

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3635512号
(P3635512)

(45) 発行日 平成17年4月6日(2005.4.6)

(24) 登録日 平成17年1月14日(2005.1.14)

(51) Int. Cl.⁷

F I

A 6 1 B 8/12

A 6 1 B 8/12

A 6 1 B 5/00

A 6 1 B 5/00

I O I R

A 6 1 B 8/08

A 6 1 B 8/08

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-276137
 (22) 出願日 平成8年10月18日(1996.10.18)
 (65) 公開番号 特開平10-118062
 (43) 公開日 平成10年5月12日(1998.5.12)
 審査請求日 平成14年10月29日(2002.10.29)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100068814
 弁理士 坪井 淳
 (74) 代理人 100100952
 弁理士 風間 鉄也
 (74) 代理人 100097559
 弁理士 水野 浩司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電極を備えた圧電素子から成り、電気信号を前記電極に印加することにより超音波を生じる振動子を備えた超音波診断用プローブと、
 前記プローブの振動子に電気信号を付加して超音波を発生させると共に、その超音波を物体に照射し、超音波の反射波を検出して超音波画像診断を行う超音波画像診断手段と、
 前記プローブを物体に接触させたときの前記振動子の共振周波数を検知する周波数測定手段を有し、その測定した共振周波数から物体の硬さを検知する硬さ検知手段とを具備し、
 前記プローブを用いての超音波画像診断と前記プローブを用いての硬さ検知とを行うようにしたことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、生体組織に接触させて超音波断層像を観察する超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

生体の硬さを測定するシステムとして、例えば、特開平2-290529号公報のものが知られている。これは、圧電素子から成るプローブを生体に接触させて、発振回路でプローブ部分を振動したときの共振周波数の変化情報を基に、生体接触部分の硬さを測定するものである。

また、超音波断層像診断用のプローブに圧力センサーを設けた例として、特開昭61-187844号公報のものがある。これは、プローブを生体に押し当てたときの圧力を検出する圧力センサーを設け、接触部位の圧力と超音波断層像の歪量から部位の硬さを測定するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、特開平2-290529号公報の硬さ測定用プローブにあつてはこれを用いて体内に存在する生体部位の硬さを測定する場合、硬い部位の体表上での位置を盲目的に搜索する必要があり、その診断は手間を要していた。加えて、硬い部位の体表上での位置は検出できるが、その部位の深さ方向の位置を正確に検出することが困難であった。

10

【0004】

また、特開昭61-187844号公報の超音波断層像診断用プローブを用いた場合、超音波画像から押し当て部位の生体の変形量と圧力センサーの測定値から生体組織の硬さを判別する必要があるため、硬さを求めるための計算作業を別途行う必要がある。加えて、体腔内の粘膜に対して本例のプローブを用いる場合、プローブをむやみに押し当てると、粘膜を損傷したり、生体壁を穿孔したりするおそれがある。さらに、本例のプローブでは、圧力センサーと超音波診断プローブを別体で設ける必要があり、挿入部の構成を小さくすることが要求される体腔内プローブ、特に先端部に内視鏡機能を有するプローブ等に本例を適用することは困難である。

【0005】

20

本発明は前記課題を解消し、プローブの先端部の構成を大きくすることなく、生体の硬さと同時に病変部の深さ方向の位置を測定し、超音波画像と硬さの測定結果を複合することによって、より高い精度での診断を可能にすることを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解消するために本発明は、超音波硬さ測定系と、超音波画像診断系の両方で用いることが可能な圧電素子から成る一つのプローブで硬さの測定と超音波画像診断を可能にする超音波診断装置を提供するものである。そして、以下の作用をもたらす。

(1) 超音波画像観察下で硬さの計測を可能にする。

(2) プローブを生体へ強く押し当てることなく組織の硬さを測定可能である。

30

(3) プローブの小型化が図れる。

【0007】

【発明の実施の形態】

< 第1実施形態 >

図1乃至図5を参照して、本発明の第1実施形態を説明する。

(目的)

第1実施形態はプローブの先端部の構成を大きくすることなく、生体の硬さと同時に病変部の深さ方向の位置を測定し、より高い精度での診断を可能にすることを目的とする。

【0008】

(構成)

40

図1(a)~(c)は第1実施形態に係るプローブ1を示し、このプローブ1は図1(a)で示すように、肉厚平板状(直方体形状)に形成されたプローブ本体2を有し、このプローブ本体2の後端にはコード3が接続されている。プローブ本体2の先端面部4には振動子群5が設けられている。振動子群5は複数の素子部6を図1(c)(d)に示されるような短冊状に図1(b)のA-A断面線方向に配列して構成されている。複数の素子部6のおのおのは図1(c)(d)で示すように、圧電素子9とこれの前面に配設されたGND(アース)電極10と圧電素子9の背面に並べて配設された第1シグナル電極11及び第2シグナル電極12から成る。つまり、圧電素子9はGND(アース)電極10と、第1シグナル電極11及び第2シグナル電極12との間に挟まれて電気音響変換器たる超音波振動素子を構成している。また、GND電極10の前面には樹脂製の音響整合層13

50

が塗布されている。

【0009】

なお、前記圧電素子の材料には例えば圧電セラミクスを用いるが、電気音響変換機能を有する材料であればこれを他のものに置き換えることができることはいうまでもない。たとえば、P V D F（ポリフッ化ビニリデン）等の高分子圧電材料、水晶振動子、電歪材料あるいは磁歪材料を用いることができる。

【0010】

G N D 電極 1 0、第 1 シグナル電極 1 1 及び第 2 シグナル電極 1 2 には、ケーブル 1 5、1 6、1 7 の一端がそれぞれ個別に接続されている。また、ケーブル 1 5、1 6、1 7 の他端はプローブ本体 2 及びコード 3 の内部を通じてコード 3 の後端に設けられる図示しないコネクタまで延在する。以上のように複数の素子部 6 おのおのは図示しないコネクタにて後述する回路と接続され、電気信号の送受信を行うようになっている。

10

【0011】

図 2 は第 1 実施形態のプローブ 1 を駆動するシステムの回路構成を示す。プローブ 1 の G N D 電極 1 0 に接続されるケーブル 1 5 はアース 1 8 に接続される。第 1 シグナル電極 1 1 と第 2 シグナル電極 1 2 に接続されるケーブル 1 6、1 7 は超音波画像診断と硬さ測定のための切換え用スイッチ回路 2 0 を介して、送受信回路 2 1、送信回路 2 2 及び受信回路 2 3 に対して選択的に接続されるようになっている。すなわち第 1 シグナル電極 1 1 に接続されるケーブル 1 6 はスイッチ 2 5 により送受信回路 2 1 の端子 2 6 と受信回路 2 2 の端子 2 7 を選択することにより、送受信回路 2 1 と受信回路 2 2 のいずれか一方に接続される。また、第 2 シグナル電極 1 2 に接続されるケーブル 1 7 はスイッチ 2 8 により送受信回路 2 1 の端子 2 9 と受信回路 2 3 の端子 3 0 を選択することにより、送受信回路 2 1 と受信回路 2 3 のいずれかに一方に接続される。また、受信回路 2 3 には周波数カウンタ 3 1 が接続されている。そして、これらは制御部 3 2 によって制御される。制御部 3 2 は演算回路の他、ビデオプロセッサやビデオインポーズ回路等を備える。また、処理演算された結果は超音波断層像を描出するモニター 3 3 に表示されるようになっている。

20

【0012】

次に、本実施形態での超音波画像を描出する原理について説明する。超音波画像診断を行う場合にはスイッチ 2 5、2 8 を送受信回路 2 1 側に切り換える。送受信回路 2 1 はプローブ 1 の先端面部において隣接する複数の素子部 6 に対して、パルス状の電気信号を送信する。このとき、送受信回路 2 1 は複数の素子部 6 から発生して照射する超音波が前方のある一点で集束するように、複数の素子部 6 の駆動タイミングを決定している。すなわち、送受信回路 2 1 から発せられた電気信号はケーブル 1 6 及びケーブル 1 7 を経由して、複数の素子部 6 にて超音波振動に変換される。そして複数の素子部 6 から発せられた超音波は体腔生体（物体）で反射して、再度、複数の素子部 6 に向かう。複数の素子部 6 はその反射超音波を受信して、それぞれ電気信号に変換する。この電気信号は再度、ケーブル 1 6 及びケーブル 1 7 を通って、送受信回路 2 1 にて受信され、増幅されたのち、制御部 3 2 に送られる。制御部 3 2 では送受信回路 2 1 からの電気信号を基に、反射超音波の大きさを明るさに変換すると同時に、受信タイミングより超音波の反射位置を算出する。以上の動作を、振動子群 5 の配列方向（A - A 断面線の方向）に順次行い、超音波走査することによって、超音波走査信号を得る。そして、ビデオプロセッサにより映像信号を生成し、モニター 3 3 にて超音波断層像を描出する。また、制御部 3 2 は前記の機能の他に、超音波画像上の 2 点間の距離を測定する機能を有している。この距離測定結果はモニター 3 3 に表示する。

30

40

【0013】

次に、本実施形態で硬さを測定する場合の動作原理を説明する。硬さ測定を行う場合にはスイッチ 2 5、2 8 を送信回路 2 2 と受信回路 2 3 側に切り換える。プローブ 1 を生体表面に接触した状態で、送信回路 2 2 によって、振動子群 5 の全てのシグナル電極 1 1 に対して同時に交流電圧を印加する。すると、生体表面の硬さに応じて、振動子群 5 はある振動数をピーク値として共振振動をする。一方、シグナル電極 1 2 は振動子群 5 の周期的な

50

振動を電気信号として検出する。この検出した電気信号は受信回路 23 にて受信され、増幅した後、周波数カウンタ 31 に送信される。周波数カウンタ 31 ではその検出信号の共振周波数のピーク値が算出される。以上の作業を組織学的に正常な部位と、硬化あるいは柔化した異常な部位で行い、正常な部位の硬さを基準値とした場合の異常な部位の硬さを相対値として算出して、これをインポーズ回路を通してモニター 33 上に硬さを表示すれば、生体の硬さが判明する。

【0014】

(作用)

図 3 乃至図 5 を参照して第 1 実施形態に係るプローブ 1 の使用例を説明する。

図 3 に示すように、位置 E の直下に病変部分 41 を有する生体 42 の硬さ及び位置の診断を行う例について説明する。 10

まず、生体 42 の表面の任意の位置 C にプローブ 1 の振動子群 5 の表面を当接させる。そして、スイッチ 25, 28 を端子 27, 30 側に切り換えて、硬さ測定を開始する。

【0015】

振動子群 5 の表面を生体表面に当接させた状態で、プローブ 1 を位置 D 及び位置 E を経由して矢印 43 の方向へ移動する。このとき、硬さの測定値は一定のタイミングで制御部 32 において記録され、その記録結果は図 4 に示すグラフとしてモニター 33 の画面に表示されている。

この場合、位置 E ではその直下に周辺部分とは硬さが異なる病変部分 41 の影響で、位置 C および位置 D の場合とは異なる共振周波数を示している。したがって、位置 E 付近の直下に病変部分 41 が存在すると推定できる。 20

また、制御部 32 では、記録された硬さの計測結果より、図 4 のグラフ上の直線部分（例えば位置 C あるいは位置 D）から位置 E における共振周波数と直線部分の共振周波数の差 f を求める。

【0016】

次に、スイッチ 25, 28 を端子 26, 29 側に切り換えて、図 5 に示すような、位置 E での超音波画像 46 をモニター表示とする。

本例では制御部 32 の距離測定機能によって、超音波画像 46 上の 2 つのカーソル 47, 48 の間の距離を距離表示部 49 に表示している。これによって生体 42 の表面の位置 E から病変部分 41 までの矢印 43 の方向の距離は X cm であると判別できる。 30

さらに、モニター表示 45 には制御部 32 で求めた f を基に、正常部位に対する位置 E の相対的な硬さ H が表示される。

【0017】

以上の診断によって、図 3 で示す様な、病変部分 41 を有する生体 42 に対して、本実施形態のプローブ 1 は図 4 の如く組織の硬さを測定することにより、病変部位の体表面上の概略の位置を把握でき、さらに図 5 のモニター表示 45 の内容から超音波画像診断、及び距離測定を行うことによって、病変部 41 の正確な深さ位置を把握すると同時に、診断位置での生体の硬さの確認が可能となる。

【0018】

(効果)

この実施形態によれば、プローブ 1 の先端部の構成を大きくすることなく、生体の硬さと同時に病変部の深さ方向の位置を測定することが可能になった。また、超音波画像と硬さの測定結果を複合することによって、診断に必要な情報が増えてるため、より高い精度で診断が可能になった。 40

【0019】

< 第 2 実施形態 >

図 6 及び図 7 を参照して、本発明の第 2 実施形態を説明する。

(目的)

この第 2 実施形態は前述した第 1 実施形態の目的に加えて、体表からは診断が困難な部位の診断を可能にすると共に、体腔内の粘膜のような柔らかい壁面を傷つけることなく組織 50

の硬さの計測を可能にする。さらに手元操作にて容易に硬さ測定と超音波画像診断を切り換えることを可能にするを目的とする。

【0020】

(構成)

本実施形態は体腔内超音波プローブに適用したものである。図6は第2実施形態に係る体腔内超音波プローブ51の全体を示す。体腔内超音波プローブ51は挿入方向先端から順に、先端部52、湾曲部53、硬性部54、操作部55及びコード56から成る。先端部52の下側面には振動子群57が設けられている。振動子群57は第1実施形態の振動子群5と同様な構成から成る。すなわち、振動子群57は個々の素子(図示せず)に対して図示しないケーブルの一端がそれぞれ接続されている。図示しないケーブルの他端は体腔内超音波プローブ51内部を通過して、コード56の後端に設けられる図示しないコネクタに至る。操作部55には湾曲部53を湾曲操作する湾曲ノブ58が設けられている。また、先端部52と湾曲部53の境界付近内部(図示せず)と湾曲ノブ58の操作部55の内部の回転軸側面(図示せず)は2本のワイヤにて対面するように固定されている。これにより操作ノブ58を矢印59の方向に操作することによって、先端部52を矢印61の方向に湾曲することが可能である。さらに操作部55にはスイッチ25及びスイッチ28の切り換えを同時に行うことができる切換えスイッチ62が設けられている。切換えスイッチ62を押し込むと、スイッチ25及びスイッチ28が端子27, 30にそれぞれ切り換えられて、切換えスイッチ62自体は押し込まれた状態を維持することができる。さらに切換えスイッチ62を再度押し込むと、切換えスイッチ62自体は基の状態に戻り、前記スイッチ25及びスイッチ28は端子26, 29にそれぞれ切り換えられる。

10

20

【0021】

また、制御部32には予め、診断部位の正常組織の硬さの情報が記録されており、これと比較することで、病変部分の相対的な硬さを瞬時に測定できる構成になっている。

本実施形態では前記説明以外の構成に関しては、第1実施形態と同様であるため割愛する。

【0022】

(作用)

図7は本実施形態を体腔内で使用する場合の操作を説明する図である。以下の手順で操作を行う。

30

まず、腹壁71に図示しない気腹針を刺入し、気腹針を通じて気腹器にてガスを腹壁71内に注入し、気腹させる。

気腹させた腹壁71にトラカール72を挿入する。

次に、トラカール72に体腔内用超音波プローブ51を挿入する。

【0023】

そして、振動子群57が臓器73の表面に当接するように、湾曲ノブ58を操作して、先端部52を移動し、図7の状態とする。

切換えスイッチ62を押し、超音波画像診断を開始する。このとき振動子群57は臓器73に当接した状態を維持し、先端部52を徐々にスライドしながら、病変部分74を探索する。

40

病変部分74を超音波画像下で確認したら、切換えスイッチ62を再び押し、硬さ測定を行い、超音波画像と硬さの計測結果を総合して病変部分74の診断を行う。

【0024】

(効果)

第2実施形態は前述した第1実施形態の効果に加えて、体表からは診断が困難な部位の診断を可能にすると共に、体腔内の粘膜のような柔らかい壁面を傷つけることなく組織の硬さの計測が可能になった。さらに切換えスイッチ62をプローブ51側に設けることによって手元操作にて容易に硬さ測定と超音波画像診断を切り換えることが可能になった。

【0025】

なお、本発明は前記の各実施形態に限定されるものではない。すなわち、前記の実施形態

50

の他にも、硬さの計測と超音波画像診断を高速に切り換えて行い、硬さの計測と超音波画像の描出を同時に行えるようにした実施形態等にも応用できる。そのほかにも経口的、経直腸的、経膈的に体腔内に挿入可能な超音波プローブに適用する例等が考えられる。さらにプローブの構成を小さくできる利点を生かして、本発明を内視鏡等に適用した例も考えられる。この場合、例えば、第2実施形態の超音波プローブの先端部に光学観察系や、送気水や吸引用のチャンネル等を設けて、硬質部に相当する部分を可撓性のあるチューブに変更することによって実現可能である。さらに、本実施形態はリニア走査式のプローブの例を示したが、この他にも、円筒状のプローブの側面に対して、全周にわたって素子を配列した360°の走査が可能なラジアル走査型のプローブや、リニア走査式のプローブの振動子群をある曲率にて曲げた面上に配列したコンベックスプローブ等への応用も考えら

10

【0026】

[付記]

1. 電極を備えた圧電素子から成り、電気信号を前記電極に印加することにより超音波を生じる振動子を備えた超音波診断用プローブと、前記プローブの振動子に電気信号を付加して超音波を発生させると共に、その超音波を物体に照射し、超音波の反射波を検出して超音波画像診断を行う超音波画像診断手段と、前記プローブを物体に接触させたときの前記振動子の共振周波数を検知する周波数測定手段を有し、その測定した共振周波数から物体の硬さを検知する硬さ検知手段とを具備し、前記プローブを用いての超音波画像診断と前記プローブを用いての硬さ検知とを行うよう

20

【0027】

2. 前記超音波画像診断手段と前記硬さ検知手段の一方が、選択的に前記振動子と接続する切り換え手段を有することを特徴とする付記第1項に記載の超音波診断装置。

【0028】

3. 前記プローブは、生体外表面に前記振動子を接触させる体外式プローブであることを特徴とする付記第1項に記載の超音波診断装置。

4. 前記プローブは、体内に挿入する体腔内プローブであることを特徴とする付記第1項に記載の超音波診断装置。

5. 前記切り換え手段が前記プローブに設けられていることを特徴とする付記第3項または第4項に記載の超音波診断装置。

30

【0029】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、プローブの先端部の構成を大きくすることなく生体の硬さと同時に病変部の深さ方向の位置を測定することが可能になった。超音波画像と硬さの測定結果を複合することによって、より高い精度での診断を可能にする。加えて、超音波画像の観察により体腔内の粘膜のような柔らかい壁面を傷つけることなく組織の硬さの計測が可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は第1実施形態に係るプローブの側面図、(b)はそのプローブの先端面

40

図、(c)は(b)中A-A線に沿う断面図、(d)は(c)中B-B線に沿う断面図。

【図2】第1実施形態のプローブを駆動するシステムの回路構成図、

【図3】第1実施形態に係るプローブの使用例の説明図。

【図4】第1実施形態に係るプローブによる位置と測定周波数との関係を示すグラフ。

【図5】第1実施形態に係るモニター表示の状態図。

【図6】第2実施形態に係る体腔内超音波プローブの全体を示す側面図。

【図7】第2実施形態に係る体腔内超音波プローブの使用状態の説明図。

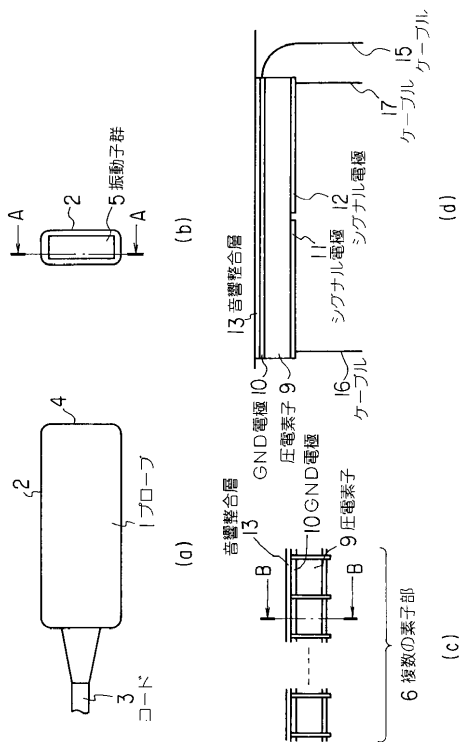
【符号の説明】

1...プローブ、4...先端面部、5...振動子群、6...複数の素子部、9...圧電素子、10...GND電極、11...第1シグナル電極、12...第2シグナル電極、20...切換え用スイッ

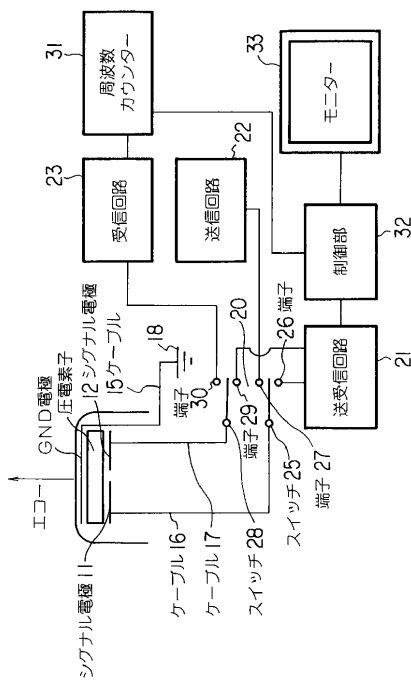
50

子回路、2 1 ... 送受信回路、2 2 ... 送信回路、2 3 ... 受信回路、3 1 ... 周波数カウンタ
 、3 2 ... 制御部、3 3 ... モニター、5 1 ... 体腔内超音波プローブ、5 2 ... 先端部、5 3 ...
 湾曲部、5 4 ... 硬質部、5 5 ... 操作部、5 7 ... 振動子群、6 2 ... 切換えスイッチ。

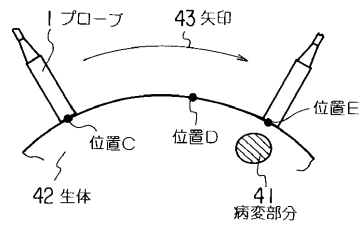
【 図 1 】



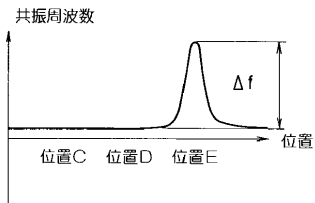
【 図 2 】



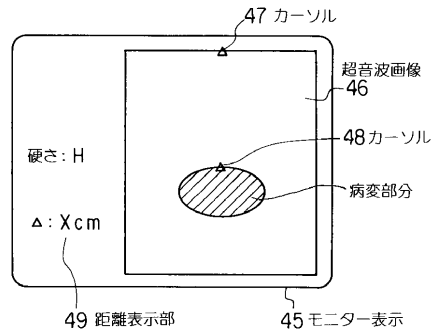
【 図 3 】



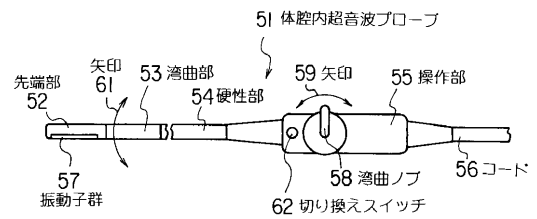
【 図 4 】



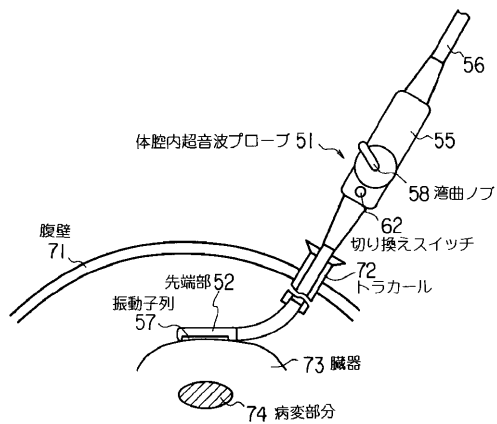
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 原 慎

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

審査官 後藤 順也

(56)参考文献 特開平02-290529(JP,A)

特開平05-317313(JP,A)

特開平06-114014(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

A61B 8/00-8/15

A61B 5/00 101