

(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2016-513941

(P2016-513941A)

(43) 公表日 平成28年5月16日(2016.5.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 4 R 17/00 (2006.01)	HO 4 R 17/00 3 3 2	4 C 6 0 1
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12	5 D 0 1 9
HO 4 R 31/00 (2006.01)	HO 4 R 31/00 3 3 0	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-502833 (P2016-502833)  
 (86) (22) 出願日 平成26年3月14日 (2014. 3. 14)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年11月2日 (2015. 11. 2)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/028552  
 (87) 国際公開番号 W02014/152987  
 (87) 国際公開日 平成26年9月25日 (2014. 9. 25)  
 (31) 優先権主張番号 61/781, 159  
 (32) 優先日 平成25年3月14日 (2013. 3. 14)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 515122402  
 ボルケーノ コーポレイション  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 921  
 30, サンディエゴ, バレー センタ  
 ー ドライブ 3721, 스위트 5  
 00  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100091214  
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェハスケールトランスデューサコーティング及び方法

(57) 【要約】

小型超音波トランスデューサを製造する方法は、複数の小型超音波トランスデューサが形成されたウェハを受け取ることを含む。小型超音波トランスデューサは各々、圧電材料を含むトランスデューサメンブレンと、各々がトランスデューサメンブレンに電気的に結合された第1のボンドパッド及び第2のボンドパッドとを含む。ウェハの前面側から、上記複数の小型超音波トランスデューサを覆って保護層が共形に堆積される。第1のエッチングプロセスが実行されて、前面側からウェハ内に延在する複数の第1のトレンチが形成される。第1のトレンチは、保護層を貫いてエッチングされる。第1のトレンチは、隣接し合う小型超音波トランスデューサ間に配置される。第2のエッチングプロセスが実行されて、第1及び第2のボンドパッドの上に置かれた保護層の部分が除去され、それにより第1及び第2のボンドパッドが露出される。

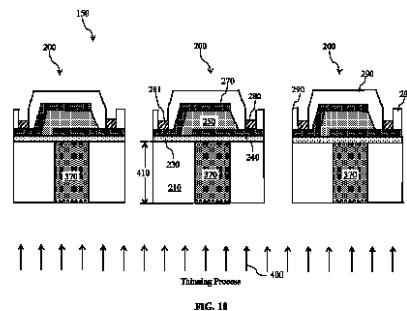


FIG. 18

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 の面と該第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する基板と、  
前記基板内に配置された井戸であり、裏当て材で充填されている井戸と、  
前記基板の前記第 1 の面の上且つ前記井戸の上に配置されたトランスデューサメンブレンであり、圧電層を含むトランスデューサメンブレンと、  
前記基板の前記第 2 の面のの上には配置されずに、前記トランスデューサメンブレンの上  
に共形に配置された保護層と、  
を有する小型超音波トランスデューサ。

**【請求項 2】**

前記保護層は、電気絶縁性であり且つ前記トランスデューサメンブレンの音響インピーダンスと当該小型超音波トランスデューサを取り囲む媒体の音響インピーダンスとの中間にある音響インピーダンスを示す材料を含む、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサ。

**【請求項 3】**

前記保護層はパリレンを含む、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサ。

**【請求項 4】**

前記保護層は、当該小型超音波トランスデューサの定格中心周波数での音響波長の略 1 / 4 である厚さを有する、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサ。

**【請求項 5】**

前記トランスデューサメンブレンの上に配置された第 1 の導電層と、  
前記トランスデューサメンブレンの下に配置された第 2 の導電層と、  
前記第 1 の導電層上に配置された第 1 のボンドパッドと、  
前記第 2 の導電層上に配置された第 2 のボンドパッドと  
を更に有し、  
前記保護層は、前記第 1 及び第 2 のボンドパッドの上に配置されずに、前記第 1 及び第 2 の導電層の上に配置されている、  
請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサ。

**【請求項 6】**

前記保護層の側壁は、前記基板の側壁と同一平面にある、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサ。

**【請求項 7】**

前記裏当て材はエポキシを含む、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサ。

**【請求項 8】**

前記圧電層は、ポリニフッ化ビニリデン ( P V D F )、ポリ ( ニフッ化ビニリデン - 三フッ化エチレン ) ( P ( V D F - T r F E ) )、又はポリ ( ニフッ化ビニリデン - 四フッ化エチレン ) ( P ( V D F - T F E ) ) を含む、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサ。

**【請求項 9】**

第 1 の面と該第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する基板と、  
前記基板内に配置された井戸であり、裏当て材で充填されている井戸と、  
前記基板の前記第 1 の面のの上且つ前記井戸の上に配置されたトランスデューサメンブレンであり、圧電層を含むトランスデューサメンブレンと、  
前記トランスデューサメンブレンの上に配置された第 1 の導電層と、  
前記トランスデューサメンブレンの下に配置された第 2 の導電層と、  
前記第 1 の導電層上に配置された第 1 のボンドパッドと、  
前記第 2 の導電層上に配置された第 2 のボンドパッドと  
前記トランスデューサメンブレンの上と前記第 1 及び第 2 の導電層の上とに配置された保護層であり、前記第 1 及び第 2 のボンドパッドを露出させる凹部を含む保護層と、  
を有する小型超音波トランスデューサ。

10

20

30

40

50

## 【請求項 10】

前記保護層は、前記トランスデューサメンブレンの上と前記第 1 及び第 2 の導電層の上とにコンフォーマルに配置されている、請求項 9 に記載の小型超音波トランスデューサ。

## 【請求項 11】

前記保護層は、電気絶縁性であり且つ前記トランスデューサメンブレンの音響インピーダンスと当該小型超音波トランスデューサを取り囲む媒体の音響インピーダンスとの中間にある音響インピーダンスを示す材料を含む、請求項 9 に記載の小型超音波トランスデューサ。

## 【請求項 12】

前記保護層は、当該小型超音波トランスデューサの定格中心周波数での音響波長の略 1 / 4 である厚さを有する、請求項 9 に記載の小型超音波トランスデューサ。

10

## 【請求項 13】

前記圧電層は、ポリニフッ化ビニリデン ( P V D F )、ポリ ( ニフッ化ビニリデン - 三フッ化エチレン ) ( P ( V D F - T r F E )、又はポリ ( ニフッ化ビニリデン - 四フッ化エチレン ) ( P ( V D F - T F E ) ) を含み、

前記裏当て材はエポキシを含み、且つ

前記保護層はパリレンを含む、

請求項 9 に記載の小型超音波トランスデューサ。

## 【請求項 14】

小型超音波トランスデューサを製造する方法であって、

20

複数の小型超音波トランスデューサが形成されたウェハを受け取り、前記小型超音波トランスデューサは各々、

圧電材料を含むトランスデューサメンブレンと、

各々が前記トランスデューサメンブレンに電氣的に結合された第 1 のボンドパッド及び第 2 のボンドパッドと

を含み、

前記ウェハの前面側から前記複数の小型超音波トランスデューサを覆って保護層を共形に堆積し、

第 1 のエッチングプロセスを実行して、前記前面側から前記ウェハ内に延在する複数の第 1 のトレンチを形成し、前記第 1 のトレンチは、前記保護層を貫いてエッチングされ、前記第 1 のトレンチは、隣接し合う小型超音波トランスデューサ間に配置され、且つ

30

第 2 のエッチングプロセスを実行して、前記第 1 及び第 2 のボンドパッドの上に置かれた前記保護層の部分を除去し、それにより前記第 1 及び第 2 のボンドパッドを露出させる

ことを有する方法。

## 【請求項 15】

前記ウェハの裏面側から複数の第 2 のトレンチをエッチングし、前記第 2 のトレンチは各々、前記トランスデューサメンブレンのうちのそれぞれの 1 つとアライメントされ、

前記第 2 のトレンチの各々を裏当て材で充填し、且つ

前記裏面側から前記ウェハを薄化する、

40

ことを更に有する請求項 14 に記載の方法。

## 【請求項 16】

前記第 2 のトレンチを充填することは、前記第 2 のトレンチをエポキシで充填することを有する、請求項 15 に記載の方法。

## 【請求項 17】

前記保護層を共形に堆積することは、前記保護層としてパリレン材料を堆積することを有する、請求項 14 に記載の方法。

## 【請求項 18】

前記保護層を共形に堆積することは、化学気相成長プロセスを有する、請求項 14 に記載の方法。

50

**【請求項 19】**

前記第1のエッチングプロセスは、ディープ反応性イオンエッチングプロセスを有する、請求項14に記載の方法。

**【請求項 20】**

前記保護層を共形に堆積することの前に、前記ウェハの裏面側を覆うこと、を更に有する請求項14に記載の方法。

**【請求項 21】**

前記圧電材料は、ポリニフッ化ビニリデン(PVDF)、ポリ(ニフッ化ビニリデン-三フッ化エチレン)(P(VDF-TrFE))、又はポリ(ニフッ化ビニリデン-四フッ化エチレン)(P(VDF-TFE))を含む、請求項14に記載の方法。

10

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本開示は、概して血管内超音波(intravascular ultrasound; IVUS)撮像に関し、特に、IVUS撮像用のIVUSカテーテル内で使用される複数の超音波トランスデューサのウェハレベルコーティングに関する。

**【背景技術】****【0002】**

血管内超音波(IVUS)撮像は、人体内の例えば動脈などの血管を調べて、治療の必要性を決定し、介入(インターベンション)をガイドし、且つ/或いはその有効性を評価するための診断ツールとして、介入心臓学で幅広く使用されている。IVUS撮像システムは、超音波エコーを使用して、関心ある血管の断面画像を形成する。典型的に、IVUS撮像は、IVUSカテーテル上のトランスデューサを使用し、それが超音波信号(波)を放射することと、反射された超音波信号を受けることとの双方を行う。放射された超音波信号(しばしば、超音波パルスとして参照される)は、大抵の組織及び血液を容易に通るが、組織構造(例えば、血管壁の様々な層など)、赤血球、及びその他の関心フィーチャにより生じるインピーダンス不連続にて部分的に反射される。患者インタフェースモジュールによってIVUSカテーテルに接続されるものであるIVUS撮像システムは、受け取った超音波信号(しばしば、超音波エコーとして参照される)を処理して、IVUSカテーテルが位置するところの血管の断面画像を作成する。

20

30

**【0003】**

IVUS撮像用の1つの好ましいタイプの超音波トランスデューサは、圧電マイクロマシン(微細加工)超音波トランスデューサ(piezoelectric micromachined ultrasound transducer; PMUT)であり、これは、典型的にシリコンウェハ基板上で大きいバッチにて製造される微小電気機械システム(MEMS)デバイスである。MEMS製造技術を用いて、単一のシリコンウェハ上に何千個ものPMUTが作り出される。典型的に、PMUTは、微細加工されたシリコン基板上に圧電ポリマーを堆積することによって形成され得る。シリコン基板はまた、トランスデューサへの電気的なインタフェースを提供するために使用される電子回路を含み得る。他の例では、PMUTに結合される電子回路は、PMUTデバイスの近傍に置かれて電気リードによって接続される別個の特定用途向け集積回路(ASIC)に含められることもある。ある取付け長さの電気ケーブルを備えた、(同一基板に含められるか別個の隣接ASIC上に置かれるかの何れかで)それに関連する電子回路を有するPMUT MEMSデバイスは、長い尻尾状の電気ケーブルに結合された幾らか球根状のトランスデューサアセンブリからなるその構成に基づいて、タッドポール(オタマジック)アセンブリと呼ばれている。現在、PMUTタッドポールアセンブリは、正面電極及びその他の電気接続を流体(例えば、生理食塩水又は血液)との接触から絶縁するために、パリレンでコーティング(被覆)されている。これは不便である。というのは、多数のタッドポールアセンブリをパリレンチャンバに導入し、そして、取り付けられた電気ケーブルを、コーティングされることから保護することが面倒なためである。

40

50

## 【 0 0 0 4 】

故に、タッドポール段階でトランスデューサアセンブリ上に保護層をコーティングする従来のウェハ製造技術及び方法は、それらの意図した目的に関して概して十分であるものの、全ての観点で完全に満足のいくものとはなっていない。

## 【 発明の概要 】

## 【 0 0 0 5 】

血管内超音波（IVUS）撮像は、人体の内部の医学的状態を評価するのに使用されている。IVUSカテーテルは、圧電マイクロマシン超音波トランスデューサPMUTを含み得る。超音波トランスデューサは、その動作の一部として、当該トランスデューサに電気信号を与えるのに使用される電極を有する。トランスデューサを流体から保護し、電気信号を例えば血液又は生理食塩水などの周囲媒体から絶縁するために、後のタッドポールアセンブリ段階ではなく、ウェハ製造プロセス中に、保護コーティングがトランスデューサの前面側に形成され得る。この保護コーティングは、化学気相成長プロセスを用いて堆積されるパリレン材料を含み得る。

10

## 【 0 0 0 6 】

本開示は、血管内超音波（IVUS）撮像で使用される超音波トランスデューサの様々な実施形態を提供する。例示的な超音波トランスデューサは、圧電マイクロマシン超音波トランスデューサであり、ウェハ基板（典型的に、シリコンウェハ）上に製造される。この例示的なトランスデューサは、第1の面と該第1の面とは反対側の第2の面とを有する基板を含む。基板の第1の面上にトランスデューサメンブレンが配置されている。トランスデューサメンブレンは圧電層を含んでいる。基板の第2の面の上には配置されずに、トランスデューサメンブレンの上に共形に保護層が配置されている。基板の第2の面に、基板を実質的に貫いて延在し、トランスデューサメンブレンにアライメントされ、且つトランスデューサメンブレンの裏面側で終端する井戸が配置されている。

20

## 【 0 0 0 7 】

例示的な超音波トランスデューサは、第1の面と該第1の面とは反対側の第2の面とを有する基板を含む。基板内に井戸が配置されている。該井戸は、裏当て材で充填されている。基板の第1の面上にトランスデューサメンブレンが配置されている。トランスデューサメンブレンは圧電層を含んでいる。トランスデューサメンブレンの上に第1の導電層が配置されている。トランスデューサメンブレンの下に第2の導電層が配置されている。第1の導電層上に第1のボンドパッドが配置されている。第2の導電層上に第2のボンドパッドが配置されている。トランスデューサメンブレンの上と第1及び第2の導電層の上とに保護層が配置されている。保護層は、第1及び第2のボンドパッドを露出させるリセス（凹部）を含んでいる。基板の第2の面に、基板を実質的に貫いて延在し、トランスデューサメンブレンにアライメントされ、且つトランスデューサメンブレンの裏面側で終端する井戸が配置されている。

30

## 【 0 0 0 8 】

本開示は更に、小型超音波トランスデューサを製造する方法を提供する。当該方法は、複数の小型超音波トランスデューサが形成されたウェハを受け取ることを含む。小型超音波トランスデューサは各々、圧電材料を含むトランスデューサメンブレンと、各々がトランスデューサメンブレンに電氣的に結合された第1のボンドパッド及び第2のボンドパッドとを含む。ウェハの前面側から、上記複数の小型超音波トランスデューサを覆って保護層が共形に堆積される。第1のエッチングプロセスが実行されて、前面側からウェハ内に延在する複数の第1のトレンチが形成される。第1のトレンチは、保護層を貫いて基板内に深くエッチングされ、第1のトレンチは、隣接し合う小型超音波トランスデューサ間に配置される。第2のエッチングプロセスが実行されて、第1及び第2のボンドパッドの上に置かれた保護層の部分が除去され、それにより第1及び第2のボンドパッドが露出される。

40

## 【 0 0 0 9 】

以上の概要説明及び以下の詳細説明はどちらも、性質的に例示的で説明的なものであり

50

、本開示の範囲を限定することなしに本開示の理解を提供することを意図したものである。その点において、本開示の更なる態様、特徴及び利点が、以下の詳細な説明から当業者に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0010】

本開示の態様は、添付の図面とともに読むときに以下の詳細な説明から非常によく理解される。強調しておくことには、産業界における標準的な習慣に従って、様々な機構を縮尺通りには描いていない。実際、様々な機構の寸法が、説明の明瞭さのために、恣意的に拡大されたり縮小されたりしていることがある。また、本開示は、様々な例において参照番号及び/又は参照文字を繰り返すことがある。この繰り返しは、単純さ及び明瞭さを目的としたものであり、説明される様々な実施形態及び/又は構成に間の関係をそれ自体にて述べるものではない。

【図1】本開示の様々な態様に従った血管内超音波（IVUS）撮像システムの模式図である。

【図2】本開示の様々な態様に従った複数のトランスデューサを含むウェハの一部の図形的な上面図である。

【図3】本開示の様々な態様に従った様々な製造段階のうちの1つにおける超音波トランスデューサの図形的な側断面図である。

【図4】本開示の様々な態様に従った様々な製造段階のうちの1つにおける超音波トランスデューサの図形的な側断面図である。

【図5】本開示の様々な態様に従った様々な製造段階のうちの1つにおける超音波トランスデューサの図形的な側断面図である。

【図6】本開示の様々な態様に従った様々な製造段階のうちの1つにおける超音波トランスデューサの図形的な側断面図である。

【図7】本開示の様々な態様に従った様々な製造段階のうちの1つにおける超音波トランスデューサの図形的な側断面図である。

【図8】本開示の様々な態様に従った様々な製造段階のうちの1つにおける超音波トランスデューサの図形的な側断面図である。

【図9】本開示の様々な態様に従った様々な製造段階のうちの1つにおける超音波トランスデューサの図形的な側断面図である。

【図10】本開示の様々な態様に従った様々な製造段階のうちの1つにおける超音波トランスデューサの図形的な側断面図である。

【図11】本開示の様々な態様に従ったトランスデューサ上の保護層のウェハレベルコーティングを実行する方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本開示の原理の理解を促進させる目的で、以下、図面に例示される実施形態を参照するとともに、特定の言葉を用いてそれを説明することとする。とはいうものの、理解されることには、開示の範囲に対する限定は意図されていない。本開示が関係する当業者に普通に浮かぶような、記載される装置、システム及び方法への如何なる改変及び更なる変更、並びに本開示の原理の如何なる更なる応用も、十分に企図されて本開示の範囲内に含まれる。例えば、本開示は、心臓血管の撮像に関して記述される超音波撮像システムを提供しているが、理解されるように、それらの記述は、この用途に限定されることを意図したのではない。一部の実施形態において、超音波撮像システムは血管内撮像システムを含んでいる。この撮像システムは、小さい空洞内での撮像を必要とする如何なる用途にも等しく十分に適したものである。特に、完全に企図されることには、1つの実施形態に関して記述される特徴、コンポーネント及び/又はステップが、本開示の他の実施形態に関して記述される特徴、コンポーネント及び/又はステップと組み合わせられ得る。しかしながら、簡潔さのため、それらの組み合わせの数多の繰り返しを別途に記述することはしない。

【0012】

10

20

30

40

50

固体式及び回転式という2種類のIVUSカテーテルが、今日一般的に使用されている。例示的な固体式IVUSカテーテルは、当該カテーテルの外周にわたって分布されて電子回路に接続された複数(典型的に、64個)のトランスデューサのアレイを使用する。該回路は、超音波信号を送って反射された超音波信号を受けるトランスデューサを、アレイから選択する。一連の送信-受信トランスデューサ対を通じてステップを踏むことにより、固体式カテーテルは、可動部分なしで、機械的に走査されるトランスデューサ素子の効果を合成することができる。回転する機械要素が存在しないので、最小限の血管外傷のリスクで、血液及び血管組織と直に接触させてトランスデューサアレイを配置することができるとともに、単純な電気ケーブル及び標準的な脱着可能な電気コネクタを用いて、固体式スキャナを直接的に撮像システムに配線することができる。

10

**【0013】**

例示的な回転式IVUSカテーテルは、関心血管に挿入されるシースの内側でスピンする柔軟性のあるドライブシャフトの先端に置かれた単一の超音波トランスデューサを含む。このトランスデューサは典型的に、超音波信号がカテーテルの軸に対して概して垂直に伝播するような向きにされる。典型的な回転式IVUSカテーテルでは、流体で充たされた(例えば、生理食塩水で充たされた)シースが、超音波信号がトランスデューサから組織内に自由に伝播して戻ってくることを可能にしながら、スピンするトランスデューサ及びフレキシブルドライブシャフトから血管組織を保護する。ドライブシャフトが回転(例えば、毎秒30回転)しているときに、トランスデューサが、周期的に高電圧パルスで励起されて、短い超音波パーストを放射する。超音波信号は、トランスデューサから、流体充填シース及びシース壁を貫いて、ドライブシャフトの回転軸に対して概して垂直な方向に放射される。次いで、同じトランスデューサが、様々な組織構造から反射されて戻ってくる超音波信号をリッスンし、そして、撮像システムが、トランスデューサの単一回転の間に行われるこれら超音波パルス/エコー収集シーケンスの数百ものシーケンスから、血管断面の2次元画像を組み立てる。

20

**【0014】**

図1は、本開示の様々な態様に従ったIVUS撮像システム100の模式図である。IVUS撮像システム100は、患者インタフェースモジュール(PIM)104を介してIVUS制御システム106に結合されたIVUSカテーテル102を含んでいる。制御システム106は、例えばIVUSシステム100によって生成される画像などのIVUS画像を表示するモニタ108に結合されている。

30

**【0015】**

一部の実施形態において、IVUSカテーテル102は、Volcano社から入手可能なRevolution(登録商標)回転式IVUS撮像カテーテル、及び/又は米国特許第5,243,988号及び米国特許第5,546,948号(これら双方の全体をここに援用する)に開示されている回転式IVUSカテーテルと同様とし得るものである回転式IVUSカテーテルである。カテーテル102は、血管(図示せず)の内腔への挿入用に形状を決められて構成された、細長くてフレキシブルなカテーテルシース110(近位端部分114及び遠位端部分116を有する)を含んでいる。カテーテル102の縦軸LAが、近位端部分114と遠位端部分116との間に延在している。カテーテル102はフレキシブルであり、それ故に、使用中に血管の湾曲に適応することができる。これに関し、図1に示した湾曲した構成は、例示目的でのものであり、他の実施形態においてカテーテル102が湾曲し得る様子をいかようにも限定しない。一般に、カテーテル102は、使用時に如何なる所望の直線状又は弓形の形状をも呈するように構成され得る。

40

**【0016】**

回転する撮像コア112が、シース110内を延在している。撮像コア112は、シース110の近位端部分114の中に配置された近位端部分118と、シース110の遠位端部分116の中に配置された遠位端部分120とを有している。シース110の遠位端部分116及び撮像コア112の遠位端部分120は、IVUS撮像システム100の稼働中に関心血管に挿入される。カテーテル102(例えば、具体的には関心血管である患

50

者に挿入されることができ、用途に応じて様々であり得る。シース 110 の近位端部分 114 及び撮像コア 112 の近位端部分 118 は、インタフェースモジュール 104 に接続される。近位端部分 114、118 は、患者インタフェースモジュール 104 に取り外し可能に接続されるカテーテルハブ 124 と合致される。カテーテルハブ 124 は、カテーテル 102 と患者インタフェースモジュール 104 との間の電氣的及び機械的な結合を提供する回転インタフェースを支援及び支持する。

#### 【0017】

撮像コア 112 の遠位端部分 120 は、トランスデューサアセンブリ 122 を含んでいる。撮像コア 112 は、血管の画像を取得するために（モータ又はその他の回転装置の何れかの使用により）回転されるように構成される。トランスデューサアセンブリ 122 は、血管、特に、血管内の狭窄を可視化するのに好適な如何なるタイプのものともし得る。図示した実施形態において、トランスデューサアセンブリ 122 は、圧電マイクロマシン超音波トランスデューサ（PMUT）と、例えば特定用途向け集積回路（ASIC）などの付随回路とを含む。IVUS カテーテルで使用される例示的な PMUT は、米国特許第 6,641,540 号（その全体をここに援用する）に開示されているものなどのポリマー圧電膜（メンブレン）を含み得る。PMUT トランスデューサは、半径方向において最適な分解能のための帯域幅の 100% 超と、最適な方位角方向及び仰角方向の分解能のための球状フォーカスされるアパチャとを提供することができる。トランスデューサアセンブリ 122 はまた、PMUT トランスデューサ及び付随回路をその中に持つ筐体を含むことができ、該筐体は、PMUT によって生成される超音波信号がそれを通して進行し得る開口を有する。他の例では、トランスデューサアセンブリ 122 は、容量性（capacitive）マイクロマシン超音波トランスデューサ（CMUT）を含む。

#### 【0018】

図 2 は、ウェハ 150 の一部の簡略化した図形的な上面図である。ウェハ 150 は、例えばシリコン基板といった基板の上に形成された複数の圧電マイクロマシン超音波トランスデューサ 200 を収容している。トランスデューサ 200 は、複数の横方向の行に配列されている。各トランスデューサ 200 が、それぞれのトレンチ 300 によって部分的に囲まれ又は取り囲まれている。PMUT 200 は、2013 年 12 月 13 日に出願された“Layout and Method of Singulating Miniature Ultrasonic Transducers”なるタイトルの米国特許出願第 13/105,902 号（その全体をここに援用する）にもっと詳細に記載されている。本開示の様々な態様によれば、ウェハスケールプロセスにて、ウェハ 150 の前面（フロント表面）上に保護膜又は保護層がコーティングされ得る。このウェハレベルコーティングプロセスを、以下、図 3-10 を参照して説明する。

#### 【0019】

より詳細には、図 3-10 は、ウェハ 150 の一部の図形的で断片的な側断面図である。図 3-10 は各々、本開示の様々な態様に従った製造の異なる一段階に対応している。図 3-10 は、本開示の発明概念をより十分に理解できるように、明瞭さのために簡略化されている。また、同じ製造プロセスが超音波トランスデューサ 200 の全てに対して実行されるので、以下の説明は、単純さ及び明瞭さの目的で、トランスデューサ 200 のうちのほんの数個（例えば、図 3-9 に示される 3 つのトランスデューサ 200）に注目することとする。

#### 【0020】

PMUT 200 は、図 1 の IVUS 撮像システム 100 に（例えば、IVUS カテーテル 102 に含まれたトランスデューサアセンブリ 122 に）含まれ得る。トランスデューサ 200 は、血管内撮像によく適するよう、小さいサイズを有し、且つ高い分解能を提供する。一部の実施形態において、PMUT 200 は、およそ 500 ミクロンのサイズを有し、約 20 MHz と 80 MHz との間の周波数域で動作することができ、そして、10 mm に至る侵入深さを提供しながら 50 ミクロンよりも良好な分解能を提供し得る。また、トランスデューサ 200 の圧電膜は好ましくは、フォーカスされるアパチャを作り出す

ために、実質的に球状の窪みを形成するように撓まされる。超音波ビームが名目上、球状の撓みの曲率中心に集束され、焦点ゾーン内の超音波ビーム幅が最小化され、故に、高分解能の超音波像が提供される。以下、超音波トランスデューサ200及びその製造の様々な態様を更に詳細に説明する。

#### 【0021】

図示した実施形態において、超音波トランスデューサ200は圧電マイクロマシン超音波トランスデューサ(PMUT)である。他の実施形態において、トランスデューサ200は、他のタイプのトランスデューサを含んでいてもよい。更なる機構が超音波トランスデューサ200に追加されることができ、後述される機構の一部は、超音波トランスデューサ200の更なる実施形態では、置換あるいは排除されることができる。

10

#### 【0022】

図3に示すように、トランスデューサ200は基板210を含んでいる。基板210は、表面212と、表面212とは反対側の表面214とを有している。表面212は、前面(フロント表面)又は前面側としても参照することがあり、表面214は、裏面又は裏面側としても参照することがある。図示した実施形態において、基板210はシリコン基板である。基板210は、他の実施形態において、PMUTトランスデューサ200の設計要求に応じて、他の好適材料からなってもよい。

#### 【0023】

基板210の初期厚さ220は、表面212と表面214との間で測定される。一部の実施形態において、初期厚さ220は、約200ミクロン( $\mu\text{m}$ )から約600 $\mu\text{m}$ までの範囲内である。

20

#### 【0024】

基板210の表面212を覆って誘電体層230が形成される。誘電体層230は、例えば熱酸化、化学気相成長(CVD)、物理気相成長(PVD)、原子層成長(ALD)、又はこれらの組み合わせなどの、技術的に知られた好適手法によって形成され得る。誘電体層230は、例えば二酸化シリコン、窒化シリコン、又は酸窒化シリコンといった、酸化物材料及び/又は窒化物材料を含み得る。誘電体層230は、上に形成されるべき層のための支持表面を提供する。誘電体層230はまた、僅かに導電性であり得る(シリコンの場合)下に位置する基板からの電気絶縁を提供する。

#### 【0025】

誘電体層230を覆って導電層240が形成される。導電層240は、例えば蒸着、スパッタリング、電気めっきなどの好適な堆積プロセスによって形成され得る。図示した実施形態において、導電層240は、1つ以上の金属コンポーネントのスタックからなる。例えば、その金属スタックは、チタン、タングステン、クロム、金、及び/又はアルミニウムのコンポーネントを含み得る。導電層240は、例えば、フォトリソグラフィと、導電層240の不所望部分を除去するために使用されるリフトオフ又はエッチング、などの技術を用いてパターンニングされる。単純さのため、図3は、パターンニングされた後の導電層240のみを示している。

30

#### 【0026】

誘電体層230及び導電層240を覆って圧電膜250が形成される。様々な実施形態において、圧電膜250は、例えばポリニフッ化ビニリデン(PVDF)若しくはその共重合体、三フッ化エチレンを有するP(VDF-TrFE)、又は四フッ化エチレンを有するP(VDF-TFE)などの、圧電材料を含み得る。他の例では、例えばP(VDF-CTFE)又はP(VDF-CFE)などのポリマーが使用されてもよい。図示した実施形態において、圧電膜250に使用される圧電材料はP(VDF-TrFE)を含む。

40

#### 【0027】

圧電膜250は、例えば図3に示した形状といった、所望の形状を達成するようにパターンニングされる。このパターンニングプロセスで、圧電膜250の不所望の部分が除去される。結果として、誘電体層230及び導電層240の部分ぶぶんが露出される。本実施形態において、圧電膜250は、頂部電極用の堆積物が形成されることを可能にする面取り

50

部を形成するようにエッチングされている。面取り部は、図3の断面図に示される台形側壁として現れ得る。また、理解されるように、圧電膜250が導電層240に引っ張り付きやすいように、一部の実施形態において、圧電膜250と導電層240との間に密着促進層（ここでは図示せず）が形成されてもよい。

#### 【0028】

技術的に知られた好適な堆積プロセスを用いて、圧電膜250を覆って導電層270（すなわち、頂部電極）が形成される。図示した実施形態において、導電層270は、1つ以上の金属コンポーネントのスタックからなる。例えば、その金属スタックは、チタン、タングステン、クロム、金、及び/又はアルミニウムのコンポーネントを含み得る。導電層270は、例えば、フォトリソグラフィと、導電層240の不所望部分を除去するために使用されるリフトオフ又はエッチング、などの技術を用いてパターニングされる。単純さのため、図3は、パターニングされた後の導電層270のみを示している。導電層240及び270並びに圧電層250は集合的に、トランスデューサ膜（メンブレン）を構成し得る。他の例では、トランスデューサメンブレンはまた、導電層240及び270並びに圧電層250の直下に置かれた誘電体層の部分をも含み得る。

10

#### 【0029】

その後、ボンドパッド280 - 281（導電コンタクト又はパッドメタルとしても参照する）が形成される。ボンドパッド280は、導電層240上に形成されて、それに電氣的に結合され、ボンドパッド281は、導電層270上に形成されて、それに電氣的に結合される。ボンドパッド280 - 281は、導電層240及び270を覆って金属の層を堆積し、その後、この金属の層をリソグラフィプロセスでパターニングすることによって形成され得る。その結果、ボンドパッド280 - 281が形成される。ボンドパッド280 - 281は、トランスデューサ200の電極としての役割を果たし得る。これらの電極（すなわち、ボンドパッド280 - 281）を介して、トランスデューサ200と例えば電子回路などの外部装置（ここでは図示せず）との間の電気接続が構築され得る。該電子回路は、特に超音波域の音波である音波を生成するようにトランスデューサメンブレンを励起することができる。

20

#### 【0030】

次いで図4を参照するに、ウェハ150の裏面側214が材料285で覆われる。材料285は、後のプロセスで容易に除去されることが可能なテープ又はその他の種類の犠牲材料を含み得る。その後、ウェハ150の全体を覆って保護層290がコンフォーマル（共形）にコーティングされる。図4ではウェハ150の一部のみが示されているので、保護層290は、ウェハの前面側212を覆って及び裏面側214を覆ってコーティングされるように示されている（すなわち、ウェハ150とその上にコーティングされた保護層290との外側縁はここでは示されていない）が、理解されるように、保護層290のコーティングはウェハレベルで行われる。

30

#### 【0031】

保護層290は2つの目的を果たす。第1に、これは、例えば血液又は生理食塩水などの流体に対する電気絶縁を提供する。第2に、これは、トランスデューサ200のメンブレンと、典型的には生理食塩水又は血液である周囲媒体との間の音響インピーダンス整合を提供する。故に、ここでの保護層290は、電気絶縁性であり且つトランスデューサメンブレンの音響インピーダンスと周囲媒体（生理食塩水）の音響インピーダンスとの中間の音響インピーダンスを示す材料を含む。一部の実施形態において、保護層290は、化学気相成長されたポリ（p-キシリレン）ポリマー（以下、その商品名で、パリレンと称する）を含む。

40

#### 【0032】

コンフォーマルコーティングが意味することは、保護層290が、それが到達し得る全ての表面上に同等又は均一な厚さでコーティングされるということである。換言すれば、保護層290は、ウェハ150の前面側212及び裏面側214の上に配された様々なコンポーネントの断面プロファイル又は輪郭に従うことになる。裏面側214は平坦（且つ

50

材料 285 は平坦) であるので、裏面側 214 で材料 285 上に形成された保護層 290 の部分もまた平坦であり、すなわち、平坦な表面を有する。しかしながら、ウェハ 150 の前面側 212 に形成された PMUT トランスデューサ 200 は基板 210 の前面と共平面ではないので、保護層 290 は、例えばボンドパッド 280 - 281、導電層 240 及び 270、並びに圧電膜 250 といった、PMUT トランスデューサ 200 のコンポーネントの起伏に従う。理解されるように、ここでの図面においては、単純さの理由で、保護層 290 のコンフォーマルコーティング性が正確には図示されていないことがある。

#### 【0033】

保護層 290 は、全体を通して均一である厚さ 295 を有する。一部の実施形態において、保護層 290 は、例えばおよそ 2 ミクロンから 5 ミクロンなど、電気絶縁を提供するのにちょうど十分なだけの厚さ 295 を有する。他の実施形態において、保護層 290 は、電気絶縁と音響マッチングとの双方を提供するように選定された厚さ 295 を有し、その場合、厚さ 295 は、トランスデューサ中心周波数での音響波長のおよそ 1/4 (例えば 40 MHz の中心周波数を持つトランスデューサに対しておよそ 13 ミクロンなど) とし得る。

10

#### 【0034】

次いで図 5 を参照するに、ウェハ 150 の裏面側 214 の材料 285 (図 4 にて見て取れる) が、その上に形成された保護層 290 とともに除去されている。基板 210 内に複数のトレンチ 300 をエッチングするよう、第 1 のエッチングプロセスが前面 212 から行われる。トレンチ 300 は、例えばディープ (深堀) 反応性イオンエッチング (DRIE) プロセスなどのドライエッチングプロセスによって形成され得る。トレンチ 300 の各々が、例えば図 2 の上面図に示したように、複数のトランスデューサのうちのそれぞれの 1 つを部分的に囲み又は取り囲む。図 5 の断面図には、トレンチ 300 A - 300 B のみが示されている。理解されるように、トレンチ 300 A 及び 300 B は、図 5 の断面図では 2 つのトレンチとして見えていても、実際には、複数のトランスデューサ 200 のうちの 1 つを囲む単一の連続したトレンチの部分同士である。本実施形態において、トレンチ 300 は、約 80  $\mu\text{m}$  から約 100  $\mu\text{m}$  までの範囲内にあるトレンチ深さ 310 を有する。当然ながら、深さ 310 は、他の実施形態では異なる値を有し得る。

20

#### 【0035】

理解されるように、トレンチ 300 がエッチングされる前に、エッチングされるべきでない保護層 290 の部分を覆うように、前面側 212 にフォトマスクが設けられ得る。このフォトマスクは、隣接する PMUT トランスデューサ 200 の間に配置された開口を含んでおり、トレンチ 300 がエッチングされるのはそれらの開口を通してである。単純さの理由で、ここではフォトマスクは図示されていない。

30

#### 【0036】

次いで図 6 を参照するに、別のエッチングプロセスが実行され、ボンドパッド 280 - 281 の上に位置する保護層 290 の部分を除去することによって、ボンドパッド 280 - 281 が露出される。保護層 290 のこれらの部分の除去は、ボンドパッド 280 - 281 の各々の上にリセス (凹部) 又は開口 305 を形成する。この場合も、このエッチングプロセスが実行される前に、先ず、別のフォトマスクがウェハの前面側 212 に設けられる。このフォトマスクは、ボンドパッド 280 - 281 と上下でアライメントされた開口を含む。このフォトマスクは、その下に置かれた保護層 290 がエッチングされることを防止しながら、このフォトマスクの開口によって露出された保護層の部分がエッチングプロセスによって除去されることを可能にする。このエッチングプロセスが完了した後、ボンドパッド 280 - 281 が露出され、ワイヤボンディングの準備が整う。

40

#### 【0037】

理解されるように、図 4 - 6 は、リセス 305 が形成される前にトレンチ 300 が形成されることを示しているが、この具体的な順序は重要でない。換言すれば、他の実施形態において、トレンチ 300 が形成される前にリセス 305 が形成されてもよい。

#### 【0038】

50

ここでは開口（例えば、トレンチ300及びリセス305）を導入するのにエッチングが用いられるので、ここでの保護層290の側縁（例えば、トレンチ300又はリセス308の側壁）は、その開口を形成するのに用いられる特定のエッチングプロセスの特徴を呈することになる。それらの特徴は、採用され得る様々なエッチング方法で異なるものであり、ここでの開口が例えば機械的なソーイングプロセスによって形成されるとした場合とも異なる。

#### 【0039】

次いで図7を参照するに、基板210内に裏面側214から複数の開口350が形成される。各開口350が、複数のトランスデューサ200のうちの1つのメンブレンの下に（すなわち、上下でアライメントされて）形成される。開口350はまた、井戸（ウェル）、空所（ポイド）、又は凹部（リセス）としても参照され得る。開口350は、図示した実施形態において、誘電体層230に至るまで形成されている。換言すれば、誘電体層230の一部が開口350によって裏面側214に露出される。しかしながら、理解されるように、他の実施形態において、開口350は上方に誘電体層230を貫き進んで、導電層240（すなわち、底部電極）で停止してもよい。一部の実施形態において、開口350は、例えばディープ反応性イオンエッチング（DRIE）プロセスといった、エッチングプロセスによって形成される。各開口350が1つのトランスデューサ200のアパチャに対応する。

10

#### 【0040】

理解されるように、本実施形態は、裏面側214から開口350を形成する前に前面側212からトレンチ300を形成することを含んでいるが、他の実施形態において、これらのプロセスは逆にされてもよい。換言すれば、他の実施形態において、トレンチ300よりも前に開口350が形成されてもよい。

20

#### 【0041】

次いで図8を参照するに、開口350が裏当て材370で充填される。固体の裏当てを形成するように裏当て材370が硬化される前に、裏当て材が液体のままである間に、フォーカスされるトランスデューサアパチャを作り出すために、球状のお椀形状の湾曲を形成するよう、メンブレンが撓まされ得る。単純さのため、撓みプロセスは図8に描写されていない。裏当て材370が硬化されると、開口350を充填した裏当て材370がメンブレン撓みを保持し、この裏当て材370はまた、圧電膜250の背後から裏当て材370内に現れる音波を弱めるように作用する。より詳細には、裏当て材370は、誘電体層230の底面（すなわち、裏面側表面）（又は、誘電体層230が開口350内で除去されている実施形態では導電層240の裏面）と物理的に接触する。故に、裏当て材370の1つの機能は、トランスデューサメンブレン360を、その形状（例えば、弓形の形状）が維持されるように適所に係止する助けとなることである。裏当て材370はまた、トランスデューサメンブレン360によって生成されて裏当て材370内に伝播する音波を吸収することが可能な音響減衰材料を含む。このような音波（又は音響エネルギー）は、例えば超音波トランスデューサ200が図1のトランスデューサアセンブリ122に含められるときに、トランスデューサアセンブリの境界面及び構造から反射される波を含む。

30

#### 【0042】

開口350の上に配置された層（すなわち、トランスデューサメンブレン）はまた、凹面を形成するように撓まされる。別の言い方をすれば、開口350によって露出された誘電体層230の部分、及び誘電体層230の該部分の上に配置されたトランスデューサメンブレンの部分は、裏面側214に向かって湾曲される。故に、弓形形状のトランスデューサメンブレン360が形成される。単純さのため、弓形形状のトランスデューサメンブレンは図5の全てのトランスデューサ200については図示されていないが、理解されるように、各トランスデューサ200が、図9に示すトランスデューサ200のような（又は、それと同様な）形状にされ得る。トランスデューサメンブレンの形を整えることの更なる詳細は、2012年12月21日に出願された“Method and Apparatus For Shaping Transducer Membrane”なるタイトルの米国仮特許出願第61/745,344号

40

50

(代理人整理番号 44744.1094) に開示されており、その全体をここに援用する。

【0043】

次いで図10を参照するに、基板210の厚さを薄くするように、裏面側214から薄化プロセス400が実行される。一部の実施形態において、研削、研磨、若しくはエッチングのプロセス、又はこれらの組み合わせを用いて、基板210（及び、適用可能な場合の実施形態において、裏当て材370）の一部が裏面側214から除去される。薄化プロセス400は、基板210が所望の厚さ410に到達するまで行われる。厚さ410は、トレンチ300の深さ310（図5に示される）よりも大きくない。一部の実施形態において、薄化プロセス400が行われた後の基板210の厚さ410は、例えば約75 $\mu$ mなど、約80 $\mu$ mより小さい。

10

【0044】

本開示の様々な態様に従った保護層290のコンフォーマルなウェハレベルコーティングは、利点を提供する。しかしながら、理解されるように、異なる実施形態は異なる利点を提供することがあり、必ずしも全ての利点がここで説明されるわけではなく、また、如何なる特定の利点も全ての実施形態には要求されない。1つの利点は、ウェハレベルコーティングは、実行がより容易であるとともに、より少ない時間を要することである。伝統的なPMUTトランスデューサ製造プロセスにおいては、トランスデューサが個片化されて個々のタッドボールアセンブリが形成された後に、保護コーティング（例えば、パリレンコーティング）が塗布される。これは不便である。というのは、多数のタッドボールアセンブリをパリレン（又は同様の）コーティングチャンバに導入し、そして、取り付けられたクワッドケーブルを、コーティングされることから保護することは、面倒であるとともに時間がかかるためである。比較して、ここで説明されたウェハレベルコーティングは、個片化が行われる前に、ウェハレベルで行われて、1つの単純な工程で何千個ものトランスデューサを同時にコーティングする。

20

【0045】

別の1つの利点は、ここに記載されたエッチングプロセスは、保護コーティングが剥離する可能性を低減することである。従来コーティング方法によれば、トランスデューサアセンブリの裏面を含めて、トランスデューサアセンブリの全ての表面に保護材料が塗布される。これは問題を生じさせる。というのは、トランスデューサの裏に進行する音がトランスデューサの裏面側を覆う保護層で跳ね返ることになるからである。この問題を軽減するために、先ず、トランスデューサの裏面側に接着マスキング材が塗布され、そして、前面及び裏面での保護層のコーティング後に、例えばかみそりの刃などの切断装置を用いて接着マスキング材をその上に形成された保護層とともに削ぎ落とすという、特定の取り組みが採用されてきた。これは、つらいプロセスである。さらに、保護層に広く使用される材料（パリレン）は、それ自体に対して優れた密着性を有するが、その他の材料にはそれほどでない。保護層が裏面側にわたって切除されることは、保護層の切断エッジをもたらすが、これは、特に応力がそれに印加される場合に、剥離しがちなものである。例えば、切断プロセスそれ自体が応力をもたらすことがあり、それにより、保護層が削ぎ落とされるプロセスが思わずして開始されてしまい得る。対照的に、ここでの保護層のエッジは、例えば反応性イオンエッチングなどのエッチングプロセスによって画成され得る。このドライエッチングプロセスは、分子スケールで起こり、最小限の応力のみを保護層にもたらし、それにより、保護層が剥離する可能性を低減する。

30

40

【0046】

別の1つの利点は、ここでのエッチングプロセスは、保護コーティングが剥離する可能性を低減することである。従来コーティング方法によれば、トランスデューサアセンブリの裏面を含めて、トランスデューサアセンブリの全ての表面に保護材料が塗布される。これは問題を生じさせる。というのは、トランスデューサの裏に進行する音がトランスデューサの裏面側を覆う保護層で跳ね返ることになるからである。この問題を解決するために、先ず、トランスデューサの裏面側に接着材が形成され、そして、前面及び裏面での保

50

護層のコーティング後に、例えばかみそりの刃などの切断装置を用いて接着マスキング材をその上に形成された保護層とともに削ぎ落とすという、特定の取り組みが採用されてきた。これは、つらいプロセスである。さらに、保護層に広く使用される材料（パリレン）は、それ自体に対しては良好な密着性を有するが、その他の材料にはそれほどでない。保護層が裏面側にわたって切除されることは、保護層の切断エッジをもたらし得るが、これは、特に応力がそれに印加される場合に、剥離しがちなものである。例えば、切断プロセスそれ自体が応力をもたらすことがあり、それにより、保護層が削ぎ落とされるプロセスが思わずして開始されてしまい得る。比較して、ここでの保護層のエッジは、例えば反応性イオンエッチングなどのエッチングプロセスによって画成され得る。このドライエッチングプロセスは、分子スケールで起こり、最小限の応力のみを保護層にもたらし、それにより、保護層が剥離する可能性を低減する。

10

## 【0047】

保護層290のウェハレベル塗布の別の1つの利点は、それが、下に位置する層のエッジを封入して、後のトランスデューサの製造及び組立の段階中に、それら下に位置する層の剥離を防止する助けとなることである。例えば、導電層240及び270のエッジは、それらが周囲の層に強く接着されていない場合に剥離を被ることがある。同様に、圧電膜250も剥離を被ることがある。剥離は、後のトランスデューサ製造の段階中に、熱処理、メンブレン撓み、又はデバイス取扱いに起因して遭遇する応力によって開始され得る。下に位置する層のエッジを封入する本発明に従った保護層290の存在は、それらの層の剥離を防止することを助けることになる。

20

## 【0048】

図11は、小型の超音波トランスデューサを製造する方法500のフローチャートである。方法500は、複数の小型超音波トランスデューサが形成されたウェハを受け取る工程510を含んでいる。小型超音波トランスデューサは各々、圧電材料を含んだトランスデューサメンブレンと、各々がトランスデューサメンブレンに電気的に結合された第1のボンダパッド及び第2のボンダパッドとを含む。一部の実施形態において、圧電材料は、ポリニフッ化ビニリデン(PVDF)ポリマー、P(VDF-TrFE)と呼ばれる三フッ化エチレンとのニフッ化ビニリデンの共重合体、又はP(VDF-TFE)と呼ばれる四フッ化エチレンとのニフッ化ビニリデンの共重合体を含む。

30

## 【0049】

方法500は、ウェハの前面側から上記複数の小型超音波トランスデューサを覆って保護層をコンフォーマルに堆積する工程520を含んでいる。一部の実施形態において、保護層はパリレン材料を含む。一部の実施形態において、保護層は化学気相成長プロセスで堆積される。

## 【0050】

方法500は、第1のエッチングプロセスを実行して、前面側からウェハ内に延在する複数の第1のトレンチを形成する工程530を含んでおり、第1のトレンチは、保護層を貫通して基板内に深くエッチングされ、第1のトレンチは、隣接し合う小型超音波トランスデューサ間に配置される。一部の実施形態において、第1のエッチングプロセスはディープ反応性イオンエッチング(DRIE)プロセスを含む。

40

## 【0051】

方法500は、第2のエッチングプロセスを実行して、第1及び第2のボンダパッドの上に置かれた保護層の部分を除去し、それにより第1及び第2のボンダパッドを露出させる工程540を含んでいる。

## 【0052】

理解されるように、トランスデューサの製造を完了するために、工程510-540の前、間、又は後に更なる製造工程が行われ得る。例えば、方法500は、保護層をコンフォーマルに堆積する工程520の前に、ウェハの裏面側を覆う工程を含み得る。一部の実施形態において、方法500は更に、以下の工程：ウェハの裏面側から複数の第2のトレンチをエッチングする工程であり、第2のトレンチが各々、複数のトランスデューサメン

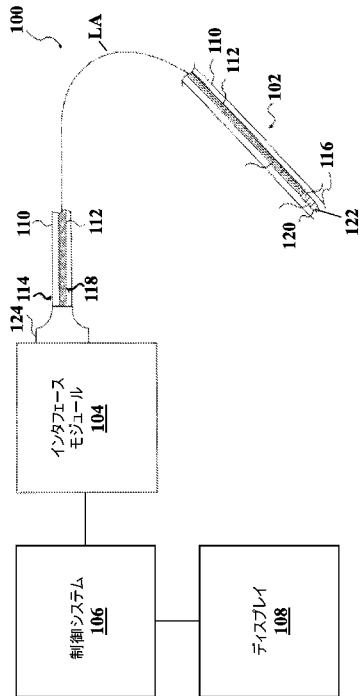
50

ブレンのうちのそれぞれの1つとアライメントされる工程；第2のトレンチの各々を例えばエポキシなどの裏当て材で充填し、エポキシ硬化に先立ってトランスデューサメンブレンを撓ませる工程；及びウェハを裏面側から薄化する工程；を含み得る。その他の製造工程も実行され得るが、単純さの理由で、それらの更なる製造工程をここで説明することはない。

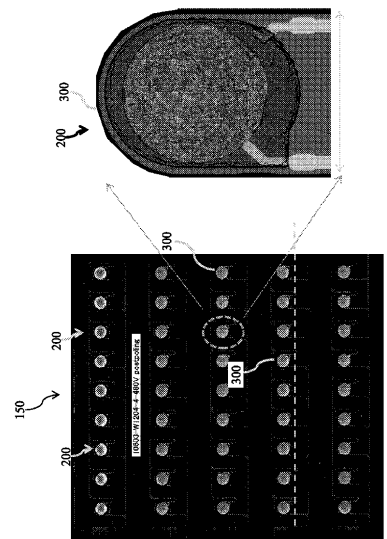
【0053】

当業者が認識するように、上述の装置、システム、及び方法は、様々に変更されることができる。従って、当業者が理解するように、本開示によって包含される実施形態は、上述の特定の例示実施形態に限定されない。これに関し、例示的な実施形態が図示されて説明されているが、幅広い範囲の変更、変形、及び代用が、以上の開示にて企図される。理解されるように、そのようなパリエーションは、以上のものに対して、本開示の範囲を逸脱することなく為され得るものである。従って、添付の請求項は、本開示と一致するやり方で広く解釈されることが適切である。

【図1】



【図2】



【 図 3 】

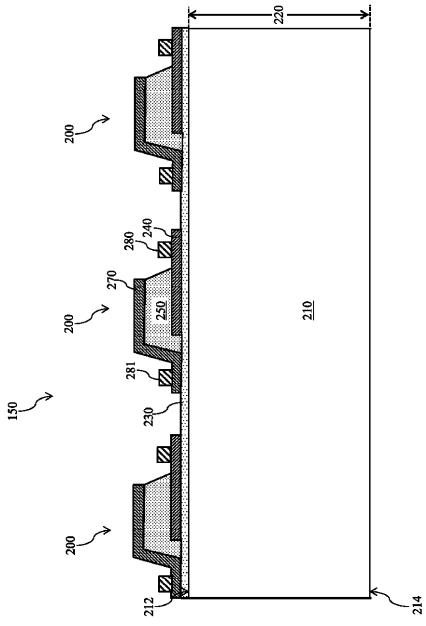


FIG. 3

【 図 4 】

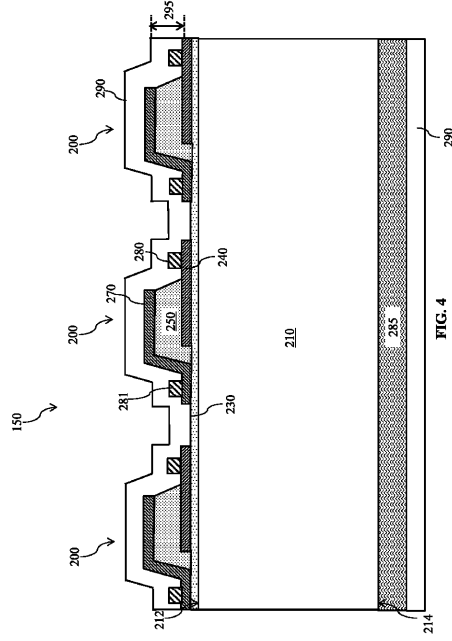


FIG. 4

【 図 5 】

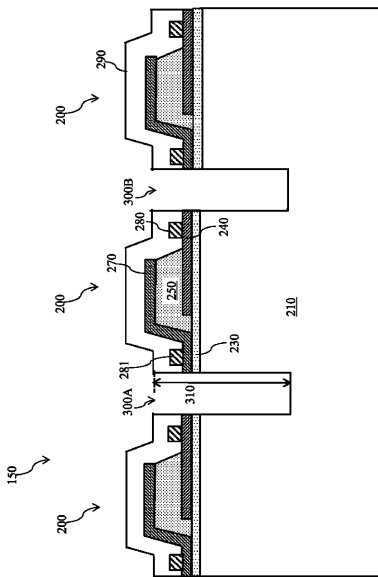


FIG. 5

【 図 6 】

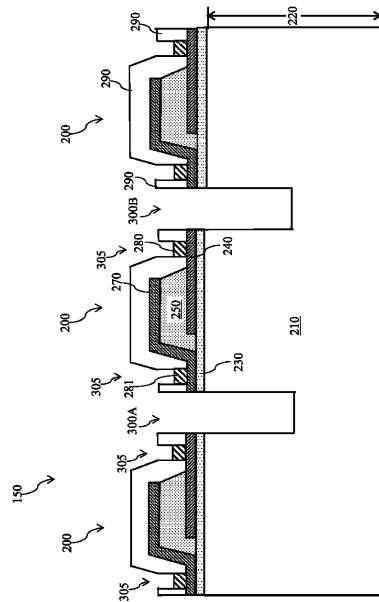


FIG. 6

【図 7】

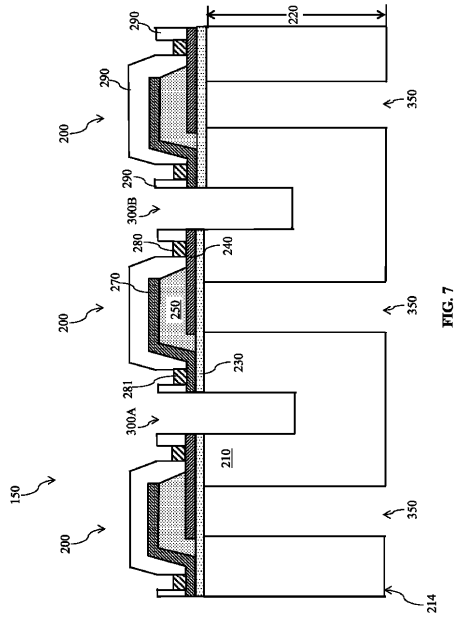


FIG. 7

【図 8】

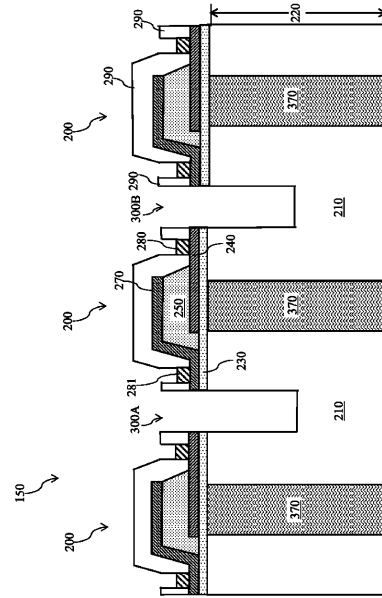


FIG. 8

【図 9】

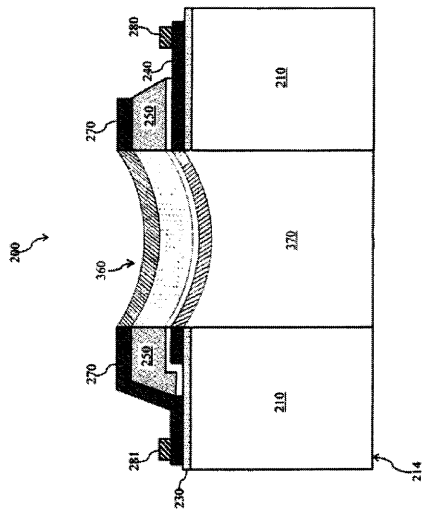
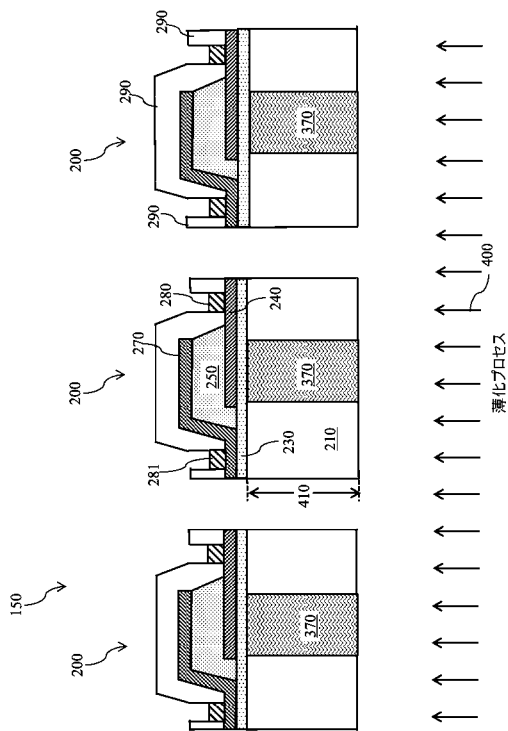


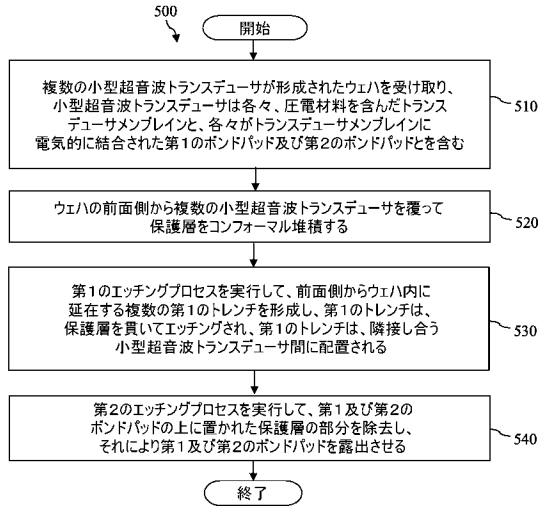
FIG. 9

【図 10】





薄化プロセス

【 図 1 1 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2014/028552</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>H01L 41/22(2006.01)i</b>		
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) H01L 41/22; H01L 41/04; A61B 8/12; H04R 19/00; H02N 2/00; H01L 41/09; H04R 17/00; H01L 41/113		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: membrane, piezoelectric, miniature, ultrasonic transducer and bond pad		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003-0205947 A1 (MAREIKE KATHARINE KLEE et al.) 06 November 2003 See paragraphs [0032]-[0040], [0046], [0050]; claims 1, 8, 21; and figures 2-4.	1-4, 6-8, 14-21
Y		5, 9-13
Y	US 2005-0200241 A1 (F. LEVENT DEGERTEKIN) 15 September 2005 See paragraphs [0090]-[0095]; claims 1-10; and figures 3-6.	5, 9-13
A	KR 10-2007-0045898 A (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 02 May 2007 See abstract; claims 1-8; and figures 1-8b.	1-21
A	JP 2008-093214 A (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) 24 April 2008 See abstract; paragraphs [0010]-[0055]; claims 1-7; and figures 6, 10.	1-21
A	US 2012-0206014 A1 (ANDREAS BIBL et al.) 16 August 2012 See paragraphs [0056]-[0074]; claims 1-8; and figures 2A-6.	1-21
<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 26 June 2014 (26.06.2014)		Date of mailing of the international search report <b>26 June 2014 (26.06.2014)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer KIM, Do Weon Telephone No. +82-42-481-5560 

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2014/028552**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date		
US 2003-0205947 A1	06/11/2003	AT 330716 T	15/07/2006		
		AU 2003-219464 A1	17/11/2003		
		CN 100438992 C	03/12/2008		
		CN 1649678 A	03/08/2005		
		CN 1649678 C	03/12/2008		
		DE 60306367 D1	03/08/2006		
		DE 60306367 T2	31/05/2007		
		EP 1503871 A1	09/02/2005		
		EP 1503871 B1	21/06/2006		
		JP 04317123 B2	19/08/2009		
		JP 2005-523816 A	11/08/2005		
		US 6784600 B2	31/08/2004		
		WO 03-092916 A1	13/11/2003		
		US 2005-0200241 A1	15/09/2005	EP 1713399 A2	25/10/2006
				EP 1725343 A2	29/11/2006
EP 1761998 A2	14/03/2007				
EP 1769573 A2	04/04/2007				
EP 1769573 A4	18/08/2010				
JP 2007-527285 A	27/09/2007				
JP 2007-528153 A	04/10/2007				
JP 2007-531357 A	01/11/2007				
JP 2008-510324 A	03/04/2008				
US 2005-0177045 A1	11/08/2005				
US 2005-0200242 A1	15/09/2005				
US 2005-0203397 A1	15/09/2005				
US 2010-0249605 A1	30/09/2010				
US 2010-0256501 A1	07/10/2010				
US 2010-0268089 A1	21/10/2010				
US 7612483 B2	03/11/2009				
US 7646133 B2	12/01/2010				
US 8008835 B2	30/08/2011				
US 8076821 B2	13/12/2011				
US 8372011 B2	12/02/2013				
US 8398554 B2	19/03/2013				
WO 2005-077012 A2	25/08/2005				
WO 2005-077012 A3	08/03/2007				
WO 2005-084267 A2	15/09/2005				
WO 2005-084267 A3	15/11/2007				
WO 2005-084284 A2	15/09/2005				
WO 2005-084284 A3	25/01/2007				
WO 2005-087391 A2	22/09/2005				
WO 2005-087391 A3	27/04/2006				
KR 10-2007-0045898 A	02/05/2007			JP 04425245 B2	03/03/2010
		JP 2007-124613 A	17/05/2007		
		TW 200801458 A	01/01/2008		
		TW I289199 B	01/11/2007		
		US 2007-0097791 A1	03/05/2007		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2014/028552**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 2007-0153632 A1	05/07/2007
		US 2008-0235936 A1	02/10/2008
		US 7626891 B2	01/12/2009
		US 7937834 B2	10/05/2011
JP 2008-093214 A	24/04/2008	JP 04839176 B2	21/12/2011
		US 2009-0204004 A1	13/08/2009
		US 7995423 B2	09/08/2011
		WO 2008-044727 A1	17/04/2008
US 2012-0206014 A1	16/08/2012	CN 103493510 A	01/01/2014
		EP 2676459 A2	25/12/2013
		KR 10-2014-0005289 A	14/01/2014
		US 2012-0235539 A1	20/09/2012
		WO 2012-112540 A2	23/08/2012
		WO 2012-112540 A3	20/12/2012

## 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, KM, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 コール, ポール ダグラス

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 94306, パロ アルト, エル セントロ ストリート  
3883

Fターム(参考) 4C601 BB06 BB09 BB14 BB24 BB30 DD14 FE04 GB02 GB05 GB16

GB41

5D019 AA26 BB19 FF04 HH01

专利名称(译)	晶片级换能器涂层和方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2016513941A</a>	公开(公告)日	2016-05-16
申请号	JP2016502833	申请日	2014-03-14
[标]申请(专利权)人(译)	火山公司		
申请(专利权)人(译)	火山公司		
[标]发明人	コールポールダグラス		
发明人	コール,ポール ダグラス		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/12 H04R31/00		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/12 B06B1/0292 B06B1/0629 H01L41/0533 H01L41/098 H01L41/23 H01L41/332		
FI分类号	H04R17/00.332 A61B8/12 H04R31/00.330		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/BB09 4C601/BB14 4C601/BB24 4C601/BB30 4C601/DD14 4C601/FE04 4C601/GB02 4C601/GB05 4C601/GB16 4C601/GB41 5D019/AA26 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/HH01		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	61/781159 2013-03-14 US		
其他公开文献	JP6297131B2 JP2016513941A5		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

一种制造微型超声换能器的方法，包括接收晶片，该晶片上形成有多个微型超声换能器。微型超声换能器均包括换能器膜，该换能器膜包括压电材料以及分别电耦合至换能器膜的第一结合垫和第二结合垫。从晶片的正面，保护层共形地沉积在多个微型超声换能器上。进行第一蚀刻工艺以形成从前侧延伸到晶片中的多个第一沟槽。穿过保护层蚀刻第一沟槽。第一沟槽位于相邻的微型超声换能器之间。进行第二蚀刻工艺以去除保护层覆盖在第一和第二键合焊盘上的部分，从而暴露第一和第二键合焊盘。

