

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6299511号
(P6299511)

(45) 発行日 平成30年3月28日 (2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日 (2018.3.9)

(51) Int.Cl.	F I				
HO4R 17/00	(2006.01)	HO4R 17/00	332Y		
HO4R 3/00	(2006.01)	HO4R 17/00	330J		
A61B 8/00	(2006.01)	HO4R 17/00	330H		
		HO4R 17/00	330G		
		HO4R 3/00	330		

請求項の数 14 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-156707 (P2014-156707)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成26年7月31日 (2014.7.31)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-34100 (P2016-34100A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成28年3月10日 (2016.3.10)	(74) 代理人	100090479
審査請求日	平成29年7月21日 (2017.7.21)		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	中澤 勇祐
			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	鶴野 次郎
			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】 超音波デバイス並びにプローブおよび電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1端子に接続される第1配線および第2配線と、

n個(nは4以上の整数)の超音波トランスデューサー素子が、第1直線に沿って、かつ前記第1直線に直交する第2直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第1配線に接続されている第1素子列と、

n個の超音波トランスデューサー素子が、前記第1素子列に隣接して配置され、かつ前記第2直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第2配線に接続されている第2素子列と、

を含む超音波デバイスであって、

前記第1素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番でk番目(kは1以上n/2-1以下の整数)の素子と、前記第2素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番でk番目の素子と、の距離をD_kとすると、少なくとも1つのk番目においてD_k < D_{k+1}の関係を満足す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、前記第1素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番でj番目(jは1以上n/2-1以下の整数)の素子とj+1番目の素子との距離をS_{1j}とし、前記第2素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番でj番目の素子とj+1番目の素子との距離をS_{2j}とすると、S_{1j} > S_{1j+1}かつS_{2j} > S_{2j+1}の関係を満足する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、前記第 2 素子列に含まれる超音波トランスデューサー素子が、前記第 1 直線に平行な直線に沿って配置されており、かつ前記 S_{1j} 、前記 S_{1j+1} 、前記 S_{2j} および前記 S_{2j+1} は $S_{1j} < S_{2j}$ かつ $S_{1j+1} < S_{2j+1}$ の関係を満足する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 D_k は、すべての k 番目において $D_k < D_{k+1}$ の関係を満足することを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 5】

第 1 配線および第 2 配線と、

前記第 1 配線および前記第 2 配線に同じタイミングで駆動信号を送信する送信部と、
 n 個 (n は 4 以上の整数) の超音波トランスデューサー素子が、第 1 直線に沿って、かつ前記第 1 直線に直交する第 2 直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第 1 配線に接続されている第 1 素子列と、

n 個の超音波トランスデューサー素子が、前記第 1 素子列に隣接して配置され、かつ前記第 2 直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第 2 配線に接続されている第 2 素子列と、

を含む超音波デバイスであって、

前記第 1 素子列に含まれ前記第 2 直線からの距離の小さい順番で k 番目 (k は 1 以上 $n/2 - 1$ 以下の整数) の素子と、前記第 2 素子列に含まれ前記第 2 直線からの距離の小さい順番で k 番目の素子と、の距離を D_k とするとき、少なくとも 1 つの k 番目において $D_k < D_{k+1}$ の関係を満足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、前記超音波トランスデューサー素子は、基体に設けられた振動膜と、前記振動膜に設けられた駆動素子とを含む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、前記駆動素子は、圧電体と前記圧電体上に設けられた 2 つの電極とを含む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、前記第 1 素子列および前記第 2 素子列を覆う音響整合層をさらに備えることを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 9】

請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の超音波デバイスにおいて、前記第 1 素子列に含まれる超音波トランスデューサー素子の各振動膜の面積は前記第 2 素子列に含まれる超音波トランスデューサー素子の各振動膜の面積よりも大きいことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の超音波デバイスにおいて、

第 1 端子に接続される第 3 配線と、

n 個の超音波トランスデューサー素子が、前記第 1 素子列に隣接して配置され、かつ前記第 2 直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第 3 配線に接続されている第 3 素子列と、を含み、

前記第 1 素子列に含まれ前記第 2 直線からの距離の小さい順番で k 番目 (k は 1 以上 $n/2 - 1$ 以下の整数) の素子と、前記第 3 素子列に含まれ前記第 2 直線からの距離の小さい順番で k 番目の素子と、の距離を D_{2k} とするとき、前記少なくとも 1 つの k 番目において $D_{2k} < D_{2k+1}$ の関係を満足することを特徴とする超音波デバイス。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の超音波デバイスにおいて、

前記第 2 素子列に含まれる超音波トランスデューサー素子が、前記第 2 直線を対称の軸

10

20

30

40

50

として線対称な2本の直線に沿って配置され、

前記第1素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番で*i*番目(*i*は1以上*n*/*2*以下の整数)の素子の前記第2直線からの距離*L*_{1*i*}は、前記第2素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番で*i*番目の素子の前記第2直線からの距離*L*_{2*i*}と等しいことを特徴とする超音波デバイス。

【請求項12】

請求項1～11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13】

請求項1～11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装置とを備えることを特徴とする電子機器。

10

【請求項14】

請求項1～11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の出力から生成される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。

【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。

20

【背景技術】

【0002】

特許文献1に開示されるように、例えばcMUT(静電容量型超音波トランスデューサー素子)といった薄膜型の超音波トランスデューサー素子は一般に知られる。特許文献1では、cMUTは可撓性シート上に形成される。したがって、高い剛性を有する基板上に形成される場合に比べて、振動の伝播は減衰する。こうしてクロストークは抑制されるので、距離分解能の向上が見込まれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

30

【特許文献1】特開2008-110060号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

複数の振動膜が同時に振動すると、個々の振動膜の振動は、例えば音響整合層を伝播して隣接する振動膜に伝播する。このように、いわゆるクロストークは発生し、個々の振動膜は隣接する振動膜の残響振動に曝される。この残響振動は画像形成に影響し、例えば本来の画像に擬似的に画像を付加してしまう。

【0005】

本発明の少なくとも1つの態様によれば、残響振動を抑制する超音波デバイスは提供されることができる。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1)本発明の一態様は、第1端子に接続される第1配線および第2配線と、*n*個(*n*は4以上の整数)の超音波トランスデューサー素子が、第1直線に沿って、かつ前記第1直線に直交する第2直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第1配線に接続されている第1素子列と、*n*個の超音波トランスデューサー素子が、前記第1素子列に隣接して配置され、かつ前記第2直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第2配線に接続されている第2素子列とを含む超音波デバイスであって、前記第1素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番で*k*番目(*k*は1以上*n*/*2*-1以下

50

の整数)の素子と、前記第2素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番でk番目の素子との距離を D_k とすると、少なくとも1つのk番目において $D_k < D_{k+1}$ の関係を満たす超音波デバイスに関する。

【0007】

本発明者は新たに特定の事実を見出した。その事実によれば、超音波デバイスでは、平面視での素子アレイ領域の対称軸である第2直線に近いほど残響振動の周期は短いことが判明した。第1配線および第2配線から第1素子列および第2素子列の超音波トランスデューサー素子には同一の駆動信号が供給される。駆動信号の受信に応じて超音波トランスデューサー素子は振動する。例えば第2素子列の超音波トランスデューサー素子の振動は距離 $D_k < D_{k+1}$ に応じて第1素子列の超音波トランスデューサー素子に到達する。こうして第2直線からの距離に応じて対応する超音波トランスデューサー素子同士の間で振動の同期は確保される。例えば第2素子列から第1素子列に伝播する振動の働きで第1素子列では残留振動は低減されることができると。 10

【0008】

(2)超音波デバイスでは、前記第1素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番でj番目(jは1以上 $n/2 - 1$ 以下の整数)の素子とj+1番目の素子との距離を S_{1j} とし、前記第2素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番でj番目の素子とj+1番目の素子との距離を S_{2j} とすると、 $S_{1j} < S_{1j+1}$ かつ $S_{2j} < S_{2j+1}$ の関係が満たされればよい。同一の素子列に属する超音波トランスデューサー素子は同一の駆動信号で駆動される。同一の素子列内で $S_{1j} < S_{1j+1}$ の関係および $S_{2j} < S_{2j+1}$ の関係が確立されることから、第2直線からの距離に応じてj番目の超音波トランスデューサー素子とj+1番目の超音波トランスデューサー素子との間で伝播する振動は伝播先の振動に同期することができる。こうして伝播は残留振動の低減に貢献する。 20

【0009】

(3)前記第2素子列に含まれる超音波トランスデューサー素子が、前記第1直線に平行な直線に沿って配置されており、かつ前記 S_{1j} 、前記 S_{1j+1} 、前記 S_{2j} および前記 S_{2j+1} は $S_{1j} < S_{2j}$ かつ $S_{1j+1} < S_{2j+1}$ の関係を満足すればよい。第2素子列の配列は第1素子列の配列に平行に延びる。したがって、第2直線に沿って素子列間の間隔はできるだけ縮小されることができると。最小化される。こうして超音波トランスデューサー素子は効率的に配置されることができると。 30

【0010】

(4)前記 D_k は、すべてのk番目において $D_k < D_{k+1}$ の関係を満足すればよい。超音波トランスデューサー素子同士の間で振動の同期は確保される。確実に残留振動は低減されることができると。 40

【0011】

(5)本発明の他の態様は、第1配線および第2配線と、前記第1配線および前記第2配線に同じタイミングで駆動信号を送信する送信部と、n個(nは4以上の整数)の超音波トランスデューサー素子が、第1直線に沿って、かつ前記第1直線に直交する第2直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第1配線に接続されている第1素子列と、n個の超音波トランスデューサー素子が、前記第1素子列に隣接して配置され、かつ前記第2直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第2配線に接続されている第2素子列とを含む超音波デバイスであって、前記第1素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番でk番目(kは1以上 $n/2 - 1$ 以下の整数)の素子と、前記第2素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番でk番目の素子との距離を D_k とすると、少なくとも1つのk番目において $D_k < D_{k+1}$ の関係を満たす超音波デバイスに関する。 40

【0012】

超音波デバイスでは、平面視での素子アレイ領域の対称軸である第2直線に近いほど残響振動の周期は短いことが判明した。第1配線および第2配線から第1素子列および第2 50

素子列の超音波トランスデューサー素子には同一の駆動信号が供給される。駆動信号の受信に応じて超音波トランスデューサー素子は振動する。例えば第2素子列の超音波トランスデューサー素子の振動は距離 $D_k < D_{k+1}$ に応じて第1素子列の超音波トランスデューサー素子に到達する。こうして第2直線からの距離に応じて対応する超音波トランスデューサー素子同士の間で振動の同期は確保される。例えば第2素子列から第1素子列に伝播する振動の働きで第1素子列では残留振動は低減されることができる。

【0013】

(6) 前記超音波トランスデューサー素子は、基体に設けられた振動膜と、前記振動膜に設けられた駆動素子とを含んでもよい。こうして超音波デバイスでは薄膜メンブレン型の振動素子は確立されることができる。

10

【0014】

(7) 前記駆動素子は、圧電体と前記圧電体上に設けられた2つの電極とを含んでもよい。いわゆるトランス型の超音波トランスデューサー素子は確立されることができる。

【0015】

(8) 超音波デバイスは、前記第1素子列および前記第2素子列を覆う音響整合層をさらに備えてもよい。超音波トランスデューサー素子の振動は音響整合層を伝播する。こうして第2直線からの距離に応じて対応する超音波トランスデューサー素子同士の間で振動の同期は確保される。例えば第2素子列から第1素子列に伝播する振動の働きで第1素子列では残留振動は低減されることができる。

【0016】

20

(9) 前記第1素子列に含まれる超音波トランスデューサー素子の各振動膜の面積は前記第2素子列に含まれる超音波トランスデューサー素子の各振動膜の面積よりも大きければよい。超音波ビームの形成にあたって第2素子列に含まれる超音波トランスデューサー素子の振動は音響整合層から外側に伝達されず主に残響振動の縮小に役立つ。振動制御は簡素化されることができる。

【0017】

(10) 超音波デバイスでは、第1端子に接続される第3配線と、 n 個の超音波トランスデューサー素子が、前記第1素子列に隣接して配置され、かつ前記第2直線を対称の軸として線対称の位置に配置され、かつ前記第3配線に接続されている第3素子列とを含んでもよい。このとき、前記第1素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番で k 番目 (k は1以上 $n/2 - 1$ 以下の整数) の素子と、前記第3素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番で k 番目の素子との距離を D_{2k} とするとき、前記少なくとも1つの k 番目において $D_{2k} < D_{2k+1}$ の関係が満たされればよい。こうして3素子列で1チャンネルが形成されてもよい。

30

【0018】

(11) 超音波デバイスでは、前記第2素子列に含まれる超音波トランスデューサー素子が、前記第2直線を対称の軸として線対称な2本の直線に沿って配置されてもよい。このとき、前記第1素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番で i 番目 (i は1以上 $n/2$ 以下の整数) の素子の前記第2直線からの距離 L_{1i} は、前記第2素子列に含まれ前記第2直線からの距離の小さい順番で i 番目の素子の前記第2直線からの距離 L_{2i} と等しければよい。こうして奇数列の配列は平行に配置され、偶数列の配列は平行に配置される。

40

【0019】

(12) 超音波デバイスはプローブに組み込まれて利用できる。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。

【0020】

(13) 超音波デバイスは電子機器に組み込まれて利用できる。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装置とを備えればよい。

【0021】

50

(14) 超音波デバイスは超音波画像装置に組み込まれて利用できる。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の出力から生成される画像を表示する表示装置とを備えればよい。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【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】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3】超音波デバイスの一部拡大平面図である。

【図4】図1のA-A線に沿った断面図である。

【図5】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6】第2実施形態に係る超音波デバイスの一部拡大平面図である。

【図7】第1超音波トランスデューサー素子の残留振動を示すグラフである。

【図8】第2超音波トランスデューサー素子が同時に超音波振動した際に第1超音波トランスデューサー素子の残留振動を示すグラフである。

【図9】中立軸からの距離に応じて第1超音波トランスデューサー素子の残留振動を示すグラフである。

【図10】第3実施形態に係る超音波デバイスの一部拡大平面図である。

【図11】図3に対応し、変形例に係る超音波デバイスの一部拡大平面図である。

【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。

【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(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。

【0025】

超音波プローブ13は筐体16を有する。筐体16には超音波デバイスユニットDVが嵌め込まれる。超音波デバイスユニットDVは超音波デバイス17を備える。超音波デバイス17は音響レンズ18を備える。音響レンズ18の外表面には部分円筒面18aが形成される。部分円筒面18aは平板部18bで囲まれる。平板部18bの外周は全周で途切れなく筐体16に結合される。こうして平板部18bは筐体の一部として機能する。音響レンズ18は例えばシリコン樹脂から形成される。音響レンズ18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。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。

【0026】

(2) 第1実施形態に係る超音波デバイスの構造

図2は第1実施形態に係る超音波デバイス17の平面図を概略的に示す。超音波デバイス17は基体21を備える。基体21の表面(第1面)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n個(nは4以上の整数)の第1薄膜型超音波トランスデューサー素子(以下「第1素子」という)23およびn個の第2薄膜型超音波トランスデューサー素子(以下「第2素子」という)24の配列で構成される。第1素

10

20

30

40

50

子 2 3 は、第 1 直線 L N 1 に沿って、かつ第 1 直線 L N 1 に直交する第 2 直線 L N 2 を対称の軸として線対称の位置に配置される。同様に、第 2 素子 2 4 は、第 1 直線 L N 1 に平行な直線に沿って、かつ第 2 直線 L N 2 を対称の軸として線対称の位置に配置される。

【 0 0 2 7 】

第 1 素子 2 3 および第 2 素子 2 4 は個々に振動膜 2 5、2 6 を備える。図 2 では振動膜 2 5、2 6 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 2 5、2 6 の輪郭が描かれる。素子アレイ 2 2 は素子アレイ領域 2 7 を区画する。素子アレイ領域 2 7 の輪郭は、最外周の振動膜 2 6 に外接する最小面積の四辺形で形成される。平面視で輪郭の図心 2 8 は第 2 直線 L N 2 に重なる。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。

10

【 0 0 2 8 】

第 1 素子 2 3 は行方向に 1 列に並べられる。第 1 素子 2 3 は 1 直線上に配列されればよい。第 1 素子 2 3 の列は駆動列 3 1 を形成する。後述されるように、駆動列 3 1 から発信される超音波は画像の形成に用いられる。駆動列 3 1 は本実施形態の第 1 素子列を形成する。

【 0 0 2 9 】

第 2 素子 2 4 は同様に行方向に 1 列に並べられる。第 2 素子 2 4 は 1 直線上に配列されればよい。第 2 素子 2 4 の列は残響抑制列 3 2 を形成する。後述されるように、第 2 素子 2 4 の振動は、第 1 素子 2 3 の振動時に第 1 素子 2 3 の残響振動を打ち消す際に用いられる。駆動列 3 1 には少なくとも 1 列の残響抑制列 3 2 が組み合わせられる。ここでは、駆動列 3 1 および残響抑制列 3 2 は列方向に交互に配置される。残響抑制列 3 2 は本実施形態の第 2 素子列を形成する。

20

【 0 0 3 0 】

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。

【 0 0 3 1 】

第 1 端子アレイ 3 3 a は 1 対の上電極端子 3 4 並びに下電極端子 3 5 を備える。上電極端子 3 4 は第 1 端子アレイ 3 3 a の両端に配置される。上電極端子 3 4 には全ての駆動列 3 1 に属する第 1 素子 2 3 および全ての残響抑制列 3 2 に属する第 2 素子 2 4 が共通に接続される。上電極端子 3 4 の間に下電極端子 3 5 が配置される。下電極端子 3 5 に、個々の駆動列 3 1 ごとに第 1 素子 2 3 が接続され、個々の残響抑制列 3 2 ごとに第 2 素子 2 4 が接続される。

30

【 0 0 3 2 】

同様に、第 2 端子アレイ 3 3 b は 1 対の上電極端子 3 7 並びに下電極端子 3 8 を備える。上電極端子 3 7 は第 2 端子アレイ 3 3 b の両端に配置される。上電極端子 3 7 には全ての駆動列 3 1 に属する第 1 素子 2 3 および全ての残響抑制列 3 2 に属する第 2 素子 2 4 が共通に接続される。上電極端子 3 7 の間に下電極端子 3 8 が配置される。下電極端子 3 8 に、個々の駆動列 3 1 ごとに第 1 素子 2 3 が接続され、個々の残響抑制列 3 2 ごとに第 2 素子 2 4 が接続される。

40

【 0 0 3 3 】

基体 2 1 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）4 2 が連結される。第 1 配線板 4 2 は第 1 端子アレイ 3 3 a に覆い被さる。第 1 配線板 4 2 の一端には上電極端子 3 4 および下電極端子 3 5 に個別に対応して導電線すなわち第 1 信号線が形成される。第 1 信号線は上電極端子 3 4 および下電極端子 3 5 に個別に向き合わせられ個別に接合される。同様に、基体 2 1 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）4 3 が覆い被さる。第 2 配線板 4 3 は第 2 端子アレイ 3 3 b に覆い被さ

50

る。第2配線板43の一端には上電極端子37および下電極端子38に個別に対応して導電線すなわち第2信号線が形成される。第2信号線は上電極端子37および下電極端子38に個別に向き合わせられ個別に接合される。

【0034】

図3に示されるように、第1素子23の振動膜25上には圧電素子44が形成される。圧電素子44は上電極45、下電極46および圧電体膜47で構成される。個々の第1素子23ごとに上電極45および下電極46の間に圧電体膜47が挟まれる。これらは下電極46、圧電体膜47および上電極45の順番で重ねられる。

【0035】

基体21の表面には1列の駆動列31ごとに1本の第1導電体(第1配線)48が形成される。第1導電体48は配列の列方向に直線に沿って延びる。第1導電体48は1列の駆動列31に属する第1素子23の圧電体膜47に共通に接続される。第1導電体48は個々の第1素子23ごとに下電極46を形成する。第1導電体48の両端は下電極端子35、38にそれぞれ接続される。第1導電体48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48にはその他の導電材が利用されてもよい。

10

【0036】

第2素子24の振動膜26上には圧電素子51が形成される。圧電素子51は上電極52、下電極53および圧電体膜54で構成される。個々の第2素子24ごとに上電極52および下電極53の間に圧電体膜54が挟まれる。これらは下電極53、圧電体膜54および上電極52の順番で重ねられる。ここでは、第1素子23の振動膜25の大きさは第2素子24の振動膜26の大きさに比べて大きい。

20

【0037】

基体21の表面には1列の残響抑制列32ごとに1本の第2導電体(第2配線)55が形成される。第2導電体55は配列の列方向に直線に沿って延びる。第2導電体55は1列の残響抑制列32に属する第2素子24の圧電体膜54に共通に接続される。第2導電体55は個々の第2素子24ごとに下電極53を形成する。第2導電体55の両端は第2および第4下電極端子36、39にそれぞれ接続される。第2導電体55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55にはその他の導電材が利用されてもよい。

30

【0038】

図3に示されるように、1列の駆動列31内で第1素子23は等ピッチ(=S1)で配列される。ここで、1列の駆動列31内では、第2直線LN2からの距離の小さい順番に、k番目の振動膜(k=1、2、...n)25a、25b、25c...は特定される。1番目の振動膜25aは第2直線LN2から第1距離Stで離れて配置される。2番目の振動膜25bは第2直線LN2から第1距離Stよりも大きい第2距離St+S1で離れて配置される。3番目の振動膜25cは第2直線LN2から第2距離St+S1よりも大きい第3距離St+2xS1で離れて配置される。こうしてk番目の振動膜25は(k-1)番目の振動膜25よりも第2直線LN2から離れて配置される。

【0039】

1列の残響抑制列32内では、第2直線LN2からの距離の小さい順番にk番目の振動膜26が特定される。1番目の振動膜26aは駆動列31の1番目の振動膜25aから第1伝播距離D1で離れて隣に配置される。2番目の振動膜26bは駆動列31の2番目の振動膜25bから第1伝播距離D1よりも大きい第2伝播距離D2で離れて隣に配置される。3番目の振動膜26cは駆動列31の3番目の振動膜25cから第2伝播距離D2よりも大きい第3伝播距離D3で離れて隣に配置される。こうして、駆動列31に含まれ第2直線LN2からの距離の小さい順番でk番目(kは1以上n/2-1以下の整数)の第1素子23と、残響抑制列32に含まれ第2直線LN2からの距離の小さい順番でk番目の第2素子24との距離をD_kとすると、少なくとも1つのk番目においてD_k<D_{k+1}の関係は満たされる。ここでは、駆動列31に含まれ第2直線LN2からの距離の小

40

50

さい順番で j 番目 (j は 1 以上 $n/2 - 1$ 以下の整数) の第 1 素子 2 3 と $j + 1$ 番目の第 1 素子 2 3 との距離を S_{1j} とし、残響抑制列 3 2 に含まれ第 2 直線 L_{N2} からの距離の小さい順番で j 番目の第 2 素子 2 4 と $j + 1$ 番目の第 2 素子 2 4 との距離を S_{2j} とするとき、 $S_{1j} < S_{1j+1}$ かつ $S_{2j} < S_{2j+1}$ の関係が満たされる。その結果、 $S_{1j} < S_{2j}$ かつ $S_{1j+1} < S_{2j+1}$ の関係は満たされる。しかも、すべての k 番目において $D_k < D_{k+1}$ の関係は満たされる。

【0040】

基体 2 1 の表面には複数本の第 3 導電体 5 7 が形成される。第 3 導電体 5 7 は配列の行方向に相互に並列に延びる。1 行の第 1 素子 2 3 および第 2 素子 2 4 ごとに 1 本の第 3 導電体 5 7 が割り当てられる。1 本の第 3 導電体 5 7 は配列の行方向に並ぶ第 1 素子 2 3 および第 2 素子 2 4 の圧電体膜 4 7、5 4 に共通に接続される。第 3 導電体 5 7 は個々の素子 2 3、2 4 ごとに上電極 4 5、5 2 を形成する。第 3 導電体 5 7 の両端は 1 対の引き出し配線 5 8 にそれぞれ接続される。引き出し配線 5 8 は配列の列方向に相互に平行に延びる。引き出し配線 5 8 の両端は上電極端子 3 4、3 7 にそれぞれ接続される。こうしてマトリクス全体の素子 2 3、2 4 に共通に上電極 4 5、5 2 は接続される。第 3 導電体 5 7 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 3 導電体 5 7 にはその他の導電材が利用されてもよい。

【0041】

図 4 に示されるように、基体 2 1 は基板 6 1 および被覆膜 6 2 を備える。基板 6 1 の表面に一面に被覆膜 6 2 が積層される。基板 6 1 には個々の第 1 素子 2 3 および第 2 素子 2 4 ごとに開口部 6 3 が形成される。開口部 6 3 は、基板 6 1 の裏面から削り抜かれて基板 6 1 を貫通する空間を区画する。開口部 6 3 は基板 6 1 に対してアレイ状に配置される。開口部 6 3 が配置される領域の輪郭は素子アレイ領域 2 7 の輪郭に相当する。基板 6 1 は例えばシリコン基板で形成されればよい。

【0042】

隣接する 2 つの開口部 6 3 の間には仕切り壁 6 4 が区画される。隣接する開口部 6 3 は仕切り壁 6 4 で仕切られる。仕切り壁 6 4 の壁厚みは開口部 6 3 の間隔に相当する。仕切り壁 6 4 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。

【0043】

被覆膜 6 2 は、基板 6 1 の表面に積層される酸化シリコン (SiO_2) 層 6 5 と、酸化シリコン層 6 5 の表面に積層される酸化ジルコニウム (ZrO_2) 層 6 6 とで構成される。被覆膜 6 2 は開口部 6 3 に接する。こうして開口部 6 3 の輪郭に対応して被覆膜 6 2 の一部が振動膜 2 5、2 6 を形成する。振動膜 2 5、2 6 は、被覆膜 6 2 のうち、開口部 6 3 に臨むことから基板 6 1 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 6 5 の膜厚は共振周波数に基づき決定されることができる。

【0044】

振動膜 2 5 (2 6) の表面に下電極 4 6 (5 3)、圧電体膜 4 7 (5 4) および上電極 4 5 (5 2) が順番に積層される。圧電体膜 4 7 (5 4) 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 4 7 (5 4) にはその他の圧電材料が用いられてもよい。ここでは、第 3 導電体 5 7 の下で圧電体膜 4 7 (5 4) は完全に第 1 導電体 4 8 (または第 2 導電体 5 5) を覆う。圧電体膜 4 7、5 4 の働きで第 3 導電体 5 7 と第 1 および第 2 導電体 4 8、5 5 との間で短絡は回避されることができる。

【0045】

基体 2 1 の表面には音響整合層 6 7 が積層される。音響整合層 6 7 は素子アレイ 2 2 を覆う。音響整合層 6 7 の膜厚は振動膜 2 5、2 6 の共振周波数に応じて決定される。音響整合層 6 7 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 6 7 は第 1 端子アレイ 3 3 a および第 2 端子アレイ 3 3 b の間の空間に収まる。音響整合層 6 7 の縁は基体 2 1 の第 1 辺 2 1 a および第 2 辺 2 1 b から離れる。音響整合層 6 7 は基体 2 1

10

20

30

40

50

の輪郭よりも小さい輪郭を有する。

【 0 0 4 6 】

音響整合層 6 7 上に音響レンズ 1 8 が配置される。音響レンズ 1 8 は音響整合層 6 7 の表面に密着する。音響レンズ 1 8 は音響整合層 6 7 の働きの基体 2 1 に接着される。音響レンズ 1 8 の部分円筒面 1 8 a は第 3 導電体 5 7 に平行な母線を有する。部分円筒面 1 8 a の曲率は、1 筋の第 1 導電体 4 8 に接続される 1 列の第 1 素子 2 3 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 1 8 は例えばシリコーン樹脂から形成される。音響レンズ 1 8 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。

【 0 0 4 7 】

基体 2 1 には保護膜 6 8 が固定される。保護膜 6 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 6 8 はその他の樹脂材から形成されてもよい。保護膜 6 8 は音響レンズ 1 8 および音響整合層 6 7 の側面に固着される。保護膜 6 8 は、音響整合層 6 7 と第 1 および第 2 配線板 4 2、4 3 との間で基体 2 1 表面の第 1 導電体 4 8 や第 2 導電体 5 5、引き出し配線 5 8 に被さる。同様に、保護膜 6 8 は、基体 2 1 上で第 1 配線板 4 2 および第 2 配線板 4 3 の端部に被さる。

【 0 0 4 8 】

基体 2 1 の裏面にはバッキング材 6 9 が固定される。バッキング材 6 9 の表面に基体 2 1 の裏面が重ねられる。バッキング材 6 9 は超音波デバイス 1 7 の裏面で開口部 6 3 を閉じる。バッキング材 6 9 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 6 4 は接合面でバッキング材 6 9 に結合される。バッキング材 6 9 は個々の仕切り壁 6 4 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。

【 0 0 4 9 】

(3) 超音波診断装置の回路構成

図 5 に示されるように、超音波診断装置 1 1 は超音波デバイス 1 7 に電氣的に接続される集積回路チップ (送信部) C P を備える。集積回路チップ C P はマルチプレクサー 7 0 および送受信回路 7 1 を備える。マルチプレクサー 7 0 は超音波デバイス 1 7 側のポート群 7 0 a と送受信回路 7 1 側のポート群 7 0 b とを備える。超音波デバイス 1 7 側のポート群 7 0 a には配線 7 2 経由で第 1 配線板 4 2 の第 1 信号線および第 2 配線板 4 3 の第 2 信号線が接続される。こうしてポート群 7 0 a は素子アレイ 2 2 に繋がる。ここでは、送受信回路 7 1 側のポート群 7 0 b には集積回路チップ C P 内の規定数の信号線 7 3 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第 1 素子 2 3 の列数に相当する。マルチプレクサー 7 0 はケーブル 1 4 側のポートと超音波デバイス 1 7 側のポートとの間で相互接続を管理する。

【 0 0 5 0 】

送受信回路 7 1 は規定数の切り替えスイッチ 7 4 を備える。個々の切り替えスイッチ 7 4 はそれぞれ個別に対応の信号線 7 3 に接続される。送受信回路 7 1 は個々の切り替えスイッチ 7 4 ごとに送信経路 7 5 および受信経路 7 6 を備える。切り替えスイッチ 7 4 には送信経路 7 5 と受信経路 7 6 とが並列に接続される。切り替えスイッチ 7 4 はマルチプレクサー 7 0 に選択的に送信経路 7 5 または受信経路 7 6 を接続する。送信経路 7 5 にはパルサー (第 1 駆動制御部) 7 7 が組み込まれる。パルサー 7 7 は振動膜 2 5 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 7 6 にはアンプ 7 8、ローパスフィルター (L P F) 7 9 およびアナログデジタル変換器 (A D C) 8 1 が組み込まれる。個々の第 1 素子 2 3 の出力信号は増幅されてデジタル信号に変換される。

【 0 0 5 1 】

集積回路チップ C P は駆動受信回路 8 2 を備える。送信経路 7 5 および受信経路 7 6 は駆動受信回路 8 2 に接続される。駆動受信回路 8 2 はスキャンの形態に応じて同時にパルサー 7 7 を制御する。駆動受信回路 8 2 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 8 2 は制御線 8 3 でマルチプレクサー 7 0 に接続される。マルチプレクサー 7 0 は駆動受信回路 8 2 から供給される制御信号に基づき相互接続の管理

10

20

30

40

50

を実施する。

【 0 0 5 2 】

装置端末 1 2 には処理回路 8 4 が組み込まれる。処理回路 8 4 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 1 1 の全体動作は処理回路 8 4 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 8 4 は駆動受信回路 8 2 を制御する。処理回路 8 4 は第 1 素子 2 3 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。

【 0 0 5 3 】

装置端末 1 2 には描画回路 8 5 が組み込まれる。描画回路 8 5 は処理回路 8 4 に接続される。描画回路 8 5 にはディスプレイパネル 1 5 が接続される。描画回路 8 5 は処理回路 8 4 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 1 5 に送り込まれる。その結果、ディスプレイパネル 1 5 に画像が映し出される。

10

【 0 0 5 4 】

(4) 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第 1 素子 2 3 の圧電素子 4 4 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 8 および上電極端子 3 4、3 7 を通じて列ごとに第 1 素子 2 3 に供給される。個々の第 1 素子 2 3 では下電極 4 6 および上電極 4 5 の間で圧電体膜 4 7 に電界が作用する。圧電体膜 4 7 は超音波の周波数で振動する。圧電体膜 4 7 の振動は振動膜 2 5 に伝わる。こうして振動膜 2 5 は超音波振動する。その結果、被検体 (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。

20

【 0 0 5 5 】

超音波の反射波は第 1 素子 2 3 の振動膜 2 5 を振動させる。振動膜 2 5 の超音波振動は所望の周波数で圧電体膜 4 7 を超音波振動させる。圧電素子 4 4 の圧電効果に応じて圧電素子 4 4 から電圧が出力される。個々の第 1 素子 2 3 では上電極 4 5 と下電極 4 6 との間で電位が生成される。電位は下電極端子 3 5、3 8 および上電極端子 3 4、3 7 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。

【 0 0 5 6 】

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。

30

【 0 0 5 7 】

駆動列 3 1 の圧電素子 4 4 にパルス信号が供給されるとともに、隣接する残響抑制列 3 2 の圧電素子 5 1 にパルス信号は供給される。パルス信号は下電極端子 3 5、3 8 および上電極端子 3 4、3 7 を通じて列ごとに第 2 素子 2 4 に供給される。個々の第 2 素子 2 4 では下電極 5 3 および上電極 5 2 の間で圧電体膜 5 4 に電界が作用する。圧電体膜 5 4 は超音波の周波数で振動する。圧電体膜 5 4 の振動は振動膜 2 6 に伝わる。こうして振動膜 2 6 は超音波振動する。第 2 直線 LN 2 からの距離の小さい順番で k 番目の振動膜 2 6 の超音波振動は音響整合層 6 7 を伝播して対応の k 番目の第 1 素子 2 3 の振動膜 2 5 に伝達される。駆動列 3 1 の振動膜 2 5 a、2 5 b、... では残響抑制列 3 2 の振動膜 2 6 a、2 6 b、... の超音波振動の伝播に応じて残響振動は少なくとも部分的に打ち消される。

40

【 0 0 5 8 】

本発明者は新たに特定の事実を見出した。その事実によれば、超音波デバイス 1 7 では、素子アレイ領域 2 7 の図心 2 8 (第 2 直線 LN 2) に近いほど残響振動の周期は短いことが判明した。したがって、駆動列 3 1 の振動膜 2 5 a、2 5 b、... で同時に振動が生じると、第 2 直線 LN 2 に近い k 番目の振動膜 2 5 a、2 5 b、... に比べて (k + 1) 番目の振動膜 2 5 b、2 5 c ... では残響振動の周期は遅れる。隣接する残響抑制列 3 2 の振動膜 2 6 a、2 6 b、... で同時に振動が生じると、振動膜 2 6 a、2 6 b、... から伝播する振動は伝播距離 D 1、D 2、... D n に応じて時間差で対応の k 番目の振動膜 2 5 a、2 5 b、... にそれぞれ到達する。こうして残響抑制列 3 2 の振動膜 2 6 a、2 6 b、... の働き

50

で駆動列 3 1 の振動膜 2 5 a、2 5 b、... の残響振動は低減されることができる。

【 0 0 5 9 】

超音波デバイス 1 7 では、駆動列 3 1 に含まれ第 2 直線 L N 2 からの距離の小さい順番で j 番目 (j は 1 以上 $n / 2 - 1$ 以下の整数) の第 1 素子 2 3 と $j + 1$ 番目の第 1 素子 2 3 との距離を $S 1_j$ とし、残響抑制列 3 2 に含まれ第 2 直線 L N 2 からの距離の小さい順番で j 番目の第 2 素子 2 4 と $j + 1$ 番目の第 2 素子 2 4 との距離を $S 2_j$ とするとき、 $S 1_j < S 1_{j+1}$ かつ $S 2_j < S 2_{j+1}$ の関係が満たされる。同一の素子列 3 1、3 2 に属する素子 2 3、2 4 は同一の駆動信号で駆動される。同一の素子列内で $S 1_j < S 1_{j+1}$ の関係および $S 2_j < S 2_{j+1}$ の関係が確立されることから、第 2 直線 L N 2 からの距離に応じて j 番目の素子 2 3、2 4 と $j + 1$ 番目の素子 2 3、2 4 との間で伝播する振動は伝播先の振動に同期することができる。こうして伝播は残留振動の低減に貢献する。

10

【 0 0 6 0 】

超音波デバイス 1 7 では、残響抑制列 3 2 に含まれる第 2 素子 2 4 が、第 1 直線 L N 1 に平行な直線に沿って配置されており、かつ $S 1_j < S 1_{j+1}$ 、 $S 2_j < S 2_{j+1}$ の関係を満たす。このとき、残響抑制列 3 2 の配列は駆動列 3 1 の配列に平行に延びる。したがって、第 2 直線 L N 2 に沿って素子列 3 1、3 2 間の間隔はできるだけ縮小されることができる。最小化される。こうして素子 2 3、2 4 は効率的に配置されることができる。

【 0 0 6 1 】

超音波デバイス 1 7 では、距離 D_k は、すべての k 番目において $D_k < D_{k+1}$ の関係を満たす。素子 2 3、2 4 同士の間で振動の同期は確保される。確実に残留振動は低減されることができる。

20

【 0 0 6 2 】

ここでは、駆動列 3 1 に含まれる第 1 素子 2 3 の各振動膜 2 5 の面積は残響抑制列 3 2 に含まれる第 2 素子 2 4 の各振動膜 2 6 の面積よりも大きい。超音波ビームの形成にあたって残響抑制列 3 2 に含まれる第 2 素子 2 4 の振動は音響整合層 6 7 から外側に伝達されず主に残響振動の縮小に役立つ。振動制御は簡素化されることができる。

【 0 0 6 3 】

(5) 第 2 実施形態に係る超音波デバイスの構造

30

図 6 は第 2 実施形態に係る超音波デバイス 1 7 a の拡大部分平面図を示す。超音波デバイス 1 7 a では、1 列の駆動列 3 1 内で、第 2 直線 L N 2 からの距離の小さい順番で k 番目の振動膜 ($k = 1, 2, \dots, n$) 2 5 a、2 5 b、... が特定されると、 k 番目の振動膜 2 5 と $k + 1$ 番目の振動膜 2 5 との距離は、 $k + 1$ 番目の振動膜 2 5 と $k + 2$ 番目の振動膜 2 5 との距離よりも小さい。例えば、 k 番目の振動膜 2 5 a と ($k + 1$) 番目の振動膜 2 5 b との距離 $S 1$ は ($k + 1$) 番目の振動膜 2 5 b と ($k + 2$) 番目の振動膜 2 5 c との距離 $S 2$ よりも小さい。また、($k + 2$) 番目の振動膜 2 5 b と ($k + 3$) 番目の振動膜 2 5 c との距離 $S 2$ は ($k + 3$) 番目の振動膜 2 5 c と ($k + 4$) 番目の振動膜 2 5 との距離 $S 3$ よりも小さい。ここでは、第 1 素子 2 3 の振動膜 2 5 a、2 5 b、... は 1 直線上に配列される。こうして駆動列 3 1 中の振動膜 2 5 a、2 5 b、... は 1 直線上に配列されることから、第 1 導電体 4 8 は直線的に形成されることができる。第 1 導電体 4 8 は簡単に形成されることができる。しかも、駆動列 3 1 の振動膜 2 5 a、2 5 b、... は効率的に配置されることができる。

40

【 0 0 6 4 】

本発明者は第 2 実施形態に基づき第 1 素子 2 3 の残響振動を検証した。駆動列 3 1 の第 1 素子 2 3 にパルス信号が供給された。第 1 素子 2 3 ではパルス信号の供給に応じて同時に超音波振動が引き起こされた。1 つの第 1 素子 2 3 では、例えば図 7 に示されるように、音響整合層 6 7 を通じた横伝搬の働きで残響振動の発生が確認された。次に、駆動列 3 1 の第 1 素子 2 3 にパルス信号が供給されると同時に、残響抑制列 3 2 の第 2 素子 2 4 にパルス信号が供給された。前述と同様に第 1 素子 2 3 で超音波振動が引き起こされると同

50

時に、第2素子24で超音波振動が引き起こされた。残響抑制列32の第2素子24と駆動列31の第1素子23との伝播距離に応じて第2素子24で第1素子23の残響振動に逆相の超音波振動が生成された。その結果、図8に示されるように、残留振動の低減が確認された。

【0065】

本発明者は新たに特定の事実を見出した。本発明者は1列の第1素子23の残留振動を検証した。駆動列31の第1素子23にパルス信号が供給された。第1素子23ではパルス信号の供給に応じて同時に超音波振動が引き起こされた。その結果、図9に示されるように、残響振動の発生が確認された。複数の振動膜が同時に振動すると、個々の振動膜の振動は、例えば音響整合層を伝播して隣接する振動膜に伝播する。いわゆるクロストークは引き起こされた。図8から明らかのように、素子アレイ領域27の図心28(第2直線LN2)に近いほど残響振動の周期は短いことが判明した。

【0066】

(6) 第3実施形態に係る超音波デバイスの構造

図10は第3実施形態に係る超音波デバイス17bの拡大部分平面図である。超音波デバイス17bでは、1列の駆動列31に対して両側の2列の残響抑制列32が割り当てられる。駆動列31に属する第1素子23群の振動膜25は配列の列方向に第3直線LN3上に配列される。一方の残響抑制列32に属する第2素子24群の振動膜26は配列の列方向に第4直線LN4上に配列される。他方の残響抑制列32に属する第2素子24群の振動膜26は配列の列方向に第5直線LN5上に配列される。第3直線LN3および第4直線LN4の間隔、並びに、第3直線LN3および第5直線LN5の間隔は図心28(第2直線LN2)から遠ざかるにつれて広がる。すなわち、残響抑制列32に含まれる第2素子24は、第3直線LN3を対称の軸として線対称な2本の直線LN4、LN5に沿って配置される。

【0067】

第3導電体57は配列の行方向に相互に平行に延びる。駆動列31に属するk番目の振動膜25aおよび残響抑制列32に属するk番目の振動膜26aは共通の1直線LN6上に配列される。同様に、駆動列31に属する(k+1)(k+2)番目の振動膜25bおよび残響抑制列32に属する(k+1)(k+2)番目の振動膜26bは共通の1直線LN7、LN8上にそれぞれ配列される。ここでは、第4直線LN4上の振動膜26aは駆動列31の1番目の振動膜25aから第1伝播距離D1で離れて隣に配置され、第5直線LN5上の振動膜26aは振動膜25aから反対側に第1伝播距離D1で離れて隣に配置される。同様に、第4直線LN4上の2番目の振動膜26bは2番目の振動膜25bから第2伝播距離D2で離れて隣に配置され、第5直線LN5上の振動膜26bは、2番目の振動膜25bから反対側に第2伝播距離D2で離れて隣に配置される。こうして第3導電体57は直線的に形成されながらも、振動膜26は(k-1)番目の振動膜26の距離よりも離れて振動膜25の隣に配置される。

【0068】

超音波デバイス17bでは、駆動列31および残響抑制列32を横切って配列の行方向に共通に第3導電体57は形成されることができる。駆動列31および残響抑制列32の振動膜25および振動膜26は1直線上に配列されることから、共通の第3導電体57は直線的に形成されることができる。こうして第3導電体57は簡単に形成されることができる。こうして第3導電体57は直線的に形成されながらも、k番目の振動膜26およびk番目の振動膜25の間には第1伝播距離D1が確保され、(k+1)番目の振動膜26および(k+1)番目の振動膜25の間には第2伝播距離D2が確保される。

【0069】

超音波デバイス17bでは、第4直線LN4に沿って配列される第2素子24に加えて、第5直線LN5に沿って配列される第2素子24で残響抑制列32が形成される。このとき、駆動列31に含まれる第2直線LN2からの距離の小さい順番でk番目(kは1以上n/2-1以下の整数)の第1素子23と、第5直線LN5上の残響抑制列32に含まれ

10

20

30

40

50

第2直線LN2からの距離の小さい順番でk番目の第2素子との距離を D_{2k} とするとき、少なくとも1つのk番目において $D_{2k} < D_{2k+1}$ の関係が満たされる。こうして3素子列で1チャンネルは形成されることができる。

【0070】

この超音波デバイス17bでは、残響抑制列32に含まれる第2素子が、第2直線LN2を対称の軸として線対称な2本の直線に沿って配置される。このとき、駆動列31に含まれ第2直線LN2からの距離の小さい順番でi番目(iは1以上n/2以下の整数)の第2素子24の第2直線LN2からの距離 L_{1i} は、残響抑制列32に含まれ第2直線LN2からの距離の小さい順番でi番目の第2素子24の第2直線LN2からの距離 L_{2i} と等しい。こうして奇数列の配列は平行に配置され、偶数列の配列は平行に配置される。

10

【0071】

以上の超音波デバイス17、17a、17bではnが奇数の場合には第2直線LN2からの距離=0の第1素子23や第2素子24が存在する。また、n個の素子23、24の外側にさらに超音波トランスデューサー素子が配置されてもよい。その他、例えば図11に示されるように、個々の残響抑制列32ごとに第1端子アレイ33aおよび第2端子アレイ33bには下電極端子91が形成されてもよい。こうした下電極端子91は個々の残響抑制列32ごとに第2導電体55に接続されればよい。残響抑制列32の第2素子24群は列ごとに集積回路チップCPのマルチプレクサー70に接続される。マルチプレクサー70は、1組の駆動列31および残響抑制列32ごとに同じタイミングで駆動信号を供給することができる。

20

【0072】

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、装置端末12や超音波プローブ13、筐体16、ディスプレイパネル15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。

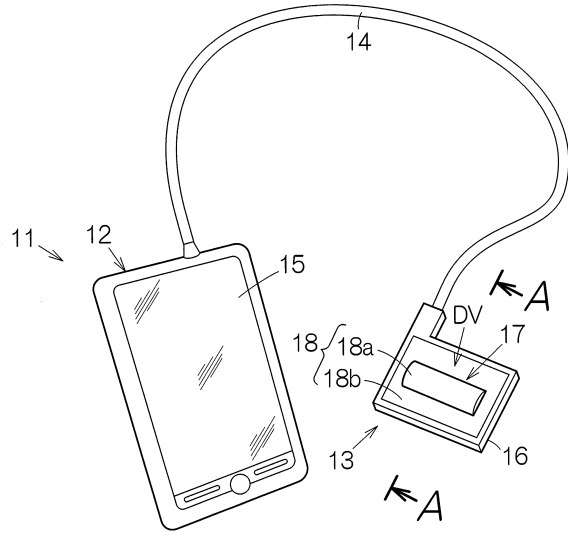
【符号の説明】

30

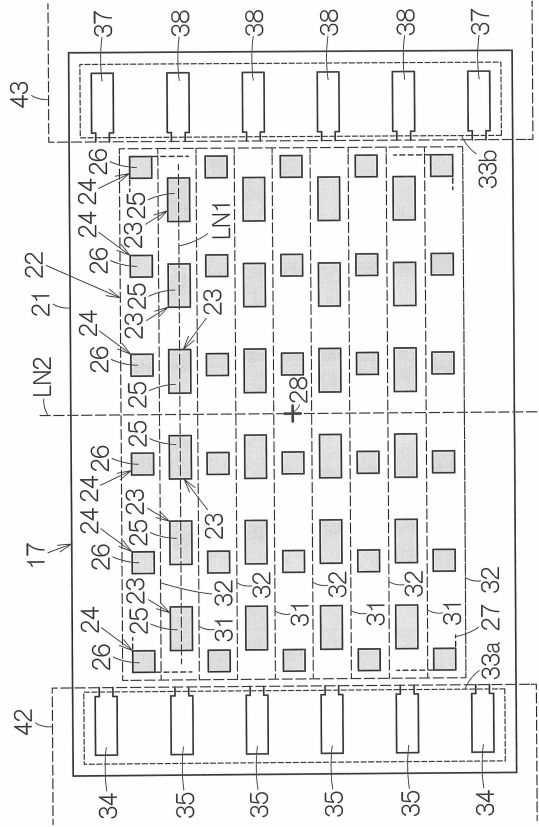
【0073】

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、23 超音波トランスデューサー素子(第1超音波トランスデューサー素子)、24 超音波トランスデューサー素子(第2超音波トランスデューサー素子)、25 振動膜、26 振動膜、48 第1配線(第1導電体)、55 第2配線(第2導電体)、67 音響整合層、CP 送信部(集積回路チップ)、 $t+S1$ 第2距離、LN1 第1直線、LN2 第2直線。

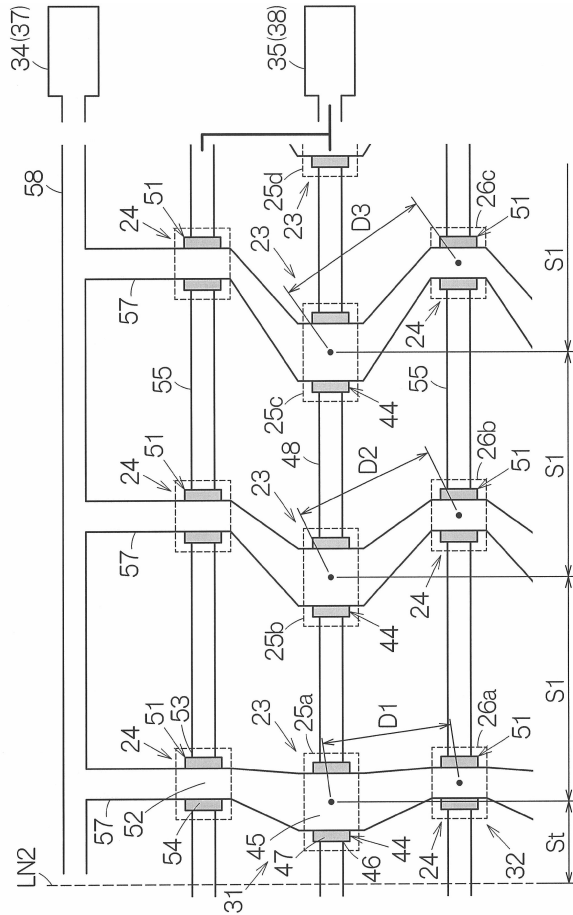
【図 1】



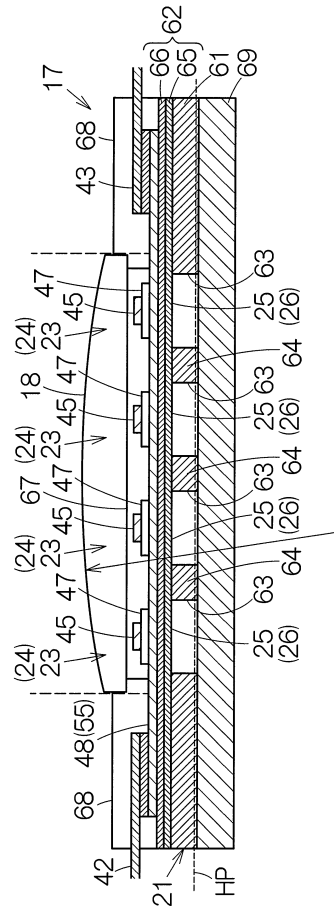
【図 2】



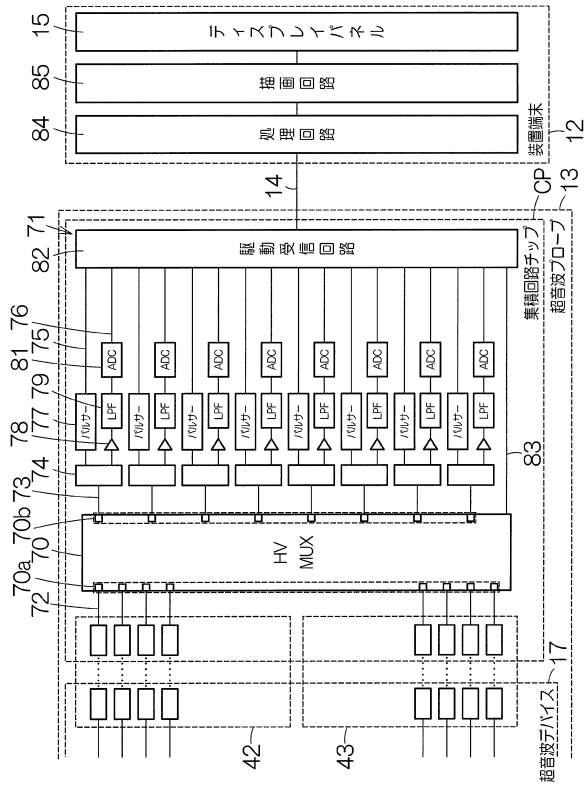
【図 3】



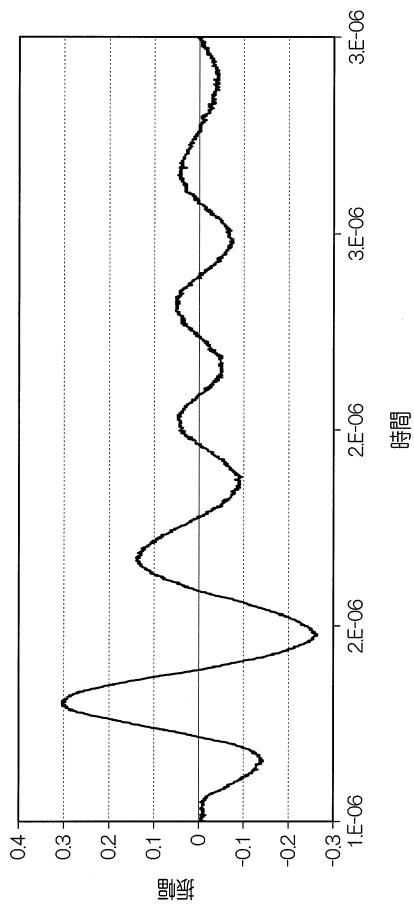
【図 4】



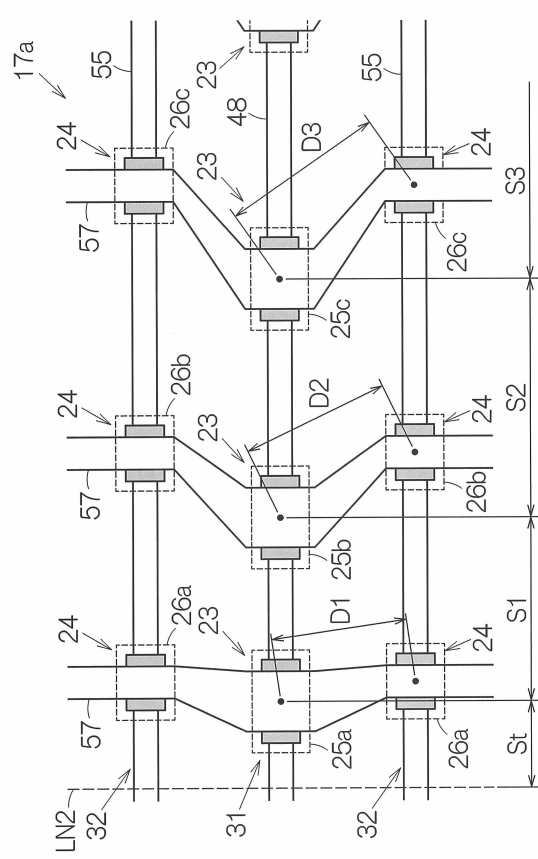
【図5】



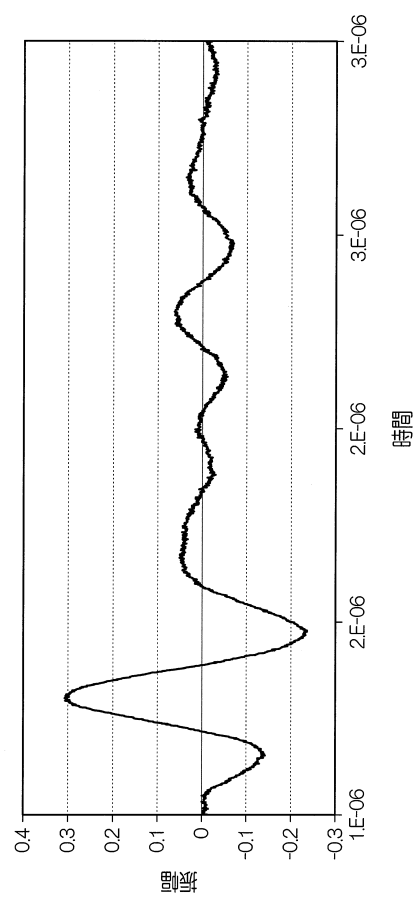
【図7】



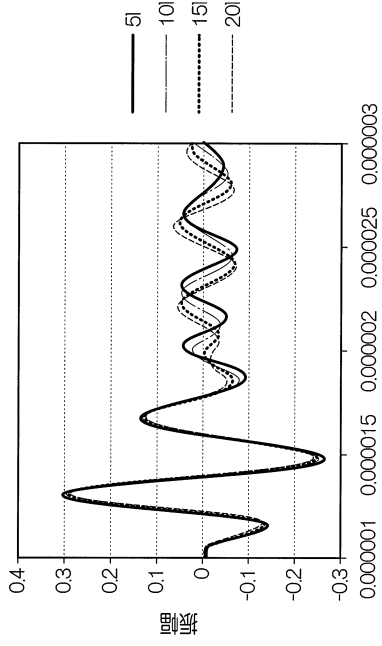
【図6】



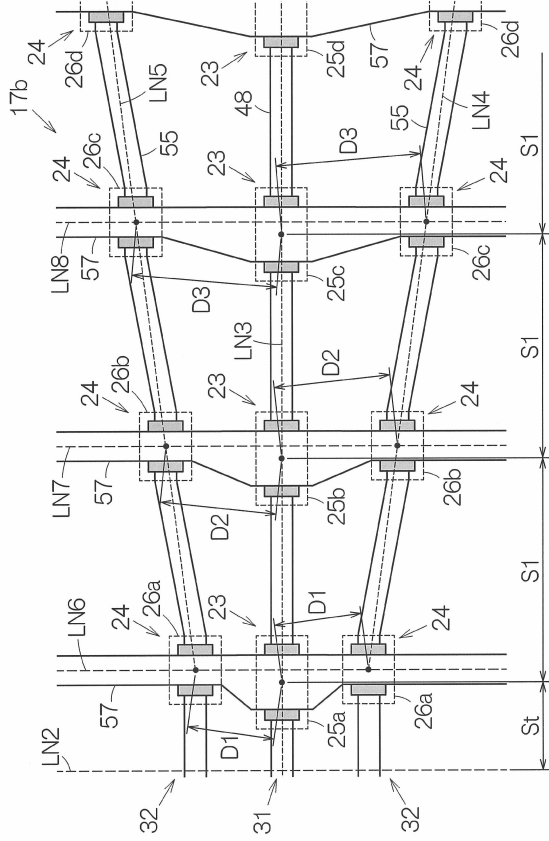
【図8】



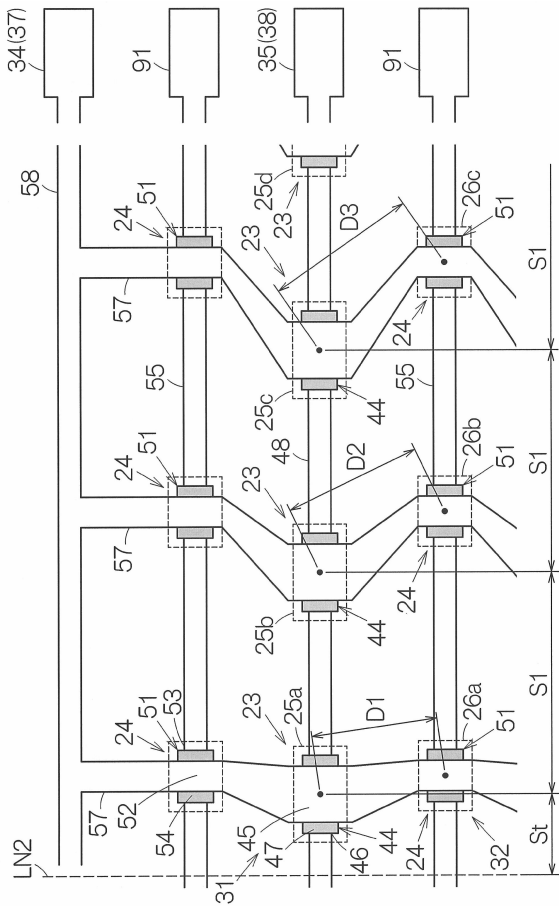
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
A 6 1 B 8/00

審査官 下林 義明

(56)参考文献 特開2014-054356(JP,A)
特開平07-193896(JP,A)
特開2014-124431(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 4 R 1 7 / 0 0
H 0 4 R 3 / 0 0 - 3 / 1 4
A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5

专利名称(译)	超声波装置和探头以及电子设备		
公开(公告)号	JP6299511B2	公开(公告)日	2018-03-28
申请号	JP2014156707	申请日	2014-07-31
[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		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	中澤勇祐 鶴野次郎		
发明人	中澤 勇祐 鶴野 次郎		
IPC分类号	H04R17/00 H04R3/00 A61B8/00		
FI分类号	H04R17/00.332.Y H04R17/00.330.J H04R17/00.330.H H04R17/00.330.G H04R3/00.330 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE01 4C601/EE03 4C601/GB04 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB21 4C601/GB22 4C601/GB42 4C601/GB50 5D019/BB19 5D019/BB24 5D019/BB28 5D019/EE02 5D019/FF04 5D019/GG01		
代理人(译)	井上 一 黒田靖		
其他公开文献	JP2016034100A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供用于抑制混响振动的超声波装置。在超声波装置中，n个超声波换能器元件23 (n是大于或等于4的整数) 沿着第一直线和与第一直线正交的第二直线29布置，作为对称轴并且与第一布线48和n个超声波换能器元件24连接的第一元件列31与第一元件列31相邻地配置，以第二直线29为对称轴配置在线对称位置，并与第二配线55连接和包括第二元件阵列32。和在从所述第二直线29的距离的升序排列第k个元素包括在第一元件列31中，在从所述第二直线29的距离的升序对第k个元素包括在第二元件阵列32在当到d的距离 k ，满足至少一个第k的在d的关系 $k \leq K + 1$ 。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特許公報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6299511号 (P6299511)
(45) 発行日 平成30年3月28日 (2018. 3. 28)	(24) 登録日 平成30年3月9日 (2018. 3. 9)	
(51) Int. Cl. H04R 17/00 (2006.01) H04R 3/00 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)	F I H04R 17/00 332 Y H04R 17/00 330 J H04R 17/00 330 H H04R 17/00 330 G H04R 3/00 330	請求項の数 14 (全 18 頁) 最終頁に続く
(21) 出願番号 特願2014-156707 (P2014-156707)	(73) 特許権者 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区新宿四丁目1番6号	
(22) 出願日 平成26年7月31日 (2014. 7. 31)	(74) 代理人 100090479 弁理士 井上 一	
(65) 公開番号 特開2016-34100 (P2016-34100A)	(74) 代理人 100104710 弁理士 竹腰 昇	
(43) 公開日 平成28年3月10日 (2016. 3. 10)	(74) 代理人 100124682 弁理士 黒田 泰	
審査請求日 平成29年7月21日 (2017. 7. 21)	(72) 発明者 中澤 勇祐 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 鶴野 次郎 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】 超音波デバイス並びにプローブおよび電子機器