

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6474139号  
(P6474139)

(45) 発行日 平成31年2月27日 (2019.2.27)

(24) 登録日 平成31年2月8日 (2019.2.8)

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 R 19/00 (2006.01)	H O 4 R 19/00 3 3 0
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-537216 (P2016-537216)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成26年8月18日 (2014.8.18)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2016-529835 (P2016-529835A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成28年9月23日 (2016.9.23)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(86) 国際出願番号	PCT/EP2014/067521		
(87) 国際公開番号	W02015/028325		
(87) 国際公開日	平成27年3月5日 (2015.3.5)	(74) 代理人	100122769
審査請求日	平成29年8月1日 (2017.8.1)		弁理士 笛田 秀仙
(31) 優先権主張番号	61/871, 926		
(32) 優先日	平成25年8月30日 (2013.8.30)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	13187232.7		
(32) 優先日	平成25年10月3日 (2013.10.3)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 容量性マイクロマシン超音波トランスデューサセル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

容量性マイクロマシン超音波トランスデューサ (CMUT) セルにおいて、  
第 1 の電極を持つセルフロアと、  
前記第 1 の電極に対向する第 2 の電極を持ち、音響エネルギーの送信又は受信中に振動するセル膜と、  
外面及び前記セル膜に対向する内面を持ち、前記セル膜に重なる音響レンズと、  
を有し、  
前記音響レンズが、未硬化ポリジメチルシロキサン (PDMS) の少なくとも 1 つの層を有する、CMUT セル。

【請求項 2】

前記音響レンズが、  
( i ) 防湿バリア層、  
( i i ) 接着材料の層、  
( i i i ) 無線周波数シールドとして機能するように結合された導電性材料の層、  
( i v ) 音響波集束層、  
( v ) 前記外面として配置された耐久性外面層、  
の少なくとも 1 つを有する、請求項 1 に記載の CMUT セル。

【請求項 3】

前記音響レンズが、少なくとも 1 つの液体の層を有する、請求項 2 に記載の CMUT セル

ル。

【請求項 4】

前記ポリジメチルシキロサンの層が、前記セル膜と接触する、請求項 3 に記載の C M U T セル。

【請求項 5】

前記音響レンズが、少なくとも 1 つのゲルの層を有する、請求項 1 に記載の C M U T セル。

【請求項 6】

前記ゲルの層が、シリコーンゲルである、請求項 5 に記載の C M U T セル。

【請求項 7】

前記防湿バリア層が、ポリイミド、マイラー、ポリエチレン又はパリレンの 1 つから作成される、請求項 2 又は 3 のいずれか一項に記載の C M U T セル。

【請求項 8】

ポリイミド又はポリエチレンの一方から作成され、前記外面として配置された耐久性外面層を有する、請求項 3 及び 4 のいずれか一項に記載の C M U T セル。

【請求項 9】

前記音響レンズが、前記外面に配置されたポリエーテルブロックアミド ( P E B A X ) で作られた層を有する、請求項 1 及び 2 のいずれか一項に記載の C M U T セル。

【請求項 10】

酸化シリコンから作成された前記接着材料の層を有する、請求項 3 に記載の C M U T セル。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の C M U T セルを有する超音波撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第 1 の電極を持つセルフフロア ( cell floor ) と、前記第 1 の電極に対向し、音響エネルギーの送信又は受信中に振動する第 2 の電極を持つセル膜と、前記第 1 及び第 2 の電極に結合され、前記セル膜に音響周波数で振動させる及び / 又は音響周波数で信号を受信させる送信器 / 受信器と、前記セル膜に重なり ( overlying ) 、前記セル膜に対向する内面及び患者に面する外面を持つ音響レンズとを有する容量性マイクロマシン超音波トランスデューサ ( C M U T ) セルに関する。

【0002】

本発明は、更に、このようなセルを有する超音波撮像システムに関する。

【背景技術】

【0003】

いかなる超音波 ( 撮像 ) システムの中心となるのは、電気エネルギーを音響エネルギーに変換し、戻す超音波トランスデューサである。半導体技術の近年の進歩は、容量性マイクロマシン超音波トランスデューサ ( C M U T ) の進歩をもたらした。これらのトランスデューサは、従来の圧電ベース超音波トランスデューサ ( P Z T ) を置き換える潜在的な候補であると見なされる。C M U T トランスデューサセルは、膜とも称される可動機械部分を持つ空洞及び前記空洞により分離された電極の対を有する。超音波を受信する場合、超音波は、前記膜に移動又は振動させ、電極間の容量の変化が検出されることができる。これにより、超音波は、対応する電気信号に変換される。逆に、電極に印加された電気信号は、前記膜に移動又は振動させ、これにより超音波を送信する。

【0004】

C M U T の利点は、半導体製造工程を使用して作成されることができ、したがって、特定用途向け集積回路 ( A S I C ) と一体化されるのが、より容易でありうることであり、C M U T トランスデューサは、低コスト、拡張された周波数範囲、及び従来の P Z T より微細な音響ピッチを提供する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

C M U Tトランスデューサセルは、U S 2 0 1 2 / 0 3 2 0 7 1 0 A 1 から既知であり、前記セルは、図 1 に概略的に示される。既知のC M U Tセルは、調査される対象（体）の位置に関してトランスデューサ 1 1 の裏側、すなわち、超音波伝搬の所望の方向の反対側に配置されるバッキング層 1 2 を含む。バッキング層 1 2 は、C M U T 1 1 の 前側、すなわち、超音波伝搬の方向に配置された音響レンズ 1 4 のものと実質的に同じ音響インピーダンスを持つ材料で形成される。バッキング層 1 2 が音響レンズ 1 4 と実質的に同じ音響インピーダンスを持つ材料で形成される理由は、以下のとおりである。音響インピーダンスの変化の量は、前側及び後ろ側方向において同じである。したがって、C M U T インタフェースにおける反射された波の音響エネルギーは、これら 2 つの方向において同じ速度で分配される。これは、前記トランスデューサ及び前記バッキング層のインタフェースにおいて生じた多重反射の発生の抑制の結果となる。多重反射問題を解決するために、U S 2 0 1 2 / 0 3 2 0 7 1 0 A 1 は、音響レンズの材料としてシリコンゴムを利用することを提案している。

10

## 【 0 0 0 6 】

U S 2 0 0 5 / 0 7 5 5 7 2 A 1 は、仰角方向において集束するマイクロマシン超音波トランスデューサアレイを記載している。湾曲レンズは、コントラスト分解能が向上され、臨床的に意義があるように、仰角方向においてビーム幅を狭めるのに使用される。代表的なレンズ材料は、G E R T V 6 0、R T V 5 6 0 及び R T V 6 3 0 のようなシリコンゴムを含む。

20

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

既知のC M U Tトランスデューサセルの欠点は、C M U T膜とレンズ 1 4 の材料との間の相互作用が、前記トランスデューサの音響性能を減じうることである。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、改良された音響波伝搬を提供する冒頭の段落に記載された種類の容量性マイクロマシン超音波トランスデューサセルを提供することである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

この目的は、音響レンズが、ポリブタジエン、ポリエーテルブロックアミド（PEBAX）、ポリジメチルシロキサン（PDMS）及びブチルゴムのグループから選択された材料の少なくとも 1 つの層を有する、C M U Tセルを提供することにより本発明により達成される。

30

## 【 0 0 1 0 】

材料のこのグループ、すなわち、ポリエーテルブロックアミド（PEBAX）、ポリジメチルシロキサン（PDMS）は、ブチルゴム及びポリブタジエンは、前記セルの膜に対する前記レンズの音響結合を提供する。これらの材料は、これらを通過する音響エネルギーに対して、2 M H z の音響周波数のエネルギーに対する 1 . 5 d B 以下のミリメートル単位の音響損失を示し、これらを通過する音響エネルギーに対して、0 . 5 乃至 2 . 5 m m / マイクロ秒の範囲内である音響伝搬速度を示す。

40

## 【 0 0 1 1 】

超音波トランスデューサに対して一般に使用されるレンズ材料の選択は、主に、シリコンゴムの一種である室温加硫シリコン（R T V）のような P Z T ベース超音波システムの要件により規定される。C M U T は、電気エネルギーの音響エネルギーへの変換の異なるプロセスにより、C M U Tトランスデューサの音響レンズに対して使用されうる材料に対して異なる要件を持つ。集束又は音響窓特性を持ちうる音響レンズは、音響エネルギーに対する音響損失及び音響伝搬速度の範囲に対する特定の要件を満たすべきである。一例として、最適な動作に対して、P Z T は、約 3 0 M レイリーのインピーダンスを持つ P Z T と、1 . 6 M レイリーのインピーダンスを持つ水又は軟組織のような典型的な伝搬媒体との間のインピーダンス不整合の問題を解決することを目的とした追加の「整合」層を持つレンズ

50

を要求する。P Z Tとは異なり、C M U T音響インピーダンスは、組織のものに近い又はより低く、その結果、C M U Tベース超音波トランスデューサは、P Z Tトランスデューサとは異なるタイプの整合層を要求する。

【 0 0 1 2 】

一般的な従来のR T V音響レンズ材料、容易に適所に流し込まれ、所望の形状に成型することにより形成される室温硬化ゴムが、通常の周波数依存減衰に加えて追加の音響損失メカニズムを導入することが、発見された。この損失は、2 d Bのオーダーで増加された減衰及び4 M H z以下の中心周波数の下降の形で現れる。

【 0 0 1 3 】

本発明による材料、すなわち、これらを通過する音響エネルギーに対して、2 M H zの音響周波数のエネルギーに対する1 . 5 d B以下のミリメートル単位の音響損失を示し、これらを通過する音響エネルギーに対して、0 . 5乃至2 . 5 m m / マイクロ秒の範囲内である音響伝搬速度を示す材料の選択は、前記C M U Tから前記伝搬媒体への前記音響エネルギーの優れた結合及び伝搬を提供する。従来のR T V音響材料と比較して、最小の減衰及び周波数下降が観察される。前記C M U Tの前記膜に対する前記音響レンズの音響結合は、振動（移動）部分の機械的特性の最適な保存を提供し、結果として最適な音響エネルギー伝搬を生じる。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の実施例において、前記音響レンズは、少なくとも1つの液体の層を更に有する。

【 0 0 1 5 】

材料は、2 0 0 0 0 0センチポアズ以下の粘度を持つ場合に、液体であると見なされる。

【 0 0 1 6 】

本発明の他の実施例において、前記音響レンズは、少なくとも1つのゲルの層を更に有する。

【 0 0 1 7 】

ゲルは、固体の連続的な相内の液体の不連続な相の分子の分散状態、定常状態において流れを示さない架橋重合体分子の希薄な三次元ネットワークであると見なされる。

【 0 0 1 8 】

前記液体及びゲル材料は、これらを通過する音響エネルギーに対して、2 M H zの音響周波数のエネルギーに対する1 . 5 d B以下のミリメートル単位の音響損失を示し、これらを通過する音響エネルギーに対して、0 . 5乃至2 . 5 m m / マイクロ秒の範囲内である音響伝搬速度を示しうる。前記音響レンズの前記追加の層の1つとしてのこれらの利用は、前記トランスデューサから前記伝搬媒体（組織、体等）への前記音響エネルギーの改良された結合及び伝達を提供する。

【 0 0 1 9 】

本発明の他の実施例において、前記C M U Tセルの前記音響レンズは、以下の層、すなわち、（ i ）防湿バリアの層、（ i i ）接着材料の層、（ i i i ）無線周波数シールドとして機能するように構成された導電性材料の層、（ i v ）音響波集束層、（ v ）外面として配置された耐久性外面層の少なくとも1つを更に有する。

【 0 0 2 0 】

前記防湿バリアの層は、湿気防止を提供し、前記導電材料の層は、無線周波数（ R F ）シールドとして機能するように構成されうる。本質的に、前記音響波集束層は、音響波伝搬に対する所望の集束手段を提供し、外側の患者に面する面として配置される前記耐久性外面層は、耐摩耗性、溶媒又は殺菌溶液に対する耐性を提供することができる。これらの層の厚さは、前記C M U Tセルの前記膜に対するエラストマ、又は液体、又はゲル層の音響結合を保つために、可能な限り小さく、例えば2 0 マイクロメートル以下に保たれるべきである。

【 0 0 2 1 】

本発明の一実施例において、前記液体は、水及び未硬化 P D M S の 1 つである。

【 0 0 2 2 】

本発明の一実施例において、前記ゲルは、シリコーンゲルである。

【 0 0 2 3 】

水及びシリコーンゲルは、臨界的な剛性及び減衰特性を有し、これらの特性は、伝搬される音響波の最小の減衰及び周波数下降を生じる。

【 0 0 2 4 】

更に、本発明の他の実施例において、前記音響レンズは、ポリイミド、マイラー、ポリエチレン又はパリレンの 1 つである防湿バリアを更に有する。

【 0 0 2 5 】

更に、本発明の他の実施例において、前記音響レンズは、ポリイミド又はポリエチレンの 1 つであり、前記外面として配置された耐久性外面層を更に有する。

【 0 0 2 6 】

更に、本発明の他の実施例において、前記音響レンズは、酸化シリコンである接着材料を更に有する。

【 0 0 2 7 】

本発明のこれら及び他の態様は、以下に記載される実施例を参照して説明され、明らかになるだろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

【図 1】従来技術の C M U T セルの側面図を概略的に及び典型的に示す。

【図 2】本発明による音響レンズを有する C M U T セルの側面図を概略的に及び典型的に示す。

【図 3】C M U T セルに対する音響レンズのインパクトを示すように 3 つの超音波トランスデューサのインパルス応答を示すグラフである。

【図 4】音響レンズに含まれる追加の層を有する C M U T セルの側面図を概略的に及び典型的に示す。

【図 5】本発明の他の実施例による音響レンズに含まれる追加の層を有する C M U T セルの側面図を概略的に及び典型的に示す。

【図 6 A】C M U T セルの側面図を概略的に及び典型的に示す。

【図 6 B】膜が崩壊した膜である C M U T セルの側面図を概略的に及び典型的に示す。

【図 6 C】膜が「ばね」膜である C M U T セルの側面図を概略的に及び典型的に示す。

【図 7】超音波撮像システムの一実施例の概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 9 】

図 2 は、本発明による C M U T セルを断面図において概略的に及び典型的に示す。このような C M U T セルは、典型的には、シリコンウエハのような基板 4 上に製造される。前記超音波システムの前記 C M U T トランスデューサは、1 以上の C M U T セル 6 を有する。前記 C M U T セルは、個別に又は互いに組み合わせてのいずれかで作動されうる。個別のセルは、丸、長方形、六角形又は他の周囲形状を持つことができる。

【 0 0 3 0 】

各 C M U T セルは、空洞 8 により分離された少なくとも一対の電極 7' 及び 7 を持つ。空洞 8 は、セルフフロア 3 1 上に架けられる膜 5 の間に形成される。膜 5 は、窒化シリコンで作られてもよく、移動又は振動するように構成される。これは、複数の支持部 9 ( 図 2 において 2 つの支持部 9 が示される ) によりセルフフロア 3 1 上に架けられることができる。電極 7、7' は、金属のような導電材料で作られている。底部電極 7 は、セルのフロア 3 1 に埋め込まれてもよく、上部電極 7' は、膜 5 内に埋め込まれてもよい。電極 7 及び 7' は、追加の層としてセルフフロア 3 1 又は膜 5 上に配置されてもよい。底部電極 7 は、典型的には、( 描かれていない ) 追加の層を用いて空洞に面する面において絶縁される。好適な絶縁層は、底部電極 7 の上かつ膜電極 7' の下に形成された酸化 窒化 酸化 ( O

10

20

30

40

50

NO)誘電層である。前記ONO誘電層は、有利には、装置不安定性及び音響出力圧力のドリフト及び減少を引き起こす前記電極における電化蓄積を減少させる。支持部9は、酸化シリコン又は窒化シリコンのような絶縁材料で作成される。空洞8は、空気若しくはガス充填されるか、又は全体的に若しくは部分的に真空であるかのいずれかであることができる。空洞8により分離された2つの電極7及び7'は、キャパシタンスを表す。電極7及び7'に結合された送信器/受信器32を通る電気信号の印加は、膜5の機械的な移動/振動を生じ、結果として前記キャパシタンスの変化を生じ、関連付けられたCMUTトランスデューサ電子装置により操作されることができる。

#### 【0031】

本発明の原理によると、前記CMUTセルの膜5は、前記セル膜に重なり且つ前記セル膜に対応する内面及び前記内面の反対方向に配置された外面を持つ音響レンズ13に音響的に結合される。前記外面は、超音波検査の対象であることができる患者又は対象のいずれかに面する側でありうる。本発明の際立ったフィーチャは、音響レンズ13が、ポリブタジエン、ポリエーテルブロックアミド(PEBAX)、ポリジメチルシロキサン(PDMS)及びブチルゴムのグループから選択された材料の少なくとも1つの層を有する。これらの材料は、エラストマ(20乃至60デュロメータの範囲の硬さを持つ場合にエラストマであると見なされる材料)であり、これらを通過する音響エネルギーに対して、2MHzの音響周波数のエネルギーに対する1.5dB以下のミリメートル単位の音響損失を示し、前記レンズは、これらを通過する音響エネルギーに対して、0.5乃至2.5mm/マイクロ秒の範囲内である音響伝搬速度を更に示す。音響レンズ13は、集束又は音響窓(非集束手段)特性のいずれかを持つと理解されるべきである。

#### 【0032】

前記レンズに含まれることができるこれらの特定の材料は、音響波伝搬に対する最適な状態を提供し、前記最適な状態は、電気エネルギーの音響エネルギーへの変換の特定のCMUTプロセスにより規定される。

#### 【0033】

音響エネルギーに対する音響伝搬速度( $v$ )のレンズ材料特性は、密度( $p$ )及び音響速度の積、すなわち $Z = p \times v$ として規定される。したがって、レンズ材料としてポリエーテルブロックアミド(PEBAX)、又はポリジメチルシロキサン(PDMS)、又はブチルゴム、又はポリブタジエンのいずれかを利用する提供される利点は、これらを通過する音響エネルギーに対して、2MHzの音響周波数のエネルギーに対する1.5dB以下のミリメートル単位の音響損失を示し且つこれらを通過する音響エネルギーに対して、0.5乃至2.0Mレイリーの範囲内である音響伝搬速度を更に示す音響レンズ13として表されることもありうる。

#### 【0034】

本発明の他の実施例において、音響レンズ13は、材料、すなわち、ポリエーテルブロックアミド(PEBAX)、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ブチルゴム及びポリブタジエンのグループから選択された少なくとも1つの層を有し、前記層は、好ましくは、膜13と接触する(重なる)。ポリエーテルブロックアミド(PEBAX)、硬化ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ブチルゴム及びポリブタジエンのようなエラストマ材料は、これらを通過する音響エネルギーに対して、2MHzの音響周波数のエネルギーに対する1.5dB以下のミリメートル単位の音響損失と、これらを通過する音響エネルギーに対して、0.5乃至2.5mm/マイクロ秒の範囲内である音響伝搬速度とを提供する要件を満たす。音響レンズ13におけるエラストマの少なくとも1つの層の利用は、CMUTトランスデューサの広い帯域幅内の前記音響信号の周波数ダウンシフト及び最小の減衰を提供しうる。

#### 【0035】

これは、図3に示される。この図は、周波数の所定の範囲内の3つの超音波トランスデューサの単一のインパルス応答のグラフを示す。

#### 【0036】

R T V 5 6 0 でコーティングされた P Z T (円) - 従来の R T V レンズ材料を重ねられ (適用され)、9 M H z を中心とした比較的狭い帯域幅を持つ標準的な P Z T トランスデューサアレイ。

【 0 0 3 7 】

R T V 5 6 0 でコーティングされた C M U T (破線) - 上 (A) と同じレンズ材料であるが、同じ開口寸法を持つ C M U T トランスデューサに適用される。8 M H z C M U T スペクトルは、約 4 M H z の中心周波数で大幅にダウンシフトされている。

【 0 0 3 8 】

P E B A X でコーティングされた C M U T (点鎖線) - 上 (B) と同じ 8 M H z C M U T アレイであるが、エラストマ P E B A X 材料を重ねられる。中心周波数は、皆無かそれに近いダウンシフトを示し、帯域幅は、かなり大きく、P Z T 同等物を大きく超過する。これは、音響レンズ材料として P E B A X のようなエラストマ材料を使用する利点を示す。

【 0 0 3 9 】

ポリエーテルブロックアミド (P E B A X)、ポリジメチルシロキサン (P D M S)、ブチルゴム及びポリブタジエン層の 1 つが、既知の製造プロセス、例えば、スピンコーティング、ディップコーティング、スプレーコーティング、オーバーモールドイング、真空蒸着によって前記 C M U T セルに適用されうる。

【 0 0 4 0 】

本発明の他の実施例において、音響レンズ 1 3 は、好ましくは膜 1 3 と接触する少なくとも 1 つの液体の層を更に有する。液体材料の一例は、水又は未硬化ポリジメチルシロキサン (P D M S) でありうる。更に、本発明の他の実施例において、音響レンズ 1 3 は、ゲル、例えば、シリコーンゲルの少なくとも 1 つの層を有する。

【 0 0 4 1 】

低減衰及び低周波数ダウンシフトのような音響レンズ 1 3 により提供される音響波伝搬利益を、超音波トランスデューサ動作に要求されうる他の特性 (生体適合性、摩耗耐性等) と組み合わせるために、追加の材料層が、音響レンズ 1 3 に含められてもよい。化学蒸着、イオンスパッタリング、電子ビーム蒸着、スピンコーティング等のような材料堆積の従来の方法が、適用されることができる。

【 0 0 4 2 】

本発明の他の実施例の概略的な表現は、図 4 に示される。C M U T トランスデューサ 6 を防水するために、薄い防湿バリア層 1 0、例えばポリイミド、マイラー、ポリエチレン又はパリレンが、レンズ 1 3 に含められてもよい。好適な実施例において、前記防湿バリア層は、膜 5 の (空洞側に対向する) 外面に適用されうる。前記 C M U T トランスデューサの電氣的遮蔽又は無線周波数シールドイングに対して、金属のような導電材料 1 の層が、音響レンズ 1 3 に含められてもよい。C M U T トランスデューサを生体適合にするために、生体適合材料の層が、レンズ 1 3 の外側層 1 7 として適用 (堆積) されてもよい。音響レンズ 1 3 の安定性及び音響伝導性を保証するために、追加の接着材料が、レンズ 1 3 の層の間の結合の改良のために含められることができる。好適な実施例において、酸化シリコンの薄層が、トランスデューサ 6 の膜 5 と接触するように堆積されてもよい。0 . 5 マイクロメートル以下の厚さの酸化シリコンは、C M U T の機械的部分に一般に使用される窒化シリコンに対して音響レンズ 1 3 の改良された接着を提供する。

【 0 0 4 3 】

金属付着のステップは、エッチング技術 (ドライ又はウェットエッチング) と組み合わせられることもありえ、金属層は、前記 C M U T セルのアレイ内のボンドパッドの表面を開けるために、エッチマスクとして使用されてもよい。これは、C M U T アレイ全体に対する R F シールド及び電気相互接続を提供することを可能にする。

【 0 0 4 4 】

外側の患者に面する面として配置される耐久性外面層は、レンズ 1 3 の他の機械的特性に対処してもよい。例えば、前記超音波トランスデューサの目的に依存して、以下の層、

10

20

30

40

50

すなわちポリイミド又はポリエチレンのようなエラストマ摩耗耐性とは異なる材料、異なる摩擦係数を持つ材料が、前記レンズに導入されてもよい。

【0045】

前記エラストマ（液体及び／又はゲル）層に加えて、レンズ13は、所望の焦点への音響波の集束を提供する集束材料、例えばRTVを有してもよい。

【0046】

レンズ13への追加的に導入される層の順序が、開示された実施例に限定されないことに注意することは必須である。通過する音響エネルギーに対して、2MHzの音響周波数のエネルギーに対する1.5dB以下のミリメートル単位の音響損失と、通過する音響エネルギーに対して、0.5乃至2.5mm/マイクロ秒の範囲内である音響伝搬速度とを示すべきである音響レンズ13に対する重要な要件の1つは、追加的に導入された層が、前記音響レンズに対するCMUTトランスデューサ6の膜5の音響結合を保ち、例えば、周波数の小さいシフト及び最小の減衰が、前記トランスデューサの実行時に観測されることができることである。

【0047】

前記追加の層が音響レンズ13に含められ、前記CMUTの膜5とエラストマ、液体又はゲルのいずれかの層との間に加えられる場合に、膜5及び前記エラストマの音響結合は、これらの追加の層の厚さを薄くすることにより達成されることができる。好適な実施例において、前記追加の層の厚さは、5マイクロメートル以下でありうる。

【0048】

一例として、防湿バリアとして（前記空洞側の反対の）膜5の外面に適用されうるパリレンの層は、7MHzの周波数における最適な音響波伝搬に対して5マイクロメートルの厚さでありうる。

【0049】

本発明の他の実施例において、CMUTトランスデューサ6の音響レンズ13は、膜5に重なるパリレンの層、前記パリレンの層に重なるブチルゴムの層、続いて、無線周波数シールドとして機能するように構成されることができる重なる金属層を有する。更に、PEBAx、PDMS、ポリブタジエンの少なくとも1つであるエラストマ層が、前記金属層に重なり、レンズ13の外側の患者に面する面に配置される。本発明の原理による音響レンズ13の所望の音響特性は、以下の層の厚さで達成されることができ、すなわち、7MHzの周波数を持つ音響波に対して、パリレン及びブチルゴム層の結合された厚さが、5マイクロメートルであり、前記金属層の厚さが、0.2マイクロメートル以下である。

【0050】

本発明の他の実施例において、図5に概略的に表される。CMUTトランスデューサ6の音響レンズ13は、膜5に重なり、無線周波数シールドとして機能するように構成される金属の層21と、金属層21に重なるパリレンの層22と、パリレンの層22に重なるブチルゴム層23と、続いて、ブチルゴム層23に重なる液体25の層と、前記液体槽に重なり、レンズ13の外側の患者に面する面上に堆積されるPEBAx、PDMS、ポリブタジエンの少なくとも1つである前記エラストマ層とを有する。

【0051】

この実施例において、前記パリレン及びブチルゴム層は、水の層に対してCMUT面に対する防湿バリアとして機能する。膜5に対する前記エラストマの音響結合を保つために、前記追加の層の厚さは、以前の実施例と同じに保たれることができる。前記液体層は、20マイクロメートル以下でありうる。

【0052】

更に、本発明の他の実施例において、音響レンズ13は、膜5に重なる硬化又は未硬化のいずれかのPDMSと、PDMSに重なる防湿バリア及び導電層と、レンズ13の外側の患者に面する面として適用されるPEBAxのようなエラストマ材料とを有する。特定の所望の特性を持つ他の追加の層が、同様にこの実施例においてPEBAx層の上に加えられてもよい。



## 【 0 0 5 3 】

前記 C M U T セルの係数を電気機械的に改良するために、異なるタイプの膜設計が、使用されてもよい。

## 【 0 0 5 4 】

本発明の他の実施例を概略的に及び典型的に示す図 6 A を参照すると、C M U T セル 6 の膜 5 は、印加された電気信号の下で又は受信された音響的方法の下で振動するように構成されることができる「従来の」膜 1 5 である。膜 1 5 を有する前記 C M U T セルは、例えば、犠牲層の堆積ステップ、前記膜材料の堆積ステップ、前記犠牲材料のドライ又はウェットエッチングのステップ、後に続く前記空洞を密閉するステップを有することができる既知の製造方法を使用して製造されうる。

10

## 【 0 0 5 5 】

図 6 B は、本発明の更に他の実施例を示し、C M U T セル 6 の膜 5 は、崩壊した膜 1 6 である。C M U T 動作中の崩壊した膜 1 6 は、セルフフロア 3 1 に対して崩壊されることができ、支持部 9 と接触する前記膜の懸架部は、電極 7 の間で印加された電気信号の下で移動 / 振動するように構成されることができる。技術的視点から、崩壊した膜を持つ C M U T は、原理的に、C M U T に膜を設けるステップと、前記膜を崩壊状態にするために、電気 ( バイアス電圧 ) 又は圧力のような異なる手段を適用するステップとを有するいかなる従来の方法においても製造されることができる。

## 【 0 0 5 6 】

図 6 C は、本発明の更に他の実施例を示し、C M U T セル 6 の膜 5 は、「ばね」膜である。前記「ばね」膜は、支持部 9 により支持されるばね層 3 3 及び質量層 3 4 を有する。質量層 3 4 は、上部電極 7 ' を有し、コネクタ 3 5 を介して前記ばね層に結合される。この設計において、ばね層 3 3 は、前記層が前記 C M U T 動作中に振動することを可能にする可撓性材料を有し、質量層 3 4 は、好ましくは、セルフフロア 3 1 に平行なままである。

20

## 【 0 0 5 7 】

図 7 は、超音波撮像システム 2 0 2 の原理的設計を示す。

## 【 0 0 5 8 】

前記超音波撮像システムは、大まかに参照番号 2 0 2 で示される。超音波撮像システム 2 0 2 は、例えば患者 2 0 1 の体の領域又は堆積をスキャンするのに使用される。超音波システム 2 0 2 が、他の領域又は体積、例えば動物又は他の生物の身体部分をスキャンするのにも使用されてもよい。

30

## 【 0 0 5 9 】

患者 2 0 1 をスキャンするために、超音波プローブ 2 0 0 が、設けられうる。図示された実施例において、超音波プローブ 2 0 0 は、コンソール装置 2 0 3 に接続される。コンソール装置 2 0 3 は、モバイルコンソールとして図 7 に示されている。このコンソール 2 0 3 は、しかしながら、静止装置として実現されてもよい。コンソール装置 2 0 3 は、有線で形成されたインタフェース 2 0 6 を介してプローブ 2 0 0 に接続される。更に、コンソール装置 2 0 3 が、無線で、例えば U W B 送信技術を使用してプローブ 2 0 0 に接続されてもよい。コンソール装置 2 0 3 は、入力装置 2 0 5 を更に有してもよい。前記入力装置は、超音波撮像システム 2 0 2 のユーザに入力メカニズムを提供するボタン、キーパッド及び / 又はタッチスクリーンを持ちうる。加えて又は代わりに、他のメカニズムは、ユーザが超音波撮像システム 2 0 2 を制御することを可能にするように入力装置 2 0 5 内に存在してもよい。

40

## 【 0 0 6 0 】

更に、コンソール装置 2 0 3 は、超音波撮像システム 1 0 により生成された表示データを前記ユーザに表示するディスプレイ 2 0 4 を有する。これにより、超音波プローブ 2 0 0 によりスキャンされる患者 2 0 1 内の体積は、超音波システム 2 0 0 のユーザによりコンソール装置 2 0 3 上で見られることができる。

## 【 0 0 6 1 】

超音波プローブ 2 0 0 は、本発明によって構成された C M U T トランスデューサアレイ

50

を有する。

【 0 0 6 2 】

開示された実施例に対する他の変形例は、図面、開示及び添付の請求項の検討から、請求された発明を実施する当業者により理解及び達成されることができる。

【 0 0 6 3 】

請求項において、単語「有する」は、他の要素又はステップを除外せず、不定冠詞「ある」( "a" or "an" ) は、複数を除外しない。

【 0 0 6 4 】

単一のユニット又は装置が、請求項に記載された複数のアイテムの機能を満たしてもよい。特定の方策が相互に異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの方策の組み合わせが有利に使用されることができないことを示さない。

【 0 0 6 5 】

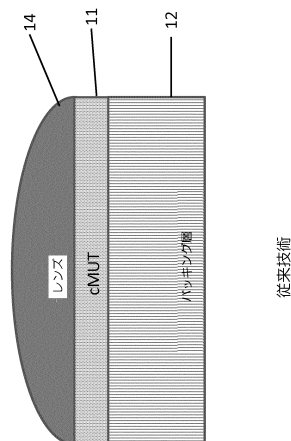
コンピュータプログラムは、他のハードウェアと一緒に又は一部として供給される光記憶媒体又は半導体媒体のような適切な媒体に記憶 / 分配されてもよいが、インターネット又は他の有線若しくは無線電気通信システムを介するような他の形で分配されてもよい。

【 0 0 6 6 】

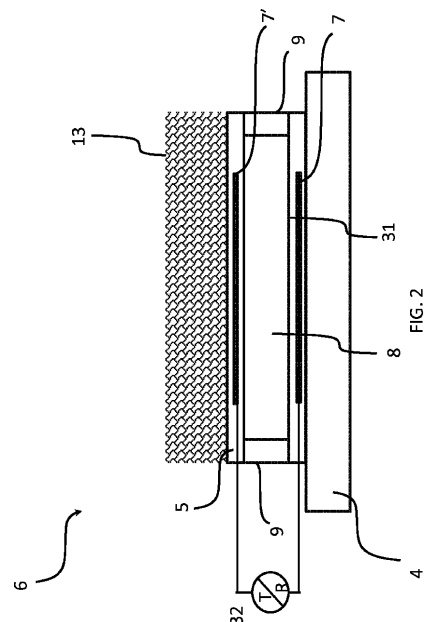
請求項内の参照符号は、範囲を限定すると解釈されるべきではない。

10

【 図 1 】

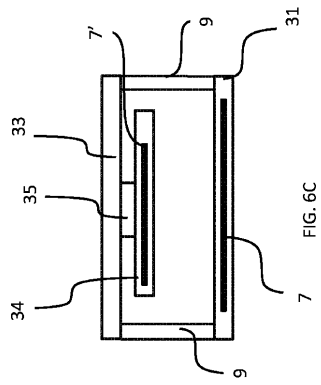


【 図 2 】

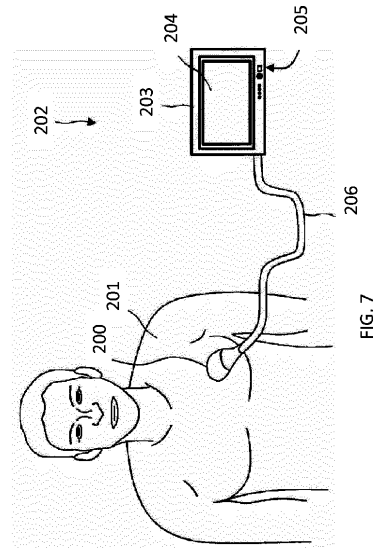




【図 6 C】



【図 7】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ブロック フィッシャー ジョージ アンソニー  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 デイビッドセン リチャード エドワード  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ヘリックホフ カール ディーン  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 マルセリス パウト  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 スドル ウォイテック  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ソン ジュンホ  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

審査官 大石 剛

- (56)参考文献 特表2012-519406(JP, A)  
特表2009-500061(JP, A)  
特表2010-525861(JP, A)  
米国特許出願公開第2006/0264756(US, A1)  
特開2009-213785(JP, A)  
特開2005-103294(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A 6 1 B 8 / 1 4  
H 0 4 R 1 9 / 0 0