

(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2006-502828

(P2006-502828A)

(43) 公表日 平成18年1月26日(2006.1.26)

(51) Int.Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

F I

A61B 8/00

テーマコード (参考)

4C601

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 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)  
 (85) 翻訳文提出日 平成17年6月8日 (2005.6.8)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/032320  
 (87) 国際公開番号 W02004/034694  
 (87) 国際公開日 平成16年4月22日 (2004.4.22)  
 (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)  
 (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)

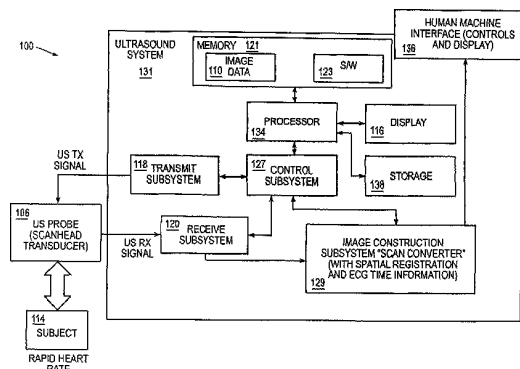
(71) 出願人 505130307  
 ビジュアルソニックス インコーポレイテ  
 イド  
 カナダ国, オンタリオ エム4エヌ 3エ  
 ヌ1, トロント, ヨング ストリート 3  
 080, スイート 6100, ボックス  
 66  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100092624  
 弁理士 鶴田 準一  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100122965  
 弁理士 水谷 好男

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) 【要約】

超音波画像を生じさせるシステムが、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124を有するスキャンヘッド106と、超音波エネルギーを受け取るための、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116を生成するためのプロセッサ134とを備える。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

超音波画像を生成する方法であって、  
少なくとも 20 メガヘルツ (MHz) の周波数の超音波を発生させるステップと、  
少なくとも 20 MHz の周波数の超音波を被写体の中に送信するステップと、  
前記被写体から超音波を受信するステップと、  
少なくとも 15 フレーム / 秒 (fps) のフレームレートを有する画像を提供するように、前記受信された超音波を処理するステップと、  
を含むことを特徴とする方法。

## 【請求項 2】

小動物に対して前記超音波を使用するステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

マウスに対して前記超音波を使用するステップをさらに含む請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

ラットに対して前記超音波を使用するステップをさらに含む請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 5】

20 MHz から 60 MHz の周波数範囲内の超音波を使用するステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

針を案内するために前記超音波画像を使用するステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記小動物の体内の器官を撮像するステップをさらに含む請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 8】

肺、心臓、脳、腎臓、肝臓、および、血液から選択される器官を撮像するステップをさらに含む請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

新プラスチック状態を撮像するステップをさらに含む請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 10】

リアルタイムで画像を提供するために、前記受信された超音波を処理するステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 11】

30 ミクロン ( $\mu\text{m}$ ) 未満の空間分解能を有する画像を提供するように、前記受信された超音波を処理するステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 12】

超音波画像を現わすシステムであって、  
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かつ 30 ミクロン ( $\mu\text{m}$ ) 未満の空間分解能を有する超音波画像を発生させるためのプロセッサと、  
を備えることを特徴とするシステム。

## 【請求項 13】

前記スキャンヘッドは、さらに、前記トランスデューサ上に音響窓を備え、および、前記音響窓は 25 ミクロン ( $\mu\text{m}$ ) 未満の厚さの膜を有する請求項 12 に記載のシステム。

## 【請求項 14】

前記音響窓が取り外し可能である請求項 13 に記載のシステム。

## 【請求項 15】

前記音響窓は、ポリカーボネート、ポリエステル、アクリル、および、ポリメチルペンテンから選択される請求項 14 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 16】

前記膜の材料は、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、シリコンエラストマー、Surlyn<sup>TM</sup>（登録商標）イオノマー、Surlyn<sup>TM</sup>（登録商標）8940、Kaptan<sup>TM</sup>（登録商標）、ポリメチルペンテン、TPX<sup>TM</sup>（登録商標）MX-002、TPX<sup>TM</sup>（登録商標）95、および、MX-004と、Teflon<sup>TM</sup>（登録商標）、Mylar<sup>TM</sup>（登録商標）、ポリエチレン、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とから選択される請求項 13 に記載のシステム。

## 【請求項 17】

前記膜の材料は低密度ポリエチレンである請求項 13 に記載のシステム。

10

## 【請求項 18】

前記トランスデューサは 20 MHz から 60 MHz の超音波エネルギーを発生させる請求項 13 に記載のシステム。

## 【請求項 19】

前記トランスデューサは結合流体の中に封入されており、および、中立的浮力がある請求項 13 に記載のシステム。

## 【請求項 20】

前記膜は前記トランスデューサが被写体に直接接触することを防止する請求項 16 に記載のシステム。

## 【請求項 21】

前記スキャンヘッドは、少なくとも 1 ミクロンの精度で前記トランスデューサを位置決めする請求項 12 に記載のシステム。

20

## 【請求項 22】

超音波画像を生成するシステムであって、  
少なくとも 25 メガヘルツ (MHz) の周波数の超音波を発生させる手段と、  
前記超音波を被写体の中に送信する手段と、  
前記被写体から超音波を受信する手段と、  
少なくとも 15 フレーム / 秒 (fps) のリアルタイムのフレームレートと 30 ミクロン (μm) 未満の空間分解能とを有する画像を提供するように前記超音波を処理する手段とを備えるシステム。

30

## 【請求項 23】

被写体から前記超音波発生手段を隔離する手段をさらに含む請求項 22 に記載のシステム。

## 【請求項 24】

前記隔離手段は前記超音波発生手段を結合流体内に封入する請求項 23 に記載のシステム。

## 【請求項 25】

前記隔離手段はポリカーボネート、ポリエステル、アクリル、および、ポリメチルペンテンから選択される請求項 24 に記載のシステム。

## 【請求項 26】

前記隔離手段は、さらに、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、シリコンエラストマー、Surlyn<sup>TM</sup>（登録商標）イオノマー、Surlyn<sup>TM</sup>（登録商標）8940、Kaptan<sup>TM</sup>（登録商標）、ポリメチルペンテン、TPX<sup>TM</sup>（登録商標）MX-002、TPX<sup>TM</sup>（登録商標）95、および、MX-004と、Teflon<sup>TM</sup>（登録商標）、Mylar<sup>TM</sup>（登録商標）、ポリエチレン、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とから選択される膜を含む請求項 24 に記載のシステム。

40

## 【請求項 27】

前記隔離手段は、さらに、低密度ポリエチレンを含む請求項 24 に記載のシステム。

## 【請求項 28】

50

少なくとも1ミクロンの精度で前記超音波発生手段を位置決めする手段をさらに含む請求項22に記載のシステム。

【請求項29】

超音波画像を生成する方法であって、

少なくとも25メガヘルツ(MHz)の周波数の超音波を発生させるステップと、

少なくとも25メガヘルツ(MHz)の周波数の超音波を被写体の中に送信するステップと、

前記被写体から超音波を受信するステップと、

少なくとも15フレーム/秒(fps)のリアルタイムのフレームレートと30ミクロン(μm)未満の空間分解能とを有する画像を提供するように、前記受信された超音波を処理するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【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 SCANHEAD 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 piezo 電気材料の円板を含み、この円板は、電氣的に励起されると、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 (sonolucent 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。

#### 【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変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。

10

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、超音波がわずかしき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。

30

40

#### 【0005】

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

50

織の超音波撮像に一般的に使用されている。しかし、5 MHz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、0.5 mmの空間分解能を有するだろう。

#### 【0006】

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、30 MHzから40 MHz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。(30 MHz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。

10

#### 【0007】

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。

20

#### 【0008】

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送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とするために、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は、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乗に依りて増大する。

30

40

#### 【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。

50

## 【 0 0 1 0 】

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。

## 【 0 0 1 1 】

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変の縮小比で描かれてはならず、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 】

## 【 0 0 1 2 】

図 1 A を参照すると、超音波スキャンシステム 1 0 0 が、一連の超音波パルス 1 0 4 をプローブすなわちスキャンヘッド 1 0 6 に対して送信 / 受信するためのエレクトロニクス回路 1 0 2 を有する。スキャンヘッド 1 0 6 は、表示装置 1 1 6 上での表示のために標的 1 1 4 の横断面を表すスキャン平面 1 1 2 の画像データ 1 1 0 を記録するように、被写体 1 0 8 の上に置かれることが可能である。標的 1 1 4 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、新生物性の疾病を撮像するために使用されることが可能である。回路 1 0 2 は、パルス 1 0 4 を生成するための送信サブシステム 1 1 8 と、対応するエコーパルス 1 0 4 を受信するための受信サブシステム 1 2 0 とを有し、このエコーパルス 1 0 4 は、画像スキャンデータ 1 1 0 として処理して最終的に表示するためにコンピュータ 1 2 2 に送られる。スキャンヘッド 1 0 6 は、回路 1 0 2 に 1 2 6 において接続されている。スキャンヘッド 1 0 6 は、膜 1 2 5 を伴ったトランスデューサアセンブリ 1 2 4 を有し、このトランスデューサアセンブリ 1 2 4 は、トルクモータ 1 3 0 と協働する位置エンコーダ 1 2 8 に連結されている。エンコーダ 1 2 8 とモータ 1 3 0 は、スキャンヘッド 1 0 6 内のトランスデューサアセンブリ 1 2 4 の位置を監視する。対応する位置データ 1 3 2 が、画像データ 1 1 0 に相当するパルス 1 0 4 と共に、コンピュータ 1 2 2 に送信される。スキャンヘッド 1 0 6 は、非限定的に、2 0 M H z より高く、2 5 M H z、3 0 M H z、3 5 M H z、4 0 M H z、4 5 M H z、5 0 M H z、5 5 M H z、6 0 M H z、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 1 1 0 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されている。

## 【 0 0 1 3 】

図 1 A を参照すると、システム 1 0 0 は、さらにシステムプロセッサ 1 3 4 も含む。このプロセッサ 1 3 4 は、表示装置すなわちモニタ 1 1 6 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フェース 1 3 6 とに接続されている。モニタ 1 1 6 がタッチセンシティブである場合には、モニタ 1 1 6 は人間機械インタフェース 1 3 6 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 1 3 8 が、データ 1 1 0、1 3 2 を記録してモニタ 1 1 6 上に表示するようにモニタ 1 1 6 の動作を命令および / または設定するために、プロセッサ 1 3 4 に対して命令を与えるように、プロセッサ 1 3 4 に接続されている。このコンピュータ可読媒体 1 3 8 は、例えば、磁気ディスク、磁気テープ、C D - R O M のような光学読み取り可能媒体、および、P C M C I A 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 1 3 8 は、小型ディスク ( s m a

10

20

30

40

50

1 1 d i s k ) とフレキシブルディスク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 1 3 4 に接続された R A M のような比較的大きい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 1 3 8 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。

【 0 0 1 4 】

図 1 B は、図 1 A の超音波撮像システム 1 0 0 を図示するブロック図である。このシステム 1 0 0 は被写体 1 1 4 に対して作用する。超音波プローブ 1 0 6 が、画像情報を得るために被写体 1 1 4 に隣接して配置されることが可能である。

【 0 0 1 5 】

超音波システム 1 3 1 は、制御サブシステム 1 2 7 と、スキャンコンバータ 1 2 9 と、送信サブシステム 1 1 8 と、受信サブシステム 1 2 0 と、ユーザ入力装置 1 3 6 とを含む。プロセッサ 1 3 4 は制御サブシステム 1 2 7 に接続されており、表示装置 1 1 6 はプロセッサ 1 3 4 に接続されている。記憶装置 1 2 1 がプロセッサ 1 3 4 に接続されている。記憶装置 1 2 1 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「 R A M 」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 1 2 3 がこの中で実行される。

【 0 0 1 6 】

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、ディ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ィ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 ( P G A )、利用者書き込み可能ゲートアレイ ( F P G A ) 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。

【 0 0 1 7 】

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。

【 0 0 1 8 】

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、赤外線のもの、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 ( 磁気 )、ランダムアクセスメモリ ( R A M )、読み取り専用メモリ ( R O M )、消去可能プログラム可能読み取り専用メモリ ( E P R O M 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 ( C D R O M ) ( 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は他の形で処理され、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

20

30

40

50



## 【 0 0 1 9 】

記憶装置 1 2 1 は、さらに、超音波システム 1 0 0 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 1 3 8 は、さらに詳細に後述するように、超音波システム 1 3 1 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、C D - R O M のような光学読み取り可能な媒体、および、P C M C I A 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、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 R A M 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。

10

## 【 0 0 2 0 】

超音波システム 1 3 1 は、その超音波システム 1 3 1 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 1 2 7 を含む。この制御サブシステム 1 2 7 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 1 3 1 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 1 3 4 によって処理されることが可能でありかつ表示装置 1 1 6 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 1 2 9 を含む。制御サブシステム 1 2 7 は、超音波プローブ 1 0 6 に超音波送信信号を提供するために送信サブシステム 1 1 8 に接続されている。一方、超音波プローブ 1 0 6 は、受信サブシステム 1 2 0 に対して超音波受信信号を提供する。受信サブシステム 1 2 0 も、受信信号を表す信号をスキャンコンバータ 1 2 9 に提供する。受信サブシステム 1 2 0 は、さらに、制御サブシステム 1 2 7 にも接続されている。スキャンコンバータ 3 2 は、画像データ 1 1 0 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 1 2 7 によって制御される。

20

## 【 0 0 2 1 】

超音波システム 1 3 1 は、超音波プローブ 1 0 6 を通して超音波データを送信 / 受信し、撮像システム 1 0 0 の動作パラメータを制御するためにユーザにインタフェースを提供し、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、インタフェース表示装置 1 1 6 を介してユーザに提示される。

30

## 【 0 0 2 2 】

超音波システム 1 3 1 の人間機械インタフェース 1 3 6 は、ユーザからの入力を受け取り、超音波プローブ 1 0 6 の動作を制御するためにこの入力を翻訳する。人間機械インタフェース 1 3 6 は、さらに、ユーザに対して表示装置 1 1 6 を介して処理済みの画像とデータを提供する。

## 【 0 0 2 3 】

図 2 を参照すると、スキャンヘッド 1 0 6 のフレーム 1 4 0 が 2 つの側部プレート 1 a、1 b 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 1 2 8 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 1 2 8 は、例えば、R e n i s h a w R G B 2 5 のような光学エンコーダであってよい。ノーズピース 2 0 が、スキャンヘッド 1 0 6 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 1 a、1 b は、スキャンヘッド 1 0 6 を用いた手持ち式のスキャンングと固定式のスキャン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 1 0 6 に対するケーブル 1 4 2 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、R F 遮蔽部品を含んでもよい。

40

50

## 【 0 0 2 4 】

図 3 A、図 3 B、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 1 2 4 が約 2 0 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 1 2 4 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 8 a がピボット管 6 の中を通して延び、および、スロット 6 a の中を通して外に延び、および、回路 1 0 2 の回路基板 2 3 に固定されている（図 1 A を参照されたい）。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、  
10  
ロータコイル 1 0 a、1 0 b と、エンコーダコードトラック 1 2 と、ホールセンサ磁石 1 3 とを支持する。可とう性の同軸ケーブル 1 4 が、トランスデューサ同軸ケーブル 8 a 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 1 2 4 がスキャンヘッド 1 0 6 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 3 1、3 1 a が嵌め込まれている。取付ナット 3 2 がアセンブリ上の 2 つのハウジング半分部分 3 1、3 1 a の間に固定されている。この取付ナット 3 2 は、必要に応じてスキャンヘッド 1 0 6 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。

## 【 0 0 2 5 】

さらに図 3 A、図 3 B、および、図 4 を参照すると、ノーズピース 2 0 は音響結合流体 1 5 を充填されている。スキャンヘッド 1 0 6 の遠位端部は音響窓 1 2 5 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。リング 1 7 がノーズピース 2 0 とピボットフレーム 3 のノーズ 1 8 との間のシールを形成する。ゴム製のシールドダイヤフラム 1 9 がノーズ 1 8 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。シールドダイヤフラム 1 9 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、シールドダイヤフラム 1 9 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ドダイヤフラムとピボット管 6 との間に形成される。動作中は、シールドダイヤフラム 1 9 は屈曲し、流体密シールをそのシールドダイヤフラム 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。シールドダイヤフラム 1 9 の屈曲の度合いを小さくするために、このシールドダイヤフラム 1 9 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ドダイヤフラム 1 9 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 3 4 がノーズピース 2 0 の背面上に配置されている。ノーズピース 2 0 がノーズ 1 8 上に配置される時に、2 つのねじ 3 4 a の頭部がロッキングプレート 3 4 内の穴を貫通する。一方向の約 1 0 度の回転が、ねじ 3 4 a の軸部がロッキングプレート 3 4 内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 3 4 a の頭部を閉じ込め、ノーズピース 2 0 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 2 0 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 3 5 が、ノーズピース 2 0 内の中空空洞 1 5 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 1 5 に定期的にアクセスするために使用される。  
30  
40

## 【 0 0 2 6 】

再び図 3 A、図 3 B、および、図 4 を参照すると、トランスデューサアセンブリ 1 2 4 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 1 2 5 から定距離（非限定的な例としては、0 . 5 mm から 1 mm）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 8 a がピボット管 6 の中心を通して延び、および、ピボット軸の付近のスロット 6 a を通って外に出て、したがって同軸ケーブル 8 a の動  
50

きを最小限に保つ。スロット 6 a 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 ( P W B ) 2 3 との間に位置している同軸ケーブル 8 a 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 8 a と同軸ケーブル 1 4 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 8 a、1 4 は、可とう性を強化するように、小さい直径 ( 約 1 m m ) と細い導体とを使用して作られることが可能である。P W B 2 3 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 1 3 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。P W B 2 3 は、さらに、ケーブルキャップ 3 3 とエンコーダケーブル 2 5 a とを通過してスキャンヘッド 1 0 6 の中に入るワイヤ 2 1 を受け入れる。

#### 【 0 0 2 7 】

10

図 3 A、図 3 B、および、図 4 を参照すると、図 6 にも番号 1 0 として組み合わせた形で示されているロータ巻線 1 0 a、1 0 b と、エンコーダコードトラック 1 2 と、ホールセンサ駆動磁石 1 3 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 2 7 が、ロータ巻線 2 4 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 . 1 m m ) エポキシガラス基板とエンコーダコードトラック 1 2 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。

#### 【 0 0 2 8 】

図 3 B と図 4 とを参照すると、裏当て鉄板 2、2 a が側部プレート 1 a、1 b の内側表面に取り付けられている。界磁石 2 8、2 8 a がそれぞれに裏当て鉄板 2、2 a に接着されている。界磁石 2 8、2 8 a 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 2 8、2 8 a 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 2 8、2 8 a の間のギャップの中を前後に移動する。磁石 2 8 の S 極は磁石 2 8 a のギャップを挟んで N 極に対向する。磁石 2 8 の N 極は磁石 2 8 a 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 2 8、2 8 a の間には 2 つの磁極ギャップが存在する。ロータコイル 1 0 の一部分 1 0 a 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 1 0 b が他方のギャップの中で振動する。

20

#### 【 0 0 2 9 】

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 1 0 6 の分解図が示されている。

30

#### 【 0 0 3 0 】

図 6 を参照すると、トルクモータ 1 3 0 が、限定された角度にわたって、すなわち、約 1 0 - 1 4 度の角度にわたって回転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 1 2 4 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 1 2 はその他方の端部に連結されている。アセンブリ 1 2 4 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ス 2 0 は、トランスデューサ 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 とトランスデューサ 8 とを取り囲む。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。

40

#### 【 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 (  $\mu m$  ) 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 上の網目と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

50

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152の移動位置を追跡することが可能である。

【0032】

再び図6を参照すると、エンコーダコードトラック12は、ピボット管6のピボット点154から既知の半径方向距離において、スキャンヘッド106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12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12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が回転するにつれて、エンコーダコードトラック12が位置エンコーダ128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12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152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デューサ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154から測定された近位端部150と遠位端部152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128とピボット管6の近位端部150との間の光結合が、位置エンコーダ128とトランスデューサ8からの回路102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。

10

【0033】

トランスデューサ8は、高周波数単一エレメント集束ピエゾ電気超音波トランスデューサであることが可能であり、周波数は30MHzよりも高く、および、約40MHzであることが可能である。トランスデューサ8はRF電気パルス104を入力として受け取り、回路102の動作の送信段階中に出力として超音波音響パルス104を発生させる(図1Aと図1Bとを参照されたい)。これとは逆のプロセスが、トランスデューサ8に対する入力が、データ110によって表されている無線周波数電気信号にトランスデューサ8によって変換される超音波音響パルス104であるように、受信段階中に行われる。スキャンヘッド106内で使用されるトランスデューサ8は、空洞15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デューサ8であることが可能である。

20

【0034】

ピボット管6は、そのピボット管6がその中点154を中心に回転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。トランスデューサ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12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12との間にトルクモータ130のコイルを収容し、それによってトルクモータ130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、トランスデューサ同軸ケーブル8aのための導管としても機能する。

30

【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。

40

【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のパ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

50

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。

10

#### 【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と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、パヨネット型迅速着脱アセンブリの一部を含むことが可能である。

#### 【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1.3 megarayleから1.7 megarayle (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は影響する。音響窓を形成することが可能な材料は、約0.9 μmから約4.5 μmの範囲内の厚さのポリエステルフィルム、5 μm、10 μm、15 μm、25 μmの厚さのポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、15 μm、25 μm、50 μmの厚さの低密度ポリエチレン (LDPE)、2 μmの厚さのポリカーボネート、4 μmの厚さのポリプロピレン、60 μmの厚さのラテックスエラストマー、および、25 μmの厚さのシリコ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 - 40 MHz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、エチレングリコール、トリエチレングリコール、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。

20

30

40

#### 【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

50

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 3 A、図 3 B、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 10 a 内とロータコイル部分 10 b 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 1 a、1 b に固定されている 2 つのホールセンサ磁石 26、26 a 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ムされていようとも、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。

10

20

#### 【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の操作によって、定位置へと電氣的に駆動される。オペレータ (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 1 A) 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 106 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。

30

#### 【0043】

さらに、位置エンコーダ 29 およびエンコーダコードトラック 12 と連携するトルクモータ 130 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はピボット軸 154 を中心として前後に回転するように、プロセッサ 134 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 12 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 20 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 102 を介して受信されて増幅された後にプロセッサ 134 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 15 Hz で行われることが可能であり、このことが表示装置 116 に

40

50

おける画像データ110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15Hz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、30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可能である。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131は、30ミクロ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25MHzの周波数では、空間分解能は約75 - 100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。40MHzから60MHz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30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1μm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、30μm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131が提供することを可能にする。

10

#### 【0044】

さらに、スキャンヘッド106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106は、さらに、水浴中の浸水型スキャ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125の膜は取り除かれてもよい。

#### 【0045】

20

要約すると、スキャンヘッド106は、トランスデューサ8と撮像される被写体108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128は、リアルタイム位置情報を制御システムプロセッサ134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128からの信号が送信パルス104をトリガし、および、これらのパルス104の間に収集された結果的に得られたデータストリーム110が表示装置116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134に通信する。スキャンヘッド106は、30フレーム/秒のフレームレートに相当する15Hzまでおよび15Hzを超えるレートで、制御された形で約10mm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可能である。スキャンヘッド106内の位置エンコーダ128は、1μm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、1μm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可能である。スキャンヘッド106は、超音波エネルギーが中を通して撮像される被写体108に向けて送られることが可能な音響窓125を含む。音響窓125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106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、15Hzの機械的ピボット旋回/スキャンング/位置決めシステムによって1μm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、60MHz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8mm×約8mmの撮像領域において30μm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)。

30

40

#### 【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とを使用する。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。40MHz以上で撮像される被写体108内

50

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30Hz以上の動作速度を可能にする。

#### 【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。

10

#### 【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に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となる振動の概ねすべてを取り除くのに役立つ。

20

#### 【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。単純なパ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(drape)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。

30

#### 【0050】

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。

40

#### 【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。参照番号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

50



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 1 B 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 205 a 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 205 a は着脱自在なノーズピース 201 a に取り付けられている。ノーズピース 201 a は、その一方の端部に取り付けられている膜 201 b を含む音響窓を有する。ノーズピース 201 a は結合流体空洞 201 c を取り囲む。ノーズピース 201 a とロックプレート 205 a 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。

10

【0054】

結合流体空洞 201 c はトランスデューサ 202 a を取り囲み、および、トランスデューサ 202 a 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 202 a はトランスデューサ同軸ケーブル 202 b に接続されており、トランスデューサ同軸ケーブル 202 b 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 201 a は、結合流体で結合流体空洞 201 c 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 201 c とピボットフレーム 208 との間に配置されている。

20

【0055】

軸受予荷重ねじ 209 と、精密ラジアルボールベアリング 208 a と、固定用ねじ 210 a 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 216 a と、1 対の裏当て鉄柱 227 a、227 b と、背部界磁石 217 a とを含む。磁石ワイヤコイル 218 b 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 223 a に固定されている。エンコーダ調整スライド 223 a 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 223 a 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 223 a が読み取りヘッド止めねじ 223 c 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 223 b に連結されているコイルばね 223 d 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 と組み合わせられている光学読み取りヘッド 220 が、1  $\mu$ 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 221 a 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

30

40

50

射性表面 2 2 1 b が光学リミットスイッチ 2 2 1 a から信号を反射する。

【 0 0 5 7 】

図 9 と図 1 0 とに示されているように、シャーシ 2 1 5 は迅速解除強固取付ジャック ( quick release hard mount jack ) 2 2 2 a 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 1 3 と図 1 4 を参照してさらに詳細に後述する。

【 0 0 5 8 】

ケース頂部 2 3 3 と、ケース底部 2 3 4 と、ケースガスケット 2 2 8 とを含むケースが、スキャンヘッド 2 0 6 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 2 3 3 とケース底部 2 3 4 とケースガスケット 2 2 8 は、R F 遮蔽を改善するために導電性被覆物 2 5 1 で被覆されている。

10

【 0 0 5 9 】

図 1 1 を参照すると、電機子 2 4 0 と、支持アーム 2 0 3 と、トランスデューサ 2 0 2 a と、成形シール 2 0 7 とが、より詳細に示されている。電機子 2 4 0 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 2 0 3 は着脱可能であり、および、支持アーム取付台 2 1 3 と 2 つの段付きボルト 2 3 1 a 、 2 3 1 b 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 2 3 1 a 、 2 3 1 b はヨーク 2 1 2 とロータ 2 1 8 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 2 0 2 a および / または成形シール 2 0 7 は、電機子 2 4 0 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。

20

【 0 0 6 0 】

エンコーダコードトラック 2 1 9 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 2 1 9 は、そのエンコーダコードトラック 2 1 9 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 2 1 9 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 2 3 0 a がその各端部においてエンコーダコードトラック 2 1 9 を保持し、ばね鋼がロータ 2 1 8 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 2 3 0 a は、ねじ 2 3 0 b 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 2 3 0 b 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 2 1 9 の端部に接着されてもよい。

30

【 0 0 6 1 】

この実施形態のスキャンヘッド 2 0 6 は、2 2 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 1 3 と 2 つのホールセンサ磁石 2 6 、 2 6 a とリミットスイッチ 2 2 1 a とによって画定されるトランスデューサ 2 0 2 a の動きを意味する。着脱自在な支持アーム 2 0 3 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 2 0 3 の長さが変更されてもよい。支持アーム 2 0 3 は、トランスデューサ 2 0 2 a がエンコーダコードトラック 2 1 9 よりもピボット点 1 5 4 から約 2 0 % 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、トランスデューサ 2 0 2 a において測定される 1 5 mm を越えるスキャン幅を実現する。

40

【 0 0 6 2 】

この実施形態におけるスキャンヘッド 2 0 6 は剛体のシャーシ 2 1 5 上にアセンブリされている。このスキャンヘッド 2 0 6 は、ケース 2 3 3 、 2 3 4 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 2 1 5 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 2 1 5 の設計は、ワイヤ配線と歪み解放との確認、電氣的な検査、光学エンコーダ読み取りヘッド 2 2 0 の調整、および、リミットスイッチ 2 2 1 a の機能検査を可能にする。

【 0 0 6 3 】

50

図 1 3 と図 1 4 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 2 0 6 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 2 2 2 b が、迅速解除強固取付ジャック 2 2 2 a の近位にある端部に位置決めピン 2 2 2 c を含む。強固取付プラグ 2 2 2 b は、位置決めピン 2 2 2 c に隣接した迅速着脱式の上部機能 2 2 2 d と、位置決めピン 2 2 2 c に隣接したコイルばね 2 2 2 f とを含む。位置決めピン 2 2 2 c は、スキャンヘッド 1 0 6 が正確な 9 0 度の増分で取り付けられ、および、再取り付けられることを可能にする。図 1 4 に示されているように、保持リング 2 2 2 e が、強固取付ジャック 2 2 2 a に取り付けられている時に、強固取付プラグ 2 2 2 b に押し当たる。

#### 【 0 0 6 4 】

10

図 1 5 を参照すると、ノーズ 2 0 5 がより詳細に示されている。このノーズ 2 0 5 はガスケット突起 2 0 6 b を含み、このガスケット突起 2 0 6 b は、ノーズ 2 0 5 とピボットフレーム 2 0 8 との間で成形シール 2 0 7 ( 図 1 1 ) を締め付ける時に、その成形シール 2 0 7 に対する損傷を防止する。シール 2 0 7 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 2 0 7 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 2 0 7 は、自動車のギアシフト上のシフターブーツ ( s h i f t e r   b o o t ) のように設計されることが可能である。この成形シール 2 0 7 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。

20

#### 【 0 0 6 5 】

スキャンヘッド 2 0 6 は、モータ制御機能と位置監視機能と R F 信号送受信とを統合する一体型の回路基板 2 2 4 を含む。これに加えて、回路基板 2 2 4 は光学リミットスイッチ 2 2 1 a を収容する。回路基板 2 2 4 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 2 2 4 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、トランスデューサ同軸ケーブル 2 0 2 b とモータワイヤ 2 3 2 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。

#### 【 0 0 6 6 】

ケース 2 3 3、2 3 4 は無荷重軸受であることが可能であり、スキャンヘッド 2 0 6 の純粹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 2 0 6 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 2 3 3、2 3 4 は、ねじによってシャーシ 2 1 5 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 2 3 3、2 3 4 は、スキャンヘッド 2 0 6 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。

30

#### 【 0 0 6 7 】

ノーズピース 2 0 1 a は使い捨ての音響窓を含んでもよい。図 1 7 A、図 1 7 B、図 1 8、図 1 9 A、図 1 9 B、図 2 0、図 2 1、図 2 2、および図 2 3 を参照すると、ノーズピース 3 2 0 と音響窓 3 3 0 の構造が示されている。音響窓 3 3 0 は、上述の音響窓 1 2 5 に類似している。ノーズピース 3 2 0 は、流体を受け入れるための充填口 3 2 2 を含む。ノーズピース 3 2 0 は、取り付けられている時に音響窓 3 3 0 に近接している端部に肩部 3 2 4 を有する。凹み 3 2 6 とリップ ( l i p ) 3 2 8 とが、音響窓 3 3 0 とのスナップ嵌めを形成するように、肩部 3 2 4 に隣接して配置されている。

40

#### 【 0 0 6 8 】

図 1 7 B は、採用随意の囲い板 3 4 0 が取り付けられているノーズピース 3 2 0 を示す。この囲い板 3 4 0 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 3 2 0 とスキャンヘッド 2 0 6 とを保護するために、音響窓 3 3 0 に取り付けられている。

#### 【 0 0 6 9 】

図 2 1 に示されているように、音響窓 3 3 0 は、ノーズピース 3 2 0 内のリップ 3 2 8

50

と相補形の形状を有する溝 3 3 2 を含む。

【 0 0 7 0 】

音響窓 3 3 0 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 3 3 0 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か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 3 3 0 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 3 3 0 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 3 5 0 の前面に取り付けられることが可能な膜 3 5 2 を形成する。フレーム 3 5 0 と膜 3 5 2 とが音響窓 3 3 0 を構成する。

【 0 0 7 1 】

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, 4 7 9, 9 2 7 号、同第 5, 9 8 3, 1 2 3 号、および、同第 6, 5 7 4, 4 9 9 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 3 3 0 の膜 3 5 2 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 ( a c r y l i c )、熱可塑性エラストマー、または、シリコ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 . Du Pont de Nemours and Company, Wilmington Del. から入手可能な Surllyn<sup>TM</sup> (登録商標) 8 9 4 0 および Kaptan<sup>TM</sup> (登録商標) のような Surllyn<sup>TM</sup> (登録商標) イオノマーと、Mitsui & Co., Tokyo, Japan から入手可能な TPX<sup>TM</sup> (登録商標) MX - 0 0 2、TPX<sup>TM</sup> (登録商標) 9 5、および、MX - 0 0 4 のようなポリメチルペンテンと、Teflon<sup>TM</sup> (登録商標)、Mylar<sup>TM</sup> (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 3 3 0 のフレーム 3 5 0 に熱溶接されることが可能である。膜 3 5 2 の厚さは、選択される超音波透過性材料に応じて様々だろう。一側面では、膜 3 5 2 は 2 5 μm 以下の厚さを有する。別の実施形態では、膜 3 5 2 の厚さは 1 μm から 2 5 μm の範囲内であることが可能である。膜 3 5 2 をフレーム 3 5 0 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だろう。膜 3 5 2 をフレーム 3 5 0 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、メカニカルシールを含む。

【 0 0 7 2 】

図 2 0 と図 2 1 を参照すると、スナップ構造がフレーム 3 5 0 内の溝 3 3 2 を含む。音響窓 3 3 0 が取り付けられるノーズピース 3 2 0 はリップ 3 2 8 を含む。このリップ 3 2 8 は、フレーム 3 3 0 内の溝 3 3 2 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 3 3 0 は、リップ 3 2 8 と溝 3 3 2 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 3 2 0 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 3 3 2 とリップ 3 2 8 との締めり嵌めタイプの嵌合によって流体密である。音響窓 3 3 0 をノーズピース 3 2 0 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 3 3 0 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 3 2 0 の側

に配置されている充填口 3 2 2 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。

#### 【 0 0 7 3 】

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 3 3 0 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 3 4 0 を含む。このシースは、使い捨ての音響窓 3 3 0 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。

#### 【 0 0 7 4 】

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 2 4 は表示装置 1 1 6 上の画像 3 6 0 を示すスクリーンショットである。この画像は胎児 3 6 8 を含む。胎児 3 6 8 は頭部 3 6 6 と子宮 3 6 2 とを含む。超音波システム 1 3 1 は、針 3 6 4 が胎児 3 6 8 の子宮 3 6 2 の中に入る時にその針 3 6 4 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。

#### 【 0 0 7 5 】

図 2 5 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 4 0 0 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 4 0 2 では、トランスデューサ 8 は、少なくとも 2 0 M H z の周波数の超音波エネルギーを生じさせる。

#### 【 0 0 7 6 】

ブロック 4 0 4 では、超音波エネルギーは送信サブシステム 1 1 8 によって被写体 1 1 4 の中に送信される（図 1）。ブロック 4 0 6 では、受信サブシステム 1 2 0 が、戻された超音波エコーパルス 1 0 4 を受信し、および、プロセッサ 1 3 4 とスキャンコンバータ 1 2 9 とによる処理のために制御サブシステム 1 2 7 にその受信された超音波を通信する。

#### 【 0 0 7 7 】

ブロック 4 0 8 では、表示装置 1 1 6 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 1 2 3 の命令の下でプロセッサ 1 3 4 とスキャンコンバータ 1 2 9 とによって処理される。この画像は少なくとも 1 5 フレーム / 秒 ( f p s ) のフレームレートを有する。

#### 【 0 0 7 8 】

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具体的な実施形態に関して説明してきたが、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。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 7 9 】

【 図 1 A 】 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 1 B 】 図 1 A 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 3 A 】 図 2 のスキャンヘッドの側面図である。

【 図 3 B 】 図 2 のスキャンヘッドの平面図である。

【 図 4 】 図 3 B のスキャンヘッドの A - A 断面図である。

【 図 5 】 図 3 A、図 3 B、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。

【 図 7 】 図 3 A 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 1 A 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 1 4】図 1 3 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。

【図 17 A】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 17 B】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 19 A】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 2 1】 図 1 7 の一部切取図である。

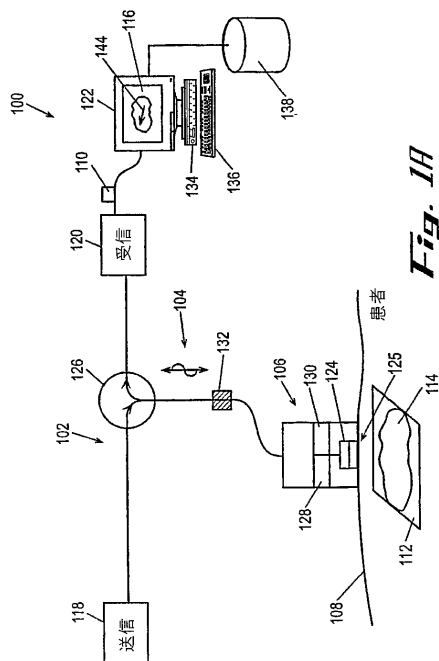
【図 22】図 17 のノーズピースの端面図である。

【図 23】図 17 の音響窓の端面図である。

【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 2 5】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 1 A 】



**Fig. 1A**

【 ㊦ 1 B 】

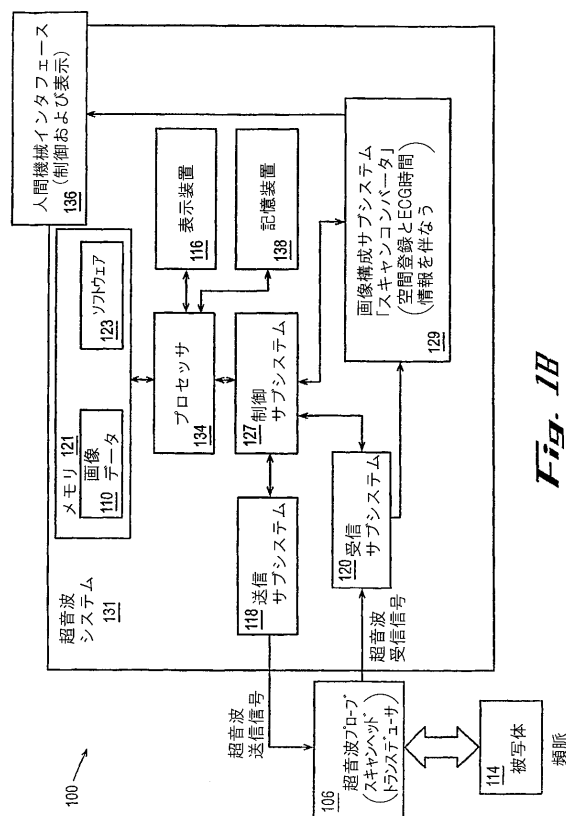


Fig. 1B

【 図 2 】

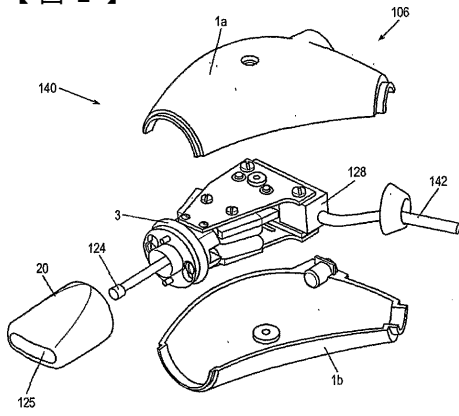


Fig. 2

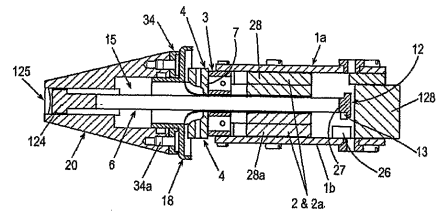


Fig. 3A

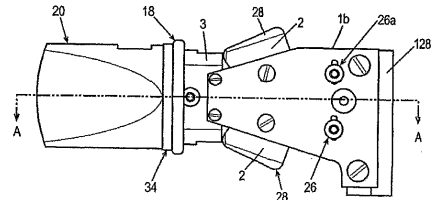


Fig. 3B

【 図 4 】

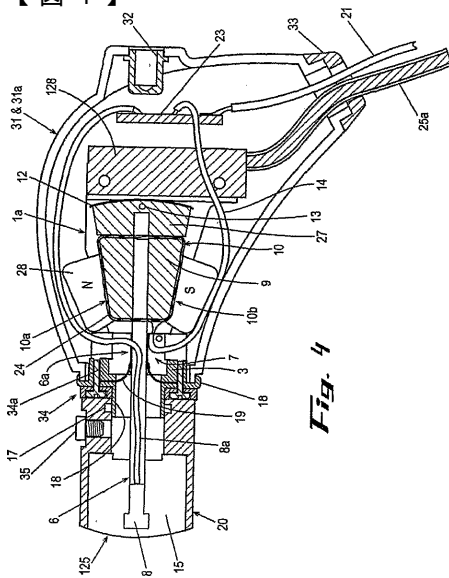


Fig. 4

【 図 5 】

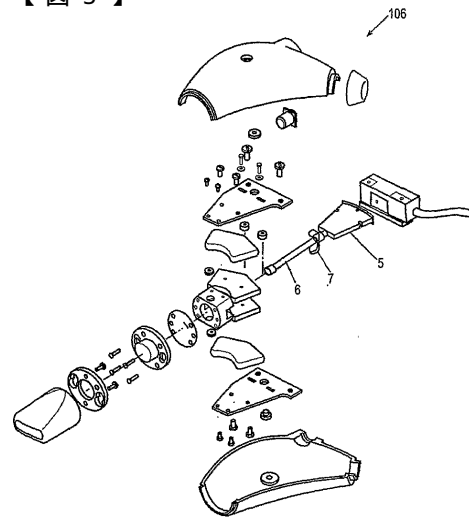


Fig. 5

【図 6】

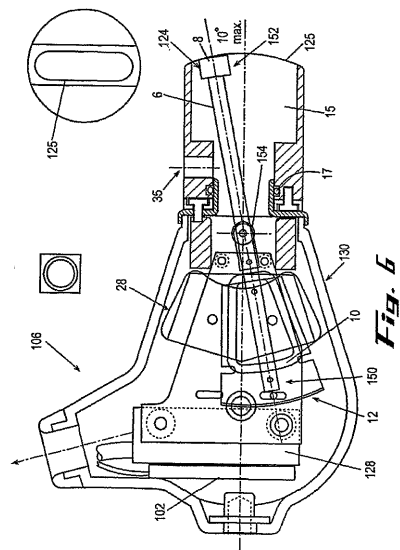


Fig. 6

【図 7】

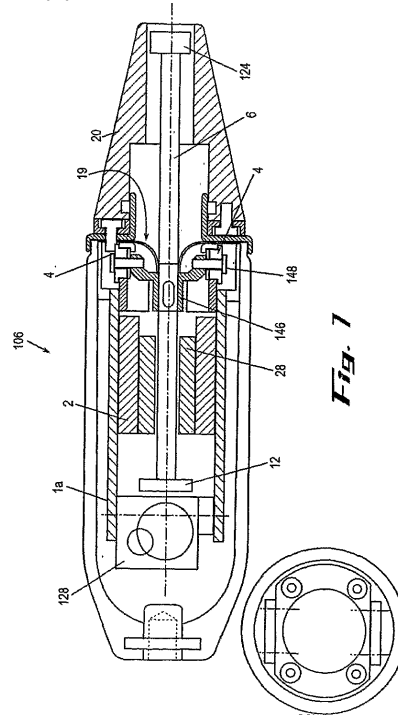


Fig. 7

【図 8】

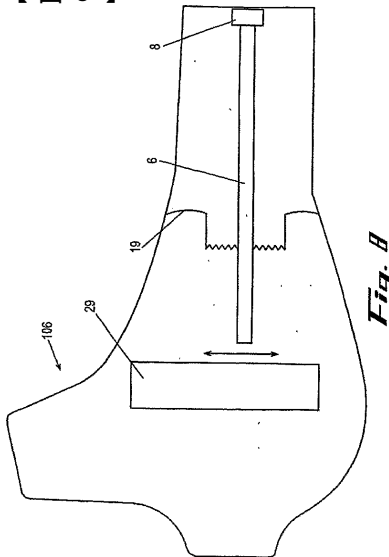


Fig. 8

【図 9】

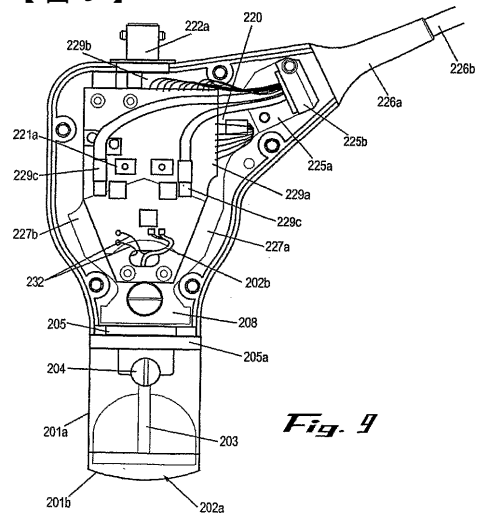
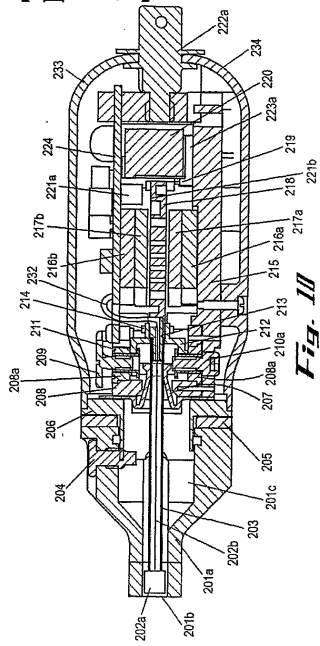


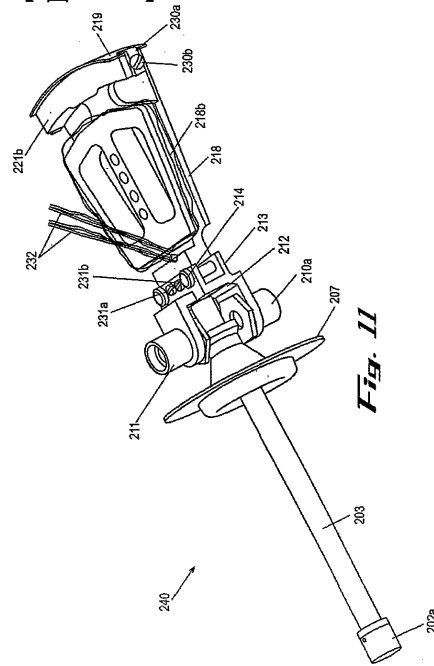
Fig. 9



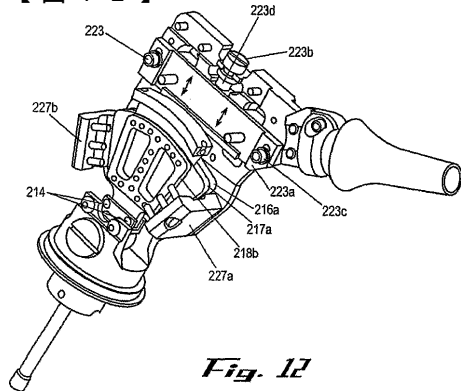
【図 10】

**Fig. 10**

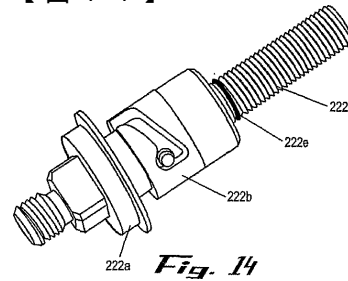
【図 11】

**Fig. 11**

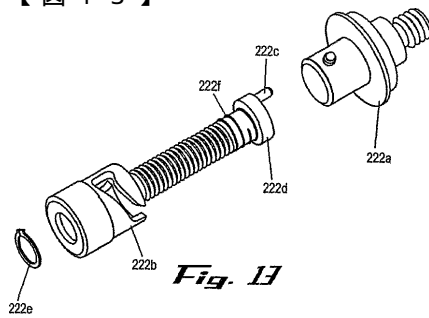
【図 12】

**Fig. 12**

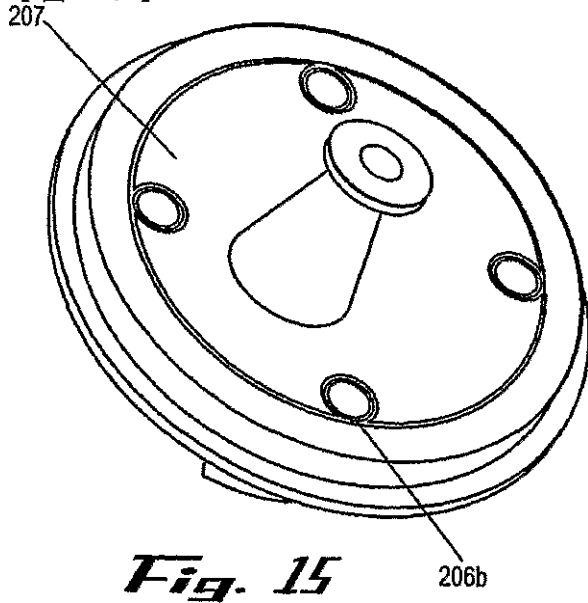
【図 14】

**Fig. 14**

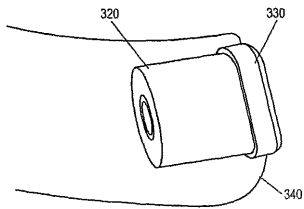
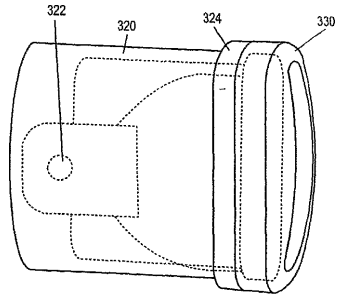
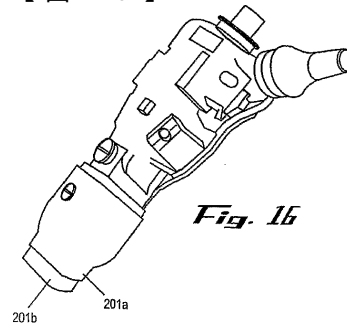
【図 13】

**Fig. 13**

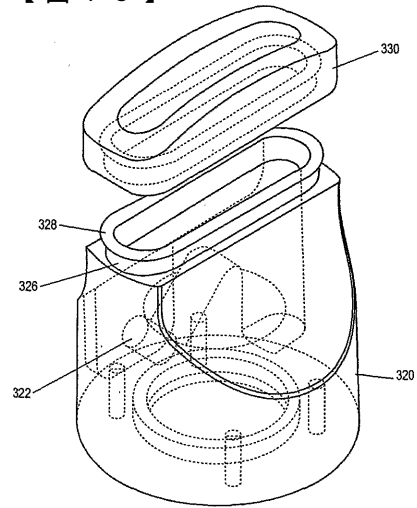
【 図 15 】

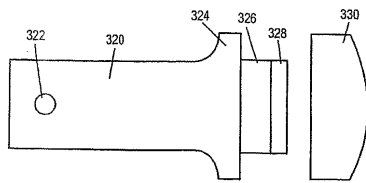
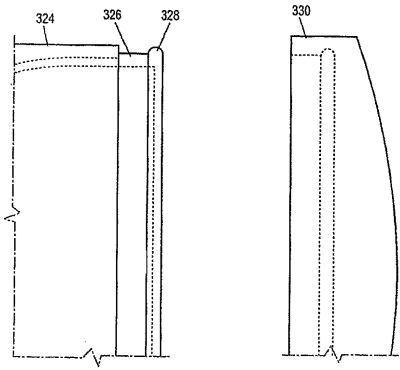
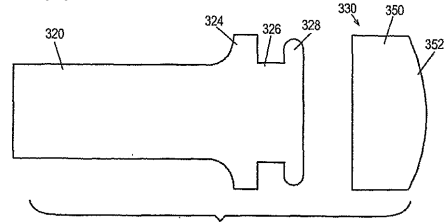
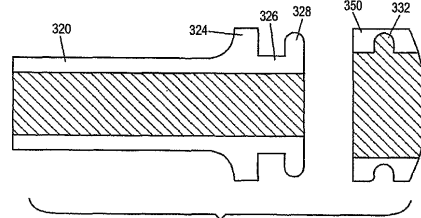
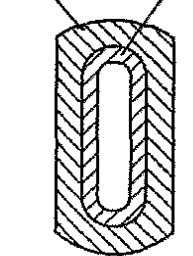
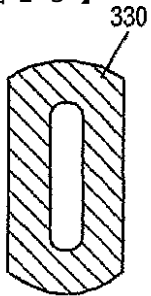
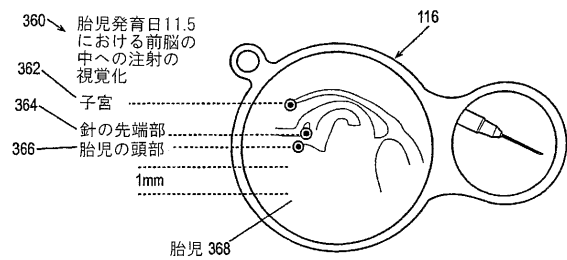


【 図 16 】

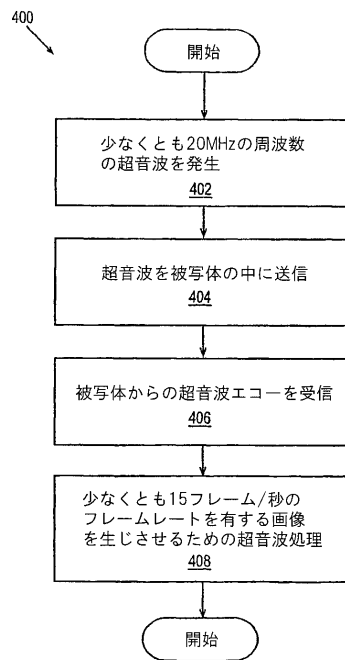


【 図 18 】



**Fig. 19A****Fig. 19B****【図 20】****Fig. 20****【図 21】****Fig. 21****【図 22】****Fig. 22****【図 23】****Fig. 23****【図 24】****Fig. 24**

【 図 2 5 】

*Fig. 25*

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US03/32320

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
IPC(7) : A61B 8/00 US CL : 600/443		
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) U.S. : 600/442-443, 447, 459, 462-463, 466-467; 128/916		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Please See Continuation Sheet		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X/Y, E	US 6,679,845 B2 (RITTER et al) 20 January 2004, see entire document	(1,5,10-12,21)/2-4, 6-9
X/Y	US 5,921,931 A (O'DONNELL et al) 13 July 1999, col. 2 lines 30-39, col. 7 lines 5-8	(1,5,10)/(2-4,6-9,11-29)
Y	US 5,192,549 A (BARENHOLZ et al) 09 March 1993, col. 22 lines 29-40	2-4, 7-9
Y	US 4,546,771 A (EGGLETON et al) 15 October 1985, col. 2 lines 54-68	6
Y	US 5,488,954 A (SLEVA et al) 06 February 1996, see entire document	11-14,18,22-24,28-29
Y	US 5,655,537 A (CROWLEY) 12 August 1997, col. 4 lines 28-36	17
Y	US 5,879,305 A (YOCK et al) 09 March 1999, col. 5 lines 7-15	15-16,20,25-26
Y	US 5,844,140 A (SEALE) 01 December 1998, col. 15 lines 53-57	19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input 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 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 02 April 2004 (02.04.2004)		Date of mailing of the international search report 28 APR 2004
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer Marvin Lateef Telephone No. 703-308-0858  Sheila H. Venev Paralegal Specialist Tech. Center 3700

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

PCT/US03/32320

**Continuation of B. FIELDS SEARCHED Item 3:**

East

search terms: IVUS, resolution, micron\$1, frame rate\$1, MHz

## フロントページの続き

(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)

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA, GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,M N,MW,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU ,ZA,ZM,ZW

(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

Fターム(参考) 4C601 DD14 DD15 DD30 EE01 EE08 FF03 GC02 GC04 GC11 HH06

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	<a href="#">JP2006502828A5</a>	公开(公告)日	2007-01-18
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		
[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		
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		
F-TERM分类号	4C601/DD14 4C601/DD15 4C601/DD30 4C601/EE01 4C601/EE08 4C601/FF03 4C601/GC02 4C601/ /GC04 4C601/GC11 4C601/HH06		
代理人(译)	青木 笃 岛田哲朗 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 JP4713339B2		

#### 摘要(译)

用于产生超声图像的系统包括：扫描头，具有能够产生至少20兆赫兹频率的超声能量的换能器；以及扫描头，用于接收超声能量并且具有每秒至少15帧的扫描头处理器134，用于以帧速率（fps）生成超声波图像116。



