

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6506472号  
(P6506472)

(45) 発行日 平成31年4月24日(2019.4.24)

(24) 登録日 平成31年4月5日(2019.4.5)

(51) Int.Cl. F I  
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00 Z DM

請求項の数 15 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2018-514062 (P2018-514062)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成28年4月28日 (2016.4.28)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/063392		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02017/187608	(74) 代理人	110000888
(87) 国際公開日	平成29年11月2日 (2017.11.2)		特許業務法人 山王坂特許事務所
審査請求日	平成30年3月9日 (2018.3.9)	(72) 発明者	川畑 健一
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	吉川 秀樹
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	浅見 玲衣
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置、および、超音波送受信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体の対象部位を挿入するための開口を有する容器と、前記容器に挿入された対象部位に超音波を送信し、前記対象部位より散乱された超音波を受信する送受信部とを有し、

前記容器には、前記対象部位によって前記開口が覆われた前記容器内を減圧することにより前記容器内で前記対象部位の表面状態を制御しつつ保持する減圧部が備えられ、

前記容器内の空間は、液体で満たされ、前記減圧部は、前記容器に設けられた貫通孔から前記容器内の空間を満たす液体の一部を前記容器の外に引き出すことにより前記容器内を減圧する構成であることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項2】

被検体の対象部位を挿入するための開口を有する容器と、前記容器に挿入された対象部位に超音波を送信し、前記対象部位より散乱された超音波を受信する送受信部と、制御部とを有し、

前記容器には、前記対象部位によって前記開口が覆われた前記容器内を減圧することにより前記容器内で前記対象部位の表面状態を制御しつつ保持する減圧部が備えられ、

前記制御部は、前記減圧部を制御し、

前記制御部は、前記減圧部に前記容器内を予め定めた圧力だけ減圧させた後、前記対象部位の形状を検出し、前記形状が予め定めた形状に到達しているかどうかを判定することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項3】

10

20

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記制御部は、前記対象部位の形状が前記予め定められた形状に到達していない場合、前記減圧部によって前記容器内の圧力をさらに減圧させることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記制御部は、前記送受信部に超音波を送信および受信させ、得られた受信信号に基づいて、前記対象部位の形状を検出することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記送受信部によって超音波を送信および受信して得た受信信号に基づいて、前記対象部位の画像を算出する画像生成部と、前記画像を記憶する記憶部と、前記画像生成部が今回算出した前記画像を、過去の超音波の送受信によって算出した画像と比較して、その差異を求める差異検出部とをさらに備えることを特徴とする超音波撮像装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記容器には、前記開口を覆うように、伸縮可能なメッシュが配置され、

前記対象部位は、伸縮可能な前記メッシュを前記容器内の空間に押し込むように前記開口から前記容器内に挿入されることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の超音波撮像装置であって、前記メッシュは、前記開口に対して着脱可能であることを特徴とする超音波撮像装置。

20

【請求項 8】

請求項 6 に記載の超音波撮像装置であって、前記メッシュは、メッシュ枠によって周囲を保持され、

前記メッシュ枠を、前記容器の開口の周囲に沿って回転させる回転機構をさらに備えることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の超音波撮像装置であって、前記メッシュ枠を前記容器の前記開口の面内の少なくとも一方向に移動させる移動機構をさらに備えることを特徴とする超音波撮像装置。

30

【請求項 10】

請求項 8 に記載の超音波撮像装置であって、前記送受信部と前記回転機構を制御する制御部をさらに有し、

前記容器内の空間は、液体で満たされ、

前記制御部は、前記対象部位の表面に泡が存在するかどうかを検出し、前記対象部位の表面に所定量以上の泡が存在する場合、前記回転機構により前記メッシュ枠を回転させることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の超音波撮像装置であって、前記制御部は、前記送受信部に超音波を送信および受信させ、得られた受信信号に基づいて、前記対象部位の表面の泡を検出することを特徴とする超音波撮像装置。

40

【請求項 12】

請求項 9 に記載の超音波撮像装置であって、前記送受信部と前記移動機構を制御する制御部をさらに有し、

前記制御部は、前記容器に対する前記対象部位の位置を求め、前記位置が予め定められた範囲から外れている場合、前記移動機構により前記メッシュ枠を移動させることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 13】

請求項 1 または 2 に記載の超音波撮像装置であって、前記被検体を搭載する寝台をさらに有し、

50

前記寝台には、前記被検体の前記対象部位の挿入するための凹部または貫通孔が設けられ、

前記容器は、前記凹部または貫通孔内に配置され、

前記送受信部は、前記超音波を送信および受信するリング状の振動子アレイと、前記リング状の振動子アレイを前記容器の中心軸方向に移動させる移動機構とを備えることを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 14】

内部の空間が液体で満たされ、開口を有する容器内に被検体の対象部位を挿入して、前記開口を前記対象部位で覆い、

前記容器に設けられた貫通孔から前記容器内の空間を満たす液体の一部を前記容器の外に引き出して前記容器内を減圧することにより前記容器内で前記対象部位を保持し、

前記容器内の前記対象部位に超音波を送信し、前記対象部位より散乱された超音波を受信することを特徴とする超音波送受信方法。

【請求項 15】

被検体の対象部位を開口を有する容器内に挿入して、前記開口を前記対象部位で覆い、

前記容器内を減圧することにより前記容器内で前記対象部位を保持し、

前記容器内の前記対象部位の形状を検出し、前記形状が予め定めた形状に到達している場合、前記容器内の前記対象部位に超音波を送信し、前記対象部位より散乱された超音波を受信することを特徴とする超音波送受信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体中で超音波信号を用いて対象物の形状・特性を計測する超音波撮像に関するものである。

【背景技術】

【0002】

超音波を生体に照射し、反射波を取得することにより、生体の断層像を無侵襲で取得する超音波診断装置が知られている。近年、超音波診断装置を用いた乳癌検診が、普及しつつある。超音波診断装置を用いた乳癌検診は、超音波探触子を被検者の乳房表面に押し当てながら移動させて、乳房全体にわたって断層像を取得するのが一般的であるが、乳房の形状が複雑である上、乳房の表面にゼリー状の音響カップリング剤を塗布する時間等も必要であり、乳房全体にわたって断層像を取得するまでに時間がかかる。その上、対象に探触子を押し当てる強さならびに角度の微妙な違いにより得られる画像情報が異なることから、術者による撮像結果の違いおよび診断結果の違いが生じやすいことが問題である。そのため、特許文献1では、乳房全体を水槽に浸し、水槽の底面に配置した2次元超音波振動子アレイから乳房に向かって超音波を照射し、超音波を2次元走査することにより、短時間で乳房全体の断層像を取得する装置が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-261611号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の装置においては、2次元走査が自動的に行われるため、探触子を押し当てる強さおよび角度については術者依存性がない。ただし、最適な強さ、角度、あるいは速度で操作が行われたかは保証されない。

【0005】

また、上述の従来の超音波診断装置はいずれも、断層像を取得することはできるが、断層像は定性的な画像情報であるため、画像情報に基づく診断の精度は、医師のスキルに強

10

20

30

40

50

く依存する。特に乳房の断層画像から乳癌の有無を診断するには、高度なスキルが必要とされる。高度なスキルを有する医師の数は限られているため、すべての被検者の乳癌検診をスキルの高い医師が行うことは現実的には困難である。さらには、特許文献1の装置で得られる情報のみでは、腫瘍が発見された場合においても、その腫瘍が悪性の癌なのか、もしくは良性の癌ではない疾患なのかが容易には判断できず、偽陽性と呼ばれる実際には癌ではない腫瘍を癌の疑いありと判定してしまうことがままある。

【0006】

一方、超音波の照射手法あるいは解析手法の工夫により、乳房の外観や、内部の腫瘍の大きさや数の経時的な微小な差異や、乳房内組織の物性定量値等を提示することができれば、医師の診断を支援することができる。しかしながら、内部に骨のない乳房は変形しやすく、超音波探触子を乳房表面に押し当てることにより容易に変形する。また、水槽に乳房を浸す方法の場合でも、水槽に対する被検者の位置や向きによって水槽内における乳房の位置および形状が容易に変形する。そのため、従来の方法では異なる日時に計測した乳房の形状を同じにすることは難しく、再現性よく断層像を撮影することは困難であった。撮像のたびに異なる形状をとっている乳房の断層像は、同じ被検体であっても、それらを比較して乳房の外観や内部の腫瘍の経時的な微小な差異を検出することは難しい。

【0007】

本発明の目的は、乳房等の対象部位を水槽に挿入した際に、所定の形状に近づけて保持することのできる超音波撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の超音波撮像装置は、被検体の対象部位を挿入するための開口を有する容器と、容器に挿入された対象部位に超音波を送信し、対象部位より散乱された超音波（透過波および反射波など）を受信する送受信部とを有する。容器には、対象部位によって開口が覆われた容器内を減圧することにより容器内で前記対象部位を保持する減圧部が備えられている。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、乳房等の対象部位を水槽に挿入した際に、所定の形状に近づけて保持することができるため、精度よく対象部位を超音波の送受信で計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】(a)第一の実施形態の超音波撮像装置の被検体の対象部位を挿入前の構造の概要を説明する図であり、(b)超音波撮像装置の容器内に被検体の対象部位を挿入した状態を示す図であり、(c)超音波撮像装置の、被検体の対象部位を挿入した容器内を減圧した状態を示す図であり、(d)超音波撮像装置のメッシュ6の斜視図である。

【図2】第一の超音波撮像装置にメッシュ6を回転させる回転機構7を備えた構成を示す説明図である。

【図3】第二の実施形態の超音波撮像装置の全体構成を示す断面図である。

【図4】第二の実施形態の送受信制御部5の構成を示すブロック図である。

【図5】第二の実施形態の容器20および制御系を説明する図である。

【図6】第二の実施形態の制御部4の動作を示すフローチャートである。

【図7】第二の制御部4の動作を示すフローチャートである。

【図8】第二の制御部4の動作を示すフローチャートである。

【図9】第二の制御部4の動作を示すフローチャートである。

【図10】第二の表示部70の表示画面例である。

【図11】(a)第三の実施形態のメッシュ6にマーカ11を備えた超音波撮像装置の構造の概要を説明する図であり、(b)メッシュ6にマーカ11を備えた超音波撮像装置の容器内に被検体の対象部位を挿入した状態を示す図であり、(c)メッシュ6にマーカ11を備えた超音波撮像装置の容器内を減圧した状態を示す図であり、(d)マーカ11を

10

20

30

40

50

備えたメッシュ6の斜視図である。

【図12】(a)および(b)は、第四の実施形態の回転機構7および移動機構8が備えられた水槽20の断面図および上面図である。

【図13】(a)および(b)は、第四の実施形態のメッシュ枠61の上面図および断面図である。

【図14】第四の実施形態の水槽20の上にメッシュ枠61を搭載した状態の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、実施の形態を説明するための各図において、同一の機能を有する要素には同一の名称、符号を付して、その繰り返しの説明を省略する。

【0012】

<第一の実施形態>

本実施形態の超音波撮像装置(超音波送受信装置)の構成を図1(a)、(b)を用いて説明する。図1(a)は、被検体の対象部位を配置する前の超音波撮像装置の構成の概要を説明する図であり、図1(b)は、容器内に被検体の対象部位を挿入した状態を示す図であり、図1(c)は、被検体の対象部位を挿入した容器内を減圧した状態を示す図である。

【0013】

本実施形態の超音波撮像装置は、図1(a)、(b)に示すように、被検体の対象部位を挿入するための開口11を有する容器20と、容器20に挿入された対象部位10に超音波を送信し、対象部位より散乱された超音波(対象部位を透過した透過波および対象部位により反射した反射波など)を受信する送受信部2とを有する。容器20には減圧部3が備えられている。対象部位10によって開口11が覆われた容器20内を、減圧部3によって減圧することにより、図1(c)のように容器20内で対象部位10の表面状態を制御しつつ対象部位10を保持することができる。

【0014】

すなわち、容器20の開口11を対象部位10が塞いだ状態で減圧部3が容器20内を減圧することにより、容器20内の圧力が外部の圧力に対して陰圧になるため、対象部位10の表面に均一に法線方向に引っ張る力Fが加わる。これにより、対象部位10の表面形状は、均一な力Fと対象部位10の皮膚や内部の組織の抗力とが均衡する形状まで変形し、その形状で保持される。例えば、対象部位10の組織が均一な弾性を有する場合には、表面形状が滑らかになって所定の形状に近づき、その状態で保持される。対象部位10の組織の弾性が局所的に周囲とは異なる場合には、その弾性の差異に応じた歪が局所的に表面形状に生じ、その状態で保持される。

【0015】

よって、本実施形態の超音波撮像装置は、対象部位10が例えば乳房である場合、乳房を容器に挿入する際の位置や向きが乳房の形状に与える影響を減圧することにより低減し、乳房を所定の形状に近づけて保持することができる。

【0016】

容器20内の空間は、液体で満たされていることが望ましい。液体は、超音波の減衰率が低いものであることが望ましい。特に、液体中の超音波が対象部位10に入射する際の超音波の屈折を小さくするため、液体中における超音波の音速が対象部位10の内部組織に近いものであることが好ましい。例えば、液体として水を用いる。減圧部3は、容器20に設けられた貫通孔31から容器20内の空間を満たす液体の一部を容器20の外に引き出すことにより容器20内を減圧する。例えば、減圧部3として、貫通孔31に接続された弁を用い、液体の自重で液体を容器20の外に引き出す構成や、弁を介してポンプ等で容器20内の液体を引き出す構成を採用することができる。

【0017】

10

20

30

40

50

減圧部 3 には、その動作を制御する制御部 4 を接続してもよい。その場合、制御部 4 は、減圧部 3 を動作させて容器 20 内を予め定めた圧力だけ減圧させた後、対象部位 10 の形状を検出し、形状が予め定めた形状に到達しているかどうかを判定する。予め定めた形状に達しているかどうかを判定する方法としては、開口 11 から所定の深さにおける対象部位 10 の径、および、開口 11 から対象部位 10 の先端までの長さを制御部 4 がそれぞれ検出し、その比が所定の範囲内であれば予め定めた形状に達したと判断する方法を用いることができる。開口 11 から所定の深さにおける対象部位 10 の径の代わりに、開口 11 の径や、所定の値を用いてもよい。

#### 【0018】

制御部 4 は、対象部位 10 の形状が予め定めた形状に到達していない場合、減圧部 3 によって容器 20 内の圧力をさらに減圧させることができる。これにより、対象部位 10 の形状を予め定めた形状に近づけることができる。

#### 【0019】

制御部 4 は、対象部位 10 の形状を検出するため、送受信部 2 に対象部位 10 に向かって超音波を送信させ、対象部位 10 からの反射波および/または透過波を送受信部 2 に受信させる構成としてもよい。制御部 4 は、送受信部 2 が超音波を受信することにより得られた受信信号を処理することにより、対象部位 10 の外形を検出することができる。なお、送受信部 2 を容器 2 内で移動させ、複数の位置において超音波を送受信してもよい。これにより、送受信部 2 を用いて対象部位 10 の形状を検出することができるため、形状検出用の構成を別途用意する必要がなく、装置構成を簡素化することができる。ただし、本発明は、この構成に限られるものではなく、対象部位 10 の形状を検出するセンサ等を別途備える構成することももちろん可能である。例えば、光学的に対象部位 10 の形状を検出するセンサや、カメラなどを用いることも可能である。

#### 【0020】

本実施形態の超音波撮像装置は、送受信部 2 が超音波を送信した後、対象部位 10 からの反射波および/または透過波を受信することによって得られた受信信号に基づいて、対象部位 10 の形状や断面構造を示す画像や、音速分布・減衰量分布等の物性値分布の画像を算出する画像生成部 51 と、算出した画像を記憶する記憶部 52 と、画像生成部 51 が今回算出した画像を、過去の超音波の送受信によって算出した画像と比較して、その差異を求める差異検出部 53 とをさらに備えることが望ましい。本実施形態では、対象部位 10 を所定の形状に近づけて保持しているため、骨がなく変形しやすい乳房が対象部位 10 であっても、撮像の都度、所定の形状に近い形状に保持されている。これにより、差異検出部 53 は、今回および前回の超音波の送受信でそれぞれ得られた画像を比較して、形状や内部の腫瘤等の差異を精度よく求めることができる。この差異情報をユーザに提供することにより、ユーザや医師の診断を支援することができる。

#### 【0021】

また、容器 20 には、開口 11 を覆うように、伸縮可能なメッシュ 6 を配置することも可能である。この場合、対象部位 10 は、伸縮可能なメッシュ 6 を容器 20 内の空間に押し込むように開口 11 から容器 20 内に挿入され、メッシュ 6 は対象部位 10 の表面に密着する(図 1 (b)、(c) 参照)。メッシュ 6 の素材としては、音響減衰が低い素材を用いることが好ましい。例えば、ポリウレタンを用いることができる。また、メッシュ 6 は、さらに、その網目から液体を通すため、超音波が対象部位 10 に入射および出射する際の妨げにはなりにくく、対象部位 10 の画像に影響を与えにくい。メッシュ 6 の網目の大きさは、対象部位 10 の気泡が通過できるサイズであればよい。例えば、網目サイズが 1 mm から 10 mm の大きさのメッシュ 6 を用いる。また、メッシュ 6 は、開口 11 に対して着脱可能であることが望ましい。メッシュ 6 を着脱可能にすることにより、被検体が変わるたびにメッシュ 6 を交換できるため好ましい。また、減圧部 3 が容器 20 内を減圧した場合、乳房は、メッシュ 6 から剥離せず、メッシュ 6 を介して圧力差を感じて変形し、保持される。

#### 【0022】

10

20

30

40

50

図1(d)にメッシュ6の斜視図を、図2にメッシュ6を回転させる回転機構7を備えた超音波撮像装置を示す。図1(d)のようにメッシュ6は、周囲をメッシュ枠61によって保持されている構成であることが望ましい。また、メッシュ6はメッシュ枠61から着脱可能であることが望ましい。例えば、容器20に乳房を挿入する度に、または、被検者毎に、新しいメッシュ6に交換してもよい。なお、メッシュ枠61を超音波撮像装置から着脱可能に構成し、メッシュ6の交換時には、メッシュ枠61ごと(メッシュ枠61とメッシュ6とを同時に)交換してもよい。また、メッシュ枠61を容器20の開口11の周囲に沿って回転させる回転機構7を超音波撮像装置にさらに配置することにより、対象部位10にメッシュ6を密着させた状態でメッシュ6を回転させることができ、メッシュ6によって対象部位10の表面を擦ることができる。これにより、容器20内が液体で満たされ、対象部位10の表面に気泡が付着している場合でも、気泡をメッシュ6により対象部位10の表面から擦りおとし、取り除くことができる。気泡が対象部位10に付着していると、液体と気泡との界面で超音波を反射したり、高調波成分を増加させたりするため、対象部位10の形状や断面の画像を精度よく撮像する際の妨げとなることがあるが、本実施形態ではメッシュ6を回転させて気泡を除くことにより、精度よく撮像することが可能になる。容器20の上部には、対象部位10から擦り落とされ、浮き上がった気泡を外部に放出するための貫通孔73が設けられていることが望ましい。

#### 【0023】

なお、メッシュ枠61の回転機構7としては、例えば、メッシュ枠61の外周に設けられた歯車と、その歯車に噛み合った駆動用歯車71と、駆動用歯車71を回転駆動するモータ72とを含む構成とすることができる。

#### 【0024】

回転機構7には、その動作を制御する制御部4を図2のように接続してもよい。制御部4は、対象部位10の表面に気泡が存在するかどうかを検出し、対象部位10の表面に所定量以上の気泡が存在する場合、回転機構7を動作させてメッシュ枠61を回転させることにより気泡を除去する。回転方向は、一方向でもよいが、回転中あるいは回転終了時に往復運動を含む場合は、より効率よく気泡を除去できる。

#### 【0025】

制御部4が気泡を検出する構成は、どのような構成であってもよいが、例えば、送受信部2から超音波を対象部位10に送信し、反射を受信させ、得られた受信信号に基づいて対象部位10の表面の泡を検出する構成にすることができる。例えば、対象部位10の形状を受信信号から求め、表面の凹凸が所定値以上ある場合には気泡が存在すると判断する構成や、対象部位10の液体との界面の信号強度が対象部位10中の他の部位よりも所定以上大きい場合に気泡が存在すると判断する構成や、受信信号に含まれる超音波の高調波成分の基本波成分に対する割合を検出し、高調波成分の割合が所定の割合以上である場合には、気泡が所定量以上存在すると判断する構成を採用することができる。

#### 【0026】

また、図2のようにメッシュ枠61を容器20の開口11の面内の少なくとも一方向に移動させるための移動機構8を超音波撮像装置にさらに配置してもよい。例えば、移動機構8は、メッシュ枠61の縁と係合する係合部8aと、係合部8aを開口11の面内の少なくとも一方向に移動させることによりメッシュ枠61を移動させる駆動部8bとを含む。例えば、係合部8aは、メッシュ枠61の縁に設けられた凹部に係合する凸部を先端部に備える構成とする。係合部8aは、出没可能な構造であり、回転機構7がメッシュ枠61を回転させている間は、その妨げにならないように、駆動部8bによって退避位置まで下げられ、移動機構8がメッシュ枠61を移動させる際に、駆動部8bによって上昇してメッシュ枠61の縁と係合する構造にする。

#### 【0027】

移動機構8は、対象部位10の位置(例えば、乳房の先端の位置)が所望の位置からずれている場合、ずれている方向とは逆方向に移動機構8がメッシュ枠61を移動させることにより、対象部位10の位置ずれを修正することができる。また、制御部4によって移

10

20

30

40

50

動機構 8 を制御してもよい。制御部 4 は、容器 20 に対する対象部位 10 の位置ずれを求め、位置ずれ量が予め定めた範囲より大きい場合、移動機構 8 によりメッシュ枠 61 を移動させる。例えば、制御部 4 は、対象部位 10 の形状を求め、求めた形状の所定の部位（例えば乳房の先端）の位置を求め、位置が予め定めた位置（開口 11 の中心）から所定の距離以上ずれている場合、移動機構 8 によりメッシュ枠 61 を移動させる。制御部 4 が、対象部位 10 の形状を求める方法としては、制御部 4 と同様に、送受信部 2 を用いてもよいし、対象部位 10 の形状を検出するセンサや、カメラなどを用いることも可能である。

#### 【0028】

< 第二の実施形態 >

第二の実施形態の超音波撮像装置について、図 3 等を用いて説明する。第二の実施形態の超音波撮像装置は、乳癌検診を支援する画像等を取得するのに適した装置である。図 3 は、本実施形態の超音波撮像装置の全体構成を示す断面図である。図 4 は、送受信部 2 と送受制御部 5 の構成を示すブロック図である。図 5 は、容器 20 および制御系を説明する図である。

10

#### 【0029】

図 3 のように、本実施形態の超音波撮像装置は、被検体 100 を搭載する寝台 55 と、開口 11 を有する容器 20 と、減圧部 3 と、超音波の送受信部 2 と、送受制御部 5 と、送受信部駆動部 102 と、寝台駆動部 104 とを備えている。

#### 【0030】

寝台 55 には、被検体の対象部位 10 を挿入するための開口 56 が設けられている。開口 56 の下部には、容器 20 の開口 11 と寝台 55 の開口とが一致するように、容器 20 が配置されている。本実施形態では、容器 20 は円筒形である。本実施形態では、容器 20 内に脱気水が満たされる。以下、本実施形態では容器 20 を水槽 20 と呼ぶ。

20

#### 【0031】

図 5 のように、水槽 20 の開口 11 には、第一の実施形態で説明したメッシュ 6 がメッシュ枠 61 に支持されて配置されている。また、メッシュ枠 61 の回転機構 7 として、メッシュ枠 61 の外周に設けられた歯車と、その歯車に噛み合った駆動用歯車 71 と、駆動用歯車 71 を回転駆動するモータ 72 とが水槽 20 の側面に配置されている。また、メッシュ枠 61 を水槽 20 の開口 11 の面内の少なくとも一方向に移動させるための移動機構 8 が水槽 20 側面に配置されている。移動機構は、第一の実施形態で説明した係合部 8a と駆動部 8b とを備えている。また、水槽 20 の側面の上部には、気泡を放出するための貫通孔 73 も備えられている。

30

#### 【0032】

送受信部 2 は、水槽 20 内に配置されたリング状の振動子アレイ 92 と、リング状の振動子アレイ 92 を水槽 20 内で開口 11 の中心軸に沿う方向に移動させるための移動機構 93 とを備えている。リング状の振動子アレイ 92 は、円筒形的水槽 20 の内壁に沿って配置され、水槽 20 内に配置された対象部位 10 に超音波を送信および受信する。移動機構 93 は、例えば、リング状振動子アレイ 92 が先端に固定された棒状の支持具を用いる。棒状の支持具の他端は、水槽 20 の底面から外部に引き出され、送受信部駆動部 102 に接続されている。送受信部駆動部 102 は、モータ等を含み、棒状の駆動部 102 を水槽 20 の中心軸に平行に移動させることにより、リング状の振動子アレイ 92 を水槽 20 内で中心軸に沿って上下動させる。なお、水槽 20 の底面には、棒状の支持具を気密を維持して外部に引き出すために貫通孔 94 とパッキン等の機構が備えられている。

40

#### 【0033】

なお、移動機構 93 と送受信部駆動部 102 は、棒状の支持具とモータ等の組み合わせに限られるものではなく、リング状振動子アレイ 92 を移動させることができる機構および駆動部であればどのようなものでもよい。例えば、ラックアンドピニオンを移動機構 93 として用いることができる。

#### 【0034】

リング状振動子アレイ 92 を構成する複数の振動子 1 には、それぞれ信号線 95 が接続

50

されている。信号線 9 5 は、貫通孔 9 4 から水槽外部に引き出され、送受制御部 5 に接続されている。超音波の送信時には、各振動子 1 に信号線 9 5 を介して送信信号が送受制御部 5 から受け渡され、超音波の受信時には、各振動子 1 が受信した受信信号が信号線 9 5 を介して送受制御部 5 に受け渡される。

#### 【 0 0 3 5 】

なお、振動子アレイ 9 2 の形状は、リング状に限られるものではなく、被検体 1 0 0 の対象部位 1 0 に超音波を送信し、その透過波および / または反射波を受信できる形状であればどのような形状であってもよく、複数のアレイに分かれていてもよい。

#### 【 0 0 3 6 】

減圧部 3 は、図 5 に示すように、水槽 2 0 の底面に設けられた貫通孔 3 1 と、貫通孔 3 1 に一端が接続された管 3 7 と、管 3 7 の途中に備えられた開閉弁 3 2 と、管 3 7 の他端に接続された脱気水リザーバ 3 3 と、脱気水リザーバ 3 3 内の水の圧力を検出する圧力センサ 3 5 と、脱気水リザーバ 3 3 内の水の気泡濃度あるいは溶存酸素濃度、および水温を検出するセンサ 3 6 とを備えている。水量調整器 3 4 は、送受制御部 5 内の制御部 4 の制御下で、開閉弁 3 2 を開閉させて水槽 2 0 内から所定量だけ水を外部に引き出す。圧力センサ 3 5 は、脱気水リザーバ 3 3 内の水の圧力を検出し、制御部 4 へ出力する。制御部 4 は、センサ 3 6 から脱気水リザーバ 3 3 の水の気泡濃度あるいは溶存酸素濃度、および水温の検出結果を受け取って、水の溶存酸素濃度が所定値よりも大きければ、脱気水リザーバ 3 3 に内蔵されている脱気機能を動作させて脱気させる。また、脱気水リザーバ 3 3 には、不図示のポンプ機能が備えられ、弁 3 2 が開放された状態で水を加圧することにより、脱気水リザーバ 3 3 内の水を水槽 2 0 内に投入することができる。また、脱気水リザーバ 3 3 には、不図示の水温調整機能が備えられている。減圧部 3 の動作は、後で詳しく説明する。

#### 【 0 0 3 7 】

送受制御部 5 は、振動子アレイ 9 2 を構成する振動子 1 にそれぞれ接続された複数の送受信回路 8 3 と、制御部 4 と、記憶部 5 2 と、表示部 7 0 とを有する。

#### 【 0 0 3 8 】

図 4 のように、送受信回路 8 3 は、送信部 8 6 と、受信部 8 7 と、送信と受信を切り替える送受信スイッチ ( T / R SW ) 8 8 とを備える。1 つの振動子 1 に 1 つの送受信回路 8 3 が接続され、それぞれの送受信回路 8 3 は独立に超音波信号を送受信することができる。制御部 4 は、各送受信回路 8 3 に対して制御信号 S 5 1 と S 5 2 等の異なる信号を出力して、異なる制御を行うことができる。例えば、制御部 4 は、送信を指示する制御信号 S 5 1 を入力した送受信回路 8 3 によって送信動作をさせ、受信を指示する制御信号 S 5 2 を入力した送受信回路 8 3 によって受信動作させることができる。

#### 【 0 0 3 9 】

送信部 8 6 は、例えば増幅器を備えて構成され、制御部 4 から入力された電気信号 S 1 を所望の強度に増幅することにより送信信号 S 1 1 を生成し、信号線 9 5 を介して振動子 1 へ出力する。振動子 1 は、整合層や音響レンズなどの構造を含み、送信部 8 6 から受け取った送信信号 S 1 1 を超音波信号 S 2 1 に変換して放射 ( 送信 ) する。振動子 1 から放射される超音波信号 S 2 1 の音圧は、振動子 1 に受け渡される送信信号 S 1 1 の信号強度に応じて変化する。送信部 8 6 が生成する送信信号 S 1 1 の信号強度は、制御信号 S 5 1 によって設定される。

#### 【 0 0 4 0 】

放射された超音波信号 S 2 1 は、水槽 2 0 内の空間 3 0 を通過し、対象部位 1 0 を透過し、または対象部位 1 0 で反射されて別の振動子 1 に到達する。振動子 1 は、到達した超音波信号 S 2 1 を電気信号である受信信号 S 3 1 に変換して、信号線 9 5 および送受信スイッチ 8 8 を介して受信部 8 7 へ出力する。受信部 8 7 は、例えば増幅器、フィルタ、および、アナログ - デジタル変換器を備えて構成され、振動子 1 が出力した電気信号 ( 受信信号 S 3 1 ) を増幅し、所望の周波数帯域外のノイズを低減し、量子化して、増幅後受信信号 S 4 1 を生成し、制御部 4 へ出力する。受信部 8 7 の増幅器の利得やフィルタの定数

10

20

30

40

50

などは、制御信号S52によって設定される。振動子1から出力される受信信号S31の電気信号の強度は、振動子1が受信する超音波信号S21の音圧に応じて変化する。

【0041】

送受信スイッチ88は、受信部87と振動子1の接続を、送信動作の際に切断し、受信動作の際に短絡する。これにより、送信動作中に送信部86から振動子1に出力される高電圧の送信信号S11により、受信部87が破壊されることを防いでいる。

【0042】

制御部4は、演算部54を内蔵する画像生成部51と、差異検出部53とを有する。制御部4は、CPU(Central Processing Unit)と、予めプログラムが格納されたメモリとを有し、CPUがプログラムを読み込んで実行することにより、演算部54と画像生成部51と差異検出部53の機能および制御部4自身の後述するフローチャートの動作をそれぞれソフトウェアにより実現する。なお、制御部4は、ソフトウェアによりその機能を実現する構成に限られるものではなく、制御部4の一部または全部を、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)等のカスタムIC(Integrated Circuit)やFPGA(Field-Programmable Gate Array)等のプログラマブルIC等のハードウェアにより構成することも可能である。

【0043】

演算部54は、得られた増幅後受信信号S41をパラメータ記憶部19に格納されているパラメータ値を用いて演算することにより、空間30に配置された対象部位10の形状と、超音波信号S21の音速や減衰量などの物性値を計測する。例えば、ある振動子1から送信された超音波信号S21は、対象部位10を透過したり、対象部位10の表面および内部構造の端面において反射したりしながら所定の経路で空間30を通過(伝搬)し、別の振動子1で受信される。演算部20は、パラメータ記憶部19に格納されているパラメータ値を用いて、超音波信号S21が空間30を伝搬する時間(超音波伝搬時間)を算出し、算出した伝搬時間によって2つの振動子1の距離を除することにより、対象部位10の音速を求めることができる。具体的には、演算部54は、送信信号S11を生成した送信部86に信号S1を出力してから、受信信号S31を受信した受信部87から増幅後受信信号S41を受け取るまでの時間(信号遅延時間)を算出し、各送受信回路83の信号応答時間等を差し引くことにより、振動子1から超音波信号が出力されてから、別の振動子1に超音波信号が入力されるまでの時間(超音波伝搬時間)を算出する。2つの振動子1間の距離は、演算部54が、各振動子1の振動子アレイ92における位置座標から算出する。演算部54は、超音波信号S21を出射する振動子1を変更しながら、異なる複数の伝搬経路について、それぞれ音速を求めてマトリクス演算等することにより、対象部位10の音速分布を算出することができる。また、音速に基づいて、他の物性値を算出することも可能である。

【0044】

また、演算部54は、増幅後受信信号S41の強度から、空間30における信号減衰量を算出することもできる。異なる複数の伝搬経路について、それぞれ信号減衰量を求めることにより、対象部位10の減衰量分布を算出することができる。

【0045】

さらに、演算部54は、振動子1から出射された超音波信号S21が、対象部位10の表面で反射されて別の振動子1に超音波信号が入力されるまでの時間を算出することにより、対象部位10の表面位置を算出することができる。超音波信号S21を出射する振動子1を変更しながら、複数の伝搬経路について対象部位10の表面位置を算出することにより、対象部位10の形状を求めることができる。

【0046】

記憶部52には、各送受信回路83の送受信動作に関する設定や、送信部86に出力する電気信号S1の信号波形などの情報が記憶されている。また、記憶部52のパラメータ記憶部19には、予め求めた各送受信回路83の信号応答時間や、各振動子1の振動子ア

10

20

30

40

50

レイ 9 2 における位置座標等の値が格納されている。また、記憶部 5 2 には、増幅後受信信号 S 4 1 の波形や、信号遅延時間、超音波伝搬時間、対象部位 1 0 の形状・音速・減衰量などの計測結果も適宜記憶される。

【 0 0 4 7 】

画像生成部 5 1 は、演算部 5 4 が算出した対象部位 1 0 の形状・音速分布・減衰量分布等の画像を生成し、表示部 7 0 に表示させる。

【 0 0 4 8 】

差異検出部 5 3 は、記憶部 5 2 に格納されている同一の被検体 1 0 0 の対象部位 1 0 についての過去の形状・音速分布・減衰量分布のデータや画像を読みだして、今回の計測において演算部 5 4 が算出した対象部位 1 0 の形状・音速分布・減衰量分布のデータや画像と比較し、差異を検出する。差異検出部 5 3 は、検出結果を表示部 7 0 に表示する。

10

【 0 0 4 9 】

以下、本実施形態の超音波撮像装置の動作を詳しく説明する。図 6 ~ 図 9 は、制御部 4 の動作を示すフローチャートである。図 1 0 は、表示部 7 0 の表示画面例である。制御部 4 は、例えば上述したように CPU とメモリとを有し、CPU がメモリ内のプログラムを読み込んで実行することにより、以下のように動作する。

【 0 0 5 0 】

まず、制御部 4 は、図 1 0 ( a ) に示す操作画面を表示部 7 0 に表示させ、ユーザが計測スタートボタン 8 1 を押下したならば、水量調整器 3 4 および脱気水リザーバ 3 3 を制御して、弁 3 2 を開にし、脱気水リザーバ 3 3 から脱気水を所定量だけ水槽 2 0 内に投入させる ( ステップ 6 0 1 , 6 0 2 ) 。 つぎに、制御部 4 は、超音波の送受により水面の高さを検出する ( ステップ 6 0 3 ) 。 具体的には、制御部 4 は、1 以上の送受信回路 8 3 の送信部 8 6 に信号 S 1 を送信して送信信号 S 1 1 を生成させるとともに、他の送受信回路 8 3 の受信部 8 7 から増幅後受信信号 S 4 1 を受信するように演算部 5 4 に指示する。これにより、1 以上の振動子 1 に、送信信号 S 1 1 が受け渡されて超音波信号 S 2 1 が送信され、他の振動子 1 が脱気水の水面で反射された超音波信号 S 2 1 を受信する。演算部 5 4 は、受信した増幅後受信信号 S 4 1 を処理して、脱気水の水面による反射信号を検出し、振動子アレイ 9 2 に対する水面の距離を算出し、振動子アレイ 9 2 の現在の位置との関係から、現在の脱気水の水面の高さを検出する。

20

【 0 0 5 1 】

制御部 4 は、ステップ 6 0 3 で検出した脱気水の水面の高さが、設定基準内でない場合、水量調整を行う ( ステップ 6 0 4 , 6 0 5 ) 。 すなわち、制御部 4 は、水量調整器 3 4 と脱気水リザーバ 3 3 を制御して、所定量だけ水を追加、または、減少させて、ステップ 6 0 3 に戻る。制御部 4 は、ステップ 6 0 3 で検出した脱気水の水面高さが設定基準内である場合、センサ 3 6 から脱気水の温度を受け取り、水温が設定基準内かどうか判定する ( ステップ 6 0 6 ) 。 制御部 4 は、水温が設定基準から外れている場合、水温調整を行う ( ステップ 6 0 7 ) 。 すなわち、制御部 4 は、脱気水リザーバ 3 3 に指示して温度調節機能を動作させ、加温または冷却する。制御部 4 は、水温が設定基準内である場合、センサ 3 6 から溶存酸素濃度を受け取り、設定基準内であるかどうか判定する ( ステップ 6 0 8 ) 。 制御部 4 は、溶存酸素濃度が設定値以上である場合、脱気水リザーバ 3 3 の脱気機能を動作させて、溶存酸素濃度の調整を行う ( ステップ 6 0 9 ) 。

30

40

【 0 0 5 2 】

制御部 4 は、ステップ 6 0 8 において溶存酸素濃度が設定値より小さい場合、ステップ 6 1 0 に進み、対象部位 1 0 を水槽 2 0 の開口 1 0 から水の中に挿入してセットするよう促す表示を、例えば図 1 0 ( b ) の画面のように表示部 7 0 に表示させる ( ステップ 6 1 0 ) 。 ユーザは、対象部位 1 0 ( 例えば、乳房 ) を水槽 2 0 の開口 1 0 から水の中に挿入する。開口 1 0 にメッシュ 6 が配置されているため、対象部位 1 0 は、メッシュ 6 を水槽 2 0 内に押し込んでメッシュ 6 を変形させながら、水槽 2 0 内に挿入される。対象部位 1 0 の表面には、メッシュが密着した状態になる。

【 0 0 5 3 】

50

制御部 4 は、対象部位 10 が水槽 20 へセットされたならば（ステップ 611）、気泡検出用スキャンを実行し、気泡指標の初期値（気泡指標 *pre*）を得る（ステップ 612）。なお、ステップ 611 において、対象部位 10 が水槽 20 にセットされたことを制御部 4 が確認する方法としては、表示部 70 の図 10（b）の表示画面上でセット完了ボタン 84 をユーザが押下したことを検出する方法を用いることができる。また、ステップ 603 と同様に、制御部 4 が送受信回路 83 により超音波を水槽 20 内に送受して、水面とは異なる対象部位 10 の形状を検出した場合に、対象部位 10 がセットされたと判定してもよい。

#### 【0054】

ステップ 612 の気泡検出用スキャンを図 9 のフローを用いて詳しく説明する。制御部 4 は、送受信部駆動部 102 を制御して、振動子アレイ 92 を予め定めた初期位置に配置する（ステップ 701）。制御部 4 は、送受信回路 83 の送信部 86 および受信部 87 を制御し、振動子アレイ 92 の 1 以上の振動子 1 から超音波信号 S21 を対象部位 10 に向けて送信させ、他の振動子 1 により受信させる（ステップ 702）。制御部 4 は、増幅後受信信号 S41 を受け取る。これを超音波信号 S21 を送信する振動子を変更しながら、すべての振動子 1 から超音波信号 S21 が順に送信されるまで繰り返す。制御部 4 内の演算部 54 は、ある振動子 1 から送信された超音波信号 S21 が、対象部位 10 の表面で反射されて別のある振動子 1 に受信されるまでの遅延時間を算出することにより、対象部位 10 の形状を算出する（ステップ 703）。算出された対象部位 10 の形状（輪郭）に、凹凸がある場合、対象部位 10 の表面に、気泡が付着し、気泡の形状が検出されている。よって、制御部 4 は、算出された対象部位 10 の形状（輪郭）の凹凸度合を予め定めておいた数式等を用いて算出し、この凹凸度合を気泡指標とする（ステップ 704）。

#### 【0055】

また、気泡は、対象部位 10 よりも多くの高調波成分を生じさせることを利用して、制御部 4 は、ステップ 703 において、対象部位の形状を検出するかわりに、対象部位 10 の表面で反射された超音波信号 S21 に含まれる高調波成分（例えば二次高調波）を検出し、高調波成分の基本波成分（超音波信号 S21）に対する割合を求め、これを気泡指標としてもよい。

#### 【0056】

気泡が対象部位 10 の表面に付着している場合、そのまま対象部位 10 の計測を行うと、気泡の影響が大きく、計測精度が低下する。そのため、制御部 4 は、メッシュ枠 61 の回転機構 7 のモータ 72 を動作させ、メッシュ枠 61 を所定角だけ回転させる。例えば、所定の角度だけメッシュ枠 61 を時計まわりに回転させる。その後、反時計回りに所定の角度だけメッシュ枠 61 を回転させるとさらに好ましい。回転の回数は、複数回であってもよい。この回転により、メッシュ枠 61 で支持されたメッシュ 6 は、対象部位 10 の表面に接触した状態で対象部位 10 の表面を滑るように移動するため、対象部位 10 の表面に付着している気泡は、メッシュ 6 により擦り落とされ、対象部位 10 から水中へと離れ、水面へと移動する。水面付近には、気泡を放出するための貫通孔 73 が配置されているため、水面付近に到達した気泡は、貫通孔 73 から外部へと放出される。

#### 【0057】

つぎに、制御部 4 は、ステップ 612 と同様の図 9 の気泡検出用スキャンを行い、ステップ 613 においてメッシュ 6 の回転により気泡が除去された対象部位 10 の気泡指標（気泡指標 *post*）を算出する（ステップ 614）。制御部 4 は、気泡検出用スキャンの回数 *Nbd* をカウントアップした後（ステップ 615）、今回のメッシュ 6 の回転前の気泡指標 *pre* と回転後の気泡指標 *post* の差を算出し、算出した差が設定値より大きい場合には、除去できる気泡がまだ残っているので、ステップ 618 に進む（ステップ 616）。ステップ 618 では、制御部 4 は、気泡検出用スキャンの回数 *Nbd* が閾値以下である場合には、再びステップ 613 に戻って、メッシュ 6 を回転させた後、気泡指標 *post* を算出し、気泡検出用スキャン回数 *Nbd* をカウントアップする（ステップ 613 ~ 615）。そして、前回算出した気泡指標 *post* を気泡指標 *pre* として、今回算出した

10

20

30

40

50

気泡指標  $post$  との差を算出し、求めた差が設定値より大きく、除去できる気泡がまだ残っている場合には、ステップ 618 に進み、ステップ 613 ~ 615 を繰り返して気泡を除去する。また、ステップ 616 において気泡指標  $pre$  と気泡指標  $post$  との差が所定値以下になった場合には、除去すべき気泡は所定量以下になっているので、ステップ 617 に進む。また、気泡指標  $pre$  と気泡指標  $post$  との差が設定値より大きい、ステップ 618 で気泡検出用スキヤンの回数  $Nbd$  が閾値より大きくなった場合にアラームを表示部 70 に表示させ、計測を終了する（ステップ 619）。

#### 【0058】

制御部 4 は、ステップ 617 において、水槽 20 を所定量減圧する。具体的には、制御部 4 は、水量調整器 34 に指示して、開閉弁 32 を開にして、水槽 20 内から所定量だけ水を脱気水リザーバ 33 に移動させる。水の移動は、水の自重を利用してよいし、脱気水リザーバ 33 のポンプ機能を用いてもよい。圧力センサ 35 は、脱気水リザーバ 33 内の水の圧力を検出し、制御部 4 に出力する。制御部 4 は、圧力が所定値になるように、水量調整器 34 を制御する。これにより、水槽 20 の開口 11 が対象部位 10 によって塞がれた状態で水槽 20 内が減圧されるため、水槽 20 内の圧力が外部の圧力に対して陰圧になり、対象部位 10 の表面に均一に法線方向に引っ張る力  $F$  が加わり、対象部位 10 の形状は所定の形状に近づき、その状態で保持される。例えば乳房である場合、乳房を容器に挿入する際の位置や向きが乳房の形状に与える影響を減圧することにより低減し、乳房を所定の形状に近づけることができる。なお、減圧時には、気泡を放出するための貫通孔 73 は、不図示の弁を閉にして閉じる。

#### 【0059】

制御部 4 は、水槽 20 内の圧力を所定量減圧したならば、ステップ 620 に進み、現在の圧力が対象部位 10 にかかっている状態を許容できるかユーザに確認する（ステップ 620）。ユーザが許容できる場合には、超音波の送受により対象部位 10 の形状を検出する（ステップ 621）。ステップ 621 の対象部位 10 の形状の検出は、図 9 のステップ 701 ~ 703 と同様に行う。制御部 4 は、検出した形状が所定範囲内ではない場合、ステップ 617 に戻って、さらに水槽 20 内を所定量減圧する。この動作を対象部位 10 の形状を所定範囲に到達させることができるまで繰り返す（ステップ 617 ~ 623）。対象部位 10 の形状が所定範囲に到達した場合には、制御部 4 を弁 32 を閉状態にし、水槽 20 の圧力をその状態で維持して、次のステップ 624 に進む。なお、ステップ 621 において、検出した形状が所定の範囲かどうかの判断は、例えば対象部位 10 が乳房の場合、水槽 20 の開口 11 の径（もしくは、開口 11 希望の乳房の基部の直径）と、開口 11 から乳房の先端までの距離の比を求め、この比が所定の範囲内かどうかで判断することができる。減圧が大きくなるにつれ、開口 11 から乳房の先端までの距離が引き伸ばされるため、乳房の形状を所定の形状に到達させることができる。

#### 【0060】

ステップ 620 において、ユーザが現在の圧力を許容できないことを、例えば図 10 (a) の減圧停止ボタン 82a を押下すること等により制御部 4 に知らせた場合、制御部 4 は、ステップ 622 に進み、水量調整器 34 および脱気水リザーバ 33 を制御して、水量を所定量増加させて減圧を軽減した後、弁 32 を閉じ、対象部位 10 の形状を所定範囲まで到達させることなく、次のステップ 624 に進む。

#### 【0061】

ステップ 624 において、制御部 4 は、ステップ 621 で検出した対象部位 10 の形状から中心位置（例えば乳房の先端位置）を検出し、中心位置が所定の範囲内にあるかどうかを判断する。対象部位 10 の形状の中心位置が所定の範囲内から外れている場合には、中心位置がずれている方向とは逆方向に、メッシュ枠 61 を移動機構 8 により所定量だけ移動させる（ステップ 625）。具体的には、制御部 4 は、移動機構 8 の係合部 8a を駆動部 8b により上昇させて、メッシュ枠 61 の縁に係合させた後、対象部位 10 の中心位置がずれている方向とは逆方向に係合部 8a を開口 11 と平行に移動させることにより、メッシュ枠 61 を移動させる。これにより、メッシュ 6 もメッシュ枠 61 とともに移動す

10

20

30

40

50

るため、メッシュ6により対象部位10の中心位置を修正することができる。この動作を中心位置が所定の範囲内に移動するまで繰り返す(ステップ621~625)。

【0062】

中心位置が所定の範囲内に入ったならば、制御部4は、超音波の送受により、対象部位10を本計測する(ステップ626)。ステップ601~625により、対象部位10は表面の気泡が除去され、形状が所定範囲の形状に到達しているか、近づいた状態で保持され、中心位置も所定の範囲内にあるため、精度よく本計測を実行することができる。具体的には、制御部4は、送受信回路83を制御することにより、振動子アレイ92の1以上の振動子1から超音波信号S21を送信させ、対象部位10を透過および/または反射した超音波信号S21を他の振動子1によって受信させる(ステップ626)。これを、振動子1を順に変更しながら、すべての振動子1から超音波を送信するまで繰り返し行う。次に、制御部4は、振動子アレイ92の位置を、送受信部駆動部102により所定の位置まで移動させ、同様に各振動子1から送受信を行わせる。これを所定のピッチで振動子アレイ92を移動させて、各位置において行う。計測後は、制御部4は、弁32を開放するか、気泡放出用の貫通孔73を開放してリークし、水槽20内を大気圧に戻す。

10

【0063】

制御部4の演算部54は、送受信回路83から受け取った増幅後受信信号S41をパラメータ記憶部19に格納されているパラメータ値を用いて演算することにより、対象部位10の形状、対象部位10における音速分布や減衰量分布などの物性値を算出する(ステップ627)。制御部4は、算出された形状・音速分布・減衰量分布を記憶部52に格納する。画像生成部51は、演算部54が算出した形状や音速分布や減衰量分布を示す画像を生成する(ステップ628)。

20

【0064】

制御部4の差異検出部53は、同じ被検体100について前回計測した形状・音速分布・減衰量分布のデータや画像を記憶部52から読み出し、今回の計測したデータおよび画像と対比し、差異を検出する(ステップ629)。

【0065】

制御部4は、検出した差異が、予め定めた範囲内である場合には、前回の計測から変化がないことをユーザに報知する表示を例えば図10(c)の表示89aのように表示部70に表示する。検出した差異が、予め定めた範囲から外れているが、差異の大きさが所定値を超えていなければ、近日中(例えば1か月以内)の再計測を推奨する表示を図10(c)の表示89bのように表示する。前回との形状の誤差等に起因する差異の可能性があるのである。また、差異が、予め定めた範囲から外れ、しかも、差異の大きさが所定値以上である場合、専門医による検査を推奨する表示を図10(c)の表示89cのように表示する。また、これらとともに、制御部4は、表示部70の表示画面の画像表示領域91aに、形状・音速分布・減衰量分布の画像を表示することも可能であるし、表示画面のデータ表示領域91bに形状・音速分布・減衰量分布のデータを数値で表示することも可能である(ステップ630)。また、ユーザが希望する場合には、これらの画像やデータを印刷したり、データを所定の外部記録媒体に書き込んでユーザに渡すことも可能であるし、通信回線を介して、専門医の病院に送信することも可能である。

30

40

【0066】

なお、制御部4は、ステップ601~630の間のどの時点においても、ユーザによる緊急停止ボタン82b(図10(a))の押下の信号を受付けた場合には、計測を終了する。

【0067】

第二の実施形態の超音波撮像装置によれば、乳房等の対象部位を水槽に挿入した際に、減圧により所定の形状に近づけて保持することができる。また、対象部位の表面の気泡も除去できる。よって、毎回同じ形状に保持して、精度よく超音波による計測を行うことができるため、前回の計測結果と比較することにより、乳房の外観や内部の腫瘍の経時的な微小な差異に起因する画像やデータの差異を精度よく検出することができる。よって、医

50

師による診断を支援することができる。

【 0 0 6 8 】

また、本実施形態の超音波撮像装置は、医師が立ち会わないユーザ自身によるセルフ検診も可能である。よって、スポーツ施設や銭湯などの病院以外の場所にこの装置を配置することにより、気軽にユーザが検診を受けることができる。これにより、検診の機会を増加させることができる。また、前回の検診との差異が大きい場合には、専門医による診断を推奨し、データ等を送信することが可能であるため、乳癌等の疾病の早期発見につながり、ユーザの利益になる。

【 0 0 6 9 】

< 第三の実施形態 >

第三の実施形態の超音波撮像装置について図 1 1 ( a ) ~ ( d ) を用いて説明する。本実施形態では、メッシュ 6 として、所定の間隔でマーカ 1 1 1 が取り付けられたものを用いる点が第一および第二の実施形態とは異なる。第一実施形態で説明したようにメッシュ 6 としては、音響減衰量が小さい素材で構成されたものを用いるが、マーカ 1 1 1 は、音響減衰量が対象部位 1 0 より大きい材料で構成された微小物体である。その形状は、どのような形状であってよく、例えば球体のマーカ 1 1 1 を用いることができる。マーカ 1 1 1 のメッシュ 6 上の間隔は、超音波信号 S 2 1 が対象部位 1 0 へ到達するのを妨げない間隔に設定されている。

【 0 0 7 0 】

本実施形態では、マーカ 1 1 1 が配置されているため、制御部 4 は、図 7 のステップ 6 2 1 において超音波送受により対象部位の形状を検出する代わりに、マーカ 1 1 1 の位置を検出することにより、対象部位 1 0 の表面形状を大まかに検出することができる。マーカ 1 1 1 の音響減衰量は対象部位 1 0 より大きく、形状も予め定めた形状であるため、制御部 4 は、対象部位 1 0 の表面形状を検出する場合と比較して容易にマーカ 1 1 1 位置を検出できる。よって、ステップ 6 2 1 における演算部 5 4 の演算時間を短縮することが可能であり、所望の形状に対象部位 1 0 の形状を近づけるステップ 6 2 1 ~ 6 2 5 に要する時間を短縮することができる。

【 0 0 7 1 】

なお、他の構成及び動作は、第一および第二実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【 0 0 7 2 】

また、第三の実施形態においては、マーカ 1 1 1 を超音波の送受信により検出する例について説明したが、本実施形態はこの例に限定されるものではなく、光学的にマーカ 1 1 1 を検出することも可能である。その場合、マーカ 1 1 1 の材質は、音響減衰量が対象部位 1 0 と異なるものではなく、光学特性、例えば反射率が対象部位 1 0 と異なる材質を用いる。これにより、メッシュ 6 に光を照射し、その反射光を検出することにより、マーカ 1 1 1 の位置を検出することができる。

【 0 0 7 3 】

< 第四の実施形態 >

第四の実施形態の超音波撮像装置について図 1 2 から図 1 4 を用いて説明する。

【 0 0 7 4 】

第四の実施形態の装置は、メッシュ 6 を支持するメッシュ枠 6 1 と、メッシュ枠 6 1 を回転させる回転機構 7 と、メッシュ枠 6 1 を移動させる移動機構 8 の構造が、第一および第二の実施形態とは異なる。図 1 2 ( a ) および ( b ) は、回転機構 7 および移動機構 8 が備えられた水槽 2 0 の断面図および上面図である。図 1 3 ( a ) および ( b ) は、メッシュ枠 6 1 の上面図および断面図である。図 1 4 は、水槽 2 0 の上にメッシュ枠 6 1 を搭載した状態の断面図である。

【 0 0 7 5 】

図 1 2 ( a ) , ( b ) に示すように、本実施形態では、移動機構 8 は、円筒状の水槽 2 0 の外周に固定されたリング状の保持具 1 2 1 と、保持具 1 2 1 の上に搭載されたリング

10

20

30

40

50

状のメッシュ枠保持具 122 と、保持具 121 よりも下側の位置で水槽 20 の外周に 90° おきに固定された 4 つのワイヤリール 123 と、4 つのワイヤリール 123 にそれぞれ接続された 4 つのモータ 125 とを含む。メッシュ枠保持具 122 は、保持具 121 には固定されておらず、保持具 121 の上面に搭載されているだけであり、保持具 121 の上面上で、開口 11 に平行に移動可能である。メッシュ枠保持具 122 の内壁には、4 か所にワイヤ 124 の一端がそれぞれ固定されている。保持具 121 の内壁は、ワイヤリール 123 の上部にそれぞれ厚み方向に切欠き 121a が設けられている。ワイヤ 124 は、切欠き 121a を通ってワイヤリール 123 に他端が巻き取られている。よって、制御部 4 の制御により、モータ 125 が、向かい合う一対のワイヤリール 123 の一方をワイヤ 124 を巻き取る方向に回転させ、他方をワイヤ 124 を緩める方向に回転させることにより、メッシュ枠保持具 122 をこの 2 つのワイヤリール 123 が向かい合う方向 126 に沿って移動させることができる。同様に、上記一対のワイヤリール 123 に対して直交する方向 127 に配置された一対のワイヤリール 123 を同様に回転させることにより、メッシュ枠保持具 122 を方向 127 に沿って移動させることができる。

10

【0076】

また、メッシュ枠保持具 122 の外周の一部には、回転可能に駆動用歯車 71 が配置され、駆動用歯車 71 を回転させるモータ 72 は、メッシュ枠保持具 122 の内部に配置されている。

【0077】

一方、メッシュ枠 61 は、図 13 (a) および (b) のように、円筒形状であり、内壁には、駆動用歯車 71 と噛み合う歯車 61a が設けられている。

20

【0078】

よって、図 14 のように、メッシュ枠 61 をメッシュ枠保持具 122 にかぶせ、駆動用歯車 71 とメッシュ枠 61 の内壁の歯車 61a が噛み合わせることにより、メッシュ枠 61 をメッシュ枠保持具 122 によって支持することができる。この状態で、図 6 のステップ 601 を開始する。ステップ 611 で対象部位 10 が水槽 20 内に挿入されたならば、メッシュ枠 61 に支持されているメッシュ 6 は、図 1 (b) と同様に対象部位 10 とともに水槽 20 内に押し込まれる。

【0079】

図 7 のステップ 613 において、制御部 4 は、回転機構 7 のモータ 72 を回転させ、駆動用歯車 71 を回転させると、メッシュ枠 61 を所定の角度だけ回転させることができる。これにより、対象部位 10 の気泡を除去することができる。

30

【0080】

また、図 7 のステップ 625 において、制御部 4 は、移動機構 8 のモータ 125 を駆動して、向かい合う一対のリールの一方でワイヤ 124 を巻き取り、他方でワイヤ 124 を緩めることにより、メッシュ枠保持具 122 がメッシュ枠 61 を支持した状態で水平方向に移動する。これにより、メッシュ枠 61 を所望の方向に移動させることができるため、対象部位 10 の中心位置を修正することができる。

【0081】

他の構成および動作は、第一および第二の実施形態と同様であるので、説明を省略する。また、第三の実施形態のように、マーカ 111 が備えられたメッシュ 6 をメッシュ枠 61 に保持することももちろん可能である。

40

【産業上の利用可能性】

【0082】

本発明は、超音波撮像装置に適用することができる。

【符号の説明】

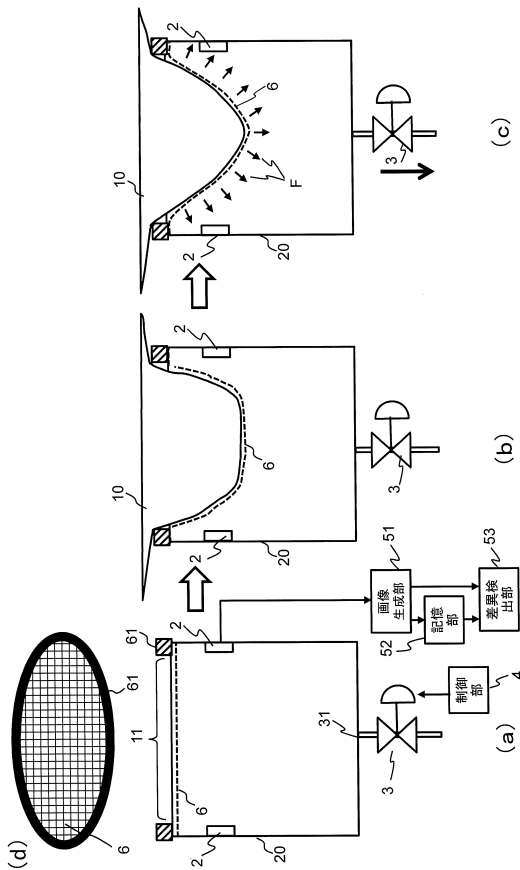
【0083】

1 ... 振動子、2 ... 送受信部、3 ... 減圧部、4 ... 制御部、5 ... 送受制御部、6 ... メッシュ、7 ... 回転機構、8a ... 係合部、8b ... 駆動部、10 ... 対象部位、11 ... 開口、20 ... 容器 (水槽)、51 ... 画像生成部、52 ... 記憶部、53 ... 差異検出部、55 ... 寝台、56 ... 開

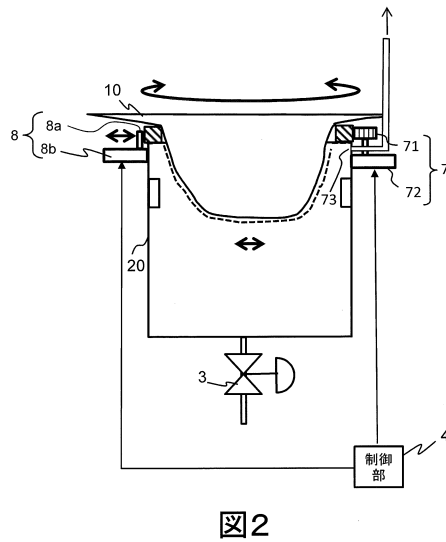
50

口、61...メッシュ枠、61a...歯車、71...駆動用歯車、72...モータ、73...気泡放出用の貫通孔、83...送受信回路、95...信号線、100...被検体、102...送受信部駆動部、104...寝台駆動部、121...保持具、121a...切欠き、122...メッシュ枠保持具、123...ワイヤリール、124...ワイヤ、125...モータ

【図1】



【図2】



【図3】

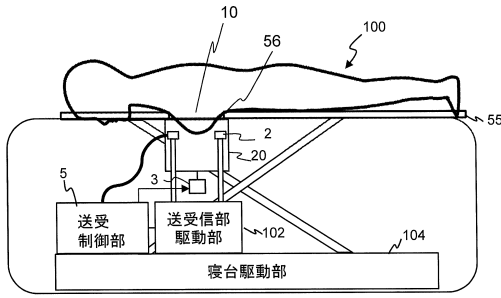


図3

【図4】

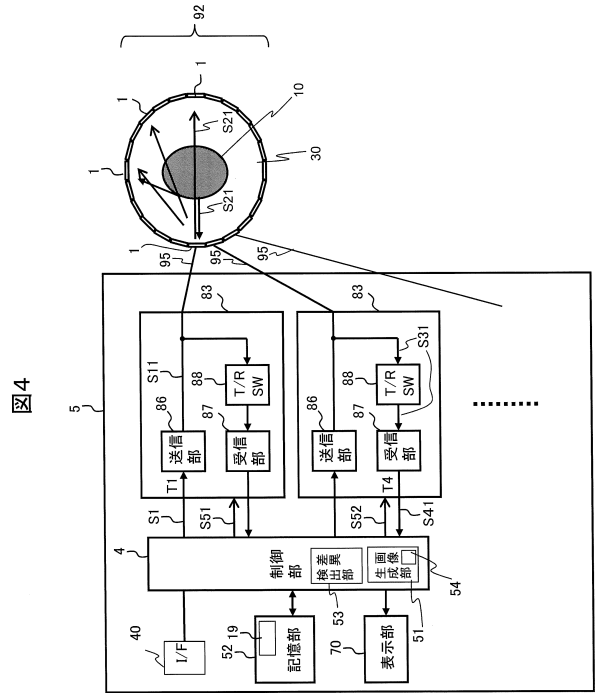


図4

【図5】

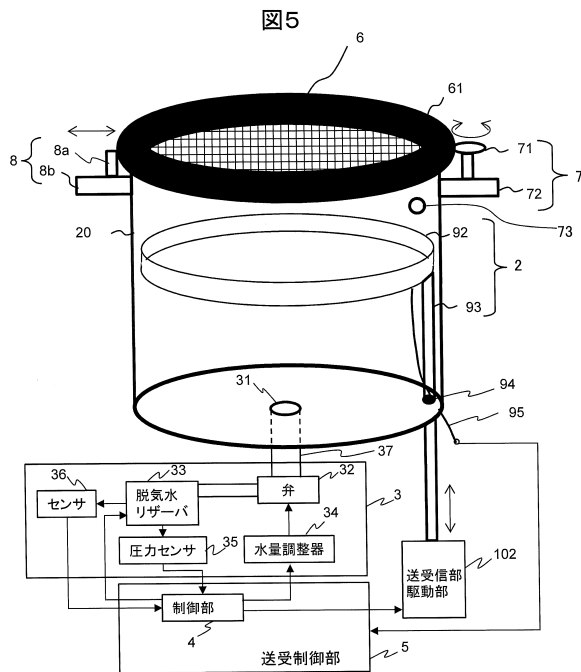


図5

【図6】

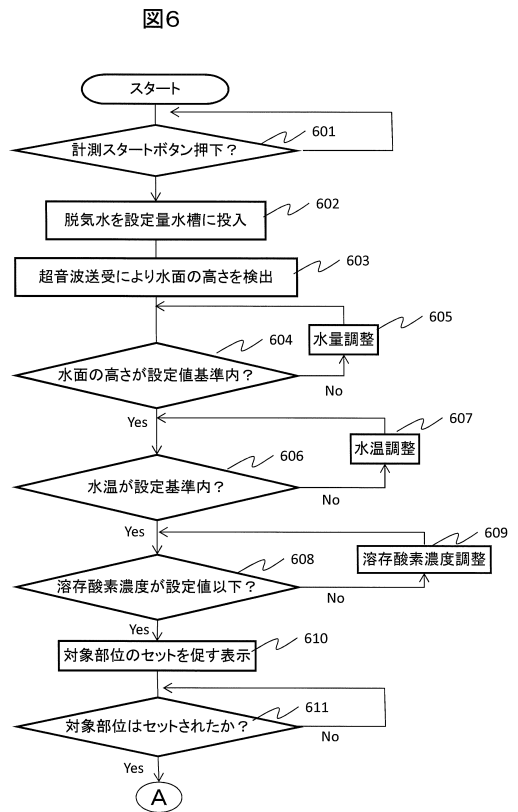
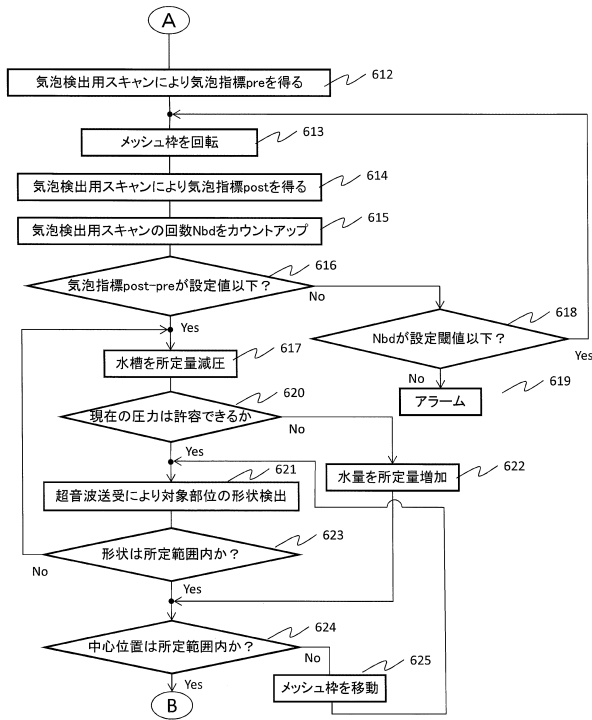


図6

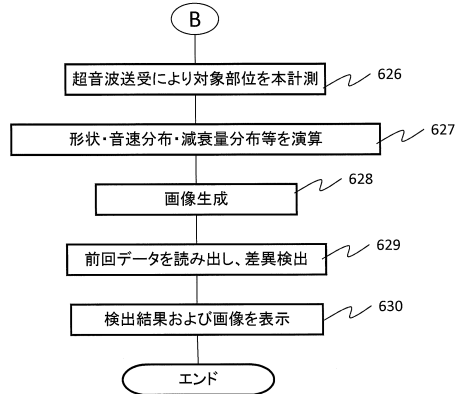
【 図 7 】

図7



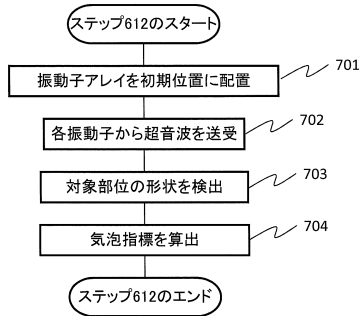
【 図 8 】

図8



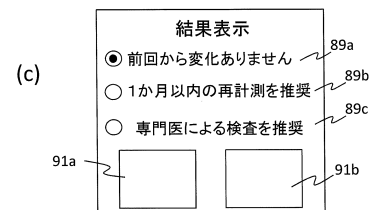
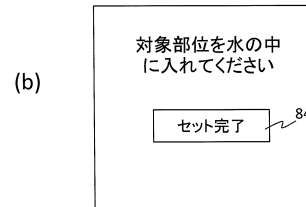
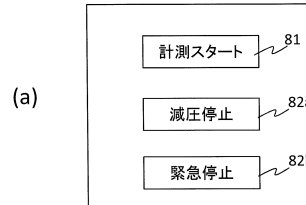
【 図 9 】

図9



【 図 10 】

図10



【図11】

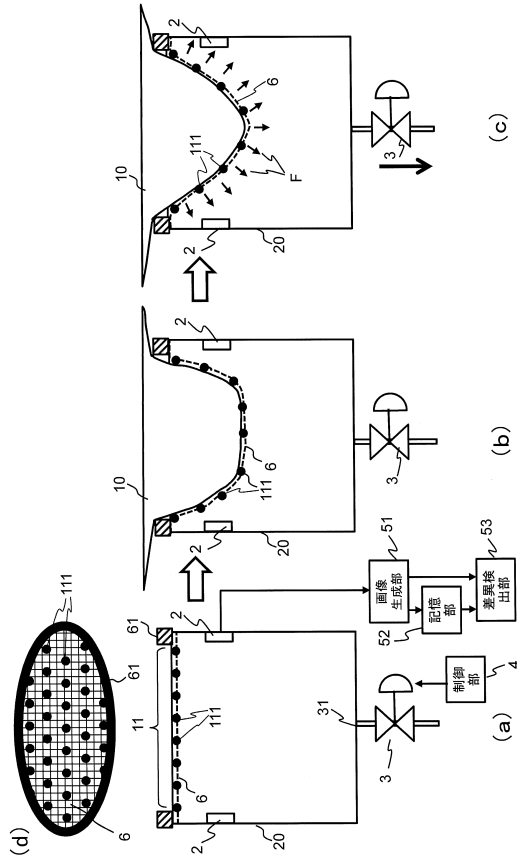
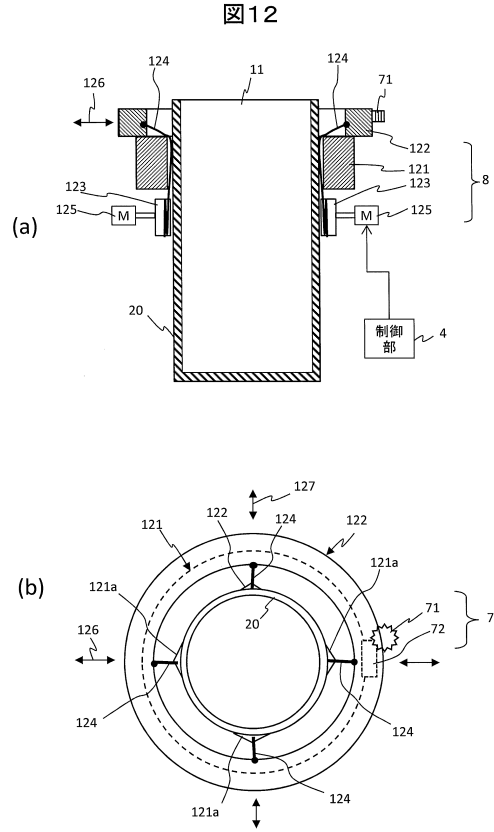


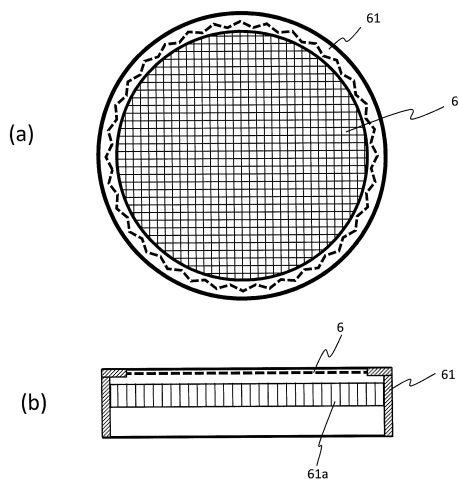
図11

【図12】



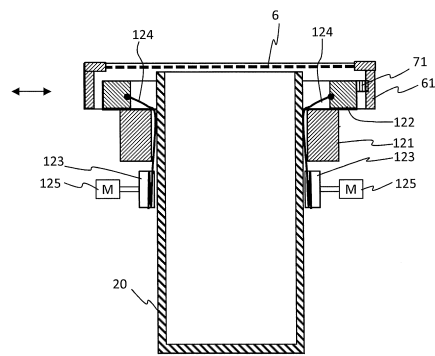
【図13】

図13



【図14】

図14



---

フロントページの続き

- (72)発明者 寺田 崇秀  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 山中 一宏  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 坪田 悠史  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 武 文晶  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 宮川 哲伸

- (56)参考文献 特開2016-043045(JP,A)  
特開2015-205041(JP,A)  
特開2013-116214(JP,A)  
特開2007-282960(JP,A)  
特開平05-220148(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 8/00 - 8/15

专利名称(译)	超声成像设备，超声波传输和接收方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP6506472B2</a>	公开(公告)日	2019-04-24
申请号	JP2018514062	申请日	2016-04-28
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	川畑健一 吉川秀樹 浅見玲衣 寺田崇秀 山中一宏 坪田悠史 武文晶		
发明人	川畑 健一 吉川 秀樹 浅見 玲衣 寺田 崇秀 山中 一宏 坪田 悠史 武 文晶		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/406 A61B8/0825 A61B8/14 A61B8/15 A61B8/4209 A61B8/4281 A61B8/4494 A61B8/5207 A61B8/5246 A61B8/54 A61B8/543		
FI分类号	A61B8/00.ZDM		
其他公开文献	JPWO2017187608A1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

根据本发明的超声波成像装置将超声波发送到具有用于插入对象的目标区域的开口和插入充满液体的容器中的目标区域的容器，并发送或接收目标区域。并且发送/接收单元用于接收由此反射的超声波。该容器设置有减压单元，该减压单元通过对容器内部进行减压来将目标部位保持在容器中，该容器的开口被目标部位覆盖。根据本发明，当将诸如乳房的目标部位插入充满液体的容器中时，可以将其保持接近预定形状，从而可以通过发送和接收超声波来精确地测量目标部位。它可以。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6506472号 (P6506472)
(45) 発行日 平成31年4月24日 (2019. 4. 24)		(24) 登録日 平成31年4月5日 (2019. 4. 5)
(51) Int. Cl. A 6 1 B 8 / 0 0 (2006. 01) F 1 A 6 1 B 8 / 0 0 Z D M		
請求項の数 15 (全 21 頁)		
(21) 出願番号 特願2018-514062 (P2018-514062)	(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所	
(86) (22) 出願日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)	東京都千代田区丸の内一丁目6番6号	
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/063392	(74) 代理人 110000888 特許業務法人 山王坂特許事務所	
(87) 国際公開番号 W02017/187608	(72) 発明者 川畑 健一 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 式会社日立製作所内	
(87) 国際公開日 平成29年11月2日 (2017. 11. 2)	(72) 発明者 吉川 秀樹 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 式会社日立製作所内	
審査請求日 平成30年3月9日 (2018. 3. 9)	(72) 発明者 浅見 玲衣 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株 式会社日立製作所内	
	最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置、および、超音波送受信方法