

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6208220号
(P6208220)

(45) 発行日 平成29年10月4日(2017.10.4)

(24) 登録日 平成29年9月15日(2017.9.15)

(51) Int.Cl. F I
 H O 4 R 17/00 (2006.01) H O 4 R 17/00 3 3 2 B
 A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 40 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2015-510311 (P2015-510311)	(73) 特許権者	502122794
(86) (22) 出願日	平成25年4月19日(2013.4.19)		フジフィルム デイマティックス, イン
(65) 公表番号	特表2015-517752 (P2015-517752A)		コーポレイテッド
(43) 公表日	平成27年6月22日(2015.6.22)		アメリカ合衆国 ニューハンプシャー O
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/037419		3 7 6 6, レバノン, エトナ ロード
(87) 国際公開番号	W02013/165709		1 0 9
(87) 国際公開日	平成25年11月7日(2013.11.7)	(74) 代理人	100092093
審査請求日	平成28年4月15日(2016.4.15)		弁理士 辻居 幸一
(31) 優先権主張番号	61/641, 182	(74) 代理人	100082005
(32) 優先日	平成24年5月1日(2012.5.1)		弁理士 熊倉 禎男
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100067013
(31) 優先権主張番号	13/648, 225		弁理士 大塚 文昭
(32) 優先日	平成24年10月9日(2012.10.9)	(74) 代理人	100086771
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超広帯域幅圧電変換器アレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の区域の上に配置され、かつ独立に電氣的にアドレス可能な複数の駆動/感知電極レールと、

複数の圧電変換器要素集団であって、要素集団内の駆動/感知電極が、前記駆動/感知電極レールのうちの1つに結合され、異なる変換器要素集団の変換器要素間の電気機械的結合が、同じ要素集団の変換器要素間の電気機械的結合よりも小さく、各変換器要素集団が、複数の別々であるが重なっている周波数応答を提供するためのものである前記複数の圧電変換器要素集団と、

を含むことを特徴とする圧電微小超音波変換器(pMUT)アレイ。

10

【請求項 2】

前記複数の周波数応答は、2つよりも多い異なる周波数ピークを含むことを特徴とする請求項1に記載のpMUTアレイ。

【請求項 3】

同じ要素集団の変換器要素間の前記電気機械的結合は、少なくとも1つの縮退モードを誘起するのに十分であり、該少なくとも1つの縮退モードは、該要素集団内の個々の圧電変換器要素の固有共振周波数から分割された縮退共振周波数を有することを特徴とする請求項1に記載のpMUTアレイ。

【請求項 4】

同じ要素集団の変換器要素間の前記電気機械的結合は、複数の縮退モードを誘起するの

20

に十分であり、該複数の縮退モードは、互いから分割された縮退共振周波数を有することを特徴とする請求項 3 に記載の p M U T アレイ。

【請求項 5】

同じ要素集団の変換器要素間の距離、材料の弾性係数、又はその第 1 の領域の断面結合区域のうちの少なくとも 1 つが、異なる要素集団の変換器要素間の第 2 の領域の対応するものとは異なることを特徴とする請求項 3 に記載の p M U T アレイ。

【請求項 6】

前記距離、前記弾性係数、又は前記断面結合区域のうちの 2 つ又はそれよりも多くが、前記第 1 及び第 2 の領域の間で異なることを特徴とする請求項 5 に記載の p M U T アレイ。

10

【請求項 7】

同じ要素集団の要素間の前記距離は、相互接続部材料及び断面結合区域が前記第 1 及び第 2 の領域内で同じである時に前記少なくとも 1 つの縮退モードを誘起するのに十分に小さいことを特徴とする請求項 5 に記載の p M U T アレイ。

【請求項 8】

各圧電変換器要素集団が、中心が直線に沿って位置合わせされた単一縦列に圧電膜が配置された該要素集団によって占められた前記基板の幅よりも少なくとも 5 倍大きい該基板の長さにならって配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の p M U T アレイ。

【請求項 9】

各圧電変換器要素集団が、少なくとも 2 つの隣接圧電膜が前記基板の長さに沿って重なり、かつ該基板の幅に沿って単一縦列からオフセットされた緊密に詰めた構成に前記複数の圧電変換器要素が配置された該要素集団によって占められた該基板の幅よりも少なくとも 5 倍大きい該基板の該長さにならって配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の p M U T アレイ。

20

【請求項 10】

各圧電変換器要素集団が、複数の別々の共振周波数を提供するために異なる膜サイズの複数の圧電膜を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の p M U T アレイ。

【請求項 11】

各圧電変換器要素集団が、各膜サイズの 1 つよりも多い圧電変換器要素を含むことを特徴とする請求項 10 に記載の p M U T アレイ。

30

【請求項 12】

各圧電変換器要素集団が、該要素集団によって占められた前記基板の幅よりも少なくとも 5 倍大きい該基板の長さにならって配置され、

各圧電変換器要素集団が、複数の変換器要素サブグループを更に含み、各サブグループが、各公称膜サイズの 1 つの圧電変換器要素を含み、

前記要素集団は、異なるサイズの少なくとも 1 つの介在要素により、かつ 1 つの要素サブグループによって占められた前記基板の長さよりも大きくなく離間された同じサイズの変換器要素を有する、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の p M U T アレイ。

【請求項 13】

40

各圧電変換器要素集団の圧電膜が、第 2 の次元に沿って単一縦列にあることを特徴とする請求項 10 に記載の p M U T アレイ。

【請求項 14】

各圧電変換器要素集団の圧電膜が、前記基板の長さに沿って重なり、かつ該基板の幅に沿って単一縦列からオフセットされた少なくとも 2 つの隣接圧電膜を有する緊密に詰めた構成にあることを特徴とする請求項 10 に記載の p M U T アレイ。

【請求項 15】

前記複数の駆動 / 感知電極レールは、前記基板の第 1 及び第 2 の次元に沿って駆動 / 感知電極レールの 2 次元アレイを形成し、

前記複数の変換器要素集団の各々が、同じ数の変換器要素を含み、集団内の該変換器要

50

素の各々が、同じ空間的サブグループ分けを有し、

第1の駆動/感知電極レールに結合された第1の変換器要素集団が、第1の向きに前記空間的にサブグループ分けされた変換器を有し、第2の駆動/感知電極レールに結合された第2の変換器要素集団が、第2の向きに前記空間的にサブグループ分けされた変換器を有する、

ことを特徴とする請求項10に記載のpMUTアレイ。

【請求項16】

各変換器要素集団内の変換器要素が、緊密に詰められ、隣接変換器要素集団が、要素集団内のものよりも緊密に詰められないことを特徴とする請求項1に記載のpMUTアレイ。

10

【請求項17】

前記要素集団の各々における少なくとも1つの圧電変換器要素が、複数の別々の共振周波数を提供するために異なる長さの少なくとも第1及び第2の半主軸を有する楕円幾何学形状を有する圧電膜を含むことを特徴とする請求項1に記載のpMUTアレイ。

【請求項18】

前記楕円幾何学形状は、第1、第2、及び第3の半主軸を有する楕円体を含み、

前記第1及び第2の半主軸は、前記基板の平面にある、

ことを特徴とする請求項17に記載のpMUTアレイ。

【請求項19】

前記圧電変換器要素集団のうちの1つの集団内の膜に対する前記第1及び第2の半主軸は、平行であることを特徴とする請求項17に記載のpMUTアレイ。

20

【請求項20】

前記第1及び第2の半主軸のうちの短い方が、前記要素集団のうちの1つによって占められた前記基板の最も長い長さに対して平行な方向に位置合わせされることを特徴とする請求項19に記載のpMUTアレイ。

【請求項21】

第1の要素集団の第1及び第2の半主軸が、第1の向きを有し、

前記第1の集団に隣接する第2の要素集団の第1及び第2の半主軸が、前記第1の向きに対して直角の第2の向きを有する、

ことを特徴とする請求項19に記載のpMUTアレイ。

30

【請求項22】

前記第1及び第2の半主軸は、前記要素集団の1つによって占められた前記基板の最も長い長さに対して45°に向けられることを特徴とする請求項21に記載のpMUTアレイ。

【請求項23】

媒質に圧力波を発生させ、かつ感知するための装置であって、

請求項1に記載のpMUTアレイと、

前記pMUTアレイに結合されて少なくとも1つの駆動/感知電極上に電気駆動信号を印加する発生手段と、

前記pMUTアレイに結合されて少なくとも1つの駆動/感知電極から電気応答信号を受信する受信手段と、

40

前記受信手段に結合されて前記複数の駆動/感知電極から受信した電気応答信号を処理する信号処理手段と、

を含むことを特徴とする装置。

【請求項24】

前記発生手段は、電気駆動信号を印加して圧電変換器要素集団のうちの少なくとも1つを1MHzと15MHzの間の周波数で共振させるためのものであることを特徴とする請求項23に記載の装置。

【請求項25】

基板の区域の上に配置され、かつ独立に電氣的にアドレス可能である複数の駆動/感知

50

電極レールと、

複数の圧電変換器要素集団であって、要素集団内のどの駆動/感知電極も、前記駆動/感知電極レールのうちの1つに結合され、該要素集団の各々における少なくとも1つの圧電変換器要素が、異なる公称長さの少なくとも第1及び第2の半主軸を有する楕円幾何学形状を有する圧電膜を含む前記複数の圧電変換器要素集団と、

を含むことを特徴とする圧電微小超音波変換器(pMUT)アレイ。

【請求項26】

前記楕円幾何学形状は、第1、第2、及び第3の半主軸を有する楕円体を含み、

前記第1及び第2の半主軸は、前記基板の平面にある、

ことを特徴とする請求項25に記載のpMUTアレイ。

10

【請求項27】

前記圧電変換器要素集団のうちの1つの集団内のどの膜に対する前記第1及び第2の半主軸も全て平行であることを特徴とする請求項25に記載のpMUTアレイ。

【請求項28】

前記複数の駆動/感知電極レールは、前記基板の第1の次元に沿って駆動/感知電極レールの1次元アレイを形成し、

各圧電変換器要素集団が、前記第1の次元に対して直角の前記基板の第2の次元に沿って該基板の幅よりも少なくとも5倍大きい該基板の長さにならって配置され、

前記基板の平面における前記半主軸のうちの短い方が、該基板の前記第2の次元と平行に位置合わせされる、

20

ことを特徴とする請求項27に記載のpMUTアレイ。

【請求項29】

前記複数の駆動/感知電極レールは、前記基板の第1の次元に沿って駆動/感知電極レールの1次元アレイを形成し、

各圧電変換器要素集団が、前記第1の次元に対して直角の前記基板の第2の次元に沿って該基板の幅よりも少なくとも5倍大きい該基板の長さにならって配置され、

前記基板の前記平面における前記半主軸は、該基板の前記第2の次元に対して全て非平行である、

ことを特徴とする請求項28に記載のpMUTアレイ。

【請求項30】

30

第1の圧電変換器要素集団における膜に対する前記基板の前記平面における2つの半主軸が、前記第1の要素集団に隣接する第2の圧電変換器要素集団における膜軸に対して全て実質的に直角であることを特徴とする請求項29に記載のpMUTアレイ。

【請求項31】

基板の区域の上に配置され、かつ独立に電氣的にアドレス可能である複数の駆動/感知電極レールと、

複数の圧電変換器要素集団であって、要素集団内のどの駆動/感知電極も、前記駆動/感知電極レールのうちの1つに結合され、各圧電変換器要素集団が、漸变的な膜サイズの複数の圧電膜を含む前記複数の圧電変換器要素集団と、

を含むことを特徴とする圧電微小超音波変換器(pMUT)アレイ。

40

【請求項32】

各圧電変換器要素集団の膜が、異なる膜サイズの2つよりも多くない最も近い隣接する膜を有することを特徴とする請求項31に記載のpMUTアレイ。

【請求項33】

前記要素集団は、膜の1つよりも多い横列及び1つよりも多い縦列を含むことを特徴とする請求項32に記載のpMUTアレイ。

【請求項34】

異なる電極に結合された隣接変換器要素集団の最も近い隣接する膜が、異なるサイズのものであることを特徴とする請求項31に記載のpMUTアレイ。

【請求項35】

50

前記複数の駆動／感知電極レールは、前記基板の第1の次元に沿って駆動／感知電極レールの1次元アレイを形成し、各圧電変換器要素集団が、該第1の次元に対して直角の該基板の第2の次元に沿って該基板の幅よりも少なくとも5倍大きい該基板の長さわたり配置され、

各圧電変換器要素集団が、複数の変換器要素サブグループを更に含み、各サブグループが、各公称膜サイズの1つの圧電変換器要素を含み、

前記要素サブグループは、異なるサイズの少なくとも1つの介在膜によるが、1つの要素サブグループによって占められた前記基板の長さよりも大きくなく離間された同じサイズの変換器要素を有するように、前記要素集団によって占められた該基板の長さ全体に沿って繰り返す、

10

ことを特徴とする請求項33に記載のpMUTアレイ。

【請求項36】

前記複数の駆動／感知電極レールは、前記基板の第1及び第2の次元に沿って駆動／感知電極レールの2次元アレイを形成し、

前記複数の変換器要素集団の各々が、同じ数の変換器要素を含み、集団内の該変換器要素の各々が、同じ空間的サブグループ分けを有し、

第1の駆動／感知電極レールに結合された第1の変換器要素集団が、第1の向きに前記空間的にサブグループ分けされた変換器を有し、第2の駆動／感知電極レールに結合された第2の変換器要素集団が、第2の向きに前記空間的にサブグループ分けされた変換器を有する、

20

ことを特徴とする請求項35に記載のpMUTアレイ。

【請求項37】

基板の区域の上に配置され、かつ独立に電氣的にアドレス可能である複数の駆動／感知電極レールと、

複数の圧電変換器要素集団であって、要素集団内のどの駆動／感知電極も、前記駆動／感知電極レールのうちの1つに結合され、各変換器要素集団内の変換器要素が、緊密に詰められ、異なる電極に結合された隣接変換器要素集団が、要素集団内のものよりも緊密に詰められない前記複数の圧電変換器要素集団と、

を含むことを特徴とする圧電微小超音波変換器(pMUT)アレイ。

【請求項38】

30

前記複数の駆動／感知電極レールは、前記基板の第1の次元に沿って駆動／感知電極レールの1次元アレイを形成し、各圧電変換器要素集団が、該第1の次元に対して直角の該基板の第2の次元に沿って該基板の幅よりも少なくとも5倍大きい該基板の長さわたり配置され、

各圧電変換器要素集団の圧電膜が、前記基板の前記長さに沿って重なって該基板の幅に沿って単一縦列からのオフセットされた少なくとも2つの隣接圧電膜を有する緊密に詰められた構成にある、

ことを特徴とする請求項37に記載のpMUTアレイ。

【請求項39】

各圧電変換器要素集団が、複数の別々の共振周波数を提供するために異なる公称膜サイズの複数の圧電膜を含むことを特徴とする請求項37に記載のpMUTアレイ。

40

【請求項40】

各圧電変換器要素集団が、各公称膜サイズの1つよりも多い圧電変換器要素を含むことを特徴とする請求項39に記載のpMUTアレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

〔関連出願への相互参照〕

本出願は、「超広帯域幅圧電変換器アレイ」という名称の2012年5月1日出願の米国特許仮出願第61/641,182号及び「超広帯域幅圧電変換器アレイ」という名称

50

の2012年10月9日出願の米国特許出願第13/648,225号の利益を主張するものであり、これらの内容全体は、これによりその全体が全ての目的に対して引用により組み込まれる。

【0002】

本発明の実施形態は、一般的に圧電変換器に関し、より具体的には、圧電微小超音波変換器(pMUT)アレイに関する。

【背景技術】

【0003】

超音波圧電変換器デバイスは、典型的には、時変駆動電圧に応答して振動して変換器要素の露出外面に接触した伝播媒質(例えば、空気、水、又は身体組織)に高周波圧力波を発生させることができる圧電膜を含む。この高周波圧力波は、他の媒質の中に伝播することができる。同じ圧電膜はまた、伝播媒質から反射圧力波を受け入れ、受け入れた圧力波を電気信号に変換することもできる。電気信号は、駆動電圧信号と共に処理されて伝播媒質内の密度又は弾性係数の変動に関する情報を得ることができる。

10

【0004】

圧電膜を使用する多くの超音波変換器デバイスは、バルク圧電材料を機械的にダイスカットすることにより、又は圧電セラミック結晶が注入されたキャリア材料を射出成形することによって形成されるが、デバイスは、有利な態様において、様々なマイクロマシニング技術(例えば、材料堆積、リソグラフィパターン化、エッチングによる特徴部形成、その他)を使用して超高寸法公差に対して廉価に製作することができる。従って、変換器要素の大きいアレイを使用することができ、アレイの個々のものは、ビーム形成アルゴリズムを通じて駆動される。そのようなアレイ式デバイスは、pMUTアレイとして公知である。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来のpMUTアレイに関する1つの問題は、伝達媒質から作用される実音圧の関数である帯域幅が制限される場合あるということである。胎児心臓モニタリング及び動脈モニタリングのような超音波変換器用途は、広範囲の周波数(例えば、比較的より深い撮像機能を提供するより低い周波数及びより浅い撮像機能を提供するより高い周波数)に及ぶので、軸方向分解能(すなわち、超音波ビームに平行の方向の分解能)は、与えられた周波数に対してpMUTアレイの帯域幅の強化を通じてパルス長を短くすることによって有利に改善されるであろう。

30

【0006】

従来のpMUTアレイに関する別の問題は、基板の振動を通じた機械的結合及びpMUTアレイに見出される近い要素間の音響結合が変換器要素間の望ましくないクロストークを導く可能性があるということである。超音波変換器用途における信号対ノイズ比は、このようなpMUTアレイ内の望ましくない形態のクロストークを低下させることによって有利に改善されるであろう。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

広帯域幅圧電微小超音波変換器(pMUT)アレイ及び広帯域幅pMUTアレイを含むシステムを本明細書に説明する。実施形態において、圧電微小超音波変換器(pMUT)アレイは、基板の区域の上に配置された複数の独立にアドレス可能な駆動/感知電極レールと複数の圧電変換器要素集団とを含む。要素集団内の各駆動/感知電極は、駆動/感知電極レールのうちの1つに結合される。アレイ内において、異なる変換器要素集団の変換器要素間の電気機械的結合は、同じ要素集団の変換器要素間の電気機械的結合よりも小さく、各変換器要素集団は、累積広帯域幅作動のための複数の別々であるが重なっている周波数応答を提供するためのものである。

【0008】

50

実施形態において、同じ要素集団の変換器要素間の電気機械的結合は、1つ又はそれよりも多くの縮退モードを誘起するのに十分であり、少なくとも1つの縮退モードは、要素集団の帯域幅を増大させるように要素集団内の個々の圧電変換器要素の固有共振周波数から分割された縮退共振周波数を有する。

【0009】

実施形態において、pMUTアレイの各圧電変換器要素集団は、広帯域幅に及ぶ複数の別々の共振周波数を提供するために異なる公称膜サイズの複数の圧電膜を含む。実施形態において、要素集団は、互いに対して異なる共振周波数（すなわち、オフ共振）での最も近い隣接要素を有することによってクロストークを低下させるために、異なるサイズの少なくとも1つの介在要素によって離間された同じサイズの変換器要素を有する。

10

【0010】

実施形態において、同じ駆動/感知電極ルール（すなわち、同じチャンネルのもの）に結合された要素集団は、変換器要素を与えられた変換器要素の最も近くの隣接するものが膜サイズの漸变的な空間的変動及びより良好な共振位相制御に対して密接に適合するが異なる膜サイズのものであるように配置させる。実施形態において、各圧電変換器要素集団の圧電膜は、伝達媒質減衰を低下させるために要素集団内の異なるサイズの最も近くの隣接するものの数を低減するために非対称要素レイアウトを有する。

【0011】

実施形態において、各圧電変換器要素集団の圧電膜は、pMUTアレイの感度を増大させるように緊密に詰まった構成にある。実施形態において、別々の要素集団は、集団内の緊密に詰まった間隔よりも大きい間隔を提供して集団間のクロストークを低下させるために互いに緊密に詰まっていない。

20

【0012】

実施形態において、要素集団の各々における少なくとも1つの圧電変換器要素は、広帯域幅応答のための複数の別々の共振周波数を提供するために、異なる公称長さの少なくとも第1及び第2の半主軸を有する非円形幾何学形状を有する圧電膜を含む。実施形態において、圧電変換器要素集団のうちの1つの中の楕円形膜に対する第1及び第2の半主軸は平行である。実施形態において、第1の要素集団の第1及び第2の半主軸は、第1の向きを有するが、第1の集団に隣接する第2の要素集団の第1及び第2の半主軸は、第1の向きに対して直角の第2の向きを有する。

30

【0013】

本発明の実施形態は、限定ではなく一例として示されており、かつ図と共に考慮すると以下の詳細説明を参照してより完全に理解することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態による変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図2A】実施形態による図1のpMUTアレイに利用される変換器要素の断面図である。

。

【図2B】実施形態による図1のpMUTアレイに利用される変換器要素の断面図である。

。

【図2C】実施形態による図1のpMUTアレイに利用される変換器要素の断面図である。

。

【図3A】実施形態による図1に示すpMUTアレイ内の変換器間の相対電気機械的結合を示した概略図である。

【図3B】実施形態による図1に示すpMUTアレイ内の変換器間の音響結合を示した概略図である。

【図4A】図1に示すpMUTアレイ内の変換器要素間の第1の量の結合に対する変換器性能メトリックのグラフである。

【図4B】図1に示すpMUTアレイ内の変換器要素間の第1の量の結合に対する変換器性能メトリックのグラフである。

40

50

【図5】実施形態による図1に示すpMUTアレイ内の変換器要素間の第2の量の結合に対する変換器性能メトリックのグラフである。

【図6A】実施形態による図1のpMUTアレイの変換器間領域の断面図である。

【図6B】実施形態による図1のpMUTアレイの変換器間領域の断面図である。

【図6C】実施形態による図1のpMUTアレイの変換器間領域の断面図である。

【図6D】実施形態による図1に示すpMUTに対して示す図6A～図6Cの変換器間領域の平面図である。

【図6E】実施形態による図1に示すpMUTに対して示す図6A～図6Cの変換器間領域の平面図である。

【図6F】実施形態による図1に示すpMUTに対して示す図6A～図6Cの変換器間領域の平面図である。

10

【図6G】実施形態によるpMUTアレイを形成する方法を示す流れ図である。

【図7A】実施形態による異なるサイズの変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図7B】図7Aに示すpMUTアレイに対する性能メトリックのプロットの図である。

【図7C】図7Aに示すpMUTアレイに対する性能メトリックのプロットの図である。

【図7D】実施形態による異なるサイズの変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図7E】実施形態による異なるサイズの変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

20

【図8A】実施形態による異なるサイズの変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図8B】実施形態による異なるサイズの変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図9A】実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素の等角概略図である。

【図9B】実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素の半主軸に対して異なるモード関数を示したグラフである。

【図9C】実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素の帯域幅のグラフである。

【図10A】実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

30

【図10B】実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図10C】実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図11A】緊密に詰まった変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図11B】緊密に詰まった変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図11C】緊密に詰まった変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。

【図12】本発明の実施形態によるpMUTアレイを使用する超音波変換器装置の機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0015】

以下の説明において、多くの詳細を説明するが、本発明をこれらの具体的詳細なしに実施することができることは、当業者には明らかであろう。一部の事例において、公知の方法及びデバイスは、本発明を曖昧にすることを回避するために詳細ではなくブロック図の形態で示される。本明細書全体を通じて「実施形態」への参照は、その実施形態に関連して説明する特定の特徵、構造、機能、又は特性が本発明の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。従って、本明細書全体を通じて様々な箇所における用語「実施形態において」の出現は、必ずしも本発明の同じ実施形態を参照しているとは限らない。更に、特定の特徵、構造、機能、又は特性は、1つ又はそれよりも多くの実施形態にあらゆる適切な方式で組み合わせることができる。例えば、第1の実施形態は、2つの実施形態

50

が相互に排他的であると具体的に表示されていないどこにでも第2の実施形態と組み合わせることができる。

【0016】

用語「結合された」は、構成要素間の機能又は構造関係を説明するために本明細書に使用される。「結合された」は、互いに直接又は間接（これらの間の他の介在要素により又は媒質により）のいずれかで機械的、音響的、光学的、又は電氣的に接触すること、及び/又は2つ又はそれよりも多くの要素が互いに協働するか又は相互作用すること（例えば、因果関係におけるような）を示すことができる。

【0017】

本明細書に使用する時の用語「の上に」、「の下に」、「の間に」、及び「上に」は、1つの構成要素又は材料層の他の構成要素又は層に対する相対位置を意味し、このような物理的関係は、アセンブリの関連で又は微小機械加工されたスタックの材料層の関連で機械的構成要素に関して注目すべきものである。別の層（構成要素）の上又は下に配置された1つの層（構成要素）は、他の層（構成要素）と直接に接触することができ、又は1つ又はそれよりも多くの介在層（構成要素）を有することができる。更に、2つの層（構成要素）の間に配置された1つの層（構成要素）は、2つの層（構成要素）と直接に接触することができ、又は1つ又はそれよりも多くの介在層（構成要素）を有することができる。対照的に、第2の層（構成要素）「上」の第1の層（構成要素）は、その第2の層（構成要素）と直接に接触する。

【0018】

本明細書に説明する様々な実施形態は、pMUTとの関連で全て提示されているが、開示する構造又は技術のうちの1つ又はそれよりも多くは、他のタイプの超音波変換器アレイに、実際に、更に一般的に例えばインクジェット技術におけるような様々な他のMEM変換器アレイに適用することができることは理解されるものとする。従って、pMUTアレイは、ある一定の相乗効果及び属性を最も明確に説明することができるモデル実施形態として示されるが、本明細書の開示は、遥かに広範な適用を有する。

【0019】

図1は、実施形態によるpMUTアレイ100の平面図である。図2A、図2B、及び図2Cは、そのいずれも実施形態によるpMUTアレイ100に利用することができる変換器要素の実施形態の断面図である。

【0020】

アレイ100は、基板101の第1の次元x及び第2の次元yによって定められた区域の上に配置された複数の電極ルール110、120、130、140を含む。駆動/感知電極ルール（図110）の各々は、いずれかの他の駆動/感知電極ルール（例えば、120又は130）とは独立に電氣的にアドレス可能である。駆動/感知電極ルール及び基準（例えば、接地）電極ルールの両方は、図2A～図2Cの断面図に描かれている。図1において、駆動/感知電極ルール110及び駆動/感知電極ルール120は、アレイ内の反復セルを表している。例えば、第1の駆動/感知電極ルール110は、第1のバス127に結合され、隣接する駆動/感知電極ルール120は、第2のバス128に結合され、互いに噛み合った指構造を形成する。駆動/感知電極ルール130及び駆動/感知電極ルール140は、追加のセルを用いて互いに噛み合った構造を繰り返し、任意的なサイズの1D電極アレイを形成する（例えば、128ルール、256ルール、その他）。

【0021】

実施形態において、pMUTアレイは、複数の圧電変換器要素集団を含む。各圧電変換器要素集団は、各要素集団内の個々の変換器要素の複合体である周波数応答を有する集合体要素として作動する。実施形態において、与えられた要素集団内で、変換器要素の駆動/感知電極は、全ての要素の駆動/感知電極が同じ電位にあるように1つの駆動/感知電極ルールに並列に電氣的に結合される。例えば、図1において、変換器要素110A、110B...110Lは、駆動/感知電極ルール110に結合された駆動/感知電極を有する。同様に、変換器要素120A-120Lは、駆動/感知電極ルール120に並列に全て

10

20

30

40

50

結合される。一般的に、いずれの数の圧電変換器要素も、第2の(y)寸法のアレイサイズ及び要素ピッチの関数として互いに集合体にすることができる。図1に示す実施形態において、各圧電変換器要素集団(例えば、110A-110L)は、基板の幅 W_1 よりも少なくとも5倍、好ましくは、少なくとも1桁大きい基板の長さ L_1 にわたって配置される。

【0022】

実施形態において、各圧電変換器要素は、圧電膜を含む。圧電膜は、一般的に、当業技術で通常のあらゆる形状のものとするができるが、例示的な実施形態において、圧電膜は回転対称性を有する。例えば、pMUTアレイ100において、各変換器要素は、円形幾何学形状を有する圧電膜を含む。圧電膜は、更に、ドーム(図2Aによって更に示すように)又はディンプル(図2Bに更に示すように)を形成するように第3の(z)寸法の曲率を有する回転楕円体とすることができる。平面膜も、図2Cに更に示すように可能である。

10

【0023】

図2A~図2Cとの関連において、個々の変換器要素の例示的な微小機械加工された(すなわち、微小電気機械的)態様をここで簡単に以下に説明する。図2A~図2Cに示す構造は、本発明の特定の態様との関連でかつ圧電変換器要素構造に対する本発明の広範な適用性を更に示すように主として含まれることは認められるものとする。

【0024】

図2Aにおいて、凸面変換器要素202は、作動中にpMUTアレイ100の振動外面の一部を形成する上面204を含む。変換器要素202はまた、基板101の上面に取り付けられた底面206を含む。変換器要素202は、基準電極212と駆動/感知電極214の間に配置された凸面又はドーム形圧電膜210を含む。一実施形態において、圧電膜210は、例えば、平面上部面上に形成されたドームを有するプロファイル転写基板(例えば、フォトレジスト)上の均一層に圧電材料粒子を堆積させること(例えば、スパッタリング)によって形成することができる。例示的な圧電材料は、「チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)」であるが、以下に限定されることなく、ニフ化ポリビニリデン(PVDF)ポリマー粒子、BaTiO₃、単結晶PMN-PT、及び窒化アルミニウム(AIN)のような従来のマイクロマシン処理を受け入れる当業技術で公知のあらゆるものを利用することができる。駆動/感知電極及び基準電極214、212は、各々プロファイル-プロファイル転写基板上に堆積した(例えば、PVD、ALD、CVD、その他により)導電材料の薄膜層とすることができる。駆動電極層の導電材料は、以下に限定されるものではないが、Au、Pt、Ni、Ir、その他のうちの1つ又はそれよりも多く、これらの合金(例えば、AdSn、IrTiW、AdTiW、AuNi、その他)、これらの酸化物(例えば、IrO₂、NiO₂、PtO₂、その他)、又は2つ又はそれよりも多くのこのような材料の複合スタックのようなこのような機能に対して当業技術で公知のあらゆるものとするすることができる。

20

30

【0025】

図2Aに更に示すように、一部の実施において、変換器要素202は、製作中の支持体及び/又はエッチストップとして機能することができる二酸化珪素のような薄膜層222を任意的に含むことができる。誘電材料膜224は、駆動/感知電極214を基準電極212から更に隔離するように機能することができる。垂直に向けられた電氣的相互接続部226は、駆動/感知電極ルール110を通じて駆動/感知電極214を駆動/感知回路に接続する。類似の相互接続部232は、基準電極212を基準電極ルール234に接続する。変換器要素202の中心を定める対称線を有する孔241を有する環状支持体236は、圧電膜210を基板101に機械的に結合する。支持体236は、以下に限定されるものではないが、二酸化珪素、多結晶シリコン、多結晶ゲルマニウム、SiGeなどのようなあらゆる従来の材料のものとするすることができる。支持体236の例示的な厚みは10~50 μ m、及び膜224の例示的な厚みは2~20 μ mに及んでいる。

40

【0026】

50

図2Bは、変換器要素202の構造に機能的に類似する構造を同様の参照番号で識別する変換器要素242の別の例の構成を示している。変換器要素242は、静止状態で凹面である凹面圧電膜250を示している。ここで、駆動/感知電極214は、凹面圧電膜250の底面の下に配置されるが、基準電極212は、上面の上に配置される。上部保護不動態化層263も示している。

【0027】

図2Cは、変換器要素202の構造に機能的に類似する構造を同様の参照番号で識別する変換器要素282の別の例の構成を示している。変換器要素282は、静止状態で平面である平面圧電膜290を示している。ここで、駆動/感知電極214は、平面圧電膜290の底面の下に配置されるが、基準電極212は、上面の上に配置される。図2A~図2Cの各々に描かれたものと反対の電極構成も可能である。

10

【0028】

実施形態において、pMUTアレイ内では、異なる変換器要素集団の変換器要素間の電気機械的結合は、同じ要素集団の変換器要素間の電気機械的結合よりも小さい。このような関係は、隣接する集団間（例えば、例示的な1Dアレイの線の間）のクロストークを低下させることになる。図3Aは、実施形態による図1に示すpMUTアレイ100内の変換器間の相対電気機械的結合の図表的表示である。図示のように、第1の要素集団310と第2の隣接するか又は最の近くの隣接要素集団320との間には、集団（例えば、集団320）内の個々の要素間の第2の結合係数 C_2 （例えば、短い結合パネ）よりも比較的小さい第1の結合係数 C_1 （例えば、長い結合パネ）が存在する。更に図2A~図2Cを参照して、少なくとも基板101及び典型的には同じく支持体236は、隣接する変換器要素の間にx及びy次元で横方向に延び、それによって隣接する変換器要素の間に電気機械的隔離を提供する。従って、変換器要素間の電気機械的結合は、一般的に、基板101及び支持体236に対して選択された材料に依存する。弾性係数のような内因性材料特性は、支持体236のフィルム厚み（z高さ）及び支持体の特徴幅（x-y平面の）を含むことができる隣接する変換器と有効断面結合区域の間の距離（x-y平面の）を含む寸法属性のような外因性特性及び基板101に対する同様の特性が与えるような変換器要素間の電気機械的結合に影響を与える。

20

【0029】

図3Bは、実施形態による図1に示すpMUTアレイ内の変換器間の音響結合を示した概略図である。図示のように、伝達媒質自体による変換器間の結合（すなわち、「音響結合」）は、図3Aに示す電気機械的結合効果よりも大きい距離にわたって依然として有意である。例えば、最も近い隣接変換器がクロストーク源をもたらすだけでなく、2つ又はそれよりも多くの変換器幅の距離だけ犠牲変換器から離れて配置された変換器もそうする。図3Bにおいて、与えられた犠牲変換器330に対して、多数の加害変換器からの音響結合表示「AC」（例えば、変換器集団310、320A、及び320Bの横列/縦列に対して $AC_{1,1}$ 、 $AC_{1,2}$ 、 $AC_{1,3}$ 、 $AC_{2,1}$ 、 $AC_{2,2}$ 、 $AC_{2,3}$ 、... $AC_{n,m}$ ）は、変換器の空間配置の関数として各変換器の媒質、作動周波数範囲、及び位相の少なくとも特性に依存して有意である場合がある。伝達媒質自体（例えば、水）を通じた第1の「犠牲」膜（例えば、330）と隣接膜（例えば、第1の膜から2つ又はそれよりも多くの膜の距離で配置された隣接する膜と隣接しない膜）との間の結合は、近位要素があまりに大きく変動し過ぎる直径の膜を有する膜の有効質量を逆効果に変調する可能性があるとして現在理解されている。

30

40

【0030】

広帯域幅がpMUTアレイ100によって提供されることになる実施形態において、各変換器要素集団は、複数の別々であるが重なっている周波数応答を提供するためのものである。1つのこのような実施形態において、1つの集団内の類似の共振周波数の変換器要素間の電気機械的結合（又は音響結合）は、要素集団において個々の圧電変換器要素の固有共振周波数から分割された縮退共振周波数を有する少なくとも1つの縮退モード形状をもたらす。縮退共振モードは、類似の第1のパネ定数を有する第1のパネに結合され、類

50

似の第2のバネ定数を有するバネによって互いに更に結合された複数の実質的に等しい質量として成形することができる。同じ要素集団の変換器要素間の結合が複数の縮退モードを誘起するのに十分である場合、縮退共振周波数を有する複数の縮退モードは、互いに分けられ、個々の変換器要素の固有共振周波数よりも広い帯域幅応答を同様に提供する。

【0031】

図4A及び図4Bは、全ての変換器要素間の結合が任意に小さく、従って、複数の十分に隔離された個々の変換器要素の累積周波数応答を表すと仮定した図1のpMUTアレイ100内の変換器要素の変換器性能メトリックのグラフである。図4Aに示すように、中心周波数 F_n は、75 μ mの公称直径を有するドーム形の圧電膜を有する変換器要素の固有周波数特性に対応するピーク電力利得約5.5MHzを有する。3dBコーナー周波数に対する対応するスペクトル帯域幅は、約1MHzである。

10

【0032】

図5は、図4Aのものと同じ変換器要素集団（例えば、同じ固有共振を有する同じ数の要素）のスペクトル電力利得のグラフである。しかし、要素集団内の変換器要素間の結合の量は、実施形態による共振モード分割を誘起するのに十分である。図示のように、基本共振周波数 F_{n1} に加えて、追加の中心周波数 F_{n2} 、 F_{n3} 、その他は、基本共振モードから分けられ、個々のスペクトル応答のいずれよりも広いスペクトル帯域に及ぶ複数の別々であるが重なっている周波数応答を提供する。図5に示す例示的な応答グラフにおいて、7つの重なり周波数応答を含むが、分割の量は、適切なアレイ設計によって制御することができる（例えば、2つよりも多い異なる周波数ピーク、又はいずれか1つのモードの少なくとも1.5倍の3dBコーナー間の帯域幅、その他を有するために）。

20

【0033】

実施形態において、同じ要素集団の変換器要素間の距離、相互接続部材料の弾性係数、又はその第1の領域の断面結合区域のうちの少なくとも1つは、異なる要素集団の変換器要素間の第2の領域の対応するものとは異なる。再度一例示の実施形態のための図3を参照して、与えられたサイズの圧電膜（例えば、例示的な円形/球形実施形態の同じ直径）に対して、集団320の要素間の距離は、y次元のピッチ(P_y)で設定され、長さ L_1 に沿って要素集団320の隣接するもの間の間隔の制御により分割した縮退モードの周波数応答を達成することができる。例えば、図5の応答を有する例示的な実施形態の P_y は、図4Aに示す応答を有するものに対して縮小する。電気機械的結合は、隣接する集団（例示的な1Dアレイの線）の間のクロストークが最小になり、更に別の実施形態において、線ピッチ P_x が線寸法 P_y に沿って変換器ピッチよりも有意に大きい（例えば、2倍も大きい又はそれよりも大きい）ように、変換器要素集団間（例えば、図3Aの集団310と320の間）で最小にすることが好ましいということに更に注意しなければならない。

30

【0034】

変換器要素間の間隔又は距離に加えて、変換器要素間の機械的結合の材料差異又はパターン形成のうちの1つ又はそれよりも多くを変調して、要素集団間のクロストークを低下又は最小に維持しながら要素集団内の縮退モード結合に影響を与えることができる。図6A、図6B、及び図6Cは、実施形態による図1のpMUTアレイ100の変換器間領域の断面図である。図6Aは、別々の電極レール110、120上の隣接する変換器要素110C及び120Jの間のピッチ P_x （すなわち、線ピッチ）に及ぶ図1に表示したa-a'線に沿った断面図である。a-a'線に沿って、領域680は、隣接する変換器開口部241の間で距離 W_2 に及んでいる。領域680内には、支持体236及び基板101のような1つ又はそれよりも多くの材料がある。図6B及び図6Cは、同じ電極レール110、120に結合された隣接する変換器要素110C及び110Cの間のピッチ P_y （すなわち、線ピッチ）に及ぶ図1に示すb-b'線に沿った断面図である。b-b'線に沿って、領域690は、隣接する変換器開口部241の間で距離 L_2 に及んでいる。

40

【0035】

図6Bに示す実施形態において、領域680の対応する寸法に対して、領域690は、より大きい電気機械的結合を有するようにパターン形成される。1つのこのような実施形

50

態において、支持体 236 をエッチングして、1つの支持構造 236 の変位が、 T_3 の厚みを有する膜ブリッジ 684A にわたって送られるように、長さ L_3 に沿って基板 101 に対する係止を低下させる。別の実施形態において、基板 101 をエッチングして、領域 690 の厚み T_2 を縮小する。断面結合区域のあらゆるこのような修正は、 $x-y$ 平面において更に可能な同様のパターン形成で領域 680 又は 690 のいずれかに選択的に行うことができる。従って、支持体 236 の図示の修正は、単に一例であり、多くの他の形態は、変換器要素を製作するのに使用する処理に依存して可能である。

【0036】

図 6C に示す実施形態において、領域 680 の対応する材料に対して、領域 690 は、より大きい電気機械的結合を有するように異なる弾性係数を有する。図示のように、領域 690 に使用する材料 685 は、領域 680 に使用する材料とは明確に異なる。このようにして、支持構造 236 の一部分又は基板 101 の一部分のいずれかの弾性係数を区別して、1つの要素集団内の分割した縮退モード及び集団間の低下又は最小にされたクロストークに対して電磁気結合を調節する。

10

【0037】

注意すべきことに、本明細書に説明する技術のうちの1つ又はそれよりも多くは、異なる集団の隣接する変換器間のものと同じ集団の隣接する変換器間の結合の量を区別するために利用することができる。例えば、一実施形態において、同じ要素集団の要素間の距離は、相互接続部材料及び断面結合区域が領域 680 及び 690 において同じである時に、少なくとも1つの縮退モードを誘起するほど十分に小さくなる。別の実施形態において、距離、材料特性、又は断面結合区域のうちの2つ又はそれよりも多くは、領域 680 及び 690 の間で異なる。

20

【0038】

図 6D、6E、及び 6F は、実施形態による pMUT 100 に対して示す図 6A ~ 図 6C の変換器間領域の平面図である。例示的な 1D アレイ実施形態に対して、図 6D は、領域 690 (より大きい結合を提供する) が、変換器要素集団 (すなわち、変換器要素の1つの線) によって占められた基板長さに沿って並列に延び、1つの要素集団の各要素 (110A、110B、110C、その他) を相互接続する基板の長さ にわたって配置された一実施形態を示している。第2の領域 680 (より小さい結合を提供する) は、領域 690 の長さに沿って第1の領域 680 の両側に配置される。1つの図示の実施形態において、領域 680 は、例えば、領域 690 の材料とは明確に異なる材料、要素 120A、120B、120C、その他を配置する領域 690 の特徴とは明確に異なる特徴 (例えば、ブリッジ結合器、その他) の連続ストライプを形成する。

30

【0039】

図 6E は、領域 690 が、変換器要素集団によって占められた基板長さ L_1 に対して直角に延び、1つの要素集団以上の2つの隣接する要素の間で連続的である基板の長さ にわたって配置された別の例示的な 1D 実施形態を示している。領域 680 は、次に、領域 690 の長さに沿って領域 690 の両側に更に配置される。

【0040】

図 6F は、本明細書の他の箇所で更に説明するように、電極レールが x 及び y 次元の両方に配置された 2D アレイの例示的な実施形態を示している。この実施形態において、領域 680 は、領域 690 の連続グリッド分離アイランドを形成する。各領域 690 は、縮退モード分割のために強力に結合することになるが、各集団が領域 680 によって隔離される与えられた変換器要素集団 110A、111A、及び 112A を電気機械的に結合するように機能する。

40

【0041】

図 6G は、実施形態による pMUT アレイを形成する方法 692 を示す流れ図である。一般的に、領域 680 及び / 又は 690 の 1D 及び 2D ストライプは、縮退モード分割のために強力に結合することになる変換器要素の製作において有利である場合がある。例えば、方法 692 は、複数の第1の領域 680 及び 690 が、その間に配置された第2の領

50

域 680 及び 690 と共に基板の区域にわたって配置される作動 695 である。一例示の実施形態において、第 1 の領域 680 及び 690 の形成は、基板 101 (例えば、図 6A ~ 図 6C に示す支持体 236) 又はその上に配置されたフィルムの中へのエッチングトレレンチを更に含む。そのようなトレレンチのエッチングに代えて又はそれに加えて、薄膜材料層が、基板 101 の上に堆積され、その後、領域 680 及び 690 の一方から領域 680 及び 690 の他方に選択的に除去される。平坦化は、当業技術で公知のように実施され、異なるレベルの結合が可能な領域の平面基板表面に達することができる。作動 697 において、複数の圧電変換器要素集団は、各集団が領域 690 のうちの 1 つにわたって配置されるように、あらゆる従来の技術を使用して形成される。作動 699 において、複数の駆動 / 感知電極レールは、領域 690 によって機械的に結合された変換器要素集団のうち 10 の 1 つの駆動電極を有するように結合され、領域 680 は、第 1 の変換器要素集団を第 2 の変換器要素集団に機械的に結合する。

【0042】

実施形態において、圧電変換器要素集団は、複数の別々の共振周波数を提供する異なる公称サイズの複数の圧電膜を含む。スペクトル応答は、広帯域幅を提供するように n の異なるサイズ (例えば、本明細書の他の箇所に説明する例示的な円形又は球形膜の膜直径) を積分することによって成形することができる。バルク PZT 変換器とは異なり、pMUT の共振周波数は、リソグラフィによる幾何学形状によって容易に調整することができる。従って、異なるサイズの高 Q 膜は、異なる周波数応答を用いて統合され、与えられた要素集団から高い全帯域幅応答に達することができる。更に別の実施形態において、各変換器要素集団は、各集団からのスペクトル応答がほぼ同じであるように同一のセットの変換器要素サイズを含む。 20

【0043】

図 7A は、実施形態による異なるサイズの変換器要素を有する pMUT アレイ 700 の平面図である。pMUT アレイ 700 は、pMUT アレイ 100 と類似のレイアウトを有し、駆動 / 感知電極レール 110 及び 120 は、 x 次元 (すなわち、1D アレイ) に沿って互いに噛み合うように平行であるが反対方向に延びる (例えば、別々のバス又はインタフェースから)。1 つの駆動 / 感知電極 (例えば、110) に電気的に結合されるのは、2 ~ 20 の異なる膜サイズ (例えば、直径) 又はそれよりも多くを有する変換器要素である。直径の範囲は、一般的に、膜剛性及び質量の関数として望ましい周波数範囲に依存することになる。徐々に大きくなる膜の間の増分は、大きいサイズの増分に対して起こるより小さい周波数重なりと共に異なるサイズの膜の範囲及び数の関数とすることができる。増分量を選択して、3 dB 帯域幅を維持する応答曲線に寄与する全ての変換器要素を保証することができる。一例として、20 ~ 150 μm の範囲は、図 2A ~ 図 2C との関連に説明する全体構造を有する変換器からの MHz 周波数応答に典型的であると考えられ、1 ~ 10 μm の増分は、典型的に、十分な応答重なりを提供すると考えられる。 30

【0044】

変換器要素 (すなわち、膜) サイズの数が増加する時に、特定の中心周波数での分解能は、同じサイズの要素間の距離が減少する時に下がると予想することができる。例えば、各圧電変換器要素集団の圧電膜が単一の縦列の中にあるところで (すなわち、中心が直線に沿って位置合わせされたもの)、長さ L_1 に沿った同じサイズの変換器の有効ピッチは、集団の各追加の変換器サイズと共に縮小する。従って、更に別の実施形態において、各圧電変換器要素集団は、各公称膜のサイズの 1 つよりも多い圧電変換器要素を含む。図 7A に示す例示的な実施形態に対して、駆動 / 感知電極レール 110 に電気的に結合されるのは、第 1 のサイズ (例えば、最小直径膜) の圧電変換器要素 711A 及び 711B、第 2 のサイズ (例えば、次の最小直径膜) の要素 712A、712B、6 つの異なるサイズの膜に対する要素 713A、713B、要素 714A、714B、要素 715A、715B、及び要素 716A、716B である。図示のように、同じサイズの膜 (例えば、711A 及び 711B) は、異なるサイズの膜を有する少なくとも 1 つの介在要素によって離間される。これは、一般的にほとんどのクロストークを誘起する最も近い隣接要素が互い 40 50

に対してオフ共振になるのでクロストークを低下させる利点を有する。共振が周波数応答帯域にわたって同等であるように、同じ量によって同じサイズの要素を並べることも有利である。

【 0 0 4 5 】

図 7 A に示すように、変換器要素サブグループ 7 1 8 A は、要素集団を配置する基板の長さに沿って 7 1 8 B として繰り返される。各変換器要素サブグループ 7 1 8 A、7 1 8 B は、各公称膜サイズの 1 つの圧電変換器要素を含む。この例示的な実施形態において、発見的レイアウトは、駆動 / 感知レール 1 1 0 に結合された要素集団が、異なるサイズの少なくとも 1 つの介在要素だけ離間するが、1 つの要素サブグループによって占められた基板の長さよりも大きくなく離間した同じサイズの変換器要素を有するようなものである。これは、信号の均一性を改善する効果を有する。図 7 A に更に示すように、類似の要素サブグループ 7 2 8 A は、様々な要素サイズをより均一に広げるように、要素サブグループ 7 1 8 A に対して駆動感知電極レール 1 2 0 の長さをシフトダウンする。この位置オフセットはまた、同じサイズの要素が最も近くにないことを保証することによって隣接する要素集団間のクロストークを低下させるのを補助する（例えば、7 2 6 A は、要素 7 1 6 A 及び 7 1 6 B の間のほぼほぼ中間にある）。図示のように、異なるサイズの変換器要素の反復セットを含む要素サブグループの位置オフセットは、1 つのレール又はチャンネル内の分割サブグループの間を交互にする完全サブグループ（例えば、7 2 8 A）によって少なくとも 1 つのサブグループを 2 つ（例えば、7 2 8 B₁ と 7 2 8 B₂）に分割することによって得られる。レール 1 1 0 及び 1 2 0 の変換器要素集団は、次に、レール 1 3 0（例えば、変換器 1 3 0 A、その他を有する）及び 1 4 0（例えば、変換器 1 4 0 A - 1 4 0 L を有する）に対して繰り返されるセルを含む。

【 0 0 4 6 】

図 7 B 及び図 7 C は、例えば、6 0、6 3、6 6、6 9、7 2、及び 7 5 μm の直径の回転楕円体圧電膜を有する図 7 A に示す p M U T アレイに対する性能メトリックのプロットの図である。図 7 B に示すように、スペクトル応答は、約 9 M H z の帯域幅（3 d B コーナー周波数に対して）を有する 6 つの対応する中心周波数ピーク F_{P1} 、 F_{P2} 、... F_{P6} を含む。変換器要素の n サイズに可能な F_{Pn} ピークにより、サイズの数の制限は、不十分な数が不十分な利得をもたらすことと共に、いくつの変換器が集合体にするのに利用可能であるかの関数である。p M U T アレイ 7 0 0 のより広い帯域幅は、図 4 A に示すものと比較すると明らかである（単一サイズの要素を有し、縮退モードを欠く p M U T アレイ 7 0 0 に対して）。帯域幅の増大と共に、それに対応して、リングダウンの少ない短いパルス持続時間は、単一サイズの要素を有し、縮退モードを欠く p M U T アレイ 1 0 0 の図 E B に対して p M U T アレイ 7 0 0 の目に見える図 7 C として励起されたパルス列に対する応答をもたらす。

【 0 0 4 7 】

別の有利な実施形態において、同じ駆動 / 感知レール（すなわち、同じチャンネルのもの）に結合された要素集団は、膜サイズの漸变的な空間的変動に対して密接に適合するが異なる膜サイズのものである与えられた変換器要素の最も近くに配置された変換器要素を有する。アレイ 7 0 0（図 7 A）に対して、隣接する膜の間の位相関係がそうでなければチャンネルの信号出力 / 感度を有意に低下させる作用をする可能性があるため、与えられた距離にわたる膜直径（例えば、2、3、又はそれよりも多くの膜直径）の変動が、特定の閾値を超えないように、類似のサイズの膜を有する最も近い隣接要素を有する要素集団にわたって共振位相を最も良く維持することができることを見出されている。例えば、攻撃 / 加害膜の作用は、犠牲膜にわたって（例えば、加害物の最も近い隣接するもの又はそうでなければその近位の）伝達媒質を局所的に押し上げ又は積み重ねて犠牲膜の位相に対して都合の悪い時に第 2 の膜の有効膜質量を増加させる可能性があり、それによって犠牲要素の性能を抑制又は遅らせる。このような音響減衰（又は伝達媒質減衰）が激しい場合に、望ましくないゼロ交差が起こる可能性がある。

【 0 0 4 8 】

図7Dは、1つのこのような実施形態による漸变的なサイズの変換器要素を有するpMUTアレイ701の平面図である。図7Dに示す例示的な実施形態に対して、第1のサイズ(例えば、最小直径膜)の圧電変換器要素711Aは、より大きい膜サイズの要素(例えば、714A、715A、716A)による段階的方式において漸变的に増大する膜サイズを有する第2のサイズ(例えば、次のより大きい直径膜)の要素712Aに隣接している。要素711A-715Aの各々は、異なるサイズの要素の集団にわたって膜サイズの単調的、段階的、漸变的、及び/又は区分的な増大に対して単に僅かにより小さいかつ僅かにより大きい最も近い隣接するものを有する。図7Dのアレイ701は、次に、最大直径膜を有する要素716Aが次のより小さい膜直径の2つの要素(例えば、715B)に隣接するように変換器要素集団を複製する。膜サイズは、次に、全ての要素が更これらのサイズ(直径)において最も近い隣接するものを有するように、更に段階的かつ区分的な方式で減少する(例えば、714B、713B、712B、711B)。

【0049】

別々の要素集団は、実施形態に応じて、ほとんどの類似のサイズの膜が最も近くにあるように又はほとんどの異なるサイズの膜が最も近くにあるように互いに対して配置することができる。図7Dに示すように、同じサイズであるが異なる集団(例えば、別々の電極レール110及び120に関連付けられたもの)の要素(例えば、711A及び721A)は、互いの近くにある。勿論、電極レール110及び120を収容するチャンネルの間のより大きい間隔によって互いに隣接する異なるサイズの膜を有して最も近い隣接するものの距離を増大させてより大きい膜サイズ変動から生じる潜在的な減衰効果を軽減するように、各チャンネルは、図7Aに示す実施形態と同様にシフトされた要素集団を有することができる。

【0050】

集団内(例えば、チャンネル内)の変換器要素にわたる位相変動に加えて、与えられた要素の共振周波数はまた、異なるサイズの近隣の数より大きい時に、より大きい伝達媒質減衰(すなわち、音響クロストーク)を有する異なる膜サイズの近隣の数に依存する。実施形態において、非対称要素レイアウトを使用して、要素集団内の異なるサイズの近隣数を低減する。図7Eは、実施形態による異なるサイズの変換器要素を有するpMUTアレイ702の平面図である。図示のように、各チャンネル(例えば、電極レール110)は、第2のサイズの膜を有する要素(例えば、最大膜サイズである714A)の縦列及び第3のサイズの膜を有する要素(例えば、最小膜サイズである712A)の縦列に隣接する第1のサイズの膜を有する要素(例えば、713A)の縦列を含む。図7Dとの関連で上述したように、アレイ702は、例えば、85 μm 、90 μm 、及び95 μm から区分的に増大する膜サイズの漸变的な空間分布を維持する。電極レール110に結合された15の要素を含む図示の集団に対して(及び電極レール120に結合されたものに対して同様に)、4つのコーナー要素A、B、C、及びDは、2の調整番号を有し、8つのエッジ要素E、F、G、H、I、J、K、及びLは、3の調整番号を有し、かつ3つの内部要素M、N、及びOは、4の調整番号を有する。これらの部分集合に対して、コーナー及びエッジ要素(A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K)は、異なるサイズの(調整番号の<50%)唯一つの最も近い隣接するものを有するが、3つの内部要素M、N、Oは、異なるサイズ(調整番号の50%)の2つの最も近い隣接するものを有する。従って、漸变的な膜サイズは、唯一つの次元(縦列又は横列)に沿って起こる。次に、第2のチャンネル(例えば、120)に対して、このパターンは、変換器(例えば、724A、723A、722A)に対して繰り返される。従って、エッジ及びコーナー要素によって提供される追加の非対称性は、図7Dに示す単一縦列実施形態に対して低下した伝達媒質減衰を表示することができる。

【0051】

pMUTアレイ700、701、及び702は、変換器要素集団が、要素集団によって占められた基板の幅よりも大きい(例えば、5x)基板の長さによって配置される例示的な1Dアレイであるが、2Dアレイも、与えられた要素集団内で複数の変換器要素を

10

20

30

40

50

使用することができ、こうして1Dアレイとの関連で既に説明した経験則を更に利用することができる。図8は、実施形態による異なるサイズの変換器要素A、B、C、Dを有する2DpMUTアレイ800の平面図である。図示のように、基板101の上にタイル張りされているのは、複数の要素集団であり、同じ駆動/感知電極(例えば、810A、820A、830A、840A及び850A)に電氣的に結合された各々は、横列R₁の要素集団を含む。同様に、複数の要素集団であって同じ駆動/感知電極(例えば、810A、810B、810C、810D及び810E)に電氣的に結合された各々は、縦列C₁の要素集団を含む。2つの横列R₁-R₅及びC₁-C₅は、従って、要素集団の5×5アレイを提供する。各要素集団内に、複数の変換器要素サイズ(例えば、A、B、C及びD)があり、実質的に1DpMUTアレイ700との関連で上述したように、より広い帯域幅スペクトル応答に複数の共振を提供する。

10

【0052】

実施形態において、発見的レイアウトは、2D関連に更に適用され、各最も近い隣接変換器要素が、隣接する要素集団間のクロストークの低下に対して異なるサイズ及びそれに対応して異なる固有周波数を有することを保証することができる。図8Aに示すように、複数の変換器要素集団の各々は、集団内に同じ相対空間レイアウト(すなわち、互いに対する変換器要素の配置)を有する。具体的には、最小変換器要素A、Bは、第2のサブグループ818Bを形成する最大変換器要素C、Dにわたって下の横列に配置された第1のサブグループ818Aを形成する。各要素集団内の下の横列を形成するサブグループにより、縦列(例えば、C₂)内の集団は、隣接する縦列(例えば、C₁及びC₃)内の集団に対して垂直に反転される。各要素集団内のサブグループのレイアウトが同じサイズの変換器要素の下の縦列を形成する代替実施形態に対して、横列(例えば、R₂)内の集団は、隣接する横列(例えば、R₁及びR₃)内の集団に対して垂直に(例えば、180°)反転される。

20

【0053】

図8Bに示す代替実施形態において、2DpMUTアレイ801は、各要素集団内の下の横列を形成するサブグループを含む。縦列(例えば、C₂)内の集団は、1つのチャンネル(例えば、電極ルール810A)の空間にわたって区分的に膜サイズを漸変させ、最も近いサイズ(例えば、要素D)の膜を近くに置くように最も近い隣接するもののチャンネル(例えば、810B、820A)を配置することによって伝達媒質減衰の効果を低下させることができるように、隣接する縦列(C₁及びC₃)内の集団に対して水平に反転される。アレイ801は、次に、対方式で繰り返され、縦列C₁及びC₂を複製する。

30

【0054】

実施形態において、pMUTアレイは、複数の圧電変換器要素集団を含み、要素集団の各々における少なくとも1つの圧電変換器要素は、楕円幾何学形状を有する圧電膜を有する。異なる半主軸寸法を有する圧電膜は、変換器要素の周波数応答を成形するために余分な自由度を提供する。更に別の実施形態において、少なくとも第1及び第2の半主軸は、複数の別々の共振周波数を提供するように十分に異なる公称長さのものである。円形又は球形膜の全ての回転角度から2回対称(180°)のみに至るまで回転対称を低減することにより、モード形状は、分離した共振位相を有するより異なるモードに分割するように作ることができる。このようなモード分割は、pMUTアレイの実施形態において利用され、各変換器の及び従ってアレイの帯域幅を増大させる。

40

【0055】

図9Aは、実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素の等角概略図である。図2A~図2Cとの関連で説明した平面、ドーム形、及び凹部のある円形圧電膜の楕円形類似物は、それぞれ膜表面905、910及び915として図9Aに描かれている。膜表面905、910及び915は、基板101に平行な平面に軸b及びcと共に半主軸a、b、及びcによって定められる。

【0056】

図9Bは、実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素の半主軸b及びcに沿っ

50

て異なるモード関数をグラフに示している。図示のように、 b 軸上の位置の関数として a 軸に沿った変位の振幅は、 c 軸上の位置の関数として変位とは異なる周波数及び / 又は位相を有する。図 9 C は、実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素の帯域幅のグラフである。図示のように、周波数応答は、 F_{n1} の中心周波数での第 1 の共振及び F_{n2} の中心周波数での第 2 の共振を含む。このモード分割は、モードのいずれかのものを超えて単独で周波数応答帯域幅を増大させる作用をする。

【 0 0 5 7 】

図 2 A ~ 図 2 C で上述したように、リソグラフィックパターン形成を利用して、円形圧電膜を形成する。同様に、リソグラフィックパターン形成を利用して、楕円形又は楕円体圧電膜を形成することができる。フォトリソグラフィプレート又はレチクルは、次に、基板の上に撮像された楕円形の形態を含むことができ、又は非点収差フォーカス技術を使用して、円形形状を有するレチクルから楕円形パターンを結像することができるかのいずれかである。例えば、フォトレジスト上に印刷されたこのような楕円形画像は、楕円体形状を圧電膜に転送するための手段としてリフローすることができる。

【 0 0 5 8 】

実施形態において、 p MUT アレイは、複数の圧電変換器要素集団を含み、要素集団の各々における全ての圧電変換器要素は、楕円幾何学形状を有する圧電膜を有する。図 10 A、図 10 B、及び図 10 C は、実施形態による楕円幾何学形状を有する変換器要素を有する p MUT アレイの平面図である。図 10 A に示すように、 p MUT アレイ 1000 は、基板 101 の区域にわたって配置される。上述の例示的な 1 D アレイ構造の後に、別々の（給電）電極レール 110 及び 120 の各々は、変換器要素 1010 A - 1010 J、及び 1020 A - 1020 J のそれぞれの集団を集合体にした要素作動の同じ駆動 / 感知電位に結合する。図示の例示的な実施形態において、圧電変換器要素集団のうちの 1 つの集団内の全ての圧電膜の第 1 及び第 2 の半主軸は、全て平行である。

【 0 0 5 9 】

軸の平行アライメントは、有利に高曲線因子を提供し、一方の半主軸を増加させることによって他方のものを低減しながら共振周波数をより高く押し上げる中で感度を失わないようにして、表面積を一定に保つ。要素集団の異なる線を有する 1 D アレイに対して示すように、第 1 及び第 2 の半主軸のうちの短い方は、要素集団の 1 つによって占められた表面の線又は長さのうちの最も長い長さとは平行の方向に位置合わせされる（すなわち、より短い半主軸は、 y 軸と位置合わせされる）。より長い軸（例えば、 c_1 又は c_2 ）は、次に、 x 軸に平行であり、できるだけ多くの基板区域を与えられた電極レール線ピッチで満たす。

【 0 0 6 0 】

実施形態において、楕円形圧電膜の対応する軸は、隣接する変換器要素集団間で異なって向けられる。互いに対して楕円形膜の向きを変動させることにより、要素間の電気機械的クロストークを低下させることができる。1 つのこのような実施形態において、第 1 の圧電変換器要素集団の膜の基板の平面における 2 つの半主軸は、第 1 の要素集団に隣接する第 2 の圧電変換器要素集団の膜の軸に対して全て実質的に直角である。例えば、図 10 B は、駆動 / 感知レール 110 に結合された第 1 の要素集団が、基板の長さ又は y 次元に非平行な第 1 の向きにおいて半主軸を有する膜 1010 A - 1010 E を有する p MUT アレイ 1090 を示すが、駆動 / 感知レール 120 に結合された第 2 の要素集団（例えば、1020 E、その他）の半主軸は、第 1 の向きに対して直角の第 2 の向きを有する。この実施形態において、要素 1010 A の c_1 軸に沿った共振モードは、隣接する要素 1020 E の c_2 軸に沿った共振モードを有する軸外にある。要素集団が、基板の幅にわたってよりも基板のより長い長さにわたって延びる例示的な 1 D 実施形態に対して、第 1 及び第 2 の半主軸は、要素の一貫した曲線因子及び一貫した数を要素集団の固定ピッチ（例えば、駆動 / 感知レールピッチ）に提供するように、要素集団の長さから 45° それで向けられる。 45° オフセットされた隣接する集団は、2 D アレイ実施で同様に利用することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

実施形態において、楕円形圧電膜のアレイは、アレイの第1の次元に沿って変動する半主軸のうちの少なくとも1つを有する。更に別の実施形態において、半主軸の変動は、軸方向長さが、異なるサイズの要素の集団にわたって単調的、段階的、漸变的、及び/又は区分的な方式（増加及び/又は減少）で増加するように漸変される。図7D及び図7Eとの関連で本明細書の他の箇所に説明するように、要素性能に対する音響結合/クロストーク効果は、区分的に膜直径を変動させることにより改善することができる。実施形態において、楕円形圧電膜のアレイは、アレイの第1の次元に沿って変動する半主軸のうちの1つのみを有する。

【 0 0 6 2 】

更に別の実施形態において、楕円形圧電膜の2Dアレイは、アレイの二次元に沿って変動する半主軸を有する。1つのこのような実施形態において、図10Cに示すように、楕円形圧電膜の2Dアレイは、アレイの第1の次元に沿って変動する第1の軸及びアレイの第2の次元に沿って変動する第2の軸と共に、アレイの二次元に沿って変動する半主軸B、Cを有する。図10Cに更に示すように、各軸は、アレイ寸法のうちの1つにわたって区分的に増加する（及び/又は減少する）。図示のように、B軸は、アレイの1次元（例えば、基板101のy軸）に沿ってそれぞれ要素1010AA、1010AE、1010JAに対して $B_{1,E}$ から $B_{1,A}$ まで増加し、次に、減少して $B_{1,E}$ まで戻る。1010AB-1010JBを含む縦列又は横列及び1010AC-1010JCを含む縦列又は横列は、1010AA-1010JA縦列又は横列に関して同じB軸増分を有する。C軸は、次に、1010AA-1010JAを含む横列の全ての要素が $C_{1,A}$ に等しい軸を有するような寸法にされ、1010AB-1010JBを含む横列の全ての要素が $C_{1,B}$ に等しい軸を有するような寸法にされ、かつ1010AC-1010JCを含む横列の全ての要素が $C_{1,C}$ に等しい軸を有するような寸法にされよう。アレイの第2の次元に沿って（例えば、基板101のx軸に沿って）各要素と共に増加する。図10Cに更に示すように、別々のチャンネル（例えば、電極ルール110、120）に関連付けられた別々の集団は、膜寸法の類似の区分的変動を有する。例えば、電極ルール120に対して、1020AAの最大軸Bの長さから1020AEの最小軸Bの長さに至るまで横列又は縦列内で変動して、11020JAの最大軸Bの長さに戻る1つの半主軸Bがある。基板101にわたる同様のサイズの膜の均等空間分布のために隣接するチャンネル（例えば、電極ルール110）に対して特定のサイズの膜の位置にシフトがある。

【 0 0 6 3 】

実施形態において、基板の区域の上に配置された複数の独立にアドレス可能な駆動/感知電極ルールを有するpMUTアレイは、緊密に詰まった変換器要素を有する駆動/感知電極ルールの各々の1つに結合された要素集団を有する。例示的な実施形態において、隣接する要素集団の充填は、集団内のものよりもあまり緊密に詰まっていない。pMUTアレイの感度は、例示的な1Dアレイに対して線毎に活性圧電区域の区域に比例している。帯域幅を改善する本明細書に説明する多くの技術のように、何らかの感度の損失が起こる場合があり、従って、より大きい圧電膜充填は、変換器要素の例示的な単一縦列線（例えば、図1におけるように）に対してより大きい圧電膜のための感度損失を完全に回復しない場合にも改善する可能性がある。注意すべきことに、全pMUTアレイは、均一に緊密に詰まった変換器要素を有する可能性があるが、このような配置は、要素集団間により高いレベルのクロストークを受ける。各要素集団内では緊密に詰まった変換器形成であるが、要素集団間では緊密に詰まっていない変換器形成の提供は、要素集団間に良好な感度及び低レベルのクロストークの両方を提供することができる。

【 0 0 6 4 】

図11A、図11B、及び図11Cは、緊密に詰まった変換器要素を有するpMUTアレイの平面図である。図11Aにおいて、例示的な1Dアレイ1100は、図1などとの関連で本明細書で上述した様々な属性を有する。駆動/感知電極ルール110及び120は、基板101の第1の次元（例えば、x次元）に沿って駆動/感知電極ルールの1次元

10

20

30

40

50

アレイを形成する。ルール110に結合されているのは、第2の次元(例えば、y次元)に沿って基板101の長さ L_1 にわたって配置された変換器要素110A、110B、110D、110L、その他である。一般的に、長さ L_1 は、要素集団によって占められた基板の幅よりも少なくとも5倍大きい。1D実施のために数桁大きくすることができる。換言すれば、各要素集団は、1Dアレイの縦列を形成する。しかし、単一の縦列変換器配置ではなく、少なくとも2つの隣接する圧電膜は、基板 L_1 の長さに沿って重なり、基板 W_1 の幅に沿って単一縦列からのオフセットを有する。pMUTアレイ1100は、最小数の隣接する圧電膜に対応するが、3つ又はそれよりも多くは、図11Bに示すpMUTアレイ1150のように、ある次元に沿って隣接して作ることができる。一般的に、例示的な最密充填は、各集団内で六角形である。例示的な実施形態において、少なくともクロストーク低下目的のために回転充填対称性(例えば、六角形C)の損失によって隣接する要素集団間に分離1107を備えた集団間では、最密充填(例えば、六角形A及びB)は維持されない。

10

【0065】

一般的に、最密充填技術は、2Dアレイ、縮退モード結合を有するアレイ、その他を含む本明細書に説明する様々な変換器要素構成のいずれにも適用することができる。各圧電変換器要素集団が、異なる公称膜サイズ(例えば、複数の別々の共振位相を提供するための)の複数の圧電膜を含む1つの有利な実施形態において、感度は、図7Aに示す単一縦列の実施形態に対して有意に改善することができる。図11Cは、多直径の緊密に詰まった変換器要素を有するpMUTアレイ1180を示している。図示のように、同じサイズの変換器要素(例えば、1111A及び1111B)は、本明細書の他の箇所で上述したようにクロストーク低下のために分離されるが、サブグループ内の膜にわたるサイズ変動を利用して充填密度を増加させる。更に別の実施形態において、最の近くの隣接するもの間のサイズの区分的変動も、充填密度を改善する方式に実施することができる。例えば、要素1111A、1112A、1113A、1114Aは、要素1111B - 1114Bのようにサイズが区分的に増加するが、2つのサブグループは、互いに対して対称に配置され、ルール110の区域内に緊密に詰められる。緊密に詰めたサブグループ対形成は、次に、ルール110内で(例えば、要素1111C - 1114C及び1111D - 1114Dと共に)繰り返される。ルール110内の緊密に詰めた配置は、次に、全てのチャンネル(例えば、要素1124A - 1124D、その他を有するルール120)に対して繰り返される。

20

30

【0066】

図12は、本発明の実施形態によるpMUTアレイを使用する超音波変換器装置1200の機能ブロック図である。例示的な実施形態において、超音波変換器装置1200は、水、組織物質などのような媒質内の圧力波を発生及び感知するためのものである。超音波変換器装置1200は、医療診断、製品欠陥検出、その他におけるような1つ又は複数の媒質内の内部構造変動の撮像に関連する多くの用途を有する。装置1200は、上述の変換器要素及び要素集団属性のいずれかを有する本明細書の他の箇所に説明したpMUTアレイのいずれかとすることができる少なくとも1つのpMUTアレイ1216を含む。例示的な実施形態において、pMUTアレイ1216は、必要に応じてpMUTアレイ1216の外面の向く方向及び位置を変えるために(例えば、撮像すべき区域に向ける)機械によって又は装置1200のユーザによって操作することができるハンドル部分1214に収容される。電気コネクタ1220は、pMUTアレイ1216のチャンネルをハンドル部分1214に対して外部の通信インタフェースに電氣的に結合する。

40

【0067】

実施形態において、装置1200は、例えば、電気コネクタ1220によってpMUTアレイ1216に結合される当業技術で公知のあらゆるものとしてすることができる信号発生手段を含む。信号発生手段は、様々な駆動/感知電極上に電気駆動信号を提供するためのものである。1つの特定の実施形態において、信号発生手段は、電気駆動信号を印加して圧電変換器要素集団を1MHz ~ 40MHzの周波数で共振させるためのものである。実

50

施形態において、信号発生手段は、逆多重化器 1206 によってその後逆多重化される制御信号を非直列化する非直列化回路 1204 を含む。例示的な信号発生手段は、デジタル/アナログコンバータ(DAC) 1208 を更に含み、pMUTアレイ 1216 において個々の変換器要素チャネルに対してデジタル制御信号を駆動電圧信号に変換する。それぞれの時間遅延をプログラマブル時間遅延コントローラ 1210 によって個々の駆動電圧信号に追加し、ビームステアリングし、望ましいビーム形状、フォーカス、及び方向、その他を生成することができる。pMUTチャネルコネクタ 1220 と信号発生手段の間に結合されるのは、駆動及び感知モード間で pMUTアレイ 1216 を切り換えるスイッチネットワーク 1212 である。

【0068】

実施形態において、装置 1200 は、例えば、電気コネクタ 1220 によって pMUTアレイ 1216 に結合される当業技術で公知のあらゆるものとしてすることができる信号収集手段を含む。信号収集手段は、pMUTアレイ 1216 において駆動/感知電極チャネルから電気感知信号を収集するためのものである。信号収集手段の一例示的な実施形態において、アナログ/デジタルコンバータ(ADC) 1214 は、電圧信号を受信してこれらをデジタル信号に変換するためのものである。デジタル信号は、次に、メモリ(図示しない)に記憶されるか、又は最初に信号処理手段に通すことができる。例示的な信号処理手段は、デジタル信号を圧縮するデータ圧縮ユニット 1226 を含む。マルチプレクサ 1218 及び直列化回路 1202 は、受信信号をメモリ、他のストレージ、又は受信信号に基づいてグラフ表示を発生させるためのものである画像処理プロセッサのような下流プロセッサに中継する前に受信信号を更に処理することができる。

【0069】

上記説明は、限定ではなく例示的であることを理解しなければならない。例えば、図の流れ図は、本発明の実施形態によって実施される作動の特定の順序を示すが、このような順序は必須ではない(例えば、代替実施形態は、異なる順序で作動を実施し、いくつかの作動を組合せ、いくつかの作動を重ねることができる等々)ことを理解しなければならない。更に、多くの他の実施形態は、上記説明を読んで理解すると当業者には明らかであろう。本発明は、特定の例示的な実施形態を参照して説明したが、本発明は、上述の実施形態に限定されることなく、特許請求の範囲の精神及び範囲で修正及び代替形態で実施することができることを認識するであろう。本発明の範囲は、従って、添付の特許請求の範囲を参照してそのような特許請求の範囲が権利を与える均等物の全範囲と共に決定しなければならない。

【符号の説明】

【0070】

- 110 電極レール
- 700 pMUTアレイ
- 711A 要素
- 718A 要素サブグループ
- L_1 基板の長さ

10

20

30

【 図 1 】

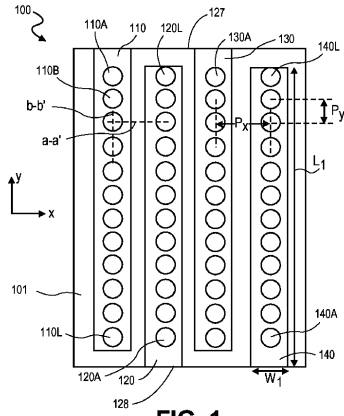


FIG. 1

【 図 2 A 】

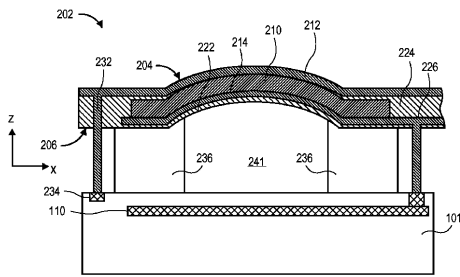


FIG. 2A

【 図 2 B 】

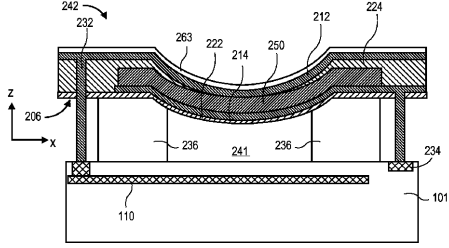


FIG. 2B

【 図 2 C 】

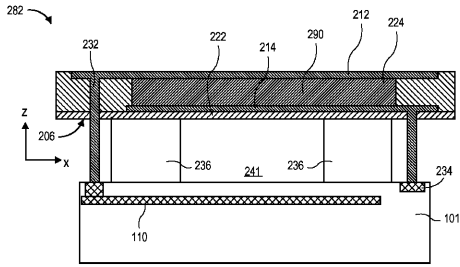


FIG. 2C

【 図 3 A 】

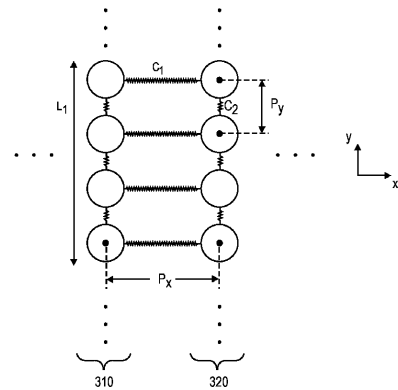


FIG. 3A

【 図 3 B 】

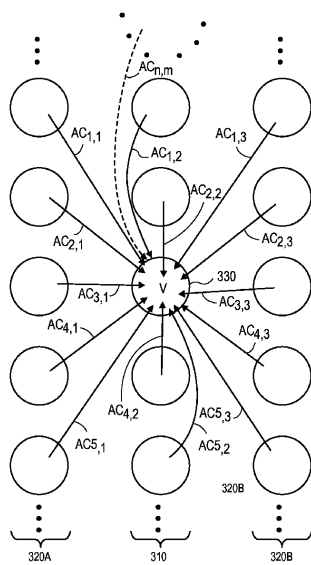


FIG. 3B

【 図 4 A 】

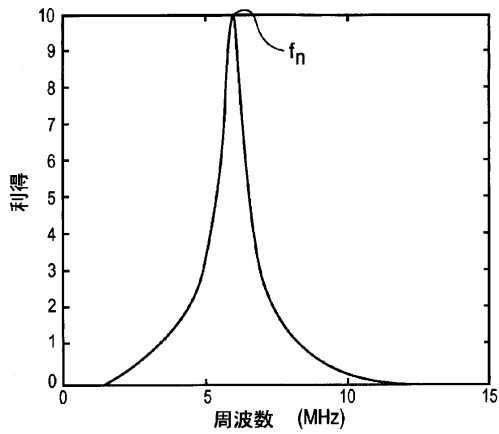


FIG. 4A

【 図 4 B 】

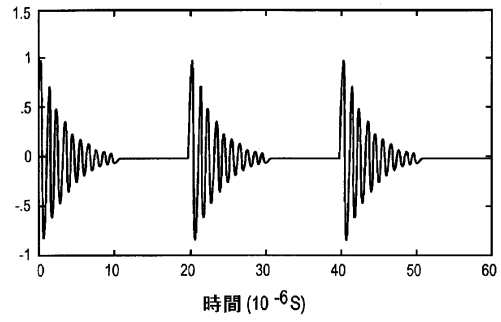


FIG. 4B

【 図 5 】

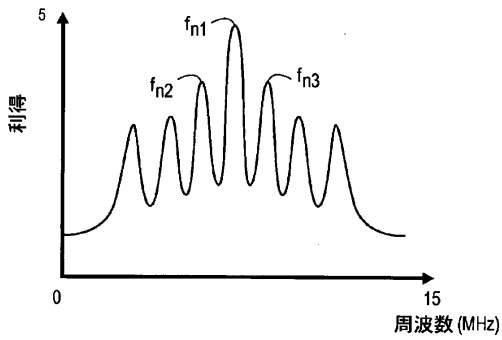


FIG. 5

【 図 6 B 】

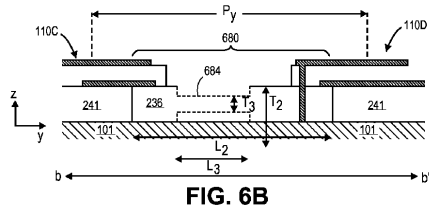


FIG. 6B

【 図 6 C 】

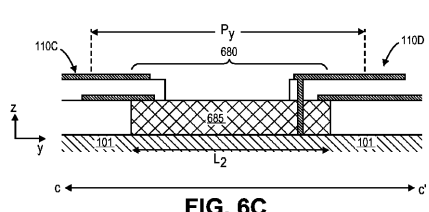


FIG. 6C

【 図 6 A 】

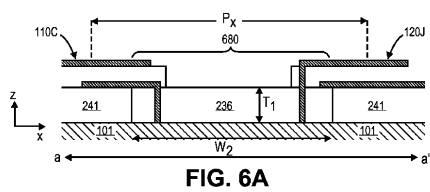


FIG. 6A

【 図 6 D 】

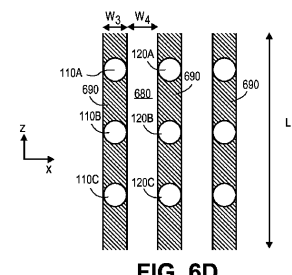


FIG. 6D

【図 6 E】

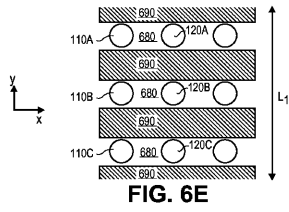


FIG. 6E

【図 6 F】

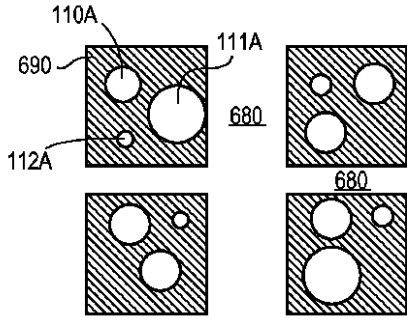


FIG. 6F

【図 6 G】

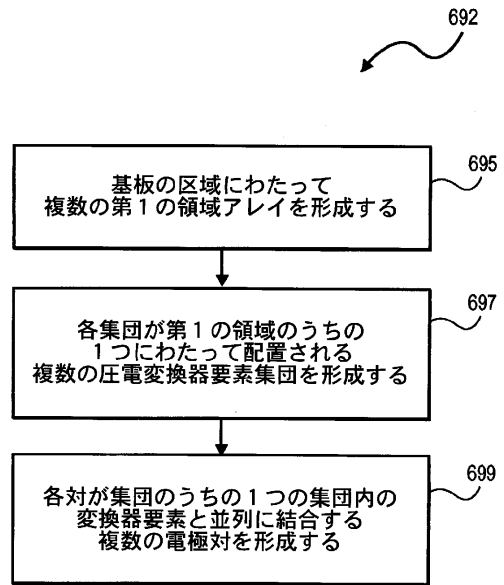


FIG. 6G

【図 7 A】

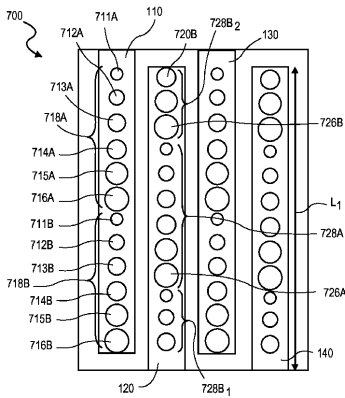


FIG. 7A

【図 7 B】

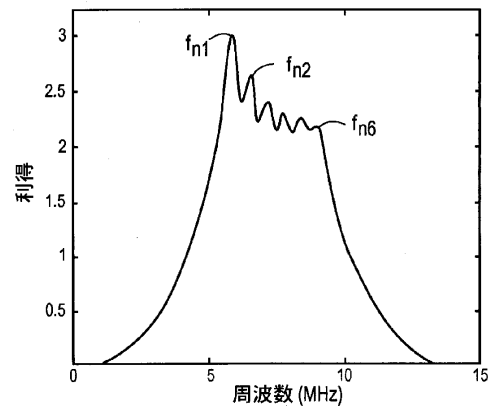


FIG. 7B

【 7 C 】

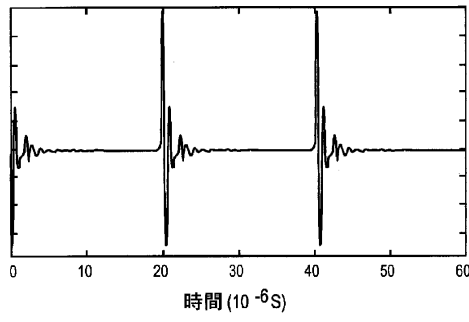


FIG. 7C

【 7 D 】

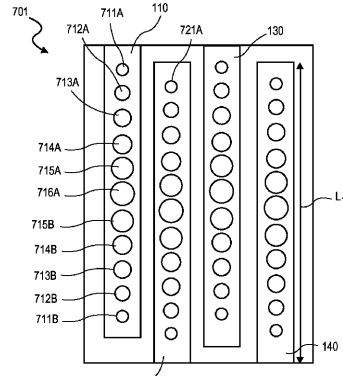


FIG. 7D

【 7 E 】

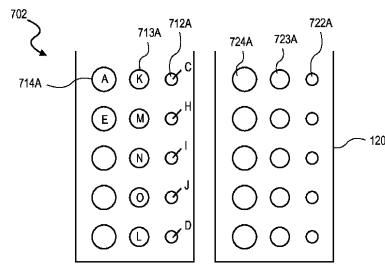


FIG. 7E

【 8 A 】

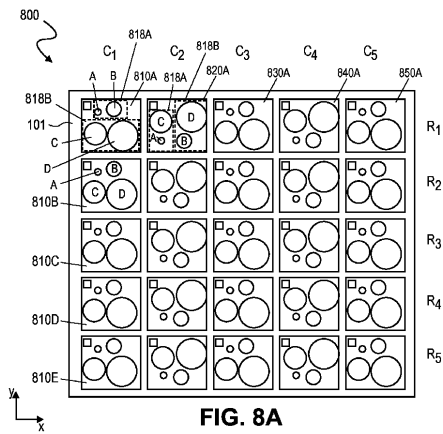


FIG. 8A

【 9 A 】

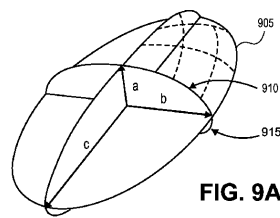


FIG. 9A

【 8 B 】

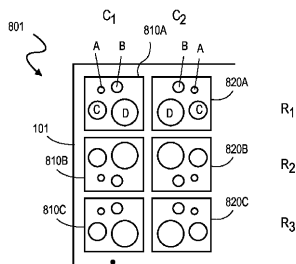


FIG. 8B

【 図 9 B 】

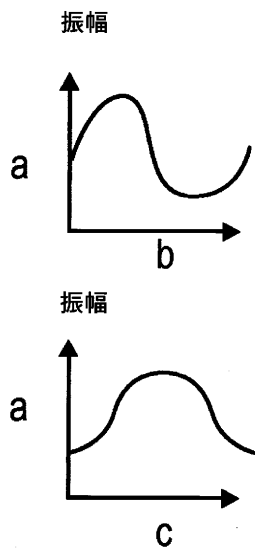


FIG. 9B

【 図 9 C 】

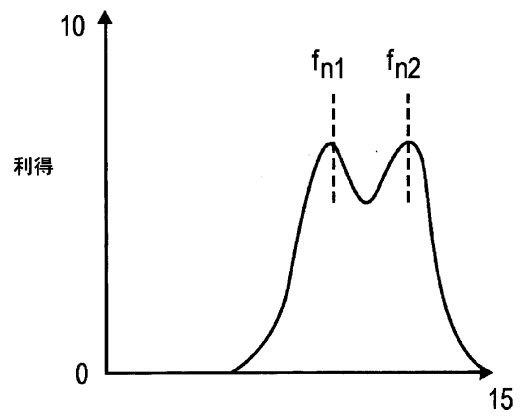


FIG. 9C

【 図 10 A 】

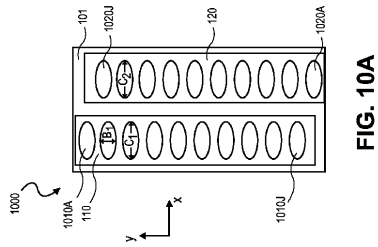


FIG. 10A

【 図 10 B 】

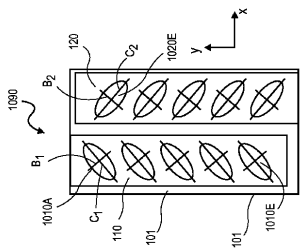


FIG. 10B

【 図 10 C 】

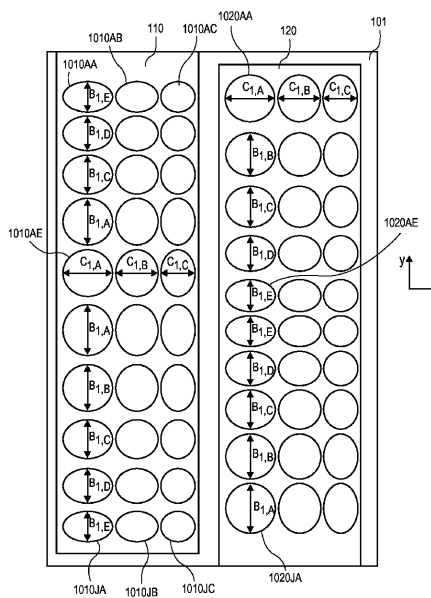


FIG. 10C

【 1 1 A 】

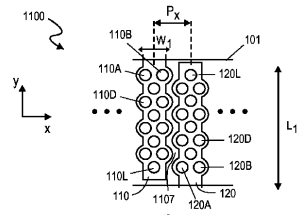


FIG. 11A

【 1 1 B 】

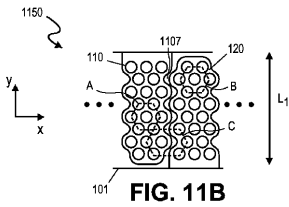


FIG. 11B

【 1 1 C 】

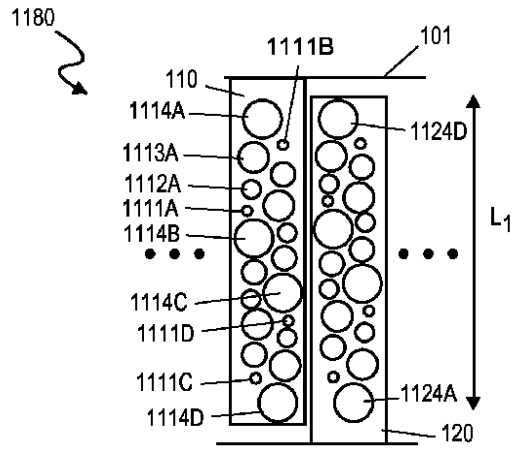


FIG. 11C

【 1 2 】

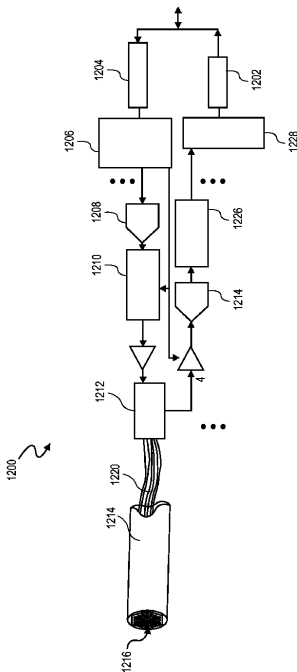


FIG. 12

フロントページの続き

- (74)代理人 100109070
弁理士 須田 洋之
- (74)代理人 100109335
弁理士 上杉 浩
- (74)代理人 100120525
弁理士 近藤 直樹
- (72)発明者 ハジャティ アルマン
アメリカ合衆国 ニューハンプシャー 03766, レバノン, エトナ ロード 109
- (72)発明者 オットソン マッツ
スウェーデン エス - 13235 サルトヒェ ボー マルコールヴェーゲン 4

審査官 大石 剛

- (56)参考文献 特開2009-055475(JP,A)
特開2009-296055(JP,A)
特開2011-130477(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0327695(US,A1)
米国特許出願公開第2008/0013405(US,A1)
米国特許出願公開第2007/0066897(US,A1)
特開2005-117159(JP,A)
特開2002-142294(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| A61B | 8/14 |
| H04R | 17/00 |

专利名称(译)	超宽带宽压电传感器阵列		
公开(公告)号	JP6208220B2	公开(公告)日	2017-10-04
申请号	JP2015510311	申请日	2013-04-19
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶卷迪马蒂克斯股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	富士胶卷迪马株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶卷迪马株式会社		
[标]发明人	ハジャティアルマン オットソンマツ		
发明人	ハジャティアルマン オットソンマツ		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/14		
CPC分类号	B06B1/0629		
FI分类号	H04R17/00.332.B A61B8/14		
代理人(译)	西岛隆义 须田博之 上杉 浩 近藤直树		
审查员(译)	大石 刚		
优先权	61/641182 2012-05-01 US 13/648225 2012-10-09 US		
其他公开文献	JP2015517752A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

描述了压电微机械超声换能器 (pMUT) 阵列和包括pMUT阵列的系统。在一个实施例中，换能器元件群内的耦合强度提供简并模式形状，其为宽带宽总响应而分裂，而相邻元件群之间的较小耦合强度在元件群之间提供足够低的串扰。在一个实施例中，换能器元件群内的不同膜尺寸为宽带宽总响应提供不同的频率响应，而相邻元件群之间的不同膜尺寸的布局在元件群之间提供足够低的串扰。在一个实施例中，在一群换能器元件内紧密堆积膜为宽带宽实施例提供了改进的效率。在一个实施例中，椭圆形压电膜为宽带宽总响应和高效率提供多个谐振模式，而相邻元件群之间的半主轴的正交性在元件群之间提供足够低的串扰。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特許公報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6208220号 (P6208220)
(45) 発行日 平成29年10月4日 (2017. 10. 4)	(24) 登録日 平成29年9月15日 (2017. 9. 15)	
(5) Int. Cl. F I		
H04R 17/00 (2006. 01) H04R 17/00 332B		
A61B 8/14 (2006. 01) A61B 8/14		
請求項の数 40 (全 28 頁)		
(21) 出願番号 特願2015-510311 (P2015-510311)	(73) 特許権者 502122794	
(86) (22) 出願日 平成25年4月19日 (2013. 4. 19)	フジフィルム、ダイマティックス、イン	
(65) 公表番号 特表2015-517752 (P2015-517752A)	コーポレイテッド	
(43) 公表日 平成27年6月22日 (2015. 6. 22)	アメリカ合衆国 ニューハンブシャー	0
(86) 国際出願番号 PCT/US2013/037419	3766、レバノン、エトナ	ロード
(87) 国際公開番号 W02013/165709	109	
(87) 国際公開日 平成25年11月7日 (2013. 11. 7)	(74) 代理人 100092093	
審査請求日 平成28年4月15日 (2016. 4. 15)	弁理士 辻居 幸一	
(31) 優先権主張番号 61/641,182	(74) 代理人 100082005	
(32) 優先日 平成24年5月1日 (2012. 5. 1)	弁理士 熊倉 祺男	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	(74) 代理人 100067013	
(31) 優先権主張番号 13/648,225	弁理士 大塚 文昭	
(32) 優先日 平成24年10月9日 (2012. 10. 9)	(74) 代理人 100086771	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	弁理士 西島 孝喜	
	最終頁に続く	
(54) 【発明の名称】 超広帯域帯域電圧変換器アレイ		