ 3 の方向に成型後の探触子外筐 7 の金型を引き上げることが可能となり、スライダ金型などを使用する必要がなく、金型の費用を削減し、低コストで構成することができる。また、ばね 11 によりローラ 10 が常にガイドレール 12 a の方向に押し付けられているため、超音波素子 2 とウインドウ 3 の距離を常に一定の間隔に保つことができる。

50

【 0 1 2 7 】

< 第 1 1 の実施の形態 >

本発明の第 1 1 の実施の形態に係る超音波探触子を図 1 5 に示す。上記実施の形態と同一構成については、同一符号を用いて説明する。本実施の形態に係る超音波探触子では、ガイドレール 1 2 を 2 つのローラ 1 0 により挟み込むように配置しており、ローラ 1 0 をガイドレール 1 2 に常に接触させておくために、図 1 1 に示すばね 1 1 は削除でき、2 つのローラ 1 0 によりガイドレール 1 2 に沿って超音波素子 2 とウインドウ 3 の距離を常に一定に保つ構造としている。このため、ばね 1 1 の力でスライダ軸 1 4、すなわちスライダ軸受 1 5 に対する超音波素子 2 までの距離が伸縮するときに、ローラ 1 0 がガイドレール 1 2 に押し付けられる力が揺動している位置によって変化することが避けられるため、モータ 1 により揺動させる機械的負荷が揺動角度によって変化することを避けることができ、揺動をさせるためのモータ 1 の制御に、負荷変動を考慮する必要がなくなる。

10

【 0 1 2 8 】

< 第 1 2 の実施の形態 >

本発明の第 1 2 の実施の形態に係る超音波探触子を図 1 6 に示す。上記実施の形態と同一構成については、同一符号を用いて説明する。本実施の形態に係る超音波探触子では、ガイドレール 1 2 を 2 つのローラ 1 0 で挟みこんでおり、さらに 2 つのローラ 1 0 がお互いにはね 1 1 a で引き合うように構成されているため、2 つのローラ 1 0 により挟み込まれるガイドレール 1 2 の幅が多少不均一な厚みであっても、ばね 1 1 a の力で 2 つのローラ 1 0 が引き合っているために、ガイドレール 1 2 の幅が広い場合に増加する負荷を軽減できると同時に、ガイドレール 1 2 の幅が狭い場合のガタツキを軽減することが可能となる。なお、2 本のローラ軸の剛性（弾性）を異なったものにすることで、一方を基準とし、ガタツキを抑えると同時に、位置精度も向上させることができる。

20

【 0 1 2 9 】

< 第 1 3 の実施の形態 >

本発明の第 1 3 の実施の形態に係る超音波探触子を図 1 7 に示す。上記実施の形態と同一構成については、同一符号を用いて説明する。本実施の形態に係る超音波探触子は、第 4 の実施の形態と異なり、ガイドレール 1 2 を 2 本設け、その間にローラ 1 0 を配置することで、スライダ軸 1 4、すなわち超音波素子 2 が伸縮する構成となっており、ローラ 1 0 がガイドレール 1 2 に押し付けられる力が揺動している位置によって変化することが避けられるため、モータ 1 により揺動させる機械的負荷が揺動角度によって変化することを避けることが可能となり、揺動をさせるためのモータ 1 の制御に、負荷変動を考慮する必要がなくなる。さらに、本実施の形態では伸縮運動を行う機構部は 1 つのローラで規制しているため、伸縮運動を行う機構部の質量を軽減することが可能となり、揺動動作時の伸縮運動による振動を軽減することが可能となる。また、ガイドレール 1 2 は機械加工により作成する場合に、フライス加工などでガイドレールの形状に沿って 1 回の加工で溝を形成することが可能であり、溝の幅は突起状のレールを加工する場合より簡易にかつ精度良く形成しやすい。

30

【 0 1 3 0 】

< 第 1 4 の実施の形態 >

本発明の第 1 4 の実施の形態に係る超音波探触子を図 1 8 に示す。上記実施の形態と同一構成については、同一符号を用いて説明する。本実施の形態に係る超音波探触子は、第 1 3 の実施の形態の改善案であり、複数のガイドレール 1 2 間を複数のローラ 1 0 がばね 1 1 で互いに反発して、ローラ 1 0 がガイドレール 1 2 の摺動面に押し付けられた状態で移動するように構成したことで、第 1 3 の実施の形態のガイドレール形成方法の特長に加えて、ガイドレール 1 2 の溝幅とローラ 1 0 の径の誤差によるガタツキや、負荷変動をばね 1 1 により吸収することが可能となり、揺動動作時の負荷変動によるモータ 1 の制御を安定して容易に制御して、比較的簡便な制御方法にて目的とする揺動速度と速度変動を軽減することが可能となる。

40

【 0 1 3 1 】

50

< 第 15 の実施の形態 >

図 19 A、19 B は、本発明の第 15 の実施の形態に係る超音波探触子の正面図と側面図である。図 19 A、19 B において、モータ 1 に減速機構 31 を介して連結されたモータ軸 23 は、図示しない超音波診断装置などの外部からの駆動電気信号により、回転又は揺動動作を行う。モータ軸 23 に一端部が固定された第 1 のアーム 24 は、モータ軸 23 の回転によりモータ軸 23 を中心に回転又は揺動運動を行う。また、第 1 のアーム 24 の長手方向中間部には第 2 の軸 28 が回動可能に固定され、第 1 のアーム 24 は第 2 の軸 28 に対しても回動可能に接続されている。そして、第 2 の軸 28 の他端部には第 3 のアーム 26 が回動可能に固定され、第 3 のアーム 26 の他端部には第 1 の軸 27 が回動可能に固定され、第 1 の軸 27 の他端部は、第 2 のアーム 25 の端部に回動可能に接続されている。第 2 のアーム 25 と第 3 のアーム 26 が第 1 の軸 27 で回動可能に固定された部分は探触子外筐 7 に対してばね 11a で引っ張られるように構成されている。さらに、第 2 のアーム 25 の他端部の先端には、電気信号と超音波信号を変換する超音波素子 2 が固定されている。超音波素子 2 は、ウインドウ 3 と探触子外筐 7 とで囲われた領域内に納められ、当該領域内には超音波素子 2 により送信される超音波信号を伝播するための音響結合体 4 が注入されている。

10

【 0132 】

第 2 のアーム 25 の超音波素子 2 の固定端と第 1 の軸 27 の固定端との間には、縦長の溝部 29 が設けられ、第 1 のアーム 24 の L 字型に曲がった先端部が溝嵌合部 30 に嵌合する。溝部 29 は、第 1 のアーム 24 の L 字型先端部の直径とほぼ同じ幅の溝であって、超音波素子固定端方向に縦長の溝となっており、超音波素子 2 方向に平行に移動可能となっている。モータ軸 23 に固定された L 字型の第 1 のアーム 24 は、モータ軸 23 の回転又は揺動運動により第 2 のアーム 25 の溝部 29 に回動運動を発生させ、これにより超音波素子 2 が回動運動を行う。ここで、第 3 のアーム 26 は、第 2 のアーム 25 の超音波素子固定端と反対側の端部に設けられた第 1 の軸 27 と、第 1 のアーム 24 の回転中心と第 2 のアーム 25 の溝部 29 との間に設けられた第 2 の軸 28 とにより、両端が回動可能なリンク機構を構成し、第 2 のアーム 25 の超音波素子固定端は、上記のリンク機構により、モータ軸 23 が回動したとき、実際のモータ軸 23 との間の長さよりも長い回転半径を持った回動運動を行うことになる。

20

【 0133 】

以下、図 20 を用いてモータ軸 23 を回転させた状態の詳細な説明を行う。モータ軸 23 を D 点とすると、モータ軸 23 が回転することにより、モータ軸 23 に固定された第 1 のアーム 24 は D 点を中心として回転する。第 1 のアーム 24 の先端部の位置を A 点とし、A 点とモータ軸固定点の間に設けた第 2 の軸 28 の位置を B 点とし、第 1 の軸 27 の位置を C 点とすると、第 2 のアーム 25 の先端部には超音波素子 2 が固定され、もう一方の端部は第 1 の軸 27 にて第 3 のアーム 26 と回動可能に固定され、A 点、B 点、C 点により常に三角形が構成される。ここで、第 2 のアーム 25 と第 3 のアーム 26 との結合点である第 1 の軸 27 (C 点) を、モータ軸 23 から伸びる第 1 のアーム 24 の長さと等しい距離だけモータ軸 23 の垂線方向に隔てた F 点よりばね 11a で引っ張る構成とし、第 1 のアーム 24 を、モータ軸 23 を中心として回転させた場合、上記 A B C と A D F は三角形の関係を保ちながら回転するため、第 1 のアーム 24 を回転させたときに、C 点、すなわち、第 1 の軸 27 が描く軌跡が円となり、その円の中心である F 点を中心とした円の軌跡を超音波素子 2 の先端も同様に描くことになる。図 20 から明らかなように、超音波素子 2 の回転運動の軌跡は、F 点を中心とした軌跡となるため、F 点に回転中心を持つアームを回転させた場合と等価となる。このような構成によれば、見かけ上の回転中心を超音波素子 2 から見てモータ軸 23 より遠方に配置することが可能となり、回転中心を実際に遠方に配置した場合と比較して小型化が実現できる。

30

40

【 0134 】

すなわち、モータ軸 23 の位置である D 点に固定された第 1 のアーム 24 が D 点を中心として回動することにより、第 1 のアーム 24 の先端位置である A 点は、第 2 のアーム 2

50

5 に設けられた溝部 2 9 を平行に移動しながら第 2 のアーム 2 5 を揺動させる。第 3 のアーム 2 6 の図 2 0 中の下の端部位置である C 点を、第 2 のアーム 2 5 の下の端部と回動可能に取り付け、第 3 のアーム 2 6 の図 2 0 中の上の端部位置である B 点を、第 1 のアーム 2 4 の両端部の間の位置に回動可能になるように取り付け、A 点、B 点、C 点により三角形が形成されるように構成することで、第 1 のアーム 2 4 を回転させると、第 2 のアーム 2 5 の先端は、モータ軸 2 3 の位置である D 点を中心とした揺動より大きな曲率を持った軌跡で揺動させることができる。

【 0 1 3 5 】

また、A 点から B 点の距離と、B 点から C 点の距離を同じ長さにし、さらに A 点から D 点までの長さで D 点から F 点までの長さを同じ長さとする。三角形 A B C 及び三角形 A D F は、常に相似の二等辺三角形を形成することとなる。三角形 A B C 及び A D F を二等辺三角形とすると、第 1 のアーム 2 4 の回転角度に対して、超音波素子 2 の回転角度は常に $1/2$ の角度で傾くこととなるため、超音波素子 2 の揺動角度は、モータ 1 の回転角度と 2 対 1 の関係を常に保つこととなり、モータ回転角度を一定角度で揺動させれば、超音波素子 2 も F 点を中心として常に均等な回転角度を実現することができる。

【 0 1 3 6 】

すなわち、第 1 のアーム 2 4 上の第 2 の軸 2 8 の位置である B 点を、線分 A - B と線分 B - C の長さが同じ長さとなるように固定し線分 A - D と線分 D - F の長さが同じ長さとなるように固定することで、上記三角形 A B C 及び A D F が二等辺三角形となるように構成され、第 1 のアーム 2 4 を回転させると、三角形 A B C 及び A D F は常に二等辺三角形を構成し、三角形 A D F は三角形 A B C と相似の二等辺三角形を構成することになる。この構成により、第 1 のアーム 2 4 を角度 度回転させると、第 2 のアーム 2 5 の先端は仮想の回転中心 E 点を中心に $(1/2)$ 度回転することとなる。すなわち、F 点を中心として揺動する長いアームを用いた揺動角度と同様の揺動角度を短いアームを用いて実現することができる。

【 0 1 3 7 】

また、第 1 のアーム 2 4 と第 3 のアーム 2 6 の連結点、すなわちこれらのアームを連結する第 2 の軸 2 8 の中心軸位置を、第 1 のアーム 2 4 のモータ軸 2 3 との固定点と第 2 のアーム 2 5 との摺動点の中心より摺動点側に近く配置し、三角形 A B C が二等辺三角形になるように構成することにより、モータ 1 の回転角度に対して $1/2$ の回転角を保ちつつ、かつ、揺動させたときに、第 2 のアーム 2 5 と第 3 のアーム 2 6 の連結点である C 点の図 2 0 中の上下方向の移動量が少なくなり、最大揺動角度で C 点が下に下がる領域を少なくすることが可能となり、結果として、小型化を実現することが可能となる。

【 0 1 3 8 】

すなわち、第 1 のアーム 2 4 と第 3 のアーム 2 6 とが回動可能に接続された B 点を、第 1 のアーム 2 4 のモータ軸 2 3 との固定点である D 点と第 1 のアーム 2 4 の先端部位置である A 点との間の距離の $1/2$ の位置より A 点側に配置することで、第 1 のアーム 2 4 を揺動させたときに、C 点がモータ軸 2 3 の D 点より下方に飛び出す量を少なくすることが可能となり、超音波素子 2 の揺動走査をさせる機構をより小型にすることが可能となる。

【 0 1 3 9 】

換言すれば、第 3 のアーム 2 6 の第 1 のアーム 2 4 との連結点から第 2 のアーム 2 5 との連結点までの長さ、第 1 のアーム 2 4 の第 3 のアーム 2 6 との連結点から第 2 のアーム 2 5 との連結点までの長さを同じ長さにして、モータ軸垂線と第 1 のアーム 2 4 先端の軌跡との交点であって、超音波素子 2 の固定端と反対側の交点と、第 2 のアーム 2 5 と第 3 のアーム 2 6 とを第 1 の軸 2 7 で結合した端部との間に、ばね 1 1 a を設け、各連結点で構成される三角形が二等辺三角形となるように構成することで、超音波素子 2 の揺動走査をさせる機構をより小型にすることが可能となる。

【 0 1 4 0 】

また、モータ軸 2 3 に減速機構 3 1 など設けることで、揺動機構の負荷に応じたトルクを小型のモータで駆動することが可能となることは当然であるが、超音波素子 2 の揺動

10

20

30

40

50

角度を微細なピッチで制御することが可能となる。仮に超音波素子 2 の揺動角度を ± 30 度揺動させる場合には、二等辺三角形 ABC によって軸の回転角度相当では ± 60 度となり、加えて、1 対 6 の減速機構 31 をモータ軸 23 と第 1 のアーム 24 の回転中心の間に設けることで、超音波素子 2 の揺動角度 ± 30 度をモータ回転角度として ± 360 度とすることが可能となり、ブラシ付きモータのコミュータの偏磨耗による寿命劣化を軽減することが可能となる。また、モータとしてパルスモータを用いた場合には、パルスモータのステップ角度が超音波素子 2 の揺動角度の微少位置決め精度を支配してしまい、マイクロステップ駆動などの高価な制御回路によるパルスモータ制御が必要となるが、上記のリンク機構と減速機構 31 を併用することで、安価で粗いステップ角度のパルスモータと制御回路及び比較的小型で安価な減速機構により微細な揺動角度制御が実現できる。

10

【0141】

すなわち、第 1 のアーム 24 の回転中心 D 点をモータ軸 23 に直接接続するのではなく、モータ軸 23 にギヤボックスやタイミングプーリなどの減速機構 31 にて減速させた軸を接続する構成とすることにより、超音波素子 2 の揺動角度よりはるかに大きな回転角度でモータを回転制御することとなり、ピッチの粗いパルスモータや、DC モータとエンコーダで揺動制御する場合でもピッチの粗いエンコーダなどを用いても素子部をより細かく位置制御することが可能となる。

【0142】

また、超音波素子 2 は、単一素子のものであって、揺動機構 11 により機械的に走査する機械式超音波探触子であってもよいが、超音波素子 2 が電子走査型の超音波素子であって、機械的揺動方向と直交する方向に電子走査するように超音波素子 2 を配置することで、電子走査による走査と機械揺動による走査で 3 次元の超音波画像を取得する超音波探触子を実現することが可能となる。

20

【0143】

すなわち、超音波素子 2 が電子走査型の素子で、機械的揺動による走査と直交する方向に電子走査とを併せて実現することにより、電子走査と機械走査による 3 次元走査が可能な超音波探触子を実現することができる。

【0144】

< 第 16 の実施の形態 >

図 21A、21B は、本発明の第 16 の実施の形態に係る超音波探触子のそれぞれ探触子外筐を除去して見た正面図と探触子外筐を含めて側方から見た断面図である。図 21A、21B において、モータ 1 に減速機構 31 を介して探触子外筐 7 を貫通して連結されたモータ軸 23 は、図示しない超音波診断装置本体などの外部からの駆動電気信号により、図示しないオイルシールやウインドウ 3 などで封止された探触子外筐 7 内の音響結合液体 4 の中で任意に設定した範囲内で回転又は揺動運動を行う。

30

【0145】

モータ軸 23 に基端部が固定された第 1 のアーム 24 は、モータ軸 23 の回転又は揺動運動によりモータ軸 23 を中心に回転又は揺動運動を行う。また、第 1 のアーム 24 の長手方向中間部には第 2 の軸 28 が回転可能に固定され、第 2 の軸 28 に対して第 3 のアーム 26 の一端部が回転可能に結合されている。第 3 のアーム 26 の他端部には第 1 の軸 27 が回転可能に固定され、第 1 の軸 27 に対して第 2 のアーム 25 の長手方向中間部が回転可能に結合されている。第 2 のアーム 25 と第 3 のアーム 26 が第 1 の軸 27 で回転可能に結合された部分は、ばね 11a により第 2 のアーム 25 の超音波素子固定端側に引っ張るように構成されている。第 2 のアーム 25 の第 1 の軸 27 の延長線上、すなわちウインドウ 3 側の先端には、電気信号と超音波信号を変換する超音波素子 2 が固定されている。

40

【0146】

上記第 1 の軸 27 及び第 2 の軸 28 により、第 1 のアーム 24 と第 2 のアーム 25 及び第 3 のアーム 26 とが各々回転可能に接続されており、各軸はいずれか一方のアームに固定され、他方が回転可能な構成であれば必ずしも上記の構成でなくてもよい。第 2 のアーム

50

ム 2 5 の第 1 の軸 2 7 の固定部の超音波素子固定端とは反対側の延長端部には縦長の溝部 2 9 が設けられ、第 1 のアーム 2 4 の先端の L 字型に曲がった溝嵌合部 3 0 が溝部 2 9 に嵌合する。第 1 のアーム 2 4 の溝嵌合部 3 0 は、必ずしもアームを一体物の L 字型とする必要は無く、アームに別の軸を固定するようにして、溝嵌合部 3 0 を構成してもよい。溝部 2 9 は、第 1 のアーム 2 4 の L 字型先端部の直径とほぼ同じ幅の溝であって、第 2 のアーム 2 5 の長手方向に縦長の溝となっており、平行移動可能となっている。また、応答性、超音波素子の位置精度を上げるためには、できる限り幅方向のガタツキは少ない方が好ましい。

【 0 1 4 7 】

モータ軸 2 3 に基端部が固定された L 字型の第 1 のアーム 2 4 は、モータ軸 2 3 の回転又は揺動運動により第 2 のアーム 2 5 の溝部 2 9 に回転運動を発生させ、これにより超音波素子 2 が回転運動を行う。ここで、第 2 のアーム 2 5 のウインドウ 3 側に固定された超音波素子 2 は、ウインドウ近傍を仮定の揺動中心として回転運動を行うことになる。溝嵌合部 3 0 は、摺動摩擦抵抗を軽減するためにベアリングや低摩擦抵抗樹脂材料などを設けてもよい。また、溝嵌合部 3 0 は、第 2 のアーム 2 5 に設けた溝部 2 9 に嵌合する構成を例としてあげているが、第 2 のアーム 2 5 を 2 つ以上のベアリングなどで挟み込むようにしてもよい。

【 0 1 4 8 】

以下、図 2 2 を用いてモータ軸 2 3 を回転させた状態の詳細な説明を行う。図 2 2 はアームの位置関係を分かり易くするため、長さの短いアーム程、前面に表示した模式図である。モータ軸 2 3 を D 点とすると、モータ軸 2 3 が回転することにより、モータ軸 2 3 に固定された第 1 のアーム 2 4 は D 点を中心として回転する。第 1 のアーム 2 4 の先端部の位置を A 点とし、A 点とモータ軸固定点の間に設けた第 2 の軸 2 8 の位置を B 点とし、第 1 の軸 2 7 の固定点を C 点とすると、第 2 のアーム 2 5 のウインドウ 3 側端部には超音波素子 2 が固定され、第 2 のアーム 2 5 の超音波素子固定端と A 点の間に第 1 の軸 2 7 によって第 3 のアーム 2 6 が回転可能に固定され、各アームが直線状に重なり合う位置以外では、A 点、B 点、C 点により常に三角形が構成される。

【 0 1 4 9 】

ここで、第 2 のアーム 2 5 と第 3 のアーム 2 6 との結合点である第 1 の軸 2 7 (C 点) を、図 2 2 においてモータ軸 2 3 から下方に伸びる第 1 のアーム 2 4 の長さと同じ距離にモータ軸 2 3 方向と直交する垂線 (図 2 2 の上下方向に一致する線) 方向にばね 1 1 a で F 点に引っ張る構成とし、第 1 のアーム 2 4 を、モータ軸 2 3 を中心として回転させた場合、上記 A 点、B 点、C 点と A 点、D 点、F 点は三角形の関係を保ちながら回転するため、第 1 のアーム 2 4 を回転させたときに、ばね 1 1 a で引っ張られる F 点を中心とした揺動の軌跡を超音波素子 2 の先端は描くことになる。図 2 2 から明らかなように、超音波素子 2 の回転運動の軌跡は、F 点を中心とした軌跡となるため、見かけ上の回転中心をモータの回転中心より実際に遠方でウインドウ近傍を中心とした揺動運動が実現できる。

【 0 1 5 0 】

すなわち、モータ軸 2 3 の位置である D 点に固定された第 1 のアーム 2 4 が D 点を中心として回転することにより、第 1 のアーム 2 4 の先端位置である A 点は、第 2 のアーム 2 5 に設けられた溝部 2 9 を平行に移動しながら第 2 のアーム 2 5 を揺動させる。第 3 のアーム 2 6 の図 2 2 中の下の端部位置である C 点を、第 2 のアーム 2 5 の下の端部と回転可能に取り付け、第 3 のアーム 2 6 の図 2 2 中の上の端部位置である B 点を、第 1 のアーム 2 4 の両端部の間の位置に回転可能になるように取り付け、A 点、B 点、C 点により三角形が形成されるように構成することで、第 1 のアーム 2 4 を回転させると、第 2 のアーム 2 5 の先端は、ウインドウ近傍に設けた F 点を中心とした軌跡で揺動させることができる。

【 0 1 5 1 】

また、A 点から B 点までの距離と、B 点から C 点までの距離を同じ長さにし、さらに A 点から D 点までの長さと同じ長さとする D 点から F 点までの長さを同じ長さとするので、三角形 A B C

10

20

30

40

50

及び三角形 A D F は、常に相似の二等辺三角形を形成することとなる。三角形 A B C 及び A D F を二等辺三角形とすると、第 1 のアーム 2 4 の回動角度に対して、超音波素子 2 の回動角度は常に $1/2$ の角度で傾くこととなるため、超音波素子 2 の揺動角度は、モータ 1 の回動角度と 2 対 1 の関係を常に保つこととなり、モータ回動角度を単位時間一定角度で揺動させれば、超音波素子 2 も F 点を中心として単位時間で常に均等な回動角度での揺動を実現することができる。

【 0 1 5 2 】

すなわち、第 1 のアーム 2 4 上の第 2 の軸 2 8 の位置である B 点を、線分 A - B と線分 B - C の長さが同じ長さとなるように固定し、線分 A - D と線分 D - F の長さが同じ長さとなるように固定することで、上記三角形 A B C 及び A D F が二等辺三角形となるように構成され、第 1 のアーム 2 4 を回動させると、三角形 A B C 及び A D F は常に二等辺三角形を構成し、三角形 A D F は三角形 A B C と相似の二等辺三角形を構成することになる。この構成により、第 1 のアーム 2 4 を角度 度回動させると、第 2 のアーム 2 5 の先端は仮想の回動中心 F 点を中心に $(1/2)$ 度回動することとなる。すなわち、ウインドウ近傍を揺動の中心として、モータ回転角度の $1/2$ の角度を常に保ちながら揺動をさせることができる。

【 0 1 5 3 】

また、第 1 のアーム 2 4 と第 3 のアーム 2 6 の接続点を、第 1 のアーム 2 4 のモータ軸固定点と第 2 のアーム 2 5 との摺動点の中心より摺動点側に近く配置し三角形 A B C が二等辺三角形になるように構成することにより、モータの回動角度に対して $1/2$ の回動角を保ちつつ、なおかつ、揺動させたときに、第 2 のアーム 2 5 と第 3 のアーム 2 6 とが接続されて C 点の上下方向移動量が少なくなり、最大揺動角度で C 点が下に下がる領域を少なくすることが可能となり、結果として、小型化を実現することが可能となり、第 2 のアーム 2 5 に固定された超音波素子 2 を超音波探触子のウインドウ 3 の中で揺動運動を行いかつ超音波素子 2 の揺動中心をウインドウ 3 の近傍に設ける構成が実現できる。

【 0 1 5 4 】

すなわち、第 1 のアーム 2 4 と第 3 のアーム 2 6 とが回動可能に接続された B 点を、第 1 のアーム 2 4 のモータ軸 2 3 との固定点である D 点と第 1 のアーム 2 4 の先端部位置である A 点との間の距離の $1/2$ の位置より A 点側に配置することで、第 1 のアーム 2 4 を揺動させたときに、C 点がモータ軸 2 3 の D 点より下方に飛び出す量を少なくすることが可能となり、超音波素子 2 の揺動走査をさせる機構をより小型かつ揺動機構を超音波探触子のウインドウ内部に配置し広い角度の揺動走査をすることが可能となる。

【 0 1 5 5 】

換言すれば、第 3 のアーム 2 6 の第 1 のアーム 2 4 との連結点から第 2 のアーム 2 5 との連結点までの長さ、第 1 のアーム 2 4 の第 3 のアーム 2 6 との連結点から第 2 のアーム 2 5 との連結点までの長さを同じ長さにして、モータ軸垂線と第 1 のアーム 2 4 先端の軌跡との交点であって、超音波素子固定端側の交点と、第 2 のアーム 2 5 と第 3 のアーム 2 6 とを第 1 の軸 2 7 で結合した端部との間に、ばね 1 1 a を設け、各連結点で構成される三角形が二等辺三角形となるように構成することで、超音波素子 2 の揺動走査をさせる機構をより小型にすることが可能となると同時に、モータの回転角度と超音波素子の揺動角度を常に 2 対 1 の関係を保ちながら揺動走査することができる。

【 0 1 5 6 】

また、モータ軸 2 3 に減速機構 3 1 などとを組み合わせて減速機構 3 1 の出力軸を第 1 のアーム 2 4 に固定することで、揺動機構の負荷に応じたトルクを小型のモータで駆動することが可能となることは当然であるが、超音波素子 2 の揺動角度を微細なピッチで制御することが可能となる。仮に、超音波素子 2 の揺動角度を ± 30 度揺動させる場合には、二等辺三角形 A B C によって軸の回動角度相当では ± 60 度となり、加えて、1 対 6 の減速機構 3 1 をモータ軸 2 3 と第 1 のアーム 2 4 の回動中心の間に設けることで、超音波素子 2 の揺動角度 ± 30 度をモータ回動角度として ± 360 度とすることが可能となり、ブラシ付きモータのコミュータの偏摩耗による寿命劣化を軽減することが可能となる。ま

10

20

30

40

50

た、モータとしてパルスモータを用いた場合には、パルスモータのステップ角度が超音波素子2の揺動角度の微少位置決め精度を支配してしまい、マイクロステップ駆動などの高価な制御回路によるパルスモータ制御が必要となるが、上記のリンク機構と減速機構を併用することで、安価で粗いステップ角度のパルスモータと制御回路及び比較的小型で安価な減速機構により微細な揺動角度制御が実現できる。また、減速機構31を設けることで、モータの配置場所を揺動機構自身の寸法からウインドウ3側からはみ出す部分を軽減することが可能となり、超音波探触子の生体接触部と超音波探触子そのものを小型化することも可能となる。

【0157】

すなわち、第1のアーム24の回動中心D点をモータ軸23に直接接続するのではなく、モータ軸23にギヤボックスやタイミングプーリなどの減速機構31にて減速させた軸を接続する構成とすることにより、超音波素子2の揺動角度よりはるかに大きな回動角度でモータを回転制御することとなり、ピッチの粗いパルスモータや、DCモータとエンコーダで揺動制御する場合でもピッチの粗いエンコーダなどを用いても素子部をより細かく位置制御することが可能となる。

【0158】

また、超音波素子2は、単一素子のものであって、減速機構31により機械的に走査する機械式超音波探触子であってもよいが、超音波素子2が独立して機械的に回動又は揺動する機構を持った機械走査型探触子又は電子走査型の超音波素子であって、本発明の機械的揺動方向と直交する方向に機械的又は電子走査するように超音波素子を配置することで、3次元の超音波画像を取得する超音波探触子を実現することが可能となる。

【0159】

すなわち、超音波素子2が電子走査型の素子で、機械的揺動による走査と直交する方向に電子走査とを併せて実現することにより、電子走査と機械走査による3次元走査が可能な超音波探触子を実現することができる。

【0160】

以上のように、本発明によれば、モータ軸23を中心に回動可能に固定された第1のアーム24と、モータ軸固定端と反対側がL字型に曲がった第1のアーム24の先端が長手方向に平行に移動可能に嵌合された第2のアーム25と、第1のアーム24のモータ固定端とL字型に曲がった嵌合部の間に固定された第2の軸28と第2のアーム25の第1のアーム24との嵌合部とウインドウ3側に超音波素子2を固定した端部の間に固定した第1の軸27に対して、第1の軸27及び第2の軸28で回動可能に取り付けられた第3のアーム26で三角形のリンク機構を構成し、第2のアーム25と第3のアーム26を第1の軸27で回動可能に連結された部分をばね11aにより第2のアーム25の超音波素子2の固定端側に引っ張るようにした簡単な構成により、モータ1の回動運動により超音波素子2を機械的に揺動させ走査を行うことで、超音波素子2の揺動動作の軌跡は生体に接触するウインドウ3の近傍を中心とした運動とすることができ、超音波素子2のセクタ状放射の中心点をウインドウ近傍に設定することで超音波送受信経路の障害物を避け走査することが可能となる。このため、肋骨や大泉門の隙間などの狭い生体接触領域、又は肋骨弓下、すなわち肋骨の下側から心臓などを走査する際のセクタ走査に適した小型、軽量、かつ安価な超音波探触子を提供することができる。

【0161】

また、第3のアーム26の第1の軸27の中心から第2の軸28の中心までの長さ、第2の軸28から第1のアーム24と第2のアーム25の連結点までの長さを同じにして、第1のアーム24と第2のアーム25の各連結点で構成される三角形が二等辺三角形となるようにし、第1のアーム24のモータ軸固定端2と第2のアーム25の長さを、モータ軸23とモータ軸垂線上で図面下側にばね11aを固定したF点との長さを等しくして、各点で構成される三角形が二等辺三角形となるように構成することで、モータの回動角度と超音波素子の揺動角度が常に2対1の関係を保ちモータの回動角速度を一定にすることで時間的に一定間隔で超音波を送受信することで音響走査線の密度を常に一定に保つこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0162】

また、第1のアーム24と第3のアーム26の結合点を、第1のアーム24の回動中心、すなわちモータ軸固定点と第1のアーム24の先端までの距離の中間点より先端側に配置することで、リンク機構を小型化することができ、手持ち型超音波探触子に要求される小型化と軽量化を実現することができる。

【0163】

また、モータ軸23に減速ギヤ又はタイミングベルトやスチールベルトなどの減速機構31を取り付け、減速した回転軸に揺動用の第1のアーム24の回動中心を固定し、モータ1をウインドウ3から離れた方向に配置することで、小型軽量のモータで揺動が可能となると同時に、体表接触部つまりウインドウ部分を小型にすることが可能となり、狭い生体接触領域からの走査に適した超音波探触子を実現できる。

【0164】

さらに、超音波素子2が単一素子であって独立して機械的に回動又は揺動することで機械走査を行い、機械走査と直交する方向に機械的揺動するか、超音波素子2が電子走査型素子であって電子走査の方向と直交する方向に本発明のリンク機構を組み合わせることにより、狭い領域から超音波を送受信する3次元用超音波探触子を実現することができる。

【産業上の利用可能性】

【0165】

本発明は、超音波素子を機械的に揺動させて超音波断層像を取得するもので、探触子の生体接触部の形状を生体に密着させやすいように大きな曲率半径とする機構であって、さらに手持ち型超音波探触子として利便性を向上させるために小型な超音波探触子を実現できるという効果を有し、機械式超音波探触子又は3次元用超音波探触子に利用することができる。

【0166】

また、本発明は、超音波素子を機械的に揺動させて超音波断層像を取得するもので、生体の診断時に肋骨や大泉門などの骨の間から走査するようなセクタ走査を行うことを目的とした探触子として、生体接触部近傍の超音波走査線を狭い領域から走査する、機械走査式超音波探触子又は3次元用超音波探触子に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0167】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る超音波探触子の正面図

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る超音波探触子の揺動時の状態を説明する正面図

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図5】本発明の第3の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図6】本発明の第4の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図7】本発明の第5の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図8】本発明の第6の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図9】本発明の第7の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図10】本発明の第8の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図11】本発明の第9の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図12】本発明の第9の実施の形態に係る超音波探触子の正面図

【図13】本発明の第9の実施の形態に係る超音波探触子の揺動時の状態を説明する正面図

【図14】本発明の第10の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図15】本発明の第11の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図16】本発明の第12の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図17】本発明の第13の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図18】本発明の第14の実施の形態に係る超音波探触子の側面図

【図 19 A】本発明の第 15 の実施の形態に係る超音波探触子を説明する正面図

【図 19 B】本発明の第 15 の実施の形態に係る超音波探触子を説明する側面図

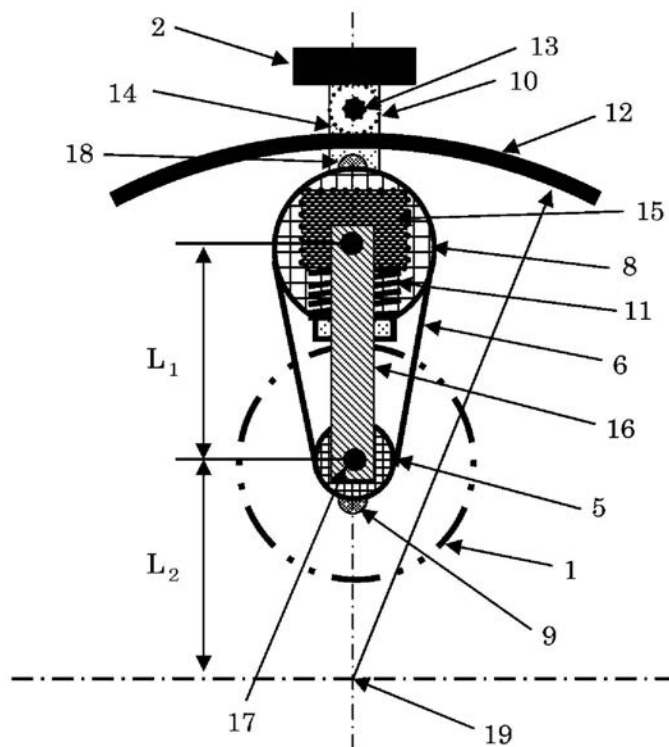
【図 20】本発明の第 15 の実施の形態に係る超音波探触子の揺動時の状態を説明する図

【図 21 A】本発明の第 16 の実施の形態に係る超音波探触子を説明するもので、探触子外筐を除去して見た正面図

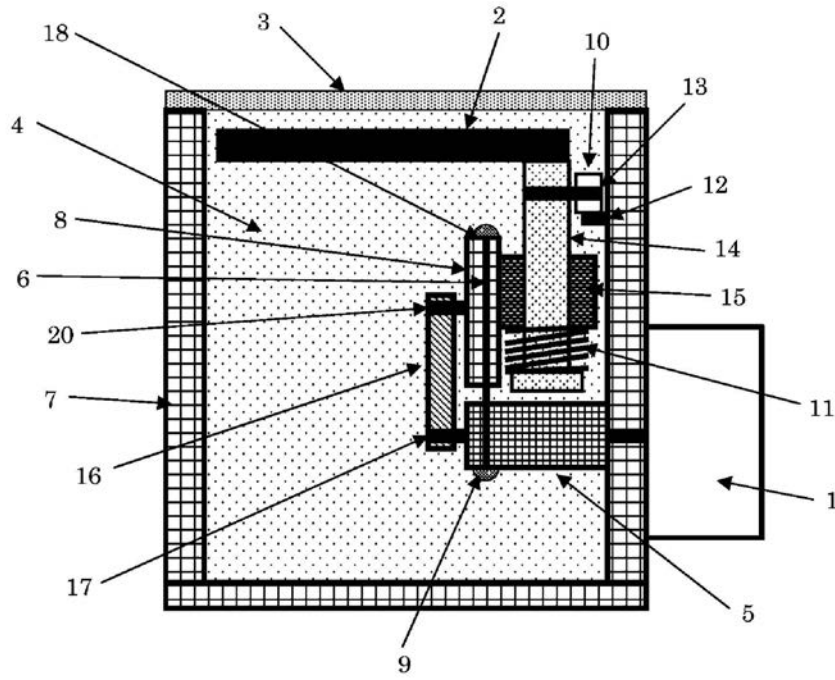
【図 21 B】本発明の第 16 の実施の形態に係る超音波探触子を説明するもので、探触子外筐を含めて側方から見た断面図

【図 22】本発明の第 16 の実施の形態に係る超音波探触子の揺動時の状態を説明する模式図

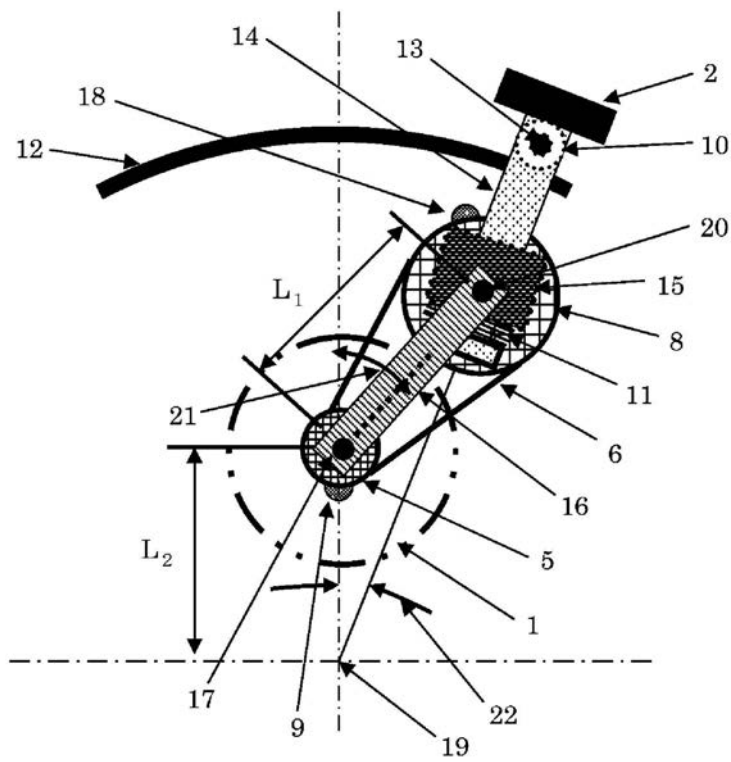
【図 1】



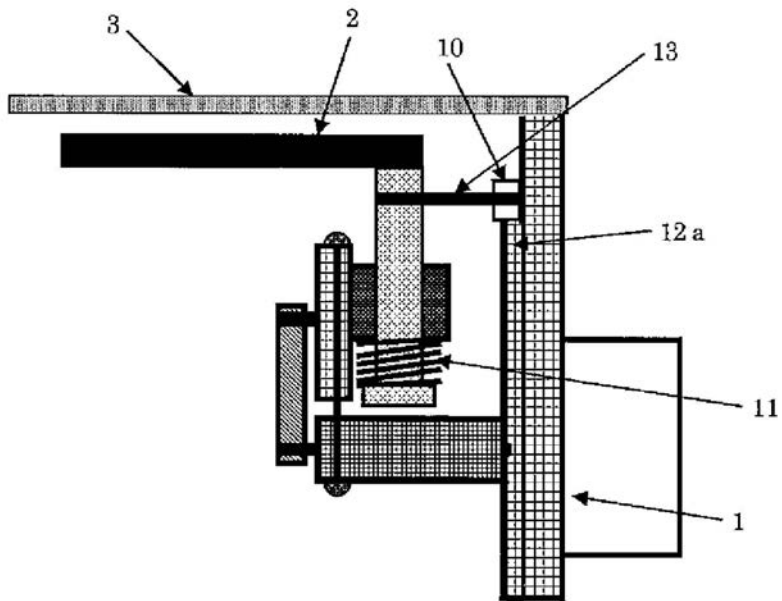
【図 2】



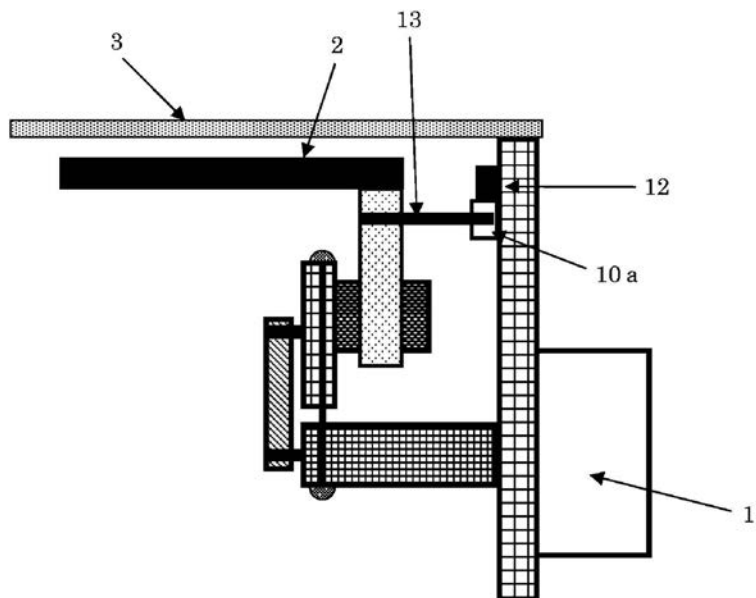
【図 3】



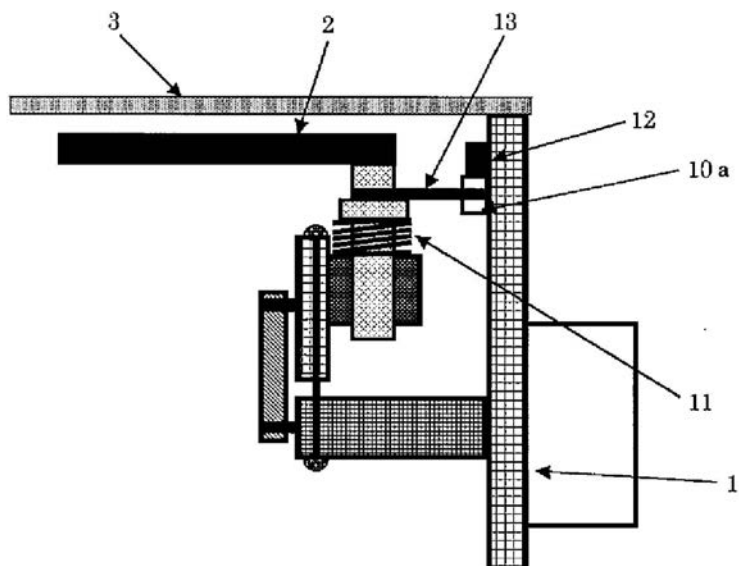
【図4】



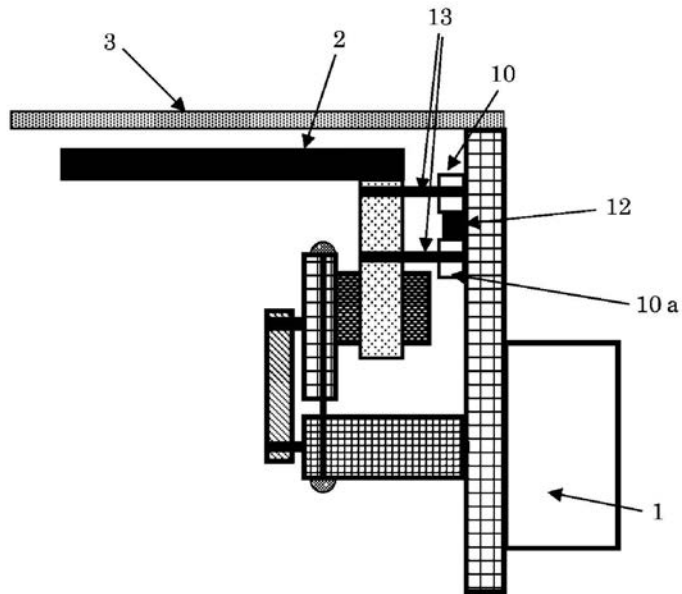
【図5】



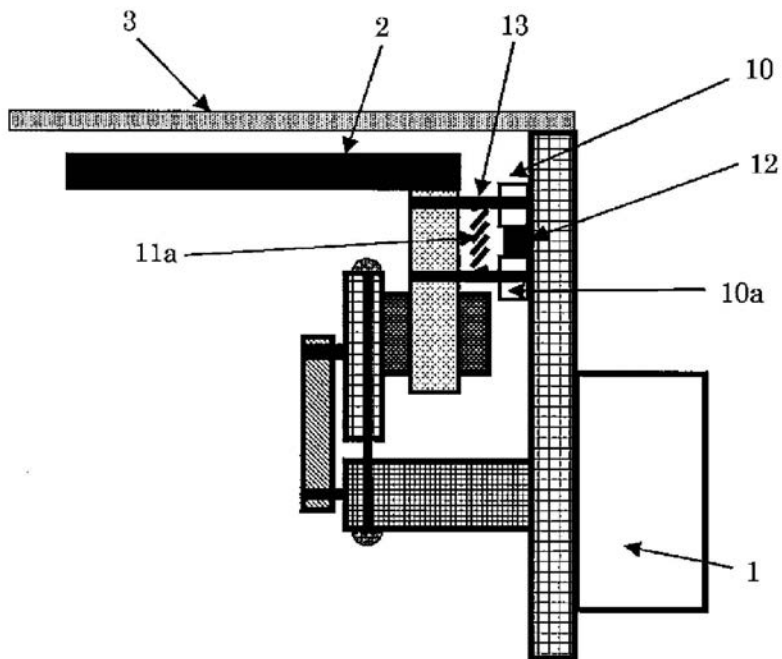
【図6】



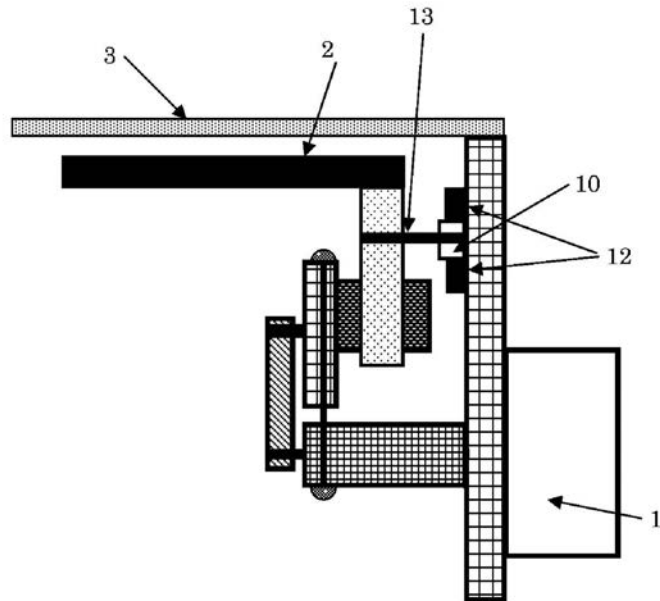
【図 7】



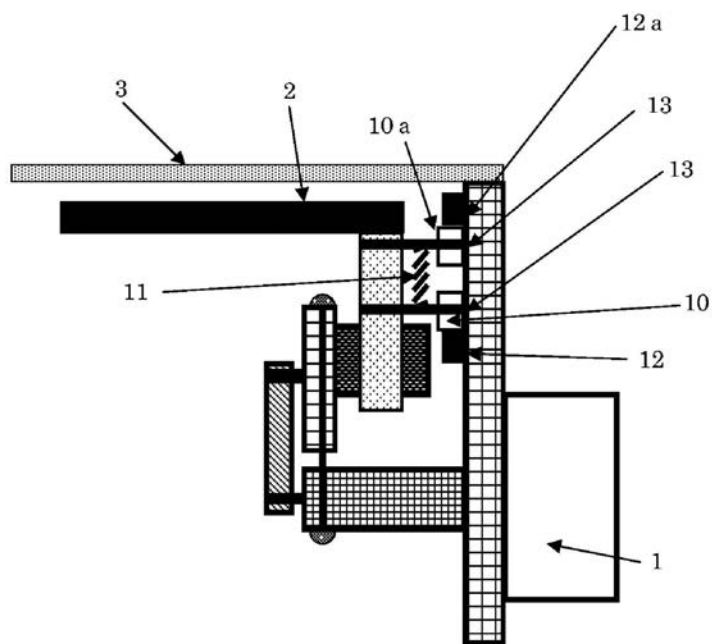
【図 8】



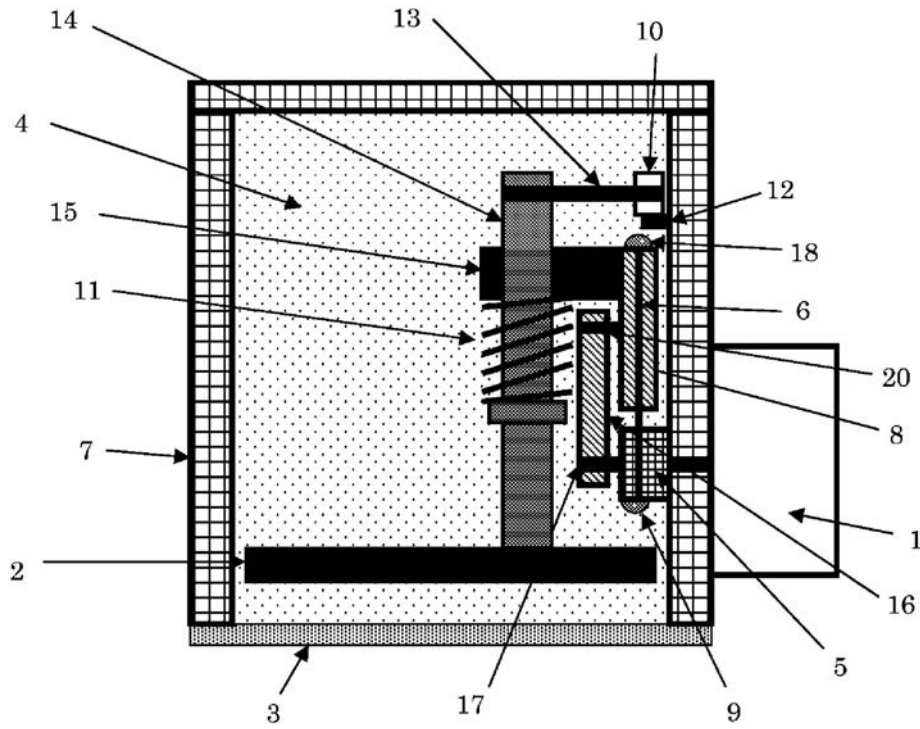
【図 9】



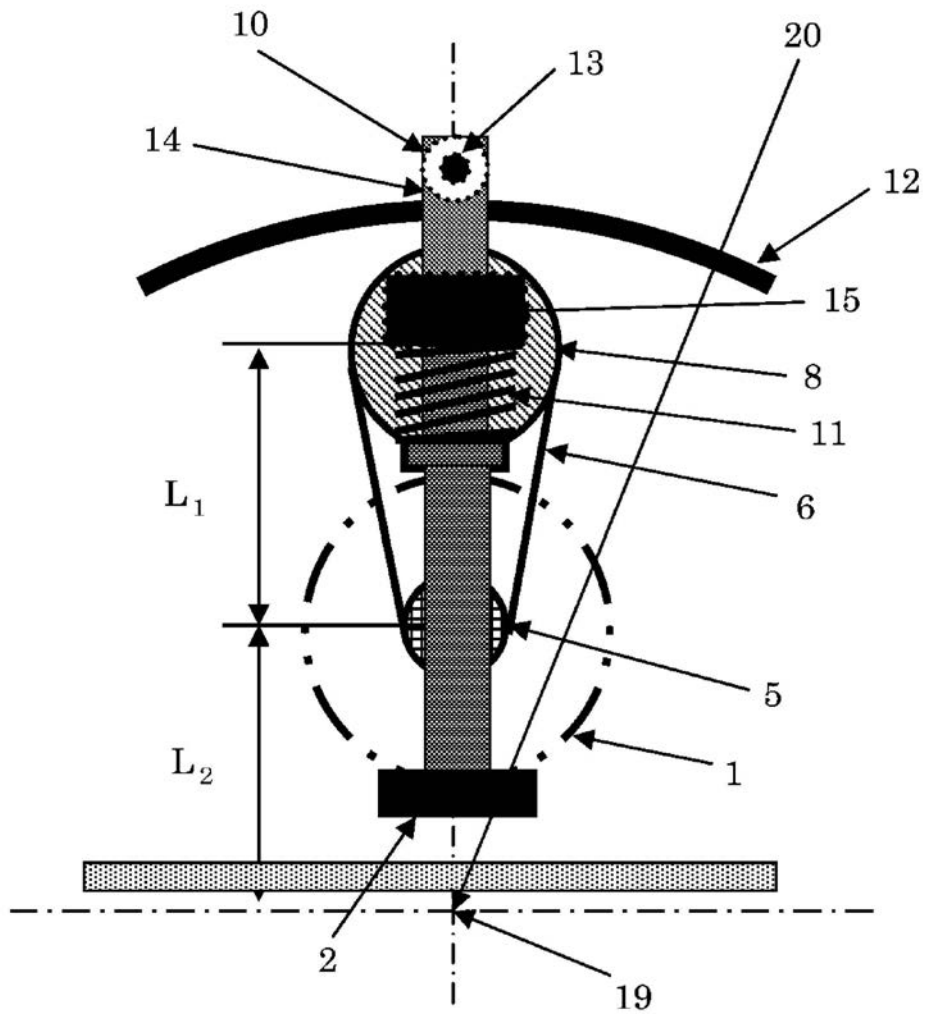
【図 10】



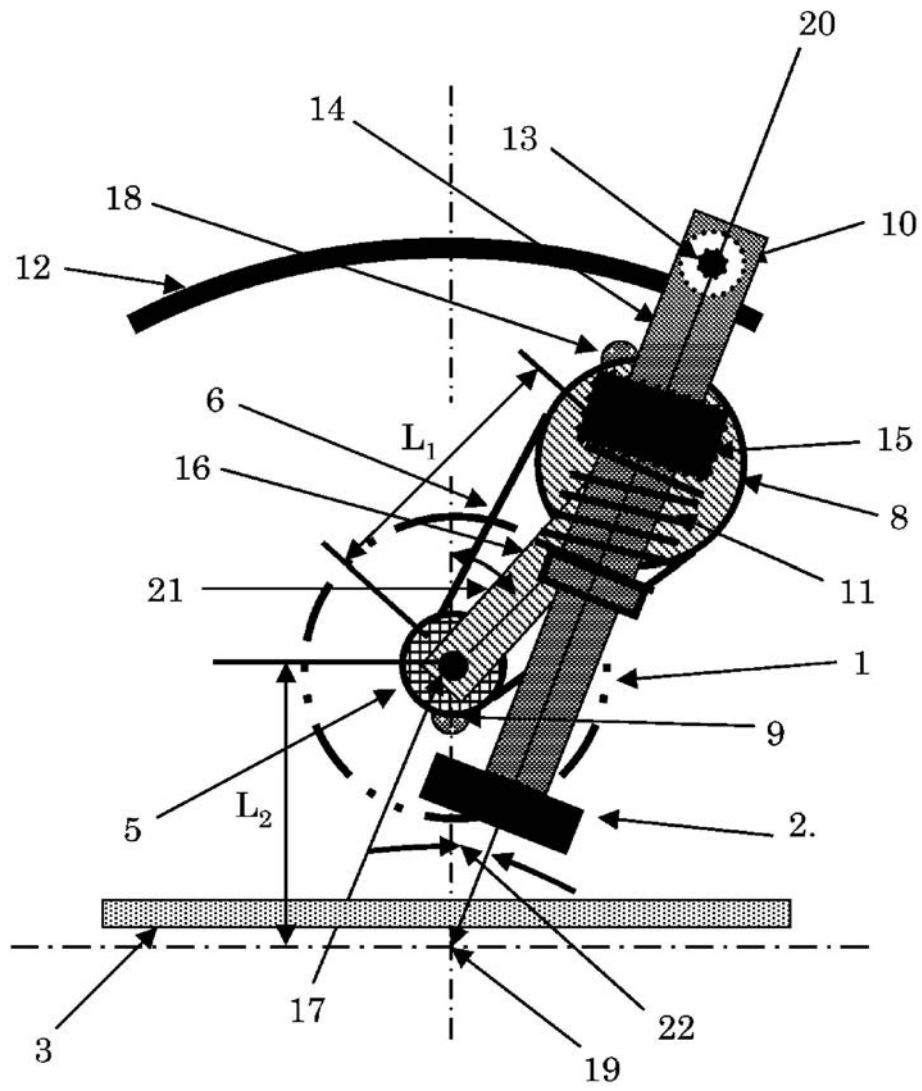
【図 1 1】



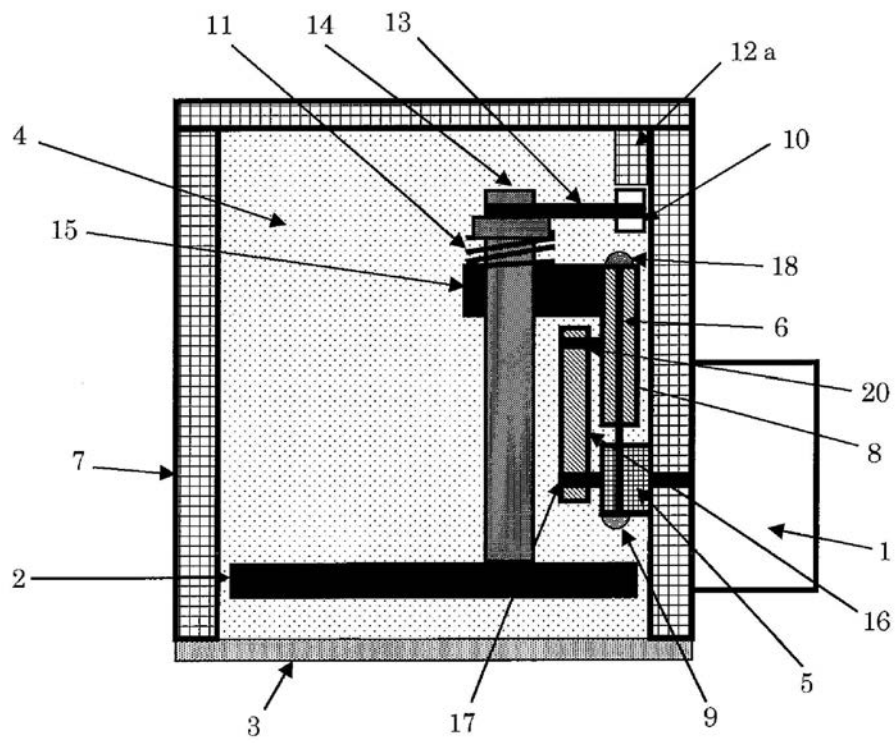
【図 1 2】



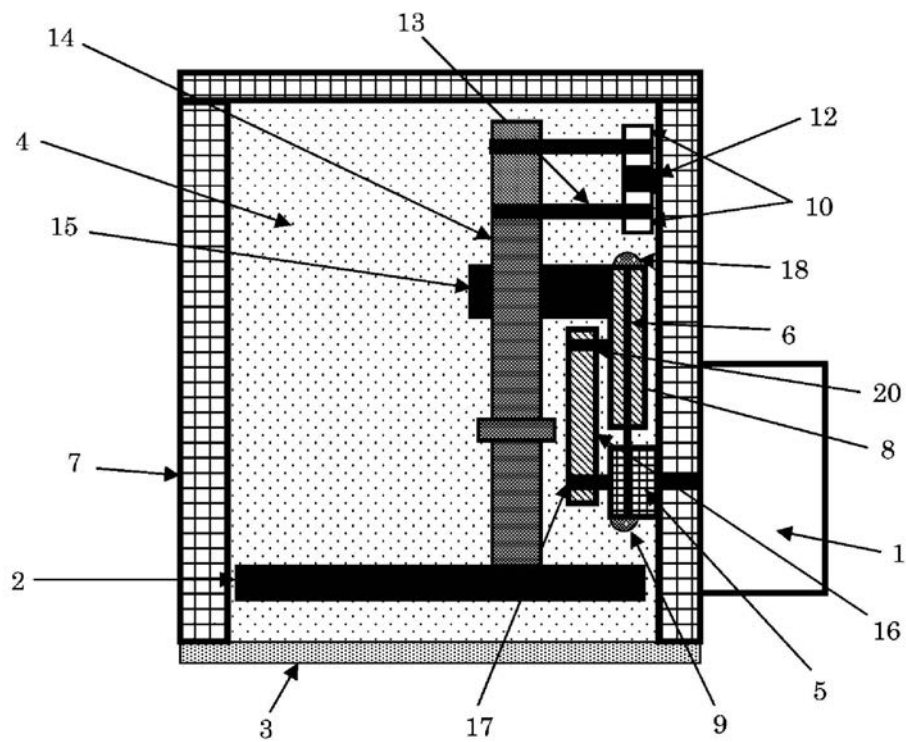
【図 13】



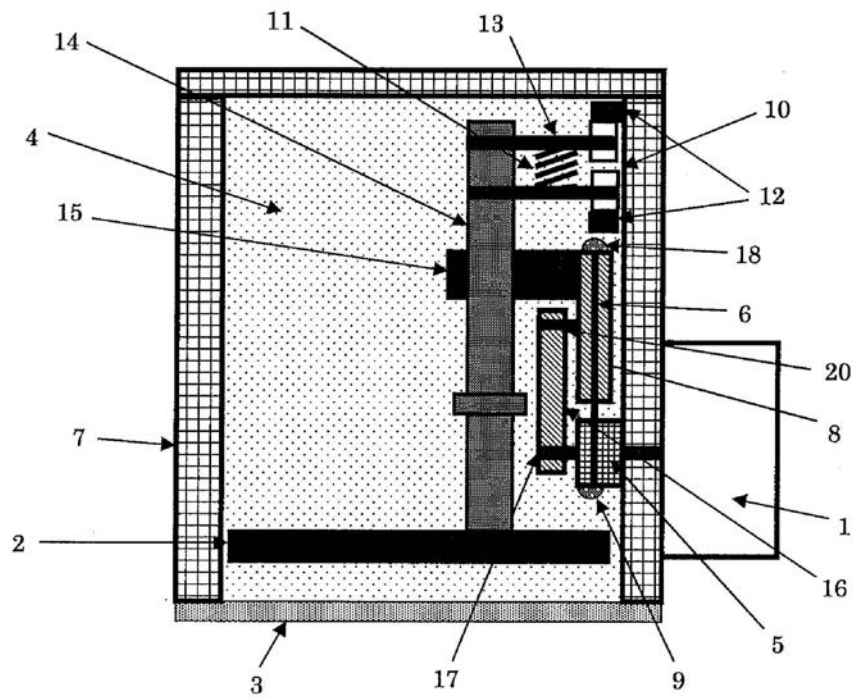
【図 14】



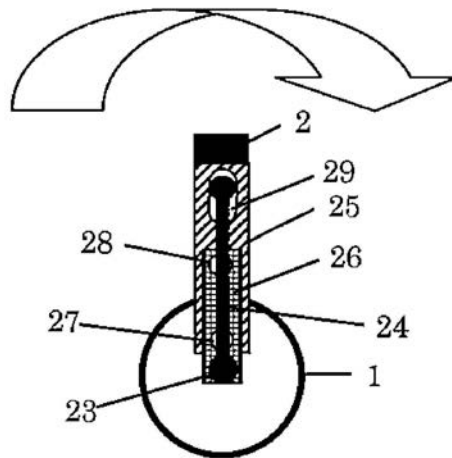
【図 15】



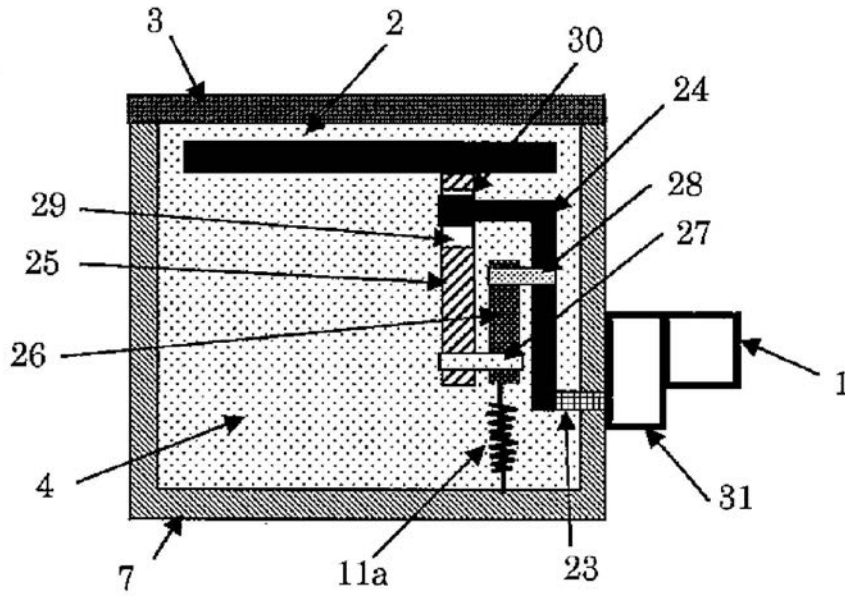
【 図 1 8 】



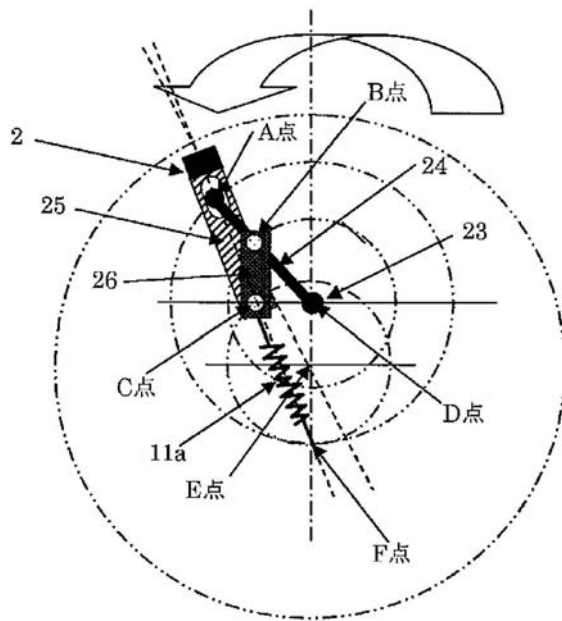
【 図 1 9 A 】



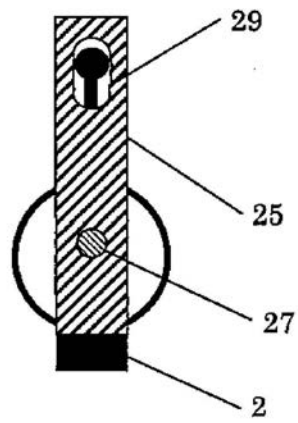
【図19B】



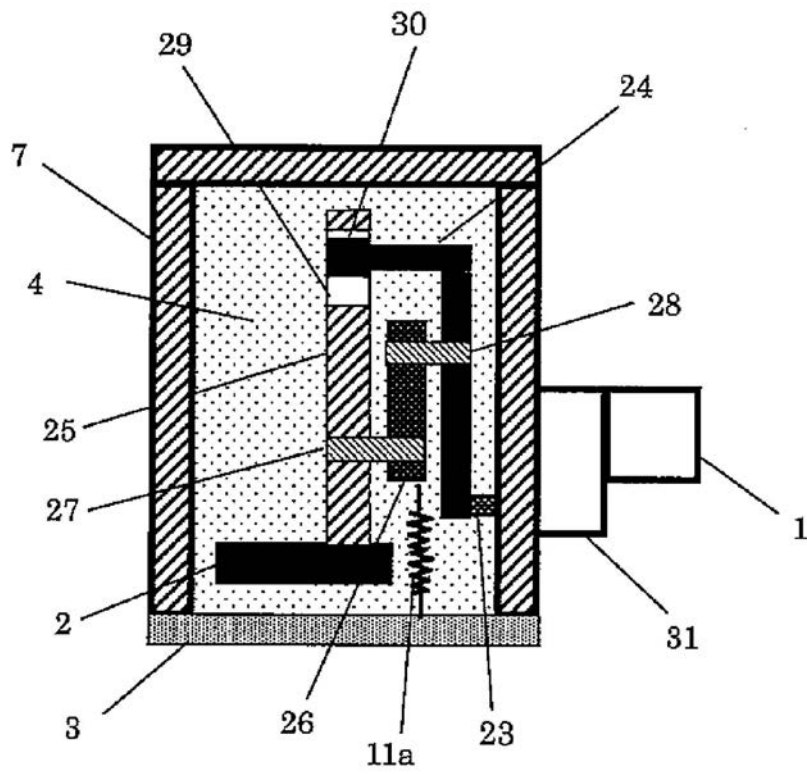
【図20】



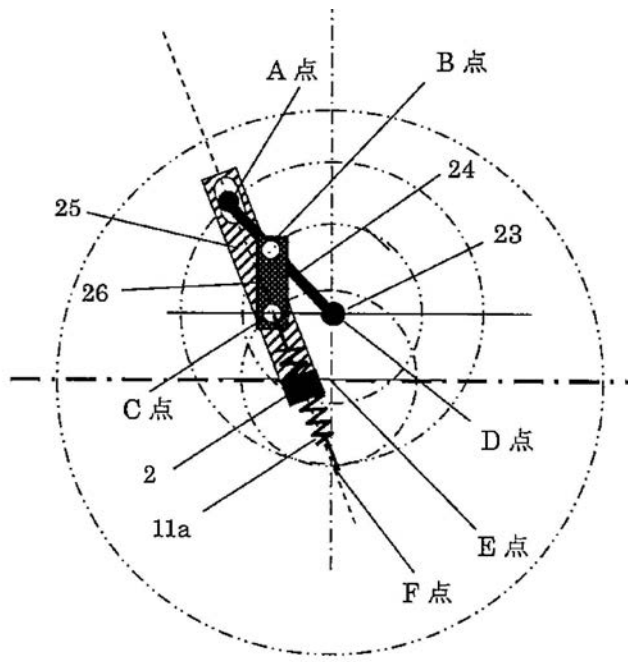
【図 2 1 A】



【図 2 1 B】



【図 22】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2006-303237(P2006-303237)

(32)優先日 平成18年11月8日(2006.11.8)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

(72)発明者 大川 栄一

愛媛県東温市南方2 1 3 1 番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内

審査官 川上 則明

(56)参考文献 特開平03-292939(JP,A)

特開平07-299066(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00

专利名称(译)	超音波探触子		
公开(公告)号	JP4933548B2	公开(公告)日	2012-05-16
申请号	JP2008525906	申请日	2007-07-19
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	藤井清 島崎彰 新海正弘 大川栄一		
发明人	藤井 清 島崎 彰 新海 正弘 大川 栄一		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/13 A61B8/4218 A61B8/4281 A61B8/4455 A61B8/4461 A61B8/4466 A61B8/4488 A61B8/483 G10K11/355		
FI分类号	A61B8/00		
审查员(译)	川上 則明		
优先权	2006198763 2006-07-20 JP 2006244786 2006-09-08 JP 2006303236 2006-11-08 JP 2006303237 2006-11-08 JP		
其他公开文献	JPWO2008010558A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

已经公开了超声波探头的活体接触部分具有相对大的曲率形状，并且超声波探头被制造得紧凑，使得超声波探头可以与生物体紧密接触。根据该技术，第一圆柱形皮带轮5固定到第一皮带轮7，臂16固定到电机轴17，第一皮带轮17穿过第一皮带轮，第二圆柱形皮带轮8布置成可在其相对侧上旋转由滑动轴承15可伸缩的滑动轴14设置在第二滑轮上，并且在滑动轴上设置与探针外壳的导轨12接触的辊10，使得滑动器通过将超声波元件2作为轴向可扩展和可收缩的结构附接到滑块轴的远端，用于使具有大曲率的超声波元件摆动和扫描的机构小型化。

1 1

