

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5672241号
(P5672241)

(45) 発行日 平成27年2月18日(2015.2.18)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int.Cl.		F I	
A 6 1 B	8/08	(2006.01)	A 6 1 B 8/08
A 6 1 B	8/14	(2006.01)	A 6 1 B 8/14

請求項の数 17 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2011-545994 (P2011-545994)	(73) 特許権者	000001270
(86) (22) 出願日	平成22年12月17日(2010.12.17)		コニカミノルタ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/007340		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(87) 国際公開番号	W02011/074271	(74) 代理人	100105050
(87) 国際公開日	平成23年6月23日(2011.6.23)		弁理士 鷲田 公一
審査請求日	平成25年6月21日(2013.6.21)	(74) 代理人	100155620
(31) 優先権主張番号	特願2009-287126 (P2009-287126)		弁理士 木曾 孝
(32) 優先日	平成21年12月18日(2009.12.18)	(72) 発明者	占部 真樹子
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内
		(72) 発明者	斉藤 孝悦
			愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の振動子が第1方向及び前記第1方向に垂直な第2方向に沿って配置された複数の振動子アレイを有する第1の探触子、または複数の振動子が第1方向に沿って配置された複数の振動子アレイと、前記第1方向に垂直な第2方向に振動子アレイを揺動させる揺動部と、を有する第2の探触子、および表示器が接続される制御器を備え、

前記制御器は、

前記第1の探触子を用いる場合には、前記第1方向及び前記第2方向に沿って配置された複数の振動子アレイから被検体に超音波ビームを送信し、

前記第2の探触子を用いる場合には、前記第2の探触子の振動子アレイを揺動させながら、前記第2の探触子の振動子アレイから前記被検体に超音波ビームを送信し、

前記第1または第2の探触子を用いた場合において、前記被検体からの受信エコー信号に基づいた画像データから複数の断層画像を生成し、前記複数の断層画像ごとに前記被検体の厚み計測可能な血管壁を検出し、前記検出された複数の厚み計測可能な血管壁の長さの合計値が予め定められた値以上であるときに、前記複数の断層画像を組み合わせる前記血管壁の厚みを算出する、超音波診断装置。

【請求項2】

前記制御器は、前記血管壁を検出する検出モードを有しており、前記検出モードにおいて、前記血管壁の厚みを算出する、請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項3】

10

20

前記画像データに基づいて画像を表示する表示器をさらに備え、前記表示器は前記制御器により生成された前記画像データに基づいて画像を表示する、請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記制御器は、前記検出モードに先だって実行される位置合わせモードを有しており、前記位置合わせモードにおいて、前記制御器は、前記受信エコー信号に基づいて血管の画像データを生成するとともに、前記血管に対する前記第 2 の探触子の傾斜位置の関係を示す傾斜位置関係画像データを生成し、

前記表示器は、前記傾斜位置関係画像データに基づいて前記血管の画像および前記傾斜位置の関係を示す画像を表示する、請求項 2 または請求項 3 に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 5】

前記傾斜位置の関係を示す画像には、前記第 2 の探触子によって検出する血管の中心線と、前記中心線に対する前記第 2 の探触子の傾斜状態を示す探触子シンボルとが含まれている、請求項 4 に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記第 1 または第 2 の探触子には、探触子基点マーカーが設けられており、前記探触子シンボルには、前記探触子基点マーカーに対応し、前記傾斜位置の関係を示す画像上の位置表示である探触子基点が含まれている、請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記傾斜位置の関係を示す画像において、前記血管の中心線の両側には、前記血管を検出可能であることを示す検出可能ラインが含まれている、請求項 5 または請求項 6 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 8】

前記第 2 の探触子は、複数の超音波振動子を、少なくとも前記第 1 方向に沿って 3 列以上備え、前記複数の超音波振動子は全体として格子状に配置されている、請求項 4 から 7 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記揺動部は、揺動軸の回りに、前記振動子アレイの揺動中心から、前記制御器の指示に基づく所定の揺動角度で揺動させ、

前記制御器は、前記位置合わせモードにおける前記第 1 の探触子の揺動角度が、前記検出モードにおける前記第 1 の探触子の揺動角度よりも大きくなるよう制御する、請求項 4 から 7 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 10】

前記第 1 または第 2 の探触子の探触子基点マーカーは、前記振動子アレイの端部に設けられている、請求項 6 に記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記制御器は、前記検出モードに先だって実行される位置合わせモードを有しており、前記位置合わせモードにおいて、前記制御器は、前記振動子アレイの一部の振動子を制御して、前記第 2 方向に超音波ビームを送信して得られるエコー信号に基づいて位置合わせ用画像データを生成し、前記振動子アレイの残りの振動子を制御して、前記第 2 方向に超音波ビームを送信して得られるエコー信号に基づいて検出対象部位の第 1 の検出画像データを生成し、

40

前記検出モードにおいて、前記制御器は、前記振動子アレイの全ての振動子を制御して、血管の第 2 の検出画像データを生成し、

前記表示器は、前記第 2 の検出画像データに基づいて検出画像を表示する、請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 12】

前記位置合わせ用画像に用いる一部の振動子アレイの超音波ビームの走査は、機械的に走査する方法、および、振動子アレイの被検体側に設ける電圧印加で変形する材料を設け

50

て前記材料の形状を変形させて走査する方法のいずれかである、請求項 1 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 3】

前記電圧印加で変形する材料は、導電性高分子、イオン導電性高分子、または、誘電エラストマー材である、請求項 1 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 4】

前記表示器は、前記位置合わせ用画像に位置合わせのためのガイドラインをさらに表示する、請求項 1 1 または請求項 1 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 5】

前記第 1 または第 2 の探触子は、前記位置合わせ用画像に用いる一部の振動子アレイを複数備えており、

前記制御器は、それぞれの振動子アレイに対応した位置合わせ用画像データ、若しくは、選択された振動子アレイに対応した位置合わせ用画像データを生成し、

前記表示器は、各位置合わせ用画像データに基づいて位置合わせ用画像を表示する、請求項 1 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 1 6】

複数の振動子が第 1 方向及び前記第 1 方向に垂直な第 2 方向に沿って配置された複数の振動子アレイを有する第 1 の探触子、または複数の振動子が第 1 方向に沿って配置された複数の振動子アレイと、前記第 1 方向に垂直な第 2 方向に振動子アレイを揺動させる揺動部と、を有する探触子、および表示器が接続される超音波診断装置の制御方法であって、

前記第 1 の探触子を用いる場合には、前記第 1 方向及び前記第 2 方向に沿って配置された複数の振動子アレイから被検体に超音波ビームを送信し、

前記第 2 の探触子を用いる場合には、前記第 2 の探触子の振動子アレイを揺動させながら、前記第 2 の探触子の振動子アレイから前記被検体に超音波ビームを送信し、

前記第 1 または第 2 の探触子を用いた場合において、前記被検体からの受信エコー信号に基づいた画像データから複数の断層画像を生成し、

前記複数の断層画像ごとに前記被検体の厚み計測可能な血管壁を検出し、

前記検出された複数の厚み計測可能な血管壁の長さの合計値が予め定められた値以上であるときに、前記複数の断層画像を組み合わせる前記血管壁の厚みを算出する、超音波診断装置の制御方法。

【請求項 1 7】

血管に対する前記第 2 の探触子の傾斜位置の関係を示す傾斜位置関係画像データに基づいて、前記傾斜位置の関係を示す画像を前記表示器に表示し、

前記第 2 の探触子の揺動に伴い、前記表示器に表示される前記傾斜位置の関係を示す画像に基づいて、前記第 2 の探触子の移動を調整し、

前記血管の画像データに基づいて前記表示器に画像を表示する、請求項 1 6 に記載の超音波診断装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、超音波診断装置は、例えば頸動脈の状態を検出する機器として脚光を浴びている。超音波診断装置の構造を概説すると、以下の通りである。

【0003】

すなわち超音波診断装置は、探触子と、この探触子に接続された制御器と、この制御器に接続された表示器とを備えている。超音波診断装置は、探触子から送信される超音波ビームを利用して検出対象部位（頸動脈）の画像を生成し、その画像を表示器に表示する（例えば非特許文献 1）。

10

20

30

40

50

【0004】

非特許文献1では、頸動脈の状態を検査する方法の一つとして、内中膜複合体厚（Intima-Media Thickness；以下「IMT」と略記する。）の計測について記載されている。「IMT」とは頸動脈の血管壁の内膜と中膜の複合体の厚さのことである。IMTの計測においては、頸動脈に沿ってIMT計測範囲を設定し、この間の最大厚（maxIMT）や平均厚（meanIMT）を計測することが一般に行われている。例えば、非特許文献1では、IMT計測範囲の長さとして1cmが推奨されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】Journal of the American Society of Echocardiography February 2008（93ページ～111ページ）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

非特許文献1にも明記されている通り、検出対象部位である頸動脈の状態、例えばIMTの検出（計測）は、十分に訓練を積んだ熟練者でなければ、正確に行うことができないという課題があった。

【0007】

つまり、従来例において、頸動脈の状態を測定しようとする場合には、頸動脈の中心線を縦方向または垂直に切断できる位置に、探触子を当て、超音波ビームを送信しなければならない。しかしながら、頸動脈の位置や形は首筋の表面からは見えず、しかも頸動脈の位置や形は個人ごとにまちまちな状態となっている。このため、十分に訓練を積んだ熟練者でなければ、頸動脈の中心線を縦方向に切断できる位置に探触子を当てることができず、その結果として正確な検出が行えなかったのである。

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、その目的は、熟練者でなくても正確な検出が行えるようにすることができる超音波診断装置およびその制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明による第1の超音波診断装置は、複数の振動子が第1方向及び前記第1方向に垂直な第2方向に沿って配置された複数の振動子アレイを有する第1の探触子、または複数の振動子が第1方向に沿って配置された複数の振動子アレイと、前記第1方向に垂直な第2方向に振動子アレイを揺動させる揺動部と、を有する第2の探触子、および表示器が接続される制御器を備え、前記制御器は、前記第1の探触子を用いる場合には、前記第1方向及び前記第2方向に沿って配置された複数の振動子アレイから被検体に超音波ビームを送信し、前記第2の探触子を用いる場合には、前記第2の探触子の振動子アレイを揺動させながら、前記第2の探触子の振動子アレイから前記被検体に超音波ビームを送信し、前記第1または第2の探触子を用いた場合において、前記被検体からの受信エコー信号に基づいた画像データから複数の断層画像を生成し、前記複数の断層画像ごとに前記被検体の厚み計測可能な血管壁を検出し、前記検出された複数の厚み計測可能な血管壁の長さの合計値が予め定められた値以上であるときに、前記複数の断層画像を組み合わせる前記血管壁の厚みを算出する。

【0010】

前記超音波診断装置は、前記制御器は、前記血管壁を検出する検出モードを有しており、前記検出モードにおいて、前記血管壁の厚みを算出してよい。

【0011】

前記超音波診断装置は、前記画像データに基づいて画像を表示する表示器をさらに備え

10

20

30

40

50

、前記表示器は前記制御器により生成された前記画像データに基づいて画像を表示してもよい。

【0012】

前記制御器は、前記検出モードに先だって実行される位置合わせモードを有しており、前記位置合わせモードにおいて、前記制御器は、前記受信エコー信号に基づいて血管の画像データを生成するとともに、前記血管に対する前記第2の探触子の傾斜位置の関係を示す傾斜位置関係画像データを生成し、前記表示器は、前記傾斜位置関係画像データに基づいて前記血管の画像および前記傾斜位置の関係を示す画像を表示してもよい。

【0013】

前記傾斜位置の関係を示す画像には、前記第2の探触子によって検出する血管の中心線と、前記中心線に対する前記第2の探触子の傾斜状態を示す探触子シンボルとが含まれていてもよい。

10

【0014】

前記第1または第2の探触子には、探触子基点マーカが設けられており、前記探触子シンボルには、前記探触子基点マーカに対応し、前記傾斜位置の関係を示す画像上の位置表示である探触子基点が含まれていてもよい。

【0015】

前記傾斜位置の関係を示す画像において、前記血管の中心線の両側には、前記血管を検出可能であることを示す検出可能ラインが含まれていてもよい。

【0016】

20

前記探触子は、前記第1方向に沿って平行な複数の振動子アレイを有し、前記複数の振動子アレイで前記複数の断層画像を生成してもよい。

【0017】

前記探触子は、前記制御器の制御に基づいて前記振動子アレイを揺動させる揺動部を備え、複数の揺動角度で前記複数の断層画像を生成してもよい。

【0018】

前記第2の探触子は、複数の超音波振動子を、少なくとも前記第1方向に沿って3列以上備え、前記複数の超音波振動子は全体として格子状に配置されてもよい。

【0019】

第2の超音波診断装置において、前記揺動部は、揺動軸の回りに、前記振動子アレイの揺動中心から、前記制御器の指示に基づく所定の揺動角度で揺動させ、前記制御器は、前記位置合わせモードにおける前記第1の探触子の揺動角度が、前記検出モードにおける前記第1の探触子の揺動角度よりも大きくなるよう制御してもよい。

30

【0020】

前記第1または第2の探触子の探触子基点マーカは、前記振動子アレイの端部に設けられていてもよい。

【0021】

前記制御器は、前記検出モードに先だって実行される位置合わせモードを有しており、前記位置合わせモードにおいて、前記制御器は、前記振動子アレイの一部の振動子を制御して、前記第2方向に超音波ビームを送信して得られるエコー信号に基づいて位置合わせ用画像データを生成し、前記振動子アレイの残りの振動子を制御して、前記第2方向に超音波ビームを送信して得られるエコー信号に基づいて検出対象部位の第1の検出画像データを生成し、前記検出モードにおいて、前記制御器は、前記振動子アレイの全ての振動子を制御して、血管の第2の検出画像データを生成し、前記表示器は、前記第2の検出画像データに基づいて検出画像を表示してもよい。

40

【0022】

前記位置合わせ用画像に用いる一部の振動子アレイの超音波ビームの走査は、機械的に走査する方法、および、振動子アレイの被検体側に設ける電圧印加で変形する材料を設けて前記材料の形状を変形させて走査する方法のいずれかであってもよい。

【0023】

50

前記電圧印加で変形する材料は、導電性高分子、イオン導電性高分子、または、誘電エラストマー材であってもよい。

【0024】

前記表示器は、前記位置合わせ用画像に位置合わせのためのガイドラインをさらに表示してもよい。

【0025】

前記第1または第2の探触子は、前記位置合わせ用画像に用いる一部の振動子アレイを複数備えており、前記制御器は、それぞれの振動子アレイに対応した位置合わせ用画像データ、若しくは、選択された振動子アレイに対応した位置合わせ用画像データを生成し、前記表示器は、各位置合わせ用画像データに基づいて位置合わせ用画像を表示してもよい。

10

【0026】

本発明による方法は、複数の振動子が第1方向及び前記第1方向に垂直な第2方向に沿って配置された複数の振動子アレイを有する第1の探触子、または複数の振動子が第1方向に沿って配置された複数の振動子アレイと、前記第1方向に垂直な第2方向に振動子アレイを揺動させる揺動部と、を有する探触子、および表示器が接続される超音波診断装置の制御方法であって、前記第1の探触子を用いる場合には、前記第1方向及び前記第2方向に沿って配置された複数の振動子アレイから被検体に超音波ビームを送信し、前記第2の探触子を用いる場合には、前記第2の探触子の振動子アレイを揺動させながら、前記第2の探触子の振動子アレイから前記被検体に超音波ビームを送信し、前記第1または第2の探触子を用いた場合において、前記被検体からの受信エコー信号に基づいた画像データから複数の断層画像を生成し、前記複数の断層画像ごとに前記被検体の厚み計測可能な血管壁を検出し、前記検出された複数の厚み計測可能な血管壁の長さの合計値が予め定められた値以上であるときに、前記複数の断層画像を組み合わせる前記血管壁の厚みを算出する。

20

【0027】

本発明による方法は、前記血管に対する前記第2の探触子の傾斜位置の関係を示す傾斜位置関係画像データに基づいて、前記傾斜位置の関係を示す画像を前記表示器に表示し、前記第2の探触子の揺動に伴い、前記表示器に表示される前記傾斜位置の関係を示す画像に基づいて、前記第2の探触子の移動を調整し、前記血管の画像データに基づいて前記表示器に画像を表示してもよい。

30

【発明の効果】

【0029】

本発明のある実施形態によれば、探触子と表示器が接続される制御器を備え、制御器は、検出モードを有し、この検出モードでは、前記探触子が検出対象部位に対して可動した複数点の検出画像を前記表示器に表示させるとともに、これら複数点の各検出画像中に存在する測定値取得可能部位の画像（適正画像）データの範囲の合計値が所定値以上存在する時に、前記検出対象部位に対する検出値を算出する。これにより、熟練者でなくても正確な検出が行えるようになる。

【0030】

40

また、振動子を複数個整列させた振動子アレイを有する探触子と表示器が接続される制御器を備え、位置合わせモードと検出モードを有し、前期位置合わせモードでは前記振動子アレイの一部を用いて、前記振動子アレイとほぼ直交する方向に超音波ビームで対象を走査して得られる位置合わせ用画像を得て位置合わせを行い、その後検出モードに切り換えたときには、前記位置合わせ用画像に用いた一部の振動子アレイを含めた前記振動子アレイで検出画像に切り換える構成としたので、熟練者でなくても正確な検出が行えるようになる。

【0031】

すなわち、本発明においては、前記複数点の各検出画像中に存在する測定値取得可能部位の画像（適正画像）データの範囲の合計値が所定値以上存在する時に、前記検出対象部

50

位に対する検出値を算出する構成としたものであるので、探触子と検出対象部位との位置関係が適切な状態から多少ずれていても、検出対象部位の検出値を得ることが出来、この結果として熟練者でなくても正確な検出が行えるようになるのである。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明による超音波診断装置100の構成図である。

【図2】探触子1の構成を示す概略斜視図である。

【図3】探触子1の構成を示す概略側面図である。

【図4】実施形態1に係る超音波診断装置100の電気的なブロック構成図である。

【図5】超音波診断装置100の処理手順を示すフローチャートである。

10

【図6】探触子1の動作を説明するための斜視図である。

【図7】探触子1の動作を説明するための側面図である。

【図8】表示器4の画像表示例を説明する図である。

【図9】表示器4に表示された、上述の探触子1と頸動脈6の位置関係と、探触子1の位置の修正を促す表示4Hを示す図である。

【図10】表示器4に表示された、上述の探触子1と頸動脈6の位置関係と、探触子1の位置の修正を促す表示4Hを示す図である。

【図11】振動子アレイ9の揺動を説明するため模式的に示した側面図である。

【図12】(a)は頸動脈と探触子の位置関係を示す図、(b)は同じく揺動角1での長軸画像Y1を示す図、(c)は同じく揺動角2での長軸画像Y2を示す図、(d)は同じく揺動角3での長軸画像Y3を示す図である。

20

【図13】(a)は頸動脈と探触子の位置関係を示す図、(b)は同じく揺動角1での長軸画像Y1を示す図、(c)は同じく揺動角2での長軸画像Y2を示す図、(d)は同じく揺動角3での長軸画像Y3を示す図である。

【図14】(a)は頸動脈と探触子の位置関係を示す図、(b)は同じく揺動角1での長軸画像Y1を示す図、(c)は同じく揺動角2での長軸画像Y2を示す図、(d)は同じく揺動角3での長軸画像Y3を示す図である。

【図15】(a)は頸動脈と探触子の位置関係を示す図、(b)は同じく揺動角1での長軸画像Y1を示す図、(c)は同じく揺動角2での長軸画像Y2を示す図、(d)は同じく揺動角3での長軸画像Y3を示す図である。

30

【図16】頸動脈と探触子の位置関係を説明するための側面図である。

【図17】(a)は探触子基点側が頸動脈の中心線から外方にわずかにずれた傾斜状態を示す図、(b)は同じくIMTを検出する測定値取得可能部位の画像(適正画像)データの範囲の所定長さ内でかつ検出可能な範囲(幅)内での具体的検出位置Cを示す図である。

【図18】実施形態2に係る超音波診断装置110の電気的なブロック構成図である。

【図19】超音波診断装置110の処理手順を示すフローチャートである。

【図20A】実施形態3に係る探触子1の概略構成斜視図である。

【図20B】実施形態3に係る探触子1の、位置合わせモードにおける振動子アレイと画像対応図である。

【図20C】実施形態3に係る探触子1の、検出モードにおける振動子アレイと画像対応概略斜視図である。

40

【図21】実施形態3による、振動子アレイの一部で超音波を送信する一方法の構成概略断面図である。

【図22】実施形態4に係る超音波診断装置130の電気的なブロック構成図である。

【図23】実施形態4で使用する探触子1を示す概略斜視図である。

【図24】実施形態4で使用可能な探触子1を示す概略斜視図である。

【図25】実施形態5で使用する探触子1を示す概略斜視図である。

【図26】実施形態5に係る超音波診断装置140の電気的なブロック構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

50

以下、添付の図面を参照しながら、本発明による超音波診断装置の実施形態を説明する。

【 0 0 3 4 】

(実施形態 1)

図 1 は本実施形態に係る超音波診断装置 1 0 0 の外觀構成を示す。超音波診断装置 1 0 0 は、探触子 1 と、この探触子 1 がケーブル線 2 を介して接続された制御器 3 と、制御器 3 に接続された表示器 4 と、フットスイッチ 5 とを備えている。

【 0 0 3 5 】

探触子 1 は、制御器 3 から出力される超音波ビームを生体内へ送信し、生体内から反射して帰ってきたエコー信号を受信する。探触子 1 は受信したエコー信号をエコーデータとして制御器 3 に出力する。

10

【 0 0 3 6 】

制御器 3 は、探触子 1 から受信したエコーデータから、たとえば頸動脈 6 の画像を生成する。制御器 3 はさらに、頸動脈 6 に対する探触子 1 の傾斜位置関係を示す傾斜位置関係画像を生成する。なお以下では、頸動脈 6 を検出対象部位の一例として説明する。

【 0 0 3 7 】

表示器 4 は、制御器 3 によって生成された頸動脈 6 の画像および傾斜位置関係画像を表示する。

【 0 0 3 8 】

図 2 および図 3 は、探触子 1 の構成を示す。探触子 1 の本体ケース 7 内の先端側には、揺動軸 8 で揺動自在となった振動子アレイ 9 が配置されている。

20

【 0 0 3 9 】

具体的には、本体ケース 7 のケーブル線 2 に近い側は小形状となっている。当該小形状部分は検査者が手で持つ把持部 7 a として機能する。またケーブル線 2 から遠い側の横長の形状部は、生体に当接される当接部 7 b となっている。

【 0 0 4 0 】

そして、この図 2、図 3 に示すように、この当接部 7 b 内の先端側の長手方向に、複数の振動子が直線上に配置されている。

【 0 0 4 1 】

なお振動子アレイ 9 は平面状以外の凸面、凹面のような曲線状に配列した状態で設けても良く、形状を限定するものではない。

30

【 0 0 4 2 】

振動子アレイ 9 は、P Z T (ジルコン・チタン酸鉛) の圧電セラミックスや P M N - P T (マグネシウムニオブ酸・チタン酸鉛) などの圧電単結晶、P V D F (ポリふっ化ビニリデン) などの高分子材料で形成された超音波振動子が複数個配列されている。それぞれの圧電体に印加する電圧は制御器 3 で電氣的に切り換え制御される。

【 0 0 4 3 】

振動子アレイ 9 は、複数の超音波振動子 1 0 を直線的に配置して構成されている。回転軸 8 を中心に振動子アレイ 9 を、図 3 の断面図に示される矢印 A に示す方向に揺動させて超音波ビームで対象を走査することで、幅を持った広範囲の検出画像が得られる。

40

【 0 0 4 4 】

振動子アレイ 9 を揺動させ超音波ビームで対象を走査させる方法として一般的には、モータなどの駆動系を用いる方法が考えられる。このほかの方法としては、振動子アレイ 9 の上面側(振動子アレイ 9 の被検体側)若しくは下面側(振動子アレイ 9 の被検体側とは反対の側)に、電場(電圧)を印加したときに変形するような材料の形状変化層を設けて、材料を変形させることで超音波ビームで対象を走査する方式がある。例えば、振動子アレイ 9 の被検体側に形状変化層を設けた場合には、形状変化層からの超音波ビームの音速と被検体からの超音波ビームの音速との差を利用して超音波ビームを屈折させて被検体を走査させる方法である。また、振動子アレイ 9 の表面に相当する被検体側と反対側に形状変化層を設けた場合には形状変化層を電圧により変形させて、振動子アレイ 9 の向きを変化

50

させて超音波ビームで被検体を走査する方法がある。この方法の原理については、後の実施形態3で詳細に説明する。この方法によると図3の回転軸8に相当する部分に振動子アレイ9が配置されることになる。

【0045】

本実施形態では、超音波診断装置100は、探触子1を頸動脈6に対して適切な状態に位置合わせを行う位置合わせモードと、頸動脈6の状態を具体的に検出する検出モードと備えている。

【0046】

位置合わせモードでは、矢印Aで示した振動子アレイ9の揺動角度は、血管が検出できるかどうか不明な範囲を含む広い範囲から血管を探索するため広い角度としている。一方、その後の検出モードでは、位置合わせモードで血管にほぼ沿った、ある程度絞り込んだ範囲内での狭い範囲を検出対象とすることができるため、一桁以上小さい角度であってもよい。本実施形態では位置合わせモードにおける揺動角度は30度、その後の検出モードでは揺動角度は1度としている。これらは後に詳細に説明する。

【0047】

また、この探触子1には、図2に示すように、本体ケース7の当接部7bで、振動子アレイ9の一端側(端部)に、探触子基点マーカ7cを設けている。この探触子基点マーカ7cの位置を参照しながら、操作者は探触子1の位置を調整する。この点も後で詳細に説明する。

【0048】

図4は超音波診断装置100の電気的なブロック構成図である。探触子1の振動子アレイ9には超音波送受信部11が接続され、この超音波送受信部11には送受信制御部12が接続されている。

【0049】

また、探触子1の振動子アレイ9を揺動させる揺動部13には揺動制御部14が接続されている。

【0050】

さらに、送受信制御部12と揺動制御部14には動作モード管理部15が接続されている。この動作モード管理部15は、上述した位置合わせモードでは揺動部13により振動子アレイ9を、揺動中心を基準として ± 15 度、つまり30度の振り幅(揺動角度)で揺動させ、その後検出モードでは揺動部13により振動子アレイ9を、揺動中心を基準として ± 0.5 度、つまり1度の振り幅(揺動角度)で揺動させる。

【0051】

超音波送受信部11には信号処理部16が接続され、この信号処理部16には画像生成部17およびIMT計測領域決定部18が並列的に接続されている。

【0052】

また、画像生成部17には表示合成部19を介して表示器4が接続されている。

【0053】

さらに、IMT計測領域決定部18にはIMT演算部20を介して表示合成部19が接続されている。

【0054】

また画像生成部17には血管中心検出部21が接続され、この血管中心検出部21には血管位置解析部22を介して動作モード管理部15と探触子誘導画像生成部23が接続され、この内探触子誘導画像生成部23が表示合成部19に接続されている。

【0055】

一方、IMT演算部20には、心拡張末期検出部24を介して心電図検査部(以下ECGと称す)25が接続されている。

【0056】

なお、以上各部の動作は制御部26によりコントロールされるようになっている。制御部26はたとえば主に、超音波送受信部、信号処理部、画像生成部から構成されそのプロ

10

20

30

40

50

グラムはROM 27に記録されている。

【0057】

また、制御部26には入力手段として、例えば上述のフットスイッチ5が接続されている。なお、フットスイッチは入力手段の一例であり、他の入力機器が接続されていてもよい。

【0058】

図5は位置合わせモード(ST-S:「ST」は「ステップ」の略。以下同様。)から検出モード(ST-I)への移行を示したフローチャートである。まず、位置合わせモード(ST-S)では、図1に示すごとく、直線状の振動子アレイ9を、首28の上下に伸びる頸動脈6に対して平行に対向するように配置する。ただし、頸動脈6が伸びる方向は視認できないため、振動子アレイ9と頸動脈6とは厳密に平行に対向する必要はない。下記の位置合わせ動作により、振動子アレイ9を正確に頸動脈6が伸びる方向と平行に対向させることが可能になる。

10

【0059】

その後、図4の動作モード管理部15による位置合わせモード指示で揺動制御部14が揺動部13を駆動する。図6および7は、振動子アレイ9が揺動される様子を示している。振動子アレイ9は矢印Aのごとく回動軸8を中心軸として揺動角度(可動角度)30度で揺動され、同時に超音波ビームを送信する。これにより幅を持った広範囲の検出画像が得られる。

【0060】

この位置合わせモード(ST-S)時には、振動子アレイ9を上述のごとく揺動角度(可動角度)を30度と大きくしているため、この時には図6に示すような頸動脈6の立体画像(3D画像)が得られる(図5のST1)。

20

【0061】

また、このような立体画像(3D画像)とともに、図6に示すごとく首28の上方から下方にかけて短軸断面L1、L2、L3も得られるようになっている。

【0062】

図8は表示器4の画面表示例である。表示器4の画面には、上方に長軸画像表示領域4A、および、下方に短軸画像表示領域4Bが配置されている。

【0063】

この図8においてまずは重要なことは、図6の短軸断面L1に対応する短軸画像表示領域4Bの短軸断面画像S1に、頭頂側に向かって2本に分岐した頸動脈6の断面が短軸断面画像S1中の大小2つの円として現れていることである。これは頸動脈6が2本に分岐した位置を示している。

30

【0064】

つまり、検出位置を安定させるために、頸動脈6の分岐点を含む部分から下方部分を検出位置としている。

【0065】

また、図8に示すように、短軸断面画像S1にはプローブ当接角ガイド線4Lが描かれている。プローブ当接角ガイド線4L及び4Mは短軸断面画像S1の底辺との成す角が45度(短軸断面画像S1を正方形の画像として表示した場合)の直線である。プローブ当接角ガイド線は、プローブ挿入角ガイド線とも呼ばれる。頸動脈の分岐点の上方部では探触子1の首に対する当接角によって、短軸断面画像S1において2本の頸動脈の並びが変化する。例えば、鼻筋を含む仮想面と垂直に交わるような当接角で探触子1を首にあてた場合、図8に示すように2本の頸動脈が横に並び、前記当接角から後頭部側に45度程度回転させた当接角で探触子1を首にあてた場合はプローブ当接角ガイド線4Lとほぼ平行に2本の頸動脈が並ぶ。このように、プローブ当接角ガイド線4L及び4Mにより、探触子1の首に対する当接角を容易に知ることが可能となる。

40

【0066】

また、図6の短軸断面L2、L3に対応する図8の短軸画像表示領域4Bの短軸断面画

50

像 S 2、S 3 の中心部分には、血管中心位置あわせガイド線 4 C が描かれている。この線に対して頸動脈 6 の中心がどちら側にあるか、どの程度位置がずれているかを確認することができる。

【 0 0 6 7 】

振動子アレイ 9 と頸動脈 6 とが平行状態にならなければ、後に I M T を検出することができない。そこで、血管中心位置あわせガイド線 4 C が、振動子アレイ 9 が頸動脈 6 に対して平行状態で対向しているかを確認するために表示されている。ここで、短軸断面画像 S 1 ~ S 3 および血管中心の求め方について説明する。

【 0 0 6 8 】

図 4 の振動子アレイ 9 から得られた情報（エコーデータ）は超音波送受信部 1 1、信号処理部 1 6 を介して画像生成部 1 7 に伝達される。画像生成部 1 7 はその信号に基づいて立体画像データを生成する。その立体画像データに基づき血管中心検出部 2 1 で血管中心位置を算出する。

【 0 0 6 9 】

つまり、頸動脈 6 の断面は円に近いことを利用し、その円の大きさから血管中心位置を算出し、この数値を血管中心位置あわせガイド線 4 C と比較し、ずれ量を算出する。この図 8 に示される状態は短軸断面画像 S 1 に、頸動脈 6 が 2 本現れ、また短軸断面画像 S 2、S 3 の中心の血管中心位置あわせガイド線 4 C に対して頸動脈 6 の中心が通っているので、適切な検出位置であるということになる。なお、図 8 の線 S L 1、S L 2、S L 3 は、図 6 の短軸断面 L 1、L 2、L 3 に対応する頸動脈 6 の断面部分を示す。

【 0 0 7 0 】

図 9、図 1 0 は、表示器 4 に表示された、上述の探触子 1 と頸動脈 6 の位置関係と、探触子 1 の位置の修正を促す表示 4 H を示す図である。図 9、図 1 0 には図 8 の短軸断面画像 S 1、S 2、S 3 が示されており、さらに短軸断面画像 S 1 の上方には探触子 1 の傾斜位置関係画像 4 D が表示されている。

【 0 0 7 1 】

この傾斜位置関係画像 4 D は、頸動脈 6 に対する探触子 1 の傾斜状態を示すとともに、探触子 1 が頸動脈 6 に対して平行に対向するように、この探触子 1 の位置調整を促す役割を持っている。

【 0 0 7 2 】

具体的には、傾斜位置関係画像 4 D は、探触子 1 によって検出する頸動脈（検出対象部位）6 の中心線 4 E と、この中心線 4 E に対する探触子の傾斜状態を示す探触子シンボル 4 F と有している。そして探触子シンボル 4 F には、探触子基点 4 G も合わせて表示させている。

【 0 0 7 3 】

探触子基点 4 G は、図 1 に示した振動子アレイ 9 の一端側に設けた探触子基点マーカ 7 c に対応する画像上の記号であり、表示器 4 の画像上に示したものである。

【 0 0 7 4 】

したがって、図 9 のごとく傾斜位置関係画像 4 D の探触子シンボル 4 F の矢印 4 H が下向きに表示されている場合は、操作者は探触子 1 の探触子基点マーカ 7 c 側をその矢印 4 H 方向に移動させればよい。

【 0 0 7 5 】

また、図 1 0 のごとく傾斜位置関係画像 4 D の探触子シンボル 4 F の矢印 4 H が上向きに表示されている場合は、操作者は探触子 1 の探触子基点マーカ 7 c 側をその矢印 4 H 方向に移動させればよい。

【 0 0 7 6 】

このように探触子 1 の探触子基点マーカ 7 c 側の移動を促す矢印 4 H は、図 4 の血管中心検出部 2 1 と、血管位置解析部 2 2 と、探触子誘導画像生成部 2 3 により生成される。

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

つまり、図 8 の短軸断面画像 S 1、S 2、S 3 において、頸動脈 6 が血管中心位置あわせガイド線 4 C のどちらに存在するか（ずれ方向を含めたずれ量）から、探触子 1 の探触子基点マーカ-7 c 側の移動を促す矢印 4 H を作成するのである。

【 0 0 7 8 】

上述の短軸断面画像 S 1、S 2、S 3、長軸画像表示領域 4 A、傾斜位置関係画像 4 D、中心線 4 E、探触子シンボル 4 F、探触子基点 4 G、矢印 4 H の各画像データは、図 4 の探触子誘導画像生成部 2 3 によって生成される。各画像データは表示合成部 1 9 に送られ、ここで画像生成部 1 7 から送られた長軸画像表示領域 4 A の画像データと合成され、その結果として図 9、または図 1 0 のような表示が行われる（図 5 の S T 2、S T 3）。

【 0 0 7 9 】

以上の操作で探触子 1 を頸動脈 6 の適切な検出位置に配置（当接）できたことが確認されると、つまり図 9、図 1 0 の矢印 4 H が消えると、続いて処理は図 5 の検出モード（S T - I）へと進む。

【 0 0 8 0 】

検出モードに進むためには、操作者は例えば図 1 に示したフットスイッチ 5 を踏めばよい。しかしながら、矢印 4 H が消える状態に至ったことを制御部 2 6 が検出することで、フットスイッチ 5 からの信号の有無にかかわらず動作モードを図 5 の検出モード（S T - I）へと移行させても良い。なお、上記矢印 4 H は、ずれ量に関係なくサイズが一定でも、またずれ量に対応してサイズを変化させ残りのずれ量を認識しやすくしても良い。

【 0 0 8 1 】

さらに、探触子 1 を頸動脈 6 の適切な検出位置に配置（当接）できたことが確認された場合、上記のように矢印 4 H が消えるだけでなく、傾斜位置関係画像 4 D の色を例えばグリーンに変化させるなどして、通常の間感として「OK」を表す表示形式にして認識しやすくしても良い。

【 0 0 8 2 】

次のステップである図 5 の検出モード（S T - I）では、図 4 の動作モード管理部 1 5 による検出モード指示で揺動制御部 1 4 が揺動部 1 3 を駆動する。その結果図 1 1 のごとく揺動制御部 1 4 は、振動子アレイ 9 を、回動軸 8 を中心軸として揺動角度（可動角度）1 度という微小な角度範囲で揺動する。これにより頸動脈 6 だけを狙った、幅が狭い範囲の検出動作を実現できる。具体的には、複数点の画像データを取得し、この画像データを基に I M T 値を検出（計測）すればよい。

【 0 0 8 3 】

前述したように、I M T の計測範囲として 1 c m が推奨されるなど、I M T 計測は頸動脈の所定の長さを使って行われるのが一般的である。図 1 2 ~ 図 1 5 は振動子アレイ 9 と頸動脈 6 との位置関係を示す。たとえば図 1 2 (a) は、頸動脈の長軸画像の模式図と探触子基点マーカ-4 G を備える探触子を示す模式図とを組み合わせて、これらの位置関係を示す傾斜位置関係画像である。図 1 2 (b) ~ (d) はそれぞれ、揺動角 1 ~ 3 の長軸画像 Y 1 (図 1 2 (b)) ~ Y 3 (図 1 2 (d)) を示している。各図の横幅が I M T を計測する頸動脈の所定の長さに対応している。

【 0 0 8 4 】

このうち図 1 4 は振動子アレイ 9 が頸動脈 6 と平行に対向している状態を示している。特に図 1 4 (a) は頸動脈の長軸画像の模式図のセンター（頸動脈 6 の中心線 4 E）と探触子基点マーカ-4 G を備える探触子を示す模式図の中央とが重なった理想的な位置状態を示す。つまり I M T の測定値を取得可能な部位に振動子アレイ 9 が適正に位置していることを示している。

【 0 0 8 5 】

図 1 4 (a) に示すような理想的な位置状態にある場合は、図 1 4 (c) および後述するように一枚の画像データに、I M T 計測可能な画像データの表示（中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K の明瞭な表示）が、所定の長さを満たす状態で含まれている。

【 0 0 8 6 】

10

20

30

40

50

一方、図12、図13は振動子アレイ9の探触子基点4G側が頸動脈6の中心線4Eから外方にずれた傾斜状態を示し、図15は振動子アレイ9の探触子基点4G側が頸動脈6の中心線4E側にずれた傾斜状態を示している。このような位置状態である場合は、一枚の画像データに含まれるIMT計測可能なデータの表示は、所定の長さを満たしていない状態で含まれている。

【0087】

従って、図12、図13、図15のごとく、振動子アレイ9の探触子基点4G側が頸動脈6の中心線4Eから外方や内側にずれた傾斜状態になると、本来であればその傾斜状態を修正すべく、探触子1の移動調整が必要となる。しかし、頸動脈6のように細い対象に探触子1を平行な状態で配置することが必要な傾斜調整は非常に微妙な作業で、熟練者でなければなかなか難しい作業となる。

10

【0088】

そこで本実施形態では、図14のごとく振動子アレイ9が頸動脈6と平行に対向した時はもちろん、図12のごとく振動子アレイ9の探触子基点4G側が頸動脈6の中心線4Eから外方にわずかにずれた傾斜状態、図15の振動子アレイ9の探触子基点4G側が頸動脈6の中心線4E側にわずかにずれた傾斜状態であれば、IMT検出(計測)が行えるようにした。

【0089】

この点について説明を続けると、図12～図15の各図(b)は図11における揺動角1の状態における長軸画像(Y1)を示し、図12～図15の各図(c)は図11における揺動角2の状態における長軸画像(Y2)を示し、図12～図15の各図(d)は図11における揺動角3の状態における長軸画像(Y3)を示している(図5のST4)。

20

【0090】

また、これらの図12～図15の各図(b)～(d)において4Iは頸動脈6の外側を示し、4Jは中膜外膜境界、4Kは内腔内膜境界を示す。また、点線は中膜外膜境界と内腔内膜境界がエコーデータから明瞭に描出できていないことを示し、実線は中膜外膜境界と内腔内膜境界が明瞭に描出できていることを示す。この中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間に中膜と内膜が存在し、この中膜と内膜の厚さ(中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間の厚さ)がIMTの値となる。したがって、図12～図15の各図(b)～(d)からIMTの値を検出するためには、これらの図12～図15の各図(b)～(d)中に中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4Kが明確に存在する(明瞭に描出されている)ことが重要となる。

30

【0091】

すなわち、図14のごとく振動子アレイ9が頸動脈6と平行に対向した時はもちろん、図12のごとく振動子アレイ9の探触子基点4G側が頸動脈6の中心線4Eから外方にわずかにずれた傾斜状態、図15の振動子アレイ9の探触子基点4G側が頸動脈6の中心線4E側にわずかにずれた傾斜状態でも、これらの図12、図14、図15の各図(b)～(d)中には、総合計として中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4Kが明確に存在している。

40

【0092】

さらに具体的には、図12であれば(b)の右側部分、(c)の中心部分、(d)の左側部分には中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4Kが明確に存在している。よって、図12に示される、上記の中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4Kが明確に存在していることを示す画像(データ)は測定値取得可能な部位を明瞭に描出しているといえる。よって、当該画像はIMT計測に適した適正画像であるといえる。図12(b)、(c)、(d)の3枚の画像を組み合わせて考えると、当該3枚を重畳することで、図12(b)から(d)の全体として表される所定の長さ(本実施例では各図の横幅長さ)で中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間が確認でき、中膜外膜境界と内腔内膜境界とを検出してその間の厚さを計測できる。これによりIMTの値を検出することが出来る。

50

【 0 0 9 3 】

また、図 1 4 であれば図 1 4 (c) の一枚で左から右までの全体部分に中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K 間が確認でき、これにより I M T の値を検出することが出来る。さらに、図 1 5 であれば (b) の左側部分、(c) の中心部分、(d) の右側部分には中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K が明確に存在しているので、それらをトータルで考えると (b) から (d) の全体で中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K 間が確認でき、これにより I M T の値を検出することが出来る。これに対して、図 1 3 であれば (b) には中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K が明確に存在せず、(c) の右側部分、(d) の中心部分には中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K が明確に存在しているだけであるので、それらをトータルで考えると (b) から (d) の全体で中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K 間が確認できず、この結果として I M T の値を検出することが出来ない。

10

【 0 0 9 4 】

なお、図 1 1 では頸動脈 6 の中心には中膜外膜境界 4 J ~ 内腔内膜境界 4 K の鮮明部分が出ることを示している。具体的には振動子アレイ 9 が揺動角 2 の位置では、その矢印直下に重ねて表示した四角の中で、中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K とが明確に描出できていることを細い 1 本の直線で画像上に示している。また、図 1 1 は頸動脈 6 の外側には中膜外膜境界 4 J ~ 内腔内膜境界 4 K の不鮮明部分が出ることを、揺動角 1 と 3 の位置では中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K とがあるズレ幅を持った領域によって示している。2 の細い 1 本の線とは異なり、明確では無いことが画像上示されている。

【 0 0 9 5 】

20

図 1 6、図 1 7 は、図 1 2 のごとく振動子アレイ 9 の探触子基点 4 G 側が頸動脈 6 の中心線 4 E から外方にわずかにずれた傾斜状態、図 1 5 の振動子アレイ 9 の探触子基点 4 G 側が頸動脈 6 の中心線 4 E 側にわずかにずれた傾斜状態であれば、I M T 検出が行えるようにできることを説明するための図である。もちろん、図 1 4 のごとく振動子アレイ 9 が頸動脈 6 と平行に対向した時も I M T 検出を行うことができる。この検出モード (S T - 1) では、上述のごとく、振動子アレイ 9 は回動軸 8 を中心軸として揺動角度 (可動角度) 1 度で揺動し、これにより頸動脈 6 だけを狙った、幅が狭い範囲の検出動作を実現できる。

【 0 0 9 6 】

ここで、図 1 6 は、I M T 検出が可能な範囲 A と、中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K が明確に検出できる位置 B とを示している。図 1 7 (a) は、図 1 2 のごとく振動子アレイ 9 の探触子基点 4 G 側が頸動脈 6 の中心線 4 E から外方にわずかにずれた傾斜状態を示し、図 1 7 (b) はその時に I M T を検出する測定値取得可能部位の画像 (適正画像) データの所定長さ内でかつ検出可能な範囲 (幅) A 内の具体的な検出位置 C を示している。

30

【 0 0 9 7 】

また、この図 1 7 (b) においても図 1 6 に対応して、図 1 7 の幅 A は I M T 検出が可能な範囲を示しており、ライン B は中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K が明確に検出できる位置を示している。

【 0 0 9 8 】

つまり、図 1 7 (b) においては、図 1 2 のごとく振動子アレイ 9 の探触子基点 4 G 側が頸動脈 6 の中心線 4 E から外方にわずかにずれた傾斜状態の状態、振動子アレイ 9 が回動軸 8 を中心軸として揺動角度 (可動角度) 1 度で揺動 (微小揺動) する。よって、I M T 検出が可能な範囲 (この場合はこれも傾斜状態) である幅 A を通過している時だけが、図 1 2 のごとく、中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K 間を明確に検出できる状態となる (図 5 の S T 5、S T 6)。

40

【 0 0 9 9 】

なお、本実施形態では、図 1 7 (b) のごとく、I M T を検出するのに必要な測定値取得可能部位の画像 (適正画像) データの範囲の所定長さ D は 1 c m としている。

【 0 1 0 0 】

つまり、上述した中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K 間を確認できる長さが 1 c m 必

50

要となっており、これがあるとき（図17（b）中の傾斜した3本のCの図中横方向の長さの合計値が1cm以上確保できるとき）には、各位置でのIMT検出値から、この間の最大厚（max IMT）や平均厚（mean IMT）を計測（算出）することで検出対象部位（頸動脈6）に対するIMT検出を行うことが可能である。

【0101】

再び図4を参照する。

【0102】

IMT計測領域決定部18は図12～図15の（b）～（d）のどの部分を計測領域として決定するかを決める。そしてIMT計測領域決定部18は、上述のごとく1cmの範囲で中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間が確認できる時には、図17（b）中の傾斜したCの位置での検出値であるIMTデータをIMT演算部20に送付する。

10

【0103】

IMT演算部20には、心拡張末期検出部24を介して心電図検査部25（以下「ECG25」と記述する。）が接続されている。心拡張末期検出部24により求めた心拡張末期に、IMTが検出され、これが、表示合成部19を介して表示器4に表示される（図5のST7、ST8）。

【0104】

つまり、本実施形態においては、振動子アレイ9が頸動脈6と平行に対向した時はもちろん、図12のごとく振動子アレイ9の探触子基点4G側が頸動脈6の中心線4Eから外方にわずかにずれた傾斜状態であっても、または、図15の振動子アレイ9の探触子基点4G側が頸動脈6の中心線4E側にわずかにずれた傾斜状態であっても、IMT検出（計測）を行うことが可能である。その結果、測定作業が極めて簡単となる。

20

【0105】

以上示したように、本実施形態に係る超音波診断装置100によれば、熟練者でなくてもこのIMT検出が簡単・正確に行えるようにすることができる。

【0106】

なお、本実施形態では、検出モードにおいて、図12～図15のように複数点の検出画像を表示した場合を示したが、必ずしも図12～図15を表示する必要は無く、検出モードに移った後、所定時間内に上述した中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間が確認できる部位、つまり測定値取得可能部位の画像データの範囲の長さが1cm以上確保できれば、画像が無くてもIMTを算出することができる。この場合、所定時間が経過しても、必要な長さ（IMT計測領域）が確認できなければ、図5のフローチャートに示すように、一旦位置合わせモードに戻り、再度、探触子1を頸動脈6に対して適切な状態になるよう位置合わせを行うこととなる。

30

【0107】

また、熟練者ではないが、頸動脈の描出操作を行うことができるユーザの場合は位置合わせモードを使用せずとも、頸動脈を大まかに描出できたか否かをユーザが判断し、検出モードだけを使用することも可能である。

【0108】

なお、本実施形態では中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間が確認できる長さが1cmのときにIMTの計測を実施することとしたが、必ずしも1cmとは限られない。たとえば、1cmの内の所定の割合以上であっても良い。この割合を大きくすれば、より適切な位置でIMT計測が行えるため、IMT値の正確性が向上し、割合を小さくすれば、適切な位置からずれていてもIMT計測が可能となるため、操作性が向上する。

40

【0109】

さらに、本実施形態では画像を用いてIMT計測を実施したが、画像を構築する前のエコーデータを用いてIMT計測を実施することも可能である。

【0110】

また、本実施形態では直線に配置した振動子アレイを揺動させることで短軸断面像を取得したが、直線に配置した1つあるいは複数の振動子アレイに対して直交する振動子アレイ

50

イを配置することで、同様の処理を実現することも可能である。

【0111】

さらに、本実施形態は検出対象を頸動脈とし、IMT計測を行う例について述べたが、これに限らず、例えば、大腿動脈におけるIMT計測にも応用可能である。また、腹部大動脈の血管径の計測において、血管の前壁と後壁が明瞭に描出されている画像を適正な画像として本技術を応用可能である。

【0112】

さらに、胎児計測などの場合も、例えば大腿骨などの計測部位が明瞭に描出されている画像を適正な画像として本技術を応用可能である。

【0113】

(実施形態2)

図18は、本実施形態による超音波診断装置110の電氣的なブロック構成図である。超音波診断装置110は、探触子1と、制御器310と、表示器4と、フットスイッチ5とを備えている。

【0114】

図18に示す超音波診断装置110各構成要素のうち、実施形態1に係る超音波診断装置100と共通の機能を有するものには同じ参照符号を付し、その説明を省略する。

【0115】

本実施形態にかかる超音波診断装置には、図4に示す、実施形態1における心拡張末期検出部24およびECG25に代えて、図18に示すように、心拡張末期検出部24Aが設けられている。

【0116】

心拡張末期検出部24Aは、日本国特許第4189405号に記載された技術を用いて血管収束末期も検出し、このタイミングでIMTを検出する。なお、日本国特許第4189405号の特許明細書および図面の内容の全てを、本願に援用する。

【0117】

具体的には、心拡張末期検出部24Aは信号処理部26から受信した信号を解析して被検体組織の動きを追跡する組織追跡部と、追跡している被検体組織の動きに関する特徴量を検出して特徴量検出信号を出力する特徴量検出部とを備える。組織追跡部は、頸動脈の血管壁の動きを追跡する。IMT値は血管壁の厚みが最大になったときに測定するのが理想的である。頸動脈は心臓収縮期には急激に血管が広がり、心臓拡張期にはゆっくりと血管が収縮する。特徴量検出部は、そのような頸動脈の血管壁の動きを追跡し、血管壁の厚みが最大となる心拡張末期を検出する。

【0118】

そしてこのようにすれば、心電図検査部(以下ECGと称す)25を検査者に装着する必要がないので、熟練者でなくてもIMT検出(計測)作業がさらに簡単に行えるようになる。

【0119】

なお、本実施形態では、図19の(ST4)ごとく頸動脈6の中心と、中心線4Eが一致、もしくは近い部分まで来ると、振動子アレイ9の揺動を停止し、その状態で頸動脈6の同じ位置にビームを照射し、その部分の画像(例えば図8)を表示器4に表示する。

【0120】

そして、(ST5)で心拡張末期を検出し、次に(ST6)で図5のST4と同じ図12から図15の画像を作成し、(ST7)で図5のST6と同様、「IMT計測領域が所定値以上?」であるかどうかを判定し、(ST8)でIMTの値を表示器4に表示する。

【0121】

(実施形態3)

図20Aは本実施形態に係る探触子1を示す。探触子1は、実施形態1または実施形態2に係る超音波診断装置と接続される。そして、超音波診断装置からの超音波ビームの送受信制御を受けて、エコー信号を受信する。得られたエコー信号はエコーデータとして超

10

20

30

40

50

音波診断装置に送信される。その結果、超音波診断画像を得ることが可能になる。

【0122】

本実施形態の振動子アレイ9A、9Bもまた、PZT（ジルコン・チタン酸鉛）の圧電セラミックスやPMN-PT（マグネシウムニオブ酸・チタン酸鉛）などの圧電単結晶、PVDf（ポリふっ化ビニリデン）などの高分子材料で形成された超音波振動子が複数個配列されている。それぞれの圧電体に印加する電圧を制御器3で電氣的に切り換え制御することにより、超音波診断画像を得ることができる。

【0123】

この頸動脈6に対する振動子アレイ9Aは、長手方向に超音波ビームで対象を走査することで長軸方向のエコーデータを取得する。このエコーデータは後工程の回路での長軸画像表示化に用いられる。また振動子アレイ9Bは、長軸画像表示する方向とほぼ直交する短軸方向に超音波ビームで対象を走査することで短軸方向のエコーデータを取得する。このエコーデータは、後工程の回路での短軸画像表示化に用いられる。

10

【0124】

ここで振動子アレイ9Aによって得られたエコーデータは、既に公知である電子制御方式で超音波画像化される。一方、振動子アレイ9Bは、短軸方向に超音波ビームで対象を走査して画像化する必要がある。この短軸方向に超音波ビームで対象を走査する走査方式としては、モータなどを使用して機械的に振動子アレイ9Bを回転若しくは往復運動させるようにする方式がある。また他の方式の一つとして、振動子アレイ9Bの上面（被検体側）若しくは下面（振動子アレイ9Bの被検体側とは反対の側）に、電場（電圧）を印加したときに変形するような材料を設け、この材料を変形させて超音波ビームで対象を走査する方式がある。この方式については後で詳細に説明する。

20

【0125】

操作者は、例えば頸動脈6の形態とほぼ並行に探触子1を被検体に当接させる。すると、図20A～20Cに示されるように、振動子アレイ9Aから超音波ビームを送受信すると、得られたエコーデータに基づいて超音波断層画像40Aが表示される。一方、振動子アレイ9Bは振動子アレイ9Aのアレイ方向と直交する方向に、物理的に回転、往復若しくは遥動運動され、その間に超音波ビームで対象を走査する。その結果得られたエコーデータに基づいて超音波断層画像40Bが表示される。図20A～20Cでは、振動子アレイ9Bは振動子アレイ9Aの両端に設けた構成にしている。このような構成にすると、両端の超音波画像40Bを見ながら頸動脈6の血管中心に位置合わせし易くなる。図20Aは振動子アレイと超音波画像が模擬的に理解しやすいように概略斜視図で示しているが、図20Bに示すように、探触子1の振動子アレイ9A、Bと画像表示40A、40Bのような対応づけになる。

30

【0126】

実際に位置合わせモードで位置合わせした後、検出モードに移行しIMTの計測を行う際の方法について図20Bおよび図20Cを用いて説明する。

【0127】

図20Bには位置合わせモードの状態が示されている。操作者は、頸動脈6の血管中心位置に探触子1の振動子アレイ9A、Bの中心が来るよう、位置合わせする。

40

【0128】

位置合わせは、以下の方法で行うことができる。両端の振動子アレイ9Bの動作を物理的に短軸方向に制御して超音波ビームで対象を走査して超音波画像4B（位置合わせ画像）を得ると同時に、振動子アレイ9Aで長軸方向の超音波画像4Aも得る。このことにより頸動脈6の断層像が得られるが、この場合必ずしも頸動脈6の血管中心に合っているわけではなくずれている場合が多い。ここで、頸動脈6の血管中心からのずれを超音波画像4B（位置合わせ画像）の血管中心位置合わせガイドライン4Cに血管中心がくるように、操作者は探触子1を移動させて調整する。超音波画像4B（位置合わせ画像）の血管中心位置合わせガイドライン4Cに血管中心がくることにより、長軸方向の血管中心は超音波画像4Aに表示される。このような状態になれば位置合わせモードは完了し、次の検出

50

モードに切り換える。なお、この位置合わせモードから検出モードへの切り換え方法は任意である。たとえば、超音波画像4Bの血管中心位置合わせガイドライン4Cに血管中心にきたということを自動的に認識させる機能をもたせて、自動的に検出モードに切り替えてもよいし、装置の一部に切り換えスイッチなどを設けてスイッチを操作することによって検出モードに切り替えてもよい。

【0129】

図20Cには検出モード時の画像表示例を示す。検出モードでは、位置合わせモードで使用した振動子アレイ9Bは、振動子アレイ9Aとアレイ方向及び短軸方向の傾きを一致させる位置に戻される。そして、振動子アレイ9Aと9Bを合わせて動作させてエコーデータを取得し、長軸方向の超音波画像4A(検出画像)を生成し表示する。このことによ

10

って長軸方向の超音波画像4A(検出画像)は、図20Bで示した超音波画像4Aより広い(長い)領域を表示できるようになる。特に頸動脈6の血管の診断の場合は、脳につながっている血管の分岐する部分(例えば図6のL1の部分に相当)は被検体の顎の付近に位置しているため、特許文献(特許4237256号)に示すように、振動子アレイの両端の位置合わせに使用する部分は長軸方向で画像表示できない。よって、血管の分岐領域を表示できなくなりデッドスペースとなることがある。これは診断するときの課題となることがある。しかしながら、本実施形態の超音波探触子を使用することで解消することが可能である。

【0130】

以上のように、位置合わせモードから検出モードの一連の操作を行うことにより、広い

20

領域の超音波画像4AからIMTの計測は、操作者は熟練者でなくとも再現性が高く、しかも高精度に計測することができる。

【0131】

なお、位置合わせ画像は両端の振動子アレイ9Bの2つの領域を使用した2画面について説明した。このほか、位置合わせ画像用に使用する振動子アレイは3つ以上の領域例えば両端部と中心部の3つの領域を用いてもよい。この場合には位置合わせ画像表示する振動子アレイの領域を選択して位置合わせしてもよい。または位置合わせモード時には長軸方向の画像4Aはなくして位置合わせ画像のみ3つ以上表示して位置合わせを行い、検出モードに切り換えたときは長軸方向の画像になるようにしても同様の効果が得られる。

【0132】

次に、図21を参照しながら、振動子アレイ9Bを用いて短軸方向に超音波ビームで対象を走査する他の例を説明する。具体的には、振動子アレイ9Bの上面(被検体側)若しくは下面(振動子アレイ9Bの被検体側とは反対の側)に電場を印加したときに変形するような材料を設けて、材料を変形させて超音波ビームで対象を走査する例を説明する。

【0133】

図21は、図20A~20Cの振動子アレイ9A、9Bのアレイ方向に直交する概略断面図を示す。振動子アレイ9A、9Bは、超音波振動子10と、形状変化層29と、超音波振動子10を保持する背面負荷材30と、超音波ビームで対象を走査する形状変化層29の両面に配置された電極31、32とを備えている。なお、振動子アレイ9A、Bを用いて超音波ビームを送信するためには、電極31、32間に電気信号を印加する可変電源

40

も必要であるが、ここではその図示は省略している。

【0134】

なお、形状変化層29の両面に設けている電極31、32は、図20A~20Cに示す振動子アレイ9Bの領域である。

【0135】

超音波振動子10は、PZT系のような圧電セラミックス、PMN-PT系のような圧電単結晶、又は材料と高分子を複合した複合圧電体などの材料からなる。

【0136】

超音波振動子10の厚さ方向の前面には、図示しない接地電極が設けられ、背面には信号用電極が設けられている。形状変化層29は、超音波振動子10に対応して被検体側と

50

なる厚さ方向前面に配置され超音波ビームの方向を可変する機能を有する。

【0137】

形状変化層29は、被検体からの超音波ビームの音速と形状変化層29からの超音波ビームの音速とが違ふことが必要で、この音速差を有効に利用して超音波ビームの方向を変化させる。

【0138】

さらに、本実施形態の形状変化層29は、被検体の任意の深さに超音波ビームを収束させる機能をもたせるように被検体側の面を曲面形状にしている。以下、具体的に説明する。

【0139】

図21(a)に示すように、超音波ビーム33を直進させ、任意の深さに収束させる場合には、形状変化層29の被検体側の面は、単一の曲率半径を持たせるような形状にすればよい。形状変化層29表面の曲面形状は、形状変化層29の音速と被検体の音速差で凹面形状あるいは凸面形状にすることにより超音波ビームを収束することができる。例えば、形状変化層29の音速が被検体の音速より遅い値の場合には、超音波ビームを収束させるには形状は凸面になり、逆に形状変化層の音速が速い場合には凹面形状になる。

【0140】

これを図21(b)、(c)に示すように、超音波ビーム33の方向を可変させて(ここでは図20A~20Cに示す振動子アレイ9Bのアレイ方向と直交する方向)、かつ超音波ビーム33を任意の深さに収束させる場合には、形状変化層29の被検体側の面の曲面は、曲率半径が位置によって徐々に可変するような形状にする。

【0141】

このように形状変化層29の被検体側の表面形状を可変にすることは、形状変化層29の一方の電極(ここでは電極32)を複数個に分割して、それぞれの電極に印加する電気信号である電圧を制御することにより可能となる。このように形状変化層29の形状を変化させて超音波ビームの収束と方向を可変にするためには、精度よく変形させることが必要になってくる。そのためには、複数個設けている電極32の数を増やし、また電極の形状、更にそれぞれの電極に印加する電圧の制御を精度良く行うことも必要である。

【0142】

この形状変化層29の材料として、イオン導電性高分子ポリマー、誘電型ポリマー、及び導電性ポリマーなどの高分子に印加する電気信号により高分子が変形する材料を用いる。

【0143】

イオン導電性高分子ポリマーは、イオン交換樹脂とその両面に電極を設けたポリマーアクチュエータであり、印加する電圧によりイオン交換樹脂内のイオンが移動して、移動したイオン側が膨潤して高分子が変形するという機能を有している。ポリマーアクチュエータには、ポリエチレン、ポリスチレン、フッ素樹脂などにスルホン酸基、カルボキシル基などの官能基が導入されたものや、ポリ塩化ビニル(PVC)やポリメタクリル酸メチル(PMMA)やポリウレタンなどの非導電性高分子とイオン性物質とが含有された高分子の材料などがある。

【0144】

また、誘電型ポリマーは、ポリマーの両面に電極を設け電極間に電圧を印加することにより、その電極間の静電引力でポリマーが厚み方向に圧縮されてポリマーの平面方向に伸長して変形するという機能を有している。この誘電型ポリマーには、シリコンゴムやポリウレタンやアクリルエラストマーなどの材料がある。

【0145】

また、導電性ポリマーは、導電性を有したポリマーから電気端子を取り出し、その電気端子に電圧を印加すると電気端子間の導電性ポリマーが収縮し、印加電圧をオフにすると元に戻るといった機能を有している。この導電性ポリマーには、ポリピロール樹脂などがある。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 6 】

また、上記材料以外にも電気信号によりポリマー材が変形する他の材料であれば良く、上記材料に限定するものではない。

【 0 1 4 7 】

例えば、形状変化層 2 9 にイオン導電性高分子ポリマーを用いた場合には、電極 3 1、3 2 間に印加する電圧によりイオンが移動して、移動したイオン側が膨潤して高分子が変形する大きさが変わる。このため、この電圧をそれぞれの電極 3 1、3 2 に印加する電圧を可変することによりそれぞれの電極 3 2 に位置する領域の形状変化層 2 9 の部分の変形量を変えることが可能である。このことにより形状変化層 2 9 の被検体側の面を任意に変えられることになり、この結果、振動子アレイ 9 A、B と直交する方向に超音波ビームで対象を走査することができ、短軸方向の超音波画像を得ることができる。

10

【 0 1 4 8 】

また、本実施形態では、形状変化層を超音波振動子 1 0 の被検体側に設けた構成について説明したが、このほか、超音波振動子 1 0 と背面負荷材の間若しくは背面負荷材の背面側に形状変化層を設けて、超音波振動子 1 0 の振動子アレイ 9 B を形状変化層に印加する電圧を調整することで変形させて物理的に変化させて超音波ビームで対象を走査しても同様の効果が得られる。

【 0 1 4 9 】

(実施形態 4)

以上の実施形態 1、実施形態 2 においては、図 2 及び図 3 に示すように 1 つの振動子アレイ 9 を中心から左右に可動(揺動)させ、検出対象の複数断面を取得したが、本実施形態では、1 つの振動子アレイ 9 D を中心に、両側の並行位置にさらに 1 つずつ振動子アレイ 9 C、9 E を配置した探触子を用いて、I M T 計測を実施する方法について説明する。

20

【 0 1 5 0 】

図 2 2 は、本実施形態に係る超音波診断装置 1 3 0 の電気的なブロック構成図である。超音波診断装置 1 3 0 は、探触子 1 A と、制御器 3 3 0 と、表示器 4 と、フットスイッチ 5 とを備えている。図 2 2 に示すように、探触子 1 A の振動子アレイ 9 C、9 D、9 E には超音波送受信部 1 1 が接続されている。

【 0 1 5 1 】

なお、図 2 2 に示す超音波診断装置 1 3 0 各構成要素のうち、実施形態 1 に係る超音波診断装置 1 0 0、または、実施形態 2 に係る超音波診断装置 1 1 0 と共通の機能を有するものには同じ参照符号を付し、その説明を省略する。

30

【 0 1 5 2 】

次に、本実施形態で使用する探触子 1 A を図 2 3 に示す。図 2 3 に示すように本体ケース 7 内に 1 つ目の振動子アレイ 9 D、2 つ目の振動子アレイ 9 C、3 つ目の振動子アレイ 9 E が平行に並んでいる。振動子アレイを 3 つ保持することで、3 つの断層像を構築可能である。

【 0 1 5 3 】

本実施形態では、熟練者ではないが、頸動脈の描出が可能な位置に探触子を位置させることができるユーザを想定し、位置あわせモードを実施せずに検出モードのみを実施する処理を説明する。

40

【 0 1 5 4 】

振動子アレイ 9 C、9 D、9 E が受信したエコー信号から構築される 3 つの断層像と血管に対する探触子の位置は実施形態 1 に示す図 1 1 と同様となる。例えば、本実施形態に係る探触子 1 A を用いることにより、図 1 2 から図 1 5 に示すような断層像が得られる。そこで、I M T 計測領域決定部 1 8 は、中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K の滑らかさや、境界付近の信号の強度を評価し、I M T の値を検出する領域を決定する。

【 0 1 5 5 】

図 1 2 であれば (b) の右側部分、(c) の中心部分、(d) の左側部分には中膜外膜境界 4 J と内腔内膜境界 4 K が明確に存在しているため、I M T 計測に適した適正画像と

50

いうことができる。これら3つの画像を組み合わせると所定の長さ(b)から(d)の全体で中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間が確認でき、これによりIMTの値を検出することが出来る。

【0156】

また、図14であれば(c)において左から右までの全体部分に中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間が確認でき、これによりIMTの値を検出することが出来る。

【0157】

さらに、図15であれば(b)の左側部分、(c)の中心部分、(d)の右側部分には中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4Kが明確に存在している。それらをトータルで考えると(b)から(d)の全体で中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間が確認でき、これによりIMTの値を検出することが出来る。

10

【0158】

これに対して、図13であれば(b)には中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4Kが明確に存在せず、(c)の右側部分、(d)の中心部分には中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4Kが明確に存在しているだけであるので、それらをトータルで考えると(b)から(d)の全体で中膜外膜境界4Jと内腔内膜境界4K間が確認できず、この結果としてIMTの値を検出することが出来ない。

【0159】

IMT演算部20は上述の動作原理によってIMTの値を算出する。その結果得られた画像は、表示器4に表示される。

20

【0160】

本実施形態に示す探触子を用いることで、振動子アレイを可動(揺動)させる必要がなくなり、探触子にかかるコストを削減できる。また、プローブの短軸方向の厚みを軽減できる。

【0161】

なお、本実施形態では、図24に示すように、振動子アレイを3つ平行位置に並べた探触子を使用したが、さらに多くの振動子を2次的に並べた探触子1Bを用いて、3つ以上の断層像を取得してIMT計測を実施しても良い。

【0162】

また、本実施形態においても、画像を構築する前のエコーデータを用いてIMT計測を実施することも可能である。

30

【0163】

(実施形態5)

以上の実施形態1、実施形態2においては、探触子1を頸動脈6に対して適切な状態に位置あわせを行う位置あわせモードにて、図2及び図3に示すように1つの振動子アレイ9を中心から左右に可動(揺動)させ、血管の短軸断面のエコーデータを取得したが、図25に示すように、1つの振動子アレイ9Fに直交するように複数の振動子を配列することで、同様に短軸断面のエコーデータを取得することが可能である。

【0164】

図26は本実施形態に係る超音波診断装置140の電気的なブロック構成図である。超音波診断装置140は、探触子1Cと、制御器340と、表示器4と、フットスイッチ5とを備えている。図26に示すように、探触子1Cの振動子アレイ9Fには超音波送受信部11が接続されている。

40

【0165】

なお、図26に示す超音波診断装置140各構成要素のうち、実施形態1に係る超音波診断装置100、または、実施形態2に係る超音波診断装置110と共通の機能を有するものには同じ参照符号を付し、その説明を省略する。

【0166】

本実施形態では、探触子1Cの振動子アレイ9Fに直交する振動子が図6に示す短軸断面L1、L2、L3からの信号を取得する。そして、受信した信号を超音波送受信部11

50

、信号処理部 16、画像生成部 17を介して画像化し、表示合成部 19を介して、図 8 に示す短軸画像表示領域 4B に短軸断面像を表示する。図 8 の長軸画像表示領域 4A に表示する長軸画像は振動子アレイ 9F が受信した信号から超音波送受信部 11、信号処理部 16、画像生成部 17を介して作成し、表示合成部 19を介して表示する。

【0167】

次に、血管中心検出部 21は、頸動脈 6の断面は円に近いことを利用し、画像生成部 17で生成した短軸断面像から血管中心を求める。そして、血管中心と図 8 に示す、血管中心位置あわせガイド線 4C と比較し、ずれ量を算出する。図 8 に示す状態は短軸断面画像 S1 に頸動脈 6 が 2本現れ、また短軸断面画像 S2、S3 の中心の血管中心位置あわせガイド線 4C に対して頸動脈 6 の中心が通っているので、適切な検出位置であるということになる。

10

【0168】

しかし、血管中心検出部 21で検出した血管中心と、血管中心位置あわせガイド線 4C とのずれが存在する場合は、血管位置解析部 22で、短軸断面画像 S1 における 2本の頸動脈の並び、短軸断面画像 S2、S3 において血管中心が血管中心位置あわせガイド線 4C のどちら側にずれているかことから、探触子 1C と頸動脈 6 の位置関係を確認する。そして、探触子誘導画像生成部 23にて、図 9 および図 10 に示す、傾斜位置関係画像 4D を生成する。傾斜位置関係画像 4D は頸動脈 6 に対する探触子 1C の傾斜状態を示すとともに、探触子 1C が頸動脈 6 に対して平行に対向するように、この探触子 1C の位置調整を促す役割を持っている。ユーザは傾斜位置関係画像 4D を見ながら探触子 1C を用いて対象を走査する。

20

【0169】

血管中心位置あわせガイド線 4C に対して頸動脈 6 の中心が通る適切な検出位置に当てた場合は、制御部 26にて適切な検出位置であることを認識するか、入力手段によるユーザの通知をトリガとし、心拡張末期検出部 24A により心拡張末期を検出し、IMT 演算部 20にて、振動子アレイ 9F で取得した信号から生成された長軸断面画像より、IMT 測定を実施する。

【0170】

本実施形態に示す探触子を用いることで、振動子アレイを可動（揺動）させる必要がなくなり、さらに、使用する振動子の数も少なくすむため、探触子にかかるコストを削減できる。また、プローブの短軸方向の厚みを軽減できる。

30

【0171】

なお、上述の実施形態の探触子として、複数の超音波振動子を少なくとも同じ方向に沿って 3列以上設け、その複数の超音波振動子が全体として格子状に配置されている、いわゆるマトリクスプローブを用いてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0172】

本発明においては、探触子と検出対象部とが適切な状態から多少ずれていても、検出対象部の検出値を得ることが出来、この結果として、熟練者でなくても正確な検出を行うことができる。よって本発明が実施されて得られた超音波診断装置は、ユーザ習熟度の許容範囲が広く、操作性に優れた装置として有効である。

40

【0173】

本発明は、例えば頸動脈の検査などに広く活用することが可能である。

【符号の説明】

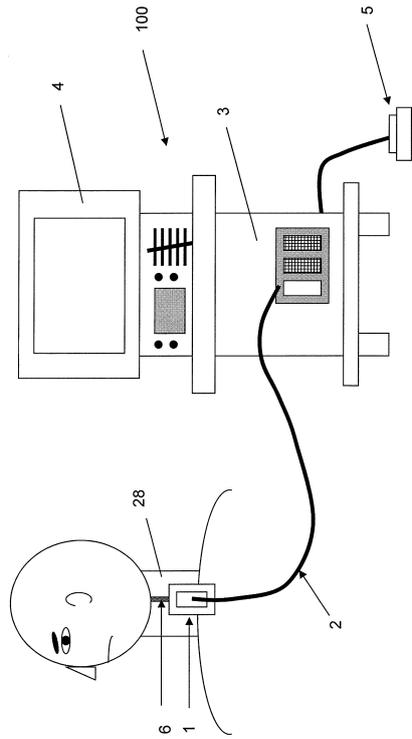
【0174】

- 1 探触子
- 1A、1B、1C 探触子
- 2 ケーブル線
- 3 制御器
- 4 表示器

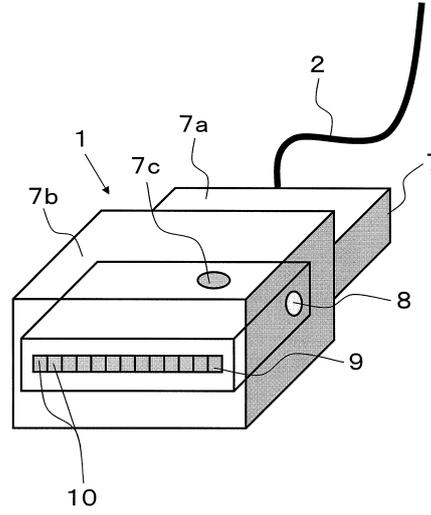
50

5	フットスイッチ	
6	頸動脈	
7	本体ケース	
7 a	把持部	
7 b	当接部	
7 c	探触子基点マーカ-	
8	揺動軸	
9、9 A、9 B、9 C、9 D、9 E、9 F	振動子アレイ	
1 0	超音波振動子	
1 1	超音波送受信部	10
1 2	送受信制御部	
1 3	揺動部	
1 4	揺動制御部	
1 5	動作モード管理部	
1 6	信号処理部	
1 7	画像生成部	
1 8	I M T計測領域決定部	
1 9	表示合成部	
2 0	I M T演算部	
2 1	血管中心検出部	20
2 2	血管位置解析部	
2 3	探触子誘導画像生成部	
2 4	心拡張末期検出部	
2 5	心電図検査部	
2 6	制御部	
2 7	R O M	
1 0 0、1 1 0、1 3 0、1 4 0	超音波診断装置	

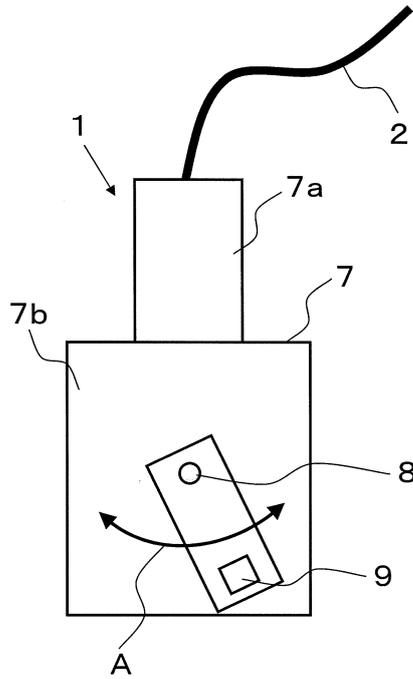
【図1】



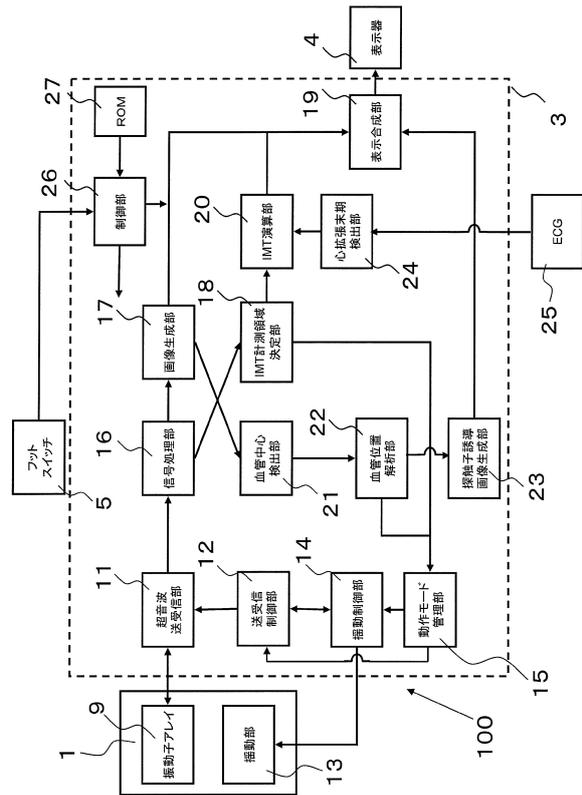
【図2】



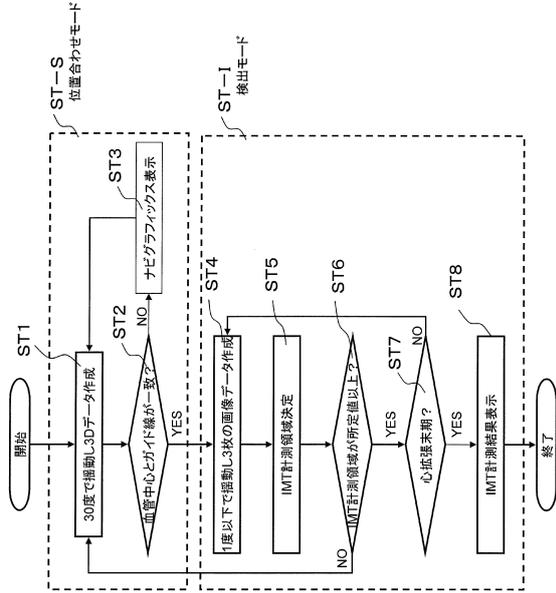
【図3】



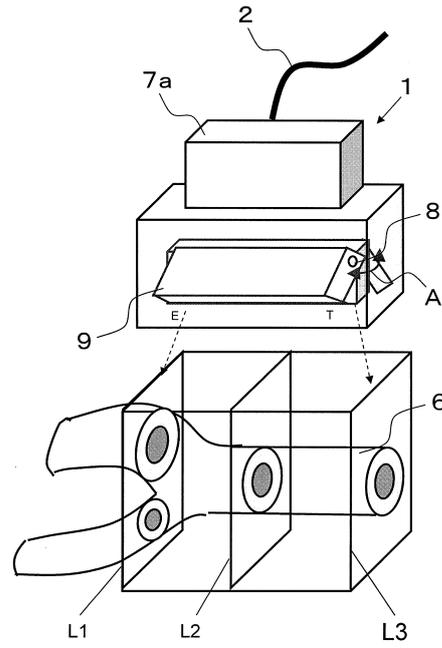
【図4】



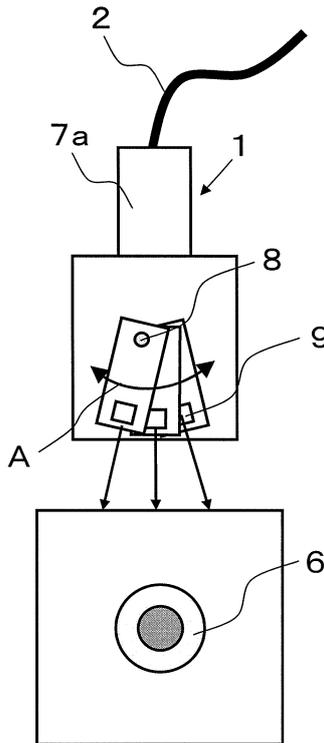
【図5】



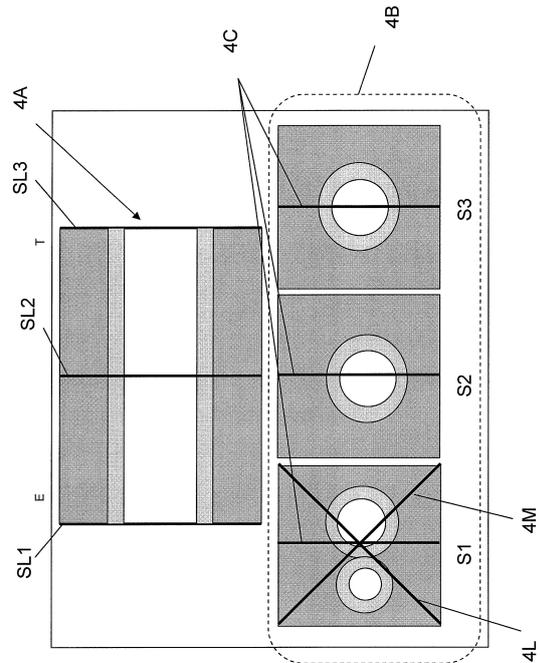
【図6】



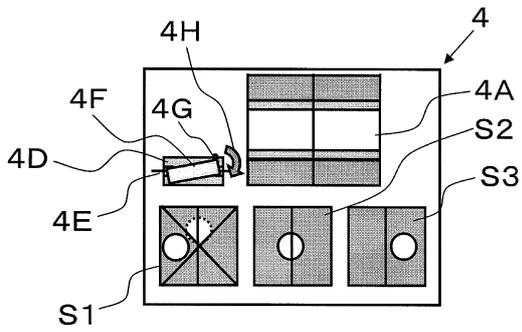
【図7】



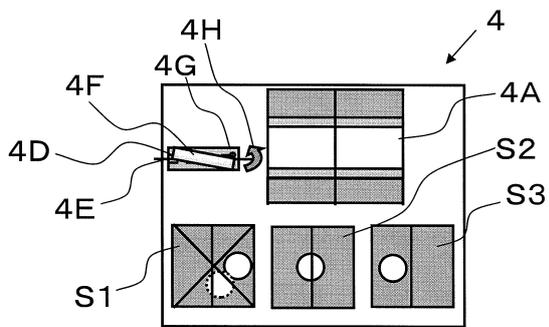
【図8】



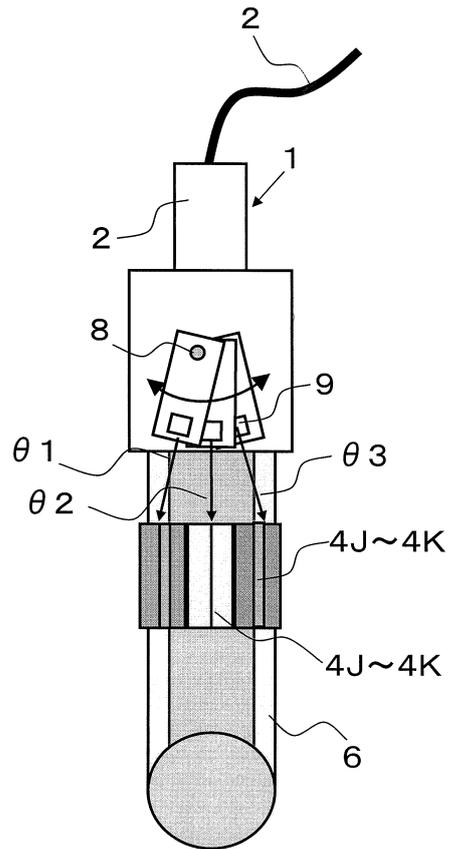
【図9】



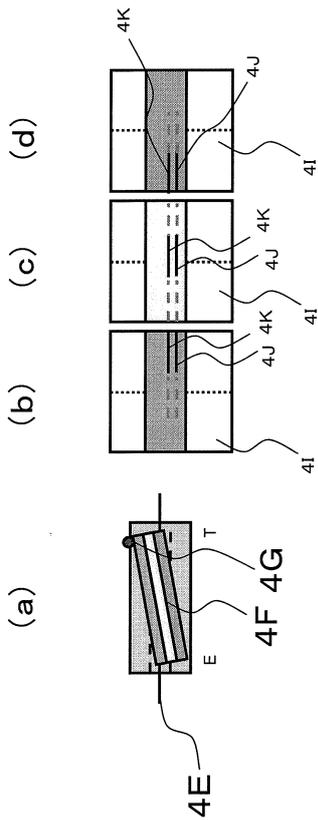
【図10】



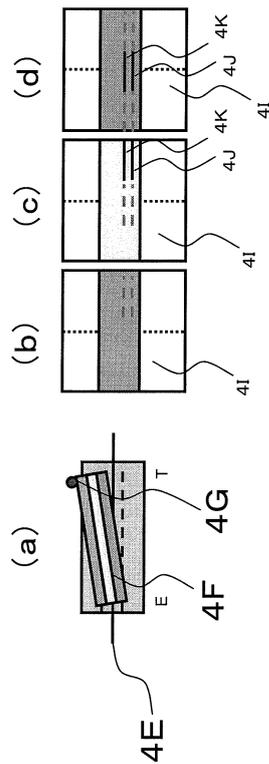
【図11】



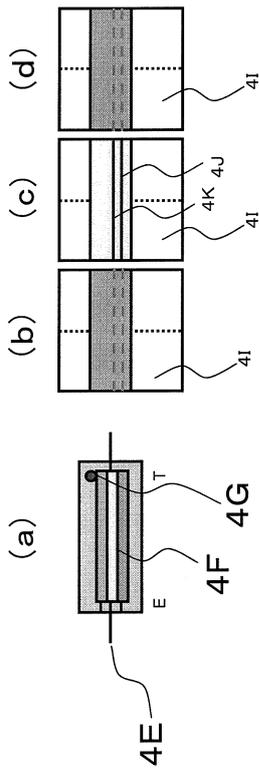
【図12】



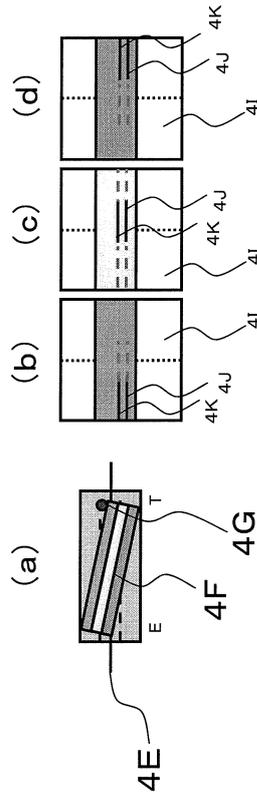
【図13】



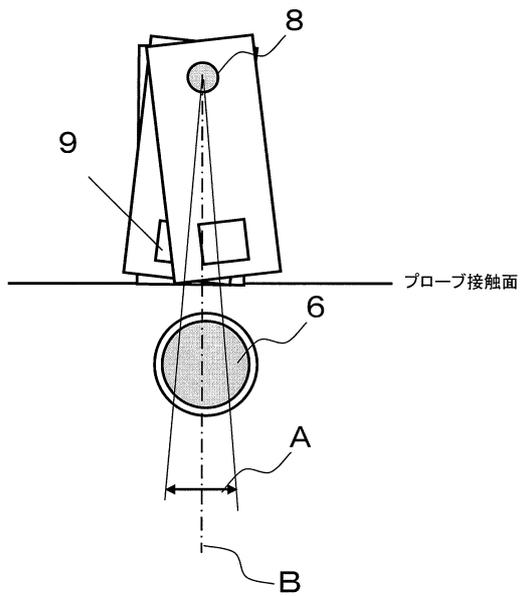
【図14】



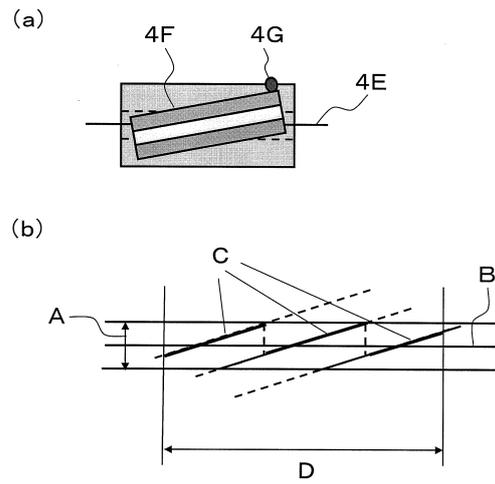
【図15】



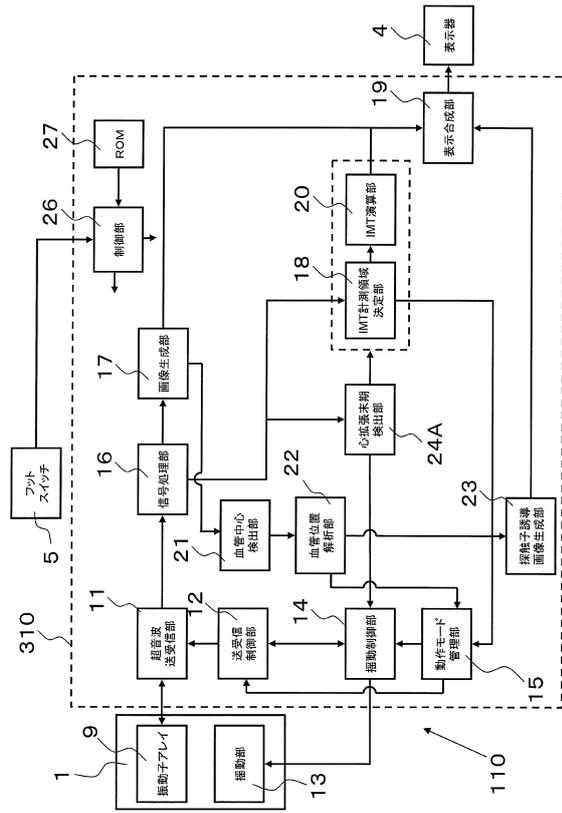
【図16】



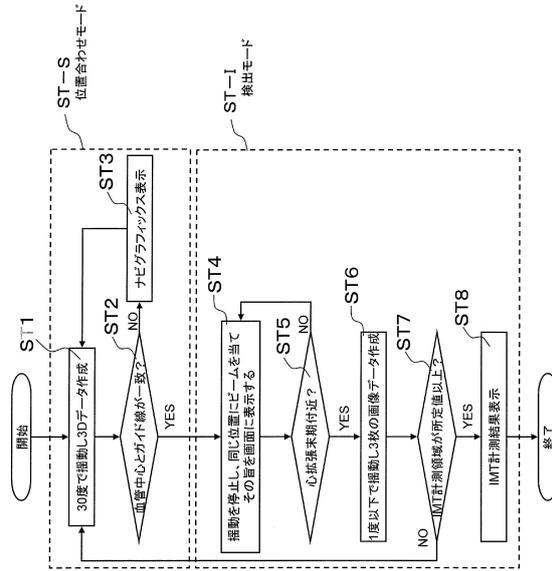
【図17】



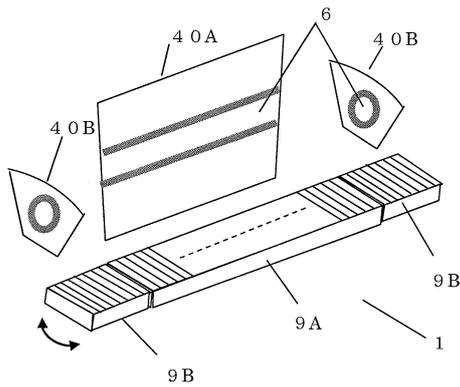
【図18】



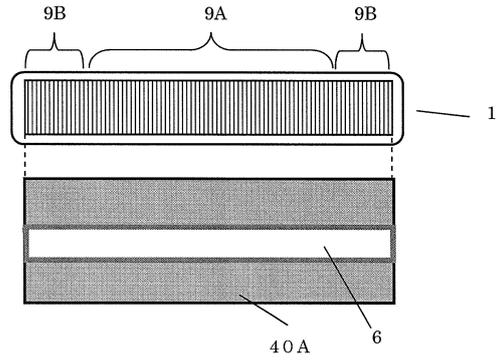
【図19】



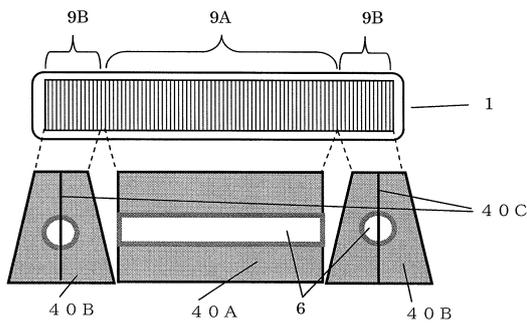
【図20A】



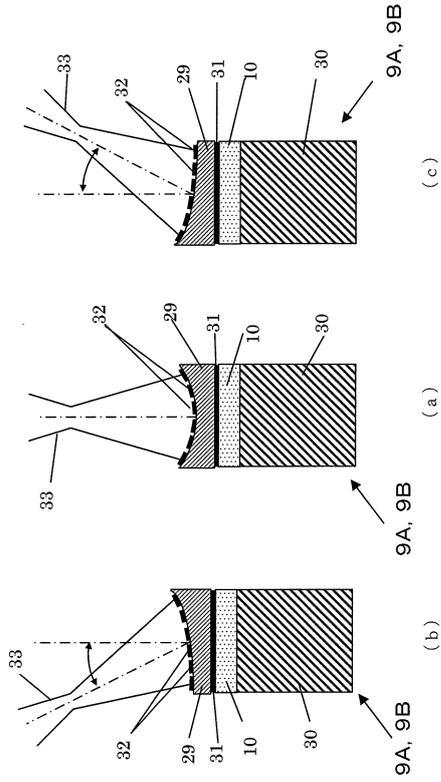
【図20C】



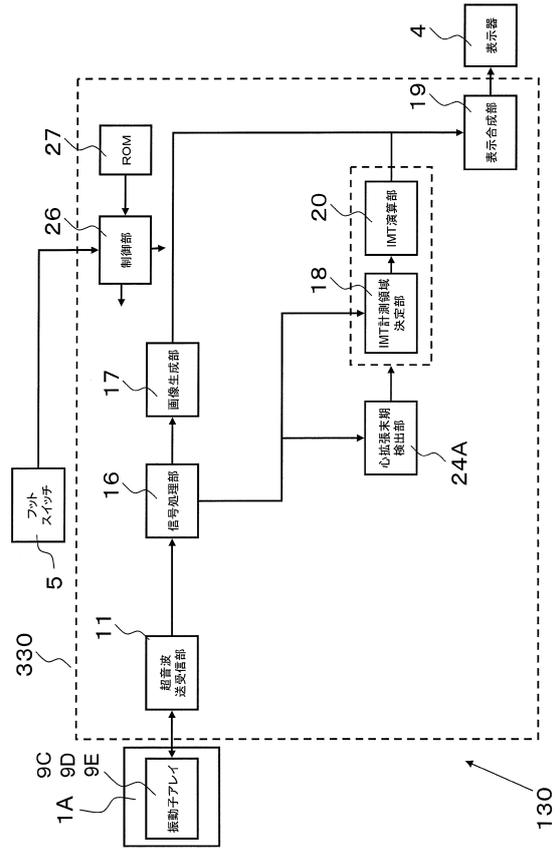
【図20B】



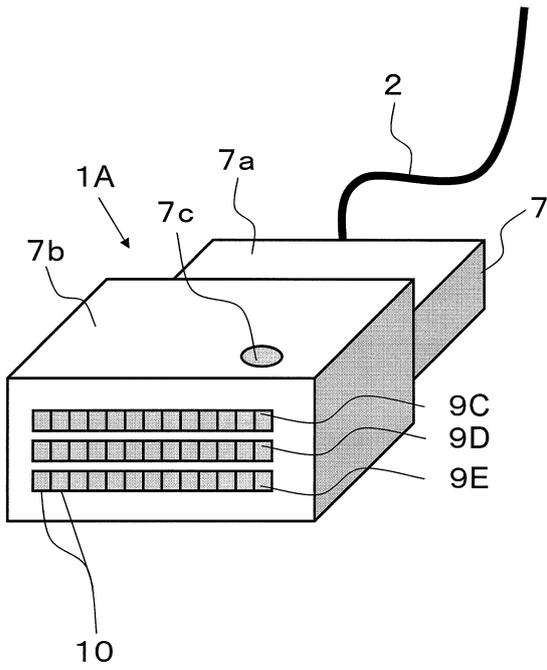
【図21】



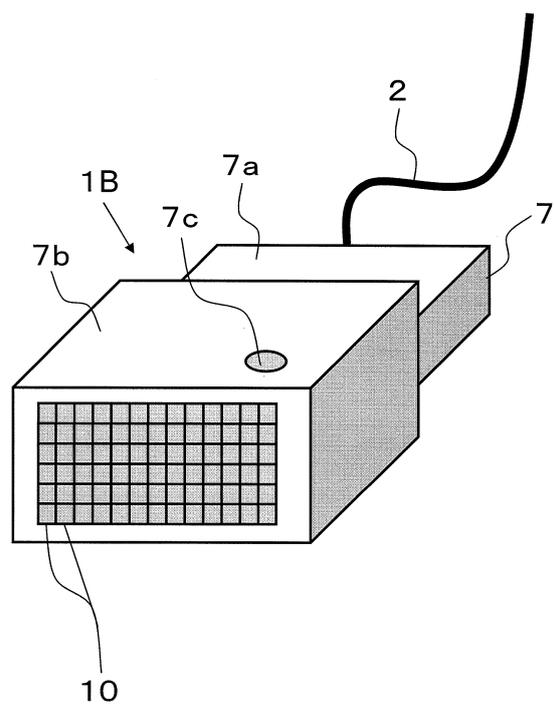
【図22】



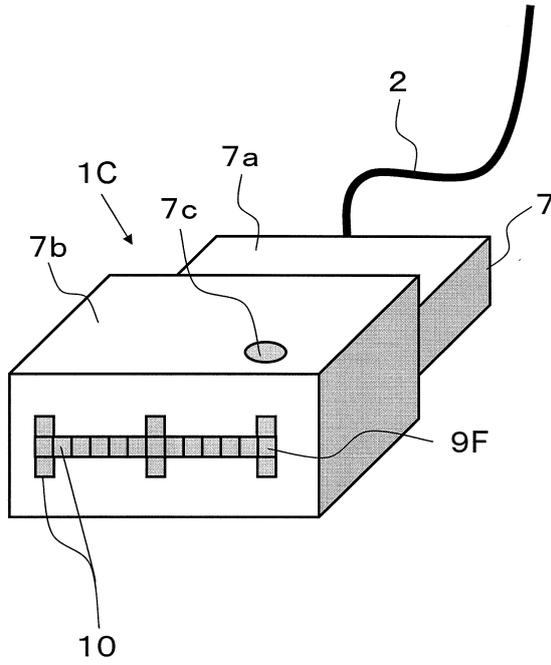
【図23】



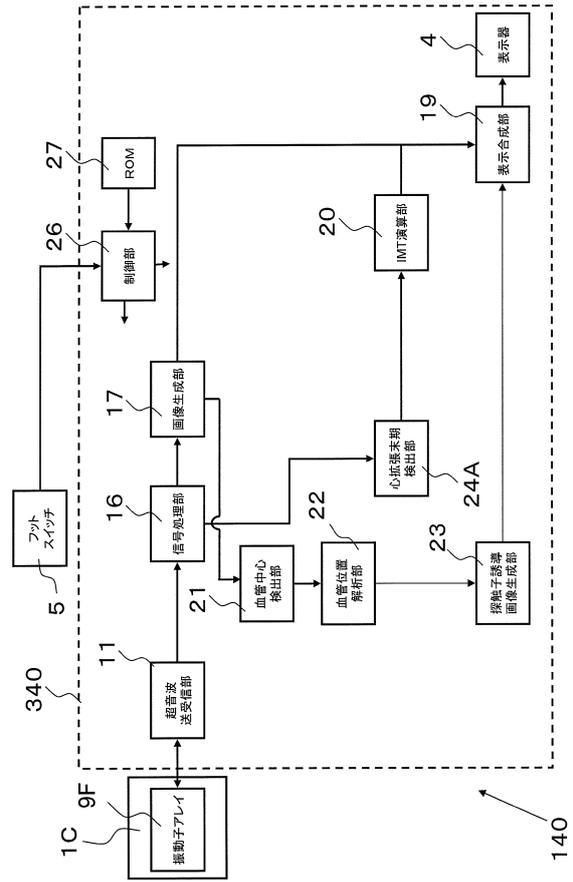
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

- (72)発明者 川端 章裕
愛媛県東温市南方2 1 3 1 番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 右田 学
愛媛県東温市南方2 1 3 1 番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 西垣 森緒
愛媛県東温市南方2 1 3 1 番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 加藤 隆一
愛媛県東温市南方2 1 3 1 番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内

審査官 富永 昌彦

- (56)参考文献 特開2 0 0 8 - 2 7 2 3 3 8 (J P , A)
特開2 0 0 9 - 2 9 1 2 6 9 (J P , A)
特開2 0 0 9 - 0 8 9 9 1 1 (J P , A)
特開2 0 0 9 - 0 3 9 4 0 7 (J P , A)
特開2 0 0 6 - 0 0 0 4 5 6 (J P , A)
国際公開第2 0 0 9 / 0 1 3 8 7 1 (W O , A 1)
国際公開第2 0 0 7 / 1 4 4 9 3 3 (W O , A 1)
James H. Stein, et al. , Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine , Journal of the American Society of Echocardiography , 2 0 0 8 年 2 月 , Vol. 21, No. 2 , 93-111

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5