

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第5315486号  
(P5315486)

(45) 発行日 平成25年10月16日 (2013. 10. 16)

(24) 登録日 平成25年7月12日 (2013. 7. 12)

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| (51) Int. Cl.                   | F 1             |
| <b>A 6 1 B 8/12 (2006. 01)</b>  | A 6 1 B 8/12    |
| <b>H 0 4 R 19/00 (2006. 01)</b> | H 0 4 R 19/00   |
| <b>H 0 4 R 31/00 (2006. 01)</b> | H 0 4 R 31/00 C |

請求項の数 10 (全 18 頁)

|               |                              |           |                     |
|---------------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2013-520318 (P2013-520318) | (73) 特許権者 | 304050923           |
| (86) (22) 出願日 | 平成25年1月18日 (2013. 1. 18)     |           | オリンパスメディカルシステムズ株式会社 |
| (86) 国際出願番号   | PCT/JP2013/050911            |           | 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号    |
| 審査請求日         | 平成25年5月1日 (2013. 5. 1)       | (73) 特許権者 | 000000376           |
| (31) 優先権主張番号  | 特願2012-17220 (P2012-17220)   |           | オリンパス株式会社           |
| (32) 優先日      | 平成24年1月30日 (2012. 1. 30)     |           | 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号    |
| (33) 優先権主張国   | 日本国 (JP)                     | (74) 代理人  | 100076233           |
| 早期審査対象出願      |                              |           | 弁理士 伊藤 進            |
|               |                              | (74) 代理人  | 100101661           |
|               |                              |           | 弁理士 長谷川 靖           |
|               |                              | (74) 代理人  | 100135932           |
|               |                              |           | 弁理士 篠浦 治            |
|               |                              | (72) 発明者  | 吉田 暁                |
|               |                              |           | 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4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】 超音波振動子アレイ、超音波振動子アレイの製造方法、及び超音波内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

前記基板の一方の面に所定間隔で配置された直線状の溝状の複数の凹部と、

前記基板の前記一方の面のうち、前記凹部同士の間隔に配置されて少なくとも1個の超音波振動子セルからなるセル領域と、

前記基板の前記一方の面側において、前記基板および前記セル領域を覆う、前記基板よりも脆性の低い可撓性膜と、

前記凹部の幅よりも狭い幅を有し、前記基板の他方の面から前記凹部内の前記可撓性膜に到達する分割溝と、

を具備したことを特徴とする超音波振動子アレイ。

【請求項 2】

前記分割溝は、前記凹部の幅よりも狭い幅を有し、溝を形成することによって形成された側壁部と、底面部とを有し、

前記底面部は、前記溝の深さ方向に向かって前記側壁部の延長部分の間隔が前記幅よりも狭くなる形状を有し、

前記側壁部と前記底面部との境界は、前記凹部内に位置していることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子アレイ。

【請求項 3】

前記凹部内には、前記基板よりも脆性の低い低脆性材料が配置されていることを特徴と

10

20

する請求項1に記載の超音波振動子アレイ。

【請求項4】

前記低脆性材料と前記可撓性膜とは、同じ材料よりなることを特徴とする請求項3に記載の超音波振動子アレイ。

【請求項5】

前記分割溝のうち最も深い部分に隣接する前記可撓性膜の厚みが、  
前記セル領域と隣接する前記可撓性膜の厚みに対して、  
同じ厚みか、またはより厚いことを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子アレイ。

【請求項6】

請求項1に記載の超音波振動子アレイを用いたことを特徴とする超音波内視鏡。

10

【請求項7】

基板の一方の面に、セル領域を配置する手順と、  
前記基板の一方の面に所定間隔で配置された直線状の複数の凹部を、前記セル領域が凹部間に位置するように、形成する凹部形成手順と、  
前記凹部を埋めるように前記基板よりも脆性の低い低脆性材料を前記凹部に充填する充填手順と、

前記基板の前記一方の面側に、前記基板および前記セル領域を前記基板よりも脆性の低い可撓性膜で覆う可撓性膜形成手順と、

前記基板の他方の面から前記凹部内の前記可撓性膜にまで到達する、前記凹部の幅よりも狭い幅を有する分割溝を形成する分割溝形成手順と、

20

を含むことを特徴とする超音波振動子アレイの製造方法。

【請求項8】

前記分割溝形成手順によって形成される前記分割溝は、前記凹部の幅よりも狭い幅を有し、溝を形成することによって形成された側壁部と、底面部とを有し、

前記底面部は、前記溝の深さ方向に向かって前記側壁部の延長部分の間隔が前記幅よりも狭くなる形状を有し、

前記側壁部と前記底面部との境界は、前記凹部内に位置していることを特徴とする請求項7に記載の超音波振動子アレイの製造方法。

【請求項9】

前記低脆性材料と前記可撓性膜は、同じ材料からなり、

30

前記充填手順と前記可撓性膜形成手順では、前記凹部を埋めるように前記基板および前記セル領域表面に熔融樹脂を塗布した後、前記熔融樹脂を硬化させることを特徴とする請求項7に記載の超音波振動子アレイの製造方法。

【請求項10】

基板の一方の面にセル領域を配置する手順と、

前記基板の一方の面に、少なくとも2つの溝状の凹部を含み、前記凹部同士が第1の間隔で配置された複数の凹部群を、前記セル領域が前記凹部群間に位置し、かつ前記第1の間隔よりも広い第2の間隔となるように配置して形成する凹部群形成手順と、

非導電性材料を用いて前記凹部を埋めるとともに、前記基板および前記セル領域を覆う形成手順と、

40

前記基板の前記一方の面側に、前記非導電性部材を固化して可撓性膜を形成する可撓性膜形成手順と、

前記第1の間隔よりも広く前記凹部群の幅よりも狭い幅を有し、前記基板の他方の面から前記凹部内の前記可撓性膜にまで到達する分割溝を形成する分割溝形成手順と、

を含むことを特徴とする超音波振動子アレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波内視鏡の先端部側に設けられる湾曲状の超音波振動子部を形成するための超音波振動子アレイ、超音波振動素子アレイの製造方法、及び超音波内視鏡に関する

50

。

【背景技術】

【0002】

近年、体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のうち、特に超音波内視鏡は、体内への挿入性の向上、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、小型化を実現することができる超音波振動子部に、例えば、c-MUT (Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer：静電容量型微細加工超音波探触子) を用いられることがある。

【0005】

c-MUTは、基板上にリソグラフィ技術を用いて複数のc-MUTセルをパターンニングすることにより形成される。そして、基板上の複数のc-MUTセルを覆うように可撓性膜を設けることにより、超音波振動子アレイであるc-MUTアレイが形成される。

ここで、ラジアルスキャン走査方式及びコンベックスキャン走査方式の超音波内視鏡においては、超音波振動子部を湾曲状に形成する必要がある。

【0006】

このため、公知の従来方法では、複数のc-MUTセルで構成された振動子エレメントを有するc-MUTアレイを、ダイシングソーを用いたダイシングにより、分割溝を夫々形成し振動子エレメントを形成し、その後、これらの複数の分割溝の幅を収縮させるように分割溝側に該c-MUTアレイを曲げることにより、湾曲状の超音波振動子部を形成するようにしている。

【0007】

このような湾曲状の超音波振動子部としては、例えば、日本特開2008-110060号公報に記載の超音波トランスデューサがある。

この日本特開2008-110060号公報に記載の超音波トランスデューサは、可撓性シートと、この可撓性シートの片側の表面に薄膜導電性材料からなる剛体部と、この剛体部を相互に分離して複数個に分割する分割溝である分割部と、この分割部により分割された剛体部を備えたc-MUTセルを有する振動子エレメントと、を有し、前記分割部を、振動子エレメントのc-MUTセルが配置される面側からドライエッチングにより、可撓性シートまで到達するように夫々形成した後、夫々拡張することで、分割された各振動子エレメントのc-MUTセルが配置される面を湾曲状に形成するようにしている。

しかしながら、前記日本特開2008-110060号公報に記載の超音波トランスデューサでは、c-MUTアレイをc-MUTセルが配置される面側から分割溝を形成し、この分割溝を拡張するようにしてc-MUTセル側の面を湾曲状に形成しているので、振動子エレメント同士のクロストークの発生を防止することはできるが、各振動子エレメント間のピッチがばらついてしまい、超音波の送受信性能に影響を及ぼしてしまう虞がある。

【0008】

そこで、従来、各振動子エレメント間のピッチのばらつきを無くし、ピッチを確保した状態で湾曲させる方法として、c-MUTアレイのc-MUTセルが配置される面の裏側の基板の面からダイシングソーを用いてダイシングすることにより分割溝を複数形成し、形成した分割溝を収縮させるようにして湾曲させる方法がある。

## 【0009】

ところが、このような方法の場合、基板にダイシングソーを用いたダイシングにより分割溝を形成するため、基板における可撓性膜との境界部分において、欠けや剥離等のチップングが発生してしまうことがあった。このようなチップングは、基板上のc-MUTセルの振動膜にも及んでしまったり、あるいはc-MUTセルが少なくとも1つされ、超音波を送信あるいは受信するセル領域の背面側に到達してしまったりして、音響特性を阻害してしまう虞がある。

## 【0010】

そこで、本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、簡単な構成で、複数のセルを有する超音波振動子アレイを湾曲させるための分割溝を基板に形成した際の、チップングの発生をしにくくすることができる超音波振動子アレイ、超音波振動子アレイの製造方法、及び超音波内視鏡を提供することを目的とする。

10

## 【発明の開示】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

上記目的を達成するため本発明の一態様の超音波振動子アレイは、基板と、前記基板の一方の面に所定間隔で配置された直線状の溝状の複数の凹部と、前記基板の前記一方の面のうち、前記凹部同士の間配置されて少なくとも1個の超音波振動子セルからなるセル領域と、前記基板の前記一方の面側において、前記基板および前記セル領域を覆う、前記基板よりも脆性の低い可撓性膜と、前記凹部の幅よりも狭い幅を有し、前記基板の他方の面から前記凹部内の前記可撓性膜に到達する分割溝と、を具備する。

20

## 【0012】

また、本発明の一様態の超音波振動子アレイの製造方法は、基板の一方の面に、セル領域を配置する手順と、前記基板の一方の面に所定間隔で配置された直線状の複数の凹部を、前記セル領域が凹部間に位置するように、形成する凹部形成手順と、前記凹部を埋めるように前記基板よりも脆性の低い低脆性材料を前記凹部に充填する充填手順と、前記基板の前記一方の面側に、前記基板および前記セル領域を前記基板よりも脆性の低い可撓性膜で覆う可撓性膜形成手順と、前記基板の他方の面から前記凹部内の前記可撓性膜にまで到達する、前記凹部の幅よりも狭い幅を有する分割溝を形成する分割溝形成手順と、を含む。

30

## 【0013】

また、本発明の一様態の超音波内視鏡は、本発明の一態様の超音波振動子アレイを用いた超音波内視鏡である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る超音波内視鏡の概略構成を説明する構成図

【図2】図1の超音波内視鏡の先端部分の概略構成を示す斜視図

【図3】図2の超音波振動子部の構成を説明する斜視図

【図4】図3の超音波振動子部を形成するための超音波振動子アレイの底面図。

【図5】図4のA-A線に沿った方向からみた、分割溝を形成する前の状態の超音波振動子アレイの構成を説明するための断面図

40

【図6】図4のA-A線に沿った方向からみた、分割溝を形成した後の状態の超音波振動子アレイの構成を説明するための断面図

【図7】図4のA-A線に沿った方向からみた、分割溝を形成した後の状態の超音波振動子アレイの構成を説明するための断面図

【図8】超音波振動子アレイの分割溝を形成するためのダイシングの概要を説明する説明図

【図9】形成した分割溝を用いて超音波振動子アレイを湾曲状に形成した状態を示す図

【図10】ダイシングにより分割溝を形成した際に発生するチップングの状態を示す図

【図11】図10の超音波振動子アレイにおいてチップングがセル領域まで到達している

50

状態を示す図

【図 1 2】ダイシングに用いられるダイシングブレードの形状を示す図

【図 1 3】可撓性膜と基板の境界部分と分割溝との配置位置とチッピングの発生状態との関係を説明する説明図

【図 1 4】本実施形態の超音波振動子アレイの作用を説明するもので、チッピングが軽減された状態の超音波振動子アレイを示す図

【図 1 5】変形例 1 の凹部を有する超音波振動子アレイの断面図

【図 1 6】変形例 2 の凹部を有する超音波振動子アレイの断面図

【図 1 7】分割溝を形成した後の状態の変形例 1 の超音波振動子アレイの構成を説明する断面図

10

【図 1 8】分割溝を形成した後の状態の変形例 2 の超音波振動子アレイの構成を説明する断面図

【図 1 9】本発明の超音波振動子アレイの第 2 の実施形態を示し、分割溝を形成する前の状態の超音波振動子アレイの構成を説明する断面図

【図 2 0】第 2 の実施形態の、分割溝を形成する以前の超音波振動子アレイのその他の作用・効果を説明する説明図

【図 2 1】第 2 の実施形態の、分割溝を形成する以前の超音波振動子アレイのその他の作用・効果を説明する説明図

【図 2 2】第 2 の実施形態の、分割溝を形成した後の超音波振動子アレイのその他の作用・効果を説明する説明図

20

【図 2 3】第 2 の実施形態の、分割溝を形成した後の超音波振動子アレイのその他の作用・効果を説明する説明図

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0016】

(第 1 の実施形態)

図 1 から図 1 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係り、図 1 は、第 1 の実施形態に係る超音波内視鏡の概略構成を説明する構成図、図 2 は、図 1 の超音波内視鏡の先端部分の概略構成を示す斜視図、図 3 は、図 2 の超音波振動子部の構成を説明する斜視図、図 4 は、図 3 の超音波振動子部を形成するための超音波振動子アレイの一部の底面図である。

30

【0017】

図 1 に示すように、本実施形態の超音波内視鏡 1 は、体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。

【0018】

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 が延出される。

40

【0019】

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 と、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 と、この湾曲部 8 の後端に位置して前記操作部 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 とを連設して構成される。そして、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。

【0020】

なお、先端硬性部 7 の材質としては、特に限定されないが、耐薬品性、或いは生体適合性を備えていることが好ましく、例えばポリスルホンが挙げられる。また、操作部 3 に

50

は、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 と、送気、及び送水操作を行うための送気送水ボタン 1 2 と、吸引操作を行うための吸引ボタン 1 3 と、体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。

#### 【0021】

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 と、観察光学系を構成する観察用レンズカバー 2 2 と、吸引口を兼ねる鉗子口 2 3 と、図示しない送気送水ノズルとが配置されている。

#### 【0022】

超音波振動子部 2 0 は、基板に対してシリコンマイクロマシーニング技術を用いて加工してなる、c-MUT（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-MUT 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）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。

基板としては、シリコン基板または石英基板などを用いることができる。

#### 【0023】

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 GND（グラウンド）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。

#### 【0024】

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

#### 【0025】

各エレメント 2 5 には、図 4 に示すように、少なくとも 1 つ以上、ここでは複数の c-MUT セル（以下、単にセルという）3 0 が略等間隔で配列されてセル領域を形成している。また、各エレメント 2 5 間には、所定数のセル 3 0 群を離隔するように、直線状の切り溝である、分割溝 2 8 を有している。この分割溝 2 8 によって、所定の距離で離間するように分け隔たれ、分割された部分が最小の駆動単位振動子であるエレメント 2 5 となる。

また、分割溝 2 8 によって、前記超音波振動子部 2 0 は、図 3 に示すように湾曲状に形成される。

#### 【0026】

本実施形態の超音波内視鏡 1 において、このような湾曲状に形成される超音波振動子部 2 0 は、前記複数のセル 3 0 を複数有する超音波振動子アレイである c-MUT アレイ 4 0 を用いて構成される。

#### 【0027】

次に、このような本実施形態における c-MUT アレイ 4 0 の具体的な構成について、図 5、図 6 及び図 7 を用いて説明する。

なお、図 5 は、図 4 の A-A 線に沿った方向からみた、分割溝を形成する前の状態の超音波振動子アレイの構成を説明するための断面図、図 6 及び図 7 は、図 4 の A-A 線に沿った方向からみた、分割溝を形成した後の状態の超音波振動子アレイの構成を説明するための断面図である。

#### 【0028】

図 5 に示すように、c-MUT アレイ 4 0 は、基板 4 1 と、この基板 4 1 の一方の面に所定間隔で配置された溝状の複数の凹部 4 1 A と、前記基板 4 1 の一方の面のうち、前記凹部 4 1 A 同士の間配置されたセル 3 0 を少なくとも 1 個有するセル領域 3 1 と、前記

10

20

30

40

50

基板 4 1 および前記セル領域 3 1 を覆う、前記基板 4 1 よりも脆性の低い可撓性膜 4 2 と、を有して構成される。基板としては、例えばシリコン基板または石英基板を用いることができる。セル領域に形成されるセルの数は特に限定されず、目的に応じて適宜数を設定することができる。

#### 【0029】

凹部 4 1 A は直線状に配置される。ここでいう直線状とは、中心軸が直線になっていればよく、例えば凹部の外周が波状となっていたり、途中で線の太さが変わっていたりしてもよい。

#### 【0030】

脆性の測定方法としては、J I S R 1 6 0 7 で示される方法を適用することができる。

10

#### 【0031】

そして、このような構成の c-MUT アレイ 4 0 は、ダイシングソーを用いたダイシングにより、図 6 または図 7 に示すような、前記凹部 4 1 A の幅よりも狭い幅 L L を有し、前記シリコン基板 4 1 の他方の面から前記凹部 4 1 A 内の前記凹部 4 1 A に到達する分割溝 2 8 を設けている。この分割溝 2 8 は、後述するように c-MUT アレイ 4 0 を湾曲状に形成するために設けられる。

#### 【0032】

凹部 4 1 A の底面は、分割溝 2 8 の幅を含み、切り代となるストリートライン 4 3 (図 5 参照) を構成するもので、このストリートライン 4 3 の幅 L は、該凹部 4 1 A の深さ L 2 に比べて大きくなるように形成される。

20

#### 【0033】

なお、凹部 4 1 A の形状の具体的な数値を示すと、ストリートライン 4 3 の幅 L (凹部 4 1 A の底面の幅) は、例えば 3 0  $\mu\text{m}$  であり、凹部 4 1 A の深さ L 2 は、例えば 1 0  $\mu\text{m}$  であることが望ましい。勿論、これらの数値に限定されるものではなく、後述するダイシングに用いられるダイシングブレード 1 0 3 (図 8 参照) の幅に応じて適宜変更可能である。

#### 【0034】

特に、ストリートライン 4 3 の幅 L は、より多くのセル 3 0 を配置できるように、セル領域 3 1 の面積を広く製造するために、前記ダイシングブレード 1 0 3 の厚み分と同じにすることが理想であるが、このダイシングブレード 1 0 3 よりも所定の長さ分大きく設定すれば良い。

30

#### 【0035】

分割溝 2 8 は、図 6 及び図 7 に示すように、断面形状において、前記凹部 4 1 A の幅 L (図 5 参照) よりも狭い幅 L L を有し、溝を形成することによって形成された側壁部 2 8 A と、底面部 2 8 B とを有する。底面部 2 8 B は、分割溝 2 8 の溝の深さ方向に向かって側壁部 2 8 A の延長部分の間隔が狭くなるような形状を有しており、図 6、図 7 では、底面部 2 8 B の断面形状は、半円若しくは円弧の形状となっている。すなわち、底面部 2 8 B は、曲面形状を有している。

#### 【0036】

40

詳細は後述するが分割溝 2 8、基板 4 1 および可撓性膜 4 2 が集まる箇所にチップング 1 0 6 が発生し易い。このため、図 6、図 7 に示すように凹部 4 1 A を設けて、分割溝 2 8、基板 4 1 および可撓性膜 4 2 が集まる箇所とセル領域 3 1 とを遠ざけることにより、チップング 1 0 6 がセル領域 3 1 に到達しにくくする。

#### 【0037】

さらに、図 7 では、側壁部 2 8 A と底面部 2 8 B との境界 K が、前記凹部 4 1 A 内に位置するように、分割溝 2 8 を形成している。図 3 の符号 1 0 1 a で示すように基板 4 1 が鋭角となっている部分は、よりチップングが発生させ易い。そこで、図 7 に示すように凹部に対して溝を深く形成することにより、チップングが発生させ易い鋭角 1 0 1 a が形成されないようにすることもできる。結果、さらにセル領域 3 1 へのチップングの到達を抑

50

制できる。

【0038】

なお、本実施形態では、分割溝28が設けられることによって形成され、該分割溝28の側壁部28Aの両側に夫々配置される凹部41Aの底面部43aの幅をL1とし、凹部41Aの深さをL2とすると、 $L1 < L2$ となるように、分割溝28が形成されることが望ましい。

【0039】

例えば、ダイシングブレード103の幅が、約 $20\mu\text{m}$ とすれば、分割溝の幅LLは、約 $20\mu\text{m}$ 或いはそれより大きく、底面部43の幅L1が約 $5\mu\text{m}$ 、凹部41Aの深さL2が $10\mu\text{m}$ となるように、分割溝28が形成されることになる。

10

【0040】

可撓性膜42は、例えば、厚さが $10\sim 20\mu\text{m}$ 、または $20\mu\text{m}$ 超のポリイミド(PI)により形成されている。また、この可撓性膜42に覆われるシリコン基板41は、例えば、数十～数百 $\mu\text{m}$ のシリコン(Si)により形成されている。

【0041】

なお、前記凹部41Aには、シリコン基板41よりも脆性の低い低脆性材料であるポリイミド(図示せず)が配置されており、本実施形態では、図5及び図7に示すように、前記低脆性材料と前記可撓性膜42とは、同じ材料を用いたことになる。

【0042】

勿論、凹部41A内に配置される低脆性材料と前記可撓性膜42とを別な材料を用いても良い。

20

低脆性材料と可撓性膜42を同じ材料を用いた場合、凹部41Aを埋めるようにシリコン基板41およびセル領域31表面に熔融樹脂を塗布した後、この熔融樹脂を硬化させるようにして可撓性膜42が形成される。

【0043】

なお、凹部41A内を充填する低脆性材料と可撓性42とを別々な材料にする場合、凹部41A内に、例えばポリイミドを充填してパラキシレン系ポリマー(パリレン)でコーティングしたり、ポリイミドで充填してエポキシ樹脂でコーティングしたり、或いは、ポリイミドで充填してシリコンでコーティングしたりしても良い。

【0044】

30

また、凹部41A内に、ポリイミドで充填して非結晶フッ素樹脂を用いてスピンコートしても良い。非結晶フッ素樹脂としては例えばサイトップ(登録商標)が挙げられる。さらに、耐熱性樹脂であるポリアミド、あるいはポリオレフィンをはじめとするエラストマー系の材料を凹部41A内に充填しても良い。

【0045】

次に、上述したような構成されたc-MUTアレイ40の製造方法、及び作用について図5～図14を用いて説明する。

まず、作業者は、図5に示すように、シリコン基板41の一方の面のうち、凹部41A同士の間セル領域31を配置する。

【0046】

40

その後、凹部形成手順により、シリコン基板41の一方の面に所定間隔で配置された溝状の複数の凹部41Aを形成する。

この場合、凹部41Aは、c-MUTアレイ40のセル領域31間において、例えばドライエッチングを施すことにより形成される。

【0047】

次に、作業者は、充填手順により、凹部41Aを埋めるようにシリコン基板41よりも脆性の低い低脆性材料を前記凹部41Aに充填する。この場合の低脆性材料は、前記した通りである。なお、本実施形態では、低脆性材料は、後述する可撓性膜42と同じ材料である、ポリイミドを用いている。

【0048】

50



そして、可撓性膜形成手順により、前記シリコン基板 4 1 および前記セル領域 3 1 をシリコン基板 4 1 よりも脆性の低い可撓性膜 4 2 で覆う。この場合、シリコン基板 4 1 およびセル領域 3 1 上に、ポリイミドをスピコートして熱加工することで、厚さ 10 ~ 20  $\mu\text{m}$  程度の可撓性膜 4 2 を形成する。

こうして、図 5 に示す構成の、分割溝 2 8 が形成される以前の状態の c-MUT アレイ 4 0 が製造される。

#### 【0049】

次に、作業者は、分割溝形成手順により、図 5 に示す c-MUT アレイ 4 0 において、シリコン基板 4 1 の他方の面から凹部 4 1 A 内の可撓性膜 4 2 にまで到達する、前記凹部 4 1 A の幅 L よりも狭い幅 LL を有する分割溝 2 8 を形成する（図 7 参照）。 10

#### 【0050】

この分割溝形成手順により分割溝 2 8 を形成する方法としては、上述したようにダイシングソーを用いたダイシングを適用する。

ここで、ダイシングの概要説明と、このダイシングに起因するチップングの発生原理及びセルに対する影響について図 8 ~ 図 1 3 を用いて説明する。

なお、図 8 は、超音波振動子アレイの分割溝を形成するためのダイシングの概要を説明する説明図、図 9 は、形成した分割溝を用いて超音波振動子アレイを湾曲状に形成した状態を示す図、図 1 0 は、ダイシングにより分割溝を形成した際に発生するチップングの状態を示す図、図 1 1 は、図 9 の超音波振動子アレイにおいてチップングがセル領域まで到達している状態を示す図、図 1 2 は、ダイシングに用いられるダイシングブレードの形状を示す図、図 1 3 は、可撓性膜とシリコン基板の境界部分と分割溝との配置位置とチップングの発生状態との関係を説明する説明図、である。 20

#### 【0051】

図 8 に示すように、シリコン基板 1 0 1、図示しないセル領域、及び、可撓性膜 1 0 2 を有する c-MUT アレイ 1 0 0 のシリコン基板 1 0 1 の面側から、ダイシングを行い、分割溝 1 0 4 を形成する場合、図示しない所定数のセル群を離隔するように所定間隔毎にダイシングブレード 1 0 3 を用いて分割溝 1 0 4 を形成する

このとき、分割溝 1 0 4 の底面部 1 0 4 a が可撓性膜 1 0 2 内まで到達するように、分割溝 1 0 4 を形成する。また、分割溝 1 0 4 を形成することによって、シリコン基板 1 0 1 の面上には、分割溝 1 0 4 の開口 1 0 4 b が形成される。 30

#### 【0052】

そして、図 9 に示すように、これら複数の分割溝 1 0 4 の開口 1 0 4 b を収縮させるようにして c-MUT アレイ 1 0 0 を開口 1 0 4 b 側方向に曲げることにより、該 c-MUT アレイ 1 0 0 を、任意の形状で、しかも、分割溝 1 0 4 の底面部 1 0 4 a の幅 L 0、すなわち、エレメント間の距離 L 0 を保持した状態で、湾曲させることが可能となる。

#### 【0053】

ところが、従来の c-MUT アレイ 1 0 0 に上記したようにダイシングにより分割溝 2 8 を形成すると、図 1 0 及び図 1 1 に示すように、切り代であるストリートライン 1 0 0 a 内に欠けや剥離等のチップング 1 0 6 が発生してしまい、所定エリア V にて示したようにセル領域 3 1 まで到達し、c-MUT セルの振動膜を破壊してしまったり、あるいはセル領域 3 1 の背面に到達してしまったりして、音響特性を阻害してしまう虞がある。 40

#### 【0054】

ストリートライン 1 0 0 a を広げることでチップング 1 0 6 がセル領域 3 1 に到達しないように構成すれば良いが、この方法だと、1 つの c-MUT アレイ 1 0 0 の中に配置できるセル領域 3 1（図 1 0 参照）の幅が狭くなり、音響特性を劣化させてしまう。

そこで、ストリートライン 1 0 0 a の幅を極力狭くするとともに、チップングの広がりを防ぐ等、ダイシングの精度を向上する必要がある。

#### 【0055】

ところが、チップングの具体的な発生原理を説明すると、ダイシングに用いられるダイシングブレード 1 0 3 は、図 1 2（a）、図 1 2（b）に示すように、円盤状に形成され 50

、特に、切り込み方向の先端側部分（図 1 2（b）中の V 1 に示す部分）の断面を拡大して示すと、図 1 2（c）に示すように、先端部 1 0 3 a の断面は、直径 1 0  $\mu$  m の円弧形状に形成されている。

#### 【0056】

このため、ダイシングブレード 1 0 3 の幅を 2 0  $\mu$  m とすると、実際の形成される分割溝 1 0 4 の形状も図 1 2（c）に示すように形状となるが、可撓性膜 1 0 2 への切り込み量が小さいと、チッピングが起きやすくなってしまう。

つまり、図 1 3 の分割溝 1 0 4 の底面部近傍（図 1 3 中の V 2 に示す部分）において、可撓性膜 1 0 2 への切り込み量が小さいと、図中右側の拡大図に示すように、分割溝 1 0 4 の底面部 1 0 4 a が円弧形状に形成されているために、この分割溝 1 0 4 と可撓性膜 1 0 2 とシリコン基板 1 0 1 とが揃う部分（図 1 3 中 V 3 に示す部分）において、シリコン基板 1 0 1 には鋭角の形状になる鋭角部 1 0 1 a が形成されてしまうため強度が弱くなってしまう、このため、この鋭角部 1 0 1 に起因してチッピングが発生し易くなってしまう。

#### 【0057】

したがって、このようなチッピングの発生を軽減するためには、分割溝 1 0 4 の底面部 1 0 4 a の円弧形状部分が可撓性膜 1 0 2 まで到達するくらい、切り込み量を大きくして鋭角部 1 0 1 a が形成されることを無くす必要があるが、可撓性膜 1 0 2 の厚さの制限があるため、従来の c-MUT アレイでは不可能である。

#### 【0058】

しかしながら、本実施形態の c-MUT アレイ 4 0 では、上述したようにシリコン基板 4 1 上に複数の凹部 4 1 A を設けたことにより、図 1 4 に示すように、ダイシングブレード 1 0 3 の先端部 1 0 3 a の円弧形状部分が可撓性膜 4 2 で充填される前記凹部 4 1 A 内まで到達するように切り込み量を大きくしている。なお、図 1 4 は、本実施形態の超音波振動子アレイの作用を説明するもので、チッピングが軽減された状態の超音波振動子アレイを示す図である。

#### 【0059】

すなわち、このダイシングブレード 1 0 3 によって形成される分割溝 2 8 を、側壁部 2 8 A と底面部 2 8 B との境界 K が、前記凹部 4 1 A 内に位置するように形成、言い換えると、半径 R とする底面部 2 8 B の円弧形状部分が可撓性膜 4 2 内に位置するように、分割溝 2 8 を形成する。

#### 【0060】

このため、本実施形態の c-MUT アレイ 4 0 では、図 1 4 に示すように、分割溝 2 8 と可撓性膜 4 2 とシリコン基板 4 1 とが揃う部分において、シリコン基板 4 1 には上記したような鋭角部 1 0 1 a が形成されないため強度が強くなり、このため、チッピング 1 0 6 の発生を軽減できる。

#### 【0061】

仮にチッピング 1 0 6 が発生したとしても、凹部 4 1 A が深さ L 2 を有して形成されているので、このチッピング 1 0 6 が発生した部分はセル領域 3 1 から遠く位置しているので、このチッピング 1 0 6 がセル領域 3 1 に到達することなく、セル領域 3 1 に影響を与えない。よって、安定した音響効果を得ることができる。

#### 【0062】

また、本実施形態の c-MUT アレイ 4 0 は、切り代であるストリートライン 4 3 の幅 L を、ダイシングブレード 1 0 3 が切り込み可能な範囲内にて、極力小さくするように構成されているので、セル領域 3 1 の面積を広く製造することが出来る。それによりセル領域 3 1 内にセル 3 0 を多く配置することが出来るため、安定した音響特性が得られることとなる。

#### 【0063】

従って、本実施形態によれば、簡単な構成で、超音波振動子部であるセル領域 3 1 に影響を与えることなく、セル領域 3 1 側の面を湾曲させるための分割溝 2 8 をシリコン基板

10

20

30

40

50

41に形成した際に発生するチップング106を軽減することができる超音波振動子アレイ40、超音波振動子アレイ40の製造方法、及び超音波内視鏡1の実現が可能となる。

【0064】

なお、本実施形態において、凹部41Aの形状は、単にc-MUTアレイ40の表面に対して直交する断面において、四角状の形状となるように構成したが、これに限定されるものではなく、例えば、図15に示す変形例1、あるいは図16に示す変形例2のような形状で構成しても良い。

【0065】

図15は、変形例1の凹部を有する超音波振動子アレイの断面図であり、図16は、変形例2の凹部を有する超音波振動子アレイの断面図である。また、図17は、分割溝を形成した後の状態の変形例1の超音波振動子アレイの構成を説明する断面図、図18は、分割溝を形成した後の状態の変形例2の超音波振動子アレイの構成を説明する断面図である。

【0066】

変形例1では、図15に示すように、c-MUTアレイ40は、断面形状が四角形状ではなく、テーパ状に形成された凹部41Bを有する。この凹部41Bは、前記実施形態と同じ寸法幅Lのストリートライン43を有し、断面形状は、この凹部41Bの底面であるストリートライン43から凹部41Bの開口に向けて幅が広がるテーパ状に形成されている。

【0067】

そして、前記実施形態と同様に分割溝28を形成すると、c-MUTアレイ40は、図17に示すような構成となる。すなわち、分割溝28の側壁部28Aと底面部28Bとの境界Kは、凹部41B内に位置するように、分割溝28が形成される。

【0068】

変形例2では、図16に示すように、c-MUTアレイ40は、断面形状が四角形状ではなく、溝の両側側面が円弧状に形成された凹部41Cを有する。この凹部41Cは、前記実施形態と同じ寸法幅Lのストリートライン43を有し、断面形状は、この凹部41Bの底面であるストリートライン43から凹部41Bの開口に向かう両側側面が円弧状に形成されている。

【0069】

そして、前記実施形態と同様に分割溝28を形成すると、c-MUTアレイ40は、図18に示すような構成となる。すなわち、分割溝28の側壁部28Aと底面部28Bとの境界Kは、凹部41B内に位置するように、分割溝28が形成される。

【0070】

従って、変形例1および変形例2によれば、前記実施形態と同様の効果を得ることができる。

なお、凹部41Aの形状は、前記変形例2、3における形状に限定されるものではなく、チップング106の発生を軽減できる形状であれば、いずれの形状で構成しても良い。

【0071】

また、溝を形成した部分において可撓性膜42の最も薄い部分の厚みをT1、セル領域31を形成した部分の可撓性膜の厚みをT2とした場合、T1とT2とは同じ厚みであってもよいし、図6に例示されるようにT1がT2よりも厚くてもよいし、図7に例示されるようにT1がT2よりも薄くてもよい。

【0072】

T1がT2に比べて、同じかまたはそれ以上の厚みを有する場合、電機安全性が向上するという利点がある。

【0073】

(第2の実施形態)

図19は、本発明の超音波振動子アレイの第2の実施形態を示し、分割溝を形成する前の状態の超音波振動子アレイの構成を説明する断面図である。なお、図19は、前記第1

10

20

30

40

50

の実施形態の超音波振動子アレイ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。

【0074】

本実施形態のc-MUTアレイ40Aは、凹部41Aに替えて、シリコン基板41に少なくとも2つの凹部41dを有する凹部群41Dを設けて構成されている。

【0075】

この凹部群41Dは、図19では、4つの凹部41dを有して構成され、これら凹部41d同士が第1の間隔である所定距離Lmで配置されている。そして、このような構成の複数の凹部群41Dは、所定距離Lmよりも長い第2の間隔である所定距離Lnで配置されている。

10

なお、凹部群41Dは、前記第1の実施形態と同様に同じ幅Lのストリートライン43を有している。

【0076】

そして、図示はしないが、本実施形態のc-MUTアレイ40Aについても、前記第1の実施形態と同様の分割溝28が形成される。

その他の構成は、前記第1の実施形態と同様である。

【0077】

次に、本実施形態のc-MUTアレイの製造方法について説明する。

まず、作業者は、図19に示すように、シリコン基板41の一方の面のうち、凹部群41D同士の間にセル領域31を配置する。

20

その後、凹部群形成手順により、シリコン基板41の一方の面に少なくとも2つの溝状の凹部41dからなり前記凹部41d同士が第1の間隔（所定距離Lm）で配置された複数の凹部群41Dを、前記第1の間隔よりも広い第2の間隔（所定距離Ln）となるように配置して形成する。

この場合、凹部群41D及び凹部41dは、c-MUTアレイ40のセル領域31間において、例えばドライエッチングを施すことにより形成される。

【0078】

次に、作業者は、形成手順により、非導電性材料を用いて前記凹部41dを埋めるとともに、シリコン基板41およびセル領域31を覆うように処理を施す。

そして、可撓性膜形成手順により、前記非導電性部材を固化して可撓性膜42を形成する。

30

【0079】

勿論、非導電性材料として、前記第1の実施形態と同様に、シリコン基板41よりも脆性の低い低脆性材料（ポリイミド（PI））を前記凹部41dに充填し、シリコン基板41およびセル領域31上に、をスピンコートして熱加工することで、厚さ10～20μm程度の可撓性膜42を形成しても良い。

こうして、図19に示す構成の、分割溝28が形成される以前の状態のc-MUTアレイ40Aが製造される。

【0080】

次に、作業者は、分割溝形成手順により、図19に示すc-MUTアレイ40Aにおいて、シリコン基板41の他方の面から前記第1の間隔（所定距離Lm）よりも広く前記凹部群41Dの幅（ストリートライン43の幅L）よりも狭い幅を有し、前記シリコン基板41の他方の面から前記凹部41d内の前記可撓性膜42にまで到達する分割溝28を形成する。この場合図示はしないが、分割溝28を形成したc-MUT40Aは、前記第1の実施形態と同様の構成となる（図6参照）

40

なお、この分割溝形成手順により分割溝28を形成する方法としては、前記第1の実施形態と同様にダイシングソーを用いたダイシングを適用する。

従って、本実施形態のc-MUTアレイ40Aは、複数の凹部41dを有する凹部群41Dを設けた場合でも、前記第1の実施形態と同様の作用・効果を得ることができる。

【0081】

50

また、第２の実施形態のc-MUT40Aは、さらに、後述する作用・効果も得ることができる。このような特徴となる作用・効果を図20～図23を用いて説明する。

【0082】

なお、図20及び図21は、第２の実施形態の、分割溝を形成する以前の超音波振動子アレイのその他の作用・効果を説明する説明図で、図20は、１つの凹部を設けた構成、図21は、２つの凹部を設けた構成を示している。また、図22及び図23は、第２の実施形態の、分割溝を形成した後の超音波振動子アレイのその他の作用・効果を説明する説明図で、図22は、図20の超音波振動子アレイに分割溝を設けた構成、図23は、図21の超音波振動子アレイに分割溝を設けた構成を示している。

【0083】

10

第２の実施形態のc-MUTアレイ40Aでは、複数の凹部41dを設けているので、可撓性膜12の表面上において、その表面の一部が落ち込んでしまう落ち込み部50の落ち込み量を小さくすることができる。

【0084】

勿論、分割溝28を形成した場合でも、図22及び図23からも解るように、落ち込み部50の落ち込み量を小さくすることができる。これにより、c-MUTアレイ40Aの湾曲側の表面の凸凹を低減できるので、安定した音響効果が得られる。

【0085】

本発明は、上述した実施形態及び変形例に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

20

【0086】

以上のように、上述した各実施の形態によれば、簡単な構成で、複数のセルを有する超音波振動子アレイを湾曲させるための分割溝をシリコン基板に形成した際の、チップングの発生をしにくくすることができる超音波振動子アレイを実現することができる。

【0087】

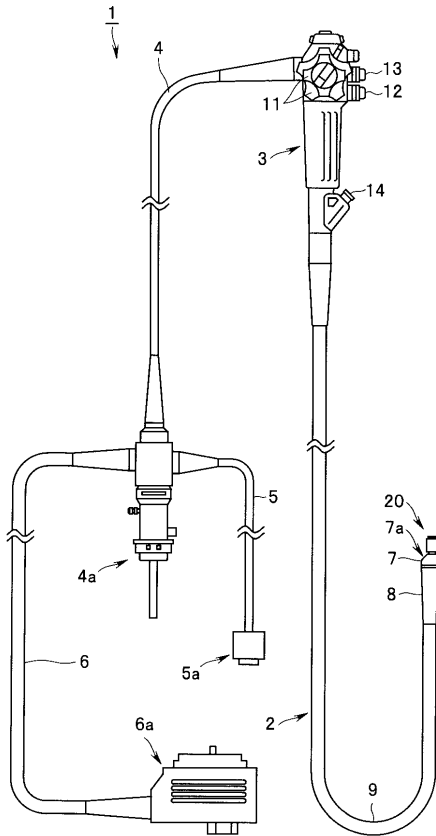
本出願は、2012年1月30日に日本国に出願された特願2012-17220号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲に引用されるものとする。

【要約】

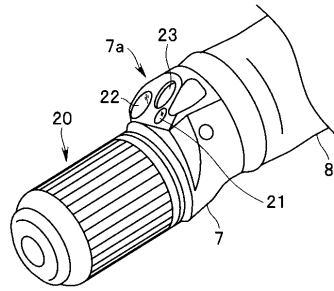
本実施形態の超音波振動子アレイ40は、基板41と、基板41の一方の面に所定間隔で配置された溝状の複数の凹部41Aと、基板41の前記一方の面側において、前記凹部41A同士の上に配置されたセル領域31と、基板41およびセル領域31を覆う、前記基板41よりも脆性の低い可撓性膜42と、前記凹部41Aの幅よりも狭い幅を有し、前記基板41の他方の面から前記凹部41A内の可撓性膜42に到達する分割溝28と、を有する。

30

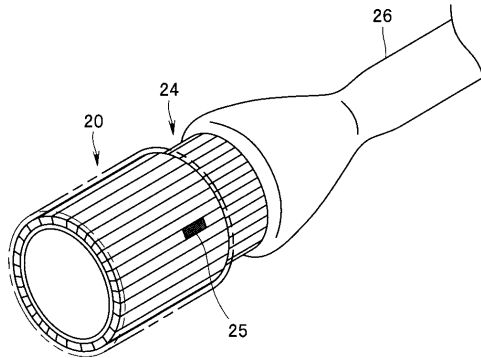
【図 1】



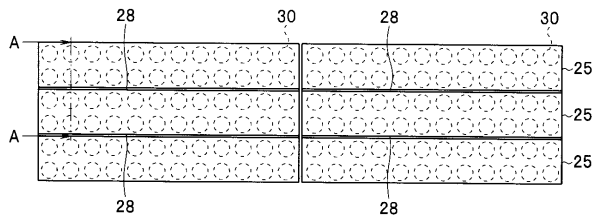
【図 2】



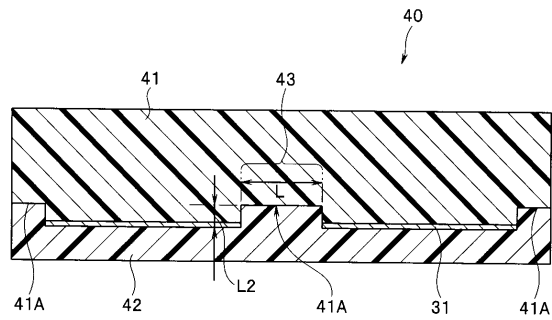
【図 3】



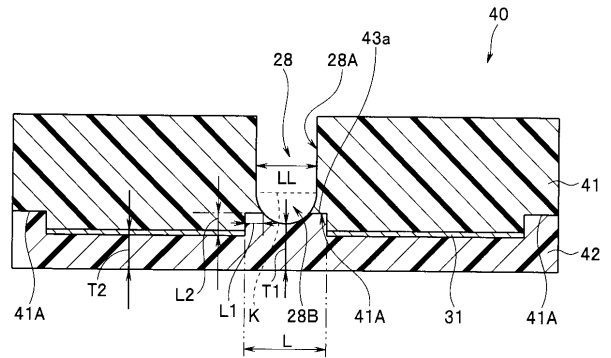
【図 4】



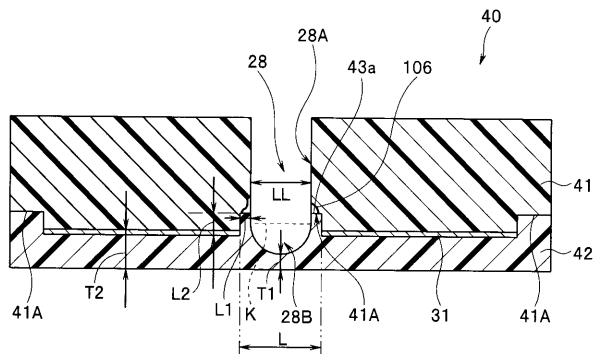
【図 5】



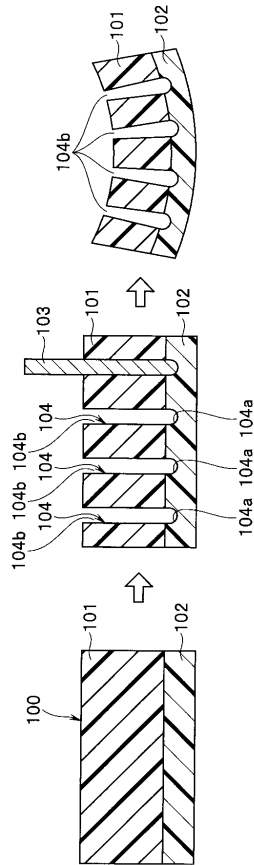
【図 6】



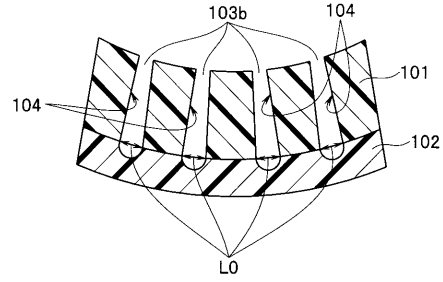
【図 7】



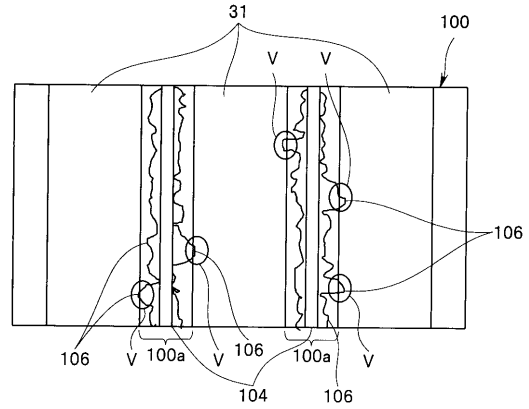
【図 8】



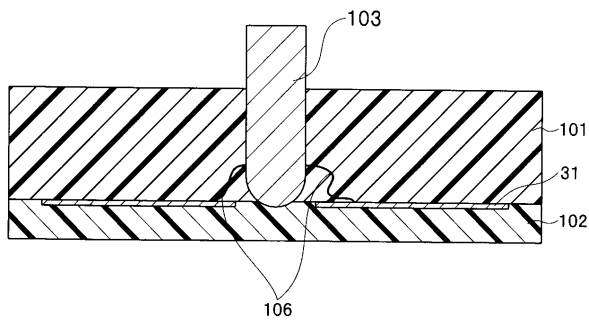
【図 9】



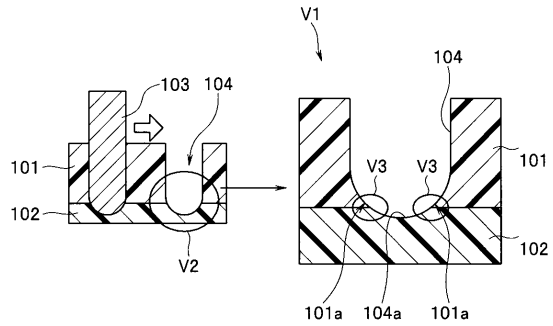
【図 10】



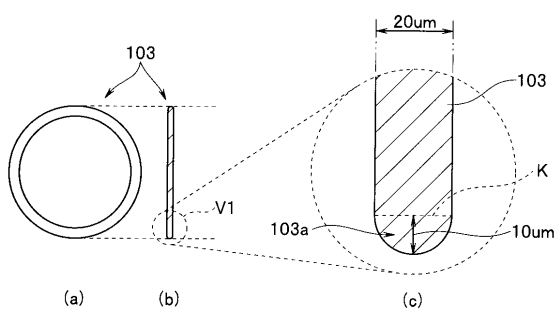
【図 11】



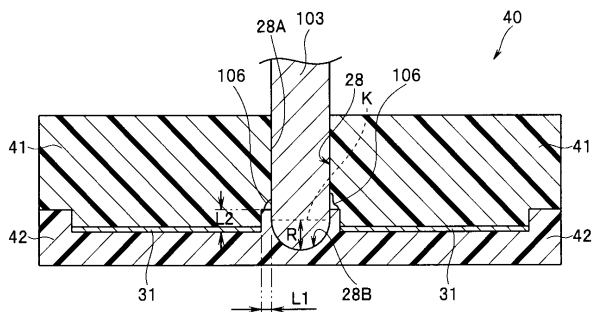
【図 13】



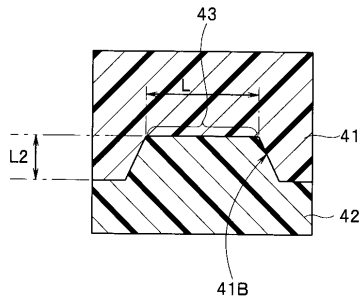
【図 12】



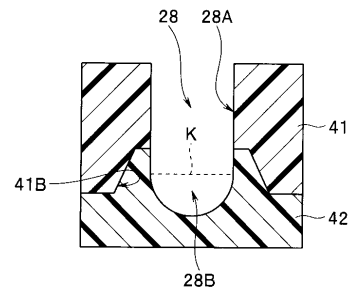
【図 14】



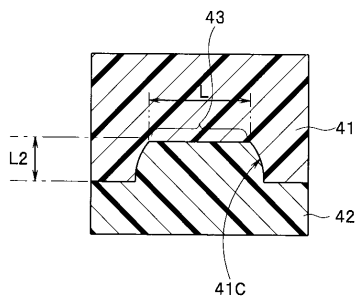
【図 15】



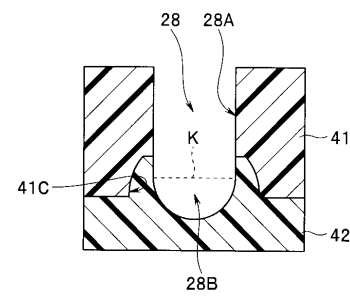
【図 17】



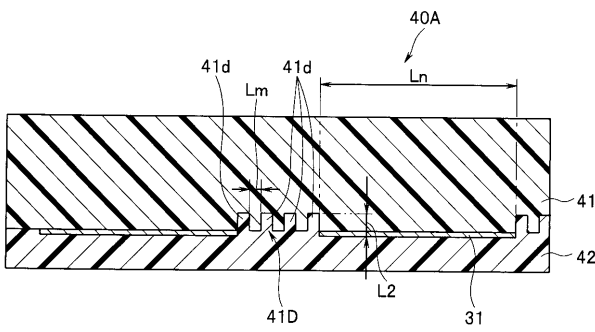
【図 16】



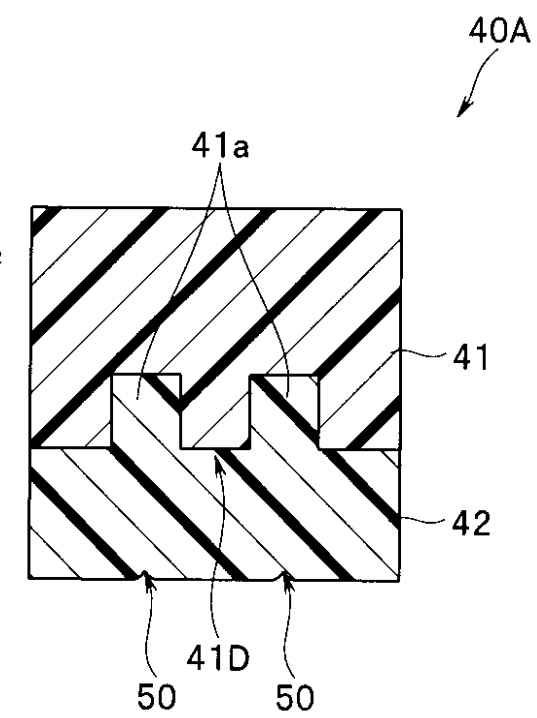
【図 18】



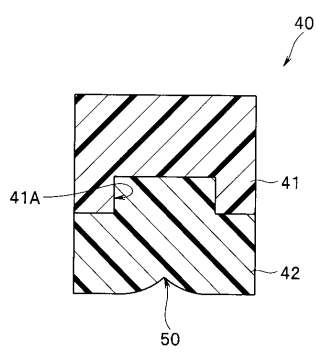
【図 19】



【図 21】

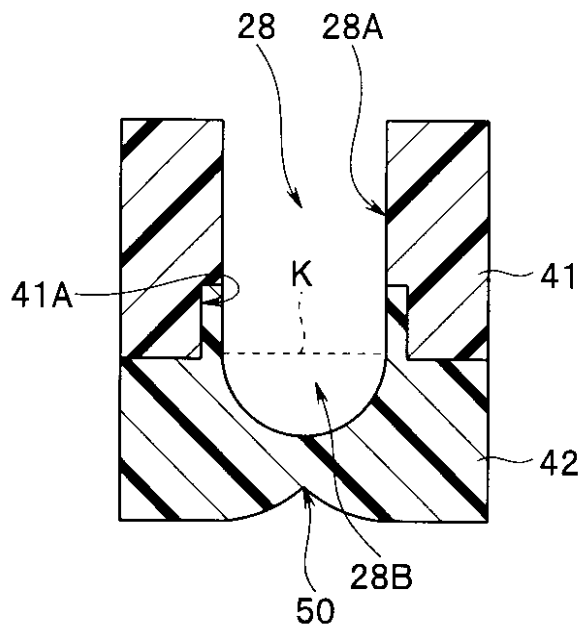


【図 20】

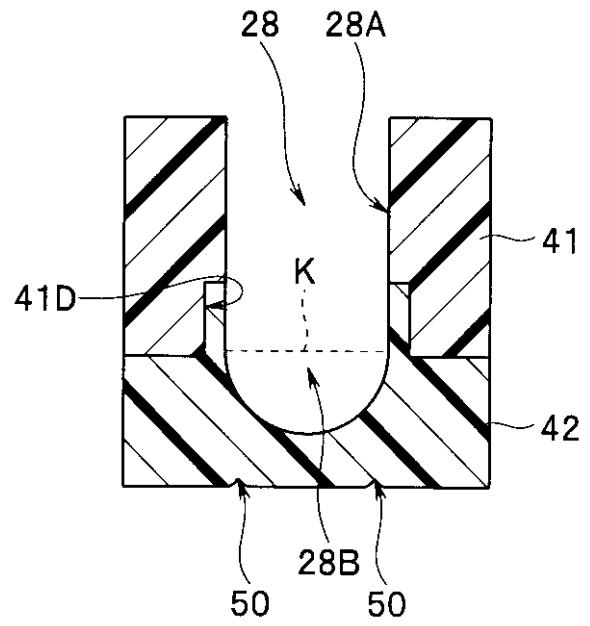




【図 2 2】



【図 2 3】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 若林 勝裕  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 平岡 仁  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 松本 一哉  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル株式会社内
- (72)発明者 長谷川 守  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル株式会社内
- (72)発明者 唐木 和久  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル株式会社内

審査官 宮川 哲伸

- (56)参考文献 国際公開第2006/046471 (WO, A1)  
国際公開第2006/040972 (WO, A1)  
国際公開第2006/033232 (WO, A1)  
国際公開第2004/089223 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00, 8/12  
H04R 19/00, 31/00

|                |                                                                                                             |         |            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 超声换能器阵列，超声换能器阵列的制造方法和超声内窥镜                                                                                  |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP5315486B1</a>                                                                                 | 公开(公告)日 | 2013-10-16 |
| 申请号            | JP2013520318                                                                                                | 申请日     | 2013-01-18 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 奥林巴斯医疗株式会社<br>奥林巴斯株式会社                                                                                      |         |            |
| 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<br>奥林巴斯公司                                                                               |         |            |
| 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<br>奥林巴斯公司                                                                               |         |            |
| [标]发明人         | 吉田 暁<br>若林 勝裕<br>平岡 仁<br>松本 一哉<br>長谷川 守<br>唐木 和久                                                            |         |            |
| 发明人            | 吉田 暁<br>若林 勝裕<br>平岡 仁<br>松本 一哉<br>長谷川 守<br>唐木 和久                                                            |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/12 H04R19/00 H04R31/00                                                                                |         |            |
| CPC分类号         | G01S7/521 A61B8/12 A61B8/445 A61B8/4494 B06B1/02 B06B1/0292 B06B2201/76 H04R17/00<br>H04R31/00 Y10T29/49005 |         |            |
| FI分类号          | A61B8/12 H04R19/00 H04R31/00.C                                                                              |         |            |
| 代理人(译)         | 伊藤 进<br>长谷川 靖<br>ShinoUra修                                                                                  |         |            |
| 优先权            | 2012017220 2012-01-30 JP                                                                                    |         |            |
| 其他公开文献         | JPWO2013114968A1                                                                                            |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                   |         |            |

#### 摘要(译)

本实施例的超声换能器阵列40包括：基板41；在基板41的一个表面上以预定间隔布置的多个槽形凹槽41A；以及在基板41的一个表面侧上的凹槽。单元区域31布置在41A，柔性膜42之间，柔性膜42的脆性比基板41小并且覆盖基板41和单元区域31，并且其宽度比凹部41A的宽度窄，从基板41的另一表面到达凹部41A中的柔性膜42的分隔槽28。

【図7】

