

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-209728  
(P2014-209728A)

(43) 公開日 平成26年11月6日(2014.11.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4R 17/00 (2006.01)	HO4R 17/00 330F	4C601
HO1L 41/09 (2006.01)	HO1L 41/09	5D019
HO1L 41/311 (2013.01)	HO1L 41/311	
HO1L 41/113 (2006.01)	HO1L 41/113	
A61B 8/00 (2006.01)	HO4R 17/00 332B	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-58149 (P2014-58149)  
 (22) 出願日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)  
 (31) 優先権主張番号 特願2013-71581 (P2013-71581)  
 (32) 優先日 平成25年3月29日 (2013. 3. 29)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 100090479  
 弁理士 井上 一  
 (74) 代理人 100104710  
 弁理士 竹腰 昇  
 (74) 代理人 100124682  
 弁理士 黒田 泰  
 (72) 発明者 清瀬 摂内  
 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  
 (72) 発明者 鈴木 博則  
 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

最終頁に続く

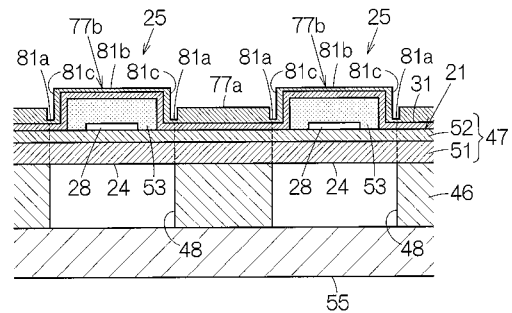
(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサー装置およびプローブ並びに電子機器および超音波画像装置

(57) 【要約】

【課題】 振動膜の可撓性を良好に維持しつつ導電体の保護を実現する超音波トランスデューサー装置を提供する。

【解決手段】 振動膜 2 4 の表面に圧電素子 2 5 が形成される。基体の厚み方向の平面視で振動膜 2 4 の領域内および振動膜 2 4 の領域外に導電体 3 1 が配置される。基体の厚み方向の平面視で領域外のみにおいて導電体 3 1 上に第 1 絶縁膜 7 7 a が形成される。振動膜 2 4 の領域内のみにおいて第 2 絶縁膜 7 7 b は形成される。第 2 絶縁膜 7 7 b は第 1 絶縁膜 7 7 a の膜厚よりも小さい膜厚を有し、かつ、少なくとも圧電素子 2 5 の一部の上に形成される。

【選択図】 図 1 0



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の振動膜がアレイ状に配置された基体と、  
前記振動膜上に形成される圧電素子と、  
前記基体上に形成されて、前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域内および前記振動膜の領域外に配置される導電体と、  
前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域外のみにおいて前記導電体上に形成される第 1 絶縁膜と、  
前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域内のみにおいて、前記第 1 絶縁膜の膜厚よりも小さい膜厚を有し、かつ、少なくとも前記圧電素子の一部の上に形成される第 2 絶縁膜と、  
を備えることを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波トランスデューサー装置において、前記第 2 絶縁膜の膜厚よりも小さい膜厚を有して前記第 1 絶縁膜と前記第 2 絶縁膜とに接続される第 3 絶縁膜をさらに備えることを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波トランスデューサー装置において、  
前記圧電素子は、  
前記振動膜上に形成される第 1 電極と、  
前記第 1 電極の少なくとも一部を覆うように形成される圧電体膜と、  
前記圧電体膜の少なくとも一部を覆うように形成される第 2 電極と、を有し、  
前記導電体は、  
前記第 1 電極と接続される第 1 導電体部と、  
前記第 2 電極と接続される第 2 導電体部と、を有し、  
前記超音波トランスデューサー装置は、前記第 2 電極または前記第 2 導電体部に覆われていない前記圧電体膜を覆うように形成される第 4 絶縁膜をさらに有することを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

20

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波トランスデューサー装置において、前記第 4 絶縁膜は前記第 2 電極を挟んで前記第 2 電極の両側に分離して配置されることを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

30

## 【請求項 5】

請求項 3 に記載の超音波トランスデューサー装置において、  
前記圧電体膜は、前記第 1 電極の少なくとも一部および前記振動膜の一部を覆い、  
前記第 2 絶縁膜は、前記第 2 電極上に形成されて、第 1 膜厚を有する第 1 膜体部と、前記圧電素子の側面の前記圧電体膜を覆い前記第 1 膜厚よりも大きい第 2 膜厚を有する第 2 膜体部とを有することを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

## 【請求項 6】

請求項 3 に記載の超音波トランスデューサー装置において、  
前記圧電体膜は、前記第 1 電極上に積層されて、前記第 1 電極により前記振動膜の表面から隔てられて形成されており、  
前記第 2 電極は、前記圧電体膜上に積層されて、前記圧電体膜により前記第 1 電極から隔てられて形成されており、  
前記第 2 絶縁膜は、前記第 2 電極上に形成されて、第 1 膜厚を有する第 1 膜体部と、前記圧電素子の側面で前記第 2 電極、前記圧電体膜および前記第 1 電極を覆い、前記第 1 膜厚よりも大きい第 2 膜厚を有する第 2 膜体部とを有することを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

40

## 【請求項 7】

50

複数の振動膜がアレイ状に配置された基体と、  
前記振動膜上に形成される圧電素子と、  
前記基体上に形成されて、前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域内および前記振動膜の領域外に配置される導電体と、を備える超音波トランスデューサー装置であって、

前記基体の厚み方向からの平面視で前記複数の振動膜は長辺および短辺を有する矩形形状を有し、

前記基体の厚み方向からの平面視で、前記振動膜の領域外および前記振動膜の二つの長辺の一部のみを覆うように形成される絶縁膜を有することを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

10

【請求項 8】

請求項 7 に記載の超音波トランスデューサー装置において、

前記絶縁膜は、前記基体の厚み方向からの平面視で、前記振動膜の領域外および前記振動膜の二つの短辺を覆うように形成されることを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項 9】

請求項 7 または 8 に記載の超音波トランスデューサー装置において、

前記圧電素子は、

前記振動膜上に形成される第 1 電極と、

前記第 1 電極の少なくとも一部を覆うように形成される圧電体膜と、

前記圧電体膜の少なくとも一部を覆うように形成される第 2 電極と、を有し、

前記導電体は、

前記第 1 電極と接続される第 1 導電体部と、

前記第 2 電極と接続される第 2 導電体部と、を有し、

前記絶縁膜は、前記第 2 電極または前記第 2 導電体部に覆われていない前記圧電体膜を覆うように形成される

ことを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

20

【請求項 10】

請求項 9 に記載の超音波トランスデューサー装置において、前記絶縁膜は前記第 2 電極を挟んで前記第 2 電極の両側に配置されることを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

30

【請求項 11】

複数の振動膜がアレイ状に配置された基体と、

前記振動膜上に形成される圧電素子と、

前記基体上に形成されて、前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域内および前記振動膜の領域外に配置される導電体と、

前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域外のみ前記導電体上に形成される絶縁膜と、

を備えることを特徴とする超音波トランスデューサー装置。

【請求項 12】

40

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の超音波トランスデューサー装置と、前記超音波トランスデューサー装置を支持する筐体とを備えることを特徴とするプローブ。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の超音波トランスデューサー装置と、前記超音波トランスデューサー装置に接続されて、前記超音波トランスデューサー装置の出力を処理する処理部とを備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 14】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の超音波トランスデューサー装置と、前記超音波トランスデューサー装置に接続されて、前記超音波トランスデューサー装置の出力を処理し、画像を生成する処理部と、前記画像を表示する表示装置と、を備えることを特徴とす

50

る超音波画像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波トランスデューサー装置、並びに、それを利用したプローブ、電子機器および超音波画像装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波トランスデューサー装置は一般に知られる。例えば、特許文献1に記載の超音波トランスデューサー装置では複数の振動膜がアレイ状に配置される。振動膜上に圧電素子が形成される。圧電素子は保護膜で覆われる。保護膜は振動膜の内側領域および外側領域に均一な厚みで広がる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-51688号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

振動膜に超音波は作用する。超音波は振動膜の超音波振動を引き起こす。振動膜の超音波振動に応じて圧電素子から電流が出力される。こうして超音波トランスデューサー装置は超音波を検出する。このとき、保護膜が振動膜の内側領域および外側領域に連続して満遍なく均一な厚みで広がると、振動膜の可撓性は減少してしまう。超音波の検出感度は低下してしまう。

20

【0005】

本発明の少なくとも1つの態様によれば、振動膜の可撓性を良好に維持しつつ導電体の保護を実現する超音波トランスデューサー装置は提供されることができる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1)本発明の一態様は、複数の振動膜がアレイ状に配置された基体と、前記振動膜上に形成される圧電素子と、前記基体上に形成されて、前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域内および前記振動膜の領域外に配置される導電体と、前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域外のみにおいて前記導電体上に形成される第1絶縁膜と、前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域内のみにおいて、前記第1絶縁膜の膜厚よりも小さい膜厚を有し、かつ、少なくとも前記圧電素子の一部の上に形成される第2絶縁膜とを備える超音波トランスデューサー装置に関する。

30

【0007】

振動膜には超音波が作用する。超音波は振動膜の超音波振動を引き起こす。振動膜の超音波振動に応じて圧電素子から電流が出力される。こうして超音波トランスデューサー装置は超音波を検出する。ここで、第1絶縁膜は導電体を保護する。第1絶縁膜は振動膜に係らないことから、振動膜の可撓性は良好に維持される。したがって、超音波の検出感度は維持されることができる。第2絶縁膜は第1絶縁膜よりも薄いことから、振動膜の振動動作は良好に維持されることができる。

40

【0008】

(2)超音波トランスデューサー装置は、前記第2絶縁膜の膜厚よりも小さい膜厚を有して前記第1絶縁膜と前記第2絶縁膜とに接続される第3絶縁膜をさらに備えることができる。第3絶縁膜は振動膜の領域内で導電体に被さることができる。こうして導電体はさらに確実に保護される。第3絶縁膜は第1および第2絶縁膜よりも薄いことから、振動膜の振動動作は良好に維持されることができる。

【0009】

50

(3) 前記圧電素子は、前記振動膜上に形成される第1電極と、前記第1電極の少なくとも一部を覆うように形成される圧電体膜と、前記圧電体膜の少なくとも一部を覆うように形成される第2電極とを有することができる。このとき、前記導電体は、前記第1電極と接続される第1導電体部と、前記第2電極と接続する第2導電体部とを有することができ、超音波トランスデューサー装置は、前記第2電極または前記第2導電体部に覆われていない前記圧電体膜を覆うように形成される第4絶縁膜をさらに有することができる。

【0010】

(4) 前記第4絶縁膜は前記第2電極を挟んで前記第2電極の両側に分離して配置されることができる。

【0011】

(5) 前記圧電体膜は、前記第1電極の少なくとも一部および前記振動膜の一部を覆い、前記第2絶縁膜は、前記第2電極上に形成されて、第1膜厚を有する第1膜体部と、前記圧電素子の側面の前記圧電体膜を覆い前記第1膜厚よりも大きい第2膜厚を有する第2膜体部とを有することができる。

【0012】

(6) 前記圧電体膜は、前記第1電極上に積層されて、前記第1電極により前記振動膜の表面から隔てられて形成されており、前記第2電極は、前記圧電体膜上に積層されて、前記圧電体膜により前記第1電極から隔てられて形成されており、前記第2絶縁膜は、前記第2電極上に形成されて、第1膜厚を有する第1膜体部と、前記圧電素子の側面で前記第2電極、前記圧電体膜および前記第1電極を覆い、前記第1膜厚よりも大きい第2膜厚を有する第2膜体部とを有することができる。

【0013】

(7) 本発明の他の態様は、複数の振動膜がアレイ状に配置された基体と、前記振動膜上に形成される圧電素子と、前記基体上に形成されて、前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域内および前記振動膜の領域外に配置される導電体と、を備える超音波トランスデューサー装置であって、前記基体の厚み方向からの平面視で前記複数の振動膜は長辺および短辺を有する矩形形状を有し、前記基体の厚み方向からの平面視で、前記振動膜の領域外および前記振動膜の二つの長辺の一部のみを覆うように形成される絶縁膜を有する超音波トランスデューサー装置に関する。

【0014】

(8) 前記絶縁膜は、前記基体の厚み方向からの平面視で、前記振動膜の領域外および前記振動膜の二つの短辺を覆うように形成されることができる。

【0015】

(9) 前記圧電素子は、前記振動膜上に形成される第1電極と、前記第1電極の少なくとも一部を覆うように形成される圧電体膜と、前記圧電体膜の少なくとも一部を覆うように形成される第2電極とを有することができる。このとき、前記導電体は、前記第1電極と接続される第1導電体部と、前記第2電極と接続される第2導電体部とを有することができ、前記第2絶縁膜は、前記第2電極または前記第2導電体部に覆われていない前記圧電体膜を覆うように形成されることができる。

【0016】

(10) 前記絶縁膜は前記第2電極を挟んで前記第2電極の両側に配置されることができる。

【0017】

(11) 本発明のさらに他の態様は、複数の振動膜がアレイ状に配置された基体と、前記振動膜上に形成される圧電素子と、前記基体上に形成されて、前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域内および前記振動膜の領域外に配置される導電体と、前記基体の厚み方向からの平面視で前記振動膜の領域外のみ前記導電体上に形成される絶縁膜とを備える超音波トランスデューサー装置に関する。

【0018】

振動膜には超音波が作用する。超音波は振動膜の超音波振動を引き起こす。振動膜の超

10

20

30

40

50

音波振動に応じて圧電素子から電流が出力される。こうして超音波トランスデューサー装置は超音波を検出する。ここで、絶縁膜は導電体を保護する。絶縁膜は振動膜に係らないことから、振動膜の可撓性は良好に維持される。したがって、超音波の検出感度は維持されることができる。

【0019】

(12) いずれの超音波トランスデューサー装置もプローブに組み込まれて利用されることができる。プローブは、超音波トランスデューサー装置と、前記超音波トランスデューサー装置を支持する筐体とを備えることができる。

【0020】

(13) 超音波トランスデューサー装置は電子機器に組み込まれて利用されることができる。電子機器は、超音波トランスデューサー装置と、前記超音波トランスデューサー装置に接続されて、前記超音波トランスデューサー装置の出力を処理する処理部とを備えることができる。

10

【0021】

(14) 超音波トランスデューサー装置は超音波画像装置に組み込まれて利用されることができる。超音波画像装置は、超音波トランスデューサー装置と、前記超音波トランスデューサー装置に接続されて、前記超音波トランスデューサー装置の出力を処理し、画像を生成する処理部と、前記画像を表示する表示装置とを備えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

20

【図1】一実施形態に係る電子機器の一具体例すなわち超音波診断装置を概略的に示す外觀図である。

【図2】超音波プローブの拡大正面図である。

【図3】第1実施形態に係る超音波トランスデューサー素子ユニットの拡大平面図である。

【図4】図3のA-A線に沿った断面図である。

【図5】図3のB-B線に沿った断面図である。

【図6】超音波診断装置の回路構成を概略的に示すブロック図である。

【図7】第2実施形態に係る超音波トランスデューサー素子ユニットの拡大平面図である。

30

【図8】図7のC-C線に沿った断面図である。

【図9】図8に対応し、第1絶縁膜および第2絶縁膜の形成方法を概略的に示す断面図である。

【図10】図8に対応し、第2実施形態の変形例に係る超音波トランスデューサー素子ユニットの断面図である。

【図11】図8に対応し、第2実施形態の他の変形例に係る超音波トランスデューサー素子ユニットの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

40

【0024】

(1) 超音波診断装置の全体構成

図1は本発明の一実施形態に係る電子機器の一具体例すなわち超音波診断装置(超音波画像装置)11の構成を概略的に示す。超音波診断装置11は装置端末12と超音波プローブ(プローブ)13とを備える。装置端末12と超音波プローブ13とはケーブル14で相互に接続される。装置端末12と超音波プローブ13とはケーブル14を通じて電気信号をやりとりする。装置端末12にはディスプレイパネル(表示装置)15が組み込まれる。ディスプレイパネル15の画面は装置端末12の表面で露出する。装置端末12で

50

は、後述されるように、超音波プローブ13で検出された超音波に基づき画像が生成される。画像化された検出結果がディスプレイパネル15の画面に表示される。

#### 【0025】

図2に示されるように、超音波プローブ13は筐体16を有する。筐体16内には超音波トランスデューサー素子ユニット(以下「素子ユニット」という)17が収容される。素子ユニット17の表面は筐体16の表面で露出することができる。素子ユニット17は表面から超音波を出力するとともに超音波の反射波を受信する。その他、超音波プローブ13は、プローブ本体13aに着脱自在に連結されるプローブヘッド13bを備えることができる。このとき、素子ユニット17はプローブヘッド13bの筐体16内に組み込まれることができる。

10

#### 【0026】

図3は第1実施形態に係る素子ユニット17の平面図を概略的に示す。素子ユニット17は基体21を備える。基体21には素子アレイ22が形成される。素子アレイ22は超音波トランスデューサー素子(以下「素子」という)23の配列で構成される。配列は複数行複数列のマトリクスで形成される。その他、配列では千鳥配置が確立されてもよい。千鳥配置では偶数列の素子23群は奇数列の素子23群に対して行ピッチの2分の1でずらされればよい。奇数列および偶数列の一方の素子数は他方の素子数に比べて1つ少なくてもよい。

#### 【0027】

個々の素子23は振動膜24を備える。振動膜24の詳細は後述される。図3では振動膜24の膜面に直交する方向の平面視(基板の厚み方向の平面視)で振動膜24の輪郭が点線で描かれる。輪郭の内側は振動膜24の領域内に相当する。輪郭の外側は振動膜24の領域外に相当する。振動膜24上には圧電素子25が形成される。圧電素子25では、後述されるように、上電極(第2電極)26および下電極(第1電極)27の間に圧電体膜(図示されず)が挟まれる。これらは順番に重ねられる。素子ユニット17は1枚の超音波トランスデューサー素子チップとして構成される。

20

#### 【0028】

基体21の表面には複数本の第1導電体28が形成される。第1導電体28は配列の列方向に相互に平行に延びる。1列の素子23ごとに1本の第1導電体28が割り当てられる。1本の第1導電体28は配列の列方向に並ぶ素子23に共通に配置される。第1導電体28は個々の素子23ごとに下電極27を形成する。第1導電体28は下電極27に接続される導電体すなわち第1導電体部を形成する。このように第1導電体28は振動膜24の領域内および領域外に配置される。第1導電体28には例えばチタン(Ti)、イリジウム(Ir)、白金(Pt)およびチタン(Ti)の積層膜が用いられることができる。ただし、第1導電体28にはその他の導電材が利用されてもよい。

30

#### 【0029】

基体21の表面には複数本の第2導電体31が形成される。第2導電体31は配列の行方向に相互に平行に延びる。1行の素子23ごとに1本の第2導電体31が割り当てられる。1本の第2導電体31は配列の行方向に並ぶ素子23に共通に接続される。第2導電体31は個々の素子23ごとに上電極26を形成する。第2導電体31は上電極26に接続される導電体すなわち第2導電体部を形成する。第2導電体31の両端は1対の引き出し配線32にそれぞれ接続される。引き出し配線32は配列の列方向に相互に平行に延びる。したがって、全ての第2導電体31は同一長さを有する。こうしてマトリクス全体の素子23に共通に上電極26は接続される。このように第2導電体31は振動膜24の内側領域および外側領域に配置される。第2導電体31は例えばイリジウム(Ir)で形成される。ただし、第2導電体31にはその他の導電材が利用されてもよい。

40

#### 【0030】

列ごとに素子23の通電は切り替えられる。こうした通電の切り替えに応じてリニアスキャンやセクタスキャンは実現される。1列の素子23は同時に超音波を出力することから、1列の個数すなわち配列の行数は超音波の出力レベルに応じて決定されることがで

50

きる。行数は例えば10～15行程度に設定されればよい。図中では省略されて5行が描かれる。配列の列数はスキャンの範囲の広がりに応じて決定されることが出来る。列数は例えば128列や256列に設定されればよい。図中では省略されて8列が描かれる。上電極26および下電極27の役割は入れ替えられてもよい。すなわち、マトリクス全体の素子23に共通に下電極が接続される一方で、配列の列ごとに共通に上電極が接続されてもよい。

#### 【0031】

基体21の輪郭は、相互に平行な1対の直線で仕切られて対向する第1辺21aおよび第2辺21bを有する。第1辺21aと素子アレイ22の輪郭との間に1ラインの第1端子アレイ33aが配置される。第2辺21bと素子アレイ22の輪郭との間に1ラインの第2端子アレイ33bが配置される。第1端子アレイ33aは第1辺21aに平行に1ラインを形成することができる。第2端子アレイ33bは第2辺21bに平行に1ラインを形成することができる。第1端子アレイ33aは1対の上電極端子34および複数の下電極端子35で構成される。同様に、第2端子アレイ33bは1対の上電極端子36および複数の下電極端子37で構成される。1本の引き出し配線32の両端にそれぞれ上電極端子34、36は接続される。引き出し配線32および上電極端子34、36は素子アレイ22を二等分する垂直面で対称に形成されればよい。1本の第2導電体31の両端にそれぞれ下電極端子35、37は接続される。第2導電体31および下電極端子35、37は素子アレイ22を二等分する垂直面で対称に形成されればよい。ここでは、基体21の輪郭は矩形に形成される。基体21の輪郭は正方形であってもよく台形であってもよい。

10

20

#### 【0032】

基体21には第1フレキシブルプリント配線板(以下「第1配線板」という)38が連結される。第1配線板38は第1端子アレイ33aに覆い被さる。第1配線板38の一端には上電極端子34および下電極端子35に個別に対応して導電線すなわち第1信号線39が形成される。第1信号線39は上電極端子34および下電極端子35に個別に向き合わせられ個別に接合される。同様に、基体21には第2フレキシブルプリント配線板(以下「第2配線板」という)41が覆い被さる。第2配線板41は第2端子アレイ33bに覆い被さる。第2配線板41の一端には上電極端子36および下電極端子37に個別に対応して導電線すなわち第2信号線42が形成される。第2信号線42は上電極端子36および下電極端子37に個別に向き合わせられ個別に接合される。

30

#### 【0033】

振動膜24上では第2導電体31に並列に電極分離膜(第4絶縁膜)43が配置される。電極分離膜43は第2導電体31の長手方向に帯状に延びる。電極分離膜43は絶縁性および防湿性を有する。電極分離膜43は例えばアルミナ( $Al_2O_3$ )や酸化シリコン( $SiO_2$ )といった防湿性絶縁材から形成される。電極分離膜43は個々の第2導電体31を挟んで第2導電体31の両側に分離して形成される。第2導電体31は振動膜24上で第1導電体28に交差することから、電極分離膜43は振動膜24上で第1導電体28上を横切る。

40

#### 【0034】

基体21上で振動膜24の領域外には絶縁膜44が形成される。絶縁膜44は第1導電体28の長手方向に帯状に延びる。絶縁膜44は振動膜24の領域外のみで第1導電体28に並列に配置される。絶縁膜44は例えばアルミナや酸化シリコンといった防湿性の絶縁材から形成される。絶縁膜44の素材は電極分離膜43の素材と一致すればよい。絶縁膜44は第2導電体31上を横切る。こうして絶縁膜44は第2導電体31上に形成される。絶縁膜44は電極分離膜に連続する。絶縁膜44は、第2導電体31を挟んで第2導電体31の両側に配置される電極分離膜43に接続される。

#### 【0035】

図4に示されるように、基体21は基板46および可撓膜47を備える。基板46の表面に可撓膜47が一面に形成される。基板46には個々の素子23ごとに開口48が形成

50

される。開口 4 8 は基板 4 6 に対してアレイ状に配置される。開口 4 8 が配置される領域の輪郭は素子アレイ 2 2 の輪郭に相当する。隣接する 2 つの開口 4 8 の間には仕切り壁 4 9 が区画される。隣接する開口 4 8 は仕切り壁 4 9 で仕切られる。仕切り壁 4 9 の壁厚みは開口 4 8 の間隔に相当する。仕切り壁 4 9 は相互に平行に広がる平面内に 2 つの壁面を規定する。壁厚みは 2 つの壁面の距離に相当する。すなわち、壁厚みは壁面に直交して壁面の間に挟まれる垂線の長さで規定されることができる。

#### 【 0 0 3 6 】

可撓膜 4 7 は、基板 4 6 の表面に積層される酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) 層 5 1 と、酸化シリコン層 5 1 の表面に積層される酸化ジルコニウム ( $\text{ZrO}_2$ ) 層 5 2 とで構成される。可撓膜 4 7 は開口 4 8 に接する。こうして開口 4 8 の輪郭に対応して可撓膜 4 7 の一部が振動膜 2 4 を形成する。振動膜 2 4 は、可撓膜 4 7 のうち、開口 4 8 に臨むことから基板 4 6 の厚み方向に膜振動することができる部分である。酸化シリコン層 5 1 の膜厚は共振周波数に基づき決定されることができる。

10

#### 【 0 0 3 7 】

振動膜 2 4 の表面に第 1 導電体 2 8、圧電体膜 5 3 および第 2 導電体 3 1 が順番に積層される。圧電体膜 5 3 は例えばジルコニウム酸チタン酸鉛 (PZT) で形成されることができる。圧電体膜 5 3 にはその他の圧電材料が用いられてもよい。圧電体膜 5 3 は下電極 2 7 の少なくとも一部および振動膜 2 4 の一部を覆う。上電極 2 6 は圧電体膜 5 3 の少なくとも一部を覆う。ここでは、第 2 導電体 3 1 の下で圧電体膜 5 3 は完全に第 1 導電体 2 8 の表面を覆う。圧電体膜 5 3 の働きで第 1 導電体 2 8 と第 2 導電体 3 1 との間で短絡は回避されることができる。

20

#### 【 0 0 3 8 】

図 4 に示されるように、電極分離膜 4 3 は圧電素子 2 5 の側面を覆う。すなわち、電極分離膜 4 3 は第 1 導電体 2 8 および第 2 導電体 3 1 の間で圧電体膜 5 3 上に形成される。こうして第 1 導電体 2 8 および第 2 導電体 3 1 の間で圧電体膜 5 3 の表面は電極分離膜 4 3 で覆われる。ここでは、第 1 導電体 2 8 の長手方向に電極分離膜 4 3 は振動膜 2 4 の領域内に留まる。電極分離膜 4 3 は振動膜 2 4 の縁に係らない。

#### 【 0 0 3 9 】

基体 2 1 の表面には保護膜 5 4 が積層される。保護膜 5 4 は例えば全面にわたって基体 2 1 の表面に覆い被さる。その結果、素子アレイ 2 2 や第 1 および第 2 端子アレイ 3 3 a、3 3 b、第 1 および第 2 配線板 3 8、4 1 は保護膜 5 4 で覆われる。保護膜 5 4 には例えばシリコーン樹脂膜が用いられることができる。保護膜 5 4 は、素子アレイ 2 2 の構造や、第 1 端子アレイ 3 3 a および第 1 配線板 3 8 の接合、第 2 端子アレイ 3 3 b および第 2 配線板 4 1 の接合を保護する。

30

#### 【 0 0 4 0 】

基体 2 1 の裏面には補強板 5 5 が固定される。補強板 5 5 の表面に基体 2 1 の裏面が重ねられる。補強板 5 5 は素子ユニット 1 7 の裏面で開口 4 8 を閉じる。補強板 5 5 はリジッドな基材を備えることができる。補強板 5 5 は例えばシリコン基板から形成されることができる。基体 2 1 の板厚は例えば  $100\ \mu\text{m}$  程度に設定され、補強板 5 5 の板厚は例えば  $100\sim 150\ \mu\text{m}$  程度に設定される。ここでは、仕切り壁 4 9 は補強板 5 5 に結合される。補強板 5 5 は個々の仕切り壁 4 9 に少なくとも 1 カ所の接合域で接合される。接合にあたって接着剤は用いられることができる。

40

#### 【 0 0 4 1 】

図 5 に示されるように、圧電体膜 5 3 は第 1 導電体 2 8 に覆い被さる。圧電体膜 5 3 は第 1 導電体 2 8 の縁から外側に広がる範囲で振動膜 2 4 の表面に接触する。圧電体膜 5 3 は第 1 導電体 2 8 と第 2 導電体 3 1 とを相互に完全に分離する。第 1 導電体 2 8 と第 2 導電体 3 1 との短絡は回避される。こうして第 2 導電体 3 1 は配列の行方向に途切れなく延びることができる。絶縁膜 4 4 は第 2 導電体 3 1 を覆う。絶縁膜 4 4 は振動膜 2 4 の領域外で途切れる。絶縁膜 4 4 は振動膜 2 4 の領域外に留まり領域内に入らない。

#### 【 0 0 4 2 】

50

## (2) 超音波診断装置の回路構成

図6に示されるように、超音波診断装置11は素子ユニット17に電氣的に接続される集積回路チップ58を備える。集積回路チップ58はマルチプレクサー59および送受信回路61を備える。マルチプレクサー59は素子ユニット17側のポート群59aと送受信回路61側のポート群59bとを備える。素子ユニット17側のポート群59aには配線62経由で第1信号線39および第2信号線42が接続される。こうしてポート群59aは素子アレイ22に繋がる。ここでは、送受信回路61側のポート群59bには集積回路チップ58内の規定数の信号線63が接続される。規定数はスキャンにあたって同時に出力される素子23の列数に相当する。マルチプレクサー59はケーブル14側のポートと素子ユニット17側のポートとの間で相互接続を管理する。

10

## 【0043】

送受信回路61は規定数の切り替えスイッチ64を備える。個々の切り替えスイッチ64はそれぞれ個別に対応の信号線63に接続される。送受信回路61は個々の切り替えスイッチ64ごとに送信経路65および受信経路66を備える。切り替えスイッチ64には送信経路65と受信経路66とが並列に接続される。切り替えスイッチ64はマルチプレクサー59に選択的に送信経路65または受信経路66を接続する。送信経路65にはパルサー67が組み込まれる。パルサー67は振動膜24の共振周波数に応じた周波数でパルス信号を出力する。受信経路66にはアンプ68、ローパスフィルター(LPF)69およびアナログデジタル変換器(ADC)71が組み込まれる。個々の素子23の出力信号は増幅されてデジタル信号に変換される。

20

## 【0044】

送受信回路61は駆動/受信回路72を備える。送信経路65および受信経路66は駆動/受信回路72に接続される。駆動/受信回路72はスキャンの形態に応じて同時にパルサー67を制御する。駆動/受信回路72はスキャンの形態に応じて出力信号のデジタル信号を受信する。駆動/受信回路72は制御線73でマルチプレクサー59に接続される。マルチプレクサー59は駆動/受信回路72から供給される制御信号に基づき相互接続の管理を実施する。

## 【0045】

装置端末12には処理回路74が組み込まれる。処理回路74は例えば中央演算処理装置(CPU)やメモリーを備えることができる。超音波診断装置11の全体動作は処理回路74の処理に従って制御される。ユーザーから入力される指示に応じて処理回路74は駆動/受信回路72を制御する。処理回路74は素子23の出力信号に応じて画像を生成する。画像は描画データで特定される。

30

## 【0046】

装置端末12には描画回路75が組み込まれる。描画回路75は処理回路74に接続される。描画回路75にはディスプレイパネル15が接続される。描画回路75は処理回路74で生成された描画データに応じて駆動信号を生成する。駆動信号はディスプレイパネル15に送り込まれる。その結果、ディスプレイパネル15に画像が映し出される。

## 【0047】

## (3) 超音波診断装置の動作

次に超音波診断装置11の動作を簡単に説明する。処理回路74は超音波診断モードと感度検出モードとを切り替える。超音波診断モードでは超音波診断装置11で超音波診断が実施されることができる。感度検出モードでは圧電素子25の感度の低下が判定されることができる。処理回路74が超音波診断モードを選択すると、処理回路74は駆動/受信回路72に超音波の送信および受信を指示する。駆動/受信回路72はマルチプレクサー59に制御信号を供給するとともに個々のパルサー67に駆動信号を供給する。パルサー67は駆動信号の供給に応じてパルス信号を出力する。マルチプレクサー59は制御信号の指示に従ってポート群59bのポートにポート群59aのポートを接続する。パルス信号はポートの選択に応じて上電極端子34、36および下電極端子35、37を通じて列ごとに素子23に供給される。パルス信号の供給に応じて振動膜24は振動する。その

40

50

結果、対象物（例えば人体の内部）に向けて所望の超音波ビームは発せられる。

【0048】

超音波の送信後、切り替えスイッチ64は切り替えられる。マルチプレクサー59はポートの接続関係を維持する。切り替えスイッチ64は送信経路65および信号線63の接続に代えて受信経路66および信号線63の接続を確立する。超音波の反射波は振動膜24を振動させる。その結果、素子23から出力信号が出力される。出力信号はデジタル信号に変換されて駆動/受信回路72に送り込まれる。

【0049】

超音波の送信および受信は繰り返される。繰り返しにあたってマルチプレクサー59はポートの接続関係を変更する。その結果、リニアスキャンやセクタスキャンは実現される。10  
スキャンが完了すると、処理回路74は出力信号のデジタル信号に基づき画像を形成する。形成された画像はディスプレイパネル15の画面に表示される。

【0050】

振動膜24には超音波が作用する。超音波は振動膜24の超音波振動を引き起こす。振動膜24の超音波振動に応じて圧電素子25から電流が出力される。こうして個々の素子23は超音波を検出する。ここで、絶縁膜44は第2導電体31を保護する。絶縁膜44は振動膜24に係らないことから、振動膜24の可撓性は良好に維持される。したがって、超音波の検出感度は維持されることができると。20

【0051】

電極分離膜43は第1導電体28および第2導電体31を相互に絶縁する。第1導電体28および第2導電体31の間で短絡は防止される。電極分離膜43は絶縁膜44に連続することから、絶縁膜44は第2導電体31に結合されて電極分離膜43の接合強度を高める。特に、絶縁膜44は、第2導電体31を挟んで第2導電体31の両側に配置される2つの電極分離膜43が相互に離れる方向に変位することを規制することから、たとえ電極分離膜43が圧電素子25の側壁に形成されても、電極分離膜43の接合強度は確実に高められることができる。加えて、絶縁膜44は基体21の表面に形成されることから、絶縁膜44の接合強度は高められることができる。その結果、電極分離膜の接合強度は高められる。20

【0052】

本実施形態では電極分離膜43は防湿性を有する。電極分離膜43は第1導電体28および第2導電体31の間を埋めることから、電極分離膜43は圧電体膜53の表面で防水機能を果たす。電極分離膜43は水分の進入を防止して第1導電体28および第2導電体31の間で短絡を阻止する。30

【0053】

(4) 第2実施形態に係る素子ユニット

図7はおよび図8は第2実施形態に係る素子ユニット17aの平面図を概略的に示す。この第2実施形態では基体21上で振動膜24の領域外に第1絶縁膜77aが形成される。第1絶縁膜77aは第1導電体28の長手方向に帯状に延びる。第1絶縁膜77aは前述の絶縁膜44と同様に振動膜24の領域外のみで第1導電体28に並列に配置される。第1絶縁膜77aは例えばアルミナや酸化シリコンといった防湿性の絶縁材から形成される。第1絶縁膜77aの素材は電極分離膜43の素材と一致すればよい。第1絶縁膜77aは第2導電体31上を横切る。こうして第1絶縁膜77aは第2導電体31上に形成される。第1絶縁膜77aは電極分離膜43に連続する。第1絶縁膜77aは、第2導電体31を挟んで第2導電体31の両側に配置される電極分離膜43に接続される。40

【0054】

振動膜24の内側領域に第2絶縁膜77bが形成される。第2絶縁膜77bは第1導電体28の長手方向に帯状に延びる。第2絶縁膜77bは隣接する電極分離膜43の間で第1絶縁膜77aに並列に延びる。第2絶縁膜77bは少なくとも圧電素子25の一部を覆って振動膜24の領域内で途切れ領域内のみで配置される。第2絶縁膜77bは例えばアルミナや酸化シリコンといった防湿性の絶縁材から形成される。第2絶縁膜77bの素材50

は電極分離膜 43 の素材と一致すればよい。ここでは、図 8 から明らかなように、第 2 絶縁膜 77b は圧電素子 25 の側面を覆う。第 2 絶縁膜 77b は第 2 導電体 31 に覆われていない圧電体膜 53 を覆うように形成される。第 2 絶縁膜 77b は第 1 絶縁膜 77a の膜厚よりも小さい膜厚を有する。このとき、第 2 絶縁膜 77b の膜厚は圧電素子 25 の側面に垂直な方向に測定される。第 2 絶縁膜 77b は電極分離膜 43 に連続する。第 2 絶縁膜 77b は、第 2 導電体 31 を挟んで第 2 導電体 31 の両側に配置される電極分離膜 43 に接続される。

#### 【0055】

第 1 絶縁膜 77a および第 2 絶縁膜 77b は第 2 導電体 31 を保護する。第 1 絶縁膜 77a は振動膜 24 に係らないことから、振動膜 24 の可撓性は良好に維持される。したがって、超音波の検出感度は維持されることができる。加えて、第 2 絶縁膜 77b は圧電素子 25 を保護する。第 2 絶縁膜 77b は振動膜 24 の縁を横切らないことから、振動膜 24 の振動動作は良好に維持されることができる。しかも、第 2 絶縁膜 77b は圧電素子 25 の側壁に形成されることから、振動膜 24 の可撓性に対する影響は最小限に抑えられる。振動膜 24 の可撓性は良好に維持されることができる。さらに、第 2 絶縁膜 77b は、第 2 導電体 31 を挟んで配置される電極分離膜 43 が相互に離れる方向に変位することを規制することから、電極分離膜 43 の接合強度はさらに高められる。

10

#### 【0056】

図 9 に示されるように、第 1 絶縁膜 77a および第 2 絶縁膜 77b の形成にあたって基体 21 の表面では一面に満遍なく絶縁材層が形成される。形成にあたって例えばスパッタリングが用いられればよい。絶縁材層上にはレジスト膜 79 が形成される。レジスト膜 79 は第 1 絶縁膜 77a の形状を象る。ここで、例えばイオンエッチング処理が施されると、レジスト膜 79 以外の領域で絶縁材層は除去されていく。このとき、レジスト膜 79 下では絶縁材層は残存する。レジスト膜 79 の周囲では、基体 21 の表面や振動膜 24 の表面、圧電素子 25 の頂上面に比べて圧電素子 25 の壁面で絶縁材層の除去は遅れる。その結果、基体 21 の表面や振動膜 24 の表面、圧電素子 25 の頂上面で絶縁材層が完全に除去されても、圧電素子 25 の壁面に絶縁材層は残存する。こうして第 2 絶縁膜 77b は形成される。レジスト膜 79 下に比べて圧電素子 25 の壁面では絶縁材層はエッチングに曝されることから、第 2 絶縁膜 77b の膜厚は第 1 絶縁膜 77a の膜厚よりも減少する。

20

#### 【0057】

図 10 に示されるように、基体 21 上では第 3 絶縁膜 81a がさらに形成されてもよい。第 3 絶縁膜 81a は第 1 絶縁膜 77a に第 2 絶縁膜 77b を接続する。ここでは、第 2 絶縁膜 77b は第 1 膜体部 81b と第 2 膜体部 81c とで形成される。第 1 膜体部 81b は圧電素子 25 の頂上面に配置される。第 2 膜体部 81c は圧電素子 25 の側面で圧電体膜 53 の上の第 2 導電体 31 を覆う。第 1 膜体部 81b は隣接する第 2 膜体部 81c を相互に接続する。第 3 絶縁膜 81a および第 2 絶縁膜 77b は例えばアルミナや酸化シリコンといった防湿性の絶縁材から形成される。第 1 絶縁膜 77a の素材は電極分離膜（第 4 絶縁膜）43 の素材と一致すればよい。第 3 絶縁膜 81a および第 1 膜体部 81b の膜厚は一致すればよい。第 3 絶縁膜 81a および第 1 膜体部 81b の膜厚は第 2 膜体部 81c の膜厚よりも小さい。第 3 絶縁膜 81a、第 1 膜体部 81b および第 2 膜体部 81c は、第 2 導電体 31 を挟んで第 2 導電体 31 の両側に配置される電極分離膜（第 4 絶縁膜）43 に連続している。

30

40

#### 【0058】

第 3 絶縁膜 81a および第 1 膜体部 81b は振動膜 24 の内側領域で第 2 導電体 31 に被さる。第 3 絶縁膜 81a および第 1 膜体部 81b は第 2 導電体 31 を保護する。このとき、第 3 絶縁膜 81a は第 1 絶縁膜 77a および第 2 絶縁膜 77b よりも薄いことから、振動膜 24 の振動動作は良好に維持されることができる。しかも、第 3 絶縁膜 81a および第 1 膜体部 81b は、第 2 導電体 31 を挟んで配置される電極分離膜 43 が相互に離れる方向に変位することを規制することから、電極分離膜 43 の接合強度はさらに高められる。

50

## 【 0 0 5 9 】

前述のように、第 1 絶縁膜 7 7 a および第 2 絶縁膜 7 7 b の形成にあたってイオンエッチング処理が用いられることができる。このとき、基体 2 1 の表面や振動膜 2 4 の表面、圧電素子 2 5 の壁面で絶縁材層が残存すれば、第 3 絶縁膜 8 1 a および第 1 膜体部 8 1 b は形成されることができる。レジスト膜 7 9 の周囲では、基体 2 1 の表面や振動膜 2 4 の表面、圧電素子 2 5 の頂上面に比べて圧電素子 2 5 の壁面で絶縁材層の除去は遅れることから、第 3 絶縁膜 8 1 a および第 1 膜体部 8 1 b の膜厚は第 2 膜体部 8 1 c の膜厚よりも減少する。

## 【 0 0 6 0 】

図 1 1 に示されるように、圧電素子 2 5 では下電極 2 7、圧電体膜 5 3 および上電極 2 6 は順番に積層されてもよい。この場合には、圧電体膜 5 3 は下電極 2 7 で振動膜 2 4 の表面から隔てられる。上電極 2 6 は圧電体膜 5 3 で下電極 2 7 から隔てられる。圧電素子 2 5 の側面で下電極 2 7、圧電体膜 5 3 および上電極 2 6 は露出する。第 2 絶縁膜 7 7 b の第 2 膜体部 8 1 c は圧電素子 2 5 の側面で上電極 2 6、圧電体膜 5 3 および下電極 2 7 に被さる。第 2 絶縁膜 7 7 b は上電極 2 6 と下電極 2 7 とを絶縁する。第 2 絶縁膜 7 7 b は上電極 2 6 と下電極 2 7 との短絡を防止する。第 2 絶縁膜 7 7 b の第 1 膜体部 8 1 b は圧電素子 2 5 の頂上面で第 2 導電体 3 1 に被さる。第 2 導電体 3 1 は確実に保護されることができる。図 1 1 に示される実施形態では、前述と同様に、第 1 絶縁膜 7 7 a および第 2 絶縁膜 7 7 b の第 2 膜体部 8 1 c が残されて第 3 絶縁膜 8 1 a および第 2 絶縁膜 7 7 b の第 1 膜体部 8 1 b は省略されてもよい。

10

20

## 【 0 0 6 1 】

なお、上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。したがって、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれる。例えば、明細書または図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語とともに記載された用語は、明細書または図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えられることができる。また、超音波診断装置 1 1、超音波プローブ 1 3、プローブヘッド 1 3 b、素子ユニット 1 7、1 7 a、素子 2 3 等の構成および動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形が可能である。

30

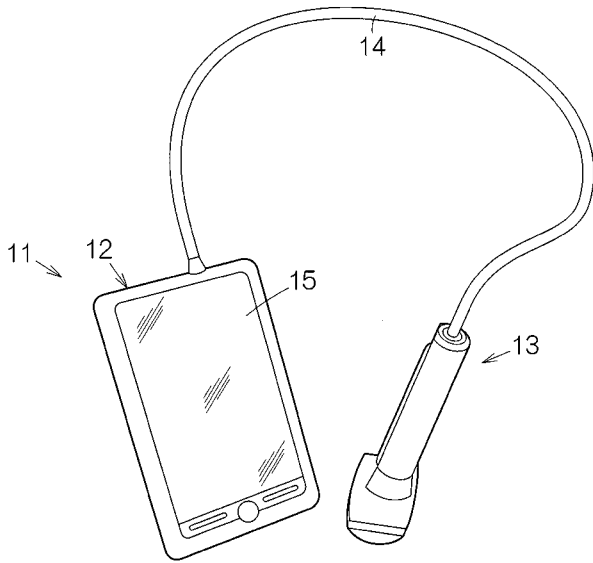
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 2 】

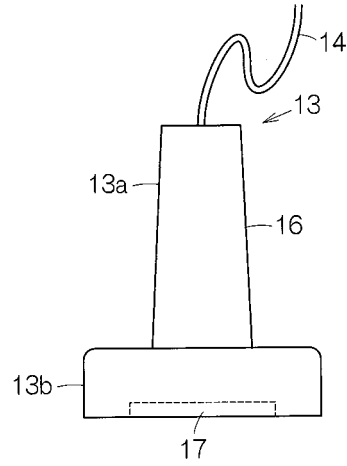
1 1 電子機器および超音波画像装置としての超音波診断装置、1 3 プローブ（超音波プローブ）、1 5 表示装置（ディスプレイパネル）、1 6 筐体、1 7 超音波トランスデューサー装置の一部を構成する超音波トランスデューサー素子ユニット、2 1 基体、2 4 振動膜、2 5 圧電素子、2 6 上電極、2 7 下電極、2 8 導電体（第 1 導電体）、3 1 導電体（第 2 導電体）、4 3 第 4 絶縁膜（電極分離膜）、4 4 絶縁膜、5 3 圧電体膜、7 4 処理部（処理回路）、7 7 a 第 1 絶縁膜、7 7 b 第 2 絶縁膜および第 2 膜体部、8 1 a 第 3 絶縁膜、8 1 b 第 1 膜体部、8 1 c 第 2 膜体部。

。

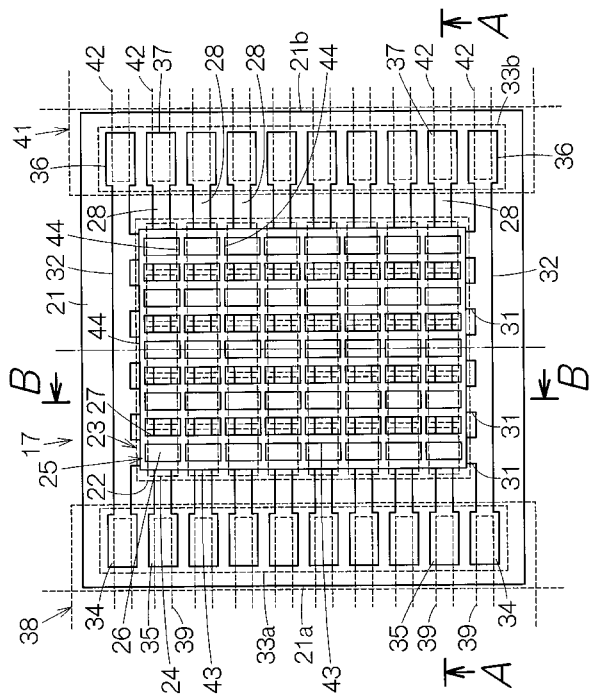
【 図 1 】



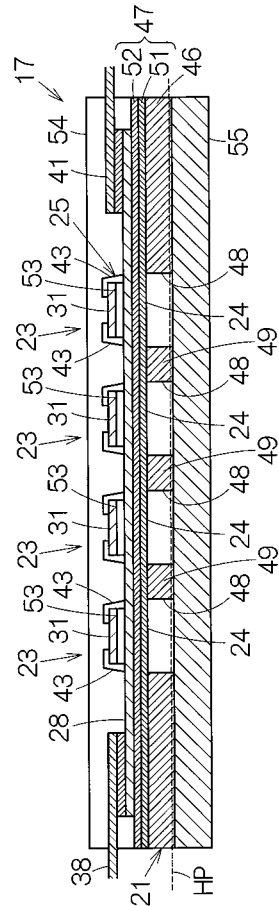
【 図 2 】



【 図 3 】

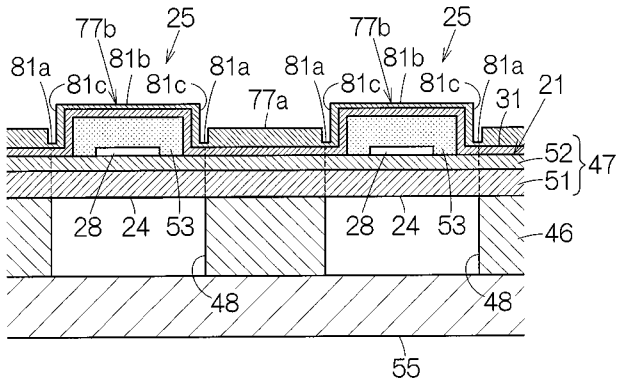


【 図 4 】

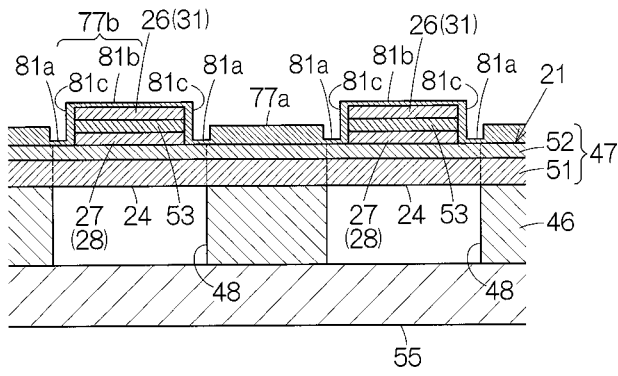




【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

A 6 1 B 8/00

(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

Fターム(参考) 4C601 BB08 EE03 GB06 GB19 GB20 GB21 GB22

5D019 AA20 AA21 AA24 BB17 FF04

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	<a href="#">JP2014209728A5</a>	公开(公告)日	2017-04-20
申请号	JP2014058149	申请日	2014-03-20
[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		
[标]发明人	清瀬 撰内 鈴木 博則 松田 洋史		
发明人	清瀬 撰内 鈴木 博則 松田 洋史		
IPC分类号	H04R17/00 H01L41/09 H01L41/311 H01L41/113 A61B8/00		
CPC分类号	B06B1/0622 A61B8/4483 B06B1/0611 G01N29/44		
FI分类号	H04R17/00.330.F H01L41/09 H01L41/311 H01L41/113 H04R17/00.332.B A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB08 4C601/EE03 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB21 4C601/GB22 5D019/AA20 5D019/AA21 5D019/AA24 5D019/BB17 5D019/FF04		
代理人(译)	井上 一 黑田 靖		
优先权	2013071581 2013-03-29 JP		
其他公开文献	JP6252279B2 JP2014209728A		

摘要(译)

超声波换能器装置(17)包括基座(21),多个压电元件(25),导电体(28,31)和绝缘膜。基座(21)具有以阵列(22)图案布置的多个振动膜部分(24)。压电元件(25)分别设置在振动膜部分(24)上。导电体(28,31)设置在基座(21)上,并且沿着基座的厚度方向观察,在平面图中布置在与每个振动膜部分(24)对应的区域的内部和外部(21)。绝缘膜仅在平面图中对应于每个振动膜部分(24)的区域的外侧设置在导电体(28,31)上。