

(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2016-508052

(P2016-508052A)

(43) 公表日 平成28年3月17日 (2016.3.17)

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

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2015-550738 (P2015-550738)	(71) 出願人	509127376 ヴォルカノ コーポレイション VOLCANO CORPORATION アメリカ合衆国 92130 カリフォル ニア, サン ディエゴ, バレー センター ドライブ 3661, スイート 200
(86) (22) 出願日	平成25年12月23日 (2013.12.23)	(74) 代理人	110000523 アクシス国際特許業務法人
(85) 翻訳文提出日	平成27年7月15日 (2015.7.15)	(72) 発明者	チェリル・ライス アメリカ合衆国 92129 カリフォルニア 州サン・ディエゴ、アレンブルック・ウェ イ 8919
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/077507		
(87) 国際公開番号	W02014/105835		
(87) 国際公開日	平成26年7月3日 (2014.7.3)		
(31) 優先権主張番号	61/747, 506		
(32) 優先日	平成24年12月31日 (2012.12.31)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	14/105, 902		
(32) 優先日	平成25年12月13日 (2013.12.13)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	14/106, 899		
(32) 優先日	平成25年12月16日 (2013.12.16)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 小型超音波トランスデューサーを分離するためのレイアウト及び方法

(57) 【要約】

本開示は、ウェハから複数の小型超音波トランスデューサーを分離する方法を提供する。方法は、複数の小型超音波トランスデューサーが形成されたウェハを受け取ることを含む。各小型超音波トランスデューサーは、圧電材料を含むトランスデューサー膜を含む。方法は、ウェハの表面から、ウェハに複数のトレンチをエッチングすることを含む。各トレンチは、平面視にて小型超音波トランスデューサーの個別の一つを少なくとも部分的に取り囲む。各トレンチは、ほぼ丸み付けられた区分を含む。方法は、表面の反対の裏面からウェハを薄くすることを含む。ウェハを薄くすることは、トレンチが裏面に開口するように行われる。方法は、ウェハにダイシング工程を実行し、お互いに小型超音波トランスデューサーを分離することを含む。ダイシング工程は、ウェハに交差切断を形成することなく実行される。

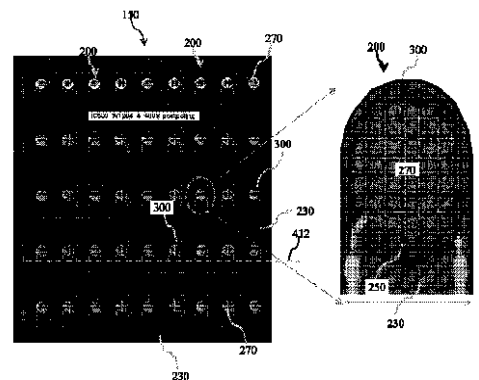


FIG. 8

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板；

前記基板に形成されたウェル；及び

前記ウェル上に配されたトランスデューサー膜にして、圧電層を含むトランスデューサー膜を備え、

前記基板の少なくとも一部が、平面視してほぼ丸み付けられた輪郭を有する、小型超音波トランスデューサー。

【請求項 2】

前記トランスデューサーの一部が、平面視において、前記ほぼ丸み付けられた輪郭の前記基板の一部により周囲される、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサー。

10

【請求項 3】

前記トランスデューサーの少なくとも 90 度が、平面視において、前記ほぼ丸み付けられた輪郭を有する前記基板の一部により周囲される、請求項 2 に記載の小型超音波トランスデューサー。

【請求項 4】

前記基板が、平面視して実質的に U 形状である、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサー。

【請求項 5】

前記トランスデューサー膜が、断面視においてカーブした形状を有する、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサー。

20

【請求項 6】

前記ウェルが、少なくとも部分的にバッキング物質で充填される、請求項 1 に記載の小型超音波トランスデューサー。

【請求項 7】

前記圧電層は、ポリフッ化ビニリデン - 三フッ化エチレン (P V D F - T r F E)、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、又はポリフッ化ビニリデン - テトラフッ化エチレン (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ー。

【請求項 8】

基板；及び

30

前記基板に形成された複数の小型超音波トランスデューサーを備え、

各小型超音波トランスデューサーが、圧電材料を含むトランスデューサー膜を含み；

各小型超音波トランスデューサーは、平面視において、前記基板に形成されたトレンチにより少なくとも部分的に周囲される；及び

前記トレンチの少なくとも一部が、平面視にてほぼカーブした輪郭を有する、ウェハー。

【請求項 9】

前記ほぼカーブした輪郭を有する前記トレンチの一部が、前記小型超音波トランスデューサーの少なくとも 90 度を周囲する、請求項 8 に記載のウェハー。

【請求項 10】

40

前記トレンチの一部により周囲される前記小型超音波トランスデューサーの一部が、前記トレンチの一部のカーブした輪郭の如くカーブした平面視輪郭を有する、請求項 8 に記載のウェハー。

【請求項 11】

前記トレンチがほぼ U 形状である、請求項 8 に記載のウェハー。

【請求項 12】

前記トランスデューサー膜が、断面視にてアーチ状形状を有する、請求項 8 に記載のウェハー。

【請求項 13】

各小型超音波トランスデューサーが、前記基板の裏面から前記基板に形成されたウェル

50

を有し、前記トランスデューサー膜が前記ウェル上に配される、請求項 8 に記載のウェハー。

【請求項 14】

前記トレンチが、前記裏面の反対の前記基板の表面から形成される、請求項 13 に記載のウェハー。

【請求項 15】

前記ウェルが部分的にバックリング物質で充填される、請求項 13 に記載のウェハー。

【請求項 16】

前記圧電材料は、ポリフッ化ビニリデン - 三フッ化エチレン (P V D F - T r F E)、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、又はポリフッ化ビニリデン - テトラフッ化エチレン (P V D F - T F E) を含む、請求項 8 に記載のウェハー。

10

【請求項 17】

ウェハーから複数の小型超音波トランスデューサーを分離する方法であって、该方法が：

複数の小型超音波トランスデューサーが形成されたウェハーを受け取るステップにして、各小型超音波トランスデューサーが、圧電材料を含むトランスデューサー膜を含む、ステップ；

前記ウェハーの表面から、前記ウェハー内に複数のトレンチをエッチングするステップにして、各トレンチが、平面視にて小型超音波トランスデューサーの個別の一つを少なくとも部分的に取り囲み、各トレンチが、ほぼ丸み付けられた区分を含む、ステップ；

20

前記表面の反対の裏面から前記ウェハーを薄くするステップにして、前記ウェハーを薄くすることは、トレンチが裏面に開口するように行われる、ステップ；及び

前記ウェハーにダイシング工程を実行し、お互いに前記小型超音波トランスデューサーを分離するステップにして、前記ダイシング工程が、前記ウェハーに交差切断を形成することなく実行される、ステップを含む、方法。

【請求項 18】

前記トレンチの丸み付けられた区分が、その個別の小型超音波トランスデューサーの少なくとも 90 度を取り囲む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記トレンチの前記丸み付けられた区分により取り囲まれた前記小型超音波トランスデューサーの一部が、前記トレンチの前記丸み付けられた区分の如く丸み付けられた平面視輪郭を有する、請求項 17 に記載の方法。

30

【請求項 20】

前記トレンチがほぼ U 形状であり、平面視して前記トランスデューサーの反対側に配された 2 つの長尺区分を含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 21】

前記ダイシング工程は、前記ウェハーにおける直線切断が、各トレンチについて前記長尺区分の両方を通過するように実行される、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】

前記ダイシング工程は、複数の実質的に平行な切断をウェハーに形成することを含む、請求項 17 に記載の方法。

40

【請求項 23】

前記トランスデューサー膜は、断面視にてアーチ形状を有する、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 24】

各小型超音波トランスデューサーが前記ウェハーの裏面から前記ウェハーに形成されたウェルを有し、前記トランスデューサー膜が前記ウェル上に配される、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 25】

前記圧電材料は、ポリフッ化ビニリデン - 三フッ化エチレン (P V D F - T r F E)、

50

ポリフッ化ビニリデン（P V D F）、又はポリフッ化ビニリデン - テトラフッ化エチレン（P V D F - T F E）を含む、請求項 17 に記載の方法。

【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（I V U S）イメージングに関し、及び特には、ウェハーから複数の I V U S 超音波トランスデューサーを取り出すことに関する。

【背景技術】

【0002】

血管内超音波（I V U S）イメージングは、治療の必要を決定し、介入を案内し、及び /
又はその効果を評価するために人体内の動脈といった管を評価する診断ツールとして心臓
介入で幅広く用いられている。I V U S イメージングシステムは、超音波エコーを用いて
、対象の管の断面イメージを形成する。典型的には、I V U S イメージングは、超音波信
号（波）を出射し、かつ反射した超音波信号を受け取る I V U S カテーテル上のトランス
デューサーを用いる。出射された超音波信号（超音波パルスと度々呼ばれる）は、大半の
組織及び血液を簡単に透過することができるが、組織構造（例えば、管壁の様々な層）、
赤血球、及び他の対象の構造から生じるインピーダンス変動の結果として部分的に反射さ
れる。患者インターフェイスモジュールを介して I V U S カテーテルに接続された I V U
S イメージングシステムは、受け取った超音波信号（度々、超音波エコーと呼ばれる）を
処理し、I V U S カテーテルが配置された場所の管の断面イメージを生成する。

10

20

【0003】

I V U S カテーテルは、典型的には、1 以上のトランスデューサーを採用して超音波信号
を送信し、反射した超音波信号を受け取る。これらのトランスデューサーは、ウェハー上
に形成される。ウェハーは、各々がトランスデューサーを含む個別のダイを形成するよう
に分離される必要がある。しかしながら、ウェハーからトランスデューサーを分離する慣
例のレイアウト及び方法が制限を有する。例えば、典型的には、切断が、垂直方向又は水
平方向のいずれかで為される。そのため、結果として得られるダイが、正方形又は長方形
の形状となり、あるトランスデューサー用途において望まれない。

【0004】

従って、慣例のウェハーレイアウト及びウェハーからトランスデューサーを分離する方法
が意図した目的には概して十分であるものの、全側面において完全に満足できるものでは
ない。

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

超音波トランスデューサーは、血管内超音波（I V U S）イメージングで用いられ、人体
内の医療状態の評価に役立つ。その動作の一部として、超音波トランスデューサーは、ト
ランスデューサーに電気信号を付与するために用いられる電極を有する。ウェハーから（
各々がトランスデューサーを含む）個別のダイを抽出するため、ウェハーはダイスカット
される必要がある。本開示によれば、各超音波トランスデューサーが、平面視して丸い又
はカーブした輪郭を有する基板上に形成される。丸み付けられた輪郭により、超音波トラ
ンスデューサーを含むダイが、正方形又は長方形のダイとは相容れないトランスデュー
サー用途においてより柔軟に実施される。

40

【0006】

本開示は、血管内超音波（I V U S）イメージングでの使用のための超音波トランスデ
ューサーの様々な実施形態を提供する。例示の超音波トランスデューサーは、基板を含む。
超音波トランスデューサーは、基板に形成されたウェルも含む。超音波トランスデュー
サーは、ウェル上に設けられたトランスデューサー膜も含む。トランスデューサー膜は、圧
電層を含む。基板の少なくとも一部が、平面視してほぼ丸み付けられた輪郭を有する。

【0007】

50

本開示は、更に、ウェハーを提供する。ウェハーは、基板と、基板上に形成された複数の小型超音波トランスデューサーを含む。各小型超音波トランスデューサーは、圧電材料を含むトランスデューサー膜を含む。各小型超音波トランスデューサーは、基板に形成されたトレンチにより平面視して少なくとも部分的に周囲される。トレンチの少なくとも一部が、平面視してほぼカーブした輪郭を有する。

【0008】

本開示は、更に、ウェハーから複数の小型超音波トランスデューサーを分離する方法も提供する。方法は：複数の小型超音波トランスデューサーが形成されたウェハーを受け取ることにして、各小型超音波トランスデューサーが、圧電材料を含むトランスデューサー膜を含む；ウェハーの表面からウェハーに複数のトレンチをエッチングすることにして、各トレンチが、平面視して小型超音波トランスデューサーの個別の一つを少なくとも部分的に囲み、また各トレンチが、ほぼ丸み付けられた区分を含む；表面とは反対の裏面からウェハーを薄くすることにして、ウェハーの薄化は、トレンチが裏面に開口するように実行される；及びウェハーにダイシング工程を実行し、お互いに小型超音波トランスデューサーを分離することにして、ダイシング工程が、ウェハーに交差切断 (crossing cuts) することなく実行される、を含む。

10

【0009】

上述の一般的な記述及び後述の詳細な記述の両方が例示及び元来の例示のものであり、本開示の範囲に限定することなく本開示の理解を提供することが意図される。この点について、本開示の追加の側面、特徴、及び利益が、後述の詳細な記述から当業者により明らかになる。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

本開示の側面が、添付図面と共に読まれる時、後述の詳細の記述から最適に理解される。本産業における標準的な実務に応じて、様々な特徴が縮尺で描かれていないことが強調される。実際には、議論の明確化のため、様々な特徴の寸法が任意に増加又は減じられる。加えて、本開示は、様々な例において参照番号及び/又は文字を繰り返す。この繰り返しは、簡潔さ及び明確さの目的のためであり、それ自体が、論述された様々な実施形態及び/又は構成の間の関係を述べるものではない。

30

【0011】

【図1】図1は、本開示の様々な側面に係る血管内超音波 (IVUS) イメージングシステムの概略図である。

【図2】図2は、本開示の様々な側面に係る製作の異なるステージの超音波トランスデューサーの概略的な断側面図である。

【図3】図3は、本開示の様々な側面に係る製作の異なるステージの超音波トランスデューサーの概略的な断側面図である。

【図4】図4は、本開示の様々な側面に係る製作の異なるステージの超音波トランスデューサーの概略的な断側面図である。

【図5】図5は、本開示の様々な側面に係る製作の異なるステージの超音波トランスデューサーの概略的な断側面図である。

40

【図6】図6は、本開示の様々な側面に係る製作の異なるステージの超音波トランスデューサーの概略的な断側面図である。

【図7】図7は、本開示の様々な側面に係る製作の異なるステージの超音波トランスデューサーの概略的な断側面図である。

【図8】図8は、本開示の様々な側面に係る図2乃至7のトランスデューサーを含むウェハーの一部の概略的な平面図である。

【図9】図9は、本開示の様々な側面に係る図2乃至7のトランスデューサーを含むウェハーの一部の概略的な平面図である。

【図10】図10は、本開示の様々な側面に係る角度付けられたトランスデューサーを有するトランスデューサーアセンブリーの概略的な断側面図である。

50

【図 1 1】図 1 1 は、本開示の様々な側面に係る分離工程を実行する方法のフローチャートである。

【図 1 2】図 1 2 は、本開示の様々な側面に係るトランスデューサーを含むウェハーの一部の概略的な平面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、本開示の様々な側面に係るトランスデューサーを含むウェハーの一部の概略的な平面図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本開示の様々な側面に係るトランスデューサーを含むウェハーの一部の概略的な平面図である。

【図 1 5】図 1 5 は、本開示の様々な側面に係るトランスデューサーを含むウェハーの一部の概略的な平面図である。

10

【図 1 6】図 1 6 は、本開示の様々な側面に係るトランスデューサーを含むウェハーの一部の概略的な平面図である。

【図 1 7】図 1 7 は、本開示の様々な側面に係るトランスデューサーを含むウェハーの一部の概略的な平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本開示の原理の理解を促進する目的のため、ここで図面に図示された実施形態に参照が為され、これを記述するために特定の用語が用いられる。しかしながら、本開示の範囲に如何なる限定も意図されないものと理解される。記述された装置、システム、及び方法の如何なる変更及び更なる変更、また本開示の原理の如何なる更なる適用は、本開示が関連する技術分野の当業者に通常に生じるように、十分に検討され、本開示内に含まれる。例えば、本開示は、心臓血管イメージングの観点から超音波イメージングシステムを提供するが、そのような記述は、この用途に限定されることを意図しないものと理解される。幾つかの実施形態においては、超音波イメージングシステムは、血管内イメージングシステムを含む。イメージングシステムは、小さいキャビティー内のイメージングを要求する任意の用途に等しく良く適合される。特に、一つの実施形態に関して記述された特徴、構成要素、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した特徴、構成要素、及び/又はステップに組み合わされることが十分に検討される。しかしながら、簡潔さのため、これらの組み合わせの多数の反復が別々に記述されない。

20

【0013】

主に 2 種類の今日汎用されているカテーテルがある：固体 (solid-state) 及び回転式 (rotational)。例示の固体カテーテルは、カテーテルの周囲に分配され、電子マルチプレクサー回路に接続されたトランスデューサーのアレイ (典型的には 64) を用いる。マルチプレクサー回路は、超音波信号を送信し、反射した超音波信号を受け取るためアレーからトランスデューサーを選択する。送信 - 受信トランスデューサーペアのシーケンスを通じて、固体カテーテルが、部品を動かすことなく、機械的にスキャンされたトランスデューサー要素の出力を合成することができる。回転する機械的要素がないため、トランスデューサーアレイは、管損傷の最小リスクで血液及び管組織に直接接触して配置可能であり、固体スキャナーが、単純な電気ケーブル及び標準の取り外し可能な電気コネクタでイメージングシステムに直接的に配線可能である。

30

40

【0014】

例示の回転式カテーテルは、可撓性駆動シャフトの先端に配された単一のトランスデューサーを含み、対象の管内に挿入されたシース内で回転する。トランスデューサーは、典型的には、超音波信号が、概してカテーテルの軸に垂直に伝播するように配向される。典型的な回転式カテーテルにおいては、流体充填済 (例えば、生理食塩水充填) シースは、超音波信号がトランスデューサーから組織内へ自由に伝播し、また戻ることを許容しつつ、回転するトランスデューサー及び駆動シャフトから管組織を保護する。駆動シャフトが回転するため (例えば、毎秒 30 回転)、トランスデューサーは、高電圧パルスで周期的に励起され、短バーストの超音波を出射する。超音波信号は、トランスデューサーから、流体充填シース及びシース壁を透過し、駆動シャフトの回転軸に概して垂直な方向に出射さ

50

れる。同一のトランスデューサーが、次に、様々な組織構造から反射する帰還した超音波信号を聞き取り、イメージングシステムが、トランスデューサーの単一の回転過程で生じるこれらの数百の超音波パルス／エコー取得シーケンスのシーケンスから管断面の２次元イメージを構築する。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本開示の様々な側面に係る超音波イメージングシステム 1 0 0 の概略図である。幾つかの実施形態においては、超音波イメージングシステム 1 0 0 は、血管内超音波イメージングシステム (I V U S) を含む。 I V U S イメージングシステム 1 0 0 は、患者インターフェイスモジュール (P I M) 1 0 4 を介して I V U S 制御システム 1 0 6 に結合した I V U S カテーテル 1 0 2 を含む。制御システム 1 0 6 は、 (I V U S システム 1 0 0 により生成されたイメージといった) I V U S イメージをディスプレイ表示するモニター 1 0 8 に結合される。

10

【 0 0 1 6 】

幾つかの実施形態においては、 I V U S カテーテル 1 0 2 は、回転式 I V U S カテーテルであり、これは、ヴォルカノ・コーポレーションから入手可能である Revolution (登録商標) Rotational I V U S イメージングカテーテル及び / 又は米国特許 No . 5 , 2 4 3 , 9 8 8 及び米国特許 No . 5 , 5 4 6 , 9 4 8 に開示の回転式 I V U S カテーテルであり、これら両方の文献が、その全体において参照により本明細書に組み込まれる。カテーテル 1 0 2 は、血管 (不図示) の内腔内への挿入のために形状及び構成された (近位端部 1 1 4 及び遠位端部 1 1 6 を有する) 長尺、フレキシブルなカテーテルシース 1 1 0 を含む。カテーテル 1 0 2 の長手軸 L A が近位端部 1 1 4 と遠位端部 1 1 6 の間で延びる。カテーテル 1 0 2 は、フレキシブルであり、使用中、血管の湾曲に適用することができる。この点について、図 1 に図示のカーブ構成は、例示目的のためであり、如何なる場合でも、他の実施形態においてカテーテル 1 0 2 がカーブする態様を限定するものではない。概して、カテーテル 1 0 2 は、使用中、任意の所望の直線又はアーチ状輪郭を取るように構成される。

20

【 0 0 1 7 】

回転イメージングコア 1 1 2 がシース 1 1 0 内を延びる。イメージングコア 1 1 2 は、シース 1 1 0 の近位端部 1 1 4 内に配置された近位端部 1 1 8 及びシース 1 1 0 の遠位端部 1 1 6 内に配置された遠位端部 1 2 0 を有する。シース 1 1 0 の遠位端部 1 1 6 及びイメージングコア 1 1 2 の遠位端部 1 2 0 は、 I V U S イメージングシステム 1 0 0 の動作中、対象の管内に挿入される。カテーテル 1 0 2 (例えば、患者内、特に対象の管内に挿入できる部分) の使用可能な長さは、任意の適切な長さであり、用途に応じて変化し得る。シース 1 1 0 の近位端部 1 1 4 及びイメージングコア 1 1 2 の近位端部 1 1 8 は、インターフェイスモジュール 1 0 4 に結合される。近位端部 1 1 4 、 1 1 8 は、インターフェイスモジュール 1 0 4 に取り外し可能に接続したカテーテルハブ 1 2 4 に適合される。カテーテルハブ 1 2 4 が、カテーテル 1 0 2 及びインターフェイスモジュール 1 0 4 間の電気及び機械結合を提供する回転インターフェイスを促進及び保持する。

30

【 0 0 1 8 】

イメージングコア 1 1 2 の遠位端部 1 2 0 は、トランスデューサーアセンブリー 1 2 2 を含む。トランスデューサーアセンブリー 1 2 2 は、 (モーター又は他の回転装置のいずれかの使用により) 回転され、管のイメージを取得するように構成される。トランスデューサーアセンブリー 1 2 2 は、管、特に管の狭窄のビジュアル化のための任意の適切なタイプであり得る。図示の実施形態においては、トランスデューサーアセンブリー 1 2 2 が、圧電マイクロマシーン超音波トランスデューサー (P M U T) トランスデューサー、及び用途特定集積回路 (A S I C) といった関連の回路を含む。 I V U S カテーテルで用いられる例示の P M U T は、米国特許 No . 6 , 6 4 1 , 5 4 0 に開示のものといったポリマー圧電膜を含み、この文献がその全体において参照により本明細書に組み込まれる。 P M U T トランスデューサーは、放射方向において最適な分解能のため 1 0 0 % を超えるバンド幅、及び最適な方位及び仰角分解能のため球形集束開口を提供することができる。

40

50

【 0 0 1 9 】

トランスデューサーアセンブリー 1 2 2 は、そこに設けられた本明細書に開示の P M U T トランスデューサー及び関連の回路を有するハウジングも含み、ハウジングが、P M U T トランスデューサーにより生成された超音波信号が透過する開口を有する。代替として、トランスデューサーアセンブリー 1 2 2 が、容量性マイクロマシーン超音波トランスデューサー (C M U T) を含む。また別の代替の実施形態においては、トランスデューサーアセンブリー 1 2 2 が、超音波トランスデューサーアレイを含む (例えば、幾つかの実施形態においては、1 6、3 2、6 4、又は 1 2 8 個の要素を有するアレイが用いられる)。

【 0 0 2 0 】

シース 1 1 0 内のイメージングコア 1 1 2 の回転が、ユーザーにより操作されるユーザーインターフェイス制御部を提供するインターフェイスモジュール 1 0 4 により制御される。インターフェイスモジュール 1 0 4 は、イメージングコア 1 1 2 を通じて、情報を受け取り、分析し、及び / 又はディスプレイ表示することができる。任意の適切な機能、制御部、情報処理及び分析、及びディスプレイ表示をインターフェイスモジュール 1 0 4 に組み込むことができるものと理解される。一例においては、インターフェイスモジュール 1 0 4 が、イメージングコア 1 1 2 により検出された超音波信号 (エコー) に対応するデータを受け取り、受け取ったエコーデータを制御システム 1 0 6 に転送する。一例においては、インターフェイスモジュール 1 0 4 が、エコーデータを制御システム 1 0 6 に送信する前、エコーデータの前処理を実行する。インターフェイスモジュール 1 0 4 は、エコーデータの増幅、フィルタリング、及び / 又は収集を実行し得る。インターフェイスモジュール 1 0 4 は、トランスデューサーアセンブリー 1 2 2 内の回路を含むカテーテル 1 0 2 の動作を支えるべく高及び低電圧 D C 電源を供給することもできる。

【 0 0 2 1 】

幾つかの実施形態においては、I V U S イメージングシステム 1 0 0 に関連のワイヤーが、制御システム 1 0 6 からインターフェイスモジュール 1 0 4 に延び、制御システム 1 0 6 からの信号がインターフェイスモジュール 1 0 4 に通信され、及び / 又は逆も然りである。幾つかの実施形態においては、制御システム 1 0 6 は、インターフェイスモジュール 1 0 4 と無線通信する。同様に、幾つかの実施形態においては、I V U S イメージングシステム 1 0 0 に関連のワイヤーが、制御システム 1 0 6 からモニター 1 0 8 に延び、制御システム 1 0 6 からの信号がモニター 1 0 8 に通信され、及び / 又は逆も然りである、ものと理解される。幾つかの実施形態においては、制御システム 1 0 6 は、モニター 1 0 8 と無線通信する。

【 0 0 2 2 】

図 2 乃至 7 は、複数の超音波トランスデューサー 2 0 0 が製作されるウェハー 1 5 0 の一部の概略的な断片的な断側面図である。図 2 乃至 7 は、本開示の様々な側面に係る製作の異なるステージに対応する。図 2 乃至 7 は、本開示の発明的なコンセプトのより良い理解のため明確性のため単純化されている。同一の製作工程が、全ての超音波トランスデューサー 2 0 0 に実行されるため、以降の議論では、単純及び明確さのため、一つのトランスデューサー 2 0 0 が注目される。

【 0 0 2 3 】

超音波トランスデューサー 2 0 0 は、各々、図 1 の I V U S イメージングシステム 1 0 0、例えば、トランスデューサーアセンブリー 1 2 2 内に含まれ得る。超音波トランスデューサー 2 0 0 は、小さい大きさを有し、高い分解能を達成し、血管内イメージングに良く適する。幾つかの実施形態においては、超音波トランスデューサー 2 0 0 は、約何十又は何百ミクロンのサイズを有し、1 メガヘルツ (M H z) から約 1 3 5 M H z の間の周波数範囲で動作でき、また少なくとも 1 0 ミリメートル (m m) の浸透深さを提供しつつ 5 0 サブミクロン分解能を提供することができる。更には、超音波トランスデューサー 2 0 0 は、開発者が、トランスデューサー開口の偏向深さに基づいてターゲット集束領域を規定することを許容する態様でも形状付けられ、従って、表面特性を超えた、管形態を規定することに有用なイメージを生成する。超音波トランスデューサー 2 0 0 の様々な側面及び

その製作が、以降より詳細に議論される。

【0024】

図示の実施形態においては、超音波トランスデューサー200は、圧電マイクロマシーン超音波トランスデューサー(PMUT)である。他の実施形態においては、トランスデューサー200が、代替の種類のトランスデューサーを含み得る。追加の特徴を超音波トランスデューサー200に加えることができ、以降に記述の幾つの特徴が、超音波トランスデューサー200の追加の実施形態のために置換又は除去され得る。

【0025】

図2に示すように、トランスデューサー200は、基板210を含む。基板210は、表面212と、表面212の反対の表面214を有する。表面212は、表面又は表側面とも呼ばれ、表面214が、裏面又は裏側面とも呼ばれ得る。図示の実施形態においては、基板210は、シリコン微小電気機械システム(MEMS)基板である。代替の実施形態においては、基板210は、PMUTトランスデューサー200の設計要求に依存して、別の適切な材料を含む。図示の実施形態においては、基板210は、「薄濃度ドーブシリコン基板」である。換言すれば、基板210は、ドーバントで低濃度にドーブされたシリコンウェハーに由来し、結果として、約1オーム/cmから約1000オーム/cmの範囲の抵抗率を有する。「薄濃度ドーブシリコン基板」210の一つの利益は、例えば、純シリコン又はアンドーブシリコン基板と比較して、相対的に安価なことである。もちろん、コストが重大な関心ではない代替実施形態においては、純シリコン又はアンドーブシリコン基板も用いられ得るものと理解される。

【0026】

基板210は、様々なマイクロ電子要素を含む、結合して電子回路を形成する個別に図示されない様々な層も含み得る。これらのマイクロ電子素子が、トランジスター(例えば、金属酸化膜半導体電界効果型トランジスター(MOSFET)、相補的金属酸化膜半導体(CMOS)トランジスター、バイポーラー接合トランジスター(BJT)、高電圧トランジスター、高周波数トランジスター、pチャネル及び/又はnチャネル電界効果型トランジスター(PFET/NFET)); 抵抗器、ダイオード; 容量器; インダクター; フューズ; 及び/又は他の適切な要素を含み得る。様々な層が、高k誘電体層、ゲート層、ハードマスク層、界面層、キャップ層、拡散/バリア層、誘電体層、導電層、他の適切な層、又はこれらの組み合わせを含み得る。マイクロ電子素子が、お互いに相互接続され、ロジック装置、メモリー装置(例えば、スタティック・ランダム・アクセス・メモリー(SRAM))、ラジオ周波数(RF)装置、入力/出力(I/O)装置、システム・オン・チップ(SoC)装置、他の適切な種類の装置、又はこれらの組み合わせといった集積回路の一部を形成することができる。

【0027】

基板210の初期厚220が、表面212と表面214の間で測定される。幾つの実施形態においては、初期厚220が、約200ミクロン(μm)から約1000 μm の範囲にある。

【0028】

ここで図3を参照すると、誘電体層230が、基板210の表面212上に形成される。誘電体層230は、熱酸化、低温酸化、化学気相堆積(CVD)、物理気相堆積(PVD)、電子層堆積(ALD)、又はこれらの組み合わせといった、同分野で知られた適切な堆積工程により生成される。誘電体層230は、酸化物材料又は窒化物材料、例えば、シリコン酸化物、リンケイ酸ガラス(PSG)、シリコン窒化物、オキシ窒化物シリコン又はこれらの組み合わせを含み得る。誘電体層230は、その上への層の形成のための支持面を提供する。誘電体層230は、電気絶縁も提供する。より詳細には、図示の実施形態における基板210は、上述のように、やや導電性の「薄濃度ドーブシリコン基板」である。この基板210の相対的に高い導電性は、トランスデューサー200が相対的に高い電圧、例えば、約60ボルトから約200ボルトDCの励起電圧でパルス駆動される時に問題を提示する。これは、トランスデューサー200の下部電極(以降により詳細に議論

10

20

30

40

50

される)のため、シリコン基板 210 に直接接触することが望ましくないことを意味する。従って、本開示の様々な側面によれば、誘電体層 230 は、トランスデューサー 200 の下部電極をシリコン基板 210 の相対的に導電性の表面から絶縁することに役立つ。

【0029】

次に、導電層 240 が、誘電体層 230 上に形成される。導電層 240 は、CVD、PVD、ALD 等といった適切な堆積工程により形成される。図示の実施形態においては、導電層 240 は、金属又は多数の金属材料を含む。例えば、金属又は多数の金属材料が、チタニウム、クロム、金、アルミニウム、プラチナ、又はこれらの組み合わせを含む。導電層 240 は、フォトリソグラフィ工程の技術を用いてパターニングされる。導電層 240 の不要部分が、フォトリソグラフィ工程の一部として除去される。簡潔さの理由から、図 2 は、パターニングされた後の導電層 240 のみを図示する。

10

【0030】

圧電フィルム 250 は、次に、誘電体層 230 及び導電層 240 上に形成される。様々な実施形態においては、圧電フィルム 250 が、ポリフッ化ビニリデン (PVDF)、又はそのコーポリマー、ポリフッ化ビニリデン - 三フッ化エチレン (PVDF-TrFE)、又はポリフッ化ビニリデン - テトラフッ化エチレン (PVDF-TFE) といった圧電材料を含む。代替として、PVDF-CTFE 及び PVDF-CFE といったポリマー又はゾルゲル形成圧電材料が用いられる。図示の実施形態においては、圧電フィルム 250 に用いられる圧電材料が、PVDF-TrFE を含む。

20

【0031】

圧電フィルム 250 は、所望の形状、例えば、図 2 に図示の形状を達成するためにパターニングされる。圧電フィルム 250 の不要部分が、パターニング工程で除去される。結果として、誘電体層 230 及び導電層 240 の部分が露出される。本実施形態においては、圧電フィルム 250 が、上部電極の形成のため堆積を許容するチャンファ (面取り (chamfer)) を形成する態様でエッチングされる。チャンファは、図 2 の断面図に示される台形サイドウォールとして現れる。幾つかの実施形態においては、接着促進層 (不図示) が圧電フィルム 250 と導電層 240 の間に形成され、圧電フィルム 250 がより十分に導電層 240 に固着し得るものとも理解される。

【0032】

導電層 270 (つまり、上部電極) は、同分野で知られた適切な堆積工程を用いて圧電フィルム 250 上に形成される。図示の実施形態においては、導電層 270 が、チタニウム、クロム、金、アルミニウム、又はこれらの組み合わせといった金属又は多数の金属材料を含む。その堆積後、導電層 270 は、フォトリソグラフィ工程の技術を用いてパターニングされる。導電層 270 の不要部分が、フォトリソグラフィ工程の一部として除去される。簡潔さの理由から、図 2 は、パターニングされた後の導電層 270 のみを図示する。

30

【0033】

導電層 240 及び 270 及び圧電層 250 (用いられる実施形態においては、接着促進層) が、総じてトランスデューサー膜と理解される。金属パッドが、導電層 240 及び 270 との電気接続を確立するために形成されるものと理解されるが、これらの金属パッドが、簡潔さのため本明細書においては図示されない。

40

【0034】

ここで図 3 を参照すると、複数のトレンチ (又は開口 / リセス) 300 が、表面 212 から基板 210 に形成される。各トレンチ 300 は、トランスデューサーの個別の一つを部分的に周囲又は取り囲む。トレンチ 300 の平面視が図 8 ~ 9 に図示されており、以降により詳細に議論される。図 2 の断面図においては、たった一つのそのようなトレンチ 300 が図示される。トレンチ 300 A 及び 300 B は、図 3 の断面図において 2 つのトレンチに見えるが、トランスデューサー 200 を周囲する単一の連続のトレンチの実に一部であるものと理解される。本実施形態においては、トレンチ 300 が、約 80 μm ~ 約 100 μm の範囲にあるトレンチ深さ 310 を有する。もちろん、代替の実施形態においては

50

、深さ 3 1 0 が異なる値を有し得る。

【 0 0 3 5 】

ここで図 4 を参照すると、複数の開口 3 5 0 が裏面 2 1 4 から基板 2 1 0 に形成される。各開口 3 5 0 は、個別の一つのトランスデューサー 2 0 0 の下に形成される。開口 3 5 0 は、ウェル、空洞 (voids)、又はリセスとも呼ばれ得る。開口 3 5 0 は、図示の実施形態においては誘電体層 2 3 0 まで形成される。換言すれば、誘電体層 2 3 0 の一部が、開口 3 5 0 により露出される。しかしながら、他の実施形態においては、開口 3 5 0 が、誘電体層 2 3 0 を通過して導電層 2 4 0 (つまり、下部電極) で停止するものと理解される。幾つかの実施形態においては、開口 3 5 0 が、エッチング工程、例えば、深反応性イオンエッチング (DRIE) 工程により形成される。各開口 3 5 0 は、トランスデューサー 2 0 0 のアパチャーを形成する。

10

【 0 0 3 6 】

本実施形態が、裏面 2 1 4 から開口 3 5 0 を形成する前に表面 2 1 2 からトレンチ 3 0 0 を形成することを伴うが、他の実施形態においては、これらの工程が反転され得るものと理解される。換言すれば、他の実施形態においては、開口 3 5 0 は、トレンチ 3 0 0 よりも前に形成される。

【 0 0 3 7 】

ここで図 5 を参照すると、開口 3 5 0 が、バッキング物質 3 7 0 で充填される。開口 3 5 0 を充填するバッキング物質 3 7 0 は、膜位置が固定され、圧電フィルム 2 5 0 の裏から到来する音波を消すことを許容する。より詳細には、バッキング物質 3 7 0 は、誘電体層 2 3 0 の裏面 (又は裏側面) (又は誘電体層 2 3 0 が開口 3 5 0 内で除去される実施形態においては導電層 2 4 0 の裏面) に物理的に接触する。従って、バッキング物質 3 7 0 の一つの機能は、その形状 (例えば、アーチ状形状) が維持されるようにトランスデューサー膜 3 6 0 を定位置に固定することを助けることにある。バッキング物質 3 7 0 が、また、音響的な減衰物質を含み、トランスデューサー膜 3 6 0 により生成され、超音波トランスデューサー 2 0 0 内 (例えば、トランスデューサー膜 3 6 0 からバッキング物質 3 7 0 内) に伝搬 (伝播) する音響エネルギー (換言すれば、音波) を吸収することができる。そのような音響エネルギーは、例えば、超音波トランスデューサー 2 0 0 が、図 1 のトランスデューサーアセンブリー 1 2 2 に含まれる時、トランスデューサーアセンブリーの構造及び境界面から反射される音響エネルギーを含む。

20

30

【 0 0 3 8 】

音波を十分に消すため、バッキング物質 3 7 0 が、高い音響インピーダンスを有する。本実施形態においては、バッキング物質 3 7 0 が、エポキシ物質を含む。様々な他の実施形態においては、バッキング物質 3 7 0 が、十分な音響減衰及びトランスデューサー膜 3 6 0 の形状を維持するための機械的強度を提供する他の物質を含む。バッキング物質 3 7 0 は、そのような音響及び機械的特性を達成するための物質の組み合わせを含み得る。幾つかの実施形態においては、用いられるエポキシが、EPO-TEK 3 0 1 又は EPO-TEK 3 5 3 ND を含む。しかしながら、エポキシ単独ではバッキング物質 3 7 0 としては十分ではないかもしれない。幾つかの実施形態においては、エポキシが、タングステン、銀、酸化セリウム、又は酸化タングステンといったフィラー物質を加えることにより処理される。これらの物質は、高密度である。音速により乗じられた密度が、音響インピーダンスに等しい。PVDF-TRFE トランスデューサーについて、相対的に高い音響インピーダンスが望まれ、全エポキシが低音響インピーダンスを有するではないにしても、ほとんどである。従って、フィラー物質が、音響インピーダンスを高め、トランスデューサーの裏面から到来する音を反射するために追加され、前方に向けて戻し、信号を増強する。

40

【 0 0 3 9 】

幾つかの実施形態においては、バッキング物質 3 7 0 が、開口 3 5 0 の全体を実質的に充填するものと理解される。しかしながら、他の実施形態においては、バッキング物質 3 7 0 が、ただ部分的に開口 3 5 0 を充填する。

50

【 0 0 4 0 】

開口 3 5 0 上に堆積される層（つまり、トランスデューサー膜）は、また、凹面を形成するように反らされる。別の言い方をすれば、開口 3 5 0 により露出される誘電体層 2 3 0 の部分は、誘電体層 2 3 0 の部分上に堆積されるトランスデューサー膜の部分と同様、裏面 2 1 4 に向かって曲げられる。従って、アーチ形状のトランスデューサー膜 3 6 0 が形成される。簡潔さのため、アーチ形状のトランスデューサー膜が、図 5 の全てのトランスデューサー 2 0 0 について図示されないが、各トランスデューサー 2 0 0 が、図 6 に図示のトランスデューサー 2 0 0 のように（又は同様に）形状付けられるものと理解される。トランスデューサー膜を形状付ける追加の詳細が、2 0 1 2 年 1 2 月 2 1 日出願のディラン・ファン・ホーベンの米国仮特許出願 6 1 / 7 4 5 , 3 4 4 「トランスデューサー膜を形状付けるための方法及び機器」、アトニー・ドケット 4 4 7 4 4 , 1 0 9 4 に開示され、その全体において参照により本明細書に組み込まれる。

10

【 0 0 4 1 】

アーチ形状のトランスデューサー膜 3 6 0 が、そこから放射された超音波信号を球状集束することに役立つ。異なる実施形態においては、トランスデューサー膜 3 6 0 が、他の形状の構成を提示し、様々な他の集束特徴を達成する。例えば、代替の実施形態においては、トランスデューサー膜 3 6 0 が、よりアーチ形状又はより平坦な形状を有し得る。また、トランスデューサー膜 3 6 0 は、バッキング物質 3 7 0 がウェル 3 5 0 を充填するように適用される前又は間に形状付けられるものと理解される。

20

【 0 0 4 2 】

ここで図 7 を参照すると、裏面 2 1 4 から薄化工程 4 0 0 が行われ、基板 2 1 0 の厚みが減じられる。幾つかの実施形態においては、研磨又はエッチング工程又はこれらの組み合わせが用いられ、裏面 2 1 4 から基板 2 1 0 （適用される実施形態においてはバッキング物質 3 7 0 ）の一部を除去する。薄化工程 4 0 0 は、基板 2 1 0 が所望の厚み 4 1 0 に到達するまで実行される。厚み 4 1 0 は、（図 3 に示される）トレンチ 3 0 0 の深さ 3 1 0 よりも大きくない。幾つかの実施形態においては、薄化工程 4 0 0 の実行後の基板 2 1 0 の厚み 4 1 0 が、約 8 0 μm 未満、例えば、約 7 5 μm である。

【 0 0 4 3 】

薄化工程 4 0 0 の一つの理由は、トランスデューサー 2 0 0 を分離することである。図 7 の断面図から分かるように、薄化工程 4 0 0 は、意図的に、トレンチ深さ 3 1 0 未満まで基板 2 1 0 を薄くする。結果として、トランスデューサー 2 0 0 （下の基板 2 1 0 のそれらの部分を含む）が、トレンチ 3 1 0 の下の基板 2 1 0 の部分により一緒に前もって結合されており、それらはトレンチ 3 1 0 により分離されない。しかしながら、トランスデューサー 2 0 0 は、まだお互いに完全に分離されていない。なぜなら、トレンチ 3 1 0 が、トランスデューサー 2 0 0 を完全に（3 6 0 度で）周囲又は取り囲んでいないためである。従って、追加のダイシング工程を実行し、分離工程を完結することが必要である。この点が、ウェハー 1 5 0 の一部の単純化された概略的な平面図である図 8 ~ 9 を参照して以降に議論される。

30

【 0 0 4 4 】

図 8 を参照すると、ウェハー 1 5 0 の一部の平面図は、基板 2 1 0 上に形成された複数のトランスデューサー 2 0 0 を含む。基板 2 1 0 は、図 8 において直接的に視認されない。なぜなら、基板 2 1 0 の大半が、誘電体層 2 3 0 、導電層 2 7 0 、及び圧電フィルム 2 5 0 により被覆されるためである。トランスデューサー 2 0 0 が、複数の横に平行な列に配列される。各トランスデューサー 2 0 0 が、個別の一つのトレンチ 3 0 0 により部分的に周囲又は取り囲まれる。

40

【 0 0 4 5 】

トレンチ 3 0 0 は、図 9 により明確に図示される。本実施形態においては、トレンチ 3 0 0 が、ほぼ U 形状である（墓石状形状とも呼ばれる）。例えば、トレンチ 3 0 0 が、2 つの長尺な区分 3 0 0 A 及び 3 0 0 B を含み、これらが上の図 2 乃至 7 の断面図に図示される。換言すれば、長尺な区分 3 0 0 A 及び 3 0 0 B は、図 2 乃至 7 のトランスデューサー

50

200の反対側に設けられるトレンチ300の図示された部分である。長尺区分300A-300Bが実質的に直線の区分であるように図示されるが、代替の実施形態においては、これらはカーブし、又は他の適切な形状を有するものと理解される。

【0046】

トレンチ300は、実質的にカーブし、又は丸み付けられた区分300Cも含む。カーブ区分300Cは、長尺な区分300A-300Bと一緒に結合する。本実施形態においては、カーブ区分300Cは、少なくとも90度(360度が完全な一周と理解される場合)、例えば、90度と180度の間でトランスデューサー200を周囲又は取り囲む。区分300Cにより取り囲まれたトランスデューサー200の部分が、また、(必ずしも同一ではないが)同様のカーブ又は丸み付けられた平面視輪郭を呈する。

10

【0047】

上述のように、裏面ウェハー薄化工程400(図7)により、トランスデューサー200がトレンチ300によりお互いに実質的に分離される。しかしながら、図9の平面図が図示のように、薄化工程が実行された後も、トランスデューサー200は、まだ平面図でトレンチの「下」の基板210の部分により一緒に結合される。従って、分離工程を完了するため、ダイシング工程が実行される。ダイシング工程は、ウェハー150上での交差切断を伴わない。むしろ、複数の実質的に平行な切断がウェハー上に為される。例えば、図8及び9に図示の切断線412と同様の切断線に沿った切断が、トランスデューサー200の隣接列の各組の間で為される。切断線412は、トレンチ300の長尺な区分300A-300Bの両方を横断する。ダイシング工程により、トランスデューサー200が、個別のトランスデューサー片/ダイに完全に分離される。

20

【0048】

トレンチ300の平面視輪郭は、トランスデューサー200が個別片に分離されるや、トランスデューサー200の平面視、詳細には、基板210のエッジを部分的に規定する。基板210又はトランスデューサー200の丸み付けられた又はカーブした輪郭は、トランスデューサー200がある角度で持ち上げられなければならない超音波イメージング用途において有益である。この例示のシナリオが、図10を参照して以降に議論される。

【0049】

図10は、トランスデューサーアセンブリーの一実施形態を示すイメージングコア415の一実施形態の単純化された概略的な断面図を図示する。特定用途向け集積回路(ASIC)の形態の関連の制御回路を有する基板に関してトランスデューサーを有する基板をある角度に位置付けることができる。トランスデューサーを有する基板が、以降、MEMS438と呼ばれ、ASICを有する基板が、以降、ASIC444と呼ばれる。

30

【0050】

イメージングコア415は、そこに形成された(上述のトランスデューサー200の実施形態)トランスデューサー442を有するMEMS438と、MEMS438に電氣的に結合したASIC444を含む。この実施形態においては、ASIC444及びMEMS438が、一緒にワイヤーボンドされ、トランスデューサーハウジング416に実装され、エポキシ448又は他の接着剤で定位置に固定され、ASIC/MEMSハイブリッドアセンブリー446を形成する。この実施形態においては、ケーブル434の導線がASIC444に半田付け若しくは他の方法で電氣的に直接結合される。

40

【0051】

ワイヤーボンディング法の一つの利益は、トランスデューサー442を支持するMEMS438が、ハウジング416及びイメージングコア415の長手軸に関して斜角で実装できることであり、トランスデューサー442により出射された超音波ビーム430が、イメージングコア415の中央長手軸に対する垂線に対して斜角で伝播する。この傾斜角度が、トランスデューサーとカテーテルシース412の間の空間で反響し得るシースエコーを減少することに役立ち、また各々が、2012年3月11に出願され、各々が、その全体において参照により本明細書に組み込まれる、米国仮特許出願No. 61/646, 080「イメージング及び血流速度測定のための装置及びシステム」(アトニー・ドケット

50

No. 44755.817/01-0145-US) 及び米国仮特許出願 No. 61/646,074「イメージング及び血流測定のための超音波カテーテル」(アトニー・ドケット No. 44755.961)、及び米国仮特許出願 No. 61/646,062「回転式血管内超音波(IVUS)装置のための回路アーキテクチャー及び電気インターフェイス」(アトニー・ドケット No. 44755.838)に開示のようにドップラーカラーフローイメージング(Doppler color flow imaging)も促進する。

【0052】

従来のトランスデューサーについては、典型的には交差切断、例えば、平面視して直交する切断(つまり、水平切断及び垂直切断の両方)によりウェハーから分離される。結果としては、その上のトランスデューサーを有する分離片が実質的に正方形又は長方形の形状又は輪郭を有する。そのような正方形又は長方形の輪郭は、図10に図示の実施形態で記述のように、トランスデューサーがある角度で持ち上げられなければならない時に問題を呈する。例えば、トランスデューサー片/ダイの鋭利な長方形又は正方形のエッジが、ある角度で持ち上げられることを阻止し、少なくとも十分な角度で持ち上げられない。換言すれば、従来のウェハー分離工程(交差切断を伴う)の結果としてのトランスデューサー片/ダイの長方形又は正方形の輪郭が、トランスデューサーアセンブリー内での間隔問題(spacing issue)を生じさせ得る。

10

【0053】

対照的に、本開示は、トランスデューサーの周りに丸み付けられた又はカーブしたトレンチを形成する。ウェハー分離が、上述のように、裏面ウェハー薄化工程を伴い、トランスデューサーがお互いに実質的に分離される。そして最終的に、同一方向の切断を伴うダイシング工程(つまり、交差切断が行われない)が実行され、トランスデューサー片/ダイをお互いに完全に分離する。結果としては、分離されたトランスデューサー片/ダイが、丸み付けられた又はカーブした部分を有する。この丸み付けられた又はカーブした部分により、トランスデューサー片/ダイが、間隔問題なく、ある角度で持ち上げられ、これは、図10に関して上述した実施形態を提案することを適するもの及び簡便にする。

20

【0054】

図11は、本開示の様々な側面に係る、ウェハーから複数の小型超音波トランスデューサーを分離するための方法500のフローチャートである。方法は、ウェハーが受け取られるステップ510を含む。複数の小型超音波トランスデューサーがウェハー上に形成されている。小型超音波トランスデューサー各々が、圧電材料を含むトランスデューサー膜を含む。

30

【0055】

方法500は、複数のトレンチがウェハーの表面からウェハー内にエッチングされるステップ520を含む。各トレンチが、平面視して小型超音波トランスデューサーの個別の一つを少なくとも部分的に取り囲む。各トレンチが、ほぼ丸み付けられた区分を含む。

【0056】

方法500は、薄化工程が実行されるステップ530を含む。薄化工程が、表面の反対の裏面からウェハーを薄くすることを伴う。ステップ530は、トレンチが裏面に開口するように実行される。

40

【0057】

方法500は、ダイシング工程がウェハーに実行されて小型超音波トランスデューサーをお互いに分離するステップ540を含む。ダイシング工程は、ウェハーに交差切断することなく実行される。

【0058】

幾つかの実施形態においては、トレンチの丸み付けられた区分が、その個別の小型超音波トランスデューサーの少なくとも90度を取り囲む。

【0059】

幾つかの実施形態においては、トレンチの丸み付けられた区分により取り囲まれた小型超音波トランスデューサーの部分が、トレンチの丸み付けられた区分の如く丸み付けられた

50

平面視輪郭を有する。

【0060】

幾つかの実施形態においては、トレンチは、ほぼU形状であり、平面視してトランスデューサーの反対側に配された2つの長尺区分を含む。

【0061】

幾つかの実施形態においては、ダイシング工程が実行され、ウェハーにおける直線切断が、各トレンチについて長尺な区分の両方を通過する。

【0062】

幾つかの実施形態においては、ダイシング工程が、ウェハーに複数の実質的に平行な切断を形成することを含む。

10

【0063】

幾つかの実施形態においては、トランスデューサー膜が、断面視してアーチ状形状を有する。

【0064】

幾つかの実施形態においては、各小型超音波トランスデューサーが、ウェハーの裏面からウェハーに形成されたウェルを有し、トランスデューサー膜がウェル上に配される。

【0065】

幾つかの実施形態においては、圧電材料は、ポリフッ化ビニリデン - 三フッ化エチレン (P V D F - T r F E)、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、又はポリフッ化ビニリデン - テトラフッ化エチレン (P V D F - T F E) を含む。

20

【0066】

本開示は、分離を実行する代替の実施形態も開示する。例えば、図2乃至9を参照して上述した実施形態が各トランスデューサーの周りに部分的にU形状（又は墓石形状）トレンチを形成し、裏面薄化及び次にダイシング工程が続くが、以降に記述の代替の実施形態が、各トランスデューサーの周りに破壊可能なタブを形成することを伴う（依然として、トレンチの形成及び裏面薄化を伴う）。タブが、各トランスデューサーを放出するように折られ得る。これらの代替の実施形態の詳細が、トランスデューサー周りのダイ領域の単純化された概略的な平面図である図12乃至17を参照して以降に議論される。一貫性及び明確性の理由から、図2乃至17の同様の構成要素が同一にラベル付けされる。

【0067】

30

図12を参照すると、トレンチ300は、トランスデューサー200の周りに形成される。トレンチは、平面視してトランスデューサー200の周りを実質的に取り囲み又は周囲する（つまり、360度又はその付近）。図12に図示の実施形態におけるトレンチ300が「ピザパドル (pizza-paddle)」に似ているとも言える。もちろん、上述のU形状又は墓石形状のトレンチ形状も同様に適用可能である。裏面薄化工程が実行される時、薄化が、装置を分離し、ごく小さい部分が元のウェハー又は基板に取り付けられた状態になる。結果は、「破壊可能な」タブであり、これが、次に、折られてトランスデューサー200を解放する。幾つかの例示のタブが図12においてタブ600として図示されている。各タブ600がチップの内部に凹設され、例えば、約25 μmで凹設される。図13に図示の実施形態においては、側部タブ600が、チップの側部境界内にある。

40

【0068】

図13乃至17は、異なる実施形態に対応するタブ600の様々な場所と、トレンチ及び電極のレイアウトを図示する。しかしながら、特定の実施に拘わらず、タブ600が、裏面薄化工程が完了するやいなや簡単に破壊されるような態様にて設計及び構成されるものと理解される。一度、タブ600が破壊されると、トランスデューサー200が他のトランスデューサーから分離される。図14乃至17に図示の実施形態においては、側部タブが、チップの側部境界の外にあるものと理解される。

【0069】

追加の製作工程が、トランスデューサーの製作を完了するために実行され得るものと理解される。しかしながら、これらの追加の製作工程は、簡潔さのために本明細書では議論さ

50

れない。

【 0 0 7 0 】

当業者は、上述の機器、システム、及び方法が、様々な方法で修正できるものと理解する。従って、当業者は、本開示により指南される実施形態は、上述の特定の例示の実施形態に限定されないことを理解する。この点について、例示の実施形態が図示及び記述されたが、上述の開示において広範囲の修正、変更、及び代替が予期される。そのようなバリエーションが、本開示の範囲から逸脱することなく上述のものに為され得るものと理解される。従って、添付請求項が広義及び本開示に即した態様で解釈されることが適切である。

【 図 2 】

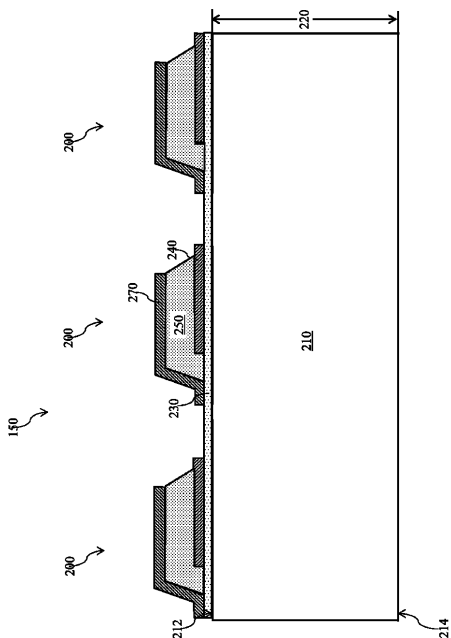


FIG. 2

【 図 3 】

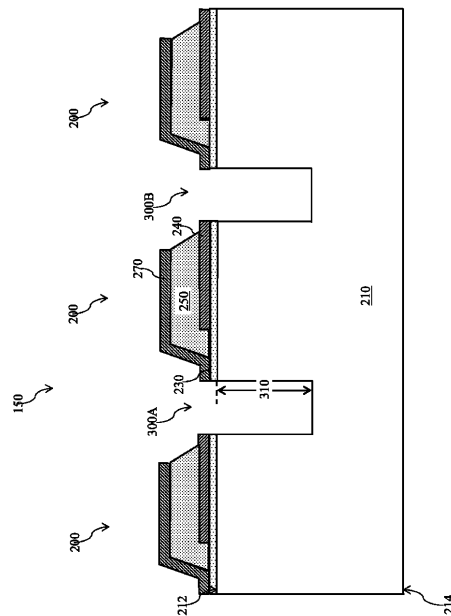
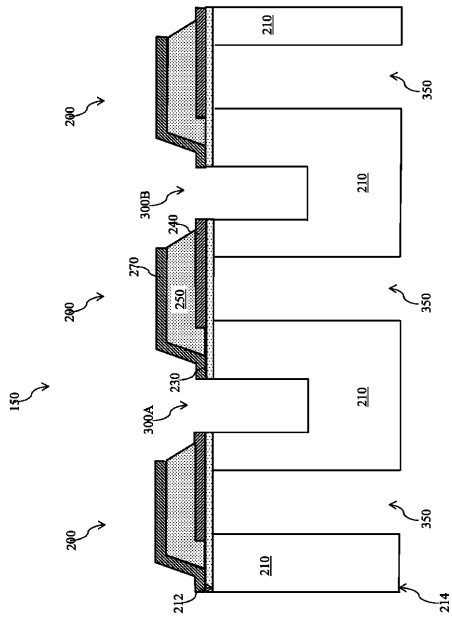
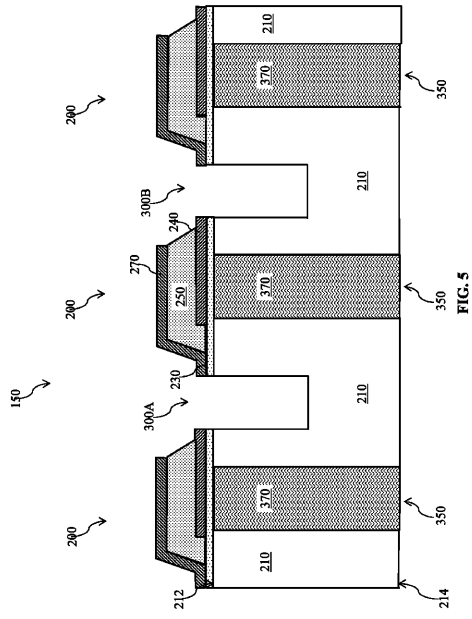


FIG. 3

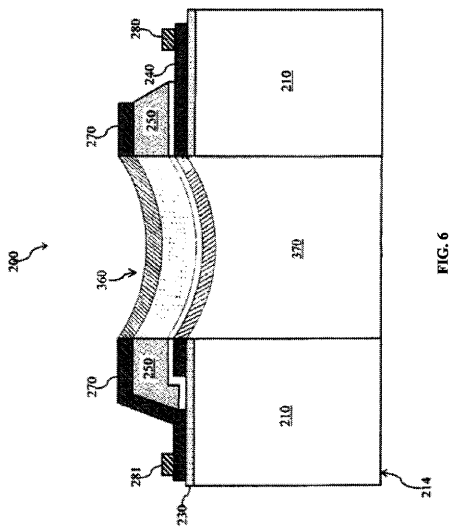
【 図 4 】



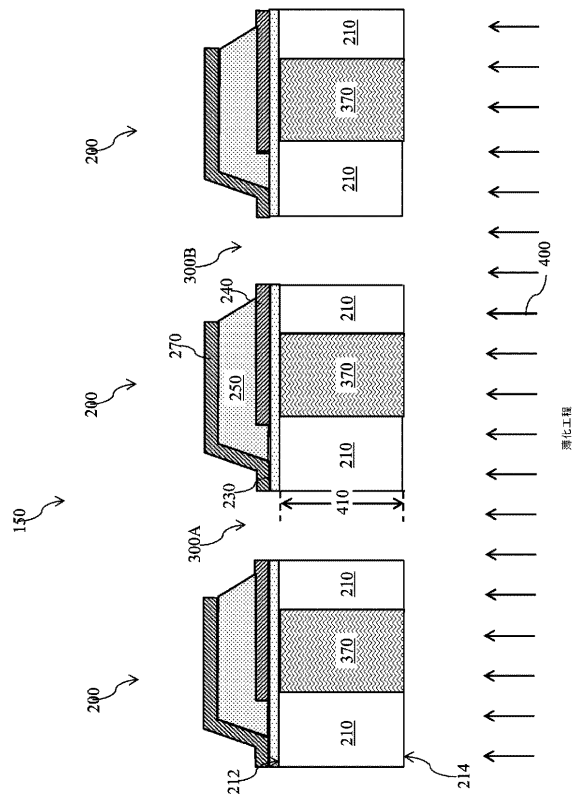
【 図 5 】



【 図 6 】



【 圖 7 】



【図 8】

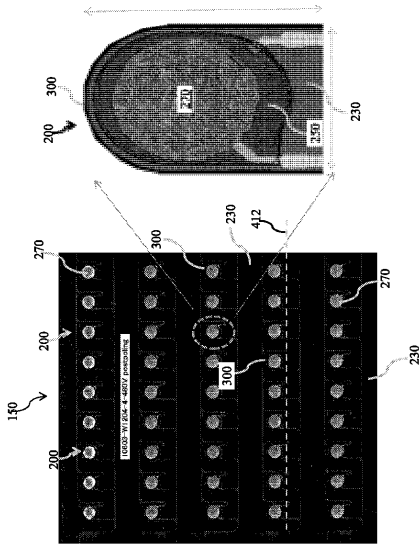


FIG. 8

【図 10】

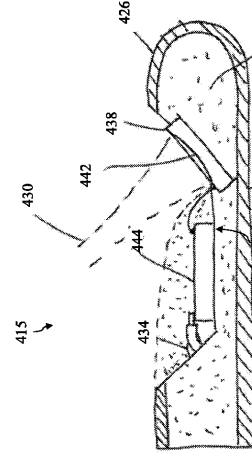
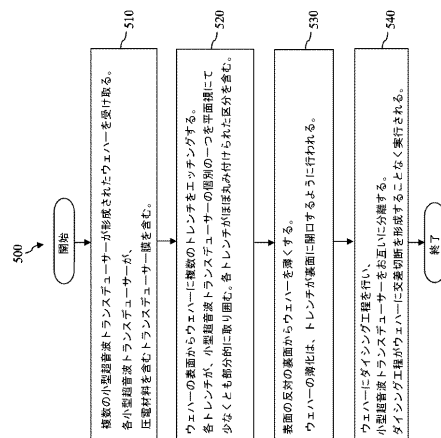


FIG. 10

【図 11】



【図 12】

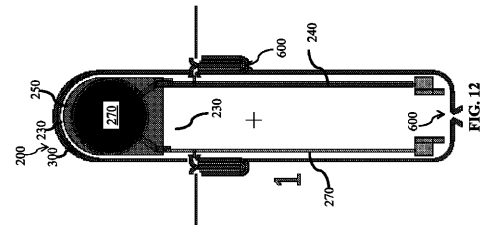


FIG. 12

【図 13】

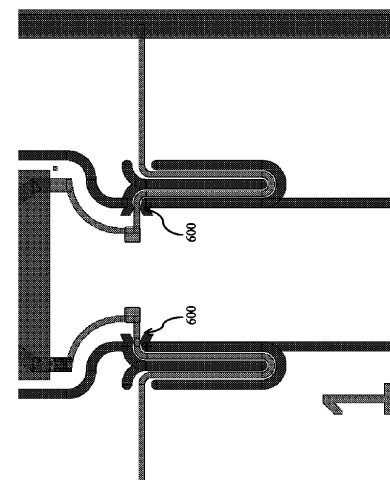


FIG. 13

【図 14】

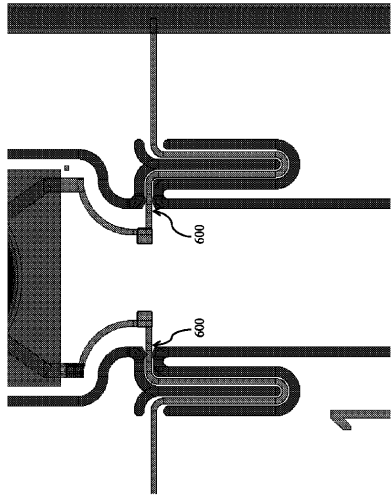


FIG. 14

【図 15】

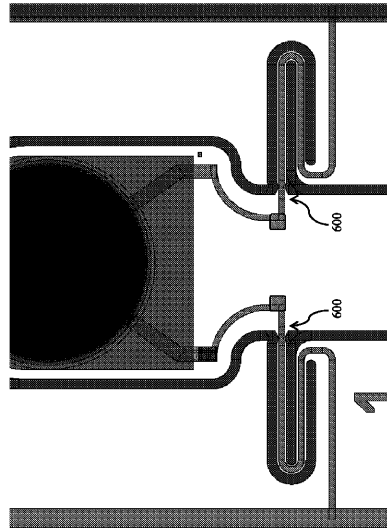


FIG. 15

【図 16】

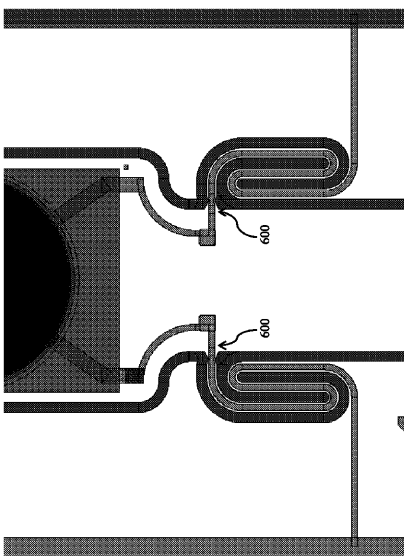


FIG. 16

【図 17】

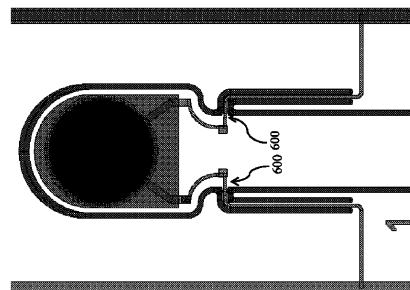
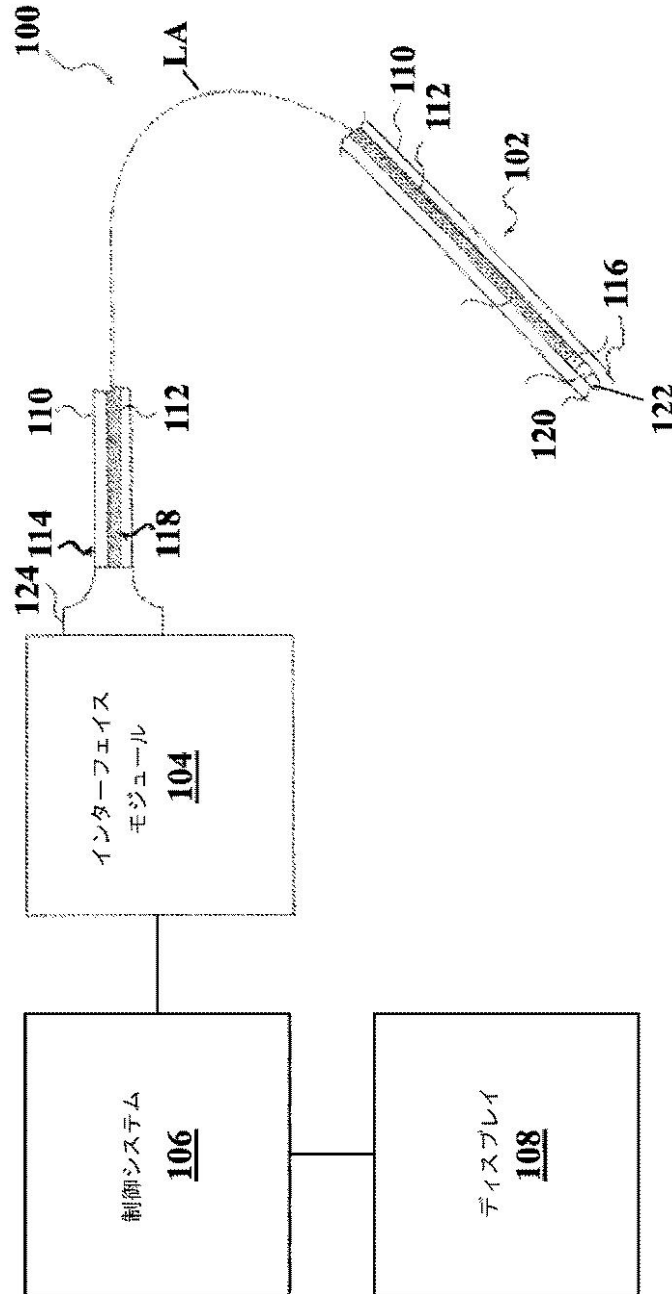
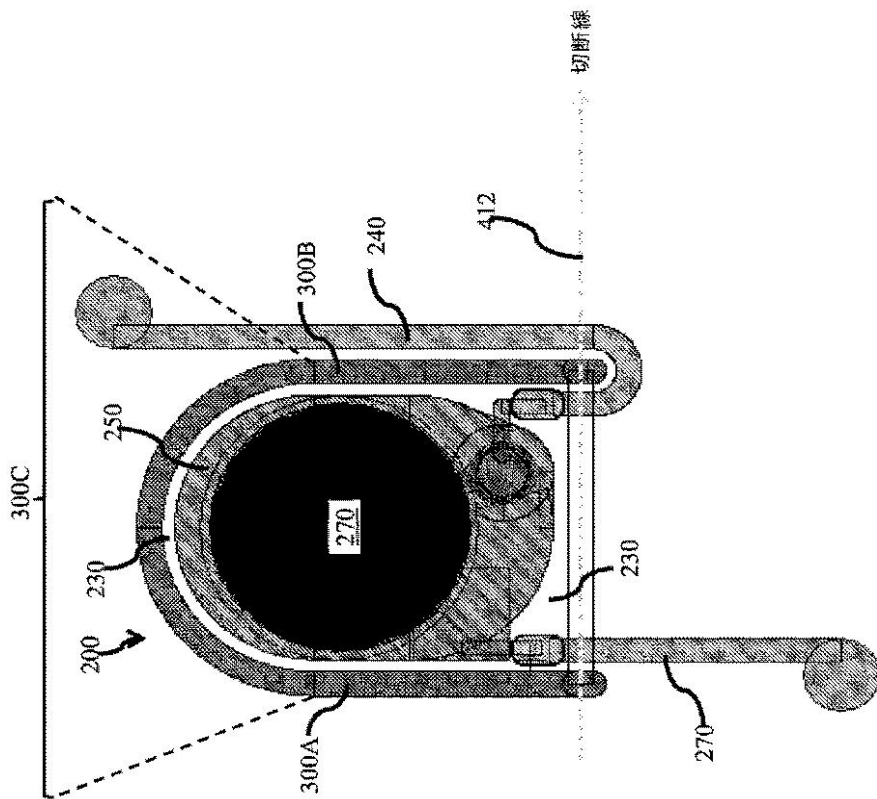


FIG. 17

【図 1】



【 図 9 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2013/077507
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
A61B 8/12(2006.01)i, H04R 17/00(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B 8/12; A61B 8/14; H01L 41/08; H04R 17/00; H01L 41/22; A61B 8/00; H04R 31/00		
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: ultrasound, transducer, miniature, rounded, wafer, etch, singulate, dicing		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2002-0077551 A1 (AARON J. FLEISCHMAN et al.) 20 June 2002 See abstract; paragraphs [0019]-[0038]; claims 1-27; and figures 3A-8H.	1-7
A		8-25
Y	US 6200269 B1 (GREGORY SHARAT LIN et al.) 13 March 2001 See abstract; column 2 line 54-column 3 line 26; claims 1-6; and figures 1A-2C.	1-7
A	JP 2012-199389 A (SEICO EPSON CORP.) 18 October 2012 See abstract; paragraphs [0016]-[0050]; and figures 1-9.	1-25
A	US 5488954 A (MICHAEL Z. SLEVA et al.) 06 February 1996 See abstract; column 5 line 1-column 6 line 29; and figures 1-3.	1-25
A	JP 2005-110116 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 21 April 2005 See abstract; paragraphs [0021]-[0024]; and figures 1-6(b).	1-25
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 10 April 2014 (10.04.2014)		Date of mailing of the international search report 10 April 2014 (10.04.2014)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer KIM, Seong Woo Telephone No. +82-42-481-3348 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2013/077507

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002-0077551 A1	20/06/2002	AU 2001-289196 B2 AU 8919601 A CA 2429940 A1 CA 2429940 C EP 1337184 A1 JP 2004-523259 A JP 4067964 B2 US 6641540 B2 WO 02-43593 A1	30/09/2004 11/06/2002 06/06/2002 08/07/2008 27/08/2003 05/08/2004 26/03/2008 04/11/2003 06/06/2002
US 6200269 B1	13/03/2001	None	
JP 2012-199389 A	18/10/2012	None	
US 5488954 A	06/02/1996	None	
JP 2005-110116 A	21/04/2005	None	

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 ドンジュエン・クリス・シー

アメリカ合衆国 9 2 0 7 8 カリフォルニア州サン・マーカス、アイランド・ショア・ウェイ 2 1 4 5

Fターム(参考) 4C601 BB06 BB14 EE30 FE04 GA14 GB05 GB14 GB41 GB45
5D019 BB04 BB11 FF04 HH01

專利名称(译)	用于分离小型超声换能器的布局和方法		
公开(公告)号	JP2016508052A	公开(公告)日	2016-03-17
申请号	JP2015550738	申请日	2013-12-23
[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	チェリル・ライス ドンジュエン・クリスシー		
发明人	チェリル・ライス ドンジュエン・クリスシー		
IPC分类号	A61B8/12 H04R31/00 H04R17/00		
CPC分类号	B06B1/0651 B06B1/0685 H01L41/098 H01L41/193 H01L41/338 H01L41/332		
FI分类号	A61B8/12 H04R31/00.330 H04R17/00.330.A		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/BB14 4C601/EE30 4C601/FE04 4C601/GA14 4C601/GB05 4C601/GB14 4C601/GB41 4C601/GB45 5D019/BB04 5D019/BB11 5D019/FF04 5D019/HH01		
优先权	61/747506 2012-12-31 US 14/105902 2013-12-13 US 14/106899 2013-12-16 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译) 本公开提供了一种从晶片分离多个微型超声换能器的方法。该方法包括接收具有在其上形成的多个微型超声换能器的晶片。每个微型超声换能器包括换能器膜，该换能器膜包括压电材料。该方法包括从晶片表面蚀刻晶片中的多个沟槽。在平面图中，每个沟槽至少部分地围绕微型超声换能器中的一个。每个沟槽包括大体上圆形的部分。该方法包括从与正面相对的背面使晶片变薄。进行晶片的减薄以使沟槽在背面开口。该方法包括在晶片上执行切割工艺以将微型超声换能器彼此分离。在不对晶片进行划格的情况下进行切割工艺。	(21) 出願番号 特願2015-550738 (P2015-550738) (86) (22) 出願日 平成25年12月23日 (2013.12.23) (85) 翻訳文提出日 平成27年7月15日 (2015.7.15) (86) 国際出願番号 PCT/US2013/077507 (87) 国際公開番号 WO2014/105835 (87) 国際公開日 平成26年7月3日 (2014.7.3) (31) 優先権主張番号 61/747,506 (32) 優先日 平成24年12月31日 (2012.12.31) (33) 優先権主張国 米国 (US) (31) 優先権主張番号 14/105,902 (32) 優先日 平成25年12月13日 (2013.12.13) (33) 優先権主張国 米国 (US) (31) 優先権主張番号 14/106,899 (32) 優先日 平成25年12月16日 (2013.12.16) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 509127376 ヴォルカノ コーポレイション VOLCANO CORPORATION アメリカ合衆国 92130 カリフォルニア, サン ディエゴ, バレー センター ドライブ 3661, スイート 200 (74) 代理人 110000623 アクシス国際特許業務法人 (72) 発明者 チェリル・ライス アメリカ合衆国92129カリフォルニア州サン・ディエゴ、アレンブルック・ウェ 18919
---	---	--