

(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2015-520975  
(P2015-520975A)

(43) 公表日 平成27年7月23日(2015.7.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H O 4 R 17/00 (2006.01)</b>	H O 4 R 17/00 3 3 2 A	2 G O 4 7
<b>A 6 1 B 8/00 (2006.01)</b>	H O 4 R 17/00 3 3 0 K	4 C 6 0 1
<b>G O 1 N 29/24 (2006.01)</b>	A 6 1 B 8/00 5 D O 1 9	
	G O 1 N 29/24	
	H O 4 R 17/00 3 3 0 H	
	審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)	

(21) 出願番号 特願2015-510309 (P2015-510309)  
(86) (22) 出願日 平成25年4月19日 (2013. 4. 19)  
(85) 翻訳文提出日 平成26年12月26日 (2014. 12. 26)  
(86) 国際出願番号 PCT/US2013/037382  
(87) 国際公開番号 W02013/165706  
(87) 国際公開日 平成25年11月7日 (2013. 11. 7)  
(31) 優先権主張番号 61/641, 197  
(32) 優先日 平成24年5月1日 (2012. 5. 1)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)  
(31) 優先権主張番号 13/835, 500  
(32) 優先日 平成25年3月15日 (2013. 3. 15)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 502122794  
フジフィルム デイマティックス, イン  
コーポレイテッド  
アメリカ合衆国 ニューハンプシャー O  
3 7 6 6, レバノン, エトナ ロード  
1 0 9  
(74) 代理人 100092093  
弁理士 辻居 幸一  
(74) 代理人 100082005  
弁理士 熊倉 禎男  
(74) 代理人 100067013  
弁理士 大塚 文昭  
(74) 代理人 100086771  
弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多重周波数超広帯域幅変換器

(57) 【要約】

圧電微小超音波変換器 (p M U T) アレイと例えば同じデバイスにおいて高周波及び低周波作動の両方を達成する p M U T アレイにおける周波数成形のための技術とを説明する。高及び低周波の両方で作動する機能は、当該の特定の侵入深さでの最適分解能を適応的に調節するためにデバイスの使用中に調整することができる。様々なサイズの圧電膜が、膜にわたる共振周波数を調整するために製作される。2つ又はそれよりも多くの電極レールの各々から発生及び / 又は受信された駆動及び / 又は応答信号の信号処理は、近視野モード、遠視野モード、又は超広帯域幅モードのような様々な作動モードを達成することができる。

【選択図】 図 1 A

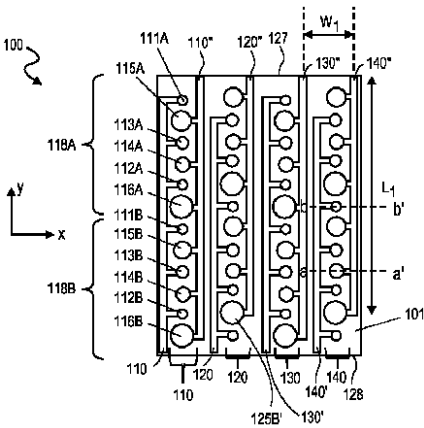


FIG. 1A

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板の上に配置された複数の圧電変換器要素集団であって、各要素集団が、異なるサイズの圧電膜を有する少なくとも第 1 及び第 2 の変換器要素を含み、各変換器要素が、圧電膜に結合された駆動 / 感知電極を有する前記複数の圧電変換器要素集団と、

前記基板の上に配置され、前記変換器要素集団のうちの 1 つのみに各セットが結合された複数のセットの電極レールであって、該セットのうちの第 1 の電極レールが、前記第 1 の変換器要素の前記駆動 / 感知電極に電氣的に結合され、該セットのうちの第 2 の電極レールが、前記第 2 の変換器要素の前記駆動 / 感知電極に電氣的に結合される前記複数のセットの電極レールと、

10

を含むことを特徴とする圧電微小超音波変換器 ( p M U T ) アレイ。

## 【請求項 2】

各要素集団が、第 1 のサイズの圧電膜を有する複数の第 1 の変換器要素を含み、かつ第 2 のサイズの圧電膜を有する複数の第 2 の変換器要素を含み、

前記第 1 の電極レールは、前記第 1 の変換器要素の各々の前記駆動 / 感知電極に電氣的に結合され、前記第 2 の電極レールは、前記第 2 の変換器要素の各々の前記駆動 / 感知電極に電氣的に結合される、

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 3】

前記第 1 の変換器要素は、該第 1 の変換器要素の最大と最小の間のサイズの差よりも小さいいずれか 2 つの隣接する膜の間のサイズの差を用いて前記基板の上の距離に沿ってサイズが順次増分されることを特徴とする請求項 2 に記載の p M U T アレイ。

20

## 【請求項 4】

各圧電変換器要素が、楕円体又は球体圧電膜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】

各要素集団が、 $i$  個の異なるサイズの圧電膜を有する  $n$  個の変換器要素を含み、前記電極レールのセットは、 $m$  個の電極レールを含み、

同じサイズの  $j$  個の変換器要素が、2 よりも大きい  $n$  及び  $i$  を用いて  $m$  個の電極レールのうちの対応する 1 つに電氣的に結合される、

30

ことを特徴とする請求項 4 に記載の p M U T アレイ。

## 【請求項 6】

$j$  が 1 よりも大きく、かつ  $m$  が 2 に等し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 7】

前記  $i$  個の変換器要素の第 1 の部分集合が、該  $i$  個の変換器要素の第 2 の部分集合によって前記第 2 の電極レールに出力される  $i - y$  個の異なる周波数応答よりも低い周波数のものである  $y$  個の異なる周波数応答を前記第 1 の電極レールに出力するためのものであることを特徴とする請求項 5 に記載の p M U T アレイ。

40

## 【請求項 8】

前記複数のセットの電極レールは、前記基板の第 1 の次元にわたって線形アレイを形成し、

前記圧電変換器要素集団の各々が、前記基板の第 2 の次元にわたって線形アレイを含み、

前記圧電膜は、異なる直径を有する円形又は球形である、

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】

前記複数のセットの電極レールは、前記基板の第 1 及び第 2 の次元に沿って電極レールの 2 次元アレイを形成し、

前記圧電膜は、異なる直径を有する円形又は球形である、

50

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 1 0】

媒質内に圧力波を発生してそれを感知するための装置であって、

請求項 1 に記載の p M U T アレイと、

第 1 の電極レール上に第 1 の電気駆動信号及び該第 1 の電極レール上に第 2 の電気駆動信号を印加するために前記 p M U T アレイに結合された少なくとも 1 つの信号発生器と、  
を含むことを特徴とする装置。

【請求項 1 1】

前記少なくとも 1 つの信号発生器は、異なる周波数、異なる振幅、又は異なる位相のうちの少なくとも 1 つを有する第 1 及び第 2 の電気駆動信号を出力するためのものであることを特徴とする請求項 1 0 に記載の装置。

10

【請求項 1 2】

第 1 の変換器要素が、第 2 の変換器要素よりも小さく、

前記第 1 の電気駆動信号は、前記第 2 の電気駆動信号のものよりも大きい電圧振幅を有する、

ことを特徴とする請求項 1 0 に記載の装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 の電極レールから第 1 の電気応答信号及び第 2 の電極レールから第 2 の電気応答信号を受信するように前記 p M U T アレイに結合された少なくとも 1 つの受信機と、

複数の駆動 / 感知電極から受信した前記電気応答信号を処理するように前記少なくとも 1 つの受信機に結合された信号プロセッサと、

20

を更に含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 の電気応答信号は、前記第 2 の電気応答信号のものよりも高い帯域幅を張る第 1 の周波数応答を有することを特徴とする請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 5】

第 1 の変換器要素が、第 2 の変換器要素よりも小さく、

前記信号プロセッサは、前記第 2 の電気応答信号に対するものよりも大きい増幅を前記第 1 の電気応答信号に対して印加するためのものである、

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の装置。

30

【請求項 1 6】

前記少なくとも 1 つの信号発生器は、前記第 1 及び第 2 の電気駆動信号を変調するためのものであり、

信号プロセッサが、前記第 1 及び第 2 の電気応答信号を変調して該第 1 又は第 2 の電気応答信号のいずれかよりも大きい帯域幅を有する累積周波数応答を発生させるためのものである、

ことを特徴とする請求項 1 5 に記載の装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 に記載の p M U T アレイを用いて媒質内に圧力波を発生してそれを感知する方法であって、

40

第 1 の電気信号を発生させる段階と、

第 2 の電気信号を発生させる段階と、

前記第 1 の電気信号を第 1 の駆動 / 感知電極にかつ前記第 2 の電気信号を第 2 の駆動 / 感知電極に印加する段階と、

前記 p M U T アレイの侵入深さを制御するために第 1 及び第 2 の信号のうちの一方の振幅及び位相のうちの少なくとも一方を他方に対して変調する段階と、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 8】

第 1 の変換器要素が、第 2 の変換器要素よりも小さく、

振幅及び位相のうちの少なくとも一方を変調する段階は、前記 p M U T アレイの遠視野

50

分解能を増大させるために前記第 1 の電気駆動信号の振幅を前記第 2 の電気駆動信号の振幅に対して低減する段階を更に含む、

ことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記第 1 の駆動 / 感知電極から第 1 の電気応答信号を受信する段階と、

前記第 2 の駆動 / 感知電極から第 2 の電気応答信号を受信する段階と、

前記第 1 及び第 2 の電気応答信号を信号処理して該第 1 又は第 2 の電気応答信号単独のいずれかよりも大きい帯域幅を有する累積周波数応答を発生させる段階と、

を更に含むことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 20】

第 1 の変換器要素が、第 2 の変換器要素よりも小さく、

前記信号処理する段階は、前記 p M U T アレイの近視野分解能を増大させるために前記第 1 の電気応答信号の増幅を前記第 2 の電気応答信号の増幅に対して増加させる段階、又は該 p M U T アレイの遠視野分解能を増大させるために該第 2 の電気応答信号の該増幅を該第 1 の電気応答信号のものに対して増加させる段階を更に含む、

ことを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【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、「多重周波数超広帯域幅変換器」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, 197 号及び「多重周波数超広帯域幅変換器」という名称の 2013 年 3 月 15 日出願の米国特許出願第 13 / 835, 500 号の利益を主張するものであり、これらの内容全体は、これにより全ての目的に対してその全体が本明細書に組み込まれる。

【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 (p M U T) 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ตอบสนอง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。

【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、p M U T アレイとして公知である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般的に、いずれの超音波変換器技術に対しても、より高い周波数で改善する撮像分解能とより低い周波数で改善する侵入深さとの間にトレードオフが存在する。今日までのと

10

20

30

40

50

ころ、p M U Tアレイは、限定帯域幅（例えば、1を十分に下回っている比帯域幅）を有する。従って、p M U Tアレイを使用する変換器は、典型的に用途特定であり、例えば、「胃腸超音波検査」は、恐らく2 - 6 M H zの第1の作動周波数帯域の変換器を必要とし、「心エコー検査」は、恐らく5 - 13 M H zの第2の作動周波数帯域の変換器を必要とする。多重周波数作動及び／又は動的周波数同調が可能なp M U Tアレイは、有利な態様において、超音波変換器オペレータが試料又は患者を撮像しながら変換器の作動（送信及び／又は受信）周波数帯域を変調することを可能にし、かつ変換器を取り替えるいかなる必要性も排除するであろう。

【課題を解決するための手段】

【0006】

多重周波数p M U Tアレイと多重周波数p M U Tアレイを含むシステムとを本明細書に説明する。実施形態において、p M U Tアレイは、基板の上に配置された複数の圧電変換器要素集団を含む。要素集団の各々は、異なるサイズの圧電膜を有する少なくとも第1及び第2の変換器要素を含み、かつ様々なサイズのあらゆる数の圧電膜を収容することができる。各変換器要素は、圧電膜に結合された駆動／感知電極を有し、駆動／感知電極には、複数のセットの電極レールが結合され、電極レールの各セットは、変換器要素集団のうちの1つだけに結合される。与えられた電極レールセットに対して、第1の電極レールは、（第1のサイズの）第1の変換器要素の駆動／感知電極に電気的に結合されるが、そのセットの第2の電極レールは、（第2のサイズの）第2の変換器要素の駆動／感知電極に電気的に結合される。

【0007】

別々の駆動／感知電極を用いて、集団内の異なる周波数応答の変換器要素は、独立にアドレス可能である。更に別の実施形態に提供されるように、多重周波数p M U Tアレイを通じて媒質内の圧力波を発生及び感知するための装置は、第1の電極レール上に第1の電気駆動信号及び第2の電極レール上に第2の電気駆動信号を印加するためのものであり、及び／又は第1の電極レールからの第1の電気応答信号に対して第1の信号処理及び第2の電極レールからの第2の電気応答信号に対して第2の信号処理を適用するためのものである。超音波変換器装置は、それによって変換器要素の集団内のサブグループに基づいてp M U Tアレイの周波数応答を変調することができる。例えば、第1の要素サブグループが、全てが第2の要素サブグループよりも小さい圧電膜を含む場合、異なる膜サイズに関連付けられた異なる周波数応答特性は、変換器要素の集団に与えられた様々な駆動／感知電極レールを通じて選択及び／又は同調することができる。

【0008】

本発明の実施形態は、添付図面の図に限定ではなく一例として示されている。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】実施形態による二重周波数1 D p M U Tアレイの平面図である。

【図1B】実施形態による二重周波数2 D p M U Tアレイの平面図である。

【図1C】実施形態による多重周波数p M U T集団の平面図である。

【図1D】実施形態により各周波数帯域内に楕円膜及び漸变的サイズを有する二重周波数1 D p M U Tアレイの平面図である。

【図2A】実施形態により図1A～図1Bのp M U Tアレイのいずれにも使用することができる変換器要素の断面図である。

【図2B】実施形態により図1A～図1Bのp M U Tアレイのいずれにも使用することができる変換器要素の断面図である。

【図2C】実施形態により図1A～図1Bのp M U Tアレイのいずれにも使用することができる変換器要素の断面図である。

【図3】実施形態による図1Aの二重周波数p M U Tアレイ内の変換器要素に対する周波数応答曲線を示したグラフである。

【図4A】実施形態による図1Aの二重周波数p M U Tアレイ上で信号を駆動する方法の

10

20

30

40

50

流れ図である。

【図 4 B】実施形態による図 1 A の二重周波数 p M U T アレイから応答信号を受信する方法の流れ図である。

【図 5 A】実施形態により超広帯域幅モードで作動する図 1 A の二重周波数 p M U T アレイに対する累積周波数応答を示したグラフである。

【図 5 B】実施形態により近視野モードで作動する図 1 A の二重周波数 p M U T アレイに対する累積周波数応答を示したグラフである。

【図 5 C】実施形態により遠視野モードで作動する図 1 A の二重周波数 p M U T アレイに対する累積周波数応答を示したグラフである。

【図 6】本発明の実施形態による多重周波数 p M U T 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】

【0010】

以下の説明において、多くの詳細を説明する。しかし、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徴、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での語句「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するとは限らない。更に、特定の特徴、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おいて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 つの実施形態が相互に排他的でないどこでも第 2 の実施形態と組み合わせることができる。

【0011】

具体的にそれ以外を定めない限り、「処理する」、「演算する」、「計算する」、又は「決定する」などのような用語は、コンピュータシステムのレジスタ及び/又はメモリ内で電子のような物理量として表されたデータを操作し、及び/又はコンピュータシステムのメモリ、レジスタ、又は他のそのような情報ストレージ、送信、又は表示デバイス内の物理量として同様に表された他のデータに変換するコンピュータ又はコンピュータシステム又は類似の電子コンピュータデバイスのアクション及び/又は処理を意味する。

【0012】

用語「結合された」及び「接続された」は、それらの派生語と共に、構成要素間の構造的関係を説明するために本明細書に使用することができる。これらの用語は、互いの同義語を意図しないことを理解しなければならない。むしろ、特定の実施形態において、「接続された」は、2 つ又はそれよりも多くの要素が互いに直接に物理的又は電氣的に接触することを示すために使用することができる。「結合された」は、2 つ又はそれよりも多くの要素が互いに直接又は間接（これらの間の他の介在要素により）のいずれかで物理的又は電氣的に接触し、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（例えば、原因及び効果関係にあるような）ことを示すために使用することができる。

【0013】

一般的に、本明細書に説明する実施形態は、p M U T アレイの周波数成形機能を利用して同じデバイスにおいて高周波及び低周波作動の両方を達成する。高及び低周波数の両方で作動する機能は、関連の特定の侵入深さでの最適分解能に適応的に調節するようにデバイスの使用中に調整することができる。p M U T アレイ内の周波数成形は、いくつかの技術によって達成することができるが、例示的な実施形態において、様々なサイズの圧電膜が、膜にわたる共振周波数を調整するために製作される。様々なサイズ指定された圧電膜は、次に、2 つ又はそれよりも多くの電極レールによって互いにグループにされるか又は集合体にされ、サイズ指定された変換器要素のその 2 つ又はそれよりも多くのグループ間の独立アドレス指定を可能にする。2 つ又はそれよりも多くの電極レールの各々から発

10

20

30

40

50

生及び／又は受信される駆動及び／又は応答信号の信号処理は、次に、近視野モード、遠視野モード、及び超広帯域幅モードのようなデバイスのための様々な作動モードを達成することができる。

#### 【0014】

図1Aは、実施形態によるpMUTアレイ100の平面図である。実施形態において、pMUTアレイは、基板の上に配置された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ある周波数応答を有する集合体要素として作動するためのものである。一般的に、あらゆる数の圧電変換器要素は、アレイ面積及び要素ピッチに応じて集団として互いに集合体にすることができる。図1Aに示す実施形態において、各圧電変換器要素集団（例えば、110）は、y次元に沿って線形アレイを形成し、圧電変換器要素は、基板の幅 $W_1$ の少なくとも5倍、好ましくは、少なくとも1桁大きい基板の長さ $L_1$ にわたって単一縦列（すなわち、中心が、直線に沿って位置合わせされる）に位置合わせされる。要素集団がアレイにされる他の幾何学形状も、集団レベルでビーム形成技術を適用することができるように、pMUTアレイ各要素集団がアレイ内に既知の空間関係を有するものであるという指針原理によって可能である。図1Aの例示的な実施形態に対して、ビーム形成技術は、x方向に沿ってIDアレイを形成する要素集団110、120、130、140を用いて容易に適用することができる。

10

#### 【0015】

実施形態において、各要素集団は、異なるサイズの圧電膜を有する少なくとも第1及び第2の変換器要素を含む。スペクトル応答は、異なる膜サイズ（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り容易に調整することができる。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セットの変換器要素サイズを含む。

20

#### 【0016】

一般的に、あらゆる数の異なる膜サイズを要素集団内で利用することができる（例えば、2～20又はそれよりも多くの異なる膜サイズ（例えば、直径））。図1Aによって示すように、各駆動／感知電極（例えば、110'）は、3つの異なるサイズ（例えば、111A、112A、113A）を有する変換器要素に結合される。直径の範囲は、一般的に、膜剛性及び質量の関数としての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、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、より大きいサイズの増分に対して周波数重なりがより少ない。増分量を選択して、望ましい作動モードに対して十分な3dB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、近視野作動モードに対して、20～150 $\mu$ mの範囲の変換器直径は、図2A～図2Cの関連で説明する全体構造を有する変換器からのMHz周波数応答に対して典型的であると考えられる。2～10 $\mu$ mの直径増分は、典型的には、3dB帯域幅を有する累積応答を提供するのに十分な応答重なりを提供するであろう。

30

40

#### 【0017】

実施形態において、pMUTアレイは、変換器要素集団の1つだけに結合された各セットの電極を有する複数の電極レールセットを含む。一般的に、与えられた要素集団内で、個々の変換器要素の駆動／感知電極は、1つの駆動／感知レールに結合された全ての要素駆動／感知電極が同じ電位にあるように、少なくとも2つの別々の駆動／感知電極レールのうちの1つに並列に電氣的に結合される。各変換器要素集団に対する2つの別々の駆動／感知電極レールにより、第1の電極レールは、第1の変換器要素の駆動／感知電極に電氣的に結合され、第2の電極レールは、第2の変換器要素の駆動／感知電極に電氣的に結合される。例えば、図1において、要素集団110は、駆動／感知電極レール110'に結合された駆動／感知電極を有する変換器要素111A、112A、113A、111B

50

、 1 1 2 B、及び 1 1 3 Bを含むが、要素 1 1 4 A、1 1 5 A、1 1 6 A、1 1 4 B、1 1 5 B、及び 1 1 6 Bは、駆動／感知電極レール 1 1 0" に結合された駆動／感知電極を有する。同様に、変換器要素集団 1 2 0の駆動／感知電極は、駆動／感知電極レール 1 2 0' 又は 1 2 0" に並列に結合される。

#### 【 0 0 1 8 】

各駆動／感知電極レール（例えば、1 1 0' ）は、いずれの他の駆動／感知電極レール（例えば、1 1 0" 又は 1 2 0' 、その他）とも独立に電氣的にアドレス可能である。駆動／感知電極レール及び基準（例えば、接地）電極レールは、図 2 A～図 2 Cの断面図に描かれている。図 1 Aにおいて、駆動／感知電極レール 1 1 0' 及び駆動／感知電極レール 1 1 0" は、アレイ内の反復セルを表している。例えば、変換器要素集団 1 1 0に対して、第 1の駆動／感知電極レール 1 1 0' は、第 1の端部 1 2 7に結合され、第 2の駆動／感知電極レール 1 1 0" は、第 2の端部 1 2 8に結合されて互いに噛み合った指構造を形成する。駆動／感知電極レール 1 2 0' 及び駆動／感知電極レール 1 2 0" は、任意的なサイズの ID 電極アレイ（例えば、1 2 8 集団の 2 5 6 電極レール、その他）を形成する追加のセルを用いて互いに噛み合った構造を繰り返す。

10

#### 【 0 0 1 9 】

実施形態において、同じ変換器要素集団に対応する駆動／感知電極レールは、異なる非重なりサイズ範囲の変換器要素に結合される。例えば、n 変換器要素の集団が、徐々により大きくなる膜の直径の範囲を覆う  $i = 1, 2, 3, 4, 5$  及び 6 を有する  $i$  個の異なるサイズの圧電膜を含む場合、第 1の駆動／感知電極レールは、サイズ  $i = 1 - 3$  の膜に結合されるが、第 2の駆動／感知電極レールは、サイズ  $i = 4 - 6$  の膜に結合される。図 1 Aに更に示すように、3つの最小の膜に互いになっている変換器要素 1 1 1 A、1 1 2 A、及び 1 1 3 Aは、全て駆動／感知電極レール 1 1 0' に結合される。同様に、3つの最大の膜に互いになっている変換器要素 1 1 4 A、1 1 5 A、及び 1 1 6 Aは、全て駆動／感知電極レール 1 1 0" に結合される。本明細書の他の箇所で更に説明するように、要素集団の  $m$  個のサブグループ（ $m$  は、1つのセットのレール内で付番した駆動／感知レールである）へのこの分離は、p M U T アレイが異なる周波数帯域で作動すること（すなわち、多重ヘルツ作動）を可能にする。

20

#### 【 0 0 2 0 】

実施形態において、各要素集団は、第 1のサイズの圧電膜を有する複数の第 1の変換器要素を含み、かつ第 2のサイズの圧電膜を有する複数の第 2の変換器要素を含む。異なる変換器要素（すなわち、膜）のサイズの数が増加すると、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増加する時に下がると予想される。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場合、長さ  $L_1$  に沿った同じサイズの変換器の有効なピッチは、集団の各追加の変換器サイズと共に縮小する。各圧電変換器要素集団内に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めることで、分解能を改善することができる。図 1 Aに示す例示的な実施形態に対して、駆動／感知電極レール 1 1 0' は、第 1のサイズ（例えば、最小直径膜）の圧電変換器要素 1 1 1 A 及び 1 1 1 B、第 2のサイズ（例えば、次の最小直径膜）の要素 1 1 2 A、1 1 2 B、及び 3つの異なる膜サイズの要素 1 1 3 A、1 1 3 Bに電氣的に結合される。同様に、駆動／感知電極レール 1 1 0" は、第 1のサイズ（例えば、最大直径膜）の第 1の変換器要素 1 1 4 A 及び 1 1 4 Bの各々の駆動／感知電極に電氣的に結合される。

30

40

#### 【 0 0 2 1 】

例示的な実施形態において、変換器要素サブグループ 1 1 8 Aは、要素集団 1 1 0が配置された基板 1 0 1の長さに沿って 1 1 8 Bのように繰り返される。各変換器要素サブグループ 1 1 8 A、1 1 8 Bは、第 1又は第 2の電極レール 1 1 0' 及び 1 1 0" のうちの 1つに結合された各公称膜サイズの 1つの圧電変換器要素を含む。従って、サブグループ 1 1 8 Aは、p M U T アレイ 1 0 0の最小反復単位セルを表している。この例示的な実施形態において、この空間レイアウトは、駆動／感知レール 1 1 0' 及び 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つの介在要素によって離間されるが、1つ

50



の要素サブグループが占めるサブグループの長さ以下だけ離間している同じサイズの変換器要素（例えば、111A及び111B）を有することを保証する。これは、信号の均一性を改善する効果を有する。分解能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のも有利である。更に別の実施形態においてかつ図1Aによっても示すように、第1の電極レール（例えば、110'）に結合された変換器要素（例えば、111A - 114A）は、第2の電極レール（例えば、110''）に結合された変換器要素（例えば、115A）によって離間される。駆動/感知電極レールの対のこの相互噛み合いは、要素集団の空間分布が駆動/感知電極レールの対の間で均一であることを保証する。

#### 【0022】

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）態様は、図2A～図2Cとの関連で簡単に説明される。図2A～図2Cに示す構造は、主として、本発明の特定の態様の関連として及び圧電変換器要素構造に対して本発明の広い適用性を更に示すように含まれることは認められるものとする。図2A、図2B、及び図2Cは、実施形態によりpMUTアレイ100のいずれか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。図2Aは、図1Aのa - a'線に沿った断面に対応するが、図2B及び図2Cは、図1Aのb - b'線に沿った断面に対応する。

#### 【0023】

図2Aにおいて、凸面変換器要素202は、作動中にpMUTアレイ100の振動外面の一部分を形成する上面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、駆動/感知電極212と基準電極214の間に配置された凸面又はドーム形圧電膜210を含む（すなわち、圧電膜202は、回転楕円体幾何学形状を有する）。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）によって形成される。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、ドーパポリメチルメタクリレート（PMM）ポリマー粒子及び窒化アルミニウム（AlN）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212、214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/感知電極の導電材料は、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、AuSn、IrTiW、AuTiW、AuNi、その他）、これらの酸化物（例えば、IrO<sub>2</sub>、NiO<sub>2</sub>、PtO<sub>2</sub>、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そのような機能に対して当業技術で公知のいずれかとすることができる。

#### 【0024】

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、製作中に支持体及び/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から絶縁するように更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232は、第1の駆動/感知電極レール110'を通じて駆動/感知電極212を駆動/感知回路に接続する。類似の相互接続部は、基準電極214を基準電極レール234に結合し、基準電極レール234は、例えば、集団の全ての変換器要素に結合することができる。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、10～50μm、及び膜224の例示的な厚みは、2～20μmに及んでいる。

#### 【0025】

図 2 B は、変換器要素 2 0 2 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 2 4 2 の別の例示的な構成を示している。変換器要素 2 4 2 は、静止状態で凹面である凹面圧電膜 2 5 0 を示す（すなわち、圧電膜 2 5 0 は、回転楕円体幾何学形状を有する）。ここで、駆動 / 感知電極 2 1 2 は、第 2 の駆動 / 感知電極ルール 1 1 0 " に結合されている。

#### 【 0 0 2 6 】

図 2 C は、変換器要素 2 0 2 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 2 8 2 の別の例示的な構成を示している。変換器要素 2 6 2 は、静止状態で平面である平面圧電膜 2 9 0 を示し、要素 2 0 2、2 4 2 とは異なり曲げモードで作動し、従って、膜 5 7 5（典型的に、シリコンのもの）を更に含む。ここで、駆動 / 感知電極 2 1 2 は、平面圧電膜 2 9 0 の上面の上に配置されているが、基準電極 2 1 4 は、底膜面の下に配置されている。図 2 A ~ 図 2 C の各々に示すものとは反対の駆動 / 感知電極及び基準電極構成（すなわち、圧電膜の下に配置された駆動 / 感知電極）も勿論可能である。

#### 【 0 0 2 7 】

実施形態において、複数のセットの電極ルールは、基板の第 1 及び第 2 の次元に沿って電極ルールの 2 次元アレイを形成する。図 1 A は、例示的な 1 D p M U T アレイ 1 0 0 を示すが、図 1 B は、例示的な 2 D p M U T アレイ 1 9 0 の平面図である。各変換器要素集団内には、実施形態により異なるサイズの変換器要素 A、B、C、及び D がある。図示のように、基板 1 0 1 にわたってタイル張りされているのは、y 次元の縦列 C 1 を形成する複数の要素集団 1 1 0 A、1 1 0 B、1 1 0 C など、及び x 次元の横列 R<sub>1</sub> を形成する 1 1 0 A、1 2 0 A、1 3 0 などである。横列 R<sub>1</sub> - R<sub>5</sub> 及び C<sub>1</sub> - C<sub>5</sub> は、従って、要素集団の 5 x 5 アレイを提供する。1 D p M U T アレイ 1 0 0 と同様に、2 D p M U T アレイ 1 9 0 は、各集団（例えば、1 1 0 A）の変換器要素（例えば、要素 A、B に結合された 1 1 0 A' 及び要素 C、D に結合された 1 1 0 A"）の個別のものに結合された少なくとも 2 つの駆動 / 感知電極（例えば、1 1 0 A' 及び 1 1 0 A"）を含む。

#### 【 0 0 2 8 】

図 1 A は、集団の要素が 1 対の駆動 / 感知電極（例えば、1 1 0' 及び 1 1 0"）に結合された例示的な実施形態を示すが、図 1 C は、より一般的に、i 個の異なるサイズの n 個の変換器要素の集団 1 8 0 を m 個の別々の駆動 / 感知電極に結合することができることを示している。アレイ 1 0 0 におけるように、変換器要素集団 1 8 0 は、平行な縦軸 1 5 1 を有する駆動 / 感知電極ルールと共に縦方向集団軸 1 5 1 を中心に全ての変換器要素を有する線形アレイを形成する。駆動 / 感知電極ルール経路指定は、一般的に、設計選択の問題であるが、図 1 A 及び図 1 C に示す駆動 / 感知電極ルールは、有利な態様において、隣接する要素集団間に経路指定され、集団間の電気機械的結合を低下させ、それによってクロストークを低下させる。

#### 【 0 0 2 9 】

m 個の駆動 / 感知電極ルールにより、p M U T アレイの作動を変調し、与えられた駆動 / 感知電極ルールに結合された要素サイズ i に対応する周波数帯域の 1 つ又はそれよりも多くを強調することができる。n 個の変換器要素の集団は、m = n 個の駆動 / 感知電極を有することができるが、特徴部ピッチ及び感度の制限のために、m は、n よりも小さいことが好ましい。変換器要素集団が、同じサイズの j > 1 変換器要素を含む場合、要素集団内の同じサイズの変換器は、異なる駆動 / 感知電極の個別の操作により集団のスペクトル応答を調節する機能を維持するように、同じ駆動 / 感知電極ルールに結合されることになる。更に、m 個の駆動 / 感知電極ルールの各々が 1 つよりも多いサイズ（すなわち、i > 1）の変換器要素に結合される場合に、各ルールに関連付けられた周波数帯域は、様々なサイズの変換器要素の合計応答になる。例えば、第 1 の範囲の膜サイズ（例えば、直径）を有する i 個の変換器要素の第 1 の部分集合は、i 個の変換器要素の第 2 の部分集合によって第 2 の電極ルールに出力される i - y 個の異なる周波数応答よりも全てが低いものである y の異なる周波数応答を第 1 の電極ルールの出力するものである。従って、m 個の駆動 / 感知電極の数は、与えられたアレイが作動させることができる異なる周波数帯域の数

10

20

30

40

50

を指定する（例えば、二重周波数モードの作動に対して  $m = 2$ 、及びいずれかの他の多重モードに対して  $m > 2$ ）。

#### 【0030】

他の回転対称膜実施形態において、膜は楕円形である。楕円形膜実施形態（又は膜が本明細書の他の箇所に説明するように非平面の静止状態を有する楕円体実施形態）は、潜在的により大きい曲線因子を提供し、回転対称性を円形又は球形膜に対する全ての回転角度から単に二重対称性（ $180^\circ$ ）まで低下させることにより、モード形状は、分離された共振周波数を有するより多くの異なるモードに容易に分けることができる。図1Dは、実施形態により各周波数帯域内に楕円膜及び漸变的サイズを有する二重周波数1DpMUTアレイ181の平面図である。図示のように、変換器のチャンネル110は、楕円膜1010AA-1010JAに結合された第1の電極レール110'を含み、全ては、第1の軸 $C_1$ 及び漸次的に変動する第2の軸 $B_1 - B_5$ を有する。チャンネル100は、楕円膜1010AB-1010JBに結合された第2の電極レール110''を更に含み、全ては、第2の軸 $C_2$ 及びまた漸次的に変動する第2の軸 $B_1 - B_5$ を有する。従って、第1の電極レール110'は、第2の電極レール110''よりも大きいサイズの集団の膜に結合される。B軸（例えば、基板のy軸）は、アレイの1次元に沿ってそれぞれ要素1010AA、1010AE、1010JAに対して $B_1$ から $B_5$ まで増分され、次に、 $B_1$ まで落ちて戻っている。従って、膜サイズは、レール110'及び110''に結合された隣接する要素による段階的方式で漸次的に増加及び/又は減少する。アレイの距離にわたる漸变的膜サイズは、大幅に異なるサイズの第1及び第2の膜の間の非建設的位相整合を軽減することが見出されている。従って、電極レールに結合された集団の膜が異なるサイズのものである場合、その集団の最大及び最小の膜の間のサイズの差よりも小さいあらゆる2つの隣接する膜の間にサイズの差があるように、基板にわたってその集団を空間的に配置することが有利である。

#### 【0031】

図3は、実施形態による二重周波数pMUTアレイ100内の変換器要素の集団の累積周波数応答曲線を示したグラフである。図3において、周波数応答は、電極レール110'及び110''の両方に印加された基準電極駆動信号に対するものである。例えば、駆動/感知電極レール110'に印加される駆動信号は、駆動/感知電極レール110''に印加されるものと同じ基準振幅の時変電圧波形を有する。同様に、図3に示す周波数応答は、同じ信号処理に対応する。例えば、同じ増幅係数が、電極レール110'及び110''の各々で受信した応答信号の各々に適用される。図示のように、 $F_{116}$ 、 $F_{115}$ 、及び $F_{114}$ の増加する中心周波数を有する周波数応答は、駆動/感知電極レール110''によって駆動されて感知される時に、それぞれ異なるサイズの変換器要素116A、B、115A、B、及び114A、Bの応答周波数に対応する。同様に、 $F_{113}$ 、 $F_{112}$ 、及び $F_{111}$ の増加する中心周波数を有する第2の周波数応答は、駆動/感知電極レール110'によって受信される時に、それぞれ異なるサイズの変換器要素113A、B、112A、B、及び111A、Bの応答周波数に対応する。圧電変換器要素の感度は、一般的に、圧電膜のサイズの縮小と共に減少し、従って、電力利得は、周波数の減少と共に減少するように示されている。

#### 【0032】

図4Aは、実施形態により二重周波数pMUTアレイ100上で信号を駆動するための送信方法401の流れ図である。図4Bは、実施形態により二重周波数pMUTアレイ100からの信号を感知するための受信方法402の流れ図である。一般的に、方法401及び402は、異なる特性の周波数応答を有する変換器要素集団のサブグループへの独立アクセスを独立駆動信号調整、独立応答信号調整又はその両方により利用して様々なモードのうちの1つでpMUT100を作動させることができる方法の例である。方法401及び402は、典型的には、別々の変換器要素集団の電極レール間で利用するいずれかのビーム形成技術を適用する単一変換器要素集団の周波数応答にわたるこの実施形態の制御において達成することができる。従来のビーム形成技術と方法401及び402の間の顕

10

20

30

40

50

著な差は、方法 401 及び 402 が、異なる周波数応答を有する 1 つの要素集団のサブグループの間に適用されるのに対して、従来のビーム形成技術は、本質的に同じ周波数応答を有する電極の間に実施されることである。従って、pMUT アレイに対する特性周波数応答は、上述したようなものであり（例えば、図 3 において）、方法 401 及び 402 は、pMUT アレイ（例えば、pMUT アレイ 100）内の要素集団の周波数応答を変調するように機能する。

#### 【0033】

方法 401 及び 402 は、ユーザの指令の受信に応答して自動的に適用され、媒質内の圧力波を発生及び感知するための装置に対して作動モードを動的に選択することができ、又は方法 401 及び 402 は、例えば、現場サービスなどのような特定の作動モードのための装置のような事前構成の手段として自動的に適用することができる。作動 405 において、第 1 の電気駆動信号を発生させ、作動 410 において、第 2 の電気駆動信号を発生させる。pMUT において別々の駆動 / 感知電極に印加可能である当業技術で公知の駆動信号を発生させるためのあらゆる手段は、作動 405 及び 410 に使用することができ、それに対する例示的なハードウェアは、図 6 との関連で更に説明する。第 2 の電気駆動信号は、第 1 のものの導関数であるか又は別々に発生させることができ、第 1 の電気駆動信号に対して既知の位相を有することになる。作動 415 において、第 1 及び第 2 の電気駆動信号の振幅（A）又は位相（ $\phi$ ）は、互いに対して変調され、pMUT アレイの侵入深さを制御する。更に別の実施形態において、第 1 及び第 2 の電気駆動信号の周波数は、異なる場合もある（例えば、別々の非重なり帯域のもの）。振幅及び位相を変調するための技術は、従来のビーム形成技術との関連で公知であり、いずれのそのような技術も、侵入深さ制御の特定の目的に対して適用することができる。作動 420 において、第 1 及び第 2 の電気信号は、変調されると、次に、与えられた変換器要素変換器要素の集団を分離するように結合された第 1 及び第 2 の電極レールに印加される。

#### 【0034】

受信方法 402 は、作動 430 及び 435 において第 1 及び第 2 の駆動 / 感知電極レールからの第 1 及び第 2 の電気応答信号の受信と、与えられた変換器要素集団に対する累積応答を独立に発生させる第 1 及び第 2 の応答信号の信号処理とを伴う。440 における信号処理の目的は、別々の周波数帯域として周波数応答を調節し、変換器要素集団の全帯域幅を最大にし（例えば、3dB コーナー周波数に対して）、又は遠視野又は近視野モードに対して他のものに勝る周波数応答帯域のうちの 1 つを強調することのいずれかである。

#### 【0035】

図 5A は、実施形態による超広帯域幅モードで作動する二重周波数 pMUT アレイ 100（図 1A）に対して累積周波数応答を示したグラフである。超広帯域幅モードにおいて、与えられた変換器要素集団間の電気駆動及び応答信号を独立に変調し、累積応答の帯域幅を最大にする。図 5A は、3dB コーナー 501、502 に対する帯域幅を有する累積周波数応答を示している。pMUT アレイ 100 に対する固有周波数応答は、駆動及び / 又は応答信号の独立変調なしに図 3 に示すようなものであると仮定すると、駆動 / 感知電極 110' に結合された変換器要素の高周波サブグループ（例えば、最小圧電膜を示す）は、不十分な電力利得を有し、低周波サブグループにおいて最も感度の高い変換器要素（例えば、最大圧電膜を含む）の 3dB に含まれると考えられる。例えば、図 3 に示すように、 $f_{111}$  は、 $f_{116}$  の 3dB 内にはない。

#### 【0036】

方法 401 及び 402 の適用により、適用された駆動電圧、位相差、又は応答信号振幅のうちの 1 つ又はそれよりも多くは、駆動 / 感知電極 110" に適用された駆動電圧及び / 又は応答信号振幅に対して駆動 / 感知電極 110' に対して増加され（例えば、より大きい電圧振幅、異なる位相、又はより大きい増幅係数）、より感度の低い高周波数（HF）の変換器サブグループの電力利得をより感度の高い低周波数（LF）変換器サブグループの 3dB 内まで上げる。図 5A に示すように、 $f_{111}$  は、 $f_{116}$  の 3dB 内まで上げられ、累積応答帯域幅を個々に LF 及び HF 帯域幅のいずれかのものを超えて拡大する

。

## 【0037】

図5Bは、実施形態により近視野モードで作動する二重周波数pMUTアレイ100(図1A)に対して累積周波数応答を示したグラフである。近視野モードにおいて、与えられた変換器要素集団間の電気作動及び応答信号を独立に変調し、最高合計周波数応答を有する変換器要素集団サブグループに対して近視野分解能を最大にする。pMUTアレイ100に対する固有周波数応答が、駆動及び/又は応答信号の独立変調なしで図3に示すようなものであると仮定すると、駆動/感知電極110"に結合された変換器要素の低周波サブグループは、過度の電力利得を有して近視野画像を提供すると考えられ、代わりにより遠視野の感度を提供する傾向があると考えられる。しかし、方法401及び402の適用により、適用された駆動電圧又は応答信号増幅のうちの1つ又はそれよりも多くは、駆動/感知電極110"のものに対して駆動/感知電極110'に関して増加する。例えば、より小さい電圧振幅(例えば、0V又は何らかの公称非ゼロ電圧)又はより小さい増幅係数は、駆動/感知電極110'に適用された駆動電圧及び/又は応答信号増幅に対して駆動/感知電極110"に適用され、自然により感度の高い変換器サブグループ(LFグループ)の電力利得をより感度の低いHF変換器サブグループにおける最も感度の高い要素の3dBよりも低くなるまで下げることができる。例えば、図5Bに示すように、 $f_{16}$ は、pMUTアレイ内のあらゆる与えられた変換器要素集団からの周波数応答が、例えば、心エコー検査用途において有用な5~13MHzの範囲の中心周波数を有するように、LF変換器サブグループにおいて最も感度の高い変換器要素よりも低い3dBよりも高い。

10

20

## 【0038】

図5Cは、実施形態により遠視野モードで作動する二重周波数pMUTアレイ100(図1A)に対して累積周波数応答を示したグラフである。遠視野モードにおいて、与えられた変換器要素集団間の電気作動及び応答信号を独立に変調し、最低合計周波数応答を有する変換器要素集団サブグループに対して遠視野分解能を最大にする。pMUTアレイ100に対する固有周波数応答が、駆動及び/又は応答信号の独立変調なしで図3に示すようなものであると仮定すると、駆動/感知電極110'に結合された変換器要素の最も感度の高いHFサブグループは、過度の電力利得を有して遠視野画像を有すると考えられ、代わりに有意な近視野感度を含むと考えられる。別々の駆動/感知電極の各々に対して適正に選択された膜直径により、遠視野画像分解能は、信号調整により近視野感度に関連付けられた変換器要素応答を切り捨てることによってあらゆる深さに対して調整することができる。例えば、方法401及び402の適用により、適用された駆動電圧又は応答信号増幅のうちの1つ又はそれよりも多くは、駆動/感知電極110"のものに対して駆動/感知電極110'に関して減少する。例えば、より小さい電圧振幅(例えば、0V又は何らかの公称非ゼロ電圧)又はより小さい増幅係数は、駆動/感知電極110"に適用された駆動電圧及び/又は応答信号増幅に対して駆動/感知電極110'に適用され、感度の低いサブグループ(HF)の更に最も感度の高い変換器要素の電力利得をLF変換器サブグループにおいて最も感度の高い要素の3dBよりも低くなるまで下げることができる。例えば、図5Cに示すように、 $f_{111}$ は、pMUTアレイ内のあらゆる与えられた変換器要素集団からの周波数応答が、例えば、「胃腸超音波検査」用途において有用な2~6MHzの範囲の中心周波数を有するように、低周波数変換器サブグループにおいて最も感度の高い変換器要素よりも低い3dBよりも高い。

30

40

## 【0039】

注意すべきことに、方法401及び402並びに図5A~図5Cに示す周波数応答調整は、各変換器要素集団に結合された2つの駆動/感知電極レールを含む駆動/感知電極レールセットとの関連で説明されるが、これらの例示的な方法及び関連の周波数応答は、同じ方法が2つよりも多い駆動/感知電極レールを使用して2つよりも多い周波数帯域にわたって多重周波数応答調整を達成する実施形態にも適用可能である本明細書に説明するpMUT実施形態の最も簡単な形態であるに過ぎないことは理解されるものとする。

50

## 【0040】

図6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600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600は、水、組織物質、その他のような媒質内に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600は、1つ又は複数の媒質内の内部構造変動の撮像が関連する医療診断、製品欠陥検出、その他におけるような多くの用途を有する。装置600は、少なくとも1つのpMUTアレイ616を含み、pMUTアレイ616は、各要素集団の少なくとも2つの駆動/感知電極を有する本明細書の他の箇所に説明するpMUTアレイのいずれかとなることができる。例示的な実施形態において、pMUTアレイ616は、必要に応じてpMUTアレイ616の外面向く方向及び位置（例えば、撮像すべき区域に向ける）を変えるために機械によって又は装置600のユーザによって操作することができるハンドル部分614に収容することができる。電気コネクタ620は、pMUTアレイ616の別々のチャンネルとしての各駆動/感知電極レールをハンドル部分614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。

10

## 【0041】

実施形態において、装置600は、少なくとも1つの信号発生器を含み、信号発生器は、例えば、電気コネクタ620としてpMUTアレイ616に結合されたこのような目的のために当業技術で公知のあらゆるものとなることができる。信号発生器は、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、第1の信号発生器は、第1の電気駆動信号を印加して圧電変換器要素集団内の一部の要素を2MHz～6MHzの周波数で共振させるためのものであるが、第2の信号発生器は、第2の電気駆動信号を印加して圧電変換器要素集団の他の要素を5MHz～13MHzの周波数で共振させるためのものである。実施形態において、各信号発生器は、制御信号を非直列化する非直列化回路604を含み、これは、次に、逆多重化器606によって逆多重化される。例示的な信号発生器は、デジタルアナログコンバータ(DAC)608を更に含み、pMUTアレイ616において個々の変換器要素チャン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610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をし、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。各変換器要素集団は、1セットの駆動/感知電極を含み、各セットは、少なくとも2つの駆動/感知電極を有し、このようなビームステアリングは、各セットの駆動/感知電極に対応する駆動電圧信号に適用され、pMUTアレイ内のこれらの空間配置に基づいて要素集団に適正にアドレス指定するためのものであることに注意されたい。pMUTチャンネルコネクタ602と信号発生器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616を切り換えるスイッチネットワーク612である。更に別の実施形態において、スイッチネットワーク612は、変換器要素集団の各々に結合された第1及び第2の駆動/感知電極の間で切り換える（例えば、近視野及び遠視野モードの間で切り換える）のに利用することもできる。

20

30

## 【0042】

実施形態において、装置600は、少なくとも1つの信号受信機を含み、信号受信機は、例えば、電気コネクタ620としてpMUTアレイ616に結合されたそのような目的のために当業技術で公知のあらゆるものとなることができる。信号受信機は、pMUTアレイ616において各々駆動/感知電極チャンネルから電気応答信号を収集するためのものである。例示的な実施形態において、これらの電気信号は、第2の電気応答信号の帯域幅よりも高い帯域幅を張る第1の周波数応答を有する第1の電気応答信号を含む。信号受信機は、更に、同じ変換器要素集団（例えば、高周波チャンネルに適用されたより大きい増幅）のチャンネルの間で異なる1つ又はそれよりも多くの増幅係数を各チャンネルから受信した電気応答信号に適用するためのものである。信号受信機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)614は、電圧信号を受信し、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

40

50

れ、又は最初に信号プロセッサに通すことができる。例示的な信号プロセッサは、デジタル信号を圧縮するデータ圧縮ユニット626を含む。マルチプレクサ618及び直列化回路628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生成することにな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更に処理することができる。

#### 【0043】

上記説明は、限定ではなく例示を意図していることは理解されるものとする。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ことを理解しなければならない（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）。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されたが、本発明は、説明した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物及び代替物を用いて実施することができることは認識されるであろう。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こ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されなければならない。

#### 【符号の説明】

#### 【0044】

100 pMUTアレイ

101 基板

110、120、130、140 要素集団

120" 駆動/感知電極レール

L<sub>1</sub> 長さ

10

20

【図1A】

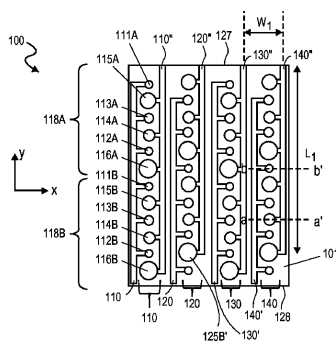


FIG. 1A

【図1B】

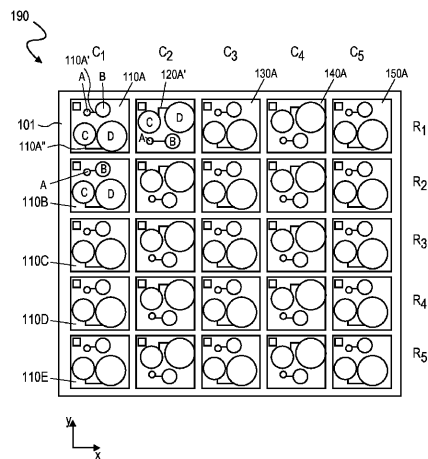


FIG. 1B

【図 1 C】

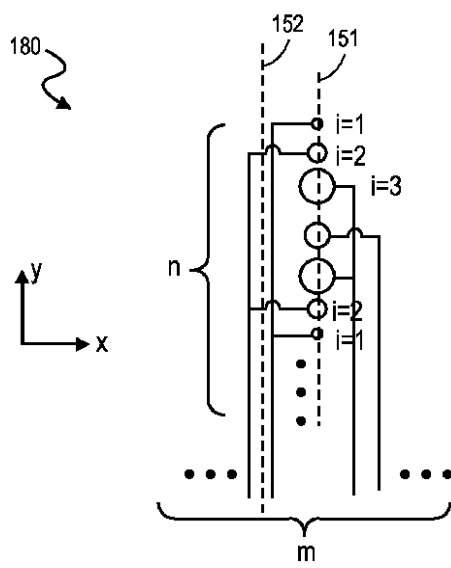


FIG. 1C

【図 1 D】

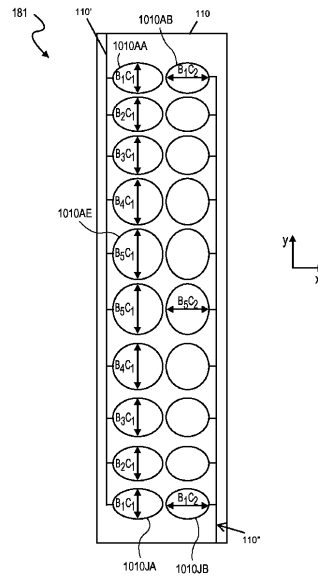


FIG. 1D

【図 2 A】

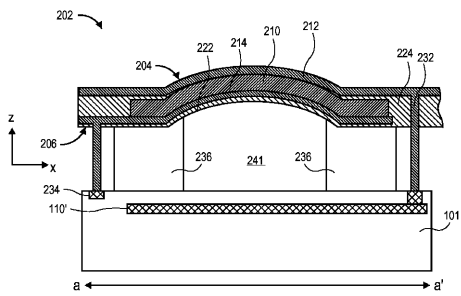


FIG. 2A

【図 2 C】

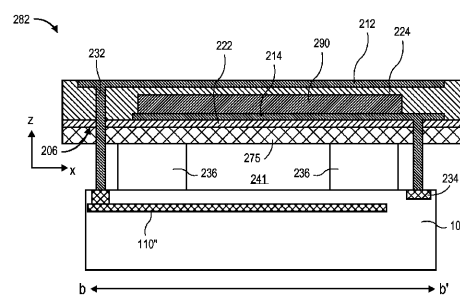


FIG. 2C

【図 2 B】

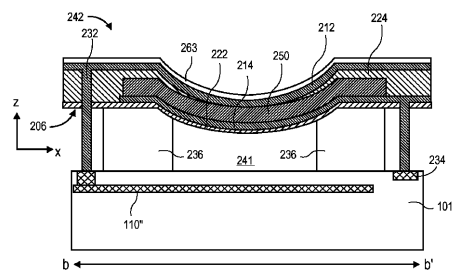


FIG. 2B



【図 3】

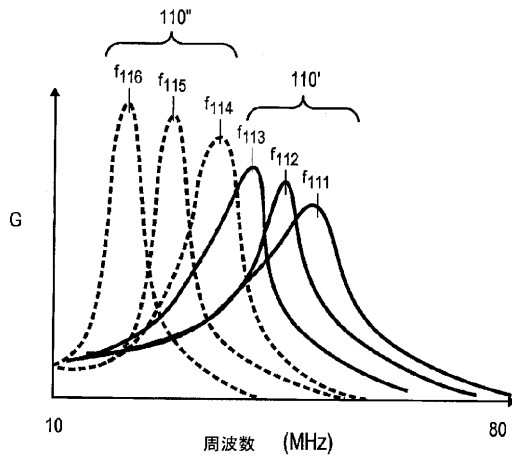


FIG. 3

【図 4 A】

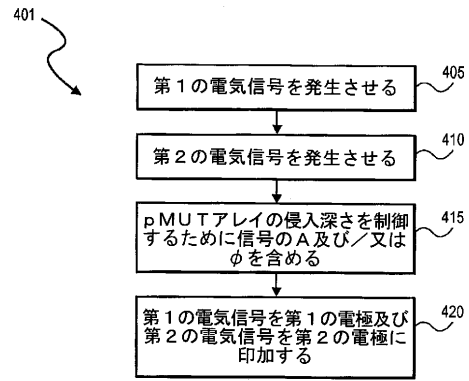


FIG. 4A

【図 4 B】

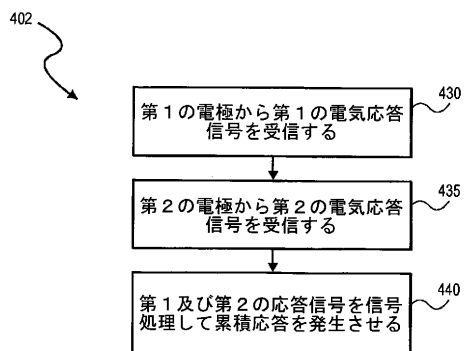


FIG. 4B

【図 5 A】

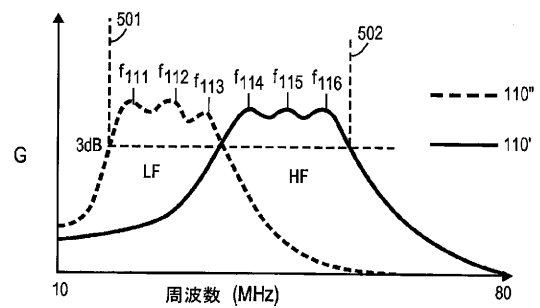


FIG. 5A

【図 5 B】

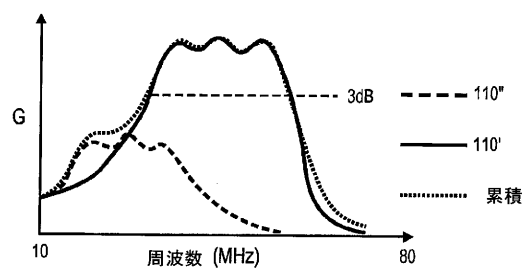


FIG. 5B



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2013/037382

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. B06B1/06 ADD. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B06B H01L Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EP0-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2007/013814 A2 (ANGELSEN BJOERN A J [NO]; JOHANSEN TONNI F [NO]; HANSEN RUNE [NO]; MAA) 1 February 2007 (2007-02-01) page 22, line 24 - page 25, line 11 -----	1-20
Y	US 2008/013405 A1 (MOON WONKYU [KR] ET AL) 17 January 2008 (2008-01-17) paragraphs [0046], [0051], [0079], [0084]; claim 1; figure 11B -----	1-20
A	US 2004/174773 A1 (THOMENIUS KAI [US] ET AL) 9 September 2004 (2004-09-09) abstract paragraph [0028]; claim 1 -----	1-16
<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 28 January 2014		Date of mailing of the international search report 04/02/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Lorne, Benoît

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2013/037382

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007013814 A2	01-02-2007	CN 101262960 A EA 200800408 A1 EP 1912749 A2 JP 4945769 B2 JP 2009503990 A US 2007035204 A1 WO 2007013814 A2	10-09-2008 29-08-2008 23-04-2008 06-06-2012 29-01-2009 15-02-2007 01-02-2007
US 2008013405 A1	17-01-2008	JP 4594286 B2 JP 2008020429 A US 2008013405 A1	08-12-2010 31-01-2008 17-01-2008
US 2004174773 A1	09-09-2004	CN 1527414 A DE 102004011193 A1 JP 4293309 B2 JP 2004274756 A KR 20040078894 A US 2004174773 A1	08-09-2004 16-09-2004 08-07-2009 30-09-2004 13-09-2004 09-09-2004

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(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

Fターム(参考) 2G047 CA01 GB02 GB12 GB17 GB32

4C601 EE06 EE11 GB06 GB50

5D019 AA09 BB21 FF04

专利名称(译)	多频超宽带传感器		
公开(公告)号	<a href="#">JP2015520975A</a>	公开(公告)日	2015-07-23
申请号	JP2015510309	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		
[标]发明人	ハジャティアルマン		
发明人	ハジャティ アルマン		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	B06B1/0629 G01S7/52079 G01S15/8915 G01S15/8952 H01L41/0475 H01L41/098 H04R17/00 H04R2201/401 H04R2201/403 B06B1/0622 G01S7/521 G10K11/346 H01L41/047 H01L41/0825		
FI分类号	H04R17/00.332.A H04R17/00.330.K A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00.330.H		
F-TERM分类号	2G047/CA01 2G047/GB02 2G047/GB12 2G047/GB17 2G047/GB32 4C601/EE06 4C601/EE11 4C601/GB06 4C601/GB50 5D019/AA09 5D019/BB21 5D019/FF04		
代理人(译)	西岛隆义 须田博之 上杉 浩 近藤直树		
优先权	61/641197 2012-05-01 US 13/835500 2013-03-15 US		
其他公开文献	JP6190450B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

# 摘要(译)

以及用于pMUT阵列中的频率整形的技术，其在压电超声换能器（pMUT）阵列中实现高频和低频操作，例如，在同一装置中。在设备的使用期间可以调节在高频和低频下操作的功能，以在特定的感兴趣的穿透深度处自适应地调整最佳分辨率。制造各种尺寸的压电膜以调节跨膜的共振频率。从两个或更多个电极轨中的每一个产生和/或接收的驱动和/或响应信号的信号处理可以通过诸如近视模式，远场模式或超宽带模式的各种操作来完成。模式可以实现。背景技术

(21) 出願番号	特願2015-510309 (P2015-510309)	(71) 出願人	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
(85) 翻訳文提出日	平成26年12月26日 (2014.12.26)		コーポレイテッド
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/037382		アメリカ合衆国 ニューハンプシャー 0
(87) 国際公開番号	WO2013/165706		3766, レバノン, エトナ ロード
(87) 国際公開日	平成25年11月7日 (2013.11.7)		109
(31) 優先権主張番号	61/641,197	(74) 代理人	100082093
(32) 優先日	平成24年5月1日 (2012.5.1)		弁理士 辻居 幸一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100082005
(31) 優先権主張番号	13/835,500		弁理士 熊倉 禎男
(32) 優先日	平成25年3月15日 (2013.3.15)	(74) 代理人	100067013
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 大塚 文昭
		(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 幸喜