

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6911013号  
(P6911013)

(45) 発行日 令和3年7月28日 (2021.7.28)

(24) 登録日 令和3年7月9日 (2021.7.9)

(51) Int. Cl.	F I
<b>H04R 17/00 (2006.01)</b>	H04R 17/00 330J
<b>A61B 8/14 (2006.01)</b>	A61B 8/14

請求項の数 28 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-511677 (P2018-511677)	(73) 特許権者	399043060
(86) (22) 出願日	平成28年9月2日 (2016.9.2)		フジフィルム ソノサイト インコーポレ イテッド
(65) 公表番号	特表2018-532307 (P2018-532307A)		アメリカ合衆国 ワシントン州 9802 1-3904 ボーゼル サーティース
(43) 公表日	平成30年11月1日 (2018.11.1)		ドライブ エス・イー 21919
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/050171	(74) 代理人	100079049
(87) 国際公開番号	W02017/040979		弁理士 中島 淳
(87) 国際公開日	平成29年3月9日 (2017.3.9)	(74) 代理人	100084995
審査請求日	令和1年8月27日 (2019.8.27)		弁理士 加藤 和詳
(31) 優先権主張番号	62/214,185	(72) 発明者	リ, ウェイ
(32) 優先日	平成27年9月3日 (2015.9.3)		アメリカ合衆国 ワシントン, ボセル, 37ティーエイチ ドライブ エスイー 18708
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波変換器アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波変換器アセンブリであって、  
 超音波エネルギーを軸方向において放出するように構成される、変換器層と、  
 前記軸方向において前記変換器層の上にある、複数の整合層と、  
前記複数の整合層の上にあるレンズと、  
前記レンズから少なくとも前記複数の整合層の中に延在する複数の切溝であって、前記  
複数の切溝の各切溝は、少なくとも部分的に、マイクロバルーンまたはマイクロスフェア  
を備える第1の充填材で充填されると共に、前記各切溝は、前記レンズに隣接する前記複  
数の整合層の部分で前記各切溝の中の前記第1の充填材の中の溝を含み、前記溝は前記溝  
が含まれる前記各切溝の幅より狭い幅を有しかつ前記第1の充填材とは異なる第2の充填  
材で充填される、切溝と、  
 を備える、超音波変換器アセンブリ。

【請求項 2】

前記複数の切溝は、第1の切溝および第2の切溝を含み、前記第1の切溝は、前記軸方  
向において第1の深度を有し、前記第2の切溝は、前記軸方向において前記第1の深度を  
上回る第2の深度を有する、請求項1に記載の超音波変換器アセンブリ。

【請求項 3】

前記変換器層の下にあるバックリング層をさらに備える、請求項2に記載の超音波変換器  
 アセンブリ。

## 【請求項 4】

前記変換器層と前記バックリング層との間の不整合層をさらに備え、前記第 2 の切溝は、前記複数の整合層、前記変換器層、および前記不整合層を通して前記バックリング層の中に延在する、請求項 3 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 5】

前記不整合層の音響インピーダンスは、炭化タングステンの音響インピーダンス未満である、請求項 4 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 6】

前記各切溝は、第 1 の幅を方位角方向において有し、前記溝は、前記方位角方向において前記第 1 の幅未満の第 2 の幅を有する、請求項 1 に記載の超音波変換器アセンブリ。

10

## 【請求項 7】

前記第 2 の幅は、前記第 1 の幅の 2 分の 1 を上回る、請求項 6 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 8】

前記第 2 の幅は、前記第 1 の幅の 4 分の 1 未満である、請求項 6 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 9】

前記溝は、前記軸方向において整合層の厚さ未満の深度を有する、請求項 6 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 10】

20

前記溝は、前記軸方向において整合層の厚さを上回る深度を有する、請求項 6 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 11】

前記軸方向における前記切溝内の前記第 1 の充填材の深度は、方位角方向において変動する、請求項 1 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 12】

前記軸方向における前記切溝内の前記第 1 の充填材の深度は、仰角方向において変動する、請求項 1 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 13】

前記第 1 の充填材は、軸方向において段階化される、音響インピーダンスを含む、請求項 1 に記載の超音波変換器アセンブリ。

30

## 【請求項 14】

超音波変換器アセンブリを構築する方法であって、  
 圧電層の上側表面を複数の整合層を備える整合層の下側表面に接合するステップと、  
 前記圧電層の下側表面を不整合層に接合するステップと、  
 前記整合層の中に延在する第 1 の複数の切溝を形成するステップと、  
 前記整合層、前記圧電層、および前記不整合層を通して延在する第 2 の複数の切溝を形成するステップであって、前記第 1 の複数の切溝の深度は、前記第 2 の複数の切溝の深度未満である、ステップと、

少なくとも部分的に、マイクロバルーンまたはマイクロスフェアを備える第 1 の充填材で前記第 1 の複数の切溝及び前記第 2 の複数の切溝の各切溝を充填するステップと、

40

前記各切溝の中の前記第 1 の充填材に溝を形成するステップと、  
 を含み、

レンズが、前記複数の整合層の上に形成され、

前記各切溝の中の前記第 1 の充填材に形成された前記溝は、前記レンズに隣接する前記複数の整合層の部分に位置し、

前記溝は前記溝が含まれる前記各切溝の幅より狭い幅を有しかつ前記第 1 の充填材とは異なる第 2 の充填材で充填され、

前記第 1 の複数の切溝及び前記第 2 の複数の切溝は、前記レンズから延びる、  
 を含む、方法。

50

## 【請求項 1 5】

バックング層の上側表面を前記不整合層の下側表面に接合するステップをさらに含む、請求項 1 4 に記載の方法。

## 【請求項 1 6】

前記整合層は、ある厚さを有し、前記溝は、仰角方向において前記整合層の厚さ未満の深度を有する、請求項 1 4 に記載の方法。

## 【請求項 1 7】

前記切溝内の前記第 1 の充填材の深度を方位角方向において変動させるステップをさらに含む、請求項 1 6 に記載の方法。

## 【請求項 1 8】

超音波変換器アセンブリであって、  
超音波エネルギーを放出するように構成される複数の圧電変換器要素を備える、圧電層と、

前記圧電層の上にある、複数の整合層であって、Z-軸が、前記複数の整合層および前記圧電層を通して延在する、複数の整合層と、前記複数の整合層の上にあるレンズと、

前記レンズが少なくとも前記複数の整合層の中に延在する、複数の第 1 の切溝および複数の第 2 の切溝であって、前記第 1 の切溝は、前記 Z-軸に対して第 1 の深度を有し、前記第 2 の切溝は、前記 Z-軸に対して第 2 の深度を有し、前記第 2 の深度は、前記第 1 の深度を上回り、前記複数の第 1 の切溝及び前記複数の第 2 の切溝の各切溝は、少なくとも部分的に、マイクロバルーンまたはマイクロスフェアを備える第 1 の充填材で充填され、前記各切溝は、前記レンズに隣接する前記複数の整合層の部分で前記各切溝の中の前記第 1 の充填材の中の溝を含み、前記溝は、前記溝が含まれる前記各切溝の幅より狭い幅を有しかつ前記第 1 の充填材とは異なる第 2 の充填材で充填される、複数の第 1 の切溝および複数の第 2 の切溝と、

を備える、超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 1 9】

前記第 1 の充填材は、異なる音響インピーダンスを有する 2 つまたはそれを上回る材料を備える、請求項 1 8 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 2 0】

前記第 1 の充填材は、空気の音響インピーダンスの約 1 0 % 以内の音響インピーダンスを有する、請求項 1 8 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 2 1】

前記マイクロバルーンは、エポキシ中に懸濁され、前記第 1 の充填材は、空気の音響インピーダンスの約 5 % 以内の音響インピーダンスを有する、請求項 1 8 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 2 2】

前記圧電層の下にある、バックング層と、

前記圧電層と前記バックング層との間の不整合層であって、前記第 2 の切溝は、前記複数の整合層、前記圧電層、および前記不整合層を通して前記バックング層の中に延在する、不整合層と、

をさらに備える、請求項 1 8 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 2 3】

前記不整合層の音響インピーダンスは、炭化タングステンの音響インピーダンスと実質的に異なる、請求項 2 2 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 2 4】

前記不整合層の音響インピーダンスは、前記圧電層の音響インピーダンス未満である、請求項 2 2 に記載の超音波変換器アセンブリ。

## 【請求項 2 5】

前記圧電層および前記複数の整合層は、方位角軸に沿って延在するある長さを有し、前記各切溝は、前記方位角軸に対して第 1 の幅を有し、前記溝は、前記方位角軸に対し

10

20

30

40

50

て前記第 1 の幅未満の第 2 の幅を有する、請求項 1 8 に記載の超音波変換器アセンブリ。

【請求項 2 6】

前記圧電層および前記複数の整合層は、方位角軸に沿って延在するある長さを有し、対応する前記第 1 および前記第 2 の切溝内の前記第 1 の充填材の前記深度は、前記方位角軸に対して変動する、請求項 1 8 に記載の超音波変換器アセンブリ。

【請求項 2 7】

前記圧電層および前記複数の整合層は、仰角軸に沿って延在するある幅を有し、対応する前記第 1 の切溝内および前記第 2 の切溝内の前記第 1 の充填材の前記深度は、前記仰角軸に対して変動する、請求項 1 8 に記載の超音波変換器アセンブリ。

【請求項 2 8】

前記第 1 の充填材は、前記 Z - 軸に対して段階化される、音響インピーダンスを有する、請求項 1 8 に記載の超音波変換器アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、2015年9月3日に出願され、ULTRASOUND TRANSDUCER ASSEMBLYと題された米国仮出願第62/214,185号に対する優先権を主張するものであり、該米国仮出願の全体は、参照により本明細書中に援用される。

【0002】

(技術分野)

開示される技術は、概して、超音波変換器に関し、より具体的には、超音波撮像システムと併用するために構成される超音波変換器アセンブリに関する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

本技術は、概して、超音波撮像システムと併用するために構成される、超音波変換器アセンブリを対象とする。一実施形態では、例えば。

【0004】

以下に記載される詳細のいくつかは、当業者が開示される実施形態を作製および使用することを可能にするために十分な様式で以下の実施形態を説明するために提供されることを理解されたい。しかしながら、以下に説明される詳細のいくつかは、本技術のある実施形態を實踐するために必要ではなくてもよい。加えて、本技術は、請求項の範囲内であるが、図1A - 8を参照して詳細に説明されない、他の実施形態も含むことができる。

【0005】

ある詳細は、以下の説明および図1A - 8に記載され、本発明の種々の実施形態の完全な理解を提供する。しかしながら、多くの場合、超音波撮像と関連付けられる、周知の方法およびシステムを説明する他の詳細は、本発明の種々の実施形態の説明を不必要に曖昧にすることを回避するために、以下に記載されない。図に示される詳細、寸法、角度、および他の特徴の多くは、単に、本開示の特定の実施形態の例証である。故に、他の実施形態は、本開示の精神または範囲から逸脱することなく、他の詳細、寸法、角度、および特徴を有することができる。加えて、当業者は、本発明のさらなる実施形態が、以下に説明される詳細のいくつかを伴わずに實踐されることができることを理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1A】図1Aは、超音波変換器アセンブリを有し、本開示の技術のある実施形態に従って構成される、超音波プローブの側面図である。

【0007】

【図1B】図1Bは、図1Aの超音波変換器アセンブリの一部の概略等角図である。

【0008】

10

20

30

40

50

【図 2】図 2 は、図 1 B に示される 2 - 2 ' 線に沿った図 1 A および 1 B の超音波変換器アセンブリの概略断面図である。

【0009】

【図 3】図 3 は、図 1 B に示される 3 - 3 ' 線に沿った図 1 A および 1 B の超音波変換器アセンブリの概略断面図である。

【0010】

【図 4 A】図 4 A は、図 1 B に示される 3 - 3 ' 線に沿っており、本開示の技術の別の実施形態に従って構成される、超音波変換器アセンブリの概略断面図である。

【図 4 B】図 4 B は、図 4 A の一部の拡大図である。

【0011】

【図 5 A】図 5 A は、図 1 B に示される 3 - 3 ' 線に沿っており、本開示の技術の別の実施形態に従って構成される、超音波変換器アセンブリの概略断面図である。

【図 5 B】図 5 B は、図 5 A の一部の拡大図である。

【0012】

【図 6 A】図 6 A は、図 1 B に示される 3 - 3 ' 線に沿っており、本開示の技術の別の実施形態に従って構成される、超音波変換器アセンブリの概略断面図である。

【図 6 B】図 6 B は、図 6 A の一部の拡大図である。

【0013】

【図 7】図 7 は、図 1 B に示される 3 - 3 ' 線に沿っており、本開示の技術の別の実施形態に従って構成される、超音波変換器アセンブリの概略断面図である。

【0014】

【図 8】図 8 は、本開示の技術のある実施形態に従って構成される、超音波変換器アセンブリを構築する方法のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図中、同じ参照番号は、同じまたは少なくとも概して類似する要素を識別する。任意の特定の要素の議論を促進するために、任意の参照番号の最上位桁または数字は、その要素が最初に導入される図を指す。例えば、要素 120 は、図 1 A を参照して最初に導入および議論される。

【0016】

図 1 A は、本開示の技術のある実施形態に従って構成される、超音波変換器アセンブリ 120 を有する、超音波変換器プローブ 100 の側面図である。図 1 B は、変換器アセンブリ 120 の方位角（例えば、x - 軸に沿った）、仰角（例えば、y - 軸に沿った）、および軸方向（例えば、z - 軸に沿った）寸法を示す、変換器アセンブリ 120 の一部の概略等角側面図である。ここで図 1 A を参照すると、プローブ 100 は、遠位端部分 112 と近位端部分 114 との間に延在する、エンクロージャ 110 を含む。エンクロージャ 110 は、エンクロージャ 110 の内部部分または空洞内に配置される、システム電子機器 116（例えば、1 つまたはそれを上回るプロセッサ、集積回路、ASIC、FPGA、ビーム形成器、バッテリー、および / または他の電源）を担持または格納するように構成される。システム電子機器 116 は、歪み緩和要素 119 によってプローブの近位端に取り付けられるケーブル 118 を介して、超音波撮像システム 117 に電氣的に結合される。1 つまたはそれを上回る変換器要素を有する、変換器アセンブリ 120 は、システム電子機器 116 に電氣的に結合される。動作時、変換器アセンブリ 120 は、1 つまたはそれを上回る変換器要素からの超音波エネルギーを対象に向かって伝送し、超音波エコーを対象から受信する。超音波エコーは、1 つまたはそれを上回る変換器要素によって電気信号に変換され、電気信号を処理し、1 つまたはそれを上回る超音波画像を形成するように構成される、超音波撮像システム 117 内のシステム電子機器 116 および電子機器（例えば、1 つまたはそれを上回るプロセッサ、メモリモジュール、ビーム形成器、FPGA）に電氣的に伝送される。

【0017】

例示的変換器アセンブリ（例えば、変換器アセンブリ 120）を使用して対象から超音波データを捕捉するステップは、概して、超音波を発生させるステップと、超音波を対象の中に伝送するステップと、対象によって反射された超音波を受信するステップとを含む。広範囲の周波数の超音波が、超音波データを捕捉するために使用されてもよく、例えば、低周波数超音波（例えば、15 MHz 未満）および/または高周波数超音波（例えば、15 MHz を上回るまたはそれに等しい）が、使用されることができる。当業者は、例えば、限定ではないが、撮像深度および/または所望の分解能等の要因に基づいて、使用すべき周波数範囲を容易に判定することができる。

#### 【0018】

図2は、図1Bに示される2-2'線に沿って示される図1Aおよび1Bの変換器アセンブリ120の概略断面図である。変換器層230は、超音波エネルギーを中心動作周波数（例えば、1 MHz ~ 約10 MHz）で放出するように構成される、1つまたはそれを上回る変換器要素を含む。いくつかの実施形態では、変換器層230は、圧電材料（例えば、チタン酸ジルコン酸鉛、すなわち、PZT）を備える。いくつかの実施形態では、変換器層230は、圧電型マイクロマシン超音波変換器（PMUT）または容量型マイクロマシン超音波変換器（CMUT）を備える。いくつかの実施形態では、変換器層230は、電歪セラミック材料を備える。いくつかの実施形態では、変換器層230は、別の好適な変換器材料を備える。

#### 【0019】

音響レンズ222が、変換器層230の上にあり、例えば、室温加硫シリコン（RTV）または別の好適な音響材料等の音響的に透明な材料を備える。複数の整合層224が、レンズ222と変換器層230との間に位置付けられる。バッキング層240が、変換器層230の下にあり、変換器層230の変換器要素によって生産された音響および熱エネルギーを吸収および消散させるように構成される。いくつかの実施形態では、バッキング層240は、装填エポキシ（例えば、タングステン粒子が装填されたエポキシ）および/またはそれを通して延在する1つまたはそれを上回るプレート（図示せず）を有する別の好適な材料を備える。

#### 【0020】

不整合層234が、変換器層230とバッキング層240との間に位置付けられる。不整合層234は、変換器層230から（すなわち、バッキング層240に向かって）伝搬する超音波エネルギーを変換器アセンブリ120の正面に向かって戻り（すなわち、レンズ222に向かって）、バッキング層240から離れるように後方に反射させるように構成される。いくつかの実施形態では、不整合層234は、変換器層230の音響インピーダンスと有意に異なる音響インピーダンスを有する、材料を備える。一実施形態では、例えば、不整合層234は、PZTの音響インピーダンス（約34メガレイル）を有意に上回る、約100メガレイルの音響インピーダンスを有する、炭化タングステン（WC）を備える。

#### 【0021】

しかしながら、他の実施形態では、不整合層234は、WC（例えば、約100メガレイル）および変換器層230の音響インピーダンスを下回る音響インピーダンスを有する、1つまたはそれを上回る材料を含む。いくつかの実施形態では、不整合層234は、約33メガレイルの音響インピーダンスを有する、窒化アルミニウム（AlN）を備える。いくつかの実施形態では、不整合層234は、約22メガレイルの音響インピーダンスを有する、多結晶シリコンを備える。いくつかの実施形態では、不整合層234は、約8メガレイル~約15メガレイルまたは約10.7メガレイルの音響インピーダンスを有する、銅装填黒鉛を備える。いくつかの実施形態では、別の好適な不整合層が、使用されることができる。

#### 【0022】

複数の整合層224（第1の整合層224A、第2の整合層224B、および第3の整合層224Cとして別個に識別される）が、変換器層230とレンズ222との間に位置

10

20

30

40

50

付けられる。いくつかの実施形態では、変換器層 230 の音響インピーダンス（例えば、約 20 メガレイル～約 35 メガレイル）は、第 1 の整合層 224 A の音響インピーダンス（例えば、約 10 メガレイル～約 20 メガレイル）を上回る。いくつかの実施形態では、第 1 の整合層 224 A の音響インピーダンスは、第 2 の整合層 224 B の音響インピーダンス（例えば、約 5 メガレイル～約 10 メガレイル）を上回る。いくつかの実施形態では、第 2 の整合層 224 B の音響インピーダンスは、第 3 の整合層 224 C の音響インピーダンス（約 2 メガレイル～約 5 メガレイル）を上回る。さらに、図 2 の図示される実施形態では、変換器アセンブリ 120 は、3 つの整合層 224 を含む。しかしながら、いくつかの実施形態では、変換器アセンブリ 120 は、2 つまたはそれを下回る整合層 224 を含む。他の実施形態では、変換器アセンブリ 120 は、4 つまたはそれを上回る整合層 224 を含む。

10

#### 【0023】

図 3 は、図 1 B に示される 3 - 3' 線（すなわち、方位角軸と平行）に沿っており、本開示の技術の種々の実施形態に従って構成される、図 1 B の変換器アセンブリ 120 の概略断面図である。複数のトレンチ、溝、または第 1 の切溝 342 が、軸方向において第 1 の深度で変換器アセンブリ 120 の中に延在する。複数のトレンチ、溝、または第 2 の切溝 344 は、軸方向において第 2 の深度で延在する。いくつかの実施形態では、第 2 の深度は、第 1 の深度を上回る。しかしながら、他の実施形態では、第 1 および第 2 の深度は、実質的に等しくあることができる。当業者が理解するように、第 1 の切溝 342 および第 2 の切溝 344 は、変換器層 230 の個々の要素を隔離し、および / または個々の要素間の音響クロストークを減衰させるように構成されることができる。第 1 の切溝 342 および第 2 の切溝 344 は、少なくとも部分的に、充填材 348 で充填される。

20

#### 【0024】

図示される実施形態では、第 1 の切溝 342 は、整合層 224 を通して延在する一方、第 2 の切溝 344 は、整合層 224、変換器層 230、および不整合層 234 を通して延在し、バッキング層 240 の中に延在する。しかしながら、他の実施形態では、第 1 の切溝 342 および第 2 の切溝 344 は、軸方向に対して図 3 に示されるものより小さいまたはより大きい深度で延在することができる。いくつかの実施形態では、第 1 の切溝 342 および第 2 の切溝 344 は、軸方向に対して同一深度を有するが、異なる材料で充填される。さらに、いくつかの実施形態では、第 1 の切溝 342 および第 2 の切溝 344 は、同一または類似幅（例えば、約 0.01 mm～約 0.1 mm）を有する。しかしながら、他の実施形態では、第 1 の切溝 342 は、第 2 の切溝 344 の第 2 の幅と異なる第 1 の幅を有する。

30

#### 【0025】

充填材 348 は、第 1 の切溝 342 および第 2 の切溝 344 の少なくとも一部を充填する、1 つまたはそれを上回る材料を備える。図示される実施形態では、個々の第 1 の切溝 342 内の充填材 348 の深度は、実質的に同一である。同様に、個々の第 2 の切溝 344 内の充填材 348 の深度もまた、実質的に同一である。しかしながら、いくつかの実施形態では、個々の第 1 の切溝 342 および個々の第 2 の切溝内の充填材の深度 348 は、仰角方向において変動する。いくつかの実施形態では、例えば、縁から変換器アセンブリ 120 の中心に向かってアポダイズ（階段化または湾曲化）された深度プロファイルが、利用されることができる。いくつかの実施形態では、第 1 の切溝 342 および第 2 の切溝 344 は、異なる充填材で充填される。

40

#### 【0026】

いくつかの実施形態では、充填材 348 は、エポキシまたはポリマー中に懸濁されたマイクロバルーンを含む、複合材を備える。マイクロバルーンは、ガス（例えば、空気または炭化水素ガス）を囲繞またはカプセル化する、ガラスまたはプラスチックマイクロスフェアを含む、または中実マイクロスフェアであることができる。マイクロバルーンまたはマイクロスフェアは、変動比率でエポキシまたはポリマーと混合され、変動する粘度および密度を有する複合材を達成することができる。いくつかの実施形態では、例えば、「ス

50

ラリー」複合材が、マイクロバルーンおよびエポキシまたはポリマーと混合されることができる。

#### 【0027】

いくつかの実施形態では、充填材348は、例えば、密度約 $0.0005\text{ g/cm}^3$ ～約 $0.1\text{ g/cm}^3$ または約 $0.001\text{ g/cm}^3$ ～約 $0.01\text{ g/cm}^3$ または約 $0.0012\text{ g/cm}^3$ を有する1つまたはそれを上回る材料を備える、複合材を含む。いくつかの実施形態では、充填材は、空気の音響インピーダンスの10%以内またはそれ未満の音響インピーダンスを有する、複合材を備える。いくつかの実施形態では、充填材348は、マイクロバルーン、エアロゲル、または発泡体を備える。いくつかの実施形態では、充填材348は、材料が変換器アセンブリ120の軸方向において変動する音響インピーダンスを有するような段階化された音響インピーダンスを有する、複合材を備える。一実施形態では、例えば、段階化された音響インピーダンス材料は、軸方向における高さの増加に伴って減少する、音響インピーダンスを有する。

#### 【0028】

当業者が理解するように、従来の変換器アセンブリは、圧電変換器と、2つの整合層と、無不整合層と、従来の材料（例えば、RTV等のレンズ材料）で充填される切溝とを含み得る。そのような従来の変換器アセンブリは、75%の典型的-6dB帯域幅を有することができる。本開示の技術の実施形態は、従来の圧電変換器アセンブリと比較して、帯域幅および効率における有意な性能増加の利点を提供することが予期される。本開示の技術のある実施形態は、例えば、従来の圧電変換器設計と比較して最大120%の-6dB比帯域および最大8dBの感度利得を含む、変換器アセンブリを含む。本開示の技術の実施形態は、従来の圧電変換器アセンブリと類似または同じ表面温度を伴うより低い伝送電圧を用いて、より高いメカニカルインデックス（したがって、より深い撮像透過度）の付加的利点を提供することが予期される。

#### 【0029】

図4A、5A、6A、および7は、本開示の実施形態に従って構成される変換器アセンブリの図1Bに示される3-3'線（すなわち、方位角方向と平行）に沿った概略断面図である。図4B、5B、および6Bは、対応する部分図4A、5A、および6Aの拡大図である。

#### 【0030】

最初に図4を参照すると、変換器アセンブリ420は、第1の切溝342と、充填材348内に形成される溝452を有する、第2の切溝344を含む。溝452は、方位角方向において第1の切溝342および第2の切溝344の幅に実質的に類似する幅を有する。いくつかの実施形態では、第1の切溝342および第2の切溝344は、異なる溝深度を有することができる。図4Aおよび4Bの図示される実施形態では、溝452は、レンズ222と同一材料（例えば、RTV）で充填される。しかしながら、他の実施形態では、別の材料が、使用されてもよい。

#### 【0031】

次に、図5を参照すると、変換器アセンブリ520は、第1の切溝342と、充填材348内に形成される部分または溝554を有する、第2の切溝とを含む。溝554は、方位角方向において第1の切溝342および第2の切溝344の幅より小さい幅（例えば、1/2幅、1/4幅、1/8幅）を有する。いくつかの実施形態では、第1の切溝342および第2の切溝344は、異なる溝深度を有することができる。図5Aおよび5Bの図示される実施形態では、溝554は、レンズ222と同一材料（例えば、RTV）で充填される。しかしながら、他の実施形態では、別の材料が、使用されてもよい。

#### 【0032】

次に、図6を参照すると、超音波変換器アセンブリ620は、第1の切溝342と、充填材348内に形成される部分または溝656を有する、第2の切溝とを含む。溝656は、方位角方向において第1の切溝342および第2の切溝344の幅より小さい幅（例えば、1/2幅、1/4幅、1/8幅）を有する。いくつかの実施形態では、第1の切溝



3 4 2 および第 2 の切溝 3 4 4 は、異なる溝深度を有することができる。図 5 A および 5 B の図示される実施形態では、溝 6 5 6 は、レンズ 2 2 2 と同一材料（例えば、R T V）で充填される。しかしながら、他の実施形態では、別の材料が、使用されてもよい。

【 0 0 3 3 】

ここで図 7 を参照すると、超音波変換器アセンブリ 7 2 0 は、第 1 の切溝 3 4 2 と、第 2 の充填材 7 5 4（例えば、マイクロバルーンを備える複合材）の上方に第 1 の充填材 7 5 2（例えば、ポリマー）を有する、第 2 の切溝とを含む。いくつかの実施形態では、溝は、図 4 A - 6 B を参照して前述のように、第 1 の充填材 7 5 2 内に形成されることができる。

【 0 0 3 4 】

図 8 は、本開示の技術のある実施形態に従って超音波変換器アセンブリを構築するプロセス 8 0 0 のフロー図である。ブロック 8 1 0 では、プロセス 8 0 0 が開始する。ブロック 8 3 0 では、プロセス 8 0 0 は、接着剤（例えば、エポキシ、ポリマー）を使用して、変換器層（例えば、図 2 の変換器層 2 3 0）の下側表面を不整合層の上側表面に接合する。ブロック 8 4 0 では、プロセス 8 0 0 は、第 1 の整合層を変換器層に接合し、1 つまたはそれを上回る付加的整合層を第 1 の整合層に接合する。いくつかの実施形態では、プロセス 8 0 0 は、随意に、エポキシを使用して、不整合層（例えば、図 2 の不整合層 2 3 4）の下側表面をバッキング層（例えば、図 2 のバッキング層 2 4 0）の上側表面に接合することができる。ブロック 8 5 0 では、プロセス 8 0 0 は、1 回またはそれを上回る切断を行い、1 つまたはそれを上回る切溝（例えば、図 3 の第 1 の切溝 3 4 2 または第 2 の切溝 3 4 4）を変換器アセンブリ内に形成する。ブロック 8 6 0 では、プロセス 8 0 0 は、ブロック 8 5 0 で形成される切溝の少なくとも一部に充填材（例えば、マイクロバルーンを備える充填材）を挿入する、または別様にそれで充填する。

【 0 0 3 5 】

決定ブロック 8 7 0 では、プロセス 8 0 0 は、1 つまたはそれを上回る溝がブロック 8 6 0 で形成される切溝の中に挿入される充填材内に形成されるべきかどうかを判定する。該当する場合、プロセス 8 0 0 は、ブロック 8 7 5 に進み、1 つまたはそれを上回る切溝が、ブロック 8 6 0 で切溝の中に挿入される充填材内に形成される（例えば、図 4 A および 4 B の溝 4 5 2、図 5 A および 5 B の溝 5 5 4、および / または図 6 A および 6 B の溝 6 5 6）。ブロック 8 8 0 では、レンズ材料（例えば、R T V または別の好適なレンズ材料）が、変換器アセンブリの正面（すなわち、最上整合層上）上に適用される。

【 0 0 3 6 】

本明細書の説明および請求項全体を通して別途文脈により明確に指定されない限り、「備える（comprise）」、「備えている（comprising）」、および同様の単語は、排他的または網羅的な意味ではなく、包含的な意味（すなわち、例えば、「含むがこれに限定されない（including, but not limited to）」）の意味に解釈するものとする。本明細書で 사용되는ように、「接続された（connected）」、「結合された（coupled）」という用語またその任意の変形は、2 つまたはそれを上回る要素間の直接的または間接的のいずれかの任意の接続または結合を意味する。そのような要素間の接続または結合は、物理的、論理的、またはその組み合わせであることができる。加えて、本願で使用されるとき、「本明細書における（herein）」、「上記（above）」、「下記（below）」という用語および同様の趣旨の用語は、本願全体を指すものであって、本願の任意の特定の部分を指すものではない。文脈が許す場合、単数形または複数形を使用した上の前述の発明を実施するための形態における用語はまた、それぞれ、複数または単数を含んでいてもよい。2 つまたはそれを上回る項目のリストを指す「または（or）」という用語は、当該用語の以下の解釈の全てを網羅する。すなわち、当該リストの項目の任意のもの、当該リストの項目の全て、および当該リストの項目の任意の組み合わせ。

【 0 0 3 7 】

本開示の技術の実施例の前述の発明を実施するための形態は、包括的なものではなく、

10

20

30

40

50

かつ本開示の技術を上で開示した精密な形態に限定することを意図していない。本開示の技術の具体的実施例は、例証目的で前述されており、当業者が認識するであろうように、本開示の技術の範囲内で種々の均等な修正が可能である。

#### 【0038】

本明細書に提供される本開示の技術の種々の例証および教示はまた、必ずしも前述のシステムではない他のシステムにも適用されることができる。前述の種々の実施例の要素および作用は、本開示の技術のさらなる実装を提供するように組み合わせられることができる。本開示の技術のいくつかの代替実装は、前述のそれらの実装に対する付加的要素を含んでもよいだけでなく、また、より少ない要素を含んでもよい。例えば、いくつかの実装では、本開示の技術に従って構成される変換器アセンブリは、3つより少ない整合層または4つまたはそれを上回る整合層を含んでもよい。他の実装では、変換器アセンブリは、不整合層を伴わずに本開示の技術に従って構成されることができる。

#### 【0039】

本開示の技術に対するこれらのおよび他の変更は、前述の発明を実施するための形態に照らして行われることができる。前述の説明が本開示の技術のある実施例を説明し、想定される最良の形態を説明しているが、前述がいかに詳細に文書化されていようとも、本開示の技術は、多くの方法で実践されることができる。本システムの詳細は、その具体的実装においてかなり異なり得るが、依然として、本明細書に開示される本発明によって包含されている。前述のように、本開示の技術のある特徴または側面を説明する際に使用される特定の専門用語は、当該用語が関連付けられている本開示の技術の任意の具体的特性、特徴、または側面に制限されるように本明細書において再定義されていることを含意すると見なされるべきではない。一般に、以下の請求項で使用する用語は、前述の発明を実施するための形態の項が明示的に当該用語を定義しない限り、本発明を本明細書に開示する具体的実施例を限定するものと解釈すべきではない。

#### 【図1A】

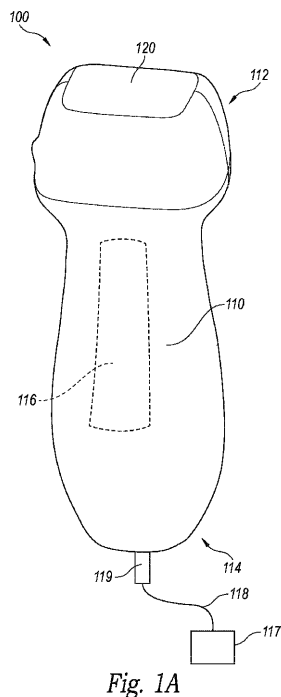


Fig. 1A

#### 【図1B】

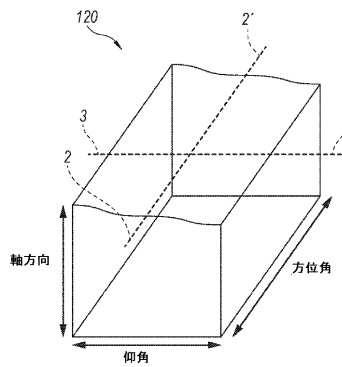


Fig. 1B

#### 【図2】

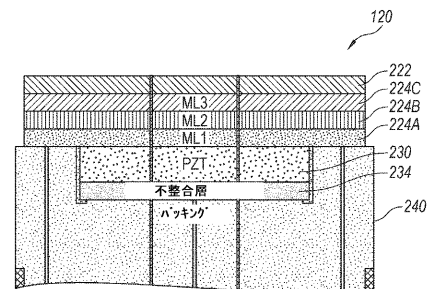


Fig. 2

【図 3】

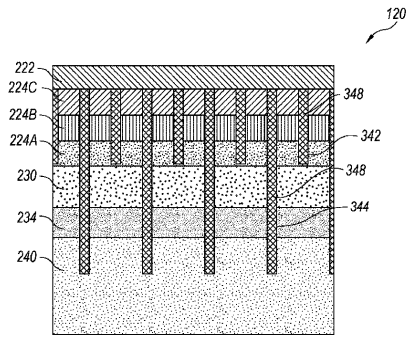


Fig. 3

【図 4 B】

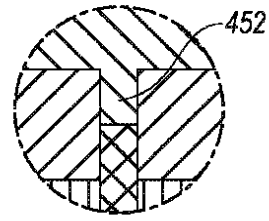


Fig. 4B

【図 4 A】

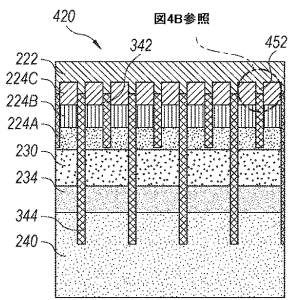


Fig. 4A

【図 5 A】

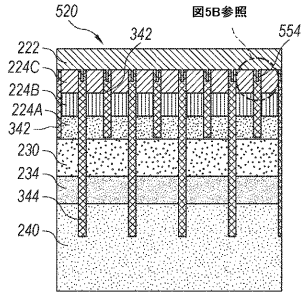


Fig. 5A

【図 5 B】

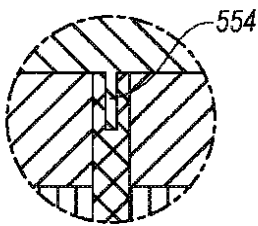


Fig. 5B

【図 6 B】

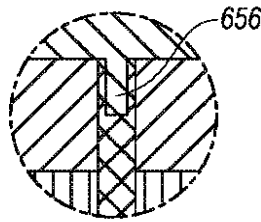


Fig. 6B

【図 6 A】

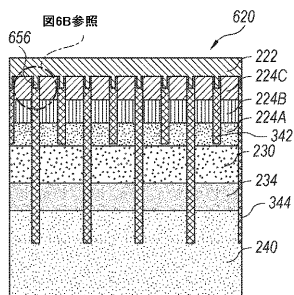


Fig. 6A

【図 7】

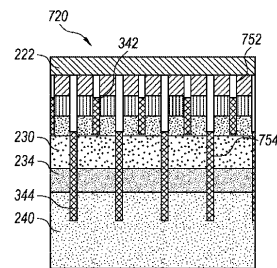


Fig. 7

## 【図 8】

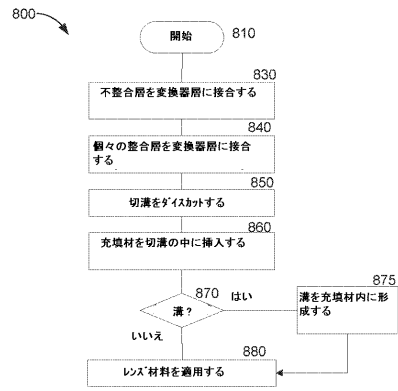


Fig. 8

---

フロントページの続き

(72)発明者 フレイ, グレグ

アメリカ合衆国 ワシントン, イサクア, 181 エスティー アベニュー エスイー 102  
20

(72)発明者 スー, サイモン

アメリカ合衆国 ワシントン, マーサー アイランド, エスイー 45 ティーエイチ ストリ  
ート 8525

審査官 殿川 雅也

(56)参考文献 特開2012-205828(JP, A)

米国特許出願公開第2009/0093722(US, A1)

特開平08-214398(JP, A)

特開2014-188009(JP, A)

特開2005-340903(JP, A)

特開2015-082764(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00

A61B 8/14