

(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2020-501691

(P2020-501691A)

(43) 公表日 令和2年1月23日(2020.1.23)

(51) Int.Cl.
A61B 8/14 (2006.01)

F I
A61B 8/14

テーマコード(参考)
4C601

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2019-531706 (P2019-531706)
 (86) (22) 出願日 平成29年12月18日 (2017.12.18)
 (85) 翻訳文提出日 令和1年6月17日 (2019.6.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2017/083253
 (87) 国際公開番号 WO2018/109227
 (87) 国際公開日 平成30年6月21日 (2018.6.21)
 (31) 優先権主張番号 62/435,152
 (32) 優先日 平成28年12月16日 (2016.12.16)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 17152112.3
 (32) 優先日 平成29年1月19日 (2017.1.19)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁 (EP)

(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
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 High Tech Campus 5,
 NL-5656 AE Eindhove
 n
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術を誘導する画像を提供するシステム

(57) 【要約】

システムは、概略すると、追跡装置、超音波装置及び処理ユニットを有することができる。超音波装置の位置及び向きは追跡装置により追跡することができる。処理ユニットは、(i) 共に身体内に位置するマーカに関する関心領域の3D情報を受信し、(ii) 超音波装置に対するマーカの位置を、マーカを含む身体の超音波画像に基づいて決定し、並びに(iii) 追跡装置に対する超音波装置の位置及び向きを決定するように構成することができる。該システムは視覚化装置を更に有することができる。処理ユニットは、更に、身体の外側表面に対する関心領域の視覚化情報を発生するように構成することができる。

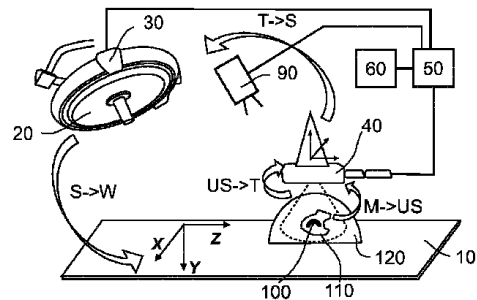


Fig. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

手術を誘導する画像を提供するシステムであって、
追跡装置と、
該追跡装置により位置及び向きが追跡可能な超音波装置と、
処理ユニットと、

を有し、前記処理ユニットが、

(i) 関心領域及びマーカが共に身体内に位置する場合の前記マーカに対する前記関心領域の 3 D 情報を受信し、

(ii) 前記超音波装置に対する前記マーカの位置を、該マーカを含む前記身体の超音波画像に基づいて決定し、

(iii) 前記追跡装置に対する前記マーカの位置及び向きを決定する、
システム。

【請求項 2】

前記身体の外側表面に対する前記関心領域の視覚化情報を発生する視覚化装置を更に有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

発生された関心領域の視覚化情報が該関心領域の境界の投影を含む、請求項 1 又は請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記視覚化装置が発生された視覚化情報を示すディスプレイを有する、請求項 1 ないし 3 の何れか一項に記載のシステム。

【請求項 5】

前記視覚化装置が発生された視覚化情報を投影する投影ユニットを有する、請求項 1 ないし 4 の何れか一項に記載のシステム。

【請求項 6】

前記マーカが、超音波画像に基づいて該マーカの 3 D 位置及び向きの決定を可能にする構造を有する、請求項 1 ないし 5 の何れか一項に記載のシステム。

【請求項 7】

器具を更に有し、該器具の位置及び向きは前記追跡装置により追跡可能であり、発生された視覚化情報が該器具の前記関心領域に対する関係の指示情報を含む、請求項 1 ないし 6 の何れか一項に記載のシステム。

【請求項 8】

前記関心領域を含む前記身体を撮像するためのカメラを更に有し、前記関心領域の発生された視覚化情報が異なる画像からの画像情報の重ね合わせを含む、請求項 1 ないし 7 の何れか一項に記載のシステム。

【請求項 9】

前記関心領域を撮像するためのハイパースペクトル又はマルチスペクトルカメラを更に有する、請求項 1 ないし 8 の何れか一項に記載のシステム。

【請求項 10】

身体内のマーカの関心領域に対する位置を第 1 画像データに基づいて決定し、
超音波装置に対する前記マーカの位置を超音波画像データである第 2 画像データに基づいて決定し、

前記超音波装置の位置及び向きを追跡装置から受信されるデータに基づいて決定し、
前記関心領域と前記追跡装置との間の空間的關係を決定し、

前記身体の外側表面上に前記関心領域の位置を示す視覚化情報を発生する、
ための命令の組を有する、コンピュータプログラム。

【請求項 11】

カメラから受信される前記身体の外側表面の画像上への前記視覚化情報の重ね合わせを発生するための命令の組を更に有する、請求項 10 に記載のコンピュータプログラム。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記視覚化情報が前記身体の外側表面上への前記関心領域の境界の投影を含む、請求項 1 0 又は請求項 1 1 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 1 3】

身体内の関心領域をマーカに対して術前画像である第 1 画像に基づいて決定するステップと、

超音波装置に対する前記マーカの空間位置を該超音波装置により発生される第 2 画像に基づいて決定するステップと、

前記超音波装置の空間位置及び向きを決定するステップと、

前記身体の外側表面に対する前記関心領域の空間位置の指示情報を発生するステップと

10

を有する、方法。

【請求項 1 4】

前記身体の外側表面上への前記指示情報の投影を行うステップを更に有する、請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

器具の空間位置及び向きを決定するステップ、及び前記関心領域に対する前記器具の空間位置の指示情報を発生するステップを更に有する、請求項 1 3 又は請求項 1 4 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0 0 0 1】**

本発明は、広くは、手術の間において医師を支援及び誘導する態様に関する。本発明は、特に、外科的介入治療を実施する際に医師を補助することができる視覚化情報を提供するシステムに関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

例えば、乳腺腫瘍の外科的除去（例えば、乳腺摘出法）は、乳腺新生物（腫瘍）の先行する発生率及び罹患率による大きな率の増加を伴う最も頻繁に実施される外科的切除法の 1 つである。乳腺外科手術の臨床的目標は、局所的以上の陽性マージンを残すことなく腫瘍組織を完全に除去することである。残された如何に僅かな腫瘍組織も、潜在的に、腫瘍の再発及び後の再手術を引き起こすであろう。放射線療法も他の治療選択肢であり、その場合、取り残された微視的部分は電離放射線により治療される。

30

【0 0 0 3】

乳腺切除法のための典型的なワークフローは、切除計画を作成するための 2 D 画像の調査で開始する。触知不能な腫瘍の場合又は患者が術前補助化学療法により治療される場合、外科手術の間における誘導（案内）のために、当該腫瘍内にマーカが配置される。外科手術の間においては、腫瘍細胞の存在が検査される近傍のリンパ節を位置特定するために青色染料が注入される。乳腺腫瘍が切除され、該切除が完全であるかが視覚的に検査される。切除が完全であるかの至適基準は、典型的に 2 日掛かる病理解析によるものである。

40

【0 0 0 4】

種々の術前データセットが取得されても（マンモグラフィ、CT、MR、US 等）、当該外科医師は外科的腫瘍切除を実行する場合、診断スキャン及び該外科医師の目に暴露される解剖構造に基づく心象的マッピングは別として、当該撮像データからは何の参考情報も有さない。患者が手術室に居る場合、撮像の可能性は限定される一方、利用可能な術前の解剖学的撮像情報は、しばしば、採用されないままとなる。手術の間において、当該外科医師は視覚的及び触覚的フィードバックに依存しなければならず、腫瘍マージンは、しばしば、不十分に画定され得る。必要とされるリアルタイムなフィードバックの不足は、後の段階で追加の手術を要するような重大な割合の陽性マージンにつながる。

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0005】**

本発明により克服する問題は、腫瘍マージンの手術用器具に対する視覚化を提供することである。

【0006】

超音波画像誘導は、例えば、生検針（バイオプシニードル）を案内するために使用される。腫瘍切除の間に同一の手持ち超音波誘導法を適用することは、例えば胸部の高度の変形可能性及び腫瘍境界の限られた視認性により一層大幅に困難である。結果として、腫瘍境界に対する手術用ナイフ等の切除器具の位置を決定することは非常に困難である。

【0007】

本発明の他の目的は、陽性腫瘍マージンに対するリスクを低減するシステムを提供することに見ることができる。これら及び他の目的は、各独立請求項の主題により解決される。他の実施態様は、従属請求項に各々記載されている。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

概して言えば、器具を追跡することができる追跡装置、身体組織内のマーカを撮像、従って追跡することができる超音波撮像システムであって、前記追跡装置により追跡することができる超音波撮像システム、及び処理ユニットを有するシステムが提案される。オプションとして、前記追跡装置により手術（外科手術）用器具も追跡可能である。

【0009】

一例において、前記処理ユニットは、切除されるべき組織内に既に配置されたマーカの位置に基づいて超音波画像を該切除されるべき組織の術前画像と重ね合わせることができ、その場合において、上記術前画像は当該マーカ及び腫瘍境界の位置を含む。

【0010】

当該システムの処理ユニットは、特に、追跡装置に対するマーカの位置を、該追跡装置に対する超音波システムの位置及び超音波画像において見える該マーカの位置に基づいて計算することができる。該計算に基づいて、術前画像の重ね合わせ（オーバーレイ）を医師に対し提示することができ、該画像は腫瘍境界を例えば外科手術用器具に対して示す。

【0011】

一実施態様によれば、システムは、通常、追跡装置、超音波装置及び処理ユニットを有する。上記超音波装置の位置及び向きは上記追跡装置により追跡可能である。上記処理ユニットは、(i) 関心領域及びマーカが共に身体内に位置する場合の前記マーカに対する前記関心領域の3D情報を受信し、(ii) 前記超音波装置に対する前記マーカの位置を、該マーカを含む前記身体超音波画像に基づいて決定し、(iii) 前記追跡装置に対する前記マーカの位置及び向きを決定するように構成することができる。

【0012】

当該マーカは超音波装置により発生される超音波画像内で見ることができ、従って、超音波装置に対するマーカ位置並びに該超音波装置自体の追跡される位置及び向きから、追跡装置に対するマーカの位置及び向きを決定することを可能にすることが理解される。

【0013】

一実施態様によれば、当該システムは視覚化装置を更に有し、前記処理ユニットは、更に、前記身体の外側表面に対する前記関心領域の視覚化情報を発生するように構成することができる。

【0014】

一実施態様によれば、当該システムの前記視覚化装置は、前記発生された視覚化情報を適切な表面上に投影するよう構成された投影ユニットを有する。適切な表面はホワイトボードとすることができ、該ホワイトボードは医師が何らかの手術手順を実行している間に該ホワイトボード上の投影を見ることができるよう配置することができる。

【0015】

一実施態様によれば、前記視覚化情報の投影を示すホワイトボードは、医師が当該関心

10

20

30

40

50

領域を治療する間に該関心領域を見渡すような印象を有するように該医師の頭部と該医師の手との間に配置することができる。該ホワイトボードは透明とし、投影された情報を介して患者への視界を可能にすることができる。

【0016】

他の例として、前記投影ユニットは前記視覚化情報を患者の身体の外側表面上に直接投影することもできる。該視覚化情報は患者の情報、例えば腫瘍境界に関する情報を有することができることに注意されたい。該情報は、身体構造の及び/又は腫瘍構造の如何なる輪郭線を含むこともできる。

【0017】

当該視覚化情報は、患者の構造の識別を容易化するために、該患者の外側表面のカメラ画像の様子を更に含むことができる。該視覚化情報は、特に、情報の組み合わせ、即ち、上述した情報及び視覚化情報のみならず、患者を処置する際に医師を支援するのに適した他の情報も含むことができることが理解されよう。例えば、該情報は切開点/腫瘍の切除を開始するラインの指示情報、及び/又は境界を含む関心領域の指示情報を含むことができる。

10

【0018】

一実施態様によれば、当該システムは上述したような追跡装置及び投影ユニットの両方を含む視察(ビジョン)装置を含むことができる。

【0019】

他の実施態様によれば、当該システムの視覚化装置は、前記発生された視覚化情報を能動的に示すよう構成されたディスプレイを有することができる。

20

【0020】

更に他の実施態様によれば、当該視覚化は、例えば患者の外側表面のカメラ画像を示すディスプレイと、該ディスプレイ上への投影との組み合わせにより実現することができる。該投影は例えば当該人体の内部にある構造を示す。言い換えると、情報の重ね合わせを、既に他の情報を示すディスプレイ上への情報の投影により実現することができる。情報の重ね合わせは前記処理ユニットにより発生することもでき、ディスプレイは既に組み合わせられた情報を1つの画像に示すことができることが理解される。

【0021】

当該マーカは超音波画像に基づいた該マーカの3D位置及び向きを可能にするような構造を有することができることに注意されたい。該マーカの3D位置及び向きは、該マーカの3D位置の決定のために単一の超音波画像が十分ではないなら、少なくとも2つの又は複数の投影/画像に基づいて決定することもできる。このことは、前記超音波装置に対する該マーカの空間的位置及び向きを容易にすることができる。このような決定は、3D超音波装置によっても、又は斯かる3D超音波装置により付加的にも改善され得る。

30

【0022】

他の実施態様によれば、当該システムは器具を更に有することができ、該器具の位置及び向きは前記追跡装置により追跡可能であり、前記発生された視覚化情報は該器具の前記関心領域に対する関係の指示情報を含む。

40

【0023】

更に、当該システムは前記身体の外側表面を撮像するためのカメラを有することができる。前述したように、前記関心領域の前記発生された視覚化情報は該カメラにより発生された画像上への重ね合わせ(オーバーレイ)を含むことができる。

【0024】

一実施態様によれば、当該システムは、ハイパー/マルチスペクトル撮像を行うこともできる撮像装置を有することができる。該撮像装置は熱(温度)撮像及び/又はPPG撮像を実行することができる。

【0025】

更に他の実施態様によれば、当該システムは、前記追跡装置により追跡可能であると共

50

に、超音波、光学分光組織センシング、インピーダンス、THzセンシング、温度及びPPGセンシングからなる群からの少なくとも1つに基づいて組織を検知することができるプローブを更に有することができる。

【0026】

医師に対する表示（即ち、視覚化）は、物差しの感覚を与えることができ、及び/又は当該腫瘍及び手術用器具の両方を他の目印に關係付けることができる。また、当該表示を一層直感的なものにさせるために、追加の基準を当該患者の皮膚上に配置することもできる。

【0027】

本発明の他の態様は、コンピュータプログラム製品に関するものである。該コンピュータプログラム製品は、身体内のマーカの関心領域に対する位置を第1画像データに基づいて決定し、超音波装置に対する前記マーカの位置を超音波画像データである第2画像データに基づいて決定し、前記超音波装置の位置及び向きを追跡装置から受信されるデータに基づいて決定し、前記関心領域と前記追跡装置との間の空間的關係を決定し、前記身体の外側表面上に前記関心領域の位置を示す視覚化情報を発生するための命令の組を有することができる。

10

【0028】

このようにして、本発明の目標、即ち、介入外科治療の結果を改善するために医師を誘導（案内）及び/又は少なくとも補助することができる画像を提供することを、コンピュータソフトウェアとして実施化することができる。

20

【0029】

一実施態様によれば、当該コンピュータプログラム製品は、カメラから受信される前記身体の外側表面の画像上への前記視覚化情報の重ね合わせ（オーバーレイ）を発生するための命令の組を更に有することができる。

【0030】

他の実施態様によれば、当該コンピュータプログラム製品は、投影装置を制御し、関心領域の境界を決定し、前記身体の外側表面上への前記関心領域の境界の投影を含む視覚化情報を発生するための命令の組を更に有する。

【0031】

一実施態様によるコンピュータプログラム製品によれば、撮像データ及び追跡データのリアルタイム処理が、当該関心領域における変化に対する視覚化情報のリアルタイムな適合を可能にする。

30

【0032】

対応するコンピュータプログラムは、好ましくは、データプロセッサの作業メモリにロードすることができる。このように、該データプロセッサ又は処理ユニットは本明細書に記載される方法の少なくとも一部を実行するように装備され得る。更に、本発明は前記コンピュータプログラムを記憶することができるCD-ROM等のコンピュータ読取可能な媒体に関するものでもある。しかしながら、斯かるコンピュータプログラムは、ワールドワイドウェブ等のネットワークを介して提供することもでき、このようなネットワークからデータプロセッサの作業メモリにダウンロードすることもできる。

40

【0033】

他の態様によれば、身体内の関心領域をマーカに対して術前画像である第1画像に基づいて決定するステップと、超音波装置に対する前記マーカの空間位置を該超音波装置により発生される第2画像に基づいて決定するステップと、前記超音波装置の空間位置及び向きを決定するステップと、前記身体の外側表面に対する前記関心領域の空間位置の指示情報を発生するステップと、を有する方法が提供される。

【0034】

一実施態様によれば、当該方法は、前記身体の外側表面上への前記指示情報の投影を行うステップを更に有することができる。

【0035】

50

一実施態様によれば、当該方法は、器具の空間位置及び向きを決定するステップ、及び前記関心領域に対する前記器具の空間位置の指示情報を発生するステップを更に有することができる。

【0036】

他の実施態様によれば、当該方法は外科手術による人又は動物の処置の如何なるステップも含まない。例えば、当該方法は、前記マーカを前記関心領域に挿入するステップは含まない。前記視覚化情報はリアルタイムに及び手術手順と併行して発生することができるが、当該方法は、組織への如何なる切り込みのステップも有さず、組織（特に、腫瘍組織）の切除の如何なるステップも有さない。

【0037】

実施態様は異なる主題に関して説明されることに注意すべきである。特に、幾つかの実施態様は方法のタイプの請求項（コンピュータプログラム）に関して説明される一方、他の実施態様は装置のタイプの請求項（システム）に関して説明される。しかしながら、当業者であれば、上記及び以下の説明から、明示しない限り、或るタイプの主題に属するフィーチャの任意の組み合わせにも加えて、異なる主題に係るフィーチャの間の如何なる組み合わせも本出願により開示されていると見なされることが分かるであろう。

【0038】

本発明の上述した態様並びに他の態様、フィーチャ及び利点は、以下に記載されるべき実施態様の例から導出することもでき、実施態様の例を参照して説明される。本発明は、実施態様の例を参照して後述されるが、本発明は、これらに限定されるものではない。

【0039】

尚、図面における各図は概略的なものに過ぎず、実寸通りではない。また、異なる図において、適切ならば、同様の要素には同一の符号が付されている。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】図1は、一実施態様による画像を提供するシステムを示す。

【図2】図2は、マーカを撮像する超音波装置を示す。

【図3】図3は、超音波装置の追跡を示す。

【図4】図4は、関心領域にマーカを配置するのに適した装置を示す。

【図5】図5は、一実施態様によるマーカを示す。

【図6】図6は、本発明の一実施態様によるシステムを有利に使用することができる一連の状況を示す。

【図7】図7は、一実施態様による方法のステップを図示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0041】

図1は、一実施態様によるシステムを図示している。図2及び図3は、該システムの要素を一層詳細に示す。図1に示されるものは、患者用寝椅子又はテーブル10及び手術用ライト20であり、これらは典型的に手術室に存在する。ここに記載される一実施態様によるシステムは、追跡装置30、超音波装置40、処理ユニット50及び視覚化装置としてのディスプレイ60を有する。図1に概念的に視覚化されたものは、身体120内の関心領域110内に配置されたマーカ100である。

【0042】

オプションとして、該システムは少なくとも1つのカメラ90を有することができる。カメラ90は、身体の外側表面を撮像するためのビデオカメラとすることができるか、又は、加えて若しくは代わりに、光の可視スペクトル外での撮像を可能にするカメラとすることができる。これらのカメラの何れかにより発生された画像は、当該カメラ画像の、前記超音波装置からの超音波画像との及び/又は術前に発生された画像との重ね合わせ画像を発生するために使用することができる。ワールド座標系に対する（即ち、固定された空間座標系に対する）又は少なくとも前記追跡装置等の当該システムの他の要素に対する当該カメラの位置及び向きは、分かり得る。カメラ90は、例えば、手術又は外科手術用ラ

10

20

30

40

50

イトに組み込むことができる。

【0043】

追跡装置30は、手術又は外科手術用ライト20に、該追跡装置が特に当該手術ライトの視野を観察することができるように配置することができる。該配置において、当該追跡装置の位置及び向きは既知であると見なすことができる（即ち、当該手術用ライトに対して、従ってワールド座標フレームに対して固定の関係で決定することができる）。

【0044】

追跡装置30は、例えば器具に取り付けられた光トレーサ板80を使用して器具の3D追跡を行うことができる少なくとも1つの、好ましくは2以上のカメラを含むことができる。代わりに又は加えて、カメラ画像内で識別可能な当該器具自体上の適切なマーカパターンを用いることもできる。2以上のカメラに基づけば、三角測量により精度を向上させることができる。

【0045】

追跡装置30のカメラも、オプションとしての前記カメラ90に関して前述したように構成することができる。本例において、このようなカメラからのビデオ画像のストリームは、身体の外側表面を追跡及び撮像する両目的のために使用される。この場合、当該カメラ位置及び向きは、追跡装置のものに対応する。このように、追跡装置カメラのビデオ画像、超音波装置、マーカ、及び従ってMRT又はCTのような術前3D撮像等の3D情報との空間的關係は既知となる。結果として、追跡装置カメラからのビデオ画像は全体の視覚化に相対的に容易に使用することができる。

【0046】

処理ユニット50は、追跡装置の画像内の物体の視差を決定すると共に、これらを該追跡装置に対して、従って固定された座標系に対して或る位置に平行移動するよう構成することができる。当該システムは、当該身体を異なるスペクトル波長帯域でモニタすることができるハイパースペクトルカメラを含むこともできる。該システムは、ディスプレイ60に加えて又はディスプレイ60の代わりに、患者上に情報を投影することができる投影装置70を含むこともできる。該システムは、温度、PPGカメラを含むこともできる。

【0047】

図2に一層良く見られるように、超音波装置40は身体120の外側表面と接触するように配置することができる。該身体内の関心領域110を該超音波装置40により撮像することができるようにする。該超音波装置は3D超音波撮像を実行することができる超音波プローブとすることができる。超音波装置40は、前記追跡装置のカメラにより決定するのに適した複数のエレメント82を備えたトレーサ板80を有することができる。例えば、エレメント82は、当該トレーサ板80の向きを1つの追跡カメラにより決定することができるように互いに対して固有の態様で配置された球体とすることができる。向き及び平行移動の両方(6DOF)を、カメラを使用し2D-3D位置合わせ法(RANSACアルゴリズム等)を利用して決定することができることに注意されたい。

【0048】

それ以外として、追跡装置30に対するエレメント82の（従って、トレーサ板80の）、従って超音波装置40の位置の一種の三角測量を可能にする2以上のカメラも存在し得る。図3は、超音波装置40におけるトレーサ板80の3D位置及び向きを識別するための複数の追跡カメラ30を含む一実施態様を示している。

【0049】

例えば腫瘍等の関心領域の位置は、下記のステップによりワールド座標フレーム内で決定することができる。手術前に既に腫瘍内に配置されたマーカ100は、超音波プローブ40により撮像される。従って、該マーカの位置は該プローブに関して決定することができる（図1におけるM->US）。該マーカの位置は、当該超音波画像のピクセル空間において分かる。超音波装置に対するマーカの位置を決定するために、ピクセル空間からプローブ空間へのマッピングが実行される。該超音波プローブは、取り付けられたトレーサ板80を有することができる。該マーカ板は当該システムの追跡装置30により追跡される。

10

20

30

40

50

代わりに又は加えて、超音波プローブに、例えば追跡装置30内のカメラにより発生されるビデオ画像において識別可能な適切なマーカパターンが設けられる。

【0050】

従って、トレーサ板80のエLEMENT 82の位置を、当該追跡装置に関して決定することができる(図1におけるUS->T及びT->S)。手術器具が当該システムにより追跡されねばならない場合、当該関心領域におけるマーカに対する該器具の相対位置も決定することができる。固定空間座標に対する追跡装置の位置(図1におけるS->W)を最終的に決定することができ、このことは、特に2以上の器具又は超音波プローブが追跡される場合の座標基準を可能にする。

【0051】

図4は、O状ツイスト(環状撚り体)マーカ100の、及び該マーカを関心領域に挿入するのに適合化された導入針130の図である。O状ツイストマーカは、例えば術前補助化学療法の完了後に撮像では見えなくなり得る乳腺病変を印すために使用することができる。

【0052】

図5は、他のマーカ100、即ち、外側表面に超音波撮像に基づくマーカの向きの決定を容易にする特徴的リム102を備えた円柱状マーカを示す。マーカ100における上記リムは、該マーカの三次元における向きの認識を可能にすることができる(6つの自由度)。最終的に器具に対し境界を含めて当該関心領域の位置が決定されなければならないので、当該マーカ及び当該関心領域の内での該マーカの相対位置が、MRT又はCTのような術前3D撮像等の3D情報に基づいて決定されるようにして、分からねばならない。

【0053】

図4及び図5に示されたマーカ以外に、位置特定のためにシード線源を用いることができる。このようなマーカは、X線及び超音波の両方で良く見え得る。これらは長い円柱状の形状を有し得る。

【0054】

マーカは手術の間において腫瘍と一緒に除去されるであろうことが理解される。それ以外として、生分解性である超音波マーカを使用することもできる。例えば、ポリ乳酸/ポリグリコール酸(PLA/PGA)パレットは4~6週間の超音波可視性を提供すると共に、約12週で再吸収される。これらのマーカは、切除されないであろう組織領域に配置することができる。

【0055】

マーカの他の組は、固定長の可撓性ワイヤにより接続される少なくとも2つの剛性マーカを含むことができる。このようなマーカが体内に配置される場合、これらマーカの相対移動は身体組織の変形に関する指示情報となり得る。他のマーカのタイプも存在し得る。

【0056】

他の態様によれば、ハイパースペクトルカメラ又はマルチスペクトルカメラの使用が提案され、ここで使用される“ハイパースペクトル撮像”なる用語は可視領域を超えて延びる電磁スペクトル領域にわたる情報を収集及び処理することを指し、ここで使用される“マルチスペクトル撮像”なる用語は斯かる電磁スペクトルにまたがる特定の周波数における画像データをキャプチャすることを示す。当該波長はフィルタにより又は特定の波長に敏感な器具の使用により分離することができ(即ち、複数のスペクトルが使用され)、このことが、“マルチスペクトル撮像”なる用語の理由である。これは、赤外線等の可視光領域を超える周波数からの光を含むことができ、このことは、上述した“ハイパースペクトル撮像”なる用語における“ハイパー”なる用語により定義することもできる。

【0057】

スペクトル(マルチスペクトル又はハイパースペクトル)撮像は、画像からの付加的情報、特に人の目が赤、緑及び青の受容体によりキャプチャすることができない情報の抽出を可能にすることができる。一実施態様によれば、カメラ90は、400~1000nm(ナノメートル)、1000~1700nm又は500~1700nmのスペクトル範囲を持つ

10

20

30

40

50

ハイパースペクトル若しくはマルチスペクトル撮像のためのハイパースペクトル若しくはマルチスペクトル・フィルターホイールカメラであって、種々の（例えば6個、8個又はそれ以上の）交換可能なフィルタを備え、ラスタ画像で 1392×1040 ピクセル若しくは物理点の解像度を持つ電荷結合デバイスCCD、 640×512 ピクセルの解像度を持つインジウムガリウムヒ素（InGaAs）若しくは何らかの他の半導体センサ、又は何らかの他の解像度を持つセンサを備えたカメラとすることができる。カメラ90の波長帯域は、例えば：

- (1) 青： $0.450 \sim 0.520 \mu\text{m}$ （マイクロメートル）
- (2) 緑： $0.515 \sim 0.600 \mu\text{m}$
- (3) 赤： $0.60 \sim 0.69 \mu\text{m}$
- (4) 可視： $0.45 \sim 0.7 \mu\text{m}$
- (5) 赤外： $0.7 \sim 1.0 \mu\text{m}$
- (6) 近赤外： $1.0 \sim 3.0 \mu\text{m}$
- (7) 中赤外： $3.0 \sim 50.0 \mu\text{m}$
- (8) 遠赤外： $50.0 \sim 1000.0 \mu\text{m}$

等の幾つかの波長帯域を有する可視又は非可視光スペクトル内とすることができる。

【0058】

波長を拡張することは、幾つかの構造の間の組織コントラストが向上されることを可能にする。

【0059】

前述したように、異なる画像源からの画像を少なくとも部分的に融合させることが重要であり得る。例えば、或る画像から抽出された情報の他の画像からの情報との重ね合わせは興味深いものであり得る。このような合成画像を得るために、これら画像は位置合わせされねばならない。

【0060】

例えば、術中3D超音波ボリューム画像と術前2Dマンモグラフィ画像との間の位置合わせは、超音波画像における腫瘍マージンの表示を可能にし得る。当該超音波トランスジューサは、同一の又は同様の撮像面が観察されることを可能にするために、マンモグラフィシステムに対して略垂直に配置することができる。手順の第1ステップにおいて、各超音波スライス（超音波ボリュームから取られた）は当該マーカを2Dで識別及び区切るために処理される。このことは、閾処理又は動的輪郭勾配ベースセグメンテーション（active contour gradient based segmentation）を用いて実行することができる。当該マーカが識別され、該マーカの形状が区切られたら、該形状は、マンモグラフィ画像からのマーカ形状と照合及び比較される。2つの観測される形状の間の類似性を測定するコスト関数が適用される。このコスト関数は、グラフマッチング、ハウズドルフ距離及び特徴ベースの方法（例えば、当該マーカの目立つ点を用いる）を含む任意の既知の方法を用いて実施することもできる。ボリュームの掃引が完了した後、最低のコスト関数を持つスライスは、当該スライスにおける腫瘍マージンの表示を可能にするようなマンモグラフィ投影に最も密に類似すると見なすことができる。この方法の精度を改善するために、スライス掃引に超音波ビームの電子ステアリングを追加することができる。

【0061】

更に、マーカ形状は、X線の投影画像に似せるために、電子的にステアリングされたビーム及びマンモグラフィからの投影的超音波合成画像（同じボリュームからの複数の超音波スライスの融合）の間で比較することができる。

【0062】

更に、超音波スライスにおける腫瘍マージンの重ね合わせは、超音波ボリュームのセグメンテーションを初期化するために使用することもできる。即ち、マージンは、当該腫瘍（例えば、混合ガウスモデル又は同様のものを使用してモデル化される）の音響特性を知ると共にセグメンテーションアルゴリズム（例えば、動的輪郭又はレベルセット）を初期化するために使用される。更に、3D超音波をデジタル胸部トモシンセシス（DBT）画

10

20

30

40

50

像に位置合わせすることもできる。D B T画像は、画像取得の間における制限された回転角のために典型的には再構成されない。この制限は、上述した方法を用いて超音波に位置合わせすることにより克服することができる。この位置合わせの結果は、各X線画像におけるマーカの既知の形状及び超音波画像からの形状により置き換えることが可能な、欠けている回転からのマーカの既知の形状に基づくものである。この情報を用いて、D B Tからの3Dボリュームの完全な再構成を、当業技術において既知の逆投影アルゴリズムを用いて達成することができる。

【0063】

図6は、腫瘍切除の間における一連の状況を、外科手術処置において誘導(案内)する画像を提供する当該システムの適用の一例として示す。図6に示されるシステムの実施態様は、トレーサ板80を備えた超音波装置40、追跡装置30及び投影装置70を有する。更に、該システムはマーカを関心領域110に挿入するための器具130を有し、該器具もトレーサ板80を有する。該システムは、更に、組織(特に、関心領域110における組織)を切除するための器具140を有し、該器具140にもトレーサ板80が設けられる。該システムはトレーサ板80を備えるプローブ150も有し、該プローブ150は組織検査に適合させることができる。このようなシステムによれば、下記のような筋書きが可能である。

10

【0064】

画像内で見えるエコー源性(エコーを発生する)マーカを伴う術前画像を撮影した後(ステップ1)、追跡システム30により追跡される超音波プローブ80により上記エコー源性マーカの位置に基づいて3D病変が位置特定される(ステップ2)。超音波による追跡を向上させるために腫瘍110内には導入器130により追加のマーカを配置することができる(ステップ3)。プロジェクタ70により病変逆投影72が身体120上に視覚化情報として発生される(ステップ4)。術前画像上で見える腫瘍マージンに対して位置が決定される器具140により腫瘍を切除することができる(ステップ5)。当該介入治療は更にハイパースペクトル、熱、PPG撮像に基づいて誘導することができる(ステップ6)。切除領域は追跡されるプローブ150による組織感知(超音波、光学分光、インピーダンス等)により調べることができる(ステップ7)。

20

【0065】

図7におけるフローチャートは、ここに記載された実施態様により実行されるステップの原理を示す。記載されるステップは主要なステップであり、これらの主要なステップは異ならせることができるか又は幾つかの副ステップに分割することができることが理解されよう。更に、これらの主要なステップの間には副ステップも存在し得る。

30

【0066】

第1態様として、当該腫瘍の位置をワールド座標フレームにおいて決定することができる。このことは、マーカを例えば腫瘍等の関心領域に配置し(ステップS1)、該マーカを超音波プローブにより位置特定及び追跡し(ステップS2)、該超音波プローブを追跡装置により位置特定し(ステップS3)、マーカ位置データ及び超音波画像を超音波コンソールから処理ユニットに直接的に受信し(ステップS4)、そして、超音波プローブ位置データを追跡装置から処理ユニットに受信する(ステップS5)ことにより達成される。最後に、該処理ユニットは上記マーカ、超音波プローブ及び追跡装置の間の位置関係を決定することができる(ステップS6)。

40

【0067】

更なる態様として、介入治療のためのガイド情報として有用であり得る(必要ではないが)処理情報を発生し、供給することができる。ステップS7において、腫瘍マージンを含む術前画像の当該マーカとの重ね合わせを発生することができる。代わりに又は加えて、リアルタイム超音波画像データ(ステップS8)、ハイパースペクトル画像データ(ステップS9)及び/又はビデオカメラ画像データ(ステップS10)を、前記マーカを位置合わせのための主要エレメントとして(即ち、異なる画像における一種のアンカリング要素として)前記術前画像データと位置合わせすることができる。次いで、視覚化情報を

50

前記画像データに基づいて発生することができ（ステップS10）、投影として及び/又はディスプレイ上に示すことができる（ステップS11）。例えば、ステップS11において当該マーカの位置を患者上に投影することができる。

【0068】

更に、ステップS12において介入治療器具の位置及び向きを決定することができ、該器具の当該関心領域の境界に対する関係を決定することができる（ステップS13）。ステップS14において、該器具の表示を当該視覚化情報に加えることができる。該視覚化情報は、該器具の先端からの組織フィードバック情報により改善することができる（ステップS15）。利用可能なリアルタイム画像は、発生される視覚化情報の当該介入治療の任意の進展に対する適合化も可能にすることに注意すべきである。

10

【0069】

以上、本発明を図面及び上記記載において詳細に図示及び説明したが、斯かる図示及び説明は解說的又は例示的なものであって、限定するものではないと見なされるべきである。即ち、本発明は開示された実施態様に限定されるものではない。開示された実施態様に対する他の変形例は、当業者によれば、請求項に記載の本発明を実施するに際して図面、本開示及び添付請求項の精査から理解し、実施することができるものである。

【0070】

尚、請求項において“有する”なる文言は他の要素又はステップを排除するものではなく、単数形は複数を排除するものではない。また、特定の手段が互いに異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これら手段の組み合わせを有利に使用することができないということを示すものではない。また、請求項における如何なる符号も当該範囲を限定するものと見なしてはならない。

20

【符号の説明】

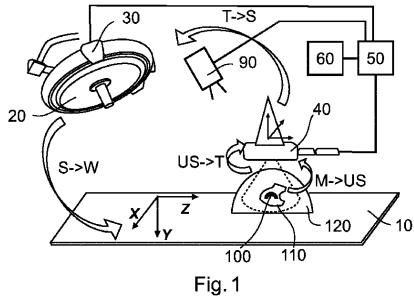
【0071】

- 10 患者の寝椅子
- 20 手術用ライト
- 30 追跡装置
- 40 超音波装置
- 50 処理ユニット
- 60 ディスプレイ
- 70 投影装置
- 72 投影
- 80 トレーサ板
- 82 追跡可能なエレメント
- 90 カメラ
- 100 マーカ
- 102 リム
- 110 関心領域
- 120 身体
- 122 身体の外側表面
- 130 導入器
- 140 器具
- 150 プロープ

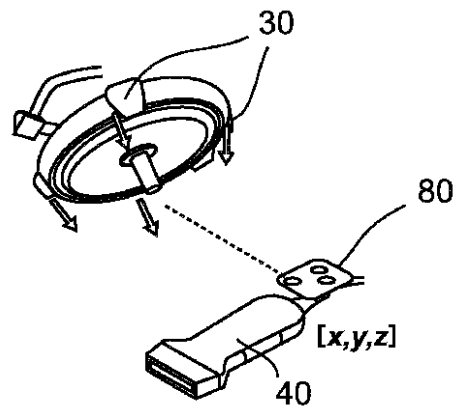
30

40

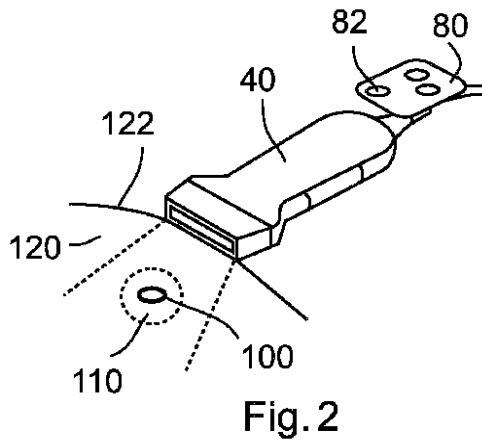
【 図 1 】



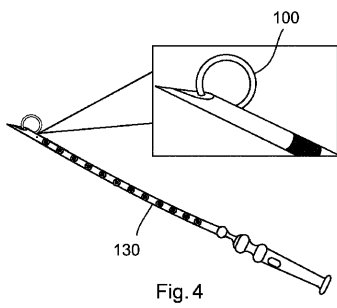
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】

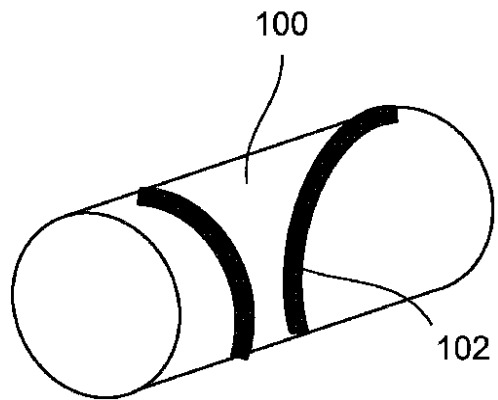


Fig. 5

【 図 6 】

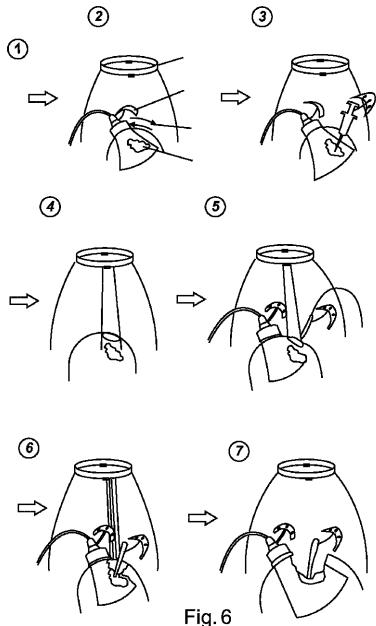


Fig. 6

【 図 7 】

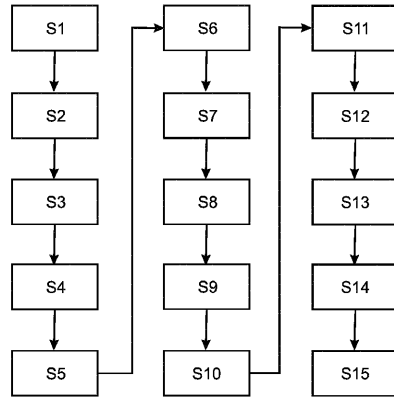


Fig. 7

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2017/083253

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B8/08 A61B8/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED 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 practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013 255658 A (TOSHIBA CORP; TOSHIBA MEDICAL SYS CORP) 26 December 2013 (2013-12-26) figures 1,8	1-15
A	----- WO 2016/201341 A1 (THE TRUSTEES OF DARTMOUTH COLLEGE [US]) 15 December 2016 (2016-12-15) abstract paragraphs [0053], [0056], [0059], [0060], [0072] - [0074], [0086], [0093] figures 1,2A,2B,3,4A,4B,5A,5B,5C	1-15
A	----- US 2011/184291 A1 (OKAMURA YOKO [JP] ET AL) 28 July 2011 (2011-07-28) abstract ----- -/--	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 21 February 2018		Date of mailing of the international search report 09/03/2018
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/EP2017/083253

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A, P	WO 2016/201637 A1 (COVIDIEN LP [US]; TAN WEI [CN]) 22 December 2016 (2016-12-22) paragraphs [0012], [0032] -----	1-15

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/083253

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2013255658	A	26-12-2013	NONE

WO 2016201341	A1	15-12-2016	CA 2989342 A1 15-12-2016
			WO 2016201341 A1 15-12-2016

US 2011184291	A1	28-07-2011	CN 102133110 A 27-07-2011
			JP 5707148 B2 22-04-2015
			JP 2011172918 A 08-09-2011
			US 2011184291 A1 28-07-2011

WO 2016201637	A1	22-12-2016	NONE

フロントページの続き

(81)指定国・地域 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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

(72)発明者 ヘンドリクス ベルナルドス ヘンドリクス ウィルヘルムス
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 バビッチ ドラゼンコ
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 スプリートホフ ヤーリッチ ウィレム
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 バイドロン トーレ ミシエル
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 トボレク グジェゴジ アンドレイ
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

(72)発明者 ポボヴィッチ アレクサンドラ
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 ライヒ クリステリアン
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

Fターム(参考) 4C601 EE09 FF06 GA18 GA20 GA21 JC37

专利名称(译)	提供指导手术的图像的系统		
公开(公告)号	JP2020501691A	公开(公告)日	2020-01-23
申请号	JP2019531706	申请日	2017-12-18
[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	ヘンドリクスベルナルドスヘンドリクスウィルヘルムス バビッチドラゼンコ スプリートホフヤーリッチウイレム バイドロントーレミシエル ポポヴィッチアレクサンドラ ライヒクリスティアン		
发明人	ヘンドリクスベルナルドスヘンドリクスウィルヘルムス バビッチドラゼンコ スプリートホフヤーリッチウイレム バイドロントーレミシエル トポレクグジェゴジアンドレイ ポポヴィッチアレクサンドラ ライヒクリスティアン		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/085 A61B8/4245 A61B34/10 A61B34/20 A61B2034/2063		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE09 4C601/FF06 4C601/GA18 4C601/GA20 4C601/GA21 4C601/JC37		
优先权	62/435152 2016-12-16 US 2017152112 2017-01-19 EP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

该系统可以大致包括跟踪设备，超声设备和处理单元。超声设备的位置和方向可以由跟踪设备跟踪。处理单元接收 (3) 相对于一起位于体内的标记物的感兴趣区域的3D信息，(ii) 基于包括标记物的人体超声图像确定标记物相对于超声设备的位置，并且 (iii) 可以被配置为确定超声设备相对于跟踪设备的位置和取向。该系统可以进一步包括可视化设备，并且处理单元可以进一步被配置为生成相对于身体的外表面的感兴趣区域的可视化信息。

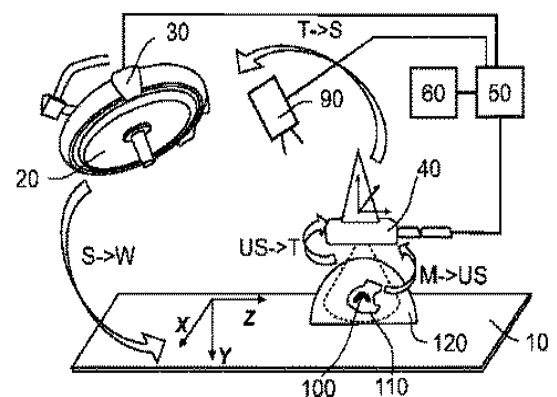


Fig. 1