



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被検体に対して超音波を送受信する超音波送受信手段と、  
受信信号の周波数特性を解析して中心周波数を求める周波数解析手段と、  
受信信号を直交検波して受信信号の位相特性を求める直交検波手段と、  
前記直交検波手段によって得られた前記受信信号の位相特性に基づいて、被検体組織の動きを検出し、被検体組織の位置を追跡する組織追跡手段と、  
前記周波数解析手段によって得られた受信信号の中心周波数が所望の値となるように送信周波数を制御する制御部とを備えた超音波診断装置。

## 【請求項 2】

被検体に対して超音波を送受信する超音波送受信手段と、  
受信信号の周波数特性を解析して中心周波数を求める周波数解析手段と、  
受信信号を直交検波して受信信号の位相特性を求める直交検波手段と、  
前記周波数解析手段によって得られた受信信号の中心周波数と、前記直交検波手段によって得られた受信信号の位相特性とに基づいて、被検体組織の動きを検出し、被検体組織の位置を追跡する組織追跡手段とを備えた超音波診断装置。

## 【請求項 3】

被検体に対して超音波を送受信する超音波送受信手段と、  
受信信号の周波数特性を解析して中心周波数を求める周波数解析手段と、  
前記周波数解析手段によって得られた受信信号の中心周波数を参照周波数として受信信号を直交検波して受信信号の位相特性を求める直交検波手段と、  
前記周波数解析手段によって得られた受信信号の中心周波数と、前記直交検波手段によって得られた受信信号の位相特性とに基づいて、被検体組織の動きを検出し、被検体組織の位置を追跡する組織追跡手段とを備えた超音波診断装置。

## 【請求項 4】

前記周波数解析手段は、直交検波後の複素信号を周波数解析する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の超音波診断装置。

## 【請求項 5】

前記超音波診断装置はさらに、  
前記組織追跡手段によって得られた複数の被検体組織の動きから被検体の組織の物理的特性を表す組織特性量を計算する手段を備えた請求項 1 から 4 のいずれかに記載の超音波診断装置。

## 【請求項 6】

前記組織特性量は弾性率である請求項 5 記載の超音波診断装置。

## 【請求項 7】

前記組織特性量は歪み量または歪み率である請求項 5 記載の超音波診断装置。

## 【請求項 8】

前記組織特性量は粘性率である請求項 5 記載の超音波診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、被検体組織の弾性率、歪み量、歪み率、粘性率などの物理的特性を表す組織特性画像を表示する超音波診断装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の超音波診断装置は、超音波を被検体に照射し、その反射エコー信号の強度を対応する画素の輝度に変換することで、被検体の構造を断層画像として得るものであった。また、近年、反射エコー信号の位相を解析することで、被検体の動きを精密に測定し、そこから被検体の弾性率を求めるといった試みがある。

## 【0003】

10

20

30

40

50

例えば、反射エコー信号の検波出力信号の振幅と位相の両者を用いて、被検体の瞬間的な位置を決定することによって高精度に組織の追跡を行ない、拍動による大振幅変位運動上の微小振動を捕らえる方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

また、上記の方法をさらに発展させ、心拍による血管壁の内面および外面の各大振幅変位運動を精密に追跡し、大振幅変位運動に重畳されている微小振動の運動速度を求め、その差から血管壁の局所弾性率を求める方法や、弾性率の空間分布を断層画像に重畳表示する装置が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

【0005】

以下では、図6を参照して、特許文献1に記載された方法について説明する。被検体の同一方向に対して、 $T$ 周期で送信された超音波パルスの受信信号を  $y(t)$  と  $y(t+T)$  とする。ここで、 $t$  は時刻を表す。一定深度  $x_1$  からの受信信号の受信時刻  $t_1$  は、パルス送信時刻を  $t=0$  とすると、 $t_1 = x_1 / (C/2)$  となる。ただし、 $C$  は音速である。このとき、 $y(t_1)$  と  $y(t_1+T)$  との間の位相変位を  $\Delta\phi$ 、時刻  $t_1$  付近での超音波の中心周波数を  $f$  とすると、この期間  $T$  における  $x_1$  の移動量  $\Delta x$  は

$$\Delta x = -C \cdot \Delta\phi / 4\pi f \quad \dots \text{(式1)}$$

となる。これを  $x_1$  に加算することで、 $T$ 秒後の  $x_1$  の位置  $x_1'$  は

$$x_1' = x_1 + \Delta x \quad \dots \text{(式2)}$$

のように求めることができ、これを繰り返すことで、被検体の同一部位  $x_1$  を追跡していくことができる。

【特許文献1】特開平10-5226号公報

【特許文献2】特開2000-229078号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、被検体組織の追跡を正確に行なうためには、受信信号の超音波の中心周波数  $f$  を正確に与える必要があるが、上記特許文献1に記載の組織追跡方法では、送信周波数または直交検波の参照周波数を使用していた。また、超音波パルスは帯域を持っており、被検体の周波数依存減衰の影響を受けて、受信信号の中心周波数が深さに応じて低下し、これによって追跡精度が低下するという問題があった。

【0007】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、被検体の周波数依存減衰の影響を補正し、より正確に被検体組織を追跡することができ、さらに被検体組織の物理的特性を表す組織特性をより正確に表示できる超音波診断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】

前記の目的を達成するため、本発明に係る第1の超音波診断装置は、被検体に対して超音波を送受信する超音波送受信手段と、受信信号の周波数特性を解析して中心周波数を求める周波数解析手段と、受信信号を直交検波して受信信号の位相特性を求める直交検波手段と、直交検波手段によって得られた受信信号の位相特性に基づいて、被検体組織の動きを検出し、被検体組織の位置を追跡する組織追跡手段と、周波数解析手段によって得られた受信信号の中心周波数が所望の値となるように送信周波数を制御する制御部とを備えたものである。

【0009】

この構成によれば、被検体の周波数依存減衰の影響を受けず、正確に被検体組織を追跡することができる。

【0010】

前記の目的を達成するため、本発明に係る第2の超音波診断装置は、被検体に対して超音波を送受信する超音波送受信手段と、受信信号の周波数特性を解析して中心周波数を求

10

20

30

40

50

める周波数解析手段と、受信信号を直交検波して受信信号の位相特性を求める直交検波手段と、周波数解析手段によって得られた受信信号の中心周波数と、直交検波手段によって得られた受信信号の位相特性とに基づいて、被検体組織の動きを検出し、被検体組織の位置を追跡する組織追跡手段とを備えたものである。

【0011】

この構成によれば、被検体の周波数依存減衰の影響を受けず、正確に被検体組織を追跡することができる。

【0012】

前記の目的を達成するため、本発明に係る第3の超音波診断装置は、被検体に対して超音波を送受信する超音波送受信手段と、受信信号の周波数特性を解析して中心周波数を求める周波数解析手段と、周波数解析手段によって得られた受信信号の中心周波数を参照周波数として受信信号を直交検波して受信信号の位相特性を求める直交検波手段と、周波数解析手段によって得られた受信信号の中心周波数と、直交検波手段によって得られた受信信号の位相特性とに基づいて、被検体組織の動きを検出し、被検体組織の位置を追跡する組織追跡手段とを備えたものである。

10

【0013】

この構成によれば、被検体の周波数依存減衰の影響を受けず、正確に被検体組織を追跡することができる。

【0014】

第1から第3の超音波診断装置において、周波数解析手段は、直交検波後の複素信号を周波数解析することが好ましい。これにより、サンプリング周波数を低くすることができ、処理量を減少させることができる。

20

【0015】

また、第1から第3の超音波診断装置はさらに、組織追跡手段によって得られた複数の被検体組織の動きから被検体の組織の物理的特性を表す組織特性量を計算する手段を備えることが好ましい。これにより、被検体の周波数依存減衰の影響を受けず、正確な組織特性量を得ることができる。

【0016】

この場合、組織特性量は弾性率、歪み量または歪み率、粘性率である。

【発明の効果】

30

【0017】

本発明によれば、被検体の周波数依存減衰の影響を受けず、正確に被検体組織を追跡することができる。それにより弾性率、歪み量または歪み率、粘性率などの組織特性量を正確に得ることのできる優れた超音波診断装置を提供することが可能になる、という格別な効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下の各実施形態では、組織特性量として弾性率を例に挙げて説明する。

【0019】

40

(第1の実施の形態)

図1Aおよび図1Bは、それぞれ、本発明の第1の実施の形態に係る超音波診断装置の一構成例およびより具体的構成例を示す機能ブロック図である。図1Aおよび図1Bにおいて、制御部100は、超音波診断装置全体を制御する。送信部102は、制御部100からパルス幅、タイミング、パルスの数等の指示を受けて、探触子101を駆動するための高圧パルスを発生する。探触子101は、送信部102からの送信パルスを超音波に変換して被検体に照射するとともに、被検体内部から反射してきた超音波エコーを電気信号に変換する。受信部103は、受信信号を増幅するとともに、定められた位置および方向からの超音波のみを検出する。断層画像処理部104は、被検体の内部構造を画像化する。

50

## 【0020】

直交検波部114は、受信信号を直交検波して受信信号の位相特性を求め、組織追跡部115は、受信信号の位相特性を解析し、受信信号の位相特性と音速から(式1)(式2)を用いて、組織の動きを検出し被検体組織の位置を追跡する。

## 【0021】

周波数解析部123は、受信信号の周波数依存減衰の影響を解析して中心周波数を求めて補正值を送信部102に与え、補正後の中心周波数が所望の周波数となるように、制御部100は送信部102を制御してパルスの幅を変えることで送信周波数を変化させる。

## 【0022】

以上のように、本実施の形態によれば、組織追跡演算に用いる中心周波数を所望の周波数とすることができ、被検体の周波数依存減衰特性がいかなる特性であっても、より正確に被検体組織を追跡することができる。 10

## 【0023】

さらに、この追跡データをもとに、被検体組織の物理的特性を表す組織特性をより正確に表示できる。

## 【0024】

図1Bに示すように、弾性率画像処理部105は、直交検波部114と、組織追跡部115と、図1Aに示す組織特性演算処理部120としての弾性率計算部116および弾性率画像作成部117とからなり、被検体の弾性率の2次元分布を画像化する。

## 【0025】

弾性率計算部116は、直交検波部114により追跡された複数の組織の動きから組織の歪みを計算し、血圧測定部108で測定した血圧値と歪み量から組織の局所弾性率を計算する。弾性率画像作成部117は、弾性率の2次元分布を画像化した弾性率画像を作成する。 20

## 【0026】

心電測定部109は、心電図を測定し、R波によって、組織追跡部115および弾性率計算部116の初期化を行なう。周波数解析部123は、受信信号の周波数特性を解析して中心周波数を求めて送信部102に与え、制御部100は、送信部102に与えられる中心周波数を制御する。

## 【0027】

画像合成部106は、断層画像と弾性率画像、さらに心電波形などを合成し、モニタ107上に表示する。また、断層画像メモリ110は断層画像を、弾性率画像メモリ111は弾性率画像を、波形メモリ112は心電波形をそれぞれ記録する。 30

## 【0028】

図2は、モニタ107の表示画面の一例を示す図である。モニタ画面には、断層画像200上に弾性率画像201が重畳表示されるほか、断層画像の反射強度と画面上の輝度との対応を示す断層画像用の反射強度スケール202や、弾性率と画面上の色調または輝度との対応を示す弾性率画像用の弾性率スケール203、心電波形204などが表示される。図2の断層画像200および弾性率画像201は、一例として、粥腫301のある血管の長軸断面302を示している。 40

## 【0029】

このように、本実施の形態によれば、被検体の周波数依存減衰の影響を補正し、より正確に被検体組織を追跡することができ、さらに被検体組織の物理的特性を表す組織特性をより正確に表示できる超音波診断装置を提供することが可能になる。

## 【0030】

(第2の実施の形態)

図3は、本発明の第2の実施の形態に係る超音波診断装置の一構成例を示す機能ブロック図である。図3に示す本実施の形態では、周波数解析部123は、受信信号の周波数特性を解析して中心周波数を求め、組織追跡部115は、周波数解析部123によって得られた中心周波数と、直交検波部114によって得られた位相特性とに基づいて、被検体組 50

織の動きを検出し、その位置を追跡する。

【0031】

以上のように、本実施の形態によれば、被検体の周波数依存減衰特性がいかなる特性であっても、正確に被検体組織を追跡することができる。

【0032】

(第3の実施の形態)

図4は、本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置の一構成例を示す機能ブロック図である。図4に示す本実施の形態では、周波数解析部123は、受信信号の周波数特性を解析して中心周波数を求め、直交検波部114は、周波数解析部123によって得られた中心周波数を参照周波数として直交検波を行い、受信信号の位相特性を求める。組織追跡部115は、周波数解析部123によって得られた中心周波数と、直交検波部114によって得られた位相特性とに基づいて、被検体組織の動きを検出し、その位置を追跡する。

10

【0033】

以上のように、本実施の形態によれば、被検体の周波数依存減衰特性がいかなる特性であっても、さらに正確に被検体組織を追跡することができる。

【0034】

(第4の実施の形態)

なお、上記各実施形態では、周波数解析を行なう受信信号は直交検波前の信号を用いたが、図5に示すように、スイッチ124を設け、可動切片をa接点側に切り換えることで、直交検波後の複素信号を用いることもできる。この構成によれば、サンプリング周波数を低くすることができ、処理量を減少させることができるというメリットがある。

20

【0035】

なお、上記各実施の形態では、被検体組織の追跡波形を用いて局所弾性率を求め、その2次元分布を画像化する超音波診断装置について説明したが、本発明の趣旨は追跡波形の精度を向上させることにあり、追跡波形を用いて、歪み量や、粘性率、脈波速度などを求める超音波診断装置はすべて本発明に含まれるものである。

【産業上の利用可能性】

【0036】

本発明に係る超音波診断装置は、被検体の周波数依存減衰の影響を受けず、正確に被検体組織を追跡することができ、それにより弾性率、歪み量または歪み率、粘性率などの組織特性量を正確に得ることのできるという利点を有し、医療等の用途に適用できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1A】本発明の第1の実施形態に係る超音波診断装置の一構成例を示す機能ブロック図

【図1B】本発明の第1の実施形態に係る超音波診断装置のより具体的構成例を示す機能ブロック図

【図2】モニタの表示画面の一例を示す図

【図3】本発明の第2の実施形態に係る超音波診断装置の一構成例を示す機能ブロック図

40

【図4】本発明の第3の実施形態に係る超音波診断装置の一構成例を示す機能ブロック図

【図5】本発明の第4の実施形態に係る超音波診断装置の一構成例を示す機能ブロック図

【図6】従来の超音波診断装置における被検体組織の追跡方法を説明するための図

【符号の説明】

【0038】

100 制御部

101 探触子

102 送信部

103 受信部

104 断層画像処理部

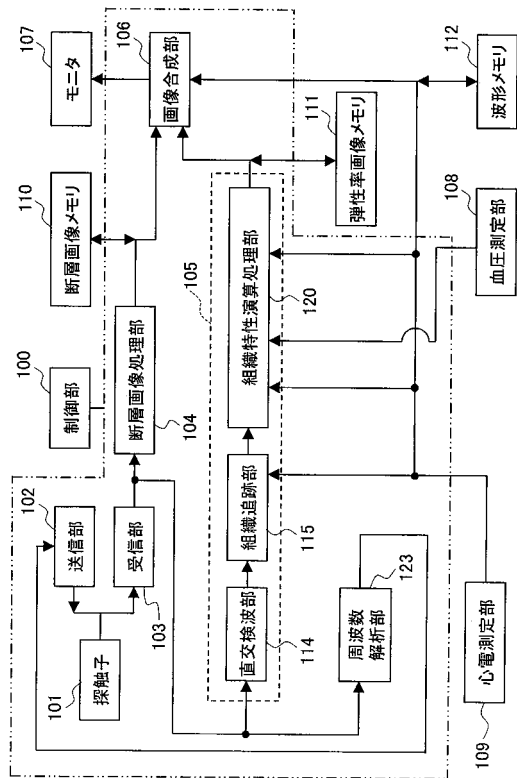
50

- 105 弾性率画像処理部
- 106 画像合成部
- 107 モニタ
- 108 血圧測定部
- 109 心電測定部
- 110 断層画像メモリ
- 111 弾性率画像メモリ
- 112 波形メモリ
- 114 直交検波部
- 115 組織追跡部
- 116 弾性率計算部
- 117 弾性率画像作成部
- 120 組織特性演算処理部
- 123 周波数解析部
- 124 スイッチ
- 200 断層画像
- 201 弾性率画像
- 202 断層画像用の反射強度スケール
- 203 弾性率画像用の弾性率スケール
- 204 心電波形
- 301 粥種
- 302 血管の長軸断面

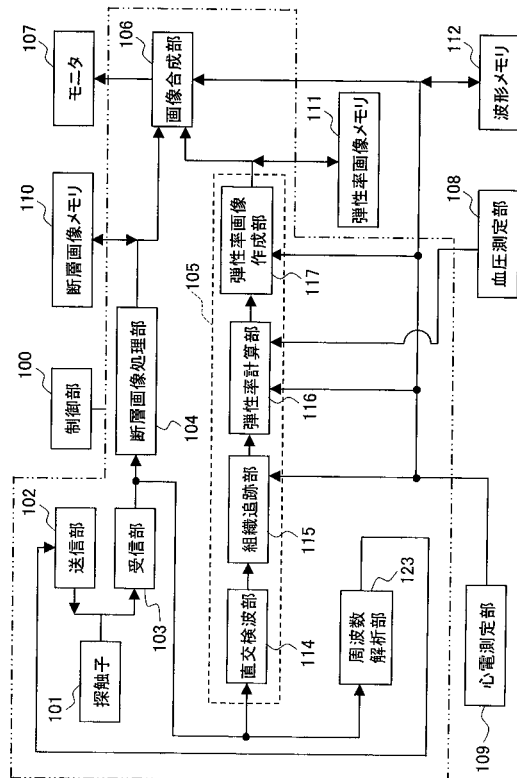
10

20

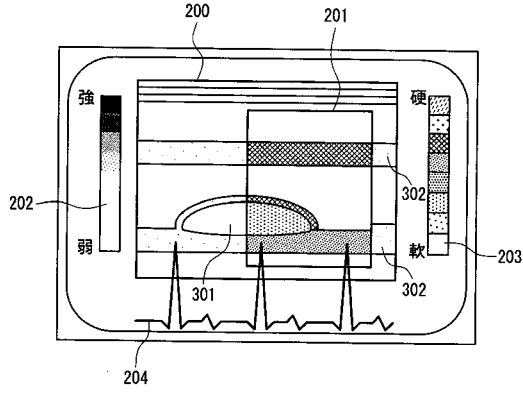
【図1A】



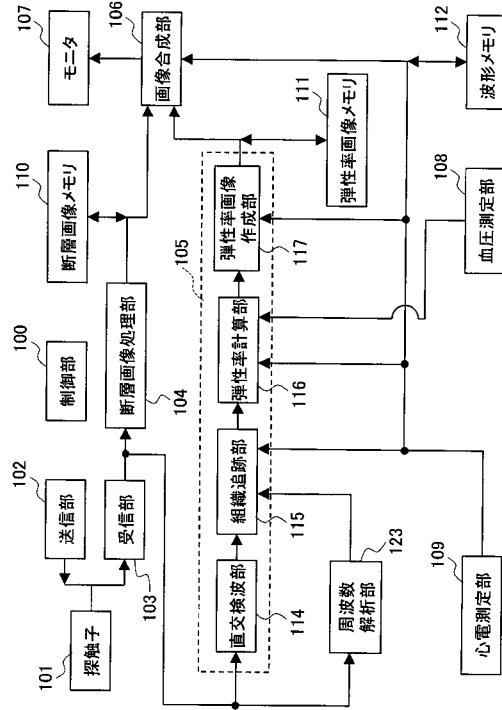
【図1B】



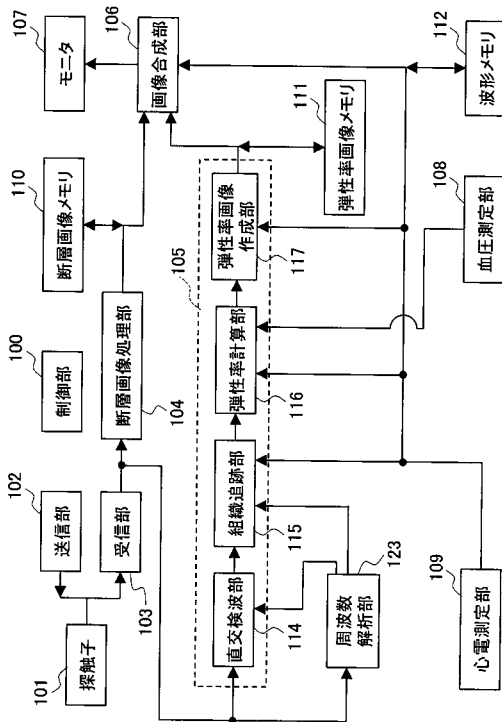
【図2】



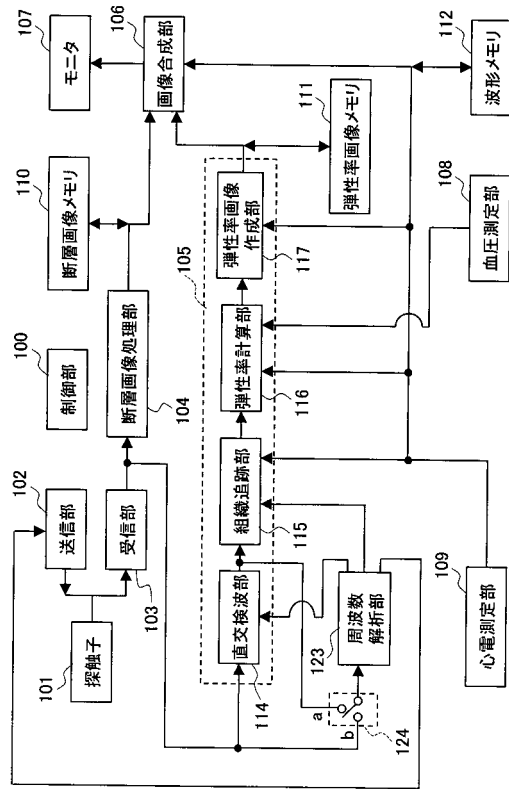
【図3】



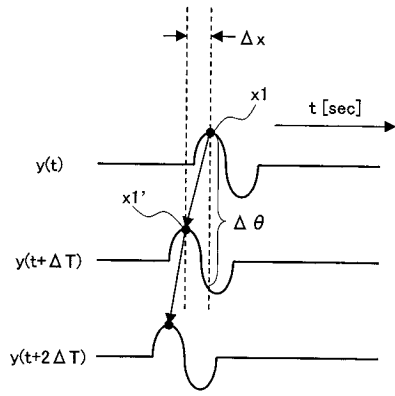
【図4】



【図5】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 良信

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

Fターム(参考) 4C601 DD14 DD19 EE09 FF08 HH06 JB24 JB25 JC21 KK24 KK31  
KK36 LL02 LL04

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2005058533A</a>	公开(公告)日	2005-03-10
申请号	JP2003293548	申请日	2003-08-14
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	鈴木隆夫 萩原尚 反中由直 渡辺良信		
发明人	鈴木 隆夫 萩原 尚 反中 由直 渡辺 良信		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 G01S7/52036 G01S7/52042 G01S7/52071		
FI分类号	A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/DD14 4C601/DD19 4C601/EE09 4C601/FF08 4C601/HH06 4C601/JB24 4C601/JB25 4C601/JC21 4C601/KK24 4C601/KK31 4C601/KK36 4C601/LL02 4C601/LL04		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声诊断设备，该超声诊断设备能够准确地跟踪对象的组织而不受对象的频率依赖性衰减的影响。频率分析单元123分析接收信号的频率特性以获得中心频率，正交检测单元114以接收信号的中心频率为基准频率获得接收信号的相位特性，以及组织跟踪单元。115基于频率分析单元123获得的接收信号的中心频率和正交检测单元114获得的相位特性，来检测对象组织的运动并跟踪其位置。[选择图]图4

