

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5616232号  
(P5616232)

(45) 発行日 平成26年10月29日(2014.10.29)

(24) 登録日 平成26年9月19日(2014.9.19)

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

請求項の数 14 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-537597 (P2010-537597)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成20年12月16日(2008.12.16)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65) 公表番号	特表2011-505957 (P2011-505957A)		ヴェ
(43) 公表日	平成23年3月3日(2011.3.3)		オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/IB2008/055355		ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(87) 国際公開番号	W02009/077985	(74) 代理人	100107766
(87) 国際公開日	平成21年6月25日(2009.6.25)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	平成23年12月14日(2011.12.14)	(74) 代理人	100070150
(31) 優先権主張番号	61/014,083		弁理士 伊東 忠彦
(32) 優先日	平成19年12月17日(2007.12.17)	(74) 代理人	100091214
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 大貫 進介
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性イメージングにおけるひずみ利得補償の方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弾性イメージングの方法であって：

超音波エネルギーを送信し、超音波エネルギーからのエコーを受信する段階と；

患者の生理構造の、加えられた応力に関連するエコーからの撮像データを処理する段階と；

加えられた応力に関連するひずみ補償関数であって、前記患者の生理構造における実際の硬さ変動によって引き起こされるのではないひずみ変動を補償するよう構成されたひずみ補償関数を、前記生理構造の一部分に関連する期待される結果に基づくユーザー入力に基づいて、取得する段階であって、前記期待される結果は、呈示される画像上でユーザーに対して実質的に一様に見える期待される一様な属性をもつ組織または他の生理構造を含む、段階と；

前記ユーザー入力に基づく前記ひずみ補償関数を前記撮像データに適用して補償されたひずみ画像を生成する段階と；

補償されたひずみ画像を呈示する段階とを含み、前記補償されたひずみ画像は前記患者の生理構造における弾性の相違を定性的にハイライトする、方法。

【請求項 2】

弾性イメージングを実行する前に生成されたひずみ補償モデルに基づいて前記ひずみ補償関数を決定することを含む、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 3】

前記ひずみ補償モデルが、(i) 数学的モデル、(ii) 物理的モデルから測定されるデータおよび (iii) 異なる患者の弾性イメージングからのデータのうちの少なくとも一つに基づいて生成される、請求項 2 記載の方法。

## 【請求項 4】

前記異なる患者が実質的に一様な性質をもつ、請求項 3 記載の方法。

## 【請求項 5】

前記ひずみ補償関数を前記の処理された撮像データの少なくとも一部分に基づいて決定することを含む、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 6】

前記加えられる応力を、前記超音波エネルギーを送信し前記エコーを受信するトランスデューサを前記生理構造の領域において患者に押しつけることによって生成する段階をさらに含む、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 7】

弾性イメージングを実行する前に生成されたひずみ補償モデルに基づいて前記ひずみ補償関数を決定する段階ならびに前記ひずみ補償関数を前記の処理された撮像データの少なくとも一部分に基づいて決定する段階を含む、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 8】

コンピュータ実行可能コードが記憶されているコンピュータ可読記憶媒体であって、前記コンピュータ実行可能コードは、前記コンピュータ可読記憶媒体がロードされるコンピューティング・デバイスに：

患者の生理構造の、加えられた応力に関連する超音波撮像データを処理する段階と；

前記生理構造の一部に関連する期待される結果に基づくユーザー入力であって、前記期待される結果は呈示される画像上でユーザーに対して実質的に一様に見える期待される一様な属性をもつ組織または他の生理構造を含む、ユーザー入力に基づいて、加えられた応力に関連するひずみ補償関数であって前記患者の生理構造における実際の硬さ変動によって引き起こされるのではないひずみ変動を補償するよう構成されたひずみ補償関数を生成する段階と；

前記ユーザー入力に基づく前記ひずみ補償関数を前記撮像データに適用して、前記患者の生理構造における弾性の相違を定性的にハイライトする補償されたひずみ画像を生成する段階とを実行させるよう構成される、  
コンピュータ可読記憶媒体。

## 【請求項 9】

前記コンピューティング・デバイスに、前記補償されたひずみ画像および前記補償されたひずみ画像の値の逆数からなる画像の少なくとも一方を呈示させるコンピュータ実行可能コードをさらに有する、請求項 8 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

## 【請求項 10】

前記ひずみ補償モデルがさらに、(i) 数学的モデル、(ii) 物理的モデルから測定されるデータおよび (iii) 異なる患者の弾性イメージングからのデータのうちの少なくとも一つに基づいて生成される、請求項 8 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

## 【請求項 11】

前記異なる患者が実質的に一様な性質をもつ、請求項 10 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

## 【請求項 12】

前記ひずみ補償関数がさらに、ひずみ補償モデルおよび処理された撮像データの少なくとも一部分に基づいて生成される、請求項 8 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

## 【請求項 13】

患者の生理構造の中に超音波エネルギーを送信してエコーを受信するプローブと；  
表示装置と；

前記プローブおよび前記表示装置に動作可能に結合されたプロセッサとを有する超音波

10

20

30

40

50

撮像システムであって：

前記プロセッサは、患者の生理構造の、加えられた応力に関連する超音波撮像データを処理し、

前記プロセッサは、前記生理構造の一部に関連する期待される結果に基づくユーザー入力であって、前記期待される結果は、呈示される画像上でユーザーに対して実質的に一様に見える期待される一様な属性をもつ組織または他の生理構造を含む、ユーザー入力に基づいて、加えられた応力に関連するひずみ補償関数であって前記患者の生理構造における実際の硬さ変動によって引き起こされるのでないひずみ変動を補償するよう構成されたひずみ補償関数を生成し、

前記プロセッサは、前記ユーザー入力に基づく前記ひずみ補償関数を前記撮像データに適用して、前記患者の生理構造における弾性の相違を定性的にハイライトする補償されたひずみ画像を生成し、

前記プロセッサは、前記補償されたひずみ画像および前記補償されたひずみ画像の値の逆数からなる画像のうちの少なくとも一つを前記表示装置上に呈示する、  
超音波撮像システム。

【請求項 14】

補償関数コントロールをさらに有する請求項 13 記載のシステムであって、前記補償関数コントロールが作動させられると前記ひずみ補償関数の大きさが調整される、システム

。【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、概括的にはイメージング・システムに、より詳細には弾性イメージングの方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

弾性イメージングは、生体組織中に動きを誘導し、診断撮像技術を使って組織の応答を評価することからなる。弾性イメージングは、ポアソン比、ヤング率または他の硬さ (stiffness) 測定値といった組織の機械的性質を明らかにするために使うことができる。測定値はデータのアレイを提供でき、アレイ内の位置は画像面での組織位置に対応する。データのアレイは、グレースケールまたはカラー・マップにマッピングされてピクチャーを形成しうる。弾性イメージングは、外部的または内部的に加えられる組織の動きまたは変形の際にデータを取り込み；組織応答を評価し、組織性質を表す画像を呈示することを含むことができる。

【0003】

弾性イメージング技法は、組織励起の技法に基づいて二つのグループに分類できる。静的方法は、準静的圧縮を使い、結果として生じる組織ひずみを推定する。硬い組織は、加えられた力のもとで、柔らかい組織よりも少ないひずみを示す。こうして、圧縮によって誘起される組織ひずみを推定することによって、組織硬さ情報が得られる。推定されたひずみは、組織弾性率の再構成のためにも使用できる。もう一方の範疇は、組織中に動的励起を誘起することに基づく (動的な方法)。音響弾性 (sonoelasticity) では、低周波振動 (< 1kHz) が組織に加えられ、組織応答が検査される。この範疇の別のアプローチは、音響的な遠隔触診であり、ここでは音響放射力が局所的な組織領域に加えられ、結果として生じる変位が推定される。

【0004】

弾性イメージングでは、相関方法を使って軸方向および横方向の動きを決定するために圧縮前後の超音波データが記録される。超音波伝搬方向に沿った決定された動きは組織の軸方向変位マップを表し、軸方向ひずみマップを決定するために使われる。次いでひずみマップはグレースケールまたはカラー・コードされた画像として表示され、エラストグラム (elastogram) と呼ばれる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、弾性イメージングの間の加えられる応力は画像面内で非一様であることがある。これは、一様な硬さをもつ組織についてであっても、視野にわたって可変な見え方をもつひずみ画像につながりうる。たとえば、深さによる応力減衰のため、ひずみ画像は、一様組織において、深さとともに変動がありうる。これは、ひずみ変動が組織硬さの変動のためであると知覚するようユーザーをミスリードしうる。

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

よって、組織における実際の硬さ変動によって引き起こされるのではないひずみ変動を補償する方法およびシステムが必要とされている。さらに、正常組織と病変との間のより簡単に認識できる相違のある画像を呈示する方法およびシステムが必要とされている。さらに、より簡単に認識される、異常なひずみのある局所的領域を提供する方法およびシステムが必要とされている。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

この概要は、発明の性質および内容を簡潔に示す発明の概要を必須とする米国特許規則 (37 C.F.R.) § 1.73 を満たすために与えられている。これは、請求項の範囲または意味を解釈または限定するために使用されないという理解で提出される。

## 【 0 0 0 8 】

本開示のある例示的な実施形態では、弾性イメージングの方法が提供される。本方法は、超音波エネルギーを送信してそれからのエコーを受信し；患者の生理の、加えられた応力に関連するエコーからの撮像データを処理し；加えられた応力に関連するひずみ補償関数を取得し；ひずみ補償関数を撮像データに適用して補償されたひずみ画像を生成し；補償されたひずみ画像を呈示することを含むことができる。

## 【 0 0 0 9 】

もう一つの例示的な実施形態では、コンピュータ実行可能コードが記憶されているコンピュータ可読記憶媒体が提供される。コンピュータ実行可能コードは、コンピュータ可読記憶媒体がロードされるコンピューティング・デバイスに：患者の生理の、加えられた応力に関連する超音波撮像データを処理し；(i) 前記生理の一部に関連する期待される結果に基づくユーザー入力、(ii) 超音波撮像データを処理するのに先立って生成されたひずみ補償モデルおよび(iii) 処理される撮像データの少なくとも一部、のうちの少なくとも一つに基づいて、加えられた応力に関連するひずみ補償関数を生成し；ひずみ補償関数を撮像データに適用して補償されたひずみ画像を生成するステップを実行させるよう構成される。

## 【 0 0 1 0 】

あるさらなる例示的な実施形態では、患者の生理の中に超音波エネルギーを送信してエコーを受信するプローブと、表示装置と、プローブおよび表示装置に動作可能に結合されたプロセッサとを有することができる超音波撮像システムが提供される。プロセッサは、患者の生理の、加えられた応力に関連する超音波撮像データを処理できる。プロセッサは、(i) 前記生理の一部に関連する期待される結果に基づくユーザー入力、(ii) 超音波撮像データを処理するのに先立って生成されたひずみ補償モデルおよび(iii) 処理される撮像データの少なくとも一部、のうちの少なくとも一つに基づいて、加えられた応力に関連するひずみ補償関数を生成できる。プロセッサは、ひずみ補償関数を撮像データに適用して補償されたひずみ画像を生成できる。プロセッサは、補償されたひずみ画像および補償されたひずみ画像の逆 (inverse) のうちの少なくとも一つを表示装置上に呈示できる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 1 】

技術的效果は、これに限られないが、体の生理における弾性の差を定性的にハイライト

10

20

30

40

50

する画像を呈示することを含む。技術的効果はさらに、これに限られないが、正常組織と病変との間の差をハイライトする画像を呈示することを含む。技術的効果はさらに、これに限られないが、異常なひずみの局所的な領域をハイライトする画像を呈示することを含む。

【0012】

本発明の上記のおよびその他の特徴および利点は、以下の詳細な説明、図面および付属の請求項から当業者には認識され、理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明のある例示的な実施形態に基づく、弾性イメージングを実行するためのシステムの概略図である。

【図2】図1のシステムの一部の概略図である。

【図3】本発明のある例示的な実施形態に基づく、弾性イメージングを実行するための図1のシステムが使用できる方法を示す図である。

【図4】本発明の別の例示的な実施形態に基づく、弾性イメージングを実行するための図1のシステムが使用できる方法を示す図である。

【図5】本発明の別の例示的な実施形態に基づく、弾性イメージングを実行するための図1のシステムが使用できる方法を示す図である。

【図6】硬い包含物をもつ組織の未補償ひずみ画像を示すエラストグラムである。

【図7】図6の未補償ひずみ画像の逆数を示すエラストグラムである。

【図8】図1～5のシステムまたは方法に基づいて生成されるいくつかの例示的なひずみ補償関数の一つの画像である。

【図9】図8のひずみ補償関数を使って生成される、例示的な補償されたひずみ画像を示すエラストグラムである。

【図10】図9の補償されたひずみ画像の逆数を示すエラストグラムである。

【図11】図1～5のシステムまたは方法に基づいて生成されるいくつかの例示的なひずみ補償関数のうちの別の一つの画像である。

【図12】図11のひずみ補償関数を使って生成される、例示的な補償されたひずみ画像を示すエラストグラムである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本開示の例示的な実施形態は、体の生理状態に関して検査されるひずみに基づく、超音波撮像装置によって実行される身体の詳細なデータ捕捉およびイメージングに関して記述される。本開示のこれらの例示的な実施形態は、ヒトであれ動物であれ、肝臓を含む組織、器官など、体のさまざまな部分およびさまざまな生理に適用されることができるとは、当業者は理解するはずである。本開示の検査されるひずみを結果として与える加えられる応力は体の外部でも内部でもよい。加えられる応力の源は、トランスデューサを用いて押下することから生成される、別個の装置によって生成される、組織を通じた波動伝搬の適用によって生成されるまたは体自身によって作り出されるなど、多様でありうる。体自身によってというのは、患者における動脈の脈動または呼吸変動を含む。加えられる応力の量および/またはタイミングも多様でありうる。これは、本開示の例示的な実施形態に基づいて定性的に検査される周期的に加えられる応力を含む。

【0015】

本開示の例示的な実施形態は、超音波システムの視野またはその一部にわたって均一な組織などについて、より一様なひずみ画像を提供でき、正常な組織と病変の間などのさまざまな生理上の相違を強調できる。ある実施形態では、エラストグラフィ画像は、修正されたまたは推定された応力を用いてひずみ画像を正規化する(normalize)ことによって生成できる。後述するように、修正されたまたは推定された応力は、ユーザー生成されるおよび/またはシステム生成されることができる。

【0016】

検査されているひずみは、応力および組織の弾性率に次のように関係する：

$$\text{ひずみ}(X,Y) = \text{応力}(X,Y) / (\text{弾性率}(X,Y)) \quad (1)$$

あるいは等価だが：

$$\text{ひずみ}(X,Y) / \text{応力}(X,Y) = 1 / (\text{弾性率}(X,Y)) \quad (2)$$

加えられた応力について、応力の修正または推定が生成できるSC(X,Y)。次いで、修正された応力SC(X,Y)を使って、次のようにして弾性率分布の推定を生成できる：

$$(1 / \text{弾性率}(X,Y)) \quad (\text{ひずみ}(X,Y) / \text{SC}(X,Y)) \quad (3)$$

あるいは等価だが

$$\text{弾性率}(X,Y) \quad (\text{SC}(X,Y) / \text{ひずみ}(X,Y)) \quad (4)。$$

#### 【 0 0 1 7 】

本開示は、本開示のある例示的な実施形態に基づいて生成される補償されたひずみ画像が、未補償のひずみ画像に比べて、正常な組織をより一様な見え方をもって与え、異常なひずみの局在化した領域をハイライトするのに助けることができることを考えている。本開示の補償されたひずみ画像によって与えられる定性的結果は、修正された応力SC(X,Y)が組織内での実際の応力分布から著しく外れているところでも適用可能である。

#### 【 0 0 1 8 】

図面、特に図1を参照するに、本発明のある例示的な実施形態に基づく超音波撮像システムが示され、概括的に参照符号10によって表されている。システム10は、器官または組織150のような患者の体50に対して超音波撮像を実行でき、プロセッサまたは他の制御装置100、プローブまたはトランスデューサ120および表示装置170を含むことができる。システム10は、体50への応力を生成し加えるための応力装置125を含むことができる。応力装置125は、外部および/または内部で使用される装置であることができ、いくつもの異なる方法で関心領域に加えられる応力を与えることができる。それには、エネルギー波動伝搬または機械的に生成された力が含まれる。

#### 【 0 0 1 9 】

さらに図2を参照すると、プロセッサ100は、超音波撮像を実行するためのさまざまなコンポーネントを含むことができ、データ捕捉、解析および呈示などに関してさまざまな撮像技法を用いることができる。たとえば、プロセッサ100は、後述するように、ひずみ補償関数を調節するためのひずみ関数コントロールまたはアクチュエータ205を含むことができる。プロセッサ100はまた、時間利得補償コントロールまたはアクチュエータ210および横利得補償コントロールまたはアクチュエータ215ならびに送信機/受信機、ビーム形成器、エコー処理器およびビデオ・プロセッサといった他の超音波コンポーネントをも含むことができる。本開示は、これらのコンポーネントの一つまたは複数が組み合わされることも考えている。

#### 【 0 0 2 0 】

ある実施形態では、超音波プローブ120は、ビーム形成器の制御のもとなどで超音波エネルギーを送信および受信する超音波トランスデューサ素子225の線形アレイを含むことができる。たとえば、ビーム形成器は、適切な時点で送信機/受信機のトランスデューサ・パルサーを作動させることによってトランスデューサ・アレイ素子225の作動のタイミングを制御できる。別の実施形態では、プローブ120は、ステアリングされ合焦された超音波ビームを与えるマトリクス・アレイ・トランスデューサであることができる。

#### 【 0 0 2 1 】

次いで、表示装置170は、ビデオ・プロセッサの支援などにより、プロセッサ100によって生成された画像を呈示するために使用できる。超音波エネルギーを生成、送信および受信するためおよび受信した超音波エネルギーを処理するために、さまざまな他のコンポーネントおよび技法がシステム10によって利用されることができる。システム10のコンポーネントおよび技法は、表示装置170上での体50の関心領域のひずみ画像の2Dまたは3Dでの呈示を許容する。ある実施形態では、システム10はCINELoop(登録商標)メモリのようなメモリ・デバイスをも含むことができる。たとえば、メモリ・デバイス

10

20

30

40

50

は、最初のひずみ画像または画像ストリームをなすようシステム10によって処理されたデータを記憶できる。それから、その後のひずみ画像または画像ストリームが生成できる。呈示される画像に関して解剖学的な境界を定義してグラフィック的にオーバーレイできる自動境界検出プロセッサのような他のコンポーネントおよび/または技法も、プロセッサ100とともに使用できる。本開示は、上記のシステム10のコンポーネントに加えての、またはその代わりに、他のコンポーネントおよび/または技法の使用も考えている。

【0022】

さらに図3を参照すると、システム10の例示的な動作方法が示され、概括的に参照符号300によって表されている。付属の請求項の範囲から外れることなく、体の他の部分の検査を含め、図3に描かれていない他の実施形態が可能であることは当業者には明白であろう。

10

【0023】

方法300は、撮像データがシステム10によって捕捉されるステップ302で始まることができる。これは関心領域における加えられる応力と組み合わせた、プローブ120による超音波エネルギーまたはパルスの送信および受信などを通じて行われる。上述したように、加えられる応力は、いくつかの源によって与えられることができる。トランスデューサ・プローブ120を使って体の皮膚レベルにおいて圧を加えることが含まれ、心臓拍動または呼吸変動のように体自身によって作り出されてもよい。ステップ304では、加えられた応力の結果生じるひずみが、捕捉されたデータから決定できる。

【0024】

20

ステップ306では、システム10は、ひずみ補償機能コントロール205の回転または他の調整などを通じた臨床担当者または他のユーザーによるひずみ補償関数への調整のユーザー入力をモニターできる。ひずみ補償関数への調整が検出されたら、ステップ308のように、ひずみ補償関数が生成され、あるいはそうでなければ調整されうる。ある実施形態では、ひずみ補償関数は初期には1に設定されることができる。このため、ひずみ画像は初期には補償されていないひずみ画像として呈示される。

【0025】

ひずみ補償関数への調整は、深さの関数としてのひずみ補償関数の大きさ(magnitude)へのものであってもよい。本開示は、ひずみ補償関数への調整が横および/または上下位置の関数であることも考えている。ある実施形態では、臨床担当者または他のユーザーが、期待される結果に基づいてひずみ補償関数を調整できる。これはたとえば、一様な性質が期待される組織または他の生理が呈示される画像上で実質的に一様に見えるまで調整することによる。別の実施形態では、ひずみ補償関数への調整は、臨床担当者のまたは他のユーザーの、リアルタイム画像または画像ストリームの主観的なビューと、画像の局在化した領域における既知の生理とに基づくことができる。これにより、一様な性質をもたない、当該画像の他の領域に関して定性的な画像が呈示されることができる。

30

【0026】

本開示は、ひずみ補償関数への調整がさまざまな時点で実行されることを考えている。たとえば、調整は、上記のようにリアルタイムであることができ、あるいは捕捉されたデータはループで呈示されることができ臨床担当者が、患者の検査中または検査のすぐあとなど、ループ呈示の間に調整を行うことができる。

40

【0027】

ひずみ補償関数は、ステップ310におけるように、決定されたひずみデータまたはひずみの任意の後続の決定に適用できる。ステップ312では、補償されたひずみ画像が、表示装置170上などに呈示されることができる。ステップ314では、ひずみ補償関数が既知のまたは期待される局在化した結果および呈示される補償されたひずみ画像に基づいて所望されるよう調整されたのち、エラストグラムまたは、補償されたひずみ画像に基づいて生成された他のデータなどの他のプリントアウトが呈示されることができる。

【0028】

図1~2および図4を参照すると、システム10の例示的な動作方法が示され、概括的

50

に参照符号 400 によって表されている。付属の請求項の範囲から外れることなく、体の他の部分の検査を含め、図 4 に描かれていない他の実施形態が可能であることは当業者には明白であろう。たとえば、方法 400 に対する可能な変形が点線で示されている。

【0029】

方法 400 は、撮像データがシステム 10 によって捕捉されるステップ 402 で始まることができる。これは関心領域における加えられる応力と組み合わせた、プローブ 120 による超音波エネルギーまたはパルスの送信および受信などを通じて行われる。ステップ 404 では、加えられた応力の結果生じるひずみが、捕捉されたまたは他の仕方でも取得されたデータから決定できる。

【0030】

ステップ 406 では、ひずみ補償関数モデルが取得され、捕捉されたデータに適用されることができる。ひずみ補償関数モデルは、いくつかの技法を使って生成または他の仕方でも得られることができる。たとえば、ひずみ補償関数モデルは数学的にモデル化される、既知の性質をもつ生理を使って同じまたは他の患者に関しての最適化の間に経験的に設定される、および/または一様な組織模倣ファントムまたは画像化されるべき特定の生理についての他の物理的なモデル上で測定される、ことができる。次いで、ひずみ補償関数モデルは記憶され、同じまたは異なる患者についてのその後の撮像検査に適用されうる。ある実施形態では、どのモデルを適用するかを選択は、検査される生理の型、患者の年齢などといったいくつかの因子に基づることができる。

【0031】

ステップ 408 におけるように、ひずみ補償関数は、先験的なひずみ補償関数モデルに基づいて生成され、あるいは他の仕方でも調整されることができる。ある実施形態では、ひずみ補償関数は最初 1 に設定されることができる。このため、ひずみ画像は初期には補償されていないひずみ画像として呈示される。別の実施形態では、ステップ 409 において、システム 10 は、ひずみ補償関数コントロール 205 の回転または他の調整を通じた、臨床担当者または他のユーザーによるひずみ補償関数への調整があるかどうかモニターできる。ひずみ補償関数への調整が検出されると、先験的なモデルから決定されたひずみ補償関数がしかるべく調整されることができる。

【0032】

ひずみ補償関数は、ステップ 410 におけるように、決定されたひずみデータまたはひずみの任意の後続の決定に適用できる。ステップ 412 では、補償されたひずみ画像が、表示装置 170 上などに呈示されることができる。ステップ 414 では、補償されたひずみ画像が表示装置 170 上などで呈示されたのち、エラストグラムまたは、補償されたひずみ画像に基づいて生成された他のデータなどの他のプリントアウトが呈示されることができる。

【0033】

図 1 ~ 2 および図 5 を参照すると、システム 10 の例示的な動作方法が示され、概括的に参照符号 500 によって表されている。付属の請求項の範囲から外れることなく、体の他の部分の検査を含め、図 5 に描かれていない他の実施形態が可能であることは当業者には明白であろう。たとえば、方法 500 に対する可能な変形が点線で示されている。

【0034】

方法 500 は、撮像データがシステム 10 によって捕捉されるステップ 502 で始まることができる。これは関心領域における加えられる応力と組み合わせた、プローブ 120 による超音波エネルギーまたはパルスの送信および受信などを通じて行われる。ステップ 504 では、加えられた応力の結果生じるひずみが、捕捉されたまたは他の仕方でも取得されたデータから決定できる。

【0035】

ステップ 505 および 506 では、捕捉されたデータを使ってひずみ補償関数が生成できる。たとえば、ひずみ補償関数は、深さの関数として計算されるメジアンひずみに基づいて生成できる。深さの関数としてのメジアンひずみに基づいてひずみ補償関数を設定す

10

20

30

40

50

ることは、正規化されたひずみ関数を与える。

【0036】

ひずみ補償関数を表す生成された曲線はステップ507で、急峻な方向変化がないよう平滑化できる。ある実施形態では、ひずみ補償関数を生成するまたはそうでなければ調整する際に、ステップ508におけるユーザー入力またはステップ509におけるような先験的モデルの一方または両方を使うこともできる。

【0037】

ステップ510におけるように、ひずみ補償関数は、決定されたひずみデータまたはひずみの任意のその後の決定に適用できる。ステップ512では、補償されたひずみ画像が、表示装置170上などに呈示されることができる。リアルタイムまたはストリーム・ループの場合を含む。ステップ514では、補償されたひずみ画像が呈示されたのち、エラストグラムまたは、補償されたひずみ画像に基づいて生成された他のデータなどの他のプリントアウトが呈示されることができる。

【0038】

方法500は、捕捉されたデータからひずみ補償関数を生成するために利用される他の技術およびアルゴリズムも考えている。ある実施形態では、方法300、400および500に関して上記した技法の二つ以上が、補償されたひずみ画像を生成するために適用できる。

【0039】

図6を参照すると、実質的に一様な背景組織における、弾性率が周辺組織の約3倍の硬い包含物をもつ補償されていないひずみ画像が示されている。この例では、加えられる応力は、線形アレイ・トランスデューサを組織模倣ファントムまたはモデル内で深さ方向に押すことによって生成されたが、結果は実際の組織に対する応用にも適用可能である。図6の長方形の選択部に見られるように、包含物周辺の一様な組織においても、加えられる応力における深さ依存の変動のため、ひずみは深さとともに変化する。図7では、図6の未補償ひずみ画像の数学的な逆が示されており、ここでもまた、同様の組織性質の領域においてでさえ、ひずみの大きな変動を示している。

【0040】

図8を参照すると、深さの関数としてメジアンひずみ (median strain) に基づいてシステム10によって生成できるひずみ補償関数を表す画像が示されている。図9では、図8のひずみ補償関数に基づいてシステム10によって生成された補償されたひずみ画像が示されている。一様な性質をもち、硬い包含物を取り巻いている組織はより一様に見え、包含物に目を引く。この例では、包含物は画像中の周辺組織よりも2~3倍の硬さであるように見える。ここで、実際の硬さは周辺組織の3倍である。

【0041】

図10は、図9の補償されたひずみ画像の数学的な逆を示している。硬い包含物を取り巻く組織はより一様なレベルに見え、包含物に関してよりよいコントラストが得られる。

【0042】

図11を参照すると、システム10によって生成できる、軸方向および横方向の両方に変化があり二次元的になっている別の例示的なひずみ補償関数を表す画像が示されている。図12では、図11のひずみ補償関数に基づいてシステム10によって生成された補償されたひずみ画像が示されている。

【0043】

システム10は、いくつかの技法に基づいてひずみの定性的なイメージングのための備えができる。そうした技法は、深さ、横および/または上下位置の関数としてひずみを補償するためのユーザー・コントロール; システムに記憶される事前決定された諸補償関数に基づく深さの関数としてのひずみの補償; および/または検査の間に捕捉されたデータを使って2Dまたは3Dの視野にわたる非一様な加えられる応力を説明するための、ひずみ画像の能動的な補償が含まれる。本稿に記載された方法論およびシステムは、2Dおよび3D撮像の一方または両方において補償ひずみ画像に適用可能である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 4 】

エラストグラムは、ひずみ画像のみならず、組織弾性に関係した他の測定値（たとえば病変 / 正常組織のひずみの比、ポアソン比）をも含むことができる。本開示のシステムおよび方法に基づいて生成された補償されたひずみ画像はユーザーに対して直接表示されなくてもよく、エラストグラムを生成するためにさらに処理されることもできる。

## 【 0 0 4 5 】

本開示は、ひずみ補償関数が次の源のうちの一つまたは複数に基づいていることを考える：（コントロールを介した）ユーザー入力；先験的データ / モデル；ひずみデータの現在および過去の値。さらに、例示的な実施形態の方法は、ひずみデータを、表示（画像および / またはグラフィカル）および / または記憶 / エクスポートのために呈示することを含むことができる。ある実施形態では、平滑化、再マッピング（たとえば、1 / 補償ひずみ、 $F_n$ （補償ひずみ）など）、時間的持続性（temporal persistence）およびそれらの任意の組み合わせを含め、データのさらなる処理が実行できる。本稿で実行されるイメージングは、二次元および三次元の画像データの一方または両方について他の技法を含むことができる。

## 【 0 0 4 6 】

上述した方法論のステップを含む本発明は、ハードウェア、ソフトウェアまたはハードウェアとソフトウェアの組み合わせにおいて実現できる。本発明は、一つのコンピュータ・システムにおいて中央集散的に、あるいは種々の要素がいくつかの相互接続されたコンピュータ・システムを横断して散らばった形で分散的に、実現できる。本稿で記載される方法を実行するよう適応された任意の種類のコピュータ・システムまたは他の装置が好適である。ハードウェアとソフトウェアの典型的な組み合わせは、ロードされ実行されたときにコンピュータ・システムを制御して本稿で記載された方法を実行させるコンピュータ・プログラムをもつ汎用コンピュータ・システムであることができる。

## 【 0 0 4 7 】

上述した方法論のステップを含む本発明は、コンピュータ・プログラム・プロダクト内に埋め込まれることができる。コンピュータ・プログラム・プロダクトは、コンピューティング・デバイスまたはコンピュータ・ベースのシステムに本稿で記載されたさまざまな手順、プロセスおよび方法を実行するよう指示するコンピュータ実行可能コードを含むコンピュータ・プログラムが埋め込まれたコンピュータ可読記憶媒体を含むことができる。今のコンテキストにおけるコンピュータ・プログラムは、情報処理機能をもつシステムに特定の機能を、直接的に、あるいは a) 別の言語、コードまたは記法への変換； b) 異なる物質形での再現、の一方または両方ののちに、実行させるよう意図された一組の命令の、任意の言語、コードまたは記法での任意の表現を意味する。

## 【 0 0 4 8 】

本稿に記載された実施形態の例解は、さまざまな実施形態の構造の一般的な理解を与えることを意図しており、本稿に記載される構造を利用しうる装置およびシステムのすべての要素および特徴の完全な記述の役割をすることは意図されていない。上記の記述を吟味すれば、他の多くの実施形態が当業者には明白であろう。本開示の範囲から外れることなく構造的および論理的な置換および変更がなされうる他の実施形態が利用され導き出されてもよい。図面も単に代表的なものであり、縮尺通りに描かれていないこともある。図面のある部分の比率は誇張されていることがあり、一方他の部分が最小限にされていることがある。よって、本明細書および図面は、限定する意味ではなく、例解するものと見なすべきである。

## 【 0 0 4 9 】

このように、個別的な実施形態が図示され、本稿で記述されてきたが、同じ目的を達成するよう計算されたいかなる構成を示されている特定の実施形態の代わりとしてもよいことは理解しておくべきである。本開示は、さまざまな実施形態の任意のものおよびあらゆる適応または変形をカバーすることが意図されている。上記の実施形態の組み合わせおよび本稿に特に記載されていない他の実施形態が、上記の記述を吟味すれば当業者には明白

10

20

30

40

50

となろう。したがって、本発明を実施するために考えられている最良の形態として開示されている個別的な実施形態（単数または複数）に本開示が限定されることは意図されておらず、本発明は、付属の請求項の範囲にはいるあらゆる実施形態を含むことが意図されている。

【 0 0 5 0 】

本開示の要約書は、読者が技術的な開示の性質を素早く見きわめられるようにする要約書を必須とする米国特許規則（37 C.F.R.）§ 1.72（b）を満たすために与えられている。これは、請求項の範囲または意味を解釈または限定するために使用されないという理解で提出される。

いくつかの態様を記載しておく。

10

〔態様 1〕

弾性イメージングの方法であって：

超音波エネルギーを送信し、超音波エネルギーからのエコーを受信する段階と；

患者の生理の、加えられた応力に関連するエコーからの撮像データを処理する段階と；

加えられた応力に関連するひずみ補償関数を取得する段階と；

前記ひずみ補償関数を前記撮像データに適用して補償されたひずみ画像を生成する段階と；

補償されたひずみ画像を呈示する段階とを含む、方法。

20

〔態様 2〕

前記ひずみ補償関数をユーザー入力に基づいて調整する段階をさらに含み、前記ユーザー入力が前記生理の一部分に関連する期待される結果に基づく、態様 1 記載の方法。

〔態様 3〕

弾性イメージングを実行する前に生成されたひずみ補償モデルに基づいて前記ひずみ補償関数を決定する段階をさらに含む、態様 1 記載の方法。

〔態様 4〕

前記ひずみ補償モデルが、数学的モデル、物理的モデルから測定されるデータおよび別の生理の弾性イメージングからのデータのうちの少なくとも一つに基づいて生成される、態様 3 記載の方法。

30

〔態様 5〕

前記別の生理が異なる患者の生理であり、前記別の生理が実質的に一様な性質をもつ、態様 4 記載の方法。

〔態様 6〕

前記ひずみ補償関数を前記の処理された撮像データの少なくとも一部分に基づいて決定する段階をさらに含む、態様 1 記載の方法。

〔態様 7〕

前記ひずみ補償関数が、前記撮像データから計算されるメジアンひずみに基づいて決定される、態様 1 記載の方法。

〔態様 8〕

前記加えられる応力を、前記超音波エネルギーを送信し前記エコーを受信するトランスデューサを前記生理の領域において患者に押しつけることによって生成する段階をさらに含む、態様 1 記載の方法。

40

〔態様 9〕

前記ひずみ補償関数を、前記生理の一部分に関連する期待される結果に基づくユーザー入力に基づいて調整する段階、弾性イメージングを実行する前に生成されたひずみ補償モデルに基づいて前記ひずみ補償関数を決定する段階ならびに前記ひずみ補償関数を前記の処理された撮像データの少なくとも一部分に基づいて決定する段階のうちの少なくとも二つをさらに含む、態様 1 記載の方法。

〔態様 10〕

リアルタイムで補償されたひずみ画像を生成する段階をさらに含む、態様 1 記載の方法

50

。

## 〔態様 1 1〕

コンピュータ実行可能コードが記憶されているコンピュータ可読記憶媒体であって、前記コンピュータ実行可能コードは、前記コンピュータ可読記憶媒体がロードされるコンピューティング・デバイスに：

患者の生理の、加えられた応力に関連する超音波撮像データを処理する段階と；

前記生理の一部に関連する期待される結果に基づくユーザー入力、超音波撮像データを処理するのに先立って生成されたひずみ補償モデルおよび処理される撮像データの少なくとも一部、のうちの少なくとも一つに基づいて、加えられた応力に関連するひずみ補償関数を生成する段階と；

前記ひずみ補償関数を前記撮像データに適用して補償されたひずみ画像を生成する段階とを実行させるよう構成される、  
コンピュータ可読記憶媒体。

10

## 〔態様 1 2〕

前記コンピューティング・デバイスに、前記補償されたひずみ画像および前記補償されたひずみ画像の逆の少なくとも一方を呈示させるコンピュータ実行可能コードをさらに有する、態様 1 1 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

## 〔態様 1 3〕

前記ひずみ補償モデルが、数学的モデル、物理的モデルから測定されるデータおよび別の生理の弾性イメージングからのデータのうちの少なくとも一つに基づいて生成される、態様 1 1 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

20

## 〔態様 1 4〕

前記別の生理が異なる患者の生理であり、前記別の生理が実質的に一様な性質をもつ、態様 1 3 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

## 〔態様 1 5〕

前記ひずみ補償関数が、前記撮像データから計算されるメジアンひずみに基づいて決定される、態様 1 1 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

## 〔態様 1 6〕

前記ひずみ補償関数が、ユーザー入力、ひずみ補償モデルおよび処理された撮像データの少なくとも一部分のうちの二つ以上に基づいて生成される、態様 1 1 記載のコンピュータ可読記憶媒体。

30

## 〔態様 1 7〕

患者の生理 ( 1 5 0 ) の中に超音波エネルギーを送信してエコーを受信するプローブと；

表示装置と；

前記プローブおよび前記表示装置に動作可能に結合されたプロセッサとを有する超音波撮像システムであって：

前記プロセッサは、患者の生理の、加えられた応力に関連する超音波撮像データを処理し、

前記プロセッサは、前記生理の一部に関連する期待される結果に基づくユーザー入力、超音波撮像データを処理する前に生成されたひずみ補償モデルおよび処理された撮像データの少なくとも一部、のうちの少なくとも一つに基づいて、加えられた応力に関連するひずみ補償関数を生成し、

40

前記プロセッサは、前記ひずみ補償関数を前記撮像データに適用して補償されたひずみ画像を生成し、

前記プロセッサは、前記補償されたひずみ画像および前記補償されたひずみ画像の逆のうちの少なくとも一つを前記表示装置上に呈示する、  
超音波撮像システム。

## 〔態様 1 8〕

補償関数コントロールをさらに有する態様 1 7 記載のシステムであって、前記補償関数

50

コントロールが作動させられると前記ひずみ補償関数の大きさが調整される、システム。

〔態様 19〕

メモリ・デバイスをさらに有する態様 17 記載のシステムであって、一つまたは複数のひずみ補償モデルが前記メモリ・デバイスに記憶されている、システム。

〔態様 20〕

前記プロセッサがリアルタイムで前記補償されたひずみ画像を生成する、態様 17 記載のシステム。

【図 1】

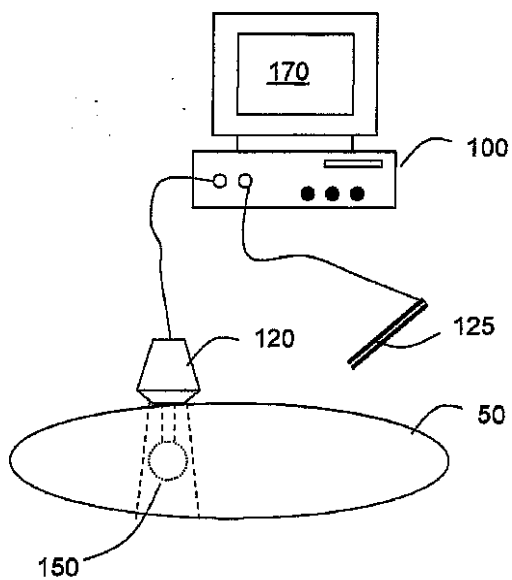


FIGURE 1

【図 2】

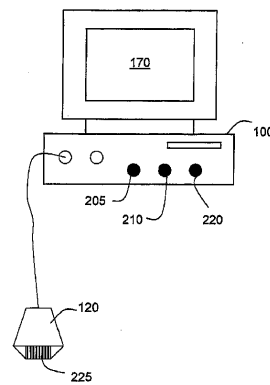
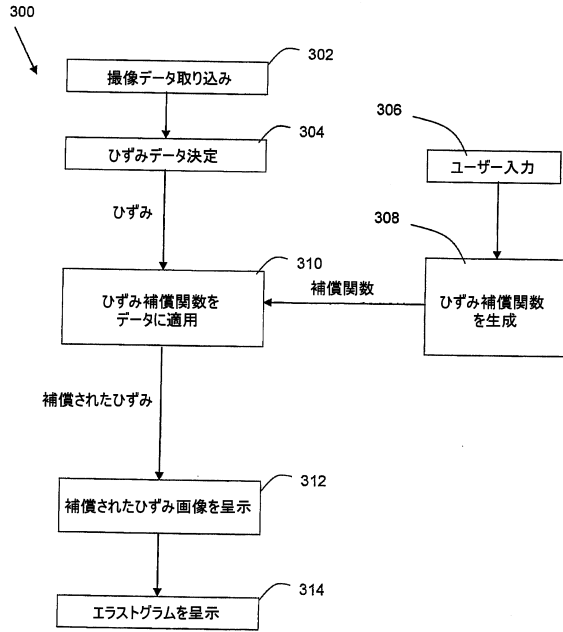
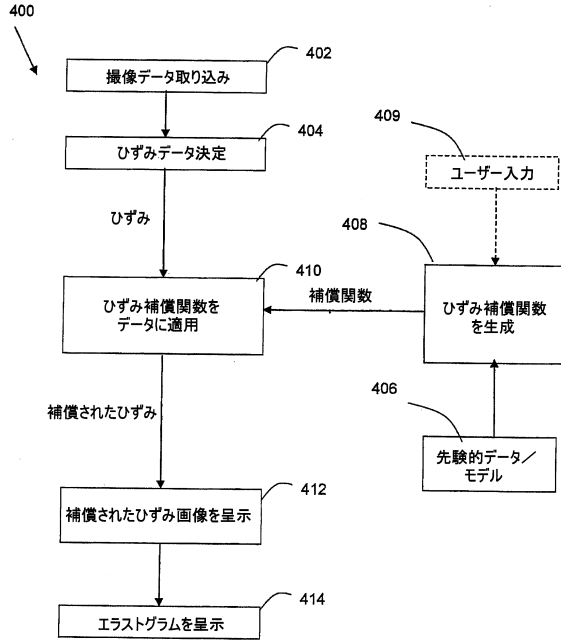


FIGURE 2

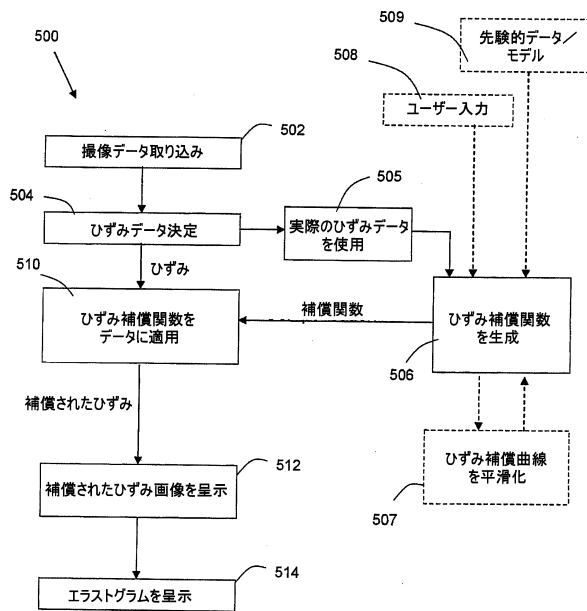
【図3】



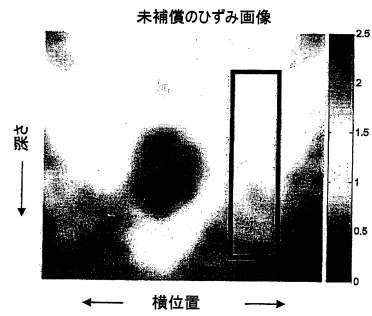
【図4】



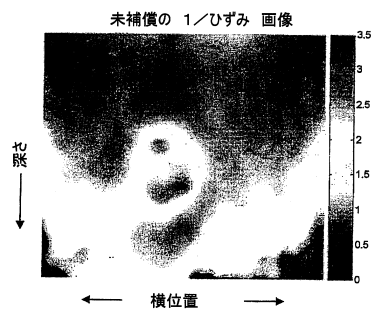
【図5】



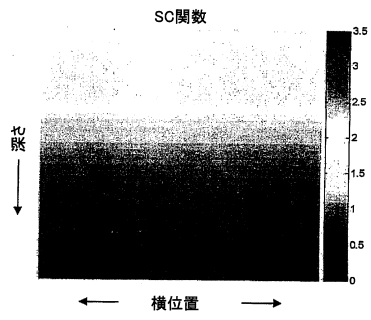
【図6】



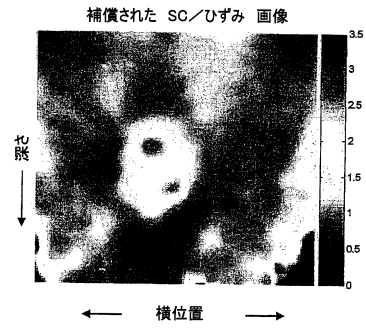
【図7】



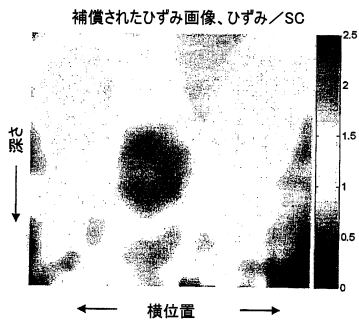
【図 8】



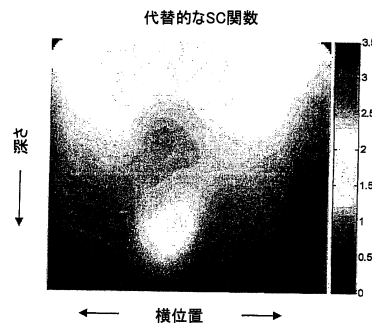
【図 10】



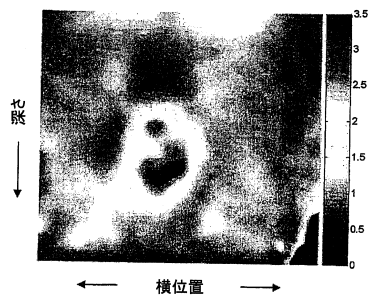
【図 9】



【図 11】



【図 12】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ホープ シンプソン, デイヴィッド  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブライアクリフ・マナー スカーボロ  
・ロード 345 ピー・オー・ボックス 3001
- (72)発明者 ペ, ウンミン  
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブライアクリフ・マナー スカーボロ  
・ロード 345 ピー・オー・ボックス 3001

審査官 宮澤 浩

- (56)参考文献 特表2001-519674(JP, A)  
国際公開第2006/026008(WO, A2)  
特開2007-044231(JP, A)  
特開2004-057653(JP, A)  
特開2007-195984(JP, A)  
特開2007-296334(JP, A)  
特表2006-522664(JP, A)  
国際公開第2005/120358(WO, A1)  
国際公開第2006/013916(WO, A1)  
国際公開第2006/026552(WO, A1)  
国際公開第2006/068079(WO, A1)  
国際公開第2006/121031(WO, A1)  
米国特許出願公開第2007/0073145(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 8/08

专利名称(译)	弹性成像中应变增益补偿的方法和系统		
公开(公告)号	<a href="#">JP5616232B2</a>	公开(公告)日	2014-10-29
申请号	JP2010537597	申请日	2008-12-16
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	ホープシンプソンデイヴィッド ペウンミン		
发明人	ホープ シンプソン,デイヴィッド ペ,ウンミン		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B5/0053 A61B8/461 A61B8/467 A61B8/485		
FI分类号	A61B8/08		
代理人(译)	伊藤忠彦		
审查员(译)	宫泽浩		
优先权	61/014083 2007-12-17 US		
其他公开文献	JP2011505957A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

提供了一种弹性成像中应变增益补偿的方法和系统。该系统可包括探头 (120)，用于将超声能量发射到患者 (50) 的生理学 (150) 中并接收回波，显示装置 (170) 和可操作地耦合到探头和显示器的处理器 (100) 设备。处理器可以处理与施加的患者生理应力相关联的超声成像数据。处理器可以基于 (i) 基于与生理学的一部分相关联的预期结果的用户输入中的至少一个来生成与所施加的应力相关联的应变补偿函数，(ii) 在处理超声成像之前生成的应变补偿模型。数据，和 (iii) 至少一部分成像数据。处理器可以将应变补偿功能应用于成像数据以生成补偿应变图像。处理器可以在显示设备上呈现补偿应变图像和补偿应变图像的倒数中的至少一个。公开了其他实施例。

【 图 1 】

