

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-526626

(P2010-526626A)

(43) 公表日 平成22年8月5日(2010.8.5)

(51) Int.Cl.  
A61B 8/08 (2006.01)

F I  
A61B 8/08

テーマコード(参考)  
4C601

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-507994 (P2010-507994)  
 (86) (22) 出願日 平成19年5月16日 (2007.5.16)  
 (85) 翻訳文提出日 平成21年11月30日 (2009.11.30)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2007/002746  
 (87) 国際公開番号 W02008/139245  
 (87) 国際公開日 平成20年11月20日 (2008.11.20)

(71) 出願人 508291928  
 スーパー ソニック イマジン  
 SUPER SONIC IMAGINE  
 フランス国 F-13857 セデ エク  
 サン プロヴァンス リュ ルネ デカル  
 ト 510 レ ジャルダン ドウ ラ  
 デュラネ バティモン ウ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 関心領域の粘弾性の平均値を測定するための方法および装置

(57) 【要約】

本発明は、軟質材料の平均の粘弾性の値を測定するための方法に関する。少なくとも1つのトランスデューサを備える1つのプローブを使用する、この方法は、a) 制限ゾーンにおいて、制限ゾーンから組織に伝播する内部せん断波を組織に発生させるために、機械的振動の少なくとも1つのバーストを誘起するステップと、b1) トランスデューサにより、組織において制限ゾーンから離れて位置する少なくとも1つの第1測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定するステップと、c) 第1測定ゾーンにおいて組織について測定した過渡組織変位から、組織のうち制限ゾーンと第1測定ゾーンとの間に位置する領域の平均粘弾性を推定するステップとを含む。

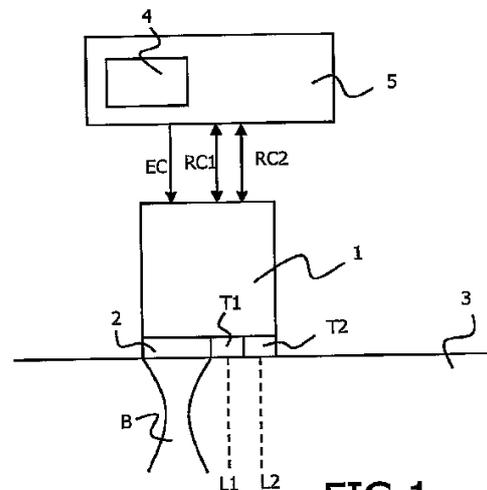


FIG.1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも1つのトランスデューサを備える1つのプローブを使用し、軟質材料の平均の粘弾性の値を測定するための方法であって、

a) 制限ゾーンにおいて、制限ゾーンから組織に伝播する内部せん断波を組織に発生させるために、機械的振動の少なくとも1つのバーストを誘起する誘起ステップと、

b 1) 前記トランスデューサにより、組織において制限ゾーンから離れて位置する少なくとも1つの第1測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定する測定ステップと、

c) 第1測定ゾーンにおいて組織について測定した前記過渡組織変位から、組織のうち制限ゾーンと第1測定ゾーンとの間に位置する領域の平均粘弾性を推定する推定ステップと、を含む方法。

10

**【請求項 2】**

次の追加のステップ b 2) と、次の修正したステップ c' ) と、すなわち、

b 2) 少なくとも1つの第2トランスデューサにより、組織において前記制限ゾーンおよび前記第1測定ゾーンから離れて位置する少なくとも1つの第2測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定する測定ステップと、

c' ) 両測定ゾーンにおいて組織について測定した前記過渡組織変位から、組織のうち両測定ゾーンの間に位置する領域の平均粘弾性を推定する推定ステップとを含む、請求項 1 に記載の方法。

20

**【請求項 3】**

前記推定ステップは、動き推定および歪み推定用の従来の信号処理技術を用いて、前記測定ゾーンにおいて測定した過渡組織変位の時間的な比較を行う、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 4】**

過渡組織変位は、せん断波群速度、せん断波位相速度、せん断波減衰、せん断粘度、およびせん断弾性率からなる群に含まれる少なくとも1つの機械的パラメータから求められる、請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

組織のうち平均粘弾性が推定される領域には、前記制限ゾーンが含まれる、請求項 1 に記載の方法。

30

**【請求項 6】**

組織のうち平均粘弾性が推定される領域には、前記測定ゾーンのうちの1つ以上が含まれる請求項 1 または 2 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記機械的振動は、生体起源の機械的変位によって、または外部バイブレータによって誘起される、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記機械的振動は組織における超音波放射圧によって誘起され、前記制限ゾーンはほぼ制限線である、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記測定ステップでは超音波が用いられ、前記測定ゾーンはほぼ測定線である、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の方法。

40

**【請求項 10】**

前記制限線は前記測定線と平行である、請求項 8 および 9 に記載の方法。

**【請求項 11】**

前記測定線は前記制限線または他の測定線から距離  $R \cdot \lambda$  だけ側方に離れており、 $R$  は 2 以上の実数であり、 $\lambda$  はトランスデューサによって出力され、組織の変位を測定するために使用される波の波長である、請求項 10 に記載の方法。

**【請求項 12】**

少なくとも1つの測定ゾーンにおいてせん断波の伝播を検出する検出ステップを更に含

50

み、前記検出ステップによって自動的に誘起ステップ a ) の起動が実行される、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 13】

汎用のトランスデューサアレイにより実施される場合、測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定することによって測定ステップ b ) を実行するために、前記トランスデューサアレイのうち少なくとも 1 つのトランスデューサの試料を選択するステップを含む、請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 14】

汎用のトランスデューサアレイにより実施される場合、前記バーストを発生させることによって誘起ステップ a ) を誘起するために、前記トランスデューサアレイのうち少なくとも 1 つのトランスデューサの試料を選択するステップを含む、請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 15】

トランスデューサアレイは超音波トランスデューサアレイである、請求項 13 または 14 に記載の方法。

【請求項 16】

軟質材料の平均粘弾性を測定するための装置であって、

a ) 制限ゾーンにおいて、制限ゾーンから組織に伝播する内部せん断波を組織に発生させるために、機械的振動の少なくとも 1 つのバーストを誘起するための手段と、

b 1 ) 組織において制限ゾーンから離れて位置する少なくとも 1 つの第 1 測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定するための手段と、

c ) 第 1 測定ゾーンにおいて組織について測定した前記過渡組織変位から、組織のうち制限ゾーンと第 1 測定ゾーンとの間に位置する領域の平均粘弾性を推定するための手段と、を備える装置。

20

【請求項 17】

バーストを誘起するための 1 つのトランスデューサと、過渡組織変位を測定するための 1 つのトランスデューサとを備える、請求項 16 に記載の装置。

【請求項 18】

追加の手段 b 2 )、すなわち、組織において前記制限ゾーンおよび前記第 1 測定ゾーンから離れて位置する少なくとも 1 つの第 2 測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定するための手段と、

30

修正した手段 c ' )、すなわち、両測定ゾーンにおいて組織について測定した前記過渡組織変位から、組織のうち両測定ゾーンの間位置する領域の平均粘弾性を推定するための手段とを備える、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 19】

バーストを誘起するための 1 つのトランスデューサと、過渡組織変位を測定するための 2 つのトランスデューサとを備える、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 20】

請求項 1 乃至 15 のうちのいずれか一項に記載の方法による軟質材料の平均粘弾性を測定する機能を実行するためのコンピュータプログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軟組織の機械的性質を測定するための方法に関する。

より詳細には、本発明は生体組織などの軟質材料の平均の弾性率の値の測定に適用される。

【背景技術】

【0002】

弾性率計測 (elastography) 技術は、医療診断を補助するために、弾性など生体組織の機械的性質を測定するためのものである。

50

弾性率計測技術は通常、MRIまたは超音波などの既存の画像診断（イメージングモダリティ）の追加の特徴として、医用イメージングシステムに実装されている。

【0003】

この点で、弾性率計測法は、医師の診断確立を助ける新たな臨床情報を与えるものである。

幾つかの弾性率計測技術が開発されており、現在臨床評価段階にあるものや、既に医用イメージング製品に組み込まれているものがある。

【0004】

大まかには、弾性率計測技術は、適用される機械的励起の特性によって3つの異なる種類、すなわち、静的技術、単色性技術、または過渡（transient）技術に分類される。

【0005】

本発明は、身体における機械的過渡励起の生成に依存して組織の機械的性質を導き出す、過渡弾性率計測技術に関する。

そうした方法は、この過渡振動が与えられる手法が外的なものである（たとえば、振動を発生させる特定の外部装置を用いる）か、内的なものである（たとえば、組織に超音波を集中させて超音波放射力を発生させることによって生じる振動を用いる）かによって分類される。

【0006】

また、そうした方法は、イメージング方法、たとえば、超音波であるか核磁気共鳴画像法（MRI）であるかによっても分類される。

それらの弾性率計測法はすべて、イメージングの実行される連続的な関心領域（ROI）を定義するという意味においてイメージング技術であり、イメージングは、このROIの全体において、かつ、このROIにおいてのみ実行される。

【0007】

実際、所定の関心領域（ROI）の粘弾性マップすなわちエラストグラムを得るために、組織の機械的性質について複数のローカルな推定が行われる。

通常、これらのイメージング技術は時間と処理を要し、大抵の場合、組織に多量のエネルギーを投入する必要がある。

【0008】

このような理由で、これらのイメージング技術は今日まで医用イメージング装置に実装されていない。

弾性率計測技術は、たとえば病変位置が特定されると、適切に用いられる。

【0009】

それにもかかわらず、一部の場合、医師にとって興味深いのは、イメージングを行った組織のROIの粘弾性パラメータを全体的（global）且つ高速な推定を行うことである。

【0010】

そうした粘弾性パラメータにより、組織の全体的な機械的挙動の性質を決めることができる。

興味深い用途として、弾性の滑らかな空間変位を誘発する病状、たとえば肝線維症の評価、脈管疾患の評価、または筋肉弾性の監視がある。

【0011】

そうした全体的な情報は、上記のイメージング技術に対する準備ステップまたはキャリブレーションのステップとしても非常に有用なことがある。

現在の所、全体的かつ高速な組織の弾性推定を提案する超音波に基づく技術は、特許文献1に記載されているもののみである。

【0012】

この技術は、イメージングの行われる関心領域を1つの超音波ビームにまで縮小し、ビームラインに沿ってせん断波の伝播のイメージングを行い、その線に沿って平均の弾性率

10

20

30

40

50

の値を導き出すという概念に基づいている。

【0013】

しかし、この技術には大きな欠点がある。

この技術は、1つの超音波線に沿って推定される弾性率の値が、組織全体の平均弾性率を十分かつ堅牢に示すという仮定に依存している。

【0014】

これは通常、当てはまらず、そうした仮定は統計分散および測定の再現性に関する成績の低下に繋がる。

このため、この技術によって早期の肝硬変を識別することは困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】仏国特許出願公開第2791136号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

したがって、組織全体のイメージングを行うことなく、また、組織の粘弾性が一様であると仮定することなく、所与の組織の平均の弾性率の値を測定可能な弾性率計測技術が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明は、上記の欠点を解決することができる。

この目的のため、本発明は、少なくとも1つのトランスデューサアレイを備える1つのプローブを使用し、軟質材料の平均の粘弾性の値を測定する方法を提供する。この方法は、

a) 制限ゾーンにおいて、制限ゾーンから組織に伝播する内部せん断波を組織に発生させるために、機械的振動の少なくとも1つのパーストを誘起する誘起ステップと、

b 1) トランスデューサアレイにより、組織において制限ゾーンから離れて位置する少なくとも1つの第1測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定する測定ステップと、

c) 第1測定ゾーンにおいて組織について測定した過渡組織変位から、組織のうち制限ゾーンと第1測定ゾーンとの間に位置する領域の平均粘弾性を推定する推定ステップとを含む。

【0018】

せん断波の伝播を発生させるとともに、制限ゾーンから離れた測定ゾーンにおいてのみ測定を行うことによって、制限ゾーンと測定ゾーンとの間に位置する組織の拡張領域においてせん断波が伝播した結果を知ることができる。弾性の詳細が得られない場合であっても、測定ゾーンにおいて測定した変位は、せん断波が伝播した領域全体の弾性に依存して効果的に決まる。したがって、平均の弾性特性が、この過渡測定から導き出される。

【0019】

本発明は、特に、生体組織の平均粘弾性の測定に適している。

「単一プローブ」とは、波を発生させることが可能であり、最終的には固定の構成にグループ化される1つまたは所与の数のトランスデューサを含む装置と理解される。

【0020】

一変形形態では、この方法は、次の追加のステップb 2) と、次の修正したステップc' ) とを含む。すなわち、

b 2) 少なくとも1つの第2トランスデューサにより、組織において制限ゾーンおよび第1測定ゾーンから離れて位置する少なくとも1つの第2測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定する測定ステップと、

c' ) 両測定ゾーンにおいて組織について測定した過渡組織変位から、組織のうち両測定ゾーンの間位置する領域の平均粘弾性を推定する推定ステップとを含む。

10

20

30

40

50

## 【0021】

2つの測定ゾーンを用いた場合、両測定ゾーンにおける過渡測定を用い、更にこれらの測定を相関させることによって、両測定ゾーン間に位置する領域の平均粘弾性を特定することができる。

## 【0022】

このように、有利な一特徴において、推定ステップでは、動き推定および歪み推定用の従来の信号処理技術を用いて、測定ゾーンにおいて測定した過渡組織変位の時間的な比較を行う。

## 【0023】

用いられる信号処理技術としては、相互相関、位相検出技術、分散曲線などがある。

本発明では、過渡組織変位は、せん断波群速度、せん断波位相速度、せん断波減衰、せん断粘度、およびせん断弾性率からなる群に含まれる少なくとも1つの機械的パラメータから求められてもよい。

## 【0024】

特定の特徴では、組織のうち平均粘弾性が推定される領域は、制限ゾーンを含むこととする。他の同様の特徴では、組織のうち平均粘弾性が推定される領域は、測定ゾーンのうちの1つ以上を含むこととする。

## 【0025】

一実施形態では、機械的振動は生体起源の機械的変位によって、または外部バイブレータによって誘起される。

したがって、この機械的振動は、自然に発生するものであってもよく、人工的に発生させるものであってもよい。

## 【0026】

有利な一実施形態では、機械的振動は組織における超音波放射圧によって誘起され、制限ゾーンはほぼ制限線である。

超音波は、組織内で放射圧の力を発生させるのに特に適している。この力が組織における運動を、ひいてはせん断波の伝播を誘起する。

## 【0027】

有利な一特徴において、測定ステップでは超音波が用いられ、測定ゾーンはほぼ測定線である。

このような特徴は弾性率計測の分野において周知であり、弾性率計測では、せん断波の伝播に続いて変位構造に超音波を送り、変位構造におけるエコーを利用する。

## 【0028】

有利には、制限線は測定線と平行である。

好適な一実施形態では、測定線は制限線または他の測定線から距離  $R \cdot \lambda$  だけ側方に離れており、 $R$  は2以上の実数であり、 $\lambda$  は組織の変位を測定するために使用される波の波長である。

## 【0029】

このような特徴によって、平均粘弾性の推定を行う領域が十分な大きさと定義される。これによって、平均粘弾性の特定を行うのに十分なほど、伝播するせん断波が制限ゾーンおよび測定ゾーンから、または第1測定ゾーンから別の測定ゾーンまで異なる領域が定義される。

## 【0030】

平均粘弾性の測定値は、バーストの線と測定を行う線との間、または測定を行う1組の線のうちの2つの線の間でせん断波の速度から導き出される。そうした線は垂直であっても傾斜していてもよい。

## 【0031】

別の有利な一特徴では、この方法は少なくとも1つの測定ゾーンにおいてせん断波の伝播を検出する検出ステップを更に含み、この検出ステップによって自動的に誘起ステップ a) の起動が実行される。

10

20

30

40

50

## 【0032】

この特徴により、以前に発生させたせん断波の伝播特性の測定値との関係においてパーストの誘起を最適化することができる。実際、伝播した各せん断波の過渡組織変位についての制限された数の測定によって、走査した組織の平均粘弾性の推定を連続的に更新できる。これは本発明により利用可能となる独創的かつ新たな特徴である。

## 【0033】

また、2つのパースト間の時間間隔を、走査する組織の特性に適応させることもできる。  
有利には、この検出は、所定の深度における測定ゾーンの少なくとも1つの点における変位のピークである、強度の最大値の検出を用いて実行される。

10

## 【0034】

この最大値は、相互相関の計算によって検出されてもよい。  
そうした相互相関の計算により、せん断波による線の交差を容易に制御して、2本以上の線の間での伝播時間を決定することができる。

## 【0035】

この方法は、所定の時間内に組織に誘起されるエネルギーを評価するエネルギー評価ステップを更に含んでもよく、誘起ステップ a) は、評価されたエネルギーに基づいて起動が実行される。

## 【0036】

これにより、組織の劣化を回避するために、組織に誘起されるエネルギー量を制限できる。これは生体組織には特に重要である。

20

通常、この特徴により、2つのパースト間の時間間隔を増加させることができ、組織に誘起されるエネルギーの破壊的な効果が回避される。

## 【0037】

この特徴は、測定を行う線間のせん断波の伝播を制御する、上記の特徴と組み合わせて用いることができる。

一実施形態において、この方法は、汎用のトランスデューサにより実施される場合、測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定することによって測定ステップ b) を実行するために、そのトランスデューサアレイのうちの少なくとも1つのトランスデューサの試料を選択するステップを含む。

30

## 【0038】

好適には、測定を集束させるために複数のトランスデューサが選択される。

汎用のトランスデューサアレイを用いるこの実施形態では、この方法は、有利には、パーストを発生させることによって誘起ステップ a) を誘起するために、そのトランスデューサアレイのうちの少なくとも1つのトランスデューサの試料を選択するステップを更に含む。

## 【0039】

好適には、せん断波を発生させることを可能とする大きな機械的振動を誘起するように波を集中させるために、複数のトランスデューサが選択される。

これら2つの追加の特徴により、汎用のトランスデューサアレイの拳動が個々に制御可能になると、本発明の方法を実施するために、これらのトランスデューサアレイを使用できる。

40

## 【0040】

一実施形態では、トランスデューサアレイは超音波トランスデューサアレイである。

本発明は更に、軟質材料の平均粘弾性を測定するための装置に関する。この装置は、

a) 制限ゾーンにおいて、制限ゾーンから組織に伝播する内部せん断波を組織に発生させるために、機械的振動の少なくとも1つのパーストを誘起するための手段と、

b) 1) 組織において制限ゾーンから離れて位置する少なくとも1つの第1測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定するための手段と、

c) 第1測定ゾーンにおいて組織について測定した過渡組織変位から、組織のうち制限

50

ゾーンと第 1 測定ゾーンとの間に位置する領域の平均粘弾性を推定するための手段と、を備える。

【0041】

そうした本発明の装置は、本発明の機能を実行するために標準的な構成要素が制御可能であれば、それらの標準的な構成要素を使用できる。したがって、汎用のトランスデューサアレイを使用できる。

【0042】

この装置は、有利には、本発明の実施専用のものであり、バーストを誘起するための 1 つのトランスデューサと、過渡組織変位を測定するための 1 つのトランスデューサとを備える。

10

【0043】

一変形例において、この装置は、追加の手段 b 2 )、すなわち、

b 2 ) 組織において制限ゾーンおよび第 1 測定ゾーンから離れて位置する少なくとも 1 つの第 2 測定ゾーンにおける過渡組織変位を測定するための手段と、修正した手段 c ' )、すなわち、

c ' ) 両測定ゾーンにおいて組織について測定した過渡組織変位から、組織のうち両測定ゾーンとの間に位置する領域の平均粘弾性を推定するための手段と、を含む。

【0044】

この装置は、有利には、本発明の実施専用のものであり、バーストを誘起するための 1 つのトランスデューサと、過渡組織変位を測定するための 1 つのトランスデューサとを備える。

20

【0045】

それら 2 つの実施形態に係る装置は、本発明の実施に特有のものであり、全体的な弾性推定を非常に迅速に、かつ、リアルタイムに ( on - t h e - f l y ) 実行することを可能とする一方、低価格で製造できる。

【0046】

また、このような専用の装置は、汎用のトランスデューサアレイまたはプローブよりもコンパクトである。

最後に、本発明は、本発明の一方法によって軟質材料の平均粘弾性を測定する機能を実行するためのコンピュータプログラムに関する。

30

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図 1】本発明の測定装置の第 1 実施形態を示す模式図。

【図 2】本発明の測定装置の第 2 実施形態を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0048】

本発明の他の態様および利点は、以下の特定の実施形態に関する説明を読むことにより、さらに明確になるであろう。この説明は純粋に非制限的な例として与えるものであり、添付の図面を参照している。

【0049】

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る装置 1 を示す。装置 1 は、3 つのトランスデューサ、すなわちトランスデューサ 2、T 1、T 2 を含む、いわゆる「1次元」プローブを備える。

40

【0050】

第 1 のトランスデューサ 2 は、組織 3 においてせん断波を発生させるためのものである。

トランスデューサ 2 は「プッシング ( p u s h i n g )」トランスデューサとして性質が決められ、たとえば中心周波数 3 M H z で動作する。

【0051】

この例において、トランスデューサ 2 は超音波ビーム B を生成するように設計されてい

50

る。超音波ビーム B は、有利には幅が数 mm、深度が 2 cm ~ 6 cm である。

超音波ビーム B は、組織 3 にせん断波 SW を発生させることが可能であるような出力を有してもよい。

【0052】

他の 2 つのトランスデューサ T 1, T 2 は、2 本の超音波線 L 1, L 2 に沿って組織 3 のイメージングを行うためのイメージングトランスデューサである。トランスデューサ T 1, T 2 は、有利には中心周波数が 5 MHz の超音波を放射する。トランスデューサ T 1, T 2 は、有利には、1 cm ~ 2 cm だけ離間されている。放射は、同時に行われてもよく、時間をずらして行われてもよい。

【0053】

超音波線 L 1, L 2 のいずれも、弾性率測定の関心領域付近に位置する。

プローブ 1 は、プッシング要素 2 の制御を行うプログラム可能な 1 つの放射チャンネル EC と、イメージング要素 T 1, T 2 の制御を行うプログラム可能な 2 つの送信 / 受信チャンネル RC 1, RC 2 によって電子的に制御される。

【0054】

この送信 / 受信チャンネルは、イメージングチャンネル RC 1, RC 2 から届くデータをリアルタイムに格納するために利用可能な少なくとも 1 つのメモリ 4 に接続される。

メモリ 4 に対するアクセスを有するコンピュータ上で、またはメモリ 4 とチャンネル EC, RC 1, RC 2 への接続とを備える専用の処理システム 5 上において、リアルタイムで処理が行われる。

【0055】

この処理の目的は、関心領域の平均粘弾性の測定である。

この目的のために、プローブ 1 は、検査する組織 3 (たとえば、肝臓の筋肉または動脈壁) の表面に配置される。高出力超音波ビーム B (たとえば、3 MHz) がプッシング要素 2 によって生成されて、組織 3 にせん断波 SW が生じる。

【0056】

その後プローブ 1 において、イメージングトランスデューサ T 1, T 2 が複数のパルス (たとえば、5 MHz) を送る。これら複数のパルスによって、2 本の超音波線 L 1, L 2 に沿って誘起された変位を追跡することが可能となる。

【0057】

パルスは、媒質の過渡応答を正確にサンプリングできるほど十分に高い PRF (パルス繰り返し周波数) で送られる。PRF は、典型的には 1000 Hz ~ 5000 Hz である。

【0058】

プッシングシーケンスにより低い周波数を用いることにより、プッシング効率が向上し、プッシングビームとイメージングビームとの間の干渉が低減される。

このような組織における変位の測定は弾性率計測分野において周知であり、当業者に知られている方法を用いて行われてよい。

【0059】

たとえば、処理は、第 1 に動き推定アルゴリズム (たとえば、1 次元相互相関またはドップラーに基づくアルゴリズム) を適用することを含む。

その後、組織変位または速度 V が、超音波線 L 1, L 2 に沿って時間 t の関数、すなわち、 $V_1(z_1, t)$  および  $V_2(z_2, t)$  として評価される。ここで、 $z_1, z_2$  はそれぞれ L 1, L 2 に沿った深度であり、t は時間である。

【0060】

変位データはその後、2 つの線 L 1, L 2 に沿ったせん断波特性を導き出し、更に 2 つの線 L 1, L 2 の間に位置する媒質の全体的な機械的パラメータを測定するために使用される。推定される機械的パラメータの一例は、これら 2 点の間でのせん断波の速度  $C_T$  である：

【0061】

10

20

30

40

50

【数 1】

$$c_T = \operatorname{argmax}_C \Sigma_{1, z_2} (\Sigma_{z_1} V_1(t, z_1)) (\Sigma_{z_2} V_2(t - d_{12}/C, z_2))$$

【0062】

ここで、 $d_{12}$  は 2 つの線  $L_1$  ,  $L_2$  の間の距離である。

場の変位を合計した所望の深度は、場の深度または単に狭い範囲をカバーするように選択できる。第 2 の例として、様々な深度に位置する様々な薄片の測定を繰り返し行うことができる。この場合、深度の関数である推定パラメータ  $C_T(z)$  が利用できる。

10

【0063】

本発明の第 1 実施形態は、3 つのトランスデューサだけによる基本形態であるため、特にコンパクトであるという利点を備えている。

図 2 は、本発明に係る測定装置の第 2 実施形態を示す。

【0064】

第 2 実施形態は、組織 3 のイメージングを行うために超音波アレイプロブ 10 を用いる超音波検査イメージングシステムの方法の実施を含む。

平均粘弾性測定と表示によるリアルタイムの超音波検査システムがいかに達成されるかについて、以下に説明する。

【0065】

20

超音波検査システムは、組織 3 に超音波のプッシングビーム B を生成するように有利に制御される。

図 2 に示すように、このようなビーム B は、トランスデューサアレイ 10 の側面のうちの 1 つの側面に設置されたトランスデューサグループ GT b によって放射された超音波を、限定的に集束させることによって取得してもよい。

【0066】

他の 2 つのトランスデューサ、すなわちトランスデューサ GT 1 , GT 2 のグループは、2 本の所望線  $L_1$  ,  $L_2$  のイメージングを行うように継続的に使用される。

有利には、まず関心領域の超音波イメージを計算するために、標準の超音波イメージングシーケンスを行う。この工程は約 20 ms である。

30

【0067】

その後、本発明に係る全体的な弾性測定法を、超音波のプッシングビーム B と少なくとも 1 つのトラッキング線  $L_1$  を用いて、超音波イメージングにも使用したプロブ 10 で行う。この工程は約 20 ms である。

【0068】

その後、超音波イメージングと弾性推定の両方のシーケンスを継続的にループ化し、超音波イメージと全体的な弾性推定とをリアルタイムでユーザへ供給する。

図 3 に示すように、弾性率の値を超音波検査イメージの側に表示してもよい。このように結合させることは、弾性増加によって特徴付けられる病理上興味深い箇所を医師が特定する際の補助として興味深い。

40

【0069】

推定した平均の弾性率の値が所定の閾値に達すると、即座に警報が発せられてもよい。発生される音は、医師にさらに徹底した調査が必要であることを警告する。この警報特性は、単独でまたは平均の弾性率の値の表示と同時に実施されてもよい。

【0070】

本発明は、関心領域の弾性特性を予め迅速に走査可能にするため、医用イメージングの分野で使用されることが好ましい。弾性の異常によって病変を明らかにすることができ、本発明の方法は病気の局所化および検出を容易にする。

【 図 1 】

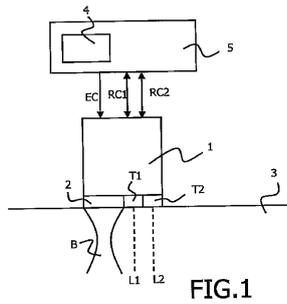


FIG.1

【 図 2 】

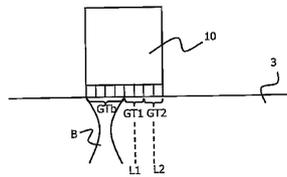


FIG.2

【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成22年3月15日 (2010.3.15)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 6 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 6 8 】

その後、超音波イメージングと弾性推定の両方のシーケンスを継続的にループ化し、超音波イメージと全体的な弾性推定とをリアルタイムでユーザへ供給する。

弾性率の値を超音波検査イメージの側に表示してもよい。このように結合させることは、弾性増加によって特徴付けられる病理上興味深い箇所を医師が特定する際の補助として興味深い。

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/IB2007/002746
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. A61B8/08		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/010398 A1 (BONNEFOUS ODILE [FR]) 24 January 2002 (2002-01-24)	16,20
Y	paragraphs [0001], [0008], [0016] - [0024], [0033] - [0051]; figures 1A,1B,1C,2,4,5	1,5-11, 13,15,17
Y	US 2005/252295 A1 (FINK MATHIAS A [FR] ET AL) 17 November 2005 (2005-11-17) paragraph [0018]; figure 1	1,5-11, 13,15,17
A	FR 2 791 136 A (FINK MATHIAS [FR]) 22 September 2000 (2000-09-22) cited in the application the whole document	1-20
----- -/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  11 July 2008		Date of mailing of the international search report  25/07/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Lommel, André

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2007/002746

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SANDRIN L ET AL: "Shear elasticity probe for soft tissues with 1-D transient elastography" IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL IEEE USA, vol. 49, no. 4, April 2002 (2002-04), pages 436-446, XP002487840 ISSN: 0885-3010 pages 439-443	1-20
A	BERCOFF J ET AL: "SUPERSONIC SHEAR IMAGING: A NEW TECHNIQUE FOR SOFT TISSUE ELASTICITY MAPPING" IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 51, no. 4, 1 April 2004 (2004-04-01), pages 396-409, XP001218171 ISSN: 0885-3010 the whole document	1-20

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2007/002746

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002010398 A1	24-01-2002	CN 1383374 A	04-12-2002
		WO 0180742 A1	01-11-2001
		JP 2003530941 T	21-10-2003
US 2005252295 A1	17-11-2005	AU 2003282152 A1	19-03-2004
		EP 1546757 A1	29-06-2005
		FR 2844058 A1	05-03-2004
		WO 2004021038 A1	11-03-2004
		JP 2006500089 T	05-01-2006
FR 2791136 A	22-09-2000	AT 331216 T	15-07-2006
		AU 762374 B2	26-06-2003
		AU 3296300 A	04-10-2000
		BR 0009022 A	26-12-2001
		CA 2366265 A1	21-09-2000
		CN 1343310 A	03-04-2002
		DE 60028952 T2	22-02-2007
		DK 1169636 T3	30-10-2006
		EP 1169636 A1	09-01-2002
		ES 2267506 T3	16-03-2007
		WO 0055616 A1	21-09-2000
		JP 2002538911 T	19-11-2002
		US 6770033 B1	03-08-2004
		ZA 200107552 A	28-01-2004

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(71)出願人 505045610  
 サントル ナショナル ドゥ ラ ルシェルシュ スィヤンティフィック(セーエヌエルエス)  
 CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
 (CNRS)  
 フランス国 F - 75794 パリ セデックス 16 リュ ミッシェル - アンジュ 3

(74)代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣

(74)代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠

(74)代理人 100142907  
 弁理士 本田 淳

(74)代理人 100149641  
 弁理士 池上 美穂

(72)発明者 ベルコフ、ジェレミー  
 フランス国 F - 13100 エクサン プロバンス プレイス フォルバン 1

(72)発明者 サヴェリー、デイビッド  
 フランス国 F - 13480 キャラ - キャブリ シュマン デュ マロニエ

(72)発明者 タンター、ミカエル  
 フランス国 F - 92220 パニヨー リュ ドゥ ラ リゼッテ 7

(72)発明者 ジェニソン、ジャン - リュック  
 フランス国 F - 95000 セルジー ブールバール デュ ポール 4

(72)発明者 フィンク、マティアス  
 フランス国 F - 92190 ムードン リュ エドワール - ラフェリエール 16

(72)発明者 コアン - バクリ、クロード  
 フランス国 F - 13122 ヴァンタブレン リュ アンリ ポルテ 7

Fターム(参考) 4C601 DD19 DD23 GB03 HH04 HH12 HH13 HH35 JC05 JC11 JC13  
 JC15 JC37