

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電気信号である送信信号の入力に応じて超音波を送信する送信手段と、
送信された前記超音波の反射波を電気信号に変換して受信信号とする受信手段と、
前記受信信号を増幅する増幅手段と、
前記送信信号が送出されている期間は、前記送信信号が通過する経路から前記増幅手段を遮断する信号検知切換え手段と、
を有することを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

前記信号検知切換え手段は、電気信号の電圧値を検出し、当該電圧値が所定値を超えた場合に、前記増幅手段を遮断することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波プローブ。

10

【請求項 3】

前記送信手段および受信手段は、静電容量型の超音波変換素子であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記増幅手段は、電流 - 電圧変換回路であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の超音波プローブと、
前記送信手段に送信信号を送出する送信回路と、
前記受信手段により受信され前記増幅手段により増幅された受信信号をデジタル変換する信号処理手段と、
前記送信回路から前記送信手段に送信信号を送る経路と、前記増幅手段から前記信号処理手段に受信信号を送る経路を兼用するケーブルと、
を有することを特徴とする超音波装置。

20

【請求項 6】

前記送信手段および前記受信手段は、別々の静電容量型の超音波変換素子で構成されており、

前記信号検知切換え手段は、前記増幅手段から前記ケーブルへの経路に設けられることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波装置。

30

【請求項 7】

前記送信手段および前記受信手段は、同じ静電容量型の超音波変換素子で兼用されており、

前記信号検知切換え手段は、当該超音波変換素子から前記増幅手段への経路、および、前記増幅手段から前記ケーブルへの経路に設けられることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波装置。

【請求項 8】

前記送信手段および前記受信手段は、同じ静電容量型の超音波変換素子で兼用されており、

前記送信回路から前記送信手段への経路に、前記送信信号を増幅するアンプをさらに有し、

前記信号検知切換え手段は、前記超音波変換素子から前記増幅手段への経路に設けられることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波装置。

40

【請求項 9】

超音波プローブを前記ケーブルに接続するコネクタをさらに有し、

前記コネクタには、静電容量型の超音波変換素子を含む超音波プローブ、および、圧電素子を含む超音波プローブを接続できる

ことを特徴とする請求項 5 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の超音波装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波プローブおよび超音波装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、超音波の送受信を行う超音波プローブとして、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）等の圧電素子が一般的に利用されている。近年では、静電容量型の超音波変換素子であるCMUT（Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer）を用いた超音波プローブが研究されている。

10

【0003】

CMUTは、半導体プロセスを応用したMEMS（Micro Electro Mechanical Systems）プロセスを用いて作られる構造である。CMUTは、軽量の振動膜を用いて超音波を送信または受信する構成を取っており、液体中及び気体中でも優れた広帯域特性を得ることができる。このCMUTを利用することで、従来の医用画像診断モダリティよりも高精度な超音波診断が可能になるとして注目されている。

【0004】

CMUTは、前段の静電容量型の超音波変換素子と後段の電気回路の組み合わせにより、受信した超音波を電気信号（すなわち受信信号）に変換して出力する。ここで、前段の超音波変換素子の出力信号は、静電容量の時間変動による電流出力となっているので、後段の電気回路として、電流 - 電圧変換の増幅回路を用いることが一般的である（特許文献1参照）。

20

【0005】

一方、生体等の被検体に超音波を送信し、その反射波より得られる受信信号に基づいて被検体の特性情報を画像化する超音波診断装置において、診断目的に応じて異なるスキャン方式のプローブが使い分けられる。スキャン方式として例えば、コンベックス、リニア、セクタ、2Dアレイ等がある。それと同様に、PZT、CMUT等の異なる送受信の信号特性を持った超音波プローブについても、診断目的に応じて使い分けることが考えられている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2011-98071号公報

【特許文献2】特開2009-297326号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

PZT用のプローブを用いる超音波診断装置では、プローブ接続用のコネクタ部で単素子ごとの送信信号と受信信号を混合することによって、プローブケーブルの配線数を1/2に減らす構造が一般的に使われている。

40

【0008】

このコネクタ部にCMUT用のプローブを接続した際、送信側の駆動信号に受信回路の入力電圧よりも高い電圧を使用していることから、受信側に実装されている電流 - 電圧変換増幅回路の入出力に保護回路を設ける必要があった。すなわち、上記特許文献2に記載の従来例のように、送信と受信を切り換えるタイミングで、切り換え制御信号を使ってプローブ内部のスイッチを切り換えることで、増幅回路に過電圧がかからないよう保護する方式を用いていた。

【0009】

しかしながら、素子ごとに個別に切り換えタイミングを変える必要のある装置では、制御信号が素子数と同じ数だけ必要となるので、プローブケーブルの配線数が増えてしまうと

50

いう問題が有った。また、超音波診断装置のPZT用に構成されたコネクタ部には、送受信の切換え制御信号が含まれていないので、CMUT用のプローブを接続する際は専用のコネクタ部を別途用意しなければならないという問題が有った。

【0010】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、圧電素子用の超音波プローブとCMUT用の超音波プローブを共通のケーブルで使用するための技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は以下の構成を採用する。すなわち、
電気信号である送信信号の入力に応じて超音波を送信する送信手段と、
送信された前記超音波の反射波を電気信号に変換して受信信号とする受信手段と、
前記受信信号を増幅する増幅手段と、
前記送信信号が送出されている期間は、前記送信信号が通過する経路から前記増幅手段を遮断する信号検知切換え手段と、
を有することを特徴とする超音波プローブである。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、圧電素子用の超音波プローブとCMUT用の超音波プローブを共通のケーブルで使用するための技術を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

- 【図1】本発明の超音波診断装置の構成の概要を示す図。
- 【図2】超音波診断装置にPZT用のプローブを接続した図。
- 【図3】従来の超音波診断装置にCMUT用プローブを接続した図。
- 【図4】第1の実施例に係る超音波診断装置を説明する図。
- 【図5】第2の実施例に係る超音波診断装置を説明する図。
- 【図6】第3の実施例に係る超音波診断装置を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に図面を参照しつつ、本発明の好適な実施の形態について説明する。ただし、以下に記載されている構成部品の寸法、材質、形状及びそれらの相対配置などは、発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものであり、この発明の範囲を以下の記載に限定する趣旨のものではない。

30

【0015】

本発明は、超音波の送受信を行う超音波プローブと、生体に超音波を送信して得られる受信信号により被検体の特性情報を画像化する超音波診断装置に関するものである。

【0016】

より詳細には、本発明の装置は、被検体に超音波プローブから超音波を送信し、被検体内部で反射した反射波（エコー波）を受信して、被検体内の特性情報を画像データとして取得する超音波エコー技術を利用する装置である。このとき取得される被検体内の特性情報とは、被検体内部の組織の音響インピーダンスの違いを反映した情報である。

40

本発明でいう超音波とは、一種の弾性波であり、音波、超音波、音響波などと呼ばれるものを含む。

【0017】

本発明に係る超音波装置は、典型的には、生体である被検体の特性情報を取得して診断に用いる超音波診断装置として実現される。以下の記載では、かかる超音波診断装置を取り上げて説明する。また、プローブに用いる圧電素子の例としてPZTを取り上げて説明するが、圧電素子の種類はこれに限られない。また以下の説明で、CMUTとは静電容量型の超音波変換素子を指す。

50

【 0 0 1 8 】

< 実施例 1 >

図 1 は、本発明の特徴を最もよく表す超音波診断装置のブロック図である。同図において、符号 1 は超音波診断装置の主制御を司る CPU、符号 2 は超音波の送受信に関わるビームフォーミング制御を行う送受信制御部である。符号 5 は超音波を発生させ反射エコーを検出する仕組みを持つ超音波プローブ、符号 3 はプローブを駆動して超音波を発生させる送信部、符号 4 はプローブで検出した受信データを処理する受信部、符号 6 は信号伝達ケーブルである。さらに、符号 7 は反射エコー波からの形態情報を算出する画像処理部、符号 8 はスキャンコンバートを行う表示制御部、符号 9 は画像を表示するディスプレイである。

10

【 0 0 1 9 】

超音波による画像化の基本動作を説明する。まず初めに、超音波プローブ 5 を生体等の被検体に当てた状態で送信部 3 から電気信号を送ると、超音波が発生する。超音波はごく短い時間のうちに対象物の中を進んでいき、固いものに当たると反射エコーとして返ってくる。次に、超音波プローブ 5 でその反射エコーを電気信号に変換して受信部 4 で検出する。これが受信信号となる。続いて、超音波を送信してから反射エコーが返ってくるまでの時間より、超音波プローブから超音波が反射した地点までの距離を計算して、画像処理部 7 により内部の様子を画像データにする。そして、表示制御部 8 を使って画像データに基づく画像をディスプレイ 9 に表示することで、生体組織の物質分布を表す機能イメージを可視化できる。

20

【 0 0 2 0 】

図 2 は、装置に P Z T 用の超音波プローブ 5 を接続した図を示している。同図において、送受信 P Z T 2 5 を駆動して超音波を発生させる送信部 3 は、H V - C M O S で構成された高電圧駆動の送信回路 (T X) 2 1 で構成されている。また受信部 4 は、プローブ 5 で検出した反射エコーや光音響波の微弱信号を受信回路 (R X) 2 3 で増幅し、その出力を A / D コンバータでサンプリングしてデジタル変換を行う。受信部は、本発明の信号処理手段に相当する。

【 0 0 2 1 】

送信部 3 から出力される駆動信号 (送信信号) 1 0 0 は高電圧 (例えば、一般的には $\pm 1 0 0$ V 程度) の電気信号となり、これは受信部に入力される受信信号 1 0 1 の許容電圧値を大幅に超えている。そのため、リミッタ 2 2 を受信回路への入力側に設ける必要がある。このリミッタ 2 2 は、一般的にはディスクリート部品を使ったダイオードブリッジ、インダクタ、抵抗を組み合わせた回路で構成され、受信回路 2 3 への入力電圧を許容値以内に制限する機能を持っている。

30

【 0 0 2 2 】

信号伝達ケーブル 6 については、超音波プローブ 5 の送受信信号が同軸ケーブル 6 1 に接続され、振動素子のベースに繋がる G N D 線 1 0 2 は別系統で接続されている。すなわち、P Z T の振動素子ごとに 1 本の同軸ケーブルが対応するので、プローブの素子数と同じ信号線数の同軸ケーブルが使われている。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、装置に従来の C M U T 用プローブを接続した図である。C M U T 用プローブには、送受信 C M U T 2 6 の素子ごとに I - V 変換増幅回路 2 4 (電源 - 電圧変換回路) が実装されている。I - V 変換増幅回路 (電源 - 電圧変換回路) は、本発明の増幅手段に相当する。そのため、送信用の駆動信号 1 0 0 から、I - V 変換増幅回路 2 4 の入出力両側を保護するスイッチ回路が必要となってくる。そこで、受信側の I - V 変換増幅回路 2 4 の入出力それぞれに、スイッチ回路として S W 1 と S W 2 を配置している。そして、受信タイミングの期間だけ S W 1 と S W 2 をオンにすることで、送信タイミングの期間中に駆動信号が流入することを防ぐことが可能になる。また、送信側の経路に S W 3 を配置することで、受信タイミングに S W 3 をオフにして I - V 変換増幅回路へ C M U T 素子からの受信信号を流すことが可能になる。

40

50

【0024】

SW1～3のオン・オフをコントロールする切換え制御信号(SWITCH)103は、ビームフォーミング制御を司る送受信制御部2から出力される信号である。受信タイミングと送信タイミングは反転したタイミングで繰り返されていることから、SW1およびSW2に対して、SW3を反転させた構成となっている。このスイッチ回路については、動作速度を加味するとアナログスイッチで構成することが一般的であるが、高速に切換えが出来るデバイスであれば、構成を限定するものではない。

【0025】

また、CMUT用プローブを利用する際は、外部からバイアス電源(BIAS)104を供給する必要があるため、このBIASに100V程度の高圧電源を接続して動作させている。

10

【0026】

ここで、本図のCMUTプローブ接続時の信号線と、図2におけるPZT用プローブ接続時の信号線と比較する。本図では、送受信の切換え制御信号(SWITCH)とCMUT用バイアス電源(BIAS)、さらにI-V変換増幅回路やスイッチ回路の駆動電源となるVCCとGNDが追加されていることが分かる。

【0027】

送受信の切換え制御信号について検討する。実際の超音波測定では送信ビームフォーミングを行うことが多いので、各素子の送信信号の出力タイミングに遅延がかけられた状態となる。そのため、素子ごとに高電圧のかかるタイミングがずれてしまう。この場合、タイミングのずれを解消するために、切換え制御信号を素子ごとに変更する必要が生じる。すなわち、1素子あたり2本の信号線が同軸ケーブル61として必要となる。

20

【0028】

以上の説明を踏まえ、本発明の第1の実施例について記載する。

図4は、本実施例に係る装置を説明する図である。CMUT用プローブの超音波変換素子は、送信CMUT27と受信CMUT28が分離された別々のCMUTで構成されているのが特徴である。受信CMUTの素子ごとに、I-V変換増幅回路24が実装されている。この構成を用いると、I-V変換増幅回路の出力側にだけ、送信用の駆動信号100からの保護回路を設ければよい。したがって、図3におけるSW2に相当する保護回路は不要であり、削減できる。

30

【0029】

受信CMUTとI-V変換増幅回路を接続する信号線には、CMUTから微弱な電流出力された信号が流れてくる。そのため、図3で示したようなSW2が介在するとスイッチ回路にノイズが載ってしまい、増幅回路の出力端においてノイズ成分が増大する要因となっていた。対して、本実施例1ではSW2が介在しないので、受信側のノイズ成分が低減されるという効果も得られる。

【0030】

送信CMUT27に繋がる送信経路には双方向ダイオード29が実装されている。このダイオードの特性により、受信時の微弱信号成分だけをカットすることが出来るので、SW3と同様に送信信号のみを通過させる機能を実現できる。

40

【0031】

一方、T/Rスイッチ(T/R SW1)は、高電圧保護デバイスと呼ばれるもので、I-V変換増幅回路の出力側を保護する回路である。T/Rスイッチは、送信/受信スイッチを意味しており、本発明の信号検知切換え手段に相当する。このT/Rスイッチは、図3で用いた切換え制御信号でオン・オフするデバイスとは異なり、両端子の電圧しきい値に応じてオン・オフを切換えることのできるデバイスである。すなわち、小信号が通過可能なスイッチング抵抗を持つ閉スイッチとみなすことができる。

【0032】

本実施例のT/Rスイッチは、両端子間の電圧低下が $\pm 2.0V$ の値を超えると、オフし始める。オフ状態では端子を境に $\pm 100V$ まで耐えることができ、 200μ

50

Aの少量電流のみが貫流されるデバイスとなっている。なお、電圧しきい値はこれに限られず、装置の特性に応じた所定値をしきい値とすることができる。したがって所定値を超えた高電圧の送信信号が送出される期間はオフ状態となってI-V変換増幅回路を遮断し、送信信号が送出されない期間、例えば低電圧の受信信号が流れる期間は回路が接続して電気信号が貫流される。

【0033】

信号伝達ケーブル6は、超音波プローブからの送受信信号が素子ごとに同軸ケーブル61に接続されている。図4では切換え制御信号(SWITCH)を使用していないので、CMUTに供給するバイアス電源BIASと、I-V変換増幅回路24に供給する駆動電源VCCとGNDだけが接続されている。図2で示したPZT用プローブを用いた場合の信号伝達ケーブル6を比較すると、送受信信号の同軸ケーブルは共通となるので、2種類の超音波プローブを共通のコネクタで接続することが可能となる。なお、電源系であるVCCとBIASの配線を別途用意しておく必要があるが、これらはPZT用プローブと共通である。

10

【0034】

以上説明したように、本実施例の構成を持つ超音波装置によれば、超音波送信時の高電圧から回路を保護しつつ、PZT用プローブと、送受信素子が別々のCMUT用プローブを交換して用いる場合に、共通のコネクタを用いて接続が可能となる。また、同軸ケーブルの配線を削減することができる。

20

【0035】

<実施例2>

図5は、本発明の第2の実施例に係る装置を説明する図である。CMUT用プローブの超音波変換素子が、送信と受信を兼用した送受信CMUT26となっているのが特徴である。送信側の経路には双方向ダイオード29が実装されており、受信側の経路にはI-V変換増幅回路24が素子ごとに実装されている。この構成では、I-V変換増幅回路の入出力の両側に保護回路を設ける必要があるので、入力側にT/R SW2を、出力側にT/R SW1を実装している。すなわち、図3におけるSW1とSW2の代わりにT/Rスイッチを設け、SW3の代わりに双方向ダイオードを設けることで、切換え制御信号を別途用意することなく、保護スイッチ回路の機能を実現することが可能となる。

30

【0036】

信号伝達ケーブル6に関しては、超音波プローブからの送受信信号は素子ごとに同軸ケーブル61で接続される。また、切換え制御信号(SWITCH)は使用されず、CMUTに供給するバイアス電源BIASと、I-V変換増幅回路24に供給する駆動電源VCCとGNDが接続されている。図2で示したPZT用プローブを用いた場合の信号伝達ケーブル6を比較すると、送受信信号の同軸ケーブルは共通となるので、2種類の超音波プローブを共通のコネクタで接続することが可能となる。なお、電源系であるVCCとBIASの配線を別途用意しておく必要があるが、これらはPZT用プローブと共通である。

【0037】

以上説明したように、本実施例の構成を持つ超音波装置によれば、超音波送信時の高電圧から回路を保護しつつ、PZT用プローブと、送受信素子が兼用のCMUT用プローブを交換して用いる場合に、共通のコネクタを用いて接続が可能となる。また、同軸ケーブルの配線を削減することができる。

40

【0038】

<実施例3>

図6は、本発明の第3の実施例に係る装置を説明する図である。CMUT用プローブの超音波変換素子は、実施例2と同様に、送信と受信を兼用した送受信CMUT26となっている。そして本実施例の特徴として、送信側の経路に電圧変換用のアンプ(AMP)30を組み込んでいるので、送信部からの駆動信号100(送信信号)を低電圧化することが可能な構成となっている。低電圧の駆動信号100は、アンプ30により高電圧の送信信号105となり超音波駆動に用いられる。

50

【0039】

この構成では、信号伝達ケーブル6における送受信信号用の同軸ケーブル61に高電圧（例えば $\pm 100V$ ）はかからないので、I-V変換増幅回路の出力側には保護回路を設ける必要はない。しかし入力側については高電圧の送信信号105がかかってしまうので、T/R SW2を実装する必要がある。

【0040】

信号伝達ケーブル6に関しては、超音波プローブからの送受信信号は素子ごとに同軸ケーブル61で接続される。また、切換え制御信号（SWITCH）は使用されず、CMUTとアンプに供給するバイアス電源BIASと、I-V変換増幅回路24に供給する駆動電源VCCとGNDが接続されている。図2で示したPZT用プローブを用いた場合の信号伝達ケーブル6を比較すると、送受信信号の同軸ケーブルは共通となるので、2種類の超音波プローブを共通のコネクタで接続することが可能となる。なお、電源系であるVCCとBIASの配線を別途用意しておく必要があるが、これらはPZT用プローブと共通である。

10

【0041】

以上説明したように、本実施例の構成を持つ超音波装置によれば、超音波送信時の高電圧から回路を保護しつつ、PZT用プローブと、送受信素子が兼用のCMUT用プローブを交換して用いる場合に、共通のコネクタを用いて接続が可能となる。また、同軸ケーブルの配線を削減することができる。またアンプを設けることにより保護回路の規模を減少させることができる。

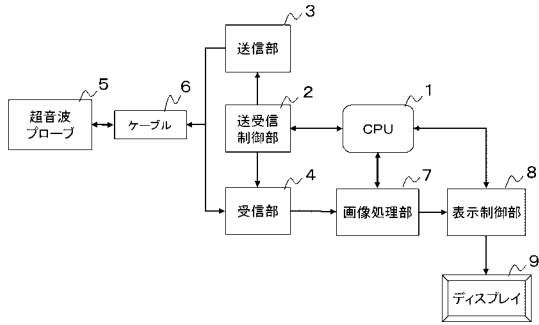
20

【符号の説明】

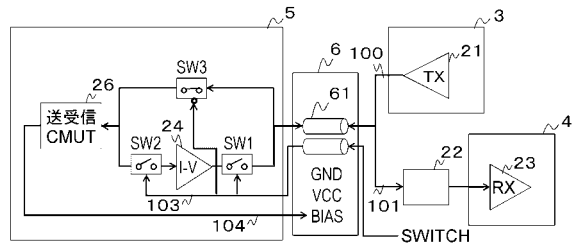
【0042】

1：CPU，2：送受信制御部，3：送信部，4：受信部，5：超音波探触子，6：ケーブル，7：画像処理部，21：送信回路，23：受信回路，24：I-V変換増幅回路，25：送受信PZT，26：送受信CMUT，27：送信CMUT，28：受信CMUT

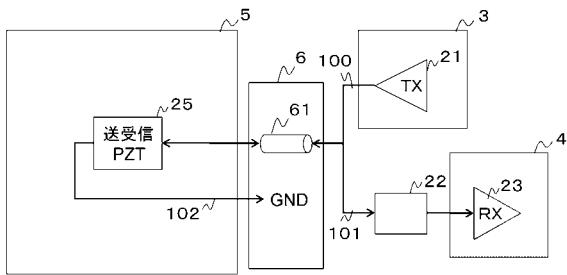
【 図 1 】



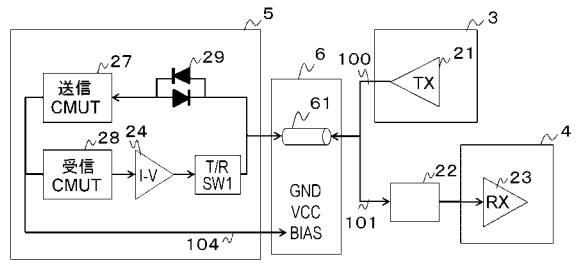
【 図 3 】



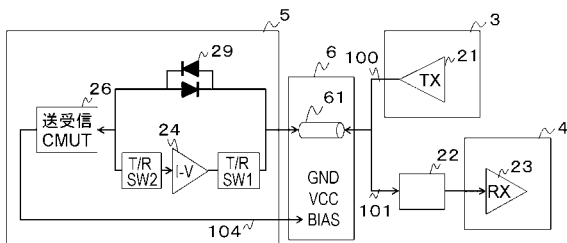
【 図 2 】



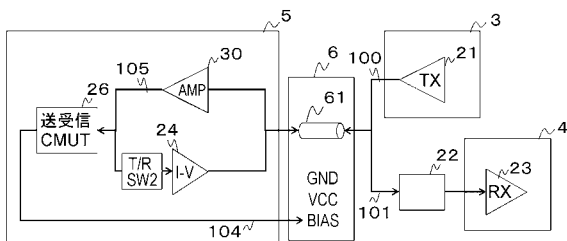
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 立山 二郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 4C601 EE12 GB02 GB18 GB22 GD12 HH01

专利名称(译)	超声波探头和超声波装置		
公开(公告)号	JP2013169342A	公开(公告)日	2013-09-02
申请号	JP2012035159	申请日	2012-02-21
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能公司		
[标]发明人	立山二郎		
发明人	立山 二郎		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01N29/09 G01N29/2406 G01N29/2443 G01N2291/044 A61B8/4444		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE12 4C601/GB02 4C601/GB18 4C601/GB22 4C601/GD12 4C601/HH01		
代理人(译)	川口义行 中村刚		
其他公开文献	JP6150458B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种超声波探头，包括：发送单元，其响应于作为电信号的发送信号的输入而发送超声波；接收单元，通过将发送的超声波的反射波转换为电信号来产生接收信号；放大单元，放大接收信号；信号切换单元在发送发送信号的同时中断放大单元，并且在不发送发送信号的同时连接放大单元。

