

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4719525号
(P4719525)

(45) 発行日 平成23年7月6日(2011.7.6)

(24) 登録日 平成23年4月8日(2011.4.8)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2005-214249 (P2005-214249)
 (22) 出願日 平成17年7月25日(2005.7.25)
 (65) 公開番号 特開2007-29259 (P2007-29259A)
 (43) 公開日 平成19年2月8日(2007.2.8)
 審査請求日 平成20年7月16日(2008.7.16)

(73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100098017
 弁理士 吉岡 宏嗣
 (72) 発明者 浅房 勝徳
 東京都千代田区内神田一丁目1番14号
 株式会社日立メディ
 コ内
 審査官 宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波と電気信号を相互に変換する振動子を配列してなり、前記振動子は、超音波送受信感度が印加バイアスの大きさに応じて変化する振動要素と、該振動要素に接続された電極とを有し、

前記振動要素の定格電圧を超える過電圧を阻止する保護手段が前記電極とバイアス電源との間に配設されてなることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

前記保護手段は、前記電極と前記バイアス電源との間に直列に接続された抵抗を有し、該抵抗は、前記振動要素に過電圧が印加されたときの該振動要素の電気抵抗よりも抵抗値が大きく設定されてなることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記保護手段は、前記電極と前記バイアス電源との間に直列に接続されたスイッチを有し、該スイッチは、前記電極と前記バイアス電源との間に流れる電流が増大するにつれてインピーダンスが大きくなることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記保護手段は、前記電極と前記バイアス電源との間に配設された電圧リミット回路を有し、該電圧リミット回路は、前記振動要素に印加される前記バイアスの大きさを設定電圧以下に保持することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

10

20

超音波と電気信号を相互に変換する振動子を配列してなり、前記振動子は、超音波送受信感度が印加バイアスの大きさに応じて変化する複数の振動要素と、前記配列方向に直交する短軸方向に分割された複数の電極とを有し、

前記分割された電極を一又は隣接する分割部からなる組に分け、該各組とバイアス電源との間に、前記振動要素の定格電圧を超える過電圧を阻止する保護手段が配設されるものとし、前記保護手段は、前記短軸方向の中心から端に向かうにつれて組単位で許容電圧が小さく設定されてなることを特徴とする超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、被検体に関する診断画像として超音波像を撮像するのに適用される超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

被検体との間に超音波を送受する超音波探触子は、駆動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配設されている。この振動子として、超音波送受信感度が印加バイアスの大きさに応じて変化する振動要素と、振動要素に接続された電極が形成されたものが知られている。

【0003】

このような超音波探触子においては、振動要素に電極を介してバイアスを印加するに際し、バイアスの大きさを制御することにより、超音波探触子で送受される超音波ビームのビームプロファイルを改善してビーム幅を絞ることが行われる（例えば、特許文献1参照）。

20

【0004】

【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】

【0005】

ところで、特許文献1のような従前の方式では、振動要素にバイアスを印加するに際し、バイアス電源に一時的な過渡現象（例えば電源の遮断）が生じた場合、定格を超えた過電圧が振動要素に印加されることがある。その場合、振動要素に例えばなだれ降状現象や短絡の異常状態が発生して過電流が流れることがある。振動要素に過電流が流れると、振動要素の電極の温度が上昇する結果、電極導体の蒸発に起因する断線などの障害が発生するおそれがある。

30

【0006】

本発明の課題は、バイアス電源に生じる過渡現象から振動要素を保護するのにより好適な超音波探触子を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明の超音波探触子は、超音波と電気信号を相互に変換する振動子を配列してなり、振動子は、超音波送受信感度が印加バイアスの大きさに応じて変化する振動要素と、振動要素に接続された電極とを有し、振動要素の定格電圧を超える過電圧を阻止する保護手段が電極とバイアス電源との間に配設されてなることを特徴とする。

40

【0008】

これによれば、バイアス電源の過渡現象に起因して過電圧が発生した場合、その過電圧は、振動要素に印加される前に抑制される。したがって、振動要素に過電流が流れることを防止できるため、過電流が要因で生じる障害を防止できる。このようにバイアス電源に生じる過渡現象から振動要素を保護できる。

【0009】

50

この場合において、保護手段は、電極とバイアス電源との間に直列に接続された抵抗を有し、抵抗は、振動要素に過電圧が印加されたときの振動要素の電気抵抗よりも抵抗値を大きく設定することができる。これにより、バイアス電源に生じた過渡現象に起因する過電圧は、振動要素に印加される前に抑制される。したがって、振動要素に過電流が流れることを防止できる

また、保護手段は、電極とバイアス電源との間に直列に接続されたスイッチを有し、スイッチは、電極とバイアス電源との間に流れる電流が増大するにつれてインピダンスを大きくすることができる。これにより、バイアス電源に生じた過渡現象に起因する過電流は、振動要素に流れる前に検出されて低減される。

【0010】

10

また、保護手段は、電極とバイアス電源との間に配設された電圧リミット回路を有し、電圧リミット回路は、振動要素に印加されるバイアスの大きさを設定電圧以下に保持することができる。これにより、振動要素に印加される電圧は、振動要素に印加される前に検出された後に、設定電圧以下にシャント、クリップすることができる。

【0011】

また、本発明の超音波探触子は、超音波と電気信号を相互に変換する振動子を配列してなり、振動子は、超音波送受信感度が印加バイアスの大きさに応じて変化する複数の振動要素と、配列方向に直交する短軸方向に分割された複数の電極とを有し、分割された電極を一又は隣接する分割部からなる組に分け、各組とバイアス電源との間に、振動要素の定格電圧を超える過電圧を阻止する保護手段が配設されるものとし、保護手段は、短軸方向

20

の中心から端に向かうにつれて組単位で許容電圧が小さく設定して構成できる。

【0012】

これによれば、短軸方向の中心部に位置する組の各振動要素は強電界にできるし、短軸方向の端に向かうにつれて組単位で弱電界にできる。したがって、中心部に対応する超音波のエネルギーは比較的高めになるし、端に向かうにつれて組単位で超音波のエネルギーは比較的低めになる。これにより、各組で送受される超音波ビームの短軸方向の形状をよりシャープに形成しつつ、各振動要素を過電流から保護できる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、バイアス電源に生じる過渡現象から振動要素を保護するのにより好適な超音波探触子を実現できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

(第1の実施形態)

本発明を適用した超音波探触子の第一の実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施形態の超音波探触子の構成を示す図である。

【0015】

図1に示すように、超音波探触子は、超音波と電気信号を相互に変換する振動子を配列してなり、その振動子は、超音波送受信感度が印加バイアスの大きさに応じて変化する複数の振動要素10-1、10-2と、振動要素10-1に接続された電極としての上部電極12a-1及び下部電極12b-1と、振動要素10-2に接続された電極としての上部電極12a-2及び下部電極12b-2を有して形成されている。

40

【0016】

ここで本実施形態の超音波探触子は、振動要素10-1の定格電圧を超える過電圧を阻止する保護手段としての保護回路14-1が振動要素10-1とバイアス手段16との間に配設されている。同様に、振動要素10-2とバイアス手段16の間に保護回路14-2が配設されている。なお、振動要素をセルと称してもよいし、その数については必要に応じて増やせばよい。

【0017】

より詳細に超音波探触子について説明する。超音波探触子は、超音波診断装置に接続さ

50

れる。超音波診断装置は、図 1 に示すように、超音波探触子に駆動信号を供給する送信手段 18 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 20 と、超音波探触子にバイアス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 16 が配設されている。なお、送信手段 18 及び受信手段 20 は、送受分離手段 22 を介して超音波探触子との間で信号を授受する。例えば、送受分離手段 22 と例えば振動要素 10 - 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。

【0018】

超音波探触子に適用する振動要素 10 - 1 は、印加バイアスの大きさ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、c M U T（Capative Micromachined Ultrasonic Transducer：IEEE Trans. Ultrason. Ferroelect. Freq. Co ntr. Vol45 pp.678-690 May 1998等）を振動要素 10 - 1 として適用した例である。

10

【0019】

c M U T は、半導体基板上に太鼓状の中空膜を上部電極 12 a - 1 と下部電極 12 b - 1 で挟んだいわばコンデンサ構造を有する。このような c M U T に対してバイアス手段 16 からバイアスが印加されると、上部電極 12 a - 1 と下部電極 12 b - 1 間に電界が発生することで膜が緊張状態となる。この状態の c M U T に送信手段 18 から駆動信号が供給されると、膜の振動に由来して超音波が被検体に対して送波される。また、被検体から発生した反射エコーが c M U T に入力されると、内部空間の容量が変化するため、その容量変化を電気信号として取り出すことで受信信号が得られる。また、c M U T に印加するバイアスの大きさに応じて膜の緊張度が変わるため、バイアスの大きさを制御することにより超音波の強度に重みを付けることができる。なお、c M U T を代表して説明したが、電歪材を含んで形成される素子を適用してもよい。

20

【0020】

振動要素 10 - 1 は、上部電極 12 a - 1 が頂部に形成されるとともに、底部に下部電極 12 b - 1 が底部に形成されている。上部電極 12 a - 1 は、バイアス手段 16 の正バイアス側に端子 24 a を介して接続されている。下部電極 12 b - 1 は、バイアス手段 16 の負バイアス側に端子 24 b を介して接続されている。このような振動要素 10 - 1 とバイアス手段 16 との間に保護回路 14 - 1 が配設されている。配設位置について補足すると、保護回路 14 - 1 は、送信手段 18 又は受信手段 20 並びに送受分離手段 22 が振動要素 10 - 1 に接続する接続位置よりもバイアス手段 16 側に設けられている。この保護回路 14 - 1 の具体例を以下の実施例 1 ~ 5 で説明する。なお、振動要素 10 - 1 を代表して説明したが、他の振動要素 10 - 2 についても同様である。

30

【0021】

（実施例 1）

図 2 は、本実施形態の超音波探触子に適用する保護回路の第一の実施例を示す図である。図 2 A は、保護回路 14 - 1 の構成及び接続形態を示す図である。図 2 B は、バイアス手段 16 の出力バイアス V_{dc} と振動要素 10 - 1 の印加バイアス V_{ce11} との関係を示す特性図である。図 2 C は、バイアス手段 16 の出力バイアス V_{dc} と振動要素 10 - 1 に流れる電流 I_{ce11} との関係を示す特性図である。

【0022】

40

図 2 A に示すように、保護回路 14 - 1 は、上部電極 12 a - 1 とバイアス手段 16 との間に直列に接続された抵抗 R_s （図の抵抗 26）などから構成されている。抵抗 R_s の抵抗値は、正常バイアスが印加されたときの振動要素 10 - 1 の電気抵抗よりも小さく設定され、かつ過電圧が印加されたときの振動要素 10 - 1 の電気抵抗よりも大きく設定されている。なお、正常バイアスとは、振動要素 10 - 1 の定格電圧以下のバイアスである。過電圧とは、振動要素 10 - 1 の定格電圧を超えたバイアスである。

【0023】

ここで振動要素 10 - 1 は、図 2 A に示すように、コンデンサ C_{ce11} と、コンデンサ C_{ce11} に並列に接続された抵抗 R_{ce11} とを有した等価回路で表される。ここで V_{dc} は、バイアス手段 16 のバイアス電源の出力バイアスを示す。 V_{ce11} は、振

50

動要素 10 - 1 に印加されるバイアスを示す。 I_{ce11} は、振動要素 10 - 1 の抵抗 R_{ce11} を流れる電流を示している。

【0024】

まず、振動要素 10 - 1 に正常バイアスが印加された場合、印加バイアス V_{ce11} は数 1 式のように表される。一方、振動要素 10 - 1 に過電圧が印加された場合、印加バイアス V_{ce11} は数 2 式のように表される。なお、振動要素 10 - 1 に過電圧が印加された場合、定格電流を超えた過電流が振動要素 10 - 1 に流れるが、その際の振動要素 10 - 1 の抵抗を R_{ce11}' とする。

【0025】

(数 1 式)

$$V_{ce11} = V_{dc} \cdot R_{ce11} / (R_s + R_{ce11})$$

(数 2 式)

$$V_{ce11} = V_{dc} \cdot R_{ce11}' / (R_s + R_{ce11}')$$

【0026】

数 1 式および数 2 式において、抵抗 R_s の抵抗値は数 3 式に示す条件がある。したがって、数 1 式および数 2 式は、数 4 式のように表される。数 3 式及び数 4 式から分かるように、数 4 式の右辺の出力バイアス V_{dc} に対する乗算項は「1」よりも小さくなる。したがって、バイアス手段 16 の出力バイアス V_{dc} が振動要素 10 - 1 の定格電圧を超えた場合、図 2 B に示すように印加バイアス V_{ce11} の電圧降下が生じる。また、図 2 C に示すように電流 I_{ce11} の DC 負荷線の傾斜が急になるのが緩和される。その結果、振動要素 10 - 1 に障害が生じるまでの時間を延ばすことができる。

【0027】

(数 3 式)

$$R_{ce11} \gg R_s \gg R_{ce11}'$$

(数 4 式)

$$V_{ce11} = V_{dc} \cdot R_{ce11}' / R_s$$

【0028】

本実施例によれば、バイアス電源に生じた過渡現象に起因する過電圧は、振動要素 10 - 1 に印加される前に保護回路 14 - 1 により抑制される。したがって、振動要素 10 - 1 に過電流が流れることを防止できるため、過電流が要因で生じる障害を防止できる。その結果、例えば、超音波探触子の装置寿命を延ばすことができるし、装置の安定動作を確保できる。また、本実施例の保護回路 14 - 1 に関しては、比較的安価かつ簡単に実現できる。

【0029】

抵抗 R_s の抵抗値について説明を加える。振動要素 10 - 1 の抵抗 R_{ce11} は、ウエハ製造工程等に起因して抵抗値がばらつくことがある。したがって、抵抗 R_s の抵抗値を制御する第一の方法として、抵抗値のばらつきを全て吸収できるような統計的に絶縁破壊しない値に抵抗 R_s の抵抗値を一律に合わせることができる。ただし、通常動作時の抵抗 R_s の値よりも高めに合わせられることがある結果、電圧降下が増大して不要な電力損失が生じる場合がある。

【0030】

抵抗 R_s の抵抗値を制御する第二の方法として、抵抗 R_s の抵抗値を個別具体的に制御することができる。例えば、電気接触導通を取るプローブを振動要素 10 - 1 の各電極に接触させ、抵抗 R_{ce11} を計測する。そして、計測値に基づき、抵抗 R_s に対してレーザ加工装置及びレーザ加工方法（例えば特開 2001 - 47270 号公報）によりレーザ照射することにより、抵抗 R_s の抵抗値をトリミングする。これにより、各抵抗 R_s 単位で抵抗値が調整されるから、不要な電力損失の発生を抑制できる。また、レーザトリミング方法に代えて、半導体装置の製造方法のように金属ペーストを塗布して金属配線層を精製する技術（例えば特開 2004 - 273679 号公報）を適用することにより、複数の抵抗パターンで構成した抵抗 R_s の接続状況を調整することもできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

(実施例 2)

図 3 は、本実施形態の超音波探触子に適用する保護回路の第二の実施例を示す図である。図 3 A は、保護回路 1 4 - 1 の構成及び接続形態を示す図である。図 3 B は、スイッチ素子 S W の抵抗 $R_{s w}$ と振動要素 1 0 - 1 に流れる電流 $I_{c e l l}$ との関係を示す特性図である。図 3 C は、バイアス手段 1 6 の出力バイアス $V_{d c}$ と振動要素 1 0 - 1 に流れる電流 $I_{c e l l}$ との関係を示す特性図である。

【 0 0 3 2 】

図 3 A に示すように、保護回路 1 4 - 1 は、上部電極 1 2 a - 1 とバイアス手段 1 6 との間に直列に接続されたスイッチ素子 S W (図のスイッチ素子 3 0) などから構成されている。ここでのスイッチ素子 S W は、チタン酸バリウム ($B a T i O_3$) や、S i を含む窒化タンゲステンシリサイド ($W S i N$) を含んでなる正温度係数サーミスタである。サーミスタは、自己に流れる電流の大きさに起因する温度に基づき抵抗値を変化させる特性を有する。例えば、本実施例の正温度係数サーミスタは、自己に流れる電流の増加に起因して熱が発生するため、その抵抗値が例えば $10^6 \sim 10^7$ 倍増加する。

【 0 0 3 3 】

振動要素 1 0 - 1 は、通常動作時では数 p A ~ 数百 p A 程度の電流が流れる。通常動作時においては、スイッチ素子 S W は閉じた状態であり、その抵抗 $R_{s w}$ はほぼ一定の低値である。一方、振動要素 1 0 - 1 は、過電圧が印加されるとなだれ降状現象や短絡などの異常状態が発生して数 μA ~ 数百 mA 程度の電流が流れ始める。異常状態においては、スイッチ素子 S W は開いた状態になり、図 2 B 及び図 2 C に示すように電流 $I_{c e l l}$ が遮断される。これにより、振動要素 1 0 - 1 に流れる過電流が抑制される。

【 0 0 3 4 】

なお、スイッチ素子 S W が開放状態になった後は、熱管理を行うために、バイアス手段 1 6 のバイアス電源をリセットするまでスイッチ素子 S W の開放状態を継続するように蓄熱設計してもよい。あるいは、スイッチ素子 S W が開放状態になってからの経過時間によって徐々に閉じるように放熱設計してもよい。また、スイッチ素子 S W として正温度係数サーミスタを適用した例を説明したが、これに限られず、要は、自己に流れる電流の大きさに応じてインピダンスが変化する素子を適用すればよい。

【 0 0 3 5 】

本実施例によれば、バイアス電源に生じた過渡現象に起因する過電流は、振動要素 1 0 - 1 に流れる前に保護回路 1 4 - 1 により検出されて確実に低減される。したがって、振動要素 1 0 - 1 に過電流が流れることを防止できる。

【 0 0 3 6 】

(実施例 3)

図 4 は、本実施形態の超音波探触子に適用する保護回路の第三の実施例を示す図である。図 4 A は、保護回路 1 4 - 1 の構成及び接続形態を示す図である。図 4 B は、バイアス手段 1 6 の出力バイアス $V_{d c}$ と振動要素 1 0 - 1 に流れる電流 $I_{c e l l}$ との関係を示す特性図である。本実施例は、振動要素 1 0 - 1 とバイアス手段 1 6 との間に電圧リミット回路を保護回路 1 4 - 1 として配設した例である。

【 0 0 3 7 】

図 4 A に示すように、保護回路 1 4 - 1 は、上部電極 1 2 a - 1 とバイアス手段 1 6 との間に直列接続された抵抗 4 0 と、振動要素 1 0 - 1 とバイアス手段 1 6 との間に配列接続された定電圧源 4 2 などから構成されている。抵抗 4 0 は、抵抗値が第一の実施例の抵抗 R_s と同じである。また、定電圧源 4 2 は、例えばツェナーダイオードであり、振動要素 1 0 - 1 の最大電圧定格に合わせて定電圧値 V_z が設定されている。要するに、保護回路 1 4 - 1 は、振動要素 1 0 - 1 に印加されるバイアスの大きさを定電圧値 V_z 以下に保持する。

【 0 0 3 8 】

このような保護回路 1 4 - 1 は、バイアス手段 1 6 の出力バイアス $V_{d c}$ が振動要素 1

10

20

30

40

50

0 - 1 の最大電圧定格以下のときは作動しない。そして、出力バイアス V_{dc} が振動要素 10 - 1 の最大電圧定格に達すると、保護回路 14 - 1 は、出力電圧を定電圧値 V_z に保持する電圧リミッタ回路として作動する。例えば、定電圧源 42 としてツェナーダイオードを用いた場合、出力バイアス V_{dc} が定電圧値 V_z に達するとトンネル効果が発揮される。ここでのツェナーダイオードについては、所定の定電圧値 V_z になるようにツェナーダイオードのドナー配合比が制御されている。また、所定の定電圧値 V_z になるようにツェナーダイオードに流す電流量制御のための抵抗 R_s をトリミングなどで制御してもよい。

【0039】

本実施例によれば、振動要素 10 - 1 に印加される電圧は、振動要素 10 - 1 に印加される前に保護回路 14 - 1 により検出された後に、確実に定電圧値 V_z 以下にシャント、クリップされる。したがって、振動要素 10 - 1 に過電流が流れることを防止できるため、過電流が要因で生じる障害を防止できる。

【0040】

なお、ツェナーダイオードに代えて、トランジスタを含んで構成された定電圧源を適用してもよい。また、抵抗 40 に代えて、第二の実施例の正温度係数サーミスタであるスイッチ素子 SW を適用してもよい。

【0041】

(実施例 4)

図 5 は、本実施形態の超音波探触子に適用する保護回路の第四の実施例を示す図である。図 5 A は、保護回路 14 - 1 の構成及び接続形態を示す図である。図 5 B は、バイアス手段 16 の出力バイアス V_{dc} と振動要素 10 - 1 に流れる電流 I_{cell} との関係を示す特性図である。本実施例は、振動要素 10 - 1 とバイアス手段 16 との間に電圧リミット回路を保護回路 14 - 1 として配設した他の例である。

【0042】

図 5 A に示すように、保護回路 14 - 1 は、上部電極 12 a - 1 とバイアス手段 16 との間に直列に接続された FET 50 と、FET 50 の出力端子側に接続されたソース抵抗 52 を有した定電流源として構成される。この定電流源は、出力バイアス V_{dc} にかかわらず、特定の電流を作り出す回路である。例えば、本実施例の定電流源は、振動要素 10 - 1 の最大電流定格に合わせて定電流値 I_d が設定されている。より具体的には、ソース抵抗 52 を流れる電流 I_{cell} で FET 50 のゲートソース間電圧を発生させ、出力電流が定電流値 I_d になると電流リミッタ回路として作動する。その出力電流が定電流値 I_d 以下の場合には、定電流源は作動しない。ここでの定電流値 I_d の具体的制御方法は、所望の電流値になるようにソース抵抗 52 をトリミングなどにより調整することで実現する。

【0043】

本実施例によれば、振動要素 10 - 1 に流れる電流は、振動要素 10 - 1 を流れる前に保護回路 14 - 1 により検出された後に、確実に定電流値 I_d 以下にシャント、クリップされる。したがって、振動要素 10 - 1 に過電流が流れることを防止できるため、過電流が要因で生じる障害を防止できる。

【0044】

(実施例 5)

図 6 は、本実施形態の超音波探触子に適用する保護回路の第五の実施例を示す図である。図 6 A は、保護回路 14 - 1 の構成及び接続形態を示す図である。図 6 B は、スイッチ素子 SW の抵抗 R_{sw} と振動要素 10 - 1 に流れる電流 I_{cell} との関係を示す特性図である。図 6 C は、バイアス手段 16 の出力バイアス V_{dc} と振動要素 10 - 1 に流れる電流 I_{cell} との関係を示す特性図である。

【0045】

図 6 A に示すように、保護回路 14 - 1 は、過電圧検出手段 60 とスイッチ素子制御手段 62 に大別される。過電圧検出手段 60 は、抵抗 64 と抵抗 66 を直列に接続したもの

10

20

30

40

50

が振動要素 10 - 1 とバイアス手段 16 に並列に接続されている。スイッチ素子制御手段 62 は、上部電極 12 a - 1 とバイアス手段 16 の間に直列に接続されたスイッチ素子 68 と、このスイッチ素子 68 を開閉制御するスイッチ素子制御用 FET 70 などから構成されている。スイッチ素子制御用 FET 70 のゲートは、過電圧検出手段 60 の抵抗 64 と抵抗 66 の共通接続点に接続され、ソースは下部電極 12 b - 1 に接続され、ドレンは抵抗 72 を介して設定電圧 V_{cc} に接続されている。そして、ドレンの電位によってスイッチ素子 68 を制御するようになっている。

【0046】

本実施例の保護回路 14 - 1 は、抵抗 64 及び抵抗 66 の抵抗分圧の電圧値に基づき、スイッチ素子制御用 FET 70 のドレイン電圧を設定電圧値 V_{cc} から 0 V まで切替えることによりスイッチ素子を制御する点で、自己に流れる電流に基づきスイッチ素子を制御する第二の実施形態と異なる。例えば、バイアス手段 16 の出力バイアス V_{dc} が振動要素 10 - 1 の定格電圧以下である通常状態の場合、スイッチ素子 68 は閉じられている。出力バイアス V_{dc} が振動要素 10 - 1 の定格電圧に達すると、抵抗 64 及び抵抗 66 の抵抗分圧の電圧値がスイッチ素子制御用 FET 70 を作動させる。スイッチ素子制御用 FET は、スイッチ素子 68 に開放指令を出力する。

【0047】

本実施例によれば、バイアス電源に生じた過渡現象に起因する過電圧は、振動要素 10 - 1 に印加される前に保護回路 14 - 1 により検出された後に、確実に設定電圧以下にシャント、クリップされる。したがって、振動要素 10 - 1 に過電流が流れることを防止できるため、過電流が要因で生じる障害を防止できる。

【0048】

また、過電圧検出手段 60 については、所望の電圧値が得られるように抵抗 64 と抵抗 66 の比をトリミングなどで調整して実現できる。また、抵抗 64 及び抵抗 66 に代えて、サーミスタを適用できる。その場合、サーミスタの温度又は自己電流により抵抗値を制御することにより、温度又は電流を補償できる。

【0049】

なお、過電圧検出手段 60 については、2つの抵抗 64、66 による分圧の例を示したが、2つの抵抗のうち一方を FET と置換することで定電流源として作動させてもよい。また、スイッチ素子制御手段 62 については、スイッチ素子制御用 FET に代えて、コンパレータなどの比較器を適用してもよい。

【0050】

上述のとおり、実施形態 1 ~ 5 により説明した保護回路 14 - 1 は、半導体加工プロセスにより超音波探触子の振動子の一部として一体的に形成できる。例えば、抵抗、ドナーによるツェナーダイオード、トランジスタ以外にも窒化タングステンシリサイド (WSiN) などのセラミック、MEMS による電磁マイクロリレースイッチまたは静電マイクロリレースイッチを用いて一体成形できるし、マルチチップモジュール (Multi Chip Module) で実装できる。要するに、保護回路 14 - 1 を超音波探触子に実装できる。ただし、例えば既設の超音波探触子に実装するために、超音波探触子に外付けする形態に構成してもよい。

【0051】

(比較例)

図 7 は、本実施形態の超音波探触子と比較するための形態を示した図である。図 7 に示すように、振動要素 10 - 1 に出力バイアス V_{dc} を印加するに際し、バイアス手段 16 のバイアス電源に一時的な過渡現象 (例えば電源の遮断) が生じた場合、定格を超えた過電圧が振動要素 10 - 1 に印加されると、振動要素 10 - 1 に定格を超えた過電流が流れる場合がある。ここで、上部電極 12 a - 1 と下部電極 12 b - 1 との間に絶縁体が配設されている場合、その絶縁体が破壊する電圧は例えば 8 MV / cm である。また、その絶縁体の厚みが 200 nm である場合、なだれ降状現象が生じる電圧は例えば 160 V である。さらに、上部電極 12 a - 1 と下部電極 12 b - 1 との間に絶縁体が配設されてい

10

20

30

40

50

い場合、短絡などが生じて振動要素 10 - 1 の等価インピーダンスが低下する結果、振動要素 10 - 1 に過電流が流れ始める。このような過電流が流れると、振動要素 10 - 1 の電極の温度が上昇するため、上部電極 12 a - 1 又は下部電極 12 b - 1 の導体蒸発に起因する断線などの障害が発生するおそれがある。

【0052】

(第2の実施形態)

本発明を適用した超音波探触子の第二の実施形態について図面を参照して説明する。図8は、本実施形態の超音波探触子の構成を示す図である。本実施形態は、複数の振動要素からなる組単位で保護回路を設ける点で、振動要素単位で保護回路を設けた第一の実施形態と異なる。

【0053】

図8に示すように、超音波探触子は、超音波と電気信号を相互に変換する振動子を短冊状に配列してなり、その振動子は、超音波送受信感度が印加バイアスの大きさに応じて変化する複数の振動要素と、短冊軸に直交する短軸方向に分割され振動要素に接続する複数の電極とを有して形成されている。

【0054】

そして、複数の電極を一又は隣接する分割部からなる組 S1 ~ SM に分け、各組とバイアス手段 16 との間に複数の保護回路 80 - 1 ~ 80 - M が配設されている。例えば、組 S1 とバイアス手段 16 の間に保護回路 80 - 1 が設けられている。要するに、本実施形態は、各振動要素をブロック単位で保護する点で、各振動要素をセル単位で保護する。なお、M は、短軸方向の組の数に対応する。

【0055】

このような保護回路 80 - 1 ~ 80 - M は、短軸方向の中心部と端部で特性を異ならせて構成されている。例えば、保護回路 80 - 1 ~ 80 - M は、短軸方向の中心から端に向かうにつれて組単位で許容電圧が小さく設定されている。より具体的には、短軸方向の中心部に位置する組に対応する保護回路は、許容電圧が比較的高めの値(例えば 160 V)に設定される。短軸方向の端部に位置する組に対応する保護回路は、許容電圧が比較的低めの値(例えば 140 V)に設定される。

【0056】

本実施形態によれば、短軸方向の中心部に位置する組は強電界にできるし、短軸方向の端に向かうにつれて組単位で弱電界にできる。したがって、中心部に対応する超音波のエネルギーは比較的高めになるし、端に向かうにつれて組単位で超音波のエネルギーは比較的低めになる。これにより、各組で送受される超音波ビームの短軸方向の形状をよりシャープに形成しつつ、各振動要素を過電流から保護できる。

【0057】

また、複数の振動要素を短軸方向に分けた場合を説明したが、図9に示すように、振動子単位で保護回路 90 - 1 ~ 90 - N を配設することもできる。ここで N は、振動子の配列数に対応する数である。

【0058】

また、組 S1 に属する各振動要素の抵抗 R_{cel} は、ウエハ製造工程等に起因して抵抗値がばらつくことがある。したがって、組 S1 に過電圧が印加されると、断線などの障害が生じる振動要素が統計的にばらついて発生する。そこで、そのような統計分布に応じて制御するパラメータを調整すればよい。

【0059】

また、保護回路 80 - 1 ~ 80 - M の複数個が同時に作動した場合でも、組単位又は振動子単位では個別素子の電流が集中して許容値を超える場合がある。そこで、個別セル単位、ブロック単位、振動子単位の保護回路の設置を組み合わせることにより、バイアス電源に生じる過渡現象から各振動要素をより安全に保護できる。

【0060】

また、フレネルリング型のビームフォーカスの場合においても、保護回路 80 - 1 ~ 8

10

20

30

40

50

0 - Mは、リングフォーカスビームの中心部と端部とで電圧の許容値を異ならせて構成できる。また、図9に示すように、振動子単位で保護回路90 - 1 ~ 90 Nを配設する場合も、保護回路90 - 1 ~ 90 - Nの許容電圧については、ビーム中心部から端部に向かうにつれて電圧の許容値を振動子単位で徐々に小さく設定すればよい。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明を適用した第一の実施形態の超音波探触子の構成を示す図である。

【図2】図1の保護回路の第一の実施例を示す図である。

【図3】図1の保護回路の第二の実施例を示す図である。

【図4】図1の保護回路の第二の実施例を示す図である。

【図5】図1の保護回路の第四の実施例を示す図である。

【図6】図1の保護回路の第五の実施例を示す図である。

【図7】本発明を適用した第一の実施形態の超音波探触子と比較するための形態を示した図である。

【図8】本発明を適用した第二の実施形態の超音波探触子の構成を示す図である。

【図9】本発明を適用した第二の実施形態の超音波探触子の他の例を示す図である。

【符号の説明】

【0062】

10 - 1 振動要素

12 a - 1 上部電極

12 b - 1 下部電極

14 保護回路

16 バイアス手段

18 送信手段

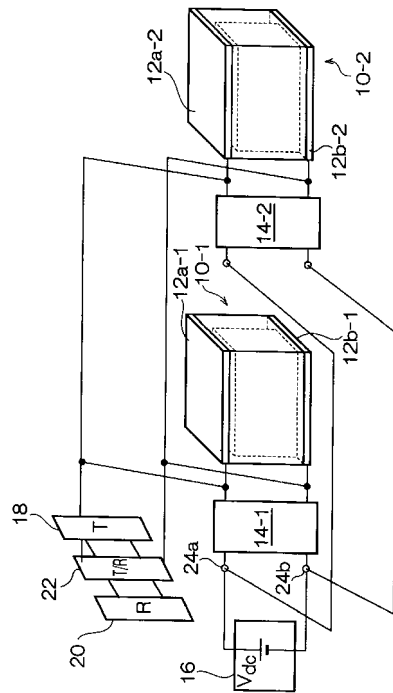
20 受信手段

22 送受分離手段

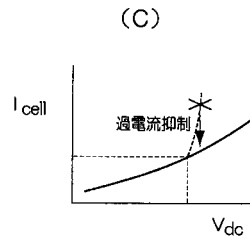
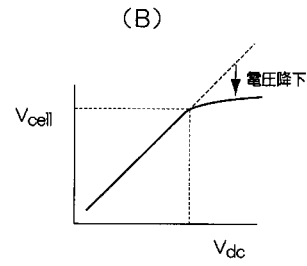
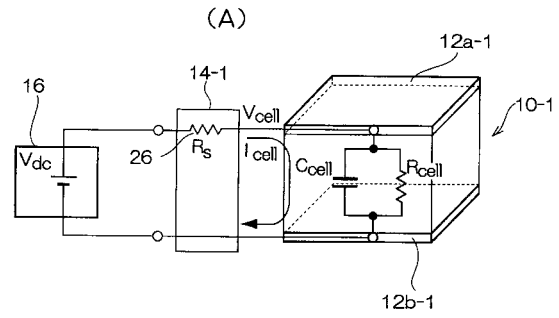
10

20

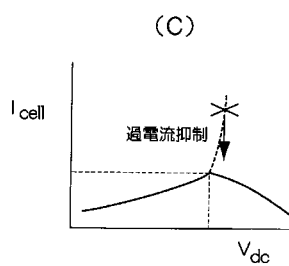
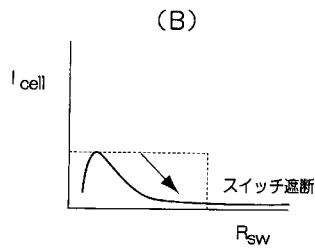
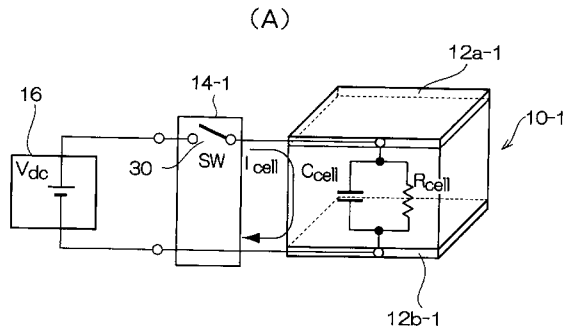
【図 1】



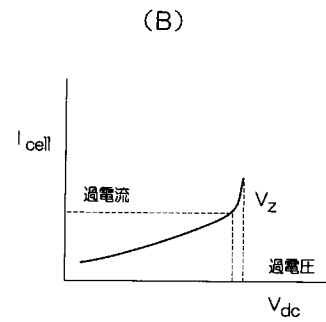
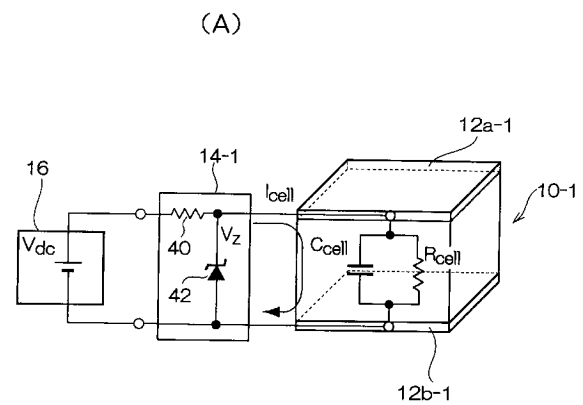
【図 2】



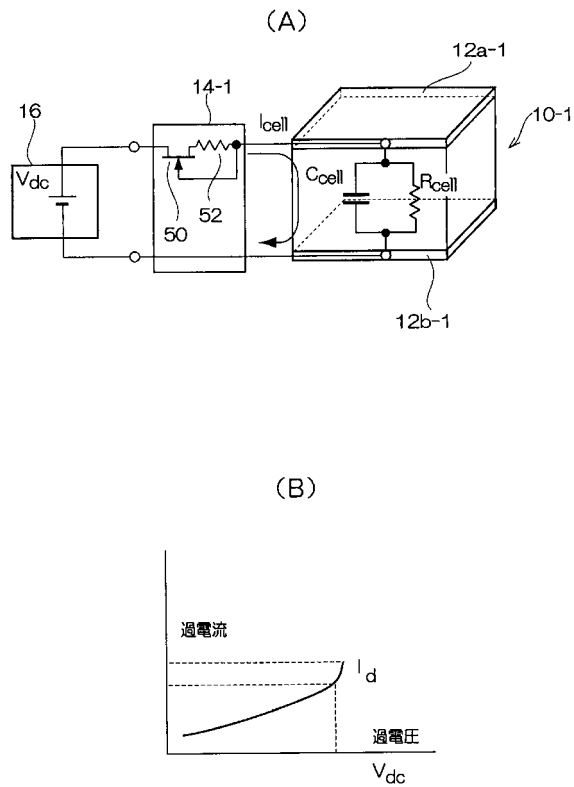
【図 3】



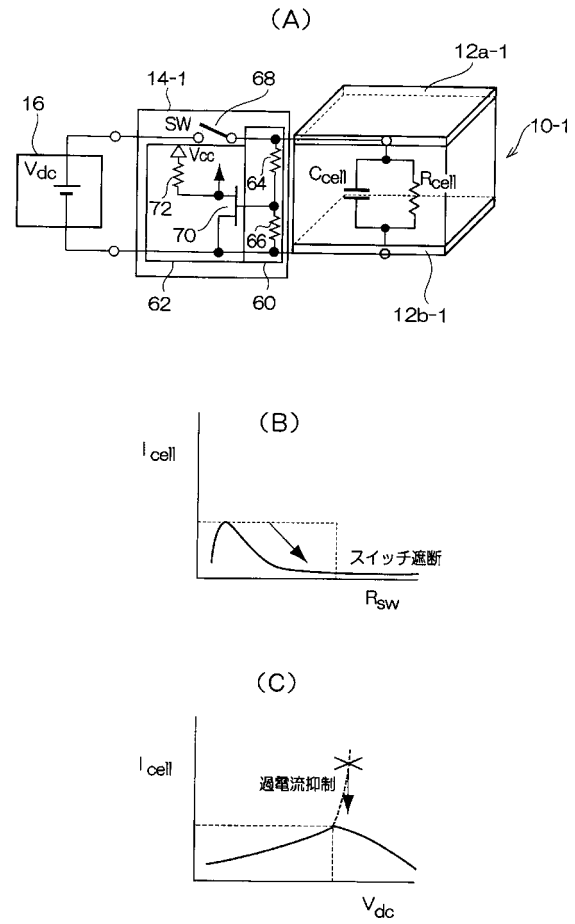
【図 4】



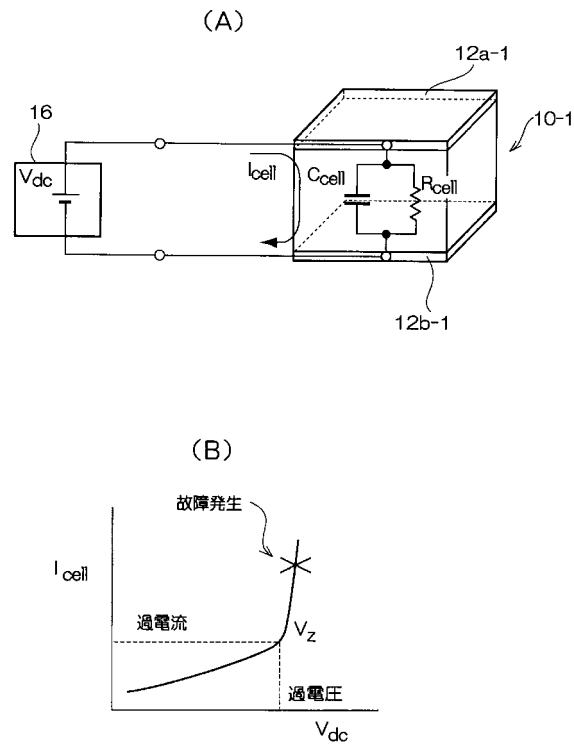
【図 5】



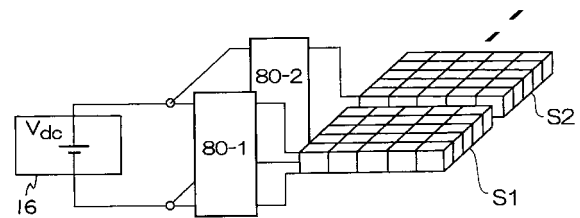
【図 6】



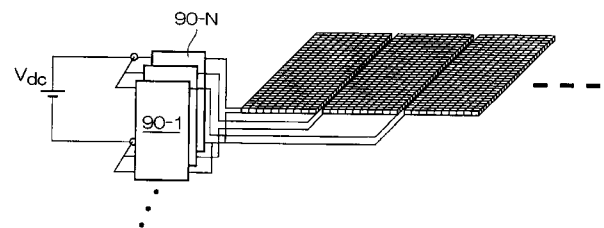
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2005-509466(JP,A)
特開2004-159812(JP,A)
特開平5-23646(JP,A)
特開平1-269080(JP,A)
特開平5-72010(JP,A)
特開平4-26416(JP,A)
特開平2-1247(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00 - 8/15

专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	JP4719525B2	公开(公告)日	2011-07-06
申请号	JP2005214249	申请日	2005-07-25
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メデイコ		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立メデイコ		
[标]发明人	浅房勝徳		
发明人	浅房 勝徳		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE10 4C601/EE16 4C601/GB02 4C601/GB03 4C601/GB14 4C601/GB20 4C601/GB41 4C601/HH01 4C601/HH05 4C601/LL17		
其他公开文献	JP2007029259A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供适合于保护振动元件免受偏置电源中产生的瞬态现象的超声波探头。ŽSOLUTION：超声波探头由排列振动器组成，用于相互转换超声波和电信号。振动器设置有振动元件10-1（例如，cMUT），其中超声波发送和接收灵敏度根据所施加的偏压的大小而改变，并且上电极12a-1和下电极12b-1连接到振动要素10-1。用于阻止超过振动元件10-1的额定电压的过电压的保护电路14-1设置在振动元件10-1和偏置装置16之间。

【 図 1 】

