

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-209326

(P2017-209326A)

(43) 公開日 平成29年11月30日(2017.11.30)

(51) Int.Cl.

A61B 8/14 (2006.01)

F1

A61B 8/14

テーマコード (参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2016-104919 (P2016-104919)
 (22) 出願日 平成28年5月26日 (2016.5.26)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100116665
 弁理士 渡辺 和昭
 (74) 代理人 100164633
 弁理士 西田 圭介
 (74) 代理人 100179475
 弁理士 仲井 智至
 (72) 発明者 加納 一幸
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 Fターム(参考) 4C601 EE16 FF03 KK02

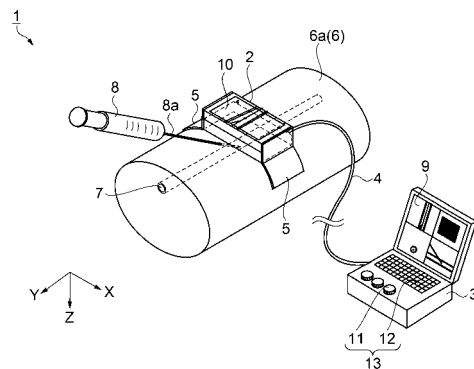
(54) 【発明の名称】 超音波測定装置

(57) 【要約】

【課題】ブレが抑制された超音波画像を表示することができる超音波測定装置を提供する。

【解決手段】腕6aに超音波を射出して腕6aからの反射波を検出して超音波信号を出力する超音波プローブ2と、超音波信号から超音波画像を形成する画像処理部と、を備え、超音波プローブ2は、超音波画像を表示する第2表示装置10と、超音波プローブ2と腕6aとの相対移動を抑制するテープ5と、を備え、第2表示装置10の平面と垂直な方向と同じ向きに超音波を射出する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被写体に超音波を射出して前記被写体からの反射波を検出して超音波信号を出力する超音波プローブと、

前記超音波信号から超音波画像を形成する画像処理部と、を備え、

前記超音波プローブは、前記超音波画像を表示する表示部と、

前記超音波プローブと前記被写体との相対移動を抑制する固定部と、を備え、

前記表示部の平面と垂直な方向と同じ向きに超音波を射出することを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 2】

10

請求項 1 に記載の超音波測定装置であって、

前記超音波プローブは、超音波を射出し検出する超音波素子が配置された超音波素子アレイと、

前記超音波素子アレイが射出する超音波を集束する柱状の音響レンズと、

前記被写体と前記超音波素子アレイ及び前記音響レンズとが相対移動する移動方向を規制する移動規制部と、を備えることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波測定装置であって、

前記被写体の内部には目標物が位置し、

前記超音波画像は前記目標物を示す目標物画像及び前記目標物に挿入される穿刺針を示す針画像を含み、

20

前記超音波画像には前記目標物と前記穿刺針との相対位置に応じた所定の色が表示されていることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波測定装置であって、

前記目標物と前記穿刺針との相対位置に応じた所定の色が表示されている場所は前記針画像であることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の超音波測定装置であって、

前記穿刺針が前記目標物の中心部を通過する前の部分と前記目標物の中心部を通過した部分とで前記針画像の色が異なることを特徴とする超音波測定装置。

30

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の超音波測定装置であって、

前記穿刺針が前記目標物に挿入されていない部分と前記目標物に挿入された部分とで前記針画像の色が異なることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 7】

請求項 3 ～ 6 のいずれか一項に記載の超音波測定装置であって、

前記針画像は前記穿刺針を超音波の射出方向から見た画像であることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 8】

40

請求項 4 ～ 7 のいずれか一項に記載の超音波測定装置であって、

前記穿刺針を示す色は前記目標物の内部を示す色に比べて明度または彩度が高いことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 9】

請求項 3 ～ 8 のいずれか一項に記載の超音波測定装置であって、

前記超音波画像は前記穿刺針の先端を前記目標物の軸に近づける方向を案内するマーク画像を含むことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の超音波測定装置であって、

前記マーク画像には前記目標物と前記穿刺針との相対位置に応じた所定の色が表示され

50

ていることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 1 1】

請求項 9 または 1 0 に記載の超音波測定装置であって、

前記目標物画像は前記目標物を前記目標物の軸と交差し超音波の射出方向を通る面で切断した画像を含み、

前記針画像は前記穿刺針を前記目標物の軸方向からみた画像を含むことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 1 2】

請求項 6 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の超音波測定装置であって、

前記目標物画像は前記目標物の軸を通り超音波の射出方向を通る面で切断した画像を含み、

前記針画像は前記穿刺針を前記目標物の軸方向と交差し且つ超音波の射出方向と交差する方向からみた画像を含むことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 1 3】

請求項 3 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の超音波測定装置であって、

前記超音波画像は前記被写体を超音波の射出方向と交差する面で切断した断面画像を含むことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 1 4】

請求項 3 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の超音波測定装置であって、

前記目標物は棒状であり、

前記超音波画像は前記目標物の軸を示す軸画像を含むことを特徴とする超音波測定装置

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、超音波測定装置に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

被検体に超音波を照射して被検体の内部で反射する反射波を用いて超音波を表示する超音波測定装置が広く活用されている。超音波測定装置を用いて被検体の内部に位置する血管等の臓器に穿刺針を挿入することがある。そして、穿刺針を案内する案内部を備えた超音波測定装置が特許文献 1 に開示されている。それによると、案内部には穿刺針を案内する孔が設置されている。

【0 0 0 3】

操作者が穿刺針を被検体に挿入するとき、超音波の照射範囲に穿刺針が入るように操作する。これにより、超音波画像に穿刺針の像が表示される。操作者は超音波画像を見て穿刺針の進行方向が目的とする場所に合っているかを確認する。操作者は超音波画像を見て穿刺針を挿入する角度を調整して目的とする場所に穿刺針を進行させていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 3 3 4 1 9 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

超音波画像を見て穿刺針を挿入するとき、挿入する目標物と穿刺針との相対位置を確認する必要がある。そして、操作者は目標物の中央に穿刺針の先端が位置するように穿刺針を挿入する。特許文献 1 における超音波プローブは操作者が手で保持していた。被検体と超音波プローブとの間には超音波の反射を防止するジェルが塗布されているので、超音波プローブが滑って移動し易い状態であった。このため、表示部には超音波画像がブレた画

10

20

30

40

50

像が表示されるので操作者は目標物と穿刺針との相対位置が確認し難かった。そこで、ブレが抑制された超音波画像を表示できる超音波測定装置が望まれていた。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0007】

[適用例1]

本適用例にかかる超音波測定装置であって、被写体に超音波を射出して前記被写体からの反射波を検出して超音波信号を出力する超音波プローブと、前記超音波信号から超音波画像を形成する画像処理部と、を備え、前記超音波プローブは、前記超音波画像を表示する表示部と、前記超音波プローブと前記被写体との相対移動を抑制する固定部と、を備え、前記表示部の平面と垂直な方向と同じ向きに超音波を射出することの特徴とする。

10

【0008】

本適用例によれば、超音波測定装置は超音波プローブ、画像処理部及び表示部を備えている。超音波プローブは被写体に超音波を射出して被写体からの反射波を検出して超音波信号を出力する。そして、画像処理部が超音波信号から超音波画像を形成し、表示部が超音波画像を表示する。表示部は超音波プローブに設置されている。そして、超音波プローブは表示部の平面と垂直な方向と同じ向きに超音波を射出する。これにより、表示部は反射波を検出する場所に位置している。そして、表示部には表示部と対向する場所の画像が表示される。従って、操作者が表示部を見るとき、操作者は被写体における超音波画像の位置を容易に認識することができる。また、超音波プローブは固定部を備え、固定部は超音波プローブと被写体との相対移動を抑制する。従って、表示部はブレが抑制された超音波画像を表示することができる。

20

【0009】

[適用例2]

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記超音波プローブは、超音波を射出し検出する超音波素子が配置された超音波素子アレイと、前記超音波素子アレイが射出する超音波を集束する柱状の音響レンズと、前記被写体と前記超音波素子アレイ及び前記音響レンズとが相対移動する移動方向を規制する移動規制部と、を備えることを特徴とする。

30

【0010】

本適用例によれば、超音波測定装置は超音波素子アレイ、音響レンズ及び移動規制部を備える。超音波素子アレイには超音波を射出し検出する超音波素子が配置されている。そして、超音波素子アレイは被写体に向けて超音波を射出する。射出された超音波を音響レンズが被写体の内部で集束させる。集束した超音波の一部は反射し音響レンズを通過して超音波素子アレイに到達する。そして、超音波素子が反射した超音波を検出する。移動規制部が被写体と超音波素子アレイ及び音響レンズとが相対移動する移動方向を規制する。超音波素子アレイ及び音響レンズにより超音波は射出方向及び音響レンズの長手方向を通る面に沿って進行する。そして、超音波素子アレイ及び音響レンズが規制された移動方向に移動することにより超音波プローブは超音波が通る面を移動させる。これにより、超音波素子アレイは被写体内部の3次元の各位置における反射波を検出することができる。

40

【0011】

[適用例3]

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記被写体の内部には目標物が位置し、前記超音波画像は前記目標物を示す目標物画像及び前記目標物に挿入される穿刺針を示す針画像を含み、前記超音波画像には前記目標物と前記穿刺針との相対位置に応じた所定の色が表示されていることを特徴とする。

【0012】

本適用例によれば、超音波画像は目標物画像及び針画像を含んでいる。被写体の内部には穿刺針を挿入する目標物が位置している。この目標物には血管や神経束が含まれている

50

。そして、操作者が目標物に穿刺針を挿入する。そして、超音波画像には目標物と穿刺針との相対位置に応じた所定の色が表示されている。その結果、操作者は超音波画像を見ることにより目標物に対する穿刺針の位置を容易に認識することができる。

【 0 0 1 3 】

[適用例 4]

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記目標物と前記穿刺針との相対位置に応じた所定の色が表示されている場所は前記針画像であることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

本適用例によれば、針画像には目標物と穿刺針との相対位置に応じた所定の色が表示されている。従って、操作者は針画像を見て目標物に対する穿刺針の相対位置を形状と色情報とを用いて容易に認識することができる。そして、操作者は視線を針画像に合わせるだけで良いので複数の場所に視線を合わせるときに比べて簡便に目標物に対する穿刺針の相対位置を認識することができる。

10

【 0 0 1 5 】

[適用例 5]

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記穿刺針が前記目標物の中心部を通過する前の部分と前記目標物の中心部を通過した部分とで前記針画像の色が異なることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本適用例によれば、穿刺針が目標物の中心部を通過する前の部分と目標物の中心部を通過した部分とで針画像の色が異なっている。従って、操作者は針画像の色を見ることにより穿刺針の先端が目標物の中心部を通過しているかいないかを容易に判断することができる。

20

【 0 0 1 7 】

[適用例 6]

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記穿刺針が前記目標物に挿入されていない部分と前記目標物に挿入された部分とで前記針画像の色が異なることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

本適用例によれば、穿刺針が目標物に挿入されていない部分と目標物に挿入された部分とで針画像の色が異なっている。従って、操作者は超音波画像の色を見ることにより穿刺針の先端が目標物に挿入されている部分を容易に判断することができる。

30

【 0 0 1 9 】

[適用例 7]

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記針画像は前記穿刺針を超音波の射出方向から見た画像であることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本適用例によれば、針画像は穿刺針を超音波の射出方向から見た画像である。穿刺針を所定の断面としたときには穿刺針の一部のみを示す画像となるので穿刺針の位置が分かり難い。一方、本適用例における針画像は穿刺針を超音波の射出方向から画像であるので、針画像は穿刺針の全体の形状を示す画像である。従って、操作者は目標物と穿刺針との相対位置を容易に認識することができる。

40

【 0 0 2 1 】

[適用例 8]

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記穿刺針を示す色は前記目標物の内部を示す色に比べて明度または彩度が高いことを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

本適用例によれば、穿刺針を示す色は目標物の内部を示す色に比べて明度または彩度が高い。従って、操作者は暗い色を背景にして明るい色の針画像を確認できる為、操作者は見易い画面で針画像を確認することができる。

【 0 0 2 3 】

50

〔適用例 9〕

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記超音波画像は前記穿刺針の先端を前記目標物の軸に近づける方向を案内するマーク画像を含むことを特徴とする。

【0024】

本適用例によれば、超音波画像は穿刺針の先端を目標物の軸に近づける方向を案内するマーク画像を含んでいる。従って、操作者はマーク画像を見ることにより、穿刺針の先端を目標物の軸に近づけることを容易にできる。

【0025】

〔適用例 10〕

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記マーク画像には前記目標物と前記穿刺針との相対位置に応じた所定の色が表示されていることを特徴とする。

10

【0026】

本適用例によれば、マーク画像には目標物と穿刺針との相対位置に応じた所定の色が表示されている。その結果、操作者はマーク画像を見ることにより目標物に対する穿刺針の位置を容易に認識することができる。

【0027】

〔適用例 11〕

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記目標物画像は前記目標物を前記目標物の軸と交差し超音波の射出方向を通る面で切断した画像を含み、前記針画像は前記穿刺針を前記目標物の軸方向からみた画像を含むことを特徴とする。

20

【0028】

本適用例によれば、目標物画像は目標物を目標物の軸と交差し超音波の射出方向を通る面で切断した画像を含んでいる。そして、針画像は穿刺針を目標物の軸方向からみた画像を含んでいる。目標物画像は目標物及び穿刺針を軸方向から見た図を含んでいる。従って、操作者は目標物及び穿刺針を軸方向から見たときの相対位置を確認できる。その結果、操作者は目標物に対する穿刺針の位置をさらに容易に認識することができる。

【0029】

〔適用例 12〕

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記目標物画像は前記目標物の軸を通り超音波の射出方向を通る面で切断した画像を含み、前記針画像は前記穿刺針を前記目標物の軸方向と交差し且つ超音波の射出方向と交差する方向からみた画像を含むことを特徴とする。

30

【0030】

本適用例によれば、目標物画像は目標物の軸を通り超音波の射出方向を通る面で切断した画像を含んでいる。そして、針画像は穿刺針を目標物の軸方向と交差し且つ超音波の射出方向と交差する方向からみた画像を含んでいる。目標物画像は目標物及び穿刺針を軸方向及び超音波の射出方向と交差する方向から見た図を含んでいる。従って、操作者は目標物及び穿刺針を軸方向及び超音波の射出方向と交差する方向から見たときの相対位置を確認できる。その結果、操作者は目標物に対する穿刺針の位置をさらに容易に認識することができる。

40

【0031】

〔適用例 13〕

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記超音波画像は前記被写体を超音波の射出方向と交差する面で切断した断面画像を含むことを特徴とする。

【0032】

本適用例によれば、超音波画像は被写体を超音波の射出方向と交差する面で切断した画像を含んでいる。そして、表示部には表示部の平面と垂直な方向で被写体を見た画像が表示される。操作者は超音波画像を見るとき、被写体における断面画像の位置を容易に認識することができる。

【0033】

50

〔適用例 1 4〕

上記適用例にかかる超音波測定装置において、前記目標物は棒状であり、前記超音波画像は前記目標物の軸を示す軸画像を含むことを特徴とする。

【0034】

本適用例によれば、超音波画像には目標物の軸を示す軸画像を含んでいる。操作者が目標物に穿刺針を挿入するとき、目標物の軸に沿って挿入する。目標物画像は軸画像を含んでいるので、操作者は軸画像をガイドにして穿刺針を目標物に挿入することができる。従って、操作者は容易に目標物の軸に沿って穿刺針を挿入することができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

10

【図1】超音波測定装置の構成を示す概略斜視図。

【図2】超音波プローブの構造を示す模式側断面。

【図3】超音波プローブの構造を示す模式側断面。

【図4】超音波測定装置の電気制御ブロック図。

【図5】穿刺針挿入方法のフローチャート。

【図6】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図7】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図8】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図9】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図10】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

20

【図11】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図12】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図13】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図14】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図15】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図16】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図17】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図18】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図19】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図20】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

30

【図21】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図22】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図23】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図24】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図25】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図26】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図27】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図28】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図29】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図30】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

40

【図31】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図32】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図33】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図34】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図35】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図36】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【図37】穿刺針挿入方法を説明するための模式図。

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下、実施形態について図面に従って説明する。尚、各図面における各部材は、各図面

50

上で認識可能な程度の大きさとするため、各部材毎に縮尺を異ならせて図示している。

【0037】

(実施形態)

本実施形態では、超音波測定装置と、この超音波測定装置を用いて血管に穿刺針を挿入する方法との特徴的な例について、図に従って説明する。実施形態にかかわる超音波測定装置について図1～図4に従って説明する。図1は、超音波測定装置の構成を示す概略斜視図である。図1に示すように、超音波測定装置1は超音波プローブ2及び制御装置3を備え、超音波プローブ2と制御装置3とは配線4により接続されている。

【0038】

超音波プローブ2は固定部としてのテーブル5により人体6の被写体としての腕6aに固定されている。テーブル5は超音波プローブ2と腕6aとの相対移動を抑制する。腕6aの内部には腕6aに沿って目標物としての血管7が存在している。血管7は棒状であり軸にそって伸びている。血管7が腕6aに沿って伸びる方向をY方向として、腕6aの表面から血管7に向かう方向をZ方向とする。そして、Y方向及びZ方向と直交する方向をX方向とする。

【0039】

操作者は注射器8の穿刺針8aを腕6aの血管7に向けて挿入する。尚、血管7は静脈でも動脈でも良い。そして、操作者は穿刺針8aを血管7に挿入し穿刺針8aの先端が血管7内に到達したところで、穿刺針8aの移動を停止する。この状態で操作者は血管7中に薬液を投入する。または、操作者は血管7中の血液を注射器8内に吸引する。

【0040】

超音波プローブ2は腕6a内の穿刺針8a及び血管7に向けて超音波を射出する。そして、穿刺針8a及び血管7にて反射した反射波を受信して電気信号に変換する。電気信号はデジタル信号に変換され、配線4を介して制御装置3に送信される。このデジタル信号が超音波信号に相当し、超音波プローブ2は超音波信号を出力する。制御装置3には表示部としての第1表示装置9が設置され、デジタル信号から形成された超音波画像が第1表示装置9に表示される。超音波画像は超音波の反射波を用いて検出された腕6aの内部の映像を示す。さらに、超音波プローブ2には表示部としての第2表示装置10が設置されている。そして、第2表示装置10にも超音波画像が表示される。

【0041】

制御装置3には回転ツマミ11やキーボード12等の入力装置13が設置されている。操作者は入力装置13を操作して超音波プローブ2が射出する超音波の進行方向や強度を調整する。そして、操作者は第1表示装置9及び第2表示装置10を見て血管7に対する穿刺針8aの先端の位置を確認し、穿刺針8aを血管7に向けて挿入する。操作者は穿刺針8aの先端が血管7内に入ったところで穿刺針8aの移動を停止する。次に、薬液の投入や血液の採取等を行う。

【0042】

操作は2人で行うのが好ましいが1人でも操作を行うことができる。1人で操作するとき、操作者は第2表示装置10を見て血管7と穿刺針8aとの相対位置を確認する。操作者は超音波プローブ2に近い場所から穿刺針8aを挿入するので、操作者の手元は超音波プローブ2に近い場所に位置する。従って、第2表示装置10と操作者の手元とを近づけることができるので、操作者は第2表示装置10と手元との確認を短い視線移動で行うことができる。その結果、操作者は第2表示装置10を見ながら穿刺針8aを操作できる為、容易に穿刺針8aの先端を血管7の軸に近づける操作をすることができる。

【0043】

図2及び図3は超音波プローブの構造を示す模式側断面である。図2は血管7の長手方向から見た図であり、図3は血管7の長手方向と直交する方向から見た図である。図2及び図3に示すように腕6aの中には血管7が位置し、血管7の中には血液7aが流動している。

【0044】

超音波プローブ 2 は有底角筒状の第 1 支持体 1 4 を備えている。第 1 支持体 1 4 の内部には Y 方向に移動する移動体 1 5 が設置されている。移動体 1 5 は基板 1 6 を備え、基板 1 6 の + Z 方向側の面には超音波素子アレイ 1 7 が設置されている。

【 0 0 4 5 】

基板 1 6 の + - X 方向側の両面には第 2 支持体 1 8 が設置されており、基板 1 6 は第 2 支持体 1 8 に挟まれて支持されている。+ X 方向側の第 2 支持体 1 8 には + X 方向側の面に Y 方向に延びる溝が設置されている。そして、第 1 支持体 1 4 の内側には - X 方向側の面に Y 方向に延びる溝が設置されている。そして、第 1 支持体 1 4 と第 2 支持体 1 8 との各溝の間には複数の球体 2 1 が設置されている。移動体 1 5 及び第 1 支持体 1 4 の - X 方向側は移動体 1 5 及び第 1 支持体 1 4 の + X 方向側と同様の構造になっている。そして、第 1 支持体 1 4、第 2 支持体 1 8 及び球体 2 1 により移動規制部としてのリニアガイド 2 2 が構成されている。リニアガイド 2 2 では球体 2 1 が転がるので移動時の摩擦抵抗が小さくなっている。リニアガイド 2 2 は移動体 1 5 の移動方向を規制する。換言すれば、リニアガイド 2 2 は腕 6 a と超音波素子アレイ 1 7 及び音響レンズ 2 4 が相対移動する移動方向を規制する。

10

【 0 0 4 6 】

超音波素子アレイ 1 7 ではシリコン基板上に振動板がマトリックス状に設置されている。そして、各振動板上に圧電素子が設置されている。圧電素子に交流波形を印加する。これにより、圧電素子が振動板を振動させて超音波 2 3 を射出する。主に振動板と圧電素子とで超音波素子が構成されている。射出された超音波 2 3 は腕 6 a の内部を進行し、血管 7 や穿刺針 8 a にて反射する。超音波素子アレイ 1 7 は超音波 2 3 の反射波を受信する。反射した超音波 2 3 の一部は振動板を振動させ、圧電素子を伸縮させる。これにより、圧電素子は反射波に対応した電圧信号を制御装置 3 に出力する。超音波素子アレイ 1 7 には超音波を射出し検出する超音波素子が配置されている。制御装置 3 は各圧電素子が出力した電圧信号を用いて超音波画像を形成する。

20

【 0 0 4 7 】

超音波素子アレイ 1 7 では 1 つの超音波素子が超音波の発信と受信との両方を行っても良い。また、超音波の発信特性の良い超音波素子と超音波の受信感度のより超音波素子とを配列しても良い。圧電素子の種類は特に限定されないが P Z T (ジルコン酸チタン酸鉛) 素子や P D V F (ポリフッ化ビニリデン) 素子等の圧電素子を用いることができる。本実施形態では圧電素子に P Z T 素子を用いている。

30

【 0 0 4 8 】

超音波素子アレイ 1 7 の腕 6 a 側には柱状の音響レンズ 2 4 が設置されている。音響レンズ 2 4 は超音波素子アレイ 1 7 が射出する超音波 2 3 を集束する。皮膚の表面にはジェル 2 5 が塗布され、音響レンズ 2 4 と腕 6 a との間にはジェル 2 5 が配置される。ジェル 2 5 は音響レンズ 2 4 と腕 6 a との間の音響インピーダンスを調整する。ジェル 2 5 により超音波 2 3 が音響レンズ 2 4 から腕 6 a へ入るときに反射され難くなる。これにより、超音波プローブ 2 は効率良く超音波 2 3 を腕 6 a の内部に射出できる。

【 0 0 4 9 】

超音波素子アレイ 1 7 が超音波 2 3 を射出する方向を射出方向 2 6 とする。射出方向 2 6 は Z 方向になっている。血管 7 の軸が延在する方向を目標物の軸方向としての血管軸方向 2 7 とする。血管軸方向 2 7 は移動体 1 5 が移動する方向と同じ方向であり Y 方向になっている。音響レンズ 2 4 は柱状レンズであり、円柱を円柱の軸と平行な面で切断した形状である。この円柱の軸が延在する方向をレンズ軸方向 2 8 とする。レンズ軸方向 2 8 は X 方向になっており、音響レンズ 2 4 の長手方向である。従って、音響レンズ 2 4 は射出方向 2 6 に進行する超音波 2 3 の Y 方向成分を集束させ、レンズ軸方向 2 8 の成分は集束せずに直進させる。

40

【 0 0 5 0 】

基板 1 6 の + Z 方向側の面には弾性を有するパッキン 2 9 が設置されている。パッキン 2 9 は超音波素子アレイ 1 7 を囲んで設置されている。移動体 1 5 が移動するときにはパ

50

ッキン 29 が腕 6 a の皮膚上を摺動する。皮膚と音響レンズ 24 との間にはジェル 25 が設置され、ジェル 25 もパッキン 29 に囲まれている。そして、移動体 15 が移動するときにはジェル 25 も移動体 15 と同行して移動する。このように、超音波素子アレイ 17 と音響レンズ 24 との間には常にジェル 25 が存在する。

【0051】

ジェル 25 により超音波素子アレイ 17 と音響レンズ 24 との間の音響インピーダンスの変化を小さくできる。その結果、超音波素子アレイ 17 と音響レンズ 24 との間で超音波 23 が反射することを抑制できる。

【0052】

基板 16 において - Z 方向側の面には永久磁石 30 a が設置されている。永久磁石 30 a は Y 方向に S 極と N 極とが交互に並んで微細なピッチで着磁されている。そして、第 1 支持体 14 において + Z 方向側の面には電磁石 30 b が設置されている。電磁石 30 b は Y 方向にコイルが並んで配置されている。そして、永久磁石 30 a と電磁石 30 b とによりリニアモーター 30 が構成されている。リニアモーター 30 ではコイルに流れる電流を切り替えることにより、S 極と N 極とを切り替える。そして、リニアモーター 30 は永久磁石 30 a と電磁石 30 b との間にローレンツ力を作用させて移動体 15 を移動させる。

【0053】

移動体 15 を直動させる機構は電磁式のリニアモーター 30 に限らない。リニアモーター 30 の他にも、圧電素子で駆動するリニア圧電モーター、振動で移動するリニア共振アクチュエーター等の各種移動機構を用いることができる。

【0054】

第 1 支持体 14 の - Z 方向側には回路基板 31 が設置されている。回路基板 31 にはリニアモーター 30 を駆動するモーター駆動回路 32 及び超音波素子アレイ 17 を駆動する振動子駆動回路 33 が実装されている。回路基板 31 は配線 4 により制御装置 3 と接続されている。第 1 支持体 14 の - Z 方向側には回路基板 31 を覆って筐体 34 が設置されている。筐体 34 により回路基板 31 が短絡したり汚れたりすることが防止されている。そして、筐体 34 の - Z 方向側には第 2 表示装置 10 が設置されている。

【0055】

超音波プローブ 2 は第 2 表示装置 10 の平面と垂直な方向と同じ向き超音波 23 を射出する。そして、第 2 表示装置 10 は反射波を検出する場所に位置している。第 2 表示装置 10 には第 2 表示装置 10 と対向する場所の画像が表示される。従って、操作者が第 2 表示装置 10 を見るとき、操作者は腕 6 a における超音波画像の位置を容易に認識することができる。

【0056】

図 2 に示すように、超音波素子アレイ 17 はレンズ軸方向 28 に長い形状になっている。そして、第 1 表示装置 9 に表示される超音波画像はレンズ軸方向 28 及び射出方向 26 を通る平面の画像を用いて形成される。

【0057】

図 3 に示すように、リニアモーター 30 は移動体 15 を血管軸方向 27 に移動させる。換言すれば、リニアモーター 30 は音響レンズ 24 及び超音波素子アレイ 17 と腕 6 a とを相対移動させる。これにより、血管軸方向 27 において超音波素子アレイ 17 が移動する範囲の腕 6 a に超音波を射出して反射波を検出することができる。そして、穿刺針 8 a が超音波素子アレイ 17 の射出方向 26 に位置するとき、穿刺針 8 a 及び血管 7 で反射した超音波 23 の反射波の一部が超音波素子アレイ 17 に入力する。そして、超音波素子が反射した超音波 23 を検出する。

【0058】

リニアガイド 22 が腕 6 a と超音波素子アレイ 17 及び音響レンズ 24 とが相対移動する移動方向を規制する。超音波素子アレイ 17 及び音響レンズ 24 により超音波 23 は射出方向 26 及びレンズ軸方向 28 を通る面に沿って移動する。そして、超音波素子アレイ 17 及び音響レンズ 24 がリニアガイド 22 が移動方向を規制する血管軸方向 27 へ

10

20

30

40

50

移動することにより超音波プローブ 2 は超音波 2 3 が通る面を移動する。これにより、超音波素子アレイ 1 7 は腕 6 a の 3 次元の各位置における反射波を検出することができる。

【 0 0 5 9 】

図 4 は超音波測定装置の電気制御ブロック図である。図 4 において、超音波測定装置 1 は超音波測定装置 1 の動作を制御する制御装置 3 を備えている。そして、制御装置 3 はプロセッサとして各種の演算処理を行う CPU 3 5 (中央演算処理装置)と、各種情報を記憶するメモリ 3 6 とを備えている。振動子駆動回路 3 3、モーター駆動回路 3 2、第 2 表示装置 1 0、入力装置 1 3 及び第 1 表示装置 9 は入出力インターフェイス 3 7 及びデータバス 3 8 を介して CPU 3 5 に接続されている。

【 0 0 6 0 】

振動子駆動回路 3 3 は超音波素子アレイ 1 7 を駆動する装置である。振動子駆動回路 3 3 は CPU 3 5 から指示信号を入力する。超音波素子アレイ 1 7 には振動子が設置されている。そして、振動子駆動回路 3 3 は所定の場所の振動子を順次振動させる。振動子が振動した場所では超音波 2 3 が射出される。射出された超音波 2 3 は血管 7 や穿刺針 8 a にて反射して一部の超音波 2 3 が超音波素子アレイ 1 7 に到達する。超音波素子アレイ 1 7 では受信した超音波 2 3 により振動子が振動して電圧信号を振動子駆動回路 3 3 に出力する。振動子駆動回路 3 3 は電圧信号を入力してデジタル信号に変換した超音波信号を CPU 3 5 に出力する。

【 0 0 6 1 】

モーター駆動回路 3 2 はリニアモーター 3 0 及びリニアエンコーダー 4 1 を駆動する装置である。第 1 支持体 1 4 にはリニアエンコーダー 4 1 が設置されており、リニアエンコーダー 4 1 は移動体 1 5 の位置を検出する。モーター駆動回路 3 2 は CPU 3 5 から指示信号を入力する。そして、リニアエンコーダー 4 1 を用いて移動体 1 5 の位置及び移動速度を検出する。そして、指示信号に示される位置に移動体 1 5 が位置するようにモーター駆動回路 3 2 がリニアモーター 3 0 を駆動する。

【 0 0 6 2 】

入力装置 1 3 には回転ツマミ 1 1 やキーボード 1 2 の他、外部コンピューターと有線及び無線の通信を行う装置が含まれる。これらの入力装置 1 3 により CPU 3 5 及びメモリ 3 6 に各種のデータが入力される。操作者は入力装置 1 3 を操作して測定条件を入力する。

【 0 0 6 3 】

第 1 表示装置 9 及び第 2 表示装置 1 0 は LCD (Liquid Crystal Display) や OLED (Organic light-emitting diode) 等の表示装置である。第 1 表示装置 9 及び第 2 表示装置 1 0 は測定条件や測定結果である超音波画像を表示する。

【 0 0 6 4 】

超音波プローブ 2 には振動子駆動回路 3 3、超音波素子アレイ 1 7、モーター駆動回路 3 2、リニアモーター 3 0 及び第 2 表示装置 1 0 等が設置されている。そして、超音波プローブ 2 は腕 6 a に超音波 2 3 を射出して腕 6 a からの反射波を検出して超音波信号を出力する。

【 0 0 6 5 】

メモリ 3 6 は、RAM、ROM 等といった半導体メモリーや、ハードディスク、DVD-ROM といった外部記憶装置を含む概念である。機能的には、超音波測定装置 1 の動作の制御手順が記述されたプログラムソフト 4 2 を記憶する記憶領域や、超音波素子アレイ 1 7 が検出した超音波データ 4 3 を記憶するための記憶領域が設定される。他にも、超音波データ 4 3 を用いて形成した超音波画像のデータである超音波画像データ 4 4 を記憶するための記憶領域が設定される。他にも、リニアモーター 3 0 を駆動する条件のデータであるモーター駆動データ 4 5 を記憶するための記憶領域が設定される。他にも、CPU 3 5 のためのワークエリアやテンポラリーファイル等として機能する記憶領域やその他各種の記憶領域が設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

C P U 3 5 は、メモリー 3 6 内に記憶されたプログラムソフト 4 2 に従って、腕 6 a に超音波 2 3 を射出して反射波を検出し超音波画像を生成し表示するものである。具体的な機能実現部として C P U 3 5 は超音波受発信制御部 4 8 を有する。超音波受発信制御部 4 8 は振動子駆動回路 3 3 に超音波素子アレイ 1 7 を駆動させて超音波 2 3 の反射波のデータを取得する制御を行う。

【 0 0 6 7 】

他にも、C P U 3 5 は移動制御部 4 9 を有する。移動制御部 4 9 はリニアエンコーダー 4 1 が検出する移動体 1 5 の位置データを入力する。そして、移動制御部 4 9 は移動体 1 5 を所定の速度で移動させる制御を行う。そして、移動制御部 4 9 は超音波受発信制御部 4 8 と連携して措定の範囲内の超音波データ 4 3 を取得する。

10

【 0 0 6 8 】

他にも、C P U 3 5 は画像処理部 5 0 を有する。画像処理部 5 0 は振動子駆動回路 3 3 が出力する反射波の電気信号をデジタルデータに変換した超音波信号を入力する。そして、反射波の超音波信号から超音波画像を形成する。つまり、超音波プローブ 2 が出力する超音波信号から超音波画像を形成する。他にも、C P U 3 5 は案内方向演算部 5 1 を有する。案内方向演算部 5 1 は血管 7 の軸と穿刺針 8 a の先端位置を認識する。そして、穿刺針 8 a の先端位置を血管 7 の軸に近づける方向を演算する。尚、本実施形態では、上記の各機能が C P U 3 5 を用いてプログラムソフトで実現することとしたが、上記の各機能が C P U 3 5 を用いない単独の電子回路（ハードウェア）によって実現できる場合には、そのような電子回路を用いることも可能である。

20

【 0 0 6 9 】

次に上述した超音波測定装置 1 を用いて血管 7 まで穿刺針 8 a を挿入する穿刺針挿入方法について図 5 ~ 図 3 7 にて説明する。図 5 は、穿刺針挿入方法のフローチャートである。

【 0 0 7 0 】

図 5 のフローチャートにおいて、ステップ S 1 とステップ S 2 ~ S 5 とは並行して行われる。ステップ S 1 は針挿入工程に相当する。この工程では、操作者が腕 6 a に穿刺針 8 a を挿入する工程である。このとき、操作者は第 1 表示装置 9 及び第 2 表示装置 1 0 に表示される超音波画像を見ながら穿刺針 8 a を挿入する。

30

【 0 0 7 1 】

ステップ S 2 は画像取得工程である。この工程は超音波画像を取得する工程である。まず、超音波受発信制御部 4 8 が振動子駆動回路 3 3 に超音波素子アレイ 1 7 を駆動させて腕 6 a の内部に向けて超音波 2 3 を射出させる。超音波 2 3 の一部は血管 7 や穿刺針 8 a 等で反射する。反射した超音波 2 3 の一部は超音波素子アレイ 1 7 に到達する。超音波素子アレイ 1 7 では到達した超音波 2 3 により振動子が振動して超音波 2 3 の強度に比例する電圧信号を振動子駆動回路 3 3 に出力する。振動子駆動回路 3 3 は超音波 2 3 の強度に比例する電圧信号をデジタルデータに変換した超音波信号を含む超音波データ 4 3 をメモリー 3 6 に記憶する。ステップ S 3 は画像処理工程である。この工程では画像処理部 5 0 が超音波データ 4 3 をメモリー 3 6 から入力する。画像処理部 5 0 は超音波データ 4 3 を合成し、合成した超音波画像のデータである超音波画像データ 4 4 をメモリー 3 6 に記憶する。次にステップ S 4 に移行する。

40

【 0 0 7 2 】

ステップ S 4 は表示工程である。この工程は、第 1 表示装置 9 及び第 2 表示装置 1 0 が超音波画像データ 4 4 を表示する工程である。次にステップ S 5 に移行する。ステップ S 5 は終了判定工程である。この工程は、穿刺針 8 a の超音波画像の表示を終了するか否かを工程である。この工程では、操作者が第 1 表示装置 9 及び第 2 表示装置 1 0 に表示された超音波画像を確認する。穿刺針 8 a の先端部が血管 7 の中央に到達されていないとき、操作者は穿刺針 8 a の超音波画像の表示を終了しない判断をする。そして、次にステップ S 2 に移行する。穿刺針 8 a が血管 7 に到達して穿刺針 8 a の先端部が血管 7 の中央に挿

50

入されたとき、操作者は穿刺針 8 a の表示を終了する判断をする。そして、血管 7 に穿刺針 8 a を挿入する工程を終了する。尚、フローチャートには記載していないが、血管 7 に穿刺針 8 a を挿入する工程の後で薬液を注入する工程や血液を吸引する工程等を行っても良い。

【 0 0 7 3 】

図 6 ~ 図 3 7 は穿刺針挿入方法を説明するための模式図である。次に、図 6 ~ 図 3 7 を用いて、図 5 に示したステップ S 1 ~ S 5 と対応させて、穿刺針挿入方法を詳細に説明する。図 6 及び図 7 はステップ S 1 の針挿入工程及びステップ S 2 の画像取得工程に対応する図である。図 6 に示すように、ステップ S 1 において、操作者が腕 6 a に穿刺針 8 a を挿入し血管 7 に向けて針先を進行させる。超音波プローブ 2 の第 2 表示装置 1 0 には超音波画像が表示されている。超音波画像には血管 7 及び穿刺針 8 a を示す画像が表示されているので、操作者は超音波画像を見ながら穿刺針 8 a を挿入する。

10

【 0 0 7 4 】

ステップ S 2 において、超音波プローブ 2 が超音波データ 4 3 を取得する。超音波受信制御部 4 8 が振動子駆動回路 3 3 に超音波 2 3 を射出する指示信号を出す。振動子駆動回路 3 3 は指示信号を受けて超音波素子アレイ 1 7 を駆動する。これにより、超音波素子アレイ 1 7 は腕 6 a の内部に向けて超音波 2 3 を射出する。超音波 2 3 の一部は血管 7 や穿刺針 8 a 等で反射する。反射した超音波 2 3 の一部は超音波素子アレイ 1 7 に到達する。超音波素子アレイ 1 7 では到達した超音波 2 3 により振動子が振動して超音波 2 3 の強度に比例する電圧の信号を振動子駆動回路 3 3 に出力する。振動子駆動回路 3 3 は超音波 2 3 の強度に比例する電圧信号をデジタルデータに変換した超音波信号等の超音波データ 4 3 をメモリー 3 6 に記憶する。

20

【 0 0 7 5 】

超音波データ 4 3 の取得と並行して制御装置 3 は移動体 1 5 を移動させる。移動体 1 5 の移動形態は特に限定されないが、本実施形態では、例えば、移動体 1 5 が血管軸方向 2 7 に + Y 方向側の端から - Y 方向側の端まで 1 ステップずつ移動する。そして、移動体 1 5 が - Y 方向側の端まで到達したとき、移動制御部 4 9 は移動体 1 5 を + Y 方向側の端に高速移動させる。

【 0 0 7 6 】

超音波データ 4 3 がメモリー 3 6 に記憶された時、移動制御部 4 9 はモーター駆動回路 3 2 にリニアモーター 3 0 を駆動させる指示信号を出す。モーター駆動回路 3 2 は指示信号を受けてリニアモーター 3 0 を 1 ステップのみ駆動させる。そして、移動体 1 5 が 1 ステップ移動した時、超音波受信制御部 4 8 が振動子駆動回路 3 3 に超音波信号を取得する指示信号を出す。このように、超音波素子アレイ 1 7 及び振動子駆動回路 3 3 が超音波データ 4 3 を取得してメモリー 3 6 に記憶する工程と移動体 1 5 が 1 ステップ移動する工程とが交互に行なわれる。

30

【 0 0 7 7 】

その結果、図 7 に示すように、血管 7、穿刺針 8 a を含む 3 次元の腕 6 a の構造を示す超音波データ 4 3 がメモリー 3 6 に記憶される。超音波データ 4 3 はデータの集合体である。図 7 は 3 次元の超音波データ 4 3 が示す腕 6 a の内部構造を斜視図で表現した図である。超音波データ 4 3 は X Y Z の各座標における超音波 2 3 の反射強度を示すデータである。血管 7 は筒状であり、血管 7 の超音波データ 4 3 は外周面及び内周面を認識可能である。穿刺針 8 a の超音波データ 4 3 は穿刺針 8 a の外周面及び先端を認識可能である。

40

【 0 0 7 8 】

図 8 ~ 図 3 7 はステップ S 3 の画像処理工程に対応する図である。図 8 に示すように、ステップ S 3 において、画像処理部 5 0 は + Y 方向側の端における第 1 画面 5 2 を超音波データ 4 3 から形成する。第 1 画面 5 2 は血管 7 及び注射器 8 を Y 方向側から見た画像であり B モードと称される。第 1 画面 5 2 には血管 7 の画像である目標物画像としての血管画像 5 3 及び穿刺針 8 a の画像である針画像 5 4 が含まれている。画像処理部 5 0 は血管画像 5 3 の重心 5 3 a の座標を演算する。次に、重心 5 3 a を通り X 方向に延びる第 1 仮

50

想線 5 3 b を設定する。さらに、画像処理部 5 0 は - Y 方向側の端における第 2 画面を超音波データ 4 3 から形成する。第 2 画面には血管 7 の画像である血管画像 5 3 が含まれている。画像処理部 5 0 は第 2 画面における血管画像 5 3 の重心の座標を演算する。次に、第 2 画面における重心 5 3 a を通り X 方向に延びる仮想線を設定する。

【 0 0 7 9 】

画像処理部 5 0 は第 1 画面 5 2 における第 1 仮想線 5 3 b と第 2 画面における仮想線とを通り - Z 方向側を向く第 1 仮想平面を設置する。次に、図 9 に示すように、画像処理部 5 0 はこの第 1 仮想平面を - Z 方向側から見た第 3 画面 5 5 を演算する。第 3 画面 5 5 には血管画像 5 3 が表示される。さらに、血管画像 5 3 には血管 7 の外壁を示す外壁画像 5 3 c が表示される。さらに、血管画像 5 3 には血管 7 の内壁を示す内壁画像 5 3 d が表示される。第 3 画面 5 5 における血管画像 5 3 は血管 7 の軸を通り血管 7 を射出方向 2 6 と交差する面で切断した画像になっている。

【 0 0 8 0 】

次に、図 1 0 に示すように、画像処理部 5 0 は第 3 画面 5 5 に 2 値化等の減色処理を施して各領域を所定の色で表示した第 4 画面 5 6 を演算する。各領域における所定の色の設定は特に限定されない。本実施形態では、例えば、外壁画像 5 3 c と内壁画像 5 3 d との間の血管壁画像 5 7 を白色にして、一对の血管壁画像 5 7 に挟まれた血管内部画像 5 8 を黒色にした。そして、血管壁画像 5 7 の図中左右に位置する一般組織を示す組織画像 6 1 を灰色にした。灰色は白色と黒色とを交互にマトリックス状に配置することにより実現している。灰色の明度は白色と黒色の面積比を変えることで調整する。従って、第 4 画面 5 6 は白色画素と黒色画素とで構成されている。この方式にすることにより、灰色部分の色データ表示に必要な記憶容量を小さくすることができる。

【 0 0 8 1 】

次に、図 1 1 に示すように、画像処理部 5 0 は血管 7 の軸を示す軸画像 6 2 を演算し、第 4 画面 5 6 と軸画像 6 2 とを合成した第 5 画面 6 3 を演算する。画像処理部 5 0 は一对の血管壁画像 5 7 の中線を演算し、この中線を軸画像 6 2 とする。軸画像 6 2 の色は特に限定されないが本実施形態では、例えば、青色に設定した。血管内部画像 5 8 は黒色であり、軸画像 6 2 は背景を黒色にして青色の線なので、明確に認識することができる。そして、血管壁画像 5 7 及び血管内部画像 5 8 により目標物画像としての血管画像 6 4 が形成され、血管画像 6 4 は血管 7 の軸を示す軸画像 6 2 を含んでいる。そして、血管画像 6 4 は第 3 画面 5 5 における血管画像 5 3 と同様に血管 7 の軸を通り血管 7 を射出方向 2 6 と交差する面で切断した画像になっている。ステップ S 4 では第 5 画面 6 3 が第 1 表示装置 9 及び第 2 表示装置 1 0 に表示される。

【 0 0 8 2 】

図 1 2 に示す第 6 画面 6 5 は画像処理部 5 0 が 3 次元の超音波データ 4 3 から演算した図であり、 - Z 方向側から超音波画像を見た図である。つまり、血管 7 及び穿刺針 8 a を射出方向 2 6 から見た画像になっている。第 6 画面 6 5 は血管 7 及び穿刺針 8 a を X Y 平面に投影した図である。第 6 画面 6 5 には血管画像 5 3 に加えて線状の針画像 5 4 が表示されている。画像処理部 5 0 は第 6 画面 6 5 から針画像 5 4 を抽出する。針画像 5 4 を抽出する方法は特に限定されないが、第 6 画面 6 5 と第 3 画面 5 5 との差分を演算して算出することができる。針画像 5 4 は白から黒にかけて階調を有する画像であり、白黒の中間の灰色の画像である。

【 0 0 8 3 】

次に、図 1 3 に示すように、画像処理部 5 0 は針画像 5 4 を減色して白色にする。白色にした針画像 5 4 を針画像としての減色針画像 6 6 とする。画像処理部 5 0 は抽出して減色した減色針画像 6 6 と第 5 画面 6 3 とを合成した超音波画像としての第 7 画面 6 7 を演算する。第 7 画面 6 7 には軸画像 6 2 と減色針画像 6 6 とが表示されている。第 7 画面 6 7 における血管画像 6 4 は血管 7 の軸を通り血管 7 を射出方向 2 6 と交差する面で切断した画像になっている。血管画像 6 4 は血管 7 の軸を示す軸画像 6 2 を含んでいる。第 7 画面 6 7 は第 2 表示装置 1 0 に表示される画面であり、第 1 表示装置 9 に表示される画面の

1つである。操作者は第7画面67を見ることにより、容易に穿刺針8aの針先を血管7の軸に接近させることができる。

【0084】

図14に示す第8画面68は血管7及び注射器8をX方向側から見た画像でありBモードと称される。第8画面68には血管7の画像である血管画像53及び穿刺針8aの画像である針画像54が含まれている。画像処理部50は針画像54の先端のY方向の位置を演算する。詳しくは、第8画面68における+Y方向側の端から針画像54の先端までの長さ68aを演算する。

【0085】

次に、図15に示すように、画像処理部50は+Y方向側の端からの長さ68aのXZ平面の画像に2値化等の減色処理を施して各領域を所定の色で表示した超音波画像としての第9画面69を演算する。各領域の色は第4画面56や第7画面67と同じであり、減色針画像66は白色にしている。第9画面69には血管壁画像57及び血管内部画像58からなる血管画像64が表示されている。血管内部画像58は略円形であり、血管壁画像57は環状に表示される。さらに、減色針画像66及び組織画像61が表示されている。第9画面69では血管画像64は血管7を血管7の軸と交差し超音波23の射出方向26を通る面で切断した画像になっている。そして、減色針画像66は穿刺針8aの先端を血管7の軸方向からみた画像になっている。第9画面69は第1表示装置9に表示される画面の1つである。第9画面69により操作者は血管7及び穿刺針8aを血管7の軸方向から見たときの相対位置を確認できる。その結果、操作者は血管7に対する穿刺針8aの位置をさらに容易に認識することができる。

【0086】

図8に示す第1画面52において血管の重心53aを通りZ方向に延びる第2仮想線53eを設定する。さらに、画像処理部50は-Y方向側の端における第2画面における血管画像53の重心の座標を演算する。次に、第2画面における重心53aを通りZ方向に延びる第2仮想線を設定する。画像処理部50は第1画面52における第2仮想線53eと第2画面における第2仮想線とを通りX方向側を向く第2仮想平面を設置する。次に、図16に示すように、画像処理部50はこの第2仮想平面をX方向側から見た第10画面70を演算する。第10画面70には血管画像53が表示される。さらに、血管画像53には血管7の外壁を示す外壁画像53cが表示される。さらに、血管画像53には血管7の内壁を示す内壁画像53dが表示される。第10画面70における血管画像53は血管7の軸を通り血管7を射出方向26を通る面で切断した画像になっている。

【0087】

次に、図17に示すように、画像処理部50は第10画面70に2値化等の減色処理を施して各領域を所定の色で表示した第11画面71を演算する。各領域の色の設定は第4画面56、第7画面67及び第9画面69と同じ設定になっている。第11画面71には血管壁画像57及び血管内部画像58からなる血管画像64が表示されている。

【0088】

図18に示す第12画面72は画像処理部50が3次元の超音波データ43から演算した図であり、+X方向側から腕6aの内部を見た図である。つまり、血管7及び穿刺針8aを射出方向26及び血管軸方向27と直交する方向から見た画像になっている。第12画面72は血管7及び穿刺針8aをYZ平面に投影した図である。第12画面72には血管画像53に加えて線状の針画像54が表示されている。画像処理部50は第12画面72から針画像54を抽出する。針画像54を抽出する方法は特に限定されないが、第12画面72と第10画面70との差分を演算して算出することができる。

【0089】

次に、図19に示すように、画像処理部50は針画像54を抽出し白色にした減色針画像66を演算する。画像処理部50は白色にした減色針画像66と第11画面71とを合成した超音波画像としての第13画面73を演算する。第13画面73には血管画像64と減色針画像66とが表示されている。血管画像64は血管7の軸を通り射出方向26を

通る面で切断した画像になっている。減色針画像 66 は穿刺針 8a を血管 7 の軸方向と交差し且つ射出方向 26 と交差する方向からみた画像になっている。第 13 画面 73 は第 1 表示装置 9 に表示される画面の 1 つである。操作者は第 13 画面 73 を見ることにより、血管 7 及び穿刺針 8a を血管 7 の軸方向及び射出方向 26 と交差する方向から見たときの相対位置を確認できる。その結果、操作者は血管 7 に対する穿刺針 8a の位置をさらに容易に認識することができる。

【0090】

図 20 及び図 21 は減色針画像 66 の色を説明するための模式図である。図 20 は血管 7 を Y 方向側から見た図であり、図 21 は血管 7 を X 方向側から見た図である。図 20 及び図 21 に示すように、画像処理部 50 は減色針画像 66 の色を一旦白色にした後で色をつけて表示する。色のパターンは特に限定されない。本実施形態では、例えば、減色針画像 66 には第 1 色 74 から第 8 色 83 の 8 つの色の幾つかが表示される。減色針画像 66 の色は穿刺針 8a が通過する領域で別れている。その領域は組織画像 61、血管壁画像 57 及び血管内部画像 58 が示す領域である。

10

【0091】

血管内部画像 58 が示す領域はさらに血管内中央部 58a、血管内外周部 58b 及び血管内最外周部 58c の 3 つに分かれている。血管内中央部 58a は血管内部画像 58 の中心からの距離が半径の 50% 未満の領域である。血管内外周部 58b は血管内部画像 58 の中心からの距離が半径の 50% 以上 90% 未満の領域である。血管内最外周部 58c は血管内部画像 58 の中心からの距離が半径の 90% 以上 100% 以下の領域である。

20

【0092】

穿刺針 8a が血管 7 に到達しないとき、減色針画像 66 は第 1 色 74 である白色に表示される。背景である組織画像 61 は灰色であり、減色針画像 66 が識別可能になっている。血管壁画像 57 の場所では減色針画像 66 は第 2 色 75 である青色に表示される。背景である血管壁画像 57 は白色であり、減色針画像 66 が識別可能になっている。穿刺針 8a が血管 7 に挿入されていない部分と血管 7 に挿入された部分とで減色針画像 66 の色が異なっている。操作者は減色針画像 66 の色を見ることにより穿刺針 8a の先端が血管 7 に挿入されている部分を容易に判断することができる。

【0093】

穿刺針 8a が血管 7 の中心に至っていないときに血管内最外周部 58c 及び血管内外周部 58b の場所では減色針画像 66 は第 3 色 76 である水色に表示される。血管内中央部 58a の場所では減色針画像 66 は第 4 色 77 である緑色に表示される。減色針画像 66 が血管内中央部 58a を通過したときの血管内外周部 58b の場所では減色針画像 66 は第 5 色 78 である黄緑色に表示される。さらに、減色針画像 66 が血管内中央部 58a を通過したときの血管内最外周部 58c の場所では減色針画像 66 は第 6 色 81 である黄色に表示される。背景である血管内部画像 58 は黒色であり、第 3 色 76、第 4 色 77、第 5 色 78 及び第 6 色 81 の減色針画像 66 は識別可能になっている。

30

【0094】

さらに、減色針画像 66 が血管内中央部 58a を通過したときの血管壁画像 57 の場所では減色針画像 66 は第 7 色 82 である橙色に表示される。さらに、減色針画像 66 が血管内中央部 58a 側から血管壁画像 57 を突き抜けて組織画像 61 に到達した場所では減色針画像 66 が第 8 色 83 である赤色に表示される。第 5 色 78 から第 8 色 83 にかけて段階的に目立つ色に設定されている。そして、減色針画像 66 の色を寒色系から暖色系に切り替えている。

40

【0095】

第 1 色 74 ~ 第 8 色 83 は 256 色の 8 ビットカラーに含まれる色から選択するのが好ましい。色を RGB (Red, Green, Blue) で合成するとき、R と G 成分に 3 ビットの 8 階調を割り当てて、B 成分に 2 ビットの 4 階調を割りあてる。この方式では色データを記憶するためのデータ量を小さくすることができる。

【0096】

50

図 2 2 は減色針画像 6 6 が血管画像 6 4 に入る前から血管内部画像 5 8 を抜けるまでの減色針画像 6 6 の色の形態を示している。図 2 2 に示すように、第 1 針画像 6 6 a は血管画像 6 4 に到達していないので、第 1 針画像 6 6 a は第 1 色 7 4 で表示されている。第 2 針画像 6 6 b は先端が血管壁画像 5 7 に到達しているので、第 2 針画像 6 6 b は先端が第 2 色 7 5 で表示されている。第 3 針画像 6 6 c は先端が血管内外周部 5 8 b に到達しているので、第 3 針画像 6 6 c は先端が第 3 色 7 6 で表示されている。そして、第 3 針画像 6 6 c は第 1 色 7 4、第 2 色 7 5 及び第 3 色 7 6 が縞状に表示されている。

【 0 0 9 7 】

第 4 針画像 6 6 d は先端が血管内中央部 5 8 a に到達しているので、第 4 針画像 6 6 d は先端が第 4 色 7 7 で表示されている。操作者は減色針画像 6 6 の先端が第 4 色 7 7 を維持するように注射器 8 を操作する。第 5 針画像 6 6 e は先端が血管内外周部 5 8 b に到達しているので、第 5 針画像 6 6 e は先端が第 5 色 7 8 で表示されている。第 6 針画像 6 6 f は先端が血管壁画像 5 7 に到達しているので、第 6 針画像 6 6 f は先端が第 7 色 8 2 で表示されている。図 2 1 に示すように、減色針画像 6 6 の先端が血管壁画像 5 7 を突き抜けるとき、減色針画像 6 6 は先端が第 8 色 8 3 で表示される。そして、減色針画像 6 6 の色は血管画像 6 4 の各領域に対応した色で表示されている。

【 0 0 9 8 】

減色針画像 6 6 への色の表示は第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 の各画面にて行われる。このように、減色針画像 6 6 には血管 7 と穿刺針 8 a との相対位置に応じた所定の色が表示される。操作者は減色針画像 6 6 を見ることにより血管 7 に対する穿刺針 8 a の位置を容易に認識することができる。そして、操作者は視線を減色針画像 6 6 に合わせるだけで良いので複数の場所に視線を合わせるときに比べて簡便に血管 7 に対する穿刺針 8 a の相対位置を認識することができる。

【 0 0 9 9 】

また、穿刺針 8 a が血管 7 に挿入されていない部分と血管 7 に挿入された部分とで減色針画像 6 6 の色が異なっている。操作者は減色針画像 6 6 の色を見ることにより穿刺針 8 a の先端が血管 7 に挿入されている部分を容易に判断することができる。

【 0 1 0 0 】

そして、穿刺針 8 a が血管 7 の中心部を通過する前の部分と血管 7 の中心部を通過した部分とで減色針画像 6 6 の色が異なっている。穿刺針 8 a が血管 7 の中心部を通過する前の部分では減色針画像 6 6 の色が第 1 色 7 4、第 2 色 7 5、第 3 色 7 6 と切り替わる。穿刺針 8 a が血管 7 の中心部を通過した部分では減色針画像 6 6 の色が第 5 色 7 8、第 6 色 8 1、第 7 色 8 2、第 8 色 8 3 と切り替わる。操作者は減色針画像 6 6 を見ることにより穿刺針 8 a の先端が血管 7 の中心部を通過しているかいないかを容易に判断することができる。

【 0 1 0 1 】

血管内部画像 5 8 における減色針画像 6 6 の色は第 3 色 7 6 ~ 第 6 色 8 1 であり、血管内部画像 5 8 の色は黒色である。従って、血管内部画像 5 8 の色に比べて減色針画像 6 6 の色は明度または彩度が高いので、減色針画像 6 6 が血管内部画像 5 8 内にあるか否かを容易に判断することができる。

【 0 1 0 2 】

図 2 3 ~ 図 3 7 は案内マークを説明するための模式図である。図 2 3 ~ 図 2 5 は減色針画像 6 6 の先端が血管内中央部 5 8 a に至らず血管内外周部 5 8 b に位置するときの図であり、図 2 3 は第 7 画面 6 7、図 2 4 は第 9 画面 6 9、図 2 5 は第 1 3 画面 7 3 を示している。第 1 表示装置 9 には第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 が表示され、第 2 表示装置 1 0 には第 7 画面 6 7 が表示される。第 1 表示装置 9 の第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 を参照するとき、血管画像 6 4 と減色針画像 6 6 との相対位置が分かり易いので、操作者は血管 7 と穿刺針 8 a との相対位置を容易に把握することができる。

【 0 1 0 3 】

図 2 3 に示すように、第 7 画面 6 7 では減色針画像 6 6 の先端が軸画像 6 2 の近くに位置している。そして、第 7 画面 6 7 にはマーク画像としての案内マーク 8 4 が表示されている。案内マーク 8 4 は穿刺針 8 a の先端を血管 7 の軸に近づける方向を案内する。操作者は案内マーク 8 4 を見ることで、穿刺針 8 a の先端を血管 7 の軸に近づけることを容易に行うことができる。

【 0 1 0 4 】

図中案内マーク 8 4 は下側を示す矢印になっている。下側を示す矢印は穿刺針 8 a の先端を深い方に移動する案内を示している。つまり + Z 方向を示している。案内マーク 8 4 が図中右側を示す矢印のとき、案内マーク 8 4 は + X 方向に穿刺針 8 a の先端を移動する案内を示している。案内マーク 8 4 が図中左側を示す矢印のとき、案内マーク 8 4 は - X 方向に穿刺針 8 a の先端を移動する案内を示している。案内マーク 8 4 が左右を示さないとき、案内マーク 8 4 は穿刺針 8 a の先端を X 方向に移動しない事を示している。

10

【 0 1 0 5 】

減色針画像 6 6 の先端の位置は軸画像 6 2 に接近している。また、図 2 4 に示すように、減色針画像 6 6 は血管内部画像 5 8 の X 方向の中心線である第 1 中心線 5 8 d 上にある。このとき、案内方向演算部 5 1 は穿刺針 8 a を X 方向に動かさない案内を表示する判断をする。そして、図 2 3 に示すように、案内マーク 8 4 には左右を示す矢印が表示されない。

【 0 1 0 6 】

そして、案内マーク 8 4 の色は第 3 色 7 6 になっている。案内マーク 8 4 の色は減色針画像 6 6 の先端の色と同じ色になっている。第 7 画面 6 7 及び第 1 3 画面 7 3 では減色針画像 6 6 の色が第 1 色 7 4、第 2 色 7 5 及び第 3 色 7 6 がこの順に縞状に配置されている。そして、第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 では減色針画像 6 6 の先端の色が第 3 色 7 6 になっている。

20

【 0 1 0 7 】

図 2 4 に示すように、減色針画像 6 6 は血管内部画像 5 8 の Z 方向の中心線である第 2 中心線 5 8 e より - Z 方向側にある。このとき、案内方向演算部 5 1 は穿刺針 8 a を + Z 方向に動かす案内を表示する判断をする。そして、図 2 3 に示すように、案内マーク 8 4 には図中下側を示す矢印が表示される。操作者は第 2 表示装置 1 0 に表示された第 7 画面 6 7 で案内マーク 8 4 を確認する。案内マーク 8 4 と注射器 8 とは近い場所に配置されているので、操作者は短い視点移動で穿刺針 8 a を移動する方向を確認することができる。

30

【 0 1 0 8 】

図 2 5 に示すように、第 1 3 画面 7 3 では血管画像 6 4 と減色針画像 6 6 との Z 方向の相対位置が容易に把握することができる。従って、操作者は穿刺針 8 a の先端をどの程度 + Z 方向側に移動するのがよいのか容易に把握することができる。

【 0 1 0 9 】

図 2 6 ~ 図 2 8 は減色針画像 6 6 の先端が血管内中央部 5 8 a に位置するときの第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 を示している。図 2 6 に示すように、第 7 画面 6 7 では減色針画像 6 6 の先端が軸画像 6 2 に近くに位置している。そして、第 7 画面 6 7 には案内マーク 8 4 が表示されている。案内マーク 8 4 は丸印であり穿刺針 8 a の先端を移動する必要がないことを示している。

40

【 0 1 1 0 】

減色針画像 6 6 の先端の位置は軸画像 6 2 に接近している。また、図 2 7 に示すように、減色針画像 6 6 は血管内部画像 5 8 の X 方向の中心線である第 1 中心線 5 8 d 上にある。このとき、案内方向演算部 5 1 は穿刺針 8 a を X 方向に動かさない案内を表示する判断をする。そして、案内マーク 8 4 には左右を示す矢印が表示されない。そして、案内マーク 8 4 の色は第 4 色 7 7 になっている。第 7 画面 6 7 及び第 1 3 画面 7 3 の減色針画像 6 6 の色は第 1 色 7 4、第 2 色 7 5、第 3 色 7 6 及び第 4 色 7 7 がこの順に縞状に配置されている。そして、第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 では減色針画像 6 6 の先端の色が第 4 色 7 7 になっている。

50

【0111】

図27に示すように、減色針画像66は血管内部画像58のZ方向の中心線である第2中心線58eに接近している。このとき、案内方向演算部51は穿刺針8aをZ方向に移動しない案内を表示する判断をする。そして、図26に示すように、案内マーク84には丸印が表示される。操作者は第2表示装置10に表示された第7画面67で案内マーク84を確認する。

【0112】

図28に示すように、第13画面73では血管画像64と減色針画像66とのZ方向の相対位置が容易に把握することができる。そして、減色針画像66の先端が血管内部画像58の中央に位置することを容易に把握することができる。

10

【0113】

図29～図31は減色針画像66の先端が血管内中央部58aを通過して血管内外周部58bに位置するときの第7画面67、第9画面69及び第13画面73を示している。図29に示すように、第7画面67では減色針画像66の先端が軸画像62の-X方向側に位置している。そして、案内マーク84は図中右側を示す矢印を有し穿刺針8aの先端を+X方向側に移動するように案内している。

【0114】

減色針画像66の先端の位置は軸画像62の-X方向側に位置している。また、図30に示すように、減色針画像66は血管内部画像58のX方向の中心線である第1中心線58dより-X方向側にある。このとき、案内方向演算部51は穿刺針8aを+X方向に動かす案内を表示する判断をする。図29に示すように、案内マーク84には右を示す矢印が表示されている。そして、案内マーク84の色は第5色78になっている。第7画面67及び第13画面73では減色針画像66の色は第1色74、第2色75、第3色76、第4色77及び第5色78がこの順に縞状に配置されている。そして、第7画面67、第9画面69及び第13画面73では減色針画像66の先端の色は第5色78になっている。

20

【0115】

図30に示すように、減色針画像66は血管内部画像58のZ方向の中心線である第2中心線58eより+Z方向側に位置している。このとき、案内方向演算部51は穿刺針8aを-Z方向側に移動する案内を表示する判断をする。そして、図29に示すように、案内マーク84には図中上側を示す矢印が表示される。操作者は第2表示装置10に表示された第7画面67で案内マーク84を確認する。

30

【0116】

図31に示すように、第13画面73では血管画像64と減色針画像66とのZ方向の相対位置が容易に把握することができる。そして、操作者は穿刺針8aの先端をどの程度-Z方向側に移動するのがよいのか容易に把握することができる。

【0117】

図32～図34は減色針画像66の先端が血管内中央部58aに至らず血管内外周部58bに位置するときの第7画面67、第9画面69及び第13画面73を示している。図32に示すように、第7画面67では減色針画像66の先端が軸画像62の+X方向側に位置している。そして、案内マーク84は図中左側を示す矢印であり、穿刺針8aの先端を-X方向側に移動するように案内している。

40

【0118】

減色針画像66の先端の位置は軸画像62の+X方向側に位置している。また、図33に示すように、減色針画像66は血管内部画像58のX方向の中心線である第1中心線58dより+X方向側にある。このとき、案内方向演算部51は穿刺針8aを-X方向に動かす案内を表示する判断をする。図32に示すように、案内マーク84には左を示す矢印が表示されている。そして、案内マーク84の色は第3色76になっている。第7画面67及び第13画面73では減色針画像66の色は第1色74、第2色75及び第3色76がこの順に縞状に配置されている。そして、第7画面67、第9画面69及び第13画面

50

7 3 では減色針画像 6 6 の先端の色は第 3 色 7 6 になっている。

【 0 1 1 9 】

図 3 3 に示すように、減色針画像 6 6 は血管内部画像 5 8 の Z 方向の中心線である第 2 中心線 5 8 e より - Z 方向側に位置している。このとき、案内方向演算部 5 1 は穿刺針 8 a を + Z 方向側に移動する案内を表示する判断をする。そして、図 3 2 に示すように、案内マーク 8 4 には図中下側を示す矢印が表示される。操作者は第 2 表示装置 1 0 に表示された第 7 画面 6 7 で案内マーク 8 4 を確認する。

【 0 1 2 0 】

図 3 4 に示すように、第 1 3 画面 7 3 では血管画像 6 4 と減色針画像 6 6 との Z 方向の相対位置が容易に把握することができる。そして、操作者は穿刺針 8 a の先端をどの程度 + Z 方向側に移動するのがよいのか容易に把握することができる。

10

【 0 1 2 1 】

図 3 5 ~ 図 3 7 は減色針画像 6 6 の先端が血管内中央部 5 8 a を通って血管内外周部 5 8 b に位置するときの第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 を示している。図 3 5 に示すように、第 7 画面 6 7 では減色針画像 6 6 の先端が軸画像 6 2 の + X 方向側に位置している。そして、案内マーク 8 4 は図中左側を示す矢印であり穿刺針 8 a の先端を - X 方向側に移動するように案内している。

【 0 1 2 2 】

減色針画像 6 6 の先端の位置は軸画像 6 2 の + X 方向側に位置している。また、図 3 6 に示すように、減色針画像 6 6 は血管内部画像 5 8 の X 方向の中心線である第 1 中心線 5 8 d より + X 方向側にある。このとき、案内方向演算部 5 1 は穿刺針 8 a を - X 方向に動かす案内を表示する判断をする。図 3 5 に示すように、案内マーク 8 4 には左を示す矢印が表示されている。そして、案内マーク 8 4 の色は第 5 色 7 8 になっている。第 7 画面 6 7 及び第 1 3 画面 7 3 では減色針画像 6 6 の色は第 1 色 7 4、第 2 色 7 5、第 3 色 7 6、第 4 色 7 7 及び第 5 色 7 8 がこの順に縞状に配置されている。そして、第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 では減色針画像 6 6 の先端の色が第 5 色 7 8 になっている。

20

【 0 1 2 3 】

第 7 画面 6 7 は減色針画像 6 6 の先端を軸画像 6 2 に近づける方向を案内する案内マーク 8 4 を含む。操作者は案内マーク 8 4 を見ることにより、穿刺針 8 a の先端を血管 7 の軸に近づけるために穿刺針 8 a の先端をどの方向に移動するのがよいかを容易に判断することができる。従って、操作者は穿刺針 8 a の先端を血管 7 の軸に近づけることが容易にできる。

30

【 0 1 2 4 】

図 3 6 に示すように、減色針画像 6 6 は血管内部画像 5 8 の Z 方向の中心線である第 2 中心線 5 8 e より + Z 方向側に位置している。このとき、案内方向演算部 5 1 は穿刺針 8 a を - Z 方向側に移動する案内を表示する判断をする。そして、図 3 5 に示すように、案内マーク 8 4 には図中上側を示す矢印が表示される。操作者は第 2 表示装置 1 0 に表示された第 7 画面 6 7 で案内マーク 8 4 を確認する。

【 0 1 2 5 】

40

図 3 7 に示すように、第 1 3 画面 7 3 では血管画像 6 4 と減色針画像 6 6 との Z 方向の相対位置が容易に把握することができる。そして、操作者は穿刺針 8 a の先端をどの程度 - Z 方向側に移動するのがよいのか容易に把握することができる。

【 0 1 2 6 】

ステップ S 4 の表示工程では、制御装置 3 に設置された第 1 表示装置 9 が第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 を表示する。さらに、超音波プローブ 2 に設置された第 2 表示装置 1 0 が第 7 画面 6 7 を表示する。第 2 表示装置 1 0 は腕 6 a に設置されており穿刺針 8 a の近くに位置する。そして、第 7 画面 6 7 には血管 7 及び穿刺針 8 a を第 2 表示装置 1 0 側から見た画像が表示されている。さらに、第 7 画面 6 7 には軸画像 6 2 及び案内マーク 8 4 が表示されている。操作者は第 2 表示装置 1 0 を見ることにより穿刺針

50

8 a の先端を移動する方向を容易に認識することができる。

【0127】

第1表示装置9に表示された第7画面67、第9画面69及び第13画面73はそれぞれ血管7及び穿刺針8aを異なる3方向からみた図になっている。操作者は第1表示装置9を見ることにより血管7と穿刺針8aとの相対位置を容易に把握することができる。従って、操作者は確実に血管7の中心部に穿刺針8aを挿入することができる。

【0128】

ステップS5の終了判定工程では操作者が第1表示装置9及び第2表示装置10を見て血管7の中心部に穿刺針8aを挿入できたかを確認する。血管7の中心部に穿刺針8aを挿入できていないとき、ステップS1～ステップS4を継続する。血管7の中心部に穿刺針8aを挿入できたとき血管7に穿刺針8aを挿入する工程を終了する。

10

【0129】

上述したように、本実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1) 本実施形態によれば、超音波測定装置1は超音波プローブ2、画像処理部50、第1表示装置9及び第2表示装置10を備えている。超音波プローブ2は腕6aに超音波23を射出して腕6aからの反射波を検出して超音波信号を出力する。そして、画像処理部50が超音波信号から第7画面67、第9画面69及び第13画面73を形成し、第1表示装置9が第7画面67、第9画面69及び第13画面73を表示して、第2表示装置10が第7画面67を表示する。

【0130】

20

第2表示装置10は超音波プローブ2に設置されている。そして、超音波プローブ2は第2表示装置10の平面と垂直な方向と同じ向きに超音波23を射出する。第2表示装置10は反射波を検出する場所に位置している。そして、第2表示装置10には第2表示装置10と対向する場所の画像が表示される。従って、操作者が第2表示装置10を見ると、操作者は腕6aにおける超音波画像の位置を容易に認識することができる。

【0131】

(2) 本実施形態によれば、超音波プローブ2はテーブル5を備え、テーブル5は超音波プローブ2と腕6aとの相対移動を抑制する。従って、第2表示装置10はブレが抑制された第7画面67を表示することができる。

【0132】

30

(3) 本実施形態によれば、第7画面67は腕6aを超音波23の射出方向26と交差する面で切断した画像を含んでいる。そして、第2表示装置10に表示される第7画面67には第2表示装置10の平面と垂直な方向に腕6aの内部を見た画像が表示されている。操作者は第7画面67を見ると、腕6aにおける断面画像の位置を容易に認識することができる。

【0133】

(4) 本実施形態によれば、超音波測定装置1は超音波素子アレイ17、音響レンズ24及びリニアガイド22を備える。超音波素子アレイ17には超音波23を射出し検出する超音波素子が配置されている。そして、超音波素子アレイ17は腕6aに向けて超音波23を射出する。射出された超音波23を音響レンズ24が腕6aの内部で集束させる。集束した超音波23の一部は反射し音響レンズ24を通過して超音波素子アレイ17に到達する。そして、超音波素子が反射した超音波23を検出する。リニアガイド22が腕6aと超音波素子アレイ17及び音響レンズ24とが相対移動する移動方向を規制する。超音波素子アレイ17及び音響レンズ24により超音波23は射出方向26及び音響レンズ24の長手方向を通る面に沿って進行する。そして、超音波素子アレイ17及び音響レンズ24が規制された移動方向に移動することにより超音波プローブ2は超音波23が通る面を移動させる。これにより、超音波素子アレイ17は腕6aの内部の3次元の各位置における反射波を検出することができる。

40

【0134】

(5) 本実施形態によれば、第7画面67の血管画像64は血管7の軸を示す軸画像6

50

2を含んでいる。操作者が血管7に穿刺針8aを挿入するとき、血管7の軸に沿って挿入する。血管画像64は軸画像62を含んでいるので、操作者は軸画像62をガイドにして穿刺針8aを血管7に挿入することができる。従って、操作者は容易に血管7の軸に沿って穿刺針8aを挿入することができる。

【0135】

(6)本実施形態によれば、第7画面67、第9画面69及び第13画面73は血管画像64及び減色針画像66を含んでいる。腕6aの内部には穿刺針8aを挿入する血管7が位置している。そして、操作者が血管7に穿刺針8aを挿入する。そして、第7画面67、第9画面69及び第13画面73には血管7と穿刺針8aとの相対位置に応じた所定の色が表示されている。その結果、操作者は第7画面67、第9画面69及び第13画面73を見ることにより血管7に対する穿刺針8aの位置を容易に認識することができる。

10

【0136】

(7)本実施形態によれば、減色針画像66には血管7と穿刺針8aとの相対位置に応じた所定の色が表示されている。従って、操作者は減色針画像66を見て血管7に対する穿刺針8aの相対位置を減色針画像66の位置と色情報とを用いて容易に認識することができる。そして、操作者は視線を減色針画像66に合わせるだけで良いので複数の場所に視線を合わせるときに比べて簡便に血管7に対する穿刺針8aの相対位置を認識することができる。

【0137】

(8)本実施形態によれば、穿刺針8aが血管7の中心部を通過する前の部分と血管7の中心部を通過した部分とで減色針画像66の色が異なっている。従って、操作者は減色針画像66の色を見ることにより穿刺針8aの先端が血管7の中心部を通過しているかいないかを容易に判断することができる。

20

【0138】

(9)本実施形態によれば、穿刺針8aが血管7に挿入されていない部分の減色針画像66の色は第1色74であり、血管7に挿入された部分の減色針画像66の色は第2色75～第7色82である。穿刺針8aが血管7に挿入されていない部分と血管7に挿入された部分とで減色針画像66の色が異なっている。従って、操作者は減色針画像66の色を見ることにより穿刺針8aにおいて血管7に挿入されている部分を容易に判断することができる。

30

【0139】

(10)本実施形態によれば、第7画面67の減色針画像66は穿刺針8aを超音波23の射出方向26から見た画像である。穿刺針8aを所定の断面としたときには穿刺針8aの一部のみを示す画像となるので穿刺針8aの位置が分かり難い。一方、第7画面67における減色針画像66は穿刺針8aを射出方向26から見た画像であるので、減色針画像66は穿刺針8aの全体の形状を示す画像である。従って、操作者は血管7と穿刺針8aとの相対位置を容易に認識することができる。

【0140】

(11)本実施形態によれば、第7画面67、第9画面69及び第13画面73において穿刺針8aを示す色は血管内部画像58を示す色に比べて明度または彩度が高い。従って、操作者は暗い色を背景にして明るい色の減色針画像66を確認できる為、操作者は見易い画面で減色針画像66を確認することができる。

40

【0141】

(12)本実施形態によれば、第7画面67は穿刺針8aの先端を血管7の軸に近づける方向を案内する案内マーク84を含んでいる。従って、操作者は案内マーク84を見ることにより、穿刺針8aの先端を血管7の軸に近づけることを容易にできる。

【0142】

(13)本実施形態によれば、案内マーク84には血管7と穿刺針8aとの相対位置に応じた所定の色が表示されている。その結果、操作者は案内マーク84を見ることにより血管7に対する穿刺針8aの位置を容易に認識することができる。

50

【 0 1 4 3 】

(1 4) 本実施形態によれば、第 9 画面 6 9 は血管 7 を血管 7 の軸と交差し超音波 2 3 の射出方向 2 6 を通る面で切断した画像を含んでいる。そして、減色針画像 6 6 は穿刺針 8 a を血管 7 の軸方向からみた画像を含んでいる。第 9 画面 6 9 は血管 7 及び穿刺針 8 a を血管 7 の軸方向から見た図を含んでいる。従って、操作者は血管 7 及び穿刺針 8 a を血管 7 の軸方向から見たときの相対位置を確認できる。その結果、操作者は血管 7 に対する穿刺針 8 a の位置をさらに容易に認識することができる。

【 0 1 4 4 】

(1 5) 本実施形態によれば、第 1 3 画面 7 3 の血管画像 6 4 は血管 7 の軸を通り超音波 2 3 の射出方向 2 6 を通る面で切断した画像である。そして、第 1 3 画面 7 3 の減色針画像 6 6 は穿刺針 8 a を血管 7 の軸方向と交差し且つ超音波 2 3 の射出方向 2 6 と交差する方向からみた画像である。第 1 3 画面 7 3 は血管 7 及び穿刺針 8 a を血管 7 の軸方向及び超音波 2 3 の射出方向 2 6 と交差する方向から見た図である。従って、操作者は血管 7 及び穿刺針 8 a を血管 7 の軸方向及び超音波 2 3 の射出方向 2 6 と交差する方向から見たときの相対位置を確認できる。その結果、操作者は血管 7 に対する穿刺針 8 a の位置をさらに容易に認識することができる。

【 0 1 4 5 】

尚、本実施形態は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で当分野において通常の知識を有する者により種々の変更や改良を加えることも可能である。変形例を以下に述べる。

(変形例 1)

前記実施形態では、減色針画像 6 6 及び案内マーク 8 4 の色を第 1 色 7 4 ~ 第 8 色 8 3 で表示した。第 1 色 7 4 ~ 第 8 色 8 3 を総て表示せずに色数を減らしても良い。例えば、減色針画像 6 6 が血管画像 6 4 に入るときには色を変えずに減色針画像 6 6 が血管画像 6 4 からでるときに色を変えても良い。他にも、例えば、減色針画像 6 6 が血管内中央部 5 8 a に位置する部分と血管壁画像 5 7 に位置する部分に色を表示しても良い。各種の組合せに変更しても良い。また、第 1 色 7 4 ~ 第 8 色 8 3 はそれぞれ、白色、青色、水色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、赤色にしたが、具体的な色組合せを変更しても良い。

【 0 1 4 6 】

(変形例 2)

前記実施形態では、血管 7 に穿刺針 8 a を挿入する例を示した。穿刺針 8 a を挿入する目標物は血管 7 の他に神経やリンパ線にても良い。このときにも適切に神経やリンパ線に穿刺針 8 a を挿入することができる。他にも、経皮的ラジオ波焼灼療法において腫瘍に電極針を挿入するときに超音波測定装置 1 を用いても良い。このときの目標物は腫瘍であり、穿刺針 8 a としての電極針を挿入する。このときにも適切に目標物に電極針を挿入することができる。他にも、生体組織診断において臓器に穿刺針 8 a を挿入するときに超音波測定装置 1 を用いても良い。このときにも確実に臓器に穿刺針 8 a を挿入することができる。

【 0 1 4 7 】

(変形例 3)

前記実施形態では、血管 7 と穿刺針 8 a との相対位置を示す色を案内マーク 8 4 及び減色針画像 6 6 に表示した。他にも、第 7 画面 6 7、第 9 画面 6 9 及び第 1 3 画面 7 3 に枠を設けて、枠の色で血管 7 と穿刺針 8 a との相対位置を示しても良い。他にも、画面内に長方形のマークを表示して、このマークの色で血管 7 と穿刺針 8 a との相対位置を示しても良い。枠やマークに第 1 色 7 4 ~ 第 8 色 8 3 を縞状に表示しても良い。

【 0 1 4 8 】

(変形例 4)

前記実施形態では、減色針画像 6 6 の総てに色が表示されていた。色が表示されているのは減色針画像 6 6 の総てでも良く一部でも良い。画面を見易い形態にしても良い。

【 0 1 4 9 】

(変形例 5)

前記実施形態では、回路基板 31 に振動子駆動回路 33 が設置された。振動子駆動回路 33 を超音波素子アレイ 17 に設置して、回路基板 31 は配線 4 を中継する素子を設置しても良い。回路構成は実装し易い構成にしても良い。

【0150】

(変形例 6)

前記実施形態では、リニアモーター 30 が超音波素子アレイ 17 を血管軸方向 27 に移動した。超音波素子アレイ 17 の振動子の個数を増してリニアモーター 30 及び音響レンズ 24 を省略しても良い。このときにも 3 次元の超音波画像を検出することができる。

【0151】

10

(変形例 7)

前記実施形態では、第 9 画面 69 の減色針画像 66 は穿刺針 8a の先端のみの画像であったが、穿刺針 8a 全体の画像にしても良い。穿刺針 8a の傾きを確認することができる。

【0152】

(変形例 8)

前記実施形態では、超音波プローブ 2 の側面から腕 6a にかけてテープ 5 を設置した。超音波プローブ 2 の側面にテープ 5 を貼り付けやすい部材を設置しても良い。例えば、腕 6a の表面に沿う形状の板状の部材を設置しても良い。さらに、安定させて超音波プローブ 2 を腕 6a に固定することができる。

20

【0153】

(変形例 9)

前記実施形態では、超音波プローブ 2 と制御装置 3 とが配線 4 により接続された。超音波プローブ 2 と制御装置 3 とが無線により通信しても良い。光通信、電磁波通信等を用いることができる。配線 4 が邪魔しないので、操作性良く注射器 8 を操作することができる。

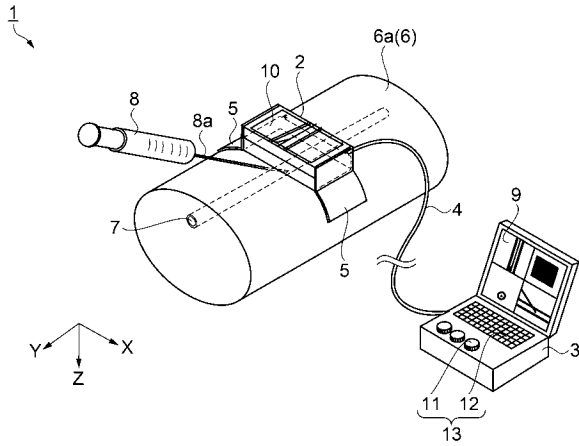
【符号の説明】

【0154】

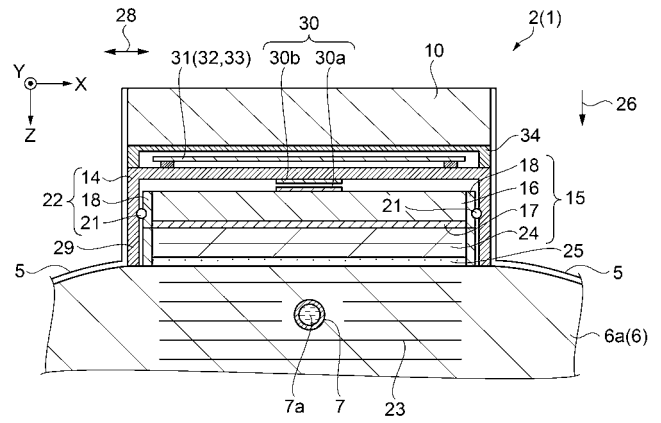
1 ... 超音波測定装置、2 ... 超音波プローブ、5 ... 固定部としてのテープ、6a ... 被写体としての腕、7 ... 目標物としての血管、8a ... 穿刺針、9 ... 表示部としての第 1 表示装置、10 ... 表示部としての第 2 表示装置、17 ... 超音波素子アレイ、22 ... 移動規制部としてのリニアガイド、23 ... 超音波、24 ... 音響レンズ、26 ... 射出方向、27 ... 目標物の軸方向としての血管軸方向、50 ... 画像処理部、53, 64 ... 目標物画像としての血管画像、62 ... 軸画像、66 ... 針画像としての減色針画像、67 ... 超音波画像としての第 7 画面、69 ... 超音波画像としての第 9 画面、73 ... 超音波画像としての第 13 画面、84 ... マーク画像としての案内マーク。

30

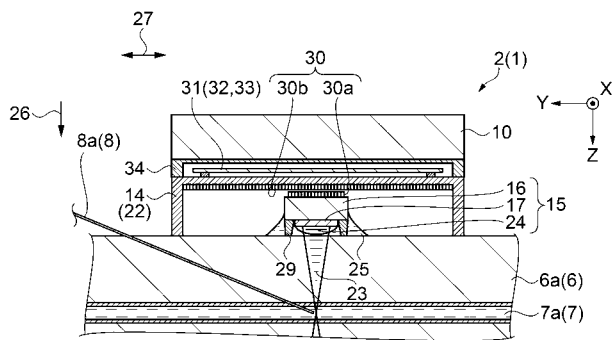
【図 1】



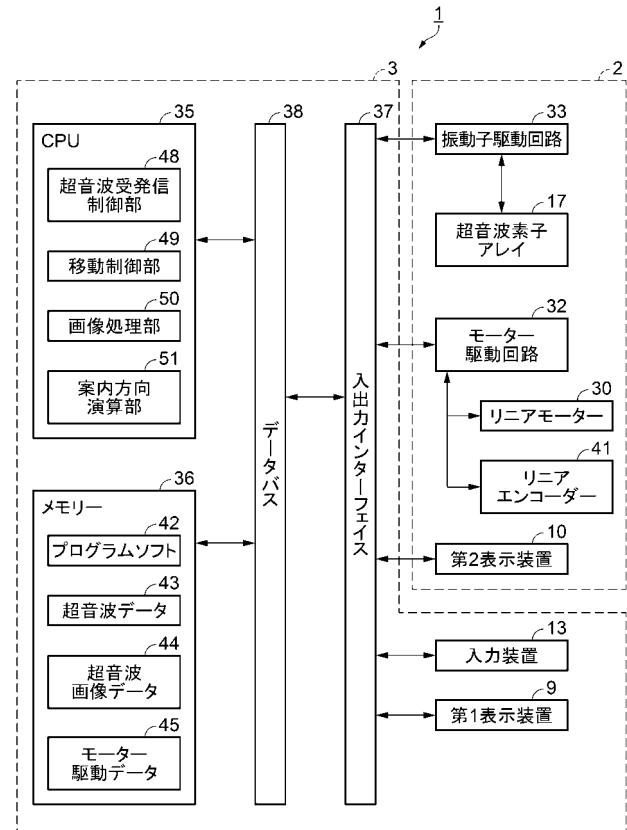
【図 2】



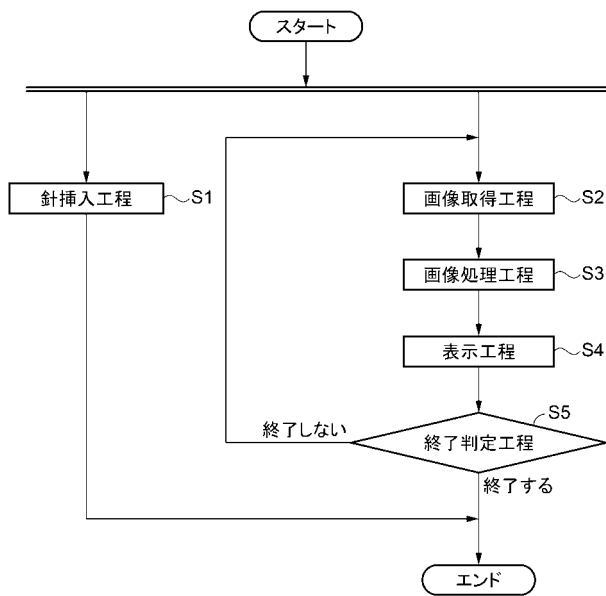
【図 3】



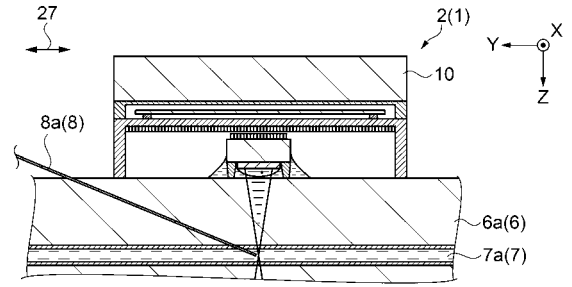
【図 4】



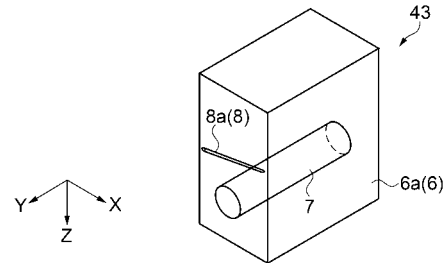
【図 5】



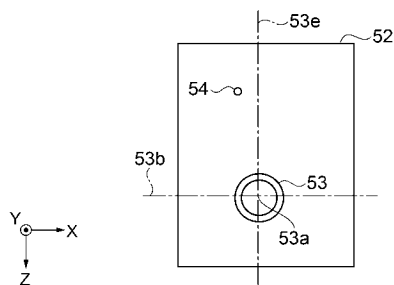
【図 6】



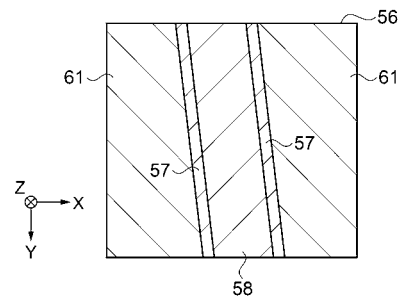
【図 7】



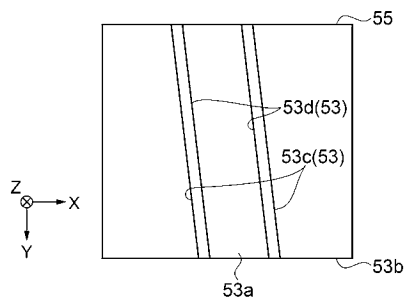
【図 8】



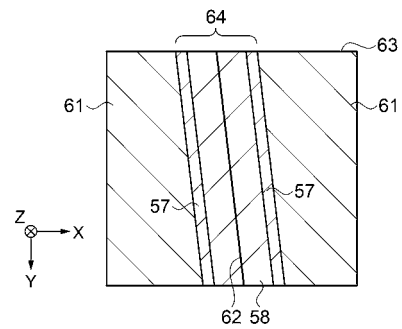
【図 10】



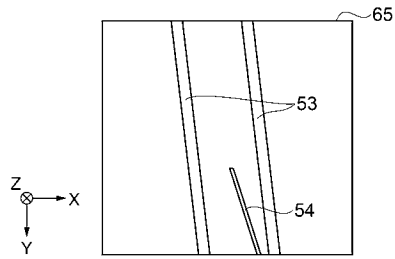
【図 9】



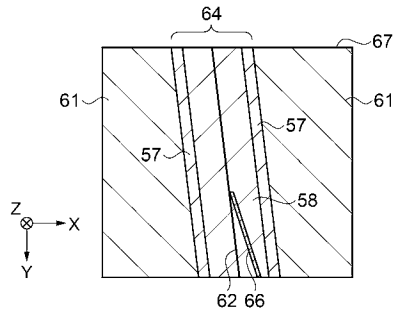
【図 11】



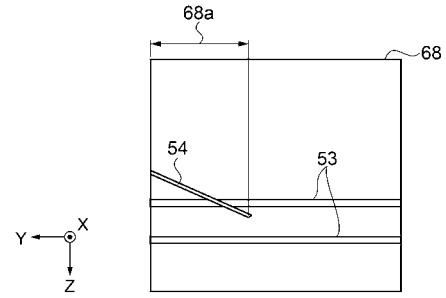
【図 1 2】



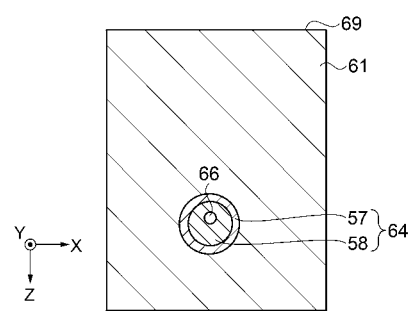
【図 1 3】



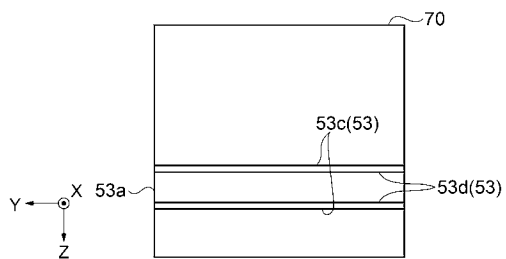
【図 1 4】



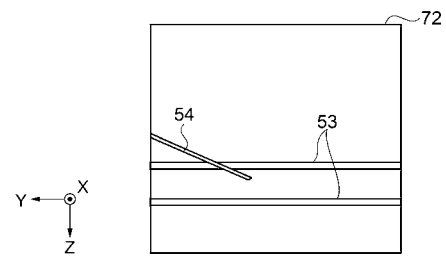
【図 1 5】



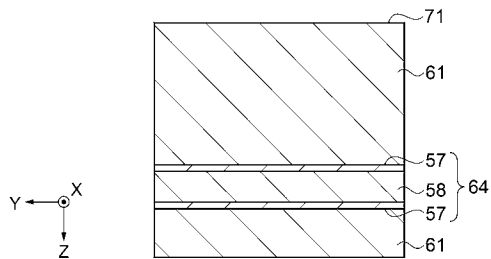
【図 1 6】



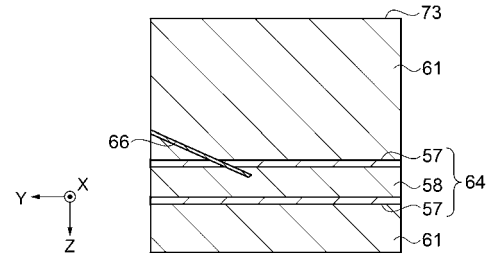
【図 1 8】



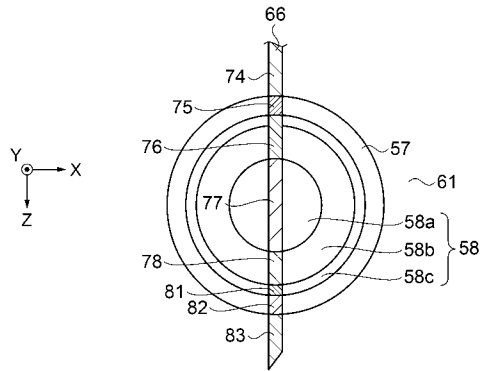
【図 1 7】



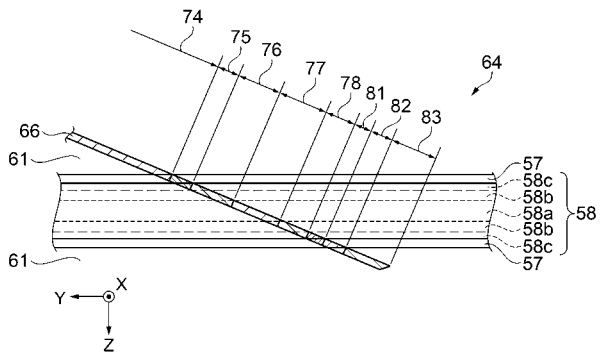
【図 1 9】



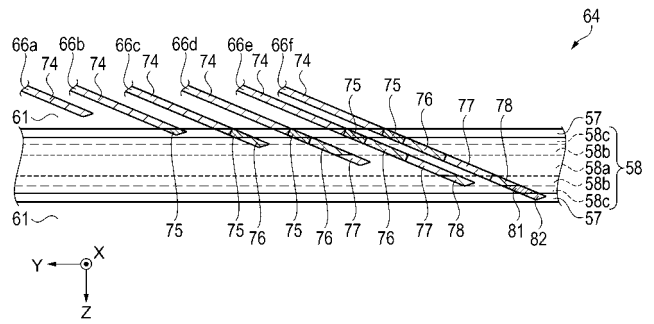
【図 20】



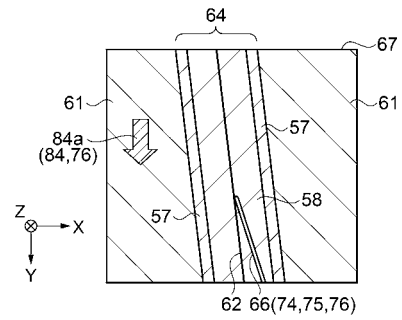
【図 21】



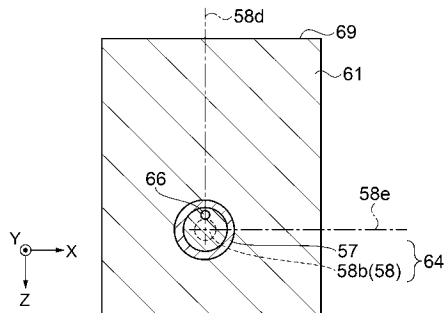
【図 22】



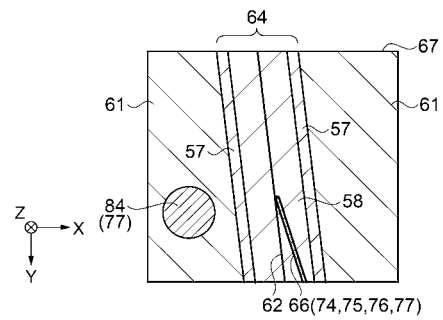
【図 23】



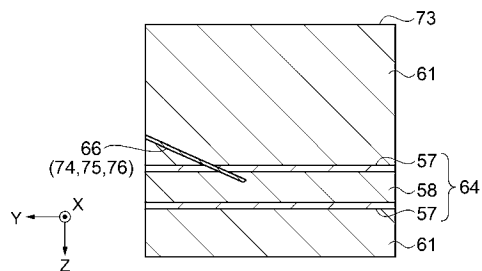
【図 24】



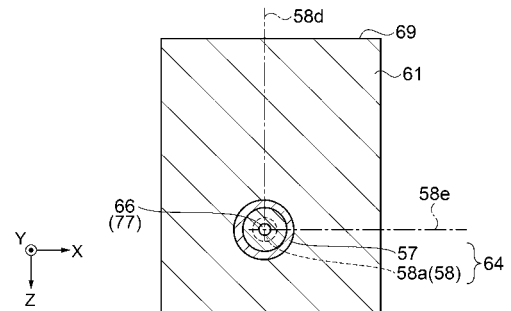
【図 26】



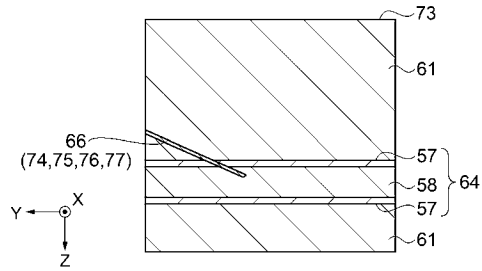
【図 25】



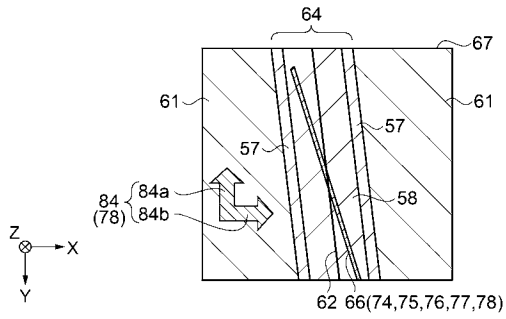
【図 27】



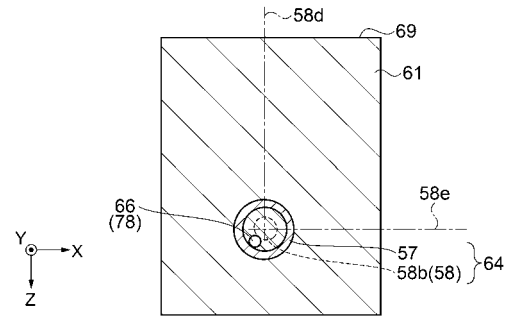
【図 28】



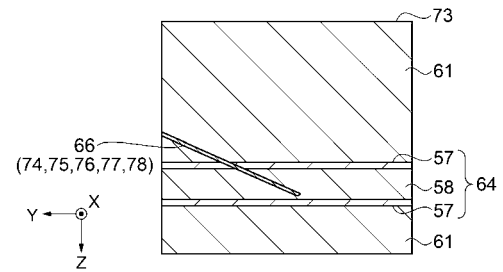
【図 29】



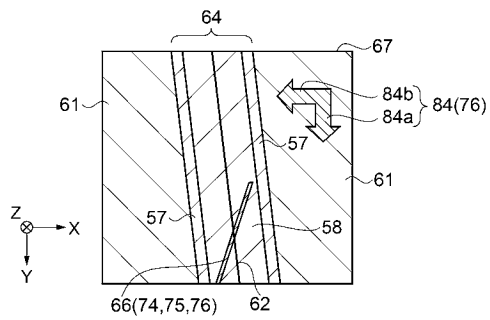
【図 30】



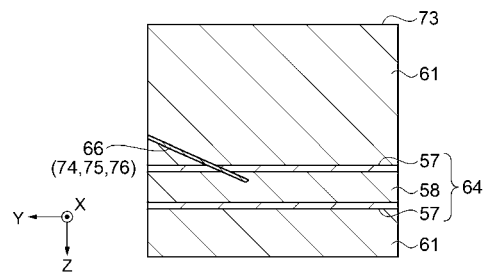
【図 31】



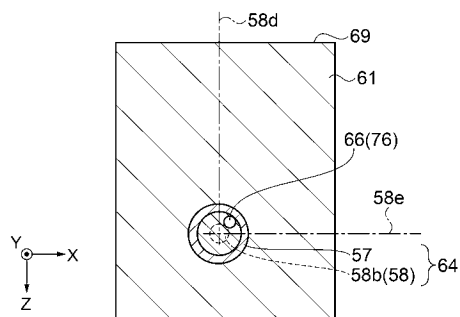
【図 32】



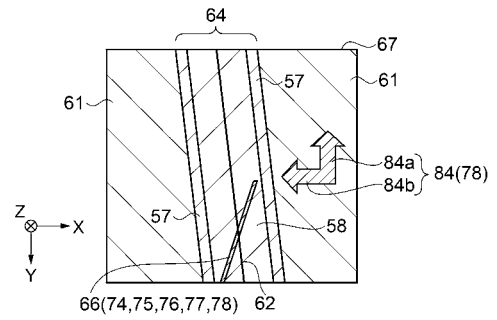
【図 34】



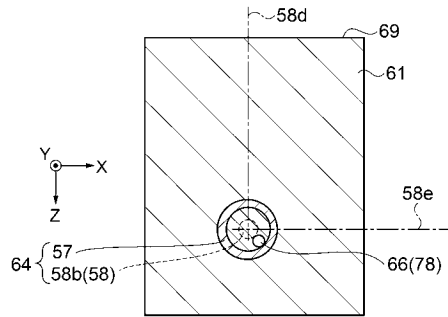
【図 33】



【図 35】



【図 3 6】



【図 3 7】

