

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2002 - 291748

(P2002 - 291748A)

(43)公開日 平成14年10月8日(2002.10.8)

(51) Int.Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
A 6 1 B 8/12		A 6 1 B 8/12	2 G 0 4 7
G 0 1 N 29/26	501	G 0 1 N 29/26	4 C 3 0 1
H 0 4 R 17/00	330	H 0 4 R 17/00	5 D 0 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 20 L (全 19数)

(21)出願番号 特願2001 - 95752(P2001 - 95752)

(22)出願日 平成13年3月29日(2001.3.29)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 豊島 弘祥

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

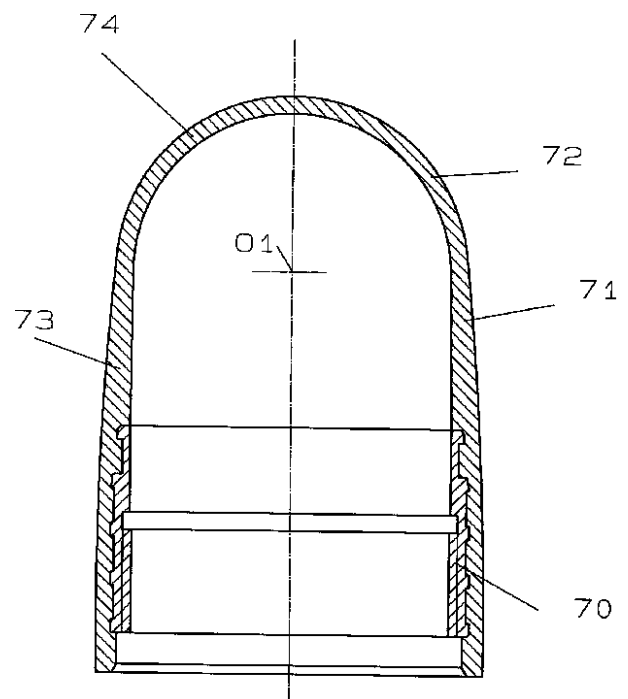
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波プローブ

(57)【要約】

【課題】 ウィンドウケースの先端球状中心に超音波振動子の回転軸がくるように構成した診断画像状の寸法精度を高めた超音波プローブを提供することを目的とする。

【解決手段】 超音波振動子からウィンドウケース71までの距離が同じになるように超音波プローブを構成させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 超音波振動子と超音波伝播媒質とを内包し、超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースと上記超音波振動子を駆動させる回転部を具備した超音波プローブにおいて、ウインドウケースは円筒部と半球状部から形成され、超音波振動子を回転させる軸と前記ウインドウケースの半球状部の中心が一致していることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項2】 超音波振動子と超音波伝播媒質とを内包し、超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースと上記超音波振動子を駆動させる駆動モータとを具備した超音波プローブにおいて、ウインドウケースは円筒部と半球状部から形成され、超音波振動子を駆動モータのロータフレームの外周部に取り付けて、駆動モータの駆動軸を中心に超音波振動子が回転される構成であって、駆動モータは回転側部材にロータフレームと駆動マグネットとを具備し、固定側部材に巻線とコアと駆動軸とベースとを具備し、超音波振動子を回転させる軸とウインドウケースの半球状部の中心が一致している超音波振動子駆動モータを搭載したことを特徴とする超音波プローブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波診断装置用超音波プローブに関するものである。

【0002】

【従来の技術】生体を対象とした超音波診断装置などに用いる超音波プローブとしては、大別してリニア走査方式とセクタ走査方式とがあり、セクタ走査方式には、主として電子セクタ走査方式とメカニカルセクタ走査方式とがある。このメカニカルセクタ走査型超音波プローブとしては、医歯薬出版株式会社発行「超音波検査入門（第2版）」54頁に記載された種類と方法が知られている。また、このメカニカルセクタ走査型超音波プローブとしては、（社）日本電子機械工業会編『改訂医用超音波機器ハンドブック』（1997.1.20コロナ社発行）91頁の表3.11にも記載されている。

【0003】従来、超音波プローブ（超音波探触子、超音波診断用プローブともいう）は、たとえば、特開平7-289550号公報及び特開平1-293850号公報に記載されたもの等が知られている。

【0004】特開平7-289550号公報に開示されている超音波プローブは、超音波振動子を超音波プローブのハンドル軸方向に向かうように取り付け、その超音波振動子に対向して音響ミラーを設けた超音波送受信部と振動子の取付台に連結したシャフトを回転駆動する駆動モータに接続している。駆動モータの回転によって、超音波送受信部はシャフトを中心に回転し、超音波振動子のビームは音響ミラーで反射されるので、超音波振動子の回転軸に対して反射された面でのビーム軌跡面とな

る。音響ミラーの傾斜角度によるが、一般的には45度の傾斜面のため、ビーム軌跡面は回転軸に対して垂直な面になる。

【0005】駆動モータが超音波振動子に比べてハンドル部近傍側に構成されているために、シャフトで超音波振動子の取付台を回転させるために回転軸に対して軸変換の音響ミラーが必要であるうえに、ビーム軌跡面は超音波プローブのハンドル軸方向に対して垂直な面である超音波断層画像となっている。

【0006】駆動モータには直接超音波振動子は取り付けられていなくて、駆動モータの軸の先の方に超音波振動子は取り付けられているので、1個の超音波振動子を駆動する超音波プローブである。

【0007】先行技術は駆動モータを取り付けるために特別の工夫があるようには判断できない。

【0008】特開平7-289550号公報に記載された超音波診断装置は2次元超音波断層画像が得られるが、ハンドル部近傍の伝達機構部と先端部の駆動機構部が複雑なものとなり、超音波画像の位置精度を向上させるのは十分でない。超音波振動子部と駆動部を先端部に構成するような検討がなされつつある。

【0009】しかし、この超音波プローブも、超音波振動子と駆動動力部が離れてしまっているので、駆動機構が複雑となり、動力を駆動するためにも損失が多くなるために駆動動力部が大きくなり、プローブ重量が重くなり作業性が低下するなどの課題がある。また、超音波媒体の封止容積が大きくなるなどがあり、小型のプローブが要望されつつある。

【0010】また、特開平1-293850号公報に開示されている超音波プローブはプローブ先端に超音波振動子を取り付けたロータを回転するように支持された機構部があって、そのロータの回転軸には駆動を伝達するための機構であるベルトとウォームギアを介して動力を超音波振動子のロータに伝えている。駆動モータは超音波振動子ロータとは直結していないために、超音波振動子ロータの位置を精度よく把握することができない。

【0011】超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースが外殻として構成されている。そのウインドウケースに超音波振動子と超音波伝播媒質とを内包している。超音波振動子からの送信信号はウインドウケースで一部反射され、診断画像を得る十分な送信信号はウインドウケースを透過し、生体物で反射し、その反射信号は再度ウインドウケースを通過して超音波振動子で受信される。最近画像の画質が向上するにともなって、超音波振動子を回転させて2次元画像をとる超音波診断装置が開発されてきている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のメカニカルセクタ走査型超音波プローブは2次元

の超音波断層画像が得られるものである。超音波振動子を取り付けるロータ部と駆動モータ部が異なっているために、駆動力を伝達させる機構を設ける必要があって、構造的に複雑になる。さらには、それらの機構のために、超音波プローブは全体的に重量が重く、大きなサイズとなり、取り扱いにくいなどの課題があった。コンパクト化することが従来の課題であったが、超音波診断画像の画質や測定されるビーム軌跡面の方向性などで、医療技術が進歩してきている。ウインドウケースによる多重反射による問題など、ウインドウケースによる反射に関する課題が発生してきた。

【0013】超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースが外殻として構成されている。そのウインドウケースに超音波振動子と超音波伝播媒質とを内包している。超音波振動子からの送信信号はウインドウケースで一部反射され、診断画像を得る十分な送信信号はウインドウケースを透過し、生体物で反射し、その反射信号は再度ウインドウケースを通して超音波振動子で受信される。最近画像の画質が向上するにともなって、超音波振動子を回転させて2次元画像をとる超音波診断装置が開発され、ウインドウケースで送信信号が反射され受信される時に、超音波振動子からウインドウケースまでの距離が異なることによる医療画像に現れた画像上の距離が超音波振動子の位置で異なるという課題がある。超音波振動子からウインドウケースまでの距離が異なることによる医療画像に現れた画像上の距離が異なることは2次元の画像の測定角度が90度を超えると目立ちはじめ、180度を超えると判別可能なレベルまで達する。

【0014】特開平7-289550号公報ではビーム軌跡面はウインドウケースの先端の円球部に形成させるのではなく円筒部に形成されるので、超音波振動子からウインドウケースの円筒部までのモータの回転によって距離が異なることは組立上でも発生することが少ないが、反射ミラーの取付角度などでビーム軌跡面がハンドル部に対して直交していない場合が発生しやすいなどの作業上の課題はある。さらに、従来例の2次元断層画像は超音波振動子のビーム軌跡面は超音波プローブのハンドル軸に対して垂直な面であり、ハンドル軸に対して平行なビーム軌跡面でないために産婦人科や泌尿科など使用する体腔内走査には十分な診断ができないなどの課題がある。

【0015】特開平1-293850号公報にあるような超音波振動子のビーム軌跡面が産婦人科や泌尿科など使用する体腔内走査には必要である。駆動モータと超音波振動子を回転させる軸は異なっているので、サイズが大きくなるので、小型にする必要があった。図にあるウインドウケースは先端が球状の形状をしているが、金属製のリングの際のところ超音波振動子の回転軸があるように表現されていて、この際はウインドウケースの先

端部円弧の中心とはいえない。図から判断する限り超音波振動子からウインドウケースまでの距離はモータが回転すれば異なっている。従来の画像レベルではあまり問題が無かったが、超音波診断法などが一般に普及するにつれて、回転位置によって診断画像から得る生体物までの距離が異なる。

【0016】しかしコンパクトに2次元機構化するためには、駆動モータと超音波振動子の位置関係で、さらには超音波振動子を回転させる軸中心とウインドウケースの先端球状部のセンター位置を一致させて、画像のひずみを少なくする必要がある。

【0017】本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたもので、超音波走査を2次元的に確保することができ、小型、軽量である走査可能な超音波振動子駆動モータとそれを使用した2次元走査超音波診断装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、超音波振動子からウインドウケースまでの距離が同じになるように超音波プローブを構成させる。

【0019】まず、超音波振動子の回転軸とモータの回転軸が異なっていて、超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースが外殻として構成されている。そのウインドウケースに超音波振動子と超音波伝播媒質と駆動モータを内包している超音波プローブにあっては、ウインドウケースの先端部の半球部の中心を通る半球断面上に超音波振動子を回転させるセンタ軸を形成するようにして、超音波振動子からウインドウケースまでの距離を同じにする。

【0020】また、別の構成の超音波プローブでは、超音波振動子の回転軸とモータの回転軸が同じであって、超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースが外殻として構成されている。そのウインドウケースに超音波振動子と超音波伝播媒質と駆動モータを内包している超音波プローブにあって、ウインドウケースの先端部の半球部の中心を通る半球断面上に超音波振動子を回転させるセンタ軸が形成されるようにして、超音波振動子からウインドウケースまでの距離を同じにする。すなわち、駆動モータのロータフレームの外周部に超音波振動子を取り付けて、ロータフレームが回転すれば超音波振動子が回転される構成である。

【0021】超音波プローブの先端に超音波振動子と駆動モータを内包するコンパクトなサイズで軽量にするためには、以下のことに注意する。

(1) 超音波振動子のビーム軌跡面をハンドル軸に平行な面に形成できるように駆動モータの駆動軸をハンドル軸に対して垂直になるように構成する。

(2) コンパクトに2次元機構化するため、超音波伝播

媒質を内包しウインドウケース内に、駆動モータの駆動軸と超音波振動子の回転軸と一つの軸で構成した超音波振動子駆動モータを構成させる。

(3) コンパクトに2次元機構化するため、駆動モータの駆動軸のロータ範囲内にビーム面を構成する。駆動モータのロータケースに超音波振動子を取り付ける。

(4) 駆動モータは回転側部材にロータフレーム、駆動マグネットを具備し、固定側部材に巻線、コア、駆動軸、ベースを具備し、駆動モータの回転側部材は2つの軸受を介して回転可能に支承され、その軸受の間にコアと巻線を形成する。

(5) その2つの軸受の外側に駆動軸を固定するベースを構成する。

(6) ブラシレスモータであり、コアは円筒形状をしていて、巻線はヘキサ巻の円筒形状の巻線で構成する。

【0022】本発明による電子-機械走査式の2次元走査用超音波振動子駆動モータによって、超音波伝播媒質を内包しウインドウケース内に、駆動モータの駆動軸と超音波振動子の回転軸を同一軸で構成した超音波振動子駆動モータを構成させ、機構部を小型軽量させ、超音波伝播媒質の封止範囲を狭くでき、全体的な超音波プローブの重量を軽くできるうえに、駆動モータの駆動軸と超音波振動子の回転軸が同一軸であるので、駆動モータの位置情報が超音波振動子の位置情報に採用でき、精度のよい装置であり、ハンドル軸に対して平行なビーム軌跡面で画質のよい超音波断層画像が得られる。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、超音波振動子と超音波伝播媒質とを内包し、超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースと上記超音波振動子を駆動させる回転部を具備した超音波プローブにおいて、ウインドウケースは円筒部と半球状部から形成され、超音波振動子を回転させる軸とウインドウケースの半球状部の中心が一致していることが特徴の超音波プローブとしたものであり、超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースが外殻として構成されていて、そのウインドウケースに超音波振動子と超音波伝播媒質とを内包させ、超音波振動子を回転させることで2次元画像をとる超音波診断装置ができる。さらに超音波振動子からウインドウケースまでの距離が同じになるように構成することで、超音波振動子からの送信信号はウインドウケースで一部反射され、受信されるが同寸法位置に反射画像が形成でき、測定画像との距離はずみがなく、画像の画質が向上することができるという作用を有する。

【0024】請求項2に記載の発明は、超音波振動子と超音波伝播媒質とを内包し、超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースと上記超音波振動子を駆動させる駆動モータとを具備した超音波プローブにおいて、ウインドウケースは円筒部と半球状部から形成され、超

音波振動子を駆動モータのロータフレームの外周部に取り付けて、駆動モータの駆動軸を中心に超音波振動子が回転される構成であって、駆動モータは回転側部材にロータフレーム、駆動マグネットを具備し、固定側部材に巻線、コア、駆動軸、ベースを具備し、超音波振動子を回転させる軸とウインドウケースの半球状部の中心が一致している超音波振動子駆動モータを搭載したことが特徴の超音波プローブとしたものであり、超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースが外殻として構成されていて、そのウインドウケースに超音波振動子と超音波伝播媒質と超音波振動子駆動モータを内包させ、超音波振動子駆動モータのロータフレームに超音波振動子を取り付けて、超音波振動子を回転させることで2次元画像をとるコンパクトで軽量の超音波診断装置ができる。体腔内走査タイプの超音波プローブが容易に構成でき、超音波振動子からウインドウケースまでの距離が同じになるように構成することで、表示画像の位置寸法がどの方位角度でも同じになる。すなわち、超音波振動子からの送信信号はウインドウケースで一部反射され、受信されるが同寸法位置に反射画像が形成でき、測定画像との距離はずみがなく、画像の画質が向上することができるという作用を有する。

【0025】

【実施例】以下本発明の実施例について、図面を参照して説明する。

【0026】図1は本発明の一実施例におけるメカニカルセクタ走査型超音波プローブを使用した超音波診断装置の全体を示す概略ブロック図である。

【0027】実施例の超音波診断装置は超音波プローブと本体システム部から構成される。超音波プローブの先端には超音波振動子1、2を回転駆動させる駆動モータ3が構成されている。その駆動モータには超音波振動子とともに回転する駆動ロータ4が構成され、駆動ロータ4を支持するベース5(ベースハウジングやハウジングともいう)が内蔵され、超音波プローブのハンドル部6には駆動モータの位置検出信号の中継調整基板7と超音波伝播媒質の容積調整機構8とが構成されている。

【0028】超音波振動子1、2は駆動ロータ4の回転部の外周部に取り付けられている。そのため超音波振動子1、2の回転軸と駆動モータ3の駆動軸とは同一の軸となる。駆動軸に対して超音波振動子1、2のビームはラジアル方向に放射させる。その駆動ロータ4が回転することで超音波振動子1、2のビーム軌跡は面を形成し、その軌跡面は駆動軸に対して直交した面となる。

【0029】駆動ロータ4の回転位置情報を知ることには、駆動ロータ4に取り付けられた超音波振動子1、2の位置情報を知ることになる。駆動ロータ4の回転位置は1回転の基準となる基準位置手段と相対位置情報手段を併用して駆動ロータ4の回転位置情報を知ることがで

きる。基準位置手段として磁性材のピン9（Z相ピンともいう）とMR素子10（Z相MR素子ともいう）で構成されていて、そのMR素子10はZ相MR素子として他のMR素子と区別している。Z相MR素子10では磁性材のピン9が1つであるために、Z相MR素子10では駆動ロータ4の1回転に1パルスの信号が検出できる。そのために駆動ロータ4の基準位置を知ることができる。そのZ相MR信号は信号レベルが小さいので、ノイズを受けないためモータの近くの中継アンプ基板11で信号増幅されて、プローブ先端からハンドル部6へ引き回される。

【0030】相対位置情報手段として磁気式エンコーダ12が組み込まれ、その磁気式エンコーダ12は駆動ロータ4側にエンコーダマグネット13とベース5側にMR素子14（AB相MR素子ともいう）で構成されている。MR素子14はAB相MR素子として別のMR素子と区別される。AB相MR素子14はA相、B相の2チャンネルの信号が得られるMR素子であって、A相とB相の位相差は90度のものである。A相とB相との位相差が90度であるために駆動ロータ4の回転方向をその位相差から求めることができる。エンコーダマグネット13の外周には多極の磁極が着磁されていて、その磁極数に相当した数の信号をAB相MR素子14から得る。たとえば、エンコーダマグネット13は300極の磁極であるので、AB相MR信号も300パルスとなるので、駆動モータの位置情報としては1回転あたり300の分解精度の信号が得られる。エンコーダマグネット13は回転着磁がなされているために、磁極間の角度精度は非常に高い。そのAB相信号もモータの近傍の中継アンプ基板11で一旦増幅して、さらに正弦波波形の信号を矩形波処理する中継調整基板7に配線し、長い配線処理をして超音波診断装置本体まで接続される。

【0031】この駆動モータ3は回転数300r/minから1800r/minまで数段階に切り換えて回転駆動する。たとえば、エンコーダマグネット13が300極の磁極である場合、AB相MR信号もそれぞれ300パルスとなるので、そのままのパルス数でも使用できるが、超音波振動子1、2の回転角度位置の分解精度を上げるために、A相B相を4逓倍すれば、1回転あたり1200パルスとなり、元信号に比べて4倍の分解精度となる。その駆動モータ3の駆動軸と超音波振動子の回転軸が同一軸であるので、ばらつきもなく回転角度精度の良好なものとなり、画像もその信号をトリガーに使用する場合はかなり画質の良い超音波診断画像となる。

【0032】超音波振動子1、2からの信号を駆動モータ3の外部に取り出すためにロータリトランス15が構成されている。ロータリトランス15はロータ側トランス16とステータ側トランス17で構成され、ロータ側トランス16は駆動ロータ4側のロータ端部に構成され、ロータ側トランス16の信号線は超音波振動子1、

2に接続される。ステータ側トランス17はベース5側に固定され、ステータ側トランス17の信号線は本体の回路側へ接続される。ロータリトランス15は信号を非接触で伝達することができるので、接触型のスリップリングに比べて駆動モータに作用する負荷が非常に小さいために、小型駆動モータの場合には使用されることが多い。

【0033】超音波振動子1（または2）から放射した超音波は超音波振動子1（または2）の中央に放射状に進み生体組織内に入射する。組織内に入射した超音波の一部は組織内において反射した後、前記超音波振動子1（または2）で受信され電気信号に変換されて、ロータリトランス15を通して駆動モータの外部に取り出されて、システム本体内の増幅器に送られる。

【0034】超音波振動子1、2からの信号の周波数特性がそれぞれ異なるように構成されていて、周波数の高い方の超音波振動子を高周波振動子、周波数の低い方を低周波振動子と区別する。

【0035】駆動ロータ4を支承するベース5はプローブ本体の取付台に固定されている。またベース5には駆動ロータ4を支承する支持部とプローブ本体の取付台に固定される支持部から構成された一体部材もので形成されている。ベース剛性を高めて、駆動モータの支持剛性を強くしている。

【0036】駆動ロータ4とベース5と中継アンプ基板11は超音波プローブの先端部に構成されていて、全体が超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケース18内の超音波伝播媒質に内包されている。ウインドウケース18内の超音波伝播媒質は気泡が含まれないように減圧して、脱気したうえで、封止される。封止された超音波伝播媒質が環境によって膨張したりしても、媒質の圧力が緩和されるように超音波伝播媒質の容積調整機構8が設けられている。この超音波伝播媒質の容積調整機構8はゴム系の弾力性のある袋で構成されている。その容積調整機構8と中継調整基板7は超音波プローブのハンドル部6に構成されている。

【0037】次にシステム本体37（本体装置）内の送受信回路部分について説明する。駆動モータ3を駆動するための駆動回路36はシステム本体37内に構成されている。超音波振動子の周波数特性の異なる2つの振動子に対して、高周波用と低周波用と信号線が異なる。図1では、異なって信号線で記載してあるが、超音波振動子1、2を説明の都合上、高周波振動子を超音波振動子1とし、低周波振動子を超音波振動子2であるとす。

【0038】超音波を生体内に送信する場合には、まずパルス発生器19によって超音波パルスの繰り返し周期を決定するレートパルスが出力され、超音波周波数の決まったパルス振動子駆動回路20に送られる。この振動子駆動回路20では周波数に相当する超音波振動子に駆動信号を周波数に相当した方のロータリトランス15を

介して、相当した超音波振動子1（または2）に供給駆動されて超音波を発生するため駆動パルスが形成される。その駆動パルスによって超音波振動子1（または2）から生体内に放射される。

【0039】高周波用送信信号の場合は高周波振動子1から、低周波用送信信号の場合は低周波振動子2から生体内に放射された超音波は生体内組織にて反射される。その反射超音波を超音波エコーという。送信時に用いた超音波振動子1（または2）によって受信され、この超音波エコーの反射強度に相当な微弱な受信信号はシステム本体37内の増幅器（高周波の場合は増幅器21a、低周波の場合は増幅器21b）にて増幅されたのちBモード用信号処理回路に送られる。Bモード信号処理回路において振動子出力は対数増幅器（高周波の場合は対数増幅器22a、低周波の場合は対数増幅器22b）で対数圧縮し、包絡線検波用の検波回路（高周波の場合は検波回路23a、低周波の場合は検波回路23b）にて検波され、ゲイン補正用のゲイン設定器（高周波の場合はゲイン設定器24a、低周波の場合はゲイン設定器24b）をゲイン制御用コントローラ25で制御されてゲイン補正され、合成回路26で信号合成されて、A/D変換器27にてA/D変換され、高速画像DSP28で画像処理される。DSP28で処理された座像は一旦画像メモリ29にストアされる。駆動時の複数の画像も画像メモリ29にストアされ、高速画像DSP28を用いて信号処理され、その信号をデジタル・スキャン・コンバータ(DSC)30を介してTV走査用フォーマットに対応した画像データに変換され、テレビモニタ31にて2次元超音波断層画像として表示される。本体装置37には、装置全体の回路を統括するホストCPU32があり、画像データやメモリや駆動モータの駆動回路などを総合的に監視、処理命令などしている。ホストCPU32は本体装置への外部入力操作に伴う入力による、プローブとしての処理を統括していることになる。

【0040】図2に超音波プローブの外観斜視図を示す。図2において、6はハンドル部を示し、中継調整基板が内蔵されている。33は超音波プローブの先端部であり、超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケース18が先端に取り付けられていて、その超音波プローブの先端部33は駆動モータと超音波振動子などが内蔵されている。超音波プローブはケーブル34の先に構成されたコネクタ35でシステム本体に接続されている。先端部33は体腔内に挿入し易いように円筒形状のなめらかな流線形状をしている。このケーブル34は、超音波振動子と超音波診断装置本体とを接続する入出力線(I/O線)と駆動モータを駆動制御するための電気制御線とエンコーダなどの信号線と衝撃検出用の信号線などを超音波診断装置本体と接続するケーブル34であって、被覆により保護され、かつシールドが施されている。ケーブル34は超音波振動子側と超音波診断装置本

体側の両端で接地されている。図2ではケーブル34は長いので、途中省略して表現している。

【0041】図3、図4は本実施例におけるヘキサ巻の円筒形状の巻線を使用したスロットレスのコア付きモータの断面図である。このスロットレスのコア付きモータはサーボ制御のブラシレスモータであって、センサレス駆動タイプのアウターロータ回転タイプである。この実施例のモータは超音波素子駆動モータであって、超音波診断装置のプローブ先端の部に搭載のモータ例である。説明のために図3、図4にはウインドウケース18やハンドル部6などケーシング類は省略してある。

【0042】図3、図4においてそのコア38は固定側であって、駆動マグネット39の付いているロータフレーム40が回転側である。ロータフレーム40は小判形状をしていて、内側には半円状の駆動マグネット39が2個対向して取り付けられている。ロータフレーム40の小判形状でフラットになった外周面には超音波振動子41、42(図1の符号1、2に該当する)が取り付けられている。そのためロータフレーム40がシャフト43(駆動軸ともいう)を中心に回転すると、そのロータフレーム40に搭載の超音波振動子41、42もシャフト43を中心に回転する。ロータフレーム40は軸受44、45で回転支承されている。軸受44はロータフレーム40に設けられた軸受ボス部46に取り付けられている。もう一方の軸受45はロータ側板47に取り付けられ、そのロータ側板47はロータフレーム40に嵌合挿入して装着される。

【0043】モータを制御するために、ロータ側板47にはエンコーダマグネット13が取り付けられていて、エンコーダマグネット13表面に等間隔に多数の磁極が着磁されている。エンコーダマグネット13の外周に対向するように磁気抵抗素子(MR素子、AB相MR素子ともいう)14が磁性材の取付台48に取り付けられて、その取付台48をベースハウジング49に取り付けることで、エンコーダマグネット13の外周と微小な隙間を設けてAB相MR素子14を配置固定する。

【0044】また駆動ロータの回転位置情報を知るための相対位置情報手段として磁気式エンコーダが組み込まれている。その磁気式エンコーダは駆動ロータ側にエンコーダマグネット13とベースハウジング49側にAB相MR素子14とで構成されている。エンコーダマグネット13の材料はプラスチックマグネットであり、ベア樹脂として12ナイロン系を使用している。

【0045】駆動マグネット39の漏洩磁束の影響をエンコーダ出力に受けないために、エンコーダマグネット13とAB相MR素子14との隙間を非常に狭く設定している。その隙間が狭いために、エンコーダマグネット13の膨潤や切削振れや組立振れなどの影響を少なくする必要がある。ロータ側板47にエンコーダマグネット13を接着固定した状態で組加工して部品による振れを

小さくしている。また、エンコーダマグネット13のプラスチックマグネットでのフェライトの含有量を大きくした材料を使用している。つまりエンコーダマグネット13については、超音波伝播媒質中で使用されるので膨潤影響を考慮して、79%以上磁性材を含有したものを使用している。

【0046】相対位置情報手段として磁気式エンコーダが組み込まれ、その磁気式エンコーダの位置検出素子はA相MR素子14である。そのA相MR素子14はA相、B相の2チャンネルの信号が得られるMR素子であって、A相とB相の位相差は90度のものである。A相とB相との位相差が90度であるために、駆動ロータの回転方向をその位相差から求めることができる。そのために、ロータフレーム40に取り付けた超音波振動子41、42の回転位置情報を知ることができる。回転着磁機で多極に着磁されたエンコーダマグネット13の外周とA相MR素子14は対向配置されている隙間は50 μ m程度であり、超音波伝播媒質中で駆動するので、大きなゴミがあればその隙間に入り込んだりするので、オイル洗浄したうえで組み込みがなされる。そのエンコーダマグネット13の磁極数に相当した数の信号をA相MR素子14から検出し、モータの制御信号として駆動モータを制御させる。

【0047】たとえば、エンコーダマグネット13は300極である場合、A相MR信号14も300パルスとなるので、駆動ロータの位置情報としては1回転あたり300パルスの分解精度の信号が得られる。A相とB相とも300パルスであって、90度の位相差をもっているため、A相、B相の信号を4逓倍すれば、1回転あたり1200の分解精度の信号が得られる。エンコーダマグネット13は回転着磁がなされるために、磁極間の角度精度は非常に高いので、4逓倍してもかなり角度精度のよい位置情報が得られる。

【0048】そのA相MR素子14の信号は可撓性基板(A相FPCともいう、図示せず)を通して駆動ロータの近傍の中継アンブ基板11で一旦増幅して、さらに正弦波波形の信号を矩形波処理する中継調整基板に配線し、そこからケーブルを使用した長い配線処理をして超音波診断装置本体まで接続される。

【0049】駆動モータには基準位置情報を知るための基準位置手段として磁性材のZ相ピン9がSUM24LやSUYなどの磁性材のロータフレーム40の外周部に取り付けられている。このZ相ピン9は円筒形状した部分をロータフレーム40の外周に設けられた円筒の穴に挿入して取り付けられ、駆動回転方向に対して先端部鋭角になるようにカット面50が両方に設けられている。このZ相ピン9への磁束は駆動マグネット39から得ている。Z相ピン9を検出するZ相MR素子10が磁性材の取付台51を介してベースハウジング49に取り付けられている。Z相MR素子10の信号は可撓性基板(ま

たは、Z相FPCともいう、図示せず)を通して中継アンブ基板11に接続され、中継アンブ基板11から超音波プローブのハンドル部にある中継調整基板に接続されて、その中継調整基板からシールドケーブルを通してコネクタを介して超音波診断装置本体側へ接続される。

【0050】磁性材のZ相ピン9とZ相MR素子10で構成されていて基準位置手段は、磁性材のZ相ピン9が1つであるために、Z相MR素子10では駆動ロータの1回転に1パルスの信号が検出される。そのZ相MR信号は信号レベルが小さいので、モータの近くの中継アンブ基板11で信号増幅される。その増幅後のZ相信号は中継調整基板のコンパレータ回路で矩形処理される。矩形処理された信号は0-5Vの矩形波信号であり、外部からのノイズの影響を受けにくい。Z相MR素子10からすぐの信号は外部ノイズの影響を受けやすいので、中継アンブ基板11をベースハウジング49の近くに配置して、増幅するようにしている。Z相コンパレータ信号の立ち上がり位置を駆動ロータの基準位置にすれば、駆動モータの回転基準位置になり、さらには超音波振動子41、42の回転基準位置にもなる。このZ相信号により基準位置を元に、超音波振動子41、42の位置を決めておけば、超音波振動子の回転位置の基準を個々の超音波プローブ間に相違なく決定することができる。

【0051】超音波振動子41、42への送受信信号を駆動ロータの外部に取り出すために、ロータリトランス15が構成されている。ロータリトランス15はロータ側トランス16をロータフレーム40に取り付け、ステータ側トランス17をベースハウジング49側に取り付けている。ロータリトランス15は2ch構成であるので、トランス対向面にはリング状の溝が2本それぞれのトランスには形成されていて、そのリング状の溝には巻線が数ターン平面上に配置されている。ロータ側トランス16の巻線は溝の下に設けられた穴52を通してロータフレーム40側に引き出されてロータ側トランスの裏面に貼られたFPCに接続される。また、超音波振動子のリード線もロータ側トランス裏面に貼られたFPCに接続し、ロータ側トランス16の巻線を超音波振動子に導通接続する。ステータ側トランス17もロータ側トランス16の巻線に対向する位置にリング状の溝を設け、その溝に巻線を数ターン巻配置し、その巻線の端はステータ側のリング状の溝の奥に設けた穴53に通して、ステータ側トランスの裏側のFPCに接続する。そのFPCからはシールド線などを使用して超音波診断装置本体側へ接続する。

【0052】本実施例では超音波振動子は2個を使用している。符号では41、42である。さらに、2種類の超音波振動子を搭載することができるので、1つの超音波プローブで2つの距離分解能の異なったものとして扱えるなどの長所がある。

【0053】一般に距離分解能は周波数が高いと向上す

るが、周波数が高くなると超音波の減衰が大きくなるために、深度の深い部分で診断ができなくなるので、1つの超音波プローブで振動数の異なる超音波振動子を切り換えて使用することができるために、より便利な超音波診断が可能となる。

【0054】また、ロータフレーム40に取り付けた超音波振動子41、42はシャフト43に対して180度離れた位置に取り付けられる、一方の超音波振動子から放射した超音波がもう一方の超音波振動子でも受信され、超音波の受信信号にノイズとして入らないように、180度の対で2個の超音波振動子を取り付けている。送信された超音波振動子はその反射信号を受信するが、反射信号をもう一方の超音波振動子で受信すると、その信号はノイズとなるために、複数個の超音波振動子を使用する場合は送受信は同一の超音波振動子で行い、他の超音波振動子には受信信号がのらないようにする必要がある。

【0055】ロータリトランス15の場合ではクロストークができるだけ小さくなるようにロータリトランス15の材質や磁性材のリングなどを溝の中に入れてい

【0056】超音波振動子はリード線が2本でいて、1本は電気グランド(GND)であり、もう1本は信号線である。本実施例の超音波プローブでは駆動ロータに超音波振動子が2個取り付けられているので、4本のリード線があるが、電気グランドは共通として取り扱うために3本のリード線として処理できる。超音波振動子は180度離れているので、電気グランドの線同士を容易に接続することはできないのでロータ側トランス16の裏側に設けたFPCを介して接続している。そのFPCには4箇所ランドがあって超音波振動子のリード線を半田付け接続する。

【0057】2個の超音波振動子のためにロータリトランスの溝に配置した巻線のうち外周の巻線は周波数の低い超音波振動子に構成するように接続する。

【0058】超音波診断装置本体からI/O線(超音波信号の送受信線)を介して送られた電気信号により超音波振動子は超音波を放射し、被検体から反射される超音波を受波し電荷量の変化を生じる。この超音波振動子の電気的変化はI/O線を介して超音波診断装置本体に伝達される。I/O線に流れる電気信号は2kHz~12kHzの範囲の周波数信号であるために不要輻射の主たるノイズ源となる。本実施例では液封止の箇所はI/O線一部を可撓性基板で構成して、そのほかはシールド線を使用している。I/O線はシールドしているため、不要輻射対策の効果の有するが、ロータリトランスの近傍はシールドをすることができない。使用する周波数の電極の位置を検討することで、不要輻射を低減させてい

る。すなわち、そのリング状の溝の外周側から内部に向

かうにしたがって超音波振動子の周波数が高くなるように構成する。

【0059】超音波伝播媒質中で回転駆動される駆動モータの位置情報信号ラインはエンコーダからの超音波振動子の走査位置を知るための信号ラインであり、超音波信号の送受信部からノイズが入ると、位置情報が不安定となり、駆動モータの制御が不安定になる。モータの制御を安定にさせるためにもI/O部は電気シールドして、ノイズの影響を及ぼさないようにしている。

【0060】駆動マグネット39に対向するように円筒状のコア38がシャフト43に固定されている。そのコア38は絶縁されていて、コア38の外周部には円筒状の巻線54が取り付けられている。その巻線54は円筒状のヘキサ巻の巻線である。コア38は円筒状のコアであるので、スロットのあるコアと区別され、スロットレスコアと呼ばれている。このスロットレスコア38には、絶縁膜55が膜状に施されている。実施例ではこの絶縁膜55はエポキシ樹脂の電着塗装膜で、巻線54とコア38との電気絶縁を目的にしたものである。膜厚が厚い方がいいが、膜厚が厚いと巻線54とコア38の間に隙間が生じ効率が低下することになるので、膜厚はできるだけ薄くするような工程を採用している。絶縁膜はスプレー塗装によっても膜形成が可能である。絶縁膜55を形成した電着塗装膜、真空蒸着膜について説明する。

【0061】電着塗装膜は絶縁性の優れた膜であって、工業的には比較的容易に膜形成できるうえに、電着塗装膜は耐環境性が優れているために空気以外の環境たとえば油などの環境下でも、モータ使用が可能となる。絶縁に絶縁テープをする場合は油などの環境下では粘着剤が特性劣化するために使用できないが、電着塗装膜では油などの環境でも問題なく使用できる。

【0062】コアに電着塗装を施す工程の例を以下に説明する。

【0063】浴槽に水溶性又は水分散型塗料を入れ、コアを浴槽に侵漬し、導電性のコアの塗装する箇所に電極を取り付け、浴槽に付属する対極との間に通電すると、電荷をもった樹脂粒子は電気泳動によってコアに移動して析出する。これを水洗して焼き付ける。

【0064】浴の組成や温度、通電条件を適正な水準に管理すると、塗膜厚の調整が容易でばらつきの少ない電着塗装膜ができ、10μmで公差±5μmでも管理できる。コアは外周部にも電着塗装膜がつくので、電着塗装膜を管理すれば、モータ組立特性上問題にはならない。薄い電着塗装膜の場合、電着塗装膜でコアと巻線との絶縁をもたせるためには、コアエッジ部のエッジカバー率があまり高くないので絶縁膜の強度には注意が必要である。

【0065】また、電着塗装膜ではなく、蒸着重合薄膜を施すこともある。その蒸着重合薄膜は対環境特性が優

れているので、油の中や水の中などに使用される場合には採用される膜である。その蒸着重合薄膜について、説明をする。蒸着重合法は、物理的な真空蒸着法を基に熱エネルギーによりモノマーを蒸発、活性化させ、基材上でモノマーを重合させることにより高分子薄膜を作製する方法である。この方法は高分子薄膜が単純な装置で作成できるので本願のモータコアの絶縁や電子部品材料へ応用ができる。モータのコアの絶縁膜に高分子薄膜を工業的に処理するためには、膜厚の制御性、均一性、大面積化、処理速度の高速化、膜性能の再現性などの条件を満足する方法が要求される。

【0066】この蒸着重合法は次のような特徴がある。

- (1) 無媒体、無溶媒で重合できること。
- (2) 真空中であるので不純物の混入がさけられ高純度の薄膜ができること。
- (3) 薄膜が容易に得られること。
- (4) 分子配列の制御が可能であるので薄膜制御性がよい。
- (5) ドライブプロセスである。
- (6) 薄膜の電気特性は溶液法で作製した膜と同等である。
- (7) 難加工性高分子の薄膜法として最適である。
- (8) マスク蒸着が可能であるため膜のパターン形成が簡単にできる。

【0067】モータのコアの場合は形状が複雑であったりするので、全方向同時蒸着重合法が用いられる。この全方向同時蒸着重合法は、基材や真空槽壁をモノマー分子の蒸発温度以上に加熱しておき、この中に2種類のモノマーを同時に導入し、両者が基材上で反応して蒸気圧の低い二量体や三量体となり基材上に付着し、さらに反応して高分子の薄膜を成長させる。モノマー分子が真空槽全面化から蒸発するので、複雑な基材にも均一に薄膜が形成できる。

【0068】またモータのコアに使用される薄膜には、ポリアミド、ポリアゾメチル、ポリ尿素、ポリオキサジアゾール、ポリウレタン、ポリエステルなどに加えて、ポリイミド、フッ素化ポリイミド、ベンゾシクロブテン、フッ素化アモルファスカーボン、有機ガラス、パリレンなどが使用される。

【0069】真空での蒸着重合法による薄膜であるので、コアの角部のカバーコート率は良好であるので、巻線とコアとの絶縁が確実にできる。

【0070】コア38は絶縁されていて、コア38の外周部には円筒状の巻線54が取り付けられている。その巻線54は円筒状のヘキサ巻の巻線である。巻線54のタップはコア38の端面に設けられたフレキシブル基板56を介してリード線57に接続され、そのリード線57はシャフト43の溝を通してロータの外に引き出される。そのシャフト43の溝、巻線については後述する。

【0071】駆動モータの回転部はシャフト43を中心

に回転し、ロータレーム40の外周部に超音波振動子41、42が取り付けられている。その超音波振動子41、42は、トランスデューサとも呼ばれて、超音波プローブの中核をなす部品である。超音波振動子41、42の先端には音響レンズ58がついている。屈折の現象を有効に利用するのが音響レンズ58であって、超音波は液体中よりも固体中での音速が早いために振動子表面には凹型の音響レンズで超音波ビームを集束させている。凹型の音響レンズ以外にも平面型音響レンズや凸型音響レンズを貼り付けられた超音波振動子が使用される。

【0072】超音波振動子41、42のビームは駆動モータのシャフト43に対して直交してラジアル方向にスキャンされる。そのためにビームの軌跡面はシャフト43に直交しているが、ハンドル部の軸に対しては平行な面となっている。したがってハンドル部の軸に対しては平行な面となるビーム軌跡面の超音波断面画像が得られる。超音波振動子41、42は駆動モータで回転されるのでその時の超音波振動子のビーム軌跡面がシャフト43に対して直交する面である。図4から分かるように、超音波振動子から超音波を送受信して得られる超音波振動子配列方向の超音波断面画像取得領域は360度の全周ではなくベースハウジング49に妨げられて、ある範囲の超音波画像しか得られない。図4では角度で示される範囲となる。その範囲では超音波振動子で走査できる超音波走査可能領域を表す。実際の超音波診断装置では反射の問題などを考慮して幾何学的な角度よりも少し小さな設定となっている。本実施例の場合では角度は220度となっている。

【0073】ベースハウジング49は金属粉末射出成形法(Metal Injection Molding = MIM)によって金属焼結金属から形成されている。MIMは、R. E. Welchがウィテック・プロセスを開発し、1972年に実用化された技術で、3次元的な複雑な形状の部品を精度良く生産できることから、機械加工、ダイカスト、精密鋳造、粉末冶金に次ぐ第五世代の金属加工法として注目を集めている工法であって、寸法公差的には一般公差で10mm以下で ± 0.05 mm、特別公差で ± 0.03 mm程度であり、金属加工精度に匹敵するうえに、他の金属ダイキャストなどでは得られない精度である。本実施例のベースハウジング49は3次元的な複雑な形状であるうえに、駆動モータを支承するために支持剛性が必要であるうえに、超音波振動子の回転軸の位置寸法が安定であることも重要な要件であり、MIMを採用して製作をした。

【0074】MIMで製作するために次のポイントで金型形状、製品成形条件などを検討した。

- (1) 部品の厚みができるだけ、均一な厚みになるようにする。
- (2) 円弧形状が多い形状であっても離形を優先にす

- る。
- (3) 支柱部と支持部を設けた形状とする。
 - (4) 焼結後の2次加工箇所をできるだけ少なくする。
 - (5) 抜きテーパを0にする箇所を設け精度向上をはかる。
 - (6) 軽量であること。

【0075】以上のような観点で、製品形状と金型製品形状を設計した。

【0076】また、MIMは、加熱溶融された熱可塑性の物質を高圧・高速で金型内へ射出し冷却することで部品を生産するプラスチック成形方法に類似したものであり、金属の素材を微粒粉末（金属粉末）に粉碎し、その金属粉末とバインダーとなる樹脂あるいはワックスなどの流動性を付与させる有機系物質を混練し、得られた素材を加熱して溶融し、造粒し、プラスチックと同様に射出成形をする。その後、得られた成形体を熱分解方式などで脱脂した後、焼結を行うことで金属部品を生産する方法である。

【0077】ベースハウジング49の材料には、強度が必要であり、超音波伝播媒体に対して物性が安定であり材料として、ステンレス鋼であるSUS630、SUS303、SUS304、SUS304L、SUS316、SUS316L等、非鉄系材料WC-Co、W-Cu-Ni、W-Fe-Ni、Tiなどが使用できる材料が選定できる。

【0078】その中の一例として平均粉末粒子径が10μmの微細粉末であるSUS630のステンレス鋼粉末を用いた。

【0079】一方、バインダーとしては、たとえば、ポリエチレン、ポリプロピレン等のオレフィン系樹脂、アクリル系樹脂、ポリスチレン等のスチレン系樹脂、ポリアミド、ポリイミド、ポリエステル、ポリエーテル、液晶ポリマー、ポリフェニレンスルフィド等の各種熱可塑性樹脂や、各種ワックス、パラフィン等のうちの1種または2種以上を混合して用いた。

【0080】ベースハウジング49のバインダーの一例としてアクリル樹脂とポリスチレン等を配合し、添加量を変えながら実験した結果、寸法の低下が見られず成形体を焼結することができる添加量は35～55vol%であり、ベースハウジング49は添加量45vol%程度にして製作した。

【0081】金属粉末とバインダーの混練物には、ベースハウジング49のブランク形状でMR素子取付部やステータ側トランス取付部は抜きテーパのないストレート部を成形体に求めるために、可塑剤、潤滑剤などの添加物を微量添加している。

【0082】材料としてSUS630を使用しているため、剛性を上げるために、熱処理をしている。ブランク形状が変形しないように熱処理をする必要がある。

【0083】実施例の巻線はヘキサ巻の円筒状巻線であ

る。図5に説明図を示す。この巻線はコアレスモータに使用されている巻線であって、この巻線を円筒状のコアの外周に挿入にて使用する構成をとっている。このヘキサ巻の巻線は以下のような方法で製作される。ヘキサ巻線工程は巻回作業、テープ仮固定作業、平プレス作業、カーリング作業、アニール作業という内容になっている。

【0084】巻回作業を3相巻線で説明する。ヘキサ巻をする場合、六角形の巻枠に整列に巻線を巻回する。

【0085】巻線の巻はじめ端59を巻枠の一カ所に固定する。

【0086】つぎに、第一相の巻線部60を巻はじめ端の際から巻始める。

【0087】第一相巻線部60の端までいくと、巻枠61の開き角の箇所の角部に端子部62を形成する。

【0088】続いて、第二相の巻線部63を第一相の巻線部60の際から巻線開始し、所定数巻回して、第二相の巻線部63を作成する。

【0089】第二相の巻線部63の端に、巻線端子部側の巻枠61の開き角の箇所と同じ側の角部に端子部64を形成する。

【0090】つぎに、第三相の巻線部65を第二相の巻線部63の際から巻線開始し、所定巻数を巻回して第三相の巻線部65を作成する。

【0091】さらに、その巻線の巻終わり端末線66はコイルボビンから切断する。

【0092】次にテープ仮固定作業について説明する。巻枠に巻回した状態で、巻崩れ防止のためにテープで仮固定する。その状態で、その六角形の巻枠から抜き取る。

【0093】次に、平プレス作業について説明する。図6に説明図を示す。巻枠から抜き取った巻線の六角形の一对対向面を巻枠軸方向に倒して、平板状にする。その際の一对の対向面とは前記のテープが貼られている面であるように、倒す面を決める。

【0094】さらに、カーリング作業について説明する。その平板状にした巻線をカーリング棒（成形棒、棒ともいう）に巻き付ける。その際カーリング成形した外周にテープを巻き付ける。このテープを巻き付けることで、カーリング棒から取り出した時に、カーリング成形後の巻線の成形外径が安定に保たれるうえに、ばらつきが小さなものになる。また、次工程でのアニール作業での作業性が向上するうえに、作業上での断線などの不具合の発生がなくなる。

【0095】次に、アニール作業について説明する。カーリング成形した状態の巻線では、加熱して成形を強固なものにする。巻線は自己融着線を使用しているため、加熱することで巻線同士が融着するので巻き崩れしない。前工程で使用したテープ関係で、さらに強度的にも強固なものになる。

している。超音波振動子75からウインドウケース76までの距離が同じになるように構成することで、超音波振動子75からの送信信号はウインドウケース76で一部反射され、受信されるが同寸法位置に反射画像が形成でき、測定画像との距離ひずみがなく、画像の画質が向上することができる。

【0110】超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケース76が外殻として構成されていて、そのウインドウケース76に超音波振動子75と超音波伝播媒質とを内包させ、超音波振動子75を回転させることで画質が良い2次元画像を得る超音波診断装置ができる。

【0111】図11は超音波振動子80と超音波伝播媒質とを内包し、超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケース81と上記超音波振動子80を駆動させる駆動モータ82とを超音波プローブの先端部に構成している。超音波振動子80は駆動モータ82に2個搭載されている。

【0112】ウインドウケース81は円筒部と半球状部から形成され、超音波振動子80を駆動モータ82のロータフレーム83の外周部に取り付けて、駆動モータ82の駆動軸84を中心に超音波振動子80が回転される構成である。駆動モータ82は図3、図4で説明したモータである。駆動モータの説明は前述しているので、省略する。

【0113】図11からわかるように、超音波振動子80を回転させる軸とウインドウケース81の半球状部の中心が一致している。超音波振動子80からウインドウケース81までの距離が同じになるように構成することで、表示画像の位置寸法がどの方位角度でも同じになる。すなわち、超音波振動子80からの送信信号はウインドウケース81で一部反射され、受信されるが同寸法位置に反射画像が形成でき、測定画像との距離ひずみがなく、画像の画質を向上することができる。

$$r^2 = R^2 + e^2 - 2 \cdot R \cdot e \cdot \cos(\pi/2 - \theta)$$

【0122】したがって、(数2)は距離Rの2次方程式となる。

$$R^2 - 2 \cdot R \cdot e \cdot \cos(\pi/2 - \theta) + (e^2 - r^2) = 0$$

【0124】(数3)の解は、次式となる。

【0125】

$$R = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) / (2a)$$

ただし、

$$a = 1$$

$$b = -2 \cdot e \cdot \cos(\pi/2 - \theta)$$

$$c = (e^2 - r^2)$$

【0126】したがって、ウインドウケースの先端部の半球の中心と超音波振動子の回転中心がずれた場合の差、ウインドウケースまでの差 Rは

*【0114】超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケース81が外殻として構成されていて、そのウインドウケース81に超音波振動子80と超音波伝播媒質と超音波振動子駆動モータ82を内包させ、超音波振動子駆動モータ82のロータフレーム83に超音波振動子80を取り付けて、超音波振動子80を回転させることで2次元画像を測定できるコンパクトで軽量の超音波診断装置ができる。したがって体腔内走査タイプの超音波プローブが容易に構成できる。

【0115】ウインドウケースの先端部の半球の中心と超音波振動子の回転中心がずれた場合、どのような関係になるのか、図12、図13のモデルで検討する。

【0116】図12は超音波振動子の回転中心が、円筒部側へeだけ変位した場合のモデル図である。

【0117】ウインドウケースの半径rで、ウインドウケースの中心O1から超音波振動子の回転中心O2の変位量eとすれば、超音波振動子の回転角度として、超音波振動子の回転中心O2からウインドウケースまでの距離をRとすれば、図12(a)に示すようになる。

【0118】距離Rを円筒部の場合に限定すれば、距離Rは以下の関係にある。

【0119】

$$\begin{aligned} \text{【数1】} \quad r/R &= \cos \theta \\ \text{つまり} \\ R &= r / \cos \theta \end{aligned}$$

【0120】円筒部ではなく、半球部までの距離とすれば、図12(b)に示すようになる。したがって、第2余弦定理を使用して、次式のような関係になる。

【0121】

【数2】

【0123】

【数3】

【0127】

$$\text{【数5】} \quad \Delta R = R - r$$

【0128】である。

【0129】式では理解しにくいので、数値に代入して、Rとの関係を表すと、図14のようになる。

【0130】代入する数値はr = 10mm、e = 2mmとする。図14は角度 = 90度の時 Rは最大2mmとなる。その90度を対称として、放物線のような曲線となる。

【0131】次に、図13は超音波振動子の回転中心が、円筒部側方向へy、紙面状右でxだけ変位した場合

のモデル図である。

【0132】図12と同様にウインドウケースの半径はr、超音波振動子の回転中心O2からウインドウケースまでの距離をRとし、また、ウインドウケースの中心O1から超音波振動子の回転中心O2の変位量eは

【0133】

【数6】

$$e^2 = x^2 + y^2$$

【0134】として表される。

【0135】超音波振動子の回転角度として、超音波振動子の回転中心O2からウインドウケースまでの距離をRとすれば、図13(a)に示すように距離Rを円筒部の場合に限定すれば、距離Rは以下の関係にある。

【0136】

【数7】

$$(r-x)/R = \cos \theta$$

つまり

$$R = (r-x) / \cos \theta$$

$$R^2 - 2 \cdot R \cdot e \cdot \cos(\alpha - \theta) + (e^2 - r^2) = 0$$

【0141】(数9)の解は、次式となる。

【0142】

【数10】

$$R = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) / (2a)$$

ただし、

$$a = 1$$

$$b = -2 \cdot e \cdot \cos(\alpha - \theta)$$

$$c = (e^2 - r^2)$$

【0143】したがって、ウインドウケースの先端部の半球の中心と超音波振動子の回転中心がずれた場合の差、ウインドウケースまでの差 Rは

【0144】

【数11】

$$\Delta R = R - r$$

【0145】である。

【0146】式では理解しにくいので、数値に代入して、Rとの関係を表すと、図15のようになる。

【0147】代入する数値はr = 10mm、x = 2mm、y = 2mmとする。図15は角度 = 約135度の時 Rは最大2.83mmとなる。図14のように対称とはなっていないが、135度を凸とする曲線となっている。

【0148】また、ウインドウケース内に駆動モータを内蔵するためには、中央部のベースハウジングは幅が広いが外周に向かうにしたがって狭くする必要があり、ベースハウジングは円筒形状をしていて、支柱部は幅の狭い凸部で形成されている。さらに、ウインドウケースは先端部が球状になっているために、支柱部も先端部に向かうともなると、支柱部の幅は狭くしている。そのよう

*【0137】円筒部ではなく、半球部までの距離とすれば、図13(b)に示すようになる。したがって、第2余弦定理を使用して、次式のような関係になる。

【0138】

【数8】

$$r^2 = R^2 + e^2 - 2 \cdot R \cdot e \cdot \cos(\alpha - \theta)$$

ただし

$$\tan \beta = y/x$$

$$\alpha = \pi - \beta = \pi - \arctan(y/x)$$

【0139】したがって、(数8)は距離Rの2次方程式となる。

【0140】

【数9】

にすることで、駆動ロータをウインドウケース内に収めることができ、超音波プローブの先端に駆動モータを内蔵することができる。

【0149】駆動モータを回転させると、駆動軸を中心にして走査するので、駆動軸に直交した超音波振動子のビーム軌跡面で超音波断層画像が得られる。その超音波断層画像は2次元画像である。このように、本実施では2次元走査用超音波プローブが可能となる。たとえば、220度範囲の超音波断層画像が得られるという従来にない測定範囲の広いものを得ることができる。また、2次元走査用超音波プローブを体腔内に挿入して使用する場合には、挿入部先端に超音波振動子を配置することができるので、より挿入部を小型化、軽量化することができるという利点を有する。

【0150】このように、本実施例における2次元走査用超音波プローブは軽量で小型でプローブ先端部に駆動部の主な機構部が内蔵されている。超音波振動子によると、広角な範囲の超音波断層画像が得られる。

【0151】本実施例の2次元走査用超音波プローブによる2次元スキャンが可能であり、超音波振動子が固定された駆動モータの回転にともなって、駆動モータ側のエンコーダから回転角度信号が超音波診断装置に伝送され、2次元の超音波断層画像が得られる。駆動ロータを支承したベースをプローブの取付部にしっかり取り付けることで、耐衝撃性が向上することになる。

【0152】

【発明の効果】上記実施例の記載から明らかなように、請求項1記載の発明によれば、超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースが外殻として構成されていて、そのウインドウ

ケースに超音波振動子と超音波伝播媒質とを内包させ、超音波振動子を回転させることで2次元画像をとる超音波診断装置ができる。さらに超音波振動子からウインドウケースまでの距離が同じになるように構成することで、超音波振動子からの送信信号はウインドウケースで一部反射され、受信されるが同寸法位置に反射画像が形成でき、測定画像との距離はずみがなく、画像の画質を向上することができるという有利な効果が得られる。

【0153】請求項2記載の発明によれば、超音波診断装置の超音波プローブは超音波透過性を有する窓材からなるウインドウケースが外殻として構成されており、そのウインドウケースに超音波振動子と超音波伝播媒質と超音波振動子駆動モータを内包させ、超音波振動子駆動モータのロータフレームに超音波振動子を取り付けて、超音波振動子を回転させることで2次元画像をとるコンパクトで軽量の超音波診断装置ができる。体腔内走査タイプの超音波プローブが容易に構成でき、超音波振動子からウインドウケースまでの距離が同じになるように構成することで、表示画像の位置寸法がどの方位角度でも同じになる。すなわち、超音波振動子からの送信信号はウインドウケースで一部反射され、受信されるが同寸法位置に反射画像が形成でき、測定画像との距離はずみがなく、画像の画質を向上することができるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例によるメカニカルセクタ走査型超音波プローブを使用した超音波診断装置の全体を示す概略ブロック図

【図2】本発明の実施例による超音波プローブの外観斜視図

【図3】本発明の実施例による超音波振動子駆動モータの構造図

【図4】本発明の実施例による超音波振動子駆動モータの構造図

【図5】ヘキサ巻の説明図

【図6】ヘキサ巻の説明図

【図7】円筒の巻線の説明図

【図8】(a)(b)はシャフトの説明図

【図9】超音波プローブのウインドウケースの実施例を示す図

【図10】超音波プローブの先端部の実施例を示す図

【図11】超音波プローブの先端部の実施例を示す図

【図12】(a)(b)は超音波プローブのウインドウケース部のモデル図

【図13】(a)(b)は超音波プローブのウインドウケース部のモデル図

【図14】とRの関係図

【図15】とRの関係図

【符号の説明】

1、2、41、42、75、80 超音波振動子

3、79、82 駆動モータ

4 駆動ロータ

5 ベース

6 ハンドル部

7 中継調整基板

8 超音波伝播媒質の容積調整機構

9 磁性材のピン

10 MR素子(Z相)

11 中継アンプ基板

12 磁気式エンコーダ

13 エンコーダマグネット

14 MR素子(A B相)

15 ロータリトランス

16 ロータ側トランス

17 ステータ側トランス

18、71、76、81 ウインドウケース

19 パルス発生器

20 振動子駆動回路

21 a、21 b 増幅器

22 a、22 b 対数増幅器

23 a、23 b 検波回路

24 a、24 b ゲイン設定器

25 ゲイン制御用コントローラ

26 合成回路

27 A/D

28 DSP

29 画像メモリ

30 DSC

31 テレビモニタ

32 ホストCPU

33 先端部

34 ケーブル

35 コネクタ

36 駆動モータ駆動回路

37 システム本体(本体装置)

38 コア

39 駆動マグネット

40、83 ロータフレーム

43、67 シャフト

44、45 軸受

46 軸受ボス部

47 ロータ側板

48、51 取付台

49 ベースハウジング

50 傾斜面(カット面)

52、53 穴

54 巻線

55 絶縁膜

56 フレキシブル基板

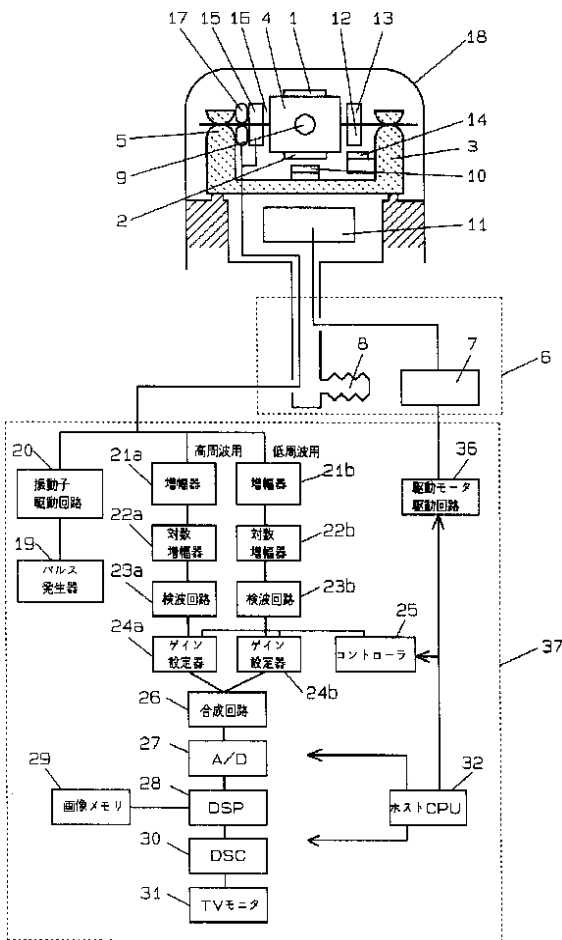
57 リード線

- 5 8 音響レンズ
- 5 9 巻はじめ端
- 6 0 第一相の巻線部
- 6 1 巻枠
- 6 2、6 4 端子部
- 6 3 第二相の巻線部
- 6 5 第三相の巻線部
- 6 6 巻終わり端末線
- 6 8 V溝

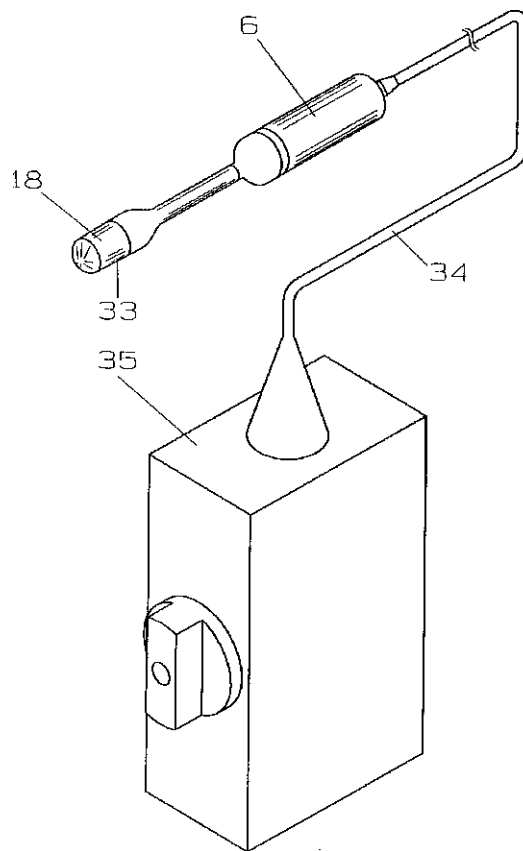
- * 6 9 スリット溝
- 7 0 リングパイプ
- 7 2 樹脂部
- 7 3 円筒部
- 7 4 半球部
- 7 7 回転部
- 7 8 ベルト
- 8 4 駆動軸

*

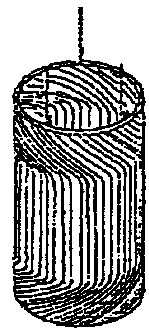
【図1】



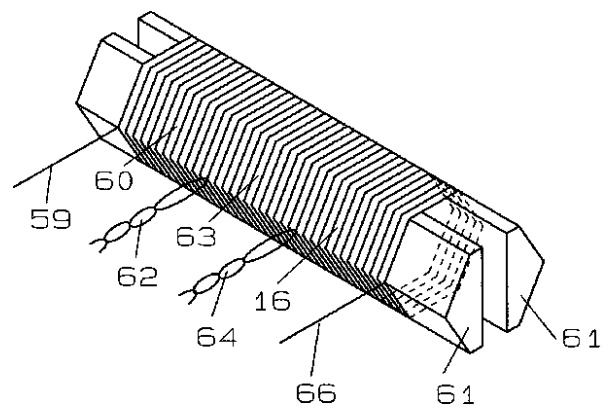
【図2】



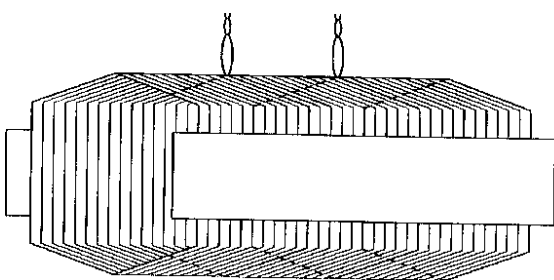
【図7】



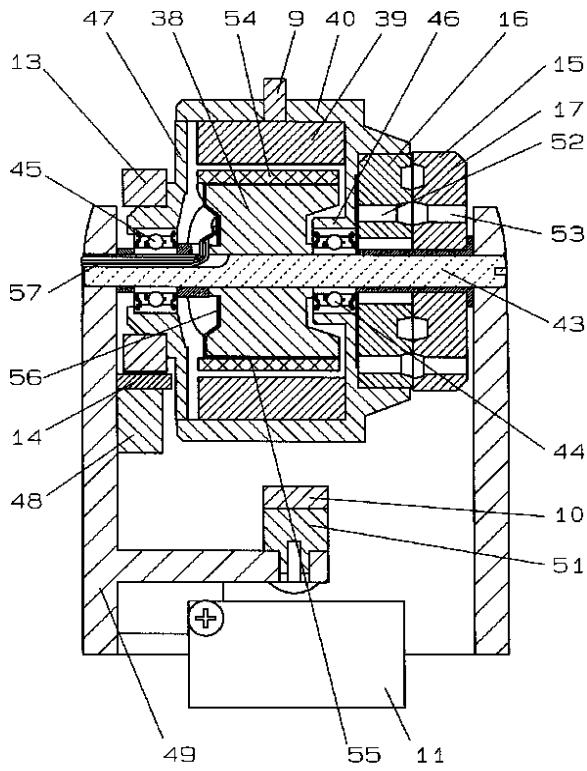
【図5】



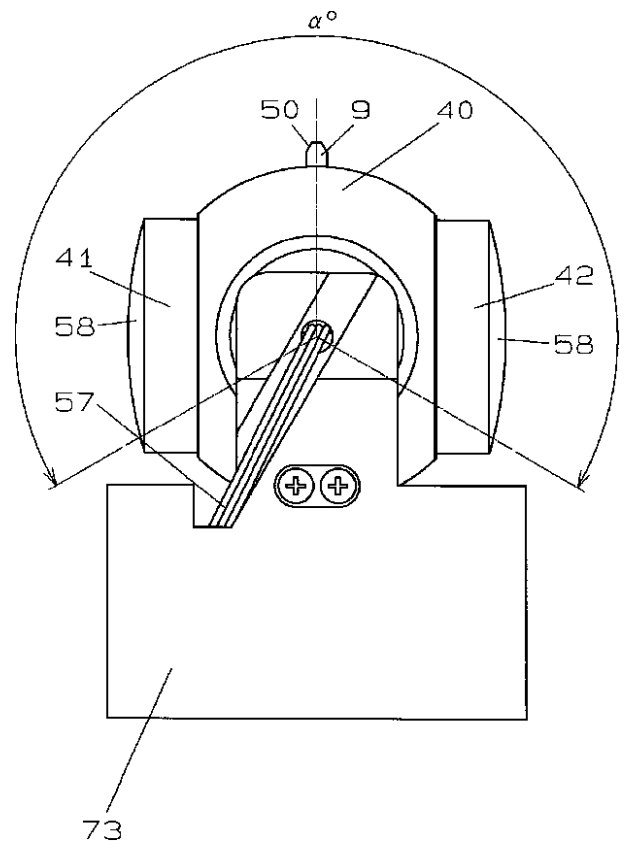
【図6】



【図3】

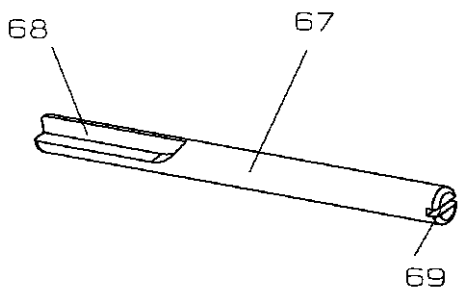


【図4】

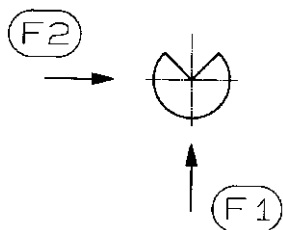


【図8】

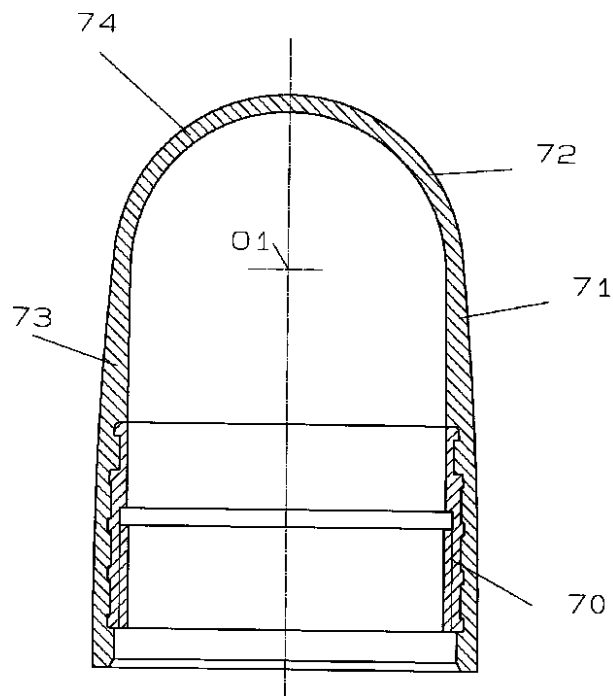
(a)



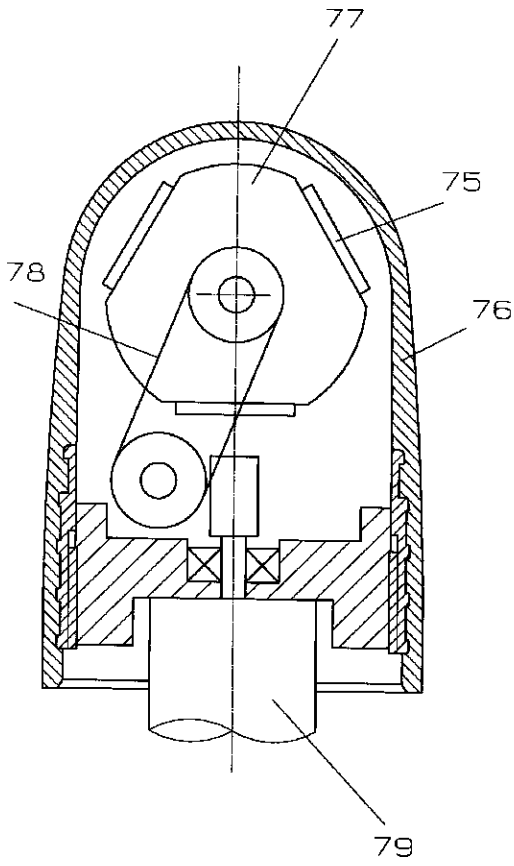
(b)



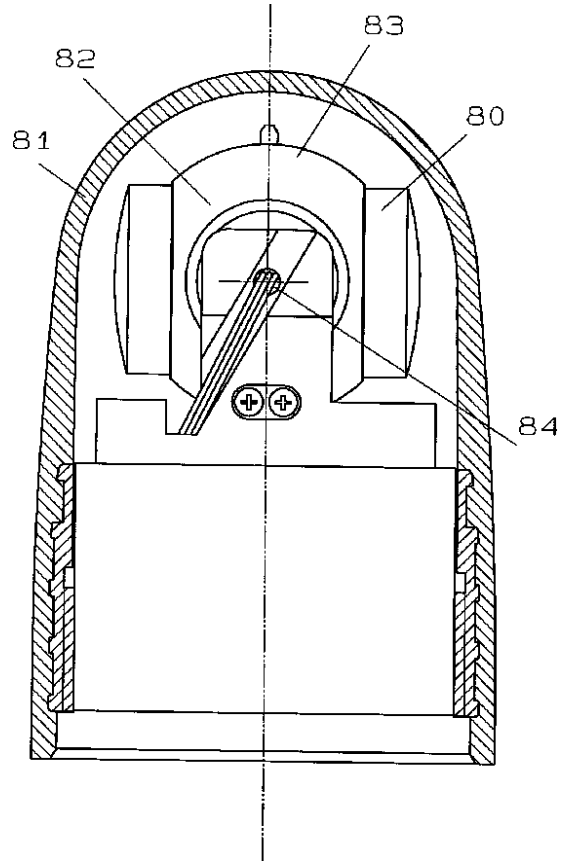
【図9】



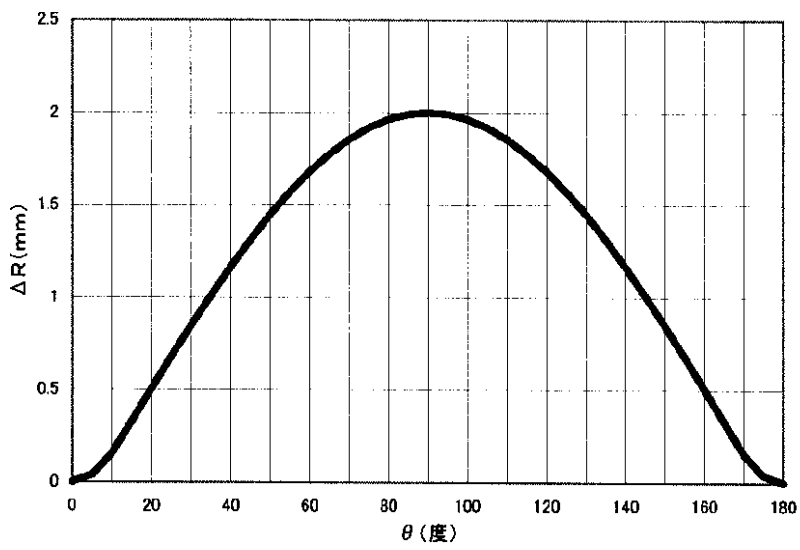
【図10】



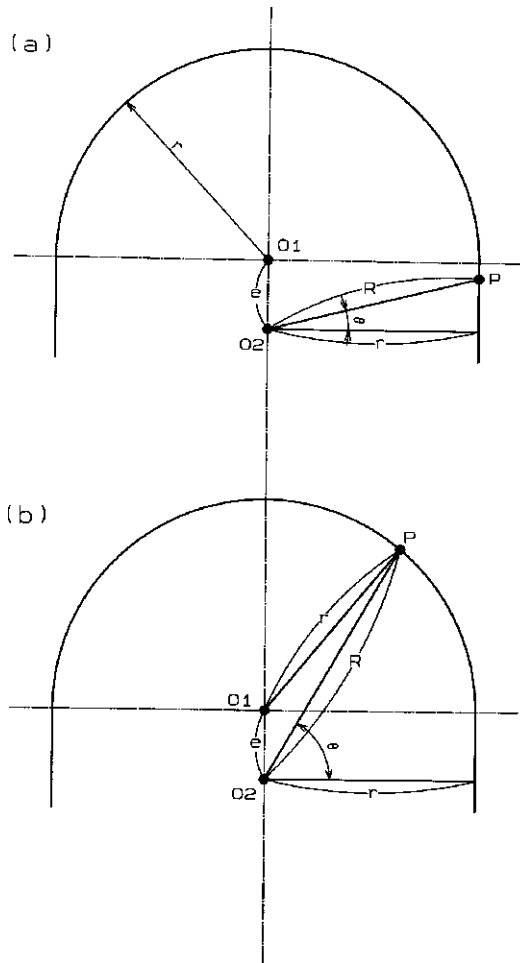
【図11】



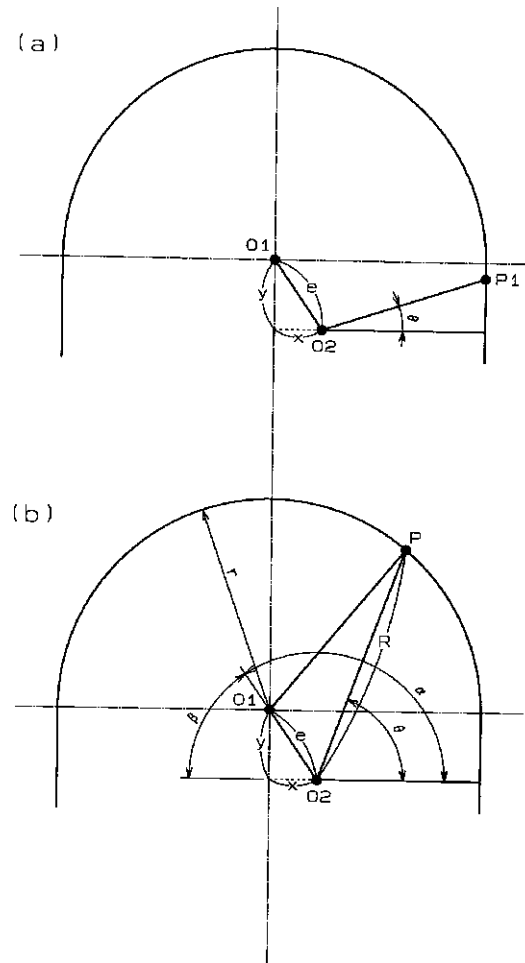
【図14】



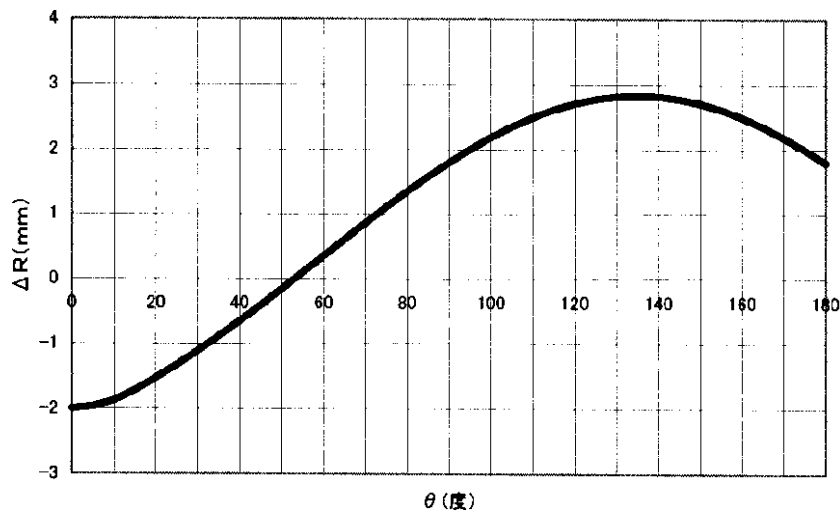
【図12】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G047 AC13 BA03 BC13 CA01 DB05
EA07 EA15 GA02 GA03 GB04
GB25 GE05
4C301 AA02 BB02 EE07 EE16 FF07
GA03 GA12 GA13 GB27 GC12
GC23
5D019 AA05 AA22 EE01

专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	JP2002291748A	公开(公告)日	2002-10-08
申请号	JP2001095752	申请日	2001-03-29
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	豊島弘祥		
发明人	豊島 弘祥		
IPC分类号	G01N29/26 A61B8/12 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/12 G01N29/26.501 H04R17/00.330.G		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/DB05 2G047/EA07 2G047/EA15 2G047/GA02 2G047/GA03 2G047/GB04 2G047/GB25 2G047/GE05 4C301/AA02 4C301/BB02 4C301/EE07 4C301/EE16 4C301/FF07 4C301/GA03 4C301/GA12 4C301/GA13 4C301/GB27 4C301/GC12 4C301/GC23 5D019/AA05 5D019/AA22 5D019/EE01 4C601/BB23 4C601/EE04 4C601/EE13 4C601/FE01 4C601/FE07 4C601/GA01 4C601/GA03 4C601/GA11 4C601/GA12 4C601/GA13 4C601/GB32 4C601/GC09 4C601/GC10 4C601/GC21 4C601/GC23		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声探头，其中超声换能器的旋转轴位于窗盒的尖端的球形中心，并且在诊断图像中具有改进的尺寸精度。
 SOLUTION：超声波探头的配置使得从超声波传感器到窗盒71的距离相同。

