

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4049743号
(P4049743)

(45) 発行日 平成20年2月20日(2008.2.20)

(24) 登録日 平成19年12月7日(2007.12.7)

(51) Int.Cl.

F I

H04R 19/00 (2006.01)
A61B 8/00 (2006.01)
B81B 1/00 (2006.01)
B81C 1/00 (2006.01)

H04R 19/00 330
A61B 8/00
B81B 1/00
B81C 1/00

請求項の数 14 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-516947 (P2003-516947)
(86) (22) 出願日 平成14年7月26日(2002.7.26)
(65) 公表番号 特表2005-507580 (P2005-507580A)
(43) 公表日 平成17年3月17日(2005.3.17)
(86) 国際出願番号 PCT/IB2002/003144
(87) 国際公開番号 W02003/011748
(87) 国際公開日 平成15年2月13日(2003.2.13)
審査請求日 平成17年7月25日(2005.7.25)
(31) 優先権主張番号 09/919,250
(32) 優先日 平成13年7月31日(2001.7.31)
(33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 590000248
コーニンクレッカ フィリップス エレク
トロニクス エヌ ヴィ
オランダ国 5621 ベーアー アイン
ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
1
(74) 代理人 100087789
弁理士 津軽 進
(74) 代理人 100114753
弁理士 宮崎 昭彦
(72) 発明者 ミラー デイヴィッド ジー
オランダ国 5656 アーアー アイン
ドーフエン プロフ ホルストラーン 6

審査官 新川 圭二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響エネルギーの横方向の伝搬を制限する超小型超音波トランスデューサ(MUT)基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

- 第1の表面及び第2の表面を有し、前記第1の表面は主表面であり、前記第2の表面は、前記主表面と反対側になる背面である第1の基板と、

- 前記第1の基板上に形成され、各々が少なくとも一つの超小型超音波トランスデューサセルを有する複数の超小型超音波トランスデューサ素子と
を有する超音波トランスデューサにおいて、
前記超音波トランスデューサは、

- 前記第1の基板において横方向に伝わる音響エネルギーの伝搬を減少させるための複数のパイアであって、前記複数のパイアは、前記少なくとも一つの超小型超音波トランスデューサセルを囲うように、前記第1の基板を貫通して延在すると共に前記各々の超小型超音波トランスデューサ素子の近傍にもたらされ、前記複数のパイアは、前記第1の基板を通じて変化する直径を有し、前記直径は、前記第1の表面に向かってより小さくなっていく複数のパイア

を更に有する超音波トランスデューサ。

【請求項2】

前記パイアは、第1の基板内にエッチングされる請求項1に記載のトランスデューサ。

【請求項3】

前記パイアは、前記第1の基板の前記第1の表面内及び前記第1の基板の前記第2の表面内にエッチングされる請求項2に記載のトランスデューサ。

【請求項 4】

前記パイアは、前記第 1 の基板の前記第 1 の表面と前記第 1 の基板の前記第 2 の表面との間において通減する請求項 3 に記載のトランスデューサ。

【請求項 5】

- 前記第 1 の基板は、第 1 の部分及び第 2 の部分を有し、前記各々の部分は第 1 の部分表面及び反対側の第 2 の部分表面を有し、前記第 1 の部分の前記第 1 の部分表面が前記第 1 の表面を規定すると共に前記第 2 の部分の前記第 1 の部分表面が前記第 2 の表面を規定するように、前記第 1 及び第 2 の部分の前記第 2 の部分表面は共に結合され、

- 前記各々の部分の前記第 2 の部分表面における前記各々のパイアの直径が前記各々の部分の前記第 1 の部分表面における前記各々のパイアの直径よりも大きくなるように、前記パイアは前記各々の部分内にエッチングされる請求項 1 に記載のトランスデューサ。

10

【請求項 6】

前記第 1 の基板に結合される第 2 の基板を更に有し、前記パイアは前記第 2 の基板内にエッチングされる請求項 2 に記載のトランスデューサ。

【請求項 7】

前記パイアは、前記第 1 の基板の前記第 1 の表面から前記第 1 の基板の前記第 2 の表面へと延在する第 1 の直径を持つ第 1 の部分と、前記第 1 の基板の前記第 2 の表面から前記第 1 の基板の前記第 1 の表面へと延在する大きさが変化していく直径を持つ第 2 の部分とを含む請求項 2 に記載のトランスデューサ。

【請求項 8】

20

超音波トランスデューサにおいて音響エネルギーの横方向の伝搬を減少させる方法であって、前記方法は、

- 第 1 の基板上に複数の超小型超音波トランスデューサ素子を形成し、前記第 1 の基板は第 1 の表面及び第 2 の表面を有し、前記第 1 の表面は主表面であり、前記第 2 の表面は、前記主表面と反対側になる背面であり、前記各々の超小型超音波トランスデューサ素子は、前記第 1 の表面上に形成される少なくとも一つの超小型超音波トランスデューサセルを有するステップ

を有し、前記方法は更に、

- 前記第 1 の基板における音響エネルギーの前記横方向の伝搬を減少させるための複数のパイアを形成し、前記複数のパイアは、前記少なくとも一つの超小型超音波トランスデューサセルを囲うように、前記第 1 の基板を貫通して形成されると共に前記各々の超小型超音波トランスデューサ素子の近傍に形成され、前記各々のパイアは、前記第 1 の基板を通じて変化する直径を有し、前記直径は、前記第 1 の表面に向かってより小さくなっていくステップ

30

を有する方法。

【請求項 9】

前記パイアを前記第 1 の基板内にエッチングするステップを更に有する請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記パイアを前記第 1 の基板の前記第 1 の表面内と前記第 1 の基板の前記第 2 の表面内とにエッチングするステップを更に有する請求項 9 に記載の方法。

40

【請求項 11】

前記第 1 の基板の前記第 1 の表面と前記第 1 の基板の前記第 2 の表面との間に前記パイアを通減するステップを更に有する請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

- 第 1 及び第 2 の部分において前記第 1 の基板を形成し、前記各々の部分は第 1 の部分表面及び反対側の第 2 の部分表面を有するステップと、

- 前記各々の部分の前記第 2 の部分表面における前記各々のパイアが前記各々の部分の前記第 1 の部分表面における前記各々のパイアよりも大きくなるように、前記パイアを前記各々の部分内にエッチングするステップと、

50

- 前記第 1 の部分の前記第 1 の部分表面が前記第 1 の表面を規定すると共に前記第 2 の部分の前記第 1 の部分表面が前記第 2 の表面を規定するように、前記第 1 及び第 2 の部分の前記第 2 の部分表面を共に結合するステップと

を更に有する請求項 8 に記載の方法。

【請求項 1 3】

- 前記第 1 の基板と関連する第 2 の基板を形成するステップ、及び

- 前記バイアを前記第 2 の基板内にエッチングするステップ、

を更に有する請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

- 前記第 1 の基板の前記第 1 の表面から前記第 1 の基板の前記第 2 の表面へ延在する第 1 の直径を持つ第 1 の部分を含むように前記バイアを形成するステップ、及び

- 前記第 1 の基板の前記第 2 の表面から前記第 1 の基板の前記第 1 の表面へ延在する大きさが変化していく直径を持つ第 2 の部分を含むように前記バイアを形成するステップ、

を更に有する請求項 1 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的には超音波トランスデューサ、特に音響エネルギーの横方向の伝搬を制限する超小型超音波トランスデューサ(MUT:Micro-machined Ultrasonic Transducer)基板に関する。

【0002】

【従来の技術】

超音波トランスデューサは、かなり長い間利用されてきていて、特に非外科的な医療診断撮像に有効である。超音波トランスデューサは、 piezo 電気素子又は MUT 素子のどちらかから通常は形成される。piezo 電気素子は通常、トランスデューサを形成するように構成される複数の素子を用いて、例えばチタン酸ジルコン酸鉛(lead-zirconate-titanate)のような(PZTと省略される)piezo 電気セラミックからなる。MUTは、シリコン基板上においてそのエッジの周りに支持されるフレキシブルな薄膜を本質的に有する容量性超音波トランスデューサセルとなる既知の半導体製造技術を用いて形成される。この薄膜は、基板により支持され、キャビティ(cavity)を形成する。電極の形態で接触材料を薄膜又は薄膜の一部と、シリコン基板におけるキャビティのベースとに設け、その後、適当な電圧信号を電極に与えることによって、MUTは適当な超音波を製造するために電氣的に通電される。同様に、電氣的にバイアスされたとき、MUTの薄膜は、反射される超音波エネルギーを捕らえ、このエネルギーを電氣的にバイアスされた薄膜の移動に変換することによって超音波信号を入力するのに使用され、その後これは入力信号を生成する。

【0003】

MUTセルは通常、例えばシリコン(Si)のような適切な基板材料上に製造される。MUT素子を形成する複数のMUTセルは、電氣的に接続される。通常、数百又は数千のMUT素子は、超音波トランスデューサアレイを有する。このアレイにおけるトランスデューサ素子は、トランスデューサ組立体を形成する制御回路と結合されてもよく、これはその後、更に組み立てられ、電子回路基板の形式で、追加の制御電子回路を含むハウジングとなり、これらの組み合わせが超音波プローブを形成する。様々な音響マッチング層、バッキング層及びデ・マッチング層を含むこの超音波プローブは、身体の組織を通過する超音波信号を送受信するのに使用される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

悪いことには、MUT素子が形成される基板材料は、あるMUT素子から他のMUT素子への音響エネルギーを結合する傾向を持っている。これは、基板材料が通常は構造上モノリシックであり、あるMUT素子からの音響エネルギーが基板を貫通して隣接するMUT素子に容易に結合されるために起こる。このため、音響エネルギーの横方向の伝搬を減少

10

20

30

40

50

又は排除するMUT基板を作成するためのやり方を持つことが好ましい。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明は、音響エネルギーの横方向への伝搬を減少又は殆ど排除するMUT基板である。このMUT基板は、一般にはバイア(via)と呼ばれ、基板内に形成され、MUT素子に近接している孔(hole)を含む。MUT基板におけるバイアは、MUT基板において横方向へ移動する音響エネルギーの伝搬を減少又は排除する。このバイアは、MUT素子とMUT基板がその上に取り付けられる集積回路基板の表面上にある回路との間に電気接続を供給するためにドーピングされることができる。

【0006】

本発明の他のシステム、方法、特性及び利点は、以下の図面及び詳細な説明を考察することで当業者には明らかとなるであろう。全ての上記システム、方法、特性及び利点は、この説明内に含まれ、本発明の範囲内であり、添付される特許請求の範囲により保護されることを意味している。

【0007】

【発明の実施の形態】

特許請求の範囲に規定されるような本発明は、以下の図面を参照することによりよりよく理解されることができる。図面内の構成要素は、互いに相関する大きさである必要は無く、代わりに、本発明の原理を明瞭に説明することを強調する。

【0008】

以下に記載される発明は、その上に集積回路(IC)が形成される基板に接続されるMUT素子に応用できる。

【0009】

図1は、MUT素子を含む超音波トランスデューサ100の簡略化した断面図である。この超音波トランスデューサ100は、MUT基板120の表面上に形成されるMUT素子110を含む。好ましくは、このMUT基板120はシリコンであるが、代わりにその上にMUT素子が形成される他の適当な材質とすることも可能である。このMUT素子110を形成するために、導電層116は、示されるようにMUT基板の表面上に形成される。導電層116は、例えばアルミニウム、金又はドーピングされたシリコンを用いて構成されることができる。ギャップ114が示されるように形成されるように、フレキシブルな薄膜118の層は、MUT基板120及び導電層116の上に置かれる。このフレキシブルな薄膜118は、例えば窒化シリコン(Si_3N_4)、二酸化シリコン(SiO_2)を用いて構成されることができる。ギャップ114は、真空状態を含むように構成されるか、又は大気圧のガスを含むように構成されることができる。導電層112は、ギャップ114の上にあるフレキシブルな薄膜118の部分の上で成長し、これにより、MUT素子110を形成する。

【0010】

送信パルスの際に、フレキシブルな薄膜114は、導体112及び116に与えられる電氣的な刺激に応じて変形する。この変形は、音響エネルギーを発生させ、MUT基板120から出たり、MUT基板120に入るように送信させる。受信動作中、フレキシブルな薄膜118は、導体112及び116を介して与えられる電氣的な刺激を用いて電氣的にバイアスがかけられる。電氣的にバイアスがかけられたとき、フレキシブルな薄膜118は、MUT素子110により入力される音響エネルギーに応じて電気信号を発生させる電圧の変化を生じさせる。

【0011】

MUT基板120は、IC基板140の表面上形成される集積回路(IC)に結合される。本発明の1つの態様によれば、MUT基板120は、MUT基板を貫通して形成され、通常はバイアと呼ばれる複数の孔を含む。このバイアは、MUT素子110の近傍に形成され、MUT基板120における音響エネルギーの横方向の伝搬を減少又は排除する。

【0012】

10

20

30

40

50

多数の異なる手法が、MUT基板120をIC140に結合するのに用いられ、これら手法の多くは、本出願と同日付けで出願された、本発明の譲受人に譲渡された米国特許出願、発明の名称"System for Attaching an Acoustic Element to an Integrated Circuit"に開示されている。

【0013】

バッキング150の層は、IC基板140の背後に設けられる。このバッキング150は、音響吸収材料として働く。このバッキング150は、例えば好ましくは音響学上透過である結合材料を用いてIC基板140に結合される。

【0014】

図2は、本発明の1つの態様により製造されるMUT組立体200の断面図である。このMUT組立体200は、MUT基板220を含み、その上に、その内の例示的な1つが参照番号216により示される複数のMUTセルが形成される。複数のMUTセル216がMUT素子210を形成する。本実施例では、4つのMUTセル216が結合してMUT素子210を形成する。MUT素子210は、MUT基板220の主表面上にあり、断面図において誇張されて示されている。本発明の1つの態様によれば、その内の例示的な1つが参照番号215により示される、普通はパイアと呼ばれる複数の孔は、各MUTセル216の近傍のMUT基板220を貫通するようにエッチングされる。例えば、図2に示されるように、4つのMUTセル216は、4つのパイア215により各々取り囲まれる。各パイア215は、MUT基板220を完全に貫通するようにエッチングされ、これによって、MUT基板220を貫通して横方向に進行する音響エネルギーの波の伝搬を減少又は排除する空隙をMUT基板220に作り出す。これら横方向の波を減少させることにより、MUT素子210の間の音響クロストークが大幅に減少又は排除される。

【0015】

本発明の他の態様において、パイア215の各々は、導電性となるためにドーブされることができ、これらパイアを導電性にさせることによって、MUT基板220の背面222に設けられる(図2には示されない)集積回路の表面に置かれる回路は、導電性パイア215を通り抜けて各MUT素子210に電気接続される。明瞭性のために省略されたとしても、パイア215の各々がMUT素子210に接続されることができ、これによって、MUT素子210とパイア215との間の電気接続を作り出す。このようにして、パイア215は、電気接続に使用されたり、基板220において横方向に移動する音響エネルギーを減少又は大幅に排除するのに使用される。

【0016】

前記パイアは、表面221及び222の両方からMUT基板220内にエッチングされる。各MUT素子210の各々のかどにパイア215を置くことが、表面221上のMUTセルの数を最大にすることを可能にする。その上、図2に示されるように、表面221の近くのパイア215の直径は、MUT基板220の表面222の近くのパイア215の直径よりも小さい。このようにして、表面222の近くのパイア215のより大きな直径部分は、MUT基板220において横方向に伝搬する音響エネルギーを減少するのに使用される一方、MUT基板220の表面221の近くのパイア215の直径はできる限り小さく保たれる。パイア215は、上述されるようなパイアの直径における逓減変化を生じさせるために、例えば表面222からDRIE(Deep Reactive Ion Etching)を用いてエッチングされる。図2に示されるように、パイア215の逓減は、表面222の近くの方が大きい直径を持つ放物線である。その上、ブラインドパイア(blind via)又はカウンターボア(counterbore)もMUT基板220において横方向に伝搬する音響的エネルギーを更に減少させるために使用される。

【0017】

図3は、図2のMUT組立体の代替物を説明する断面図である。図3のMUT組立体300は、MUT基板305及び区切り線335に沿って“背中合わせ”で接着されるMUT基板325を含む。2つのMUT基板を張り合わせる前に、パイア315は、MUT基板305内にエッチングされ、パイア316は、MUT基板325内にエッチングされる。

これらバイアを２つの薄い基板３０５及び３２５内にエッチングすることにより、高精度の大きさのバイアが得られる。例えば、バイア３１５は、表面３２１及び３２２からＭＵＴ基板３０５内にエッチングされる。同様に、バイア３１６は、表面３２６及び３２７からＭＵＴ基板３２５内にエッチングされる。バイア３１５及び３１６を２つの基板３０５及び３２５にそれぞれエッチングすることによって、これら基板の各々は、図２の基板２２０よりも薄くなり、バイア３１５及び３１６は、図２のバイア２１５よりも高精度で形成されることができる。例えば、バイア３１５及び３１６の各々の位置及び直径は、正確に制御されることができる。その上、バイア３１５及び３１６は、上述されるように遞減されることができる。

【００１８】

10

バイアがエッチングされた後、ＭＵＴ基板３０５の表面３２２及びＭＵＴ基板３２５の表面３２７は、これら基板３０５及び３２５の厚さを所望の厚さとなるように減少するように包まれ、次いで、区切り線３３５に沿って張り合わされる。２つのＭＵＴ基板３０５及び３２５は、アノード接合、融着接合又はろう付けされて一緒になる。このようにして、小さい直径のバイアがＭＵＴ基板３０５の表面３２１上及びＭＵＴ基板３２５の表面３２６上に現れる。

【００１９】

図４は、図２のＭＵＴ組立体２００の他の代替実施例の断面図である。図４のＭＵＴ組立体４００はＭＵＴ基板４０５を含み、バイア４１５は、図２に関して上述されたのと類似の方法で、この基板を貫通するようにエッチングされる。しかしながら、ＭＵＴ組立体４００は、ＭＵＴ基板４０５と同じ材質を用いて製造され、ＭＵＴ基板４０５に接合される追加の基板４５０を含む。ＭＵＴ素子４１０は、この追加の基板４５０上に形成される。追加の基板４５０は、ＭＵＴ基板４０５におけるバイア４１５の位置に対応する位置において、追加の基板４５０を貫通するようにエッチングされる。バイア４５５は、バイア４１５よりも一般的に小さな直径である。このようにして、表面４２２におけるバイア４１５の大きさと、表面４２１におけるバイア４５５の大きさとの間に大きな変化が得られる。

20

【００２０】

図５は、図２のＭＵＴ組立体２００の他の代替実施例である。図５のＭＵＴ組立体５００は、表面５２１及び表面５２２の両方からＭＵＴ基板５０５内にエッチングされるバイア５１５を含む。表面５２１からエッチングされるバイア部５２５は、示されるように、基板５０５を貫通し途中で表面５２２からエッチングされるバイア５１５と衝突する。ＭＵＴ基板５０５の両方の表面５２１及び５２２からバイアをエッチングすることは、バイアの直径を更に正確に制御されることを可能にする。

30

【００２１】

当業者にとって、本発明の原理から大幅に外れることなく、上述したような本発明に対する多くの修正及び変形が行われてもよい。例えば、本発明は、ＭＵＴトランスデューサ素子と複数の異なる基板材料とを用いて使用される。このような修正及び変形の全ては、ここに含むことにより示されるものとする。

【図面の簡単な説明】

40

【図１】 ＭＵＴ素子を含む超音波トランスデューサの断面図。

【図２】 本発明の１つの態様により作成されるＭＵＴトランスデューサ組立体の断面図。

【図３】 図２のＭＵＴトランスデューサ組立体の代替物を説明する断面図。

【図４】 図２のＭＵＴトランスデューサ組立体の他の代替実施例の断面図。

【図５】 図２のＭＵＴトランスデューサ組立体の他の代替実施例。

【図 1】

100→

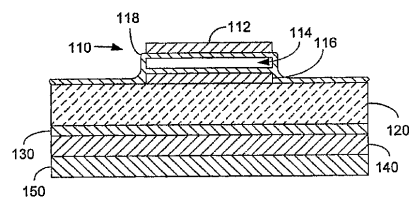


FIG.1

【図 2】

200→

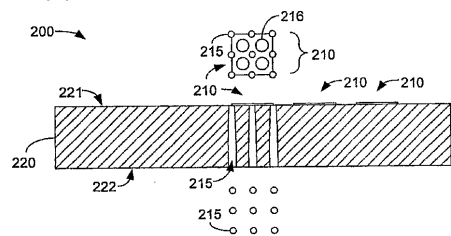


FIG.2

【図 3】

300→

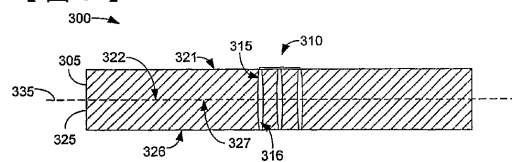


FIG.3

【図 4】

400→

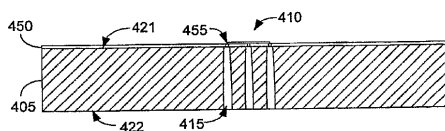


FIG.4

【図 5】

500→

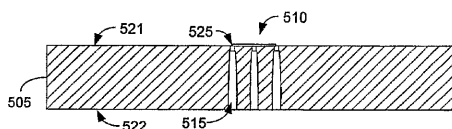


FIG.5

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平03-172099(JP,A)
米国特許第05855049(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 19/00

A61B 8/00

B81B 1/00

B81C 1/00

专利名称(译)	超小型超声换能器 (MUT) 基板限制声能的横向传播		
公开(公告)号	JP4049743B2	公开(公告)日	2008-02-20
申请号	JP2003516947	申请日	2002-07-26
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
[标]发明人	ミラーデイヴィッドジー		
发明人	ミラー デイヴィッド ジー		
IPC分类号	H04R19/00 A61B8/00 B81B1/00 B81C1/00 B06B1/02 G10K11/00		
CPC分类号	G10K11/002 B06B1/0292		
FI分类号	H04R19/00.330 A61B8/00 B81B1/00 B81C1/00		
代理人(译)	宫崎明彦		
优先权	09/919250 2001-07-31 US		
其他公开文献	JP2005507580A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

减小或消除声能的横向传播的超小型超声换能器 (MUT) 基板 (通常称为通孔) 包括在基板上形成的MUT元件附近的孔。MUT基板上的通孔减少或消除了声能在MUT基板中横向传播的声能的传播。掺杂这些通孔以在MUT元件和安装MUT基板的集成电路板表面上的电路之间提供电连接。

【图5】

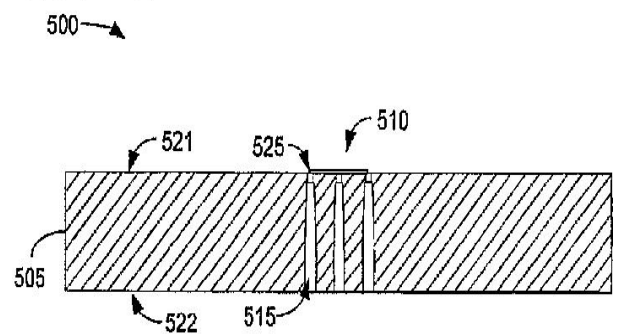


FIG.5