

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4713339号
(P4713339)

(45) 発行日 平成23年6月29日(2011.6.29)

(24) 登録日 平成23年4月1日(2011.4.1)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 49 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2005-501172 (P2005-501172)
 (86) (22) 出願日 平成15年10月10日 (2003.10.10)
 (65) 公表番号 特表2006-502828 (P2006-502828A)
 (43) 公表日 平成18年1月26日 (2006.1.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/032320
 (87) 国際公開番号 WO2004/034694
 (87) 国際公開日 平成16年4月22日 (2004.4.22)
 審査請求日 平成18年10月10日 (2006.10.10)
 (31) 優先権主張番号 60/417,164
 (32) 優先日 平成14年10月10日 (2002.10.10)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 60/468,958
 (32) 優先日 平成15年5月9日 (2003.5.9)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 505130307
 ビジュアルソニックス インコーポレイテ
 ィド
 カナダ国, オンタリオ エム4エヌ 3エ
 ヌ1, トロント, ョング ストリート 3
 080, スイート 6100, ボックス
 66
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100122965
 弁理士 水谷 好男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高周波数高フレームレート超音波撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波画像システムに用いるスキャンヘッドにおいて、少なくとも20メガヘルツ(MHz)の周波数で超音波を発生し、該発生した超音波の少なくとも一部分を対象に送信し、該対象から超音波エネルギーを受信するように構成された単一エレメントの超音波トランスデューサを備えるトランスデューサアセンブリと、近端部と遠端部を有する細長い部材であって、該細長い部材は、該近端部から離れた旋回軸の周りに旋回するよう構成され、前記トランスデューサアセンブリが前記細長い部材の前記近端部に、回転不能に結合される、細長い部材と、

弓状凸面往復通路に沿って少なくとも7.5Hzの周波数で前記超音波トランスデューサを揺動させる揺動手段であって、該揺動手段が、前記ピボット軸と前記遠端部との間に前記細長い部材に対し固定されたロータ巻線を備え、前記トランスデューサの前記弓状凸面往復通路から離れた、前記弓状凸面往復通路と同一平面にある弓状往復経路に沿って前記ロータ巻線の移動がトランスデューサの相補的逆運動を引き起こすように移動する、揺動手段と、

を備え、

前記トランスデューサの前記弓状凸面往復通路は、前記揺動手段の前記部分の前記弓状凸面往復通路と同一平面にある、超音波画像システムに用いるスキャンヘッド。

【請求項 2】

前記トランスデューサアセンブリおよび前記細長い部材の少なくとも一部分は封入空間

10

20

内に配置され、前記封入空間は少なくとも部分的に液体で満たされる、請求項 1に記載のスキャンヘッド。

【請求項 3】

前記流体は組織のインピーダンスと同様なインピーダンスを有する、請求項 2に記載のスキャンヘッド。

【請求項 4】

前記流体はグリコールである、請求項 2に記載のスキャンヘッド。

【請求項 5】

前記流体は水である、請求項 2に記載のスキャンヘッド。

【請求項 6】

前記流体は、水、エチレングリコール、トリエチレングリコールおよび軽パラフィン油を含むグループから選択される、請求項 2に記載のスキャンヘッド。 10

【請求項 7】

前記封入空間は部分的に音響的に透過可能な膜によって規定され、

前記被写体の中に送信される前に発生された超音波の少なくとも一部分が前記膜を貫通して通過できるように前記音響的に透過可能な膜が配置される、請求項 2に記載のスキャンヘッド。

【請求項 8】

前記音響的に透過可能な膜は0.9ミクロン(μm)～60.0ミクロン(μm)の厚さを有する、請求項 7に記載のスキャンヘッド。 20

【請求項 9】

前記音響的に透過可能な膜はフレーム部材に密封可能に取付けられ、該フレーム部材および該膜は同一材料を備える、請求項 7に記載のスキャンヘッド。

【請求項 10】

前記音響的に透過可能な膜は前記流体の聴覚インピーダンスと同じ聴覚インピーダンスを有する、請求項 7に記載のスキャンヘッド。

【請求項 11】

前記音響的に透過可能な膜は1.0～3.3メガレイル(Mega Rayles)の間のインピーダンスを有する、請求項 7に記載のスキャンヘッド。 30

【請求項 12】

前記音響的に透過可能な膜は1.5～1.8メガレイル(Mega Rayles)の間のインピーダンスを有する、請求項 7に記載のスキャンヘッド。

【請求項 13】

前記音響的に透過可能な膜は、ポリエステル、ポリカーボネート、アクリル、熱可塑性エラストマー、シリコーンエラストマー、Laytexエラストマー、ポリエステルフィルム、ポリエチレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリカーボネート、ポリプロピレン、および、ポリウレタンのフィルムを含むグループから選択される材料を備える、請求項 7に記載のスキャンヘッド。

【請求項 14】

前記ポリエチレンは低密度ポリエチレン(LDPE)である、請求項 13に記載のスキャンヘッド。 40

【請求項 15】

前記トランスデューサの少なくとも一部は前記弓状凸面往復経路に沿った移動中に前記膜の内部表面の少なくとも一部に接触できる、請求項 7に記載のスキャンヘッド。

【請求項 16】

前記トランスデューサは15ミリメートル(mm)あるいはそれ以下の距離にわたって前記弓状凸面往復経路に沿って移動できる、請求項 1に記載のスキャンヘッド。

【請求項 17】

前記トランスデューサは10ミリメートル(mm)あるいはそれ以下の距離にわたって前記弓状凸面往復経路に沿って移動できる、請求項 1に記載のスキャンヘッド。 50

【請求項 18】

前記トランスデューサは22度あるいはそれ以下の角度にわたって前記弓状凸面往復通路に沿って移動できる、請求項1に記載のスキャンヘッド。

【請求項 19】

前記トランスデューサは少なくとも15Hzの周波数で前記弓状凸面往復通路に沿って移動できる、請求項1に記載のスキャンヘッド。

【請求項 20】

前記トランスデューサは少なくとも30Hzの周波数で前記弓状凸面往復通路に沿って揺動できる、請求項1に記載のスキャンヘッド。

【請求項 21】

前記トランスデューサの弓状凸面往復通路に沿って該トランスデューサの位置を決定するよう構成された位置エンコーダをさらに備える、請求項1に記載のスキャンヘッド。

【請求項 22】

前記位置エンコーダは前記弓状凸面往復通路に沿う前記トランスデューサの実際の位置に対し $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以内の正確さで該トランスデューサの位置を追跡できるよう構成される、請求項21に記載のスキャンヘッド。

【請求項 23】

前記揺動手段は制限角度モータを備える、請求項1に記載のスキャンヘッド。

【請求項 24】

前記制限角度モータは可動コイル型のトルクモータである、請求項23に記載のスキャンヘッド。

【請求項 25】

前記制限角度モータは少なくとも7.5Hzの周波数で前記弓状凸面往復通路に沿って前記トランスデューサを揺動できる、請求項23に記載のスキャンヘッド。

【請求項 26】

前記制限角度モータは少なくとも10Hzのスピードで前記弓状凸面往復通路に沿って前記トランスデューサを揺動できる、請求項25に記載のスキャンヘッド。

【請求項 27】

前記制限角度モータは少なくとも30Hzのスピードで前記弓状凸面往復通路に沿って前記トランスデューサを揺動できる、請求項26に記載のスキャンヘッド。

【請求項 28】

前記封入空間の少なくとも一部を規定する封止膜をさらに備える、請求項7に記載のスキャンヘッド。

【請求項 29】

前記封止膜は前記ピボット軸で前記細長い部材に対し封止される、請求項28に記載のスキャンヘッド。

【請求項 30】

前記封止膜は可とう性のエラストマーを備える、請求項28に記載のスキャンヘッド。

【請求項 31】

前記封止膜は前記細長い部材が前記封入空間内で揺動するとき少ない引張り変形をもつよう構成される、請求項29に記載のスキャンヘッド。

【請求項 32】

前記封止膜は可とう性エラストマーを備える、請求項28に記載のスキャンヘッド。

【請求項 33】

前記トランスデューサは25MHz～60MHzの間の周波数で超音波を発生するよう構成される、請求項1に記載のスキャンヘッド。

【請求項 34】

前記トランスデューサは少なくとも25Hzの周波数で超音波を発生するよう構成される、請求項1に記載のスキャンヘッド。

【請求項 35】

10

20

30

40

50

請求項 1 に記載のスキャンヘッドと、

1 秒につき少なくとも 15 フレーム (f p s) のフレームレートを有する画像を提供するため、前記受信した超音波を処理するように構成されたプロセッサと、
を備えたことを特徴とする超音波画像システム。

【請求項 3 6】

前記プロセッサは 100 ミクロン (μ m) より小さい空間分解能を有する超音波画像を作成するよう構成される、請求項 3 5 に記載の超音波画像システム。

【請求項 3 7】

前記プロセッサは 75 ~ 100 ミクロン (μ m) の間の空間分解能を有する超音波画像を作成するよう構成される、請求項 3 6 に記載の超音波画像システム。 10

【請求項 3 8】

前記プロセッサは 30 ~ 100 ミクロン (μ m) の間の空間分解能を有する超音波画像を作成するよう構成される、請求項 3 6 に記載の超音波画像システム。

【請求項 3 9】

前記トランスデューサは少なくとも 15 Hz の周波数で前記弓状凸面往復通路に沿って揺動でき、前記プロセッサは少なくとも 30 f p s のフレームレートを有し、100 ミクロン (μ m) より小さい空間分解能を有する画像を提供するよう構成される、請求項 3 5 に記載の超音波画像システム。

【請求項 4 0】

前記トランスデューサは少なくとも 30 Hz の周波数で前記弓状凸面往復通路に沿って揺動でき、前記プロセッサは少なくとも 60 f p s のフレームレートと 100 ミクロン (μ s) より小さい分解能とを有する画像を提供するよう構成される、請求項 3 5 に記載の超音波画像システム。 20

【請求項 4 1】

前記スキャンヘッドが血管外イメージングに応用されるよう構成される、請求項 3 5 に記載の超音波画像システム。

【請求項 4 2】

請求項 1 に記載のスキャンヘッドと、

1 秒につき少なくとも 15 フレーム (f p s) のフレームレートを有する画像を提供するため、前記受信した超音波を処理するよう構成されたプロセッサと、 30

前記弓状凸面往復経路に沿った予め決定した位置の 1 ミクロン (μ m) 以内に前記トランスデューサを配置する手段と、

を備えたことを特徴とする超音波画像システム。

【請求項 4 3】

前記プロセッサがパルス波ドップラー画像を提供するよう構成された、請求項 4 2 に記載の超音波画像システム。

【請求項 4 4】

前記プロセッサは M モード画像を提供するよう構成された、請求項 4 2 に記載の超音波画像システム。

【請求項 4 5】

少なくとも 20 メガヘルツ (MHz) の周波数で超音波を発生し、該発生した超音波の少なくとも一部分を対象に送信し、該対象から超音波エネルギーを受信するよう構成された単一エレメントの超音波トランスデューサを備えるトランスデューサアセンブリと、

近端部と遠端部 を有する細長い部材であって、該細長い部材は、該近端部及び遠端部から離れた旋回軸の周りに旋回するよう構成され、前記トランスデューサアセンブリが前記細長い部材の前記近端部 に、回転不能に結合される、細長い部材 と、

ロータ巻線を備えるモータであって、前記ピボット軸と前記遠端部との間に前記ロータ巻線が前記細長い部材に結合してあり、 前記モータは弓状凸面往復通路に沿って少なくとも 7.5 Hz の周波数で前記トランスデューサを揺動させるよう構成され、前記ロータ巻線の少なくとも一部分は前記トランスデューサの前記弓状凸面往復通路から離れかつ同一

平面にある弓状凹面往復経路に沿って揺動するよう構成される、モータと、を備えたことを特徴とする超音波画像システムに用いるスキャンヘッド。

【請求項 4 6】

近端部と、開口部を規定する遠端部を有するノーズピースであって、該ノーズピースの該遠端部を封止するため該開口部に取付けられた音響的に透過可能な膜を有するノーズピースを備え、該ノーズピースは内部空洞を規定し、該ノーズピースの前記近端部は封入空間を規定するため前記スキャンヘッドに取付け可能であり、前記細長い部材の少なくとも一部分および前記トランスデューサは前記封入空間内に配置され、前記封入空間は少なくとも部分的に液体で満たされる、をさらに備える、請求項 4 5に記載のスキャンヘッド。

【請求項 4 7】

前記トランスデューサアセンブリおよび前記細長い部材の少なくとも一部分は封入空間内に配置され、前記封入空間は少なくとも部分的に液体で満たされる、請求項 4 5に記載のスキャンヘッド。

【請求項 4 8】

請求項 4 5に記載のスキャンヘッドと、

1秒につき少なくとも15フレーム(fps)のフレームレートを有する画像を提供するため、前記受信した超音波を処理するように構成されたプロセッサと、を備えたことを特徴とする超音波画像システム。

【請求項 4 9】

請求項 4 5に記載のスキャンヘッドと、

1秒につき少なくとも15フレーム(fps)のフレームレートを有する画像を提供するため、前記受信した超音波を処理するように構成されたプロセッサと、

前記トランスデューサを前記弓状凸面往復経路に沿った所定の位置の1ミクロン(μm)以内に配置するよう構成された位置エンコーダと、を備えたことを特徴とする超音波画像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願に対する相互参照

本出願は、2002年10月10日付けで出願された標題「RMV SCAN HEAD SYSTEM (RMV スキャンヘッドシステム)」の米国仮出願番号60/417,164(代理人ドケット番号14157PRO)と、2003年5月9日付けで出願された標題「SCAN HEAD FOR ULTRASOUND IMAGING SYSTEM (超音波撮像システムのためのスキャンヘッド)」の米国仮出願番号60/468,958(代理人ドケット番号T00518-0005-USP2(190304-327786))と、2003年5月9日付けで出願された標題「REMOVABLE ACOUSTIC WINDOW (着脱自在な音響窓)」の米国仮出願番号60/468,956(代理人ドケット番号T00518-0014-PROV-US(190304-326186))と、2003年5月14日付けで出願された標題「METHOD AND APPARATUS FOR OBTAINING AN ULTRASOUND IMAGE (超音波撮像を得るための方法と装置)」の米国仮出願番号60/470,234(代理人ドケット番号T00518-0011-USP1(190304-325200))とに対する優先権と利益とを主張し、これらのすべては本明細書に参考として組み入れられている。

【背景技術】

【0002】

人間の組織を撮像するために1970年代末期と1980年初期とに開発されたスキャンヘッドが様々な超音波撮像用途に依然として役立っている。スキャンヘッド内に配置されているトランスデューサはピエゾ電気材料の円板を含み、この円板は、電気的に励起されると、通常は2MHzから10MHzの間で選択される周波数で振動した。これらの周

10

20

30

40

50

波数では、そのトランスデューサの振動エネルギーが方向性を有し、かなり明確に画定されたビームの形で薄い円形の円板の2つの面から放射された。一般的に、そのトランスデューサの背面から放射されるエネルギーは適切な材料によって吸収され、一方、その円板の前面から放射されるエネルギーは低損失特性で超音波エネルギーを伝送することが可能な流体によって患者に結合される。このエネルギーは、薄い低損失キャップを通過して現れ、さらに、患者の皮膚に塗布された超音波透明ゲル (sonoluent gel) によって患者に結合される。超音波エネルギーと人体の組織との相互作用から結果的に生じるエコーが同じ経路を逆方向に通過し、このエコーがトランスデューサに当たる時に、その強度が患者体内の標的のエコー原性と患者の皮膚下のその標的の深さとの関数である電気信号を発生させる。深さにおける位置が、送信パルスと受信エコーとの間の時間間隔から求められる。この情報と、トランスデューサに接続されている位置エンコーダによって提供される方向情報とによって、スキャンヘッドは、患者体内のスキャン平面に位置している組織のグレースケール画像を生成し、このグレースケール画像は、画像平面を横断するトランスデューサのスイープ毎にリフレッシュされ更新される。トランスデューサの2回のスイープが、1 Hzと呼ばれる1つの動作サイクルを含み、および、これは2フレーム / 秒に等しい。10

【0003】

2次元超音波画像 (Bスキャンとしても知られている) が、Aスキャンと呼ばれる超音波データの幾つかの互いに隣接したラインで構成され、この超音波データのラインは、トランスデューサの連続スイープによってスキャンヘッドから得られる。トランスデューサが超音波パルスを調査中の組織の中に送り込み、その次に、トランスデューサのビーム軸に沿って組織によって反射された超音波信号を受け取る時に、超音波データのラインが得られる。この超音波データのラインは同一平面内に位置しており、および、通常は互いに一定不变の間隔で隔てられている。各データのラインは、既知のインクリメント距離ずつ平面内を横方向に移動させられる超音波ビーム軸によって求められる。超音波画像は直線フォーマットを有してよく、この直線フォーマットでは、ラインが互いに平行でかつ等間隔であり、または、超音波画像は扇形フォーマットを有してよく、この扇形フォーマットでは、ラインが互いに等角度で頂点から放射状に広がる。直線フォーマットの画像を生じさせるためには、トランスデューサとそのトランスデューサがそれに沿って移動させられる直線との間の角度を変化させることなしに、トランスデューサが横方向に移動させられる。扇形フォーマットを生じさせるためには、トランスデューサは、そのトランスデューサが円弧の形に移動することを生じさせる、頂点を中心として回転する取付具に取り付けられる。トランスデューサが移動するにつれて、表示された画像内の適正な位置における超音波ラインデータを関連の超音波システムが表示することが可能であるように、スキャン平面内の位置が追跡される。20

【0004】

初期の臨床診断超音波システムは、扇形フォーマット画像を生じさせるためにウォブラー (wobbler) スキャンヘッドを使用した。このシステムは 2 MHz から 5 MHz の範囲内の低周波数の超音波を使用した。ウォブラースキャンヘッドは、一般的に、流体充填チャンバ内に配置されているトランスデューサと、モータと、位置エンコーダと、超音波が中を通過する音響窓とから構成されていた。モータ駆動機構が、一般的に、トランスデューサを円弧状に移動させ、その結果として扇形スキャンタイプの画像フォーマットが得られ、一方、位置エンコーダはトランスデューサの位置を追跡した。撮像される組織に面している流体充填チャンバの壁が音響窓として機能し、この音響窓は一般的に硬質プラスチック材料で作られていた。この窓は、超音波がわずかしか減衰せずにその窓を通過することを可能にした。さらに、一般的に、この窓を通過しない反射超音波が存在する。この超音波は、消散する前にトランスデューサと音響窓との間を数回にわたって反響することが可能である。トランスデューサに当たるこの反響成分は、超音波画像における望ましくない人工物を生じさせる可能性がある。反射された超音波の大きさが、音響窓のために使用される材料とトランスデューサチャンバ内の流体との間の音響インピーダンスの不30

整合によって決定される。減衰量が窓材料によって決定され、この減衰は、超音波エネルギーがその窓の中を通過する時に生じる。音響窓における減衰と反射の両方が望ましくない。

【 0 0 0 5 】

80年代においては、こうした機械スキャン式のトランスデューサが、連続的に励起される時に画像を形成するために使用されることが可能な複数の狭幅のピエゾ電気要素から成るソリッドステートの装置によって置き換えられ始めた。こうした「リニアアレイ」スキャンヘッドは機械式スキャンヘッドと同時に開発されてきたが、機械式スキャンヘッドよりも劣った画像品質しかもたらさなかった。80年代から90年代にわたる更なる研究の成果として、「フェーズドアレイ」スキャンヘッドが開発され、このフェーズドアレイスキャンヘッドは、電子ビームの操作と集束とを可能にする形で一群の要素を励起する能力を有し、および、一般的に、あらゆる機械式スキャンヘッドに比べて良好な画像を60フレーム／秒のフレームレートで生じさせる。今日では、フェーズドアレイは、人間の組織の超音波撮像に一般的に使用されている。しかし、5MHzで動作するトランスデューサを使用する典型的なフェーズドアレイシステムは、0.5mmの空間分解能を有するだろう。

10

【 0 0 0 6 】

より高い動作周波数の場合における欠点の1つが、動作周波数が増大するにつれて、製造上の問題点が、フェーズドアレイ型の撮像システムを製造することを困難にする。この結果として、30MHzから40MHzの範囲内で動作する現行のシステムは、典型的には、上述した機械スキャン式システムに動作原理が類似しているスキャンヘッドにおいて、機械スキャン式の単一要素トランスデューサを使用する。しかし、高い周波数は、一般的に、より高い減衰を結果的に生じさせ、および、したがって、音響窓を原因とする減衰が著しく増大させられる。したがって、現行の高周波数トランスデューサは非封入トランスデューサを使用し、この非封入トランスデューサは、リニアサーボモータ／位置エンコーダシステムによって前後に移動させられる。(30MHzよりも高い)より高い周波数では、トランスデューサの封入は、より高い周波数における材料の理論的な属性と特性との低下のせいで実用的ではない。

20

【 0 0 0 7 】

高周波数トランスデューサの場合には、封入されていないので、可動トランスデューサが露出している。撮像される組織に対する音響結合が、組織の表面上に超音波ゲルの小山を形成することによって実現され、この超音波ゲルの小山の中に可動トランスデューサが下降させられる。適切な撮像は、トランスデューサと組織との間の連続したゲル層の存在に依存する。トランスデューサがそのゲルとの接触を失う場合、または、気泡がトランスデューサの表面上に形成される場合には、撮像に障害が生じるか、または、さらには撮像が不可能になるだろう。このタイプの撮像は比較的低いフレームレートに制限されているが、これは、急激に移動するトランスデューサがゲル層を破壊して、接触を失う可能性がより高いからである。露出したトランスデューサのさらに別の欠点が、こうしたトランスデューサが傷つきやすい組織に対して悪影響を与える可能性があり、および、衝撃によって発生する可能性がある損傷の危険にトランスデューサにさらす可能性があるということである。

30

【 0 0 0 8 】

機械式超音波スキャンヘッドにおけるさらに別の欠点が、可動磁石モータの使用である。可動磁石タイプの利点は、駆動コイルが固定されておりかつ永久磁石が可動部材すなわちロータに取り付けられているので、駆動コイルに対して電力を配達するための可とう性ワイヤが不要であるということである。さらに、磁石タイプのモータは非効率的である。通常の機械式スキャンヘッドは3ワットまでの電力を消費するが、この電力は、スキャンヘッドハウジングのプラスチック壁を通して放散させられなければならない熱の形に変換される。このハウジングは一般的に貧弱な熱伝導体なので、スキャンヘッドの内部温度が上昇することがあり、このことが時間の経過と共に材料を劣化させ、その装置の音響特性

40

50

を変化させ、さらには被写体にとって不快である可能性がある。磁石モータが非効率的である別の理由が、振動質量を小さく維持しようするために、可動磁石が比較的小さく保たれるということである。特定のトルクを得るために、これに対応してモータ電流が高くなり、このことが高い I^2R 損失を生じさせる。こうした損失は概ねスキャン速度の2乗に応じて増大する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

一実施態様では、高周波数高フレームレート超音波撮像システムが、少なくとも20メガヘルツ(MHz)の周波数の超音波エネルギーを発生させることが可能なトランスデューサを有するスキャンヘッドと、超音波エネルギーを受信するための、および、少なくとも15フレーム/秒(fps)のフレームレートで超音波画像を生成するためのプロセッサとを備える。

10

【0010】

これに関連した動作方法も提供される。高周波数高フレームレート超音波撮像システムの他のシステムと方法と特徴と利点とが、次の図面と詳細な説明との検討によって当業者に明らかであるかまたは明らかになるだろう。すべてのこうした追加のシステムと方法と特徴と利点はこの説明に含まれており、この高周波数高フレームレート超音波撮像システムの範囲内に含まれており、および、添付の特許請求の範囲に記載の請求項によって保護されるということが意図されている。

20

【0011】

この高周波数高フレームレート超音波撮像システムは、以降の図面を参照してより適切に理解されることが可能である。こうした図面の構成要素は必ずしも一定不变の縮小比で描かれてはおらず、それよりはむしろ、高周波数高フレームレート超音波撮像システムの原理を明瞭に図解することに重点が置かれている。さらに、これらの図面においては、同じ参照番号が個々の図のすべてにおいて類似の部品を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

図1Aを参照すると、超音波スキャニングシステム100が、一連の超音波パルス104をプローブすなわちスキャンヘッド106に対して送信/受信するためのエレクトロニクス回路102を有する。スキャンヘッド106は、表示装置116上での表示のために標的114の横断面を表すスキャン平面112の画像データ110を記録するように、被写体108の上に置かれることが可能である。標的114は、例えば、マウス、ラット、または、別の調査被写体のような小動物の器官であってもよい。撮像可能な器官の例は、非限定的に、肺、心臓、脳、腎臓、肝臓、および、その被写体の体内を流れる血液を含む。さらに、超音波撮像システムは、新生物性の疾患を撮像するために使用されることが可能である。回路102は、パルス104を生成するための送信サブシステム118と、対応するエコーパルス104を受信するための受信サブシステム120とを有し、このエコーパルス104は、画像スキャンデータ110として処理して最終的に表示するためにコンピュータ122に送られる。スキャンヘッド106は、回路102に126において接続されている。スキャンヘッド106は、膜125を伴ったトランスデューサアセンブリ124を有し、このトランスデューサアセンブリ124は、トルクモータ130と協働する位置エンコーダ128に連結されている。エンコーダ128とモータ130は、スキャンヘッド106内のトランスデューサアセンブリ124の位置を監視する。対応する位置データ132が、画像データ110に相当するパルス104と共に、コンピュータ122に送信される。スキャンヘッド106は、非限定的に、20MHzより高く、25MHz、30MHz、35MHz、40MHz、45MHz、50MHz、55MHz、60MHz、および、これより高い周波数を含む周波数でリアルタイムで得られる画像データ110を記録して表示するための封入されたリアルタイムプローブとして使用されることが可能である。さらに、上述の周波数よりも著しく高いトランスデューサ動作周波数も想定

30

40

50

されている。

【0013】

図1Aを参照すると、システム100は、さらにシステムプロセッサ134も含む。このプロセッサ134は、表示装置すなわちモニタ116と、キーボード、マウス、または、他の適切な装置のような人間機械インターフェース136とに接続されている。モニタ116がタッチセンシティブである場合には、モニタ116は人間機械インターフェース136のための入力要素として使用されることが可能である。コンピュータ可読記憶媒体138が、データ110、132を記録してモニタ116上に表示するようにモニタ116の動作を命令および／または設定するために、プロセッサ134に対して命令を与えるように、プロセッサ134に接続されている。このコンピュータ可読媒体138は、例えば、磁気ディスク、磁気テープ、CD-ROMのような光学読み取り可能媒体、および、PCMCAカードのような半導体記憶装置のような、ハードウェアおよび／またはソフトウェアを含むことが可能である。各々の場合に、この媒体138は、小型ディスク(small disk)とフレキシブルディスクケットとカセットのような可搬式の製品の形態であってもよく、または、ハードディスク駆動装置、ソリッドステートメモリカード、または、プロセッサ134に接続されたRAMのような比較的大きいか固定式の製品の形態をとってもよい。上述の例示的な媒体138は、単独で使用されることも、互いに組み合わせて使用されることも可能であるということに留意されたい。10

【0014】

図1Bは、図1Aの超音波撮像システム100を図示するブロック図である。このシステム100は被写体114に対して作用する。超音波プローブ106が、画像情報を得るために被写体114に隣接して配置されることが可能である。20

【0015】

超音波システム131は、制御サブシステム127と、スキャンコンバータ129と、送信サブシステム118と、受信サブシステム120と、ユーザ入力装置136とを含む。プロセッサ134は制御サブシステム127に接続されており、表示装置116はプロセッサ134に接続されている。記憶装置121がプロセッサ134に接続されている。記憶装置121は任意のタイプのコンピュータ記憶装置であることが可能であり、および、典型的には、ランダムアクセス記憶装置「RAM」と呼ばれており、高周波数高フレームレート超音波撮像システムのソフトウェア123がこの中で実行される。30

【0016】

この高周波数高フレームレート超音波撮像システムは、ハードウェアとソフトウェアの組合せを使用して実現されることが可能である。高周波数高フレームレート超音波撮像システムのハードウェアとしての具体化は、すべて当業者に公知である技術、すなわち、デイスクリート電子素子、データ信号に対して論理関数を実行するための論理ゲートを有する1つもしくは複数のデイスクリート論理回路、適切な論理ゲートを有する特定用途向け集積回路、1つもしくは複数のプログラム可能ゲートアレイ(PGA)、利用者書き込み可能ゲートアレイ(FPGA)等のいずれか、または、これらの組合せを含むことが可能である。

【0017】

高周波数高フレームレート超音波撮像システムのためのソフトウェアは、論理関数を実行するための実行可能な命令の順序付けられたリストを含み、および、コンピュータベースのシステム、プロセッサを含むシステム、または、命令実行システム、命令実行機器、もしくは、命令実行装置からの命令をフェッチしてその命令を実行することが可能である他のシステムのような、命令実行システム、命令実行機器、または、命令実行装置による使用またはこれらに関連した使用のための任意のコンピュータ可読媒体の形で具体化されることが可能である。40

【0018】

本明細書の文脈においては、「コンピュータ可読媒体」は、命令実行システム、命令実行機器、もしくは、命令実行装置による使用またはこれらに関連した使用のためのプログ50

ラムを収容し、記憶し、通信し、伝送し、または、伝達することが可能であるあらゆる手段であることが可能である。コンピュータ可読媒体は、例えば、非限定的に、電子の、磁気の、光学の、電磁気の、赤外線の、または、半導体のシステム、機器、装置、または、伝送媒体であることが可能である。コンピュータ可読媒体のさらに具体的な例（非網羅的なリスト）が、1つまたは複数のワイヤを有する電気接続（電子）、携帯型コンピュータディスクケット（磁気）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読み取り専用メモリ（ROM）、消去可能プログラム可能読み取り専用メモリ（EPROMまたはフラッシュメモリ）（磁気）、光ファイバ（光学）、および、携帯型コンパクトディスク読み取り専用メモリ（CD-ROM）（光学）を含むだろう。例えば紙または他の媒体の光学的スキャニングによって、プログラムが電子的に捕捉され、その次に、必要に応じて翻訳されるか適切な仕方で他の形で処理され、その次に、コンピュータの記憶装置の中に記憶されることが可能なので、コンピュータ可読媒体が、プログラムがその上にプリントされている紙または別の適切な媒体であることさえ可能であるということに留意されたい。10

【0019】

記憶装置121は、さらに、超音波システム100によって得られた画像データも収容する。コンピュータ可読記憶媒体138は、さらに詳細に後述するように、超音波システム131の動作に関係したステップまたはアルゴリズムを行うようにプロセッサに命令しおよび／またはプロセッサを設定するために、プロセッサに対して命令を与えるようにプロセッサに接続されている。コンピュータ可読媒体は、単に例を挙げると、磁気ディスク、磁気テープ、CD-ROMのような光学読み取り可能な媒体、および、PCMCIAカードのような半導体記憶装置のようなハードウェアおよび／またはソフトウェアを含むことが可能である。各々の場合に、この媒体は、小型ディスク、フレキシブルディスクケット、カセットのような可搬式の製品の形態であってもよく、または、ハードディスク駆動装置、ソリッドステートメモリカード、そのサポートシステム内に備えられているRAMのような比較的大きいか固定式の製品の形態をとってもよい。上述の例示的な媒体は、単独で使用されることも、互いに組み合わせて使用されることも可能であるということに留意されたい。20

【0020】

超音波システム131は、その超音波システム131の様々な構成要素の動作を制御するための制御サブシステム127を含む。この制御サブシステム127とその関連の構成要素は、汎用プロセッサに命令するソフトウェアとして、または、ハードウェア実装の形の専用ソフトウェアとして提供されてよい。超音波システム131は、受け取られた超音波エコーによって発生させられた電気信号を、プロセッサ134によって処理されることが可能でありかつ表示装置116上の画像の形に描画されることが可能であるデータに変換するためのスキャンコンバータ129を含む。制御サブシステム127は、超音波プローブ106に超音波送信信号を提供するために送信サブシステム118に接続されている。一方、超音波プローブ106は、受信サブシステム120に対して超音波受信信号を提供する。受信サブシステム120も、受信信号を表す信号をスキャンコンバータ129に提供する。受信サブシステム120は、さらに、制御サブシステム127にも接続されている。スキャンコンバータ32は、画像データ110を使用して表示用の画像を描画するために受信データを処理するように、制御サブシステム127によって制御される。3040

【0021】

超音波システム131は、超音波プローブ106を通して超音波データを送信／受信し、撮像システム100の動作パラメータを制御するためにユーザにインターフェースを提供し、および、解剖学的構造および／または生理学的構造を表す静止画像と動画像とを形成するのに適しているデータを処理する。画像は、インターフェース表示装置116を介してユーザに提示される。

【0022】

超音波システム131の人間機械インターフェース136は、ユーザからの入力を受け取り、超音波プローブ106の動作を制御するためにこの入力を翻訳する。人間機械インタ50

フェース 136 は、さらに、ユーザに対して表示装置 116 を介して処理済みの画像とデータを提供する。

【0023】

図 2 を参照すると、スキャンヘッド 106 のフレーム 140 が 2 つの側部プレート 1a、1b から成り、これらの側部プレートは近位端部において位置エンコーダ 128 に連結され、かつ、遠位端部においてピボットフレーム 3 に連結されている。位置エンコーダ 128 は、例えば、Renishaw RGB25 のような光学エンコーダであってよい。ノーズピース 20 が、スキャンヘッド 106 の遠位端部に脱着自在に取り付けられることが可能である。側部プレート 1a、1b は、スキャンヘッド 106 を用いた手持ち式のスキャニングと固定式のスキャニングとの両方を可能にするためのハウジングを提供する。これに加えて、このハウジングは、スキャンヘッド 106 に対するケーブル 142 のための歪み解放入口点 / 出口点を提供する。このハウジングは、RF 遮蔽部品を含んでもよい。

10

【0024】

図 3A、図 3B、図 4、および、図 5 を参照すると、1 対のボールベアリング 4 が、ロータアセンブリ 5 を配置するためにピボットフレーム 3 内に配置されており、このロータアセンブリ 5 は、トランスデューサアセンブリ 124 が約 20 度の角度にわたって自由に前後に旋回することを可能にする。ロータアセンブリ 5 は、ヨーク 7 が連結されているピボット管 6 を備える。ピボット軸受 4 を貫通するねじがそれらをヨーク 7 に固定する。アセンブリ 124 のトランスデューサ 8 がピボット管 6 の遠位端部に連結されており、および、その同軸信号ケーブル 8a がピボット管 6 の中を通って延び、および、スロット 6a の中を通って外に延び、および、回路 102 の回路基板 23 に固定されている（図 1A を参考されたい）。ロータアセンブリ 5 の近位端部では、軽量であるが硬質のパドル 9 が、ロータコイル 10a、10b と、エンコーダコードトラック 12 と、ホールセンサ磁石 13 とを支持する。可とう性の同軸ケーブル 14 が、トランスデューサ同軸ケーブル 8a とは反対側の側部から、ロータアセンブリ 5 から延びる。これらの両方は、トランスデューサアセンブリ 124 がスキャンヘッド 106 内で前後に振動する時に他の構造に対する拘束または接触を生じずに自由に曲がるように配置されている。全体の上にプラスチックハウジング 31、31a が嵌め込まれている。取付ナット 32 がアセンブリ上の 2 つのハウジング半分部分 31、31a の間に固定されている。この取付ナット 32 は、必要に応じてスキャンヘッド 106 を支持アーム（図示されていない）に取り付けることを可能にするねじ山付きの穴を有する。

20

【0025】

さらに図 3A、図 3B、および、図 4 を参照すると、ノーズピース 20 は音響結合流体 15 を充填されている。スキャンヘッド 106 の遠位端部は音響窓 125 によって密封されており、この音響窓は音響透過性のプラスチックフィルムを備え、および、より詳細に後述される。O リング 17 がノーズピース 20 とピボットフレーム 3 のノーズ 18 との間のシールを形成する。ゴム製のシールダイアフラム 19 がノーズ 18 とピボットフレーム 3 との間に配置されており、流体密シールを形成する。シールダイアフラム 19 内のピボット管 6 のための穴がピボット管よりも小さく、および、シールダイアフラム 19 が組立中にピボット管 6 上に配置される時に密封シールを形成するので、別の流体密シールがシールダイアフラムとピボット管 6 との間に形成される。動作中は、シールダイアフラム 19 は屈曲し、流体密シールをそのシールダイアフラム 9 とピボット管 6 との間に維持しながらピボット管 6 が前後に振動することを可能にする。シールダイアフラム 19 の屈曲の度合いを小さくするために、このシールダイアフラム 19 は、概ねピボット管 6 のピボット点付近においてそのピボット管 6 に接触する。ヨーク 7 は、このピボット点を跨いでシールダイアフラム 19 を通り越える。例えばバヨネットタイプのロック機構を含むロッキングプレート 34 がノーズピース 20 の背面上に配置されている。ノーズピース 20 がノーズ 18 上に配置される時に、2 つのねじ 34a の頭部がロッキングプレート 34 内の穴を貫通する。一方向の約 10 度の回転が、ねじ 34a の軸部がロッキングプレート 34 内

30

40

50

の短い湾曲したスロットの中を移動して、図に示されているようにねじ34aの頭部を閉じ込め、ノーズピース20をスキャンヘッドピボットフレーム3にロックすることを引き起こす。この動作を単純に逆転させることによってノーズピース20が取り外されることが可能であるということに留意されたい。充填口35が、ノーズピース20内の中空空洞15に音響流体を最初に充填するために、および、出現する可能性があるあらゆる気泡を取り除くために空洞15に定期的にアクセスするために使用される。

【0026】

再び図3A、図3B、および、図4を参照すると、トランスデューサアセンブリ124はピボット管6の遠位端部に取り付けられ、流体密シールを形成する。動作中は、トランスデューサ8の遠位面が、音響窓125から定距離（非限定的な例としては、0.5mmから1mm）のままである。トランスデューサ8に信号を搬送しおよびトランスデューサ8から信号を搬送する同軸電気ケーブル8aがピボット管6の中心を通って延び、および、ピボット軸の付近のスロット6aを通って外に出て、したがって同軸ケーブル8aの動きを最小限に保つ。スロット6aと近位端部における成端点すなわち小さなプリント配線基板（PWB）23との間に位置している同軸ケーブル8aの弛んだ長さ部分が、動作中の相対運動を吸収する。このために、同軸ケーブル8aと同軸ケーブル14は、長期の屈曲寿命を有するように作られている。例えば、ケーブル8a、14は、可とう性を強化するように、小さい直径（約1mm）と細い導体とを使用して作られることが可能である。PWB23は、トランスデューサ8から到着する信号のための前置増幅器を含み、および、2つのホールセンサ13からの信号、電力、および、接地線のための終端点として機能する。PWB23は、さらに、ケーブルキャップ33とエンコーダケーブル25aとを通過してスキャンヘッド106の中に入るワイヤ21を受け入れる。

【0027】

図3A、図3B、および、図4を参照すると、図6にも番号10として組み合わせた形で示されているロータ巻線10a、10bと、エンコーダコードトラック12と、ホールセンサ駆動磁石13とのすべてが、ピボット管6の近位端部に接着されている。特に、中間支持構造27が、ロータ巻線24を支持するための軽量かつ硬質の芯を形成する、例えば薄い（0.1mm）エポキシガラス基板とエンコーダコードトラック12との間にサンドイッチされている、硬質のポリエチレン発泡体で形成されることが可能である。

【0028】

図3Bと図4とを参照すると、裏当て鉄板2、2aが側部プレート1a、1bの内側表面に取り付けられている。界磁石28、28aがそれぞれに裏当て鉄板2、2aに接着されている。界磁石28、28aは、対向面に対して垂直なその薄さ方向に磁化されている。各々の磁石28、28aは4つの磁極を有する。各面の一方の半分がN極であり、他方の半分がS極である。ロータアセンブリ5は、2つの磁石28、28aの間のギャップの中を前後に移動する。磁石28のS極は磁石28aのギャップを挟んでN極に対向する。磁石28のN極は磁石28aのS極に対向する。互いに反対方向に極性が与えられている互いに対向する磁石28、28aの間には2つの磁極ギャップが存在する。ロータコイル10の一部分10aが、一方の磁極ギャップの範囲内で振動するように抑制されており、および、別の部分10bが他方のギャップの中で振動する。

【0029】

図5を参照すると、この図には、ロータアセンブリ5を含むスキャンヘッド106の分解図が示されている。

【0030】

図6を参照すると、トルクモータ130が、限定された角度にわたって、すなわち、約10-14度の角度にわたって旋回軸上でピボット管または支持アーム6を回転させる。トランスデューサアセンブリ124は支持アーム6の一方の端部に連結されており、および、位置エンコーダのコードトラック12はその他の端部に連結されている。アセンブリ124のトランスデューサ8は、集束超音波ビームがピボット点から離れていく形でピボット管6の縦軸線に沿って方向付けられるように意図されている。ケースとノーズピー-

10

20

30

40

50

ス 2 0 は、トランステューサ 8 がノーズピースセクション 2 0 内に位置しているように、トルクモータ 1 3 0 と位置エンコーダ 1 2 8 とトランステューサ 8 を取り囲む。ノーズピース 2 0 は水（または、超音波を伝導するのに適した他の媒質）で満たされており、トルクモータ 1 3 0 と位置エンコーダ 1 2 8 はシール 1 9 のせいで乾燥している。ピボット管 6 は、ピボット管 6 が前後に動くことを可能にする可とう性シール 1 9 を通り抜ける。音響窓 1 2 5 はノーズピース 2 0 の端部に配置されることが可能である。

【 0 0 3 1 】

スキャンヘッド 1 0 6 内で使用される位置エンコーダ 1 2 8 は、例えば、1ミクロン（ μm ）の分解能が可能な光学エンコーダである。位置エンコーダ 1 2 8 は、本明細書ではエンコーダコードトラック 1 2 と呼ばれている網目状のテープストリップと協働して機能する。位置エンコーダ 1 2 8 は、エンコーダコードトラック 1 2 上の網目がその位置エンコーダ 1 2 8 に関連したセンサを通過する時に、この網目の通過をカウントするために、光センサを使用する。このセンサは、ピボット管 6 の近位端部 1 5 0 の両方の移動方向を検出し、および、1ミクロンの範囲内でピボット管 6 の遠位端部 1 5 2 の移動位置を追跡することが可能である。

【 0 0 3 2 】

再び図 6 を参照すると、エンコーダコードトラック 1 2 は、ピボット管 6 のピボット点 1 5 4 から既知の半径方向距離において、スキャンヘッド 1 0 6 のピボット管 6 の後部に連結されることが可能である。エンコーダコードトラック 1 2 は、ピボット管 6 によって描かれる弦に対してそのエンコーダコードトラック 1 2 がどんな位置でも接線方向にあるような半径を有する高精度の表面に取り付けられている。ピボット管 6 が旋回するにつれて、エンコーダコードトラック 1 2 が位置エンコーダ 1 2 8 内の光センサの下を前後に通過する。その結果が、エンコーダコードトラック 1 2 が固定されている半径におけるピボット管 6 の遠位端部 1 5 2 の位置の数値化である。位置情報が、ピボット管 6 の他方の端部上のピボット点から同一の半径方向距離に位置しているトランステューサ 8 の位置を求めるために使用されることが可能である。ピボット点 1 5 4 から測定された近位端部 1 5 0 と遠位端部 1 5 2 の互いに異なる距離も、必要に応じて使用されることが可能である。位置エンコーダ 1 2 8 とピボット管 6 の近位端部 1 5 0 との間の光結合が、位置エンコーダ 1 2 8 とトランステューサ 8 からの回路 1 0 2 とによって発生させられる電子ノイズの伝達を減少させる。

【 0 0 3 3 】

トランステューサ 8 は、高周波数单一エレメント集束ピエゾ電気超音波トランステューサであることが可能であり、周波数は 3 0 M H z よりも高く、および、約 4 0 M H z であることが可能である。トランステューサ 8 は R F 電気パルス 1 0 4 を入力として受け取り、回路 1 0 2 の動作の送信段階中に出力として超音波音響パルス 1 0 4 を発生させる（図 1 A と図 1 B とを参照されたい）。これとは逆のプロセスが、トランステューサ 8 に対する入力が、データ 1 1 0 によって表されている無線周波数電気信号にトランステューサ 8 によって変換される超音波音響パルス 1 0 4 であるように、受信段階中に行われる。スキャンヘッド 1 0 6 内で使用されるトランステューサ 8 は、空洞 1 5 内の音響媒質に対する適切な音響的整合を確実なものにするように製造された広帯域トランステューサ 8 であることが可能である。

【 0 0 3 4 】

ピボット管 6 は、そのピボット管 6 がその中点 1 5 4 を中心に旋回するように軸受アセンブリ 4 によって固定されている超軽量のステンレススチール管であることが可能である。トランステューサ 8 はピボット管 6 の一方の端部に連結されており、一方、エンコーダコードトラック 1 2 はピボット管 6 の他方の端部に連結されている。このピボット管 6 は、軸受アセンブリ 4 とエンコーダコードトラック 1 2 との間にトルクモータ 1 3 0 のコイルを収容し、それによってトルクモータ 1 3 0 の一体的部分を形成する。管材料で形成されているピボット管 6 は、さらに、トランステューサ同軸ケーブル 8 a のための導管としても機能する。

10

20

30

40

50

【0035】

図7を参照すると、ピボット軸軸受4は、1対のボールベアリングと、ピボット管6を保持する軸外しクランプすなわち片寄りクランプ146とを含む。片寄りクランプ146は、ケーブル8aの配線のために、および、ピボット管6に対する機械的な取り付けおよび取り外しのために、ピボット管6のピボット点がアクセス可能な状態のままであることを可能にする。軸受4は、ピボット点154を中心とした高度に反復可能な一軸回転を確実なものにするために、高精度の軸受と正確に機械加工された構成要素とを有する形に製造されることが可能である。片寄りクランプ146は、その一方の端部においてピボット管6に連結されており、および、その他方の端部においてピン148を介してピボット点154に取り付けられている。

10

【0036】

可とう性シール19がピボット管6の中点に取り付けられることが可能であり、および、ノーズピース20のバヨネット迅速着脱アセンブリの後部がロッキングプレート34と2つのねじ34aとを備える。シール19は、ピボット管6とノーズピース20との間に流体密シールを形成するように締め付け固定されているエラストマー膜で作られることが可能である。シール19は、乾燥状態のままであるハウジングの残り部分から流体充填されたノーズピース20を隔離する。

【0037】

2つのホールセンサ13が、そのそれぞれのセンサ13を通過するピボット管6の移動を検出するように、スキャンヘッド106のハウジングの中に配置されている。これらのセンサ13は、トルクモータ130の最大安全作動量において信号を生じさせるように配置されている。リミットスイッチ13が、そのシステムをゼロ偏差、定位置、すなわち、平常位置に戻すために使用されることが可能であるように、そのリミットスイッチ13もピボット点154を中心として互いに対称に配置されている。

20

【0038】

ノーズピース20内の中空の空洞15が流体で満たされることが可能である。ノーズピース20は、音響窓125が取り付けられることが可能な取付構造を提供する。ノーズピース20は、流体が中を通して空洞15に加えられるかまたは空洞15から取り除かれてよい充填口35としての排出/充填ねじを特徴とする。ノーズピース20は、流体密シールを確保すると同時に道具を必要とせずにそのノーズピースが迅速に取り外されて取り替えられることを可能にする、バヨネット型迅速着脱アセンブリの一部分を含むことが可能である。

30

【0039】

音響窓125は、空洞15内の流体に対して適切に音響的に整合している材料の薄膜を含む。この音響窓15は、トランスデューサの移動の全長（例えば、約0.5mmから約1mm）にわたってトランスデューサ8の表面に対して近接しておりかつ垂直のままであるような位置に保持されることが可能である。音響窓を形成する材料は、既知のバルク音響特性に基づいて最初に選択または拒否された。この膜は、例えば1.5 megarayleのような1.3megarayleから1.7megarayle(MRayle)の範囲内の音響インピーダンスを示すように選択されることが可能である。この薄膜が取り付けられる方法のような機械的な制約条件が、音響窓125としての使用に関する音響インピーダンスとその結果として生じる適合性とに影響する。音響窓を形成することができる材料は、約0.9μmから約4.5μmの範囲内の厚さのポリエステルフィルム、5μm、10μm、15μm、25μmの厚さのポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、15μm、25μm、50μmの厚さの低密度ポリエチレン(LDPE)、2μmの厚さのポリカーボネート、4μmの厚さのポリプロピレン、60μmの厚さのラテックスエラストマー、および、25μmの厚さのシリコーンエラストマーを含み、音響窓125を形成する膜に対する超音波ビームの入射角を90度から110度に変化させることを含む様々な構成において試験された。これらの材料と厚さは、30-40MHzのトランスデューサ周波数に関して使用された。周波数が増大するにつれて、より薄い膜が使用さ

40

50

れることが可能だった。さらに、封入された結合流体が、音響窓 125 の膜との音響的整合を改善するために変更されることが可能だった。例えば、エチレンギリコール、トリエチレンギリコール、水、軽パラフィン油、および、様々なグリコール水溶液が使用されることが可能である。結合流体としての水と、厚さ 25 μm の LDPE 膜とが、音響窓 125 のための膜として使用されることが可能である。さらに、厚さ 5 μm または厚さ 15 μm の PTFE で形成された音響窓 125 が設けられる。これに加えて、薄いシリコーンエラストマーも、音響窓 125 を形成する膜のために提供されることが可能である。音響窓 125 は、ノーズピース 20 とスキャンヘッド 106 の外部環境との間の流体密シールを維持する。したがって、高周波数超音波トランスデューサ 8 と共に使用される音響窓 125 は薄く、および、空洞 15 内の流体の音響インピーダンスに非常に近い音響インピーダンスを有する材料で構成されることが可能である。10

【0040】

エレクトロニクス回路 102 は、低ノイズ RF 前置増幅器と、スキャンヘッド 106 に対する独自の高忠実度保護回路との両方を提供する。このエレクトロニクス回路 102 は、トランスデューサ 8 を駆動するために使用される高エネルギーパルス 104 から受信サブシステム 120 内の高感度の受信機器を保護する。低ノイズ前置増幅器は、最小限の歪みしか伴わずにトランスデューサ 8 の信号を増強する。

【0041】

再び図 3A、図 3B、および、図 4 を参照すると、スキャンヘッド 106 の動作中に、直流 (DC) 電圧信号が同軸ケーブル 14 を通してロータコイル 10 を通して印加される時に、ロータコイル部分 10a 内とロータコイル部分 10b 内で電流によって発生させられるローレンツ力が同一の符号で作用し、印加電圧の極性に応じてロータアセンブリ 5 がピボット軸受 4 を中心として時計回りまたは反時計回りに回転することを引き起こす。スキャンヘッド 106 が起動されると、ロータアセンブリ 5 をその移動範囲の一方の終端に向けて駆動するために、DC 電圧信号がロータコイル 10 に印加される。ロータアセンブリ 5 が動程の終端に達する前に、ホールセンサ 13 が、その動程の各終端に 1 つずつ側部プレート 1a、1b に固定されている 2 つのホールセンサ磁石 26、26a の一方をトリガする。制御サブシステム 127 は、ロータに供給される電圧の極性を反転させることによって応答し、他方のホールセンサ 13 がトリガされるまでロータアセンブリ 5 を反対方向に駆動する。この間はずっと、位置エンコーダ 128 がエンコーダコードトラック 12 を読み取り、および、ホールセンサ 13 によって示された 2 つの動程終端事象 (end-of-travel event) に対するトランスデューサ 8 の相対的な位置を求める。その次に、制御システムは、どんな経路または速度プロファイルがコントローラの中にプログラミングされようと、位置フィードバックのために位置エンコーダ 128 からの信号を使用して、トランスデューサ 8 を前後に駆動することが可能である。2030

【0042】

例えば、M モードとドップラーが、スキャンヘッド 106 が適合している 2 つの他の動作モードである。これらのモードのどちらでも、ロータアセンブリ 5 は、一般的には、入力コマンドのための人間機械インターフェース 136 に組み合わされているジョイスティックを使用するオペレーターの操作によって、定位置へと電気的に駆動される。オペレーター (図示されていない) が、定期的に更新される、表示装置 116 上の時間的に静止した画像または一連の画像を目視し、および、トランスデューサ 8 が向いている方向を操作することが可能である。トランスデューサ 8 が向いている方向の電子的な表現 144 (図 1A) が、表示装置 116 上の超音波画像の上に表示されることが可能であり、および、視覚的フィードバックのために使用されることが可能である。組織の診断撮像のためには、超音波の伝搬経路が、組織の音響インピーダンスに非常に近い音響インピーダンスを有する水または他の流体の内部に完全に入っているべきである。空気ギャップ、または、音響インピーダンスの非整合を生じさせる伝搬経路中に位置した材料が、不要な反射の原因となる可能性があり、この不要な反射は、表示装置 116 上の画像の中の人工物として現れる。一般的に、水に非常に類似した音響特性を有するカップリングゲルが、スキャンヘッド 14050

0 6 と撮像対象の組織との間で使用されることが可能である。

【 0 0 4 3 】

さらに、位置エンコーダ 2 9 およびエンコーダコードトラック 1 2 と連携するトルクモータ 1 3 0 はクローズドループで動作する。これらはサーボモータとして作動し、および、ピボット軸受 4 によって所定の位置に固定されることが可能なピボット管 6 が制御された仕方でピボット軸 1 5 4 を中心として前後に回転するように、プロセッサ 1 3 4 に関連したモータ制御システムによって制御される。トランスデューサ 8 は、エンコーダコードトラック 1 2 とは反対側のピボット管 6 の端部に固定されることが可能である。ピボット管 6 はトランスデューサ 8 を動かし、トランスデューサ 8 は、流体充填ノーズピース 2 0 内を前後にスキャンさせられる。トランスデューサ 8 の位置は 1 ミクロンの範囲内で常に知られている。トランスデューサ 8 は、回路 1 0 2 を介して受信されて増幅された後にプロセッサ 1 3 4 に送られる超音波情報を送信 / 受信する。設計の軽量で精密な性質によって、このプロセスは 1 5 H z で行われることが可能であり、このことが表示装置 1 1 6 における画像データ 1 1 0 の表示のためのリアルタイム画像の生成を可能にする。トランスデューサ 8 を 1 5 H z の周波数で動作させることは、トランスデューサ 8 の動作範囲内のそのトランスデューサ 8 の 2 つのスイープが 1 ヘルツに等しいので、3 0 フレーム / 秒のフレームレートに等しい。さらに、トランスデューサ 8 の振動周波数が、フレームレートを増大させるために増大させられることができある。さらに、トランスデューサによって送信される超音波エネルギーの周波数に応じて、超音波システム 1 3 1 は、3 0 ミクロノンよりも小さい空間分解能を有する画像を提供する。例えば、約 2 5 M H z の周波数では、空間分解能は約 7 5 - 1 0 0 ミクロンである。トランスデューサ周波数が増大するのに応じて、空間分解能が向上する。4 0 M H z から 6 0 M H z の範囲内の高いトランスデューサ周波数では、空間分解能は 3 0 ミクロンを超えるだろう。トランスデューサの高い動作周波数と、約 1 μ m の精度でのトランスデューサの高精度の機械的位置決めとが、3 0 μ m を越える空間分解能を有するリアルタイム超音波画像を超音波システム 1 3 1 が提供することを可能にする。10

【 0 0 4 4 】

さらに、スキャンヘッド 1 0 6 は、手持ちでの使用、または、固定具上での使用のために設計されることが可能である。スキャンヘッド 1 0 6 は、さらに、水浴中の浸水型スキヤナとしても使用されることが可能であり、または、スキャンされるべき組織に対してゲルによって結合されることが可能である。これらの状況では、音響窓 1 2 5 の膜は取り除かれてもよい。30

【 0 0 4 5 】

要約すると、スキャンヘッド 1 0 6 は、トランスデューサ 8 と撮像される被写体 1 0 8 との間の良好な音響結合を維持しながら扇形の円弧の形に超音波トランスデューサ 8 を振動させる電動ハンドヘルド撮像装置である。位置エンコーダ 1 2 8 は、リアルタイム位置情報を制御システムプロセッサ 1 3 4 に送る。トランスデューサ 8 が移動するにつれて、位置エンコーダ 1 2 8 からの信号が送信パルス 1 0 4 をトリガし、および、これらのパルス 1 0 4 の間に収集された結果的に得られたデータストリーム 1 1 0 が表示装置 1 1 6 上の視覚的出力を含む電子画像の形で表示されるべき位置を、システムプロセッサ 1 3 4 に通信する。スキャンヘッド 1 0 6 は、3 0 フレーム / 秒のフレームレートに相当する 1 5 H z までおよび 1 5 H z を超えるレートで、制御された形で約 1 0 m m の距離にわたって流体環境内でトランスデューサ 8 を連続的に前後に移動させることができる。スキャンヘッド 1 0 6 内の位置エンコーダ 1 2 8 は、1 μ m の精度でリアルタイムでトランスデューサ 8 の位置を記録することが可能であり、および、1 μ m の精度でスキャン領域内の任意の位置にトランスデューサ 8 を位置決めすることができます。スキャンヘッド 1 0 6 は、超音波エネルギーが中を通して撮像される被写体 1 0 8 に向けて送られることが可能な音響窓 1 2 5 を含む。音響窓 1 2 5 は、最小限の減衰および / または反射を伴って高周波数超音波を送信することを可能にする。スキャンヘッド 1 0 6 は、容易に手で保持されるのに十分なコンパクトな大きさであることが可能であり、および、1 5 H z の機械的40

ピボット旋回 / スキャニング / 位置決めシステムによって $1 \mu\text{m}$ までの位置決め精度を実現することが可能である。音響窓 125 は、60 MHz を越える周波数の高周波数超音波エネルギーの送信に適合していることが可能である。スキャンヘッド 106 は、スキャン平面 112 に関して約 $8 \text{ mm} \times$ 約 8 mm の撮像領域において $30 \mu\text{m}$ よりも小さい画像分解能を有することが可能である（図 1A を参照されたい）。

【0046】

スキャンヘッド 106 は、単一の可動部品と、ピボット管 6 と、可動コイルタイプの制限角度トルクモータ 130 を使用する。非可動の界磁石 28、28a が比較的大きく、かつ、ロータ巻線 24 を横断する非常に高い B 磁界を維持する、ネオジム鉄ボロンを非限定的な一例とする高エネルギー生成物で作られているので、トルクモータ 130 は、少しの消費電流で大きなトルク力を生じさせる。可動コイルタイプのモータを使用することの別の利点が、ロータ質量と回転慣性とが最小化されることが可能だということであり、このことが電力消費と振動との低減に役立つ。 40 MHz 以上で撮像される被写体 108 内の小さい構造が迅速な移動に関連している場合が多い。したがって、こうした設計は、60 フレーム / 秒に相当する 30 Hz 以上の動作速度を可能にする。

10

【0047】

可とう性シール 19（図 4 を参照されたい）は、その可とう性シール 19 の反対側の要素から空洞 15 内の流体を隔離する。可とう性シール 19 は、その可とう性シール 19 がピボット管 6 に取り付けられることができ可能な箇所をピボット軸受 4 が跨ぐことを可能にするために、片寄りクランプ 140 を使用することによってロータアセンブリ 5 のピボット点 154 の付近に配置されることが可能であり、このことが可とう性シール 19 上の応力を最小化するのを促進する。可とう性シール 19 の取り付けは、可とう性シール 19 内の穴とピボット管 6 との間の単純な摩擦ばめによって実現されることが可能である。可とう性シール 19 は、高い疲労寿命を有するポリウレタンエラストマーで作られることが可能である。

20

【0048】

音響流体中に沈められているピボット管 6 の一部分と、全体的に沈められていることが可能なトランスデューサ 8 とが、中性浮力があるように設計されることが可能である。動作中は、中性浮力が、そうでない場合にトランスデューサ 8 とピボット管 6 との動きの結果として生じる可能性がある振動を打ち消すのを促進することが可能である。実際に、本発明の別の実施形態では、ピボット点 154 の両側の振動機構全体が中性浮力を有するよう調整されることが可能であり、および、音響流体内に完全に沈められている形で動作する。このことが、そうでない場合にオペレータと被写体 108 とに伝達されることなる振動の概ねすべてを取り除くのに役立つ。

30

【0049】

さらに、ノーズピース 20 は、オペレータによる容易な取り外しと交換とが可能である。ノーズピース 20 の容易化された取り外しと交換とが、壊れた音響窓 125 または汚染した音響空洞の交換を容易にする。ノーズピース 20 が取り付けられる時に最初に音響流体を空洞 15 に充填するために、および、使用によって音響流体中に気泡が生じる場合にその気泡を追加の流体と入れ替えるために、充填口がノーズピース 20 の側に設けられることが可能である。単純なバヨネット型のねじりロックが、ノーズピース 20 をスキャンヘッド 106 の本体に固定するために使用されることが可能である。特定の用途においてそうであるように、ノーズピース 20 が無菌でなければならない場合には、ノーズピース 20 が使い捨てであることが可能である。こうした交換可能なノーズピース 20 の不可欠な部品が、射出成形プラスチック部品であることが可能な、ノーズピースの基部にヒートシールされているかまたは他の形で取り付けられている、薄いプラスチックで作られた無菌のドレープ（drapē）またはシース（sheath）であることが可能である。スキャンヘッド 106 は、さらに、必要に応じて音響窓 125 が取り外された形で作動させられることが可能である。

40

【0050】

50

図8を参照すると、スキャンヘッド106は、必要に応じて、適切な可とう性シール19によってアーム6の往復移動を可能にするように設計されることが可能である。可とう性シール19は、必要に応じて、アコーディオン設計であることも可能である。

【0051】

スキャンヘッド106の別の実施形態が図9と図10に示されている。参考番号206を使用して示されているスキャンヘッドのこの実施形態は、上述の説明から理解される上述の実施形態の構成要素に機能において類似している多くの構成要素を有する。スキャンヘッド206は、スキャンヘッド206の構成要素のすべてを支持することが可能なシャーシ215を含む。回路基板224がスキャンヘッド206の中に一体化されている。シャーシ215は、歪み解放クランプ基部225aと、歪み解放クランプ225bと、シャーシ215の近位端部においてケーブルアセンブリ226bを確実に保持するための歪み解放226aとを支持する。ケーブルアセンブリ226bは回路基板224上の電気コネクタ229a、229bに接続する。回路基板224は、モータ制御要素と位置監視回路とを含み、および、超音波システム131内のトランスデューサと処理要素との間でRF信号を通信する（図1Bを参照されたい）。

【0052】

シャーシ215はピボットフレーム208を支持し、一方、このピボットフレーム208は、シャーシ215の遠位端部において電機子240（図11）に取り付けられているヨーク212を支持する。電機子240は、図11を参照してさらに詳細に後述される。

【0053】

バヨネット型のロックプレート205aが、ピボットフレーム208に装着されているノーズ205の上の固定具と連結する。ロックプレート205aは着脱自在なノーズピース201aに取り付けられている。ノーズピース201aは、その一方の端部に取り付けられている膜201bを含む音響窓を有する。ノーズピース201aは結合流体空洞201cを取り囲む。ノーズピース201aとロックプレート205aとを含むアセンブリが、バヨネット型のロックシステムを介してスキャンヘッド206上に取り付けられている。

【0054】

結合流体空洞201cはトランスデューサ202aを取り囲み、および、トランスデューサ202aは支持アーム203に取り付けられている。トランスデューサ202aはトランスデューサ同軸ケーブル202bに接続されており、トランスデューサ同軸ケーブル202bの反対側の端部は回路基板224に接続されている。ノーズピース201aは、結合流体で結合流体空洞201cを満たすための充填口を含む。充填口は充填口ねじ204で密封されている。成形ゴムシール207が支持アーム203上に取り付けられており、および、流体空洞201cとピボットフレーム208との間に配置されている。

【0055】

軸受予荷重ねじ209と、精密ラジアルボールベアリング208aと、固定用ねじ210aとを含む軸受アセンブリが、小さい半径方向の抗力と実質的にゼロの半径方向または軸方向の遊びとを伴って、電機子アセンブリ240をピボットフレーム208に固定する。支持アーム203を跨いでおりかつロータ接着ピン214によってロータ218に固定されているヨーク212が備えられている。

【0056】

図12に示されているスキャンヘッド206の部分アセンブリ250が、背部裏当て鉄板216aと、1対の裏当て鉄柱227a、227bと、背部界磁石217aとを含む。磁石ワイヤコイル218bが、トルクモータの電機子を形成するためにロータ218の周りに巻き付けられている。光学エンコーダコードトラック219が、トルクモータの動きに対してすべての箇所で接線方向にあるようにロータ218の一方の端部に取り付けられている。光学エンコーダ読み取りヘッド220が、図12に示されているように、エンコーダ調整スライド223aに固定されている。エンコーダ調整スライド223aがスライドして、電機子240に固定されているエンコーダコードトラック219に対して相対的

10

20

30

40

50

に光学読み取りヘッド 220 を調整することが可能であるように、エンコーダ調整スライド 223a はシャーシ 215 に嵌合させられている。この動きは高精度でかつ制御されており、および、エンコーダ読み取りヘッド 220 が、そのエンコーダ読み取りヘッド 220 において最大の信号強度が得られるように最適の位置にある時に、読み取りヘッド調整スライド 223a が読み取りヘッド止めねじ 223c によって所定の位置にロックされる。光学エンコーダが集束させられているので、この光学エンコーダは反射性のエンコーダコードトラック 219 から既知の距離に位置合わせされることが可能である。この距離は最大のエンコーダ信号に対応する。読み取りヘッド調整ねじ 223b に連結されているコイルばね 223d がバックラッシュの防止に役立つ。エンコーダコードトラック 219 と組み合わされている光学読み取りヘッド 220 が、 $1 \mu\text{m}$ の精度で電機子 240 の位置が記録されることを可能にする。シャーシ 215 に対する電機子 240 の絶対位置を求めるために、および、電機子 240 の行程超過を防止するために、1 対の光学リミットスイッチ 221a が回路基板 224 上に備えられている。ロータ 218 に取り付けられている反射性表面 221b が光学リミットスイッチ 221a から信号を反射する。

【0057】

図 9 と図 10 とに示されているように、シャーシ 215 は迅速解除強固取付ジャック (quick release hard mount jack) 222a を含む。この機構は迅速解除アセンブリの一部分であり、この迅速解除アセンブリについては、図 13 と図 14 を参照してさらに詳細に後述する。

【0058】

ケース頂部 233 と、ケース底部 234 と、ケースガスケット 228 とを含むケースが、スキャンヘッド 206 の内部構成要素の周囲の流体密シールを実現する。ケース頂部 233 とケース底部 234 とケースガスケット 228 は、RF 遮蔽を改善するために導電性被覆物 251 で被覆されている。

【0059】

図 11 を参照すると、電機子 240 と、支持アーム 203 と、トランスデューサ 202a と、成形シール 207 とが、より詳細に示されている。電機子 240 は精密機械加工された構成要素から作られることが可能であり、このことが、上述の実施形態で使用される複合構造に比較して、量産性を向上させ、コストを低減させ、性能を改善する。支持アーム 203 は着脱可能であり、および、支持アーム取付台 213 と 2 つの段付きボルト 231a、231b とによって取り付けられることが可能であり、これらの段付きボルト 231a、231b はヨーク 212 とロータ 218 との中の精密穴の中に配置されている。したがって、破損したトランスデューサ 202a および / または成形シール 207 は、電機子 240 全体を交換することなしに交換されることが可能であるということが理解されるだろう。

【0060】

エンコーダコードトラック 219 は、ばね鋼基体から作られている。エンコーダコードトラック 219 は、そのエンコーダコードトラック 219 を事前に折り曲げることを避ける技術を使用して取り付けられることが可能である。この事前折り曲げはエンコーダコードトラック 219 に損傷を与える可能性がある。2 つのエンコーダコードトラック保持器 230a がその各端部においてエンコーダコードトラック 219 を保持し、ばね鋼がロータ 218 の正確な湾曲を描くように強制する。エンコーダコードトラック保持器 230a は、ねじ 230b を使用して所定の位置に固定されている。この代わりに、軽量の糸がねじ 230b の周りに結びつけられて、例えば接着剤を使用してエンコーダコードトラック 219 の端部に接着されてもよい。

【0061】

この実施形態のスキャンヘッド 206 は、22 度以上のスイープ角度を与える。このスイープ角度は、ホールセンサ 13 と 2 つのホールセンサ磁石 26、26a とリミットスイッチ 221a とによって画定されるトランスデューサ 202a の動きを意味する。着脱自在な支持アーム 203 によるスイープ角度の増大に加えて、製造中、または、現場での点

10

20

30

40

50

検修理中といった製造後に、異なる撮像要件に適応するように支持アーム 203 の長さが変更されてもよい。支持アーム 203 は、トランステューサ 202a がエンコーダコードトラック 219 よりもピボット点 154 から約 20% より遠く離れているような長さであることが可能である（図 9 を参照されたい）。この構成が、トランステューサ 202a において測定される 15 mm を越えるスキャン幅を実現する。

【0062】

この実施形態におけるスキャンヘッド 206 は剛体のシャーシ 215 上にアセンブリされている。このスキャンヘッド 206 は、ケース 233、234 なしで所定の位置で試験が行われることが可能であるように、シャーシ 215 上で機能性を完全なものにするようにアセンブリされることが可能である。したがって、シャーシ 215 の設計は、ワイヤ配線と歪み解放との確認、電気的な検査、光学エンコーダ読み取りヘッド 220 の調整、および、リミットスイッチ 221a の機能検査を可能にする。10

【0063】

図 13 と図 14 を参照すると、迅速解除強固取付がより詳細に示されている。この迅速解除機構は、スキャンヘッド 206 を迅速に着脱するために、ばね式バヨネット止め具を使用する。迅速解除強固取付プラグ 222b が、迅速解除強固取付ジャック 222a の近位にある端部に位置決めピン 222c を含む。強固取付プラグ 222b は、位置決めピン 222c に隣接した迅速着脱式の上部機能 222d と、位置決めピン 222c に隣接したコイルばね 222f とを含む。位置決めピン 222c は、スキャンヘッド 106 が正確な 90 度の増分で取り付けられ、および、再取り付けされることを可能にする。図 14 に示されているように、保持リング 222e が、強固取付ジャック 222a に取り付けられている時に、強固取付プラグ 222b に押し当たる。20

【0064】

図 15 を参照すると、ノーズ 205 がより詳細に示されている。このノーズ 205 はガスケット突起 206b を含み、このガスケット突起 206b は、ノーズ 205 とピボットフレーム 208 との間で成形シール 207（図 11）を締め付ける時に、その成形シール 207 に対する損傷を防止する。シール 207 は、柔軟な可とう性のエラストマーで作られることが可能である。この成形形状は中央に位置した休止位置を与え、および、動作中におけるシール 207 の引張りモードの変形を排除する。これとは対照的に、平らなシールは動作中に曲げと引っ張りの両方を受け、その結果としてモータ上に 2 つの異なった荷重を生じさせるが、これは補正が困難である。成形シール 207 は、自動車のギアシフト上のシフターブーツ（shifter boot）のように設計されることが可能である。この成形シール 207 は曲げ変形だけしか受けず、このことはモータ上のより小さくかつより均一な荷重を結果的に生じさせる。30

【0065】

スキャンヘッド 206 は、モータ制御機能と位置監視機能と RF 信号送受信とを統合する一体型の回路基板 224 を含む。これに加えて、回路基板 224 は光学リミットスイッチ 221a を収容する。回路基板 224 は予め作られて試験されることが可能である。この回路基板 224 は、ピボット点のほぼ上方に接続点を配置することによって、トランステューサ同軸ケーブル 202b とモータワイヤ 232 との配線がモータ上で最小限の抗力で行われることを可能にする。40

【0066】

ケース 233、234 は無荷重軸受であることが可能であり、スキャンヘッド 206 の純粋に保護的な部品であることが可能である。このケースはスキャンヘッド 206 の内部構成要素を防水処理して、これらの内部構成要素が汚染しないように保つのに役立つ。ケース 233、234 は、ねじによってシャーシ 215 に固定されることが可能である。この代わりに、そのケースの 2 つの半分部分 233、234 は、スキャンヘッド 206 を改ざん防止性および耐水性にするために、互いに接着させられるか、または、他の形で互いに付着させられてよい。

【0067】

10

20

30

40

50

ノーズピース 201a は使い捨ての音響窓を含んでもよい。図 17A、図 17B、図 18、図 19A、図 19B、図 20、図 21、図 22、および図 23 を参照すると、ノーズピース 320 と音響窓 330 の構造が示されている。音響窓 330 は、上述の音響窓 125 に類似している。ノーズピース 320 は、流体を受け入れるための充填口 322 を含む。ノーズピース 320 は、取り付けられている時に音響窓 330 に近接している端部に肩部 324 を有する。凹み 326 とリップ (lip) 328 とが、音響窓 330 とのスナップ嵌めを形成するように、肩部 324 に隣接して配置されている。

【0068】

図 17B は、採用随意の囲い板 340 が取り付けられているノーズピース 320 を示す。この囲い板 340 は、液体または生物学的材料による汚染からノーズピース 320 とスキャンヘッド 206 とを保護するために、音響窓 330 に取り付けられている。10

【0069】

図 21 に示されているように、音響窓 330 は、ノーズピース 320 内のリップ 328 と相補形の形状を有する溝 332 を含む。

【0070】

音響窓 330 は、様々な要求の厳しい環境において高周波数高分解能超音波プローブを封入するという特定の課題を克服するように設計されることが可能である。音響窓 330 は、音響性能を過度に損なうことなしに、トランスデューサを保護しつつ無菌環境内で撮像を可能にするための安価な手段を提供する。音響窓 330 は、流体密の機械的スナップオン取付構造を含む成形プラスチックフレームから構成されることが可能である。この音響窓 330 は、永久機械加工ノーズピースの上に「スナップ嵌合」してプローブの流体充填封入ノーズを形成する、成形された使い捨て要素であることが可能である。音響窓をノーズピースに着脱するためには道具は不要である。例えば、音響窓の形状が、単純な転がり運動を使用するトランスデューサのノーズピースに対する取付けを可能にする。音響窓は、覆われるべきノーズピースに応じて任意の形状であることが可能である。超音波透過性材料の薄膜が、フレーム 350 の前面に取り付けられることが可能な膜 352 を形成する。フレーム 350 と膜 352 とが音響窓 330 を構成する。20

【0071】

音響窓の膜を形成する材料の特性と厚さが、封入されるべき特定のプローブの特性に適合するように選択される。例えば本明細書に参考として内容全体が組み入れられている米国特許第 5,479,927 号、同第 5,983,123 号、および、同第 6,574,499 号に開示されている超音波透過性材料のような超音波透過性材料が、音響窓 330 の膜 352 を形成するために使用されることが可能である。一側面では、この超音波透過性材料はポリエステル、ポリカーボネート、アクリル (acrylic)、熱可塑性エラストマー、または、シリコーンエラストマーであることが可能である。超音波透過性材料の例は、非限定的に、E.I.DuPont de Nemours and Company, Wilmington Del. から入手可能な Surlyn™ (登録商標) 8940 および Kapton™ (登録商標) のような Surlyn™ (登録商標) イオノマーと、Mitsui & Co., Tokyo, Japan から入手可能な TPX™ (登録商標) MX-002、TPX™ (登録商標) 95、および、MX-004 のようなポリメチルペンテンと、Teflon™ (登録商標)、Mylar™ (登録商標)、低密度ポリエチレンのようなポリエチレン、ポリカーボネート、ポリプロピレン、および、様々なポリウレタンのフィルムとを含む。一実施形態では、超音波透過性材料は特定の厚さに押出成形され、および、流体密のシールを形成するために音響窓 330 のフレーム 350 に熱溶接されることが可能である。膜 352 の厚さは、選択される超音波透過性材料に応じて様々なだろう。一側面では、膜 352 は 25 μm 以下の厚さを有する。別の実施形態では、膜 352 の厚さは 1 μm から 25 μm の範囲内であることが可能である。膜 352 をフレーム 350 に封着するために使用される方法は、選択される超音波透過性材料に応じて様々なだろう。膜 352 をフレーム 350 に封着する方法の例は、非限定的に、接着剤、溶接技術 (例えば、RF 溶接、超音波溶接、および、熱溶接)、および、メカニカルシ304050

ルを含む。

【0072】

図20と図21を参照すると、スナップ構造がフレーム350内の溝332を含む。音響窓330が取り付けられるノーズピース320はリップ328を含む。このリップ328は、フレーム330内の溝332に対してわずかにオーバーサイズでありかつネガティブであることが可能である。音響窓330は、リップ328と溝332との間に形成されるシールによって、完全に所定位置にある時に押し込み式の嵌合が得られるように、ノーズピース320上に押し付けられることが可能である。この嵌合は、さらに、溝332とリップ328との縫まり嵌めタイプの嵌合によって流体密である。音響窓330をノーズピース320上に嵌合する前に、ノーズピースに結合流体が部分充填されることが可能である。結合流体の例は、非限定的に、水、エチレングリコール、トリエチレングリコール、軽パラフィン油、および、様々なグリコール水溶液を含む。音響窓330を嵌合した後に、気泡が取り除かれて、ノーズピース/音響窓アセンブリが、ノーズピース320の側に配置されている充填口322を経由して結合流体で完全に満たされることが可能である。10

【0073】

周囲環境からのプローブの完全な隔離を必要とする環境の場合には、音響窓330のシース付きの変型が、プローブ全体にわたってケーブルにまで達する形で嵌合するように設計されることが可能なポリエチレンフィルムのヒートシールされたシース340を含む。このシースは、使い捨ての音響窓330の一部分として形成されることが可能であり、したがって、殺菌が必要な時には窓全体とシースとが取り外されて廃棄されることが可能である。20

【0074】

代案の実施形態では、高周波数高フレームレート超音波撮像システムは、被写体の中に挿入されたシリンジ、カテーテル、または、他の侵襲的な要素を撮像するために使用されてもよい。図24は表示装置116上の画像360を示すスクリーンショットである。この画像は胎児368を含む。胎児368は頭部366と子宮362とを含む。超音波システム131は、針364が胎児368の子宮362の中に入る時にその針364を視覚化して案内するために使用されることが可能である。30

【0075】

図25は、高周波数高フレームレート超音波撮像システムの一側面の動作を示す流れ図400である。この流れ図のブロックが、図に示されている順序で、または、図に示されている順序とは異なる順序で、または、同時に実行されてよい。ブロック402では、トランスデューサ8は、少なくとも20MHzの周波数の超音波エネルギーを生じさせる。

【0076】

ブロック404では、超音波エネルギーは送信サブシステム118によって被写体114の中に送信される(図1)。ブロック406では、受信サブシステム120が、戻された超音波エコーパルス104を受信し、および、プロセッサ134とスキャンコンバータ129による処理のために制御サブシステム127にその受信された超音波を通信する。40

【0077】

ブロック408では、表示装置116上の画像を生成するために、受信された超音波が、ソフトウェア123の命令の下でプロセッサ134とスキャンコンバータ129によって処理される。この画像は少なくとも15フレーム/秒(fps)のフレームレートを有する。

【0078】

高周波数高フレームレート超音波撮像システムを幾つかの特定の実施形態について説明してきたが、本明細書に添付されている特許請求項に概説されている高周波数高フレームレート超音波撮像システムの範囲から逸脱することなしに、これらの実施形態の様々な変更が当業者に明らかだろう。50

【図面の簡単な説明】**【0079】**

【図1A】スキャンヘッドシステムの一実施形態を示す図である。

【図1B】図1Aの超音波撮像システムを示すブロック図である。

【図2】図1のシステムのスキャンヘッドの斜視図である。

【図3A】図2のスキャンヘッドの側面図である。

【図3B】図2のスキャンヘッドの平面図である。

【図4】図3BのスキャンヘッドのA-A断面図である。

【図5】図3A、図3B、図4のスキャンヘッドを示す詳細な略図である。

【図6】図4のスキャンヘッドのさらなる詳細を示す図である。 10

【図7】図3Aのスキャンヘッドのさらなる詳細を示す図である。

【図8】ピボット管6の代替動作を示す図である。

【図9】図1Aのシステムのスキャンヘッドの別の実施形態を示す図である。

【図10】図9のスキャンヘッドの縦断面図である。

【図11】図9のスキャンヘッド内の電機子の斜視図である。

【図12】図9のスキャンヘッドの一部分の斜視図である。

【図13】図9のスキャンヘッドの解除アセンブリの分解図である。

【図14】図13の迅速解除アセンブリの組立図である。

【図15】図9のスキャンヘッドのシールの斜視図である。

【図16】試験構成における図9のスキャンヘッドの斜視図である。 20

【図17A】図9のスキャンヘッドのノーズピースの斜視図である。

【図17B】採用随意の囲い板を伴って示されている図17のノーズピースの斜視図である。

【図18】四散された位置における図17のノーズピースの別の図である。

【図19A】図17の側面図である。

【図19B】図19Aの詳細図である。

【図20】図17の断面図である。

【図21】図17の一部切取図である。

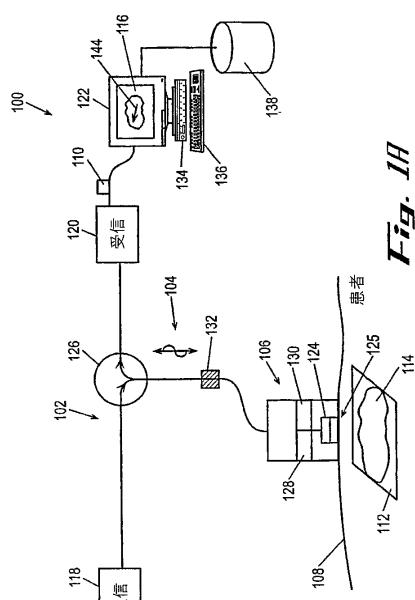
【図22】図17のノーズピースの端面図である。

【図23】図17の音響窓の端面図である。 30

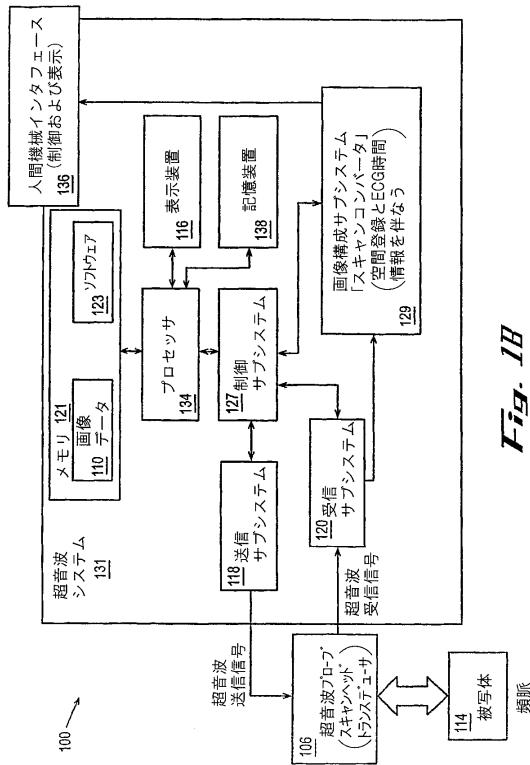
【図24】表示装置上の画像を示すスクリーンショットを示す図である。

【図25】高周波数高フレームレート超音波撮像システムの一側面の動作を示す流れ図である。

【図1A】



【 図 1 B 】



【 図 2 】

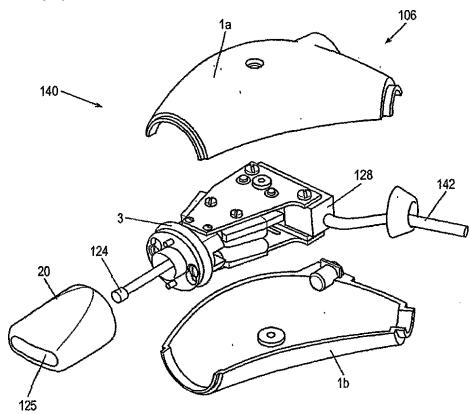


Fig. 2

【図3A】

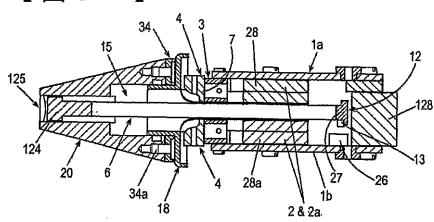


Fig. 3A

【 図 3 B 】

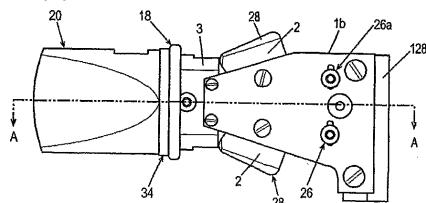


Fig. 3B

【 図 4 】

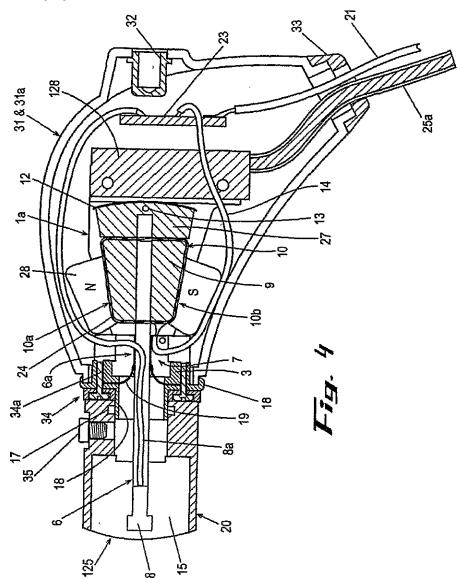


Fig. 4

【図5】

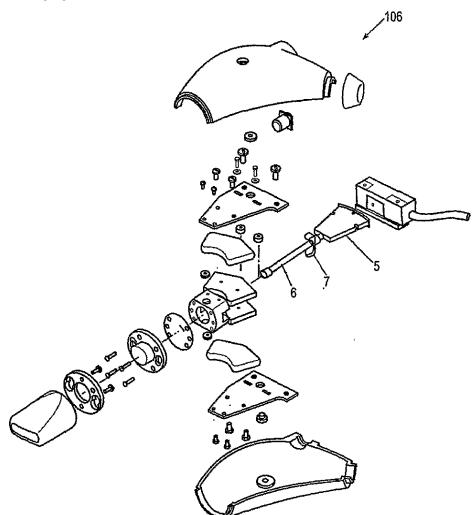


Fig. 5

【図6】

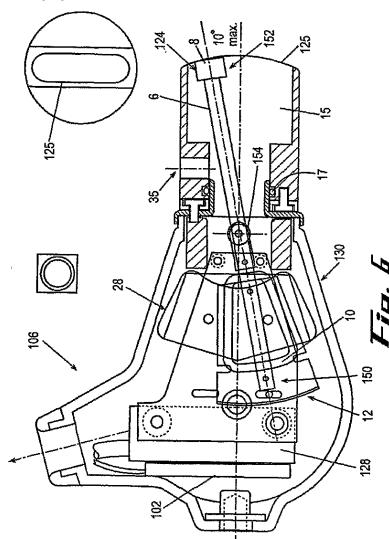


Fig. 6

【図7】

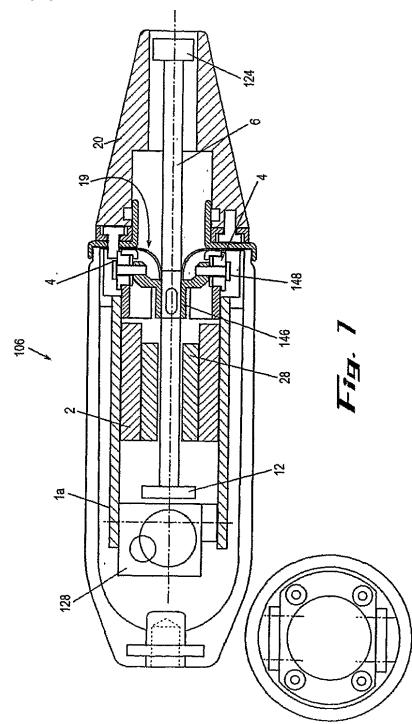


Fig. 7

【図8】

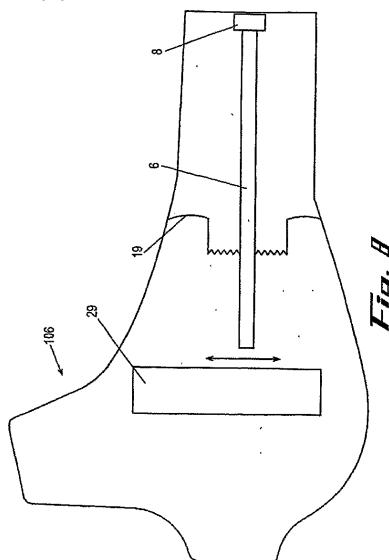


Fig. 8

【図9】

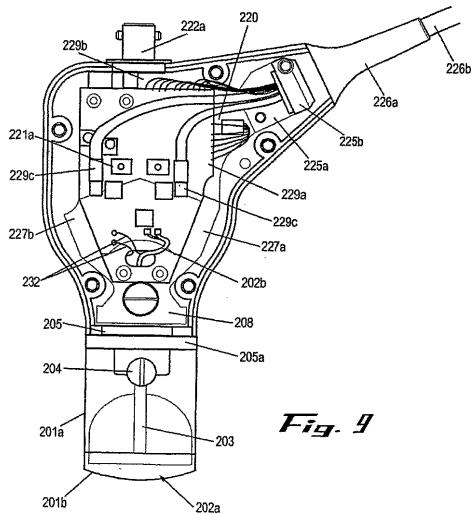


Fig. 9

【図10】

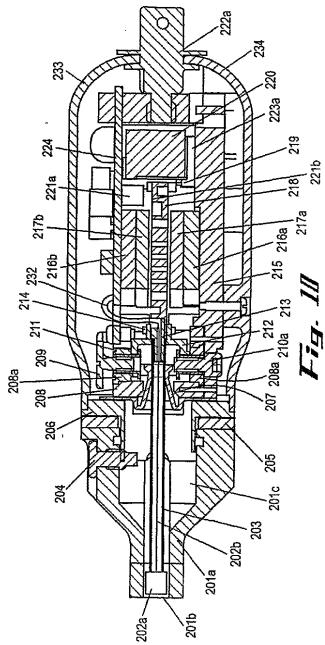


Fig. 10

【図11】

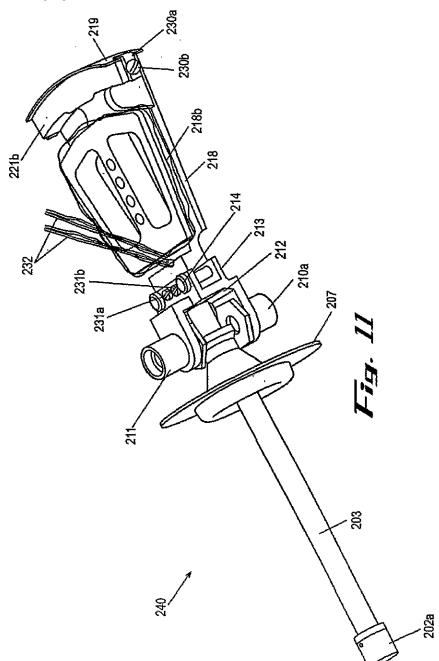


Fig. 11

【図12】

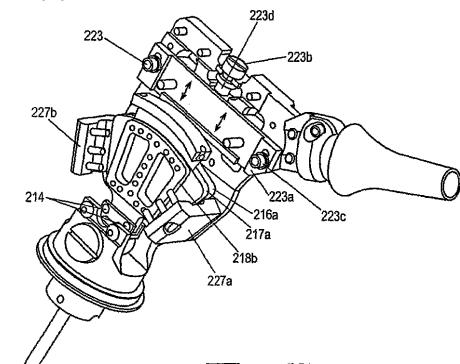


Fig. 12

【図13】

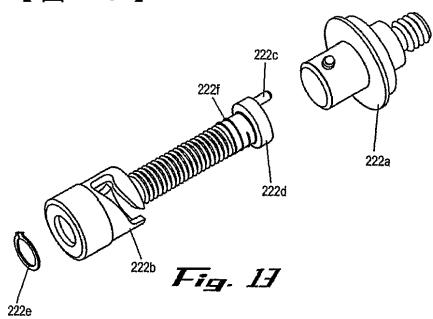
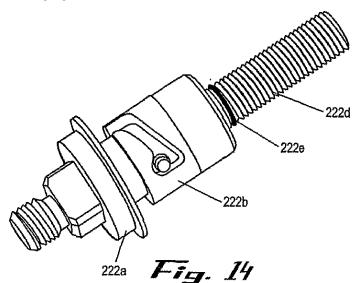
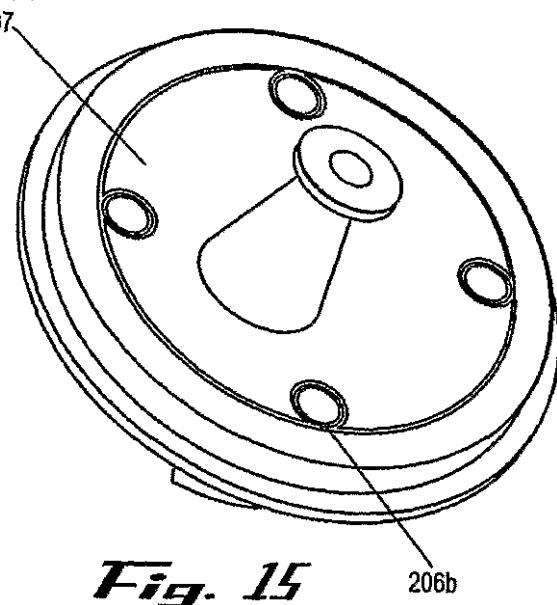


Fig. 13

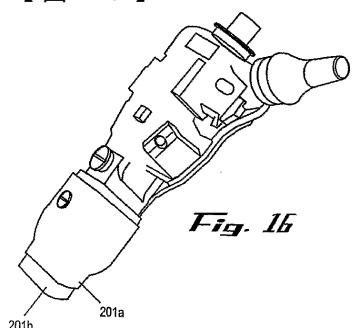
【図14】

*Fig. 14*

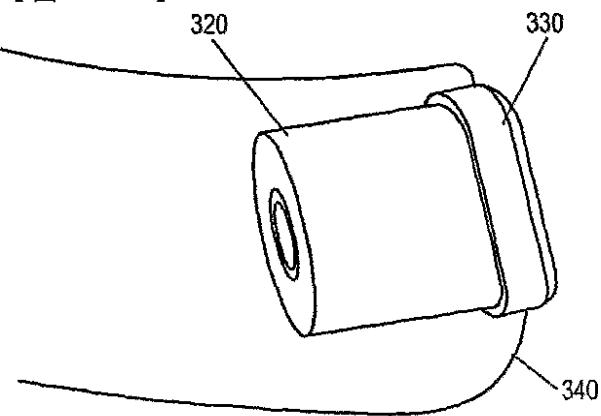
【図15】

*Fig. 15*

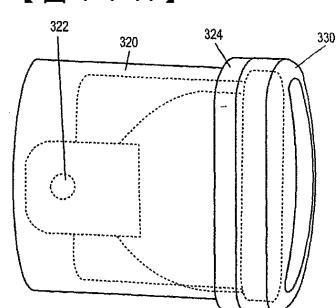
【図16】

*Fig. 16*

【図17B】

*Fig. 17B*

【図17A】

*Fig. 17A*

【図 18】

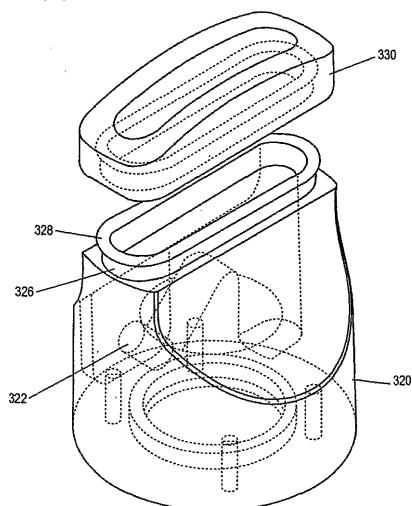


Fig. 18

【図 19 A】

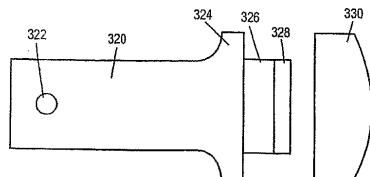


Fig. 19A

【図 19 B】

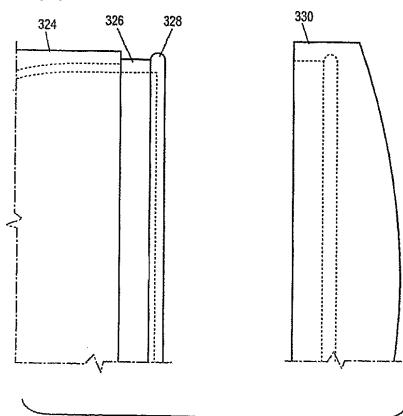


Fig. 19B

【図 20】

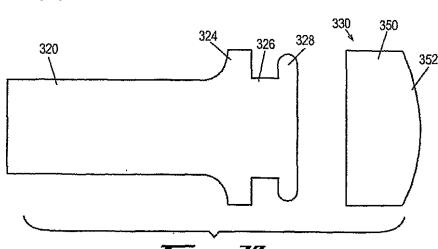


Fig. 20

【図 21】

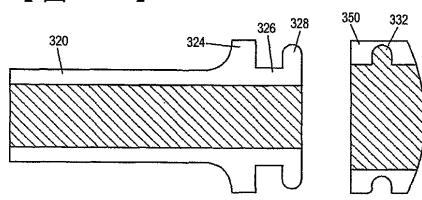


Fig. 21

【図 23】

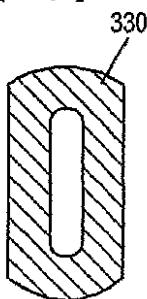


Fig. 23

【図 22】

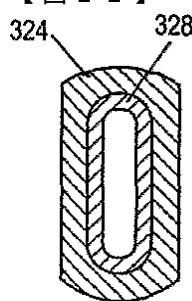


Fig. 22

【図 24】

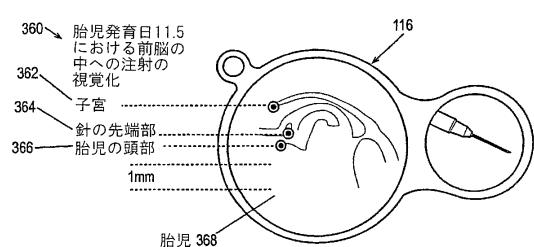


Fig. 24

【図25】

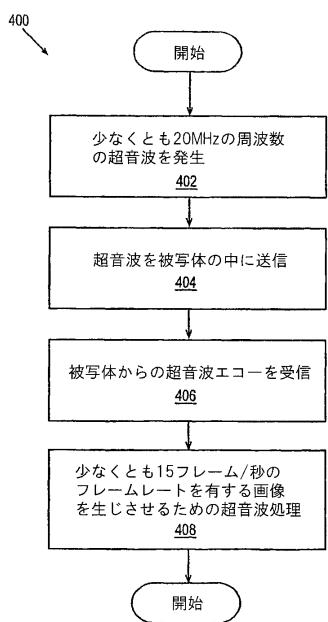


Fig. 25

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 60/468,956
(32)優先日 平成15年5月9日(2003.5.9)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/470,234
(32)優先日 平成15年5月14日(2003.5.14)
(33)優先権主張国 米国(US)

(74)代理人 100119987
弁理士 伊坪 公一
(74)代理人 100082898
弁理士 西山 雅也
(72)発明者 メヒ , ジェイムス アイ .
カナダ国 , オンタリオ エル4ジェイ 7エックス1 , ソーンヒル , ユニット 206 , ヨング
ストリート 7250
(72)発明者 マコナギイ , ロバート
アメリカ合衆国 , ワシントン 98033 , カークランド , ノースイースト シックスティシック
スス ストリート 12121
(72)発明者 シャガールス , ニコラス クリストファー
カナダ国 , オンタリオ , ピーターボロウ , マクドネル ストリート 194
(72)発明者 フォスター , スチュアート
カナダ国 , オンタリオ エム4イー 1ワイ5 , トロント , グレン オーク ドライブ 24

審査官 右 高 孝幸

(56)参考文献 特開昭60 - 5132 (JP, A)
特開昭61 - 68034 (JP, A)
特開昭61 - 119249 (JP, A)
特開昭61 - 154653 (JP, A)
特開昭63 - 15943 (JP, A)
特開平2 - 1248 (JP, A)
特開平4 - 319662 (JP, A)
特開平5 - 176931 (JP, A)
特開平5 - 237111 (JP, A)
特表平5 - 509247 (JP, A)
特開2002 - 17731 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

A61B 8/00

专利名称(译)	高频高帧率超声成像系统		
公开(公告)号	JP4713339B2	公开(公告)日	2011-06-29
申请号	JP2005501172	申请日	2003-10-10
[标]申请(专利权)人(译)	视觉超音速股份有限公司雷开球德		
申请(专利权)人(译)	视觉超音速股份有限公司雷开球德		
当前申请(专利权)人(译)	视觉超音速股份有限公司雷开球德		
[标]发明人	メヒジェイムスアイ マコナギイロバート シャガールスニコラスクリストファー フォスター・スチュアート		
发明人	メヒ,ジェイムスアイ. マコナギイ,ロバート シャガールス,ニコラス クリストファー フォスター,スチュアート		
IPC分类号	A61B8/00 G01S7/52 G01S7/521 G01S15/89		
CPC分类号	A61B8/4461 A61B8/0841 A61B8/0866 A61B8/14 A61B8/4245 A61B8/4254 A61B8/4281 A61B8/4483 A61B8/461 A61B8/467 A61B8/5207 A61B8/54 G01S7/52034 G01S7/52079 G01S7/52085 G01S15/894 G01S15/8956		
FI分类号	A61B8/00		
代理人(译)	青木 笃 島田哲朗 水谷雄 西山雅也		
优先权	60/417164 2002-10-10 US 60/468958 2003-05-09 US 60/468956 2003-05-09 US 60/470234 2003-05-14 US		
其他公开文献	JP2006502828A JP2006502828A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种用于产生超声图像的系统包括：扫描头，具有能够以至少20兆赫兹 (MHz) 的频率产生超声能量的换能器;以及处理器，用于接收超声能量并用于以帧速率生成超声图像。每秒至少15帧 (fps) 。

【図2】

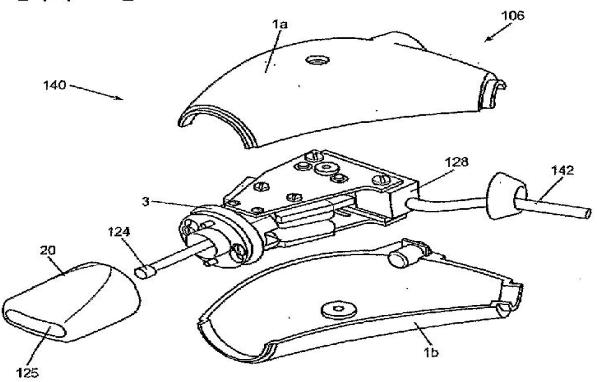


Fig. 2

【図3A】