

(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2015-142629

(P2015-142629A)

(43) 公開日 平成27年8月6日(2015. 8. 6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 0 J	5 D 0 1 9
	H 0 4 R 17/00 3 3 2	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-16639 (P2014-16639)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成26年1月31日 (2014. 1. 31)		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	100116665
			弁理士 渡辺 和昭
		(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
		F ターム (参考)	4C601 EE04 GB06 GB19 GB20 GB26
			GB33 GB41 GB50
			5D019 AA22 BB19 BB25 EE02 FF04
			GG01 GG03

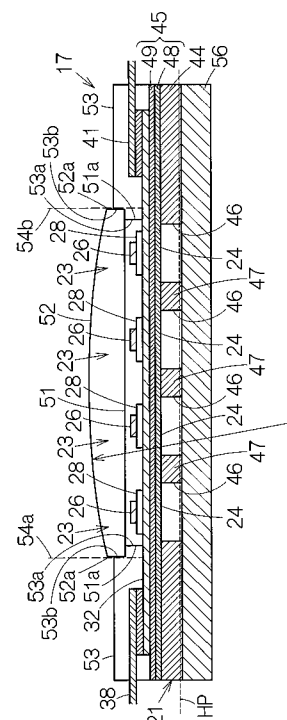
(54) 【発明の名称】 超音波デバイスおよびプローブ並びに電子機器および超音波画像装置

(57) 【要約】

【課題】 生体に押し付けられる際に音響レンズの歪みを抑制することができる超音波デバイスを提供する。

【解決手段】 基板 2 1 は、基材 4 4 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 2 3 を含む素子アレイ 2 2 を有する。素子アレイ 2 2 は音響整合層 5 1 で覆われる。音響整合層 5 1 の上に音響レンズ 5 2 が配置される。音響レンズ 5 2 および基板 2 1 の間には構造体 5 3 が配置される。構造体 5 3 は音響整合層 5 1 の圧縮強さよりも大きい圧縮強さを有する。

【選択図】 図 4



【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、

前記音響レンズおよび前記基板の間に配置されて、前記音響整合層の圧縮強さよりも大きい圧縮強さを有する構造体と、
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、前記構造体は、前記音響レンズの母線に平行である前記音響整合層の側面にそれぞれ接触する 2 つの側面で前記音響整合層を挟むことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 3】

請求項 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交差する前記音響整合層の側面にそれぞれ接触する 2 つの側面で前記音響整合層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、前記構造体は前記基板の表面に沿って前記音響整合層を囲むことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響レンズは、前記基板に向き合う面から前記基板に向かって突き出る柱状部を有し、前記音響整合層は、前記柱状部に接触する内側面を有することを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 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に被さることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 7】

請求項 6 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 8】

請求項 1 ～ 7 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 9】

請求項 8 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 10】

請求項 1 ～ 7 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 11】

請求項 1 ～ 7 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 12】

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って、第 1 圧縮強さを有する音響整合層と、

10

20

30

40

50

前記音響整合層の上に配置されて、第 1 圧縮強さよりも小さい第 2 圧縮強さを有する音響レンズと、
を備えることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響整合層は単一層であることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響整合層の音響インピーダンスは $2 \mu \text{r a i l s}$ 以下であることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の超音波デバイスにおいて、前記音響整合層の膜厚は $100 \mu \text{m}$ 以下であることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 16】

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し、前記音響レンズおよび前記基板の間に前記マスキング材を挟む工程と、

前記マスキング材を外して、前記音響レンズおよび前記基板の間に配置されて、前記音響整合層の圧縮強さよりも大きい圧縮強さ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。

【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 18】

請求項 16 または 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。

【請求項 19】

請求項 18 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 20】

請求項 19 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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波デバイス、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】

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

10

20

30

40

50

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。

【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】

10

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。音響レンズが生体に押し当てられると、音響レンズには超音波トランスデューサー素子のアレイに向かって押し付け力が作用する。音響レンズは圧縮される。こうして音響レンズが歪むと、音響レンズの焦点位置にずれが生じる。鮮明な超音波画像が得られない。

【0005】

そして、生体に押し付けられる際に音響レンズの歪み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】

【0006】

20

(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、前記音響レンズおよび前記基板の間に配置されて、前記音響整合層の圧縮強さよりも大きい圧縮強さを有する構造体とを備える超音波デバイスに関する。

【0007】

音響レンズが生体に押し当てられると、音響レンズには基板に向かって押し付け力が作用する。このとき、構造体は音響整合層の圧縮強さよりも大きい圧縮強さを有することから、押し付け力の方向に音響レンズは構造体で受け止められる。こうして音響レンズに押し付け力が加わっても、音響レンズの歪みは防止される。超音波デバイスでは押し付け力に対して十分に音響レンズの歪みは抑制される。

30

【0008】

(2)前記構造体は、前記音響レンズの母線に平行である前記音響整合層の側面にそれぞれ接触する2つの側面で前記音響整合層を挟むことができる。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整合層を挟むことから、音響レンズの母線に平行な輪郭に沿って音響レンズは構造体で支持される。一般に、音響レンズは母線に交差する方向に比べて母線に平行な方向に長い。したがって、音響整合層を挟む構造体同士の間隔は狭まる。こうして音響レンズの歪みは効果的に抑制される。

40

【0009】

(3)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整合層の側面にそれぞれ接触する2つの側面で前記音響整合層を挟むことができる。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整合層を挟むことから、音響レンズの母線に交差する方向の輪郭に沿って音響レンズは構造体で支持される。こうして音響レンズの歪みはさらに効果的に抑制される。

【0010】

(4)前記構造体は前記基板の表面に沿って前記音響整合層を囲んでもよい。音響整合層に押し付け力が作用しても、音響整合層の潰れは構造体で防止される。音響整合層の变形は防止される。音響レンズは構造体および音響整合層で効果的に支持される。音響レン

50

ズの歪みは抑制される。

【0011】

(5) 前記音響レンズは、前記基板に向き合う面から前記基板に向かって突き出る柱状部を有することができ、前記音響整合層は、前記柱状部に接触する内側面を有してもよい。こうした構造によれば、音響レンズおよび音響整合層の界面に沿って剪断方向に音響レンズおよび音響整合層のずれは防止される。音響レンズおよび音響整合層は強固に重なり合って積層体を構成する。こうした積層体は音響レンズの歪みの抑制をさらに強化する。

【0012】

(6) 超音波デバイスは、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てもよい。このとき、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ればよい。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。

10

【0013】

(7) 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ることができる。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。

【0014】

(8) 超音波デバイスはプローブに組み込まれて利用されることができる。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。

20

【0015】

(9) 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。

【0016】

(10) 超音波デバイスは電子機器に組み込まれて利用されることができる。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。

【0017】

30

(11) 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ることができる。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。

【0018】

(12) 本発明の他の態様は、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って、第1圧縮強さを有する音響整合層と、前記音響整合層の上に配置されて、第1圧縮強さよりも小さい第2圧縮強さを有する音響レンズとを備える超音波デバイスに関する。

【0019】

40

音響レンズが生体に押し当てられると、音響レンズには基板に向かって押し付け力が作用する。このとき、押し付け力の方向に音響レンズは音響整合層で受け止められる。音響整合層が音響レンズと同等な圧縮強さを有する場合に比べて、音響整合層の潰れは防止される。こうして音響レンズに押し付け力が加わっても、音響レンズの歪みは防止されることができる。超音波デバイスでは押し付け力に対して十分に音響レンズの歪みは抑制されることができる。

【0020】

(13) 前記音響整合層は単一層であることができる。その結果、音響整合層が複数層で形成される場合に比べて、音響整合層の形成工程は簡素化されることができる。しかも、音響整合層の膜厚は高い精度で制御されることができる。

50

【 0 0 2 1 】

(1 4) 前記音響整合層の音響インピーダンスは $2 \mu \text{r a i l s}$ 以下であることができる。音響レンズと薄膜型トランスデューサー素子との間で音響インピーダンスの整合は確立されることができる。例えばバルク型トランスデューサー素子に比べて音響整合層は薄膜化される。

【 0 0 2 2 】

(1 5) 前記音響整合層の膜厚は $100 \mu \text{m}$ 以下であることができる。薄膜化に応じて音響整合層の変形は抑制される。しかも、超音波デバイスは小型化される。

【 0 0 2 3 】

(1 6) 本発明の他の態様は、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に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し、前記音響レンズおよび前記基板の間に前記マスキング材を挟む工程と、前記マスキング材を外して、前記音響レンズおよび前記基板の間に配置されて、前記音響整合層の圧縮強さよりも大きい圧縮強さ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。

【 0 0 2 4 】

(1 7) 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。

【 0 0 2 5 】

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。

【 0 0 2 6 】

(1 8) 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。

【 0 0 2 7 】

(1 9) 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高い精度で素子アレイに対して音響レンズを位置決めすることができる。

【 0 0 2 8 】

(2 0) 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。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 】

【 0 0 2 9 】

【 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。

10

20

30

40

50

【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】第 1 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。

【図 13】図 4 に対応し、第 2 変形例に係る超音波デバイスを概略的に示す断面図である。

。

【図 14】図 4 に対応し、第 3 変形例に係る超音波デバイスを概略的に示す断面図である。

。

【発明を実施するための形態】

【0030】

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。

【0031】

(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。

【0032】

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。

【0033】

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 つ少なくてもよい。

【0034】

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

10

20

30

40

50

上には圧電素子 2 5 が形成される。圧電素子 2 5 は上電極 2 6、下電極 2 7 および圧電体膜 2 8 で構成される。個々の素子 2 3 ごとに上電極 2 6 および下電極 2 7 の間に圧電体膜 2 8 が挟まれる。これらは下電極 2 7、圧電体膜 2 8 および上電極 2 6 の順番で重ねられる。超音波デバイス 1 7 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。

【 0 0 3 5 】

基体 2 1 の表面には複数本の第 1 導電体 2 9 が形成される。第 1 導電体 2 9 は配列の行方向に相互に平行に延びる。1 行の素子 2 3 ごとに 1 本の第 1 導電体 2 9 が割り当てられる。1 本の第 1 導電体 2 9 は配列の行方向に並ぶ素子 2 3 の圧電体膜 2 8 に共通に接続される。第 1 導電体 2 9 は個々の素子 2 3 ごとに上電極 2 6 を形成する。第 1 導電体 2 9 の両端は 1 対の引き出し配線 3 1 にそれぞれ接続される。引き出し配線 3 1 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 2 9 は同一長さを有する。こうしてマトリクス全体の素子 2 3 に共通に上電極 2 6 は接続される。第 1 導電体 2 9 は例えばイリジウム（I r）で形成されることができる。ただし、第 1 導電体 2 9 にはその他の導電材が利用されてもよい。第 1 導電体 2 9 および引き出し配線 3 1 は積層された導電層をパターンニングすることで形成された配線部に相当する。

10

【 0 0 3 6 】

基体 2 1 の表面には複数本の第 2 導電体 3 2 が形成される。第 2 導電体 3 2 は配列の列方向に相互に平行に延びる。1 列の素子 2 3 ごとに 1 本の第 2 導電体 3 2 が割り当てられる。1 本の第 2 導電体 3 2 は配列の列方向に並ぶ素子 2 3 の圧電体膜 2 8 に共通に配置される。第 2 導電体 3 2 は個々の素子 2 3 ごとに下電極 2 7 を形成する。第 2 導電体 3 2 には例えばチタン（T i）、イリジウム（I r）、白金（P t）およびチタン（T i）の積層膜が用いられることができる。ただし、第 2 導電体 3 2 にはその他の導電材が利用されてもよい。第 2 導電体 3 2 は積層された導電層をパターンニングすることで形成された配線部に相当する。

20

【 0 0 3 7 】

列ごとに素子 2 3 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 2 3 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 1 0 ~ 1 5 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 1 2 8 列や 2 5 6 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 2 6 および下電極 2 7 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 2 3 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 2 3 に上電極が接続されてもよい。

30

【 0 0 3 8 】

基体 2 1 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 2 1 a および第 2 辺 2 1 b を有する。第 1 辺 2 1 a と素子アレイ 2 2 の輪郭との間に 1 ラインの第 1 端子アレイ 3 3 a が配置される。第 2 辺 2 1 b と素子アレイ 2 2 の輪郭との間に 1 ラインの第 2 端子アレイ 3 3 b が配置される。第 1 端子アレイ 3 3 a は第 1 辺 2 1 a 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 3 3 b は第 2 辺 2 1 b 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 3 3 a は 1 対の上電極端子 3 4 および複数の下電極端子 3 5 で構成される。同様に、第 2 端子アレイ 3 3 b は 1 対の上電極端子 3 6 および複数の下電極端子 3 7 で構成される。1 本の引き出し配線 3 1 の両端にそれぞれ上電極端子 3 4、3 6 は接続される。引き出し配線 3 1 および上電極端子 3 4、3 6 は素子アレイ 2 2 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 3 2 の両端にそれぞれ下電極端子 3 5、3 7 は接続される。第 2 導電体 3 2 および下電極端子 3 5、3 7 は素子アレイ 2 2 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 2 1 の輪郭は矩形に形成される。基体 2 1 の輪郭は正方形であってもよく台形であってもよい。

40

50

【0039】

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。

10

【0040】

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。

20

【0041】

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。

【0042】

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の動きで第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。

30

【0043】

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。

40

【0044】

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の輪郭よりも外側に描かれる。したがって、音響整合層51の輪郭の周囲では音響レンズ52と基体21の表面との間に空間が形成される。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の動きで基体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

50

を有する。

【0045】

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。少なくとも基体21の表面に直交する方向に保護膜53は音響整合層51の圧縮強さよりも大きい圧縮強さを有する。保護膜53は音響整合層51の周囲で音響レンズ52および基体21の間に挟まれる。一般に、シリコン樹脂の圧縮強さは概ね58.8[MPa]以上98.06[MPa]未満であって、エポキシ樹脂の圧縮強さは概ね98.06[MPa]以上196.12[MPa]以下であることから、エポキシ樹脂の保護膜53はシリコン樹脂の音響整合層51よりも大きい圧縮強さを有する。圧縮強さは日本工業規格(JIS)K7181に則って計測されたものである。

10

【0046】

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の表面に垂直に広がる。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、53bで音響整合層51および音響レンズ52をそれぞれ挟む。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。

20

【0047】

基体21の裏面にはパッキング材56が固定される。パッキング材56の表面に基体21の裏面が重ねられる。パッキング材56は超音波デバイス17の裏面で開口46を閉じる。パッキング材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はパッキング材56に結合される。パッキング材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。

【0048】

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。保護膜53は、音響レンズ52の母線に直角に交差しつつ基体21に直角に交差する2つの仮想平面57a、57bにそれぞれ沿った接触面53c、53dで音響整合層51および音響レンズ52をそれぞれ挟む。

30

【0049】

(2) 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。超音波の送信にあたって圧電素子25にはパルス信号が供給される。パルス信号は下電極端子35、37および上電極端子34、36を通じて列ごとに素子23に供給される。個々の素子23では下電極27および上電極26の間で圧電体膜28に電界が作用する。圧電体膜28は超音波の周波数で振動する。圧電体膜28の振動は振動膜24に伝わる。こうして振動膜24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。

40

【0050】

超音波の反射波は振動膜24を振動させる。振動膜24の超音波振動は所望の周波数で圧電体膜28を超音波振動させる。圧電素子25の圧電効果に応じて圧電素子25から電圧が出力される。個々の素子23では上電極26と下電極27との間で電位が生成される。電位は下電極端子35、37および上電極端子34、36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。

【0051】

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

50

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

れると同時に第1導電体29の延伸方向に素子アレイ22の輪郭の両側に配置される。ここでは、マスキング材63は2層の積層構造に形成される。下層63aの厚みは音響整合層51の膜厚に一致する。下層63aで形成される枠体は下側開口64aを区画する。上層63bは、平面視で下側開口64aの輪郭よりも外側に広がる上側開口64bを区画する。したがって、下側開口64aと上側開口64bとの間には段差が形成される。マスキング材63には例えばフォトリソが用いられることができる。

【0056】

続いて、マスキング材63の開口64内で素子アレイ22上に音響整合層51および音響レンズ52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63の開口64に音響整合層51の樹脂材66は流し込まれる。樹脂材66は流動性を有する。樹脂材66は下層63aの下側開口64aを満たす。樹脂材66の流れはマスキング材63の下層63aで堰き止められる。こうして音響整合層51の形状は整えられる。樹脂材66は下層63aの下側開口64a内で満遍なく広がる。ここでは、下層63aの厚みに基づき樹脂材66の容量は調整される。下層63aの厚みの働きで樹脂材66の厚みは高い精度で制御されることができる。

10

【0057】

図9に示されるように、マスキング材63の開口64内で樹脂材66上に音響レンズ52が重ねられる。音響レンズ52と基材62との間にマスキング材63の下層63aは挟まれる。音響レンズ52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63の上層63bは、平面視で第2導電体33の延伸方向に両側から音響レンズ52を位置決めし、同時に、第1導電体29の延伸方向に両側から音響レンズ52を位置決めする。したがって、マスキング材63の上層63bは上側開口64b内の音響レンズ52に対して四方から位置決めを実施する。マスキング材63の上層63bの働きで音響レンズ52は高い精度で素子アレイ22に対して位置決めされることができる。ここでは、音響レンズ52の縁は上層63bの壁面に面接触する。樹脂材66は熱や紫外線の照射に応じて硬化する。樹脂材66は硬化して音響整合層51を形成する。こうして音響レンズ52は素子アレイ22に接着される。

20

【0058】

図10に示されるように、音響整合層51が硬化すると、マスキング材63は外される。マスキング材63は例えばエッチング処理その他で除去されればよい。下層63aの段差の働きで音響レンズ52と基材62との間には空間が区画される。

30

【0059】

マスキング材63が外されると、基材62の表面で素子アレイ22の輪郭と基材62の周縁との間で第1端子アレイ33aおよび第2端子アレイ33bは露出する。マスキング材63が外された後に、素子アレイ22の輪郭と基材62の周縁との間に第1配線板38および第2配線板41がそれぞれ結合される。第1配線板38は第1端子アレイ33aに被さる。第2配線板41は第2端子アレイ33bに被さる。第1配線板38の第1信号線39は上電極端子34および下電極端子35に個々に接続される。第2配線板41の第2信号線42は上電極端子36および下電極端子37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。

40

【0060】

その後、図11に示されるように、基材62上で保護膜53が形成される。音響整合層51と第1配線板38との間および音響整合層51と第2配線板41との間に樹脂材67が流し込まれる。樹脂材67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52の母線に平行に第1配線板38の縁および第2配線板41の縁に沿って移動すればよい。樹脂材67は流動性を有する。樹脂材67の流し込みにあたって第1配線板38および第2配線板41上には囲い68が区画されてもよい。囲い68は例えば金型から形成されることができる。囲い68は樹脂材67の流れを堰き止めることができる。樹脂材67は熱や紫外線の照射に応じて硬化する。樹脂材67は硬化して保護膜53を形成する。樹脂材66および樹脂材67にはエポキシ樹脂が用いられてもよい。その場合

50

には音響レンズ 5 2 はエポキシ樹脂から形成されてもよい。

【0061】

(4) 変形例に係る超音波デバイス

図 1 2 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 a 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。結合にあたって支持部材 7 7 と筐体 1 6 との間に第 1 配線板 3 8 および第 2 配線板 4 1 は挟まれる。音響レンズ 5 2 および音響整合層 5 1 の周囲で基体 2 1 と筐体 1 6 との間に空間 7 8 が区画される。空間 7 8 は保護材 7 9 で充填される。保護材 7 9 は音響レンズ 5 2 と基体 2 1 との間に挟まれる。保護材 7 9 は音響整合層 5 1 の圧縮強さよりも大きい圧縮強さを有する。保護材 7 9 は筐体 1 6 に音響レンズ 5 2、音響整合層 5 1 および基体 2 1 を固定する。保護材 7 9 は前述の保護膜 5 3 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 1 7 と同様である。

10

【0062】

超音波プローブ 1 3 の製造にあたって超音波デバイス 1 7 a および支持部材 7 7 は筐体 1 6 に收容される。支持部材 7 7 が筐体 1 6 に固定されると、音響レンズ 5 2 は開口 7 6 に臨む。このとき、音響レンズ 5 2 および音響整合層 5 1 の周囲で基体 2 1 と筐体 1 6 との間に空間 7 8 が区画される。開口 7 6 の隙間から空間 7 8 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 7 9 が形成される。保護材 7 9 は開口 7 6 内で音響レンズ 5 2 の移動を防止する。音響レンズ 5 2 は確実に筐体 1 6 に固定される。

20

【0063】

図 1 3 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。音響レンズ 8 1 に、基体 2 1 に向き合う面から基体 2 1 に向かって突き出る柱状部 8 2 が形成される。その一方で、音響整合層 8 3 には柱状部 8 2 が嵌め込まれる溝（窪み）8 4 が形成される。溝 8 4 は音響整合層 8 3 を貫通することができ、その際、柱状部 8 2 の先端は基体 2 1 に接触する。こうした構造によれば、音響レンズ 8 1 および音響整合層 8 3 の界面に沿って剪断方向に音響レンズ 8 1 および音響整合層 8 3 のずれは防止される。音響レンズ 8 1 および音響整合層 8 3 は強固に重なり合って積層体を構成する。こうした積層体は音響レンズ 8 1 の歪みの抑制をさらに強化する。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。その他、超音波デバイス 1 7 b では、前述の超音波デバイス 1 7 a と同様に、保護膜 5 3 に代わる保護材で音響レンズ 8 1、音響整合層 8 3 および基体 2 1 は超音波プローブ 1 3 の筐体 1 6 に固定されてもよい。

30

【0064】

図 1 4 は第 3 変形例に係る超音波デバイス 1 7 c を概略的に示す。音響整合層 8 6 は素子アレイ 2 2 を覆う。音響整合層 8 6 は第 1 圧縮強さを有する。音響整合層 8 6 は単一層であって $100 [\mu m]$ 以下の膜厚を有し $2 [\mu r a i l s]$ 以下の音響インピーダンスを有する。ここでは、音響整合層 8 6 はエポキシ樹脂から形成される。音響整合層 8 6 上には音響レンズ 8 7 が配置される。前述と同様に、音響レンズ 8 7 は音響整合層 8 6 の第 1 圧縮強さよりも大きい第 2 圧縮強さを有する。したがって、音響レンズ 8 7 はシリコーン樹脂から形成されることができる。平面視で音響レンズ 8 7 の輪郭は音響整合層 8 6 の輪郭に一致することができる。

40

【0065】

基体 2 1 には保護膜（構造体）8 8 が固定される。保護膜 8 8 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 8 8 はその他の樹脂材から形成されてもよい。保護膜 8 8 は音響レンズ 8 7 および音響整合層 8 6 に接触する。ここでは、保護膜 8 8 は、音響レンズ 8 7 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 5 4 a、5 4 b にそれぞれ沿った接触面 8 8 a で音響レンズ 8 7 および音響整合層 8 6 を挟む。このとき、音響レンズ 8 7 および音響整合層 8 6 の側面 8 7 a、8 6 a は面一に広がる。保護膜 8 8 は、音響整合層 8 6 と第 1 および第 2 配線板 3 8、4 1 との間で基体 2 1 表面の第 2 導電体 3 2 や引き出し配線 3 1 に被さる。同様に、保護膜 8 8 は

50

、基体 2 1 上で第 1 配線板 3 8 および第 2 配線板 4 1 の端部に被さる。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。その他、超音波デバイス 1 7 c では、前述の超音波デバイス 1 7 a と同様に、保護膜 8 8 に代わる保護材で音響レンズ 8 7、音響整合層 8 6 および基体 2 1 は超音波プローブ 1 3 の筐体 1 6 に固定されてもよい。

【0066】

音響レンズ 8 7 が生体に押し当てられると、音響レンズ 8 7 には基体 2 1 に向かって押し付け力が作用する。このとき、押し付け力の方向に音響レンズ 8 7 は音響整合層 8 6 で受け止められる。音響整合層 8 6 が音響レンズ 8 7 と同等な圧縮強さを有する場合に比べて、音響整合層 8 6 の潰れは防止される。こうして音響レンズ 8 7 に押し付け力が加わっても、音響レンズ 8 7 の歪みは防止されることができる。超音波デバイス 1 7 c では押し付け力に対して十分に音響レンズ 8 7 の歪みは抑制されることができる。音響整合層 8 6 は単一層であることから、音響整合層 8 6 が複数層で形成される場合に比べて、音響整合層 8 6 の形成工程は簡素化されることができる。しかも、音響整合層 8 6 の膜厚は高い精度で制御されることができる。ここでは、音響整合層 8 6 の音響インピーダンスは $2 [\mu \text{r a i l s}]$ 以下であることから、音響レンズ 8 7 と素子 2 3 との間で音響インピーダンスの整合は確立されることができる。例えばパルク型トランスデューサー素子に比べて音響整合層 8 6 は薄膜化される。音響整合層 8 6 の膜厚は $100 [\mu \text{m}]$ 以下に薄膜化されることができ、薄膜化に応じて音響整合層 8 6 の変形は抑制される。加えて、超音波デバイス 1 7 c は小型化される。

10

【0067】

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 や装置端末 1 2、超音波プローブ 1 3、ディスプレイパネル 1 5、筐体 1 6、基体 2 1、素子 2 3、第 1 および第 2 配線板 3 8、4 1、音響整合層 5 1、8 3、8 6、音響レンズ 5 2、8 1、8 7 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。

20

【符号の説明】

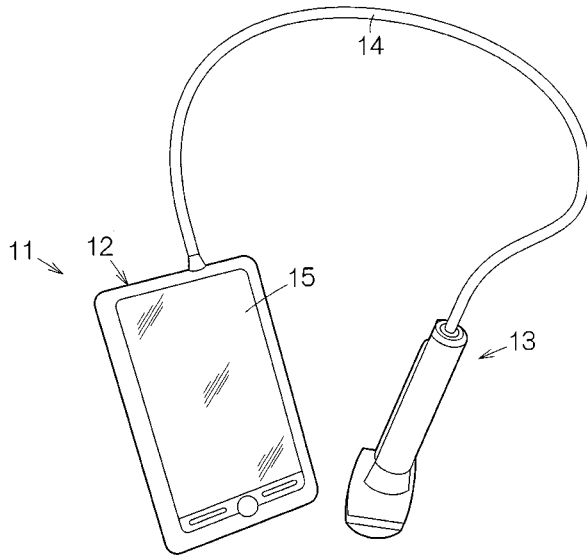
30

【0068】

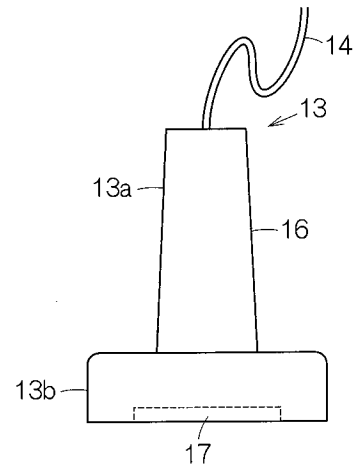
1 1 電子機器および超音波画像装置としての超音波診断装置、1 2 処理部（装置端末）、1 3 プローブ（超音波プローブ）、1 5 表示装置（ディスプレイパネル）、1 6 筐体、1 7 超音波デバイス、1 7 a 超音波デバイス、1 7 b 超音波デバイス、1 7 c 超音波デバイス、2 1 基板（基体）、2 2 素子アレイ、2 3 薄膜型超音波トランスデューサー素子、3 8 フレキシブルプリント配線板（第 1 フレキシブルプリント配線板）、4 1 フレキシブルプリント配線板（第 2 フレキシブルプリント配線板）、5 1 音響整合層、5 2 音響レンズ、5 3 構造体（保護膜）、5 3 a 側面（接触面）、5 3 b 側面（接触面）、5 3 c 側面（接触面）、5 3 d 側面（接触面）、6 1 基板、6 3 マスキング材、6 4 開口、6 7 樹脂材、7 9 構造体（保護材）、8 1 音響レンズ、8 2 柱状部、8 3 音響整合層、8 4 窪み（溝）、8 6 音響整合層、8 7 音響レンズ、8 8 構造体（保護膜）。

40

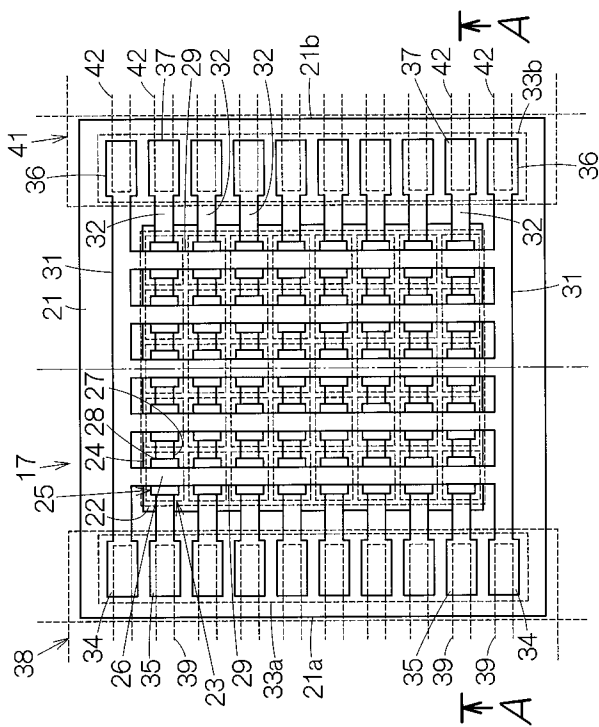
【図 1】



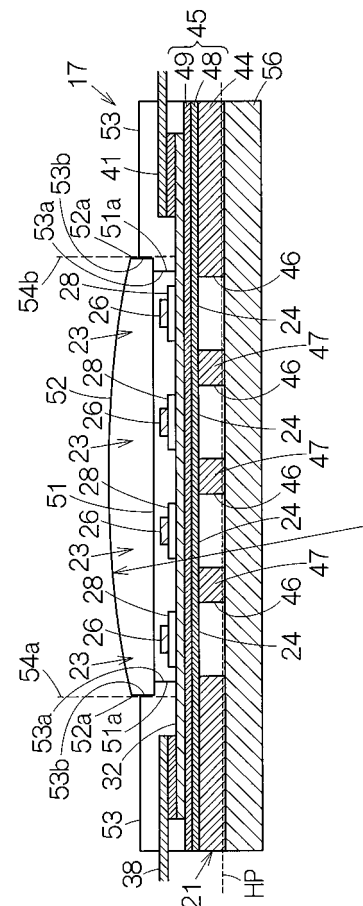
【図 2】



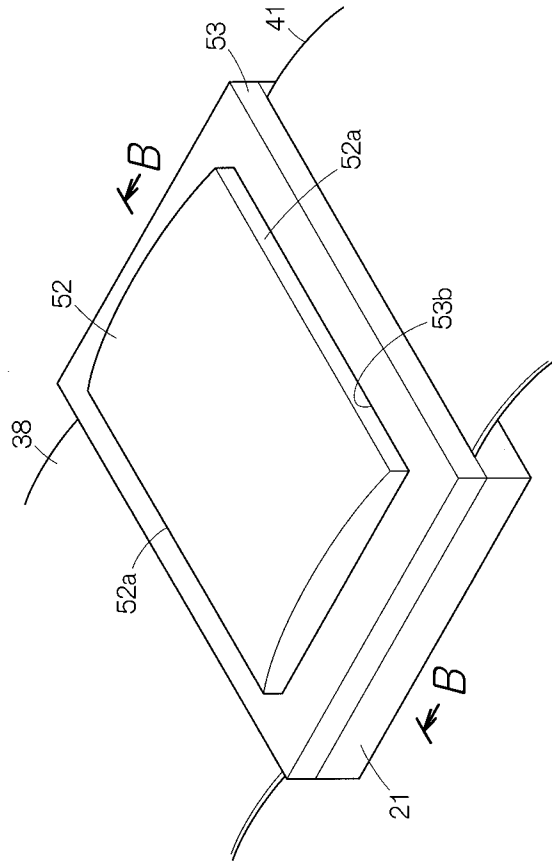
【図 3】



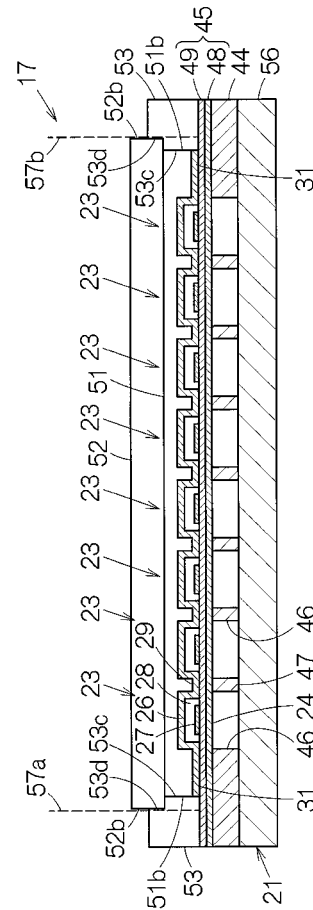
【図 4】



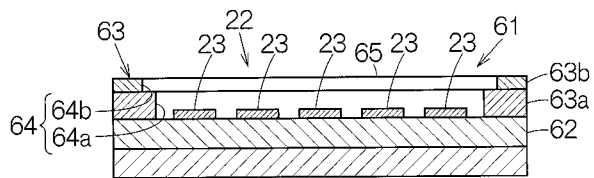
【図 5】



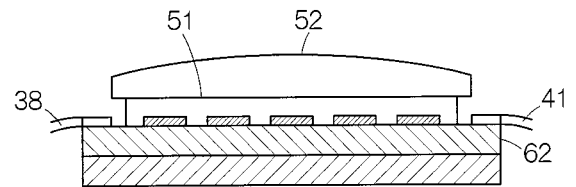
【図 6】



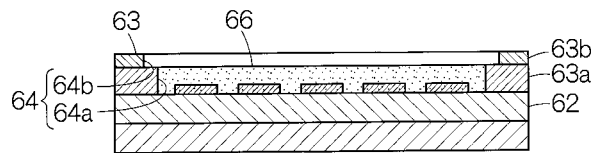
【図 7】



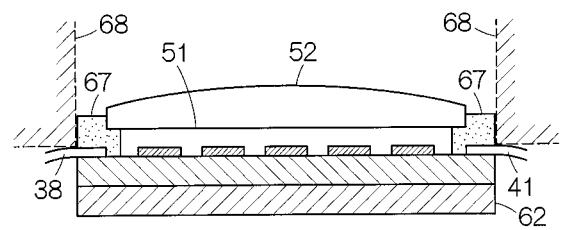
【図 10】



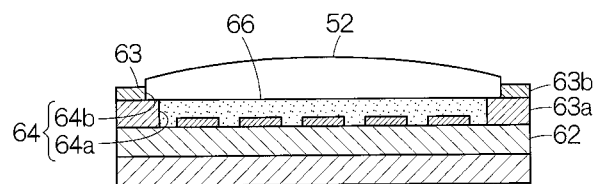
【図 8】



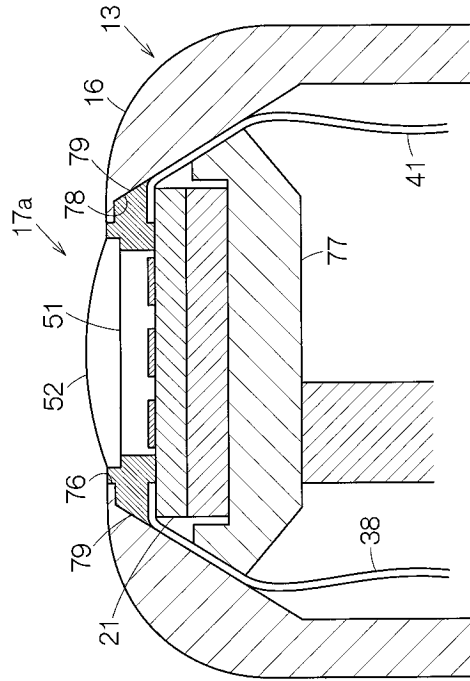
【図 11】



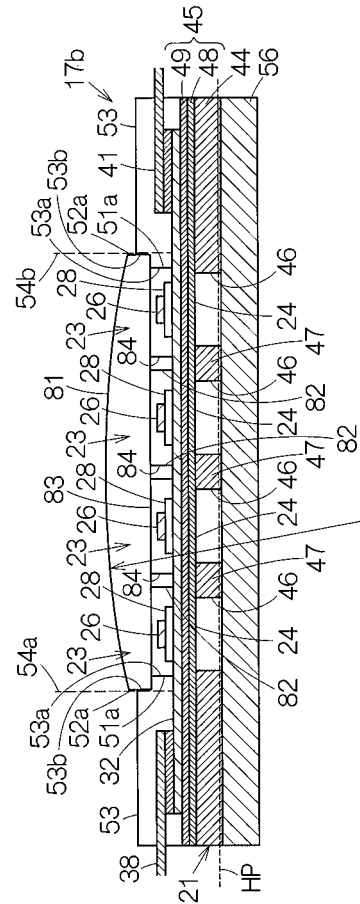
【図 9】



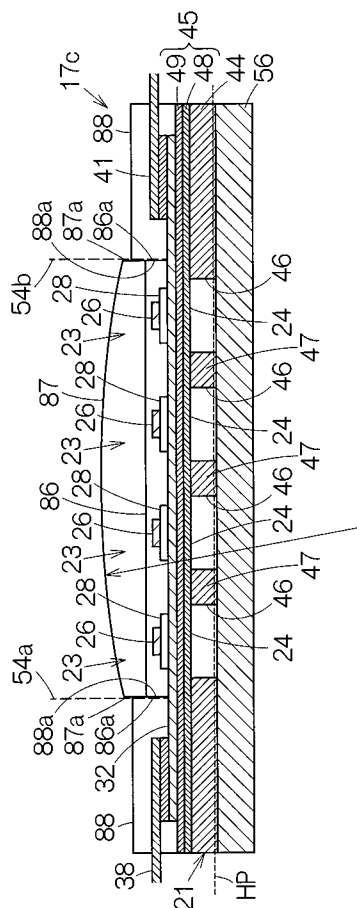
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



专利名称(译)	超声波装置，超声波装置的制造方法，探头，电子装置，超声波成像装置		
公开(公告)号	JP2015142629A5	公开(公告)日	2017-02-16
申请号	JP2014016639	申请日	2014-01-31
[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		
CPC分类号	B06B1/0629 B06B1/067 G10K11/30 A61B8/4427 A61B8/4444 A61B8/4494 A61B8/461 A61B8/5207 B06B1/064 B32B37/06 B32B37/24 B32B38/0008 B32B2038/0076 B32B2307/10 B32B2310/0806 B32B2398/00 B32B2457/08 B32B2535/00		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.330.J H04R17/00.332		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB26 4C601/GB33 4C601/GB41 4C601/GB50 5D019/AA22 5D019/BB19 5D019/BB25 5D019/EE02 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/GG03		
代理人(译)	渡边 和明		
其他公开文献	JP6326833B2 JP2015142629A		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波装置，该超声波装置能够抑制当压在活体上时声透镜的变形。基板（21）具有元件阵列（22），该元件阵列（22）包括以阵列形式布置在基材（44）上的多个薄膜型超声换能器元件（23）。元件阵列22被声匹配层51覆盖。声学透镜52布置在声学匹配层51上。在声透镜52与基板21之间配置有结构体53。结构53的压缩强度大于声匹配层51的压缩强度。[选择图]图4