

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4660087号
(P4660087)

(45) 発行日 平成23年3月30日(2011.3.30)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int.Cl.	F I	
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	
H O 1 L 41/09 (2006.01)	H O 1 L 41/08	J
H O 1 L 41/08 (2006.01)	H O 1 L 41/08	D
H O 1 L 41/187 (2006.01)	H O 1 L 41/08	H
H O 1 L 41/193 (2006.01)	H O 1 L 41/18	I O I D
請求項の数 9 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-411118 (P2003-411118)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成15年12月10日(2003.12.10)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2004-188203 (P2004-188203A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公開日	平成16年7月8日(2004.7.8)		MPANY
審査請求日	平成18年12月6日(2006.12.6)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ステネ
(31) 優先権主張番号	10/248,022	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成14年12月11日(2002.12.11)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(72) 発明者	チャールズ・イー・バウムガートナー
			アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ
			ユナ、モヒガン・ロード、945番
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超微細加工超音波トランスデューサ装置用バックング材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材上で超微細加工される超音波トランスデューサ・アレイ(2)と、

該超音波トランスデューサ・アレイに接続されている可撓性電氣的接続(16、18)と、

前記基材及び前記可撓性電氣的接続を支持する音響減衰性材料の本体(14)とを備え、

前記音響減衰性材料の本体は、前記基材の両側のエッジを超えて延在している一対のタブを有しており、該タブは前記可撓性電氣的接続を支持していないことを特徴とする超微細加工超音波トランスデューサ装置。

【請求項 2】

前記超音波トランスデューサ・アレイは多数のcMUT(容量型超微細加工超音波トランスデューサ)セルを含んでいる、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記超音波トランスデューサ・アレイは多数のpMUT(圧電型超微細加工超音波トランスデューサ)セルを含んでいる、請求項1に記載の装置。

【請求項 4】

前記基材は第1の領域を有し、前記本体は前記第1の領域よりも大きな第2の領域を有することを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 5】

前記基材は、第一の音響インピーダンスを有する材料で製造されており、前記音響減衰性材料は、前記第一の音響インピーダンスに実質的に整合している第二の音響インピーダンスを有している、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記基材と前記音響減衰性材料の本体との間に配設されている音響インピーダンス・マッチング材の層をさらに含んでおり、該音響インピーダンス・マッチング材の音響インピーダンスは、前記基材の材料の音響インピーダンスと前記音響減衰性材料の音響インピーダンスとの間の値を有している、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記可撓性電氣的接続は、誘電体で製造されている可撓性基材上にプリントされている導電性トレースを含んでいる、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 8】

前記音響減衰性材料の本体は、前記超音波トランスデューサ・アレイの全周に沿って前記超音波トランスデューサ・アレイに隣接して設けられており、前記可撓性電氣的接続は、前記音響減衰性材料の本体のそれぞれの部分の前面及び前記超音波トランスデューサ・アレイの前面に隣接して設けられている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記音響減衰性材料は、ポリ塩化ビニルの母材に分散されているタングステン粒子を含んでいる、請求項 1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的には、超微細加工 (micromachined) 超音波トランスデューサに関する。具体的には、本発明は、容量型超微細加工超音波トランスデューサ (c M U T) に関する。c M U T の特定の応用は、医療診断超音波イメージング・システムにある。

【背景技術】

【0002】

従来の超音波撮像用トランスデューサは、偏極処理 (ポーリング) を施した圧電性セラミックス材料を用いて、電気エネルギーを音波エネルギーへ変換する圧電効果によって音波エネルギーを発生する。走査されている患者の方向である前方方向に伝達される音波エネルギーは、1 以上の音響マッチング層を介して患者に結合される。しかしながら、走査されている患者から離隔する方向に伝達される音波エネルギーは典型的には、トランスデューサ・アレイの背面に配置されている音響バッキング材内に吸収され且つ / 又は散乱される。これにより、音波エネルギーがトランスデューサの背後の構造又は界面から反射して圧電材料に戻ることにより患者の体内の反射から得られる音波画像の品質が低下するのを防いでいる。音響バッキング材用の多数の組成が公知である。例えば、音響バッキング材は、ゴム、エポキシ又はプラスチックのような減衰性軟質材料に金属粒子 (例えばタングステン) を分散させた複合材から成っていてよい。他の音響バッキング材組成を用いてもよい。

30

【0003】

医療診断撮像に用いられる超音波トランスデューサは、広い帯域幅、及び低レベルの超音波信号に対する高感度を有しており、これらの特性から高品質画像の形成が可能になっている。これらの規準を満たして超音波トランスデューサを製造するのに従来用いられている圧電材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) セラミックス及びポリフッ化ビニリデンがある。しかしながら、P Z T トランスデューサは、半導体部品のような超音波システムの他部品を製造するのに用いられている加工技術とは異なるセラミックス製造プロセスを必要とする。従って、半導体部品を製造するのに用いられるものと同じプロセスを用いて超音波トランスデューサを製造できると望ましい。

40

【0004】

近年、半導体プロセスを用いて、容量型 (c M U T) 又は圧電型 (p M U T) 等の超微細加工超音波トランスデューサ (M U T) として知られているの形式の超音波トランスデ

50

ューサを製造することが行なわれている。c M U Tは微小なダイヤフラム様の装置であり、超音波受波信号の音響振動を変調型キャパシタンスへ変換する電極を備えている。送波については、容量電荷を変調して装置のダイヤフラムを振動させることにより、音波を送波する。

【 0 0 0 5 】

M U Tの一つの利点は、「超微細加工（マイクロマシニング）」との頭語で括られる超微細製造プロセスのような半導体製造プロセスを用いて製造できることである。米国特許第6,359,367号（特許文献1）の説明によれば、次の通りである。

【 0 0 0 6 】

「超微細加工は、次の各項の組み合わせ又は部分集合を用いた微視的構造の形成である。すなわち（A）パターニング・ツール（一般的には投影露光装置又はウェーハ・ステッパ等のリソグラフィ）、（B）P V D（物理的気相堆積）、C V D（化学的気相堆積）、L P C V D（低压化学的気相堆積）及びP E C V D（プラズマ化学的気相堆積）のような堆積ツール、並びに（C）湿式化学エッチング、プラズマ・エッチング、イオン・ミリング、スパッタ・エッチング又はレーザー・エッチング等のエッチング・ツール等である。超微細加工は典型的には、シリコン、ガラス、サファイア又はセラミックス製の基材又はウェーハ上で行なわれる。かかる基材又はウェーハは一般的には、極めて平坦且つ滑らかであり、インチ単位の横寸法を有している。これらの基材又はウェーハは通常、カセット内のグループとして、加工ツールから加工ツールへ移動しながら加工される。各々の基材は、製品の多数の複製を組み入れることができ、有利である（但し必須ではない）。超微細加工には大きく分けて二つの形式がある。すなわち、（1）バルク超微細加工。この場合にはウェーハ又は基材はその厚みの大部分を蝕刻される、及び（2）表面超微細加工。この場合には蝕刻は一般的には、表面、具体的には表面上の薄膜堆積フィルムに限られる。本書で用いられる超微細加工の定義は、超微細加工が可能な従来の又は公知の材料の利用を含んでおり、かかる材料としては、シリコン、サファイア、あらゆる形式のガラス材料、ポリマー（ポリイミド等）、多結晶シリコン、窒化シリコン、酸窒化シリコン、アルミニウム合金、銅合金及びタングステンのような薄膜金属、スピン・オン・ガラス（S O G）、埋め込み（implantable）ドーパ剤又は拡散ドーパ剤、並びに酸化シリコン及び窒化シリコンのような成長フィルム等がある。」

本書でも同じ超微細加工の定義を採用する。

【特許文献1】米国特許第6,359,367号

【特許文献2】米国特許出願公報第US2002/0048219号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

容量型超微細加工超音波トランスデューサ装置を用いて発生される音波エネルギーは、超音波エネルギーを発生するのに圧電材料に頼っていない。寧ろ、c M U Tの基本構造は、導電性電極の上方に狭い間隙を空けて懸吊されている導電性の膜又はダイヤフラムによるものである。膜と電極との間に電圧を印加すると、クーロン力によって膜が電極に引き付けられる。印加した電圧が経時的に変化すれば膜位置も変化するので、膜が位置を移動するにつれて装置の表面から放射する音波エネルギーが発生する。音波エネルギーは主として前方方向すなわち患者の方向に発生されるが、音波エネルギーの一部はc M U T支持構造内に伝播する。この構造は一般的にはシリコン・ウェーハである。従って、このエネルギーがウェーハの背面においてシリコンと空気との界面から反射してc M U T装置に戻るのを防ぐ音響バック材が必要になる。このことはp M U T装置にも同じく当てはまる。

【 0 0 0 8 】

米国特許出願公報第US2002/0048219号（特許文献2）は、抑制基材モードを備えた微細製造された音響トランスデューサを開示している。この公報は、トランスデューサ基材の背面側に音響減衰性材料を貼付することを開示している。

【 0 0 0 9 】

10

20

30

40

50

MUT装置は、単に音響性能ばかりでなくさらに他の面でもバックング材からの利点を得ている。シリコン・ウェーハ上に製造されたMUT装置は脆く、製造プロセス時に損傷しないように細かな配慮を必要とする。例えば、MUT装置に対する電氣的接続は、可撓性回路の積層によって製造することができる。この工程では、シリコン・ウェーハに圧力を加えて電氣的接続を接着する。圧力が均等に加わらないと装置の破碎が生じ得る。MUTを構築するための薄く加工した基材は極めて脆いので、支持構造からの利点を得ることができる。

【0010】

このように、MUT(cMUT及びpMUT)装置の基材面の背面から出る不要な音波を減衰させる能力を強化しながらMUT装置に付加的な支持を提供する構造及び方法が必要とされている。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、音響バックング材の本体を有するMUT装置、及びかかる装置を製造する方法に関する。音響バックング層又は支持膜が、極く薄い基材を損傷することなく加工する手段としての役割を果たす様々な実施形態を開示する。他の実施形態は、特にシリコン基材上のMUTアレイと共に用いられるように設計されている音響バックング材を提供する。これらの特徴は、同じ一つの実施形態として組み合わせることもできる。

【0012】

本発明の一観点は、基材上で超微細加工される超音波トランスデューサ・アレイと、超音波トランスデューサ・アレイに接続されている可撓性電氣的接続と、基材及び可撓性電氣的接続を支持する音響減衰性材料の本体とを備えた超微細加工超音波トランスデューサ装置である。

20

【0013】

本発明のもう一つの観点は、シリコン基材と、シリコン基材によって支持されている超音波トランスデューサ・セルのアレイと、基材のアレイに対向する側に配設されている音響減衰性材料の本体とを備えた超音波トランスデューサであって、音響減衰性材料は母材材料内に分散されたタングステン粒子を含んでいる。タングステンの質量%は96.0%~96.65%にあり、残部が母材材料である。タングステン粒子の第一の部分は粒径が1ミクロン程度であり、タングステン粒子の第二の部分は粒径が10ミクロン程度である。

30

【0014】

本発明のさらにもう一つの観点は、シリコン基材と、シリコン基材によって支持されている超音波トランスデューサ・セルのアレイと、基材のアレイに対向する側に配設されている音響減衰性材料の本体と、基材と音響減衰性材料の本体との間に配設されている音響インピーダンス・マッチング材の層とを備えた超音波トランスデューサである。音響インピーダンス・マッチング材の音響インピーダンスは、シリコンの音響インピーダンスと音響減衰性材料の音響インピーダンスとの間の値を有すると好ましい。

【0015】

本発明のさらにもう一つの観点は、シリコン基材と、シリコン基材によって支持されている超音波トランスデューサ・セルのアレイと、基材のアレイに対向する側に配設されている音響減衰性材料の本体とを備えた超音波トランスデューサであって、音響減衰性材料は、母材材料内に分散されたタングステン粒子及び高い熱伝導性を有する充填材の粒子を含んでいる。

40

【0016】

本発明のもう一つの観点は、基材を音響バックング材の層に取り付ける工程と、基材を音響バックング材の層に取り付けた状態で基材を薄く加工する工程と、基材上で超音波トランスデューサ・セルのアレイを超微細加工する工程とを備えた超音波トランスデューサの製法である。

【0017】

50

本発明のさらにもう一つの観点は、基材上で超音波トランスデューサ・セルのアレイを超微細加工する工程と、アレイの前面を支持膜に取り付ける工程と、支持膜によって支持されている状態で基材を薄く加工する工程と、薄く加工した基材にバッキング材の成形層又は共形層を取り付ける工程と、支持膜を除去する工程とを備えた超音波トランスデューサの製法である。

【0018】

本発明のもう一つの観点は、全体的に矩形の基材上で超微細加工される超音波トランスデューサ・アレイと、超音波トランスデューサ・アレイに接続されている可撓性電氣的接続と、基材を支持しており基材の両側の側面を超えて延在している音響減衰性材料の本体とを備えた超微細加工超音波トランスデューサ装置である。

10

【0019】

本発明のさらにもう一つの観点は、第一の面積を有する基材を、第一の面積よりも大きい第二の面積を有する音響バッキング材の層に取り付ける工程であって、基材は音響バッキング材の層のそれぞれの部分が基材の両側のエッジを超えて延在するように配置されている、取り付ける工程と、基材を音響バッキング材の層に取り付けた状態で基材を薄く加工する工程と、基材上で超音波トランスデューサ・セルのアレイを超微細加工する工程と、超微細加工する工程に続いて、音響バッキング材の層の上述のそれぞれの部分を切除する工程とを備えた超音波トランスデューサの製法である。

【0020】

本発明の他の観点については、以下で開示し、特許請求の範囲として請求する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

説明の目的のために、容量型超微細加工超音波トランスデューサ(cMUT)のクラスに属する本発明の様々な実施形態について説明する。但し、本書に開示する本発明の諸観点は、cMUTの構造又は製造に限定されている訳ではなく、pMUTの構造又は製造にも適用できることを理解されたい。

【0022】

図1には、典型的なcMUTトランスデューサ・セル2の断面図が示されている。かかるcMUTトランスデューサ・セルのアレイは典型的には、シリコン・ウェーハのような基材4上に製造される。各々のcMUTトランスデューサ・セル毎に、基材4の上方に、窒化シリコン製であってよい薄膜又はダイヤフラム8が懸吊されている。膜8は、酸化シリコン又は窒化シリコン製であってよい絶縁性支持体6によって周縁で支持されている。膜8と基材4との間の空洞部20は、空気若しくはガスを充填されていてもよいし、又は完全排気若しくは部分排気されていてもよい。アルミニウム合金又はその他適当な導電性材料のような導電性材料のフィルム又は層が膜8上で電極12を形成しており、また導電性材料製のもう一つのフィルム又は層が基材4上で電極10を形成している。代替的には、電極10は基材4に埋め込まれていてもよい。また、電極12は図1に示すように膜8の内部に埋め込まれているのではなく、膜8の上層に位置していてもよい。

30

【0023】

二つの電極10及び12は、空洞部20によって離隔されて、キャパシタンスを形成する。入射した音響信号が膜8を振動させると、付設の電子的構成要素(図1には示されていない)を用いてキャパシタンスの変化を検出することができ、これにより音響信号を電気信号へ変換する。逆に、一方の電極に印加されたAC信号が電極上の電荷を変調させると、電極同士の間容量力に変調が生じ、後者の変調によってダイヤフラムが移動することにより音響信号を送波する。

40

【0024】

典型的なcMUTの寸法はミクロン単位であるので、典型的には多数のcMUTセルが近接して製造されて、単一のトランスデューサ要素を形成する。個々のセルは、円形、矩形、六角形又は他の周囲形状を有してよい。六角形にするとトランスデューサ要素のcMUTセルを稠密に充填させることができる。各cMUTセルは、トランスデューサ要

50

素が異なるセル寸法による複合的な特性を有することによりトランスデューサに広帯域特性を与えるように、異なる寸法を有してよい。

【0025】

本書に開示する実施形態では、cMUT装置は、基材、及び本書で「音響バッキング」と呼ぶ音響減衰性材料の層の上に構築されるcMUTセルのアレイを含んでいる。音響バッキング層は、極く薄い基材のために構造的な支持を提供するのに十分な剛性を有する。かかる音響バッキング層は、例えば実質的に音響的に透明なエポキシの薄層を用いて基材の裏面に直接接合してもよいし、又は複数の層を介在させた状態で基材に積層されてもよい。代替的には、音響バッキングは、十分な音響インピーダンスを有する鋳造用又は成形用組成物であってよい。一実施形態では、介在層は、シリコン基材の音響インピーダンスと音響減衰性材料の音響インピーダンスとの間の音響インピーダンスを有する音響インピーダンス・マッチング材で製造される。もう一つの実施形態では、介在層は、基材内の導電性ビア(via)に接続する導電性パッドを有している可撓性のプリント回路基板(「フレックス回路」)である。

10

【0026】

超音波トランスデューサ装置は、基材上で超微細加工される超音波トランスデューサ・アレイと、トランスデューサ・アレイに接続されている可撓性電氣的接続と、基材及び可撓性電氣的接続を支持する音響減衰性材料の本体とを備えている。本発明の一実施形態によれば、音響バッキング材は、基材の面積よりも大きい面積を有しており、基材の周縁部を超えて延在している。音響バッキング材は、電氣的接続の取り付け時及び取り付け後の両方でMUT装置に付加的な支持を提供し、これにより装置の製造容易性が向上する。音響バッキング材は、製造時にトランスデューサを固定具に配置するとき又は最終組立時に筐体内にトランスデューサを配置するとき用いられる付加的な特徴、例えばタブ又はノッチを含んでいてよい。製造時にのみ用いられるタブ又は他の特徴は、後に装置から除去してよい。所望に応じて可撓性を与えるようにMUT装置自体を薄く加工してもよい。バッキング材は好ましくは、いかなる音波エネルギーも界面で反射して後方すなわち装置前面から離隔する方向に伝播することのないように、音響インピーダンスがシリコン・ウェーハと整合するものとする。また、バッキング材は装置からの熱の除去を補助するように高い熱伝導性を有してよい。

20

【0027】

図2及び図3は、可撓性電氣的接続(例えばフレックス回路)6及び18を介して適当な電子的構成要素(図示されていない)に接続されているcMUT装置2のそれぞれ側面図及び上面図を示す。図示の実施形態では、cMUT装置2は、音響バッキング材の本体14に成形されている凹部に載置されている(図2を参照)。cMUT装置の最上部は全体的に、音響バッキングのうちcMUT装置の占有面積を超えて延在している部分の最上部と同じ高さであり、可撓性電氣的接続16及び18の末梢側エッジがcMUT装置のそれぞれのエッジに重なっており、且つ可撓性電氣的接続16及び18の隣接部分は、音響バッキング層のそれぞれの部分に重なっており接合されている。図2に示すように、音響バッキング層14はcMUT装置を支持すると共に可撓性電氣的接続を支持している。音響バッキングはシリコン基材に直接積層されていてもよいし、又は前述のように、音響インピーダンス・マッチング介在層を積層体を含めてもよい。

30

40

【0028】

図2に示す実施形態では、各々のトランスデューサ・セルの電極(図1の電極10及び12)は、cMUT装置の上面のうち可撓性電氣的接続16及び18が重なっている部分の上に(例えばプリントすることにより)形成されている導電性パッドに電氣的に接続されている。集積半導体構造の様々な層の導体を電氣的に接続する手法は周知であるので本書では立ち入らない。フレックス回路16及び18とcMUT装置2上の導電性パッド(図示されていない)との間の電氣的接続は様々な方法で形成することができる。好ましい態様は、フレックス回路とcMUT装置との間に積層されている異方導電性フィルムを用いるものである。代替的には、結線、はんだバンプ、cMUT装置の表面の凹凸を介した

50

電氣的接觸を可能にするのに十分なだけ薄いエポキシ接着層、異方導電性フィルム、又は c M U T 装置に電氣的接点を形成するその他一般的な方法を用いて電氣的接続を形成してよい。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示す構成要素の組み合わせは、特に基材が極めて薄く加工されている場合に、音響バッキング材 1 4 が存在しなければ後に行なわれる取扱の際に損傷を受けかねない脆い接合体を形成する。図 2 に示すように、音響バッキング材 1 4 は、互いに反対の第一の方向及び第二の方向において、c M U T 装置 2 の作用面積を超えて延在しており、電氣的接続用のフレックス・サーキットリ 1 6 及び 1 8 並びに付設の電子的構成要素のための支持を提供する。この例では、c M U T 装置の作用面積は全体的に矩形である。図 3 で最も分

10

【 0 0 3 0 】

上述の例では、電氣的接続 1 6 及び 1 8 の取り付けの前にバッキング材 1 4 を c M U T 装置 2 に貼付する。各タブ（図 3 に示す音響バッキング材 1 4 ）は、装置の最終寸法を超えて延在しており、製造を改善するための付加的な操作作用支持を提供している。これらのタブは後に、装置を最終寸法に切断する際に除去することができる。図 4 は、アレイの側面 2 2 及び 2 4 においてバッキング材を最終寸法になるように切除した後の最終的な装置

20

【 0 0 3 1 】

本発明の一実施形態によれば、音響バッキング材は、c M U T 基材に音響的に整合した組成を有しており、音波エネルギーが反射して装置に戻らないようにしている。基材 4 がシリコン製である場合には、適当なバッキング材の一例は、タングステンを 9 6 . 3 %（質量で）（うち 8 5 % を粒径 1 0 ミクロンとし、1 5 % を 1 ミクロンとした）及びポリ塩化ビニル（P V C）粉末を 3 . 6 7 % の混合物を含んでなる。粉末を 2 時間にわたって回転ミキサで混合した。粉末の一部を熱間加圧成形に適したダイに注入し、仕上げた材料への付着を防止するためにプランジャを K a p t o n（登録商標）ポリイミド・テープで被覆

30

【 0 0 3 2 】

一旦、バッキング材をダイから取り外して、様々な厚みに薄く切って音響特性を測定した。この複合材の音響インピーダンスは 1 9 . 4 M r a y l であった。この値は、c M U T シリコン基材の音響インピーダンスである 1 9 . 8 M r a y l と非常によく整合している。このバッキング材はまた、5 M H z での音響減衰が - 4 . 9 d B / m m である。清浄化して両方の面に定着剤を塗工した後に低粘度エポキシ（マサチューセッツ州 Billerica の Epoxy Technology 社から市販されている E p o - T e k 3 0 1）を用いて、このバッキングを c M U T 装置の裏面に接着した。この界面からの音波反射を回避するためには細い

40

【 0 0 3 3 】

バッキングの実効性は、バッキング材の音響インピーダンス及び吸収に大きく依存している。インピーダンスが極く近接して整合することにより、トランスデューサからバッキングへのエネルギー伝達が大幅に改善すると同時に、吸収が大きいことにより、バッキング内の音波は事後の何らかの時刻、従って望ましくない時刻にトランスデューサに戻らないことが確実になる。図 5 は、トランスデューサとバッキングとの間のインピーダンス比の

50

関数としての音波反射係数を示すグラフである。

【 0 0 3 4 】

もう一組のバックリング材のセットを、1.75インチ径の丸形ダイで製造した(上では1.162インチ径のダイを用いた)。同じ組成及び温度を用いたが、圧力は10,000 p s iまで上昇させるに留めた。この方法からの結果は僅かながら異なっていた。すなわち音響インピーダンスは $Z = 20.6 \pm 0.3 \text{ M R a y l}$ であり、5 M H zでの減衰は $A = -5.96 \pm 0.03 \text{ d B}$ であった(密度 = $12.17 \pm 0.08 \text{ g / c m}^3$ 、及び縦方向速度 $V = 1.70 \pm 0.01 \text{ m / 秒}$)。図6及び図7は、アレイに音響バックリングを積層する前のレンズ付きc M U Tアレイについてインパルス応答及び周波数スペクトルをそれぞれ示す。図6及び図7の円は、パルスのリングング及び周波数スペクトルの切れ目をそれぞれ示す。図8及び図9は、アレイに音響バックリングを積層した後のc M U Tアレイについてインパルス応答及び周波数スペクトルをそれぞれ示す。図8及び図9の円は、リングング及び周波数スペクトルの切れ目が存在しないことをそれぞれ示す。

10

【 0 0 3 5 】

当業者は、音響バックリング材の組成が上で掲げた実例から変化していてもよいことを理解されよう。但し、得られるバックリング材の音響インピーダンスはシリコンの音響インピーダンスに整合しているべきであり、すなわち近似的に $19.8 \text{ M R a y l} \pm 5\%$ でなければならない。この値に影響を及ぼす要因はタングステン対P V Cの比ばかりでなく、1ミクロンのタングステン対10ミクロンのタングステンのそれぞれの量、材料を成形するときの圧力、並びに材料に加圧するときの温度及び時間の長さも影響を及ぼす。c M U Tにバックリングを設ける場合に適した近似的な組成範囲は、タングステン96.0% + P V C 4.0%乃至タングステン96.65%対P V C 3.35%である(密度が3%動くと音響インピーダンスが約5%変化し、このとき速度が2%だけ変化すると想定している)。

20

【 0 0 3 6 】

本発明のさらにもう一つの実施形態では、c M U T基材に音響的に整合しているバックリング材が高い熱伝導性を有するように設計することもできる。このことは、バックリング材の母材内に分散させた高い熱伝導性を有する1以上の充填材の粒子を含むようにバックリング材の組成を変更することにより達成することができる。高い熱伝導性を有する充填材の例としては、限定しないがW、B N、A l N、A l₂O₃、及びダイヤモンドがある。バックリング材の母材は、P V C、エポキシ、又は充填材を支持するその他適当な母材材料であってよい。音響インピーダンス及び音響減衰に所要の特性を保つためにバックリング材の残部組成を変更してもよい。この形式のバックリング材は、c M U Tによって発生される熱、及び他の何らかの箇所に設けられている熱放散用装置から隔設されている付設の電子的構成要素によって発生される熱を除去することについて性能改善を提供する。装置からの発熱の除去は、装置性能を保つ上で重要であり、また医療超音波撮像装置の前面についてF D Aから下されている熱制限のためにも重要である。

30

【 0 0 3 7 】

本発明のもう一つの利点は、極く薄いc M U T装置用の製造時支持についてである。幾つかの応用では、形状に合わせて彎曲させることのできる可撓性のc M U T装置から利点を得る。本発明の技術を用いたかかる装置の製造は、シリコン・ウェーハを当技術分野で一般的なものよりも薄く製造することを必要とする。この場合には、後の取扱時、及び可能性としてはc M U T装置自体の製造時の両方で適当なバックリング材が有用である。例えば、シリコン・ウェーハは、音響バックリング材に取り付けられた後に適当な最終寸法に薄く加工される。ウェーハは、エッチング又は機械的研磨のような様々な方法のいずれを用いても薄く加工することができる。音響バックリング材は、音響性能に加えて、最終的な装置とバックリング材とのパッケージの彎曲を見込んだ十分な可撓性を有する。この例では、c M U T装置の構築の前にバックリング材をシリコン・ウェーハに貼付し、この場合にはバックリング材は全装置パッケージの一部と考えることができる。

40

【 0 0 3 8 】

50

逆に、同様の最終的な装置を次のようにして構築してもよい。c M U T装置の前面を支持膜に結合した後に、装置に可撓性を付与するのに十分な程度までシリコンの裏面を薄く加工することができる。次いで、成形した或いは共形の音響バックング材を、薄く加工したc M U T装置に取り付けて、前方の支持膜を除去して最終的な装置を得る。

【0039】

図2に示す実施形態は、c M U Tアレイの最上部に可撓性の相互接続回路を配置することを含んでいる。アレイを相互接続するもう一つの可能な手段は、バックング材に埋め込まれている結線又はトレースを介してバックングに接続を貫通させるものである。次いで、これらの接続を、ウェーハ貫通ビア又はラップアラウンド型接続によってc M U T装置の表面に取り出すことができる。さらにもう一つの変化形態では、シリコン基材の下方にフレックス回路を配設した後に、ウェーハを貫通するビア又はラップアラウンド型接続を用いてc M U T装置の最上部に信号を取り出すこともできる。

【0040】

好適実施形態を参照して本発明を説明したが、当業者であれば本発明の範囲から逸脱せずに様々な変形を施した各実施形態の要素を均等構成で置換し得ることが理解されよう。加えて、発明の本質的な範囲から逸脱せずに本発明の教示に合わせて具体的な状況を適応構成する多くの改変を施すことができる。従って、本発明は、本発明を実施するのに想到される最良の態様として開示した特定のな実施形態に限定されているのではなく、特許請求の範囲に含まれるすべての実施形態を包含するものとする。

【0041】

特許請求の範囲で用いられている「超音波トランスデューサ」という用語は、容量型超音波トランスデューサ及び圧電型超音波トランスデューサを包含する。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】典型的なc M U Tセルの断面図である。

【図2】本発明の一実施形態に従って一時的操作用タブを有する音響バックング材の層によって支持されているc M U T装置及び付設の電気的接続の側面図である。

【図3】図2の上面図である。

【図4】図1に示すc M U T装置の上面図であるが、操作用タブを除去した後の図である。

【図5】音波反射係数をトランスデューサとバックングとの間の音響インピーダンス比の関数として示すグラフである。

【図6】音響バックングの付加の前のc M U Tアレイについてインパルス応答を示すグラフである。

【図7】音響バックングの付加の前のc M U Tアレイについて周波数スペクトルを示すグラフである

【図8】音響バックングの付加の後の同じレンズ付きc M U Tアレイについてインパルス応答を示すグラフである。

【図9】音響バックングの付加の後の同じレンズ付きc M U Tアレイについて周波数スペクトルを示すグラフである

【符号の説明】

【0043】

- 2 c M U Tトランスデューサ・セル
- 4 基材
- 6 絶縁支持体
- 8 ダイアフラム
- 10、12 電極
- 14 音響バックング材の本体
- 16、18 可撓性電気的接続
- 20 空洞部

10

20

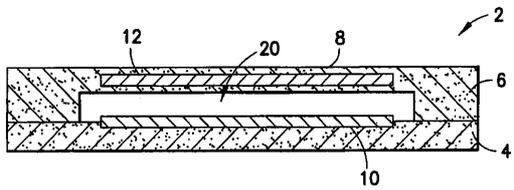
30

40

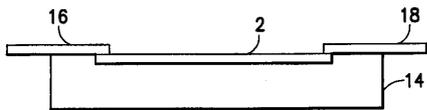
50

2 2、2 4 最終寸法のアレイの両側面

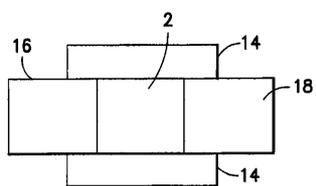
【図 1】



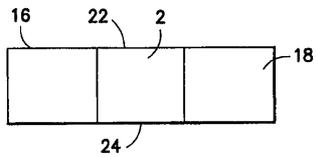
【図 2】



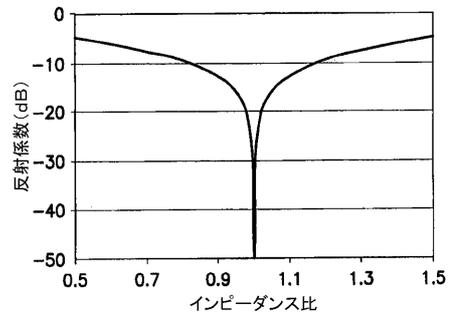
【図 3】



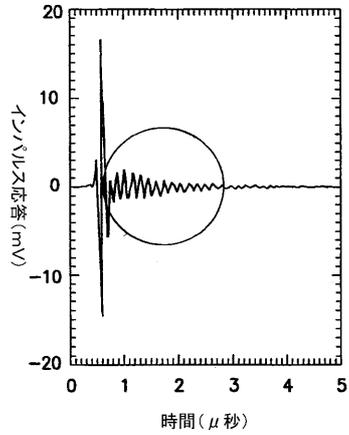
【図 4】



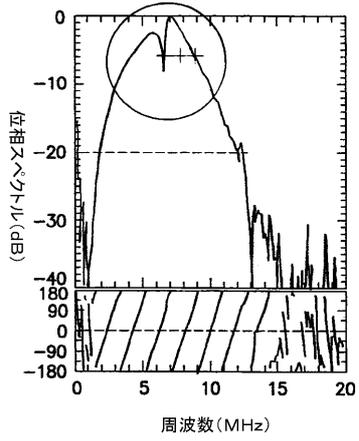
【図 5】



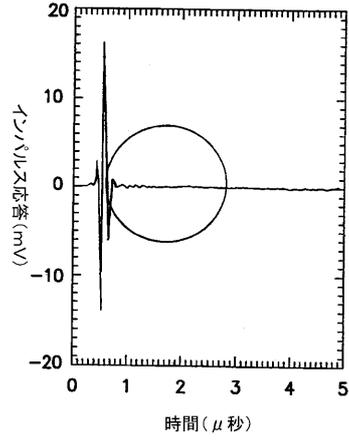
【図 6】



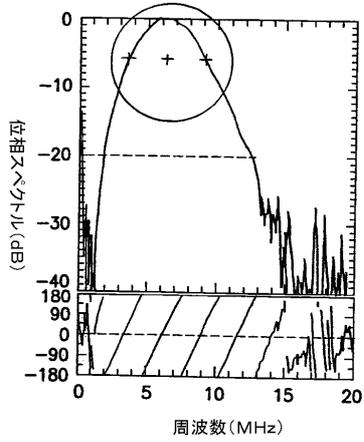
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 H 0 4 R 17/00 (2006.01) H 0 1 L 41/18 1 0 2
 H 0 4 R 19/00 (2006.01) H 0 4 R 17/00 3 3 0 J
 H 0 4 R 19/00 3 3 0

- (72)発明者 デビッド・エム・ミルズ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ヘリテッジ・ロード、1915番
- (72)発明者 ロバート・エス・ルバンドウスキー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、アムステルダム、カウンティ・エイチダブリュワイ・126、
 978番
- (72)発明者 ロウエル・スコット・スミス
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、チェシャー・ブレイス、24番
- (72)発明者 ダグラス・ジー・ワイルズ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ボールストン・レイク、グレーテル・テラス、52番

審査官 右 高 孝幸

- (56)参考文献 実開平2 - 118257 (J P , U)
 米国特許第5619476 (U S , A)
 国際公開第02 / 40184 (W O , A 2)
 Alessandro Caronti et al , A finite element study of cross coupling in 1-D capacitive m
 icromachined ultrasonic transducer arrays , Proceedings of 2002 IEEE Ultrasonics Sympos
 ium , 2 0 0 2年1 0月 , vol.2 , pp.1059-1062
 G. Caliano et al , cMUT echographic probes: design and fabrication process , Proceedings
 of 2002 IEEE Ultrasonics Symposium , 2 0 0 2年1 0月 , vol.2 , pp.1067-1070

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

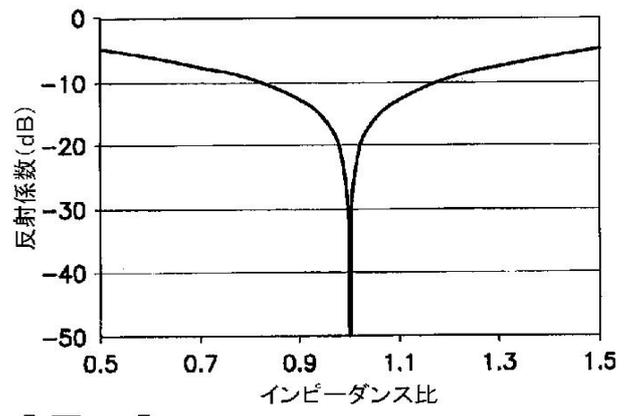
A 6 1 B 8 / 0 0
 H 0 1 L 4 1 / 0 8
 H 0 1 L 4 1 / 0 9
 H 0 1 L 4 1 / 1 8 7
 H 0 1 L 4 1 / 1 9 3
 H 0 4 R 1 7 / 0 0
 H 0 4 R 1 9 / 0 0

专利名称(译)	超精细加工超声波换能器装置背衬材料		
公开(公告)号	JP4660087B2	公开(公告)日	2011-03-30
申请号	JP2003411118	申请日	2003-12-10
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	チャールズイーバウムガートナー デビッドエムミルズ ロバートエスルバンドウスキー ロウエルスコットスミス ダグラスジーワイルズ		
发明人	チャールズ・イー・バウムガートナー デビッド・エム・ミルズ ロバート・エス・ルバンドウスキー ロウエル・スコット・スミス ダグラス・ジー・ワイルズ		
IPC分类号	A61B8/00 H01L41/09 H01L41/08 H01L41/187 H01L41/193 H04R17/00 H04R19/00 G01N29/24 A61B8/14 B06B1/02 B06B1/06 B81B3/00 G01H11/06 H01L41/053 H02N2/00 H04R1/32		
CPC分类号	B06B1/0292 B06B1/0685 B06B1/0688 G01H11/06 Y10T29/49004 Y10T29/49005 Y10T29/4908		
FI分类号	A61B8/00 H01L41/08.J H01L41/08.D H01L41/08.H H01L41/18.101.D H01L41/18.102 H04R17/00.330.J H04R19/00.330 G01N29/24.502		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/CA01 2G047/EA04 2G047/EA07 2G047/GB02 2G047/GB13 2G047/GB17 2G047/GB21 2G047/GB23 2G047/GB28 2G047/GB32 2G047/GB33 4C601/EE01 4C601/EE04 4C601/GB03 4C601/GB20 4C601/GB25 4C601/GB27 4C601/GB31 4C601/GB41 4C601/GB42 5D019/AA22		
代理人(译)	小仓 博 伊藤亲		
优先权	10/248022 2002-12-11 US		
其他公开文献	JP2004188203A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供额外的支持，以减弱从微制造的超声换能器装置的基板的后表面出来的不必要的声波，并使基板易碎。在基板（4）上微制造的超声换能器阵列（2），连接到阵列的柔性电连接（16,18），基板和可移动的以及支撑柔性电连接的声学阻尼材料的主体（14）。声学背衬材料可以包括附加特征，例如在制造期间将换能器定位在固定装置中时或者在最终组装期间将换能器放置在壳体中时使用的突片或凹口。背衬材料优选地使得声阻抗与硅晶片匹配，使得任何声能不会在界面处反射并向后传播，即远离装置的正面。 .The

【 図 5 】



【 図 6 】