

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5342770号  
(P5342770)

(45) 発行日 平成25年11月13日(2013.11.13)

(24) 登録日 平成25年8月16日(2013.8.16)

(51) Int.Cl. F I  
**A 6 1 B 8/00 (2006.01)** A 6 1 B 8/00  
**B 0 6 B 1/06 (2006.01)** B 0 6 B 1/06 Z

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-319048 (P2007-319048)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成19年12月11日(2007.12.11)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2008-149135 (P2008-149135A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成20年7月3日(2008.7.3)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成22年12月2日(2010.12.2)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	11/639,891	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成18年12月15日(2006.12.15)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	ロウエル・スコット・スミス
			アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、チェシャー・プレイス、24番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子を能動的に冷却するためのシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波探触子(52)であって、

超音波データを収集するトランスジューサ(18)と、

前記超音波探触子(52)からの熱を能動的に除去するための冷却サブシステム(54)であって、該冷却サブシステム(54)はコンジット(66)を介して冷却剤(64)を該超音波探触子(52)内に循環させるように構成されたポンプ(62)と、前記コンジット(66)に送られる冷却剤(64)を各々が包含した第1及び第2のリザーバ(78、80)と、該第1及び第2のリザーバ(78、80)を前記ポンプ(62)を用いて接続する接続コンジット(82)とを備えており、該ポンプ(62)は前記第1又は第2リザーバ(82)の内部に配置されている冷却サブシステム(54)と、  
 を備える超音波探触子(52)。

【請求項2】

前記コンジット(66)はさらに、前記コンジット(66)の高圧力部分内に圧力振動を抑制するための管状のコンプライアント素子(76)を備える、請求項1に記載の超音波探触子(52)。

【請求項3】

超音波探触子(52)であって、

超音波データを収集するためのトランスジューサ(18)と、

前記超音波探触子(52)からの熱を能動的に除去するための冷却サブシステム(54)

10

20

であって、  
 コンジット（６６）を介して冷却剤（６４）を前記超音波探触子（５２）内に循環させるように構成されたポンプ（６２）と、  
 前記コンジット（６６）の高圧力部分内にある圧力振動を抑制するためのコンプライアント素子（７６）と、  
 を備える冷却サブシステム（５４）と、  
 を備え、  
前記コンプライアント素子（７６）が、  
前記コンジット（６６）に送られる冷却剤（６４）を各々が包含した第１及び第２のリザーバ（７８、８０）と、該第１及び第２のリザーバ（７８、８０）を前記ポンプ（６２）  
を用いて接続する接続コンジット（８２）とを備え、  
前記ポンプ（６２）は前記第１又は第２リザーバ（８２）の内部に配置される、  
 超音波探触子（５２）。

10

【請求項４】

前記冷却サブシステム（５４）はさらに、前記コンジット（６６）内部に累積した過剰圧力を解放するための過剰圧力逃がしシステム（８４、８６）を備えており、該過剰圧力逃がしシステム（８４、８６）は前記冷却剤（６４）に対するバイパス経路（８８、９２）の提供に基づいている、請求項１乃至３のいずれかに記載の超音波探触子（５２）。

【請求項５】

前記トランスジューサ（１８）に接続した探触子回路基板（５６）と、  
 冷却ファン（７４）とを備え、  
 前記冷却サブシステム（５４）は、前記トランスジューサ（１８）及び前記探触子回路基板（５６）と熱的に結合した第１の熱交換器（７０）と、前記冷却ファン（７４）の近傍に配置された第２の熱交換器（７２）とを備え、  
 前記コンジット（６６）によって前記第１の熱交換器（７０）、前記第２の熱交換器（７２）及び前記ポンプ（６２）の間に閉ループ経路が形成されると共に、該閉ループ経路を  
 通って前記冷却剤が循環する、請求項１乃至４のいずれかに記載の超音波探触子（５２）  
 。

20

【請求項６】

前記超音波探触子（５２）を制御する超音波コンソール（５８）と、  
 探触子コネクタ（６０）を備える請求項１乃至５のいずれかに記載の超音波探触子（５２）と、  
 を備え、  
 前記超音波コンソール（５８）は、前記探触子コネクタ（６０）を介して前記冷却サブシステム（５４）に電力を供給する、超音波システム（１０）。

30

【請求項７】

前記トランスジューサ（１８）は、前記冷却剤（６４）を介さずに撮像手技中に対象（１６）と接触し、  
 前記超音波探触子（５２）を制御する超音波コンソール（５８）と、  
 請求項１乃至５のいずれかに記載の超音波探触子（５２）と、  
 を備える、超音波システム（１０）。

40

【請求項８】

装置を能動的に冷却するための超音波探触子（５２）内に配置されるシステム（５４）であって、  
 コンジット（６６）を介して冷却剤（６４）を該装置内に循環させるように構成されたポンプ（６２）と、  
 前記コンジット（６６）の高圧力部分内にある圧力振動を抑制するためのコンプライアント素子（７６）と、  
 を備え、  
前記コンプライアント素子（７６）が、

50

前記コンジット（６６）に送られる冷却剤（６４）を各々が包含した第１及び第２のリザーバ（７８、８０）と、該第１及び第２のリザーバ（７８、８０）を前記ポンプ（６２）を用いて接続する接続コンジット（８２）とを備え、  
前記ポンプ（６２）は前記第１又は第２リザーバ（８２）の内部に配置される、  
 るシステム（５４）。

【請求項９】

装置を能動的に冷却するための方法であって、  
 超音波探触子（５２）内のみで、コンジット（６６）を介して装置内に冷却剤（６４）を循環させる工程と、  
 コンプライアント素子（７６）を介して前記コンジット（６６）の高圧力部分内の圧力振動を抑制する工程と、  
 を含み、

前記コンプライアント素子（７６）が、  
前記コンジット（６６）に送られる冷却剤（６４）を各々が包含した第１及び第２のリザーバ（７８、８０）と、該第１及び第２のリザーバ（７８、８０）を接続する接続コンジット（８２）とを備え、

前記冷却剤（６４）を循環させるポンプ（６２）が前記第１又は第２リザーバ（８２）の内部に配置される、  
 方法。

【請求項１０】

前記冷却剤（６４）に対するバイパス経路（８８、９２）を介して前記コンジット（６６）内部に累積した過剰圧力を解放する工程をさらに含む請求項９に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は全般的にはヒトの解剖構造の超音波撮像に使用される超音波探触子に関し、さらに詳細には超音波探触子を能動的に冷却するための技法に関する。

【背景技術】

【０００２】

超音波撮像システムは医学的撮像及び診断の分野においてよく見られるようになった。典型的には超音波撮像システムは、患者に当てるように保持される音響探触子（超音波探触子）を含む。この探触子は探触子ハウジング内部にある音響トランスジューサを含む。各トランスジューサは、超音波を送受信して患者の内部組織の撮像を容易にするような圧電材料または静電気素子から製作される。送受信の間に音響エネルギーの解放と吸収が交代するため、音響損失が熱に変換されることに由来して探触子内に熱ビルドアップが生じる。

【０００３】

超音波システムから得られる動作性能を最大にするためには、米国食品医薬品局により認可された音響強度など許容可能な最大音響強度で音響探触子及びこれに関連するトランスジューサを動作させることが望ましいことがある。これによれば、音響波の透過を増大させることによって超音波画像の品質を向上させ、与えられたシステム及びトランスジューサに関する信号対雑音比を最大化すること、並びに撮像性能が許容可能な音響強度をフルに放出できないことによる制約を受けないように保証することが可能となる。しかし、音響探触子及びこれに関連するトランスジューサをより高い音響強度で動作させることには、トランスジューサアセンブリ内に過剰な熱を発生させることがあるという欠点がある。超音波探触子の外面上で許容し得る熱の累積量は定められた限度内としなければならない。撮像手技を実施する間の患者や技師に接触する点における音響探触子の最大許容可能な外部／表面温度に対しては実用上及び規制上の限度が存在する。これらの目標に対する適合は最終的には、探触子からの熱を消費できるまたは抽出できる能力に依存する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

さらに超音波探触子の表面温度は、患者に対する危害やオペレータに対する不快感を回避するように十分に低くしなければならない。患者並びに技師は一般に、撮像中に心地よい低温の探触子と接触している方を好む。さらに、内部温度が上昇するとトランスジューサの構成要素の動作特性に悪影響を及ぼし、その効率及び/または動作能力を低下させることがある。例えば探触子内の制御回路の一部として利用されることがあるCMOS集積回路は、より低い温度の方がより高速かつ効率よく動作する。

## 【 0 0 0 5 】

さらに、トランスジューサ素子の製作に利用されるのが典型的である材料は主にその音響特性に基づいて選択されており、また一般的に比較的低い固有熱伝導率を有することが分かっており、また一般的に比較的低い固有熱伝導率を有することが分かっていることは当業者であれば理解されよう。トランスジューサアセンブリが低熱伝導性であるため、探触子の過熱が生じることがある。さらに、探触子の動作によって発生した熱の大部分は、検査中の患者の身体のごく近くで探触子内に配置する必要があるトランスジューサ素子のごく周囲に累積する傾向がある。さらにトランスジューサ素子は一般に、トランスジューサ素子の追加的な断熱性を提供する溝を切り込むことによって互いに隔絶させている。したがって、トランスジューサ素子の内部で発生した熱は音響スタック内にトラップされ、探触子の表面温度を周囲温度を超えて上昇させる。一般に、超音波探触子の接触面の過熱を回避するためにトランスジューサ素子のアレイ内にトラップされる熱を消費すると有利である。

## 【 0 0 0 6 】

従来では、トランスジューサ構造内に埋め込んで発生源からの熱を探触子構造の体部内にできる限り迅速に転送するような熱伝導体などの比較的簡単なデバイスを用いて超音波探触子の熱管理が実現されている。例えばトランスジューサアレイを囲繞する探触子ハウジングの内部体積は、熱伝導性注封材料（例えば、エポキシ内に植え込まれた熱伝導性セラミック顆粒）で満たされることがある。この注封材料は、その製作を安定化させると共に、トランスジューサ素子アレイのパルス動作中に発生した熱を探触子表面/トランスジューサ表面から探触子の内部/後方に向かって消費させる支援をする。この方法では、探触子の前側臨界表面から、その質量が大きいことによって自然対流による熱の均等な消費に役立つ箇所であるハンドルまで熱が伝達される。

## 【 0 0 0 7 】

従来の超音波探触子内では電子部品の量が典型的には十分少ないため、探触子温度を規制限界内に納めるのは自然対流で十分である。探触子の過熱を回避するためには、探触子内で患者接触面の近くにサーミスタや別の温度検知デバイスを含み、これによって過熱が生じた際に探触子に対する電気出力及び励起を低下させるまたは終了させることが一般的なやり方である。

## 【 0 0 0 8 】

しかし、超音波トランスジューサ技術はより多くの素子点数を用いた探触子へと急速に展開しつつある。このことによって一方、より多くのケーブル引き回しや軽量材料を必要とすると共に、個々の素子と超音波撮像システムとの相互接続の製造性が課題となる。パッケージ処理技術に関するこの負担には、半導体内での高レベルの回路集積に関する可用性が加わる。トランスジューサ内の小型の素子とシステム内の検知用電子部品との間の電気インピーダンスの不整合のために、探触子ハンドル内部に能動的電子部品を設けるための様々な手段が開発されてきた。電子技術が進展するに連れて、より多くの能動的回路を検出信号の発生源のできる限り近傍に配置することが予測される。

## 【 0 0 0 9 】

半導体技術を診断用超音波トランスジューサに適用することによって、これらのデバイスの設計及び製作に新たな局面が作り出された。これらの製品は従来では受動的電子回路及び圧電セラミックセンサから構成されているが、このトランスジューサは現在、能動的前置増幅器、送信器、レーザー、さらに最終的にはA/D変換器及び恐らくデジタル信号プロセッサに対するホストとなっている。これは探触子における動作電力要件を大幅に

10

20

30

40

50

増大させる。この動作電力の増加は必然的に動作温度の上昇につながる。従来の「ハンドヘルド型」超音波探触子にこの技術を追加すると、能動的デバイスが発生させる熱を処分しようとする機械設計者の能力に対して極度の負担を生じさせ、これによって探触子内部の熱管理の問題を悪化させることになる。最高品質の画像を作成するために、探触子の電力を規制限界に近づくように管理して探触子の熱出力を管理することが必要となる。

【0010】

したがって能動的デバイスの出現によって、上述の熱導体の使用ではトランスジューサ内における熱負荷の処理がもはや十分でなくなる。ハンドル内により多くの電子部品を備えた超音波探触子はより大量の熱を消費させる必要があり、これによって規制温度要件を満たすには自然対流を超える冷却が必要となる。例えば、目下のところ利用可能な簡単なデバイスが消費する熱負荷は概ね1ワットである。休止モードで3ミリワットを消費するシステムに前置増幅器を導入すると、3000素子の探触子ではその熱負荷が9ワットだけ増加し、全体で10ワットとなる。電流設計は患者接触部位の温度によって制限されることがあるため、この種の熱出力増加に対応するだけのマージンはほとんどない。したがって、より大量の熱の消費が可能な熱転送機構を提供することが必要とされている。

10

【0011】

超音波探触子の熱管理を強化するように提唱された技法は典型的には、閉ループ循環冷却システムなどの内蔵型冷却システム、熱電気冷却器、蒸発器/凝縮器システム、超音波トランスジューサ構造の周囲に冷却液を循環させるためのチャンネルその他を含む。これらの技法は一般に探触子の表面温度を十分に低下させることに成功している。しかしこれには、トランスジューサアセンブリの音響性能を犠牲にして得ているものが多い。例えば、ポンピングした冷却流体からの振動が画像の品質を劣化させることがある。同様に、動作時の圧力変動がポンプ/チューブを損傷させることがある。さらに、冷却流体のポンプからの漏れが冷却システムの寿命を不利益に短縮させることがある。最大許容可能な音響強度で動作できることが望ましく、またさらに内部トランスジューサ動作温度並びに探触子の表面の患者及びユーザが触れる部分の表面温度分布を制御することが望ましい場合、トランスジューサ設計の中で熱設計が重要な検討事項の1つとなる。

20

【特許文献1】米国特許出願公開第2006/0197780号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0012】

したがって、探触子の表面温度を規制限界域内に維持しながらより高い送信電力で探触子を動作させることによって高品質の診断用撮像を容易にするように、超音波探触子を能動的に冷却するための高効率かつ費用対効果のよい技法を提供することが望ましい。さらに、ポンプからの冷却流体に関する振動、圧力変動及び漏れを低減させて、画質並びに冷却システムの寿命を向上させることが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0013】

簡単に述べると本技法の一態様では、超音波システムを提供する。本超音波システムは、超音波データを収集するための超音波探触子と、超音波探触子からの熱を能動的に除去するための冷却サブシステムと、を含む。この冷却サブシステムは、冷却剤を包含したりザーバの内部に配置させると共に、コンジットを介して冷却剤を超音波探触子に循環させるように構成させたポンプを含む。

40

【0014】

本技法の別の態様では、超音波システムを提供する。本超音波システムは、超音波データを収集するための超音波探触子と、該超音波探触子からの熱を能動的に除去するため冷却サブシステムと、を含む。この冷却サブシステムは、コンジットを介して冷却剤を超音波探触子に循環させるように構成されたポンプと、コンジットの高圧力部分内にある圧力振動を抑制するためのコンプライアント素子と、を含む。

【0015】

50

本技法の追加的な態様では、装置を能動的に冷却するためのシステムを提供する。本システムは、コンジットを介して冷却剤を装置に循環させるように構成されたポンプと、コンジットの高圧力部分内にある圧力振動を抑制するためのコンプライアント素子と、を含む。

【0016】

本技法のまた別の態様では、装置を能動的に冷却するための方法を提供する。本方法は、コンジットを介して冷却剤を装置に循環させる工程と、コンプライアント素子を介してコンジットの高圧力部分内の圧力振動を抑制する工程と、を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明に関するこれらの特徴、態様及び利点、並びにその他の特徴、態様及び利点については、同じ参照符号が図面全体を通じて同じ部分を表している添付の図面を参照しながら以下の詳細な説明を読むことによってより理解が深まるであろう。

【0018】

本技法は全般的には超音波探触子向けの統合型冷却システムを目的とする。こうした統合型冷却システムは、X線管、電子デバイス、電気及び機械的装置その他などの高効率かつ費用対効果のよい熱管理を必要とするような多種多様なデバイスや装置において有用となり得る。本検討では超音波探触子のコンテキストの例を提供しているが、当業者であればこれらの統合型冷却システムの別のコンテキストでの利用も十分に本技法の趣旨域内にあることを容易に理解されよう。本出願では、撮像する「対象 ( s u b j e c t ) 」並びに撮像する「物体 ( o b j e c t ) 」に言及していることに留意すべきである。これらの用語は相互に排他的でないためこれら用語の使用は置き換え可能であり、添付の特許請求の範囲の趣旨を限定することを意図したものではない。これらの用語はヒトや動物とする患者を示すこと、あるいは製造プロセスに関するものなどデバイス、物体または構成要素を示すことがある。

【0019】

ここで図1を参照すると、本技法の態様による例示的な超音波システム10の概要図を表している。超音波システム10は、収集サブシステム12及び処理サブシステム14を含む。収集サブシステム12は、対象16内に超音波信号を送信し、対象16から後方散乱された超音波信号を受信する。次いで収集した超音波信号は、処理サブシステム14によって処理され対象16の画像が作成される。

【0020】

収集サブシステム12は、撮像手技中に患者または対象16と接触させるトランスジューサアセンブリ18（典型的には、音響トランスジューサアセンブリ）を含む。トランスジューサアセンブリ18はチタンジルコン酸鉛（PZT）、2フッ化ポリビニリデン（polyvinylidene difluoride: PVDF）及びPZT複合材（ただし、これらに限らない）などの材料から製作された複数のトランスジューサアレイ素子を備えることは当業者であれば理解されよう。トランスジューサアセンブリ18は2方向トランスジューサであり、対象16内に超音波を送信しこれからエネルギーを受信するように構成されていることに留意すべきである。送信モードではトランスジューサアレイ素子は、電気エネルギーを超音波に変換してこれを対象16内に送信する。受信モードではトランスジューサアレイ素子は対象から受信した超音波エネルギー（後方散乱波）を電気信号に変換する。

【0021】

収集サブシステム12はさらに、送信/受信切替回路20、送信器22、受信器24及びビーム形成器26を含む。送信/受信（T/R）切替回路20は、トランスジューサアレイ18を送信モードまたは受信モードに切り替えるためにトランスジューサアレイ18と結合させている。対象16内に送信するための超音波を発生させるために、処理サブシステム14は送信コマンドデータをビーム形成器26に送っている。ビーム形成器26は送信コマンドデータを受け取ると、トランスジューサアレイ18の表面位置のある点から

10

20

30

40

50

所望のステアリング角で発生されるような所望の形状をもつビームを生成させる送信パラメータを作成する。次いでビーム形成器 26 はこの送信パラメータを送信器 22 に送る。送信器 22 はこの送信パラメータを用いて送信信号を適正にエンコードしてこれを T/R 切替回路 20 を介してトランスジューサアレイ 18 に送っている。この送信信号は、互いに対してあるレベル及び位相を有するように設定されてトランスジューサアセンブリ 18 の個々のトランスジューサ素子に提供される。この送信信号は、トランスジューサ素子を励起させて同じ位相及びレベルの関係をもった超音波を送出する。その結果、トランスジューサアセンブリ 18 を例えば超音波ジェルを用いて対象 16 に音響結合させたときに、走査線に沿った走査面内部の対象 16 内に超音波エネルギーのビームが形成される。この処理は電子走査と呼ばれる。

10

**【0022】**

次いで送信された超音波は、対象 16 内部の組織や血液試料によって後方散乱される。トランスジューサアレイ素子は、その音波を戻した組織までの距離並びにその音波が戻された位置のトランスジューサアセンブリ 18 の表面に対する角度に応じて、この後方散乱波を様々な時点で受信する。上で述べたように、このトランスジューサアレイ素子は対象 16 から後方散乱された超音波信号を受け取りこれを電気信号に変換する。次いでこの電気信号は、T/R 切り替え回路 20 を経由して受信器 24 に至る。受信器 24 は、この受信信号を増幅しかつデジタル化すると共に、利得補償などの別の機能を提供する。各トランスジューサ素子が様々な時点で受信した後方散乱超音波に対応するデジタル化された受信信号は、後方散乱音波の振幅及び位相情報を保持している。次いでこのデジタル化信号はビーム形成器 26 を介して処理サブシステム 14 に送られる。処理サブプロセッサ 14 は受信コマンドデータをビーム形成器 26 に送っている。ビーム形成器 26 は、トランスジューサアセンブリ 18 の表面上のある点に典型的に対応するステアリング角並びに走査線に沿って送信された直前の超音波ビームのステアリング角でこの点から発せられる受信ビームを形成させるためにこの受信コマンドデータを使用する。ビーム形成器 26 は、制御プロセッサ 28 からのコマンドデータの命令に従って時間遅延及び集束を実行し、対象 16 内部で走査面内の走査線に沿ったサンプルボリュームに対応する受信ビーム信号を生成することによって、適当な受信信号に対する操作を行っている。様々なトランスジューサ素子からの受信信号の位相、振幅及びタイミング情報を使用して受信ビーム信号が生成される。

20

30

**【0023】**

処理サブシステム 14 は、制御プロセッサ 28、復調器 30、撮像モードプロセッサ 32、走査変換器 34 及び表示プロセッサ 36 を含む。制御プロセッサ 28 は、撮像モードプロセッサ 32、走査変換器 34 及び表示プロセッサ 36 とインタフェース接続されている。さらに制御プロセッサはビーム形成器 26 に送信及び受信コマンドデータを送る役割をする。復調器 30 はこの受信ビーム信号に対して復調を実行し、走査面内部のサンプルボリュームに対応する I 及び Q の復調データ値の対が生成される。復調は受信ビーム信号の位相及び振幅を基準周波数と比較することによって実施される。I 及び Q の復調データ値は、受信信号の位相及び振幅情報を保持している。

**【0024】**

復調されたデータは撮像モードプロセッサ 32 に転送される。撮像モードプロセッサ 32 はパラメータ評価技法を用いて復調データから走査シーケンス形式で撮像パラメータ値を作成する。この撮像パラメータは、例えば B モード、カラー速度モード、スペクトルドプラモード、組織速度撮像モードなど可能な様々な撮像モードに対応するパラメータを含むことがある。撮像パラメータ値は走査変換器 34 に送られる。走査変換器 34 は、走査シーケンス形式から表示形式に変換することによってパラメータデータを処理する。この変換には、パラメータデータに対して補間演算を実行し表示画素データを表示形式で作成することを含む。

40

**【0025】**

走査変換された画素データは表示プロセッサ 36 に送られ、走査変換画素データに対す

50

る最終的な任意の空間または時間フィルタ処理の実行、走査変換画素データに対するグレイスケールまたは色相の付与、並びにモニタ38上に表示するためのデジタル画素データのアナログデータへの変換が行われる。ユーザインタフェース40はモニタ38上に表示されたデータに基づいてユーザが超音波システム10とインタフェースを取れるようにするために制御プロセッサ28と結合させている。

【0026】

表示プロセッサ36はさらに、画像を表示させるために表示モニタ38に結合されている。ユーザインタフェース40は制御プロセッサ28及び表示モニタ38と対話する。制御プロセッサ28はさらに、ウェブサーバ44及びリモート接続インタフェース46を含むリモート接続サブシステム42と結合させることがある。処理サブシステム14はさらに、超音波画像データを受け取るように構成させたデータリポジトリ48と結合させることがある。データリポジトリ48は撮像ワークステーション50と対話する。

10

【0027】

上述の構成要素はデジタル信号プロセッサを有する回路基板などの専用のハードウェア素子とすることがあり、あるいは商用で市販のパーソナルコンピュータなど汎用のコンピュータやプロセッサ上または特殊ワークステーション上で動作するソフトウェアとすることがある。様々な構成要素は本発明の様々な実施形態に従って組み合わせることや分離させることができる。したがって当業者であれば、本超音波システム10が一例として提供されたものであり、本技法はいかなる意味においてもこの特定のシステム構成による限定を受けるものではないことを理解されよう。

20

【0028】

収集サブシステム12の構成要素の大部分と処理サブシステム14の構成要素の一部は、可搬式の超音波探触子の内部に収容されることがあることは当業者であれば理解されよう。さらに本技法の態様に従って超音波探触子からの熱を能動的に除去するため、超音波探触子内部に冷却サブシステムが配置されることがある。

【0029】

図2は、本技法の態様による内蔵型冷却サブシステム54を利用している超音波探触子52の概要図である。図示したように、超音波探触子52は、対象16に超音波信号を送信し該対象16からの信号を受信することによって超音波データを収集するために、トランスジューサアセンブリ18及びこれに関連する電子部品を含む。関連する電子部品は探触子回路基板56上に装着されることがある。超音波探触子52は超音波コンソール58によって制御されており、この超音波コンソール58によって撮像シーケンスのための電力、収集パラメータ、制御信号その他が提供される。超音波コンソール58は典型的には、探触子コネクタ60を介して超音波探触子52（さらに具体的には、探触子回路基板56）に結合させており、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、マイクロコントローラ、並びに制御動作及び処理動作を実行するように設計したその他のデバイスを含むことがある。さらに超音波コンソール58は、探触子コネクタ60を介して冷却サブシステム54に電力を供給している。さらに超音波コンソール58は、キーボード及び/または別の入力デバイスを介したオペレータからのコマンド及び走査パラメータを受け取るように構成されることがある。これによってオペレータは、超音波コンソール58を介して超音波システム10を制御することができる。したがってオペレータは、超音波画像並びにシステムに関連するその他のデータの観察、撮像の開始、その他を実施することができる。

30

40

【0030】

冷却サブシステム54は超音波探触子52内部に収容されると共に、コンジット66を介して冷却剤64を超音波探触子52を通るように（探触子ユニット、探触子ハンドル及び探触子コネクタの間を）循環させるように構成させたポンプ62を含む。ある種の実施形態では、ポンプ58を冷却剤64を包含したリザーバ68の内部に配置させることがある。リザーバ68は冷却剤64で部分的に満たすことや完全に満たすことがあり、またポンプ62は冷却剤64内に浸漬させることや部分的に浸漬させることがあることに留意す

50

べきである。別法としてポンプ62はリザーバ68の内部にはあるが、依然として冷却剤64内には浸漬していないことがある。典型的には、ある種のポンプ62は冷却剤をポンピングする間に大量のリークを生じる傾向があるコンプライアント隔壁を用いて製作され、このため製品寿命全体にわたって不合理に多くの冷却剤量が必要となることがある。リザーバの内部にポンプを配置することによって、製品寿命中における冷却剤の交換の必要性が最小限となり、これによって冷却サブシステムをより高信頼性とすることができることは当業者であれば理解されよう。隔壁から何らかの漏れがあっても簡単にリザーバにリサイクルさせることができ、冷却システムから失われることがない。さらにこの冷却流体によれば、ポンプとリザーバの間に良好な熱転送が提供され、これによってポンプのより高効率な冷却が可能となる。さらに、ジョイント位置での冷却剤損失を低減するための様々な手段が利用されることがある。例えばコンジットは、様々なジョイント位置で留め具によって固定または確保させることがある。これらの留め具には、熱収縮配管、Oリング及び金属製口輪（ただし、これらに限らない）を含むことがある。ある種の実施形態では、ぜん動式（peristaltic）ポンプなどの非リーク性のポンプを利用して冷却剤64を超音波探触子52を通るように循環させることがある。

10

## 【0031】

ある種の実施形態では、冷却剤レベルがある所定のレベル未満に低下したときに追加の冷却剤に関する要件を指示するために、リザーバの内部で冷却剤レベルを監視または計測するための流体レベルセンサ（図示せず）を利用することがあることは当業者であれば理解されよう。この冷却剤レベルは、直接キャパシタンスゲージを計測することによっても、イメージャのドプラ信号プロセッサの一部を使用することによっても決定することができる。冷却剤の損失を補償するために冷却剤の補充を可能にするための補充手段が設けられることがある。一実施形態ではその補充手段は、浸透によって冷却剤を補充するようにリザーバ内へのシリコンまたはバスケットボールバルブ様のオリフィスを含むことがある。さらに、ポンプモータとリザーバの間に音響ノイズを低減するためのシリコン減衰材料が設けられることがある。

20

## 【0032】

冷却サブシステム54はさらに、超音波探触子52からの熱を除去するように超音波探触子52と熱的に結合させた第1の熱交換器70を含む。具体的には第1の熱交換器70は、その熱の大部分がこれらの構成要素内で発生することがあるため、これらの構成要素からの熱を除去するための熱拡散器を通じてトランスジューサアセンブリ18及び探触子回路基板56と熱的に結合させている。さらに、冷却剤64を搬送するコンジット66は、第1の熱交換器70からの熱を除去するために第1の熱交換器70と熱的に結合させている。冷却剤64はコンジット66を介して第1の熱交換器70を通過して流れると共に、この流れている間にトランスジューサアセンブリ18及び探触子回路基板56によって加熱を受けた第1の熱交換器64によって冷却剤64は加熱される。加熱された冷却剤64はコンジット66を通過してコンジット66と熱的に結合させた第2の熱交換器72に循環させ、ここで伝導と対流の組み合わせを用いて熱が周辺の気体に搬送される。したがってコンジット66によって第1の熱交換器70、第2の熱交換器72及びポンプ62の間に閉ループ経路が形成されると共に、この閉ループ経路を通過して冷却剤を循環させている。第2の熱交換器72を冷却するために第2の熱交換器72の近傍に冷却用ファン74を配置させることがある。

30

40

## 【0033】

第1及び第2の熱交換器70及び72は平坦な銅シートから製作されることがあることは当業者であれば理解されよう。さらに、この第1及び第2の熱交換器はマルチ区画式の熱交換器とすることがあることに留意すべきである。次いで各区画は、熱源と各それぞれの熱交換器の間の熱抵抗を低下させるように熱源の異なる側に配置されることがある。さらに、冷却効率及び冷却流体体積を最大化するように交差フローリザーバ/熱交換器を設計できることは当業者であれば理解されよう。熱拡散器は、アルミニウム、銅、グラファイト、熱アニーリング熱分解グラファイト（thermally annealed p

50

pyrolytic graphite: TPG)、その他などの任意の熱伝導性材料とすることができる。電子部品から第1の熱交換器への熱転送を強化するために熱界面材料が設けられることがある。この熱界面材料は、シリコンパッド、グリース、グラファイトパッド、その他などの任意の熱伝導性界面材料とすることができる。ある種の実施形態では、その冷却剤64をフッ化炭素などの誘電性液体とすることができる。さらにある種の実施形態では、そのコンジット66をフッ化エチレンプロピレン(FEP)から製作した薄いプラスチックチューブとすることができる。

#### 【0034】

上で述べたように、ポンピングを受けた冷却剤64は動作時に超音波探触子52内に圧力振動を生じさせることがあり、次いでこれが画像の品質を劣化させることやポンプやチューブを損傷させることがある。このポンプは、ピストンポンプと同様の拍動方式で少量の流体を押し出す。ポンプ外部フローと配管部の間にある種の形態の体積補償を設けないと、拍動を受けたフローによって外部フローチューブ内に振動が生成されることがある。探触子是非機械式であるために振動は望ましくないことがあり、またこのため振動を最小化することが望ましくなる。さらにこの振動はトランスジューサと結合され、超音波画像内にアーチファクトを生じさせることがある。同様の影響はポンプが流体を引き入れる際の取り入れにおいても生ずる可能性があることに留意すべきである。これらの振動を低減するために、ポンプがそこから流体を引き出す蒸気緩衝式膨張チェンバ(vapor buffered expansion chamber)が組み入れられることがある。ポンプ外部フローの近くに膨張ユニットがあると下流側配管部内における振動が大幅に低減される。

#### 【0035】

図3~5は、本技法の態様による冷却システム54のコンジット66内部の圧力振動を抑制するための様々な機構を表している。図示したように、圧力振動を抑制するためにコンジット66の高圧力部分内でコンプライアント素子76が利用されることがある。例えばある種の実施形態ではそのコンプライアント素子76は、図3に示すように拍動ポンピングにより生ずる拍動振動を抑制するようにリザーバ68内部でポンプ62のアウトレットの近傍に配置したコンプライアントチューブ(膨張チューブ)とすることができる。コンプライアントチューブが流体リザーバ内に組み入れられることによって、このセクションを通過する任意に浸透によって冷却剤が単純にリザーバに戻される際の冷却剤損失を回避できることに留意すべきである。適当な直径及び長さをもつシリコンチューブは圧力変動を減衰させ、これによって画像アーチファクトを低減させる。さらに、コンプライアントチューブ全体にわたって金属編組、はんだのはい上がり(solder wick)、あるいはより大直径の低コンプライアント/非コンプライアント配管部を配置させ、チューブがあまり大きく膨張しないようにすることがある。チューブが膨張し始めると、この動きに対する抵抗は極めて小さいことに留意すべきである。金属編組、はんだのはい上がり、またはより大直径の低コンプライアント/非コンプライアント配管部は、その膨張をチューブの別の部分に移動させ、正帰還条件によるチューブのさらなる膨張をさせなくするのに役立つ。

#### 【0036】

別法としてある種の実施形態では、そのコンプライアント素子76は圧力振動を抑制するために2リザーバ式システムを含むことがある。図4及び図5に示すように、この2リザーバ式システムは流入コンジット66を受け入れるためのインレットリザーバ78と、流出コンジットがそこから開始されるアウトレットリザーバ80と、を含むことがある。リザーバ78及び80はいずれも、冷却剤64で部分的に満たされると共にポンプ62及びコンジット82を介して互いに接続されている。コンプライアント素子76は圧力振動を抑制させるような別の配列を含むことがあることは当業者であれば理解されよう。例えばある種の実施形態では、冷却剤64で部分的に満たされたリザーバ68の内部にある冷却剤64と空気/蒸気の間、あるいは冷却剤64と外部環境の間の境界がコンプライアント素子76として作用することがある。同様にある種の実施形態では、冷却剤64で部分

10

20

30

40

50

的に満たされたりザーバ68の内部にある冷却剤64と空気/蒸気の間、あるいは冷却剤64と外部環境の間にある膜やベローズなどのコンプライアント構造がコンプライアント素子76として作用することがある。

#### 【0037】

超音波オペレータが探触子ハンドルをコンソールに接続するケーブルの上でそのコンソールを転がし、これにより探触子と冷却剤を搬送するチューブとに対して往復方向で信号を伝達するケーブルが損傷を受けることはあり得ないことでないことは当業者であれば理解されよう。具体的にこうしたケースでは、コンジット66が閉塞され、このためポンプ62は上昇した圧力に抗して稼働するように強制されると共に損傷を受けやすくなること  
10  
がある。本技法の態様では、冷却システム54のコンジット66の内部に累積した過剰圧力を解放するためには多種多様な技法を利用することができる。こうした圧力制限技法は典型的には、コンジット66が閉塞された際にコンジット66内部に累積した過剰圧力を解放するために冷却剤64に対するバイパス経路を提供することに基づいている。このバイパス経路は、コンジット圧力がしきい値圧力を超えて上昇した場合に作動されることは当業者であれば理解されよう。一実施形態ではそのしきい値圧力は大気圧の2倍に等しく、またそのバイパス経路によってポンプがしきい値圧力を超える圧力に抗してポンピングすることが防止される。さらにこのバイパス経路は、冷却剤64のフローをリザーバ68内に戻すようにリザーバの内部に設けられることや、リザーバの一部として製作されることがあることに留意すべきである。

#### 【0038】

通常動作時において、抵抗 $R_1$ のループを通る冷却剤フロー $I_1$ が所望であり、かつ損傷を回避するために最大圧力 $V_{max}$ で最小フロー $I_{min}$ を維持する必要がある場合、シャント(バイパス経路)は抵抗 $R_2 = V_{max} / I_{min}$ を有するべきであり、かつ冷却システムの通常動作点は圧力 $V = I_1 R_1$ と冷却剤フロー $I = I_1 (1 + R_1 / R_2)$ とにすべきである。  
20

#### 【0039】

図6は、コンジット66内部に累積した過剰圧力を解放するためのこうした技法を2つ(過剰圧力逃がしシステム84及び86)表している。図示したように過剰圧力逃がしシステム84は、バイパス経路88及びスプリングシム90を含む。通常条件下ではスプリングシム90はバイパス経路88を閉塞させている。コンジット66の内部の圧力がしきい値圧力を超えて上昇すると、冷却剤64がスプリングシム90上に圧力を作用させる。スプリングシム90は圧力によって曲がり、これにより冷却剤に対してリザーバ68に戻るように流れる経路が可能になる。同様に図示したように、過剰圧力逃がしシステム86はバイパス経路92及びひげ針バルブ94を含む。通常条件下では、ひげ針バルブ94はバイパス経路92を閉塞させている。コンジット66の内部の圧力がしきい値圧力を超えて上昇すると、冷却剤64がひげ針バルブ94上に圧力を作用させる。ひげ針バルブ94は圧力によって押し戻され、これにより冷却剤に対してリザーバ68に戻るように流れる経路が可能になる。ある種の実施形態では、ひげ針バルブ94にベローズまたはピストン(図示せず)を結合させ、過剰な圧力が明瞭に確定された領域のベローズまたはピストン上に作用し、ひげ針バルブ94上には作用しないようにできることは当業者であれば理解されよう。この配列によって、具体的にはバルブがある種の流れ調整能力を有するまたは獲得している場合に、バルブを開く圧力に対するより良好な制御が提供される(バルブを開閉する時間の経過に従って流れに対する抵抗は徐々に低下する)。ある種の実施形態ではその過剰圧力逃がしシステム84及び86は、振動抑制のためのコンプライアント素子76の後で設けられることがあることに留意すべきである。  
30  
40

#### 【0040】

上で検討した様々な実施形態に記載した冷却サブシステム54によって効率、コンパクト化及び堅牢性が改善されることは当業者であれば理解されよう。冷却サブシステム54は超音波探触子52に内蔵状態のままである。様々な構成要素を動作させる電気を除けば、コンソールからの別のサービスは不要である。このためこれらの探触子を既存の多くの  
50

コンソールと共に使用することが比較的容易になる。内蔵型冷却サブシステムは、封入式のポンプを利用してリークを最小化し、これによってサービス寿命の間における流体交換の必要性を低減または排除することができる。上で検討した様々な実施形態に関して記載した技法は、画質を劣化させる可能性があるポンピングした冷却流体の拍動性フローからの振動を低減または排除し、これによって流体の拍動により生じる画像アーチファクトを低減または排除することができる。さらに、上で検討した様々な実施形態に関して記載した技法によれば、コンジット内の閉塞に由来した過剰圧力につながるようなオペレータ過誤の発生時にポンプが損傷から保護される。さらに、超音波探触子に追加的な安全性を提供するように、電源のオフ切替、電源の低減、音響強度の低下、その他など過剰加熱を防止するための従来の安全機能も維持されていることは当業者であれば理解されよう。

10

## 【0041】

本発明のある種の特徴についてのみ本明細書において図示し説明してきたが、当業者によって多くの修正や変更がなされるであろう。したがって、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の精神の範囲に属するこうした修正や変更のすべてを包含させるように意図したものであることを理解されたい。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0042】

20

【図1】本技法の態様による例示的な超音波システムを表した概要図である。

【図2】本技法の態様による内蔵式冷却システムを示した超音波探触子を表した概要図である。

【図3】本技法の一態様による冷却システムのコンジット内部の圧力振動を抑制するための機構を表した概要図である。

【図4】本技法の別の態様による冷却システムのコンジット内部の圧力振動を抑制するための機構を表した概要図である。

【図5】本技法のまた別の態様による冷却システムのコンジット内部の圧力振動を抑制するための機構を表した概要図である。

【図6】本技法の態様による冷却システムのコンジット内部に累積した過剰圧力を解放するための様々な機構を表した概要図である。

30

## 【符号の説明】

## 【0043】

- 10 超音波システム
- 12 収集サブシステム
- 14 処理サブシステム
- 16 対象/物体
- 18 トランスジューサアセンブリ
- 20 送信/受信切替回路
- 22 送信器
- 24 受信器
- 26 ビーム形成器
- 28 制御プロセッサ
- 30 復調器
- 32 撮像モードプロセッサ
- 34 走査変換器
- 36 表示プロセッサ
- 38 モニタ
- 40 ユーザインタフェース
- 42 リモート接続サブシステム

40

50

4 4	ウェブサーバ	
4 6	リモート接続インタフェース	
4 8	データリポジトリ	
5 0	画像ワークステーション	
5 2	超音波探触子	
5 4	冷却サブシステム	
5 6	探触子回路基板	
5 8	超音波コンソール	
6 0	探触子コネクタ	
6 2	ポンプ	10
6 4	冷却剤	
6 6	コンジット	
6 8	リザーバ	
7 0	第 1 の熱交換器	
7 2	第 2 の熱交換器	
7 4	冷却用ファン	
7 6	コンプライアント素子	
7 8	インレトリザーバ	
8 0	アウトレトリザーバ	
8 2	接続コンジット	20
8 4	過剰圧力逃がしシステム	
8 6	過剰圧力逃がしシステム	
8 8	バイパス経路	
9 0	スプリングシム	
9 2	バイパス経路	
9 4	ひげ針バルブ	

【図1】

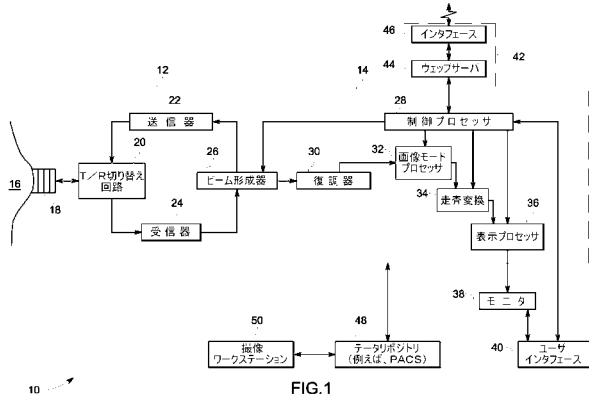


FIG.1

【図2】

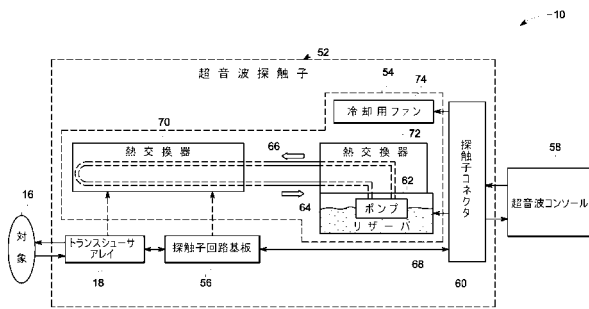


FIG. 2

【図3】

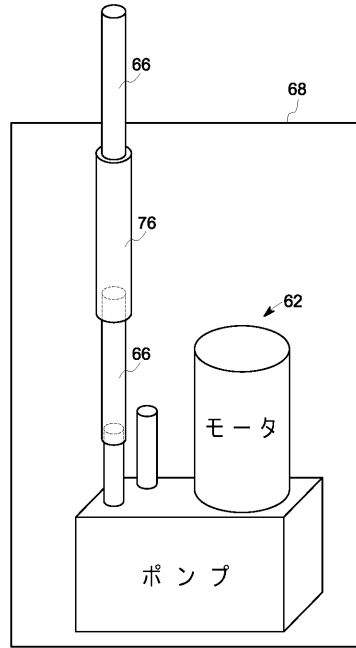


FIG. 3

【図4】

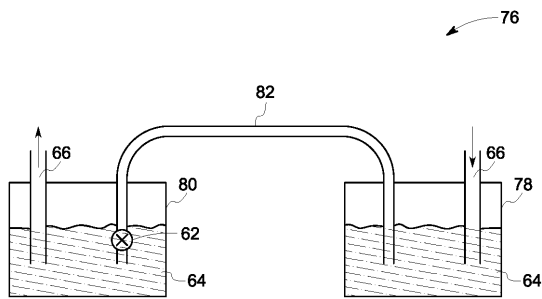


FIG. 4

【図6】

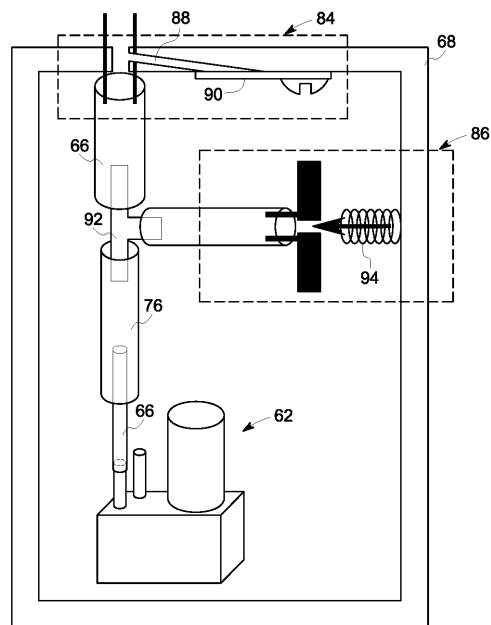


FIG. 6

【図5】

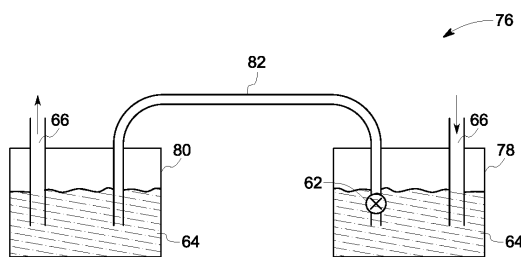


FIG. 5

## フロントページの続き

- (72)発明者 ロバート・スティーブン・ルバンドウスキー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、アムステルダム、カウンティ・ハイウェイ・126、978番
- (72)発明者 ブルーノ・ハンス・ハイダー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ボールストン・レイク、ウエストサイド・ドライブ、64番
- (72)発明者 チャールズ・エドワード・バウムガートナー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、モヒガン・ロード、945番
- (72)発明者 ジョージ・チャールズ・ソゴイアン  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、グレンヴィル、クロッソン・ロード、317番
- (72)発明者 クリストファー・スティーブン・イェッター  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スコットリア、ヒューストン・ロード、107番
- (72)発明者 ダグラス・グレン・ウィルデス  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ボールストン・レイク、グレート・テラス、52番
- (72)発明者 スティーブン・ロイヤル・カイザー  
アメリカ合衆国、アリゾナ州、チャンドラー、ノース・ポプラ・コート、648番
- (72)発明者 スヴェン・ベルグストローム  
ノルウェー、サンデフロイド、マーヴェイエン・3番
- (72)発明者 レインホルド・ブルエスル  
オーストリア、ジフ、レドル・15番
- (72)発明者 タンク・イコズ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、シェリダン・ヴィレッジ、17E4番
- (72)発明者 スтейナー・ビエラム  
ノルウェー、ホーテン、ヨルゲン・ファーリマンズヴェイ・24番
- (72)発明者 チェスター・フランク・サジ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、アムステルダム、ハガマン・アベニュー、135番

審査官 宮澤 浩

- (56)参考文献 特開2006-204552(JP,A)  
特開2004-097402(JP,A)  
特開2001-215041(JP,A)  
特開2004-321918(JP,A)  
特開2003-038485(JP,A)  
特開2004-141428(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00  
B06B 1/06

专利名称(译)	用于主动冷却超声探头的系统和方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP5342770B2</a>	公开(公告)日	2013-11-13
申请号	JP2007319048	申请日	2007-12-11
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	ロウエルスコットスミス ロバートステイブンルバンドウスキー ブルーノハンスハイダー チャールズエドワードバウムガートナー ジョージチャールズソゴイアン クリストファーステイブンイエッター ダグラスグレンウィルデス ステイブンロイヤルカイザー スヴェンベルグストロール レインホルドブルエスル タンクイコズ ステイナービエラム チェスターフランクサジ		
发明人	ロウエル・スコット・スミス ロバート・ステイブン・ルバンドウスキー ブルーノ・ハンス・ハイダー チャールズ・エドワード・バウムガートナー ジョージ・チャールズ・ソゴイアン クリストファーステイブンイエッター ダグラス・グレン・ウィルデス ステイブン・ロイヤル・カイザー スヴェン・ベルグストロール レインホルド・ブルエスル タンク・イコズ ステイナー・ビエラム チェスター・フランク・サジ		
IPC分类号	A61B8/00 B06B1/06		
CPC分类号	G01S7/52079 G01S7/52017 G10K11/004		
FI分类号	A61B8/00 B06B1/06.Z		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/EE10 4C601/GA01 5D107/AA20 5D107/BB07 5D107/CC01 5D107/CD01		
代理人(译)	小仓 博		
审查员(译)	宫泽浩		
优先权	11/639891 2006-12-15 US		
其他公开文献	JP2008149135A		

摘要(译)

要解决的问题提供一种主动冷却超声波探头的技术。提供了一种用于对物体成像的超声系统 (10)。超声系统 (10) 包括用于收集超声数据的超声探头 (52) 和用于主动地从超声探头 (52) 移除热量的冷却子系统 (52)。和 (54)，包括。冷却子系统 (54) 布置在包含冷却剂 (64) 的储存器 (68) 内，并且冷却剂 (64) 经由导管引入超声探针 (52) 中并且泵 (62) 构造成使液体循环到液体。 .The

【 图 3 】

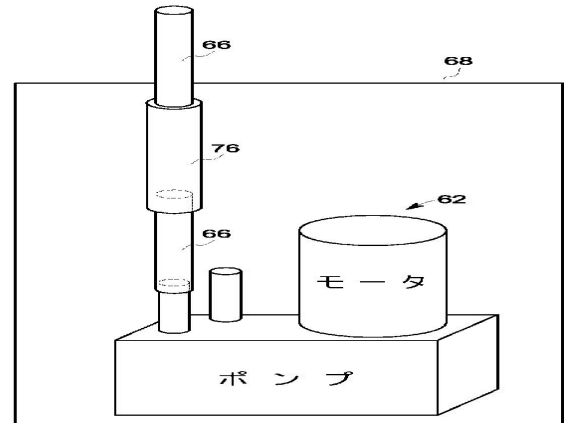


FIG. 3