

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 1 部門第 2 区分

【発行日】平成28年3月10日 (2016.3.10)

【公表番号】特表2015-507947(P2015-507947A)

【公表日】平成27年3月16日 (2015.3.16)

【年通号数】公開・登録公報2015-017

【出願番号】特願2014-553542(P2014-553542)

【国際特許分類】

A 6 1 B 8/13 (2006.01)

【F I】

A 6 1 B 8/13

【手続補正書】

【提出日】平成28年1月22日 (2016.1.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザー超音波撮像システムであって、

前記システムは、

a) 吸収された光エネルギーを広帯域の超音波周波数内の短パルスの音響エネルギーに効率的に変換するために構成された、特定の位置に配された光吸収要素を含む超音波エミッターアレイに、短パルスの光エネルギーを送達するための手段、

b) 与えられた時間またはゼロ時間に、既知の振幅と超音波周波数スペクトルを備えた短い超音波パルスを、接触媒質を介して被験体の関心体積に送達するための手段、

c) 前記関心体積またはその周りの位置で前記超音波パルスを検出し、および、超音波パルスを電子信号に変換する広帯域超音波トランスデューサーのアレイを用いて前記超音波パルスが関心体積を通して送信された、または、関心体積から反射された後に、伝播時間、振幅、および超音波周波数スペクトルの 1 つ以上のパラメータを測定するための手段、

d) 前記電子信号のアナログ増幅およびデジタル記録のための手段、

e) 電子信号の歪みを取り除くために信号処理を行なう手段、

f) 数学的な断層撮影アルゴリズムを用いる画像再構成のための手段、

g) 画像の処理と表示のための手段、

h) データ伝送とシステム制御のための手段を含む、撮像システム。

【請求項 2】

前記システムは、音速、超音波の減衰、または超音波後方散乱の測定されたパラメータに基づいて、薄い組織片の 2 次元画像をビデオレートでリアルタイムに作成するように構成される、請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 3】

前記システムは、音速、超音波の減衰、または、超音波散乱の測定されたパラメータに基づいて、被験体の身体の関心体積の三次元画像を作成するように構成される、請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 4】

前記超音波パルスを検出するための前記手段は、リアルタイムの二次元または三次元の画像を獲得、再構成、および表示するために構成された携帯型のプローブを含んでいる、

請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 5】

デュアルモダリティ撮像システムであって、
前記システムは、

a) 音速、超音波の減衰、または超音波の後方散乱の 1 つ以上を含むパラメータを用いて、被験体の身体の関心体積の断層画像を作成するように構成された請求項 1 のレーザー超音波システムを含む第 1 の手段、および、

b) 吸収された光エネルギー密度のパラメータ、または、光の吸収に由来し得る様々な定量的パラメータを用いて、被験体の身体的光吸収係数の分布の光音響断層画像を作成するための第 2 の手段を含む、デュアルモダリティ撮像システム。

【請求項 6】

第 1 の生成手段はレーザーにより発生した超音波を含み、第 2 の生成手段はレーザーにより発生した光音響を含み、第 1 と第 2 の手段は両方とも、レーザーにより発生した超音波とレーザーにより発生した光音響の送達に由来する一次的な圧力波の音響検出のために位置付けられた超広帯域の超音波トランスデューサーアレイを含む、請求項 5 に記載のデュアルモダリティ撮像システム。

【請求項 7】

レーザーによって発生した超音波によって生成された画像は、組織解剖学、形態学、および構造の断層画像である、請求項 6 に記載のデュアルモダリティ撮像システム。

【請求項 8】

レーザーによって発生した光音響により生成された画像は、ヘモグロビン、酸素ヘモグロビン、水、脂質、タンパク質、およびその他の生物医学的に関心のある分子などの組織機能的な分子の断層画像である、請求項 6 に記載のデュアルモダリティ撮像システム。

【請求項 9】

レーザーによって発生した光音響により生成された画像は、タンパク質、核酸、酵素、および外因性の造影剤で標的化した生体対象の組織を含むそれ以外の分子の断層画像、または、外因性の造影剤の空間分布の画像であり、前記造影剤は、コントラストを増加させるか、あるいは、分子、細胞、または組織を特徴づける、請求項 6 に記載のデュアルモダリティ撮像システム。

【請求項 10】

外因性の前記造影剤は、光、光音響、音響超音波、またはデュアル光音響 - 超音波の造影剤であり、前記造影剤は分子またはナノ粒子のいずれかである、請求項 9 に記載のデュアルモダリティ撮像システム。

【請求項 11】

すべての画像は、空間的に相互記載され、または、一時的に相互記載される、請求項 5 に記載のデュアルモダリティ撮像システム。

【請求項 12】

被験体内で得られる定量的な情報のコントラスト、解像度、および、精度を増加させる撮像方法であって、

前記方法は、

a) 請求項 5 のデュアルモダリティ撮像システムを用いて、被験体内の関心体積の外形境界のレーザー超音波またはレーザー光音響の画像を作成する工程、

b) レーザー超音波またはレーザー光音響の画像に含まれる情報から、外形を描かれた体積境界内での、空間的または一次的に相互記載された音速の画像、または、超音波の減衰の画像を作成する工程、および、

c) 外形を描いた体積境界内での、音速および / または超音波の減衰の分布を用いる画像再構成のアルゴリズムを使用して、吸収された光エネルギーに基づいて、空間的または一時的に相互記載された光音響画像を作成する工程、を含む、方法。

【請求項 13】

レーザー光音響超音波撮像システム (LOUIS) であって、

前記システムは、

a) レーザー超音波モードとレーザー光音響モードの間で切り替え可能なデュアルレーザーソースであって、レーザーソースが超音波モードで超音波エミッターを照らすための高繰返し数の短い光パルス、または、光音響モードで関心体積を照らすための低繰返し数であるが高パルスエネルギーの短い光パルスのいずれかを放射することができる、レーザーソース、

b) 被験体の身体内の関心体積からの一次的な圧力波として伝播した光音響信号と超音波信号を、接触媒質を介して検出するように構成された1以上の超広帯域の超音波トランスデューサーを含む撮像モジュール、

c) 多くの圧力波を形成するために被験体の身体内の関心体積に対して、撮像モジュールを回転および/または平行移動させる手段であって、前記手段がコンピュータで制御可能であるか、または、手動で制御可能である、手段、

d) 検出された光音響レーザーとレーザー超音波の信号を処理するための、および、処理された信号を、被験体の身体内の関心体積の解剖学的および機能的な/分子の画像へと再構成するための手段、を含む、レーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項14】

被験体の身体または被験体の身体内の関心体積の1以上の画像、または、重畳した相互記載された画像を表示する手段をさらに含む、請求項13に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項15】

レーザー光音響照射は、被験体の身体または被験体の身体内の関心体積に対して、直交モード、逆方向モード、順方向モードで行われる、請求項13に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項16】

レーザー超音波処理は、被験体の身体または被験体の身体内の関心体積に対して、伝送モードまたは順方向モードで、あるいは、反射モードまたは逆方向モードで、あるいは、前記モードの組み合わせで行われる、請求項13に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項17】

レーザー波長は、約532nm乃至約1064nmである、請求項13に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項18】

1つ以上の超広帯域の超音波トランスデューサーは、反響を全く出すことなく、または、最小の反響しか出さずに、超音波信号を検出するように構成される、請求項13に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項19】

トランスデューサーアレイは、光音響または超音波のいずれかの画像、あるいは、その両方の画像のより優れたコントラスト、解像度、または定量的精度を達成すべく、様々な種類の画像を獲得するために交換可能である、請求項13に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項20】

回転手段は前記撮像モジュールを回転させるように構成され、トランスデューサーの検出アレイは、アーク形のアレイ、または、線形の平面アレイ、または、広角度の指向性を備えた小型の超広帯域超音波トランスデューサーを含む前記アレイ形状の組み合わせを含む、請求項13に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項21】

平行移動手段は、撮像モジュールを平行移動させるように構成され、トランスデューサーの検出アレイは、アーク形のアレイ、または、線形の平面アレイ、または、狭角度の指向性を備えた有限サイズの超広帯域超音波トランスデューサーを含む前記アレイ形状の組み合わせを含む、請求項13に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項22】

検出された超音波信号を処理および再構成するための手段は、
時間利得制御回路を備えた電子増幅器、

フィールドプログラマブルゲートアレイを備えた多チャンネルのアナログ - デジタル変換器、および、

定量的に正確な体積測定画像を再構成するように構成された撮像モジュール設計および断層撮影アルゴリズムの１つ以上を含む、請求項１３に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。

【請求項２３】

前記撮像モジュールは、リアルタイムの二次元または三次元の画像を獲得、再構成、および表示するために構成された携帯型のプローブを含む、請求項１３に記載のレーザー光音響超音波撮像システム。