

(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2018-534800

(P2018-534800A)

(43) 公表日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4R 17/00 (2006.01)	HO4R 17/00 330H	2G047
HO4R 1/44 (2006.01)	HO4R 1/44 330J	2G064
HO4R 31/00 (2006.01)	HO4R 31/00 330	4C601
HO1L 41/113 (2006.01)	HO1L 41/113	5D019
HO1L 41/257 (2013.01)	HO1L 41/257	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-508742 (P2018-508742)
 (86) (22) 出願日 平成28年8月18日 (2016. 8. 18)
 (85) 翻訳文提出日 平成30年4月6日 (2018. 4. 6)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/047650
 (87) 国際公開番号 WO2017/031375
 (87) 国際公開日 平成29年2月23日 (2017. 2. 23)
 (31) 優先権主張番号 62/297, 763
 (32) 優先日 平成28年2月19日 (2016. 2. 19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 62/206, 808
 (32) 優先日 平成27年8月18日 (2015. 8. 18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 399043060
 フジフィルム ソノサイト インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 ワシントン州 98021-3904 ボーゼル サーティース
 ドライブ エス・イー 21919
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳
 (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 エル7ジー 7ビー3 オンタリオ,
 ウィットビー, ガーデン ストリート 700
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波数超音波に対する膜ハイドロホンおよび製造方法

(57) 【要約】

高周波数超音波を分析するための膜ハイドロホンが、膜の表面上に作成される電極パターンを伴う圧電膜を有する。一実施形態では、電極パターンは、ハイドロホンの活性面積を除いて、膜の各側上で二重になる。一実施形態では、電極は、レーザパルスを用いて膜上の導電性コーティングを除去することによって形成される。レーザは、活性面積内の電極を正確に整合させるために、膜の同一の側からの圧電膜から導電性コーティングを除去するように設定される。一実施形態では、ハイドロホンの活性面積は、900~10,000平方ミクロンの範囲内の面積を有する。

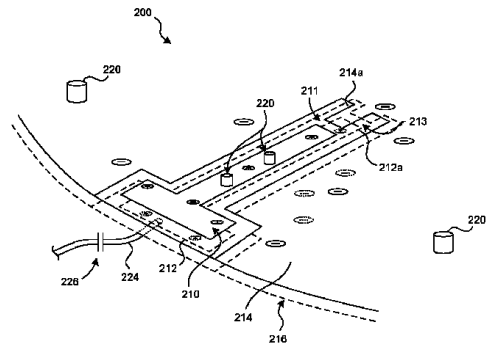


FIG. 4

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜ハイドロホンであって、

フレームと、

第 1 の側と、前記フレームによって支持される第 2 の側とを有する圧電膜であって、前記圧電膜は、前記圧電膜の両側上に導電性材料を含む、圧電膜と、

前記導電性材料内に形成された第 1 および第 2 の電極パターンであって、前記第 1 および第 2 の電極パターンは、前記圧電膜の対向する側上で相互に重複し、前記ハイドロホンの活性面積を画定する、第 1 および第 2 の電極パターンと、

10

を備え、

前記第 1 の電極パターンは、前記圧電膜の両側上に作成され、前記活性面積内を除いて相互に重複し、

前記第 2 の電極パターンは、前記圧電膜の両側上に作成され、前記活性面積内を除いて相互に重複する、膜ハイドロホン。

【請求項 2】

前記圧電膜の各側上の第 1 の電極パターンは、電気的にも結合される、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

【請求項 3】

前記圧電膜の各側上の第 1 の電極パターンを電気的に結合する、1 つまたはそれを上回る導電性ビアを前記圧電膜内にさらに備える、請求項 2 に記載の膜ハイドロホン。

20

【請求項 4】

前記ハイドロホンの活性面積によって生産される信号を増幅するために、緩衝増幅器をさらに備え、前記緩衝増幅器への入力は、前記膜上の電極パターンに容量的に結合される、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

【請求項 5】

レーザを用いて前記圧電膜に切り込まれた少なくとも 1 つの位置合わせ特徴をさらに備える、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

【請求項 6】

前記ハイドロホンの活性面積は、1,600 平方ミクロンを下回る面積を有する、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

30

【請求項 7】

前記ハイドロホンの活性面積は、900 平方ミクロンを下回る面積を有する、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

【請求項 8】

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜ハイドロホンを作製する方法であって、

フレームを横断して圧電膜を延伸させるステップと、

前記圧電膜の第 1 および第 2 の側に導電性層を適用するステップと、

前記ハイドロホンの活性面積内で重複する第 1 および第 2 の電極パターンを作成するために、前記圧電膜上の導電性層の一部を選択的に除去するステップと、

40

を含み、

前記導電性層は、前記導電性層の一部を除去するために前記導電性層にレーザエネルギーを印加し、前記圧電膜をそのままの状態に保つことによって除去される、方法。

【請求項 9】

前記導電性層は、

前記膜の第 1 の側上に第 1 の電極パターンを作成するために、前記圧電膜の第 1 の側上の導電性層にレーザエネルギーを印加するステップと、

前記圧電膜の第 2 の側上に第 1 の電極パターンを作成するために、前記圧電膜の第 1 の側に、前記導電性層が前記圧電膜の第 1 の側から除去された場所においてレーザエネルギ

50

ーを印加するステップであって、前記圧電膜の第1および第2の側上の第1の電極パターンは、前記マイクロホンの活性面積内を除いて相互に重複する、ステップと、
 によって選択的に除去される、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記導電性層は、スパッタリングツールを用いて適用される、請求項8に記載の方法。

【請求項11】

前記電極は、前記導電性層の一部が前記レーザーを用いて前記圧電膜から除去された後、化学エッチを前記圧電膜に適用することによって作成される、請求項8に記載の方法。

【請求項12】

前記電極は、レジスト層のレーザーパターン化および化学エッチの組み合わせを用いて、前記圧電膜から前記導電性コーティングを除去することによって作成される、請求項8に記載の方法。

10

【請求項13】

前記圧電膜の各側上の電極パターンを電気的に接続するために、導電性ビアを前記圧電膜内に作成するステップをさらに含む、請求項8に記載の方法。

【請求項14】

前記導電性層を適用するステップに先立って、前記マイクロホンの活性面積を除いて、前記膜の圧電特性を低減させるように前記圧電膜の面積を処理するステップをさらに含む、請求項8に記載の方法。

【請求項15】

前記圧電膜上の第1および第2の電極パターンにある電圧を印加することによって、前記膜の活性面積をスポットボーリングするステップをさらに含む、請求項8に記載の方法。

20

【請求項16】

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜マイクロホンであって、

圧電膜と、

前記圧電膜の1つの表面上の第1の電極と、

前記圧電膜の別の表面上の第2の電極であって、それによって、前記第1および第2の電極は、直径が10～30ミクロンの面積内で重複する、第2の電極と、

30

前記圧電膜を通して切断され、前記圧電膜が電極パターン化ツールと整合されることを可能にする、少なくとも1つの位置合わせ特徴と、

を備える、膜マイクロホン。

【請求項17】

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜マイクロホンであって、

圧電膜と、

前記圧電膜の1つの表面上のいくつかの電極と、

前記圧電膜の別の表面上のいくつかの電極であって、それによって、前記表面上の電極は、グリッドパターンの活性面積内で重複する、いくつかの電極と、

40

を備える、膜マイクロホン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

本願は、2016年2月19日に出願された米国仮出願第62/297,763号および2015年8月18日に出願された第62/206,808号の利益を主張するものであり、これらは全体として参照により本明細書中に援用される。

【0002】

(技術分野)

50

開示される技術は、超音波トランスデューサを試験するためのハイドロホンに関し、特に、高周波数超音波トランスデューサを試験するために使用されるハイドロホンに関する。

【背景技術】

【0003】

超音波撮像は、音響エネルギーのいくつかの短パルスをトランスデューサから着目領域に送信し、対応するエコー信号内に含有される情報を収集することによって動作する。図1Aは、可変電圧が要素を横断して供給されると、振動し、超音波音響信号を生産する、いくつかの個々のトランスデューサ要素12（縮尺通りに描かれない）を有する、簡略化された超音波トランスデューサを示す。要素はまた、要素が音響エネルギーを受信すると、電子信号を生産する。要素12は、典型的には、1つまたはそれを上回る合致層14および固定レンズ16を含む、1次元アレイまたは2次元アレイにおいて配列される。駆動信号がトランスデューサ要素のそれぞれに印加される振幅および時間を注意深く選択することによって、音響信号は、強め合うよう組み合わせられ、所望の場所に集束帯を伴うビームを形成する。トランスデューサの動作周波数が増加するにつれて、集束帯のサイズ（多くの場合、米粒の形状）は、減少する。例えば、15MHz中心周波数において、集束帯のサイズは、約500×300μmである。30MHzにおいて、集束帯のサイズは、約280×150μmに降下し、50MHzにおいて、集束帯のサイズは、200×100μmを下回る。超音波アレイに加えて、超音波信号はまた、図1Bに示されるような単一要素トランスデューサ17によって生成されることができる。

10

20

【0004】

超高周波数（UHF）診断超音波は、臨床前および臨床産業の両方において、過去10年で大幅に進歩しており、70MHzを上回る上側コーナ周波数を有する50MHz中心周波数アレイを伴うシステムが、導入されている。UHF超音波のより高い分解能および帯域幅からもたらされる、多くの新しい科学および医学的可能性が、探求されることができるが、しかしながら、新しい用途および能力とともに、新しい試験および特性評価の課題が、生じている。当業者が理解するであろうように、トランスデューサが周波数においてより高くなるにつれて、波長が、適宜減少し、水中の音波の非線形伝搬等の種々の他の機構が、ますます一般的になっている。現在、科学的に、ならびに医療および臨床前デバイスの調整の目的の両方において、水中でのUHF超音波の特性を理解する必要がある。加えて、現代の高度なFEAモデル化を利用するために、アレイのピッチにおける、またはさらにはそれを下回る音場を正確に測定する必要がある。高調波の正確な測定を確実にし、比較的大きい開口ハイドロホンを用いて測定される短波長音波から生じる空間的不確定性を低減させるために、より高い周波数較正を伴うより小さい開口ハイドロホンの必要性が明確にある。

30

【0005】

超音波トランスデューサが食品医薬品局（FDA）によって米国での臨床使用に関して承認され得る、または欧州での臨床使用に関してCEマークを取得し得る前に、トランスデューサによって生産される音響エネルギーは、特性評価されなければならない。特性評価は、圧力度のマップを生産し、集束帯が明確に画定され、トランスデューサが望ましくない場所においてエネルギーのホットスポットを生産していないことを確実にする。同様に、特性評価は、生産されるエネルギーがそれほど大きくないため、これが組織内の空洞化を検査されるようにし、電力出力が種々の組織によって課せられる許容可能限度内であることを確認する。明確に確立された基準が、規制上の承認のために要求される試験プロトコルおよび結果を規定するために存在する。しかしながら、UHF超音波は、好適に小さいハイドロホン開口サイズおよび十分に高い周波数較正データの欠如に起因して、これらの試験をますます限界およびそれ以上まで高めている。

40

【0006】

図2に示されるように、殆どのトランスデューサ試験は、液体槽40（典型的には、脱気された水であるが、別の液体でもあり得る）内でトランスデューサ20を動作させるこ

50

とによって実施される。ハイドロホン50が、超音波ビームの経路内のコンピュータ制御ステージ（図示せず）上に配置される。トランスデューサが動作されると、ステージは、ハイドロホンに、いくつかの場所において集束帯の場所およびビームの強度を測定させるために移動される。ハイドロホンからの信号が、トランスデューサが意図されるように動作していることを確認するために、コンピュータシステムによって記憶される。空間内の強度測定値のプロットが、超音波トランスデューサビームの特性を定義する。

【0007】

膜式ハイドロホンは、その平坦な周波数応答および試験中のデバイス（DUT）によって生成される放射パターンとの単純な相互作用のため、超音波ビームをサンプリングする際の使用に最も望ましい。ビームを効果的にサンプリングすることが可能であるために、ハイドロホンの活性面積は、検査中のトランスデューサの集束帯よりも実質的に小さくなければならない。過去には、高周波数超音波トランスデューサを試験するために使用され得る、十分に小さい活性面積を伴う膜式ハイドロホンを確実に製造することは、困難であった。したがって、ユーザは、測定されている放射パターンとの望ましくない共振および相互作用を呈する、針タイプハイドロホンを使用することを余儀なくされていた。加えて、いわゆる「リップスティック式」ハイドロホン等の望ましくない共振を最小限にするために設計されている特別に成形された針ハイドロホンが、使用される。しかしながら、実践では、そのような形状を非常に高い周波数の超音波特性評価のために十分に小さいスケールに正確に製造することは、困難である。その結果、針タイプハイドロホンは、高周波数ビームパターンを特性評価する際に膜式ハイドロホンほど正確ではない。

10

20

【0008】

これらの問題を考慮して、改良された高周波数膜式ハイドロホンならびにそのようなハイドロホンを製造するための方法の必要性がある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

これらおよび他の問題に対処するために、本明細書に開示される技術は、高周波数超音波トランスデューサを特性評価する際に使用するための新規の膜式ハイドロホン設計および膜式ハイドロホンを製造する方法に関連する。そのような特性評価は、臨床使用のためのトランスデューサを認証するために使用されることができ、また、超音波トランスデューサ設計の開発および試験において使用されることもできる。一実施形態では、ハイドロホンが、支持構造を横断して延伸され、金または金+クロムの薄層等の導電性材料を用いて両側上でコーティングされる、圧電膜を含む。導電性材料の一部が、次いで、圧電膜の各側から除去され、膜の一方の側上に正の電極を作成し、膜の他方の側上に負の電極を作成する。正および負の電極は、ハイドロホンの活性面積を画定する小さい面積内で重複する。一実施形態では、活性面積は、直径が10~30ミクロンである寸法を有する。

30

【0010】

いくつかの実施形態では、エキシマレーザ等のパターン化ツールが、圧電膜から導電性材料の一部を選択的に除去し、膜上に電極を作成するために使用される。一実施形態では、膜の両側上の導電性材料は、例えば、圧電膜を反転させる必要なく、膜の同一の側から膜をレーザエネルギーに暴露することによって除去される。いくつかの実施形態では、1つまたはそれを上回る整合特徴もしくは基準が、膜内に作成され、圧電膜がパターン化ツールの座標系に対して正確に配置されることを可能にする。いったん整合されると、導電性材料は、膜から正確に除去されることができ、

40

【0011】

いくつかの実施形態では、ハイドロホンは、圧電膜の両側上に重複する正および負の電極を含み、膜の一方の側上の正の電極は、膜の他方の側上の対応する正の電極に電氣的に接続される。同様に、膜の一方の側上の負の電極は、膜の他方の側上の対応する負の電極に電氣的に接続される。いくつかの実施形態では、重複する電極は、レーザを用いて圧電膜内に作成され、導電性材料を用いて充填される、1つまたはそれを上回る導電性ピアを

50

用いて電氣的に接続される。

【0012】

ハイドロホンの活性面積は、膜の一方の側上の正の電極の一部が膜の他方の側上の負の電極と重複する場所に形成される。

【0013】

開示される発明のいくつかの実施形態では、本デバイスは、完全にポーリングされた圧電ポリマーまたはコポリマー膜から加工され、未加工フィルム of 積極的なポーリングによって達成される最大感度を可能にする。これは、意図される活性開口から離れた場所においてスプリアス信号が検出されることに関連する課題につながり得る。開示される技術のいくつかの実施形態では、圧電膜は、ポーリングされていない状態で本デバイスに加工され、したがって、電極は、活性面積をスポットポーリングするために使用され得る。本アプローチは、多くのスプリアス信号を低減または排除することができるが、減少された感度およびスポットサイズ変動をもたらし得る。いくつかの実施形態では、オーバーレイする同様の極性の電極が、膜内の電場をクランプするために使用され、スポットポーリングにおいてさらなる空間特異性を達成し、したがって、より精密かつ予測可能な活性スポットサイズをもたらす。

10

【0014】

いくつかの他の実施形態では、圧電膜の一部は、望ましくない場所における受信された音響エネルギーへの膜の電氣的応答を低減させるために、これを導電性材料を用いてコーティングすることに先立って、選択的にデポーリングされ、したがって、(スポットポーリングと比較して)膜全体のより積極的なポーリングを可能にする。一実施形態では、圧電膜は、ハイドロホンの活性面積から離れた面積内で選択的にデポーリングされる。一実施形態では、レーザパターン化ツールは、活性面積を除くハイドロホンの全ての面積において、膜が機械的にそのままの状態であるが、より圧電的に非効率的であるように、UVレーザエネルギーを用いてポリマーを修正することによって、圧電膜をデポーリングするために使用される。さらに別の実施形態では、ポーリングされていない圧電コポリマー膜が、本デバイスに加工され、レーザパターン化ツールが、活性面積を除く全ての面積において、膜を修正し、膜の圧電電位を低下させるために使用され、スポットポーリングが、修正されていない活性面積内でのみ効果的に起こり得ることを確実にし、電極が、活性面積に整合されるように堆積され、膜が、スポットポーリングされる。また別の実施形態では、先のアプローチは、スポットポーリング後に極めて明確に画定される活性開口を達成するために、オーバーレイする同様の極性の電極設計と組み合わせられる。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1A】図1Aは、従来の超音波トランスデューサーアレイによって形成されるビームパターンを図式的に図示する。

【0016】

【図1B】図1Bは、従来の単一要素超音波トランスデューサーによって形成されるビームパターンを図示する。

40

【0017】

【図2】図2は、ハイドロホンを用いて超音波トランスデューサーを試験するための従来のシステムを図示する。

【0018】

【図3A】図3Aおよび3Bは、開示される技術の実施形態による、例示的高周波数膜ハイドロホンを図示する。

【図3B】図3Aおよび3Bは、開示される技術の実施形態による、例示的高周波数膜ハイドロホンを図示する。

【0019】

【図4】図4は、開示される技術の一実施形態に従って構築される、膜式ハイドロホンの部分3次元裁断図を図示する。

50

【0020】

【図5A】図5Aは、開示される技術の一実施形態による、支持柱上に搭載される完全なハイドロホンを図示する。

【0021】

【図5B】図5Bは、開示される技術の実施形態による、水に音響的に良好に合致するエラストマ材料を用いてコーティングされる、ハイドロホンの上面上の電極の一部を図示する。

【0022】

【図6】図6は、開示される技術の実施形態による、水に音響的に良好に合致するエラストマを用いてコーティングされる、ハイドロホンの底面を図示する。

10

【0023】

【図7】図7は、開示される技術の別の実施形態による、圧電膜が導体の適用に先立って処理され得る方法を図示する。

【0024】

【図8】図8は、開示される技術の別の側面による、膜式ハイドロホンからの信号を調整するために使用される緩衝回路の一実施形態を図示する。

【0025】

【図9】図9は、開示される技術の別の実施形態に従って構築される、いくつかの活性面積を有するアレイ式膜ハイドロホンを図示する。

【発明を実施するための形態】

20

【0026】

以下にさらに詳細に説明されるであろうように、開示される技術は、高周波数超音波トランスデューサを特性評価するために使用され得る、1つまたはそれを上回る小さい活性面積を伴う膜式ハイドロホンである。一実施形態では、膜が、例えば、3～12ミクロン厚さである厚さを有するP(VDF-TrFE)等の薄フィルム圧電コポリマーから作製される。しかしながら、他の厚さまたは他の圧電材料(PVDF等)も、使用され得る。膜は、好ましくは、膜からいずれの皺も除去する様式でフレームを横断して延伸される。一実施形態では、膜は、外側フープ上に保持され、次いで、膜の一部を溝の中に円周方向に押圧し、これをドラムヘッドのように皺がないように延伸させる、内側フープによってその外周の周囲で同時に延伸される。いったん膜が延伸されると、膜は、内側フープ内に嵌合する円形フレームに接着され、フレームの外側の過剰な膜は、切り離される。フレームは、次いで、ハイドロホンの一部を形成するために使用される。一実施形態では、フレームは、約2cmの直径を有するが、より大きいまたはより小さいフレームも、使用され得る。

30

【0027】

フレームは、金属支持体に搭載され、次いで、スパッタリングまたは別のプロセスによって金もしくは金+クロム(もしくは他の金属導体)等の金属導体を用いてコーティングされる。一実施形態では、膜上に配置される導体の厚さは、1,500～2,500オングストロームの厚さである。しかしながら、限定ではないが、300オングストローム～5,000オングストローム等のはるかに薄いまたは厚い導体コーティングも、使用され得る。

40

【0028】

膜の両側上の導電性コーティングは、次いで、ハイドロホンの活性面積を形成する、膜の上面および底面上の導体の重複する部分を形成するようにパターン化される。重複する導電性面積は、精密に整合されなければならない、いくつかの実施形態では、横断して約10～30ミクロンであり、これは、米国仮出願第62/206,808号に説明される技法以前は、確実に製造することが可能ではなかった。

【0029】

図3Aおよび3Bは、開示される技術の実施形態に従って構築される、ハイドロホン100の一実施形態を示す。ハイドロホン100は、略丸形ディスクの圧電膜102を含み

50

、これは、円形フレーム 104 に糊付けされ、これは、順に、支持体 105 に固着される。一実施形態では、支持体 105 は、チタン等の導電性金属から作製される。第 1 の電極 106 が、圧電膜の一方の側上にパターン化される一方、第 2 の電極（図示せず）が、圧電膜の他方の側上にパターン化される。いくつかの実施形態では、圧電膜は、膜がレーザパターン化システムと整合されることを可能にするために、圧電膜を通して切断される位置合わせ特徴または基準の対 108、110（縮尺通りに描かれない）を含み得る。位置合わせ特徴は、レーザを用いて作成されることができ、事実上、任意の形状（正方形、長方形、十字形等）を有することができる。一実施形態では、位置合わせ特徴は、1 辺あたり約 10 ミクロンの正方形である。位置合わせ特徴の角は、圧電膜がサブミクロンレベルの正確度で整合されることを可能にする。

10

【0030】

金属導体を用いてコーティングされる膜の両側では、エキシマレーザまたは他のパターン化ツールが、膜が比較的に影響を受けないような様式で、圧電膜の表面から導電性コーティングの一部を除去するために使用される。

【0031】

一実施形態では、いったん電極パターンが膜の第 1 の側上に作成されると、膜は、反転され、1 つまたはそれを上回る位置合わせ特徴 108、110 を使用して、パターン化ツールに整合される。いったん整合されると、パターン化ツールは、膜の第 2 の側上に電極を形成する。開示される技術の一実施形態では、膜の第 1 の側上の電極は、ハイドロホンの正の電極を形成する一方、圧電膜の他方の表面上の第 2 のより大きい電極は、接地される。

20

【0032】

以下に詳細に説明される別の実施形態では、膜の両側上の電極の実質的大部分が、膜の片側をレーザエネルギーに暴露することによって作成されることができ、本実施形態では、位置合わせ特徴または基準は、必要とされない場合がある。

【0033】

細いワイヤ 120（例えば、金接合ワイヤまたは銀めっきされた銅バスワイヤ）が、膜上の第 1 の電極に接続されることができ、加えて、接合ワイヤが、第 2 の電極にも同様に接続されることができ、またはフレーム 104 および / もしくは支持体 105 が導電性である場合、フレームは、第 2 の電極に接続するように使用されることができ、一実施形態では、音響的に合致するエラストマ 126 が、ハイドロホンの裏側にわたって傾注される。別の実施形態では、合致するエラストマは、省略され、個別の電極を伴う膜の両側を、最大感度のために被覆されないままにし得る。一実施形態では、エラストマ 126 は、水のものに密接に合致する音響インピーダンスを有するシリコンゴムから作製される。

30

【0034】

いくつかの実施形態では、支持体 105 上に配置されるプリント回路基板に緩衝増幅器を搭載する、またはハイドロホンの膜上に直接緩衝増幅器を搭載することが、有利であり得る。緩衝増幅器は、生産される信号の利得を増加させる、および / または信号をバッファリングすることができ、したがって、これは、信号ケーブル（図示せず）によって搬送されることができ、一実施形態では、ハイドロホンの支持体 105 は、SMA または他の形式のコネクタ 128 を用いて嵌合される。SMA コネクタ 128 は、同軸コネクタであり、外側シールドが、導電性支持体 105 または負の電極に接続され、中心導体が、正の電極（または使用される場合、緩衝増幅器の出力）に接続される。SMA コネクタへの接続はまた、所望される場合、逆転され得る。

40

【0035】

膜ハイドロホンの別の実施形態が、図 4 に示される。本実施形態では、膜上の導体は、膜の上面および底面上に実質的に合致する電極を作成するようにパターン化される。本実施形態では、圧電膜の上面および底面上の 2 つの正の電極は、相互に重複し、圧電膜の上面および底面上の 2 つの負の電極は、相互に重複する。上面上の正の電極は、ハイドロホ

50

ンの活性面積内を除いて、底面上の負の電極と重複しない（逆もまた同様である）。図4は、実線において示される電極パターンが、膜の上面上にあり、破線において示される電極パターンが、膜の底面上にある、ハイドロホン200の部分3次元断面図である。膜の上面は、接地板または接地電極214によって囲繞される、T形電極210（縮尺通りに描かれない）を含む。実質的に同じT形電極212が、膜の底面上に形成され、膜の上面上の電極210の真下に位置する。接地板電極214と実質的に同一の形状を有する対応する接地板または接地電極216が、膜の上面上にある接地板214の真下の膜の底面上に位置する。いくつかの実施形態では、接地板電極214、216は、全ての側上の正の電極の外周を囲繞する間隙によって、正の電極210、212から分離される。

【0036】

いくつかの実施形態では、圧電膜の上面および底面上の正の電極ならびに圧電膜の上面および底面上の負または接地板電極は、電氣的に接続される。いくつかの実施形態では、1つまたはそれを上回るビア220が、導電性エポキシまたは他の導電性材料を用いて充填され、上部の正の電極210を底部の正の電極212に電氣的に接続する。類似する1つまたはそれを上回る充填されたビアが、上部の接地板電極214を底部の接地板電極216と電氣的に接続する。ビアは、圧電膜を通して孔を燃焼させるようにレーザを用いて形成されることができ、これは、次いで、導電性エポキシ等の導電性材料を用いて充填される。ビア220はまた、充填されないままであり、膜がスパッタリングされる前に、それらが膜に切り込まれた場合、それを通してスパッタリングされ得る。延伸される圧電膜を支持するフレームまたはその一部が、導電性である場合、電極214、216は、フレームを通して電氣的に接続されることができ、より大きい負の電極214、216のためのビアは、排除され得る。示される実施形態では、重複するT形電極210、212は、ハイドロホンのための正の電極である一方、重複する接地板214、216は、電氣的に接地される。しかしながら、極性は、逆転され得る。

【0037】

膜ハイドロホンでは、上部の接地板電極214の対応して成形されたタブ部分214aの下にある、底部の正の電極212のタブ部分212aが存在する。2つのタブ部分212a、214a間の重複は、ハイドロホンの活性面積を形成し、これは、音響エネルギーに暴露されると、信号を生産する。いくつかの実施形態では、重複する正の電極および接地電極の面積は、約900平方ミクロンである。しかしながら、本明細書に開示されるハイドロホンの他の実施形態の重複する面積（または活性面積）は、約100平方ミクロン～約10,000平方ミクロンであり得る。しかしながら、より大きいまたはより小さい重複する領域もまた、使用され得る。活性面積の最適なサイズは、分析されるべき超音波トランスデューサの動作周波数に依存する。活性面積が小さすぎる場合、感度は、低すぎ、許容不可能なSNR、増加された不確定性、および増加された試験時間をもたらし得る。一方、活性面積が大きすぎる場合、空間平均化は、許容不可能な空間的およびスペクトル的不確定性につながる不正確度を引き起こし得る。

【0038】

示される実施形態では、膜の上面上の接地板214のタブ部分214aと正の電極210との間に間隙211が存在する。同様に、膜の底面上の正の電極12のタブ部分212aと囲繞する接地板216との間に間隙213が存在する。一実施形態では、間隙211、213は、電極の重複する部分（例えば、活性面積）が略正方形であるように直線である。別の実施形態では、間隙は、活性面積が略円形であるように湾曲し得る。他の形状の活性面積（長円形、星形等）もまた、パターン化ツールを用いて作成されることができ

【0039】

一実施形態では、間隙211および213は、約5 μ mの類似する幅を有する。しかしながら、それらは、約1.5 μ mと同程度の小ささから最大100ミクロンと同程度の大きさであり得る。間隙211は、間隙213と同一の幅であり得る、またはそれらは、異なる幅であり得る。タブ212aおよび214aの上側の面積によって画定される活性面

10

20

30

40

50

積の長さとは組み合わせられる間隙の幅は、間隙 2 1 1 および 2 1 3 と併せて調整され、膜内の非ノーマル電場成分を考慮することによって、活性面積の有効スポットサイズを制御することができる。例えば、正方形の有効活性面積が所望される場合、より小さい重複する長さが、タブ 2 1 2 a および 2 1 4 a の幅に対して間隙 2 1 1 および 2 1 3 の近位縁間の距離を減少させることによって、採用され得る。

【 0 0 4 0 】

電気導体 2 2 4 が、高周波数超音波信号に暴露されると、電極の重複する領域によって生産される信号を増幅する、広帯域緩衝増幅器（図示せず）に信号電極 2 1 0、2 1 2 を接続する。示される実施形態では、導体 2 2 4 は、ハイドロホンの下側上の正の電極 2 1 2 に接続される。しかしながら、導体は、ハイドロホンの上面上の正の電極にも接続され得る。一実施形態では、信号電極は、広帯域緩衝増幅器に容量的に結合され、いかなる DC オフセットも信号および接地電極間に存在しないことを確実にする。一実施形態では、信号電極は、値が約 10 nF の直列に接続されたコンデンサ 2 2 6 によって、広帯域増幅器の入力に接続され得る。当業者は、他の値も、所望の周波数およびインピーダンス特性に応じて使用され得ることを理解するであろう。一実施形態では、接地板 2 1 4、2 1 6 は、はんだを用いて膜を支持するフレームに短絡される。増幅器からの信号は、同軸ケーブルまたは他の電気導体によって、超音波トランスデューサによって生産されるビームパターンを特性評価するために信号を記憶および分析する受信側電子機器（図示せず）に搬送されることができる。図 5 A に示されるように、完成した膜ハイドロホンは、試験されているトランスデューサに対して種々の場所に位置付けられる移動可能ステージ内にハイドロホンが搭載されることを可能にする、支柱 2 2 8 に固着される。図 5 A は、より縮尺通りに描かれ、示される実施形態では、T 形電極の長さは、約 7.5 mm である一方、重複する電極区分の長さは、約 30 μm である。比較のために、海浜砂の粒子は、100 μm またはそれを上回る。したがって、精密なパターン化ツールが、膜上に重複する面積を正確に形成するために要求される。

10

20

【 0 0 4 1 】

電極パターンを作成するために、膜上の導電性コーティングは、導体を除去するが、膜自体に害を及ぼさないレーザーを用いてパターン化される。一実施形態では、第 1 のレーザーパルスが、膜の上面上の導体を除去し、同一の場所における（および膜の同一の側上の）第 2 のパルスが、膜の底面上の導体を除去する。T 形電極を作成するために、二重パルスが、したがって、T 形電極 2 1 0、2 1 2 の形状を輪郭形成するために使用される。T 形電極 2 1 0 の端部と接地板 2 1 4 のタブ部分 2 1 4 a との間の間隙 2 1 1 を形成するために、レーザーパルスのサイズは、間隙の所望のサイズに設定され、単一パルスが、レーザーが移動されるにつれて、膜の上面上の導体のみを除去するために使用される。レーザーパルスの精密な制御は、膜の一方の側上のみ電極材料の除去を確実にし、他方の側上の電極が損傷されないままにする。

30

【 0 0 4 2 】

底部の T 形電極 2 1 2 のタブ部分 2 1 2 a と囲繞する接地板 2 1 6 との間の間隙 2 1 3 を形成するために、膜は、反転され、単一パルスが、膜の底面上の導体を除去するために使用される。導体が除去されると、膜は、可視光および UV 光の両方に対して実質的に透明であるため、レーザーの整合システムとの膜の位置合わせは、簡略化される。加えて、上部電極および底部電極の大部分は、レーザーを使用して、膜の同一の側からパターン化され得るため、上部電極および底部電極の整合は、非常に正確である。正確な電極画定ならびに小さい精密な間隙 2 1 1 および 2 1 3 は、非常に正確かつ予測可能な活性面積を可能にし、これは、活性面積寸法が膜の厚さにより近づくにつれて重要であり、非ノーマル電場成分の精密な制御および最小化を可能にする。

40

【 0 0 4 3 】

開示される実施形態は、T 形電極を使用するが、「I 形」もしくは「L 形」電極または他の形状等の他の形状も使用され得ることを理解されたい。

【 0 0 4 4 】

50

圧電膜の両側上の二重電極の使用は、特に、ハイドロホンの構築において事前ポーリングされた膜を使用するとき、有利であることが証明されている。示される実施形態では、重複する電極は、信号電極トレースを含有する膜の全ての面積および接地電極を含有する全ての面積において、ゼロ（またはほぼゼロ）の電場条件を強制する。いくつかの先の実施形態では、水のわずかな導電率ならびに電極および薄い圧電膜に接続する緩衝回路内の感受性電子機器に起因して、二重電極を伴わないハイドロホンは、信号を生産するために接地電極を要求せず、任意のクランプされていない信号トレースが、スプリアス信号を生成し得ることが見出された。本条件は、非常に少ない量の電荷が、活性面積からの信号を測定するために要求される感受性電子機器において検出されるため、説明される高周波数ハイドロホンにおいて望ましい薄い圧電膜の使用によって特に悪化する。

10

【0045】

別の実施形態では、ポーリングされていないフィルムで開始することが、可能である。電極が、作成され、活性面積が、活性面積に印加される電圧および温度の好適な組み合わせを使用してスポットポーリングされる。二重電極設計と併せてポーリングされていないフィルムを使用し、続けてスポットポーリングすることは、タブ214aおよび212aならびに間隙211および213によって画定される非常に正確に画定された活性重複面積の外側の信号を事実上排除する。

【0046】

示される実施形態では、電極設計において長方形または正方形活性面積が、開発のためにハイドロホンのレーザ加工を簡略化するために、採用された。開示される技法は、上記に説明されるような丸形電極を生産するように適合され得る。フォトアブレーションレーザマスクを通して作製され得る任意の電極形状（例えば、丸形、正方形、長円形、またはさらには星形）が、圧電膜を通した金属導体の除去（膜の切断を伴わない膜を通した位置合わせ）とともに作製されることができる。

20

【0047】

いくつかの実施形態では、導体除去はさらに、いかなる導電性金属もレーザによってフォトアブレーションされた面積内に残らないことを確実にするために、仕上げられた電極パターンに適用される、弱金属エッチ（例えば、5%酢酸）によって強化される。レーザを用いて金属電極の100%を除去することが可能である可能性は高いが、100%の電極除去を達成するようにレーザを完全に調整することは、課題である。したがって、一実施形態では、ハイドロホン膜は、100~200オングストロームの金属を除去するために設計された弱化学エッチにおいて浸漬され、フォトアブレーション後に残された可能性がある電極の任意の残留物が、膜の表面から除去されることを確実にする。当業者によって理解されるであろうように、本化学エッチプロセスは、所望に応じて材料除去を最適化するために、多くの方法で微調整されることができる。

30

【0048】

加えて、一実施形態では、膜の両側上の電極は、薄いフォトレジストまたは湿式エッチ材料に耐えることが可能な他の材料においてコーティングされ得、レーザが、レジストおよび導体材料の両方を除去し、要求される電極パターンを生産するために使用され得る。当業者が理解するであろうように、そのようなレジスト層が使用されるとき、採用される湿式エッチは、所望の残りの電極の劣化のリスクを伴わず、はるかにより積極的であり得る。重複する電極面積212aおよび214aを作成するために使用される特殊な間隙領域において本方法が採用されるために、フォトレジストとのレーザ相互作用を理解し、レジストによるレーザエネルギーの吸収を適切に考慮するように注意しなければならない。しかしながら、レジストは、上部電極および底部電極の両方が複数のレーザパルスを用いて除去される、任意の面積において容易に採用され得る。しかしながら、湿式エッチは、本明細書に説明される小開口ハイドロホンの構築のために使用される薄いポリマー膜との化学的および熱的適合性を確実にするように注意深く選択されなければならない。

40

【0049】

本明細書に開示される技術は、膜の前側および後側上の導体が、膜の同一の側から除去

50

され得るように電極材料を除去するために使用されるレーザの性質を制御することによって、ハイドロホンの前側および裏側の両方から電極材料のほぼ完璧に位置合わせされた面積を除去することを可能にする。これは、電極パターンのほぼ全体が膜の一方の側から作成されることを可能にし、ハイドロホンの裏側に対するハイドロホンの前側のサブミクロンの正確度を確実にする。

【0050】

いくつかの実施形態では、開示される技術はまた、重複する電極を前面から裏面に電氣的に接続するためのビアを含む。ビアは、レーザまたは他の手段ならびに導電性エポキシまたは前部電極および後部電極を導電的に接続するために使用される他の導電性手段（スパッタリング、ワイヤ等）を用いて作成されることができる。ビア以外の手段（例えば、ワイヤ）が、一方の側上の電極を他方の側上の対応する電極に電氣的に接続するために採用され得るが、ビアは、非常に低いインピーダンスおよび低いインダクタンスの接続が、機械的応力を殆どまたは全く伴わずに膜を通して切断するように単純にレーザを使用して、作製されることを可能にする。そのような低インダクタンスおよび低インピーダンスの接続は、膜が、非常に動的なRF条件下にあっても、電極間のほぼゼロの電場にクランプされ得ることを確実にする。

10

【0051】

電極パターンおよびビアが完成した後、一実施形態は、図6に示されるように、後部信号電極および接地電極を被覆する、シリコン等のポリマーエラストマ126を用いて後部または底部電極を被覆する。当業者が理解するであろうように、いくつかのシリコンは、水に音響的に非常に良好に合致し、高周波数において比較的の高い音響損失を有し、非常に高い電気絶縁特性が、信号電極が単一の電極絶縁帯域の領域においていかなるスプリアス音響信号をも生成することを防止する。シリコンはまた、電極および膜を摩耗および断裂から保護する役割を果たし、膜の堅性を大幅に強化し、走査システムのためにより高速の走査およびより厳しくない振動低減仕様を可能にする。TPXまたはLDPEまたはポリウレタン等のエラストマまたはラテックス材料もしくは特別に開発された音響ポリマー材料等、水に良好に合致するエポキシまたはエンジニアリングプラスチック等の他のポリマーも、それらが水に良好に合致し、低応力を用いて薄いハイドロホン膜に適用され得る（例えば、液体形態において傾注され、定位置で硬化される）限り、音響裏材または被覆材として使用され得る。

20

30

【0052】

図5Bに示されるように、いくつかの実施形態では、膜の表面上の正の電極の一部はまた、音響合致エラストマ126によって被覆される。一実施形態では、エラストマは、顕微鏡下で爪楊枝または他の小型アプリケーションを使用して上部電極にわたって適用される。しかしながら、他の精密材料堆積ツールも、使用され得ることを理解されたい。示される実施形態では、ハイドロホンの活性面積にわたっていかなる音響合致エラストマも存在しない。

【0053】

一実施形態では、電極は、1つのパルスにおいて膜の前部から、第2のパルスにおいて膜の後部から電極材料を除去するように調整されるUVレーザを使用して、コーティングされたP(VDF-TrFE)膜上にパターン化され、膜自体は損傷されないままにする。前部電極の単一の面積が、膜から除去され、膜の前側上の接地板/電極から信号電極を絶縁する。膜は、次いで、反転され、（透明膜を通してレーザアブレーションによって作成された）膜の後部上のパターンに視覚的に整合される。いったん整合されると、後部電極の単一の面積が、除去され、膜の後側上の接地板/電極から信号電極を絶縁する。膜の前側上の接地電極パターンの一部が、膜の後側上の信号電極パターンの一部と重複する（逆もまた同様である）。これは、膜上で信号および接地電極が重複する唯一の場所である。電極が存在し、重複しない場所が、2つのみ膜上に存在する（例えば、重複する電極を画定する小さい絶縁領域または間隙211および213）。

40

【0054】

50

一実施形態では、導電性材料は、1,900オングストロームの厚さにおいて適用されるCr/Auである(他の導電性材料および厚さも、使用され得る)。導電性材料は、膜の一方の側からマスクおよび10倍縮小光学を通して作用するエキシマレーザを用いたアブレーションによって、膜の前面および後面の両方から除去される。レーザ波長は、248nmに設定され、フルエンスは、膜のアブレーション閾値を下回るように選択される。一実施形態では、フルエンスは、0.25J/cm²であるように選択される。本パルス特性は、後面上の電極に影響を及ぼすことなく、電極材料が膜の前面から単一パルスにおいて除去されることを可能にする。第2の同じパルスが、次いで、膜の後面から導電性材料を除去するために使用される。これは、膜自体に悪影響を及ぼすことなく行われる。本アプローチは、膜の対向する側上の重複する電極の縁を整合する課題を除去する。

10

【0055】

レーザ電力/波長/フルエンスの他の組み合わせも、底部電極に影響を及ぼすことなく上部電極を除去するために、または上部電極および底部電極の両方を除去するために使用されることができる。目標は、圧電要素のために使用されるポリマー膜によって有意に吸収されないが、電極材料によって強力に吸収されるレーザパルスを使用することである。一実施形態では、約15ナノ秒の持続時間のパルスを伴う248nmエキシマレーザが、使用された。加えて、フォトアブレーションの使用は、複雑なパターンが膜上に集束されることを可能にし、それによって、間隙が単一パルスにおいて作製されることを可能にする。

20

【0056】

開示される技術の一実施形態によると、高周波数膜ハイドロホンが、その対向する側上に導電性材料を有する圧電膜を含む。膜の各側から導体をアブレーションすることによって、電極を作成することが所望される場合、前面上のアブレーションおよび後面の膜貫通アブレーションによって、前部電極材料および後部電極材料上に1つまたはそれを上回る位置合わせ特徴を形成し、前側基準および後側基準の優れた位置合わせを確実にすることが、有利である。圧電膜の第1の側は、導電性材料の一部を除去することによって形成される第1の電極パターンを含む。圧電膜の第2の側は、導電性材料の一部を除去することによって形成される第2の電極パターンを含む。第1および第2の電極パターンは、ハイドロホンの活性面積内で重複する。

30

【0057】

いくつかの実施形態では、ハイドロホンの活性面積を除く面積において圧電膜を「デボーリング」することが、有利である。図7は、膜の圧電応答を低減させる様式で領域302にわたってレーザによって処理される、圧電膜300の一部を示す。一実施形態では、処理は、ハイドロホンの活性面積を除く全ての面積において起こる。処理は、膜にわたって導電性コーティングを印加することに先立って実施される。一実施形態では、1つまたはそれを上回る基準310、312が、膜内に作成され、したがって、いったん電極パターンが形成されると、ハイドロホンの活性面積が、処理されていないままの面積上に形成されることができる。

40

【0058】

レーザによって実施される処理は、膜が受信された音響エネルギーにあまり応答しないように圧電膜を修正する。これは、活性面積によって生成されるもの以外の電極の面積によって生成されるアーチファクトを低減させる。一実施形態では、面積302における処理は、0.5~1J/cm²のレーザフルエンスおよび約20Hzのパルス繰り返し周波数を伴う約15ナノ秒の一連のパルスを用いて、圧電膜をパターン化することによって実施される。

40

【0059】

図8は、遠隔コンピュータシステム(図示せず)内の処理電子機器に伝送されることに先立って、ハイドロホンによって生産される信号を受信およびバッファリングするための回路を図示する。回路は、緩衝増幅器400を含み、これは、一実施形態では、コンデンサ226を介してハイドロホンの正の電極に接続される正の入力を有するユニティゲイン

50

構成において接続される集積回路 (Analog Devices からのモデル番号 AD8045) である。ハイドロホン上の負の電極は、プリント回路基板上の接地接続に接続される。同軸ケーブル 406 が、緩衝増幅器 400 によって増幅された信号をさらなる信号処理回路 (プリアンプ、A/D コンバータ、DSP 等) に搬送するために使用される。緩衝増幅器のための正および負の電圧供給ならびにその上に緩衝増幅器が搭載されるプリント回路基板のための接地接続が、別個のワイヤを介して供給される。一実施形態では、プリント回路基板は、ハイドロホンの支持体 126 上に担持される。回路基板全体は、回路が水中で動作するであろうように、防水シーラント内に入れられる。

【0060】

図9は、開示される技術の実施形態に従って構築される、ハイドロホンの代替実施形態を示す。本実施形態では、グリッドハイドロホンが、膜の各表面上にいくつかの薄い電極を含む。個々の電極は、ハイドロホンのいくつかの活性面積を形成するいくつかの場所において相互に重複する。示される実施形態では、いくつかの正の電極 500a、500b ... 500f が、膜の一方の側上にパターン化され、いくつかの負の電極が、膜の他方の側上に形成される。ハイドロホンの活性面積が、正の電極が負の電極と重複する各場所において形成される。理解されるであろうように、電極のそれぞれは、別個の緩衝増幅器に、または多重化装置もしくは同等物を使用して共通緩衝増幅器にのいずれかで個別に接続されなければならない。

10

【0061】

図9に示されるアレイタイプハイドロホンは、どの正および負の電極が受信電子機器に接続されるべきかを選択することによって、複数の場所がサンプリングされることを可能にし、ハイドロホン自体は、移動される必要はない。一実施形態では、重複する電極は、膜の各側をパターン化することによって作製されることができる、または両側からの材料の除去を要求する面積が、上記に説明されるようにフィルムの片側からパターン化されることができる。

20

【0062】

より高い周波数の超音波は、付加的臨床使用を見出すため、高周波数超音波トランスデューサは、それらが患者に対する使用に関して安全であることを確実にするために、試験される必要があるであろう。開示される技術は、膜ハイドロホンが、十分に小さい活性面積とともに製造されることを可能にし、したがって、それらは、20 ~ 50 MHz およびそれを上回る中心周波数を有するこれらの高周波数超音波トランスデューサからのビームパターンを分析するために使用されることができる。

30

【0063】

前述から、本発明の具体的実施形態は、例証を目的として本明細書に説明されたが、種々の修正が、本発明の範囲から逸脱することなく成され得ることを理解されたい。故に、本発明は、添付される請求項によるものを除いて限定されない。

【図 1 A】

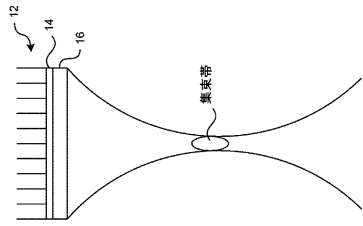


FIG. 1A
(従来技術)

【図 2】

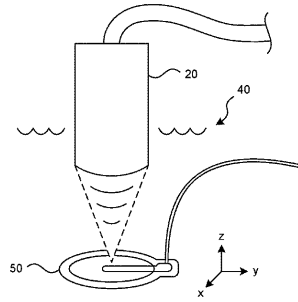


FIG. 2
(従来技術)

【図 1 B】

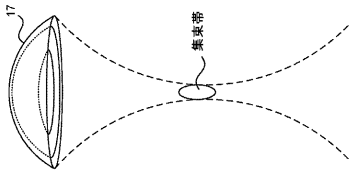


FIG. 1B
(従来技術)

【図 3 A】

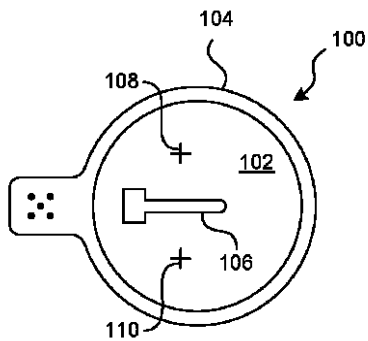


FIG. 3A

【図 3 B】

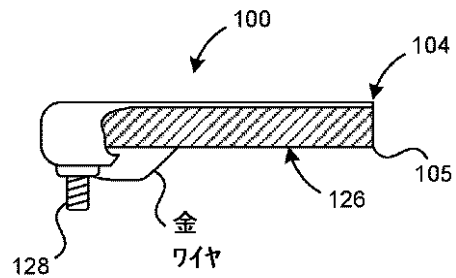


FIG. 3B

【 図 4 】

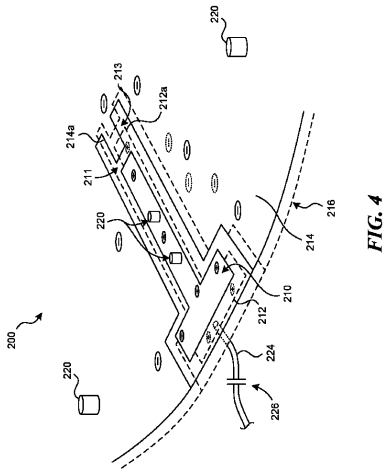


FIG. 4

【 図 5 A 】

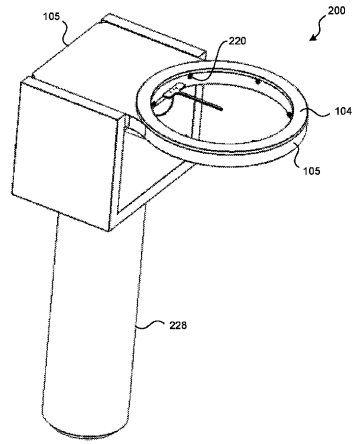


FIG. 5A

【 図 5 B 】

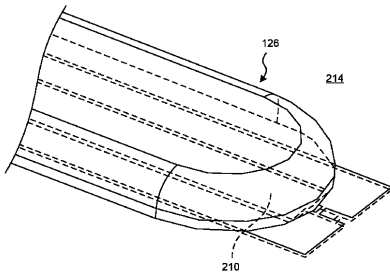


FIG. 5B

【 図 6 】

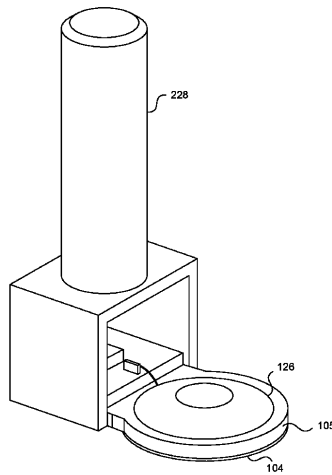


FIG. 6

【 図 7 】

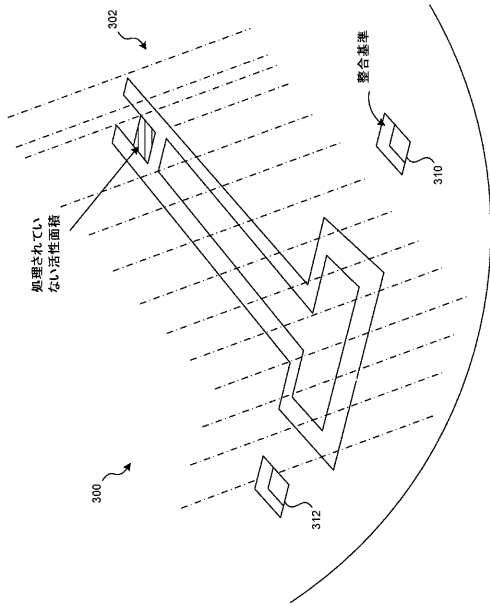


FIG. 7

【 図 8 】

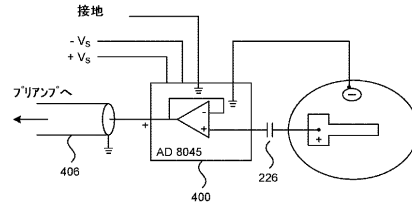


FIG. 8

【 図 9 】

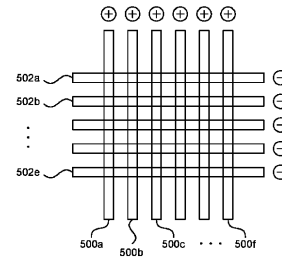


FIG. 9

【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成30年4月17日 (2018.4.17)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜ハイドロホンであって、

フレームと、

第1の側と、前記フレームによって支持される第2の側とを有する圧電膜であって、前記圧電膜は、前記圧電膜の両側上に導電性材料を含む、圧電膜と、

前記導電性材料内に形成された第1および第2の電極パターンであって、前記第1および第2の電極パターンは、前記圧電膜の対向する側上で相互に重複し、前記ハイドロホンの活性面積を画定する、第1および第2の電極パターンと、

を備え、

前記第1の電極パターンは、前記圧電膜の両側上に作成され、前記活性面積内を除いて相互に重複し、かつ電氣的に接続されており、

前記第2の電極パターンは、前記圧電膜の両側上に作成され、前記活性面積内を除いて相互に重複し、かつ電氣的に接続されており、

前記ハイドロホンの前記活性面積は、前記圧電膜の前記第1の側上の前記第1の電極パターンと、前記圧電膜の前記第2の側上の前記第2の電極パターンの一部分との重複部分によって画定されている、膜ハイドロホン。

【請求項 2】

前記圧電膜の前記第 1 の側および前記第 2 の側上の第 1 の電極パターンを電氣的に結合する、1 つまたはそれを上回る導電性ビアを前記圧電膜内にさらに備える、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

【請求項 3】

前記ハイドロホンの活性面積によって生産される信号を増幅するために、緩衝増幅器をさらに備え、前記緩衝増幅器への入力は、前記膜上の電極パターンに容量的に結合される、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

【請求項 4】

レーザを用いて前記圧電膜に切り込まれた少なくとも 1 つの位置合わせ特徴をさらに備える、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

【請求項 5】

前記ハイドロホンの活性面積は、1,600 平方ミクロンを下回る面積を有する、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

【請求項 6】

前記ハイドロホンの活性面積は、900 平方ミクロンを下回る面積を有する、請求項 1 に記載の膜ハイドロホン。

【請求項 7】

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜ハイドロホンを作製する方法であって、

フレームを横断して圧電膜を延伸させるステップと、

前記圧電膜の第 1 および第 2 の側に導電性層を適用するステップと、

前記ハイドロホンの活性面積内で重複する第 1 および第 2 の電極パターンを作成するために、前記圧電膜上の導電性層の一部を選択的に除去するステップであって、前記第 1 および第 2 の電極パターンは、前記圧電膜の両側上に作成されており、前記活性面積内を除いて相互に重複する、ステップと、

前記圧電膜の両側上で前記第 1 の電極パターンを電氣的に接続するステップと、

前記圧電膜の両側上で前記第 2 の電極パターンを電氣的に接続するステップと

を含み、

前記導電性層は、前記導電性層の一部を除去するために前記導電性層にレーザエネルギーを印加し、前記圧電膜をそのままの状態に保つことによって除去される、方法。

【請求項 8】

前記導電性層は、

前記膜の第 1 の側上に第 1 の電極パターンを作成するために、前記圧電膜の第 1 の側上の導電性層にレーザエネルギーを印加するステップと、

前記圧電膜の第 2 の側上に第 1 の電極パターンを作成するために、前記圧電膜の第 1 の側に、前記導電性層が前記圧電膜の第 1 の側から除去された場所においてレーザエネルギーを印加するステップであって、前記圧電膜の第 1 および第 2 の側上の第 1 の電極パターンは、前記ハイドロホンの活性面積内を除いて相互に重複する、ステップと、

によって選択的に除去される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記導電性層は、スパッタリングツールを用いて適用される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

前記電極は、前記導電性層の一部が前記レーザを用いて前記圧電膜から除去された後、化学エッチを前記圧電膜に適用することによって作成される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 11】

前記電極は、レジスト層のレーザパターン化および化学エッチの組み合わせを用いて、前記圧電膜から前記導電性コーティングを除去することによって作成される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 12】

前記圧電膜の各側上の重複する第1の電極パターンを電氣的に接続するために、導電性ビアを前記圧電膜内に作成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13】

前記導電性層を適用するステップに先立って、前記ハイドロホンの活性面積を除いて、前記膜の圧電特性を低減させるように前記圧電膜の面積を処理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14】

前記圧電膜上の第1および第2の電極パターンにある電圧を印加することによって、前記膜の活性面積をスポットポーリング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15】

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜ハイドロホンであって、

圧電膜と、

前記圧電膜の1つの表面上の第1の電極と、

前記圧電膜の別の表面上の第2の電極であって、それによって、前記第1および第2の電極は、直径が10～30ミクロンの面積内で重複する、第2の電極と、

前記圧電膜を通して切断され、前記圧電膜が電極パターン化ツールと整合されることを可能にする、少なくとも1つの位置合わせ特徴と、

を備える、膜ハイドロホン。

【請求項16】

膜ハイドロホンであって、

フレームと、

第1の側と、前記フレームにおいて支持される第2の側とを有する圧電膜であって、前記圧電膜は、前記圧電膜の両側上に導体を含む、圧電膜と、

前記導体内にパターン化された実質的に同一の電極の第1の対であって、前記実質的に同一の電極の第1の対は、前記圧電膜の前記第1および第2の側上で重複し、前記実質的に同一の電極の第1の対は、1つまたはそれを上回るビアを用いて前記圧電膜を通して電氣的に接続されている、実質的に同一の電極の第1の対と、

前記導体内にパターン化された実質的に同一の電極の第2の対であって、前記実質的に同一の電極の第2の対は、前記圧電膜の前記第1および第2の側上で重複し、前記実質的に同一の電極の第2の対は、電氣的に接続されている、実質的に同一の電極の第2の対とを備え、

前記圧電膜の前記第1の側上の前記第1の電極パターンの一部分は、前記圧電膜の前記第2の側上の前記第2の電極パターンの一部分と重複し、前記ハイドロホンの活性面積を作成する、膜ハイドロホン。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

いくつかの他の実施形態では、圧電膜の一部は、望ましくない場所における受信された音響エネルギーへの膜の電氣的応答を低減させるために、これを導電性材料を用いてコーティングすることに先立って、選択的にデポーリングされ、したがって、（スポットポーリングと比較して）膜全体のより積極的なポーリングを可能にする。一実施形態では、圧電膜は、ハイドロホンの活性面積から離れた面積内で選択的にデポーリングされる。一実施形態では、レーザパターン化ツールは、活性面積を除くハイドロホンの全ての面積において、膜が機械的にそのままの状態であるが、より圧電的に非効率的であるように、UV

レーザーエネルギーを用いてポリマーを修正することによって、圧電膜をデポーリングするために使用される。さらに別の実施形態では、ポーリングされていない圧電コポリマー膜が、本デバイスに加工され、レーザーパターン化ツールが、活性面積を除く全ての面積において、膜を修正し、膜の圧電電位を低下させるために使用され、スポットポーリングが、修正されていない活性面積内でのみ効果的に起こり得ることを確実にし、電極が、活性面積に整合されるように堆積され、膜が、スポットポーリングされる。また別の実施形態では、先のアプローチは、スポットポーリング後に極めて明確に画定される活性開口を達成するために、オーバーレイする同様の極性の電極設計と組み合わせられる。

本発明は、例えば、以下を提供する。

(項目1)

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜ハイドロホンであって、

フレームと、

第1の側と、上記フレームによって支持される第2の側とを有する圧電膜であって、上記圧電膜は、上記圧電膜の両側上に導電性材料を含む、圧電膜と、

上記導電性材料内に形成された第1および第2の電極パターンであって、上記第1および第2の電極パターンは、上記圧電膜の対向する側上で相互に重複し、上記ハイドロホンの活性面積を画定する、第1および第2の電極パターンと、

を備え、

上記第1の電極パターンは、上記圧電膜の両側上に作成され、上記活性面積内を除いて相互に重複し、

上記第2の電極パターンは、上記圧電膜の両側上に作成され、上記活性面積内を除いて相互に重複する、膜ハイドロホン。

(項目2)

上記圧電膜の各側上の第1の電極パターンは、電気的にも結合される、項目1に記載の膜ハイドロホン。

(項目3)

上記圧電膜の各側上の第1の電極パターンを電気的に結合する、1つまたはそれを上回る導電性ビアを上記圧電膜内にさらに備える、項目2に記載の膜ハイドロホン。

(項目4)

上記ハイドロホンの活性面積によって生産される信号を増幅するために、緩衝増幅器をさらに備え、上記緩衝増幅器への入力は、上記膜上の電極パターンに容量的に結合される、項目1に記載の膜ハイドロホン。

(項目5)

レーザーを用いて上記圧電膜に切り込まれた少なくとも1つの位置合わせ特徴をさらに備える、項目1に記載の膜ハイドロホン。

(項目6)

上記ハイドロホンの活性面積は、1,600平方ミクロンを下回る面積を有する、項目1に記載の膜ハイドロホン。

(項目7)

上記ハイドロホンの活性面積は、900平方ミクロンを下回る面積を有する、項目1に記載の膜ハイドロホン。

(項目8)

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜ハイドロホンを作製する方法であって、

フレームを横断して圧電膜を延伸させるステップと、

上記圧電膜の第1および第2の側に導電性層を適用するステップと、

上記ハイドロホンの活性面積内で重複する第1および第2の電極パターンを作成するために、上記圧電膜上の導電性層の一部を選択的に除去するステップと、

を含み、

上記導電性層は、上記導電性層の一部を除去するために上記導電性層にレーザエネルギーを印加し、上記圧電膜をそのままの状態に保つことによって除去される、方法。

(項目 9)

上記導電性層は、

上記膜の第 1 の側上に第 1 の電極パターンを作成するために、上記圧電膜の第 1 の側上の導電性層にレーザエネルギーを印加するステップと、

上記圧電膜の第 2 の側上に第 1 の電極パターンを作成するために、上記圧電膜の第 1 の側に、上記導電性層が上記圧電膜の第 1 の側から除去された場所においてレーザエネルギーを印加するステップであって、上記圧電膜の第 1 および第 2 の側上の第 1 の電極パターンは、上記膜の活性面積内を除いて相互に重複する、ステップと、

によって選択的に除去される、項目 8 に記載の方法。

(項目 10)

上記導電性層は、スパッタリングツールを用いて適用される、項目 8 に記載の方法。

(項目 11)

上記電極は、上記導電性層の一部が上記レーザを用いて上記圧電膜から除去された後、化学エッチを上記圧電膜に適用することによって作成される、項目 8 に記載の方法。

(項目 12)

上記電極は、レジスト層のレーザパターン化および化学エッチの組み合わせを用いて、上記圧電膜から上記導電性コーティングを除去することによって作成される、項目 8 に記載の方法。

(項目 13)

上記圧電膜の各側上の電極パターンを電氣的に接続するために、導電性ビアを上記圧電膜内に作成するステップをさらに含む、項目 8 に記載の方法。

(項目 14)

上記導電性層を適用するステップに先立って、上記膜の活性面積を除いて、上記膜の圧電特性を低減させるように上記圧電膜の面積を処理するステップをさらに含む、項目 8 に記載の方法。

(項目 15)

上記圧電膜上の第 1 および第 2 の電極パターンにある電圧を印加することによって、上記膜の活性面積をスポットポリングするステップをさらに含む、項目 8 に記載の方法。

(項目 16)

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜膜ハイドロホンであって、

圧電膜と、

上記圧電膜の 1 つの表面上の第 1 の電極と、

上記圧電膜の別の表面上の第 2 の電極であって、それによって、上記第 1 および第 2 の電極は、直径が 10 ~ 30 ミクロンの面積内で重複する、第 2 の電極と、

上記圧電膜を通して切断され、上記圧電膜が電極パターン化ツールと整合されることを可能にする、少なくとも 1 つの位置合わせ特徴と、

を備える、膜膜ハイドロホン。

(項目 17)

高周波数超音波トランスデューサからの音響エネルギーを測定するための膜膜ハイドロホンであって、

圧電膜と、

上記圧電膜の 1 つの表面上のいくつかの電極と、

上記圧電膜の別の表面上のいくつかの電極であって、それによって、上記表面上の電極は、グリッドパターンの活性面積内で重複する、いくつかの電極と、

を備える、膜膜ハイドロホン。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2016/047650
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01H 11/08(2006.01)i, H04R 1/44(2006.01)j		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01H 11/08; G03F 7/26; H04R 17/00; A61B 8/00; H04R 1/44		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: hydrophone, piezoelectric, membrane, electrode, remove		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5339290 A (MICHAEL GREENSTEIN) 16 August 1994 See column 2, line 52 - column 4, line 67 and figures 1-2.	1-4,6-7
Y		5,8-17
Y	US 5479377 A (PAUL LUM et al.) 26 December 1995 See column 8, lines 25-27, claim 10 and figure 1.	5,13,16-17
Y	US 5403701 A (PAUL LUM et al.) 04 April 1995 See column 5, lines 54-57, claim 1 and figure 4.	8-15
A	US 4517665 A (AIME S. DEREGGI et al.) 14 May 1985 See claim 1 and figures 1-2.	1-17
A	JP 04-032726 A (TOSHIBA CORP.) 04 February 1992 See claim 1 and figure 2.	1-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" 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 but 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 25 November 2016 (25.11.2016)		Date of mailing of the international search report 25 November 2016 (25.11.2016)
Name and mailing address of the ISA/KR International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Jang, Gijeong Telephone No. +82-42-481-8364

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2016/047650

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5339290 A	16/08/1994	None	
US 5479377 A	26/12/1995	EP 0718817 A2 EP 0718817 A3 JP 08-242500 A	26/06/1996 21/05/1997 17/09/1996
US 5403701 A	04/04/1995	None	
US 4517665 A	14/05/1985	US 4433400 A	21/02/1984
JP 04-032726 A	04/02/1992	None	

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)	
H 0 1 L	41/253	(2013.01)	H 0 1 L	41/253	
H 0 1 L	41/193	(2006.01)	H 0 1 L	41/193	
H 0 1 L	41/29	(2013.01)	H 0 1 L	41/29	
H 0 1 L	41/09	(2006.01)	H 0 1 L	41/09	
G 0 1 H	11/08	(2006.01)	G 0 1 H	11/08	Z
A 6 1 B	8/14	(2006.01)	A 6 1 B	8/14	
G 0 1 N	29/24	(2006.01)	G 0 1 N	29/24	

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 イヴァニツキィ, オレーグ
カナダ国 エム2アール 3アール4 オンタリオ, トロント, ロバート ヒックス ドライブ 14

(72)発明者 パン, グオフェン
カナダ国 エル1ティール 2エイチ9 オンタリオ, アジャックス, ブロックスビー クレセント 9

(72)発明者 モスツィンスキ, マリウス
カナダ国 エム1シー 5ビー7 オンタリオ, トロント, トレラノック アベニュー 57

Fターム(参考) 2G047 AA12 AC13 BB06 BC13 CA01 EA10 GA13 GB17 GB21 GB28
GB32 GE02
2G064 AA11 AB01 AB13 BA02 BD02
4C601 GB19 GB45
5D019 BB04 BB25 EE02 HH01

专利名称(译)	膜式水听器及高频超声波的制造方法		
公开(公告)号	JP2018534800A	公开(公告)日	2018-11-22
申请号	JP2018508742	申请日	2016-08-18
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片索诺声公司		
申请(专利权)人(译)	富士胶卷公司Sonosaito		
[标]发明人	シャガールスニコラスクリストファー パングオフェン		
发明人	シャガールス, ニコラス クリストファー イヴァニツキイ, オレーグ パン, グオフェン モスツインスキ, マリウス		
IPC分类号	H04R17/00 H04R1/44 H04R31/00 H01L41/113 H01L41/257 H01L41/253 H01L41/193 H01L41/29 H01L41/09 G01H11/08 A61B8/14 G01N29/24		
FI分类号	H04R17/00.330.H H04R1/44.330.J H04R31/00.330 H01L41/113 H01L41/257 H01L41/253 H01L41/193 H01L41/29 H01L41/09 G01H11/08.Z A61B8/14 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/BB06 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA10 2G047/GA13 2G047 /GB17 2G047/GB21 2G047/GB28 2G047/GB32 2G047/GE02 2G064/AA11 2G064/AB01 2G064/AB13 2G064/BA02 2G064/BD02 4C601/GB19 4C601/GB45 5D019/BB04 5D019/BB25 5D019/EE02 5D019 /HH01		
代理人(译)	中岛敦		
优先权	62/297763 2016-02-19 US 62/206808 2015-08-18 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用于分析高频超声的膜水听器具有压电膜，在膜的表面上形成电极图案。在一个实施例中，除了水听器的有效区域之外，电极图案在膜的每一侧加倍。在一个实施例中，通过使用激光脉冲来形成电极以去除膜上的导电涂层。设置激光器以从膜的同一侧去除压电膜上的导电涂层，以精确地对准有源区域内的电极。在一个实施例中，水听器的有效区域的面积在900到10,000平方微米的范围内。

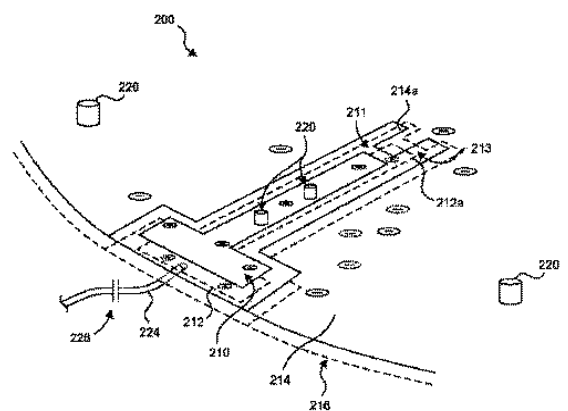


FIG. 4