

(19) 日本国特許庁(JP)

## 再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02007/055320

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18日 (2007.5.18)

(51) Int.Cl.

**A61B 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 22 頁)                                     |
|-------------|------------------------------|--|
| 出願番号        | 特願2007-544194 (P2007-544194) | (71) 出願人 000153498<br>株式会社日立メディコ                                 |
| (21)国際出願番号  | PCT/JP2006/322467            | 東京都千代田区外神田四丁目14番1号   |
| (22)国際出願日   | 平成18年11月10日 (2006.11.10)     | (72) 発明者 近藤 正尚<br>東京都千代田区外神田四丁目14番1号                             |
| (31)優先権主張番号 | 特願2005-327364 (P2005-327364) | 株式会社日立メディコ内  |
| (32)優先日     | 平成17年11月11日 (2005.11.11)     | (72) 発明者 浅房 勝徳<br>東京都千代田区外神田四丁目14番1号                             |
| (33)優先権主張国  | 日本国 (JP)                     | 株式会社日立メディコ内  |
|             |                              | F ターム (参考) 4C601 EE04 EE09 GB02 GB04 GB06<br>HH05 JB51 JB52 LL05 |

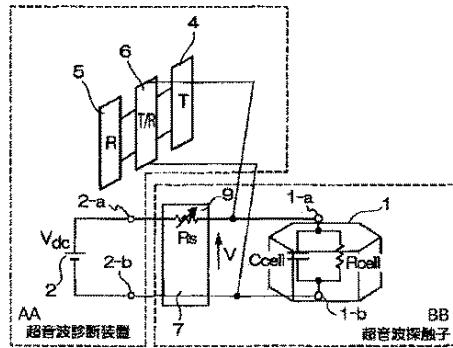
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波探触子及び超音波診断装置

(57) 【要約】

超音波探触子を構成する複数の振動要素又は振動子の相互間の送受信感度のバラツキを補正する。

本発明に係る超音波探触子は、バイアス電圧が印加された状態で超音波と電気信号とを相互に変換することにより超音波の送受信を行う複数の振動要素を備えた振動子を複数配列して成り、複数の振動要素の内の少なくとも2つの振動要素に印加するバイアス電圧を独立に調整して、該少なくとも2つの振動要素の送受信感度のバラツキを補正する送受信感度補正手段を備えていることを特徴とする。



AA... ULTRASONOGRAPHIC DEVICE

BB... ULTRASONIC PROBE

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

バイアス電圧が印加された状態で超音波と電気信号とを相互に変換することにより超音波の送受信を行う複数の振動要素を備えた振動子を複数配列して成る超音波探触子において、

前記複数の振動要素の内の少なくとも2つの振動要素に印加する前記バイアス電圧を独立に調整して、該少なくとも2つの振動要素の送受信感度のバラツキを補正する送受信感度補正手段を備えていることを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 2】**

請求項1記載の超音波探触子において、

10

前記送受信感度補正手段は、前記少なくとも2つの振動要素の各々の送受信感度に対応して、外部に配設されたバイアス手段から供給されるDC電圧を該DC電圧と異なる電圧のバイアス電圧に変換して、前記少なくとも2つの振動要素の各々に前記変換されたバイアス電圧を印加することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 3】**

請求項2記載の超音波探触子において、

前記送受信感度補正手段は、前記少なくとも2つの振動要素の内から選択された基準振動要素の容量と他の振動要素の容量とに基づいて、前記DC電圧から該他の振動要素に印加するバイアス電圧に変換することを特徴とする超音波探触子。

20

**【請求項 4】**

請求項2記載の超音波探触子において、

前記送受信感度補正手段は、少なくとも一つの抵抗素子を有して、該少なくとも一つの抵抗素子の内の少なくとも一つの抵抗素子の抵抗値を調整することにより、前記DC電圧から変換するバイアス電圧の電圧を調整することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 5】**

請求項4記載の超音波探触子において、

前記送受信感度補正手段は、前記調整される少なくとも一つの抵抗素子を用いて、前記DC電圧を分圧して前記バイアス電圧に変換することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 6】**

請求項4記載の超音波探触子において、

30

前記送受信感度補正手段は、前記調整される少なくとも一つの抵抗素子とトランジスタとを有して成るエミッタフォロア回路を用いて、前記DC電圧から前記バイアス電圧に変換することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 7】**

請求項4記載の超音波探触子において、

前記送受信感度補正手段は、前記調整される少なくとも一つの抵抗素子とオペアンプとを有して成る定電圧回路を用いて、前記DC電圧から前記バイアス電圧に変換することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 8】**

請求項4記載の超音波探触子において、

40

前記送受信感度補正手段は、前記調整される少なくとも一つの抵抗素子とツェナーダイオードとを有して成る電圧リミット回路を用いて、前記DC電圧から前記バイアス電圧に変換することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 9】**

請求項4記載の超音波探触子において、

前記送受信感度補正手段は、前記調整される少なくとも一つの抵抗素子と定電流源とを用いて、前記DC電圧から前記バイアス電圧に変換することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項 10】**

請求項2記載の超音波探触子において、

前記送受信感度補正手段は、少なくとも一つの抵抗素子とツェナーダイオードと定電流

50

源とを有して、前記定電流源を制御することにより、前記DC電圧から前記バイアス電圧に変換することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項1】**

請求項4記載の超音波探触子において、

前記調整される少なくとも一つの抵抗素子は、可変抵抗素子を有して成り、

前記送受信感度補正手段は、前記可変抵抗素子の抵抗値を制御する抵抗値制御手段を有して、前記可変抵抗素子の抵抗値を制御することにより、前記DC電圧から変換するバイアス電圧の電圧を調整することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項1】**

請求項11記載の超音波探触子において、

10

前記可変抵抗素子は、温度によって抵抗値が変化するサーミスタを有し、

前記抵抗値制御手段は、前記サーミスタの温度を制御する手段を有することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項1】**

請求項4記載の超音波探触子において、

前記抵抗素子は、複数のアナログスイッチを有し、

前記抵抗値制御手段は、前記スイッチを切り替えることにより前記抵抗素子の抵抗値を制御することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項1】**

請求項11記載の超音波探触子において、

20

前記抵抗素子は、前記振動要素と同じウェハ上に形成されて、事前に調整された抵抗値を有することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項1】**

請求項1記載の超音波探触子において、

前記複数の振動要素の各々は電極を有し、

前記複数の振動要素の内の少なくとも一つの振動要素の電極が共通に接続されて成る振動要素群が少なくとも一つ形成され、

前記送受信感度補正手段は、前記少なくとも一つの振動要素群に備えられて、該少なくとも一つの振動要素群の各々の共通電極に前記バイアス電圧をそれぞれ印加することを特徴とする超音波探触子。

30

**【請求項1】**

請求項1記載の超音波探触子において、

前記複数の振動要素の各々は電極を有し、

前記振動子を構成する複数の振動要素は電極が共通に接続され、

前記送受信感度補正手段は、前記複数の振動子の内の少なくとも一つの振動子に備えられて、該少なくとも一つの振動子の各々の共通電極に前記バイアス電圧をそれぞれ印加することを特徴とする超音波探触子。

**【請求項1】**

バイアス電圧が印加された状態で超音波と電気信号とを相互に変換することにより超音波の送受信を行う振動要素を少なくとも一つ備えた振動子を複数配列して成る超音波探触子と、

40

前記バイアス電圧を供給するためのDC電圧を発生するバイアス手段と、

前記複数の振動要素との間で前記電気信号の送受を行う送受信制御手段と、

を有する超音波診断装置において、

前記バイアス手段と前記複数の振動要素の内の少なくとも2つの振動要素との間に、該少なくとも2つの振動要素に印加する前記バイアス電圧を独立に調整して、該少なくとも2つの振動要素の送受信感度のバラツキを補正する送受信感度補正手段を備えていることを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項1】**

請求項17記載の超音波診断装置において、

50

前記送受信感度補正手段は、前記少なくとも2つの振動要素の各々の送受信感度に対応して、前記バイアス手段から供給されるDC電圧を該DC電圧と異なる電圧のバイアス電圧に変換して、前記少なくとも2つの振動要素の各々に前記変換されたバイアス電圧を印加することを特徴とする超音波診断装置。

#### 【請求項19】

請求項17記載の超音波診断装置において、

前記送受信感度補正手段は、前記バイアス電圧を調整する可変手段と、前記振動要素の送受信感度特性が記憶されたメモリとを有し、前記メモリから読み出される情報により前記可変手段を調整して前記送受信感度のバラツキを補正することを特徴とする超音波診断装置。10

#### 【請求項20】

請求項17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、

前記送受信感度補正手段は、前記外部制御装置からの情報に基づいて、前記少なくとも2つの振動要素の各々の送受信感度のバラツキの補正を行うことを特徴とする超音波診断装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

20

本発明は、被検体との間で超音波を送受する振動子が複数配列された超音波探触子に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

超音波探触子は、超音波診断装置から供給される電気信号を超音波に変換して被検体に送波するとともに、被検体から発生した反射エコーを受波して受信信号に変換する振動子が複数配列されている。この振動子として、印加するバイアス電圧に応じて超音波送受信感度が変化する振動要素を用いたものが知られている。

##### 【0003】

これによれば、振動要素の電極に印加するバイアス電圧を制御することにより、超音波の送受信感度を制御することができる。(例えば、特許文献1参照)30

##### 【特許文献1】特開2004-274756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、上記の従来技術では、振動要素の製造上のバラツキや残留応力等により、同じバイアス電圧を印加しても、複数の振動要素又は振動子の相互間で送受信感度のバラツキが発生する。これによって超音波画像には画像ムラ、画質の低下、アーチファクト現象が発生する。

##### 【0005】

40

また、特許文献1には、振動要素又は振動子を構成する超微細加工によって作られた超音波トランスデューサ(cMUT: Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers)に印加するバイアス電圧を調整することで、残留応力等により発生する振動要素毎の送受信感度のバラツキを補正できることが示唆されている。しかし、具体的なバイアス電圧を調整する手段及び調整方法については記載されていない。なお、特許文献1には、超音波ドライバに小型電子スイッチを複数直列接続し、それらの電子スイッチ間にそれぞれ超音波トランスデューサを接続し、それらの電子スイッチ群を制御することにより、超音波トランスデューサを選択的に駆動する高電圧切換回路が提案されている。しかし、この切換回路は、駆動する超音波トランスデューサを選択するための回路であって、各超音波トランスデューサの送受信感度のバラツキを補正するものではない。50

**【0006】**

そこで、本発明の課題は、超音波探触子を構成する複数の振動要素、振動要素群又は振動子の相互間の送受信感度のバラツキを補正するための具体的な手段及び方法を提供することである。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記課題を解決するための本発明の超音波探触子は、バイアス電圧が印加された状態で超音波と電気信号とを相互に変換することにより超音波の送受信を行う複数の振動要素を備えた振動子を複数配列して成り、複数の振動要素の内の少なくとも2つの振動要素に印加するバイアス電圧を独立に調整して、該少なくとも2つの振動要素の送受信感度のバラツキを補正する送受信感度補正手段を備えていることを特徴とする。10

**【0008】**

また、上記課題を解決するための本発明の超音波診断装置は、バイアス電圧が印加された状態で超音波と電気信号とを相互に変換することにより超音波の送受信を行う振動要素を少なくとも一つ備えた振動子を複数配列して成る超音波探触子と、バイアス電圧を供給するためのDC電圧を発生するバイアス手段と、複数の振動要素との間で電気信号の送受を行う送受信制御手段と、を有し、バイアス手段と複数の振動要素の内の少なくとも2つの振動要素との間に、該少なくとも2つの振動要素に印加するバイアス電圧を独立に調整して、該少なくとも2つの振動要素の送受信感度のバラツキを補正する送受信感度補正手段を備えていることを特徴とする。20

**【0009】**

また、上記課題を解決するための本発明の送受信感度補正方法は、バイアス電圧が印加された状態で超音波と電気信号とを相互に変換することにより超音波の送受信を行う複数の振動要素を備えた振動子を複数配列して成る超音波探触子と、バイアス電圧を供給するためのDC電圧を発生するバイアス手段と、複数の振動要素の内の少なくとも2つの振動要素の送受信感度のバラツキを補正する送受信感度補正手段と、を備えている超音波診断装置において、少なくとも2つ振動要素の各々の容量を計測するステップと、少なくとも2つ振動要素の内から基準振動要素を選択するステップと、基準振動要素の容量に対する他の振動要素の容量に基づいて、少なくとも2つ振動要素の各々の送受信感度のバラツキを補正するための補正係数を求めるステップと、少なくとも2つ振動要素の各々の補正係数に基づいて、バイアス電圧を調整するための制御データを算出して記憶するステップと、制御データに基づいて、少なくとも2つ振動要素の各々に調整されたバイアス電圧を印加して超音波の送受信を行うステップと、を含むことを特徴とする。30

**【0010】**

また、好ましい送受信感度補正方法の一実施形態は、さらに、少なくとも2つ振動要素の各々に同じバイアス電圧を印加した状態で、少なくとも2つ振動要素の各々の超音波の送受信に基づく受信信号を検出するステップと、少なくとも2つ振動要素の各々の受信信号に基づいて、該少なくとも2つ振動要素の各々の送受信感度の変化量を求めるステップと、少なくとも2つ振動要素の各々の変化量を補正するように制御データを更新して記憶するステップと、少なくとも2つ振動要素の各々の更新された制御データに基づいて、該少なくとも2つ振動要素の各々に調整されたバイアス電圧を印加して超音波の送受信を行うステップと、を有することを特徴とする。40

なお、上記説明において振動要素を振動要素群又は振動子又は振動子群とおきかえても同様のことといえる。

**【発明の効果】****【0011】**

本発明によれば、超音波探触子を構成する複数の振動要素、振動要素群又は振動子の相互間の送受信感度のバラツキを容易且つ高精度に補正することが可能になる。その結果、高画質の超音波画像を取得することが可能になる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

10

20

30

40

50

**【0012】**

以下、本発明を適用した超音波探触子の実施例について図面を参照して説明する。

**【第1の実施例】****【0013】**

図1は、本発明の第1の実施例を適用した超音波探触子と、超音波診断装置を示す図である。

図1に示すように、超音波探触子は、印加するバイアス電圧に応じて超音波送受信感度が変化する振動要素1と、振動要素1を挟んで設けられた上部電極1-a及び下部電極1-bを有して形成されている。

ここで、本実施例の超音波探触子は、振動要素1の送受信感度のバラツキを補正する送受信感度制御回路7が振動要素1とバイアス手段2との間に配設されている。なお、振動要素1は一般的にセルと称されており、振動要素1の数は、1つに限らず必要に応じて増やすことができる。

**【0014】**

このように構成される超音波探触子は、超音波診断装置に設けられた電気信号を供給する送信手段4と、超音波探触子から出力された受信信号を処理する受信手段5と、超音波探触子にバイアス電圧を印加するためのバイアス電源(DC電源)を有するバイアス手段2に接続される。なお、送信手段4及び受信手段5は、送受分離手段6を介して超音波探触子との間で信号を送受する。例えば、送受分離手段6と振動要素1との間に信号線と信号のリターン線がAC結合されている。

**【0015】**

ここで、本実施例の振動要素1は、印加するバイアス電圧に応じて電気機械結合係数が変化する超音波トランスデューサである。例えば図1は、cMUTを振動要素1として適用した例である。

**【0016】**

cMUTは、半導体基板上に太鼓状に振動膜を形成し、半導体基板と振動膜とを上部電極1-aと下部電極1-bとで挟んだいわばコンデンサ構造を有する。このようなcMUTに対してバイアス手段2からバイアス電圧が印加されると、上部電極1-aと下部電極1-b間に電界が発生して振動膜が緊張状態となる。

このような状態において、送信手段4から送信される電気信号が上部電極1-aと下部電極1-b間に印加されると振動膜が振動し、その振動膜の振動に由来して超音波が被検体に送波される。また、被検体から発生した反射エコーがcMUTに入力すると、振動膜が振動して内部空間が変化するため、cMUTの容量変化を電気信号として取り出すことができる。

**【0017】**

また、cMUTに印加するバイアス電圧に応じて振動膜の緊張度が変わるために、バイアス電圧を制御することにより、cMUTから被検体に送波される超音波の強度に重みを付けて、超音波の強弱を制御することができる。同様にバイアス電圧を制御することにより、cMUTが被検体からの反射超音波を受信する受信感度を制御することができる。定性的には、バイアス電圧と送波強度又は受信感度とは、略比例関係にある。つまり、バイアス電圧を高くすると送波強度又は受信感度は増大し、バイアス電圧を低くすると送波強度又は受信感度は減少する。

なお、cMUTを例に説明したが、本発明は、これらに限られるものではなく、バイアス電圧に応じて電気機械結合係数が変化する特性を有する電歪材などを用いて形成される素子にも適用できる。

**【0018】**

振動要素1は、上部電極1-aが頂部に形成されるとともに、下部電極1-bが底部に形成されている。上部電極1-aは、バイアス手段2の正極側に端子2-aを介して接続されている。下部電極1-bはバイアス手段2の負極側に端子2-bを介して接続されている。このような振動要素1とバイアス手段2との間であって、バイアス手段2から供給されるDC電圧に基づいて振動要素1にバイアス電圧を印加するための導線上に、送受信感度補正手段としての送

10

20

30

40

50

受信感度制御回路7が配設されている。好ましくは、送受信感度制御回路7は、この導線上において、送信手段4又は受信手段5並びに送受分離手段6が振動要素1に接続する接続位置よりもバイアス手段2側に位置させて設けられる。

## 【0019】

振動要素1の等価回路は、図1に示すように、コンデンサC<sub>cell1</sub>と抵抗R<sub>cell1</sub>を並列に接続したモデルで表される。コンデンサC<sub>cell1</sub>の容量C<sub>cap</sub>は、誘電率ε、電極面積S、電極間隔dとすると、次式(1)で表される。

$$C_{cap} = \epsilon \cdot S / d \quad (1)$$

## 【0020】

コンデンサC<sub>cell1</sub>に蓄積される電荷Qは、振動要素1の容量C<sub>cap</sub>とバイアス手段2から供給される電圧V<sub>dc</sub>によってQ=C<sub>cap</sub>·V<sub>dc</sub>という関係が成立するので、式(1)を用いると次式(2)を得る。

$$Q = C_{cap} \cdot V_{dc} = \epsilon \cdot (S / d) \cdot V_{dc} \quad (2)$$

## 【0021】

ここで、式(2)を基準振動要素の特性とすると、cMUTセルの製造段階において、スパッタリングなどの工程で生じる残留応力等の影響により、電極間隔あるいは電極面積等が基準振動要素と若干異なった振動要素が出来上がる場合がある。この場合の容量成分をC' capとすると、電極間隔あるいは電極面積などが基準振動要素と若干異なった振動要素が有する電荷Q'は次式(3)となる。

$$Q' = C' cap \cdot V_{dc} \quad (3)$$

20

## 【0022】

つまり、振動要素毎にその容量が若干異なるので、蓄積される電荷も若干異なることになる。そこで、送受信感度のバラツキの影響を無くすためには、電荷Q'を制御して基準となる電荷Qへ近づける必要がある。そこで、ある係数kを用いてQとQ'の関係を表わすと以下の式(4)となる。ここで、kは振動要素間の補正係数である。

$$Q = k \cdot Q' \quad (4)$$

## 【0023】

次に、式(3)(4)を用いて、式(2)を変形すると式(5)を得る。

$$Q = C_{cap} \cdot V_{dc} = k \cdot (C' cap \cdot V_{dc}) = C' cap \cdot (k \cdot V_{dc}) \quad (5)$$

30

式(5)より、基準振動要素と容量が異なった振動要素であっても、この振動要素に印加するバイアス電圧をk·V<sub>dc</sub>るように制御することで振動要素間の送受信感度バラツキを抑えることが可能となることが理解される。そして式(5)より、kは一般的に

$$k = C_{cap} / C' cap \quad (6)$$

となり、基準振動要素の容量と他の振動要素の容量との比で定まる事になる。

## 【0024】

図1に、本発明の送受信感度制御回路7の第1の実施例を示す。本実施例は、振動要素とバイアス手段との間に抵抗素子を配置して振動要素に印加するバイアス電圧を調整することにより、振動要素の送受信感度のバラツキを補正する。

具体的には、図1に示すように、振動要素1とバイアス手段2との正電極間に直列に抵抗値がR<sub>s</sub>である抵抗R<sub>s</sub>が配置される。この場合、バイアス電圧をV<sub>dc</sub>、振動要素1の電極間電圧をV、振動要素1の抵抗値をR<sub>cell1</sub>とすると、Vは以下の式(7)で表わされる。

$$V = R_{cell1} \cdot V_{dc} / (R_s + R_{cell1}) \quad (7)$$

40

つまり、直列抵抗R<sub>s</sub>と振動要素の抵抗R<sub>cell1</sub>との分圧により、V<sub>dc</sub>よりも低下した電圧Vが振動要素に印加される(つまり直列抵抗R<sub>s</sub>の電圧降下によって振動要素に印加するバイアス電圧を制御する)。したがって、抵抗R<sub>s</sub>の抵抗値を調整することによって、振動要素1に印加するバイアス電圧Vを制御することが可能となる。これにより、各振動要素に蓄積される電荷のバラツキが補正されて、基準振動要素に蓄積される電荷と同じになり、複数の振動要素の相互間の送受信感度のバラツキを抑えることができる。その結果、高画質の超音波画像を取得することができる。抵抗R<sub>s</sub>の抵抗値の調整については後述する。

50

**【0025】**

なお、式(5)(7)より、 $k$ は次式(8)となる。

$$k = R_{cell} / (R_s + R_{cell}) \quad (8)$$

つまり、本実施例のように抵抗 $R_s$ を直列に挿入することによるバイアス電圧の補正の場合には、 $k \leq 1$ となるので、式(6)より、 $C_{cap} \leq C'_{cap}$ となる。そこで、本実施例では、容量 $C_{cell}$ が最小の振動要素を基準振動要素として選択する。即ち、容量が最小の振動要素に他の振動要素を適応させることになる。

**【0026】**

以上は、図1の振動要素1について述べたものであるが、図2に示した複数の振動要素1で電極を共通にして構成される振動要素群3や、図3に示したように振動要素群3を複数個集めて構成される振動子8にも適用することが可能である。つまり、振動要素群3は振動要素1を複数個集めたものであり、振動子8は振動要素群3を複数個集めたものであるので、全体として1つの大きな振動要素と見なすことができる。振動要素群3の電極又は振動子8の電極とバイアス手段2との間に送受信感度制御回路7を設け、これらに印加するバイアス電圧を制御することで振動要素群3又は振動子8の送受信感度も制御することが可能となる。

10

**【0027】**

さらに振動子は、振動要素群3の接続パターンを変えることで、1D(DはDimensionの略で次元を意味する。)や1.5Dや2Dアレイ探触子用振動子に対応できるようになっている。ここで、1Dアレイは、超音波振動子を1次元的な線(直線、曲線)上に配列した構造のことをいう。また、1.5Dは、超音波振動子を1次元配列方向(長軸方向)に直交する方向(短軸方向)からなる2次元的な面(平面、曲面)上に配列した構造で、かつ、長軸方向(1次元配列方向)に超音波走査及びフォーカス制御、短軸方向(長軸方向に直交する方向)にフォーカス制御を行うことをいう。

20

また、2Dは、超音波振動子を2次元的な面(平面、曲面)上に配列した構造で、かつ、任意方向に超音波走査及びフォーカス制御を行うことをいう。つまり、振動子上の振動要素群3をすべて接続することで1Dアレイ振動子となり、振動要素群3を独立に扱うことで1.5Dアレイ振動子となり、より細かい振動要素群に分割することによって2Dアレイ探触子用振動子とすることも可能である。どのような振動子にするかは、振動子製作段階において、振動子を構成する振動要素群の接続パターンを変えることで決定される。なお、振動子を構成する振動要素群の接続にはアルミ配線などを用いる。

30

**【0028】**

図4には、他の配置例として複数の振動子の各々にそれぞれ送受信感度制御回路7を接続した場合を示し、図5には、複数の振動子で構成される振動子群24に対して1つの送受信感度制御回路7を接続した場合を示す。上記と同様に、振動子群24に印加するバイアス電圧を制御することで振動子群24の送受信感度を制御することも可能である。

**【0029】**

或いは、振動要素毎、振動要素群毎、又は振動子毎に送受信感度をそれぞれ個別に制御して、送受信感度のバラツキを制御することも可能である。その例を図6に示す。図6は、振動要素毎の送受信感度をそれぞれ個別に制御して送受信感度のバラツキを補正する場合を示しており、送信手段4、受信手段5並びに送受分離手段6の記載は省略してある。この構成では、振動要素毎にそれに対応した抵抗 $R_{sx}(x$ は振動要素毎のインデックス)を付加することで、振動要素毎の送受信感度を制御している。勿論、振動要素毎の代わりに、振動要素群毎や振動子毎にそれぞれの素子に対応した抵抗 $R_{sx}$ を付加して、振動要素群毎や振動子毎の送受信感度のバラツキを補正する構成も同様である。なお、抵抗 $R_{sx}$ の抵抗値の調整については後述する。

40

**【0030】**

ここで、振動子毎の送受信感度のバラツキについて説明する。振動子は、短冊状にした半導体ウェハ上に複数の振動要素群を製造して配置したものと接続することによって形成される。そのため、ウェハ上に形成された振動子8は、形成された場所によっても送受信感度のバラツキが発生する。つまり、振動子8毎にもバラツキが生じる。そこで、ウェハ

50

上に振動子8を形成後、もしくは完成した振動子8を探触子に組立実装する工程で、振動子8を形成している振動要素群3のバイアス電圧に対する容量の特性を計測する。計測結果の一例を図7Aと図7Bに示す。図7Aは、振動要素群d～gのバイアス電圧に対する容量の変化を示すグラフであり、図7Bは振動要素群毎の容量が最大となるバイアス電圧を示したグラフである。この計測結果より、容量が最大となるバイアス電圧が最小の振動要素群を選択する。この場合は最小のバイアス電圧Vgを有する振動要素群gが選択される。

### 【0031】

次に、この最小のバイアス電圧Vgより若干低めに設定された電圧値(以下、使用許容電圧値)を、探触子内にこの振動子と共に配置されるメモリに記録する。他の振動子に関しても同様な計測を行い、使用許容電圧値をそれぞれの探触子内に配置するメモリに記録する。こうすると、探触子毎に振動子固有の使用許容電圧値が分かる。また、この電圧値を把握することで、同一ウェハ上で作られた各振動子の許容使用電圧の分布も把握できる。

その一例を図7Cに示す。図7Cは、ウェハ内振動子毎の使用許容電圧値の分布を示すグラフである。この使用許容電圧値の分布特性を用いて、振動子間の感度ばらつきを制御する。具体的には、最も低い許容使用電圧値を有する振動子を選択し、この選択された振動子の許容使用電圧値に他の全ての振動子の許容使用電圧値が等しくなるように制御する。つまり、各振動子の送受信感度のバラツキを補正するために振動子毎に制御されるバイアス電圧の上限値を、最も低い許容使用電圧値を有する振動子の許容使用電圧値とする。図7Cに示す場合では、振動子Gの許容使用電圧値が最小なので、振動子Gを選択してこの許容使用電圧値をバイアス電圧の上限とする。これにより、安全に同一ウェハ間での振動子の送受信感度のバラツキを抑えることができる。この制御は、上記の送受信感度制御回路を使用許容電圧の調整を行いたい振動子に取り付け、振動子に印加されるバイアス電圧を制御すれば可能である。制御回路内の抵抗値の調整については後述する。

### 【0032】

なお、上記説明では、振動子毎の送受信感度の補正について示したが、各振動子の送受信感度が標準探触子の送受信感度になるように補正することも可能である。ここで、標準探触子とは次の様なものである。同一ウェハ上では、探触子に装着される状態の振動子群(以下、探触子用振動子群という)が複数形成される。この、探触子用振動子群毎に、送受信感度のバラツキ(分散)を計測してそれら分散の平均値を求める。この分散の平均値に一番近い送受信感度のバラツキを有する探触子用振動子を標準探触子とする。

以下、振動要素、振動要素群、振動子、及び振動子群を、振動子と代表して表記するが、振動要素、振動要素群、および振動子群に置き換えても同様のことが言えることを明記しておく。

### 【第2の実施例】

#### 【0033】

図8に、本発明の送受信感度制御回路7の第2の実施例を示す。図のように、本実施例は、送受信感度制御回路7をトランジスタ10と可変抵抗R<sub>1</sub>(11)、R<sub>2</sub>(12)で構成されるエミッタフォロワによる定電圧回路とし、バイアス手段2と振動子8の間に配置したものである。この回路では可変抵抗R<sub>1</sub>(11)、R<sub>2</sub>(12)の抵抗値の比率を調整することによって振動子8に印加するバイアス電圧Vを制御でき、複数の振動子の相互間の送受信感度のバラツキを抑えることができる。これらの可変抵抗R<sub>1</sub>(11)、R<sub>2</sub>(12)の抵抗値の調整については後述する。

なお、本実施例でも、振動子8に印加するバイアス電圧Vは、バイアス手段2のバイアス電圧よりも低下するので、容量が最小の振動子を基準振動子として選択する。この容量が最小の振動子を基準振動子として選択することは、後述する他の実施例でも同様である。

### 【第3の実施例】

#### 【0034】

図9に、本発明の送受信感度制御回路7の第3の実施例を示す。図のように、本実施例は、送受信感度制御回路7をオペアンプ13と可変抵抗R<sub>3</sub>(14)、R<sub>4</sub>(15)で構成される定電圧回路とし、バイアス手段2と振動子8間に配置したものである。この実施例においても、第1

10

20

30

40

50

の実施例及び第2の実施例と同様に可変抵抗 $R_3$ (14),  $R_4$ (15)の抵抗値を調整することによって振動子8に印加するバイアス電圧Vを制御することができ、複数の振動子の相互間の送受信感度のバラツキを抑えることができる。これらの可変抵抗 $R_3$ (14),  $R_4$ (15)の抵抗値の調整については後述する。

#### 【第4の実施例】

##### 【0035】

図10に、本発明の送受信感度制御回路7の第4の実施例を示す。図のように、本実施例は、送受信感度制御回路7を可変抵抗 $R_5$ (16)とツェナーダイオード17で構成される電圧リミット回路とし、バイアス手段2と振動子8間に配置したものである。この電圧リミット回路はツェナーダイオードの特徴であるツェナー電圧を利用し、振動子8に印加するバイアス電圧を制御する。つまり、可変抵抗 $R_5$ (16)の抵抗値を調整することによってツェナーダイオード17に流れる電流量を調整し、ツェナー電圧 $V_z$ を制御し、複数の振動子の相互間の送受信感度バラツキを抑えることができる。この可変抵抗 $R_5$ (16)の抵抗値の調整については後述する。  
10

本実施例4の変形として、図11に示すように、送受信感度制御回路7を抵抗18とツェナーダイオード17と定電流源19で構成してもよい。この場合には、ツェナーダイオード17に流れる電流は、バイアス手段2のバイアス電源から流れる電流と、電流量を調整可能な定電流源19から流れる電流との加算分になるので、定電流源19から流れる電流量を調整することで、ツェナー電圧 $V_z$ を制御することができる。この定電流源19の電流値の調整については後述する。  
20

#### 【第5の実施例】

##### 【0036】

図12に、本発明の送受信感度制御回路7の第5の実施例を示す。図のように、本実施例は、送受信感度制御回路7を抵抗18と定電流源19と可変抵抗 $R_6$ (20)で構成し、バイアス手段2と振動子8間に配置したものである。この回路では、実施例4の変形の回路と同様に、定電流源19から流れる電流量を調整することで、可変抵抗 $R_6$ (20)に流す電流を調整し、又は、可変抵抗20の抵抗値を調整することによって振動子8に印加するバイアス電圧Vを制御でき、複数の振動子の相互間の送受信感度バラツキを抑えることができる。この可変抵抗 $R_6$ (20)の抵抗値の調整については後述する。  
30

##### 【0037】

次に、第1~5の実施例で使用する可変抵抗の抵抗値の調整手段及び方法について以下に述べる。なお、第4実施例における定電流源19の電流値の調整についても同様である。本調整手段は、バイアス電圧を調整する可変手段としての可変抵抗と、振動要素の送受信感度特性が記憶されたメモリを有して構成され、メモリから読み出される情報により可変手段を調整して、送受信感度のバラツキを補正する値にする。なお、本調整手段は、可変手段として可変抵抗に限らず、他のバイアス電圧を調整できる手段であれば同様に適用することが可能である。  
30

##### 【0038】

製造時に振動子に所定のバイアス電圧を印加し、所定周波数時のリアクタンスをインピーダンスマータ21で計測する。このリアクタンス成分は振動要素もしくは振動子の電極間容量と寄生容量の並列に等価となる。このときの容量は式(9)となる。  
40

$$C = |1/\omega X| \quad \omega: \text{角周波数} \quad (9)$$

式(9)より、振動子のリアクタンス成分の実測結果より、振動子の容量が得られる。式(6)により、得られた容量と、基準となる振動子の容量とを比較し、補正係数kが定まる。この補正係数kに基づき、振動子に印加するバイアス電圧と、そのバイアス電圧を得るために抵抗値を決定する。図13に示すように、予め振動子と同一ウェハ上に作られていた抵抗パターンを、特開2004-273679号公報などに示されているレーザ発生装置22などを用いたトリミング処理をすることで所望の抵抗値を得る。  
50

##### 【0039】

また、例えば温度係数サーミスタのような可変抵抗素子をウェハ上に作製し、サーミス

タ自身の抵抗値を、その温度やそれに流す電流を制御することでも抵抗値の調整は可能である。これは、温度変化によって抵抗値が変化するサーミスタの特性を利用したものであり、半導体ウェハに正(または負)温度係数サーミスタとヒータを作成することで実現可能となる。ヒータの一例としては、ペルチエ素子と定電流回路を用いたものが挙げられる。ペルチエ素子は、電流の向きにより素子の加温、冷却が制御でき、電流量によりその程度を制御することができる素子である。定電流回路とペルチエ素子を組み合わせることで所望の温度のヒータを得ることができ、サーミスタの抵抗値の調整が可能となる。なお、本実施例は可変抵抗としてサーミスタの例を示したが、FETなどのゲート・ソース間電圧V<sub>gs</sub>をDACなどで制御することにより、スイッチオン抵抗の値を調整したり、ダイオードに流れる電流を制御することで抵抗値を調整しても良い。

10

#### 【0040】

次に、図14に本発明の送受信感度制御回路7の第1の制御例を示す。送受信感度制御回路7は、制御手段25と、メモリ23と、デジタルアナログコンバータ(以下、DAC)26と、サーミスタなどで構成される可変抵抗27と、を有して成る。メモリ23は、制御データを記憶し、データバス(以下、Bus)を介して制御手段25と接続されている。また、メモリ23のデータ出力はDAC26へ入力される。DAC26は、メモリ23からのデジタルデータをアナログ信号に変換して出力し、サーミスタなどで構成される可変抵抗27に接続される。その他の構造は、図3で示した構造と同様なので説明を省略する。

#### 【0041】

ここで、第1の制御例の具体的動作を図16に示すフローチャートに基づいて説明する。この動作例は、振動子製造工程、探触子組立て工程、及び運用工程とから成る。以下の各ステップに対応するプログラムが予め記憶されており、ステップ毎に対応するプログラムが読み出され実行されることにより、自動又は半自動でそのステップが実施される。

最初に、振動子製造工程601～605を説明する。振動子製造工程では、振動要素毎の送受信感度のバラツキ調整を補正する。

#### 【0042】

ステップ601で、ウェハ生成工程で、振動要素の所定周波数時でのリアクタンスを計測し、この計測結果より各振動要素の容量を取得する。

ステップ602で、振動要素毎の送受信感度のバラツキを補正するための基準振動要素を選択する。基準振動要素として、例えば、容量が最小の振動要素を選択する。

ステップ603で、振動要素毎の送受信感度のバラツキを補正するための補正係数kを求める。つまり、選択された基準振動要素の容量と他の振動要素の容量との比から振動要素毎の補正係数kを求める。

ステップ604で、振動要素毎に、補正係数kに基づいて、送受信感度のバラツキを補正するための抵抗素子の抵抗値(Rs)を求める。抵抗値(Rs)は補正係数kと振動要素の抵抗値(Rc<sub>e11</sub>)とから、式(8)より、

$$R_s = \{(1 - k) / k\} R_{c e 11} \quad (10)$$

と求めることができる。

ステップ605で、振動要素毎に、ステップ604で求めた抵抗値(Rs)を有する抵抗素子を同一ウェハ上に実装する。実装方法は、前述した通り、例えば特開2004-273679号公報などに示されているレーザ発生装置22などを用いたトリミング処理をすることで所望の抵抗値を得る。

ステップ606で、ウェハから探触子用振動子群を切削抽出する。

#### 【0043】

次に、探触子組立て工程607～612を説明する。探触子組立て工程では、振動子毎の送受信感度のバラツキ調整を補正する。

ステップ607で、ステップ606で切削抽出された探触子用振動子群を探触子に組み込む。

ステップ608で、振動子の所定周波数時でのリアクタンスを計測し、この計測結果より各振動子の容量を取得する。

ステップ609で、振動子毎の送受信感度のバラツキを補正するための基準振動子を選択

20

30

40

50

する。基準振動子として、例えば、容量が最小の振動子を選択する。

ステップ610で、振動子毎の送受信感度のバラツキを補正するための補正係数kを求める。つまり、選択された基準振動子の容量と他の振動子の容量との比から振動要素毎の補正係数kを求める。

#### 【0044】

ステップ611で、振動子毎の補正係数kに基づいて、振動子毎に印加するバイアス電圧の制御データを算出してBusを介してメモリに記憶する。また、振動子毎の制御データ及びその作成日時がメモリ23内のログファイルに記録される。つまり、補正係数kから、送受信感度制御回路7の可変抵抗27(例えば、サーミスタ)などの制御デバイスに対して、抵抗値などの制御因子を制御するための電流値、電圧値若しくは、熱量(熱源としてペルチエ素子を使用する場合は、制御因子である電流値)などの制御データを算出する。そして、Busを介して制御データをメモリ23に記憶させる。この制御データは、製品出荷後の送受信感度のバラツキ補正にも使用する。

10

#### 【0045】

ステップ612で、制御データに基づいて、振動子毎に調整されたバイアス電圧を印加して超音波を送受信する。制御手段25は、超音波を送受信する際に、メモリ23に記憶していた制御データを読み出し、DAC26へ出力する。DAC26は、入力された制御データの値に応じて電流値などを制御することにより、可変抵抗27の抵抗値を制御する。具体的には、可変抵抗27が負温度係数サーミスタとペルチエ素子で構成される場合には、DAC26に制御された電流をペルチエ素子に流すことにより、負温度係数サーミスタの直接的な温度制御を介して抵抗値を間接的に制御することができる。

20

ここで、振動子8の両端に印加される電圧は、バイアス手段2が供給する電圧値に対して、可変抵抗27の抵抗値Rsと振動子8の抵抗値Rによる分圧値となる。つまり、電界強度による電気機械結合係数を調節することによって超音波の送受信感度バラツキを補正して、各振動子が同じ送受信感度を有するように制御する。なお、送受信感度補正を行っているときは超音波診断装置の画面上に、感度補正中を示す表示を映しても良い。

最後に、運用工程613～618を説明する。運用工程では、振動子の送受信感度の経時変化に基づく、振動子毎の送受信感度のバラツキ調整のずれを補正する。

#### 【0046】

ステップ613で、振動子毎の送受信感度を測定する。製品出荷後には、超音波探触子に組み込まれた振動子の容量を直接計測することは技術的に困難なので、間接的に振動子の送受信感度を計測する。一例として、超音波探触子を所定のファントムに当接させた状態で、制御手段25は、振動子毎に入力したバイアス電圧に対する応答信号の電圧を検出することにより、振動子毎の送受信感度を測定することが可能である。

30

ステップ614で、振動子毎の送受信感度のバラツキの補正が必要か否かを判断する。例えば、各振動子の送受信感度が閾値の範囲(例えば、ステップ613で求めた各振動子の送受信感度の平均値の±1dB)内であるか否かを判定し、範囲外であればバラツキ補正が必要と判断してステップ615に移行する。他方、閾値の範囲内であれば必要無しと判断して、ステップ618に移行する。

ステップ615で、振動子毎の送受信感度のバラツキ補正のずれを補正するための基準振動子を選択する。基準振動子として、例えば、送受信感度が最小の振動子を選択する。

40

ステップ616で、振動子毎の送受信感度のバラツキ補正のずれを補正するための補正係数kを求める。つまり、選択された基準振動子の送受信感度と他の振動子の送受信感度との比から振動要素毎の補正係数kを求める。

#### 【0047】

ステップ617で、振動子毎の補正係数kに基づいて、振動子毎に印加するバイアス電圧の制御データを更新してBusを介してメモリ23に記憶する。具体的には、感度が低下した振動子に対しては、この振動子に印加されるバイアス電圧が増大されるように制御データが変更される。一方、感度が上昇した振動子に対しては、この振動子に印加されるバイアス電圧が減少されるように制御データが更新される。制御手段25は、予めメモリ23に記憶

50

していた制御データを上記の様に適宜更新することにより、常に精度の良い送受信感度のバラツキ補正を行うことができる。制御データの更新後に、ステップ613に戻って再び振動子毎の送受信感度を測定する。

#### 【0048】

制御データの更新の際には、ログファイルに振動子毎の制御データ及び更新日時が記録され、そのデータがメモリ23に記録される。振動子の送受信感度の経時変化により、制御デバイスを制御するための制御データを適宜更新する。更新の頻度や周期は、更新の際に作成されたログファイルを基に制御手段25内で計算する。この計算結果は、超音波診断装置操作卓上に配置したボタンを押下することで、装置画面上に表示することが可能である。  
10

#### 【0049】

或いは、制御データの更新の際、基準振動子の送受信感度に対する他の振動子の送受信感度の相対値を、画面上にそれぞれ表示して、画面上で制御データの更新を行っても良い。その一例を図17に示す。図17は、各振動子の送受信感度のバラツキの経時変化のデータリスト701と、2つの制御ボタン702、703を画面上に表示している例を示す。データリスト701は、各振動子の、ID番号と、基準振動子に対する送受信感度の相対値の経時変化と、制御データの較正量(%)と、を示している。送受信感度の相対値の経時変化は、製造時又は組立て時の初期値と、その後に計測された送受信感度の相対値を時系列に表示したものである。この状態で計測ボタン702を押下すると、上記ステップ613～616が実行されて、振動子毎の送受信感度の相対値が計測されると共に、その相対値を1にするための制御データの較正量(%)が計算されて表示される。全ての振動子の送受信感度の相対値の計測及び制御データの較正量の計算が終了した後に、適用ボタン703を押下すると、計算された較正量が制御データに反映される。また、計測された送受信感度の相対値は計測日時データとともに記憶手段に記憶されて、次回の制御データの更新時に画面上に表示される。  
20

#### 【0050】

ステップ618で、更新された制御データに基づいて、振動子毎に調整されたバイアス電圧を印加して超音波を送受信する。

ステップ619で、振動子の送受信感度の経時変化に基づく、振動子毎の送受信感度のバラツキ調整のずれの補正を、一定期間毎に、又は不定期に繰り返すのであれば、ステップ613に戻って、ステップ613～ステップ618を繰り返す。  
30

#### 【0051】

以上の様にして、更新された制御データを用いて送受信感度を制御して超音波を送受信することにより、常に精度の良い送受信感度のバラツキ補正が行われた状態で、高画質の超音波画像を取得することが可能になる。なお、上記探触子製造工程及び運用工程の説明では、基準振動子を選択し、各振動子の送受信感度のバラツキを補正する例を示したが、基準を標準探触子の送受信感度とすることにより、探触子間の送受信感度のバラツキを補正することも可能である。

以上迄が、第1の制御例の具体的動作フローの説明である。

#### 【0052】

本例では、負温度係数サーミスタを用いた例で示したが、正温度係数サーミスタを用いても良い。また、本例では、温度係数サーミスタと、ペルチェ素子を用いた抵抗値制御の例を示したが、自己電流制御サーミスタに直接電流を流すことでも良い。なお、ステップ613～617の経時的変化の補正を行わない場合は、ウェハ生成工程、又は、チップ化後の探触子組立て工程時の制御データしか必要ないので、メモリ23は、ROMなどの不揮発性記憶素子からの読み出しに機能限定することができ、回路規模を低減することができる。  
40

以上、本第1の制御例によれば、振動子毎の送受信感度のバラツキの補正を連続的に且つ常に最良となるように行うことができる。また、サーミスタやペルチェ素子により制御デバイスが構成されるので、半導体プロセスのドープ物質(混ぜる不純物、例としてボロン(ドープ)、SiC(薄膜)、Ge(薄膜)、Ni(金属))の種類や量、または、薄膜により温度特性の調整をおこなうことが容易になる。  
50

**【0053】**

次に、図15に本発明の送受信感度制御回路7の第2の制御例を示す。第1の制御例と異なるのは、DAC26の代わりにデータラッチ回路28を用いることと、可変抵抗の方式として、サーミスタの代わりに、MOSスイッチやメカニカルリレーなどにより構成される複数のアナログスイッチを切り替えることにより抵抗値を制御するアナログスイッチ切替方式可変抵抗を用いることである。これらの可変抵抗は、例えばMEMS技術によるマイクロリレーや、ラグー抵抗などにより実現することが可能である。これら以外は、第1の制御例と同様なので、振動子8とバイアス手段2の図示は省略する。

**【0054】**

ここで、第2の制御例の具体的動作に関して説明する。ただし、第2の制御例の動作フローは、前述の第1の制御例と同様であるが、ステップ611の制御データの内容及びステップ612の内容が異なるので、以下異なる部分についてのみ説明する。  
10

ステップ611で、制御手段25がメモリ23へ制御データを記憶する動作は、第1の制御例と同様であるが、メモリ23に記憶する制御データは、アナログスイッチ切替方式可変抵抗のスイッチ切替用制御データである。

ステップ612で、制御手段25は、超音波を送受信する際に、メモリ23に記憶しておいた制御データを読み出し、データラッチ回路28へ出力する。データラッチ回路28は、ラッчикロックのタイミング時に入力された複数の制御データの値を保持し、この複数の制御データの値に応じてアナログスイッチの開閉を変化させることにより、可変抵抗の抵抗値を制御する。  
20

なお、第2の制御例においても第1の制御方法と同様に、組立て工程後に各振動子8の送受信信号強度を計測すれば、各素子の経時的変化に応じたバラツキ補正を行うことができる。

この第2の制御例により、周囲温度など外的要因を受けることなく振動子毎の送受信感度のバラツキを補正することが可能になる。

なお、上記第1及び第2の制御例は、いずれもオンライン・オフラインのいずれかで行うことが可能である。

**【0055】**

製品出荷後における送受信感度のバラツキ補正の他の一例として、リモートで探触子の送受信感度のバラツキ状況の確認および送受信感度のバラツキの補正処理を行うことも可能である。そのためには、超音波診断装置は、装置外に配設されている外部制御手段(例えば、リモートセンター内のホストコンピュータ)とネットワークを介して通信できる通信手段を備える。そして、ネットワークを介して、探触子の送受信感度の補正情報を保有しているホストコンピュータに接続し、探触子の経時変化による送受信感度状況の確認やその探触子固有の制御データの更新や送受信感度のバラツキの補正処理などをを行うものである。  
30

最後に上記本発明の説明では、振動要素毎、振動要素群毎、又は振動子毎の送受信感度のバラツキ補正について示したが、振動要素毎、振動要素群毎、又は振動子毎の送受信感度が標準探触子の感度になるように補正することも可能である。

**【図面の簡単な説明】**

40

**【0056】**

【図1】本発明を適用した超音波探触子と超音波診断装置と送受信感度制御回路の第1の実施例を示す図である。

【図2】図1の振動要素を振動要素群として示した図である。

【図3】図1の振動要素を振動子として示した図である。

【図4】複数の振動子にそれぞれ送受信感度制御回路7を接続した場合を示した図である。

。

【図5】図1の振動要素を振動子群として示した図である。

【図6】複数の振動要素にそれぞれ制御用抵抗Rxを接続した場合を示した図である。

【図7A】振動要素群の電圧-容量計測結果を示した図である。

50

【図 7 B】各振動要素群の最大印加電圧値を示した図である。

【図 7 C】各振動子の許容使用電圧値を示した図である。

【図 8】送受信感度制御回路の第2の実施例を示す図である。

【図 9】送受信感度制御回路の第3の実施例を示す図である。

【図 10】送受信感度制御回路の第4の実施例を示す図である。

【図 11】送受信感度制御回路の第4の実施例の変形を示す図である。

【図 12】送受信感度制御回路の第5の実施例を示す図である。

【図 13】振動要素と同一ウェハ上に作られていた抵抗にレーザ発生装置によるトリミング処理を行っている図である。

【図 14】本発明の送受信感度制御回路の第1の制御例を示す図である。 10

【図 15】本発明の送受信感度制御回路の第2の制御例を示す図である。

【図 16】図14示す送受信感度制御回路の第1の制御例の具体的動作示すフローチャート図である。

【図 17】基準振動子の送受信感度に対する他の振動子の送受信感度の相対値のリストを示す図である。

【符号の説明】

【0057】

1 振動要素

1-a 上部電極

1-b 下部電極

2 バイアス手段

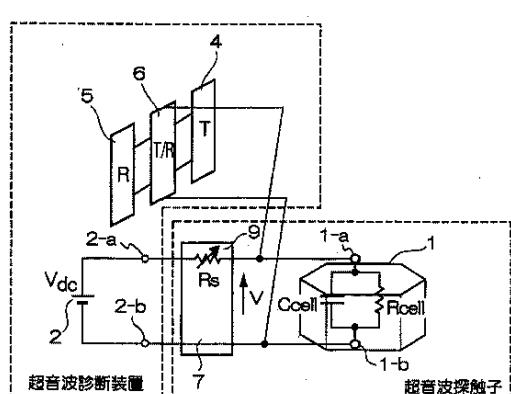
4 送信手段

5 受信手段

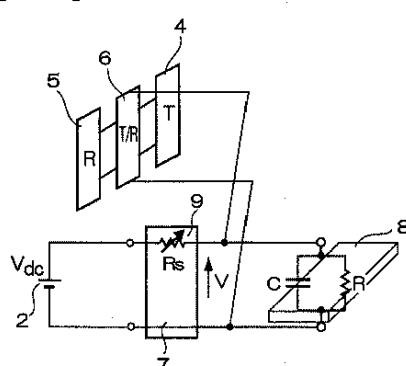
6 送受分離手段

7 送受信感度制御回路

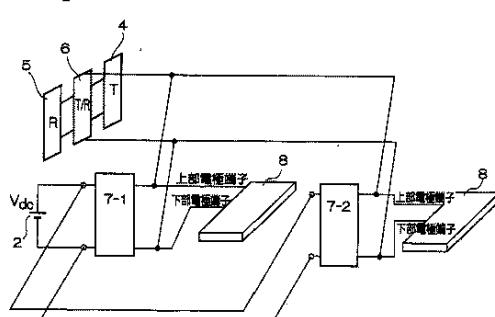
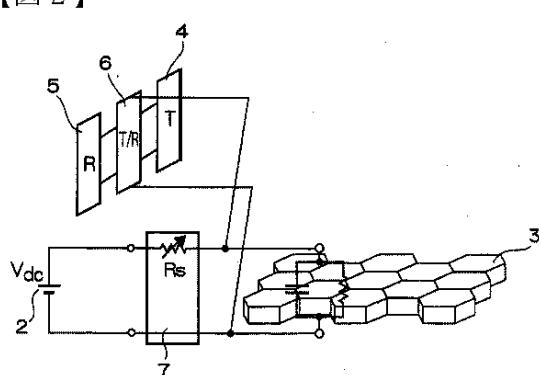
【図 1】



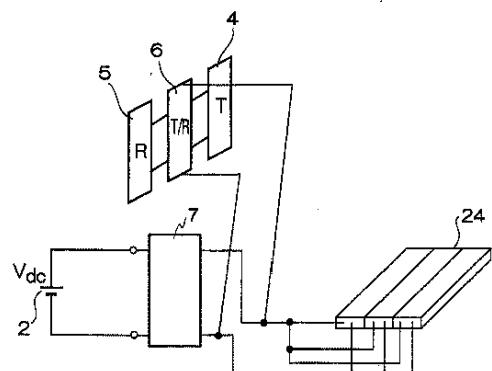
【図 3】



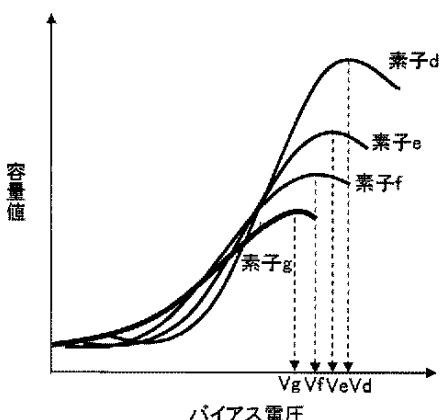
【図 4】



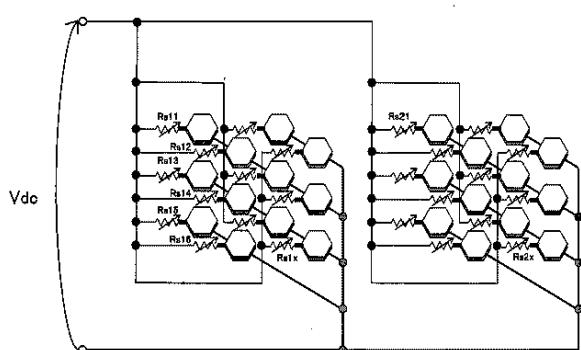
【図 5】



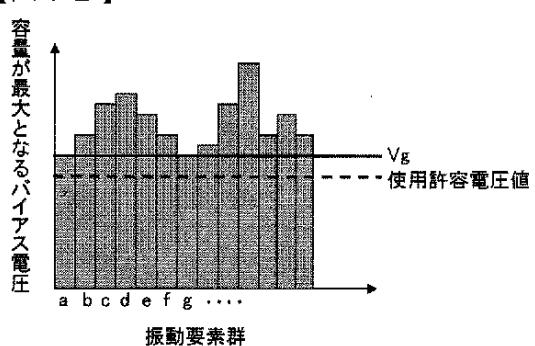
【図 7 A】



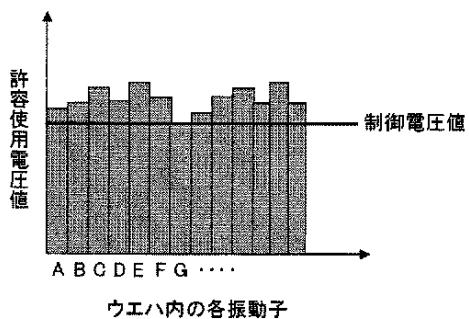
【図 6】



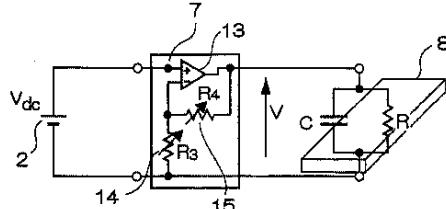
【図 7 B】



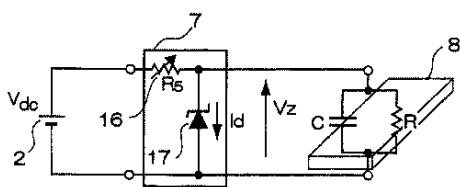
【図 7 C】



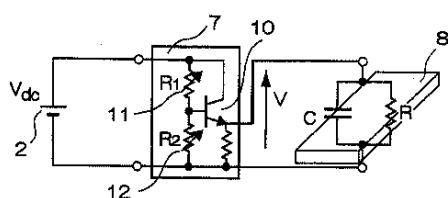
【図 9】



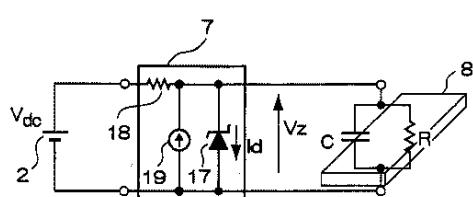
【図 10】



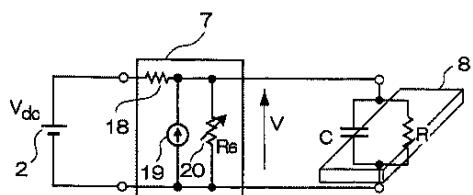
【図 8】



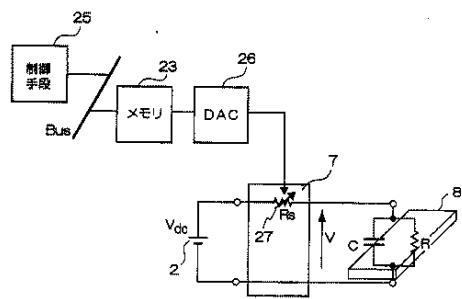
【図 11】



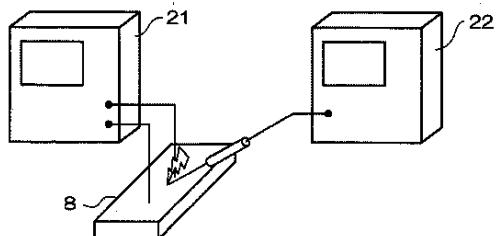
【図12】



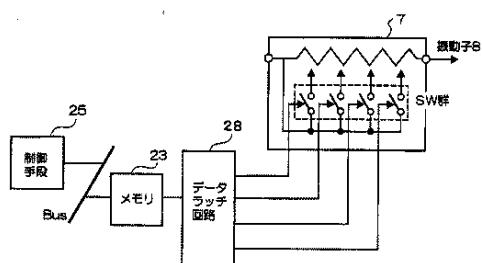
【図14】



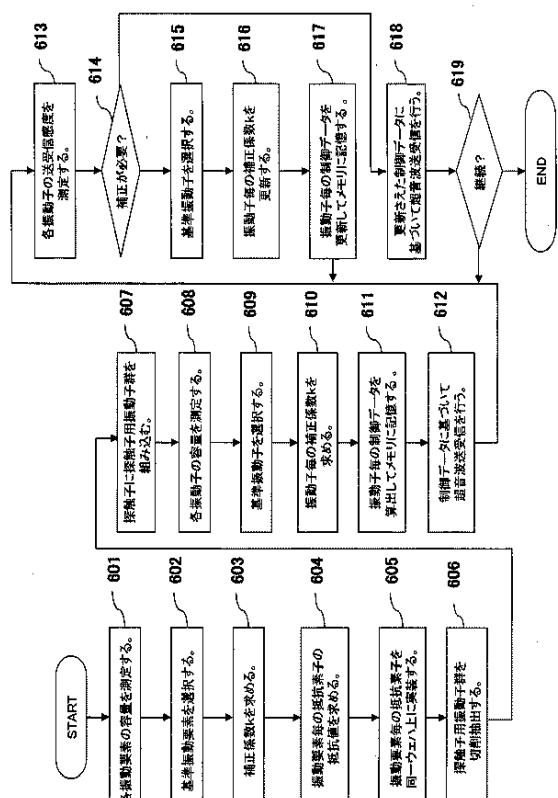
【図13】



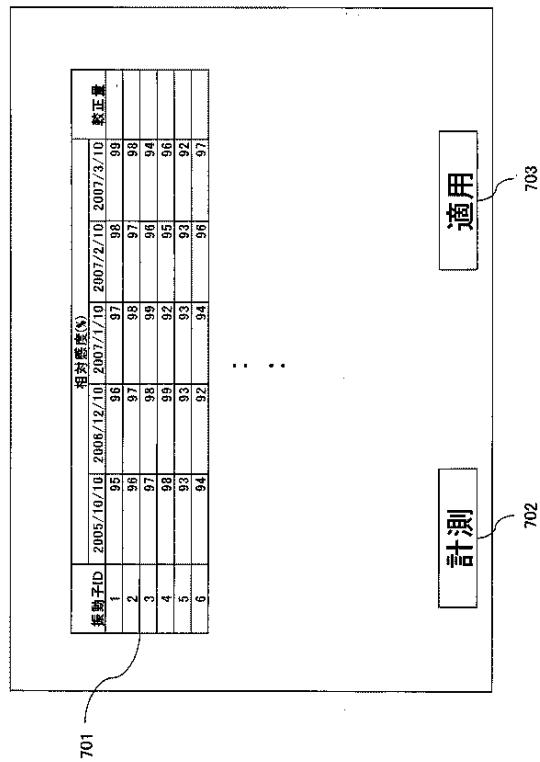
【図15】



【図16】



【図17】



## 【國際調查報告】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT   |  | International application No.<br>PCT/JP2006/322467 |
|---|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER<br>A61B8/00(2006.01)i, G01N29/24(2006.01)i, H04R19/00(2006.01)i   |  |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |  |  |
| B. FIELDS SEARCHED<br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>A61B8/00, G01N29/24, H04R19/00   |  |  |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007   |  |  |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>IEEE  |  |  |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT  |  |  |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.                              |
| X<br>Y  | WO 2005/032374 A1 (Hitachi Medical Corp.),<br>14 April, 2005 (14.04.05),<br>Par. Nos. [0035], [0077] to [0089]; Figs. 5,<br>12, 13<br>(Family: none)                           | 1, 2, 15-19<br>3-14, 20                            |
| Y   | JP 2002-303612 A (Hitachi Engineering Co.,<br>Ltd.),<br>18 October, 2002 (18.10.02),<br>Par. No. [0009]<br>(Family: none)  | 3  |
| Y   | DAFT, Chris. et al. Microfabricated Ultrasonic<br>Transducers Monolithically Integrated with High<br>Voltage Electronics. 2004 IEEE Ultrasonics<br>Symposium, 2004, p.493-496. | 14   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.  |  |  |
| <p>* Special categories of cited documents:<br/>     "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br/>     "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br/>     "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br/>     "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br/>     "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br/>     "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br/>     "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br/>     "&amp;" document member of the same patent family</p> |  |  |
| Date of the actual completion of the international search<br>02 February, 2007 (02.02.07)   | Date of mailing of the international search report<br>13 February, 2007 (13.02.07)   |  |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office  | Authorized officer   |  |
| Facsimile No.   | Telephone No.  |  |

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT                           |   | International application No.<br>PCT/JP2006/322467 |
|---|---|--|
| C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |   |  |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.                              |
| Y   | JP 9-122125 A (Fujitsu Ltd.),<br>13 May, 1997 (13.05.97),<br>Par. Nos. [0050] to [0054]; Fig. 7<br>& US 5758649 A1<br>Column 13, line 55 to column 14, line 52;<br>Fig. 7 | 20   |

| 国際調査報告   | 国際出願番号 PCT/JP2006/322467  |   |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|--|-----------------|-----------------------------------|------------------|---|---|-------------|---|---|---|---|---|----|
| <p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br/>Int.Cl. A61B8/00(2006.01)i, G01N29/24(2006.01)i, H04R19/00(2006.01)i</p>  |   |   |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| <p>B. 調査を行った分野<br/>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br/>Int.Cl. A61B8/00, G01N29/24, H04R19/00</p>   |   |   |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br/>           日本国実用新案公報 1922-1996年<br/>           日本国公開実用新案公報 1971-2007年<br/>           日本国実用新案登録公報 1996-2007年<br/>           日本国登録実用新案公報 1994-2007年</p>  |   |   |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）<br/>IEEE</p>   |   |   |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| <p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">引用文献の<br/>カテゴリー*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">関連する<br/>請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">WO 2005/032374 A1 (株式会社日立メディコ)<br/>2005.04.14 段落 [0035], [0077] - [0089], 図5, 12, 13 (ファミリーなし)</td> <td style="padding: 2px;">1, 2, 15-19</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">JP 2002-303612 A (日立エンジニアリング株式会社)<br/>2002.10.18 段落 [0009] (ファミリーなし)</td> <td style="padding: 2px;">3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">DAFT, Chris. et al. Microfabricated Ultrasonic Transducers Monolithically Integrated with High Voltage Electronics.</td> <td style="padding: 2px;">14</td> </tr> </tbody> </table> |   |   |  | 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する<br>請求の範囲の番号 | X | WO 2005/032374 A1 (株式会社日立メディコ)<br>2005.04.14 段落 [0035], [0077] - [0089], 図5, 12, 13 (ファミリーなし) | 1, 2, 15-19 | Y | JP 2002-303612 A (日立エンジニアリング株式会社)<br>2002.10.18 段落 [0009] (ファミリーなし) | 3 | Y | DAFT, Chris. et al. Microfabricated Ultrasonic Transducers Monolithically Integrated with High Voltage Electronics. | 14 |
| 引用文献の<br>カテゴリー*  | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号  |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| X  | WO 2005/032374 A1 (株式会社日立メディコ)<br>2005.04.14 段落 [0035], [0077] - [0089], 図5, 12, 13 (ファミリーなし)                       | 1, 2, 15-19   |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| Y  | JP 2002-303612 A (日立エンジニアリング株式会社)<br>2002.10.18 段落 [0009] (ファミリーなし)   | 3   |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| Y  | DAFT, Chris. et al. Microfabricated Ultrasonic Transducers Monolithically Integrated with High Voltage Electronics. | 14  |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。   |   | <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの<br/>     「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br/>     「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）<br/>     「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br/>     「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p> <p>の日の後に公表された文献<br/>     「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br/>     「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br/>     「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br/>     「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>   |   |   |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| 国際調査を完了した日<br>02.02.2007   |   | 国際調査報告の発送日<br>13.02.2007                                |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ISA/JP）<br>郵便番号100-8915<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号  |   | 特許庁審査官（権限のある職員）<br>右▲高▼ 孝幸<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3292 |  |                 |                                   |                  |   |   |             |   |   |   |   |   |    |

| 国際調査報告                |  | 国際出願番号 PCT／JP2006／322467 |
|-----------------------|--|--------------------------|
| C (続き) . 関連すると認められる文献 |  |                          |
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号         |
| Y                     | 2004 IEEE Ultrasonics Symposium, 2004, p. 493-496.<br><br>J P 9-122125 A (富士通株式会社)<br>1997. 05. 13 段落 [0050] - [0054]、図7<br>& US 5758649 A1、第13欄第55行-第14欄第5<br>2行、図7 | 20                       |

様式PCT／ISA／210 (第2ページの続き) (2005年4月)

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, L, A, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(注) この公表は、国際事務局（W I P O）により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願（日本語実用新案登録出願）の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第1部門第2区分

【発行日】平成22年1月7日(2010.1.7)

【国際公開番号】WO2007/055320

【年通号数】公開・登録公報2009-017

【出願番号】特願2007-544194(P2007-544194)

【国際特許分類】

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

【F I】

A 6 1 B 8/00

【手続補正書】

【提出日】平成21年11月10日(2009.11.10)

【手続補正1】

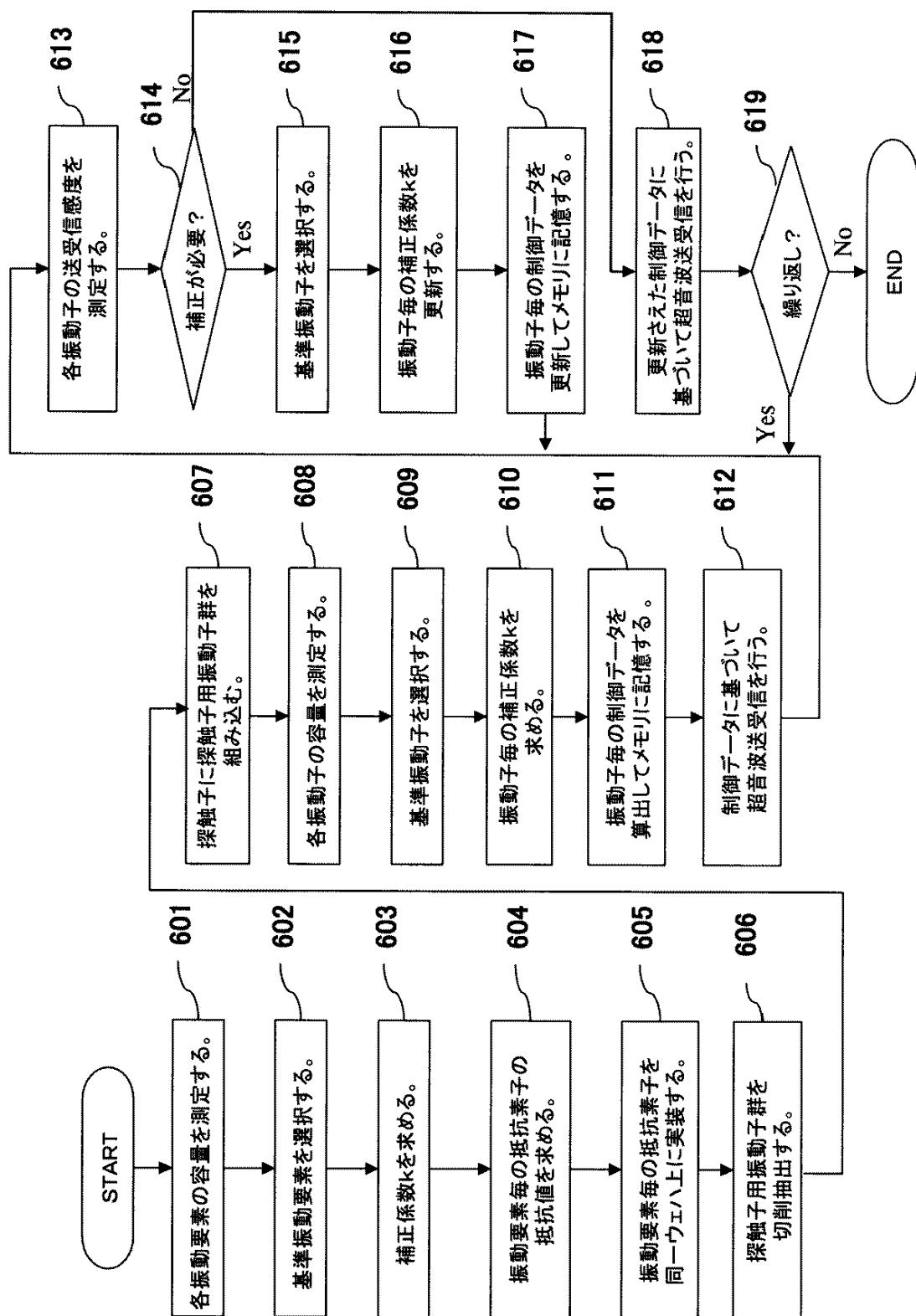
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図16

【補正方法】変更

【補正の内容】

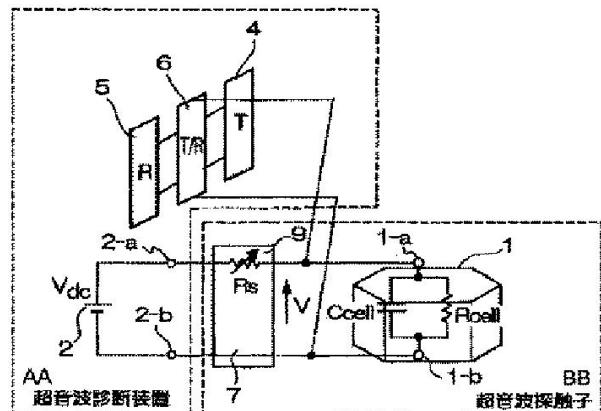
【図16】



|                |  |         |            |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 超声波探头和超声波诊断仪   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JPWO2007055320A1</a>   | 公开(公告)日 | 2009-04-30 |
| 申请号            | JP2007544194   | 申请日     | 2006-11-10 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 株式会社日立医药   |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 株式会社日立メディコ   |         |            |
| [标]发明人         | 近藤正尚<br>浅房勝徳   |         |            |
| 发明人            | 近藤 正尚<br>浅房 勝徳   |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00   |         |            |
| CPC分类号         | G01N29/2406 A61B8/4444 A61B8/4477 A61B8/4483 A61B8/58 B06B1/0207 B06B1/0292 G01S7/5205             |         |            |
| FI分类号          | A61B8/00   |         |            |
| F-TERM分类号      | 4C601/EE04 4C601/EE09 4C601/GB02 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/HH05 4C601/JB51 4C601/JB52 4C601/LL05 |         |            |
| 优先权            | 2005327364 2005-11-11 JP   |         |            |
| 其他公开文献         | JPWO2007055320A5<br>JP4822453B2  |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>  |         |            |

### 摘要(译)

校正了构成超声波探头的多个振动元件或换能器之间的发送/接收灵敏度的变化。根据本发明的超声波探头具有布置有多个振动元件的多个换能器，所述振动元件通过在施加有偏置电压的情况下相互转换超声波和电信号来发送和接收超声波。以及发送/接收灵敏度校正装置，用于独立地调节施加到所述多个振动元件中的至少两个振动元件的偏置电压，以校正所述至少两个振动元件的发送/接收灵敏度的变化。它的特点是



AA... ULTRASONOGRAPHIC DEVICE  
BB... ULTRASONIC PROBE