

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4859647号
(P4859647)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月11日(2011.11.11)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00
G O 1 N 29/24 (2006.01) G O 1 N 29/24

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-326974 (P2006-326974)	(73) 特許権者	000153498
(22) 出願日	平成18年12月4日(2006.12.4)		株式会社日立メディコ
(65) 公開番号	特開2008-136725 (P2008-136725A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成20年6月19日(2008.6.19)	(74) 代理人	100096091
審査請求日	平成21年10月30日(2009.10.30)		弁理士 井上 誠一
		(72) 発明者	七尾 洋章
			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
		(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
		審査官	宮澤 浩

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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一対の電極を備えて、バイアス電源によって前記電極間に印加され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複数有する振動子を備える超音波探触子において、

前記電極と前記バイアス電源との間に設けられるスイッチ素子と、

前記電極間に設けられ、前記電極間に印加されるバイアス電圧を検出し、前記検出されたバイアス電圧の大きさに応じて前記スイッチ素子に駆動信号を出力する電圧検出回路と

を具備することを特徴とする超音波探触子。

10

【請求項2】

前記電圧検出回路は、所定の閾値電圧を検出すると前記スイッチ素子にOFF信号を出力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3】

前記電圧検出回路と前記スイッチ素子との間に設けられ、高圧回路側と低圧回路側とを分離するカップリング回路を具備することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の超音波探触子。

【請求項4】

前記電圧検出回路とは独立して前記スイッチ素子に駆動信号を出力する外部制御装置と

20

前記外部制御装置からの駆動信号と前記電圧検出回路からの駆動信号とを加算処理して前記スイッチ素子に出力する加算器と、
を具備することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれかに記載の超音波探触子。

【請求項 5】

被検体に超音波を送受信する超音波探触子と、前記超音波探触子から出力される超音波受信信号に基づいて超音波画像を構成する画像処理部と、前記超音波画像を表示する表示部と、を備える超音波診断装置において、

前記超音波探触子は請求項 1 から請求項 4 までのいずれかに記載の超音波探触子であることを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 6】

前記スイッチ素子が開放状態になった場合、前記表示部に警告表示を行うことを特徴とする請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、診断画像を撮像する超音波探触子及び超音波診断装置に関する。

【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、振動膜を振動させることにより超音波を発生させる。

20

【0003】

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)。

30

【0004】

cMUTの電極間に印加するDCバイアスの大きさが所定の範囲を超えると、振動膜の弾性力がDCバイアスによるクーロン力を支えきれなくなり不平衡が発止し、電極間に挟み込まれた太鼓状の犠牲層が潰れた状態となる。この状態をCollapse状態といい、このときのDCバイアスの印加電圧値をCollapse電圧(V_{col})という。cMUTの電極間には絶縁膜が設けられ、Collapse状態になってもcMUT自体は破損しない。

【0005】

【特許文献1】特表2004-503312号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、Collapse状態では超音波送波出力が上昇し、被検体に対する超音波出力の規格範囲を超える危険性がある。Collapse状態では、定格超音波送波出力に対して超音波送波出力が約10dB程度上昇する。また、Collapse状態が継続すると、漏れ電流の影響により経時的にCollapse電圧が低下し、Collapse状態に陥りやすくなる。

上記[特許文献1]では、DCバイアスの制御回路が存在するが、保護回路が存在せず、Collapse状態時に被検体に危険が及ぶ可能性があるという問題点がある。

50

【 0 0 0 7 】

本発明は、以上の問題点に鑑みてなされたものであり、被検体に対する超音波の過大出力を防止し、被検体の安全性を向上させることを可能とする超音波探触子及び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】

【 0 0 0 8 】

前述した目的を達成するために第1の発明は、一对の電極を備えて、バイアス電源によって前記電極間に印加され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複数有する振動子を備える超音波探触子において、前記電極と前記バイアス電源との間に設けられるスイッチ素子と、前記電極間に設けられ、前記電極間に印加されるバイアス電圧を検出し、前記検出されたバイアス電圧の大きさに応じて前記スイッチ素子に駆動信号を出力する電圧検出回路と、を具備することを特徴とする超音波探触子である。

10

【 0 0 0 9 】

第1の発明の超音波探触子は、スイッチ素子及び電圧検出回路を備える。スイッチ素子は、振動要素が備える電極とバイアス電源との間に設けられる。電圧検出回路は、振動要素が備える一对の電極間に設けられる。電圧検出回路は、電極間に印加されるバイアス電圧を検出し、検出されたバイアス電圧の大きさに応じてスイッチ素子に駆動信号を出力する。

電圧検出回路は、所定の閾値電圧を検出すると前記スイッチ素子にOFF信号を出力し、スイッチ素子を開放状態(OFF)にさせる。

20

【 0 0 1 0 】

これにより、振動要素の電極間に印加されるDCバイアスの異常を検出すると、スイッチ素子を開放状態(OFF)にすることによりバイアス回路と超音波探触子との電気的接続を遮断することができる。異常発生時等において、被検体に対する超音波の過大出力を防止して被検体の安全性を向上させることができる。

【 0 0 1 1 】

また、電圧検出回路とスイッチ素子との間にカップリング回路を設けてもよい。これにより、高圧回路側と低圧回路側とを分離して低圧回路側を保護することができる。

【 0 0 1 2 】

また、電圧検出回路とは独立してスイッチ素子に駆動信号を出力する外部制御装置と、外部制御装置からの駆動信号と電圧検出回路からの駆動信号とを加算処理してスイッチ素子に出力する加算器と、を設けてもよい。

30

これにより、任意のタイミングで、スイッチ素子を開放状態(OFF)にすることができる。電力消費量を軽減させることができる。

【 0 0 1 3 】

第2の発明は、被検体に超音波を送受信する超音波探触子と、前記超音波探触子から出力される超音波受信信号に基づいて超音波画像を構成する画像処理部と、前記超音波画像を表示する表示部と、を備える超音波診断装置において、前記超音波探触子は第1の発明の超音波探触子であることを特徴とする超音波診断装置である。

【 0 0 1 4 】

第2の発明は、第1の発明の超音波探触子を備える超音波診断装置に関する発明である。

40

また、スイッチ素子が開放状態(OFF)になった場合、表示部に警告表示を行うようにしてもよい。これにより、検者は、表示部の画面表示によって異常発生を確認して復旧作業を行うことができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、被検体に対する超音波の過大出力を防止し、被検体の安全性を向上させることを可能とする超音波探触子及び超音波診断装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0016】

以下添付図面を参照しながら、本発明に係る超音波探触子及び超音波診断装置の好適な実施形態について詳細に説明する。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。

【0017】

(1. 超音波診断装置の構成)

最初に、図1を参照しながら、超音波診断装置1の構成について説明する。

図1は、超音波診断装置1の構成図である。

超音波診断装置1は、超音波探触子2と本体4とがケーブル14を介して接続されて構成される。本体4は、送信回路5、バイアス回路6、受信回路7、画像処理部8、表示部9、送受分離回路10、制御部11、操作部12、保護回路13から構成される。

10

【0018】

超音波探触子2は、被検体に接触させて被検体との間で超音波を送受波する装置である。超音波探触子2から超音波が被検体に射出され、被検体から発生した反射エコー信号が超音波探触子2により受波される。超音波探触子2は、複数の振動要素3からなる振動子を備える。振動要素3は、例えば、cMUTセルである。

【0019】

送信回路5及びバイアス回路6は、超音波探触子2に駆動信号及びDCバイアスを供給する回路である。

20

受信回路7は、超音波探触子2から出力される反射エコー信号を受信する回路である。受信回路7は、さらに、受信した反射エコー信号に対してアナログデジタル変換等の処理を行う。

画像処理部8は、整相加算された反射エコー信号に基づいて診断画像(例えば、断層像や血流像)を構成する装置である。

表示部9は、画像処理された診断画像を表示する表示装置である。

【0020】

送受分離回路10は、超音波送信信号と超音波受信信号とを分離する回路である。

制御部11は、上述した各構成要素を制御する装置である。

操作部12は、制御部11に指示を与える装置である。操作部12は、例えば、トラックボールやキーボードやマウス等の入力機器である。

30

【0021】

保護回路13は、超音波探触子2に過大なDCバイアスが印加されないようにして、被検体を保護するための回路である。尚、図1では、保護回路13を本体4側に設けるものとして図示したが、保護回路13の一部を超音波探触子2側に設けてもよい。尚、保護回路13の詳細については、後述する。

【0022】

(2. 第1の実施形態)

次に、図2及び図3を参照しながら、第1の実施形態について説明する。

【0023】

(2-1. 保護回路13の構成)

図2は、第1の実施形態に係る超音波診断装置1の保護回路13の構成図である。

保護回路13は、送受分離回路10と超音波探触子2の振動要素3との間に設けられる。振動要素3の等価回路は、コンデンサ27(Ccell)と、抵抗28(Rcell)を並列に接続したモデルで表される。保護回路13は、スイッチ素子31及び抵抗32及び抵抗33及び電圧検出回路34及びカップリング回路35等から構成される。

40

【0024】

図2では、スイッチ素子31は、本体4側に設けられ、抵抗32及び抵抗33及び電圧検出回路34及びカップリング回路35は、超音波探触子2側に設けられる。尚、送信回路5は、コンデンサ22及びACパルス信号源23を備える。受信回路7は、受信増幅器

50

24 (プリアンプ)を備える。バイアス回路6は、バイアス電源であるDC電源21を備える。

【0025】

スイッチ素子31は、バイアス回路6のDC電源21と振動要素3の電極25または電極26との間に直列に配置される。通常、スイッチ素子31は、閉鎖状態(ON)である。スイッチ素子31は、例えば、漏れ電流の少ないFET(電界効果トランジスタ)等からなる半導体スイッチ、制御が容易である静電リレーや電磁リレー等のマイクロリレーやメカリレーである。

【0026】

抵抗32及び抵抗33は、電極25及び電極26と並列に配置される。抵抗32は高抵抗であることが望ましい。抵抗32の抵抗値は、例えば、数Mである。これにより、異常発生時における大電流の流入を防止することができる。また、受信回路7の受信増幅器24の高入力インピーダンス性を確保することができる。

10

電圧検出回路34は、検出した電圧に応じて所定の信号を出力する回路である。電圧検出回路34は、IC(集積回路)やトランジスタやダイオードや抵抗等から構成される。電圧検出回路34は、コンパレータ等の比較器を用いることにより電圧検出を行うことができる。電圧検出回路34の入力側は、抵抗32と抵抗33との接続点に接続される。

カップリング回路35は、電圧検出回路34の出力側に接続される。カップリング回路35は、例えば、フォトカプラである。カップリング回路35は、高圧回路側と低圧回路側とを分離して低圧回路側を保護する。

20

【0027】

(2-2.保護回路13の動作)

図3は、DCバイアス電圧と超音波出力との関係を示す特性図である。

グラフ42は、DCバイアス電圧(V_{dc})が閾値電圧41(V_{th})未満の場合の超音波出力(P)を示す。グラフ42の範囲内では、DCバイアス電圧(V_{dc})を制御することにより超音波出力を制御することが可能である。

グラフ43は、DCバイアス電圧(V_{dc})が閾値電圧41(V_{th})以上の場合の超音波出力(P)を示す。グラフ42の範囲外では、超音波出力が急激に変化するので、DCバイアス電圧(V_{dc})を制御することにより超音波出力を制御することが困難である。

30

【0028】

超音波診断装置1が正常状態であり、DCバイアス電圧(V_{dc})が閾値電圧41(V_{th})未満である場合、スイッチ素子2は閉鎖状態(ON)である。

一方、超音波診断装置1に異常が発生し、DCバイアス電圧(V_{dc})が閾値電圧41(V_{th})に達すると、この閾値電圧到達が電圧検出回路34によって検出される。電圧検出回路34は、カップリング回路35を介してOFF信号をスイッチ素子31に出力し、スイッチ素子31を開放状態(OFF)にさせる。

【0029】

(2-3.)

以上説明したように、第1の実施形態では、超音波診断装置は、振動要素3の電極間に印加されるDCバイアスの異常を検出すると、スイッチ素子を開放状態(OFF)にすることによりバイアス回路と超音波探触子2との電氣的接続を遮断する。従って、異常発生時等において、被検体に対する超音波の過大出力を防止して被検体の安全性を向上させることができる。また、保護回路は、少なくともスイッチ素子及び電圧検出回路を備えればよく、回路規模や費用負担を抑制することができる。

40

【0030】

尚、閾値電圧41(V_{th})は、安全余裕を考慮してCollapse電圧より十分小さい電圧とすることが望ましい。例えば、Collapse電圧が100Vである場合には、閾値電圧41(V_{th})を80~90V程度とする。

【0031】

50

(3 . 第 2 の実施形態)

次に、図 4 を参照しながら、第 2 の実施形態について説明する。

図 4 は、第 2 の実施形態に係る超音波診断装置 1 a の保護回路 1 3 a の構成図である。

【 0 0 3 2 】

第 1 の実施形態では、保護回路 1 3 は、1 つの振動要素 3 の D C バイアスを制御するものとして説明したが、第 2 の実施形態では、保護回路 1 3 a は、複数の振動要素 3 の D C バイアスをまとめて制御する。

【 0 0 3 3 】

超音波探触子 2 を構成する複数の振動要素 3 - 1、3 - 2、... の電極 2 5 - 1、2 5 - 2、... 及び電極 2 6 - 1、2 6 - 2、... は、それぞれ、並列に接続された上で抵抗 3 2 及び抵抗 3 3 に接続される。

10

【 0 0 3 4 】

このように、第 2 の実施形態では、1 つの保護回路により複数の振動要素の D C バイアスを制御することができる。従って、振動要素毎に保護回路を設ける場合と比較して回路規模を小さくすることができる。

例えば、1 6 個の保護回路を設け、各保護回路がそれぞれ 8 個の振動要素の D C バイアスを制御することにより、全体として 1 2 8 個の振動要素の D C バイアスを制御することができる。

【 0 0 3 5 】

(4 . 第 3 の実施形態)

次に、図 5 を参照しながら、第 3 の実施形態について説明する。

図 5 は、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置 1 b の保護回路 1 3 b の構成図である。

【 0 0 3 6 】

第 1 の実施形態では、スイッチ素子 3 1 は、電圧検出回路 3 4 から出力される信号に基づいて駆動されるものとして説明したが、第 3 の実施形態では、外部制御装置 3 7 からスイッチ素子 3 1 を駆動させることもできる。

【 0 0 3 7 】

保護回路 1 3 b は、スイッチ素子 3 1、抵抗 3 2、抵抗 3 3、電圧検出回路 3 4、カップリング回路 3 5 に加え、加算器 3 6 及び外部制御装置 3 7 が設けられる。

加算器 3 6 は、カップリング回路 3 5 と外部制御装置 3 7 との接続点に設けられる。加算器 3 6 には、電圧検出回路 3 4 からの出力信号と外部制御装置 3 7 からの出力信号とが入力される。加算器 3 6 は、電圧検出回路 3 4 からの出力信号と外部制御装置 3 7 からの出力信号との加算処理を行い、スイッチ素子 3 1 に対して駆動信号を出力する。尚、加算器 3 6 は、電圧検出回路 3 4 または外部制御装置 3 7 の少なくともいずれかからの出力信号が開放状態 (O F F) を示す駆動信号である場合、スイッチ素子 3 1 に O F F 信号を出力して開放状態 (O F F) にさせる。

30

【 0 0 3 8 】

このように、第 3 の実施形態では、第 1 の実施形態と同様に、異常発生時には電圧検出回路 3 4 からの出力信号に基づいてスイッチ素子 3 1 を開放状態 (O F F) にすることにより、被検体に対する超音波の過大出力を防止して被検体の安全性を向上させることができる。

40

また、外部制御装置 3 7 を用いることにより任意のタイミングで、スイッチ素子 3 1 を開放状態 (O F F) にすることができる。例えば、無操作状態で所定時間経過した場合、外部制御装置 3 7 から O F F 信号を出力して、スイッチ素子 3 1 を開放状態 (O F F) にさせることができる。これにより、電力消費量を軽減させることができる。

尚、外部制御装置 3 7 は、スイッチ素子 3 1 に対する駆動信号を出力可能な装置であればよい。外部制御装置 3 7 としては、例えば、各機能を実現するプログラムが書き込まれたワンチップマイクロコンピュータ等を用いることができる。

【 0 0 3 9 】

(5 . 画面表示)

50

次に、図 6 を参照しながら、超音波診断装置 1 における画面表示について説明する。

図 6 は、超音波診断装置 1 の表示部 9 における画面表示を示す図である。図 6 (a) は正常時の画面 5 1 を示し、図 6 (b) は異常発生時の画面 5 5 を示す。

【 0 0 4 0 】

D C バイアス電圧が閾値電圧未満であり正常状態である場合には、超音波診断装置 1 は、画面 5 1 に超音波画像 5 2 を表示する。一方、D C バイアス電圧が閾値電圧に到達し、保護回路 1 3 が作動してスイッチ素子 3 1 が開放状態 (O F F) となった場合には、画面 5 5 にメッセージ 5 6 を表示する。メッセージ 5 6 は、例えば、異常発生を警告するメッセージや電源断を通知するメッセージや電源再投入を指示するメッセージである。

【 0 0 4 1 】

これにより、検者は、表示部 9 の画面表示によって、異常発生を確認して復旧作業を行うことができる。

【 0 0 4 2 】

以上、添付図面を参照しながら、本発明に係る超音波探触子及び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。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 3 】

【 図 1 】 超音波診断装置 1 の構成図

【 図 2 】 第 1 の実施形態に係る保護回路 1 3 の構成図

【 図 3 】 D C バイアス電圧と超音波出力との関係を示す特性図

【 図 4 】 第 2 の実施形態に係る保護回路 1 3 a の構成図

【 図 5 】 第 3 の実施形態に係る保護回路 1 3 b の構成図

【 図 6 】 超音波診断装置 1 の表示部 9 における画面表示を示す図

【 符号の説明 】

【 0 0 4 4 】

1、1 a、1 b …… 超音波診断装置

2 …… 超音波探触子

3 …… 振動要素

4 …… 本体

5 …… 送信回路

6 …… バイアス回路

7 …… 受信回路

8 …… 画像処理部

9 …… 表示部

1 0 …… 送受分離回路

1 1 …… 制御部

1 2 …… 操作部

1 3、1 3 a、1 3 b …… 保護回路

1 4 …… ケーブル

2 1 …… D C 電源

2 2 …… コンデンサ

2 3 …… A C パルス信号源

2 4 …… 受信増幅器 (プリアンプ)

2 5、2 6 …… 電極

3 1 …… スイッチ素子

3 2、3 2 …… 抵抗

3 4 …… 電圧検出回路

10

20

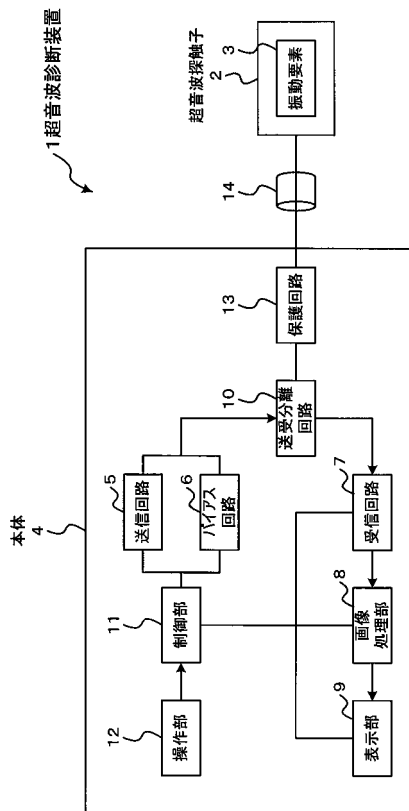
30

40

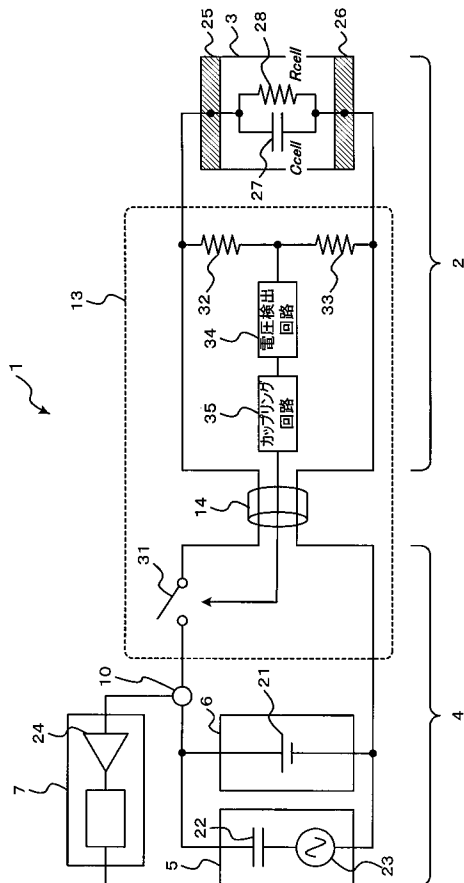
50

- 3 5 カップリング回路
- 3 6 加算器
- 3 7 外部制御装置
- 4 1 閾値電圧
- 5 1、5 5 画面
- 5 2 超音波画像
- 5 6 メッセージ

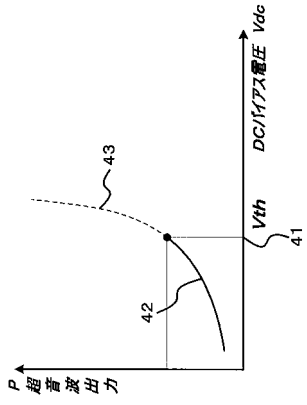
【 図 1 】



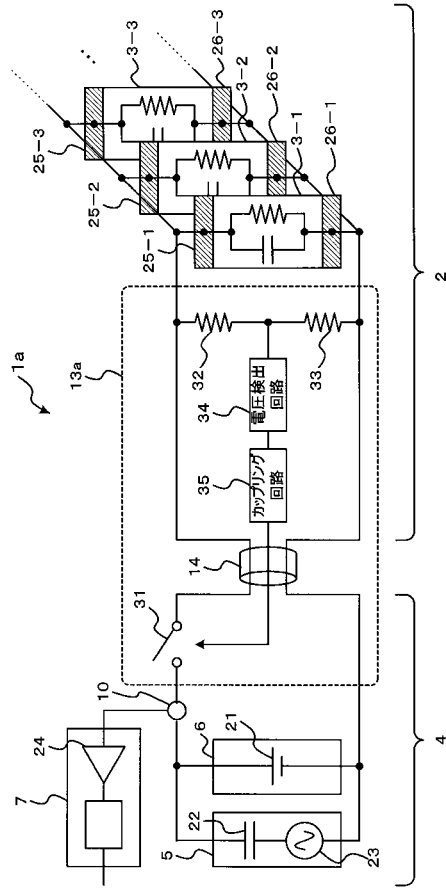
【 図 2 】



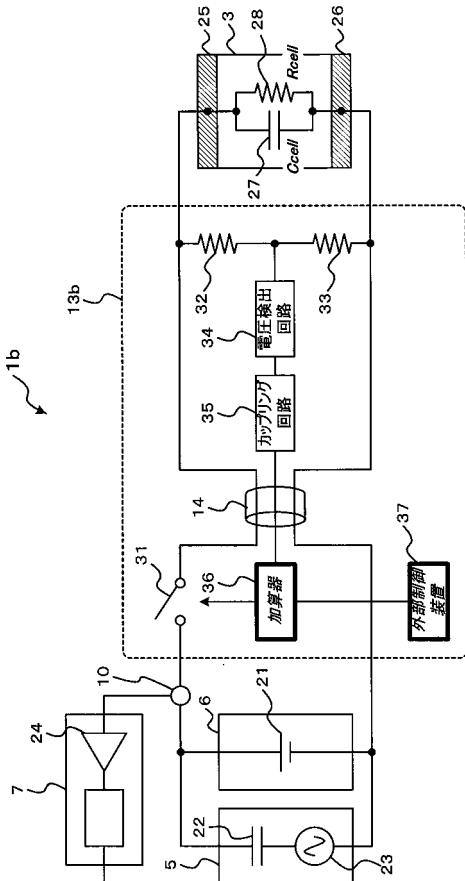
【図3】



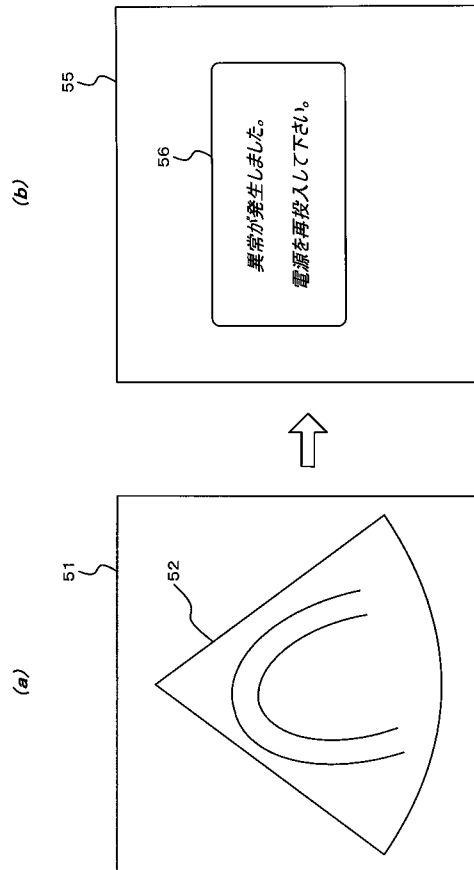
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 7 - 1 5 5 3 2 9 (J P , A)
特開平 9 - 5 2 7 (J P , A)
特表 2 0 0 2 - 5 3 0 1 4 5 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 4 3 3 1 5 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 9 2 5 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B 8 / 0 0

G 0 1 N 2 9 / 2 4

专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	JP4859647B2	公开(公告)日	2012-01-25
申请号	JP2006326974	申请日	2006-12-04
[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	七尾洋章 浅房勝徳		
发明人	七尾 洋章 浅房 勝徳		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA19 2G047/GF06 2G047/GG28 2G047/GG33 4C601/EE10 4C601/EE16 4C601/GB04 4C601/HH04 4C601/JB36 4C601/JB40		
代理人(译)	井上清一		
审查员(译)	宫泽浩		
其他公开文献	JP2008136725A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供超声波探头和超声波诊断系统，防止超声波输出到受试者，以提高受试者的安全性。ZSOLUTION：保护电路13由开关装置31，电阻器32和33，电压检测电路34，耦合电路35等组成。如果超声诊断系统1正常且其DC偏置电压低于阈值值，开关装置31闭合（ON）。如果系统1异常并且其DC偏置电压已达到阈值，则电压检测电路34通过耦合电路35输出OFF信号以释放开关装置31（OFF）。在释放开关装置31时，关闭偏置电路6和超声波探头2之间的电连接。这将防止在发生异常时向对象输出过量的超声波并提高对象的安全性。Z

【图2】

