

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アレイ状に配置された複数の薄膜型超音波トランスデューサー素子を含む素子アレイを有する基板と、

前記素子アレイを覆う音響整合層と、

前記音響整合層の上に配置された音響レンズと、

前記音響レンズに接触し、かつ前記基板に固定されて、前記音響レンズの剛性率よりも大きい剛性率を有する構造体と、
を備えることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響整合層は前記構造体に接触し、かつ前記基板に固定されることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波デバイスにおいて、前記構造体は、前記音響レンズの母線に平行に広がって前記音響レンズの側面にそれぞれ接触する 2 つの側面で前記音響レンズを挟むことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響整合層は、前記音響レンズの側面に面一に広がる側面を有することを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の超音波デバイスにおいて、前記構造体は、前記音響レンズの母線に交差する前記音響レンズの側面にそれぞれ接触する 2 つの側面で前記音響レンズを挟むことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響整合層は、前記母線に交差する前記音響レンズの前記側面に面一に広がる側面を有することを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 7】

請求項 4 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響レンズの母線に交差する前記音響レンズの前記側面および前記音響整合層の前記側面は前記基板の側面に面一であることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスにおいて、前記基板の厚み方向の平面視で前記音響整合層の輪郭の外側で前記基板に結合されるフレキシブルプリント配線板をさらに備え、前記構造体は前記音響整合層と前記フレキシブルプリント配線板との間で前記基板上の導電体上に配置されていることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の超音波デバイスにおいて、前記構造体は前記フレキシブルプリント配線板上に配置されていることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスと、前記超音波デバイス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 11】

請求項 10 に記載のプローブにおいて、前記構造体は前記筐体に固定されることを特徴とするプローブ。

【請求項 12】

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスと、前記超音波デバイスに接続されて、前記超音波デバイス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 13】

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスと、前記超音波デバイスに接続さ

10

20

30

40

50

れて、前記超音波デバイスの出力を処理し、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る超音波画像装置。

【請求項 14】

アレイ状に配置された複数の薄膜型超音波トランスデューサー素子を含む素子アレイを有する基板に、前記基板の厚み方向の平面視で前記素子アレイが配置される領域の両側にマスキング材を配置する工程と、

前記マスキング材の間で前記素子アレイ上に音響整合層および音響レンズを配置する工程と、

前記マスキング材を外して、前記音響レンズに接触し、かつ前記基板に固定されて、前記音響レンズの剛性率よりも大きい剛性率を有する構造体を形成する工程と、

を備えることを特徴とする超音波デバイスの製造方法。

10

【請求項 15】

請求項 14 に記載の超音波デバイスの製造方法において、

前記マスキング材を外した後に、前記領域の両側で前記領域と前記基板の縁との間にフレキシブルプリント配線板を結合する工程と、

前記音響整合層および前記フレキシブルプリント配線板の間に流動性を有する樹脂材を流し込み、当該樹脂材を硬化させて前記構造体を形成する工程と、

を備えることを特徴とする超音波デバイスの製造方法。

【請求項 16】

請求項 14 または 15 に記載の超音波デバイスの製造方法において、

前記音響レンズの配置にあたって前記マスキング材は両側から前記音響レンズを位置決めすることを特徴とする超音波デバイスの製造方法。

20

【請求項 17】

請求項 16 に記載の超音波デバイスの製造方法において、

前記マスキング材は開口を有し、前記マスキング材は開口内の前記音響レンズに対して四方から位置決めを実施することを特徴とする超音波デバイスの製造方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の超音波デバイスの製造方法において、前記音響整合層の配置にあたって前記開口には流動性を有する樹脂材が流し込まれ、前記樹脂材の厚みは前記マスキング材の厚みで制御されることを特徴とする超音波デバイスの製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波デバイスおよびその製造方法、並びに、それら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】

特許文献 1 に開示されるように、超音波診断装置といった超音波画像装置は一般に知られる。超音波画像装置はアレイ状に配置された複数の超音波トランスデューサー素子を備える。超音波トランスデューサー素子はいわゆる c M U T（静電容量型）振動子で形成される。超音波トランスデューサー素子のアレイには音響レンズが被さる。音響レンズは接着剤で超音波トランスデューサー素子のアレイに接着される。音響レンズはシリコンゴムから形成される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008-193357 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

生体とのマッチングにあたって音響レンズは生体に近い音響インピーダンスを有する。したがって、音響レンズは生体と同程度の柔らかさを有する。生体に押し当てられる音響レンズが生体の表面に沿って動かされると、音響レンズは剪断力に曝され、音響レンズの剪断変形が懸念される。例えば特許文献1に開示されるように、音響レンズが超音波プローブの筐体に嵌め込まれて位置決めされる場合には、嵌め込みの誤差に応じて筐体から音響レンズに剪断力が作用し、容易に音響レンズの剪断変形は引き起こされやすい。

【0005】

そこで、剪断力に対して十分に音響レンズの剪断変形を抑制することができる超音波デバイスが望まれていた。

【課題を解決するための手段】

10

【0006】

(1) 本発明の一態様は、アレイ状に配置された複数の薄膜型超音波トランスデューサー素子を含む素子アレイを有する基板と、前記素子アレイを覆う音響整合層と、前記音響整合層の上に配置された音響レンズと、前記音響レンズに接触し、かつ前記基板に固定されて、前記音響レンズの剛性率よりも大きい剛性率を有する構造体とを備える超音波デバイスに関する。

【0007】

生体に押し当てられる音響レンズが生体の表面に沿って動かされると、音響レンズは特定の方向から剪断力に曝される。このとき、剪断の方向に音響レンズは構造体で受け止められる。音響レンズに剪断力が加わっても、音響レンズの剪断変形は防止されることができる。こうして超音波デバイスでは剪断力に対して十分に音響レンズの剪断変形を抑制することができる。

20

【0008】

(2) 超音波デバイスでは、前記音響整合層は前記構造体に接触し、かつ前記基板に固定されていてもよい。剪断の方向に音響整合層は構造体で受け止められる。したがって、音響整合層に剪断力が加わっても、音響整合層の剪断変形を防止することができる。音響整合層の剪断変形の防止は音響レンズの剪断変形の抑制に大いに貢献することができる。

【0009】

(3) 前記構造体は、前記音響レンズの母線に平行に広がって前記音響レンズの側面にそれぞれ接触する2つの側面で前記音響レンズを挟んでもよい。音響レンズには1中心線に平行な母線で形成される部分円筒面が規定される。部分円筒面は超音波の収束に用いられる。部分円筒面で超音波の焦点位置が決定される。構造体の側面は母線に交差する方向に音響レンズを挟むことから、母線に交差する方向に音響レンズの剪断変形は防止される。こうして音響レンズの焦点位置を維持することができる。音響レンズの母線に交差する方向に音響レンズが剪断変形してしまうと、音響レンズの焦点位置にずれが生じることが懸念される。焦点位置がずれてしまうと、精密な超音波画像を描き出すことができない。

30

【0010】

(4) 前記音響整合層は、前記音響レンズの側面に面一に広がる側面を有してもよい。超音波デバイスの製造時に固形の音響レンズは流動性の樹脂材で素子アレイに接着される。樹脂材は硬化して音響整合層を形成する。このとき、基板上では音響レンズの縁を位置決めすると同時に樹脂材の流動を堰き止める物理面が形成される。音響レンズは素子アレイに対して正確に位置決めされる。樹脂材が硬化すると、音響レンズの側面と音響整合層の側面とは面一に連続する。

40

【0011】

(5) 前記構造体は、前記音響レンズの母線に交差する前記音響レンズの側面にそれぞれ接触する2つの側面で前記音響レンズを挟んでもよい。ここでは、構造体の側面は音響レンズの母線に沿った方向に音響レンズを挟むことから、母線に沿った方向に音響レンズの剪断変形は防止される。こうした剪断変形の防止は焦点位置のずれの防止に大いに寄与することができる。

【0012】

50

(6) 前記音響整合層は、前記母線に交差する前記音響レンズの前記側面に面一に広がる側面を有してもよい。超音波デバイスの製造時に固形の音響レンズは流動性の樹脂材で素子アレイに接着される。樹脂材は硬化して音響整合層を形成する。このとき、基板上では音響レンズの縁を位置決めすると同時に樹脂材の流動を堰き止める物理面が形成される。音響レンズは素子アレイに対して正確に位置決めされる。樹脂材が硬化すると、音響レンズの側面と音響整合層の側面とは面一に連続する。

【0013】

(7) 前記音響レンズの母線に交差する前記音響レンズの前記側面および前記音響整合層の前記側面は前記基板の側面に面一であってもよい。音響整合層の形成にあたって、基板の縁に対して音響レンズの縁を位置決めすると同時に樹脂材の流動を堰き止める物理面は形成される。物理面は、音響レンズの母線に平行な方向に音響レンズの移動を規制する。音響レンズの縁は基板の縁に合わせ込まれる。樹脂材が硬化すると、音響レンズの側面と音響整合層の側面とは基板の側面に面一に連続する。

【0014】

(8) 前記基板の厚み方向の平面視で前記音響整合層の輪郭の外側で前記基板に結合されるフレキシブルプリント配線板をさらに備え、前記構造体は前記音響整合層と前記フレキシブルプリント配線板との間で前記基板上の導電体上に配置されていてもよい。素子アレイとフレキシブルプリント配線板とは基板上の導電体で相互に電氣的に接続される。導電体は音響整合層とフレキシブルプリント配線板との間で構造体で覆われることから、導電体の露出は回避される。こうして基板上の導電体は保護される。

【0015】

(9) 前記構造体は前記フレキシブルプリント配線板上に配置されていてもよい。構造体はフレキシブルプリント配線板の固定強度を補強することができる。

【0016】

(10) 超音波デバイスはプローブに組み込まれて利用されてもよい。このとき、プローブは、超音波デバイスと、前記超音波デバイスを支持する筐体とを備えればよい。

【0017】

(11) プローブでは、前記構造体は前記筐体に固定されてもよい。プローブの製造にあたって超音波デバイスは筐体に収容される。筐体内で構造体は超音波デバイスの移動を防止する。音響レンズは確実に筐体に固定される。

【0018】

(12) 超音波デバイスは電子機器に組み込まれて利用されてもよい。このとき、電子機器は、超音波デバイスと、前記超音波デバイスに接続されて、前記超音波デバイスの出力を処理する処理部とを備えることができる。

【0019】

(13) 超音波デバイスは超音波画像装置に組み込まれて利用されてもよい。このとき、超音波画像装置は、超音波デバイスと、前記超音波デバイスに接続されて、前記超音波デバイスの出力を処理し、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。

【0020】

(14) 本発明の他の態様は、基材上にアレイ状に配置された複数の薄膜型超音波トランスデューサー素子を含む素子アレイを有する基板に、前記基板の厚み方向の平面視で前記素子アレイが配置される領域の両側にマスキング材を配置する工程と、前記マスキング材の間で前記素子アレイ上に音響整合層および音響レンズを配置する工程と、前記マスキング材を外して、前記音響レンズに接触し、かつ前記基板に固定されて、前記音響レンズの剛性率よりも大きい剛性率を有する構造体を形成する工程とを備える超音波デバイスの製造方法に関する。こうして前述の超音波デバイスを製造することができる。

【0021】

(15) 超音波デバイスの製造方法は、前記マスキング材を外した後に、前記領域の両側で前記領域と前記基板の縁との間にフレキシブルプリント配線板を結合する工程と、前

10

20

30

40

50

記音響整合層および前記フレキシブルプリント配線板の間に流動性を有する樹脂材を流し込み、当該樹脂材を硬化させて前記構造体を形成する工程とを備えてもよい。

【0022】

素子アレイとフレキシブルプリント配線板とは基板上の導電体で相互に電氣的に接続される。導電体は音響整合層とフレキシブルプリント配線板との間で構造体で覆われることから、導電体の露出は回避される。構造体の形成にあたって音響整合層およびフレキシブルプリント配線板の間の空間には樹脂材が流し込まれる。樹脂材は確実に導電体に被さることができる。その一方で、例えば滴下された樹脂材が他の部材で押し広げられて空間に樹脂材が充填される場合には、空間の隅に樹脂材が十分に行き渡ることができない。

【0023】

(16) 超音波デバイスの製造方法では、前記音響レンズの配置にあたって前記マスキング材は両側から前記音響レンズを位置決めしてもよい。マスキング材の働きで音響レンズを高い精度で素子アレイに対して位置決めすることができる。

【0024】

(17) 前記マスキング材は開口を有することができ、前記マスキング材は開口内の前記音響レンズに対して四方から位置決めを実施してもよい。マスキング材の働きで音響レンズを高い精度で素子アレイに対して位置決めすることができる。

【0025】

(18) 前記音響整合層の配置にあたって前記開口には流動性を有する樹脂材が流し込まれ、前記樹脂材の厚みは前記マスキング材の厚みで制御されてもよい。開口は基板上に素子アレイを囲む枠体を区画する。枠体には音響整合層の樹脂材が流し込まれることができる。樹脂材の流れは堰き止められる。こうして音響整合層の形状は整えられる。こうして音響整合層の厚みを決定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【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デバイス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】超音波デバイスの斜視図である。

【図6】図5のB-B線に沿った断面図である。

【図7】超音波デバイスの製造方法を示す図であって、基板上に形成されたマスキング材を概略的に示す部分拡大断面図である。

【図8】超音波デバイスの製造方法を示す図であって、素子アレイ上に流し込まれた樹脂材を概略的に示す部分拡大断面図である。

【図9】超音波デバイスの製造方法を示す図であって、マスキング材の開口に設置された音響レンズを概略的に示す部分拡大断面図である。

【図10】超音波デバイスの製造方法を示す図であって、マスキング材が外された後に基板に結合された第1配線板および第2配線板を概略的に示す部分拡大断面図である。

【図11】超音波デバイスの製造方法を示す図であって、基板上に形成された保護膜を概略的に示す部分拡大断面図である。

【図12】図5に対応し、第1変形例に係る超音波デバイスを概略的に示す斜視図である。

【図13】第2変形例に係る超音波デバイスを概略的に示す垂直断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

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。

10

20

30

40

50

【0028】

(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（処理部）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では、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。

10

【0029】

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内には超音波デバイス17が収容される。超音波デバイス17の表面は筐体16の表面で露出することができる。超音波デバイス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、超音波デバイス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。

【0030】

図3は超音波デバイス17の平面図を概略的に示す。超音波デバイス17は基体（基材）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はアレイ状に配置された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つ少なくともよい。

20

【0031】

個々の素子23は振動膜24を備える。図3では振動膜24の膜面に直交する方向の平面視（基板の厚み方向からの平面視）で振動膜24の輪郭が点線で描かれる。振動膜24上には圧電素子25が形成される。圧電素子25は上電極26、下電極27および圧電体膜28で構成される。個々の素子23ごとに上電極26および下電極27の間に圧電体膜28が挟まれる。これらは下電極27、圧電体膜28および上電極26の順番で重ねられる。超音波デバイス17は1枚の超音波トランスデューサー素子チップ（基板）として構成される。

30

【0032】

基体21の表面には複数本の第1導電体29が形成される。第1導電体29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1導電体29が割り当てられる。1本の第1導電体29は配列の行方向に並ぶ素子23の圧電体膜28に共通に接続される。第1導電体29は個々の素子23ごとに上電極26を形成する。第1導電体29の両端は1対の引き出し配線31にそれぞれ接続される。引き出し配線31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1導電体29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。第1導電体29は例えばイリジウム（Ir）で形成されることができる。ただし、第1導電体29にはその他の導電材が利用されてもよい。

40

【0033】

基体21の表面には複数本の第2導電体32が形成される。第2導電体32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2導電体32が割り当てられる。1本の第2導電体32は配列の列方向に並ぶ素子23の圧電体膜28に共通に配置される。第2導電体32は個々の素子23ごとに下電極27を形成する。第2導電体32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2導電体32にはその他の導電材が利用され

50

てもよい。

【0034】

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できる。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素子23に上電極が接続されてもよい。

10

【0035】

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31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31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面对称に形成されればよい。1本の第2導電体32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32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面对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。

20

【0036】

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

【0037】

図4に示されるように、基体21は基板44および被覆膜45を備える。基板44の表面に被覆膜45が一面に形成される。基板44には個々の素子23ごとに開口46が形成される。開口46は基板44に対してアレイ状に配置される。開口46が配置される領域の輪郭は素子アレイ22の輪郭に相当する。隣接する2つの開口46の間には仕切り壁47が区画される。隣接する開口46は仕切り壁47で仕切られる。仕切り壁47の壁厚みは開口46の間隔に相当する。仕切り壁47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。基板44は例えばシリコン基板で形成されればよい。

40

【0038】

被覆膜45は、基板44の表面に積層される酸化シリコン(SiO_2)層48と、酸化シリコン層48の表面に積層される酸化ジルコニウム(ZrO_2)層49とで構成される。被覆膜45は開口46に接する。こうして開口46の輪郭に対応して被覆膜45の一部

50

が振動膜 24 を形成する。振動膜 24 は、被覆膜 45 のうち、開口 46 に臨むことから基板 44 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 48 の膜厚は共振周波数に基づき決定されることができる。

【0039】

振動膜 24 の表面に下電極 27、圧電体膜 28 および上電極 26 が順番に積層される。圧電体膜 28 は例えばジルコン酸チタン酸鉛 (PZT) で形成されることができる。圧電体膜 28 にはその他の圧電材料が用いられてもよい。ここでは、第 1 導電体 29 の下で圧電体膜 28 は完全に第 2 導電体 32 を覆う。圧電体膜 28 の働きで第 1 導電体 29 と第 2 導電体 32 との間で短絡は回避されることができる。

【0040】

基体 21 の表面には音響整合層 51 が積層される。音響整合層 51 は素子アレイ 22 を覆う。音響整合層 51 の膜厚は振動膜 24 の共振周波数に応じて決定される。音響整合層 51 には例えばシリコン樹脂膜が用いられることができる。音響整合層 51 は第 1 端子アレイ 33a および第 2 端子アレイ 33b の間の空間に収まる。音響整合層 51 の縁は基体 21 の第 1 辺 21a および第 2 辺 21b から離れる。音響整合層 51 は基体 21 の輪郭よりも小さい輪郭を有する。

【0041】

音響整合層 51 上には音響レンズ 52 が配置される。音響レンズ 52 の輪郭は音響整合層 51 の輪郭に重なる。したがって、音響レンズ 52 の縁は基体 21 の第 1 辺 21a および第 2 辺 21b から離れる。音響レンズ 52 は音響整合層 51 の表面に密着する。音響レンズ 52 は音響整合層 51 の働きで基体 21 に接着される。音響レンズ 52 の外表面は部分円筒面で形成される。部分円筒面は第 1 導電体 29 に平行な母線を有する。部分円筒面の曲率は、1 筋の第 2 導電体 33 に接続される 1 列の素子 23 から発信される超音波の焦点位置に応じて決定される。音響レンズ 52 は例えばシリコン樹脂から形成される。音響レンズ 52 は生体の音響インピーダンスに近い音響インピーダンスを有する。

【0042】

基体 21 には保護膜 (構造体) 53 が固定される。保護膜 53 は例えばエポキシ樹脂といった遮水性を有する素材から形成される。ただし、保護膜 53 はその他の樹脂材から形成されてもよい。保護膜 53 は音響レンズ 52 の剛性率よりも大きい剛性率を有する。保護膜 53 は音響レンズ 52 および音響整合層 51 に接触する。ここでは、保護膜 53 は音響レンズ 52 および音響整合層 51 の側面 52a、51a に固着される。側面 52a、51a は基体 21 の表面に垂直に基体 21 の表面から立ち上がる。図 4 では、保護膜 53 は、音響レンズ 52 の母線に平行に広がり基体 21 に直角に交差する 2 つの仮想平面 54a、54b にそれぞれ沿った接触面 53a で音響レンズ 52 および音響整合層 51 を挟む。このとき、音響レンズ 52 および音響整合層 51 の側面 52a、51a は面一に広がる。保護膜 53 は、音響整合層 51 と第 1 および第 2 配線板 38、41 との間で基体 21 表面の第 2 導電体 32 や引き出し配線 31 に被さる。同様に、保護膜 53 は、基体 21 上で第 1 配線板 38 および第 2 配線板 41 の端部に被さる。

【0043】

基体 21 の裏面にはバッキング材 56 が固定される。バッキング材 56 の表面に基体 21 の裏面が重ねられる。バッキング材 56 は超音波デバイス 17 の裏面で開口 46 を閉じる。バッキング材 56 はリジッドな基材を備えることができる。ここでは、仕切り壁 47 はバッキング材 56 に結合される。バッキング材 56 は個々の仕切り壁 47 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。

【0044】

図 5 に示されるように、保護膜 53 は平面視で音響レンズ 52 の輪郭に沿って音響レンズ 52 を囲む。保護膜 53 は音響レンズ 52 の輪郭と基体 21 の周縁との間で枠形状に広がる。図 6 に示されるように、枠形状の形成にあたって保護膜 53 は音響レンズ 52 および音響整合層 51 の側面 52b、51b に固着される。側面 52b、51b は基体 21 の表面に垂直に基体 21 の表面から立ち上がり側面 52b、51b に垂直に接続される。保

10

20

30

40

50

護膜 5 3 は、音響レンズ 5 2 の母線に直角に交差しつつ基体 2 1 に直角に交差する 2 つの仮想平面 5 7 a、5 7 b にそれぞれ沿った接触面 5 3 b で音響レンズ 5 2 および音響整合層 5 1 を挟む。このとき、音響レンズ 5 2 および音響整合層 5 1 の側面 5 2 b、5 1 b は面一に広がる。

【0045】

(2) 超音波診断装置の動作

次に超音波診断装置 1 1 の動作を簡単に説明する。超音波の送信にあたって圧電素子 2 5 にはパルス信号が供給される。パルス信号は下電極端子 3 5、3 7 および上電極端子 3 4、3 6 を通じて列ごとに素子 2 3 に供給される。個々の素子 2 3 では下電極 2 7 および上電極 2 6 の間で圧電体膜 2 8 に電界が作用する。圧電体膜 2 8 は超音波の周波数で振動する。圧電体膜 2 8 の振動は振動膜 2 4 に伝わる。こうして振動膜 2 4 は超音波振動する。その結果、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。

【0046】

超音波の反射波は振動膜 2 4 を振動させる。振動膜 2 4 の超音波振動は所望の周波数で圧電体膜 2 8 を超音波振動させる。圧電素子 2 5 の圧電効果に応じて圧電素子 2 5 から電圧が出力される。個々の素子 2 3 では上電極 2 6 と下電極 2 7 との間に電位が生成される。電位は下電極端子 3 5、3 7 および上電極端子 3 4、3 6 から電気信号として出力される。こうして超音波は検出される。

【0047】

超音波の送信および受信は繰り返される。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。スキャンが完了すると、出力信号のデジタル信号に基づき画像が形成される。形成された画像はディスプレイパネル 1 5 の画面に表示される。

【0048】

超音波画像の形成にあたって音響レンズ 5 2 は生体に押し当てられる。音響レンズ 5 2 が生体の表面に沿って音響レンズ 5 2 の母線に直交する方向に動かされると、音響レンズ 5 2 は母線に直交する方向から剪断力に曝される。このとき、剪断の方向に音響レンズ 5 2 および音響整合層 5 1 の側面 5 2 a、5 1 a は保護膜 5 3 で受け止められる。音響レンズ 5 2 に剪断力が加わっても、音響レンズ 5 2 の剪断変形は防止されることができる。こうして超音波デバイス 1 7 では剪断力に対して十分に音響レンズ 5 2 の剪断変形は抑制されることができる。音響整合層 5 1 の剪断変形の防止は音響レンズ 5 2 の剪断変形の抑制に大いに貢献することができる。

【0049】

前述のように、音響レンズ 5 2 には 1 中心線に平行な母線で形成される部分円筒面が規定される。部分円筒面は超音波の収束に用いられる。部分円筒面で超音波の焦点位置が決定される。保護膜 5 3 の接触面 5 3 a は母線に直角に交差する方向に音響レンズ 5 2 を挟むことから、母線に交差する方向に音響レンズ 5 2 の剪断変形は防止される。こうして音響レンズ 5 2 の焦点位置は維持されることができる。音響レンズ 5 2 の母線に交差する方向に音響レンズ 5 2 が剪断変形してしまうと、音響レンズ 5 2 の焦点位置にずれが生じることが懸念される。焦点位置がずれてしまうと、精密な超音波画像は描き出されることができない。しかも、本実施形態では、保護膜 5 3 は音響レンズ 5 2 の母線に沿った方向に接触面 5 3 b で音響レンズ 5 2 を挟む。母線に沿った方向に音響レンズ 5 2 の剪断変形は防止される。こうした剪断変形の防止は焦点位置のずれの防止に大いに寄与することができる。

【0050】

超音波デバイス 1 7 では音響レンズ 5 2 および音響整合層 5 1 の側面 5 2 a、5 1 a はそれぞれ単一の平面である接触面 5 3 a に固着される。したがって、音響レンズ 5 2 および音響整合層 5 1 の側面 5 2 a、5 1 a は面一で広がる。後述されるように、超音波デバイス 1 7 の製造時に固形の音響レンズ 5 2 は流動性の樹脂材で素子アレイ 2 2 に接着される。樹脂材は硬化して音響整合層 5 1 を形成する。このとき、基体 2 1 上では、音響レンズ 5 2 の母線に直角に交差する方向に音響レンズ 5 2 の縁を位置決めすると同時に樹脂材

の流動を堰き止める物体面が形成される。音響レンズ 5 2 は母線に直角に交差する方向に素子アレイ 2 2 に対して正確に位置決めされる。樹脂材が硬化すると、音響レンズ 5 2 の側面 5 2 a と音響整合層 5 1 の側面 5 1 a とは面一に連続する。同様に、音響レンズ 5 2 および音響整合層 5 1 の側面 5 2 b、5 1 b はそれぞれ単一の平面である接触面 5 3 b に固着される。したがって、音響レンズ 5 2 および音響整合層 5 1 の側面 5 2 b、5 1 b は面一で広がる。超音波デバイス 1 7 の製造時に、基体 2 1 上では、音響レンズ 5 2 の母線に平行な方向に音響レンズ 5 2 の縁を位置決めすると同時に樹脂材の流動を堰き止める物体面が形成される。音響レンズ 5 2 は母線に平行な方向に素子アレイ 2 2 に対して正確に位置決めされる。樹脂材が硬化すると、音響レンズ 5 2 の側面 5 2 b と音響整合層 5 1 の側面 5 1 b とは面一に連続する。

10

【0051】

超音波デバイス 1 7 では素子アレイ 2 2 と第 1 および第 2 配線板 3 8、4 1 とは基体 2 1 上の第 2 導電体 3 3 や引き出し配線 3 1 で相互に電氣的に接続される。保護膜 5 3 は音響整合層 5 1 と第 1 および第 2 配線板 3 8、4 1 との間で基体 2 1 上の第 2 導電体 3 2 や引き出し配線 3 1 に被さる。こうして第 2 導電体 3 3 や引き出し配線 3 1 は音響整合層 5 1 と第 1 および第 2 配線板 3 8、4 1 との間で保護膜 5 3 で覆われることから、第 2 導電体 3 3 や引き出し配線 3 1 の露出は回避される。こうして基体 2 1 上の導電体は保護される。特に、保護膜 5 3 に遮水性が付与されると、第 2 導電体 3 3 や引き出し配線 3 1 は水分や湿気から保護され、第 2 導電体 3 3 や引き出し配線 3 1 といった導電材同士の短絡は防止されることができる。前述のように、保護膜 5 3 が第 1 および第 2 配線板 3 8、4 1 の端部に被さると、保護膜 5 3 は第 1 および第 2 配線板 3 8、4 1 の固定強度を補強することができる。

20

【0052】

(3) 超音波デバイスの製造方法

次に超音波デバイス 1 7 の製造方法を説明する。図 7 に示されるように、基板 6 1 が用意される。基板 6 1 は、基材 6 2 上にアレイ状に配置された複数の素子 2 3 を含む素子アレイ 2 2 を有する。基材 6 2 は前述の基体 2 1 に相当する。基材 6 2 上にマスキング材 6 3 が積層される。マスキング材 6 3 は平面視で素子アレイ 2 2 の輪郭と基材 6 2 の周縁との間に囲い形状に形成される。マスキング材 6 3 は素子アレイ 2 2 上に開口 6 4 を形成する。開口 6 4 は基材 6 2 上に素子アレイ 2 2 を囲む枠体を区画する。したがって、マスキング材 6 3 は平面視で第 2 導電体 3 3 の延伸方向に素子アレイ 2 2 の輪郭の両側に配置されると同時に第 1 導電体 2 9 の延伸方向に素子アレイ 2 2 の輪郭の両側に配置される。ここでは、マスキング材 6 3 は 2 層の積層構造に形成される。下層 6 3 a の厚みは音響整合層 5 1 の膜厚に一致する。下層 6 3 a と上層 6 3 b との界面 6 5 は音響整合層 5 1 の膜厚を示すマーカーとして機能することができる。マスキング材 6 3 にはメタルマスクやフォトレジストが用いられることができる。

30

【0053】

続いて、マスキング材 6 3 の開口 6 4 内に音響整合層 5 1 および音響レンズ 5 2 は配置される。これらの配置にあたって、図 8 に示されるように、マスキング材 6 3 の開口 6 4 に音響整合層 5 1 の樹脂材 6 6 は流し込まれる。樹脂材 6 6 は流動性を有する。樹脂材 6 6 の流れはマスキング材 6 3 で堰き止められる。こうして音響整合層 5 1 の形状は整えられる。樹脂材 6 6 はマスキング材 6 3 の開口 6 4 内で満遍なく広がる。ここでは、マーカーに基づき樹脂材 6 6 の容量は調整される。マーカーの働きで樹脂材 6 6 の厚みは高い精度で制御されることができる。

40

【0054】

図 9 に示されるように、マスキング材 6 3 の開口 6 4 内で樹脂材 6 6 上に音響レンズ 5 2 が重ねられる。音響レンズ 5 2 は予め決められた形状に加工されていればよい。マスキング材 6 3 は、平面視で第 2 導電体 3 3 の延伸方向に両側から音響レンズ 5 2 を位置決めし、同時に、第 1 導電体 2 9 の延伸方向に両側から音響レンズ 5 2 を位置決めする。したがって、マスキング材 6 3 は開口 6 4 内の音響レンズ 5 2 に対して四方から位置決めを実

50

施する。マスキング材 6 3 の働きで音響レンズ 5 2 は高い精度で素子アレイ 2 2 に対して位置決めされることが出来る。ここでは、マスキング材 6 3 の壁面 6 3 c は基材 6 2 の表面に直交する平面で形成される。音響レンズ 5 2 の縁はマスキング材 6 3 の壁面 6 3 c に面接触する。樹脂材 6 6 は熱や紫外線の照射に応じて硬化する。樹脂材 6 6 は硬化して音響整合層 5 1 を形成する。こうして音響レンズ 5 2 は素子アレイ 2 2 に接着される。

【0055】

図 10 に示されるように、音響整合層 5 1 が硬化すると、マスキング材 6 3 は外される。マスキング材 6 3 は例えばエッチング処理その他で除去されればよい。前述のように、音響レンズ 5 2 の縁はマスキング材 6 3 の壁面 6 3 c に面接触することから、音響レンズ 5 2 の側面 5 2 a および音響整合層 5 1 の側面 5 1 a は相互に面一で連続し、音響レンズ 5 2 の側面 5 2 b および音響整合層 5 1 の側面 5 1 b は相互に面一で連続する。

10

【0056】

マスキング材 6 3 が外されると、基材 6 2 の表面で素子アレイ 2 2 の輪郭と基材 6 2 の周縁との間で第 1 端子アレイ 3 3 a および第 2 端子アレイ 3 3 b は露出する。マスキング材 6 3 が外された後に、素子アレイ 2 2 の輪郭と基材 6 2 の周縁との間に第 1 配線板 3 8 および第 2 配線板 4 1 がそれぞれ結合される。第 1 配線板 3 8 は第 1 端子アレイ 3 3 a に被さる。第 2 配線板 4 1 は第 2 端子アレイ 3 3 b に被さる。第 1 配線板 3 8 の第 1 信号線 3 9 は上電極端子 3 4 および下電極端子 3 5 に個々に接続される。第 2 配線板 4 1 の第 2 信号線 4 2 は上電極端子 3 6 および下電極端子 3 7 に個々に接続される。接合には圧着その他の接合方法が用いられればよい。

20

【0057】

その後、図 11 に示されるように、基材 6 2 上で保護膜 5 3 が形成される。音響整合層 5 1 と第 1 配線板 3 8 との間および音響整合層 5 1 と第 2 配線板 4 1 との間に樹脂材 6 7 が流し込まれる。樹脂材 6 7 の供給にあたって例えばノズルが用いられてもよい。ノズルは音響レンズ 5 2 の母線に平行に第 1 配線板 3 8 の縁および第 2 配線板 4 1 の縁に沿って移動すればよい。樹脂材 6 7 は流動性を有する。樹脂材 6 7 の流し込みにあたって第 1 配線板 3 8 および第 2 配線板 4 1 上には囲い 6 8 が区画されてもよい。囲い 6 8 は例えば金型から形成されることが出来る。囲い 6 8 は樹脂材 6 7 の流れを堰き止めることが出来る。樹脂材 6 7 は熱や紫外線の照射に応じて硬化する。樹脂材 6 7 は硬化して保護膜 5 3 を形成する。樹脂材 6 6 および樹脂材 6 7 にはエポキシ樹脂が用いられてもよい。その場合

30

【0058】

(4) 変形例に係る超音波デバイス

図 12 は第 1 変形例に係る超音波デバイス 1 7 a を概略的に示す。超音波デバイス 1 7 a では、音響整合層 7 1 および音響レンズ 7 2 は基体 2 1 の第 1 辺 2 1 a および第 2 辺 2 1 b から離れた輪郭を有する。したがって、音響レンズ 7 2 の母線に直角に交差する方向に音響整合層 7 1 および音響レンズ 7 2 は基体 2 1 よりも小さく形成される。その一方で、音響レンズ 7 2 の母線に平行な方向に音響整合層 7 1 および音響レンズ 7 2 は基体 2 1 と同じ大きさに広がる。したがって、母線に平行な方向に音響整合層 7 1 および音響レンズ 7 2 は基体 2 1 上で最大限に延びる。音響レンズ 7 2 および音響整合層 7 1 の側面 7 2 b、7 1 b は基体 2 1 の側面 2 1 c に面一に広がる。保護膜 7 3 は音響レンズ 7 2 の母線に平行に音響整合層 7 1 および音響レンズ 7 2 に並列に延びる。保護膜 7 3 は音響レンズ 7 2 および音響整合層 7 1 の側面 7 2 a、7 1 a に固着される。保護膜 7 3 は、音響レンズ 5 2 の母線に平行に広がり基体 2 1 に直角に交差する 2 つの仮想平面 7 4 a、7 4 b にそれぞれ沿った接触面 7 3 a で音響レンズ 7 2 および音響整合層 7 1 を挟む。その他の構造は前述の超音波デバイス 1 7 と同様である。

40

【0059】

図 13 は第 2 変形例に係る超音波デバイス 1 7 b を概略的に示す。超音波プローブ 1 3 の筐体 1 6 は開口 7 6 を形成する。開口 7 6 には音響レンズ 5 2 が配置される。超音波デバイス 1 7 b は支持部材 7 7 に支持される。支持部材 7 7 は筐体 1 6 の内側に結合される

50

。結合にあたって支持部材 77 と筐体 16 との間に第 1 配線板 38 および第 2 配線板 41 は挟まれる。音響レンズ 52 および音響整合層 51 の周囲で基体 21 と筐体 16 との間に空間 78 が区画される。空間 78 は保護材 79 で充填される。保護材 79 は音響レンズ 52 の剛性率よりも大きい剛性率を有する。保護材 79 は筐体 16 に音響レンズ 52、音響整合層 51 および基体 21 を固定する。保護材 79 は前述の保護膜 53 と同様に機能することができる。その他の構造は前述の超音波デバイス 17 と同様である。

【0060】

超音波プローブ 13 の製造にあたって超音波デバイス 17b および支持部材 77 は筐体 16 に收容される。支持部材 77 が筐体 16 に固定されると、音響レンズ 52 は開口 76 に臨む。このとき、音響レンズ 52 および音響整合層 51 の周囲で基体 21 と筐体 16 との間に空間 78 が区画される。開口 76 の隙間から空間 78 に流動性を有する樹脂材は充填される。樹脂材が硬化すると、保護材 79 が形成される。保護材 79 は開口 76 内で音響レンズ 52 の移動を防止する。音響レンズ 52 は確実に筐体 16 に固定される。

【0061】

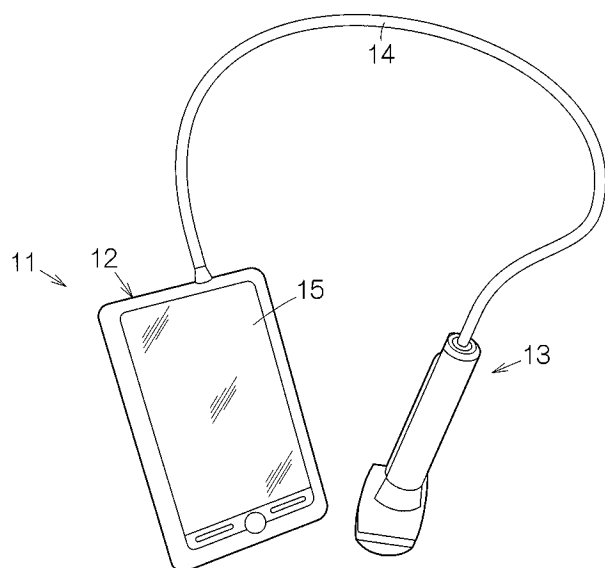
なお、上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。したがって、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれる。例えば、明細書または図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語とともに記載された用語は、明細書または図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えられることができる。また、超音波診断装置 11 や装置端末 12、超音波プローブ 13、ディスプレイパネル 15、筐体 16、基体 21、素子 23、第 1 および第 2 配線板 38、41、音響整合層 51、71、音響レンズ 52、72 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。

【符号の説明】

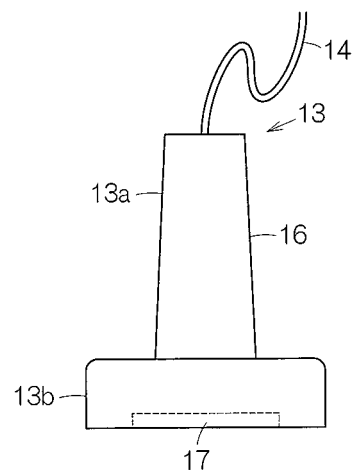
【0062】

11 電子機器としての超音波画像装置（超音波診断装置）、12 処理部（装置端末）、13 プローブ（超音波プローブ）、15 表示装置（ディスプレイパネル）、16 筐体、17 超音波デバイス、17a 超音波デバイス、17b 超音波デバイス、22 素子アレイ、23 薄膜型超音波トランスデューサー素子（超音波トランスデューサー素子）、38 フレキシブルプリント配線板（第 1 フレキシブルプリント配線板）、41 フレキシブルプリント配線板（第 2 フレキシブルプリント配線板）、51 音響整合層、51a 側面、51b 側面、52 音響レンズ、52a 側面、52b 側面、53 構造体（保護膜）、53a 側面（接触面）、53b 側面（接触面）、61 基板、63 マスキング材、64 開口、66 樹脂材、71 音響整合層、71a 側面、71b 側面、72 音響レンズ、72a 側面、72b 側面、74a 仮想平面、74b 仮想平面、79 構造体（保護材）。

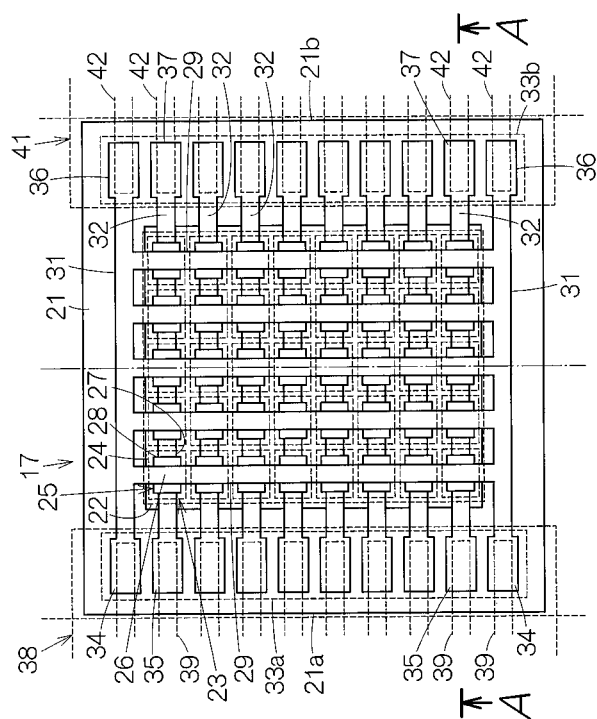
【図 1】



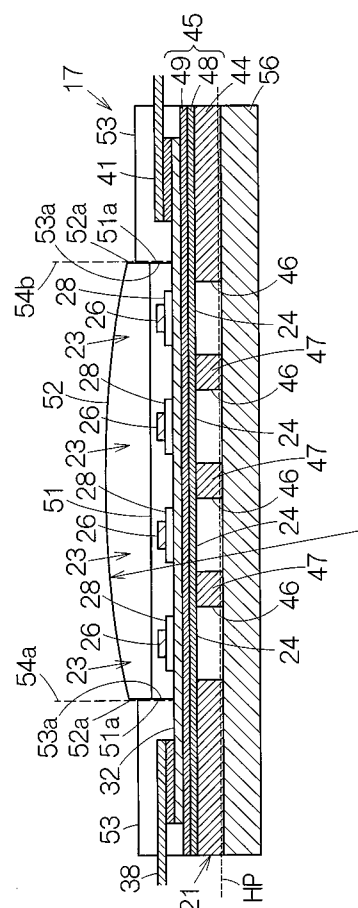
【图 2】



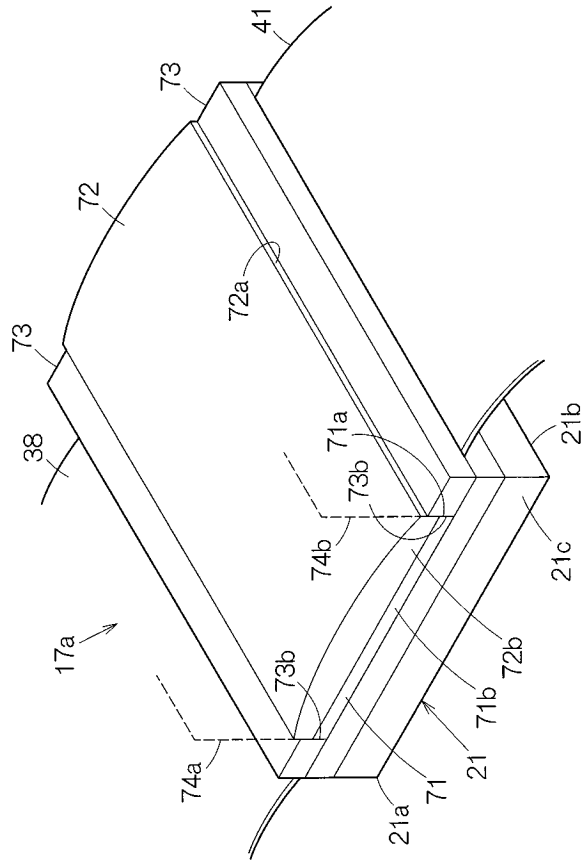
【 図 3 】



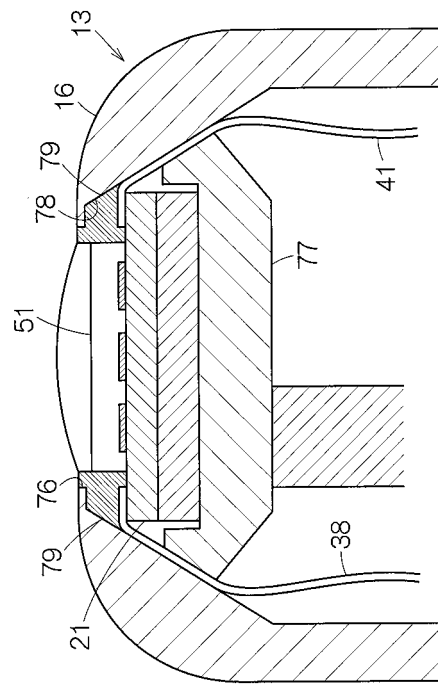
【 図 4 】



【図 1 2】



【図 1 3】



专利名称(译)	超声波装置及其制造方法，电子设备和超声波成像装置		
公开(公告)号	JP2015097734A	公开(公告)日	2015-05-28
申请号	JP2013240277	申请日	2013-11-20
[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 摄内		
发明人	清瀬 摄内		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00 H04R31/00		
CPC分类号	A61B8/4455 A61B8/4411 A61B8/4427 A61B8/4494 B06B1/0622 G10K11/02 G10K11/30 Y10T29/49005		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.330.J H04R17/00.332.A H04R31/00.330		
F-TERM分类号	4C601/EE10 4C601/GB06 4C601/GB24 4C601/GB32 4C601/GB41 5D019/BB19 5D019/GG01 5D019/GG03 5D019/HH01		
代理人(译)	井上 一 黑田 靖		
其他公开文献	JP2015097734A5 JP6252130B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够充分抑制声透镜抵抗剪切力的剪切变形的超声波装置。基板（21）具有元件阵列，该元件阵列包括在基板（44）上成阵列排列的多个薄膜型超声波换能器元件（23）。元件阵列被声匹配层51覆盖。声学透镜52布置在声学匹配层51上。与声透镜52接触的结构53固定在基板21上。结构53的刚性比高于声透镜52的刚性。[选择图]图4

