

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年10月20日(20.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/129326 A1

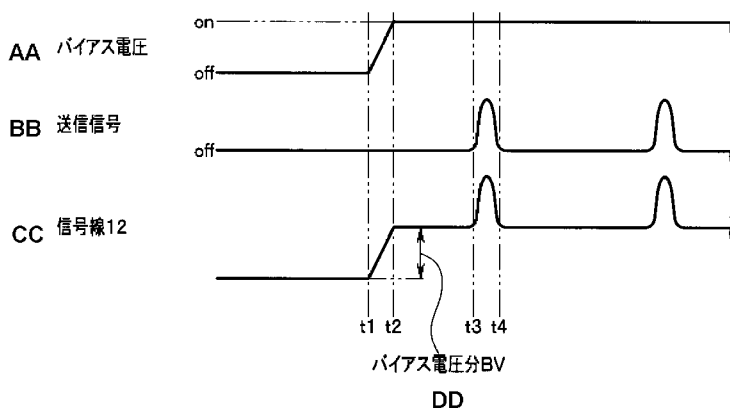
- (51) 国際特許分類:
A61B 8/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/059080
- (22) 国際出願日: 2011年4月12日(12.04.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-091672 2010年4月12日(12.04.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリンパスメディカルシステムズ株式会社 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 奥野 喜之 (OKUNO Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目4番2号オリンパスメディカルシステムズ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊藤 進(ITO H Susumu); 〒1600023 東京都新宿区西新宿七丁目4番4号 武蔵ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONIC DIAGNOSTIC DEVICE

(54) 発明の名称: 超音波診断装置

[図3]



- AA Bypass voltage
- BB Transmission signal
- CC Signal line 12
- DD Bypass voltage component (BV)

(57) Abstract: Disclosed is an ultrasonic diagnostic device (1) which can be connected to an ultrasonic probe (2X) having a c-MUT element (2), the sensitivity of which can be controlled in correspondence with the bias voltage applied. The ultrasonic diagnostic device (1) has a DC bias output unit (5), a transmission signal output unit (7), an operation unit (11), and a control unit (10). The control unit (10) controls the DC bias output unit (5) and the transmission signal output unit (7) so that when a command signal which commands transmission initiation is input from the operation unit (11), an ultrasonic transmission signal is output after the application of a bias voltage, and when a command signal which commands transmission cessation is input from the operation unit (11), the application of the bias voltage is stopped after the output of the ultrasonic transmission signal is stopped.

(57) 要約: 本発明の超音波診断装置1は、印加するバイアス電圧に応じて感度の制御が可能な

c-MUT素子2を有する超音波プローブ2Xを接続可能なもので、DCバイアス出力部5と、送信信号出力部7と、操作部11と、制御部10とを有する。そして、前記制御部10は、前記操作部11から送信開始を指示する指示信号が入力された場合、前記バイアス電圧を印加した後、超音波送信信号を出力し、前記操作部11から送信停止を指示する指示信号が入力された場合、前記超音波送信信号の出力を停止してから、前記バイアス電圧の印加を停止するように前記DCバイアス出力部5と前記送信信号出力部7とを制御する。



WO 2011/129326 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：超音波診断装置

技術分野

[0001] 本発明は、静電容量型超音波振動子を有する超音波プローブを接続可能な超音波診断装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、超音波振動子では、電気信号を超音波に変換させる圧電素子としてセラミック圧電材PZT（ジルコン酸チタン酸鉛）が使用されてきたが、シリコンマイクロマシーニング技術を用いてシリコン半導体基板を加工した静電容量型超音波振動子（Capacitive Micro-Machined Ultrasonic Transducer（以下、c-MUT素子と称す））が注目を集めている。

[0003] このc-MUT素子は、シリコン基板上に平面状の第1の電極を設けるとともに、この第1の電極に対向するように所定の空洞（キャビティ）を隔てて平面状の第2の電極を設けて構成されている。

[0004] 前記c-MUT素子を有する超音波プローブを用いて超音波診断画像を生成する超音波診断装置においては、前記c-MUT素子は、前記2つの電極間にバイアス電圧を印加しつつ、一方の電極に駆動信号を印加することで、空洞上部の膜（第2の電極を構成するメンブレン）をゆらせて超音波を送信し、帰ってきたエコー信号を、前記空洞上部の膜で検出するようにして超音波の送受信を行っている。

[0005] つまり、前記c-MUT素子は、超音波を発生するためのRF信号である駆動信号だけでなくバイアス電圧が送信時、受信時ともに必要とされている。そのため、前記c-MUT素子は、印加するバイアスレベルを変化させることで感度を制御できる。

[0006] しかしながら、c-MUT素子への過度のバイアス電圧の印加は、該c-MUT素子において短絡状態を引き起こし、結果として過電流状態となりc-MUT素子の破損につながってしまう。

- [0007] このような、過度のバイアス電圧の印加によるc-MUT素子の破損を防ぐために、過電圧検出手段をc-MUT素子側の電極とバイアス電源との間に設け、該過電圧検出手段により過度のバイアス電圧の印加を検出したときにはバイアス電圧の印加を停止するようにしている（例えば、特開2007-29259号公報参照）。
- [0008] また、c-MUT素子の電極間に印加するバイアス電圧の大きさが所定の範囲を超えると、電極間に挟み込まれた太鼓状の犠牲層が潰れた状態、すなわち、Collapse状態となる。このCollapse状態時に、被検体に超音波の過大出力を防止するために、DCバイアス電圧を検出し、検出されたDCバイアス電圧が閾値を超えると、スイッチによって、DCバイアス回路と超音波振動子との電氣的接続を遮断するように構成した保護回路を有する超音波振動子及び超音波診断装置がある（例えば、特開2008-136725号公報参照）。
- [0009] また、他の従来技術としては、例えば、国際公開第2005/120130号に示すように、送信時に、着脱式超音波プローブの超音波振動子に、RF信号、つまり駆動信号をDCバイアス発生回路から出力されるDCバイアス電圧に重畳する超音波プローブ装置がある。
- [0010] しかしながら、特開2007-29259号公報及び特開2008-136725号公報の従来技術では、c-MUT素子に、バイアス電圧を印加しない状態で、正負の両極性の駆動信号を送信した場合、過電圧検出手段及び保護回路等の保護手段を設けているにも拘わらず、c-MUT素子が破損してしまう虞れがある。
- [0011] また、国際公開第2005/120130号に記載の超音波プローブにおいても、このような問題が生じてしまう虞れがある。
- [0012] そこで、本発明は前記問題点に鑑みてなされたもので、c-MUT素子の破損を防止することができる超音波診断装置を提供することを目的とする。

発明の開示

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の超音波診断装置は、印加するバイアス電圧に応じて感度の制御が可能な静電容量型超音波振動子を有する超音波プローブを接続可能な超音波診断装置において、前記静電容量型超音波振動子に印加する前記バイアス電圧を可変可能なバイアス電圧出力部と、前記静電容量型超音波振動子に超音波送信信号を出力する送信信号出力部と、前記バイアス電圧出力部と前記送信信号出力部とを含む前記超音波診断装置を指示する指示信号を出力する操作部と、前記操作部からの指示信号に基づいて、前記バイアス電圧及び前記送信信号の出力タイミングを制御するもので、前記バイアス電圧を出力してから前記超音波信号を出力し、或いは前記超音波信号の出力を停止してから前記バイアス電圧の出力を停止するように前記バイアス電圧出力部と前記送信信号出力部とを制御する制御部と、を具備したことを特徴とする。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の第1の実施の形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図。
- [図2]図1の制御部の制御例を示すフローチャート。
- [図3]第1の実施の形態に係る超音波診断装置の作用を説明するためのタイムチャート。
- [図4]第1の実施の形態に係る超音波診断装置の作用を説明するためのタイムチャート。
- [図5]本発明の第2の実施の形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図。
- [図6]第2の実施の形態に係る超音波診断装置の電源起動時以降のバイアス電圧と送信信号の変化を示すタイムチャート。
- [図7]第2の実施の形態に係る超音波診断装置のフリーズ要求があった場合のバイアス電圧と送信信号の変化を示すタイムチャート。
- [図8]本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図。
- [図9]図8の制御部の制御例を示すフローチャート。

発明を実施するための最良の形態

- [0015] 以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について詳細に説明する。
- [0016] (第1の実施の形態)
- 図1から図4は本発明の第1の実施の形態に係り、図1は本実施の形態の超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。
- [0017] 図1に示す本実施の形態に係る超音波診断装置1は、静電容量型超音波振動子(c-MUT素子)2を有する超音波プローブ2Xと、この超音波プローブ2Xが接続可能であり、前記c-MUT素子2を駆動するとともにこのc-MUT素子2により得られたエコー信号の受信処理を行う超音波観測装置3と、この超音波観測装置3から出力される超音波画像データが入力されることにより、c-MUT素子2により超音波ビームで走査した被検体の超音波断層像を表示するモニタ4とを有して構成される。
- [0018] 前記超音波プローブ2Xのc-MUT素子2は、シリコン基板2A上に平面状の第1の電極2Bを設けるとともに、この第1の電極2Bに対向するように、所定の空洞(キャビティ)2Cを隔てて平面状の第2の電極2Dを設けて構成されている。なお、図示はしないが、前記第2の電極2Dは、超音波を送信するとともにエコー信号を検出するためのメンブレンを有して構成されている。
- [0019] そして、図1に示す構成では、前記c-MUT素子2の一方の第1の電極2Bに、前記超音波観測装置3からのDCバイアス電圧(以下、単にバイアス電圧と称す)とRF信号の駆動信号である送信信号とが印加されるようになっていてる。
- [0020] つまり、前記第1の電極2Bは、信号線12によって前記超音波観測装置3の接続端子3aに接続されている。また、前記第2の電極2Dは、接地している。なお、少なくとも前記c-MUT素子2及び信号線12は、図示はしないが前記超音波プローブ2Xの、湾曲部及び可撓管部を有する挿入部内に設けられている。
- [0021] 超音波観測装置3は、前記接続端子3aと、DCバイアス出力部5と、バ

イアス成分カット用コンデンサ6と、送信信号出力部7と、受信信号用アンプ8と、受信信号処理部9と、制御部10と、操作部11と、を有して構成されている。

[0022] 前記超音波観測装置3の内部において、前記接続端子3aは、信号線13を介してDCバイアス出力部5と、バイアス成分カット用コンデンサ6を介して送信信号出力部7とに接続される。

[0023] DCバイアス出力部5は、前記c-MUT素子2の駆動に必要なバイアス電圧を生成し、この生成したバイアス電圧を、信号線13、接続端子3a、信号線12を介してc-MUT素子2の第1の電極2Bに出力する。このDCバイアス出力部5は、c-MUT素子2に印加する前記バイアス電圧を可変可能に構成される。なお、DCバイアス出力部5の他端は接地している。

[0024] また、送信信号出力部7は、前記c-MUT素子2の駆動に必要なRF信号、つまり駆動信号である送信信号を生成し、この生成した送信信号を、信号線13、接続端子3a、信号線12を介してc-MUT素子2の第1の電極2Bに出力する。なお、送信信号出力部7の他端は接地している。

従って、図1に示す構成では、c-MUT素子2の第1の電極2Bに、バイアス電圧と送信信号とが印加されるようになっており、またこの場合、バイアス電圧が送信信号に重畳された形で印加されるようになっている。

[0025] また、前記バイアス成分カット用コンデンサ6と送信信号出力部7との間の信号線13の midpoint は、該信号線13により、受信信号用アンプ8を介して受信信号処理部9に接続される。

[0026] バイアス成分カット用コンデンサ6は、前記DCバイアス出力部5と前記送信信号出力部7との間に設けられている。そして、このバイアス成分カット用コンデンサ6は、バイアス電圧のDC成分が前記送信信号出力部7及び受信信号処理部9を含む送受信回路系に侵入しないようにする。

[0027] バイアス電圧及び送信信号の印加によるc-MUT素子2の駆動によって得られた受信信号（エコー信号）は、バイアス成分カット用コンデンサ6を通り、受信信号用アンプ8によって増幅された後、受信信号処理部9に入力さ

れる。

[0028] 受信信号処理部 9 は、入力された受信信号に信号処理を施して超音波画像データを生成し、生成した超音波データを出力端子 3 b に出力する。この出力端子 3 b には、信号線 1 4 を介してモニタ 4 が接続されており、出力端子 3 b に出力された超音波画像データは、該モニタ 4 によって表示される。

[0029] また、前記制御部 1 0 には、操作部 1 1 が接続される。この操作部 1 1 は、例えば、フリーズ解除キーやフリーズキー、送信開始／送信停止キーを含む各種操作キーを有して構成される。そしてこの操作部 1 1 は、この操作部 1 1 の各種操作キーによる操作により生成された操作信号である指示信号が供給される。例えば、操作部 1 1 は、フリーズ解除又はフリーズ開始を指示する指示信号、送信開始を指示する指示信号、及び送信停止を指示する指示信号等を前記制御部 1 0 に出力する。

[0030] 前記制御部 1 0 は、この供給された指示信号に基づき、前記 DC バイアス出力部 5 と、前記送信信号出力部 7 と、前記受信信号処理部 9 とを制御が可能である。つまり、制御部 1 0 は、c-MUT 素子 2 に印加するバイアス電圧及び送信信号の出力（送信）タイミングと、該 c-MUT 素子 2 により得られた受信信号の処理のタイミングとを制御する。

[0031] 次に、本実施の形態の超音波診断装置の作用について図 2 から図 4 を用いて説明する。

[0032] 本実施の形態の超音波診断装置 1 では、前記制御部 1 0 は、前記操作部 1 1 から送信開始を指示する指示信号が入力された場合、バイアス電圧を出力した後、送信信号を出力し、前記操作部 1 1 から送信停止を指示する指示信号が入力された場合、前記送信信号の出力を停止してから、前記バイアス電圧の出力を停止するように前記 DC バイアス出力部 5 及び前記送信信号出力部 7 を制御する。

[0033] また、前記制御部 1 0 は、超音波診断装置 1 の電源投入時に、前記バイアス電圧を印加しないように前記 DC バイアス出力部 5 を制御する。

[0034] このような制御部 1 0 の装置起動時からの具体的な制御例を示すフローチ

ャートを図2に示す。

- [0035] いま、本実施の形態の超音波診断装置を用いて被検体の診断・診察を行うために図示しない電源スイッチをオンして電源を投入したとする。
- [0036] すると、該超音波診断装置1の制御部10は、電源起動後、制御部10により図示しないメモリから図2に示す処理を行うためのプログラムを読み出して実行し、同時にフリーズモードを実行するように制御する。
- [0037] このとき、超音波観測装置3は、電源起動後、フリーズモードが実行されるので、DCバイアス出力部5からのバイアス電圧がc-MUT素子2に供給されない状態となる。すなわち、制御部10は、前記超音波診断装置1の電源投入時に、バイアス電圧をc-MUT素子2に印加しないようにDCバイアス出力部5を制御する。
- [0038] そして、制御部10は、図2に示す処理を行うためのプログラムを実行すると、ステップS1の判断処理にて、操作部11から供給される指示信号に基づき、該操作部11のフリーズ解除キーの操作（或いはフリーズキーの操作であっても良い）によってフリーズモードが解除されたか否かを判断する。
- [0039] 操作部11の操作によってフリーズモード解除が指示された場合、制御部10は、続くステップS2でc-MUT素子2が接続されていることを確認した後、ステップS3の処理でc-MUT素子2にバイアス電圧を出力するようにDCバイアス出力部5を制御し、その後、ステップS4の処理で、送信信号を出力するように送信信号出力部7を制御する。
- [0040] なお、前記ステップS2のc-MUT素子2の接続の有無の判断は、例えば、c-MUT素子2に流れる電流値を検出し、検出結果に基づき接続の有無を判断する、または、c-MUT素子2を超音波プローブ形状に組み付け、このプローブに装置と接続するコネクタピンを設け、このピンのオープン/ショート状態により接続の有無を判断するような公知の技術等を用いて行えば良い。
- [0041] このような電源起動時以降のバイアス電圧、送信信号の変化を図3に示す

。なお、図3において、図3に示すバイアス電圧はDCバイアス出力部5の出力であるバイアス電圧を示し、図3に示す送信信号は送信信号出力部7の出力である送信信号を示し、図3に示す信号線12はc-MUT素子2に接続した信号線12を介して印加する重畳信号を示している。

[0042] 図3に示すように、例えば時刻 t_1 にてフリーズ解除がなされたとすると、制御部10により、DCバイアス出力部5がオンされる。すると、このDCバイアス出力部5は、図3のバイアス電圧に示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間で、徐々にバイアス電圧値を上昇させ、時刻 t_2 にて予め設定された所定値となるようにバイアス電圧を出力する。

[0043] この時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間において、c-MUT素子2の第1の電極2Bに接続される信号線12を介して印加される信号のレベル変化は、図3の信号線12に示すように、ゼロのラインから、前記バイアス電圧の上昇分（図3のバイアス電圧参照）と同じ電圧分上昇したバイアス電圧分BVまで上昇する。

[0044] その後、前記ステップS4により送信信号を出力する場合、送信信号出力部7は、図3の送信信号に示すように、時刻 t_3 にて立ち上がり、時刻 t_4 にて立ち下がるようなタイミングで送信信号を出力する。

[0045] すると、このようなタイミングで送信信号を出力すると、前記信号線12には、図3の信号線12に示すように、時刻 t_3 と時刻 t_4 との間でバイアス電圧分BVに前記送信信号を重畳した形の送信信号が出力される。

[0046] 以降、このような図3の信号線12に示す送信信号が信号線12を介してc-MUT素子2に出力することにより、該c-MUT素子2は第2の電極2Dのメンブレンにより超音波を発生し、そして帰ってきたエコー信号を前記第2の電極2Dのメンブレンにより検出し、前記超音波観測装置3へと出力する。これにより、入力された受信信号であるエコー信号は、超音波観測装置3の受信信号処理部9によって処理されることにより超音波画像データに変換され、その後モニタ4によって表示される。

[0047] 再び、図2に戻り、制御部10は、前記ステップS4の処理での送信信号

の出力の継続中に、続くステップS 5による判断処理を行う。このステップS 5の判断処理では、操作部11から供給される指示信号に基づき、該操作部11のフリーズキーの操作によってフリーズモード実行の要求があったか否かを判断する。

[0048] 操作部11の操作によってフリーズモード実行の要求の指示があった場合、制御部10は、続くステップS 6で送信信号の出力を停止するように送信信号出力部7を制御し、その後、ステップS 7の処理でc-MUT素子2に出力しているバイアス電圧の出力を停止するようにDCバイアス出力部5を制御する。

[0049] このようなフリーズモード実行時以降のバイアス電圧、送信信号の変化を図4に示す。なお、図4において、図4に示すバイアス電圧はDCバイアス出力部5の出力であるバイアス電圧を示し、図4に示す送信信号は送信信号出力部7の出力である送信信号を示し、図4に示す信号線12はc-MUT素子2に接続した信号線12を介して印加する重畳信号を示している。

[0050] 図4に示すように、例えば、時刻t13より前にフリーズモードが実行されたとすると、前記ステップS 6の処理により、出力していた送信信号の出力を停止するように送信信号出力部7が制御される。すると、この時刻t13以降、図4の送信信号に示すように、送信信号は出力されない。

[0051] その後、ステップS 7の処理により、時刻t13にて、DCバイアス出力部5がオフされる。すると、このDCバイアス出力部5は、図4のバイアス電圧に示すように、時刻t13から時刻t14までの間で、徐々にバイアス電圧分BVを下降させ、時刻t14にてゼロとなるようにバイアス電圧の出力を停止（オフ）させる。

[0052] この時刻t13から時刻t14までの期間において、c-MUT素子2の第1の電極2Bに接続される信号線12を介して印加される信号のレベル変化は、図4の信号線12に示すように、バイアス電圧に重畳されていた送信信号（図4の送信信号参照）が無くなり、そして、重畳されていたバイアス電圧分BV下降してゼロとなるようにバイアス電圧が無くなるという信号変

化となる。

[0053] このようにして制御部 10 はフリーズモードを実行し、以降、処理をステップ S 1 に戻して再度、前記ステップ S 1 の判断処理を継続する。

[0054] 以上説明したように制御部 10 は、フリーズモードが解除されると、バイアス電圧を印加してから、送信信号を出力し、そしてフリーズモードが実行されると、前記フリーズモードの解除とは逆の手順で、送信信号を停止してから、バイアス電圧の出力を停止する。すなわち、このような制御部 10 による処理手順により、c-MUT 素子 2 に対し DC バイアス電圧を印加しない状態で送信信号が出力されることを防止することができる。

[0055] 従って、本実施の形態によれば、c-MUT 素子 2 に、バイアス電圧を印加しない状態では、正負の両極性の送信信号が送信されることはないので、上記したような簡単な制御により、c-MUT 素子 2 の破損を防止することができる。

[0056] (第 2 の実施の形態)

図 5 は本発明の第 2 の実施の形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。なお、図 5 に示す超音波診断装置は、前記第 1 の実施の形態の超音波診断装置と同様の構成要素については同一の符号を付して説明を省略し、異なる部分のみを説明する。前記第 1 の実施の形態の超音波診断装置 1 では、c-MUT 素子 2 の一方の電極、つまり第 1 の電極 2 B にバイアス電圧と送信信号とを印加するように構成したが、第 2 の実施の形態の超音波診断装置 1 A は、c-MUT 素子 2 の第 1 の電極 2 B にバイアス電圧を供給し、第 2 の電極 2 D に送信信号を供給するように構成している。つまり、c-MUT 素子 2 にバイアス電圧を供給する電極と送信信号を供給する電極とが別の場合の構成でも、前記第 1 の実施の形態と同様に適用できる。

[0057] 具体的な構成を図 5 に示す。

[0058] 図 5 に示す本実施の形態の超音波診断装置 1 A は、前記第 1 の実施の形態と同様の構成要素、すなわち、c-MUT 素子 2 を有する超音波プローブ 2 X と、超音波観測装置 3 A と、モニタ 4 とを有しているが、前記超音波プロ

ープ2Xの前記c-MUT素子2と超音波観測装置3Aとの接続構成と、該超音波観測装置3Aの内部構成が異なっている。

[0059] 具体的には、図5に示すように、前記c-MUT素子2の一方の第1の電極2Bに、前記超音波観測装置3からのバイアス電圧が印加され、他方の第2の電極2Dには、送信信号が印加されるようになっている。

[0060] つまり、前記第1の電極2Bは、信号線12によって前記超音波観測装置3の接続端子3aに接続されている。また、前記第2の電極2Dは、新たに設けられた信号線15によって前記超音波観測装置3の接続端子3cに接続されている。

[0061] また、超音波観測装置3Aは、前記第1の実施の形態と同様の構成要素を有して構成されているが、前記したように新たに接続端子3cを設けて構成されている。

[0062] 前記超音波観測装置3Aの内部において、前記接続端子3aは、信号線13を介してDCバイアス出力部5に接続される。また、前記接続端子3cは、信号線13A、受信信号用アンプ8を介して受信信号処理部9と、送信信号出力部7とに接続される。

[0063] DCバイアス出力部5は、前記c-MUT素子2の駆動に必要なバイアス電圧を生成し、この生成したバイアス電圧を、信号線13、接続端子3a、信号線12を介してc-MUT素子2の第1の電極2Bに出力する。

[0064] また、送信信号出力部7は、前記c-MUT素子2の駆動に必要なRF信号、つまり駆動信号である送信信号を生成し、この生成した送信信号を、信号線13A、接続端子3c、信号線15を介してc-MUT素子2の第2の電極2Dに出力する。

[0065] このような構成において、c-MUT素子2の第1の電極2B側からバイアス電圧を印加した状態で、第2の電極2D側に送信信号を印加する。そして、得られたエコー信号（受信信号）は、受信信号用アンプ8により増幅されて、受信信号処理部9に入力される。

[0066] 受信信号処理部9は、入力された受信信号に信号処理を施して超音波画像

データを生成し、この生成した超音波画像データを出力端子 3 b に出力する。この出力端子 3 b には、信号線 1 4 を介してモニタ 4 が接続されており、出力端子 3 b に出力された超音波画像データは、該モニタ 4 によって表示される。

[0067] 本実施の形態の超音波診断装置 1 A においても、c-MUT 素子 2 に印加するバイアス電圧及び送信信号の出力タイミングは、制御部 1 0 によって制御される。

[0068] 前記制御部 1 0 には、前記第 1 の実施の形態と同様に操作部 1 1 が接続され、該制御部 1 0 は、この供給された指示信号に基づき、前記 DC バイアス出力部 5 と、前記送信信号出力部 7 と、前記受信信号処理部 9 とを制御する。

[0069] そして、前記制御部 1 0 は、前記第 1 の実施の形態と同様に、c-MUT 素子 2 に印加するバイアス電圧及び送信信号の送信タイミングと、該 c-MUT 素子 2 により得られた受信信号の処理のタイミングとを制御する。

[0070] すなわち、本実施の形態においても、c-MUT 素子 2 に印加するバイアス電圧及び送信信号の送信タイミングは、前記第 1 の実施の形態と同様に、前記制御部 1 0 によって制御される。

[0071] 図 5 における電源起動時以降のバイアス電圧と送信信号の変化を図 6 に示す。c-MUT 素子 2 の第 1 電極 2 B に供給されるバイアス電圧供給用の信号線 1 2 の波形を図 6 のバイアス電圧に、一方、c-MUT 素子 2 の第 2 電極 2 D に供給される送受信信号用の信号線 1 5 の波形を図 6 の送信信号に示す。操作部 1 1 により図 2 のステップ S 1 でフリーズ解除され、ステップ S 2 で c-MUT 素子 2 が接続されていることを認識すると、ステップ S 3 で、制御部 1 0 より、DC バイアス出力部 5 がオンされ、図 6 のバイアス電圧に示すように、時刻 t 1 から時刻 t 2 にてあらかじめ設定した所定のバイアス電圧になるように出力する。そして、図 2 のステップ S 4 で送信信号を出力することで、図 6 の送信信号に示すように、時刻 t 3 で立ち上がり、時刻 t 4 で立ち下がるような送信信号を出力する。

[0072] 一方、フリーズ要求があった場合のバイアス電圧と送信信号の変化を図7に示す。図2のステップS6で送信信号を停止することで、図7の送信信号に示すように、送信信号が t_{12} 以降は出力されなくなる。そして図2のステップS7のバイアス出力停止を図7のバイアス電圧に示すように、時刻 t_{13} から時刻 t_{14} までの間で、バイアス電圧を下降させ、時刻 t_{14} でゼロになるようにバイアス電圧の出力を停止する。

[0073] その他の構成・作用は、前記第1の実施の形態と同様である。

[0074] 従って、本実施の形態によれば、c-MUT素子2の第1の電極2Bにバイアス電圧を供給し、第2の電極2Dに送信信号を供給するように構成した場合でも、前記第1の実施の形態と同様に、c-MUT素子2に、バイアス電圧を印加しない状態で、送信信号が送信されることはないので、c-MUT素子2の破損を防止することができる。

[0075] (第3の実施の形態)

図8及び図9は、本発明の第3の実施の形態に係り、図8は第3の実施の形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図、図9は、図8の制御部の制御例を示すフローチャートである。なお、図8に示す超音波診断装置及び図9に示すフローチャートは、前記第1の実施の形態の超音波診断装置と同様の構成要素及び同一処理については同一の符号及びステップS番号を付して説明を省略し、異なる部分のみを説明する。

[0076] 前記第1及び第2の実施の形態の超音波診断装置1、1Aでは、供給先であるc-MUT素子2の動作状況に拘わらず、バイアス電圧を印加するために、状況によっては、超音波観測装置3、3Aの回路側に負荷がかかる可能性がある。

[0077] そこで、本実施の形態の超音波診断装置1Bは、超音波観測装置3Bの回路側に負荷がかかるのを防止するために、c-MUT素子2に印加するバイアス電圧を監視するためのバイアス電圧検出部20を設けて構成している。

[0078] 具体的な構成を図8に示す。

[0079] 図8に示す本実施の形態の超音波診断装置1Bは、前記第1の実施の形態

と同様の構成要素、すなわち、 c -MUT素子2を有する超音波プローブ2Xと、超音波観測装置3Aと、モニタ4とを有しているが、前記超音波観測装置3Aの内部に前記バイアス電圧検出部20が設けられている。

なお、前記バイアス電圧検出部20以外の構成は、前記第1の実施の形態と同様である。すなわち、 c -MUT素子2及び前記超音波観測装置3Bは、前記第1の実施の形態と同様に構成され、また同様に接続されている。

[0080] そして、本実施の形態では、前記バイアス電圧検出部20入力端が、図8に示すように、DCバイアス出力部5の出力端に接続されるとともに、該バイアス電圧検出部20の出力端が前記制御部10に接続される。

[0081] このバイアス電圧検出部20は、前記DCバイアス出力部5の出力であるバイアス電圧値を検出し、検出したバイアス電圧値を前記制御部10に出力する。

[0082] 本実施の形態の超音波診断装置1Bにおいても、 c -MUT素子2に印加するバイアス電圧及び送信信号の出力タイミングは、前記第1の実施の形態と同様のタイミングとなるように制御部10によって制御される。

[0083] また、制御部10は、内部に図示はしないがメモリを有し、このメモリには、予め設定されたDCバイアス電圧規定値（閾値）が記憶されている。このDCバイアス電圧規定値は、 c -MUT素子2が正常に動作するのに好適な電圧値である。勿論、使用する c -MUT素子2の種類に応じて、前記DCバイアス電圧規定値を自在に設定変更可能である。

[0084] 本実施の形態において、前記制御部10は、前記 c -MUT素子2にDCバイアス電圧を印加している間、前記バイアス電圧検出部20からの検出結果と、正常に動作させるための前記バイアス電圧規定値との比較を行い、前記バイアス電圧検出部20からの検出結果が前記バイアス電圧規定値を超えた場合にはこの旨を示すエラーメッセージ等の表示をモニタ4に表示させるように制御する。

このようにして、 c -MUT素子2に正常なDCバイアス電圧が出力されていることを監視するようにしている。

- [0085] 次に、本実施の形態超音波診断装置の作用について図9を用いて説明する。
- [0086] 本実施の形態における制御部10の装置起動時からの具体的な制御例を示すフローチャートを図9に示す。
- [0087] いま、本実施の形態の超音波診断装置1Bを用いて被検体の診断・診察を行うために図示しない電源スイッチをオンして電源を投入したとする。
- すると、該超音波診断装置1Bの制御部10は、電源起動後、制御部10により図示しないメモリから図9に示す処理を行うためのプログラムを読み出して実行し、同時にフリーズモードを実行するように制御する。
- [0088] このとき、超音波観測装置3は、電源起動後、フリーズモードが実行されるので、DCバイアス出力部5からのバイアス電圧がc-MUT素子2に供給されない状態となる。すなわち、制御部10は、前記超音波診断装置1の電源投入時に、ステップS10の処理により、バイアス電圧をc-MUT素子2に印加しないようにDCバイアス出力部5を制御する。
- [0089] そして、制御部10は、前記第1の実施の形態と同様にステップS1の判断処理にて、操作部11から供給される指示信号に基づき、該操作部11のフリーズ解除キーの操作（或いはフリーズキーの操作であっても良い）によってフリーズモードが解除されたか否かを判断する。
- [0090] 操作部11の操作によってフリーズモード解除が指示された場合、制御部10は、続くステップS2でc-MUT素子2が接続されていることを確認した後、ステップS3の処理でc-MUT素子2にバイアス電圧を出力するようにDCバイアス出力部5を制御し、その後、処理をステップS11の判断処理に移行する。
- [0091] 前記ステップS2の判断処理で、c-MUT素子2が接続されてないと判断した場合、制御部10は、続くステップS12の処理で、c-MUT素子2が接続されてない旨を示す表示をモニタ4の画面に表示した後、処理を前記ステップS1に戻す。
- [0092] なお、本実施の形態の超音波診断装置は、c-MUT素子2以外の圧電型

超音波振動子の接続も可能である。このため、前記ステップS 2の処理でc-MUT素子2と圧電型超音波振動子のどちらかが接続されているのかを検出し、前記ステップS 1 2の処理で、いずれかの超音波振動子が接続されているのかを示す接続状態を前記モニタ4の画面に表示させても良い。

[0093] ステップS 1 1の判断処理では、制御部10は、前記バイアス電圧検出部20からの検出結果と、正常に動作させるための前記バイアス電圧規定値との比較を行い、前記バイアス電圧検出部20からの検出結果が正常であるか否かを判断する。

[0094] この場合、前記バイアス電圧検出部20からの検出結果が前記バイアス電圧規定値と同じあるいは以下である場合には正常であると判断し、逆に、超えた場合には正常でないものと判断する。

[0095] この場合、前記バイアス電圧検出部20からの検出結果が正常でないものと判断した場合には、制御部10は、前記ステップS 1 2の処理にて、DCバイアス電圧が前記バイアス電圧規定値よりも大きく正常でない値であることを示すエラーメッセージ等の表示をモニタ4の画面に表示させるように制御した後、処理を前記ステップS 1に戻す。

[0096] 一方、前記バイアス電圧検出部20からの検出結果が正常であると判断した場合には、制御部10は、続きステップS 4の処理で、送信信号を出力するように送信信号出力部7を制御する。

[0097] そして、制御部10は、前記ステップS 4の処理での送信信号の出力の継続中に、続くステップS 5による判断処理を行う。このステップS 5の判断処理では、操作部11から供給される指示信号に基づき、該操作部11のフリーズキーの操作によってフリーズモード実行の要求があったか否かを判断する。

[0098] 操作部11の操作によってフリーズモード実行の要求の指示があった場合、制御部10は、続くステップS 6で送信信号の出力を停止するように送信信号出力部7を制御し、その後、ステップS 7の処理でc-MUT素子2に出力しているバイアス電圧の出力を停止するようにDCバイアス出力部5を

制御する。

- [0099] なお、 $c-MUT$ 素子2に印加するバイアス電圧及び送信信号の出力タイミングは、前記第1の実施の形態と同様に制御される。
- [0100] このようにして制御部10はフリーズモードを実行し、以降、処理をステップS1に戻して再度、前記ステップS1の判断処理を継続する。
- [0101] なお、このフローチャートには示していないが、DCバイアス電圧検出部20は、 $c-MUT$ 素子2にバイアス電圧を印加している間の他に、 $c-MUT$ 素子2により超音波を発生している間（走査中）に動作させても良い。それによって、バイアス電圧規定値を超えるまたは設定値とは異なるDCバイアス電圧となった場合は、モニタ4の画面にエラーメッセージを表示し、フリーズモード要求と同様に、送信出力の停止後、DCバイアス電圧を下げて停止させるという制御手順で、フリーズモードを実行しても良い。
- [0102] また、前記制御部10の制御によって、DCバイアス電圧検出部20からの検出結果とバイアス電圧規定値との比較結果に基づき、エラーメッセージなどの表示をモニタ4の画面に表示させていたが、これに限定されることはない。
- 例えば、制御部10は、前記DCバイアス電圧検出部20からの検出結果に基づき、前記DCバイアス出力部5によるバイアス電圧の出力状態を、常に前記モニタ4の画面に表示させるように制御して、 $c-MUT$ 素子2に印加するバイアス電圧の監視を行うようにしても良い。
- [0103] 従って、本実施の形態によれば、前記第1の実施の形態と同様の効果が得られる他に、 $c-MUT$ 素子2に印加するバイアス電圧を監視するためのバイアス電圧検出部20を設けて構成したことにより、バイアス電圧の印加により、超音波観測装置3Bの回路側に負担がかかるのを防止することができる。
- [0104] 本発明は、上述した実施の形態及び変形例に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。
- [0105] 本出願は、2010年4月12日に日本国に出願された特願2010-9

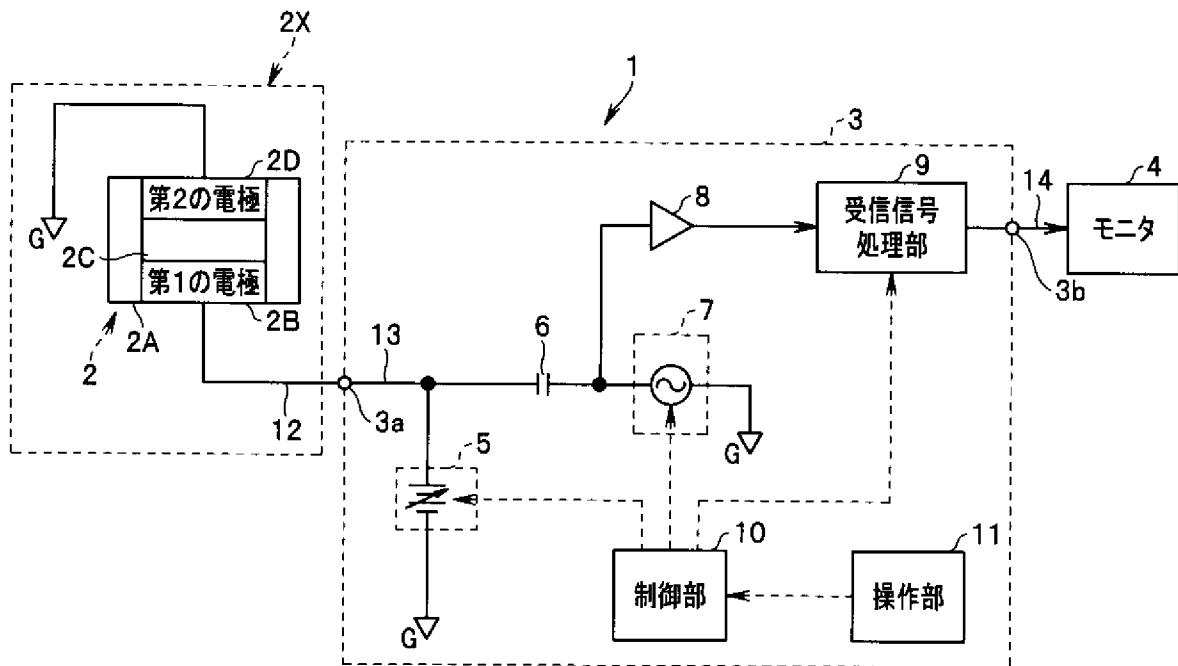
1672号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されたものとする。

請求の範囲

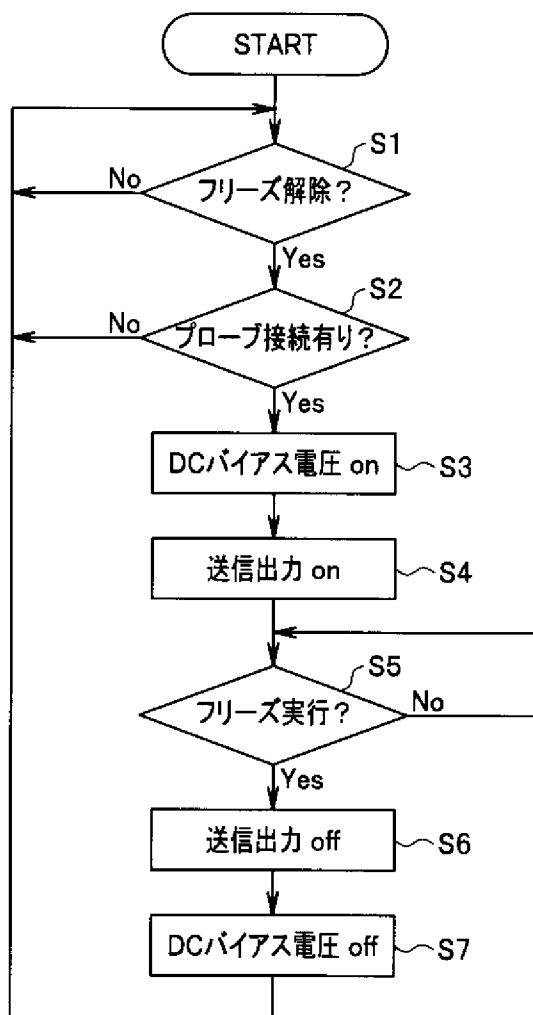
- [請求項1] 印加するバイアス電圧に応じて感度の制御が可能な静電容量型超音波振動子を有する超音波プローブを接続可能な超音波診断装置において、
- 前記静電容量型超音波振動子に印加する前記バイアス電圧を可変可能なバイアス電圧出力部と、
- 前記静電容量型超音波振動子に超音波送信信号を出力する送信信号出力部と、
- 前記バイアス電圧出力部と前記送信信号出力部とを含む前記超音波診断装置を指示する指示信号を出力する操作部と、
- 前記操作部からの指示信号に基づいて、前記バイアス電圧及び前記送信信号の出力タイミングを制御するもので、前記バイアス電圧を出力してから前記超音波信号を出力し、或いは前記超音波信号の出力を停止してから前記バイアス電圧の出力を停止するように前記バイアス電圧出力部と前記送信信号出力部とを制御する制御部と、
- を具備したことを特徴とする超音波診断装置
- [請求項2] 前記操作部は、少なくとも前記送信信号出力部による前記超音波送信信号の送信開始及び送信停止を指示する指示信号を出力するものであって、
- 前記制御部は、前記操作部から送信開始を指示する指示信号が入力された場合、前記バイアス電圧を出力した後、前記超音波送信信号を出力し、前記操作部から送信停止を指示する指示信号が入力された場合、前記超音波送信信号の出力を停止してから、前記バイアス電圧の出力を停止するように前記バイアス電圧出力部と前記送信信号出力部とを制御することを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記超音波診断装置の電源投入時に、前記バイアス電圧を印加しないように前記バイアス電圧出力部を制御することを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。

- [請求項4] 前記制御部は、前記操作部から送信開始を指示する指示信号が入力されたときに、前記静電容量型超音波振動子が接続されていない場合には、前記バイアス電圧を印加しないように前記バイアス電圧出力部を制御することを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。
- [請求項5] 前記超音波診断装置は、バイアス電圧制御を必要としない圧電型超音波振動子の接続が可能であって、前記静電容量型超音波振動子により受信した受信信号に基づく超音波画像を表示する表示部を有し、
前記制御部は、前記圧電型超音波振動子と前記静電容量型超音波振動子とのどちらかが接続されているのかを示す接続状態を前記表示部に表示させることを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。
- [請求項6] 前記静電容量型超音波振動子から超音波を送信している間、前記静電容量型超音波振動子に印加しているバイアス電圧が規定値であることを監視するためのバイアス電圧検出部を設けたことを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。
- [請求項7] 前記制御部は、前記バイアス電圧出力部による前記バイアス電圧の出力状態を前記表示部に表示させることを特徴とする請求項5の超音波診断装置。

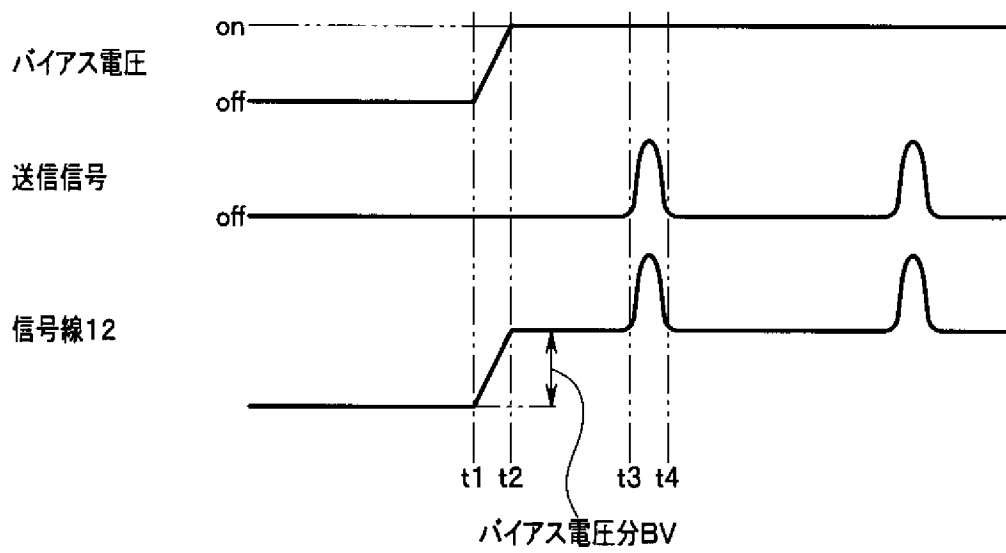
[図1]



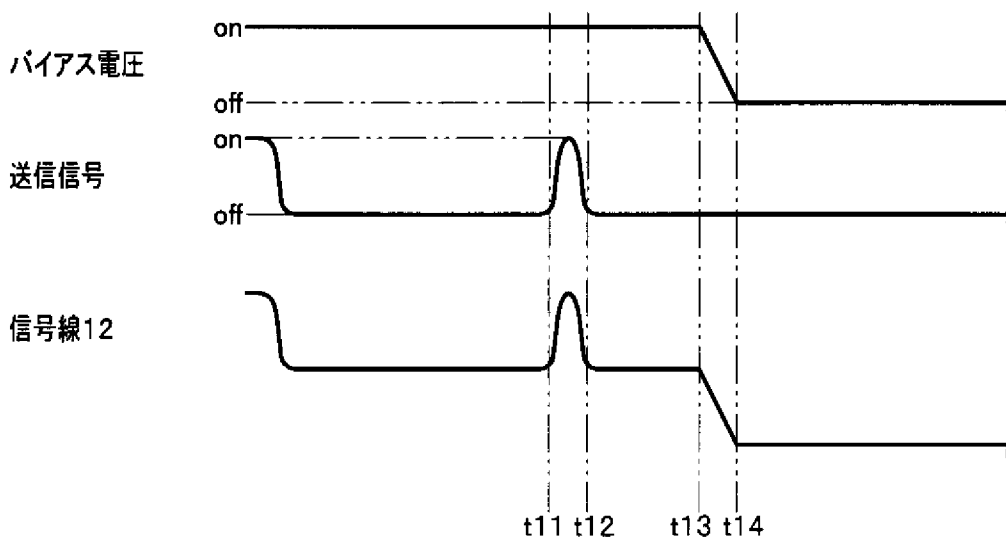
[図2]



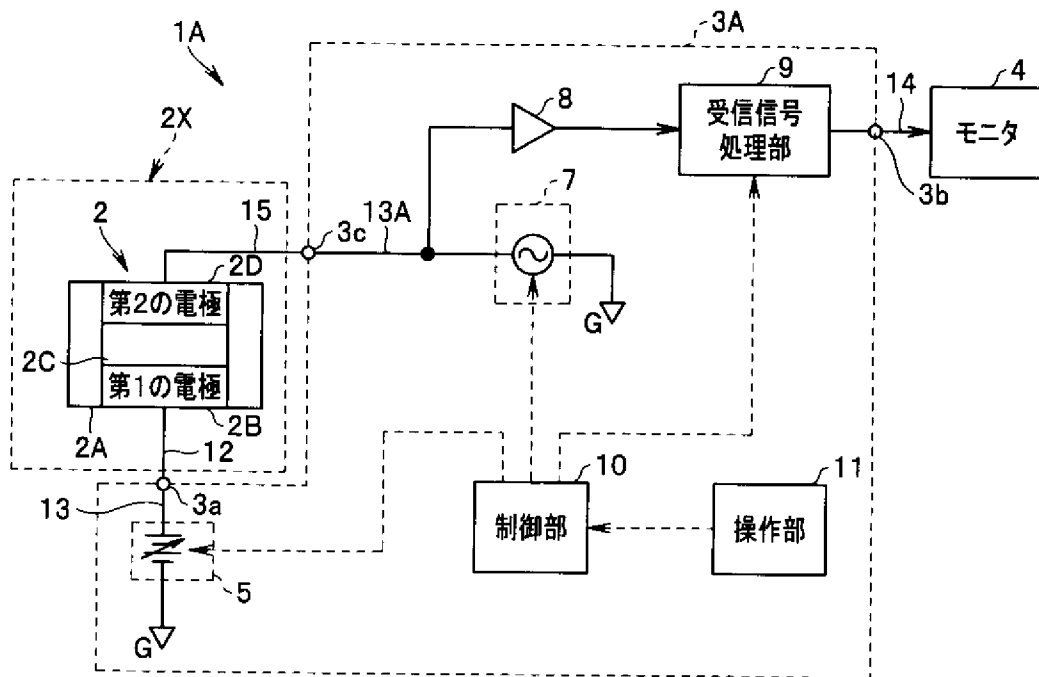
[図3]



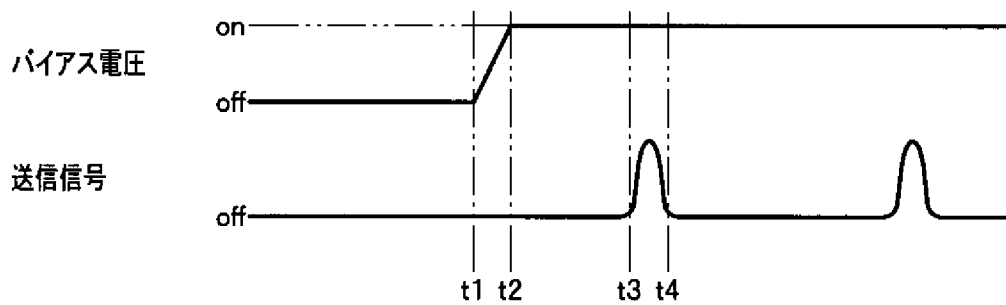
[図4]



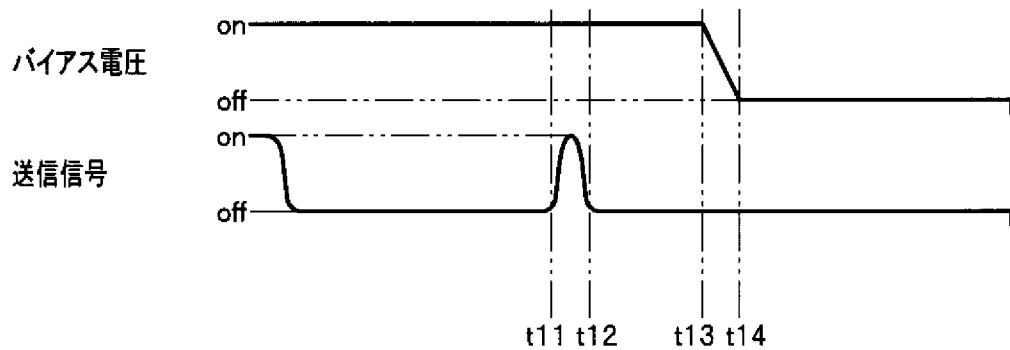
[図5]



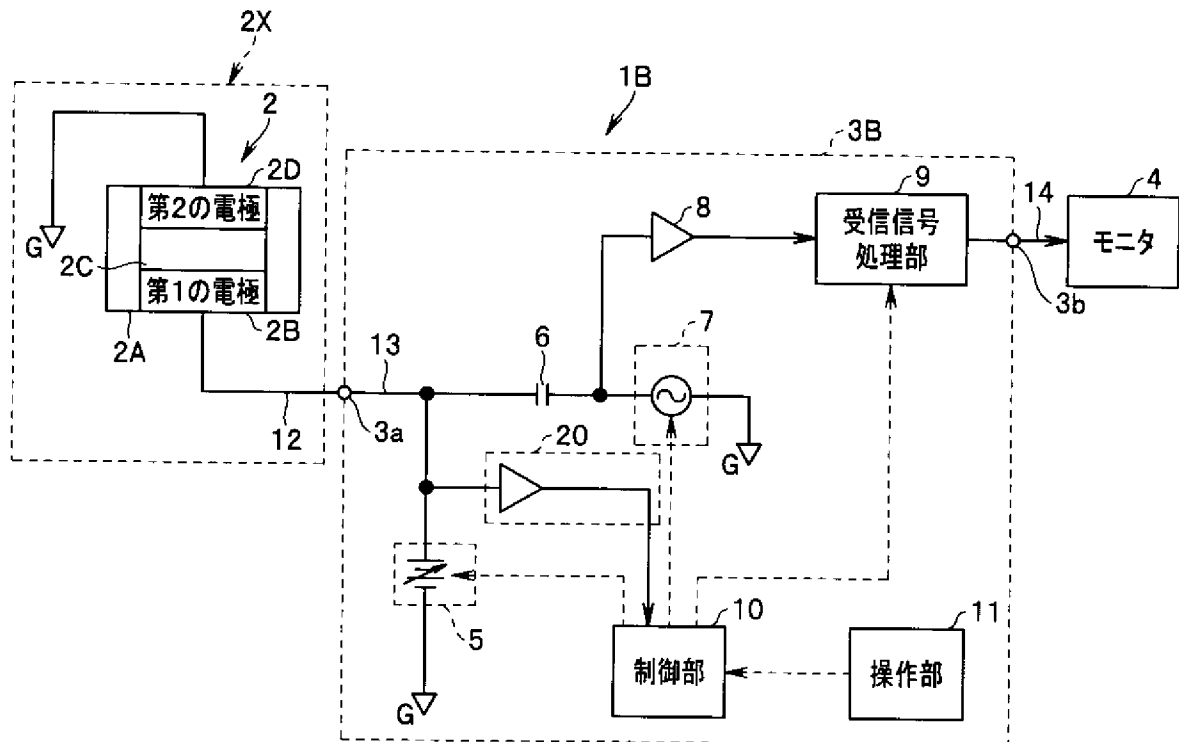
[図6]



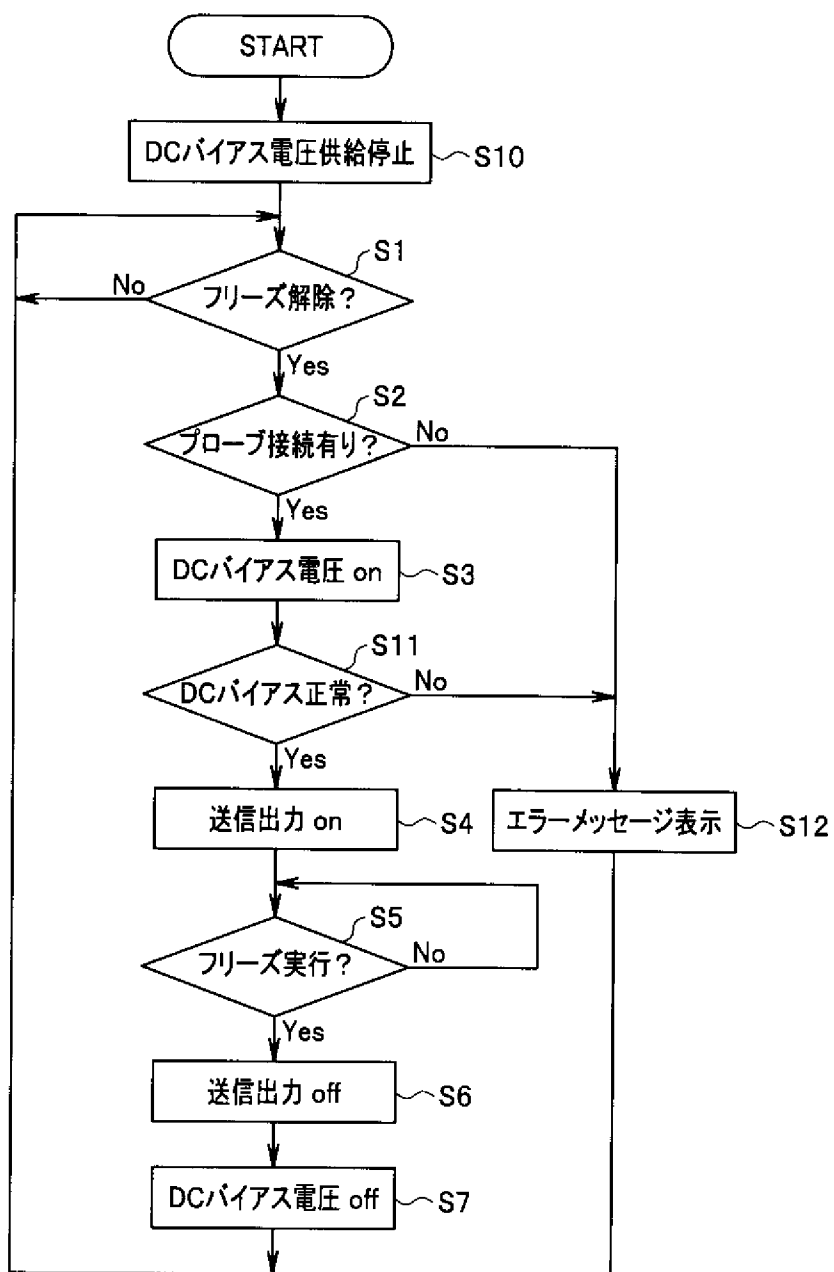
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/059080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B8/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B8/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2006-319713 A (Olympus Medical Systems Corp.), 24 November 2006 (24.11.2006), paragraphs [0111] to [0122]; fig. 15 (Family: none)	1-4 6 5,7
Y	JP 2008-136725 A (Hitachi Medical Corp.), 19 June 2008 (19.06.2008), paragraph [0029] (Family: none)	6
A	JP 2009-279033 A (Konica Minolta Medical & Graphic, Inc.), 03 December 2009 (03.12.2009), paragraph [0039] (Family: none)	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 May, 2011 (27.05.11)

Date of mailing of the international search report
07 June, 2011 (07.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. A61B8/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. A61B8/00

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

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)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の 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 請求項の番号
X Y A	JP 2006-319713 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2006.11.24, 段落 111-122, 図 15 (ファミリーなし)	1-4 6 5, 7
Y	JP 2008-136725 A (株式会社日立メディコ) 2008.06.19, 段落 29 (ファミリーなし)	6
A	JP 2009-279033 A (コニカミノルタエムジー株式会社) 2009.12.03, 段落 39 (ファミリーなし)	1-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「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
 「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
 「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)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「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
 「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
 「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
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.05.2011

国際調査報告の発送日

07.06.2011

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 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)	2Q	4461
富永 昌彦		
電話番号 03-3581-1101 内線 3292		