

(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2018-164042

(P2018-164042A)

(43) 公開日 平成30年10月18日(2018.10.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 41/047 (2006.01)	HO 1 L 41/047	2 C 0 5 7
HO 1 L 41/09 (2006.01)	HO 1 L 41/09	4 C 6 0 1
HO 1 L 41/113 (2006.01)	HO 1 L 41/113	5 D 0 1 9
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	
HO 4 R 17/00 (2006.01)	HO 4 R 17/00 3 3 0 H	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-61459 (P2017-61459)
 (22) 出願日 平成29年3月27日 (2017. 3. 27)

(71) 出願人 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
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 大橋 幸司
 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) 2C057 AF71 AG44 AG82 AG92 AG93
 BA04 BA14
 4C601 EE10 GB04 GB06 GB18 GB19
 GB20 GB22 GB32 GB41 GB44
 5D019 AA19 AA21 BB02 BB19 BB25
 HH01

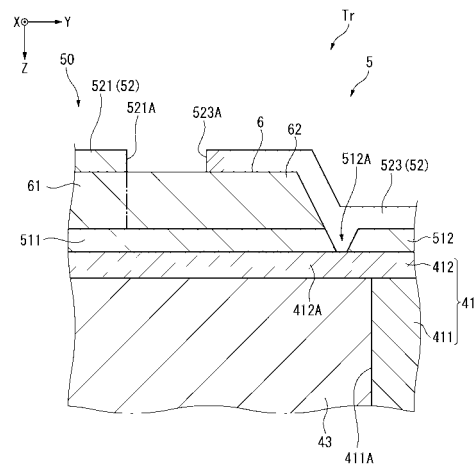
(54) 【発明の名称】 圧電素子、圧電アクチュエーター、超音波探触子、超音波装置、電子機器、液体噴射ヘッド、及び液体噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 信頼性の高い圧電素子、圧電アクチュエーター、超音波探触子、超音波装置、電子機器、液体噴射ヘッド、及び液体噴射装置を提供する。

【解決手段】 圧電素子は、第一電極層、圧電体層、及び第二電極層が順に積層された圧電素子であって、前記第一電極層は、前記第一電極層、前記圧電体層、及び前記第二電極層の積層方向から見た平面視において、前記圧電体層に重なる第一部分と、前記第一部分から少なくとも一部が離間し、かつ前記圧電体層に重ならない第二部分とを有し、前記第二電極層は、前記平面視において、前記圧電体層に重なる第三部分と、前記第三部分から離間する第四部分とを有し、前記第四部分は、前記第一部分及び前記第二部分に接している。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第一電極層、圧電体層、及び第二電極層が順に積層された圧電素子であって、
前記第一電極層は、前記第一電極層、前記圧電体層、及び前記第二電極層の積層方向から見た平面視において、前記圧電体層に重なる第一部分と、前記第一部分から少なくとも一部が離間し、かつ前記圧電体層に重ならない第二部分とを有し、
前記第二電極層は、前記平面視において、前記圧電体層に重なる第三部分と、前記第三部分から離間する第四部分とを有し、
前記第四部分は、前記第一部分及び前記第二部分に接している
ことを特徴とする圧電素子。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧電素子において、
前記第四部分は、前記第一部分及び前記第二部分の離間部分を埋める
ことを特徴とする圧電素子。

【請求項 3】

第一電極層、圧電体層、及び第二電極層が順に積層された圧電素子であって、
前記第一電極層及び前記第二電極層は、前記第一電極層、前記圧電体層、及び前記第二電極層の積層方向から見た平面視において、前記圧電体層に重なり、
前記第一電極層から一部が離間し、前記平面視において前記圧電体層と重ならない第一導電層と、
前記第二電極層から離間する第二導電層と、を備え、
前記第二導電層は、前記第一電極層及び前記第一導電層に接している
ことを特徴とする圧電素子。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の圧電素子において、
前記第二導電層は、前記第二電極層よりも厚み寸法が大きい
ことを特徴とする圧電素子。

【請求項 5】

請求項 3 又は請求項 4 に記載の圧電素子において、
前記第二導電層は、前記第一電極層及び前記第一導電層の間の離間部分を埋める
ことを特徴とする圧電素子。

30

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の圧電素子と、
前記圧電素子により駆動される駆動部と、を備える
ことを特徴とする圧電アクチュエーター。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の圧電アクチュエーターと、
前記圧電アクチュエーターを収納する筐体と、を備え、
前記圧電素子は、前記駆動部を駆動して超音波を送受信する
ことを特徴とする超音波探触子。

40

【請求項 8】

請求項 6 に記載の圧電アクチュエーターと、
前記圧電アクチュエーターを制御する制御部と、を備え、
前記圧電素子は、前記駆動部を駆動して超音波を送受信する
ことを特徴とする超音波装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の圧電素子と、
前記圧電素子を制御する制御部と、を備える
ことを特徴とする電子機器。

【請求項 10】

50

請求項 6 に記載の圧電アクチュエーターを備えることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の液体噴射ヘッドを備えることを特徴とする液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電素子、圧電アクチュエーター、超音波探触子、超音波装置、電子機器、液体噴射ヘッド、及び液体噴射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、振動膜等の駆動部を振動させる圧電素子が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

特許文献 1 には、圧電素子を備えた超音波デバイスが開示されている。この超音波デバイスは、複数の開口を有する基体の各開口に振動膜が設けられており、各振動膜上に下電極、圧電体層、上電極が積層された圧電素子が設けられる。また、基体の表面には、複数本の第一導電膜が列方向に設けられ、複数本の第二導電膜が行方向に設けられている。第一導電膜は、振動膜上で下電極を形成し、第二導電膜は、振動膜上で上電極を形成している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2015 - 66202 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記特許文献 1 のような圧電素子では、基体上に第一導電層上に圧電体層の形成素材を形成し、当該形成素材をイオンミリング等によりエッチングすることで、圧電体層をパターンニングする。この圧電体層のエッチング時に、第一導電層の一部はオーバーエッチングによって削られる。特に、圧電体層のエッジ部分では、エッチングレートが大きくなり、第一導電層が断線してしまうことがある。このように第一導電層が断線すると、圧電素子の機能が低下したり、駆動不能となったりし、圧電素子の信頼性が低下するとの課題があった。

【0005】

本発明は、信頼性の高い圧電素子、圧電アクチュエーター、超音波探触子、超音波装置、電子機器、液体噴射ヘッド、及び液体噴射装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一適用例に係る圧電素子は、第一電極層、圧電体層、及び第二電極層が順に積層された圧電素子であって、前記第一電極層は、前記第一電極層、前記圧電体層、及び前記第二電極層の積層方向から見た平面視において、前記圧電体層に重なる第一部分と、前記第一部分から少なくとも一部が離間し、かつ前記圧電体層に重ならない第二部分とを有し、前記第二電極層は、前記平面視において、前記圧電体層に重なる第三部分と、前記第三部分から離間する第四部分とを有し、前記第四部分は、前記第一部分及び前記第二部分に接していることを特徴とする。

【0007】

本適用例では、第一電極層は、平面視で圧電体層と重なる第一部分と、圧電体層と重ならず、第一部分から一部が離間した第二部分とを備える。また、第二電極層は、圧電体層と重なって、第一部分とともに圧電体層を挟み込む第三部分と、第三部分から離間した第四部分とを備える。そして、第四部分は、第一電極層の第一部分と第二部分とに接してい

10

20

30

40

50

る。このため、第一電極層の第一部分及び第二部分は、第二電極層の第四部分により導通されることになり、第一部分と第二部分とが断線する不都合を抑制できる。したがって、第一電極層の第二部分から第一部分に、圧電素子を駆動させる信号を適切に入力することができ、信頼性の高い圧電素子を提供することができる。

また、第二電極層の第四部分は第三部分から離れて配置されているので、第一電極層と第二電極層とが、第四部分を介して導通されることがなく、第一電極層の第一部分と第二電極層の第三部分とにより、圧電体層に適切に駆動電圧を印加して駆動させることができる。

【0008】

本適用例の圧電素子において、前記第四部分は、前記第一部分及び前記第二部分の離間部分を埋めることが好ましい。

本適用例では、第四部分は、第一部分と第二部分との間の離間している部分を埋めるように設けられている。このため、第一部分と第二部分との断線をより確実に抑制でき、圧電素子の信頼性をより高くできる。

【0009】

本発明の一適用例に係る圧電素子は、第一電極層、圧電体層、及び第二電極層が順に積層された圧電素子であって、前記第一電極層及び前記第二電極層は、前記第一電極層、前記圧電体層、及び前記第二電極層の積層方向から見た平面視において、前記圧電体層に重なり、前記第一電極層から一部が離間し、前記平面視において前記圧電体層と重ならない第一導電層と、前記第二電極層から離間する第二導電層と、を備え、前記第二導電層は、前記第一電極層及び前記第一導電層に接していることを特徴とする。

【0010】

本適用例では、第一電極層に対して第一導電層から信号を入力して圧電体層を駆動させる。この際、第一電極層と第一導電層とは、第二導電層に接しているため、第一電極層と第一導電層との間が離間している場合でも、第二導電層を介して、第一電極層及び第一導電層を導通させることができる。つまり、本適用例においても、第一電極層と、第一導電層との間の断線を抑制でき、信頼性の高い圧電素子を提供することができる。

【0011】

本適用例の圧電素子において、前記第二導電層は、前記第二電極層よりも厚み寸法が大きいことが好ましい。

本適用例では、第二導電層が第二電極層よりも厚み寸法が大きいので、第一電極層と導電層との間の電気抵抗値を低減でき、所望の電圧値の信号を第一電極層に印加することが可能となる。また、第二電極層は、第二導電層よりも厚み寸法が小さいので、第一電極層及び第二電極層の間に電圧を印加した際の圧電体層の変位量を大きくすることができる。

【0012】

本適用例の圧電素子において、前記第二導電層は、前記第一電極層及び前記第一導電層の間の離間部分を埋めることが好ましい。

本適用例では、第二導電層は、第一電極層と第一導電層との間の離間している部分を埋めるように設けられている。このため、第一電極層と第二導電層との断線をより確実に抑制でき、圧電素子の信頼性をより高くできる。

【0013】

本発明に係る一適用例に係る圧電アクチュエーターは、上述したような圧電素子と、前記圧電素子により駆動される駆動部と、を備えることを特徴とする。

本適用例では、上述したような圧電素子により駆動部を駆動させる。ここで、圧電素子は、上記適用例と同様に、第一電極層に対して適切に信号を入力することができ、圧電素子の信頼性を高めることができる。よって、圧電アクチュエーターにおける信頼性も高めることができる。

【0014】

本発明に係る一適用例に係る超音波探触子は、上述したような圧電アクチュエーターと、前記圧電アクチュエーターを収納する筐体と、を備え、前記圧電素子は、前記駆動

10

20

30

40

50

部を駆動して超音波を送受信することを特徴とする。

本適用例の超音波探触子は、圧電アクチュエーターを筐体内に収納し、圧電素子により駆動部（振動部）を振動させることで、超音波の送受信を実施することができる。ここで、圧電アクチュエーターは、上記適用例と同様に、第一電極層に対して適切に信号を入力することが可能な圧電素子を備え、圧電アクチュエーターの信頼性を高めることができる。よって、このような圧電アクチュエーターを有する超音波探触子における信頼性も高めることができる。

【0015】

本発明に係る一適用例の超音波装置は、上述したような圧電アクチュエーターと、前記圧電アクチュエーターを制御する制御部と、を備え、前記圧電素子は、前記駆動部を駆動して超音波を送受信することを特徴とする。

10

本適用例の超音波装置は、制御部により圧電アクチュエーターを制御して駆動部を駆動させることで超音波の送受信を行うことができ、制御部は、超音波の受信結果に基づいて、例えば被検体の内部断層像を形成したり、被検体の内部構造の診断を行ったりすることができる。ここで、圧電アクチュエーターは、上記適用例と同様に、第一電極層に対して適切に信号を入力することが可能な圧電素子を備え、圧電アクチュエーターの信頼性を高めることができる。よって、このような圧電アクチュエーターを有する超音波装置における信頼性も高めることができる。

【0016】

本発明に係る一適用例の電子機器は、上述したような圧電素子と、前記圧電素子を制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

20

本適用例の電子機器は、制御部により圧電アクチュエーターを制御して駆動部を駆動させることで、各種作業を実施する。このような電子機器としては、例えば、駆動部を駆動させることで対象物を変位させる駆動装置の他、駆動部の変位を圧電素子で検出する変位検出センサーなどとして広く用いることができる。ここで、圧電アクチュエーターは、上記適用例と同様に、第一電極層に対して適切に信号を入力することが可能な圧電素子を備え、圧電アクチュエーターの信頼性を高めることができる。よって、このような圧電アクチュエーターを有する電子機器における信頼性も高めることができる。

【0017】

本発明の一適用例に係る液体噴射ヘッドは、上述したような圧電アクチュエーターを備えることを特徴とする。

30

本適用例の液体噴射ヘッドでは、圧電アクチュエーターにより駆動部を駆動させることで、例えばタンク内に貯留されている液体を、噴射口から噴射させることができる。ここで、圧電アクチュエーターは、上記適用例と同様に、第一電極層に対して適切に信号を入力することが可能な圧電素子を備え、圧電アクチュエーターの信頼性を高めることができる。よって、このような圧電アクチュエーターを有する液体噴射ヘッドにおける信頼性も高めることができる。

【0018】

本発明の一適用例に係る液体噴射装置は、上述したような液体噴射ヘッドを備えることを特徴とする。

40

本適用例では、液体噴射装置は、上述のように信頼性の高い液体噴射ヘッドであり、これにより、液体噴射装置における信頼性も高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】第一実施形態の超音波測定装置の概略構成を示す斜視図。

【図2】第一実施形態の超音波プローブの概略構成を示す断面図。

【図3】第一実施形態の超音波デバイスを構成する素子基板の一部を封止板側から見た平面図。

【図4】図3に示すA - A線で切断した超音波デバイスの断面図。

【図5】第一実施形態の素子基板に設けられる超音波トランスデューサーを、封止板側か

50

ら見た平面図。

【図 6】図 5 に示す B - B 線で切断した超音波トランスデューサーの一部の断面図。

【図 7】第一実施形態の振動膜上に形成された下部電極本体部と、下部電極接続部との境界近傍の一例を示す図。

【図 8】第一実施形態の振動膜上に形成された下部電極本体部と、下部電極接続部との境界近傍の他の一例を示す図。

【図 9】第一実施形態の圧電素子の製造方法を示すフローチャート。

【図 10】図 9 の各ステップの圧電素子の製造過程を示す図。

【図 11】第二実施形態の超音波トランスデューサーの一部を示す断面図。

【図 12】第二実施形態の圧電素子の製造方法を示すフローチャート。

【図 13】図 12 のステップ S 1 1 以降における圧電素子の製造過程を示す図。

【図 14】第三実施形態に係るプリンターの外観の構成例を示す図。

【図 15】第三実施形態のプリンターが備える記録ヘッドの分解斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

[第一実施形態]

以下、第一実施形態について、図面に基づいて説明する。

図 1 は、超音波測定装置 1 の概略構成を示す斜視図である。

超音波測定装置 1 は、超音波装置に相当し、図 1 に示すように、超音波プローブ 2 と、超音波プローブ 2 にケーブル 3 を介して電氣的に接続された制御装置 10 と、を備える。

この超音波測定装置 1 は、超音波プローブ 2 が生体（例えば人体）の表面に接触された状態で、超音波プローブ 2 から生体内に超音波を送出する。また、生体内の器官にて反射された超音波を超音波プローブ 2 にて受信し、その受信信号に基づいて、例えば生体内の内部断層画像を取得したり、生体内の器官の状態（例えば血流等）を測定したりする。

【0021】

[1. 制御装置の構成]

制御装置 10 は、制御部に相当し、例えば、図 1 に示すように、ボタンやタッチパネル等を含む操作部 11 と、表示部 12 と、を備える。また、制御装置 10 は、図示は省略するが、メモリー等により構成された記憶部と、CPU (Central Processing Unit) 等により構成された演算部と、を備える。制御装置 10 は、記憶部に記憶された各種プログラムを、演算部に実行させることにより、超音波測定装置 1 を制御する。例えば、制御装置 10 は、超音波プローブ 2 の駆動を制御するための指令を出力したり、超音波プローブ 2 から入力された受信信号に基づいて、生体の内部構造の画像を形成して表示部 12 に表示させたり、血流等の生体情報を測定して表示部 12 に表示させたりする。このような制御装置 10 としては、例えば、タブレット端末やスマートフォン、パーソナルコンピュータ等の端末装置を用いることができ、超音波プローブ 2 を操作するための専用端末装置を用いてもよい。

【0022】

[2. 超音波プローブの構成]

図 2 は、超音波プローブ 2 の概略構成を示す断面図である。

超音波プローブ 2 は、超音波探触子に相当し、図 2 に示すように、筐体 21 と、筐体 21 内部に収納された超音波デバイス 22 と、超音波デバイス 22 を制御するためのドライバー回路等が設けられた回路基板 23 と、を備える。なお、超音波デバイス 22 と、回路基板 23 とにより超音波センサー 24 が構成される。

【0023】

[2-1. 筐体の構成]

筐体 21 は、図 1 に示すように、例えば平面視矩形状の箱状に形成され、厚み方向に直交する一面（センサー面 21A）には、センサー窓 21B が設けられており、超音波デバイス 22 の一部が露出している。また、筐体 21 の一部（図 1 に示す例では側面）には、筐体 21 の内部の回路基板 23 に接続されるケーブル 3 が挿通されており、当該ケーブル

10

20

30

40

50

3により、超音波プローブ2と制御装置10とが接続される。なお、超音波プローブ2と制御装置10との接続構成としては、これに限定されず、例えば超音波プローブ2と制御装置10とが無線通信により接続されていてもよく、さらに、超音波プローブ2内に制御装置10の各種構成が設けられていてもよい。

【0024】

[2-2.回路基板の構成]

回路基板23は、後述する超音波デバイス22の信号端子51P(図3参照)及び共通端子52P(図3参照)と電氣的に接続され、制御装置10の制御に基づいて超音波デバイス22を制御する。

具体的には、回路基板23は、送信回路や受信回路等を備えている。送信回路は、超音波デバイス22に超音波送信させる駆動信号を出力する。受信回路は、超音波を受信した超音波デバイス22から出力された受信信号を取得し、当該受信信号の増幅処理、A-D変換処理、整相加算処理等を実施して制御装置10に出力する。

【0025】

[2-3.超音波デバイスの構成]

図3は、超音波デバイス22を構成する素子基板41の一部を封止板42側から見た平面図である。図4は、図3に示すA-A線で切断した超音波デバイス22の断面図である。なお、図3は、説明の便宜上、超音波トランスデューサーTrの配置数を減らしているが、実際には、より多くの超音波トランスデューサーTrが配置されている。

超音波デバイス22は、図2及び図4に示すように、素子基板41と、封止板42(基板)と、音響レンズ44とを備えている。

また、この超音波デバイス22は、図3に示すように、互いに交差(本実施形態では、直交を例示)するX方向(スキャン方向)及びY方向(スライス方向)に沿って、複数の超音波トランスデューサーTrが2次元アレイ状に配置されている。本実施形態では、Y方向に配置された複数の超音波トランスデューサーTrにより、1CH(チャンネル)の送受信列Chが構成される。また、当該1CHの送受信列ChがX方向に沿って複数並んで配置されることで、1次元アレイ構造の超音波デバイス22が構成される。ここで、超音波トランスデューサーTrが配置される領域をアレイ領域Ar1とする。

【0026】

[2-3-1.素子基板の構成]

素子基板41は、図4に示すように、基板本体部411と、基板本体部411の封止板42側(-Z側)に設けられる振動膜412と、を備える。また、振動膜412には、複数の圧電素子5が設けられている。

【0027】

基板本体部411は、振動膜412を支持する基板であり、例えばSi等の半導体基板で構成される。基板本体部411には、各々の超音波トランスデューサーTrに対応した開口部411Aが設けられる。

本実施形態では、各開口部411Aは、基板本体部411の基板厚み方向を貫通した貫通孔であり、当該貫通孔の一端側(封止板42側)を閉塞するように振動膜412が設けられている。

【0028】

振動膜412は、例えばSiO₂や、SiO₂及びZrO₂の積層体等より構成され、基板本体部411の封止板42側に設けられる。振動膜412の厚み寸法は、基板本体部411に対して十分小さい厚み寸法となる。この振動膜412は、開口部411Aを構成する壁部411Bにより支持され、開口部411Aの封止板42側を閉塞する。振動膜412のうち、平面視で開口部411Aと重なる部分は、可撓部412Aを構成する。つまり、開口部411Aは、振動膜412の振動領域である可撓部412Aの外縁を規定する。

【0029】

可撓部412Aの封止板42側の面には、圧電素子5が設けられている。なお、後に詳

10

20

30

40

50

述するが、圧電素子 5 は、下部電極 5 1、圧電膜 6、及び上部電極 5 2 が順に積層された積層体として構成される。この可撓部 4 1 2 A は、圧電素子 5 により駆動される駆動部に相当し、可撓部 4 1 2 A と、圧電素子 5 とにより、圧電アクチュエーターである超音波トランスデューサー T r が構成される。

【 0 0 3 0 】

このような超音波トランスデューサー T r では、下部電極 5 1 及び上部電極 5 2 の間に所定周波数のパルス波電圧が印加されることにより、開口部 4 1 1 A の開口領域内の振動膜 4 1 2 の可撓部 4 1 2 A を振動させて、開口部 4 1 1 A 側から超音波を送信する。また、対象物から反射され、開口部 4 1 1 A から入射する超音波により可撓部 4 1 2 A が振動されると、圧電膜 6 の上下で電位差が発生する。したがって、下部電極 5 1 及び上部電極 5 2 間に発生する前記電位差を検出することにより、超音波を検出、つまり受信する。

10

【 0 0 3 1 】

ここで、下部電極 5 1 は、第一電極層に相当し、図 3 に示すように、Y 方向に沿って直線状に形成され、1 C H の送受信列 C h を構成する。この下部電極 5 1 の両端部（± Y 側端部）は、アレイ領域 A r 1 の ± Y 側に設けられた端子領域 A r 2（図 3 では、- Y 側の端子領域 A r 2 のみ図示）まで延設する。そして、下部電極 5 1 の端子領域 A r 2 における先端は、回路基板 2 3 に電気接続される信号端子 5 1 P を構成する。

【 0 0 3 2 】

また、上部電極 5 2 は、第二電極層に相当し、X 方向に沿って直線状に形成されている。上部電極 5 2 の ± X 側端部は共通電極線 5 2 S に接続される。この共通電極線 5 2 S は、Y 方向に沿って複数配置された上部電極 5 2 同士を結線する。また、共通電極線 5 2 S の両端部（± Y 側端部）は、端子領域 A r 2 において、回路基板 2 3 に電気接続される共通端子 5 2 P を構成する。この共通端子 5 2 P は、例えば、回路基板 2 3 の基準電位回路（図示省略）に接続され、基準電位に設定される。

20

なお、圧電素子 5 のより詳細な説明については、後述する。

【 0 0 3 3 】

[2 - 3 - 2 . 封止板の構成]

図 2 及び図 4 に示す封止板 4 2 は、厚み方向から見た際の平面形状が例えば素子基板 4 1 と同形状に形成され、S i 等の半導体基板や、絶縁体基板により構成される。なお、封止板 4 2 の材質や厚みは、超音波トランスデューサー T r の周波数特性に影響を及ぼすため、超音波トランスデューサー T r にて送受信する超音波の中心周波数に基づいて設定することが好ましい。

30

【 0 0 3 4 】

封止板 4 2 は、素子基板 4 1 のアレイ領域 A r 1 に対向する領域には、開口部 4 1 1 A に対応した複数の凹溝 4 2 1 を有する（図 4 参照）。これにより、振動膜 4 1 2 のうち可撓部 4 1 2 A が形成される領域（開口部 4 1 1 A 内）では、素子基板 4 1 との間に所定寸法のギャップが設けられることになり、振動膜 4 1 2 の振動が阻害されない。また、1 つの超音波トランスデューサー T r からの背面波が、他の隣接する超音波トランスデューサー T r に入射される不都合（クロストーク）の発生を抑制できる。

40

【 0 0 3 5 】

また、封止板 4 2 は、素子基板 4 1 の端子領域 A r 2 に対向する位置に、各端子 5 1 P , 5 2 P を回路基板 2 3 に接続する接続部が設けられる。接続部としては、例えば、素子基板 4 1 に設けられた開口部と、当該開口部を介して各端子 5 1 P , 5 2 P と回路基板 2 3 とを接続する F P C (Flexible printed circuits) やケーブル線、ワイヤー等の配線部材と、を含む構成が例示される。

【 0 0 3 6 】

[2 - 3 - 3 . 音響層及び音響レンズの構成]

音響層 4 3 は、図 4 に示すように、素子基板 4 1 の封止板 4 2 とは反対側に設けられ、開口部 4 1 1 A 内に充填されている。

音響レンズ 4 4 は、素子基板 4 1 の封止板 4 2 とは反対側、すなわち素子基板 4 1 及び

50

音響層 4 3 の + Z 側に配置される。音響レンズ 4 4 は、生体表面に密着され、超音波トランスデューサー T r から送信された超音波を生体内で収束させる。また、音響レンズ 4 4 は、生体内で反射した超音波を、音響層 4 3 を介して超音波トランスデューサー T r に伝搬させる。

【 0 0 3 7 】

[2 - 3 - 4 . 圧電素子の構成]

次に、圧電素子 5 の構成について、より詳細に説明する。

図 5 は、素子基板 4 1 に設けられる超音波トランスデューサー T r を、封止板 4 2 側から見た平面図である。図 6 は、図 5 に示す B - B 線で切断した超音波トランスデューサー T r の一部の断面図である。

圧電素子 5 は、上述したように、順に積層された下部電極 5 1 と、圧電膜 6、及び上部電極 5 2 と、を備え、このうち、積層方向から見た平面視において、下部電極 5 1、圧電膜 6、及び上部電極 5 2 が重なる部分が能動部 5 0 を構成する。この能動部 5 0 は、下部電極 5 1 及び上部電極 5 2 への電圧印加によって変形する部分であり、可撓部 4 1 2 A 上に位置して、超音波トランスデューサー T r を構成する。

【 0 0 3 8 】

圧電膜 6 は、圧電体層に相当し、例えば、ペロブスカイト構造を有する遷移金属酸化物、具体的には、P b、T i 及び Z r を含むチタン酸ジルコン酸鉛を用いて形成される。

圧電膜 6 は、平面視において、例えば略矩形状の外形を有し、可撓部 4 1 2 A と重なる位置に、下部電極 5 1 の一部を覆うように設けられる。この圧電膜 6 は、圧電本体部 6 1

【 0 0 3 9 】

圧電本体部 6 1 は、図 5 に示すように、下部電極 5 1 及び上部電極 5 2 (後述する接続電極部 5 2 3 を除く) の双方と重なり合う部分であり、能動部 5 0 を構成する。

圧電外周部 6 2 は、平面視において、圧電本体部 6 1 の外側に連続する部分であり、下部電極 5 1 及び上部電極 5 2 (後述する接続電極部 5 2 3 を除く) のいずれか一方、又は双方が重ならない部分である。

【 0 0 4 0 】

下部電極 5 1 は、第一電極層に相当し、例えば、P t、I r、T i、Z r、A u、N i、N i C r、T i W、A l、C u 等の金属材料により構成されている。この下部電極 5 1

は、図 5 に示すように、下部電極本体部 5 1 1 と、下部電極接続部 5 1 2 と、を備える。下部電極本体部 5 1 1 は、第一部分に相当し、平面視において圧電膜 6 と重なり合う。下部電極本体部 5 1 1 のうち、圧電膜 6 (圧電本体部 6 1) 及び上部電極 5 2 (上部電極本体部 5 2 1) と重なる部分は、能動部 5 0 を構成する。

下部電極接続部 5 1 2 は、第二部分に相当し、下部電極本体部 5 1 1 の ± Y 側のそれぞれから Y 方向に沿って延出し、圧電膜 6 と重なり合わない部分である。この下部電極接続部 5 1 2 は、送受信列 C h に含まれる複数の超音波トランスデューサー T r の隣り合う下部電極本体部 5 1 1 同士を接続する。

【 0 0 4 1 】

上部電極 5 2 は、第二電極層に相当し、例えば、P t、I r、T i、Z r、A u、N i、N i C r、T i W、A l、C u 等の金属材料により構成されている。この上部電極 5 2

は、図 5 に示すように、上部電極本体部 5 2 1 と、上部電極接続部 5 2 2 と、接続電極部 5 2 3 と、を備える。上部電極本体部 5 2 1 は、第三部分に相当し、平面視において、下部電極本体部 5 1 1 及び圧電本体部 6 1 と重なって能動部 5 0 を構成する。

上部電極接続部 5 2 2 は、上部電極本体部 5 2 1 の ± X 側のそれぞれから X 方向に沿って連続して延設され、X 方向において隣り合う上部電極本体部 5 2 1 を接続する。本実施形態では、上部電極本体部 5 2 1 の ± Y 側の端縁 5 2 1 A と、上部電極接続部 5 2 2 の ± Y 側の端縁 5 2 2 A とが直線で連続する。

【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

接続電極部 5 2 3 は、第四部分に相当し、圧電膜 6 の圧電外周部 6 2 の ± Y 側から、下部電極接続部 5 1 2 に亘って設けられる。また、接続電極部 5 2 3 は、図 3 に示すように、Y 方向に隣り合う超音波トランスデューサー Tr の圧電外周部 6 2 間に亘って設けられていてもよい。

ここで、+ Y 側に配置される接続電極部 5 2 3 の - Y 側の端縁 5 2 3 A は、上部電極本体部 5 2 1 及び上部電極接続部 5 2 2 の + Y 側の端縁 5 2 1 A , 5 2 2 A から所定寸法だけ + Y 側に位置する。また、- Y 側に配置される接続電極部 5 2 3 の + Y 側の端縁 5 2 3 A は、上部電極本体部 5 2 1 及び上部電極接続部 5 2 2 の - Y 側の端縁 5 2 1 A , 5 2 2 A から所定寸法だけ - Y 側に位置する。つまり、接続電極部 5 2 3 は、上部電極本体部 5 2 1 や上部電極接続部 5 2 2 から離れて配置されている。

10

【 0 0 4 3 】

図 7 及び図 8 は、振動膜 4 1 2 上に形成された下部電極本体部 5 1 1 と、下部電極接続部 5 1 2 との境界近傍の一例を示す図である。

ところで、本実施形態では、下部電極本体部 5 1 1 と下部電極接続部 5 1 2 との間は、図 7 や図 8 に示すように、少なくとも一部が離間する形状となる。

つまり、本実施形態の圧電素子 5 は、下部電極 5 1 を形成した後、圧電膜 6 を形成する圧電層 6 0 (図 1 0 参照) を成膜し、圧電層 6 0 をドライエッチング (イオンミリング) によりパターンニングする。

この際、圧電層 6 0 が、超音波トランスデューサー Tr の形成位置以外に残留すると、超音波デバイス 2 2 の性能が低下するおそれがある。例えば、超音波トランスデューサー Tr 以外の位置で、可撓部 4 1 2 A 上に圧電層 6 0 が残留していると、可撓部 4 1 2 A の応力バランスが不均一となり、送受信可能な超音波の周波数や音圧に影響が出る。このため、超音波トランスデューサー Tr を構成する位置以外の圧電層 6 0 が残留しないように、十分な長い時間をかけてエッチング処理を行う必要がある。しかしながら、圧電膜 6 の外縁 (エッジ部) では、他の位置に比べてエッチングレートが大きくなり、下部電極接続部 5 1 2 の下部電極本体部 5 1 1 との接続部がオーバーエッチングされる。

20

このため、図 7 に示すように、下部電極接続部 5 1 2 の下部電極本体部 5 1 1 側は、少なくとも一部が下部電極本体部 5 1 1 から離間する形状となる (隙間部 5 1 2 A が形成される) 。また、オーバーエッチングが進行すると、例えば図 8 に示すように、下部電極本体部 5 1 1 と、下部電極接続部 5 1 2 とが離れる形状となる場合もある。図 7 に示すような形状となると、下部電極接続部 5 1 2 の電気抵抗が増大し、下部電極本体部 5 1 1 に適正な信号を入力できず、また、図 8 に示すような形状となると、下部電極本体部 5 1 1 と下部電極接続部 5 1 2 とが断線されてしまう。

30

なお、本発明における断線とは、図 8 に示すような下部電極接続部 5 1 2 が下部電極本体部 5 1 1 から離間する形状に限られず、図 7 に示すような下部電極接続部 5 1 2 の一部が下部電極本体部 5 1 1 から離間する形状まで含まれる。

【 0 0 4 4 】

これに対して、本実施形態では、図 6 に示すように、上部電極 5 2 の接続電極部 5 2 3 が、隙間部 5 1 2 A 上に積層されて、下部電極本体部 5 1 1 と、下部電極接続部 5 1 2 との双方に接する。具体的には、隙間部 5 1 2 A に形成された下部電極本体部 5 1 1 と下部電極接続部 5 1 2 との離間部分が、接続電極部 5 2 3 により埋められる。

40

これにより、本実施形態では、圧電膜 6 を形成するための圧電層 6 0 が超音波トランスデューサー Tr 以外の領域で残留せず、かつ、下部電極本体部 5 1 1 と下部電極接続部 5 1 2 との間の隙間部 5 1 2 A での電気抵抗の増大や断線が抑制される。

【 0 0 4 5 】

[2 - 3 - 5 . 圧電素子の製造方法]

次に、上述したような圧電素子 5 の製造方法について説明する。

図 9 は、圧電素子 5 の製造方法を示すフローチャートであり、図 1 0 は、図 9 の各ステップにおける圧電素子 5 の製造過程を示す図である。

圧電素子 5 を製造するためには、先ず、下部電極を形成する (ステップ S 1) 。このス

50

ステップ S 1 では、振動膜 4 1 2 が形成された素子基板 4 1 の振動膜 4 1 2 上に、下部電極 5 1 を構成する電極材料により下部電極層を成膜する。そして、エッチングにより下部電極層をパターニングし、図 1 0 の 1 番目に示すように、下部電極 5 1 を形成する。

【 0 0 4 6 】

次に、圧電層成膜を形成する（ステップ S 2）。このステップ S 2 では、図 1 0 の 2 番目に示すように、振動膜 4 1 2 上に、下部電極 5 1 を覆う圧電層 6 0（P Z T）を形成する。圧電層 6 0 の形成では、例えば溶液法により、振動膜 4 1 2 上に P Z T 溶液を塗布する塗布工程と、塗布された P Z T 溶液を焼成する焼成工程とを複数回実施し、所望厚みの圧電層 6 0 を形成する。

【 0 0 4 7 】

この後、圧電層 6 0 をエッチングし、所望の形状にパターニングする（ステップ S 3）。ステップ S 3 では、圧電層 6 0 を、ドライエッチング（イオンミリング）によりエッチングし、図 1 0 の 3 番目に示すように、圧電膜 6 を形成する。この際、圧電膜 6 のエッジ部に沿ってオーバーエッチングが進行し、下部電極接続部 5 1 2 の下部電極本体部 5 1 1 側に、図 7 や図 8 に示すような隙間部 5 1 2 A が形成される。

【 0 0 4 8 】

次に、上部電極 5 2 を形成するための電極材料の上部電極層 5 2 0 を成膜する（ステップ S 4）。ステップ S 4 では、振動膜 4 1 2 上に、下部電極 5 1、圧電膜 6 を覆う上部電極層 5 2 0 を、例えばスパッタリング等により形成する。この際、図 1 0 の 4 番目に示すように、ステップ S 3 で形成された隙間部 5 1 2 A が上部電極層 5 2 0 により埋められる。

この後、上部電極層 5 2 0 をエッチングし、上部電極 5 2 をパターニングする（ステップ S 5）。これにより、図 1 0 の 5 番目に示すように、上部電極本体部 5 2 1 及び上部電極接続部 5 2 2 とは離れた位置に接続電極部 5 2 3 が形成される。この接続電極部 5 2 3 により隙間部 5 1 2 A が埋められていることで、下部電極 5 1 の下部電極本体部 5 1 1 と下部電極接続部 5 1 2 とが接続電極部 5 2 3 により接し、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 が導通する。

なお、超音波トランスデューサー T r を製造する場合、この後、素子基板 4 1 を振動膜 4 1 2 とは反対側の面からエッチング処理し、開口部 4 1 1 A を形成する。

【 0 0 4 9 】

[本実施形態の作用効果]

本実施形態では、圧電素子 5 を構成する下部電極 5 1 は、平面視で圧電膜 6 と重なる下部電極本体部 5 1 1 と、圧電膜 6 と重ならない下部電極接続部 5 1 2 とを有する。下部電極接続部 5 1 2 の下部電極本体部 5 1 1 側には、隙間部 5 1 2 A が形成されることで、下部電極接続部 5 1 2 は、下部電極本体部 5 1 1 から一部が離間する。一方、圧電素子 5 を構成する上部電極 5 2 は、下部電極本体部 5 1 1 及び圧電本体部 6 1 と重なって能動部 5 0 を構成する上部電極本体部 5 2 1 と、上部電極本体部 5 2 1 から離れて設けられる接続電極部 5 2 3 を含んで構成されている。接続電極部 5 2 3 は、圧電膜 6 の圧電外周部 6 2 から下部電極接続部 5 1 2 に亘って形成され、下部電極本体部 5 1 1 と下部電極接続部 5 1 2 とに接する。

このため、接続電極部 5 2 3 により、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 が導通されることになり、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 が断線する不都合を抑制できる。したがって、能動部 5 0 を構成する下部電極本体部 5 1 1 に、下部電極接続部 5 1 2 から適切に駆動信号を入力することができ、圧電素子 5 の信頼性を向上できる。これにより、圧電素子 5 を有する超音波トランスデューサー T r や超音波プローブ 2、超音波測定装置 1 における機器信頼性も高めることができる。

【 0 0 5 0 】

また、接続電極部 5 2 3 は、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 の間の隙間を埋めるように設けられているので、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 の断線をより確実に抑制でき、圧電素子 5 の信頼性をより高くできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

本実施形態では、接続電極部 5 2 3 は、ステップ S 5 において、上部電極層 5 2 0 をエッチングすることで、上部電極本体部 5 2 1 や上部電極接続部 5 2 2 と同時に形成することができ、製造効率性も高めることができる。

【 0 0 5 2 】

[第二実施形態]

以下、第二実施形態について説明する。

第一実施形態の圧電素子 5 では、ステップ S 5 において、上部電極 5 2 の一部である接続電極部 5 2 3 を、上部電極本体部 5 2 1 から離れた位置に形成し、当該接続電極部 5 2 3 により、下部電極本体部 5 1 1 と、下部電極接続部 5 1 2 を導通させた。これに対して、第二実施形態では、上部電極 5 2 とは異なる電極により、下部電極本体部 5 1 1 と、下部電極接続部 5 1 2 とを導通させる点で、上記第一実施形態と相違する。なお、以降の説明にあたり、既に説明した構成については、同符号を付し、その説明を省略又は簡略化する。

10

【 0 0 5 3 】

図 1 1 は、第二実施形態の超音波トランスデューサー T r の一例を示す断面図である。

本実施形態の超音波トランスデューサー T r は、第一実施形態と同様、駆動部である可撓部 4 1 2 A と、圧電素子 5 とにより構成されている。本実施形態の圧電素子 5 は、下部電極 5 1 と、圧電膜 6 と、上部電極 5 2 とを順に積層することで構成されている。

ここで、下部電極 5 1 は、下部電極本体部 5 1 1 と、下部電極接続部 5 1 2 とにより構成されている。上記第一実施形態と同様、下部電極接続部 5 1 2 は、下部電極本体部 5 1 1 から少なくとも一部が離間しており、下部電極本体部 5 1 1 側に隙間部 5 1 2 A が形成されている。

20

本実施形態において、下部電極本体部 5 1 1 は、第一電極層に相当し、下部電極接続部 5 1 2 は、第一導電層に相当する。下部電極接続部 5 1 2 は、第一実施形態と同様、ステップ S 1 で、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 が同時に形成される。そして、ステップ S 3 において、圧電膜 6 をパターンニングする際に、下部電極接続部 5 1 2 の下部電極本体部 5 1 1 側の端部がオーバーエッチングされることで、下部電極接続部 5 1 2 が下部電極本体部 5 1 1 から離間して隙間部 5 1 2 A が形成される。

【 0 0 5 4 】

上部電極 5 2 は、上部電極本体部 5 2 1 と、上部電極接続部 5 2 2 とを備える。この上部電極本体部 5 2 1 は、本実施形態において、第二電極層に相当する。これらの上部電極本体部 5 2 1 及び上部電極接続部 5 2 2 の構成は上記第一実施形態と同一である。

30

【 0 0 5 5 】

そして、本実施形態では、上記の上部電極 5 2 とは独立して、別途、第二導電層である接続電極 5 3 が設けられる。この接続電極 5 3 は、例えば、上部電極 5 2 と同一の電極材料により形成されており、圧電膜 6 の圧電外周部 6 2 から下部電極接続部 5 1 2 に亘って形成される。そして、接続電極 5 3 は、下部電極接続部 5 1 2 の隙間部 5 1 2 A を埋めて下部電極本体部 5 1 1 と下部電極接続部 5 1 2 とに接する。

なお、接続電極 5 3 は、第一実施形態における接続電極部 5 2 3 と同様に、Y 方向に隣り合う超音波トランスデューサー T r の圧電外周部 6 2 間に亘って設けられ、当該超音波トランスデューサー T r 間に配置される下部電極接続部 5 1 2 を覆って設けられてもよい。

40

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態では、この接続電極 5 3 は、上部電極 5 2 に比べて、厚み寸法が大きく形成されている。このような構成では、能動部 5 0 と重なり合う上部電極 5 2 の厚み寸法が小さくなることで、能動部 5 0 の変位量を大きくすることができるので、超音波トランスデューサー T r の送受信感度を向上させることができる。また、接続電極 5 3 の厚み寸法が大きくなることで、下部電極接続部 5 1 2 の電気抵抗を低減でき、下部電極本体部 5 1 1 に入力する駆動信号の電圧降下を抑制することができる。

50

【 0 0 5 7 】

図 1 2 は、第二実施形態の圧電素子 5 の製造方法を示すフローチャートである。

第二実施形態の圧電素子 5 は、第一実施形態と略同一の製造方法により製造することができる。つまり、本実施形態では、図 1 2 に示すように、先ず、ステップ S 1 により、振動膜 4 1 2 上に下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 を含む下部電極 5 1 を形成する。

次に、ステップ S 2 により、振動膜 4 1 2 上に、下部電極 5 1 を覆う圧電層 6 0 を成膜する。そして、ステップ S 3 により、図 1 0 の 3 番目に示すように、圧電層 6 0 をエッチングして圧電膜 6 を形成する。この際、上記第一実施形態と同様に、圧電膜 6 のエッジ部に沿ってオーバーエッチングが進行し、下部電極接続部 5 1 2 の下部電極本体部 5 1 1 側に、図 7 や図 8 に示すような隙間部 5 1 2 A が形成される。

その後、ステップ S 4 を実施して、上部電極 5 2 を形成するための上部電極層 5 2 0 を成膜する。この際、上部電極 5 2 の膜厚寸法に合わせて上部電極層 5 2 0 を成膜する。

【 0 0 5 8 】

図 1 3 は、図 1 2 のステップ S 1 1 以降における圧電素子 5 の製造過程を示す図である。

この後、上部電極層 5 2 0 に対して、エッチングを用いたパターニングを行い、図 1 3 の 1 番目に示すように、上部電極本体部 5 2 1 及び上部電極接続部 5 2 2 を有する上部電極 5 2 を形成する（ステップ S 1 1）。このステップ S 1 1 では、下部電極接続部 5 1 2 は、隙間部 5 1 2 A において、少なくとも一部が下部電極本体部 5 1 1 から離間している。

【 0 0 5 9 】

そして、本実施形態では、ステップ S 1 1 の後に、図 1 3 の 2 番目に示すように、さらに上部電極 5 2 と同一の電極材料を用いて、振動膜 4 1 2 上に電極層 5 3 0 を成膜する（ステップ S 1 2）。この際、上部電極 5 2 よりも大きい膜厚寸法で電極層 5 3 0 を成膜する。

この後、電極層 5 3 0 に対して、エッチングを用いたパターニングを行い、図 1 3 の 3 番目に示すように、接続電極 5 3 を形成する（ステップ S 1 3）。この接続電極 5 3 により隙間部 5 1 2 A が埋められ、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 が導通する。

【 0 0 6 0 】

[本実施形態の作用効果]

本実施形態の圧電素子 5 では、下部電極接続部 5 1 2 の下部電極本体部 5 1 1 側に隙間部 5 1 2 A が形成されることで、下部電極接続部 5 1 2 の一部が下部電極本体部 5 1 1 から離間する。また、圧電素子 5 の能動部 5 0 を構成する上部電極 5 2（上部電極本体部 5 2 1）から離れて、上部電極 5 2 から独立した接続電極 5 3 が設けられ、この接続電極 5 3 は、圧電膜 6 の圧電外周部 6 2 から下部電極接続部 5 1 2 に亘って形成され、下部電極本体部 5 1 1 と下部電極接続部 5 1 2 とに接する。

このため、接続電極 5 3 により、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 が導通されることになり、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 が断線する不都合を抑制できる。したがって、能動部 5 0 を構成する下部電極本体部 5 1 1 に、下部電極接続部 5 1 2 から適切に駆動信号を入力することができ、圧電素子 5 の信頼性を向上できる。

【 0 0 6 1 】

また、接続電極 5 3 は、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 の間の隙間を埋めるように設けられているので、下部電極本体部 5 1 1 及び下部電極接続部 5 1 2 の断線をより確実に抑制でき、圧電素子の信頼性をより高くできる。

【 0 0 6 2 】

そして、本実施形態では、接続電極 5 3 は、上部電極 5 2 よりも厚み寸法が大きく形成されている。このため、接続電極 5 3 により覆われる下部電極接続部 5 1 2 の電気抵抗が

10

20

30

40

50

低減し、下部電極接続部 5 1 2 から下部電極本体部 5 1 1 に入力される駆動信号の電圧降下等の影響を抑制できる。また、上部電極 5 2 の厚み寸法を薄くできるので、その分、能動部 5 0 の厚み寸法も薄くでき、能動部 5 0 の変位量を大きくすることができる。このため、超音波トランスデューサー Tr における超音波の送受信感度を向上させることができる。

【 0 0 6 3 】

[第三実施形態]

次に、第三実施形態について説明する。

上述した第一実施形態では、圧電素子 5 を有する超音波デバイス 2 2 を筐体 2 1 内に収納した超音波プローブ 2、及び当該超音波プローブ 2 を備えて超音波測定を実施する超音波測定装置 1 の構成を例示した。これに対し、圧電素子 5 及び圧電素子 5 を備える圧電アクチュエーターとしては、その他の電子機器に対しても適用可能であり、第三実施形態では、当該他の電子機器の一例である液体噴射装置について説明する。

10

【 0 0 6 4 】

図 1 4 は、本発明の圧電素子を備える記録装置の一適用例であるプリンター 1 0 0 の外觀の構成例を示す図である。また、図 1 5 は、プリンター 1 0 0 が備える記録ヘッド 7 0 を模式的に示す分解斜視図である。

プリンター 1 0 0 は、液体噴射装置に相当し、図 1 4 に示すように、メディアを供給する供給ユニット 1 1 0 と、メディアを搬送する搬送ユニット 1 2 0 と、記録ヘッド 7 0 が取り付けられるキャリッジ 1 3 0 と、キャリッジ 1 3 0 を移動させるキャリッジ移動ユニット 1 4 0 と、プリンター 1 0 0 を制御する制御ユニット（図示略）とを備える。このプリンター 1 0 0 は、例えばパーソナルコンピュータ等の外部機器から入力された印刷データに基づいて、各ユニット 1 1 0、1 2 0、1 4 0 及びキャリッジ 1 3 0 を制御し、メディア M に画像を印刷する。

20

【 0 0 6 5 】

供給ユニット 1 1 0 は、メディア M を画像形成位置に供給する。例えば、供給ユニット 1 1 0 は、メディア M が巻装されたロール体 1 1 1、ロール駆動モーター（図示略）、及びロール駆動輪列（図示略）等を備える。そして、制御ユニットからの指令に基づいて、ロール駆動モーターが回転駆動され、ロール駆動モーターの回転力がロール駆動輪列を介してロール体 1 1 1 に伝達される。これにより、ロール体 1 1 1 が回転し、ロール体 1 1 1 に巻装された紙面が 方向（副走査方向）における下流側（+ 側）に供給される。

30

【 0 0 6 6 】

搬送ユニット 1 2 0 は、供給ユニット 1 1 0 から供給されたメディア M を、 方向に沿って搬送する。例えば、搬送ユニット 1 2 0 は、搬送ローラー 1 2 1 と、搬送ローラー 1 2 1 とメディア M を挟んで配置され、搬送ローラー 1 2 1 に従動する従動ローラー（図示略）と、搬送ローラー 1 2 1 の 方向の下流側に設けられたプラテン 1 2 2 と、を備える。搬送ローラー 1 2 1 は、図示略の搬送モーターからの駆動力が伝達され、制御ユニット（図示略）の制御により搬送モーターが駆動されると、その回転力により回転駆動されて、従動ローラーとの間にメディア M を挟み込んだ状態で 方向に沿って搬送する。

40

【 0 0 6 7 】

キャリッジ 1 3 0 は、メディア M に対して画像を印刷する記録ヘッド 7 0 等が取り付けられる。記録ヘッド 7 0 等は、ケーブル 1 3 1 を介して制御ユニットに接続される。記録ヘッド 7 0 については後述する。キャリッジ 1 3 0 は、キャリッジ移動ユニット 1 4 0 によって、 方向に交差する 方向（主走査方向）に沿って移動可能に設けられている。

【 0 0 6 8 】

キャリッジ移動ユニット 1 4 0 は、キャリッジ 1 3 0 を 方向に沿って往復移動させる。例えば、キャリッジ移動ユニット 1 4 0 は、キャリッジガイド軸 1 4 1 と、キャリッジモーター 1 4 2 と、タイミングベルト 1 4 3 とを備える。キャリッジガイド軸 1 4 1 は、 方向に沿って配置され、両端部がプリンター 1 0 0 の筐体に固定される。キャリッジモーター 1 4 2 は、タイミングベルト 1 4 3 を駆動させる。タイミングベルト 1 4 3 は、キ

50

キャリッジガイド軸 141 と略平行に支持され、キャリッジ 130 の一部が固定される。制御ユニットの指令に基づいてキャリッジモーター 142 が駆動されると、タイミングベルト 143 が正逆走行され、タイミングベルト 143 に固定されたキャリッジ 130 が、キャリッジガイド軸 141 にガイドされて往復移動する。

【0069】

記録ヘッド 70 は、液体噴射ヘッドに相当し、インクタンク（図示略）から供給されたインクを、方向及び方向に交差する方向に噴射してメディア M に画像を形成する。記録ヘッド 70 は、図 15 に示すように、圧力室形成基板 71 と、ノズルプレート 72 と、アクチュエーターユニット 73 と、封止板 74 と等を備える。

【0070】

圧力室形成基板 71 は、例えば、シリコン単結晶基板等からなる板材である。この圧力室形成基板 71 には、複数の圧力室 711 と、これら圧力室 711 にインクを供給するインク供給路 712 と、インク供給路 712 を介して各圧力室 711 に連通する連通部 713 と、が形成されている。

複数の圧力室 711 は、後述するようにノズルプレート 72 に形成されたノズル列を構成する各ノズル 721 に、一対一に対応して設けられている。すなわち、各圧力室 711 は、ノズル列方向に沿って、ノズル 721 の形成ピッチと同じピッチで形成されている。

連通部 713 は、複数の圧力室 711 に沿って形成されている。この連通部 713 は、後述する振動板 731 の連通開口部 734 及び封止板 74 の液室空部 742 と連通し、インクタンク（図示略）から供給されたインクが充填される。連通部 713 に充填されたインクは、インク供給路 712 を介して圧力室 711 に供給される。すなわち、連通部 713 は、各圧力室 711 に共通なインク室であるリザーバー（共通液室）を構成する。

なお、インク供給路 712 は、圧力室 711 よりも狭い幅で形成されており、連通部 713 から圧力室 711 に流入するインクに対して流路抵抗となる部分である。

【0071】

ノズルプレート 72 は、複数のノズル 721 からなるノズル列が形成され、圧力室形成基板 71 の一方の面（アクチュエーターユニット 73 とは反対側の面）に接合される。複数のノズル 721 は、ドット形成密度（例えば、300 dpi）に相当するピッチで形成されている。なお、ノズルプレート 72 は、例えば、ガラスセラミックス、シリコン単結晶基板、又はステンレス鋼等からなる。

【0072】

アクチュエーターユニット 73 は、圧力室形成基板 71 のノズルプレート 72 とは反対側に設けられた振動板 731（駆動部）と、振動板 731 に積層された圧電素子 5 とを含み構成される。

振動板 731 は、圧力室形成基板 71 の上に形成された弾性膜 732 と、この弾性膜 732 上に形成された絶縁体膜 733 と、を含む。なお、弾性膜 732 としては、例えば、厚さが 300 ~ 2000 nm の二酸化シリコン（ SiO_2 ）が好適に用いられる。また、絶縁体膜 733 としては、例えば、厚さが 30 ~ 600 nm の酸化ジルコニウム（ ZrO_x ）が好適に用いられる。この振動板 731 の圧力室 711 を閉塞する領域は、圧電素子 5 の駆動によってノズル 721 に対して接離する方向に撓み変形が許容される領域（可撓部）である。なお、振動板 731 における圧力室形成基板 71 の連通部 713 に対応する部分には、当該連通部 713 と連通する連通開口部 734 が設けられている。

【0073】

圧電素子 5 は、上記第一実施形態又は第二実施形態と同様の構成を有する。この圧電素子 5 は、圧力室 711 に対応する位置に設けられ、振動板 731 の圧力室 711 を閉塞する領域である可撓部とともに圧電アクチュエーターを構成する。なお、図示を省略するが、下部電極 51 及び上部電極 52 は、リード電極 735 によって端子領域に形成された電極端子に接続される。

なお、図 15 では、一方向に沿って配置された複数の圧電素子 5 の非被覆部に亘る溝部が形成されている構成を例示しているが、これに限定されず、各圧電素子 5 に個別に溝部

10

20

30

40

50

が形成されてもよい。

【0074】

封止板74は、アクチュエーターユニット73の圧力室形成基板71とは反対側の面に接合されている。この封止板74のアクチュエーターユニット73側の面には、圧電素子5を収容可能な収容空部741が形成されている。また、封止板74の連通開口部734及び連通部713に対応する領域には、液室空部742が設けられている。液室空部742は、連通開口部734及び連通部713と連通し、各圧力室711に共通のインク室となるリザーバーを構成する。なお、図示しないが、封止板74には、アクチュエーターユニット73の端子領域に対応する位置に、厚さ方向に貫通する配線開口部が設けられている。この配線開口部内に、上記端子領域の電極端子が露出される。これら電極端子は、プリンター本体に接続された図示しない配線部材に接続される。

10

【0075】

このような構成の記録ヘッド70では、インクカートリッジからインクを取り込み、リザーバー、インク供給路712、圧力室711、及びノズル721に至るまでの流路内がインクで満たされる。そして、プリンター本体側からの駆動信号の供給により、圧力室711に対応するそれぞれの圧電素子5が駆動されると、振動板731の圧力室711に対応する領域(可撓部)が変位し、圧力室711内に圧力変動が生じる。この圧力変動を制御することで、ノズル721からインクが噴射される。

【0076】

上記のようなプリンター100では、記録ヘッド70に上記実施形態にて説明した圧電素子5が設けられているので、記録ヘッド70の機器信頼性を高くでき、かつプリンター100の機器信頼性も高めることができる。

20

【0077】

[変形例]

なお、本発明は上述の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良、及び各実施形態を適宜組み合わせる等によって得られる構成は本発明に含まれるものである。

【0078】

上記第二実施形態において、第一電極層である下部電極本体部511と、第一導電層である下部電極接続部512とが、ステップS1において同時に形成される例を示すが、これに限定されない。例えば、振動膜412に電極材料を成膜した後、第一電極層である下部電極本体部511をエッチングにより形成する。この後、再度電極材料を成膜して、第一導電層である下部電極接続部512をエッチングにパターンニングする。このような構成では、下部電極本体部511と、下部電極接続部512とを異なる厚み寸法に形成することもできる。例えば、能動部50として駆動させる下部電極本体部511を、下部電極接続部512に比べて厚み寸法を小さくすることができ、下部電極接続部512を、電気抵抗の低減のために厚み寸法を大きくすることができる。

30

【0079】

第二実施形態において、ステップS4及びステップS11で上部電極52を形成した後、ステップS12及びステップS13で接続電極53を形成した。これに対して、例えば、ステップS12及びステップS13を先に実施して接続電極53を形成した後、ステップS4及びステップS11を実施して上部電極52を形成してもよい。

40

【0080】

上記各実施形態では、下部電極本体部511と、下部電極接続部512との隙間(隙間部512A)を、接続電極部523(又は接続電極53)により埋めることで、下部電極本体部511及び下部電極接続部512を導通させる例を示したが、これに限定されない。

例えば、接続電極部523(又は接続電極53)が、XY平面内で、下部電極本体部511の一部と重なって+X側に延設される第一延設部、下部電極接続部512の一部と重なって+X側に延設される第二延設部、及び第一延設部と第二延設部とを接続する接続部

50

とを備える構成などとしてもよい。

また、接続電極部 5 2 3 (又は接続電極 5 3) が、圧電膜 6 の上面 (素子基板 4 1 とは反対側の面) の圧電外周部 6 2 から、下部電極接続部 5 1 2 に亘って設けられる例を示したが、これに限定されない。例えば、接続電極部 5 2 3 (又は接続電極 5 3) は、圧電膜 6 の外縁部で、上面から下面 (素子基板 4 1 側の面) まで傾斜する傾斜面から、下部電極接続部 5 1 2 に亘って設けられていてもよい。さらに、接続電極部 5 2 3 (又は接続電極 5 3) が、圧電膜 6 と重ならず、ピンポイントで、隙間部 5 1 2 A 上に設けられて、下部電極本体部 5 1 1 と下部電極接続部 5 1 2 とに接する構成などとしてもよい。

【0081】

上記各実施形態では、下部電極 5 1、上部電極 5 2、及び接続電極 5 3 が金属材料で形成されていたが、これに限定されない。例えば、上部電極 5 2 及び接続電極 5 3 は、酸化インジウムスズ (ITO)、フッ素ドーパ酸化スズ (FTO) 等の酸化スズ系導電材料、酸化亜鉛系導電材料、ルテニウム酸ストロンチウム (SrRuO_3)、ニッケル酸ランタン (LaNiO_3)、元素ドーパチタン酸ストロンチウム等の酸化物導電材料や、導電性ポリマー等を用いて形成されてもよい。

【0082】

上記各実施形態では、平面視において、開口部 4 1 1 A (可撓部 4 1 2 A) の外周縁よりも内側に、圧電素子 5 の能動部 5 0 が形成されていたが、これに限定されない。例えば、能動部 5 0 の外周縁が、開口部 4 1 1 A (可撓部 4 1 2 A) の外周縁の外側に位置してもよい。

【0083】

上記各実施形態では、振動膜 4 1 2 の基板本体部 4 1 1 (開口部 4 1 1 A) とは反対側に圧電素子 5 及び封止板 4 2 が設けられ、基板本体部 4 1 1 に音響層 4 3 及び音響レンズ 4 4 が設けられ、基板本体部 4 1 1 側の面から超音波の送受信が行われる構成を例示したが、これに限定されない。例えば、振動膜 4 1 2 の基板本体部 4 1 1 とは反対側に圧電素子 5、音響層 4 3 及び音響レンズ 4 4 が設けられ、基板本体部 4 1 1 側に封止板 4 2 (補強板) が設けられ、基板本体部 4 1 1 とは反対側の面から超音波の送受信が行われる構成としてもよい。

【0084】

上記各実施形態では、電子機器として、生体内の器官を測定対象とする超音波測定装置 1 及びプリンター 1 0 0 を例示したが、これに限定されない。例えば、各種構造物を測定対象として、当該構造物の欠陥の検出や老朽化の検査を行う測定機に、上記実施形態及び各変形例の構成を適用することができる。また、例えば、半導体パッケージやウェハ等を測定対象として、当該測定対象の欠陥を検出する測定機についても同様である。

【0085】

その他、本発明の実施の際の具体的な構造は、本発明の目的を達成できる範囲で上記各実施形態及び変形例を適宜組み合わせることで構成してもよく、また他の構造などに適宜変更してもよい。

【符号の説明】

【0086】

1 ... 超音波測定装置 (超音波装置、電子機器)、2 ... 超音波プローブ (超音波探触子)、5 ... 圧電素子、6 ... 圧電膜、1 0 ... 制御装置 (制御部)、2 1 ... 筐体、4 1 ... 素子基板、4 2 ... 封止板、4 3 ... 音響層、4 4 ... 音響レンズ、5 0 ... 能動部、5 1 ... 下部電極 (第一電極層)、5 2 ... 上部電極 (第二電極層)、5 3 ... 接続電極 (第二導電層)、6 0 ... 圧電層、6 1 ... 圧電本体部、6 2 ... 圧電外周部、7 0 ... 記録ヘッド (液体噴射ヘッド)、1 0 0 ... プリンター (液体噴射装置、電子機器)、4 1 1 ... 基板本体部、4 1 1 A ... 開口部、4 1 1 B ... 壁部、4 1 2 ... 振動膜、4 1 2 A ... 可撓部 (駆動部)、5 1 1 ... 下部電極本体部 (第一部分、第一電極層)、5 1 2 ... 下部電極接続部 (第二部分、第一導電層)、5 1 2 A ... 隙間部、5 2 0 ... 上部電極層、5 2 1 ... 上部電極本体部 (第三部分、第二電極層)、5 2 1 A ... 端縁、5 2 2 ... 上部電極接続部、5 2 2 A ... 端縁、5 2 3 ... 接続電極部 (

10

20

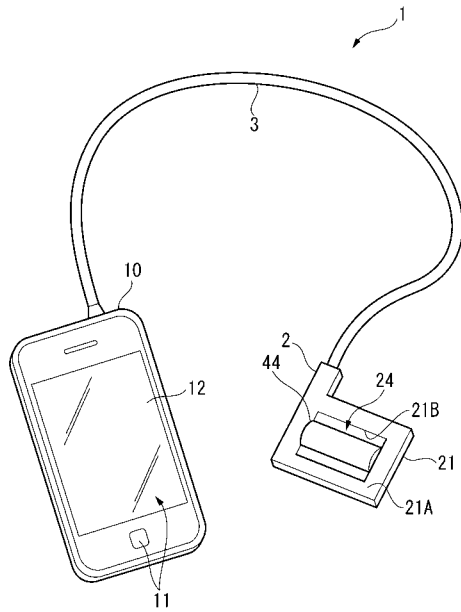
30

40

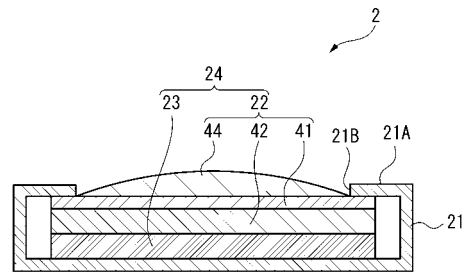
50

第四部分)、523A...端縁、530...電極層、Tr...超音波トランスデューサー(圧電アクチュエーター)。

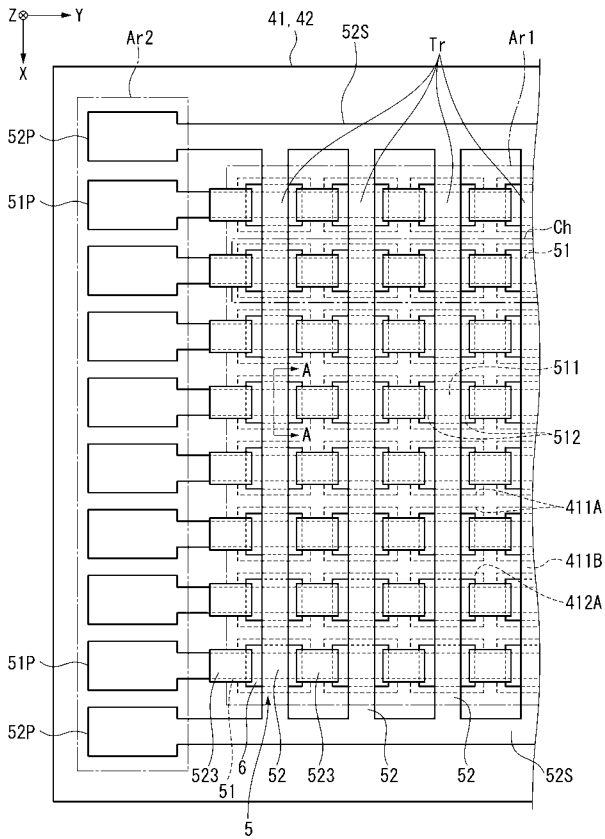
【図1】



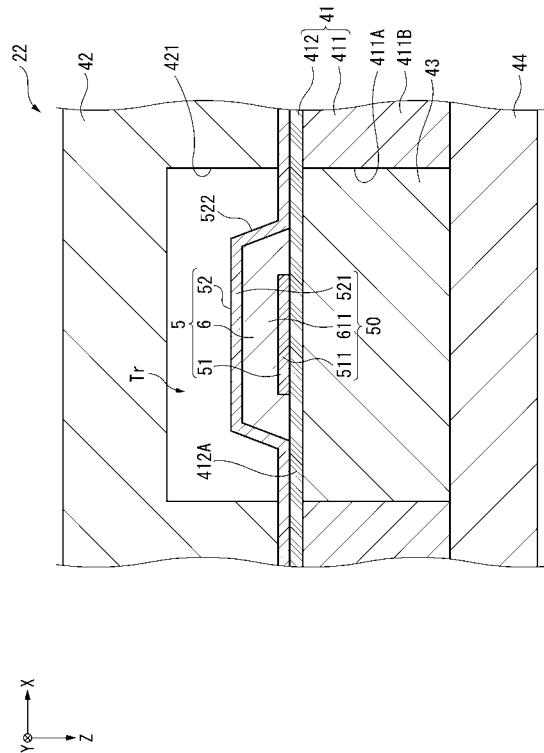
【図2】



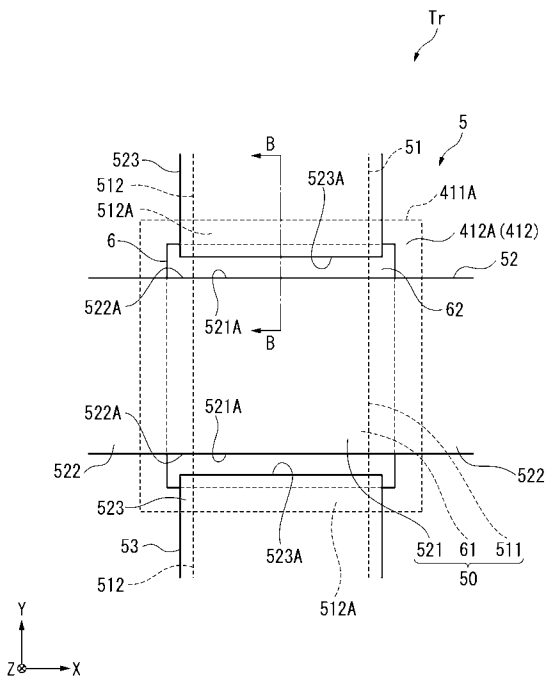
【 図 3 】



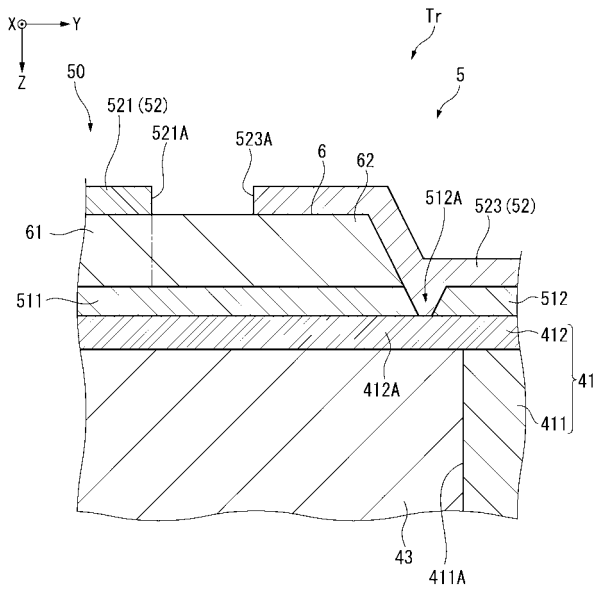
【 図 4 】



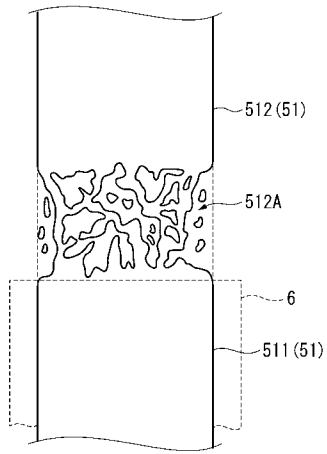
【 図 5 】



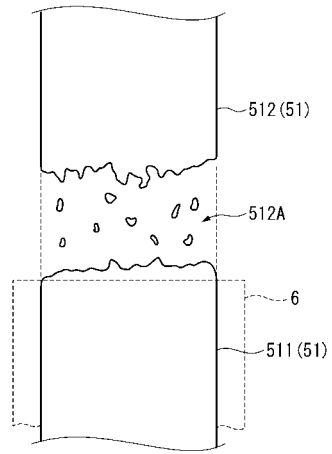
【 図 6 】



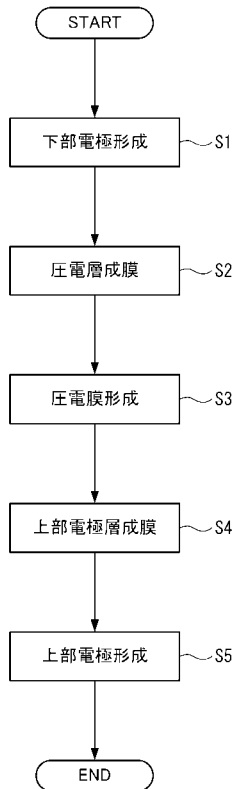
【 図 7 】



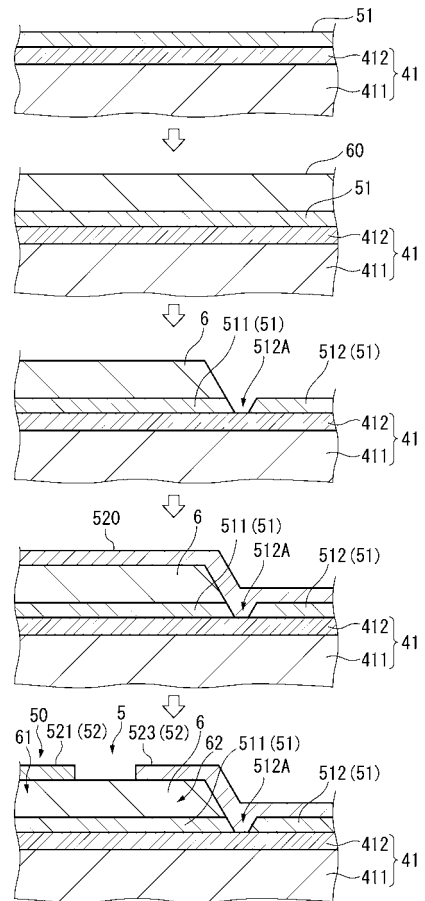
【 図 8 】



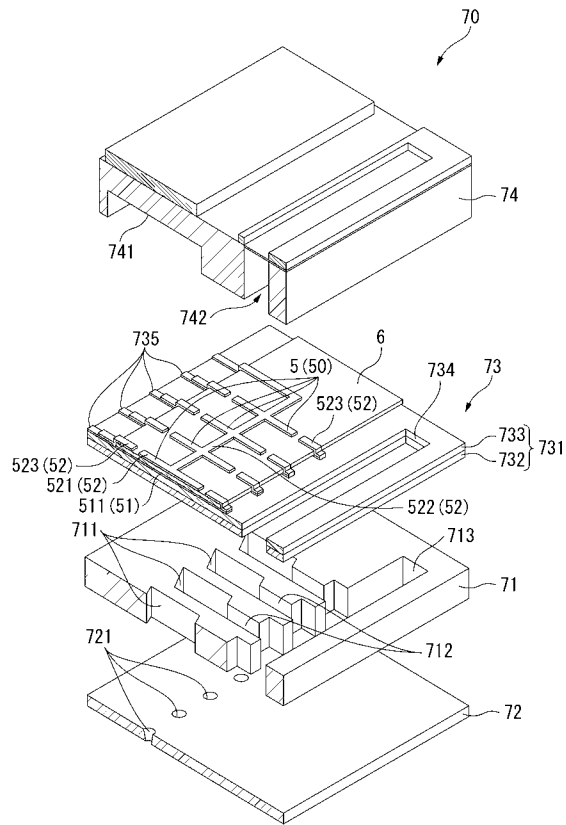
【 図 9 】



【 図 10 】



【図 15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

B 4 1 J 2/14 (2006.01)

F I

H 0 4 R 17/00 3 3 2 A

B 4 1 J 2/14 3 0 5

B 4 1 J 2/14 6 1 1

テーマコード(参考)

专利名称(译)	压电元件，压电致动器，超声波探头，超声波设备，电子设备，液体喷射头和液体喷射设备		
公开(公告)号	JP2018164042A	公开(公告)日	2018-10-18
申请号	JP2017061459	申请日	2017-03-27
[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	大橋幸司		
发明人	大橋 幸司		
IPC分类号	H01L41/047 H01L41/09 H01L41/113 A61B8/14 H04R17/00 B41J2/14		
CPC分类号	H01L41/0475 A61B8/06 A61B8/085 A61B8/145 A61B8/4281 A61B8/4427 A61B8/4444 A61B8/4488 A61B8/4494 B06B1/0207 B06B1/0622 B06B1/0666 B06B2201/76 B41J2/14233 B41J2/14274 B41J2/161 B41J2/1628 G01N29/2437 H01L41/042 H01L41/047 H01L41/0477 H01L41/0973 H01L41/1876 H01L41/317 H01L41/332		
FI分类号	H01L41/047 H01L41/09 H01L41/113 A61B8/14 H04R17/00.330.H H04R17/00.332.A B41J2/14.305 B41J2/14.611		
F-TERM分类号	2C057/AF71 2C057/AG44 2C057/AG82 2C057/AG92 2C057/AG93 2C057/BA04 2C057/BA14 4C601/EE10 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB18 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB22 4C601/GB32 4C601/GB41 4C601/GB44 5D019/AA19 5D019/AA21 5D019/BB02 5D019/BB19 5D019/BB25 5D019/HH01		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种压电元件，压电致动器，超声波探头，超声波装置，电子设备，液体喷射头和液体喷射装置。 解决方案：压电元件是压电元件，其中第一电极层，压电层和第二电极层依次层叠，第一电极层通过层压第一电极层，压电层形成并且，第二部分至少部分地与第一部分分离并且不与压电层重叠，第二部分在平面图中与第一部分间隔开，其中，第二电极层具有与压电层重叠的第三部分和在平面图中与第三部分分离的第四部分，部分和第二部分。 点域6

