

(19) 日本国特許庁(JP)

再 公 表 特 許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2007/058056

発行日 平成21年4月30日(2009.4.30)

(43) 国際公開日 平成19年5月24日(2007.5.24)

(51) Int. Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

テーマコード(参考)

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

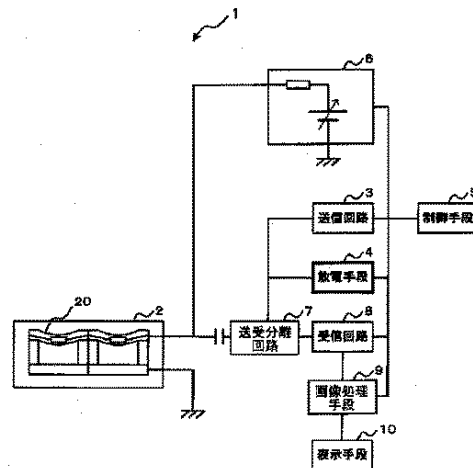
出願番号	特願2007-545185 (P2007-545185)	(71) 出願人	000153498 株式会社日立メディコ 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(21) 国際出願番号	PCT/JP2006/321228	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 国際出願日	平成18年10月25日(2006.10.25)	(74) 代理人	100096091 弁理士 井上 誠一
(31) 優先権主張番号	特願2005-333797 (P2005-333797)	(72) 発明者	浅房 勝徳 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 株式会社日立メディコ内
(32) 優先日	平成17年11月18日(2005.11.18)	(72) 発明者	永田 達也 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株 式会社日立製作所機械研究所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、超音波診断装置の較正方法

(57) 【要約】

超音波診断装置1は、放電手段4により、極性を交互に反転させてCollapse電圧以上の波高値の放電パルスを超音波振動子20の電極間に複数回印加し、超音波振動子20の振動膜に蓄積した電荷の放電を加速させ、送受感度オフセットを急速に0に近づけることができる。電荷の放電は、瞬時に行われる。すなわち、DCバイアスの印加により電極間振動膜に流入した電荷の経時的蓄積に起因する送受感度ドリフトを迅速に較正することができる。



3 TRANSMITTING CIRCUIT

5 CONTROL MEANS

4 DISCHARGE MEANS

7 TRANSMITTING AND RECEIVING SEPARATION CIRCUIT

8 RECEIVING CIRCUIT

9 IMAGE PROCESSING MEANS

10 DISPLAY MEANS

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一組の電極と前記電極間に設けられる絶縁部及び犠牲層とを有する超音波振動子を備える超音波探触子と、前記電極間にDCバイアスを印加するDCバイアス印加手段と、前記DCバイアス及び超音波送信パルスを印加することにより前記絶縁部の一部を振動させて超音波を被検体に送信する送信手段と、前記被検体から超音波エコーを受信する受信手段と、当該受信手段から出力される信号に基づき超音波像を構成する画像処理手段と、を備える超音波診断装置において、

前記電極間の絶縁部に蓄積した電荷を放電する放電手段を具備することを特徴とする超音波診断装置。 10

【請求項 2】

請求項 1 記載の超音波診断装置において、

前記放電手段は、前記電極間に放電電圧を少なくとも 1 回繰り返して印加することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載の超音波診断装置において、

前記放電手段は、前記放電電圧の極性を交互に反転させて前記電極間に印加することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の超音波診断装置において、 20

前記放電手段は、絶対値が同じ放電電圧を前記電極間に印加することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 2 記載の超音波診断装置において、

前記放電手段は、前記電極間に繰り返し印加する放電電圧の少なくとも 1 つを Collapsed 電圧以上とすることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 3 記載の超音波診断装置において、

前記放電手段は、前記電極間に繰り返し印加する放電電圧の印加時間を徐々に短くすることを特徴とする超音波診断装置。 30

【請求項 7】

請求項 2 記載の超音波診断装置において、

前記絶縁部に蓄積する電荷量を監視する監視手段を備え、

前記放電手段は、前記絶縁部に蓄積した電荷量に基づいて前記放電電圧を前記電極間に印加することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 8】

請求項 7 記載の超音波診断装置において、

前記監視手段は、前記電極間の印加される DC バイアスの印加電圧と印加時間の履歴を含む印加電圧履歴情報を保持する記憶手段を有し、

前記放電手段は、前記印加電圧履歴情報に基づいて前記放電電圧を前記電極間に印加することを特徴とする超音波診断装置。 40

【請求項 9】

請求項 8 記載の超音波診断装置において、

前記記憶手段は、前記電極間に印加される DC バイアスの印加電圧と印加時間との積和を保持し、

前記放電手段は、前記積和が所定の閾値に到達した場合に、前記放電電圧を前記電極間に印加することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の超音波診断装置において、

前記積和の履歴と、前記所定の閾値に対する前記積和の到達状況と、前記到達状況に基 50

づいて前記放電手段による放電処理の要否及び時期と、のうち少なくとも1つを表示する表示手段を有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項11】

請求項1記載の超音波診断装置において、

前記放電手段による前記電荷の放電を、超音波診断装置の電源ON又は電源OFF時と、前記被検体への超音波の送受信を停止している時のうち少なくとも一方で行うことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項12】

請求項1記載の超音波診断装置において、

前記放電手段と前記送信手段とは、パルス波形を生成するパルス波形生成手段または前記パルス波形を発生するタイミングを生成するパルスタイミング発生手段または高圧の前記パルスを出力するパルス増幅手段の少なくともいずれかを共用あるいは一部共用することを特徴とする超音波診断装置。 10

【請求項13】

請求項1記載の超音波診断装置において、

前記放電手段は、Collapse電圧値以下の電圧を前記電極間に印加することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項14】

請求項1記載の超音波診断装置において、

前記放電手段は、前記DCバイアス印加手段とは逆極性のDCバイアス印加手段であることを特徴とする超音波診断装置。 20

【請求項15】

請求項14記載の超音波診断装置において、

前記放電手段による前記電荷の放電中であることを報知する報知手段を備えることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項16】

請求項1記載の超音波診断装置において、

前記放電手段は、前記絶縁部の一部である振動膜に蓄積する電荷を放電させることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項17】

請求項1記載の超音波診断装置において、

超音波診断装置とは別の場所に設けられた外部制御装置との間で通信を行う通信手段を備え、

前記放電手段は、前記外部制御装置からの情報に基づいて、前記電極間の絶縁部に蓄積される電荷の放電を行うことを特徴とする超音波診断装置。 30

【請求項18】

一組の電極と前記電極間に設けられる絶縁部及び犠牲層とを有する超音波振動子と、前記電極間にDCバイアスを印加するDCバイアス印加手段と、を備える超音波探触子を備える超音波診断装置の較正方法であって、

前記電極間の絶縁部に蓄積する電荷量を監視する監視ステップと、 40

前記電荷量に基づいて前記電極間の絶縁部に蓄積した電荷を放電する放電ステップと、

前記監視ステップと前記放電ステップとを繰り返すステップと、

を有することを特徴とする超音波診断装置の較正方法。

【請求項19】

請求項18記載の超音波診断装置の較正方法において、前記監視ステップは、

前記電極間に印加されるDCバイアスの印加電圧と印加時間とを取得して保持する記憶ステップと、

前記印加電圧と前記印加時間との積和を演算して保持する演算ステップと、

前記積和と所定の閾値とを比較する比較ステップと、

前記積和が前記所定の閾値に到達した場合に、前記放電ステップを起動する起動ステッ 50

ブと、
を有することを特徴とする超音波診断装置の較正方法。

【請求項 20】

請求項 18 記載の超音波診断装置の較正方法において、

前記監視ステップと前記放電ステップとの間に、超音波診断装置とは別の場所に設けられた外部制御装置との間で、前記電荷量の情報を送受信する通信ステップを有し、

前記放電ステップは、前記外部制御装置からの情報に基づいて実行されることを特徴とする超音波診断装置の較正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、電極間に DC バイアスを印加し超音波を送受信する超音波探触子を備える超音波診断装置及び超音波診断装置の較正方法に関する。

本出願は、日本国特許法に基づく特許出願特願第 2005-333797 号に基づくパリ優先権主張を伴う出願であり、特願第 2005-333797 号の利益を享受するために参照による援用を受ける出願である。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体成膜技術を用いて、容量型超微細加工超音波トランスデューサ (cMUT: Capacitive Micro-machined Ultrasound Transducer) が製造されている。cMUT は、微小なダイヤフラム様の装置であり、超音波信号の音響振動を変調型キャパシタンスへ変換する電極を備える。cMUT は、電極間に犠牲層を有し、この電極間に DC バイアス及び AC パルスを印加し、容量電荷を変調して電界を生じさせ、ダイヤフラムを振動させることにより超音波を発生させる。

20

また、cMUT の容量をキャパシタンスレギュレータにより監視して、バイアス電荷を調節する容量性マイクロマシン超音波振動子が提案されている。キャパシタンスレギュレータは、振動板電極における荷電あるいは放電に起因する微小交流電圧を測定して cMUT の容量を計測する。これにより、バイアス電荷の生成及び維持が行われる (例えば、[特許文献 1] 参照。)

【0003】

30

【特許文献 1】特表 2004-503312 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、cMUT は、電極間には犠牲層以外に短絡を防止する導電率 $10^{11} \sim 10^{14} \Omega/\text{m}$ 程度の振動膜と上下間隙を支持するリムを有し、電極間に DC バイアスを印加すると、電極間の振動膜及びリムに、導電率や形状等の回路上のインピーダンスに応じて寡少ではあるがリーク電流 (電荷の移動) が流れるという問題点がある。

【0005】

特に、振動膜への電荷の注入が発生すると電極間電界強度の影響により、超音波送受信感度 (以下、「送受感度」という。) が経時的に変化する。また、振動膜に注入された電荷は DC バイアスの印加を遮断しても振動膜中に残存する。長期間に渡る DC バイアスの印加により振動膜中に電荷が蓄積し、この振動膜中における電荷の蓄積が超音波送受信感度ドリフト (以下、「送受感度ドリフト」という。) となって送受感度歪みが生じる。送受感度歪みは、高調波成分を増大する原因となる。

40

【0006】

また、[特許文献 1] 及び [特許文献 2] が示す技術では、電極において荷電あるいは放電が生じるが、電極間の絶縁部に注入された電荷の処理を行うものではなく、上記の送受感度ドリフトに起因する送受感度歪みを抑制することができないという問題点がある。

【0007】

50

本発明は、以上の問題点に鑑みてなされたものであり、D Cバイアスの印加により電極間の絶縁部に流入した電荷の経時的蓄積に起因する送受感度ドリフトを迅速に較正する超音波診断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】

【0008】

前述した目的を達成するために第1の発明は、一組の電極と前記電極間に設けられる絶縁部及び犠牲層とを有する超音波振動子を備える超音波探触子と、前記電極間にD Cバイアスを印加するD Cバイアス印加手段と、前記D Cバイアス及び超音波送信パルスを印加することにより前記絶縁部の一部を振動させて超音波を被検体に送信する送信手段と、前記被検体から超音波エコーを受信する受信手段と、当該受信手段から出力される信号に基づき超音波像を構成する画像処理手段と、を備える超音波診断装置において、前記電極間の絶縁部に蓄積した電荷を放電する放電手段を具備することを特徴とする超音波診断装置である。

10

【0009】

超音波診断装置は、所定値の電圧を、極性を交互に反転させて少なくとも1回超音波振動子の電極間に印加することにより、D Cバイアスの長時間印加により電極間の絶縁部に蓄積する電荷を放電する。

これにより、超音波診断装置は、電極間の絶縁部に蓄積した電荷の放電を加速させ、送受感度オフセットを急速に0に近づけることができる。すなわち、D Cバイアスの印加により電極間振動膜に流入した電荷の経時的蓄積に起因する送受感度ドリフトを迅速に較正することができる。

20

【0010】

また、前記放電手段は、Collapse電圧値以上の電圧を前記電極間に印加することにより、前記電荷の放電を加速させることが望ましい。

これにより、超音波振動子にCollapse現象が生じて犠牲層のギャップ幅が0となり、インピーダンスが急激に減少するため電荷放電速度が加速する。電荷の放電は、瞬時に行われる。

【0011】

第2の発明は、一組の電極と前記電極間に設けられる絶縁部及び犠牲層とを有する超音波振動子と、前記電極間にD Cバイアスを印加するD Cバイアス印加手段と、を備える超音波探触子を備える超音波診断装置の較正方法であって、前記電極間の絶縁部に蓄積する電荷量を監視する監視ステップと、前記電荷量に基づいて前記電極間の絶縁部に蓄積した電荷を放電する放電ステップと、前記監視ステップと前記放電ステップとを繰り返すステップと、を有することを特徴とする超音波診断装置の較正方法である。

30

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、D Cバイアスの印加により電極間の絶縁部に流入した電荷の経時的蓄積に起因する送受感度ドリフトを迅速に較正する超音波診断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0013】

【図1】 超音波診断装置1の概略構成図（第1の実施の形態）

【図2】 超音波探触子2が備える超音波振動子20を示す図

【図3】 送信回路3の構成図

【図4】 放電回路4の構成図

【図5】 制御手段5の構成図

【図6】 超音波振動子20の一態様を示す超音波振動子60の断面図

【図7】 超音波振動子20の一態様を示す超音波振動子70の断面図

【図8】 超音波送信パルス電圧及び送受感度等の関係図

【図9】 放電処理を示すフローチャート

50

- 【図 1 0】放電パルス電圧及び送受感度及び送受感度ドリフト等の関係図
 【図 1 1】印加バイアス履歴情報 5 4 及び状態遷移情報 5 6 の一態様であるテーブル 1 1 0 を示す図
 【図 1 2】表示手段 1 0 が表示する画面 1 2 0 の一態様を示す図
 【図 1 3】超音波診断装置 1 a の概略構成図（第 2 の実施の形態）
 【図 1 4】超音波診断装置 1 b の概略構成図（第 3 の実施の形態）
 【図 1 5】超音波診断装置 1 c 及び外部制御装置 1 5 3 の概略構成図（第 4 の実施の形態）

【符号の説明】

【 0 0 1 4 】	10
1、1 a、1 b、1 c ……超音波診断装置	
2 ……超音波探触子	
3、3 a ……送信回路	
4、4 a、8 0 ……放電手段	
5 ……制御手段	
6、6 b ……D C バイアス回路	
7 ……送受分離回路	
8 ……受信回路	
9 ……画像処理手段	
1 0 ……表示手段	20
2 0、6 0、7 0 ……超音波振動子	
2 1、6 1、7 1 ……上部電極	
2 2 ……振動膜	
2 3 ……リム	
2 4、6 2、7 2 ……下部電極	
2 5、6 4、7 4 ……犠牲層	
2 7 ……ギャップ幅	
3 1 ……超音波送信パルスタイミング発生手段	
3 2 ……超音波送信パルス波形生成手段	
3 3 ……超音波送信パルサ	30
4 1 ……放電パルスタイミング発生手段	
4 2 ……放電パルス波形生成手段	
4 3 ……放電パルサ	
5 1 ……演算部	
5 2 ……主メモリ	
5 3 ……記憶部	
5 4 ……印加バイアス履歴情報	
5 5 ……放電パルス波形情報	
5 6 ……状態遷移情報	
6 3、7 3 ……絶縁部	40
6 9、7 9 ……電荷注入	
1 5 1、1 5 5 ……通信部	
1 5 2 ……ネットワーク	
1 5 3 ……外部制御装置	
1 5 4 ……リモートメンテナンスセンタ	
1 5 9 ……履歴情報	
1 6 0 ……記憶部	

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 5 】

以下添付図面を参照しながら、本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態について 50

詳細に説明する。尚、以下の説明及び添付図面において、略同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略することにする。

【0016】

(1. 超音波診断装置1の構成)

最初に、図1～図5を参照しながら、本発明の第1の実施の形態に係る超音波診断装置1について説明する。

【0017】

(1-1. 超音波診断装置1の概略構成)

図1は、超音波診断装置1の概略構成図である。

超音波診断装置1は、超音波探触子2、送信回路3、放電手段4、制御手段5、DCバイアス回路6、送受分離回路7、受信回路8、画像処理手段9、表示手段10から構成される。

第1の実施の形態の超音波診断装置1では、送信回路3及び放電手段4の各出力を結合して送受分離回路7へ出力する構成を採る。

【0018】

超音波診断装置1は、超音波探触子2により被検体に対して超音波を送受信し、画像処理手段9により画像処理を行い、表示手段10に被検体の撮像画像を出力する。超音波診断装置1は、超音波探触子2が備える超音波振動子20の電極間にDCバイアスを印加することにより電界を発生させ、超音波送信パルスを送信することにより振動膜を振動させて被検体に超音波を送信し、被検体からの超音波エコーによる振動膜の振動を検出して超音波を受信する。

【0019】

超音波探触子2には、DCバイアス回路6及び送受分離回路7が接続される。送受分離回路7には、送信回路3及び受信回路8及び放電手段4が接続される。受信回路8には、表示手段10を備える画像処理手段9が接続される。DCバイアス回路6、送信回路3、放電手段4、受信回路8、画像処理手段9は、制御手段5に接続される。

【0020】

送信回路3は、送受分離回路7に超音波送信パルスを送信する回路である。放電手段4は、超音波振動子20の電極間の絶縁部に注入された電荷を放電させる装置である。DCバイアス回路6は、超音波探触子2の超音波振動子20に印加するDCバイアスを制御する回路である。送受分離回路7は、超音波送信パルスと超音波受信パルスとを分離する回路である。

受信回路8は、送受分離回路7からの超音波送信パルスを受信する回路である。画像処理手段9は、受信回路8から送られた受信信号に対して検波処理等を行って超音波像を再構成する演算装置である。表示手段10は、画像処理手段9から送られた超音波像を表示するモニタ等の表示装置である。

制御手段5は、超音波診断装置1の状態及び各装置を制御する装置である。

【0021】

(1-2. 超音波振動子20)

図2は、超音波探触子2が備える超音波振動子20を示す図である。

尚、図2に示す超音波振動子20はcMUT (Capacitive Micromachined Ultrasound Transducer) を示す。

【0022】

超音波振動子20は、上部電極21、可撓性の絶縁材料からなる振動膜22、振動膜22の周囲を支持する窒化珪素 (Si₃N₄) 等の絶縁材料からなるリム23、下部電極24、上部電極21～下部電極24間に形成される真空ギャップ層である犠牲層25により構成される。犠牲層25のギャップ幅27は、電極間に印加されるDCバイアスや振動膜22の振動により変化する。尚、「絶縁部」は、上部電極21～下部電極24間の振動膜22及びリム23を含むものとして説明する。

【0023】

超音波振動子 20 は、それを駆動する駆動信号に重畳して印加されるバイアス電圧の大きさに応じて超音波送受信感度が変化する振動子である。超音波振動子 20 により超音波を送受するとき、その超音波振動子 20 に所定のバイアスを印加して振動子の電気機械結合係数を変化させることにより、超音波振動子 20 の送受信感度を所定の値に合わせている。

上部電極 21 と下部電極 24 との間に適切な電圧信号を印加すると、超音波振動子 20 は、容量型超音波トランスデューサセルとして機能する。超音波エコー信号をセンサ部（振動膜 22 及び犠牲層 25）の運動エネルギー変化として捕捉しこれに伴う電流値変化を検知することによって受信電気信号が得られる。

【0024】

10

（1-3. 送信回路 3）

図 3 は、送信回路 3 の構成図である。

送信回路 3 は、クロックカウンタ等を備える超音波送信パルスタイミング発生手段 31 と、セレクト及びメモリ及びメモリ制御部等を備える超音波送信パルス波形生成手段 32 と、クロック分周器及びバッファ及びレベルシフタ及びパワードライバ等を備える超音波送信パルサ 33 とから構成される。

【0025】

送信回路 3 は、制御手段 5 により、中心周波数（例えば 0.1 MHz ～ 数十 MHz）及び波数及びエンベロープ等による波形生成、繰り返し周波数及び送波フォーカス用遅延量等による発生タイミング、増幅率、電源電圧等による出力強度が制御される

20

【0026】

（1-4. 放電回路 4）

図 4 は、放電回路 4 の構成図である。

放電回路 4 は、クロックカウンタ等を備える放電パルスタイミング発生手段 41 と、セレクト及びメモリ及びメモリ制御部等を備える放電パルス波形生成手段 42 と、クロック分周器及びバッファ及びレベルシフタ及びパワードライバ等を備える放電パルサ 43 とから構成される。

【0027】

放電手段 4 は、制御手段 5 により、中心周波数（例えば数 Hz ～ 数十 kHz）、波数による波形生成、放電トリガ及び電荷蓄積量等による発生タイミング、増幅率、電源電圧などによる出力強度が制御される。

30

【0028】

放電パルスタイミング発生手段 41 は、制御手段 5 によりクロック分周比率及びクロックカウンタ数等が制御され、放電パルス発生タイミング信号を生成する。

放電パルス波形生成手段 42 は、制御手段 5 により中心周波数及び波数及びエンベロープ等の条件設定に応じてセレクトを選択する。メモリ制御部は、セレクトにより選択された状態に応じてアドレス設定及び波形データの読み書きを行ってメモリを制御し、かつ、放電パルスタイミング発生手段 41 の放電パルス発生タイミング信号発生時に放電パルス波形を生成する。

放電パルサ 43 は、放電パルス波形生成手段 42 により生成した放電パルス波形をバッファによりバッファリングし、レベルシフタによりレベルシフトすることにより増幅し、パワードライバにより超音波探触子 2 の各超音波振動子 20 の電極間に放電パルスを印加する。

40

【0029】

図 5 は、制御手段 5 の構成図である。

制御手段 5 は、CPU 等の演算部 51、RAM 等の主メモリ 52、ハードディスク等の記憶部 53 から構成される。

記憶部 53 は、印加バイアス履歴情報 54 及び放電パルス波形情報 55、状態遷移情報 56 を保持する。

【0030】

50

印加バイアス履歴情報 54 は、超音波振動子 20 の電極間に印加したバイアスの履歴に関する情報（印加電圧値及び印加時間等）であり、Log ファイル等の形態を採ることができる。

放電パルス波形情報 55 は、放電手段 4 が生成する放電パルス波形に関する情報であり、Config ファイル等の形態を採ることができる。

状態遷移情報 56 は、通常の超音波送受信処理状態と蓄積した電荷を放電する放電処理状態との間の状態遷移に関する情報であり、State ファイルやフラグ等の形態を採ることができる。

【0031】

制御手段 5 は、主メモリ 52 に印加バイアス履歴情報 54 及び放電パルス波形情報 55 及び状態遷移情報 56 を一旦呼び出す。演算部 51 は、印加バイアス履歴情報 54 に基づき放電パルス波形情報 55 の条件に応じて、放電パルス波形の波形情報としてパルス数及び各パルスの印加電圧及び印加時間（図 10（b）の波高値 v_h （ t_h ）及び放電時間 t_h 等）を算出する。制御手段 5 は、状態遷移情報 56 により状況に応じて超音波送受信処理状態と放電処理状態とを遷移させ、超音波探触子 2 の各超音波振動子 20 の電極間にある振動膜 22 に蓄積した電荷を放電させる。

【0032】

（2．電荷注入）

次に、図 6 及び図 7 を参照しながら、電極間の絶縁部への電荷注入について説明する。

【0033】

図 6 は、超音波振動子 20 の一態様を示す超音波振動子 60 の断面図である。

超音波振動子 60 は、半導体プロセスによる微細加工により形成される。超音波振動子 60 は、上部電極 61、下部電極 62、絶縁部 63、犠牲層 64、基板 65 から構成される。絶縁部 63 は、膜体 66、枠体 67、膜体 68 から構成される。絶縁部 63 は、シリコン化合物等の絶縁材料からなる。犠牲層 64 は、真空状態あるいは所定のガスが充填される。

【0034】

DC バイアスが印加されると、上部電極 61 と下部電極 62 との間には電界が生じる。絶縁部 63 は高抵抗であるが、電極間に電界が生じることにより、絶縁部 63 に微小電流が流れ、上部電極 61 及び下部電極 62 から絶縁部 63 に対して電荷注入 69 が発生する。DC バイアスの印加が遮断されると、上部電極 61 及び下部電極 62 の電荷はなくなるが、絶縁部 63 に注入した電荷はそのまま滞留して蓄積される。電荷蓄積量は、DC バイアスの印加電圧と印加時間の積和に比例する。

【0035】

絶縁部 63 の一部は、振動膜を形成する。絶縁部 63 の振動膜の部分に電荷注入が発生して電荷が蓄積されると、電極間電界強度の影響により、送受感度が変化する。また、電荷蓄積が送受感度ドリフトとなって送受感度歪みが生じる。

【0036】

図 7 は、超音波振動子 20 の一態様を示す超音波振動子 70 の断面図である。

超音波振動子 70 は、上部電極 71、下部電極 72、絶縁部 73、犠牲層 74 から構成される。絶縁部 73 は、膜体 76、枠体 77、膜体 78 から構成される。図 7 の上部電極 71 及び絶縁部 73 及び犠牲層 74 は、図 6 の上部電極 61 及び絶縁部 63 及び犠牲層 64 と同様のものである。図 7 の下部電極 72 は、図 6 の基板 65 を下部電極として用いたものである。

【0037】

図 7 の超音波振動子 70 においても、図 6 の超音波振動子 60 と同様に、上部電極 71 及び下部電極 72 から絶縁部 73 に対して電荷注入 79 が発生する。

【0038】

（3．送受感度ドリフト）

次に、図 8 を参照しながら、送受感度ドリフトについて説明する。

10

20

30

40

50

図 8 は、超音波送信パルス電圧及び送受感度等の関係図である。

【0039】

図 8 (a) は、超音波送信パルス電圧と送受感度との関係を示すグラフである。横軸は超音波送信パルス電圧 v_s を示し、縦軸は送受感度 $p(v_s)$ を示す。

図 8 (b) は、超音波送信パルス電圧と時間との関係を示すグラフである。横軸は超音波送信パルス電圧 $v_s(t_s)$ を示し、縦軸は超音波送信時間 t_s を示す。

図 8 (c) は、超音波送信時間と送受感度との関係を示すグラフである。横軸は超音波送信時間 t_s を示し、縦軸は送受感度 $p(t_s)$ を示す。

【0040】

超音波振動子 20 の電極間に DC バイアスを印加した時間が比較的短時間の場合、超音波送信パルス電圧と送受感度との関係はグラフ 201 に示される。グラフ 201 は、原点 202 を通る直線である。グラフ 203 に示すような極性土に同振幅の超音波送信パルス電圧 v_s (AC パルス) を印加すると、グラフ 204 に示すように、送受感度 $p(t_s)$ は、極性土に偏り及び歪みがない。

【0041】

一方、超音波振動子 20 の電極間に DC バイアスを印加した時間が長時間の場合、超音波振動子 20 の振動膜 22 に電荷が注入されると、送受感度極性の偏りすなわち、送受感度ドリフト 205 が生じる。送受感度ドリフト 205 が生じると、超音波送信パルス電圧と送受感度との関係はグラフ 206 に移行する。グラフ 206 は、原点 202 を通らない。グラフ 203 に示すような極性土に同振幅の超音波送信パルス電圧 v_s (AC パルス) を印加すると、グラフ 207 に示すように、送受感度 $p(t_s)$ は、極性土に偏り及び歪みが生じる。この送受感度歪みは、高調波成分が増大する原因となる。

【0042】

(4. 超音波診断装置 1 の放電処理)

次に、図 9～図 11 を参照しながら、超音波診断装置 1 の放電処理について説明する。

本発明の超音波診断装置 1 は、Collapse 現象及び Snapback 現象を用いて、超音波振動子 20 の電極間に蓄積した電荷を短時間に放電することを特徴とする。

(4-1. Collapse 現象及び Snapback 現象)

超音波振動子 20 の電極間に印加する DC バイアスの大きさが所定の範囲内であれば、振動膜 22 の弾性力と DC バイアス印加によるクーロン力とのつり合いにより犠牲層 25 のギャップ幅 27 が所定幅となり平衡状態となる。

一方、超音波振動子 20 の電極間に印加する DC バイアスが大きくなるに伴いクーロン力が大きくなり、犠牲層 25 のギャップ幅 27 がより小さくなった状態で平衡となる。

さらに、超音波振動子 20 の電極間に印加する DC バイアスが所定範囲を超えて大きくなると、振動膜 22 の弾性力が DC バイアス印加によるクーロン力を支えきれなくなり不平衡が発生し、犠牲層 25 のギャップ幅 27 が急激に減少して 0 となる。この現象及び状態は、それぞれ、「Collapse 現象」及び「Collapse 状態」と呼ばれる。Collapse 状態が発生する印加電圧の閾値は、「Collapse 電圧」と呼ばれる。

【0043】

Collapse 現象が発生していない状態では、振動膜 22 及びリム 23 のインピーダンスと DC バイアス印加電圧の比に応じて、絶縁部に電荷の注入が発生する。

一方、Collapse 状態では、振動膜 22 のみのインピーダンスと DC バイアス印加電圧との比に応じて、電荷の注入が発生する。Collapse 状態では、インピーダンスが急激に減少するため電荷注入速度が加速する。

【0044】

また、Collapse 状態から DC バイアス印加電圧を小さくすると、クーロン力が小さくなるので Collapse 現象とは逆の現象が生じ、犠牲層 25 のギャップ幅が 0 から、急激に所定幅まで変化する。この現象は「Snapback 現象」と呼ばれる。Snapback 現象が発生する印加電圧の閾値は「Snapback 電圧」と呼ばれる。

すなわち、Collapse現象が生じると、振動膜22の弾性力とクーロン力との間で不平衡が生じるが、振動膜22の弾性特性が失われることはない。従って、Snapback現象が生じると、振動膜22の弾性力とクーロン力との間で平衡状態が復活する。

Snapback現象後は、振動膜22及びリム23のインピーダンスに対するDCバイアス印加電圧の比に応じて、電荷の注入が発生する。

【0045】

(4-2. 放電処理の詳細)

図9は、放電処理を示すフローチャートである。

図10は、放電パルス電圧及び送受感度及び送受感度ドリフト等の関係図である。

【0046】

10

図10(a)は、放電パルス電圧と送受感度との関係を示すグラフである。横軸は放電パルス電圧 v_h を示し、縦軸は送受感度 $p(v_h)$ を示す。

図10(b)は、放電パルス電圧と時間との関係を示すグラフである。横軸は放電パルス電圧 $v_h(t_h)$ を示し、縦軸は放電時間 t_h を示す。

図10(c)は、放電時間と送受感度ドリフトとの関係を示すグラフである。横軸は放電時間 t_h を示し、縦軸は送受感度ドリフト $p_d(t_h)$ を示す。

【0047】

超音波診断装置1が超音波送信処理を継続することにより、超音波振動子20の電極21と電極24との間の絶縁部に、DCバイアス印加電圧の極性の電荷が蓄積する(ステップ101)。

20

制御手段5は、DCバイアスの印加電圧及び印加時間に関する情報を計測し、印加バイアス履歴情報54に記録する(ステップ102)。制御手段5は、DCバイアスの印加電圧及び印加時間の積和が所定の基準値に到達したか否かを判定する。所定の基準値に到達した場合(ステップ103のYes)、ステップ104以降の放電処理に移行する。

【0048】

放電手段4は、注入された電荷を放電するために、通常のDCバイアス印加電圧の極性と逆極性の放電パルス(H_1)を所定時間($t_0 \sim t_1$)超音波振動子20の電極間に印加する(ステップ104)。尚、所定時間($t_0 \sim t_1$)は、状態のばらつきを考慮して、僅かに逆電荷が注入される程度の時間とすることが望ましい。

放電パルス(H_1)の波高値($v_h(t_h)$)は、Collapse電圧以上であり、Collapse現象が発生する。犠牲層25のギャップ幅27が0となり、電荷の放電が加速される(ステップ105)。

30

【0049】

次に、放電手段4は、残存した逆電荷を放電するために、前回の放電パルス(H_1)の極性と逆極性の放電パルス(H_2)を所定時間($t_1 \sim t_2$)超音波振動子20の電極間に印加する(ステップ106)。尚、所定時間($t_1 \sim t_2$)は、状態のばらつきを考慮して、僅かに逆電荷が注入される程度の時間とすることが望ましい。また、所定時間($t_0 \sim t_1$) > 所定時間($t_1 \sim t_2$)、とすることが望ましい。

放電パルス(H_2)の波高値($v_h(t_h)$)は、Collapse電圧以上であり、Collapse現象が発生する。犠牲層25のギャップ幅27が0となり、電荷の放電が加速される(ステップ107)。

40

【0050】

放電手段4は、ステップ104及びステップ105の処理を所定の回数繰り返すと(ステップ108)、放電パルス(H)の印加を終了する(ステップ109)。好ましくは、印加時間を徐々に短くし、所定時間($t_0 \sim t_1$) > 所定時間($t_1 \sim t_2$) > ... > 所定時間($t_m - 1 \sim t_m$) > 所定時間($t_m \sim t_{m+1}$)、とする。

超音波振動子20の電極間の印加電圧がCollapse電圧以下となると、Snapback現象が生じ、犠牲層25のギャップ幅27が所定幅に回復する(ステップ110)。送受感度ドリフト($p_d(t_h)$)は、略「0」に収束する。

【0051】

50

図10を参照すると、極性を反転させた放電パルス(H)の印加を4回繰り返した例が示されている。放電手段4が放電パルス(H₁)を超音波振動子20の電極間に印加すると、送受感度ドリフトpd(t₀)から送受感度ドリフトpd(t₁)に移行する。同様にして、放電手段4が順に放電パルス(H₂)→放電パルス(H₃)→放電パルス(H₄)を超音波振動子20の電極間に印加すると、送受感度ドリフトpd(t₂)→送受感度ドリフトpd(t₃)→送受感度ドリフトpd(t₄)に移行する。送受感度ドリフトpd(t₄)は、略「0」に集束する。

【0052】

尚、極性反転放電パルスの印加回数は、少なくとも1回以上とする。超音波探触子2は、多数の超音波振動子20により構成される。各超音波振動子20の特性にはばらつきがあるので、1回の逆極性放電パルス印加では、全ての超音波振動子20について同時に送受感度ドリフトを0にすることは困難である。1回の逆極性放電パルス印加により、ある程度の送受感度ドリフトを改善することができるが、図9及び図10に示すように、極性反転放電パルスを複数回印加することにより送受感度ドリフトを0に収束させることが望ましい。

また、図9のステップ104～ステップ109及び図10に示す放電処理は、1秒以下の短時間で終了する。従って、放電処理を行うタイミングは、電源ON/電源OFF時又は超音波の送受信を停止している時(Freeze時)とすることが望ましい。

【0053】

このように、第1の実施の形態では、超音波診断装置1は、放電手段4により、極性を交互に反転させてCollapse電圧以上の波高値の放電パルスを超音波振動子20の電極間に複数回印加し、超音波振動子20の振動膜22に蓄積した電荷の放電を加速させ、送受感度オフセットを急速に0に近づけることができる。電荷の放電は、瞬時に行われる。すなわち、DCバイアスの印加により電極間の絶縁部に流入した電荷の経時的蓄積に起因する送受感度ドリフトを迅速に較正することができる。

【0054】

(4-3. 電荷蓄積の監視)

図11は、印加バイアス履歴情報54及び状態遷移情報56の一態様であるテーブル110を示す図である。

テーブル110には、日付111、時刻112、印加時間113、印加電圧114、積和115、状態116の各項目が記録される。日付111、時刻112、印加時間113、印加電圧114、積和115は、図5の印加バイアス履歴情報54に相当する。状態116は、図5の状態遷移情報56に相当する。

【0055】

日付111及び時刻112は、DCバイアスの印加日時を示す。印加時間113は、DCバイアスの印加時間を示し、例えば、「2h」である。印加電圧114は、DCバイアスの印加電圧を示し、例えば、「100V」である。積和115は、前回の放電処理後のDCバイアスの印加電圧と印加時間との積和を示し、例えば、「200V・h」である。状態116は、電荷蓄積状況や放電処理の実行状況を示す。状態116には、例えば、所定の基準値(例えば、「30000V・h」)に対する積和115の到達率が記録される。

【0056】

制御手段5は、図9のステップ102の処理において、テーブル110の日付111、時刻112、印加時間113、印加電圧114、積和115の記録を行う。制御手段5は、図9のステップ103の処理において、テーブル110の積和115が所定の基準値に到達したか否かを判断し、所定の基準値に到達したと判断した場合(ステップ103のYes)、図9のステップ104以降の放電処理を実行する。制御手段5は、テーブル110に基づいて放電処理の実行タイミングや、図10(b)に示す放電パルス(H)の波形情報(パルス数及び各パルスの印加電圧及び印加時間)を算出し、電極間に放電パルスを印加する。

これにより、放電処理の開始タイミングを適切に決定することができる。

【0057】

(4-4. DCバイアス印加履歴及び状態の表示)

図12は、表示手段10が表示する画面120の一態様を示す図である。

表示手段10は、印加バイアス履歴情報54及び状態遷移情報56に基づいて、電荷蓄積状況をグラフ表示する。

画面120は、縦軸がDCバイアスの印加電圧と印加時間との積和を示し、横軸が日時を示す。時点121では、DCバイアスの印加電圧と印加時間との積和が所定の基準値122に到達したので、放電処理が行われる。また、現時点123における所定の基準値122に対する積和の到達率124を表示するようにしてもよい。さらに、放電処理の要否を表示するようにしてもよい。

これにより、電荷蓄積量や放電処理の要否及び時期を把握することができる。尚、制御手段5が放電処理開始のタイミングを判断して自動的に放電処理を実行するものとして説明したが、放電スイッチ等を装置本体に設けて手動操作により放電処理を実行するようにしてもよい。この場合、表示手段10が表示する上記到達率や放電処理の要否に基づいて、手動操作による放電処理を実行することが望ましい。

【0058】

(5. 第2の実施の形態)

次に、図13を参照しながら、第2の実施の形態に係る超音波診断装置1aについて説明する。

図13は、超音波診断装置1aの概略構成図である。

【0059】

第1の実施の形態の超音波診断装置1では、放電手段4を単独に構成するものとして説明したが、第2の実施の形態の超音波診断装置1aでは、送信回路3aと放電手段4aとの間で、パルスタイミング発生手段やパルス波形生成手段やパルサを共用あるいは一部共用される。例えば、送信回路3aは、放電手段4を包含する構成とすることができる。

【0060】

第2の実施の形態では、第1の実施の形態と同様に、超音波診断装置1aは、放電手段4aにより、極性を交互に反転させてCollapse電圧以上の波高値の放電パルスを超音波振動子20の電極間に複数回印加し、超音波振動子20の振動膜22に蓄積した電荷の放電を加速させ、送受感度オフセットを急速に0に近づけることができる。

【0061】

また、第2の実施の形態では、送信回路3aと放電手段4aとの間で構成要素を一部共用するので、装置構成を簡素化することができる。

【0062】

(6. 第3の実施の形態)

次に、図14を参照しながら、第3の実施の形態に係る超音波診断装置1bについて説明する。

図14は、超音波診断装置1bの概略構成図である。

【0063】

第1の実施の形態の超音波診断装置1では、放電手段4を単独に構成するものとして説明したが、第3の実施の形態の超音波診断装置1bでは、放電手段80は、DCバイアス回路6b内に包含される。

放電手段80を包含するDCバイアス回路6bにより、超音波振動子20の電極間に印加するDCバイアス値を変動させることにより、超音波振動子20の振動膜22に蓄積した電荷の放電を加速させる。

超音波診断装置1bでは、第1の実施の形態及び第2の実施の形態のようなCollapse電圧以上の放電パルスに代えて、記憶部53の印加バイアス履歴情報54に基づいて、Collapse電圧以下の逆極性のDCバイアスを印加することにより、超音波振動子20の振動膜22に注入した電荷を放電することができる。

【0064】

第3の実施の形態では、放電手段80を包含するDCバイアス回路6bにより、逆極性のCollapse電圧以下のDCバイアスを印加することにより、超音波振動子20の振動膜22に蓄積した電荷の放電を加速させ、送受感度オフセットを迅速に0に近づけることができる。

尚、Collapse電圧以下のDCバイアスを印加する場合、放電処理時間は、数時間に渡って継続する。従って、キーボードやモニタ等の操作機器に放電処理を起動するスイッチを設けると共に、放電処理の実行中であることを示す表示や警報等の報知手段を設けることが望ましい。

【0065】

10

また、第3の実施の形態では、放電処理用のパルスタイミング発生手段やパルス波形生成手段やパルサを設ける必要がないので装置構成を簡素化することができる。

尚、Collapse電圧以上のDCバイアスを印加することにより蓄積電荷の放電処理を行うことも理論的には可能であるが、逆極性のCollapse電圧以上のDCバイアスを印加すると、逆に電荷注入が進行して送受感度ドリフトが増大する可能性があるので、逆極性のCollapse電圧以下のDCバイアス電圧をゆっくりと印加して放電させる方が簡単確実に安全上も好ましい。

【0066】

(7. 第4の実施の形態)

次に、図15を参照しながら、第4の実施の形態に係る超音波診断装置1cについて説明する。 20

図15は、超音波診断装置1c及び外部制御装置153の概略構成図である。

【0067】

第1の実施の形態では、超音波診断装置1自身が放電処理のタイミングや放電パルス波形情報を算出して放電処理を実行するものとして説明したが、第4の実施の形態では、外部制御装置153により放電処理のタイミングや放電パルス波形情報を算出する。

【0068】

超音波診断装置1cは、ネットワーク152を介して、リモートメンテナンスセンタ154に属する外部制御装置153と接続される。超音波診断装置1cは、図1の超音波診断装置1と同様のものである。外部制御装置153は、履歴情報取得手段156及びパラメータ更新手段157及び放電処理指示手段158及び記憶部160を備える。外部制御装置153は、パーソナルコンピュータ等の端末装置である。ネットワーク152は、簡易型携帯電話等の無線通信回線やインターネット等のネットワーク回線である。超音波診断装置1c及び外部制御装置153は、それぞれ、通信部151及び通信部155を備え、通信部151及びネットワーク152及び通信部155を介して相互に情報を授受することができる。 30

【0069】

超音波診断装置1cと外部制御装置153との間では、一定間隔あるいは使用状況に応じて間欠的に履歴情報159が送受信される。履歴情報159は、電極間のDCバイアスの印加履歴や放電パルスの印加履歴を含む。履歴情報159の送受信に関しては、超音波診断装置1cが能動的に外部制御装置153に履歴情報159を送信するか、あるいは、外部制御装置153が能動的に超音波診断装置1cから履歴情報159を取得する。 40

【0070】

外部制御装置153は、履歴情報取得手段156により、超音波診断装置1cが記憶部53に保持する履歴情報159を取得して記憶部160に保持する。外部制御装置153は、履歴情報159に基づいて超音波診断装置1cの絶縁部電荷の充放電状態を確認する。

また、外部制御装置153は、パラメータ更新手段157により、放電パルス波形の波高値、所定時間、回数等を生成するためのパラメータや、状態遷移の条件判断のパラメータ等の情報を確認すると共に、必要に応じて、これらのパラメータの更新値を超音波診断 50

装置 1 c に送信して更新させる。

さらに、外部制御装置 1 5 3 は、放電処理指示手段 1 5 8 により、放電処理を超音波診断装置 1 c に指令して実行させる。

【0071】

超音波診断装置 1 c は、外部制御装置 1 5 3 から送信された放電処理に関連するパラメータや放電処理指令に基づいて、これらのパラメータの更新や放電処理を実行する。また、超音波診断装置 1 c は、パラメータの更新結果や放電処理の実行結果を外部制御装置 1 5 3 に送信する。

【0072】

このように、第 4 の実施の形態では、外部制御装置 1 5 3 から超音波診断装置 1 c における放電処理に関連するパラメータの更新や放電処理のタイミングを制御することができる。また、ネットワーク 1 5 2 に複数の超音波診断装置 1 c を接続することにより、複数の超音波診断装置 1 c における放電処理を 1 台の外部制御装置 1 5 3 により一元管理することができる。

【0073】

(8. その他)

上述の実施の形態では、Collapse 現象及び Snapback 現象を用いて、DC バイアスの長時間印加により超音波振動子の振動膜に注入された電荷を迅速に放電することについて説明したが、MEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術を用いたメカリレー等によるシャントスイッチを超音波振動子に内装することにより、振動膜の電荷を放電することができる。この場合、シャントスイッチの開閉を制御することにより、電荷の放電を行うことができる。

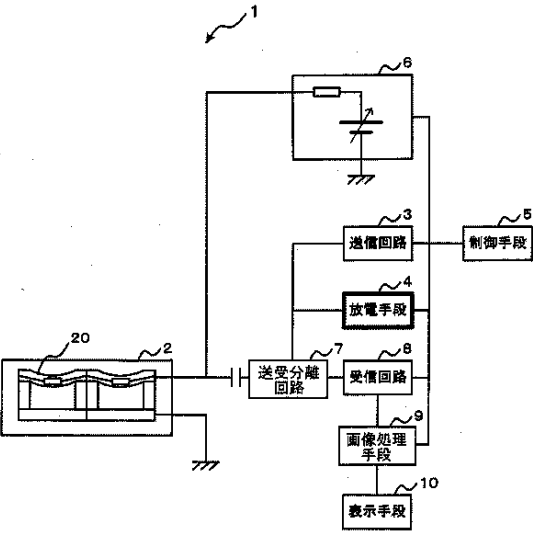
【0074】

また、制御手段 5 は、超音波送受信処理状態と放電処理状態との間の状態遷移を監視し、超音波診断装置 1 の操作者に処理状態を通知するようにしてもよい。例えば、表示手段 1 0 へのアラート表示や音情報等により、放電処理実行中の旨を超音波診断装置 1 の操作者に通知するようにしてもよい。

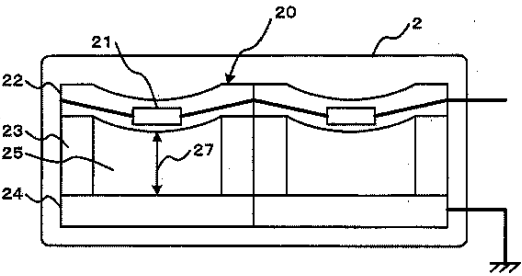
【0075】

以上、添付図面を参照しながら、本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、本願で開示した技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

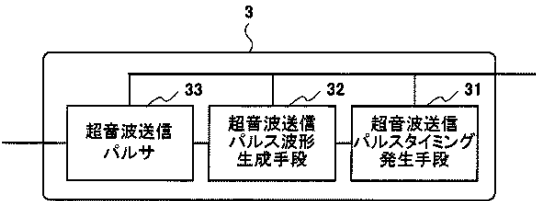
【図 1】



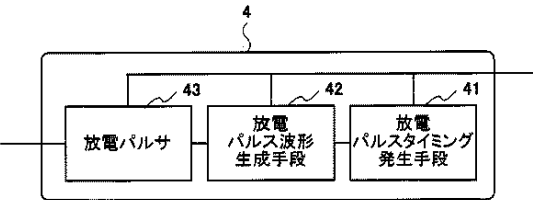
【図 2】



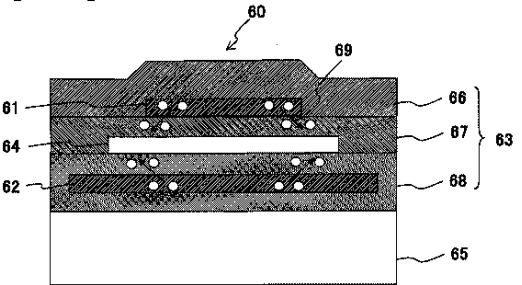
【図 3】



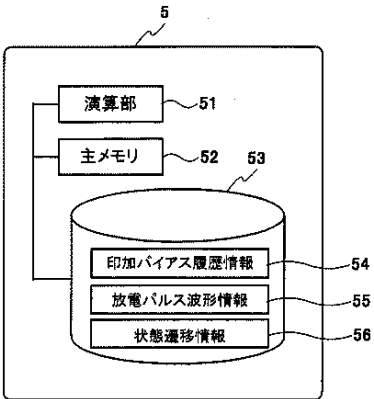
【図 4】



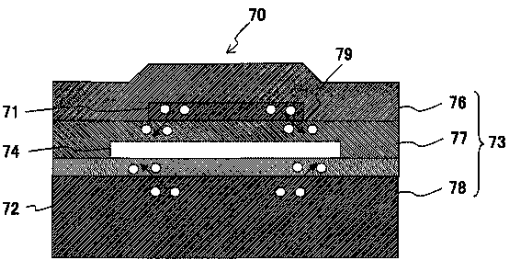
【図 6】



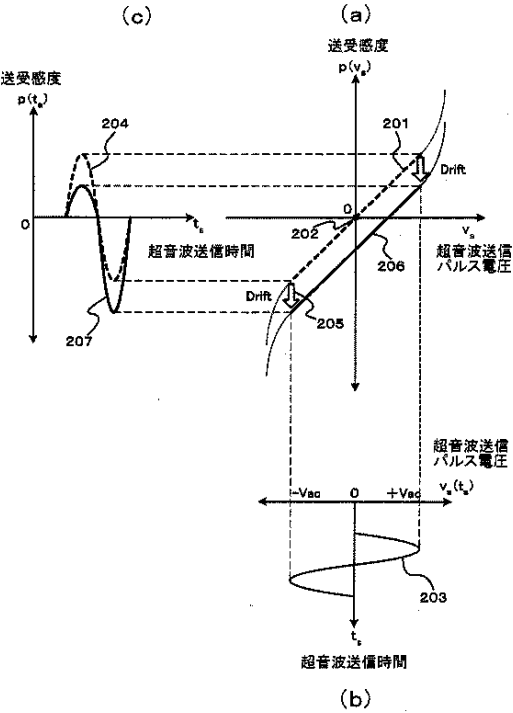
【図 5】



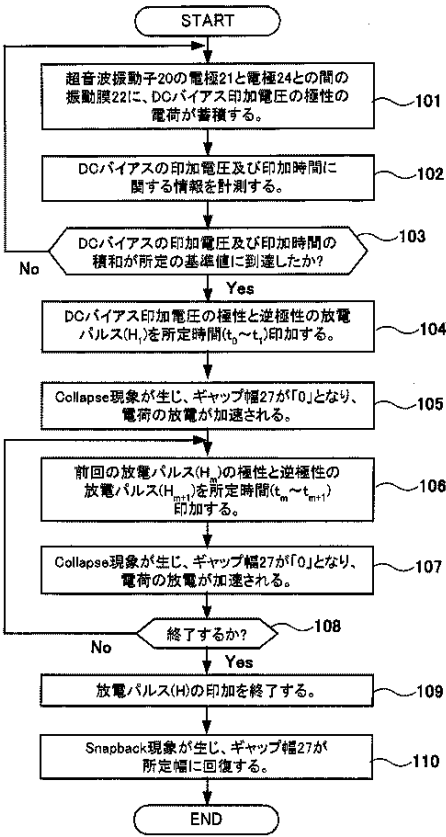
【図 7】



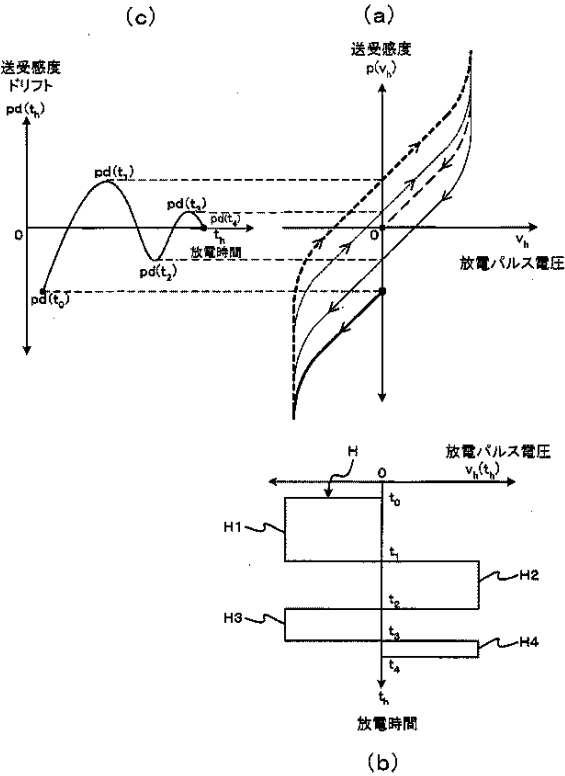
【図 8】



【図 9】



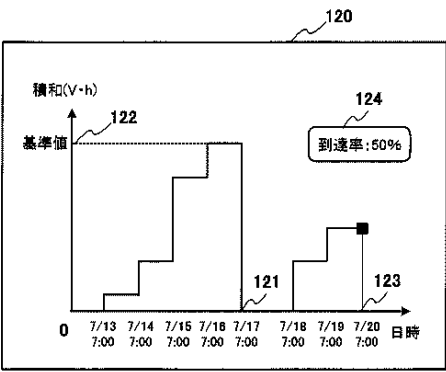
【図 10】



【図 11】

54						56
111	112	113	114	115	116	
日付	時刻	印加時間	印加電圧	積和	状態	
2006/9/12	10:00~12:00	2h	100V	200V·h	0.67%	
2006/9/13	9:30~17:30	8h	100V	1000V·h	3.33%	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
2006/12/14	10:00~17:00	7h	100V	3000V·h	100%	
2006/12/14	17:30	—	—	—	放電	
2006/12/15	10:00~13:00	3h	100V	300V·h	1.00%	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

【図 12】



专利名称(译)	超声波诊断装置，超声波诊断装置的校准方法		
公开(公告)号	JPWO2007058056A1	公开(公告)日	2009-04-30
申请号	JP2007545185	申请日	2006-10-25
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药 株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ 株式会社日立制作所		
[标]发明人	浅房勝徳 永田達也		
发明人	浅房 勝徳 永田 達也		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01N29/343 A61B8/4483 A61B8/58 B06B1/0207 B06B1/0292 G01N29/0654 G01N29/2406 G01N29/4427		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/EE10 4C601/EE21 4C601/GB02 4C601/HH05 4C601/LL05 4C601/LL18		
代理人(译)	井上清一		
优先权	2005333797 2005-11-18 JP		
其他公开文献	JP4812771B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声波诊断装置1通过放电装置4交替地反转极性，并且将具有等于或高于塌陷电压的脉冲高度值的放电脉冲多次施加到超声波换能器20的电极并且超声波振荡器20的振荡。可以加速胶片中累积的电荷的放电，并快速使发送/接收灵敏度偏移接近0。即时完成充电的放电。也就是说，可以通过施加DC偏压来快速校准由流入电极间振动膜的电荷的时间累积引起的发送/接收灵敏度漂移。

