

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5008946号
(P5008946)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月8日(2012.6.8)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 8/12 (2006.01)
H 0 4 R 17/00 (2006.01)A 6 1 B 8/12
H 0 4 R 17/00 3 3 O H
H 0 4 R 17/00 3 3 O K

請求項の数 7 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-294816 (P2006-294816)
 (22) 出願日 平成18年10月30日(2006.10.30)
 (65) 公開番号 特開2008-110059 (P2008-110059A)
 (43) 公開日 平成20年5月15日(2008.5.15)
 審査請求日 平成21年8月31日(2009.8.31)

(73) 特許権者 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (72) 発明者 若林 勝裕
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 安達 日出夫
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサ、超音波トランスデューサの製造方法、及び超音波内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の電極間に配設された空隙部と、
上記空隙部と接し、超音波送受信面となる振動膜と、
上記空隙部を介し上記振動膜と対向する位置にある基板と、
 上記空隙部の外周を形成する隔壁部と、
 を有し、
上記隔壁部、及び上記隔壁部と接触する上記基板表面部の少なくとも一部分を共に酸化
シリコンにより形成し、少なくとも一方の酸化シリコンに熱酸化膜が使用され、上記隔壁
部と上記基板とを表面活性化接合したことを特徴とする超音波トランスデューサ。

10

【請求項 2】

上記隔壁部、及び上記基板の上記酸化シリコンの両方に上記熱酸化膜が使用されている
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 3】

上記一対の電極のうち、少なくとも一方の電極は低抵抗シリコンからなることを特徴と
 する請求項 1 または請求項 2 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 4】

上記一対の電極の両方が低抵抗シリコンからなることを特徴とする請求項 1 または請求
項 2 に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 5】

20

上記振動膜にシリコンを熱酸化してなる二酸化ケイ素膜を使用して上記隔壁部を形成したことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の超音波トランスデューサ。

【請求項 6】

内視鏡挿入部に配設され、1つ、又は複数の超音波振動子エレメントを配列した構成の前記請求項 1 から請求項 5 の何れかに記載の超音波トランスデューサを備えたことを特徴とする超音波内視鏡。

【請求項 7】

2枚の基板を接合して、一对の電極間に空隙部を形成する超音波トランスデューサの製造方法であって、

第1の電極となる低抵抗シリコンの第1の基板上に第1の熱酸化膜を形成し、

第2の電極となる低抵抗シリコンの第2の基板上に第2の熱酸化膜を形成して、この第2の熱酸化膜をエッチングして上記空隙部の外周壁となる隔壁部を形成し、

上記第1の電極と上記第2の電極とが上記空隙部を介在して対向するように、上記第1の基板の上記第1の熱酸化膜、及び上記第2の基板の上記隔壁部を表面活性化接合したことを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2枚の半導体基板を接合加工して製造される静電容量型微細加工の超音波トランスデューサ、該超音波トランスデューサの製造方法、及び該超音波トランスデューサを超音波送受部に備えた超音波内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

近年では、体腔内に超音波を照射し、そのエコー信号から体内の状態を画像化して診断する超音波診断法が広く普及している。このような超音波診断法に用いられる医療装置には、例えば、体表から体内の状態を画像化できる超音波エコー装置、先端部に超音波を送受信する超音波振動子部を備え、体腔内に挿入して体内の状態を画像化できる超音波内視鏡などがある。

【0003】

これらの超音波診断用の医療装置うち、特に超音波内視鏡は、体腔への挿入性の向上、及び患者の苦痛を軽減するために細径化のための種々の工夫がなされている。そのため、超音波振動子部も小型化が進み、そのための種々の工夫がなされている。

【0004】

このような、超音波内視鏡に用いられる従来の超音波トランスデューサには鉛が含まれている場合がある。このため、近年の環境問題を踏まえて、体腔内に挿入されて使用される超音波内視鏡に設けられる超音波トランスデューサの鉛フリー化が望まれている。

【0005】

このように、鉛を用いることなく、小型化を実現することができる超音波トランスデューサには、c-MUT (Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer: 静電容量型微細加工超音波探触子) を用いることが好適とされる。このc-MUTを含む超音波振動子は、シリコン基板を加工して成形され、例えば、特許文献1、及び特許文献2に記載されるように2枚のウエハを製造時に接合して一对の電極間に空隙部であるキャビティを形成した構造が開示されている。

【特許文献1】国際公開No: WO2004/016036 A2号公報

【特許文献2】特開2003-153391号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1、及び特許文献2の超音波振動子は、一对の電極間に上記キ

10

20

30

40

50

ャビティを形成するため２枚のウエハをボンディング接合する際、夫々のウエハの接合面に異種材料、例えば、特許文献１ではＳｉＯ₂（二酸化ケイ素）－Ｓｉ（シリコン）による陽極接合などを用いて接合している。

【０００７】

そのため、これら異種材料により接合された２枚のウエハは、後に行う表面に保護膜などを形成するための、ＣＶＤ（化学気相成長法）などによる高温の熱が加わる製造プロセスにおいて、上記接合面の界面部が剥離してしまうという問題があった。また、この製造過程において上記接合面の界面部に剥離が発生しなかったとしても、医療機器である超音波内視鏡のリプロセス工程における高圧蒸気滅菌処理時に、その高熱により上記界面部に剥離が生じる可能性がある。

10

【０００８】

そこで、本発明は上述の事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、一对の電極間にキャビティを形成している２枚のウエハの接合界面部が剥離による損傷を防止した耐久性の高い超音波トランスデューサ、この超音波トランスデューサの製造方法、及びこの超音波トランスデューサを備えた超音波内視鏡を実現することである。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

上記目的を達成すべく、本発明の一態様の超音波トランスデューサは、一对の電極間に配設された空隙部と、上記空隙部と接し、超音波送受信面となる振動膜と、上記空隙部を介し上記振動膜と対向する位置にある基板と、上記空隙部の外周を形成する隔壁部と、を有し、上記隔壁部、及び上記隔壁部と接触する上記基板表面部の少なくとも一部分を共に酸化シリコンにより形成し、少なくとも一方の酸化シリコンに熱酸化膜が使用され、上記隔壁部と上記基板とを表面活性化接合した。

20

【００１０】

また、本発明の一態様の超音波トランスデューサの製造方法は、２枚の基板を接合して、一对の電極間に空隙部を形成する超音波トランスデューサの製造方法であって、第１の電極となる低抵抗シリコンの第１の基板上に第１の熱酸化膜を形成し、第２の電極となる低抵抗シリコンの第２の基板上に第２の熱酸化膜を形成して、この第２の熱酸化膜をエッチングして上記空隙部の外周壁となる隔壁部を形成し、上記第１の電極と上記第２の電極とが上記空隙部を介在して対向するように、上記第１の基板の上記第１の熱酸化膜、及び上記第２の基板の上記隔壁部を表面活性化接合した。

30

【００１１】

さらに、本発明の超音波内視鏡は、内視鏡挿入部に１つ、又は複数の上記超音波トランスデューサを配列したことを特徴とする。

【発明の効果】

【００１２】

本発明によれば、一对の電極間に空隙部を形成している２枚のウエハの接合界面部が剥離による損傷を防止した耐久性の高い超音波トランスデューサ、この超音波トランスデューサの製造方法、及びこの超音波トランスデューサを備えた超音波内視鏡を提供することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【００１３】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（第１の実施の形態）

図１から図１７は本発明の第１の実施の形態を示し、図１は超音波内視鏡の概略構成を説明する図、図２は超音波内視鏡の先端部分の概略構成を示す図、図３は超音波振動子部の構成を説明する図、図４は超音波トランスデューサの上面図、図５は図４の円Ｖを拡大した図、図６は図５のＶＩ－ＶＩ線に沿ったｃ－ＭＵＴセルの断面図、図７は図５のＶＩ－ＶＩ線に沿ったｃ－ＭＵＴセルの断面図、図８は厚酸化膜付ウエハを示す断面図、図９は厚酸化膜付ウエハ上に下部電極を形成した状態を示す断面図、図１０は第１絶縁層

50

を形成した状態の厚酸化膜付ウエハを示す断面図、図 1 1 は S O I ウエハを示す断面図、図 1 2 は S O I ウエハにシリコン熱酸化膜を形成した状態を示す断面図、図 1 3 は上部電極上のシリコン熱酸化膜をエッチングした状態の S O I ウエハを示す断面図、図 1 4 は厚酸化膜付ウエハと S O I ウエハを接合した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図、図 1 5 は S O I ウエハのベースシリコンをエッチング除去した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図、図 1 6 は絶縁膜が上面に形成された状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図、図 1 7 は c - M U T セルの製造工程を示すフローチャートである。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示すように本実施形態の超音波内視鏡 1 は、体腔内に挿入される細長の挿入部 2 と、この挿入部 2 の基端に位置する操作部 3 と、この操作部 3 の側部から延出するユニバーサルコード 4 とで主に構成されている。

10

【 0 0 1 5 】

上記ユニバーサルコード 4 の基端部には、図示しない光源装置に接続される内視鏡コネクタ 4 a が設けられている。この内視鏡コネクタ 4 a からは、図示しないカメラコントロールユニットに電気コネクタ 5 a を介して着脱自在に接続される電気ケーブル 5、及び図示しない超音波観測装置に超音波コネクタ 6 a を介して着脱自在に接続される超音波ケーブル 6 が延出している。

【 0 0 1 6 】

上記挿入部 2 は、先端側から順に硬質な樹脂部材で形成した先端硬性部 7、この先端硬性部 7 の後端に位置する湾曲自在な湾曲部 8、この湾曲部 8 の後端に位置して上記操作部 3 の先端部に至る細径かつ長尺で可撓性を有する可撓管部 9 を連設して構成されている。そして、上記先端硬性部 7 の先端側には、超音波を送受する複数の電子走査型の超音波トランスデューサを配列した超音波送受部である超音波振動子部 2 0 が設けられている。

20

【 0 0 1 7 】

なお、上記先端硬性部 7 の材質としては、耐薬品性、或いは生体適合性が良好なポリスルフォンが用いられる。また、上記操作部 3 には上記湾曲部 8 を所望の方向に湾曲制御するアングルノブ 1 1、送気、及び送水操作を行うための送気送水ボタン 1 2、吸引操作を行うための吸引ボタン 1 3、体腔内に導入する処置具の入り口となる処置具挿入口 1 4 等が設けられている。

【 0 0 1 8 】

30

超音波振動子部 2 0 が設けられた先端硬性部 7 の先端面 7 a には、図 2 に示すように、照明光学系を構成する照明用レンズカバー 2 1、観察光学系を構成する観察用レンズカバー 2 2、吸引口を兼ねる鉗子口 2 3、及び図示しない送気送水ノズルが配置されている。

【 0 0 1 9 】

超音波振動子部 2 0 は、シリコン半導体基板をシリコンマイクロマシーニング技術が用いられて加工してなる、c - M U T (C a p a c i t i v e M i c r o m a c h i n e d U l t r a s o n i c T r a n s d u c e r : 静電容量型微細加工超音波探触子) の振動膜が外向するように形成され、複数の c - M U T セルから構成される最小の駆動単位で、表面が矩形状の振動子エレメント (以下、単にエレメントという場合がある) 2 5 が、図 3 に示すように、円筒状に複数配列された電子ラジアル型振動子先端部となっている。

40

【 0 0 2 0 】

超音波振動子部 2 0 は、各エレメント 2 5 に電氣的に接続される電極パッド、及び G N D (グランド) 電極パッドを備えたケーブル接続基板部 2 4 が基端側に連設されている。そして、超音波振動子部 2 0 からは、ケーブル接続基板部 2 4 に各信号線が電氣的に接続された同軸ケーブル束 2 6 が延設している。この同軸ケーブル束 2 6 は、先端硬性部 7、湾曲部 8、可撓管部 9、操作部 3、ユニバーサルコード 4、及び超音波ケーブル 6 に挿通され、超音波コネクタ 6 a を介して、図示しない超音波観測装置と接続される。

【 0 0 2 1 】

尚、各エレメント 2 5 間の印加 (信号) 側の電極は、夫々が個別に同軸ケーブル束 2 6

50

の各ケーブルから電気的シグナルが給電される構造となっており、電気的に非接続された構成となっている。

【 0 0 2 2 】

各エレメント 2 5 には、図 4 に示すように、ここでは、複数の c - M U T セル（以下、単にセルという）3 0 が配列されている。1つのエレメント 2 5 内の各セル 3 0 は、印加側、及び帰還（接地）側の電極の夫々が隣接するセル 3 0 の印加側、及び帰還側の電極と電気的に接続された構造となっている。尚、セル 3 0 は、後述するように、一对の電極、振動膜であるメンブレン、及び一对の電極周りに形成された隔壁部 4 1 により、上記一对の電極間で表面円形状に形成された略円盤形状の空隙であるキャビティ 5 1 を備えた駆動単位要素となる。

10

【 0 0 2 3 】

また、本実施の形態の一对の電極のうちの帰還電極となる夫々の上部電極 3 1 は、エレメント 2 5 の表面形状と略同一形状の 1 枚の板状の電極板となっている。その一方で、一对の電極のうち印加電極となる下部電極 3 5 は、表面略円形状をしており、1つのセル 3 0 内において伝導部 3 5 a によって、隣接する下部電極 3 5 と電気的に接続されている。これら伝導部 3 5 a は、本実施の形態では円盤状に形成された下部電極 3 5 の縁辺部の四方から、90度の略等間隔の角度を有して四方に延設している。尚、上部電極 3 1 は、例えば、下部電極 3 5 に対応した、例えば、表面円形状にセル 3 0 毎に分割された形状としても良い。

【 0 0 2 4 】

20

ここで、図 6、及び図 7 を用いて、図 5 に示した V I - V I 線、及び V I I - V I I 線に沿って切断したセル 3 0 の断面構造について詳しく説明する。尚、図 6、及び図 7 においては、隣接する 2 つのセル 3 0 の構造のみの断面構造を示している。

【 0 0 2 5 】

図 6 に示すように、本実施の形態のセル 3 0 は、ここでは、第 1 の基板である厚酸化膜付ウエハ 3 9 上に形成された、上記下部電極 3 5 と、この下部電極 3 5 の表面に形成される接合膜を構成する第 1 絶縁層 3 4 と、下部電極 3 5 上にキャビティ 5 1 によって、所定の離間距離を有して配設される上記上部電極 3 1 と、この上部電極 3 1 上に形成される第 2 絶縁層 3 2 と、この第 2 絶縁層 3 2 上に形成される保護膜 3 3 と、によって主に構成されている。本実施の形態では、上部、及び下部の記載について、発生する超音波振動における超音波走査領域側を上部としている。

30

【 0 0 2 6 】

本実施の形態のセル 3 0 は、上部電極 3 1、第 2 絶縁層 3 2、及び保護膜 3 3 によって、超音波送受信面となる振動膜であるメンブレン 3 8 を構成している。また、上述したキャビティ 5 1 は、上下が第 1 絶縁層 3 4、及び上部電極 3 1 によって、周囲が隔壁部 4 1 によって閉塞された真空空隙部であり、本形態においてメンブレン 3 8 の制動層となっている。

【 0 0 2 7 】

また、1つのエレメント 2 5 の各セル 3 0 は、図 7 に示すように、下部電極 3 5 が夫々隣接するセル 3 0 の下部電極 3 5 と伝導部 3 5 a とが連続して一体形成され電気的に接続されている。また、この伝導部 3 5 a にも、第 1 絶縁層 3 4 が上面に形成されている。

40

【 0 0 2 8 】

上記厚酸化膜付ウエハ 3 9 は、本実施の形態において例えば、厚さ 525 μm のシリコン（S i）基板 3 7 の表面に、例えば、厚さ 1.5 μm のシリコン熱酸化膜（例えば、二酸化ケイ素膜：S i O₂ 膜）3 6 を形成した低抵抗シリコン（S i）基板が用いられる。この厚酸化膜付ウエハ 3 9 のシリコン熱酸化膜 3 6 の一面上に形成される下部電極 3 5 は、電気的導電性のある金属、半導体などからなり、本実施の形態では、例えば、厚さ 0.4 μm のプラチナ（P t）が用いられる。尚、下部電極 3 5 を形成する電気的導電性材料は、プラチナ（P t）に限定することなく、例えば、モリブデン（M o）、或いはチタン（T i）でも良い。また、下部電極 3 5 と一体形成される伝導部 3 5 a も、この下部電極

50

35と同じ材質となる。

【0029】

下部電極35と厚酸化膜付ウエハ39の表面を被覆する上記第1絶縁層34は、例えば、厚さ0.15μmのシリコン熱酸化膜（例えば、二酸化ケイ素膜：SiO₂膜）であり、下部電極35の保護膜を構成している。この第1絶縁層34は、下部電極35を保護すると共に、上部電極31に対する電氣的な絶縁膜となる。

【0030】

上記キャピティ51は、例えば、直径φ40μmの高さ0.8μmに設定された略円柱状（略円盤状）の空隙部である。このキャピティ51の上面を形成する上部電極31は、例えば、厚さ2.0μmの導電性を有する低抵抗のシリコン（Si）から形成されている。また、上部電極31上に形成された第2絶縁層32は、例えば、厚さ0.3μmのシリコン熱酸化膜（例えば、二酸化ケイ素膜：SiO₂膜）により形成されている。

【0031】

さらに、第2絶縁層32上には、例えば、生体適合性のある外皮膜となるパリレンにより、例えば、厚さ1.0μmの保護膜33が形成されている。尚、保護膜33を形成するパリレンには、フッ素を含有したものをを用いると、たんぱく質をはじめとした汚れを付着し難くでき、本実施の形態の超音波内視鏡1は、超音波振動子部20のより確実な洗浄、消毒、及び滅菌作業を行うことができる構成となる。勿論、保護膜33は、パリレン膜に限定することなく、例えば、シリコン窒化膜（SiN膜）、ポリミド膜（PI膜）でも良く、これらを積層しても良い。

【0032】

以上のように構成された本実施の形態のセル30が複数配列されたエレメント25の製造方法について、図8～図16、及び図17のフローチャートのステップ（S）に基づいて説明する。尚、図8～図16には形成される2つのc-MUTセル30の断面を図示しているが、以下の説明において、シリコンマイクロマシーニング技術により一枚の厚酸化膜付ウエハ39上には微細なダイアフラム状の複数のc-MUTセル30を備えた複数のエレメント25を形成する工程である。尚、1つのエレメント25のc-MUTセル30の数は、複수에限定することなく、1つでも良い。

【0033】

まず、図8に示すような、第1の基板として、酸化膜（1.5μmの熱酸化膜）が形成された低抵抗シリコン（Si）基板である厚酸化膜付ウエハ39を準備する（S1）。そして、始めに、ここではプラチナ（Pt）をスパッタリング法で、本実施の形態では、厚さ0.4μmに成膜し、フォトリソグラフ法によりパターンニング後、エッチングして、図9に示すように、第1の電極である下部電極35を形成する（S2）。このとき、図7に示したように、隣接する各下部電極35の夫々は、一体形成される伝導部35aにより、電氣的に接続されるようにパターンニングされる。

【0034】

次に、下部電極35が形成された厚酸化膜付ウエハ39を熱酸化して、ここでは、厚さ0.15μmのシリコン熱酸化膜（SiO₂膜）を成膜して、下部電極35上に第1絶縁層34を形成する（S3）。尚、このシリコン熱酸化膜は、厚酸化膜付ウエハ39の全面、若しくは下部電極35を形成した一面のみに成膜しても良い。

以上説明した、ここまでにおけるステップS1～ステップS3の工程により、厚酸化膜付ウエハ39上に下部電極35、及び第1絶縁層34が形成された第1の基板が作製される。

【0035】

次に、図11に示すように、第2の基板として、SOI（Silicon on Insulator）ウエハ45を準備する（S4）。本実施の形態のSOIウエハ45は、ベースシリコン（Si）43の一面上に、ここでは厚さ0.3μmのシリコン熱酸化膜（SiO₂膜）からなるBOX（Burried Oxide）である第2絶縁層32、及びこの第2絶縁層32上に、ここでは厚さ2.0μmの低抵抗シリコン（Si）からなる

上部電極 3 1 が形成されている。

【 0 0 3 6 】

この S O I ウエハ 4 5 をさらに熱酸化して、図 1 2 に示すように、ここでは、厚さ 0 . 8 μ m のシリコン熱酸化膜 (S i O 2 膜) 4 4 を形成する (S 5)。次に、上部電極 3 1 側のシリコン熱酸化膜 4 4 にレジスト塗布して、フォトリソグラフ法により、キャビティ 5 1 の外形を形成する形状に、ここでは B H F (弗酸系緩衝溶液) によりエッチング除去する (S 6)。

【 0 0 3 7 】

このステップ S 6 の工程により、エッチングされて、パターン形成された残在するシリコン熱酸化膜 4 4 は、図 1 3 に示すように、キャビティ 5 1 の側周面を形成する隔壁部 4 1 となる。

10

【 0 0 3 8 】

以上説明した、ここまでににおけるステップ S 4 ~ ステップ S 6 の工程により、S O I ウエハ 4 5 の一面 (上部電極 3 1 側の面) に隔壁部 4 1 が形成された第 2 の基板が作製される。

【 0 0 3 9 】

次に、これら各ウエハ 3 9 , 4 5 に成膜された、シリコン熱酸化膜である第 1 絶縁層 3 4、及び隔壁部 4 1 の夫々の接合部となる表面を活性化させる (S 7)。ここで、本実施の形態では、表面活性化の工程を例えば、O 2 プラズマにより実施した。尚、シリコン熱酸化膜の表面活性化は、O 2 プラズマだけでなく、U V 照射、イオンガス、アルゴン (A r) プラズマなどを用いても良い。

20

【 0 0 4 0 】

そして、図 1 4 に示すように、各ウエハ 3 9 , 4 5 を所定の位置となる、キャビティ 5 1 が下部電極 3 5 上となる位置で、表面活性化された第 1 絶縁層 3 4、及び隔壁部 4 1 の互いの表面となる接合面をボンディング接合する (S 8)。すなわち、活性化した S O I ウエハ 4 5 に形成された隔壁部 4 1 の表面、及び活性化した厚酸化膜付ウエハ 3 9 に形成された第 1 絶縁層 3 4 とが接した少なくとも一部分の表面が化学結合して、強固に接合される。

【 0 0 4 1 】

次いで、図 1 5 に示すように、不要な S O I ウエハ 4 5 のベースシリコン 4 3 をシリコン熱酸化膜 (S i O 2 膜) 4 4 と共に、K O H (水酸化カリウム溶液)、及び B H F (弗酸系緩衝溶液) を用いてエッチング除去する (S 9)。

30

【 0 0 4 2 】

最後に、図 1 6 に示すように、フッ素系のパリレン H T を第 2 絶縁層 3 2 上に、ここでは厚さ 1 . 0 μ m で蒸着して、保護膜 3 3 を形成する (S 1 0)。

【 0 0 4 3 】

以上のような一連の工程により、c - M U T セル 3 0 が形成された超音波トランスデューサを構成する振動子エレメント 2 5 が製造される。

以上説明したように、本実施の形態の振動子エレメント 2 5 は、c - M U T セル 3 0 の一対の電極間に設けられるキャビティ 5 1 を形成する、下部電極 3 5 上、及び厚酸化膜付ウエハ 3 9 上に形成された第 1 絶縁層 3 4 と、上部電極 3 1 の表面に形成された隔壁部 4 1 との接合において、第 1 絶縁層 3 4 と隔壁部 4 1 とを同一の材料 { シリコン熱酸化膜 (S i O 2 膜) } を用い、表面活性化により、各接合表面の原子が化学結合を形成し易い活性な状態となるため、その接合界面部の接合強度を強固にすることができる。

40

【 0 0 4 4 】

その結果、上述したような製造方法により振動子エレメント 2 5 は、ステップ S 1 0 で行う保護膜 3 3 を形成するための、特に、C V D などによる高温の熱が加わる製造プロセスにおいて、第 1 絶縁層 3 4 と隔壁部 4 1 との接合面の界面部の剥離を充分に防止できる構造となる。また、第 1 絶縁層 3 4 と隔壁部 4 1 とが強固に接合されるため、本実施の形態の超音波内視鏡 1 は、リプロセスされる際の高圧蒸気滅菌処理時の高熱による第 1 絶縁

50

層 3 4 と隔壁部 4 1 との接合面の界面部の剥離も生じ難くなる。

【 0 0 4 5 】

さらに、接合面を表面活性化することにより、低湿での接合が可能となり、各ウエハ 3 9 , 4 5 の第 1 絶縁層 3 4 と隔壁部 4 1 の各接合面の平面度を向上させた場合には、常温接合が可能となる。このように低温接合が可能となると、下部電極 3 5 として利用できる導電性材料の選択肢が増えるため、低コスト化が実現できる。

【 0 0 4 6 】

また、本実施の形態では、c - M U T セル 3 0 を形成するベース基板に低抵抗シリコン基板である厚酸化膜付ウエハ 3 9 を使用している。その理由には、低抵抗シリコン基板自体を配線経路とすることができる為である。しかし、寄生容量を極力減らすためには、高抵抗基板を用いることが好ましいため、上記ベース基板を低抵抗シリコン基板のみ限定することなく、高抵抗基板を用いても良い。いずれにせよ、どちらの基板を用いても熱酸化は同様に実施でき、上述の製造方法とすることで、第 1 絶縁層 3 4 と隔壁部 4 1 とが強固に接合できるため、どちらの構成としても接合強度が強固な振動子エレメント 2 5 を作製することができる。

【 0 0 4 7 】

(第 2 の実施の形態)

次に、図 1 8 ~ 図 2 9 を用いて、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

図 1 8 ~ 図 2 9 は、第 2 の実施の形態に係り、図 1 8 は c - M U T セルの断面図、図 1 9 は図 1 8 とは別方向で切断した c - M U T セルの断面図、図 2 0 は低抵抗シリコン基板の断面図、図 2 1 は低抵抗シリコン基板の一面に凹部を形成した状態を示す断面図、図 2 2 は低抵抗シリコン基板に熱酸化膜を形成した状態を示す断面図、図 2 3 は低抵抗シリコン基板の凹部を形成した一面側に導電性材料を成膜した状態を示す断面図、図 2 4 は導電性材料をエッチングして下部電極を形成した低抵抗シリコン基板を示す断面図、図 2 5 は下部電極上に絶縁膜を形成した低抵抗シリコン基板を示す断面図、図 2 6 は低抵抗シリコン基板と S O I ウエハを接合した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図、図 2 7 は S O I ウエハのベースシリコンをエッチング除去した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図、図 2 8 は絶縁膜が上面に形成された状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図、図 2 9 は c - M U T セルの製造工程を示すフローチャートである。

【 0 0 4 8 】

尚、以下の説明において、第 1 の実施の形態と同様の構成要素については同一の符号を付して説明を省略し、異なる部分のみを説明する。

【 0 0 4 9 】

図 1 8 に示すように、本実施の形態の c - M U T セル 3 0 が配列された振動子エレメント 2 5 は、ベース基板を構成し第 1 の基板となる低抵抗シリコン (S i) 基板 6 0 に、本実施の形態では、c - M U T セル 3 0 毎に対応した各キャビティ 5 1 下に深さ 0 . 4 μ m の基板側凹部 6 0 a が形成されている。そして、この低抵抗シリコン (S i) 基板 6 0 の表面に、シリコン熱酸化膜 (S i O 2 膜) 6 1 (6 1 a , 6 1 b) が、ここでは厚さ 0 . 5 μ m で成膜されている。これにより、基板側凹部 6 0 a に沿って、上面側となるシリコン熱酸化膜 6 1 a の表面に電極用凹部 6 1 A が形成されている。

【 0 0 5 0 】

この電極用凹部 6 1 A 内には、下部電極 3 5 が配設され、この下部電極 3 5 上に絶縁膜 5 5 が成膜されている。尚、本実施の形態のシリコン熱酸化膜 6 1 は、下部電極 3 5 が形成される一面側を接合膜を構成する上面側シリコン熱酸化膜 6 1 a とし、他面側を下面側シリコン熱酸化膜 6 1 b とする。

【 0 0 5 1 】

また、下部電極 3 5 の上面には、キャビティ 5 1 が介在する上部電極 3 1 との絶縁性を保持するための絶縁膜 5 5 が形成されている。

【 0 0 5 2 】

さらに、本実施の形態においても、図 1 9 に示すように、各下部電極 3 5 は、隣接する

10

20

30

40

50

各セル 30 の夫々の下部電極 35 と伝導部 35 a により電氣的に接続されるように一体形成されている。

【0053】

以上のように構成された本実施の形態のセル 30 が複数配列されたエレメント 25 の製造方法について、図 20 ~ 図 28、及び図 29 のフローチャートのステップ (S) に基づいて説明する。ここで、図 29 のフローチャートのステップ S16 ~ ステップ S18 と、第 1 の実施の形態での図 17 のフローチャートのステップ S4 ~ ステップ S6 とは、同一の SOI ウエハ 45 の製造工程であるため、それらの説明を省略し、第 1 の実施の形態とは異なる工程のみの説明を行う。

【0054】

先ず、図 20 に示すように、第 1 の基板となる低抵抗シリコン (Si) 基板 (ウエハ) 60 を準備する (S11)。尚、この低抵抗シリコン基板 60 は、第 1 の実施の形態と同様な、例えば、厚さ 525 μm のもので、勿論、高抵抗基板でも良い。

【0055】

次に、この低抵抗シリコン基板 60 の一面の下部電極 35 の位置となる部分を、水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH) を用いて、深さ 0.4 μm の基板側凹部 60 a をエッチングにより形成する (S12)。

【0056】

そして、低抵抗シリコン基板 60 の表面を熱酸化し、図 22 に示すように、厚さ 0.5 μm のシリコン熱酸化膜 (SiO₂ 膜) 61 を形成する (S13)。このとき、上面側シリコン熱酸化膜 61 a の表面には、上記基板側凹部 60 a の形状に合わせて凹部が形成され、その部分が電極用凹部 61 A となる。

【0057】

続いて、図 23 に示すように、上面側シリコン熱酸化膜 61 a 上に、ここではプラチナ (Pt) 膜 67 をスパッタリング法により形成する。このとき、プラチナ膜 67 は、上面側シリコン熱酸化膜 61 a の表面形状に合わせて成膜され、表面が凹凸状に成膜される。

【0058】

そして、このプラチナ膜 67 の凸部を CMP (chemical Mechanical Polishing) により、上面側シリコン熱酸化膜 61 a の表面が露出するまで研磨加工する。このように、プラチナ膜 67 を研磨加工することで、図 24 に示すように、電極用凹部 61 A 上に成膜されたプラチナ膜 67 により下部電極 35 が形成される (S14)。

【0059】

次に、下部電極 35 の形状に合わせて、上面側シリコン熱酸化膜 61 a 上にレジスト塗布して、フォトリソグラフィを行い、二酸化ケイ素 (SiO₂) をスパッタリング法で成膜して、リフトオフによって、図 25 に示すように、下部電極 35 上に二酸化ケイ素の絶縁膜 55 を形成する (S15)。

【0060】

以上説明した、ここまでに於けるステップ S11 ~ ステップ S15 の工程により、シリコン熱酸化膜 61 が形成されたウエハである低抵抗シリコン基板 60 上に下部電極 35、及び絶縁膜 55 が形成された第 1 の基板が作製される。

【0061】

次に、第 1 の実施の形態と同様に、ステップ S16 ~ ステップ S18 の工程により、SOI ウエハ 45 の一面 (上部電極 31 側の面) に隔壁部 41 が形成された第 2 の基板が作製される。

【0062】

次に、これら各ウエハ 60, 45 に成膜された、露出している上面側シリコン熱酸化膜 61 a、及び隔壁部 41 の夫々の表面を活性化させる (S19)。ここで、本実施の形態では、表面活性化の工程において、2 つのウエハ 60, 45 をチャンバ内に入れて、例えば、イオンガスにより実施した。

10

20

30

40

50

【0063】

そして、大気開放せずに、図26に示すように、各ウエハ60, 45を所定の位置となる、キャビティ51が下部電極35上となる位置で、表面活性化された上面側シリコン熱酸化膜61a、及び隔壁部41の互いの表面となる接合面をボンディング接合する(S20)。こうして、一对の電極31, 35間にキャビティ51が形成される。

【0064】

次いで、第1の実施の形態と同様にして、図27に示すように、不要なSOIウエハ45のベースシリコン43をシリコン熱酸化膜(SiO₂膜)44と共に、KOH(水酸化カリウム溶液)、及びBHF(弗酸系緩衝溶液)を用いてエッチング除去する(S21)。

10

【0065】

最後に、図28に示すように、ポリイミド(PI)を第2絶縁層32上に、ここでは厚さ1.0μmで蒸着、例えば、PVD(物理気相成長法)、或いはCVD(化学気相成長法)により成膜して、保護膜33を形成する(S22)。

【0066】

以上のような一連の工程により、本実施の形態のc-MUTセル30が形成された超音波トランスデューサを構成する振動子エレメント25が製造される。

以上のように形成した、本実施の形態の各セル30の構成によれば、各ウエハ60, 45の接合面が同一の材料、ここでは二酸化ケイ素(SiO₂)であるため、第1の実施の形態での同様な効果を奏すると共に、キャビティ51の空隙形状、特に各電極31, 35が対向する面に凹凸が形成されない構造となるため、安定した特性を備えた振動子エレメント25を作製することができる。

20

【0067】

(第3の実施の形態)

次に、図30～図42を用いて、本発明の第3の実施の形態について説明する。

図30～図42は、第3の実施の形態に係り、図30は厚酸化膜付ウエハの断面図、図31は厚酸化膜付ウエハにシリコン窒化膜を形成した状態を示す断面図、図32は導電性材料をエッチングして形成した下部電極上にシリコン窒化膜を形成した厚酸化膜付ウエハを示す断面図、図33は平坦層を形成した厚酸化膜付ウエハを示す断面図、図34は下部電極が露出するまで平坦層を研磨加工した厚酸化膜付ウエハを示す断面図、図35はさらに下部電極上に平坦層を形成した厚酸化膜付ウエハを示す断面図、図36は上部電極上のシリコン熱酸化膜をエッチングした状態のSOIウエハを示す断面図、図37は圧酸化膜ウエハとSOIウエハを接合した状態のc-MUTセルの製造過程を示す断面図、図38はSOIウエハのベースシリコンをエッチング除去した状態のc-MUTセルの製造過程を示す断面図、図39は上部電極をエッチング形成した状態のc-MUTセルの製造過程を示す断面図、図40は上部電極の配線を形成したc-MUTセルの製造過程を示す断面図、図41は保護膜を形成したc-MUTセルの製造過程を示す断面図、図42はc-MUTセルの製造工程を示すフローチャートである。

30

尚、以下の説明においても、第1、及び第2の実施の形態と同様の構成要素については同一の符号を付して説明を省略し、異なる部分のみを説明する。

40

【0068】

また、本実施の形態は、シリコン基板上に形成するc-MUTセル30の上述の各実施の形態と異なる製造方法の一例であり、本実施の形態のセル30が複数配列されたエレメント25の製造方法について、図30～図41、及び図42のフローチャートのステップ(S)に基づいて説明する。ここで、図42のフローチャートのステップS46～ステップS48と、第1の実施の形態での図17のフローチャートのステップS4～ステップS6とは、同一のSOIウエハ45の製造工程であるため、それらの説明を省略し、第1の実施の形態とは異なる工程のみの説明を行う。

【0069】

まず、図30に示すように、厚酸化膜付ウエハ39を準備する(S41)。尚、本実施

50

の形態の厚酸化膜付ウエハ 39 は、厚さ $525\ \mu\text{m}$ のシリコン基板 37 に厚さ $15\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ のシリコン酸化膜 36 が形成されている。次に、図 31 に示すように、厚酸化膜付ウエハ 39 の、ここでは一方の面上に、後述する導電性膜の酸化防止のためのシリコン窒化膜 71 を、ここでは厚さ $0.1\ \mu\text{m}$ で成膜形成する (S42)。

【0070】

次に、導電性材料である、例えば、モリブデン (Mo) を、ここでは厚さ $0.4\ \mu\text{m}$ でシリコン窒化膜 (SiN 膜) 71 上に成膜した後、フォトリソグラフ法によりパターンニングして、下部電極 35 を形成する (S43)。このとき、図示していないが、各実施の形態と同様に導電部 35a もパターン形成する。

【0071】

そして、厚酸化膜付ウエハ 39 の下部電極 35 を形成した一面上に、図 32 に示すように、第 1 絶縁層となるシリコン窒化膜 (SiN 膜) 72 を、ここでは厚さ $0.05\ \mu\text{m}$ で成膜形成する (S44)。すなわち、下部電極 35 は、その周囲全面がシリコン窒化膜 71, 72 によって、被覆された状態となる。これにより、後に行う加熱工程の際、シリコン窒化膜 71, 72 によって下部電極 35 の酸化を防止することができる構成となる。

【0072】

次に、図 33 に示すように、下部電極 35 が形成された厚酸化膜付ウエハ 39 のシリコン酸化膜 72 上に第 2 絶縁層となるシリコン酸化膜 (SiO₂ 膜) 73 を厚さ $2.0 \sim 3.0\ \mu\text{m}$ 程度にテトラエトキシラン (TEOS) を用いた CVD 法により成膜する。そして、このシリコン酸化膜 73 を、図 34 に示すように、一旦、下部電極 35 が露出するまで研磨し、表面を平坦化した後、再度、ここでは厚さ $0.6\ \mu\text{m}$ のシリコン酸化膜を TEOS を用いた CVD 法により成膜し、図 35 に示すように、シリコン酸化膜からなる接合膜を構成する平坦層 74 を形成する (S45)。すなわち、厚酸化膜付ウエハ 39 は、下部電極 35 上に厚さ $0.6\ \mu\text{m}$ のシリコン酸化膜が成膜され、それ以外の部分には表面が連続的に平坦となる厚さ $1.0\ \mu\text{m}$ のシリコン酸化膜が成膜された状態となる。尚、TEOS を用いて、シリコン酸化膜を積み直すことによって、この平坦層 74 の膜厚を自由にコントロールすることができる。

【0073】

以上説明した、ここまでににおけるステップ S41 ~ ステップ S45 の工程により、厚酸化膜付ウエハ 39 上にシリコン窒化膜 71, 72 に囲まれた下部電極 35、及び平坦層 74 が形成された第 1 の基板が作製される。

【0074】

次に、第 1 の実施の形態と同様に、ステップ S46 ~ ステップ S48 の工程により、SOI ウエハ 45 の一面 (上部電極 31 側の面) に隔壁部 41 が形成された、図 36 に示す第 2 の基板が作製される。尚、図 36 では、符号 31a を用いて、ここでは低抵抗シリコン層とする。

【0075】

次に、これら各ウエハ 39, 45 に成膜された、平坦層 74、及び隔壁部 41 の夫々の表面を活性化させる (S49)。ここで、本実施の形態では、厚酸化膜付ウエハ 39 上に形成された上部電極 35 は、シリコン窒化膜 71, 72 に覆われているため、900 程度までの加熱を行ったとしても、酸化が防止される。

【0076】

そして、図 37 に示すように、各ウエハ 39, 45 を所定の位置となる、キャビティ 51 が下部電極 35 上となる位置で、表面活性化された平坦層 74、及び隔壁部 41 の互いの表面となる接合面をボンディング接合する (S50)。こうして、一対の電極 31, 35 間にキャビティ 51 が形成される。

【0077】

次いで、図 38 に示すように、不要な SOI ウエハ 45 のベースシリコン 43 を、本実施の形態ではバックグラインダをした後、TMAH (テトラメチルアンモニウムヒドロキシド) などの薬液によりエッチング除去する (S51)。

【 0 0 7 8 】

次に、フォトリソグラフ法により、BOXであるシリコン熱酸化膜（第2絶縁層32）と共に、低抵抗シリコン層31aを、ここではケミカルドライエッチング（CDE）して、図31に示すように、上部電極31を形成する（S52）。

【 0 0 7 9 】

そして、厚酸化膜付ウエハ39上の上部電極31、及び隔壁部41の表面上に、ここではアルミニウム（Al）をスパッタリング法により、厚さ1.0μmで成膜した後、フォトリソグラフ法でパターンニングして、エッチングにより、図40に示す、上部電極31と電氣的に接続された配線80を形成する（S53）。この配線80は、1つの振動子エレメント25内で隣接するc-MUTセル30の上部電極31同士を電氣的に接続するための配線パターンとなる。

10

【 0 0 8 0 】

最後に、上部電極31、及び配線80上に、ここではシリコン窒化膜（SiN膜）である保護膜81を形成する（S54）。尚、保護膜81は、パリレン膜などでも良い。

【 0 0 8 1 】

以上のような一連の工程により、本実施の形態のc-MUTセル30が形成された超音波トランスデューサを構成する振動子エレメント25が製造される。

以上のように形成した、本実施の形態の各セル30の構成によれば、各ウエハ39、45の接合面が同一の材料、ここでは二酸化ケイ素（SiO₂）であるため、第1の実施の形態での同様な効果を奏すると共に、各ウエハ39、45の接合工程で夫々の接合面を高温化させる活性化方法でも、金属材料を用いて形成する下部電極35の酸化を防止することができる。すなわち、下部電極35は、低融点金属材料のアルミニウム（Al）などでも形成することができる構成となる。

20

【 0 0 8 2 】

以上、各実施の形態で説明したように、2枚の基板（ウエハ）を接合して形成する振動子エレメント25は、両基板の接合部を緻密でありながら、熱膨張係数なども等しい同一材料からなる熱酸化膜とすることで、設置される医療機器特有の高熱リプロセス処理（オートクレーブなど）に対し、十分に耐性のある構成となる。また、熱酸化膜は、成膜時に厚みのバラツキが生じにくいいため、各c-MUTセル30の振動特性を均一にした精度の高い超音波トランスデューサである振動子エレメント25となる。

30

【 0 0 8 3 】

尚、上述の各実施の形態では、シリコン酸化膜（SiO₂膜）同士の表面活性化接合を記載したが、同一の絶縁材料であれば、如何なるものでも良く、例えば、シリコン窒化膜（SiN膜）、シリコンカーバイド膜（SiC膜）、酸化タルタン（Ta₂O₅）、ルチル（TiO₂）などを用いても良い。

【 0 0 8 4 】

以上の実施の形態に記載した発明は、その実施の形態、及び変形例に限ることなく、その他、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々の変形を実施し得ることが可能である。さらに、上記実施の形態には、種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組合せにより種々の発明が抽出され得る。

40

【 0 0 8 5 】

例えば、実施の形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

【 0 0 8 6 】

以上の実施の形態に記載した超音波トランスデューサは、以下の付記に記載する特徴を有している。

【 0 0 8 7 】

（付記1）

2枚の基板を接合して製造される超音波トランスデューサにおいて、

50

一对の電極間に配設された空隙部と、
第1の基板に形成された接合膜と、
第2の基板に形成され、上記接合膜と接合して、上記空隙部の外周を形成する隔壁部と

、
を有し、

上記接合膜と、上記隔壁部とを同一の絶縁材料により形成したことを特徴とする超音波トランスデューサ。

【0088】

(付記2)

上記接合膜と、上記隔壁部との接合部は、表面活性化接合されていることを特徴とする
付記2に記載の超音波トランスデューサ。

10

【0089】

(付記3)

上記同一の絶縁材料は、酸化シリコンであることを特徴とする付記1、又は付記2に記載の超音波トランスデューサ。

【0090】

(付記4)

上記酸化シリコンは、上記接合膜、及び上記隔壁部の少なくとも一方が熱酸化により形成された熱酸化シリコンであることを特徴とする付記3に記載の超音波トランスデューサ。

20

【0091】

(付記5)

上記第2の基板は、上記一对の電極のうち的一方となる電極として機能する低抵抗シリコンを有するSOIウエハからなることを特徴とする付記1から付記4の何れか1項に記載の超音波トランスデューサ。

【0092】

(付記6)

2枚の基板を接合して、一对の電極間に空隙部を形成する超音波トランスデューサの製造方法であって、

第1の電極が形成された第1の基板上に接合膜を形成し、

30

第2の電極が形成された第2の基板上に上記接合膜と同一の絶縁部材により上記空隙部の外周壁となる隔壁部を形成し、

上記第1の電極と上記第2の電極とが上記空隙部を介在して対向するように、上記第1の基板の上記接合膜、及び上記第2の基板の上記隔壁部の夫々を表面活性化接合し、

たことを特徴とする超音波トランスデューサの製造方法。

【0093】

(付記7)

内視鏡挿入部の先端を構成する先端硬性部の先端側に配置され、1つ、又は複数の超音波振動子エレメントを配列した構成の超音波トランスデューサを備えた超音波内視鏡であって、

40

一对の電極間に配設された空隙部と、

第1の基板に形成された接合膜と、

第2の基板に形成され、上記接合膜と接合して、上記空隙部の外周を形成する隔壁部と

、
を有し、

上記接合膜と、上記隔壁部とを同一の絶縁材料により形成したことを特徴とする超音波内視鏡。

【0094】

(付記8)

上記接合膜と、上記隔壁部との接合部は、表面活性化接合されていることを特徴とする

50

付記 7 に記載の超音波内視鏡。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 5 】

【図 1】第 1 の実施の形態に係る、超音波内視鏡の概略構成を説明する図

【図 2】同、超音波内視鏡の先端部分の概略構成を示す図

【図 3】同、超音波振動子部の構成を説明する図

【図 4】同、超音波トランスデューサの上面図

【図 5】同、図 4 の円 V を拡大した図

【図 6】同、図 5 の V I - V I 線に沿った c - M U T セルの断面図

【図 7】同、図 5 の V I I - V I I 線に沿った c - M U T セルの断面図

10

【図 8】同、厚酸化膜付ウエハを示す断面図

【図 9】同、厚酸化膜付ウエハ上に下部電極を形成した状態を示す断面図

【図 10】同、第 1 絶縁層を形成した状態の厚酸化膜付ウエハを示す断面図

【図 11】同、S O I ウエハを示す断面図

【図 12】同、S O I ウエハにシリコン熱酸化膜を形成した状態を示す断面図

【図 13】同、上部電極上のシリコン熱酸化膜をエッチングした状態の S O I ウエハを示す断面図

【図 14】同、厚酸化膜付ウエハと S O I ウエハを接合した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図

【図 15】同、S O I ウエハのベースシリコンをエッチング除去した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図

20

【図 16】同、絶縁膜が上面に形成された状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図

【図 17】同、c - M U T セルの製造工程を示すフローチャート

【図 18】第 2 の実施の形態に係る、c - M U T セルの断面図、

【図 19】同、図 18 とは別方向で切断した c - M U T セルの断面図

【図 20】同、低抵抗シリコン基板の断面図

【図 21】同、低抵抗シリコン基板の一面に凹部を形成した状態を示す断面図

【図 22】同、低抵抗シリコン基板に熱酸化膜を形成した状態を示す断面図

【図 23】同、低抵抗シリコン基板の凹部を形成した一面側に導電性材料を成膜した状態を示す断面図

30

【図 24】同、導電性材料をエッチングして下部電極を形成した低抵抗シリコン基板を示す断面図

【図 25】同、下部電極上に絶縁膜を形成した低抵抗シリコン基板を示す断面図

【図 26】同、低抵抗シリコン基板と S O I ウエハを接合した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図

【図 27】同、S O I ウエハのベースシリコンをエッチング除去した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図

【図 28】同、絶縁膜が上面に形成された状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図

【図 29】同、c - M U T セルの製造工程を示すフローチャート

【図 30】第 3 の形態に係る、厚酸化膜付ウエハの断面図

40

【図 31】同、厚酸化膜付ウエハにシリコン窒化膜を形成した状態を示す断面図

【図 32】同、導電性材料をエッチングして形成した下部電極上にシリコン窒化膜を形成した厚酸化膜付ウエハを示す断面図

【図 33】同、平坦層を形成した厚酸化膜付ウエハを示す断面図

【図 34】同、下部電極が露出するまで平坦層を研磨加工した厚酸化膜付ウエハを示す断面図

【図 35】同、さらに下部電極上に平坦層を形成した厚酸化膜付ウエハを示す断面図

【図 36】同、上部電極上のシリコン熱酸化膜をエッチングした状態の S O I ウエハを示す断面図

【図 37】同、圧酸化膜付ウエハと S O I ウエハを接合した状態の c - M U T セルの製造過

50

程を示す断面図

【図 38】同、S O I ウエハのベースシリコンをエッチング除去した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図

【図 39】同、上部電極をエッチング形成した状態の c - M U T セルの製造過程を示す断面図

【図 40】同、上部電極の配線を形成した c - M U T セルの製造過程を示す断面図

【図 41】同、保護膜を形成した c - M U T セルの製造過程を示す断面図

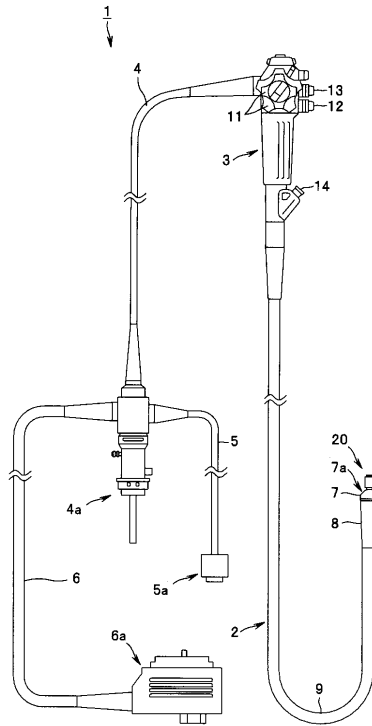
【図 42】同、c - M U T セルの製造工程を示すフローチャート

【符号の説明】

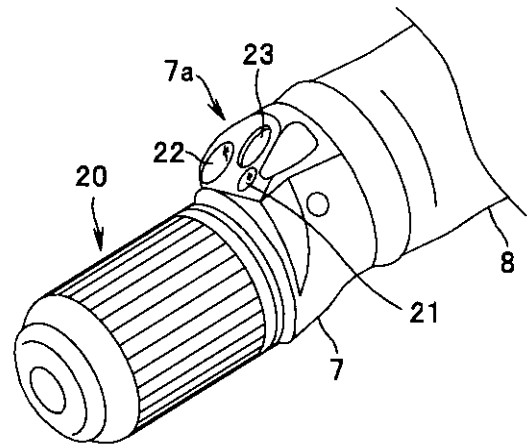
【 0 0 9 6 】

1 . . .	超音波内視鏡	10
7 . . .	先端硬性部	
2 0 . . .	超音波振動子部	
2 5 . . .	振動子エレメント	
2 6 . . .	同軸ケーブル束	
3 0 . . .	セル	
3 1 . . .	上部電極	
3 2 . . .	第 1 絶縁層	
3 3 . . .	保護膜	
3 4 . . .	第 2 絶縁層	20
3 5 . . .	下部電極	
3 5 a . . .	伝導部	
3 6 . . .	シリコン熱酸化膜	
3 7 . . .	シリコン基板	
3 8 . . .	メンブレン	
3 9 . . .	厚酸化膜付ウエハ	
4 1 . . .	隔壁部	
4 3 . . .	ベースシリコン	
4 4 . . .	シリコン熱酸化膜	
4 5 . . .	ウエハ	30
5 1 . . .	キャビティ	
5 5 . . .	絶縁膜	

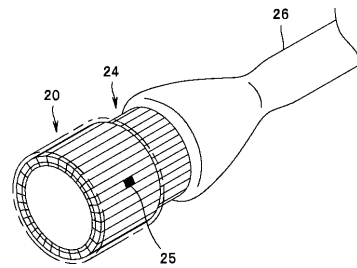
【図 1】



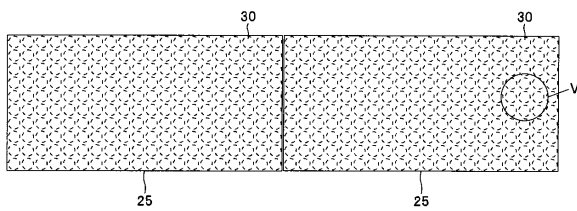
【図 2】



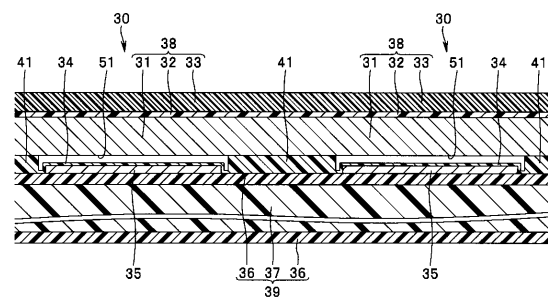
【図 3】



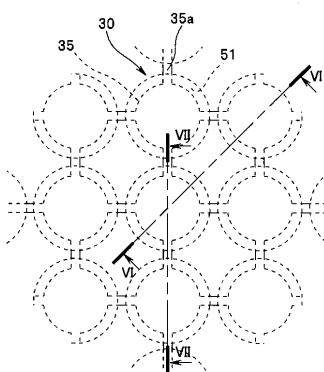
【図 4】



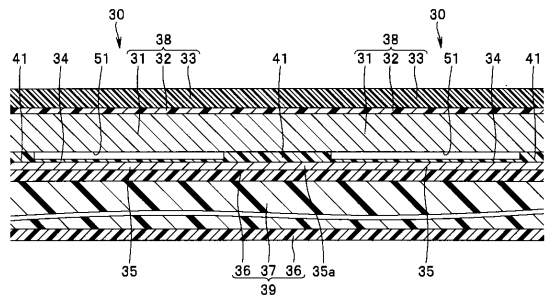
【図 6】



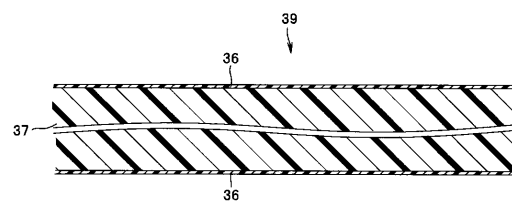
【図 5】



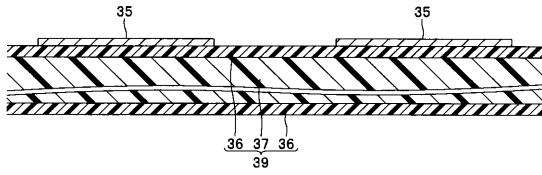
【図 7】



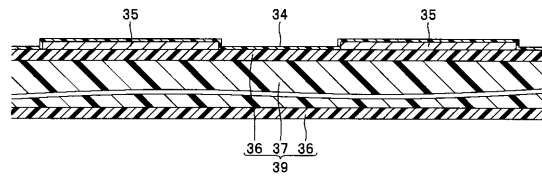
【図 8】



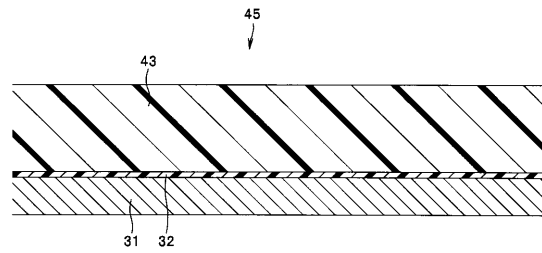
【図 9】



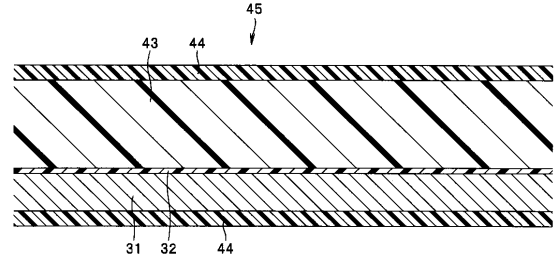
【図 10】



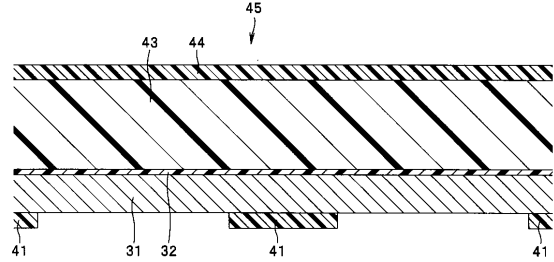
【図 11】



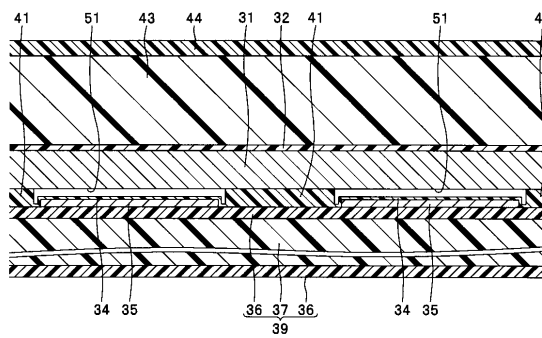
【図 12】



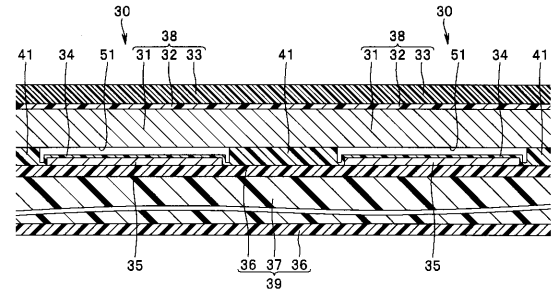
【図 13】



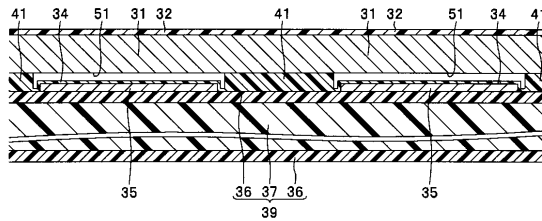
【図 14】



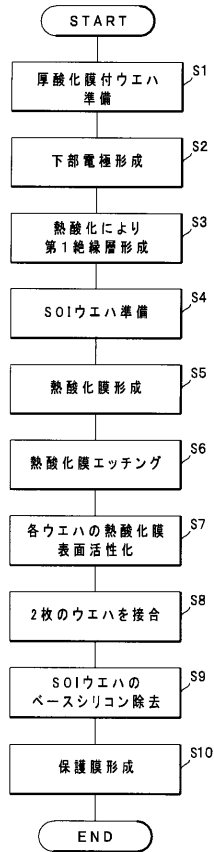
【図 16】



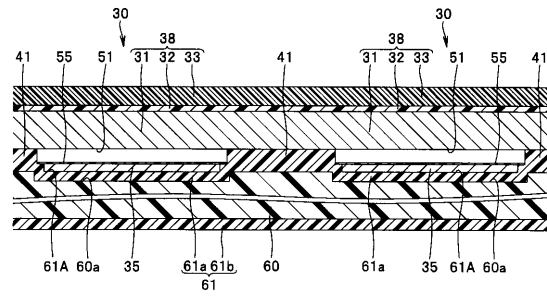
【図 15】



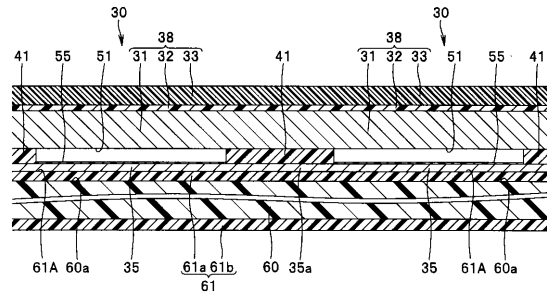
【図 17】



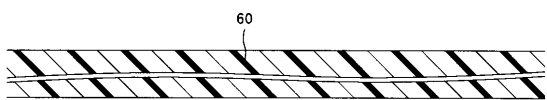
【図 18】



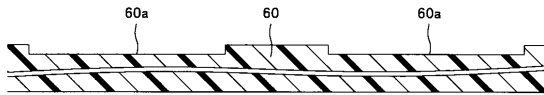
【図 19】



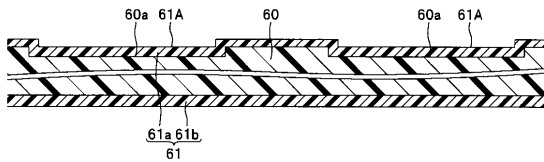
【図 20】



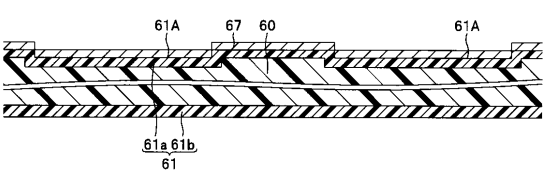
【図 21】



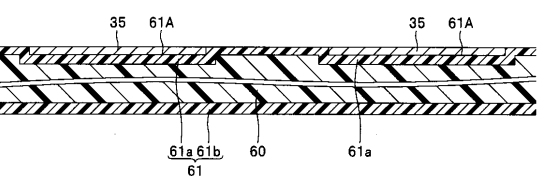
【図 22】



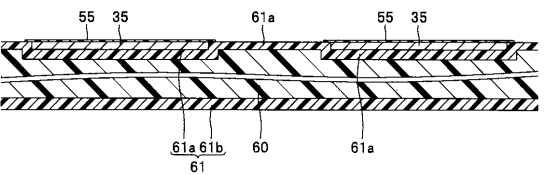
【図 23】



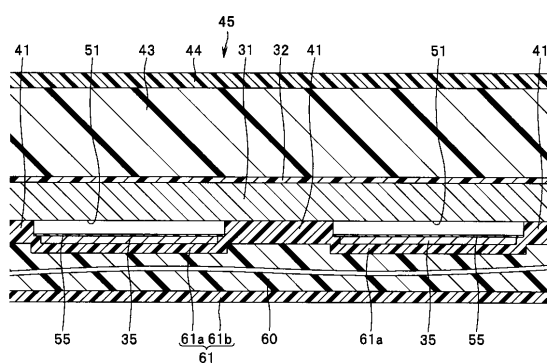
【図 24】



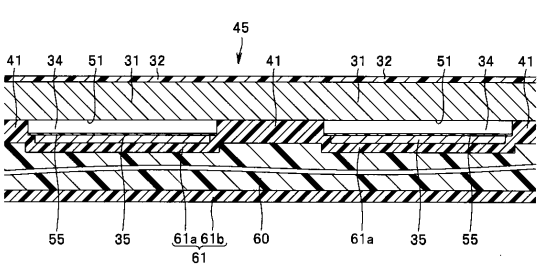
【図 25】



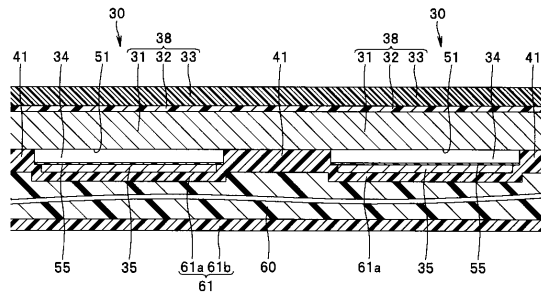
【図 26】



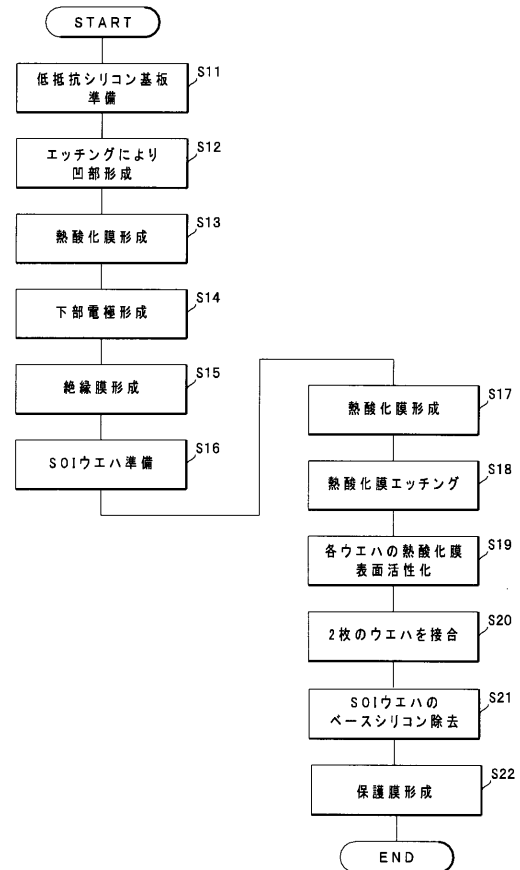
【図 27】



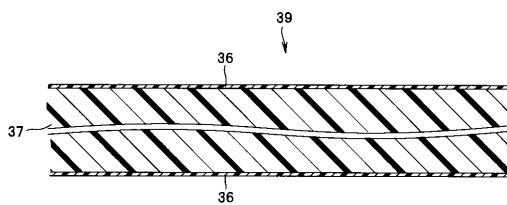
【図 28】



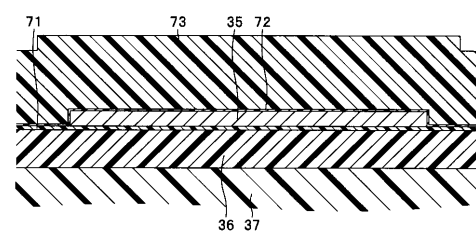
【図 29】



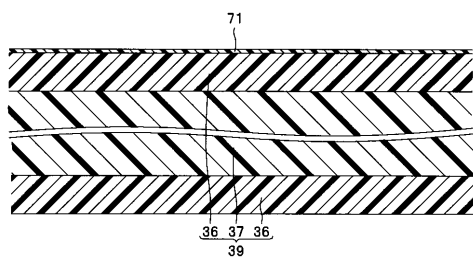
【図 30】



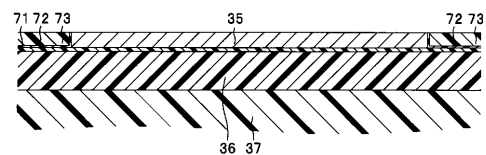
【図 33】



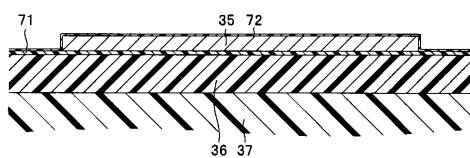
【図 31】



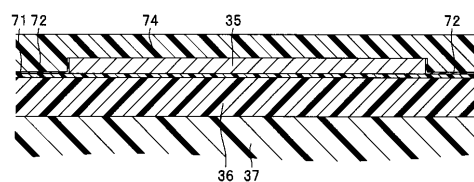
【図 34】



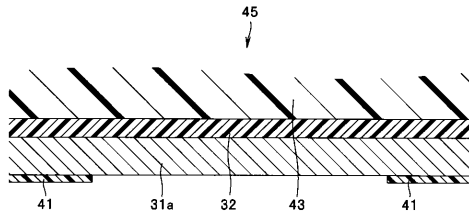
【図 32】



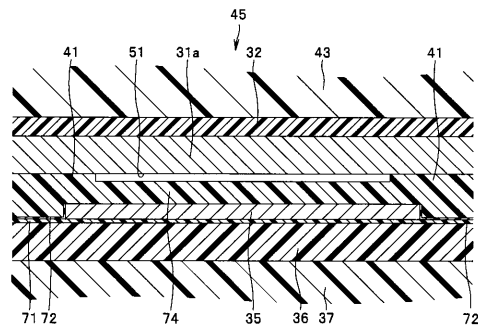
【図 35】



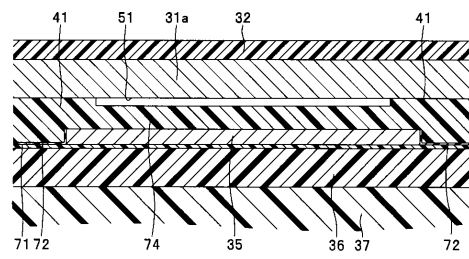
【図 36】



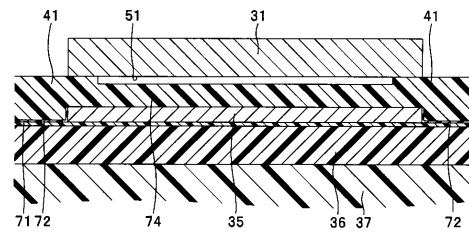
【図 37】



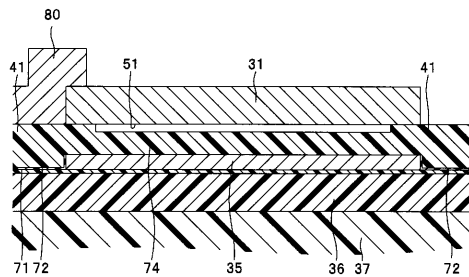
【図 38】



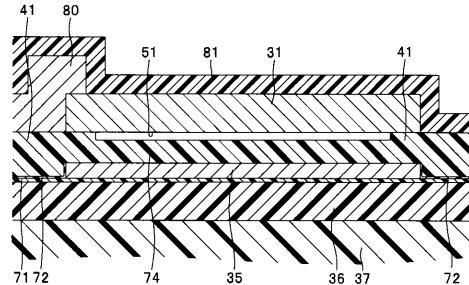
【図 39】



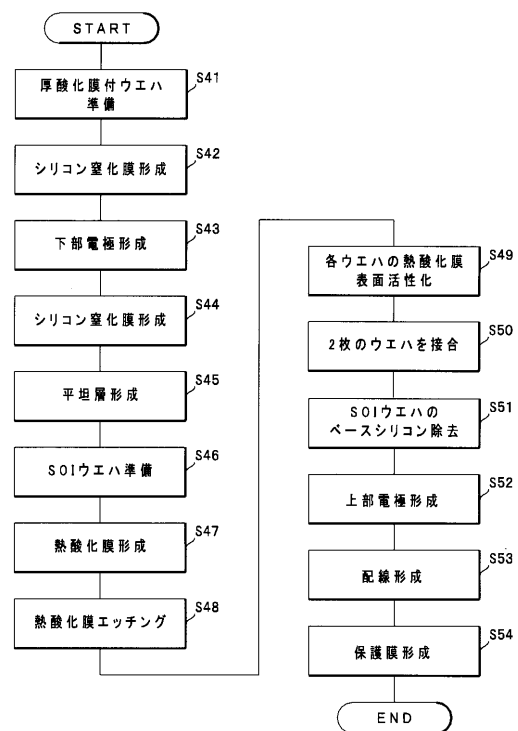
【図 40】



【図 41】



【図 42】



フロントページの続き

- (72)発明者 松本 一哉
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
- (72)発明者 太田 亮
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
- (72)発明者 長谷川 守
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内

審査官 富永 昌彦

- (56)参考文献 特表2006-516368(JP,A)
特開2004-337927(JP,A)
特開2006-198240(JP,A)
特開2006-020313(JP,A)
特開2006-186999(JP,A)

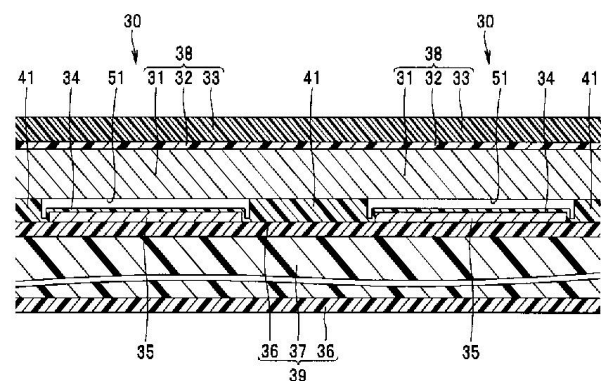
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|--------|-----------|
| A 61 B | 8 / 1 2 |
| H 04 R | 1 7 / 0 0 |

专利名称(译)	超声波换能器，超声波换能器的制造方法和超声波内窥镜		
公开(公告)号	JP5008946B2	公开(公告)日	2012-08-22
申请号	JP2006294816	申请日	2006-10-30
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社 奥林巴斯公司		
[标]发明人	若林勝裕 安達日出夫 松本一哉 太田亮 長谷川守		
发明人	若林 勝裕 安達 日出夫 松本 一哉 太田 亮 長谷川 守		
IPC分类号	A61B8/12 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/12 H04R17/00.330.H H04R17/00.330.K		
F-TERM分类号	4C601/BB24 4C601/EE10 4C601/EE12 4C601/FE01 4C601/GB02 4C601/GB05 4C601/GB14 4C601/GB41 5D019/AA07 5D019/AA25 5D019/BB26 5D019/FF04		
代理人(译)	伊藤 进		
其他公开文献	JP2008110059A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种高度耐受的超声换能器，其防止两个晶片之间的接合界面部分剥离，形成一对电极之间的间隙部分。根据本发明的超声换能器包括设置在一对电极之间的空腔部分，以及与空腔部分接触并用作超声波发射/接收表面的振动膜，通过分隔壁部分位于与振动膜相对的位置的基板和形成间隙部分的外周的分隔壁部分，其中分隔壁部分的至少一部分和与分隔壁部分接触的基板表面部分是相同的绝缘材料。点域6

【图6】



【图7】