

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5834657号  
(P5834657)

(45) 発行日 平成27年12月24日(2015.12.24)

(24) 登録日 平成27年11月13日(2015.11.13)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO4R</b>	<b>17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO4R</b>	<b>17/00</b>	<b>330H</b>
<b>A61B</b>	<b>8/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>A61B</b>	<b>8/00</b>	
<b>HO1L</b>	<b>41/09</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO1L</b>	<b>41/08</b>	<b>C</b>
<b>BO6B</b>	<b>1/06</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>BO6B</b>	<b>1/06</b>	<b>Z</b>

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-197988 (P2011-197988)  
 (22) 出願日 平成23年9月12日(2011.9.12)  
 (65) 公開番号 特開2013-62571 (P2013-62571A)  
 (43) 公開日 平成25年4月4日(2013.4.4)  
 審査請求日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (74) 代理人 100095728  
 弁理士 上柳 雅誉  
 (74) 代理人 100107261  
 弁理士 須澤 修  
 (72) 発明者 松田 洋史  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
 審査官 武田 裕司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波プローブおよび超音波画像診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

開口部を有する基板と、  
 前記基板上に設けられた支持膜と、  
 前記支持膜上で、前記支持膜の厚み方向から見る平面視において、前記開口部内に設けられた下部電極本体部、および、前記下部電極本体部から前記開口部外に設けられた下部電極配線部、を有する下部電極層と、  
 前記下部電極本体部上に設けられた第一圧電体層と、  
 前記第一圧電体層上に設けられた上部電極層と、  
 前記下部電極配線部上に設けられた第二圧電体層と、を備え、  
 前記第一圧電体層および前記第二圧電体層が、前記平面視において前記開口部の外周縁に重ならない

ことを特徴とする圧電素子を有する超音波プローブ。

【請求項2】

前記第二圧電体層は、前記平面視において、前記開口部に重ならない位置に設けられることを特徴とする請求項1に記載の超音波プローブ。

【請求項3】

前記第二圧電体層上に前記下部電極層と接続する配線層が設けられることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の超音波プローブ。

【請求項4】

前記第二圧電体層上に前記上部電極層と接続する配線層が設けられることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記下部電極配線部は、  
前記平面視において、前記開口部の内外に跨り、前記下部電極本体部に接続された素子接続線と、

前記素子接続線に連続し、前記平面視において、前記開口部の外側に設けられ、前記素子接続線の線幅よりも狭い線幅の下部電極配線と、を備え、

前記第二圧電体層は、前記下部電極配線を覆って設けられる

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一項に記載の超音波プローブ。

10

【請求項 6】

前記圧電素子を複数備え、前記圧電素子は第一の方向に一定のピッチで配列され、且つ、前記第一の方向と直交する第二の方向に一定のピッチで配置される

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記圧電素子が配置される前記第一の方向のピッチと、前記圧電素子が配置される前記第二の方向のピッチとは同じである

ことを特徴とする請求項 6 に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 の何れか一項に記載の超音波プローブを備えることを特徴とする超音波画像診断装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、薄膜上に圧電体が形成された圧電素子を用いる超音波プローブ、および、その超音波プローブを備える超音波画像診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、支持膜に圧電体を積層して、圧電体に電圧を印加して振動させることで、支持膜を振動させ、超音波を出力する圧電素子（超音波素子）が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

30

【0003】

この特許文献 1 の超音波素子は、メンブレン上に圧電体薄膜を電極金属膜によりサンドイッチした圧電振動子を備えている。このような超音波素子は、上層および下層の電極金属膜に電圧を印加することで、圧電体薄膜を振動させ、圧電体薄膜が形成されるメンブレンも振動して超音波が出力される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2006 - 229901 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記特許文献 1 のような超音波素子を製造する場合、一般に、メンブレン上に、下層の電極金属膜を形成し、その上層に圧電体薄膜を形成した後、この圧電体薄膜をエッチング処理することで所定の形状にパターンニングする。上層の電極金属層の形成においても同様であり、下層の電極金属膜や圧電体薄膜の上層に電極金属層を形成し、この電極金属層をエッチング処理することで所定の形状にパターンニングする。

しかしながら、上記のようにエッチングを繰り返す方法では、圧電体薄膜のエッチング時、および上層側の電極金属層のエッチング時に、下層側の電極金属層までもがエッチン

50

グされてしまい（オーバーエッチング）、下層の電極金属膜の膜厚寸法が小さくなる。このように、電極金属膜の膜厚寸法が小さくなると、電気抵抗が増大する。そのため、このような従来技術の圧電素子を超音波プローブに用いる場合、例えば消費電力が増大したり、出力される超音波の音圧が小さくなったり、高周波域での制御が困難となったりする問題が生じる。

【0006】

本発明は、上述のような問題に鑑みて、電極の電気抵抗が小さい圧電素子を用いる超音波プローブ、及び、超音波画像診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の超音波プローブは、  
開口部を有する基板と、  
前記基板上に設けられ、前記開口部の内外を覆う支持膜と、  
前記支持膜上で、前記支持膜の厚み方向から見る平面視において、前記開口部内に設けられた下部電極本体部、および、前記下部電極本体部から延びる下部電極配線部、を有する下部電極層と、  
前記下部電極本体部上に設けられる第一圧電体層と、  
前記第一圧電体層上に設けられる上部電極層と、  
前記下部電極配線部に設けられる第二圧電体層と、  
を具備する圧電素子を有する。

【0008】

この発明では、第一圧電体層が下部電極層の下部電極本体部に積層されるとともに、第二圧電体層が下部電極層の下部電極線部に積層されている。これにより、下部電極層が、第一圧電体層や第二圧電体層により覆われて保護されることで、圧電素子の圧電体層や上部電極層の形成時において、下部電極層がオーバーエッチングとなることがなく、下部電極層の電気抵抗の増大を抑制することができ、低電気抵抗の圧電素子を提供できる。このような低電気抵抗の圧電素子では、下部電極層および上部電極層の間に電圧を印加して変位部を振動させる場合、低電力で振幅の大きい振動を得ることができ、省エネルギー化を促進させることができる。また、支持膜の変位量を第一圧電体層から出力される電流値により検出する場合においても、下部電極線部の電気抵抗が小さいため、第一圧電体層から出力される電流の損失を抑制することができ、精度良く支持膜の変位を検出することができる。

【0009】

また、上記のような下部電極層のオーバーエッチングを考慮し、予め下部電極層の厚み寸法を大きく形成することも考えられるが、この場合、圧電膜を積層する部分では、オーバーエッチングがかからないため、下部電極層の厚み寸法が増大し、圧電膜、および上部電極層の積層部分のトータル厚み寸法も増大してしまうという問題がある。これに対して、本発明では、下部電極層のオーバーエッチングによる電気抵抗増大や膜厚のバラツキを見込まずに下部電極層の膜厚寸法を設定でき、圧電素子の薄型化を図ることもできる。

【0010】

さらに、下部電極線部上に、第一圧電体層と同一素材の第二圧電体層を形成することも可能であり、この場合、第一圧電体層と同時に第二圧電体層を形成することができる。したがって、下部電極線部を保護するための保護層などを別途用いる場合に比べて、圧電素子の製造も簡単となり、製造コストを削減することができる。

【0011】

更に、本発明の超音波プローブは、  
前記第二圧電体層は、前記平面視において、前記開口部に重ならない位置に設けられる構成とすることが好ましい。

【0012】

開口部を覆う支持膜を第一圧電体層の振動に連動させて変位させる場合、または、外部

10

20

30

40

50

からの応力により支持膜を変位させる場合、支持膜が変位する変位部の縁部分の膜厚み寸法を小さく形成することで、当該変位部の変位量を大きくすることができる。ここで、本発明では、第二圧電体層は、変位部の縁部に重ならない位置に設けられているため、変位部の縁部近傍の厚み寸法が増大しない。したがって、第一圧電体層の振動により変位部を変位させる場合においても、外力により変位部を変位させる場合においても、その変位量を大きくすることができる。このため、例えば変位部を振動させて超音波を出力させる場合では、例えば第二圧電体層が変位部の縁上にも積層されている場合に比べて、低電力で変位部の振幅を大きくすることができ、より大きな音圧の超音波を出力することができる。また、超音波を受信する場合は、受信した超音波により変位部を大きく振動させることができるので、受信感度を向上させることができ、精度良く超音波を検出することができる。

10

**【0013】**

更に、本発明の超音波プローブは、

前記第二圧電体層上に前記下部電極層と接続する配線層が設けられる構造としてもよい。

この発明では、圧電素子上に配線層が形成されることで、この配線層と下部電極層とを分離することができる。

また、1つの平面基板上で複数の配線パターンを形成する場合、基板のサイズなどによって各配線パターンの線幅が規制され、電気抵抗が増大するおそれもある。これに対して、本発明では、第二圧電体層上にも配線層を形成することで、基板上および第二圧電体層上で、2段構成により配線パターンを形成することができる。したがって、1つの基板上により複数の配線パターンを形成する場合に比べて、基板のサイズを小さくすることができ、電気抵抗の増大をも防止することができる。

20

**【0014】**

また、本発明の超音波プローブは、

前記第二圧電体層上に前記上部電極層と接続する配線層が設けられる構造としてもよい。

**【0015】**

この発明では、絶縁体層を別途形成することなく、上部電極配線部と下部電極配線部とをクロスさせることができる。配線パターンの自由度が上がり、結果的に電気抵抗の増大をも防止することができる。

30

**【0016】**

また、本発明の超音波プローブは、

前記下部電極線部は、

前記平面視において、前記開口部の内外に跨り、前記下部電極本体部に接続された素子接続線と、

前記素子接続線に連続し、前記平面視において、前記開口部の外側に設けられ、前記素子接続線の線幅よりも狭い線幅の下部電極配線と、を備え、

前記第二圧電体層は、前記下部電極配線を覆って設けられる構成とすることが好ましい。

40

**【0017】**

この発明では、第二圧電体層は、下部電極線部のうち、線幅が小さい下部電極配線上を覆っている。

下部電極線部の電気抵抗は、線幅寸法が増大するほど低下するので、下部電極線部の線幅を大きく形成することが好ましい。しかしながら、実際に圧電素子を基板上に配置する場合、他の素子やその配線パターンの関係などにより、下部電極配線の線幅を十分に確保できず、素子接続線よりも小さくなる場合がある。このような場合、圧電体層や上部電極のパターニングの際に下部電極配線がオーバーエッチングされると、下部電極配線の抵抗がより大きくなってしまふ。これに対して、本発明では、このような線幅が小さくなる下部電極配線に第二圧電体層が積層されている。このため、圧電体層や上部電極のパターニ

50

ングの際に、下部電極配線がオーバーエッチングとならず、電気抵抗の増大を防止することができる。

【0018】

また、本発明の超音波プローブは、

前記圧電素子を複数備え、前記圧電素子は第一の方向に一定のピッチで配列され、且つ、前記第一の方向と直交する第二の方向に一定のピッチで配置される

ことを特徴とする。

【0019】

この発明では、超音波プローブは、二方向にアレイ状に配設される複数の圧電素子を備えている。ここで、各圧電素子は、上述したように、下部電極層の一部が第二圧電体層により覆われているため、オーバーエッチングによる電気抵抗の増大を抑制できる。したがって、例えば支持膜を振動させて超音波を出力させる場合には、低消費電力で大音圧の（振幅が大きい）超音波を出力でき、例えば支持膜で超音波を受信して、超音波信号を検出する場合には、大きな電気信号（電流値）を出力することができ、検出精度を向上させることができる。

また、このような超音波プローブでは、各圧電素子に接続される下部電極線部が必要となり、小型の超音波プローブを形成する場合、各下部電極線部の線幅も規制され小さくなる。このような場合、下部電極線部の電気抵抗も高くなる。ここで、これらの下部電極線部の上部に第二圧電体層が形成されていない場合、下部電極線部がオーバーエッチングされることでさらに電気抵抗が増大するおそれがある。これに対して、本発明では、このような線幅が小さい下部電極線部に対しても、第二圧電体層を形成することで、圧電体層および上部電極層のパターニング時における抵抗増大を防ぐことができる。

【0020】

更に、本発明の超音波プローブは、

前記圧電素子が配置される前記第一の方向のピッチと、前記圧電素子が配置される前記第二の方向のピッチとは同じであることが好ましい。

この発明では、超音波プローブによって、被検体の画像を取得する場合、二方向のピッチが同じになるので、ゆがみのない画像を取得することができる。

【0021】

本発明の超音波画像診断装置は、前述した超音波プローブを備えることを特徴とする。

【0022】

この発明では、既に説明したとおり、電気抵抗が小さい圧電素子を用いるので、超音波画像診断装置としての総消費電流を抑えることができる。また、本発明の超音波プローブによって得られるところの高精度の支持膜変位によって生じる高精度の画像取得等、各種の性能向上を享受することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明に係る第一実施形態の圧電素子の平面図である。

【図2】第一実施形態の圧電素子の断面図である。

【図3】圧電素子の製造工程の一部を示す断面図である。

【図4】圧電素子の製造工程の残りの一部を示す断面図である。

【図5】本発明に係る第二実施形態の圧電素子の断面図である。

【図6】本発明に係る第三実施形態の圧電素子を示す図であり、(A)は、平面図、(B)は、断面図である。

【図7】本発明に係る第四実施形態の超音波トランスデューサーの一部を示す平面図である。

【図8】本発明に係る製品形態の超音波プローブを示す概略図である。

【図9】本発明に係る超音波プローブが備える超音波トランスデューサーの構成を模式的に示す斜視図である。

【図10】本発明に係る超音波画像診断装置の構成を示す概略図である。

10

20

30

40

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0024】

## 〔第一実施形態〕

以下、本発明に係る超音波プローブに用いる第一実施形態の圧電素子の構成について、図面に基づいて説明する。

## 【0025】

## 〔圧電素子の構成〕

図1は、第一実施形態の圧電素子の平面図である。

図2は、第一実施形態の圧電素子の断面図である。

図1において、圧電素子10は、開口部111が形成された基板11と、基板11上で、開口部111の内外に跨って形成される支持膜12と、支持膜12上に形成される下部電極層20と、開口部111の内側に形成される第一圧電体層30と、開口部111の外側に形成される第二圧電体層40と、開口部111の内外に跨って形成される上部電極層50とを備えている。ここで、基板11および支持膜12により、本発明の支持体が構成されており、支持膜12のうち、開口部111を閉塞する領域であるメンブレン121により本発明の変位部が構成されている。

なお、本実施形態では、貫通孔である開口部111を有する基板11上に支持膜12を形成して変位部であるメンブレン121を有する支持体が構成される例を示したが、これに限定されず、例えば、開口部111が凹溝であり、支持膜12は、この凹溝の開口部111の開口を閉塞する構成であってもよい。また、基板11に凹溝を形成し、その底部を

変位部とした支持体であってもよい。

さらに、支持体として、基板11と支持膜12により形成される例を示すが、支持膜12の上層に例えば絶縁膜などの他層が設けられ、この他層上に下部電極層20が設けられる構成などとしてもよい。

なお、圧電素子10としては、例えば第一圧電体層30に電圧を印加することで支持膜12を振動させて、超音波の出力する超音波送信素子、超音波を支持膜12で受信し、第一圧電体層30から振動に応じた電気信号を出力する超音波受信素子、支持膜12に加わる応力を、第一圧電体層30から出力される電気信号に基づいて検出する応力検出素子、第一圧電体層30を駆動させ、支持膜12に接触した対象物に駆動力を付与する駆動力発生素子などとして用いることができる。本実施形態では、一例として、圧電素子10を、

## 【0026】

基板11は、例えばエッチングなどにより加工が容易なシリコン(Si)などの半導体形成素材により形成される。また、基板11に形成される開口部111は、平面視で円形状に形成されることが好ましい。これにより、開口部111の内側の支持膜12であるメンブレン121において、メンブレン121の撓みに対する応力を均一にすることができる。

すなわち、例えば、開口部111が例えば矩形状に形成され、矩形中心部に第一圧電体層30が形成される場合、メンブレン121の中心点からの距離が同一となる位置であっても、支持膜12の撓み易い領域と撓み難い領域とが発生する。これに対して、本実施形態のように、円形の開口部111が形成される場合、メンブレンの中心点から開口部111の縁部111Aまでの距離が同一となるため、メンブレン121の中心点からの距離が同一となる点では、支持膜12の撓み易さも同等となり、メンブレン121を均等に撓ませることができる。

## 【0027】

支持膜12は、基板11上で、開口部111を閉塞する状態に成膜されている。この支持膜12は、例えばSiO<sub>2</sub>膜とZrO<sub>2</sub>層との2層構造により構成されている。ここで、SiO<sub>2</sub>層は、基板11がSi基板である場合、基板表面を熱酸化処理することで成膜することができる。また、ZrO<sub>2</sub>層は、SiO<sub>2</sub>層上に例えばスパッタリングなどの手法により成膜される。ここで、ZrO<sub>2</sub>層は、第一圧電体層30や第二圧電体層40として例

10

20

30

40

50

例えばPZTを用いる場合に、PZTを構成するPbがSiO<sub>2</sub>層に拡散することを防止するための層である。また、ZrO<sub>2</sub>層は、圧電膜131の歪みに対する撓み効率が向上させるなどの効果もある。

【0028】

下部電極層20は、平面視において、開口部111の内側に形成され、上層に第一圧電体層30が積層される下部電極本体部21と、この下部電極本体部21に連続し、開口部111の内外に跨って形成されるとともに、第一圧電体層30が積層されない下部電極線部22と、下部電極線部22の先端部に形成される下部電極端子部23とを備えている。

【0029】

第一圧電体層30は、下部電極層20の下部電極本体部21上に積層形成されている。この第一圧電体層30は、例えばPZT（ジルコン酸チタン酸鉛：lead zirconate titanate）を膜状に成膜することで形成される。なお、本実施形態では、第一圧電体層30としてPZTを用いるが、電圧を印加することで、面内方向に収縮することが可能な素材であれば、いかなる素材を用いてもよく、例えばチタン酸鉛（PbTiO<sub>3</sub>）、ジルコン酸鉛（PbZrO<sub>3</sub>）、チタン酸鉛ランタン（（Pb、La）TiO<sub>3</sub>）などを用いてもよい。

そして、この第一圧電体層30は、下部電極本体部21と、後述する上部電極層50とに電圧が印加されることで、面内方向に伸縮する。このとき、第一圧電体層30の一方の面は、下部電極本体部21を介して支持膜12に接合されるが、他方の面には、上部電極層50が形成されるものの、この上部電極層50上には他の層が積層形成されないため、第一圧電体層30の支持膜12側が伸縮しにくく、上部電極層50側が伸縮し易くなる。このため、第一圧電体層30に電圧を印加すると、開口部111側に凸となる撓みが生じ、メンブレン121を撓ませる。したがって、第一圧電体層30に交流電圧を印加することで、メンブレン121が膜厚方向に対して振動し、このメンブレン121の振動により超音波が開口部111から出力される。

【0030】

上部電極層50は、平面視において、一部が第一圧電体層30上に積層され、かつ下部電極層20と絶縁される配置位置にパターンニングされている。具体的には、上部電極層50は、第一圧電体層30上に積層される上部電極本体部51と、上部電極本体部51に連続し、下部電極線部22とは異なる方向に延出し、平面視において開口部111の内外に跨って形成される上部電極線部52と、上部電極線部の先端に形成される上部電極端子部53と、を備えている。

ここで、第一圧電体層30のうち、上部電極層50と下部電極本体部21との双方に重畳する領域が、電圧を印加された際に収縮される領域となる。

【0031】

第二圧電体層40は、第一圧電体層30と同一素材であるPZTにより形成されている。また、この第二圧電体層40は、支持膜12の開口部111よりも外側領域で、かつ下部電極層20の下部電極線部22を覆って形成されている。具体的には、第二圧電体層40は、下部電極線部22のうち、支持膜12上の開口部111の縁部111Aからメンブレン121の撓みに影響しない所定寸法だけ離れた端部位置22A、および下部電極端子部23および下部電極線部22の接続部22Bの間を覆って形成されている。これは、第二圧電体層40が開口部111の縁部111Aに重なって形成される場合、メンブレン121の撓みに対する剛性が強くなり、出力される超音波が小音圧となるためである。より好ましくは、第二圧電体層40は、支持膜12の厚み寸法をtとして、開口部111の縁部111Aから距離Lが、次式(1)を満たす端部位置22Aから、接続部22Bまでの下部電極線部22上に形成されることが好ましい。

【0032】

〔数1〕

$$L > 5t \quad \dots (1)$$

【0033】

10

20

30

40

50

これは、支持膜 1 2 のメンブレン 1 2 1 が撓む際、支持膜 1 2 には、開口部 1 1 1 に入り込もうとするモーメント力が発生するためであり、このモーメント力により、平面視において開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から 5 t の距離範囲内の支持膜は引っ張り力を受ける。したがって、この距離範囲内に第二圧電体層 4 0 が形成されていると、メンブレン 1 2 1 が撓む際に抵抗となり、超音波の音圧が低下してしまう。これに対して、平面視において開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から 5 t 以上の距離では、上記のような影響が働かず、メンブレン 1 2 1 を良好に撓ませることが可能となる。一方、第二圧電体層 4 0 の端部の形成位置が開口部 1 1 1 から遠くなりすぎると、下部電極線部 2 2 の露出面積が大きくなるため、第一および第二圧電体層 3 0 , 4 0 のパターニング時、上部電極層 5 0 のパターニング時、この下部電極線部 2 2 の露出部分がオーバーエッチングとなり電気抵抗が増大する可能性がある。したがって、第二圧電体層 4 0 の形成位置として、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から 5 t だけ離間した位置から、下部電極端子部 2 3 および下部電極線部 2 2 の接続部 2 2 B までを覆う位置が最も好ましい。

10

なお、下部電極端子部 2 3 には、第一圧電体層 3 0 に電圧を印加するための配線が接続されるため、第二圧電体層 4 0 は形成されない。

#### 【 0 0 3 4 】

##### [ 圧電素子の製造方法 ]

次に、上述のような圧電素子の製造方法について、図面に基づいて説明する。

図 3 および図 4 は、圧電素子の製造工程を示す断面図である。

圧電素子 1 0 を製造するためには、まず、図 3 ( A ) に示すように、基板 1 1 ( S i ) を熱酸化処理し、基板 1 1 の表面に S i O<sub>2</sub> 層を形成する。さらに、この S i O<sub>2</sub> 層上に Z r 層をスパッタリングにより成膜し、この Z r 層を酸化することで Z r O<sub>2</sub> 層を形成する。これにより、例えば厚み寸法が 3 μ m の支持膜 1 2 が形成される。

20

#### 【 0 0 3 5 】

この後、基板 1 1 の一面側に下部電極層 2 0 を、例えばスパッタリングなどにより形成する。この下部電極層 2 0 としては、導電性を有する膜であれば特に素材は限定されないが、本実施形態では T i / I r / P t / T i の積層構造膜を用い、圧電体層の焼成後例えば 0 . 2 μ m の膜厚寸法となるように、下部電極層 2 0 を一様に形成する。

そして、この下部電極層 2 0 上に、例えばフォトリソグラフィ法を用いて下部電極本体部 2 1 および下部電極線部 2 2 の形成位置にレジストを形成する。次に、下部電極層のうちレジストが形成されない領域をエッチングにより除去してパターニングし、図 3 ( B ) に示すように下部電極本体部 2 1、下部電極線部 2 2、および下部電極端子部 2 3 を形成する(下部電極パターニング工程)。

30

#### 【 0 0 3 6 】

その後、図 3 ( D ) に示すように、この下部電極層 2 0 がパターニングされた基板 1 1 の一面側に、P Z T により形成される圧電体層 6 0 を成膜する。圧電体層 6 0 の成膜では、M O D (Metal Organic Decomposition) 法を用い、1 2 層の膜により、例えばトータル厚み寸法が 1 . 4 μ m となるように形成する(圧電体層積層工程)。

そして、この圧電体層 6 0 上に、例えばフォトリソグラフィ法を用いて第一圧電体層 3 0 および第二圧電体層 4 0 の形成位置にレジストを形成し、レジストが形成されない領域をエッチングにより除去してパターニングする。これにより、図 3 ( D ) に示すように下部電極本体部 2 1 上に第一圧電体層 3 0 が形成され、下部電極線部 2 2 上に第二圧電体層 4 0 が形成される(圧電体層パターニング工程)。

40

この圧電体層パターニング工程において、第一圧電体層 3 0 および第二圧電体層 4 0 が形成される領域では、下部電極層 2 0 がエッチングされないため、電気抵抗が低下するなどの不都合が生じない。

なお、開口部 1 1 1 上の第一圧電体層 3 0 が設けられていない領域に形成される下部電極線部 2 2、および開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から距離 L が 5 t (本実施形態では、t = 3 μ m であるため、L = 1 5 μ m) の範囲内の下部電極線部 2 2 で、圧電体層 6 0 のエッチング時にオーバーエッチングとなる可能性があるが、下部電極線部 2 2 全体に対して非

50

常に小さい範囲であるため、この部分の電気抵抗が上がったとしても、その影響を受けることがない。

#### 【 0 0 3 7 】

この後、図 4 ( A ) に示すように、基板 1 1 の一面側に、上部電極層 5 0 を、例えばスパッタリングなどにより、均一に成膜する。この上部電極層 5 0 を形成用の導電性膜においても、下部電極層 2 0 と同様に、導電性を有するいかなる素材を用いてもよいが、本実施形態では、I r 膜を用い、厚み寸法が例えば 5 0 n m となるように形成する ( 上部電極積層工程 ) 。

そして、この上部電極層 5 0 上に、例えばフォトリソグラフィ法を用いて、上部電極本体部 5 1、上部電極線部 5 2、および上部電極端子部 5 3 のパターンニング用のレジストを形成し、レジストが形成されない領域をエッチングにより除去してパターンニングする。これにより、図 4 ( B ) に示すように上部電極層 5 0 がパターンニングされる ( 上部電極パターンニング工程 ) 。

この上部電極パターンニング工程においても、上記圧電体層パターンニング工程と同様に、第一圧電体層 3 0 および第二圧電体層 4 0 により下部電極層 2 0 が覆われているため、下部電極層 2 0 のオーバーエッチングが防止され、下部電極層 2 0 の電気抵抗の増大を抑制できる。

#### 【 0 0 3 8 】

次に、基板 1 1 の厚み寸法を調節する。これには、図 4 ( C ) に示すように、下部電極層 2 0、第一圧電体層 3 0、第二圧電体層 4 0、および上部電極層 5 0 が形成される一面側とは反対側の基板 1 1 の他面 ( 超音波が出力される面 ) 側を、例えば切削、研磨などの加工を施す。このような切削加工、研磨加工を実施することで、開口部 1 1 1 を形成する際のエッチング量を少なくすることができる。ここで、開口部 1 1 1 は、I C P ( Inductive Coupled Plasma ) エッチング装置を用いた R I E ( Reactive Ion Etching ) によりエッチング形成されるが、エッチングする深さ寸法、膜応力反りに対する剛性、およびハンドリングに対する強度を考慮し、基板 1 1 の厚み寸法が 2 0 0  $\mu$  m となるように切削・研磨加工することが好ましい。

#### 【 0 0 3 9 】

開口部 1 1 1 の形成では、基板 1 1 の前記他面側の開口部 1 1 1 の形成位置以外にレジストを形成する。このレジストは、基板 1 1 のエッチングに耐えられるように、例えば 1 0  $\mu$  m 程度の厚みに形成する。この後、図 4 ( D ) に示すように、I C P エッチング装置を用いて、基板 1 1 を、前記他面側から支持膜 1 2 の S i O<sub>2</sub> 層までエッチングする。

以上により、圧電素子 1 0 が製造される。

#### 【 0 0 4 0 】

##### [ 第一実施形態の作用効果 ]

上述したように、第一実施形態の圧電素子は、開口部 1 1 1 の内外に跨って形成される下部電極層 2 0 のうち、開口部 1 1 1 の内側に形成される下部電極本体部 2 1 上に第一圧電体層 3 0 が形成され、下部電極線部 2 2 のうち、開口部 1 1 1 の外側の下部電極線部 2 2 上に第二圧電体層 4 0 が形成されている。

このため、圧電体層 6 0 をエッチングして第一圧電体層 3 0 および第二圧電体層 4 0 を形成する際に、下部電極層がオーバーエッチングとなって電気抵抗が増大する不都合を抑制できる。このため、低電力で第一圧電体層 3 0 の伸縮量を大きくすることができ、メンブレン 1 2 1 の振動により出力される超音波も大音圧にすることができる。

また、オーバーエッチングを考慮して下部電極層 2 0 の厚み寸法を増大させる必要がなく、下部電極層 2 0 の厚み寸法を薄くすることができる。したがって圧電素子 1 0 自体も薄型化することができる。

さらには、第一圧電体層 3 0 および第二圧電体層 4 0 は、同一素材である P Z T により形成されている。すなわち、圧電体層積層工程、および圧電体層パターンニング工程により同時に、これらの第一圧電体層 3 0 および第二圧電体層 4 0 を形成することができる。これにより、例えば下部電極層 2 0 上に他の保護膜を設ける場合に比べて、製造工程を簡略

10

20

30

40

50

化することができ、保護膜を別途容易する必要もなく構成を簡単にできる。

【 0 0 4 1 】

また、第二圧電体層 4 0 は、平面視において、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A に重ならない位置に形成されている。

このため、第二圧電体層 4 0 がメンブレン 1 2 1 の撓み時の抵抗とならないため、第二圧電体層 4 0 が開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A 上に形成される場合に比べて、メンブレン 1 2 1 を大きい振幅で振動させることができる。したがって、第一圧電体層 3 0 に印加する電圧が低電圧である場合でも、大音圧の超音波を出力することができる。

【 0 0 4 2 】

さらに、第二圧電体層 4 0 は、下部電極線部 2 2 のうち、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から支持膜 1 2 の厚み寸法  $t$  の 5 倍の距離寸法  $L$  だけ離れた端部位置 2 2 A から、下部電極線部 2 2 と下部電極端子部 2 3 との接続部 2 2 B までを覆って形成されている。

メンブレン 1 2 1 が撓む際、支持膜 1 2 は、開口部 1 1 1 に入り込む方向にモーメント力を受けるため、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A に近い位置の支持膜 1 2 は、開口部 1 1 1 側に引っ張り力が働いて伸縮する。ここで、開口部 1 1 1 の縁部に近接位置に第二圧電体層 4 0 が形成される場合、その支持膜 1 2 の伸縮が規制されるため、メンブレン 1 2 1 の撓み量を制限してしまうおそれがある。これに対して、上記のように、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から距離  $L$  だけ離れた位置に第二圧電体層 4 0 を形成することで、メンブレン 1 2 1 の撓み抵抗が増大せず、メンブレン 1 2 1 の撓み量が減少しない。したがって、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から第二圧電体層 4 0 が形成される位置までの距離が距離  $L$  未満となる場合に比べて、大音圧の超音波を出力させることができる。

【 0 0 4 3 】

〔第二実施形態〕

次に、本発明に係る第二実施形態の圧電素子について、図面に基づいて説明する。

図 5 は、本発明に係る超音波プローブに用いる第二実施形態の圧電素子の断面図である。

第二実施形態の圧電素子 1 0 A は、第一実施形態の圧電素子 1 0 の第二圧電体層 4 0 上に配線層である補助電極層 7 0 が形成される。

具体的には、この補助電極層 7 0 は、下部電極層 2 0 の接続部 2 2 B から第二圧電体層 4 0 の上層に形成され、第二圧電体層 4 0 の端部位置 2 2 A で再び下部電極層 2 0 に接続される。

【 0 0 4 4 】

このような補助電極層 7 0 は、上部電極層 5 0 と同一素材により形成され、上部電極パターンニング工程において、上部電極層 5 0 と同時に形成される。

すなわち、上部電極積層工程で、図 4 ( A ) に示すような導電性膜を成膜した後、上部電極パターン形成工程において、上部電極層 5 0 の形成位置および補助電極層 7 0 の形成位置にそれぞれレジストを形成する。そして、このレジストの形成領域以外の導電性膜をエッチングにより除去することで、図 5 に示すような補助電極層 7 0 が形成される。

【 0 0 4 5 】

〔第二実施形態の作用効果〕

第二実施形態の圧電素子 1 0 A では、上記第一実施形態の圧電素子 1 0 と同様の作用効果が得られ、下部電極層 2 0 の電気抵抗の増大を抑制し、圧電素子 1 0 A 自身の薄型化をも促進できる。

さらに、補助電極層 7 0 が設けられることで、下部電極端子部 2 3 から下部電極本体部 2 1 までの配線部分において、電気抵抗をより低減させることができ、より低電力で第一圧電体層 3 0 を駆動させて超音波を出力させることができる。

【 0 0 4 6 】

また、図 5 の圧電素子 1 0 A では、補助電極層 7 0 の端部が開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A より外側に位置する構成を例示したが、これに限定されず、例えば、第二圧電体層 4 0 の端部位置 2 2 A から第一圧電体層 3 0 までの下部電極線部 2 2 上にも補助電極層 7 0 を

10

20

30

40

50

形成する構成としてもよい。上記したように、上部電極層 50 は、厚み寸法が例えば 50 nm に形成され、第二圧電体層 40 に比べて十分に小さい厚みに形成される層であり、上部電極層 50 と同時に形成される補助電極層 70 も上部電極層 50 と同一厚み寸法に形成されている。したがって、このような補助電極層 70 が開口部 111 の内外に跨って形成されていたとしても、メンブレンの撓みに対する影響は無視できる程度に小さく、超音波の音圧を低減させる要因とならない。また、このように、第二圧電体層 40 の端部位置 22A から第一圧電体層 30 までの下部電極線部 22 上に補助電極層 70 が形成される場合、圧電体層パターンニング工程や上部電極パターンニング工程において、第二圧電体層 40 の端部位置 22A から第一圧電体層 30 までの下部電極線部 22 がオーバーエッチングとなった場合でも、下部電極線部 22 に積層される補助電極層 70 により電気抵抗の増大を抑えることができる。したがって、より効果的に電気抵抗の増大を防止でき、低電圧で大音圧の超音波を出力することができる。

10

同様に、下部電極端子部 23 上に補助電極層 70 を形成してもよく、この場合、下部電極端子部 23 における電気抵抗の増大を防止することができる。

#### 【0047】

〔第三実施形態〕

次に本発明に係る超音波プローブに用いる第三実施形態の圧電素子について、図面に基づいて説明する。

図 6 は、第三実施形態の圧電素子を示す図であり、(A) は、平面図、(B) は、断面図である。

20

上記第二実施形態の圧電素子 10A では、第二圧電体層 40 の上層に、下部電極層 20 に接続される補助電極層 70 を設ける例を示したが、第三実施形態の圧電素子 10B は、第二圧電体層 40 の上層に、上部電極線部 52 が形成されている。

#### 【0048】

上記のような第三実施形態の圧電素子 10B では、第二圧電体層 40 を絶縁層として機能させることで、簡単な構成で、下部電極層 20 と上部電極層 50 とをクロスさせた配線パターンを形成することができる。

すなわち、圧電素子 10B を、例えばアレイ状に配置して形成する場合などにおいて、アレイ基板への素子の配置関係上で、下部電極線部 22 と上部電極線部 52 とをクロスさせて形成する場合がある。このような場合、従来、下部電極線部 22 と上部電極線部 52 との接触を防止するため、別途絶縁層を形成する必要があった。これに対して、第三実施形態の圧電素子 10B では、第二圧電体層 40 に上部電極線部 52 を形成することで、絶縁層を別途形成することなく上部電極線部 52 と下部電極線部 22 とをクロスさせることができる。

30

#### 【0049】

〔第四実施形態〕

次に、本発明の超音波プローブに用いる第四実施形態として、上述したような圧電素子が配設された超音波トランスデューサーについて、図面に基づいて説明する。

図 7 は、第四実施形態の超音波トランスデューサーの一部を示す平面図である。

図 7 において、超音波トランスデューサー 1 は、本発明の圧電素子であり、複数の圧電素子 10 が格子状に配設されたアレイ構造を有している。このように、アレイ構造にすることによって、被検体のエコー画像を取得することが可能になる。

40

このような超音波トランスデューサー 1 は、複数の圧電素子 10 における超音波の出力タイミングを制御することで、所望の点に超音波を集束させることができる。また、本実施形態では、基板 11 上に超音波送信用の圧電素子 10 を複数配置した超音波送信アレイを例示するが、例えば、これらの圧電素子 10 を超音波の受信素子として機能させることもできる。この場合、格子状に配置される圧電素子 10 のうち、例えば半数を超音波送信用素子として機能させ、残りの半数を超音波受信用素子として機能させるなどの構成としてもよい。また、全ての圧電素子 10 を超音波送信兼超音波受信に用いることも可能である。具体的には、1つの圧電素子 10 を超音波発信素子として機能させて、被検体に向け

50

て超音波を発信した後、超音波受信素子として機能させて、被検体から反射された超音波（エコー）を受信させる構成である。このように、全ての圧電素子 10 を超音波送信兼超音波受信に用いることで、高密度で反射波を受信することが可能になり、高密度のエコー画像取得が可能になる。

#### 【 0 0 5 0 】

このような超音波トランスデューサー 1 では、各圧電素子 10 から出力される超音波の発信タイミングを変化させることで超音波を所望の位置に集束させるため、各圧電素子 10 に対してそれぞれ独立した下部電極線部 22 が設けられている。

具体的には、図 7 に示すように、各圧電素子 10 の下部電極線部 22 は、下部電極本体部 21 に連続し、メンブレン 121 の内外に跨って形成される素子接続線 221 と、素子接続線 221 から下部電極端子部 23 までを接続する下部電極配線 222 とを備えている。ここで、各圧電素子 10 のメンブレン 121 間には、複数の下部電極配線 222 が形成されるため、レイアウト上これらの下部電極配線 222 の線幅は、素子接続線 221 よりも線幅寸法が小さく形成されている。このため、下部電極配線 222 では、素子接続線 221 よりも電気抵抗が大きくなる。

このような超音波トランスデューサー 1 において、各圧電素子 10 の圧電体および上部電極層 50 の形成時に下部電極配線 222 にオーバーエッチングがかかると、更なる電気抵抗の増大を引き起こし、圧電素子 10 から所望の音圧の超音波を出力させるために高電圧を印加する必要があり、この場合、特に、高周波数域において、圧電素子 10 の駆動制御が困難となる。これに対して、本実施形態では、素子接続線 221 よりも線幅寸法が小さくなる下部電極配線 222 上に、第二圧電体層 40 が形成されている。このため、トランスデューサー製造時において、下部電極配線 222 がオーバーエッチングとならず、電気抵抗の増大を抑制できる。

#### 【 0 0 5 1 】

また、この第四実施形態の超音波トランスデューサー 1 では、上部電極線部 52 は、例えば図 7 に示すように、一方向（図 7 では紙面横方向）に配設される各圧電素子 10 において共通に形成されている。

ここで、これらの上部電極線部 52 は、第三実施形態と同様に、第二圧電体層 40 上に形成されている。このため、上部電極線部 52 と下部電極配線 222 とを接触させることなく、平面視において、これらの上部電極線部 52 と下部電極配線 222 とを近接させた配線パターンを形成することができる。このような構成とすることで、各圧電素子 10 の配置間隔を短くでき、超音波トランスデューサー 1 の基板 11 のサイズを小型化できる。

また、図 7 に示す例では、平面視において、各下部電極配線 222 と上部電極線部 52 とが重ならないように配置されているが、例えば平面視において、上部電極線部 52 と下部電極配線 222 とが重なる位置に設けられていてもよい。

#### 【 0 0 5 2 】

なお、本実施形態において、複数の圧電素子 10 間で上部電極線部 52 を共通線として用いる例を示したが、例えば下部電極配線 222 を共通とすることもできる。この場合、下部電極配線 222 の線幅寸法を大きく形成することができ、かつ、第二圧電体層 40 が設けられることで製造時におけるオーバーエッチングをも防止できるため、電気抵抗の増大をより確実に抑制することができる。

圧電素子 10 は、図 7 の横方向（第一の方向）に対して、一定のピッチ  $P_x$  で配列されている。更に、圧電素子 10 は、図 7 の縦方向（第二の方向）に対して、一定のピッチ  $P_y$  で配列されている。このように、直交する二方向の各々に対して、一定のピッチで配列されるアレイ構造とすることで、本発明を超音波プローブに適用する場合、エコー画像を取得できる。更に、 $P_x$  と  $P_y$  を同じ値に設定しても良い。その場合、より歪みの少ないエコー画像を取得できる。

#### 【 0 0 5 3 】

〔 第四実施形態の作用効果 〕

上記第四実施形態の超音波トランスデューサー 1 は、複数の圧電素子 10 が配列された

10

20

30

40

50

アレイ構造を有している。このような超音波トランスデューサー 1 では、基板 1 1 上に下部電極線部 2 2 を形成する際、圧電素子 1 0 間に下部電極配線 2 2 2 を複数配置する必要があり、その線幅寸法が規制され、電気抵抗が増大する。このような超音波トランスデューサー 1 において、製造時に下部電極配線 2 2 2 がオーバーエッチングとなる場合、電気抵抗がさらに増大し、出力される超音波の音圧が低下したり、高周波域における駆動制御が困難になったりする。これに対して、本実施形態では、下部電極配線 2 2 2 上に第二圧電体層 4 0 が形成されることで、製造時における下部電極配線 2 2 2 のオーバーエッチングを防止でき、電気抵抗の増大を抑制できる。

#### 【 0 0 5 4 】

また、第二圧電体層 4 0 上に上部電極線部 5 2 が形成されることで、下部電極配線 2 2 2 と上部電極線部 5 2 の接触を防止できる。また、平面視において、下部電極配線 2 2 2 と上部電極線部 5 2 とが重なる位置に形成することもでき、各圧電素子 1 0 間の距離を短くでき、超音波トランスデューサー 1 の小型化を促進できる。

#### 【 0 0 5 5 】

##### 〔製品形態 - 1〕

次に、製品形態として、上記のような圧電素子 1 0 を備えた本発明の医療機器について説明する。この製品形態では、医療機器として超音波プローブの外観を例示する。

図 8 は、製品形態の超音波プローブの構成を模式的に示す斜視図である。図 9 は、この超音波プローブが備える超音波トランスデューサーの構成を模式的に示す斜視図である。

#### 【 0 0 5 6 】

図 8 において、超音波プローブ 1 0 0 は、超音波トランスデューサー 1 A と、超音波トランスデューサー 1 A を駆動する駆動回路 2 と、超音波トランスデューサー 1 A からの超音波を出射する方向に設けられた音響レンズ 3 と、筐体 4 と、ケーブル 5 と、を備えている。

この超音波トランスデューサー 1 A は、図 9 に示すように、基板 1 1 に、複数の超音波送信用の圧電素子 1 0 を備えている。そして、これらの圧電素子 1 0 は、第四実施形態の超音波トランスデューサー 1 と同様、図 7 に示すようなアレイ構造に配置され、下部電極線部 2 2 のうち、メンブレン 1 2 1 の外側領域に配置される下部電極配線 2 2 2 上に第二圧電体層 4 0 が積層形成されている。そして、基板 1 1 は圧電素子 1 0 を制御する演算制御部 1 3 に接続されている。

#### 【 0 0 5 7 】

このような超音波トランスデューサーでは、下部電極線部 2 2 のうち、メンブレン 1 2 1 の外側領域に形成される下部電極配線 2 2 2 上に第二圧電体層 4 0 が形成されている。したがって、製造時における下部電極配線 2 2 2 のオーバーエッチングなどがなく、これによる電気抵抗の増大もない。このため、超音波送信用の圧電素子 1 0 A では、より小さい駆動電圧で大きい音圧の超音波を送出することができる。また、超音波受信用の圧電素子 1 0 B では、超音波受信により出力される電気信号の減衰を抑制することができる。すなわち、超音波トランスデューサー 1 A の精度の良い超音波の送受信を実施できるとともに、省電力化を図ることができる。

よって、このような超音波トランスデューサー 1 A を備えた超音波プローブでは、被検体の内部を精度良く画像取得することができ、消費電力も抑えることができる。

#### 【 0 0 5 8 】

また、上記製品形態では、超音波トランスデューサー 1 A が組み込まれる超音波プローブ 1 0 0 の送受信装置に本発明の圧電素子を適用する例を示した。これは、医療機器に限定されるものではなく、距離測定センサー、配管の非破壊検査や配管中の流体の流速などの監視する測定センサーのプローブとしても応用することができる。

##### 〔製品形態 - 2〕

本発明の第二の製品形態としては、超音波画像診断装置がある。図 1 0 に超音波画像診断装置の構成を示す。超音波プローブ 1 0 0 は超音波観測器 2 0 0 の装置本体 6 と接続される。オペレーターは操作部 7 によって、超音波プローブ 1 0 0 の駆動条件を設定し、表

10

20

30

40

50

示モニター 8 にエコー画像が表示される。

【 0 0 5 9 】

〔その他の実施形態〕

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

【 0 0 6 0 】

例えば、第二圧電体層 4 0 は、下部電極層 2 0 のうち、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から距離 L だけ離れた端部位置 2 2 A から、下部電極端子部 2 3 と下部電極線部 2 2 との接続部 2 2 B までを覆って形成される例と示したが、例えば開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から接続部 2 2 B までを覆う構成などとしてもよい。この場合であっても、例えば開口部 1 1 1 の内外に亘って第二圧電体層 4 0 が形成される構成などに比べて、メンブレン 1 2 1 の撓みに対する抵抗を低減できる。

10

【 0 0 6 1 】

また、第二圧電体層 4 0 が、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A の一部に形成される構成としてもよい。例えば、下部電極線部 2 2 が形成位置のみ、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A を跨いで開口部 1 1 1 の内外に亘って第二圧電体層 4 0 が形成される構成としてもよく、この場合、下部電極線部 2 2 のうち、外部に露出する部分がなくなり、圧電体層 6 0 や上部電極層 5 0 のエッチング時に確実にオーバーエッチングを防止でき、電気抵抗の増大をより確実に抑えることができる。また、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A の全周に亘って第二圧電体層 4 0 が形成される構成に比べると、メンブレン 1 2 1 の撓みに対する抵抗が増大することがなく、大音圧の超音波を出力することもできる。

20

さらには、第二圧電体層 4 0 は、開口部 1 1 1 の縁部 1 1 1 A から、メンブレン 1 2 1 の振動を阻害するおそれのある距離 L の範囲内のみ形成されず、その他の全領域に第二圧電体層 4 0 が形成される構成としてもよい。

【 0 0 6 2 】

また、上記実施形態では、支持膜 1 2 上に、下部電極層 2 0 が形成される構成を例示したが、これに限定されるものではない。例えば、支持膜 1 2 がエッチングされて、例えば絶縁層などの他層がエッチング部位に積層され、この他層上に下部電極層 2 0 が形成される構成などとしてもよい。

【 0 0 6 3 】

以上、本発明を実施するための最良の構成について具体的に説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明は、主に特定の実施形態に関して特に図示され、かつ、説明されているが、本発明の技術的思想および目的の範囲から逸脱することなく、以上述べた実施形態に対し、当業者が様々な変形および改良を加えることができるものである。

30

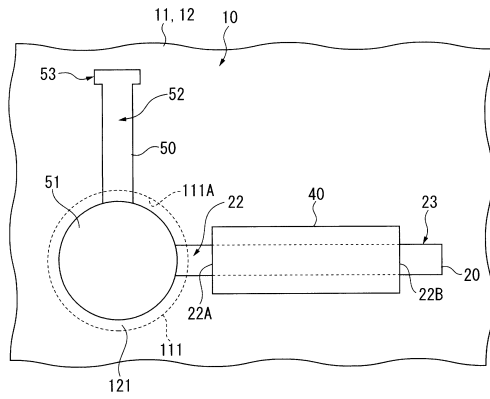
【符号の説明】

【 0 0 6 4 】

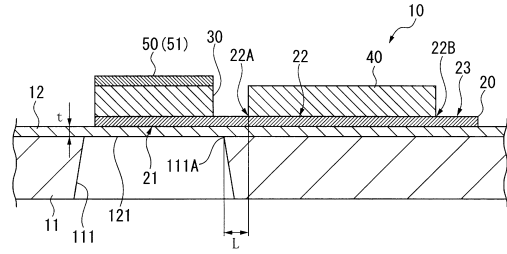
1 ... 超音波トランスデューサー、1 0 , 1 0 A , 1 0 B ... 圧電素子、1 1 ... 基板、1 2 ... 支持膜、2 0 ... 下部電極層、2 1 ... 下部電極本体部、2 2 ... 下部電極線部、3 0 ... 第一圧電体層、4 0 ... 第二圧電体層、5 0 ... 上部電極層、1 1 1 ... 開口部、1 1 1 A ... 開口部の縁部、6 0 ... 圧電体層、7 0 ... 配線層である補助電極層、2 2 1 ... 素子接続線、2 2 2 ... 下部電極配線。

40

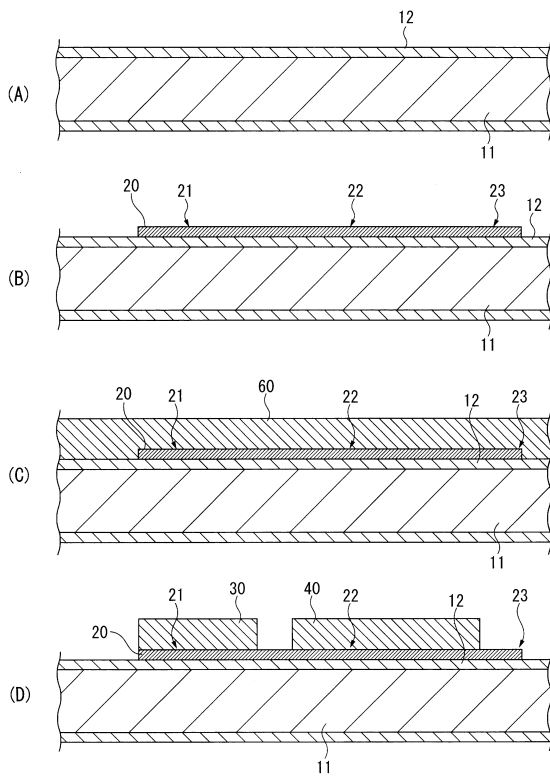
【図1】



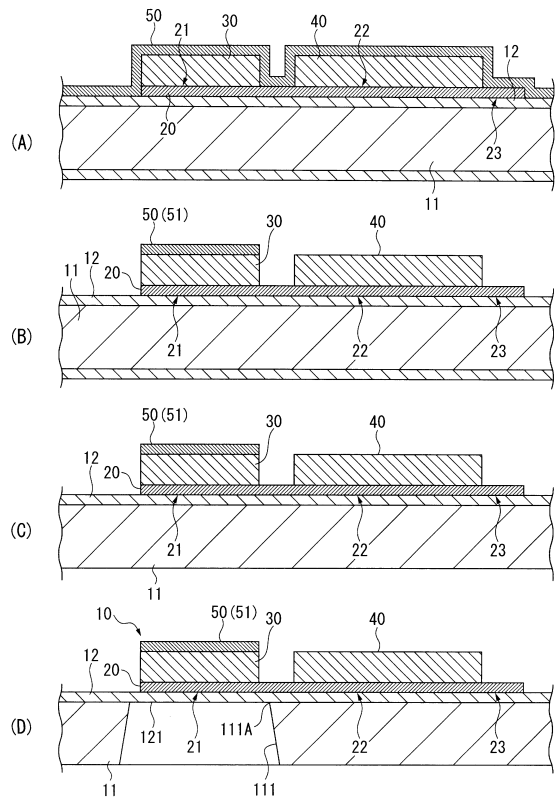
【図2】



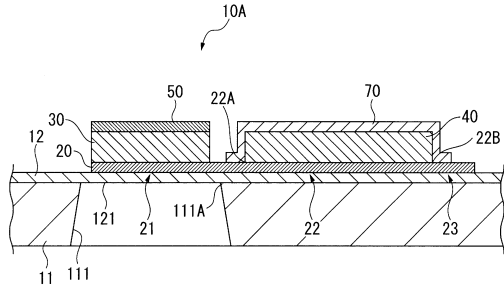
【図3】



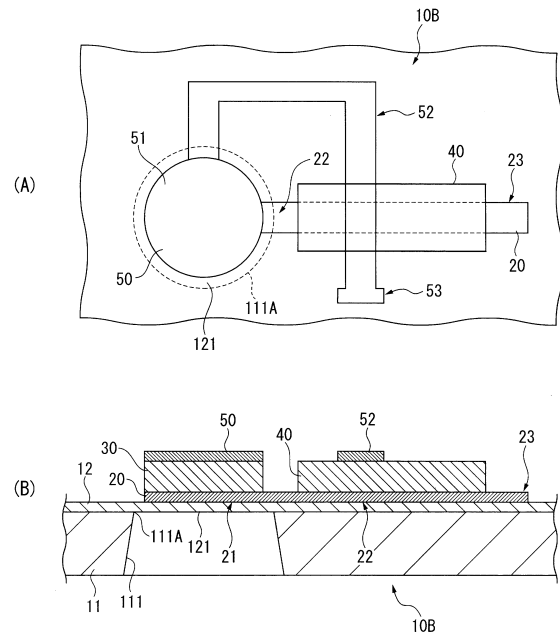
【図4】



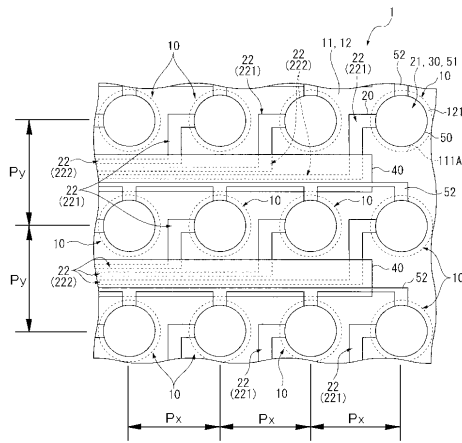
【 図 5 】



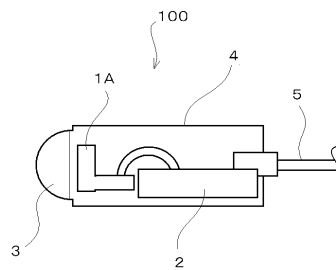
【 図 6 】



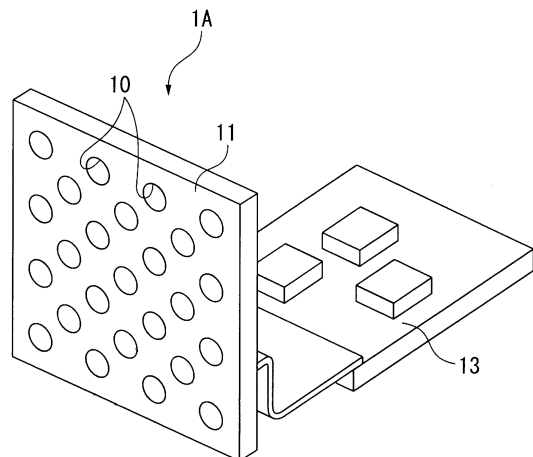
【 図 7 】




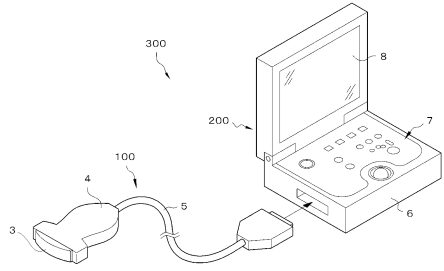
【 図 8 】



【 図 9 】



【 10】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-066197(JP,A)  
特開平10-051041(JP,A)  
特開2002-271897(JP,A)  
特開2000-108347(JP,A)  
国際公開第2010/061912(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R	17/00
A61B	8/00
B06B	1/06
H01L	41/09

专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断成像设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP5834657B2</a>	公开(公告)日	2015-12-24
申请号	JP2011197988	申请日	2011-09-12
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	松田洋史		
发明人	松田 洋史		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 H01L41/09 B06B1/06		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/4444		
FI分类号	H04R17/00.330.H A61B8/00 H01L41/08.C B06B1/06.Z H01L41/08.J H01L41/08.Z H01L41/18.101.B H01L41/18.101.C H01L41/18.101.D H01L41/18.101.Z H01L41/22 H01L41/22.Z H04R31/00.330		
F-TERM分类号	4C601/EE03 4C601/EE09 4C601/EE14 4C601/EE15 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB41 5D019 /AA21 5D019/BB29 5D019/FF04 5D019/HH02 5D107/AA02 5D107/BB07 5D107/CC02 5D107/CC10 5D107/CC11 5D107/CC12		
代理人(译)	须泽 修		
审查员(译)	武田雄二		
其他公开文献	JP2013062571A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

具有电极的超声波探头电阻的小的压电元件，并提供了一个超声系统。压电元件10包括基板11具有开口111，支撑膜12具有柔软性封闭开口111，在支撑薄膜12上形成，同时，在平面图中，该开口下部电极本体部分21在111处，并连接到下电极本体部21，具有横跨内侧的下部电极线部分22和在平面图中以外的开口部111的下部电极层20，开口内111，形成在下部电极主体部21上的第一压电体层30，两者都跨越内外在平面图中的开口111形成的，至少部分地堆叠在第一压电体层30上它是，和从所述下部电极层20绝缘，在支撑膜12与上部电极层50包括至少形成在所述下部电极布线部分22的一部分上的第二压电体层40。 .The

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第5834657号 (P5834657)
(45) 発行日 平成27年12月24日(2015.12.24)	(24) 登録日 平成27年11月13日(2015.11.13)	
(51) Int. Cl. F I		
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00	330H
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	
H01L 41/09 (2006.01)	H01L 41/08	C
B06B 1/06 (2006.01)	B06B 1/06	Z
請求項の数 8 (全 18 頁)		
(21) 出願番号 特願2011-197988 (P2011-197988)	(73) 特許権者 000002369	
(22) 出願日 平成23年9月12日(2011.9.12)	セイコーエプソン株式会社	
(65) 公開番号 特開2013-62571 (P2013-62571A)	東京都新宿区西新宿2丁目4番1号	
(43) 公開日 平成25年4月4日(2013.4.4)	100085728	
審査請求日 平成26年9月3日(2014.9.3)	(74) 代理人 弁理士 上柳 雅智	
	100107261	
	(74) 代理人 弁理士 須澤 修	
	松田 洋史	
	(72) 発明者 松田 洋史	
	長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内	
	審査官 武田 裕司	
		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波プローブおよび超音波画像診断装置