

(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2016-528934  
(P2016-528934A)

(43) 公表日 平成28年9月23日(2016.9.23)

(51) Int. Cl. F I テーマコード(参考)  
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14 4 C 6 0 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-563190 (P2015-563190)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成27年1月13日 (2015.1.13)</p> <p>(85) 翻訳文提出日 平成27年12月15日 (2015.12.15)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/EP2015/050438</p> <p>(87) 国際公開番号 W02015/113806</p> <p>(87) 国際公開日 平成27年8月6日 (2015.8.6)</p> <p>(31) 優先権主張番号 PCT/CN2014/071839</p> <p>(32) 優先日 平成26年1月30日 (2014.1.30)</p> <p>(33) 優先権主張国 中国 (CN)</p> <p>(31) 優先権主張番号 PCT/CN2014/075396</p> <p>(32) 優先日 平成26年4月15日 (2014.4.15)</p> <p>(33) 優先権主張国 中国 (CN)</p> <p>(31) 優先権主張番号 14170204.3</p> <p>(32) 優先日 平成26年5月28日 (2014.5.28)</p> <p>(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)</p>	<p>(71) 出願人 590000248 コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ KONINKLIJKE PHILIPS N. V. オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhove n</p> <p>(74) 代理人 100087789 弁理士 津軽 進</p> <p>(74) 代理人 100122769 弁理士 笛田 秀仙</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波を使用するガスポケットを検出するための方法及び装置

(57) 【要約】

既存のガスポケット検出アプローチは、通常の軟組織とガスポケットとの間の比較を示すB-モード超音波画像の目視に基づいているが、これは時間がかかり、オペレータの経験に依存している。本発明は、超音波システム及びガスポケットを検出する方法を提案する。超音波システムは、関心領域に向けて超音波信号を送信し、複数の走査線に沿って関心領域から反射される超音波エコー信号を収集するための超音波プローブ110と、複数の走査線の各々の走査線に沿って複数の深度の各々の深度に対する超音波エコー信号の第二ハーモニック成分を得るための取得ユニット130と、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における変化を導出するための導出ユニット140とを有する。

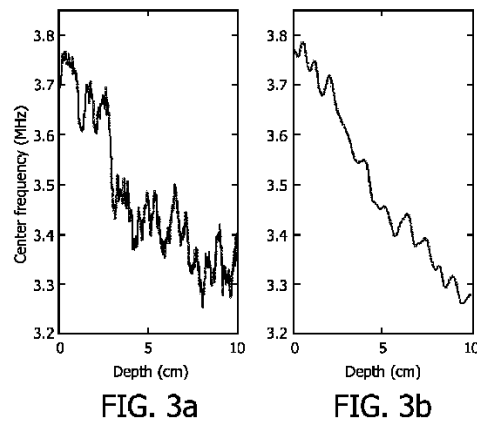


FIG. 3a

FIG. 3b

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

関心領域においてガスポケットを検出するための超音波システムであって、  
前記関心領域に向けて超音波信号を送信し、複数の走査線に沿って前記関心領域から反射される超音波エコー信号を収集するための超音波プローブと、  
前記複数の走査線の各々の走査線に沿って複数の深度の各々の深度に対する前記超音波エコー信号の第二ハーモニック成分を得るための取得ユニットと、  
前記深度に伴う前記第二ハーモニック成分の中心周波数における変化を導出するための導出ユニットと  
を有する、超音波システム。

10

**【請求項 2】**

前記第二ハーモニック成分は、パルス反転技術によって得られる、請求項1に記載の超音波システム。

**【請求項 3】**

前記第二ハーモニック成分は、バンドパスフィルタリングによって得られる、請求項1に記載の超音波システム。

**【請求項 4】**

前記導出ユニットは、  
各々の走査線に対して、前記中心周波数と前記深度との間の関係を表す周波数・深度カーブを導出し、  
前記複数の深度の各々の深度における前記周波数・深度カーブの傾斜を導出するように構成される、請求項1に記載の超音波システム。

20

**【請求項 5】**

前記周波数・深度カーブは、第二の所定の数の超音波走査線に渡ってアベレーシングすることによって平滑化される、請求項4に記載の超音波システム。

**【請求項 6】**

前記深度に伴う前記中心周波数における、前記導出された変化を表す超音波画像を生成し、前記超音波画像を表示するためのディスプレイユニット  
を更に有する、請求項1に記載の超音波システム。

30

**【請求項 7】**

前記深度に伴う前記中心周波数における前記変化に基づいてガスポケットを検出するための検出ユニットと、  
超音波画像において、前記検出されたガスポケットを示すためのインジケータを表示するためのディスプレイユニットと  
を更に有する、請求項1に記載の超音波システム。

**【請求項 8】**

前記第二ハーモニック成分は、パルス反転技術によって得られ、  
前記深度に伴う前記中心周波数における前記変化の量が、前記深度における第一の所定の閾値を超える場合、前記ガスポケットが深度において検出される、請求項7に記載の超音波システム。

40

**【請求項 9】**

前記第二ハーモニック成分は、バンドパスフィルタリングによって得られ、  
前記検出ユニットは、エリアにおける前記深度に伴う前記中心周波数における前記変化が釣鐘形状を形成するかを示す第一の決定結果を取得し、前記第一の決定結果に基づいて、ガスポケットが、前記エリアにおいて存在するかを決定するように構成される、請求項7に記載の超音波システム。

**【請求項 10】**

前記第二ハーモニック成分は、バンドパスフィルタリングによって得られ、  
前記検出ユニットは、第二の決定結果に基づいて、ガスポケットが、走査線に沿って第一の深度と第二の深度との間に存在するかを決定するように構成され、前記第二の深度は

50

前記第一の深度より深く、前記第二の決定結果は、前記走査線に沿って、前記深度に伴う前記中心周波数の前記変化が、前記第一の深度における正の第二の所定の閾値より大きく、前記第二の深度における負の第三の所定の閾値より小さいかを示す、請求項 7 に記載の超音波システム。

【請求項 1 1】

前記検出ユニットは、前記第一の深度における前記超音波エコー信号の強度が第四の閾値より低いかを示す第三の決定結果を取得し、前記第二の決定結果及び前記第三の決定結果に基づいて、ガスポケットが、前記走査線に沿って、前記第一の深度と前記第二の深度との間に存在するかを決定するように構成される、請求項 1 0 に記載の超音波システム。

【請求項 1 2】

前記検出されたガスポケット及び更なる情報に基づいて、前記検出されたガスポケットが、正常であるか又は異常であるかを決定するための決定ユニットを更に有し、前記更なる情報は、前記ガスポケットの位置、及び何れのタイプの組織が前記ガスポケットを囲むかについての情報に関する、請求項 7 に記載の超音波システム。

【請求項 1 3】

関心領域においてガスポケットを検出するための方法であって、前記関心領域に向けて超音波信号を送信し、複数の走査線に沿って前記関心領域から反射される超音波エコー信号を収集するステップと、

前記複数の走査線の各々の走査線に沿って複数の深度の各々の深度に対する前記超音波エコー信号の第二ハーモニック成分を得るステップと、

前記深度に伴う前記第二ハーモニック成分の中心周波数における変化を導出するステップと

を有する、方法。

【請求項 1 4】

前記深度に伴う前記中心周波数における、前記導出された変化に基づいて超音波画像を生成するステップと、

前記超音波画像を表示するステップと

を更に有する、請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記深度に伴う前記中心周波数における前記変化に基づいてガスポケットを検出するステップと、

超音波画像において、前記検出されたガスポケットを示すためのインジケータを表示するステップと

を更に有する、請求項 1 3 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、超音波イメージング、特に超音波を使用するガスポケットを検出するための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

精神的外傷は、45歳未満の男性及び女性にとって米国において主要な死因であり、すべての年齢にとって全死因の四番目である。全ての緊急部門来訪者の3分の1以上を占めること、直接の医療費において年800億ドル以上をもたらす、例えば、2007年において、180,000人以上が精神的な外傷で死亡したこと、多くのこれらの死の一因となる腹部外傷を考慮すると、精神的な外傷は、ヘルスケアシステムに重大な経済的インパクトをもたらす。

【0 0 0 3】

気腹症は、遊離ガスポケット又はわずかな量の遊離ガス若しくは空気が、腹腔内で閉じ込められるが、空洞内臓において含まれない状態である。異常な腹腔内ガスポケット又は集積を特定することは、正確な診断を行う際にきわめて重要になり得る。エビデンスを増

10

20

30

40

50

やすことは、超音波イメージングが、単純X線撮影と比較される場合のその高い正確性及び優位性のため、異常な空気/ガスパターンによる気腹症の診断にとって非常に有用なツールであることを支持する。ソノグラフの空気は、二つのカテゴリー：生理的空気又は通常の空気；及び病学的空気又は異常な空気を有するように概説されることが出来る。生理的空気は、消化管及び肺の空気（腹腔の中へ突き出ている空気）である。

#### 【0004】

ベッドサイド超音波又はポイントオブケア超音波は、最初のスクリーニングのために救急医療で広く使われており、即時の手術に対して、重い血腹膜を伴う、血行力学的に不安定な精神的外傷患者の選択を可能にする。腹膜内フリ-エア又は腹膜内ガスポケットの検出は、鋭い腹部及び精神的外傷患者のベッドサイド診断のために非常に役に立つ。(a)入院前のセッティング、(b)緊急治療室における最初の評価、及び(c)いくつかの処置の後のフォローアップにおいて、鈍い腹部の精神的外傷からの、又は鋭い腹部からの異常なガスポケットがある場合、ガスポケットの検出は、直接的な方法ではないが、医師が評価することを支援し得る。

10

#### 【0005】

ガスポケットのソノグラフの様子は、軟組織及びガスポケット（空気）のインターフェースにおける、全ての超音波反響（強い反響器）による。この反響は、ガスポケット及び超音波プローブの間の超音波の反響によって伴われる。それ故に、ガスポケットのためのソノグラフ画像は通常、「ダーティシャドウイング」と称される、遠位端アーチファクト反響エコーを備える高振幅エコー（画像における輝度エリア）として現れ、小さな反響アーチファクトは、特徴的な彗星の尾の態様を有する。小さなガスポケットは、標準的な腹部トランスデューサにより、ほとんど又はまったく遠位端反響アーチファクトを示さなくてもよい。鈍い腹部の精神的外傷の後、腹膜内フリ-エアを検出するための最適プローブ位置は、縦方向において右正中傍上腹部エリアにもたらされる。

20

#### 【0006】

ムラダリ (Muradali) 他「超音波検査における気腹症の特異性徴候：腹膜ストライプの強調」、AJR、1999、第173巻：1257-1262) は、動物モデルから気腹症の徴候を調査し、それからそれは、腹腔鏡検査を受けた患者で確かめられた。超音波画像におけるガスポケットのこの種の特徴は、腹膜ストライプサイン強調 (EPSS) と呼ばれている。このEPSSは、激しい腹痛を伴う600人の連続する患者の最近の有望な研究によって、さらに確かめられる。EPSSは、100%の感度、99%の特定度、87.5%の陽性予測値、及び100%の陰性予測値を持っていた。それ故に、EPSSは、目視を通じた、気腹症の診断のための、信頼性のある、正確なソノグラフサインとして推奨される。

30

#### 【0007】

ガスポケットが非常に大きい場合、すなわち、腹膜ストライプサイン強調 (EPSS) をもたらすのに十分大きい場合、超音波イメージングに基づく従来のガスポケット検出はうまく機能する。未経験のユーザが、超音波画像からこの種のサイン (EPSS) を識別することは長い時間を要する。救急医は、たとえ彼らが縦方向の右正中傍上腹部エリアにおける、鈍い腹部の精神的外傷の後に腹膜内フリ-エアを検出するのに最適なプローブ位置を知っていても、全ての腹部に対して、約5分の検査時間においてすべてのガスポケットを特定することは非常に難しい。

40

#### 【0008】

要約すると、より大きなガスポケットは、下にある腹部器官さえ隠し得る彗星-尾アーチファクト若しくはダーティシャドウイングアーチファクト及び明るい高エコー源性ストライプ若しくは遠位端反響を伴う線として現れ得る。より小さなガスポケットは、リングダウンアーチファクト及び腸ルーメン内のシャドウイングのない、点フォーカスとして現れ得るが、画像内に反響を有し得ない。超音波イメージングは、腹膜内フリ-エアを診断するために、胸部X線より優れており、1ml乃至2mlと同じくらい少ない量の腹膜内フリ-エアが、超音波によって検出され得る。しかしながら、腹膜内フリ-エアの検出は、困難な患者の状況下の緊急事態における経験豊かな音波検査者にとってさえ難しいかもしれな

50

い。

【0009】

このように、大部分の既存のガスポケット検出アプローチは、通常の軟組織及びガスポケットの間の比較を示すB-モード超音波画像の目視に基づいている。このような既存のアプローチには、時間がかかり、精度はオペレーターの経験に大幅に依存している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

それ故に、関心領域（ROI）においてガスポケットを検出するための、改善された方法及び装置又はシステムを提供することは有利となり得る。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第一の局面の実施例によれば、ガスポケットを検出するための超音波システムが提案される。超音波システムは、ROIに向けて超音波パルスを送信し、複数の走査線に沿ってROIから反射される超音波エコー信号を収集するための超音波プローブと、複数の走査線の各々の走査線に沿って複数の深度の各々の深度に対する超音波エコー信号の第二ハーモニック成分を得るための取得ユニットと、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における変化を導出するための導出ユニットとを有する。用語「深度」は、超音波信号の侵入深度を差す。用語「走査線」は、超音波イメージングのフィールドの「受信ライン」とも呼ばれている。

20

【0012】

本願の発明者は、超音波エコー信号の第二ハーモニック成分の中心周波数は、ガスポケットが存在するエリアにおいて侵入深度に沿って異なる態様で変化することが期待される一方、通常の軟組織が存在するエリアにおいて特定のレートで侵入深度に沿って減少することが期待されることを認める。例えば、走査線に沿って、特定の深度におけるガスポケットの存在による（中心周波数の減衰とも称される）第二ハーモニック成分の中心周波数の減少は、同じ深度における軟組織の存在による減少より大きいと仮定される。それ故に、本願の発明者は、前記の方法を提案する。当業者は、用語「エリア」が、超音波プローブの視野内における二次元空間領域に限定されることを意図するものではないことを認めるであろう。特に、超音波プローブが、3D超音波画像をイメージングするための3D超音波プローブである場合、用語「エリア」は、超音波プローブの視野内における二次元又は三次元空間領域として理解されることができる。

30

【0013】

提案された方法によって、ROIから反射される超音波エコー信号の第二ハーモニック成分が得られ、深度に伴うエコー信号の第二ハーモニック成分の中心周波数における変化が導出される。それからガスポケットは、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における、導出された変化に基づいて、手動又は自動的に検出されることができる。特に、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における変化は、複数の深度に伴う中心周波数の傾向（すなわち、超音波信号の伝播又は侵入方向に伴う傾向）を示すことができる。深度における中心周波数の減少と比較すると、第二ハーモニック成分の中心周波数における変化は、深度に伴う中心周波数の減少の傾向を反映しており、ガスポケット（特にマクロガスケット）を検出するために、より確実に使われることが期待される。

40

【0014】

本発明の第一の局面の実施例によれば、第二ハーモニック成分は、パルス反転技術によって得られる。

【0015】

パルス反転技術の場合、二つの送信（すなわち一つの正のパルス送信及び一つの負の送信）並びに二つの対応する受信が、各々の走査線に対して行われることは当業者によって評価される。パルス反転技術を用いることによって、可能なガスポケットの境界部及びガスポケットの背後のダークエリアは鮮明に見えることが可能であり、更に、異なる組織の

50

境界部の間のコントラストは改善される。

【0016】

本発明の第一の局面の実施例によれば、第二ハーモニック成分は、バンドパス（帯域通過）フィルタリングによって得られる。バンドパスフィルタリング（以降、バンドパスフィルタリングアプローチと称される）を使う場合、第二ハーモニック成分は、各々の走査線に沿った一つの送信及び一つの対応する受信から導出されることができるとは当業者によって評価される。このように、パルス反転技術との比較において、バンドパスフィルタリングアプローチの利点は、動きアーチファクトに対する、増加されたフレームレート及び/又はより少ない感度を含む。

【0017】

本発明の第一の局面の実施例によれば、導出ユニットは、各々の走査線に対して、中心周波数及び深度の間の関係を表す周波数・深度カーブを導出し、複数の深度の各々の深度における周波数・深度カーブの傾斜を導出するように構成される。

【0018】

言い換えると、周波数・深度カーブは、深度に関する中心周波数を表し、それゆえに、その傾斜は、深度に伴う中心周波数の変化のレートを表す。

【0019】

本発明の第一の局面の実施例によれば、周波数・深度カーブは、第二の所定の数の超音波走査線に渡ってアベレーシングすることによって平滑化される。例えば、平滑化された周波数・深度カーブにおける走査線に沿った深度における中心周波数は、第二の所定の数の走査線に等しいサイズを備える（スライディングアベレージとしても知られる）移動平均ウィンドウとして計算される。一続きのサンプルの場合、サンプルの移動平均は、そのサンプルを含むウィンドウ内にすべてのサンプルの平均値として規定されることが知られている。

【0020】

いくつかの超音波走査線に渡る前記平滑化によって、ノイズ及び/又は障害によってもたらされる所望されない歪が、アベレーシング効果により減らされることができるとは。

【0021】

実施例によれば、超音波システムは、深度に伴う中心周波数における、導出された変化を表す超音波画像を生成し、超音波画像を表示するためのディスプレイユニットを更に有する。

【0022】

このように、医師又は音波検査者のようなユーザは、超音波画像を見ることによって、深度に伴う中心周波数の変化についての情報を得ることができ、得られた情報に基づいてガスポケットがあるかを判断することができる。例えば、中心周波数は、位置において深度と共に急激に低下することが観察される場合、ユーザは、ガスポケットがその位置に存在する可能性が高いことを推測することができる。

【0023】

実施例によれば、超音波システムは、深度に伴う中心周波数の変化に基づいてガスポケットを検出するための検出ユニットと、超音波画像において、検出されたガスポケットを示すためのインジケータを表示するためのディスプレイユニットとを更に有する。

【0024】

このように、ガスポケット検出の結果は、ユーザに直接もたらされる。検出されたガスポケットのためのインジケータは、B-モード超音波画像、深度に伴う中心周波数の変化を表示する超音波画像、又はその組合せのような、さまざまなタイプの超音波画像で表示されることができるとは。

【0025】

実施例によれば、第二ハーモニック成分は、パルス反転技術によって得られ、深度に伴う中心周波数における変化の量が、深度における第一の所定の閾値を超える場合、深度においてガスポケットは検出される。言い換えると、ガスポケットは、深度に伴う第二ハー

10

20

30

40

50

モニク成分の鋭く変化する中心周波数の場合、検出されることができ、軟組織は、深度に伴う第二ハーモニク成分のほぼ線形に変化する中心周波数の場合、検出されることができ。

【0026】

他の実施例によれば、第二ハーモニク成分は、バンドパスフィルタリングアプローチによって得られ、検出ユニットは、エリアにおける、深度に伴う中心周波数における変化が釣鐘形状を形成するかを示す第一の決定結果を取得し、ガスポケットが、第一の決定結果に基づいて、エリアに存在するかを決定するように構成される。言い換えると、ガスポケットがエリアに存在する場合、深度に関する第二ハーモニク成分の中心周波数に対するカーブは、ガスポケット境界部で最初に増加して、それから鋭く減少することが期待され、生成及び送信プロセスの組合せは釣鐘形カーブを形成する。当業者は、パラメータが最初に増加して、それから減少する場合、パラメータの変化が釣鐘形状を形成すると理解するであろう。

10

【0027】

本発明の発明者の理解によれば、超音波信号がガスポケットの境界部に衝突するとき、第二又は高次ハーモニク成分を含む、生成されたエコー信号の高周波成分は、より強くなり、それから、同じガスポケットによってもたらされる、より強い減衰により、深度に沿って鋭く減少する。

【0028】

他の実施例によれば、検出ユニットは、ガスポケットが、第二の決定結果に基づいて走査線に沿って第一の深度及び第二の深度の間に存在するかを決定するように構成され、第二の深度は、第一の深度より深く、第二の決定結果は、走査線に沿って、深度に伴う中心周波数における変化が、第一の深度における非負の第二の所定の閾値より大きく、第二の深度における非正の第三の所定の閾値より少ないかを示す。例において、第二の所定の閾値及び第三の所定の閾値の両方は、ゼロである。この場合、正の傾斜が、第二ハーモニク成分の中心周波数及び深度の間の関係を表す周波数・深度カーブにおける負の傾斜によって後続される場合、ガスポケットは検出される。

20

【0029】

実施例によれば、検出ユニットは、第一の深度における超音波エコー信号の強度が第四の閾値より低いかを示す第三の決定結果を取得し、ガスポケットが、第二の決定結果及び第三の決定結果に基づいて第一の深度及び第二の深度の間に存在するかを決定するように構成される。例において、第四の閾値は、全ROIにおける超音波エコー信号の平均強度に基づいて決定される。エリアにおける超音波エコー信号が全ROIにおける平均強度をはるかに下回る場合、深度に伴う第二ハーモニク成分の中心周波数の導出された変化は、ノイズ及びノイズ又はアーチファクトによって非常に汚染され得るので、それに基づいた検出は、もはや信頼され得ない。このように、ガスポケットを検出することが超音波エコー信号の強度にさらに基づいている場合、検出精度は改善されることができ。いろいろな実施例において、超音波エコー信号の強度は、超音波エコー信号の周波数成分、第二ハーモニク成分、又は基本波成分の強度によって表されることができ。

30

【0030】

本発明の第二の局面の実施例によれば、ガスポケットを検出する方法が提案される。本方法は、ROIに向けて超音波パルスを送信するステップと、複数の走査線に沿ってROIから反射される超音波エコー信号を収集するステップと、複数の走査線の各々の走査線に沿って複数の深度の各々の深度に対する超音波エコー信号の第二ハーモニク成分を得るステップと、深度に伴う第二ハーモニク成分の中心周波数における変化を導出するステップとを有する。

40

【0031】

本発明の他の特徴及び利点は、添付図面と共に本発明の様々な態様の以下の詳細な説明からより明らかになり、より容易に理解されるであろう。

【0032】

50

本発明は、図面を参照すると、及び実施例と組み合わせて、以下、より詳細に記載され、説明されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施例に従ってガスポケットを検出するための超音波システムの概略図である。

【図2】通常の超音波エコー信号及びそのパルス反転バージョンに対するそれぞれの正規化されたスペクトルを示す。

【図3a】ガスポケット及び通常の軟組織（肝臓）に対する代表的な周波数・深度カーブを示す。

【図3b】ガスポケット及び通常の軟組織（肝臓）に対する他の代表的な周波数・深度カーブを示す。

【図4a】関心領域（ROI）のグレイB-モード超音波画像を示す。

【図4b】ROIのカラー化されたパラメトリック超音波画像を示す。

【図4c】グレイB-モード超音波画像でおおわれるカラー化されたパラメトリック超音波画像を示す。

【図5a】関心領域（ROI）のグレイB-モード超音波画像を示す。

【図5b】第二ハーモニック成分の中心周波数を示すROIの一つのカラー化されたパラメトリック超音波画像を示す。

【図5c】第二ハーモニック成分の中心周波数の傾斜を示すROIの他のカラー化されたパラメトリック超音波画像を示す。

【図5d】図5bの超音波画像における150番目の線に沿った周波数・深度カーブを示す。

【図5e】図5bの超音波画像における4cmの深度における周波数・深度カーブを示す。

【図6】ガスポケットを検出する方法のためのフローチャートを示す。図面における同じ参照符号は、類似の、又は対応する特徴及び/若しくは機能を示す。

【発明を実施するための形態】

【0034】

本発明は特定の実施例に関して、及びある図面に関して記載されるであろうが、本発明がそれらに限定されることはなく、クレームによってのみ規定される。記載の図面は概略的なものにすぎず、限定を意図するものではない。図面においていくつかの要素の大きさは強調され得ると共に図示の目的で寸法通りに記載され得ない。

【0035】

図1は、本発明の実施例に従って関心領域（ROI）でガスポケットを検出するための超音波システム100の概略図を表す。図1で示されるように、超音波システム100は、ROIに向けて超音波パルスを送信し、ROIから反射される超音波エコー信号を収集するための超音波プローブ110を含む。超音波エコー信号は、ノイズ及び/又はアーチファクトを低減するために前処理されてもよい。

【0036】

前処理された信号は、取得ユニット130に結合される。取得ユニット130は、ROIにおける走査線に関する複数の深度の各々の深度に対する超音波エコー信号の第二ハーモニック成分を得るように構成される。

【0037】

本発明の第一の局面の実施例によれば、第二ハーモニック成分は、パルス反転技術によって得られる。当業者に知られているように、正のパルス送信及び負のパルス送信は、各々の走査線と共に連続的に実行され、2本の対応するRF（無線周波数）線がそれぞれ、受け取られる。超音波エコー信号のパルス反転バージョンは、2本のRF線、すなわち、正のパルス送信の受信エコー及び負のパルス送信の受信エコーの和である。通常、超音波信号がガスポケットに遭遇するとき、それは交互に、陽圧フェーズにおいてガスポケットを圧縮し、陰圧フェーズにおいてそれを膨張させる。しかしながら、ガスポケットが、陽圧フェーズの間に圧縮される範囲は、陰圧フェーズにおける膨張の範囲に一致しない。言い換

10

20

30

40

50

えると、圧縮及び膨張は対称ではなく、このように、ハーモニック成分は生産される。

【0038】

実施例において、受信超音波エコー信号は、組織ハーモニックモードで256本の走査線に沿って集められる原512-線RF信号を有し、256本の線は正のパルス送信のエコーであり、他の256本の線は負のパルス送信のエコーである。それから、パルス反転バージョンを示す新たな256-線RF信号は、原512-線RF信号から導出される。それから、新たな256-線RF信号は、ノイズ又は動きアーチファクトを減らすために前処理される。

【0039】

図2は、通常の超音波エコー信号及びそのパルス反転バージョンに対するそれぞれの正規化されたスペクトルを示す。[2.5乃至5] MHzの帯域幅におけるパルス反転から得られる第二ハーモニック成分のエネルギーは、パルス反転信号からの全エネルギーの約70%乃至80%であることがわかる。それ故に、第二ハーモニック成分は、通常、スペクトル分析のための帯域幅として選ばれることができる。

10

【0040】

ハーモニックイメージングは、基本周波数で送信し、超音波エコー信号のハーモニック成分から画像を形成することに依拠し、フィルタは基本波成分を除去するために用いられる。パルス反転技術は、ガスポケットエコーの基本波成分をハーモニック成分から、それらがオーバーラップしても、分離することができる。パルス反転技術において、正及び負の音圧に等しく反応する何れの線形ターゲット（例えば、組織）でも等しく反射し、そのそれぞれのエコー信号は相殺する。

20

【0041】

ガスポケットは、正及び負の音圧に異なって反応し、同じ反転波形を反射しない。これらのエコー信号が加えられるとき、それらは完全に相殺しない。パルス反転技術を用いることによって、可能なガスポケットの境界部及びガスポケットの背後のダークエリアは、鮮明に見ることができるようになり、異なる組織の境界部も、より良いコントラストを示す。比較によって、従来のB-スキャン画像は、あまり鮮明にガスポケットの背後のダークエリアを示さない。このように、パルス反転（主要な第二ハーモニック成分）からのB-スキャン画像は、従来の超音波からのものより良いコントラストを示す。このように、更なる非線形分析に対して、上記の第二ハーモニック成分は、パルス反転技術によって得られてもよい。

30

【0042】

さらに非線形分析のために使用される信号の例は、パルス反転技術によって得られる第二ハーモニック成分に限定されない。例えば、通常の第二ハーモニック成分は、非線形分析のために選ばれることもできる。

【0043】

他の実施例によれば、第二ハーモニック成分は、バンドパスフィルタリングアプローチによって得られる。特に、取得ユニット130は、バンドパスフィルタを有する。代わりに、取得ユニット130は、ローパスフィルタ及びハイパスフィルタを有することができる。

【0044】

当業者に知られているように、（超音波プローブの帯域幅がより高次の高調波を持つのに十分広い場合）基本波成分、第二高調波、及びより高次の高調波は、超音波エコー信号にすべてもたらされ、第二高調波及びより高次の高調波の間だけでなく基本波成分及び第二高調波の間でオーバーラップするスペクトルがもたらされる。

40

【0045】

実施例において、各々の走査線に沿って超音波エコー信号が集められ、それから下方カットオフ周波数 $f_1$ 及び上方カットオフ周波数 $f_2$ を備えるバンドパスデジタルフィルタは、超音波エコー信号の第二ハーモニック成分を得るために使用される。バンドパスデジタルフィルタの代わりに、下方カットオフ周波数 $f_1$ を備えるハイパスデジタルフィルタ及び上方カットオフ周波数 $f_2$ を備えるローパスデジタルフィルタが適用されることができ。下方カットオフ周波数及び上方カットオフ周波数は、超音波信号の中心周波数に基づいてあ

50

らかじめ決められることができる。例において、超音波プローブによって送信される超音波信号の中心周波数は2MHzであり、それゆえに、第二ハーモニック成分の中心周波数は約4MHzである。このように、下方カットオフ周波数 $f_1$ は、2.7MHz乃至3.2MHzの範囲、好ましくは3.0MHzにおいてセットされることが可能であり、上方カットオフ周波数 $f_2$ は、5.0MHz乃至5.5MHzの範囲、好ましくは5.0MHzにおいてセットされることができる。

【0046】

実施例において、原512-線RF信号は、組織ハーモニックモードで256本の走査線に沿って集められる。その256本の線は正のパルス送信のエコーであり、その他の256本の線は負のパルス送信のエコーである。正のパルス送信の256本の線又は負のパルス送信の256本の線の何れかが選択され、新たな256-線RF信号と称される。それから、新たな256-線RF信号は、ノイズ及びノイズ又は動きアーチファクトを低減するために前処理される。その後、取得ユニット150は、前処理された新たな256-線RF信号から、第二ハーモニック成分を得る。

【0047】

図1に戻ると、得られた第二ハーモニック成分、例えば超音波エコー信号のパルス反転バージョンは、導出ユニット140に結合される。導出ユニット140は、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における変化を導出するように構成される。

【0048】

検出ユニット130及び導出ユニット140は、シングルプロセッサ又は別々のプロセッサとして実行されることができる。

【0049】

超音波システムは通常、ビームフォーマに結合される信号プロセッサ及び信号プロセッサに結合されるBモードプロセッサのような、一つ又はそれより多くのプロセッサを有する。信号プロセッサは、組織及びマイクロバブルから反射される非線形の（基本周波数のより高い高調波）エコー信号の識別を可能にするように、線形及び非線形信号を分離するために適用される、ハーモニック信号分離、バンドパスフィルタリング、デシメーション、並びにI及びQ成分分離のような、様々な態様で受信エコー信号を処理することができる。信号プロセッサは、スペックル低減、信号合成、及びノイズ除去のような、さらなる信号強調を実行してもよい。信号プロセッサにおけるバンドパスフィルタは、エコー信号が、増加する深度から受信されるとき、より高い周波数帯からより低い周波数帯信号までスライドする通過帯域を備える、トラッキングフィルタであることが可能であり、それによって、これらの周波数が解剖学的情報を欠いている、より深い深度からより高い周波数におけるノイズが阻止される。処理された信号は、Bモードプロセッサに結合される。Bモードプロセッサは、体内における器官及び血管の組織のような、体内における構造のイメージングのために、受信超音波信号の振幅の検出を使用する。米国特許6,283,919号（Roundhill他）及び米国特許6,458,083号（Jago他）に記載されているように、体の構造のBモード画像は、ハーモニック画像モード、基本画像モード、又は両方の組合せの何れかで形成されてもよい。いろいろな実施例において、検出装置130又は導出ユニット140は、既存の一つ又はそれより多くのプロセッサの部分又は別々のプロセッサとして、実施されることができる。

【0050】

深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における変化を導出するために、各々の走査線に沿った深度における第二ハーモニック成分の中心周波数が導出される。当業者に知られているように、第二ハーモニック成分の中心周波数は、例えば以下のようにして、導出されることができる。第二ハーモニック成分のパワースペクトルは、第一の所定の数のサンプルを有するスライディングウィンドウを使って導出される。第一の所定の数のサンプルは、50乃至500個のサンプルの範囲を有する。好ましくは、第一の所定の数のサンプルは、150個であり、すなわち、スライディングウィンドウは、150個のサンプルのサイズを持つことができる。例において、スライディングウィンドウは、一度に二つのサンプルを動かしてもよい。各々の深度における第二ハーモニック成分のパワースペクトルは、

10

20

30

40

50

例えば4096又は8192ポイントのFFTを用いる（第一の所定の数のサンプルの後にゼロを加える）ことによって、第一の所定の数のサンプルに基づいて計算されることが出来る。例において、パワースペクトルは、「スライディングアベレージ」によって、3本のRF線のような、いくつかのRF線に渡って平均され得る。その後、第二ハーモニック成分の中心周波数は、パワースペクトルから計算される。例えば、1番目の走査線に沿ったd番目の深度におけるパワースペクトル $P_{1,d}(f)$ から、1番目の走査線に沿ったd番目の深度における中心周波数

$$f_{1,d}^{center}$$

10

は

$$f_{1,d}^{center} = \frac{\int f \cdot P_{1,d}(f) df}{\int P_{1,d}(f) df}$$

20

のように計算される。

【0051】

特定の深度におけるガスポケットによる中心周波数の減衰/減少は、同じ深度における軟組織による値より大きくなると仮定されるため、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における変化は、ガスポケットの存在を示すために使われることができる。例えば、ガスポケットは、深度に伴う第二ハーモニック成分の鋭く変化した中心周波数の場合に検出されてもよいが、軟組織は、深度に伴う第二ハーモニック成分のほぼ線形に変化した中心周波数の場合に検出されてもよい。

【0052】

ある局面において、ROIにおける複数の走査線のうちの走査線に対する周波数・深度カーブは、走査線の各々の深度に対する第二ハーモニック成分の中心周波数を決定することによって導出されることが出来る。このような走査線に対する周波数・深度カーブは、第二ハーモニック成分の中心周波数及び深度の間の変換を表すことができ、従って、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数の変化を表すことができる。

30

【0053】

同様に、ROIにおける複数の走査線のうちの他の走査線に対する他の周波数・深度カーブも導出されることもできる。その結果、ROIにおける複数の走査線のうちの各々の走査線に対して、それぞれの周波数・深度カーブは導出されることが出来る。このように、ROIのための周波数・深度マップは、ROIにおける複数の走査線に対する周波数・深度カーブの全部又は部分に基づいて構成されることが出来る。

40

【0054】

本発明の実施例によれば、周波数・深度カーブ又はマップは、第二の所定の数の走査線に渡ってアベレージングすることによって平滑化されることが出来る。例えば、（スライディングアベレージ関数とも称される）移動平均関数のような平滑化関数が適用され得る。好ましくは、第二の所定の数は、2本及び50本の線の間の変換を有する。例えば、第二の所定の数の走査線は、50本の線であるように選ばれることができる。

【0055】

2本の代表的な周波数・深度カーブが、図3a及び図3bに示され、第二ハーモニック成分の中心周波数及び深度の間の変換は、このような周波数・深度カーブによって表されることが出来る。図3a及び図3bの例において、第二ハーモニック成分は、パルス反転技術によ

50

って得られる。

【0056】

図1に戻ると、導出ユニット140は、検出ユニット150に結合される。検出ユニット150は、深度方向における第二ハーモニック成分の中心周波数の変化に基づいてガスポケットを検出するように構成される。検出装置130、導出ユニット140、及び検出ユニットは、シングルプロセッサ又は別々のプロセッサとして実現されることができる。

【0057】

ディスプレイユニット160は、導出ユニット140に結合される。ディスプレイユニット160は、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における、導出された変化を表す超音波画像を生成するように構成される。

10

【0058】

更に又は代わりに、ディスプレイユニット160は、検出ユニット150に結合され、超音波画像において、検出されたガスポケットを示すためのインジケータを表示するように構成される。超音波画像は、B-モード超音波画像、深度に伴う中心周波数の変化を表す超音波画像、又はその組合せのような、いろいろなタイプであることが可能である。B-モード超音波画像は、エコー信号の短時間エネルギー又はエコー信号の第二ハーモニック成分の短時間エネルギーを表してもよい。短時間エネルギーは、スライディングウィンドウを使って導出されてもよい。スライディングウィンドウのサイズは、50乃至500個のサンプルの範囲であってもよい。例えば、スライディングウィンドウは、150個のサンプルのサイズを持つことができ、一度に二つのサンプルを動かすことができる。

20

【0059】

検出ユニット150は、さまざまな態様でガスポケットを検出するように構成されることができる。

【0060】

実施例において、第二ハーモニック成分が、パルス反転技術によって得られる場合、検出ユニット150は、以下の態様でガスポケットを検出するように構成される。深度方向において、深度における第二ハーモニック成分の中心周波数の変化の量が第一の所定の閾値を超える場合、ガスポケットが前記深度において存在することは検出される。

【0061】

再び図3a及び図3bを参照すると、第二ハーモニック成分の中心周波数及び深度の間の関係は、2本の周波数・深度カーブの各々によって表されることができる。ある局面において、深度に伴う中心周波数における変化は、それぞれの深度における周波数・深度カーブの傾斜によって反射されることができる。図3aにおいて、中心周波数は、約2.3cm乃至3.0cmの深度で急激に低下し、図3bにおいて、中心周波数が、深度と共にほぼ線形に減少することは注意される。

30

【0062】

データセットを分析することを通じて、ガスポケット及び通常の軟組織の音響特性は、超音波エコー信号の分析を通じて決定されることができる。ある局面において、深度に伴う平均周波数の急激な低下は、ガスポケットによってもたらされるとみなされてもよい。他の局面において、深度に伴うほぼ線形な平均周波数は、通常の軟組織によってもたらされるとみなされてもよい。例えば、図3a及び図3bにおいて、図3aにおける周波数・深度カーブは、ガスポケットに関していてもよく、図3bにおける周波数・深度カーブは、通常の軟組織（肝臓）に関していてもよい。

40

【0063】

上記のように、ガスポケットは、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における変化の量を第一の所定の閾値と比較することによって検出されることができる。深度における変化の量が、エリアにおける第一の所定の閾値を超える場合、エリアはおそらくガスポケットを含み、さもなければ、エリアはおそらく軟組織を含む。第一の所定の閾値は、実験的に導出されることができる。例えば、第一の所定の閾値は、ガスポケット及び通常の軟組織の存在に対する前記周波数・深度カーブの傾斜に関する統計分析を実行するこ

50

とによって導出されることができる。傾斜の絶対値は、第二ハーモニック成分の中心周波数の変化の量を表す。

【0064】

ROIに対するパラメトリック傾斜マップは、各々の走査線に対する、平滑化された周波数・深度カーブの複数の深度における傾斜を表すように生成されることができる。傾斜値は、例えばcm当たりMHzでもたらされることができる。実施例において、パラメトリック傾斜マップは、傾斜値が色によって表される、カラー化されたパラメトリック傾斜マップを得るためにカラー化されることができる。カラーバーは、色によって示される値及び色の間の相関関係を示すために、各々カラー化されたパラメトリックマップに隣接してしばしばもたらされる。通常、カラー化されたパラメトリックマップは、いろいろな色でカラー化される。特定の例として、パラメトリックマップは、いろいろなグレイレベルによってカラー化されることができる。

10

【0065】

図4aは、関心領域（ROI）のグレイB-モード超音波画像を示し、図4bは、ROIのカラー化されたパラメトリック超音波画像を示し、図4cは、グレイB-モード超音波画像でおおわれるカラー化されたパラメトリック超音波画像を示す。カラー化されたパラメトリック超音波画像は、先に述べたように、カラー化されたパラメトリック傾斜マップを表す。グレイB-スキャン画像及びカラーマップのためのダイナミックレンジはそれぞれ、60dB及び0.3である。図4a-4cの例において、第二ハーモニック成分は、パルス反転技術によって得られる。

20

【0066】

図4bを参照すると、青色はより小さい傾斜（すなわち、傾斜の絶対値がより高い）及びそれ故に第二ハーモニック成分の中心周波数の急激な低下を表し、赤色はより高い傾斜を表す。中心周波数の急激な低下は、ガスポケットが存在し得ることを示すため、図4bにおける（エリア401のような）青いエリアは、可能なガスポケットの位置を示す。

【0067】

図4cを参照すると、それはグレイB-モード超音波画像でおおわれる、カラー化されたパラメトリック超音波画像を示す。このような覆われた超音波画像は、ユーザが、第二の成分の中心周波数の変化に基づいた、提案されたアプローチと、B-モード超音波画像に基づいた、従来のアプローチとの両方を使用して、ガスポケットを検出することを可能にし、それによって、よりロバストな検出がもたらされる。

30

【0068】

ある場合において、ちょうどガスポケットのように、組織境界部における傾斜の絶対値は、非常に高くなり得る。よく知られているように、B-モード超音波画像において、組織境界部は通常、より暗くなり、又はより低い振幅を有し、ガスポケットは通常、より明るくなり、又はより高い振幅を有する。B-モード超音波画像における輝度及び/又は振幅を二重検査することを通じて、ガスポケットは、組織境界部から識別されることができる。言い換えると、ガスポケットは、より明るくなるか、又は組織境界部より高い振幅を持つ。

【0069】

他の実施例において、第二ハーモニック成分がバンドパスフィルタリングアプローチによって得られる場合、検出ユニット150は、エリアにおける深度に伴う中心周波数における変化が釣鐘形状を形成するかを示す第一の決定結果を取得し、ガスポケットが、第一の決定結果に基づいて、エリアに存在するかを決定するように構成される。例えば、エリアの中央における第二ハーモニック成分の中心周波数が、エリアの他の部分における値より高い場合、エリアにおいて、深度に伴う中心周波数における変化が釣鐘形状を形成することが決定される。第一の決定結果、すなわち、エリアにおける深度に伴う中心周波数における変化が釣鐘形状を形成するかは、さまざまな方法で、例えば何れかの適切なパターン認識方法によって得られることができることは当業者によって評価されるであろう。

40

【0070】

50

更に又は代わりに、検出ユニット150は、ガスポケットが、第二の決定結果に基づいて、走査線に沿って第一の深度及び第二の深度の間に存在するかを決定するように構成され、第二の深度は第一の深度より深く、第二の決定結果は、走査線に沿って、深度に伴う中心周波数における変化が、第一の深度における正の第二の所定の閾値より大きく、第二の深度における負の第三の所定の閾値より少ないかを示す。

【0071】

実施例において、深度に伴う中心周波数における変化は、周波数・深度カーブの傾斜によって表される。当業者は、一つよりも多くの走査線が、同じガスポケットを横切り、複数の隣接する走査線の各々に沿った、決定された第一及び第二の深度は、ガスポケットの輪郭を決定するために用いられることができる。

10

【0072】

実験結果は、ガスポケットのエリアにおける傾斜が、周囲の通常の軟組織のエリアにおける傾斜より明らかに大きいことを示す。それ故に、ガスポケットのエリア及び周囲の通常の軟組織のエリアは、周波数・深度カーブの傾斜に基づいて、例えば、傾斜を、対応する所定の閾値と比較することによってうまく識別され得る。

【0073】

他の実施例において、検出ユニット150は、第一の深度における超音波エコー信号の強度が第四の閾値より低いかを示す第三の決定結果を取得し、ガスポケットが、第二の決定結果及び第三の決定結果に基づいて第一の深度及び第二の深度の間に存在するかを決定するように構成される。好ましくは第四の閾値は、全ROIに渡る平均強度に基づいて決定される。超音波エコー信号の強度は、例えば、超音波エコー信号の短時間エネルギー、例えば通常のB-モード画像の画像値によって表されることができる。

20

【0074】

特に、第二の決定結果は、ガスポケットが存在し得るが、第三の決定結果は、第一の深度における超音波エコー信号の強度が第四の閾値より低いことを示す場合、検出ユニット150は、ガスポケットが存在すると決定しないように構成される。

【0075】

このように、検出する精度は、以下の考察のために改善されることができる。正の傾斜の後のエリアにおける平均強度が、全画像における平均強度と比較してあまりに低い場合、前記エリアは、境界部若しくは皮膚及び脂肪に関連したニアフィールドエリアになることが期待され、又はあまりにたくさんのノイズ若しくはあまりに多くのアーチファクトが存在することになる。

30

【0076】

図5a-5eは、超音波エコー信号が、関心領域 (ROI) における256本の走査線に沿って集められる例を示し、超音波エコー信号の第二ハーモニック成分は、バンドパスフィルタリングによって得られる。図5aは、ROIのグレイB-モード超音波画像を示し、図5bは、第二ハーモニック成分の中心周波数を表すROIの一つのカラー化されたパラメトリック超音波画像に示し、図5cは、第二ハーモニック成分の中心周波数の傾斜を表すROIの他のカラー化されたパラメトリック超音波画像を示し、図5dは、図5bの超音波画像における150番目の走査線に沿った周波数・深度カーブを示し、図5eは、図5bの超音波画像における4cmの深度における周波数・深度カーブを示す。

40

【0077】

図5bを参照すると、x軸は走査線のインデックスを示し、y軸はcmにおける深度を示し、色は、一方の側においてカラーバーによって示されるように、MHzでROIから受信される超音波エコー信号の第二ハーモニック成分の中心周波数を表す。中心周波数は概して、深度と共に減少するが、エリア501における更なる減少によって後続される増加が存在し、それによって、釣鐘形状がエリア501で形成されることは図5bから理解されることができる。上記のように、このような釣鐘形状に基づいて、ガスポケットがエリア501に存在することは手動 (例えば臨床医の観察によって) 又は自動的に (例えば検出ユニット150によって) 決定されることができる。図5dは、図5bの超音波画像における150番目の走査線

50

に沿った周波数・深度カーブを示す。図5dにおいて、周波数・深度カーブが、ほぼ3.5cm及び5cmの間に釣鐘形状を形成することは鮮明に観測されることが出来る。

【0078】

図5cを参照すると、x軸は走査線のインデックスを示し、y軸はcmにおける深度を示し、色は、一方の側においてカラーバーによって示されるように、各々の走査線に沿った第二ハーモニック成分の中心周波数の傾斜を表す。傾斜は概して、全ROIにおいて、[-0.2、0.2]の範囲になるが、傾斜は、(参照符号502によって示されるように)約3.5cmにおいて約0.5になり、(参照符号503によって示されるように)約5cmにおいて約-0.5になることは図5cから理解されることが出来る。上記のように、このような情報に基づいて、ガスポケットがほぼ3.5cm及び5cmの間で存在することは、手動(例えば臨床医の観察によって)又は自動的に(例えば検出ユニット150によって)決定されることが出来る。

10

【0079】

図6を参照すると、ROIにおいてガスポケットを検出する方法600が例示される。説明の簡略化のために、方法は、一連のステップとして示され、記載されるが、ここに記載され、示される命令及びステップと比較して、異なる命令において及び/又は他のステップと並行して、一つ又はそれより多くの局面に従って、いくつかのステップはもたらされ得るので、方法論が、ステップのオーダーによって制限されないことは理解され、評価されるべきである。例えば、当業者は、方法論が一連の相互関係のある状態又は事象として、例えば状態図において、代わりに表され得ることを理解し、評価するであろう。さらに、すべての記載のステップが、クレームに記載の主題に従って方法を実施するために利用され得るわけではない。概して、プロセスは、プロセッサ命令、論理的プログラミング機能、又はここに記述されるガスポケットの検出をサポートする他の電子シーケンスとして実施されることが出来る。

20

【0080】

図6は、超音波システムのためのガスポケット検出方法600の例である。方法600は、ステップ10、ステップ20、ステップ30、及びステップ40を有する。

【0081】

ステップ10において、超音波プローブ110は、ROIに向けて超音波信号を送信し、複数の走査線に沿ってROIから反射される超音波エコー信号を得るように動作させられる。

【0082】

ステップ20において、超音波エコー信号の第二ハーモニック成分は、複数の走査線の各々に沿って、複数の深度の各々の深度に対して得られてもよい。ある局面において、第二ハーモニック成分は、パルス反転技術によって得られる。

30

【0083】

ステップ30において、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数の変化が導出され、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における変化は、ガスポケットの存在を示すために用いられることが出来る。例えば、ガスポケットは、深度に伴う第二ハーモニック成分の鋭く変化する中心周波数の場合に検出され得るが、軟組織は、深度に伴う第二ハーモニック成分のほぼ線形に変化する中心周波数の場合に検出され得る。

【0084】

ある局面において、ステップ30は、各々の走査線に対して、第二ハーモニック成分の中心周波数及び深度の間の変化を表す周波数・深度カーブを導出するステップ及び各々の深度における周波数・深度カーブの傾斜を導出するステップを有する。一つの例によれば、周波数・深度カーブは、第二の所定の数の超音波走査線に渡ってアベレージングすることによって平滑化される。

40

【0085】

他の局面において、方法600は、深度に伴う中心周波数における変化に基づいてガスポケットを検出するステップを更に有する。例において、深度に伴う中心周波数における量の変化が、深度において、第一の所定の閾値を超える場合、ガスポケットは前記深度において検出される。他の例において、深度に伴う中心周波数における変化が、エリアにおい

50

て釣鐘形状を形成する場合、ガスポケットはエリアにおいて存在することが検出される。

【0086】

更に、検出されたガスポケットが正常であるか又は異常であるかは、検出されたガスポケット及び更なる情報に基づいて、さらに決定されることができる。

【0087】

ある局面において、更なる情報は、ガスポケットの位置、及びそれが何れのタイプの組織によって囲まれるかに関していてもよい。例えば、肝臓のようなテクスチャによって囲まれるガスポケットは、このようなガスポケットがここで見られることは期待されないため、異常になり得る。他の例によれば、ガスポケットの周囲の組織が腸のような外観を有する場合、ガスポケットは正常になり得る。さらに他の例によれば、ガスポケットの周囲の組織が腸のようでない場合、概してガスポケットは異常になり得る。

【0088】

ステップ40において、超音波画像が表示される。

【0089】

実施例において、ステップ40で、超音波画像は、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数における、導出された変化に基づいて生成され、それから表示される。例えば、図4b又は図5cで示されるように、超音波画像は、カラー化されたパラメトリック超音波画像になり得る。他の実施例において、ステップ40で、超音波画像は、深度に伴う第二ハーモニック成分の中心周波数に基づいて生成され、それから表示される。例えば、図5bで示されるように、超音波画像は、カラー化されたパラメトリック超音波画像になり得る。

【0090】

更に又は代わりに、ステップ40において、検出されたガスポケットを示すためのインジケータは、B-モード超音波画像、深度に伴う中心周波数の変化を示す超音波画像、又はその組合せのような、いろいろなタイプになり得る超音波画像において表示される。例えば、超音波画像は、図4a又は図5aで示されるようなグレイB-モード超音波画像、図4b、図5b、若しくは図5cで示されるような、カラー化されたパラメトリック超音波画像、又は図4cで示されるようなグレイB-モード超音波画像でおおわれる、カラー化されたパラメトリック超音波画像になり得る。

【0091】

ここに記述される技術プロセスは、いろいろな手段で実施されてもよい。例えば、これらの技術は、ハードウェア、ソフトウェア、又はその組合せで実現されてもよい。ハードウェア実現のために、処理ユニットは、一つ又はそれより多くの特定用途向け集積回路(ASIC)、デジタル信号プロセッサ(DSP)、デジタル信号処理装置(DSPDs)、プログラマブル論理デバイス(PLDs)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGAs)、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、ここに記述される機能を実行するように設計される他の電子ユニット、又はその組合せの範囲内で実現されてもよい。ソフトウェアにより、実施は、ここに記述される機能を実行するモジュール(例えば、プロシージャ、機能など)を通じてなされることができる。ソフトウェアコードはメモリユニットに記憶されてもよく、プロセッサによって実行されてもよい。

【0092】

さらに、請求項に記載の主題の局面は、請求項に記載の主題の様々な局面を実現するために、コンピュータ若しくは計算コンポーネントを制御する、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア又はその何れかの組合せを生成する、標準的なプログラミング及び/又はエンジニアリング技術を使用して、方法、機構、システム、又は製造物として実現されてもよい。ここで用いられる用語「製造物」は、何れかのコンピュータ読取り可能なデバイス、キャリア、又はメディアからアクセス可能なコンピュータプログラムを含むことを意図する。例えば、コンピュータ読取り可能なメディアは、限定されないが、磁気記憶デバイス(例えば、ハードディスク、フロッピーディスク、磁気ストリップ...)、光ディスク(例えば、コンパクトディスク(CD)、デジタル多用途ディスク(DVD)...)、スマートカード、及びフラッシュメモリデバイス(例えば、カード、スティック、キードラ

10

20

30

40

50

イブ...)を含む。当然のことながら、当業者は、多くの修正が、ここに記述されることの範囲又は精神を逸脱することなく、この構成になされてもよいことを認識するであろう。

【0093】

本願において用いられているように、「取得ユニット」、「導出ユニット」、「検出ユニット」のような用語「ユニット」は、プロセッサ若しくはコンピュータ関連実体、何れかのハードウェア、ハードウェア及びソフトウェアの組合せ、ソフトウェア、又は実行中のソフトウェアを指すことを意図する。例えば、コンポーネントは、限定されないが、プロセッサ上で実行されているプロセス、プロセッサ、オブジェクト、実行可能な、実行のスレッド、プログラム、及び/又はコンピュータになり得る。実例として、サーバー及びサーバー上で実行されているアプリケーションの両方はコンポーネントになり得る。一つ又はそれより多くのコンポーネントは、プロセス、及び/又は実行のスレッド内にもたらされてもよく、コンポーネントは1台のコンピュータ上にローカライズされてもよく、及び/又は二つ若しくはそれより多くのコンピュータの間に分散されてもよい。

10

【0094】

上記は、一つ又はそれより多くの実施例の例を含む。当然のことながら、すべての考えられるコンポーネントの組合せ又は前記実施例を記述するための方法論を記述することは不可能であるが、当業者の一人は、いろいろな実施例の多くの更なる組合せ及び置換が可能であることを認識し得る。従って、記述された実施例は、クレームの範囲内のすべてのこのような変化、修正、及びバリエーションを含むことを意図する。さらに、クレームにおいて移行語として使用されるとき、「有する」は解釈されるので、用語「含む」が詳細な説明又はクレームの何れかにおいて使用される範囲で、このような用語は、用語「有する」と同様の態様で含まれることを意図する。

20

【図1】

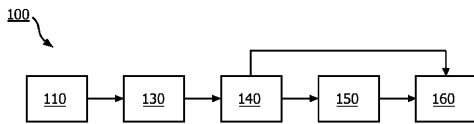
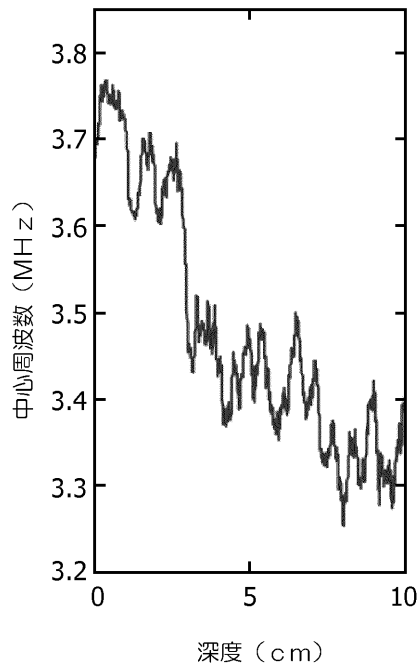
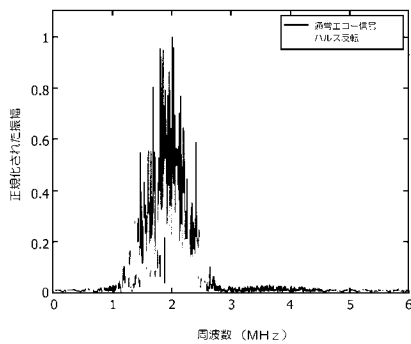


FIG. 1

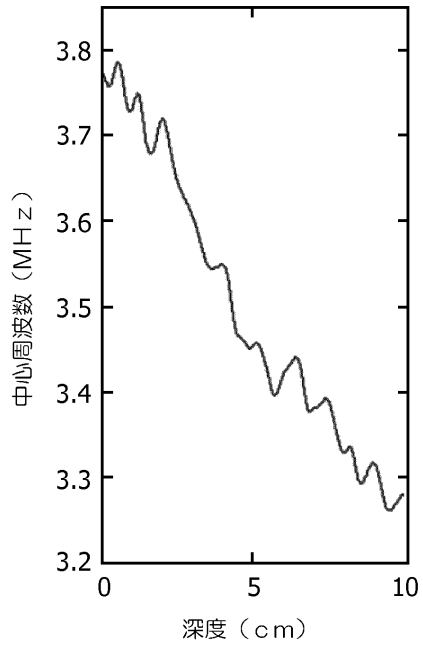
【図3a】



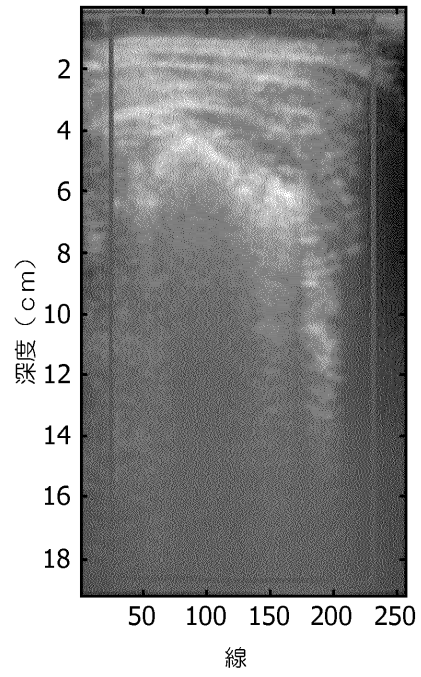
【図2】



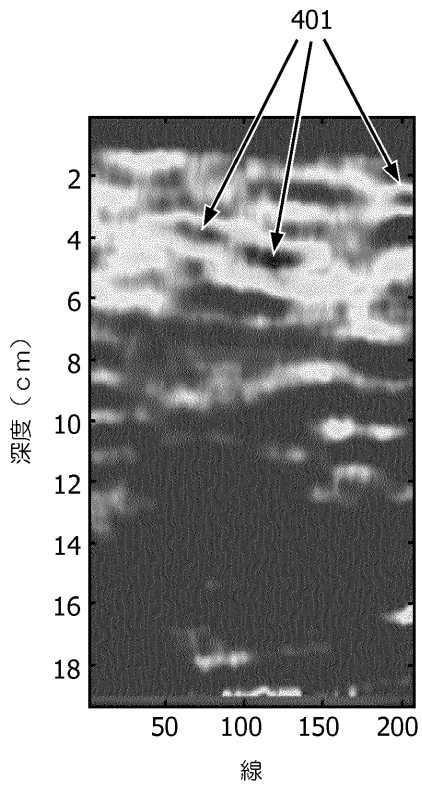
【 図 3 b 】



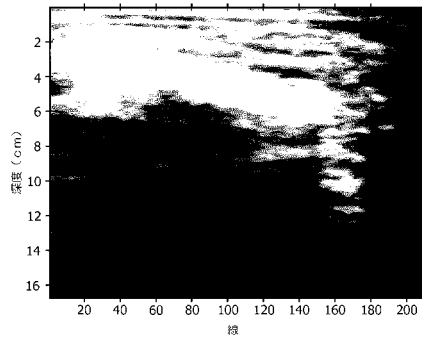
【 図 4 a 】



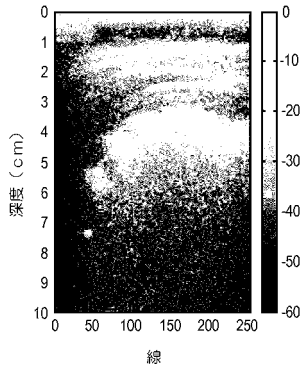
【 図 4 b 】



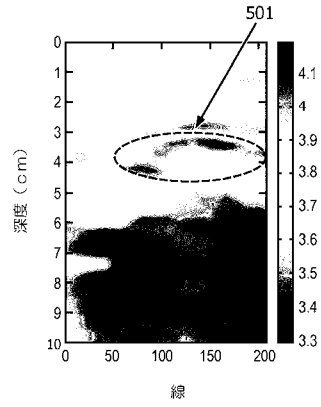
【 図 4 c 】



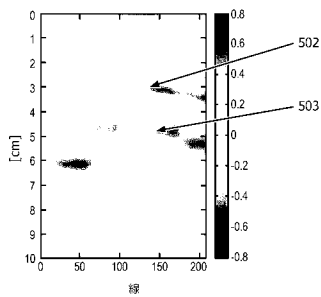
【 図 5 a 】



【 図 5 b 】



【 図 5 c 】



【 図 5 e 】

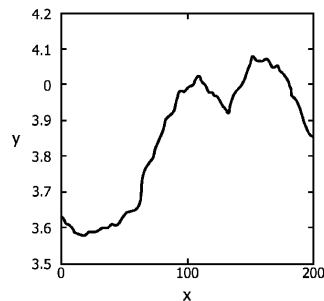


FIG. 5e

【 図 5 d 】

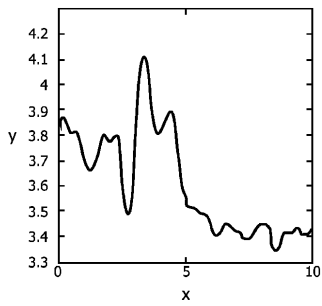
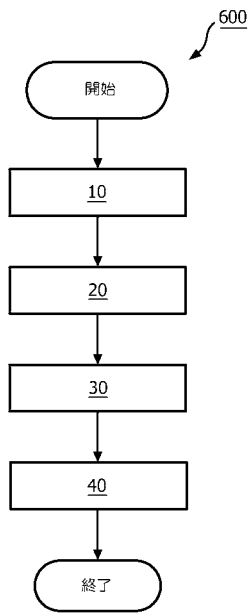


FIG. 5d

【 図 6 】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2015/050438
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
INV. A61B8/08 G01S7/52 ADD.		
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 G01S		
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 practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 150 997 A2 (FUJITSU LTD [JP]) 7 August 1985 (1985-08-07) page 7, lines 12-31 page 23, line 18 - page 24, line 12 figure 11	1-15
A	----- EP 2 169 426 A1 (FUJIFILM CORP [JP]) 31 March 2010 (2010-03-31) abstract paragraph [0040] ----- -/--	1-15
<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 application or patent 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 *&* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search  5 February 2015		Date of mailing of the international search report  18/02/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Willig, Hendrik

1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2015/050438

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BEVAN P D ET AL: "B-scan ultrasound imaging of thermal coagulation in bovine liver: frequency shift attenuation mapping", ULTRASOUND IN MEDICINE AND BIOLOGY, NEW YORK, NY, US, vol. 27, no. 6, 1 June 2001 (2001-06-01), pages 809-817, XP004247076, ISSN: 0301-5629, DOI: 10.1016/S0301-5629(01)00380-5 abstract -----	1-15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/050438

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0150997	A2	07-08-1985	DE 3585694 D1 30-04-1992
			EP 0150997 A2 07-08-1985
			US 4648276 A 10-03-1987
-----			
EP 2169426	A1	31-03-2010	EP 2169426 A1 31-03-2010
			JP 2010082230 A 15-04-2010
			US 2010087736 A1 08-04-2010
-----			

## フロントページの続き

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

(72)発明者 シュー ジンピン

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ラジュ パラスンダー イヤヴ

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ファン シェン - ウェン

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ワン ショウガン

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ラデュレス エミル ジョージ

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ゾウ シウエイ

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

Fターム(参考) 4C601 DE09 DE14 JB31 JB48

专利名称(译)	使用超声波检测气穴的方法和设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2016528934A</a>	公开(公告)日	2016-09-23
申请号	JP2015563190	申请日	2015-01-13
[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NV哥德堡		
[标]发明人	シュージンピン ラジュバラスンダーイヤヴ フアンシエンウエン ワンショウガン ラデュレスエミルジョージ ゾウシウエイ		
发明人	シュー ジンピン ラジュ バラスンダー イヤヴ フアン シエン-ウエン ワン ショウガン ラデュレス エミル ジョージ ゾウ シウエイ		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/0833 A61B8/00 A61B8/14 A61B8/46 A61B8/461 A61B8/467 A61B8/469 A61B8/48 A61B8/52 A61B8/5207 A61B8/5215 A61B8/5223 G01S7/52038		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DE09 4C601/DE14 4C601/JB31 4C601/JB48		
优先权	PCT/CN2014/071839 2014-01-30 WO PCT/CN2014/075396 2014-04-15 WO 2014170204 2014-05-28 EP		
其他公开文献	JP6154496B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

现有的气穴检测方法是基于对B型超声图像的目视检查，该检查显示了正常软组织和气穴之间的比较，这比较耗时并且依赖于操作员的经验。本发明提出了一种超声系统和用于检测气穴的方法。超声系统朝着感兴趣区域发射超声信号，并且超声探头110沿着多条扫描线和多条扫描线收集从感兴趣区域反射的超声回波信号。获取单元130，用于获取沿着每个扫描线的多个深度中的每个深度的超声回波信号的二次谐波分量，并且用于得出二次谐波分量的中心频率随深度的变化。以及推导单元140。

