

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5648149号
(P5648149)

(45) 発行日 平成27年1月7日(2015.1.7)

(24) 登録日 平成26年11月21日(2014.11.21)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 N 29/26 (2006.01)

G O 1 N 29/26 5 O 2

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

G O 1 N 29/06 (2006.01)

G O 1 N 29/20 5 O 1

H O 1 L 41/09 (2006.01)

H O 1 L 41/08 M

H O 1 L 41/08 C

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-162034 (P2010-162034)

(22) 出願日 平成22年7月16日(2010.7.16)

(65) 公開番号 特開2012-21952 (P2012-21952A)

(43) 公開日 平成24年2月2日(2012.2.2)

審査請求日 平成25年5月7日(2013.5.7)

(出願人による申告)平成22年度、文部科学省、地域
科学技術振興事業委託事業「先進予防型健康社会創生ク
ラスタ構想(時空を超えたユビキタスな健康管理環境
技術の確立)」、産業技術力強化法第19条の適用を受
ける特許出願

(73) 特許権者 510197645

長井 裕

東京都杉並区浜田山4-29-18-10
2

(73) 特許権者 504157024

国立大学法人東北大学

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号

(73) 特許権者 000243364

本多電子株式会社

愛知県豊橋市大岩町字小山塚20番地

(74) 代理人 100114605

弁理士 渥美 久彦

(72) 発明者 長井 裕

東京都杉並区浜田山4-29-18-10
2

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

先端部に超音波伝達媒体が収容可能なスキャナ本体と、

前記スキャナ本体の先端部に配置され、試料にて焦点を結ぶように前記超音波伝達媒体
を介して超音波を照射するとともに、前記試料からの反射波を受信して電気信号に変換す
る焦点型超音波振動子と、

前記スキャナ本体の内部に配置され、超音波の照射点を前記試料の表面に沿って移動さ
せる走査手段と

を備え、前記超音波振動子で受信した超音波の反射波信号に基づいて、前記試料の超音波
像を表示する超音波顕微鏡であって、

前記走査手段は、板状に形成され、互いに平行かつ隙間をもって配置された複数枚の屈
曲変位型の電歪アクチュエータと、前記各電歪アクチュエータの各基端を支持する支持体
とを含んで構成され、

共通の前記超音波振動子に対し、前記各電歪アクチュエータの各先端が互いに離間して
固定され、

前記走査手段は、駆動時において、前記各電歪アクチュエータにおける先端側の領域と
基端側の領域とを逆方向に屈曲させ、その時々前記超音波の照射方向が平行となるよう
前記超音波振動子の位置を移動させる

ことを特徴とする超音波顕微鏡。

【請求項2】

前記各電歪アクチュエータは、第 1 面及び第 2 面を有する板状基材を備え、前記第 1 面において中央部よりも先端側の領域に圧電材が設けられ、前記第 2 面において中央部よりも基端側の領域に圧電材が設けられたユニモルフ型のアクチュエータであることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波顕微鏡。

【請求項 3】

前記各電歪アクチュエータは、第 1 面及び第 2 面を有する板状基材を備え、前記第 1 面において中央部よりも先端側の領域及び基端側の領域に屈曲方向が異なる圧電材が設けられるとともに、前記第 2 面において中央部よりも先端側の領域及び基端側の領域に屈曲方向が異なる圧電材が設けられたバイモルフ型のアクチュエータであることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波顕微鏡。

10

【請求項 4】

前記超音波の走査位置を示す可視光を前記スキャナ本体の先端部から出力する可視光照射手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の超音波顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を利用して試料の性状を観察する超音波顕微鏡に関するものである。

【背景技術】

【0002】

20

従来、医療分野では、生体組織の診断を行う装置として、超音波顕微鏡を応用した製品の開発が進められており、高解像度で生体組織の観察が可能なものが実用化されている。光学顕微鏡では生体組織における化学的性質の違いを例えば染色によって区別するのに対し、超音波顕微鏡では物理的性質の違いを無染色で区別することができる。つまり、超音波顕微鏡を用いる場合には、染色を行わなくても生体組織診断を行うことができるといった利点がある。

【0003】

従来の超音波顕微鏡は、超音波の X Y 走査を行うための走査機構を備えており、超音波を X Y 走査しながら試料からの反射波信号を取得し、反射波信号の強度に基づいて試料の画像信号を生成している。このため、超音波顕微鏡では、試料表面に対して垂直に超音波を照射する必要がある。また、解像度の高い超音波像を取得するためには、高精度に超音波を走査する必要がある。従って、従来の超音波顕微鏡では、超音波の走査機構が複雑な構造となり、検査を簡易に行うことができないといった問題があった。

30

【0004】

一方、比較的簡単な構成で超音波の走査を行う装置として、バイモルフアクチュエータを利用した超音波スキャナが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この超音波スキャナでは、バイモルフアクチュエータ 50 の自由端に超音波振動子 51 が固定されており、基材 52 を介して貼り合わせた圧電材 53 a, 53 b を逆位相となるよう駆動すると、アクチュエータ 50 の屈曲変位によって超音波振動子 51 が円弧状に移動される（図 1 参照）。この超音波スキャナを用いれば、装置の小型化が可能であり、振動や騒音も抑えられる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】実公平 6 - 9 6 1 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところが、上記した特許文献 1 の超音波スキャナは、比較的解像度が低い断層画像（B モード画像など）を取得するための装置に用いられるものであり、解像度が高い超音波像

50

を取得するための超音波顕微鏡には用いることができない。具体的には、超音波顕微鏡において、試料に対して垂直に超音波を照射する必要があるが、特許文献1の超音波スキャナを用いる場合、バイモルフアクチュエータ50の屈曲変位によって超音波振動子51が円弧状に移動してしまう。このため、超音波の照射方向Z(図11参照)を一定に保つことができず、試料の表面構造に応じた正確な反射波信号を得ることができない。

【0007】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡単な構成で超音波の走査を的確に行うことができる超音波顕微鏡を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、先端部に超音波伝達媒体が収容可能なスキャナ本体と、前記スキャナ本体の先端部に配置され、試料にて焦点を結ぶように前記超音波伝達媒体を介して超音波を照射するとともに、前記試料からの反射波を受信して電気信号に変換する焦点型超音波振動子と、前記スキャナ本体の内部に配置され、超音波の照射点を前記試料の表面に沿って移動させる走査手段とを備え、前記超音波振動子で受信した超音波の反射波信号に基づいて、前記試料の超音波像を表示する超音波顕微鏡であって、前記走査手段は、板状に形成され、互いに平行かつ隙間をもって配置された複数枚の屈曲変位型の電歪アクチュエータと、前記各電歪アクチュエータの各基端を支持する支持体とを含んで構成され、共通の前記超音波振動子に対し、前記各電歪アクチュエータの各先端が互いに離間して固定され、前記走査手段は、駆動時において、前記各電歪アクチュエータにおける先端側の領域と基端側の領域とを逆方向に屈曲させ、その時々

10

20

の超音波の照射方向が平行となるよう前記超音波振動子の位置を移動させることを特徴とする超音波顕微鏡をその要旨とする。

【0009】

請求項1に記載の発明によると、走査手段として、板状に形成された屈曲変位型の電歪アクチュエータを用いている。そして、走査手段の駆動時には、電歪アクチュエータにおける先端側の領域と基端側との領域とを逆方向に屈曲させ、その時々

30

の超音波の照射方向が平行となるよう超音波振動子の位置を移動させることで、超音波の走査が行われる。このように構成すると、超音波走査時における超音波の照射方向が常に一定の方向(具体的には、試料表面と直交する方向)を向くように超音波振動子を駆動することができる。さらに、板状の電歪アクチュエータの先端に超音波振動子が固定されているので、超音波の走査範囲を十分に確保することができる。またこの場合、走査手段の簡素化が可能となるため、スキャナ本体の軽量化や小型化を図ることができ、携帯型の超音波顕微鏡を実現することが可能となる。また、スキャナ本体を手で持って容易に操作することができ、スキャナ本体の先端部を直接患部に当てて患部の検査を迅速に行うことができる。

【0010】

請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記各電歪アクチュエータは、第1面及び第2面を有する板状基材を備え、前記第1面において中央部よりも先端側の領域に圧電材が設けられ、前記第2面において中央部よりも基端側の領域に圧電材が設けられたユニモルフ型のアクチュエータであることをその要旨とする。

40

【0011】

請求項2に記載の発明によると、超音波振動子が接続される先端側の屈曲方向と基端側の屈曲方向とが逆方向となるよう電歪アクチュエータを構成することができる。また、電歪アクチュエータがユニモルフ型のアクチュエータであるので、簡素な構成で走査手段を構成することができる。なお、板状基材の第1面側に設けられる圧電材と第2面側に設けられる圧電材とは、長さや屈曲度合が等しくなるよう形成されることが好ましい。

【0012】

請求項3に記載の発明は、請求項1において、前記各電歪アクチュエータは、第1面及び第2面を有する板状基材を備え、前記第1面において中央部よりも先端側の領域及び基端側の領域に屈曲方向が異なる圧電材が設けられるとともに、前記第2面において中央部

50

よりも先端側の領域及び基端側の領域に屈曲方向が異なる圧電材が設けられたバイモルフ型のアクチュエータであることをその要旨とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 3 に記載の発明によると、超音波振動子が接続される先端側の屈曲方向と基端側の屈曲方向とが逆方向となるよう電歪アクチュエータを構成することができる。また、電歪アクチュエータがバイモルフ型のアクチュエータであるので、超音波振動子を確実に移動させることができ、超音波の走査範囲を十分に確保することができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項において、前記超音波の走査位置を示す可視光を前記スキャナ本体の先端部から出力する可視光照射手段をさらに備えたことをその要旨とする。

10

【 0 0 1 5 】

請求項 4 に記載の発明によると、可視光照射手段から出力される可視光によって超音波の走査位置を容易に確認することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

以上詳述したように、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の発明によると、簡単な構成で超音波の走査を的確に行うことができる超音波顕微鏡を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

20

【図 1】一実施の形態の超音波顕微鏡を示す概略構成図。

【図 2】超音波顕微鏡の電気的な構成を示すブロック図。

【図 3】ラインマーカの固定位置を示す説明図。

【図 4】可視光及び超音波の照射位置を示す説明図。

【図 5】(a) は電歪アクチュエータの屈曲前の状態を示し、(b) はその屈曲後の状態を示す説明図。

【図 6】焦点型超音波振動子から照射される超音波ビームを示す説明図。

【図 7】(a) は別の実施の形態における電歪アクチュエータの屈曲前の状態を示し、(b) はその屈曲後の状態を示す説明図。

【図 8】(a) は別の実施の形態における電歪アクチュエータの屈曲前の状態を示し、(b) はその屈曲後の状態を示す説明図。

30

【図 9】別の実施の形態の走査手段を示す構成図。

【図 10】(a) は別の実施の形態における電歪アクチュエータの屈曲前の状態を示し、(b) はその屈曲後の状態を示す説明図。

【図 11】(a) は従来のバイモルフアクチュエータの屈曲前の状態を示し、(b) はその屈曲後の状態を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明を具体化した一実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。図 1 は、超音波顕微鏡 1 を示す概略構成図であり、図 2 は、超音波顕微鏡 1 の電気的な構成を示すブロック図である。

40

【 0 0 1 9 】

本実施の形態の超音波顕微鏡 1 は、全体としてペン状を呈するスキャナ本体 2 と、スキャナ本体 2 を制御する制御ユニット 3 (具体的には、パソコン) とから構成されている。スキャナ本体 2 と制御ユニット 3 とは、例えば U S B ケーブル 4 を介して接続される。

【 0 0 2 0 】

スキャナ本体 2 は、筐体 1 1、超音波を照射する焦点型超音波振動子 1 2、焦点型超音波振動子 1 2 を駆動する 1 枚の電歪アクチュエータ 1 3 (走査手段)、電歪アクチュエータ 1 3 を支持可能な支持具 1 4 (支持体)、超音波の走査位置を示すラインマーカ 1 5 (可視光照射手段) 等を備えている。

50

【 0 0 2 1 】

筐体 1 1 は、直径が 3 c m 程度の円筒状に形成されている。この筐体 1 1 の先端側は開口しており、その開口を覆うように試料接触部材 1 6 が着脱可能に装着されている。筐体 1 1 内において、その先端部となる試料接触部材 1 6 の部分に超音波伝達媒体 W 1（具体的には水）が充填されている。試料接触部材 1 6 は、光及び超音波を効率よく透過する材料（具体的にはガラスや樹脂材料）を用いて形成されている。

【 0 0 2 2 】

焦点型超音波振動子 1 2 は筐体 1 1 内の先端側に配置されている。この超音波振動子 1 2 が照射する超音波は、超音波伝達媒体 W 1 を介して円錐状に収束され、試料接触部材 1 6 の外表面（試料 1 8 の表面）近傍で焦点を結ぶようになっている。つまり、超音波顕微鏡 1 は、スキャナ本体 2 の試料接触部材 1 6 の外表面を試料 1 8（例えば、インビボの生体組織）に接触させて検査する携帯型の顕微鏡である。なお本実施形態では、超音波振動子 1 2 が照射する超音波としては、例えば、中心周波数が 8 0 M H z であり、帯域幅が 5 0 ~ 1 0 5 M H z（ - 6 d B）である。

10

【 0 0 2 3 】

電歪アクチュエータ 1 3 は、圧電材料を用いて細長い長方形の板状に形成されたユニモルフ型のアクチュエータ（屈曲変位型アクチュエータ）であり、長さ 8 0 m m、幅 1 0 m m、厚さ 0 . 6 m m のサイズを有する。そして、超音波振動子 1 2 の後端面の中央部分に電歪アクチュエータ 1 3 の先端が固定され、電歪アクチュエータ 1 3 の基端が支持具 1 4 に支持されている。なお、本実施の形態では、電歪アクチュエータ 1 3 の表面に、耐水性を高めるための絶縁皮膜が形成されている。超音波振動子 1 2 は、歪みが生じていない状態での電歪アクチュエータ 1 3 の長手方向を向くように配置されている。またこの状態では、超音波振動子 1 2 の中心線に重なるように電歪アクチュエータ 1 3 が配置される。

20

【 0 0 2 4 】

また、図 1 及び図 3 に示されるように、筐体 1 1 の内周面には、2 つのラインマーカ 1 5 が設けられている。各ラインマーカ 1 5 は、スキャナ本体 2 の先端部（試料接触部材 1 6）から可視光のレーザをライン状に照射する照射手段であり、筐体 1 1 の内周面において 9 0 度の角度間隔となる位置にそれぞれ配置されている。そして、超音波振動子 1 2 は、各ラインマーカ 1 5 から照射されるライン状のレーザの交差点と超音波の照射点とが一致するように配置されている（図 4 参照）。

30

【 0 0 2 5 】

図 1 に示されるように、支持具 1 4 は筐体 1 1 内の基端側に収納されており、この支持具 1 4 には配線基板 1 9 が設けられている。配線基板 1 9 には、電歪アクチュエータ 1 3 を駆動制御するための走査制御回路 2 0、ラインマーカ 1 5 を点灯させる駆動回路 2 1、超音波を送受信するための信号処理回路 2 2、電気信号の入出力を行うための I / F 回路 2 3 などが設けられている（図 2 参照）。

【 0 0 2 6 】

I / F 回路 2 3 としては、パソコン等の標準インターフェースである U S B インターフェースが用いられる。なお、I / F 回路 2 3 として、U S B インターフェースの他に I E E E 1 3 9 4 インターフェースを採用してもよく、また、データ転送速度は遅くなるが、シリアルインターフェースやパラレルインターフェースを採用することもできる。

40

【 0 0 2 7 】

図 2 に示されるように、走査制御回路 2 0 は、電歪アクチュエータ 1 3 に接続されており、電歪アクチュエータ 1 3 を変位させるための電圧信号を出力する。この電圧信号によって電歪アクチュエータ 1 3 が屈曲され、超音波振動子 1 2 が移動される（図 5 参照）。この結果、試料接触部材 1 6 の外表面（試料 1 8 の表面）に沿って超音波の照射点がリニア走査される。なお、超音波の走査範囲は、例えば 2 . 4 m m の幅である。

【 0 0 2 8 】

駆動回路 2 1 は、ラインマーカ 1 5 に接続されており、超音波の走査時にラインマーカ 1 5 を点灯させ、ライン状のレーザを各ラインマーカ 1 5 から出力させる。

50

【 0 0 2 9 】

信号処理回路 2 2 は、送信回路 2 4、送受波分離回路 2 5、受信回路 2 6、A / D 変換回路 2 8 を備える。

【 0 0 3 0 】

送信回路 2 4 は、超音波振動子 1 2 を駆動させるためのパルスが発生させる回路であり、トリガ回路 2 4 a とパルス発生回路 2 4 b とを備える。送信回路 2 4 において、トリガ回路 2 4 a は、制御ユニット 3 から出力される制御信号を I / F 回路 2 3 を介して取り込み、その制御信号に基づいてトリガ信号を生成する。パルス発生回路 2 4 b は、そのトリガ信号に応答して励起パルスを生成する。その励起パルスが送受波分離回路 2 5 を介して超音波振動子 1 2 に供給されて超音波振動子 1 2 から超音波が照射される。

10

【 0 0 3 1 】

本実施の形態の超音波振動子 1 2 は、送受波兼用の振動子であり、試料 1 8 で反射した超音波（反射波）を電気信号に変換する。そして、その反射波の信号は送受波分離回路 2 5 を介して受信回路 2 6 に供給される。受信回路 2 6 は、反射波の信号を増幅して出力する。反射波信号は、A / D 変換回路 2 8 に供給された後、I / F 回路 2 3 を介して制御ユニット 3 に転送される。そして、制御ユニット 3 において、試料 1 8 の反射波信号が抽出される。

【 0 0 3 2 】

制御ユニット 3 は、CPU 3 1、I / F 回路 3 2、メモリ 3 3、記憶装置 3 4、入力装置 3 5、及び表示装置 3 6 を備え、それらはバス 3 7 を介して相互に接続されている。

20

【 0 0 3 3 】

CPU 3 1 は、メモリ 3 3 を利用して制御プログラムを実行し、装置全体を統括的に制御する。制御プログラムとしては、電歪アクチュエータ 1 3 によるリニア走査を制御するためのプログラムや試料 1 8 の超音波像を生成して表示するためのプログラムなどを含む。

【 0 0 3 4 】

I / F 回路 3 2 は、スキャナ本体 2 との間で信号の授受を行うためのインターフェース（具体的には、USB インターフェース）であり、スキャナ本体 2 に制御信号（走査制御回路 2 0 や送信回路 2 4 への制御信号）を出力したり、スキャナ本体 2 からの転送データ（A / D 変換回路 2 8 から I / F 回路 2 3 を介して転送されるデータ）を入力したりする。

30

【 0 0 3 5 】

表示装置 3 6 は、例えば、LCD や CRT などのカラーディスプレイであり、試料 1 8 の超音波像や、各種設定の入力画面を表示するために用いられる。入力装置 3 5 は、キーボードやマウス装置などであり、ユーザからの要求や指示、パラメータの入力に用いられる。

【 0 0 3 6 】

記憶装置 3 4 は、磁気ディスク装置や光ディスク装置などであり、その記憶装置には制御プログラム及び各種のデータが記憶されている。CPU 3 1 は、入力装置 3 5 による指示に従い、プログラムやデータを記憶装置 3 4 からメモリ 3 3 へ転送し、それを逐次実行する。なお、CPU 3 1 が実行するプログラムとしては、メモリカード、フレキシブルディスク、光ディスクなどの記憶媒体に記憶されたプログラムや、通信媒体を介してダウンロードしたプログラムでもよく、その実行時には記憶装置 3 4 にインストールして利用する。

40

【 0 0 3 7 】

図 5 には、本実施の形態に用いられるユニモルフ型の電歪アクチュエータ 1 3 の具体例を示している。図 5 (a) は屈曲前の電歪アクチュエータ 1 3 を示し、図 5 (b) は屈曲後の電歪アクチュエータ 1 3 を示している。図 5 に示されるように、電歪アクチュエータ 1 3 は、第 1 面 4 1 及び第 2 面 4 2 を有する板状基材 4 3 を備える。板状基材 4 3 の第 1 面 4 1 において中央部よりも先端側（図 5 では下側）の領域に圧電材 4 4 が設けられ、第

50

2面42において中央部よりも基端側(図5では上側)の領域に圧電材44が設けられている。つまり、電歪アクチュエータ13では、先端側の領域と基端側の領域とで同じ変位を持つ構造を逆相に配設している。

【0038】

図5(b)に示されるように、電歪アクチュエータ13は、超音波振動子12が接続される先端側の屈曲方向と基端側の屈曲方向とが逆方向となっている。このように電歪アクチュエータ13を構成することにより、電歪アクチュエータ13の先端部の方向が屈曲前と屈曲後とで同じ方向を向くことになる。なお、図5(b)の場合では、電歪アクチュエータ13の各電極に所定電圧を印加することで、超音波の照射方向Zと直交する方向X(図5では左方向)に超音波振動子12が移動される。また、図示しないが、図5(b)の場合とは逆の電圧を電歪アクチュエータ13の各電極に印加することで、図5の右方向に超音波振動子12が移動される。

10

【0039】

因みに、単純屈曲の電歪アクチュエータ、すなわち図11に示すような従来のバイモルフアクチュエータ50を用いる場合、アクチュエータ50が屈曲することでその先端部の角度が変化してしまう。この場合、走査時において超音波の照射方向Zを一定に保つことは困難となる。これに対して、図5の電歪アクチュエータ13を用いることにより、走査時において超音波の照射方向Zを一定に保つことが可能となる。

【0040】

また、電歪アクチュエータ13の屈曲前と屈曲後とでは上下方向の変位(照射方向の位置ズレ)が若干生じることとなるが、焦点型超音波振動子12から照射される超音波は、図6に示すように焦点を結ぶ。つまり、超音波のビーム幅が狭くなる焦点領域R1は、超音波S0の照射方向Zにある程度の幅を有している。従って、本実施の形態では、電歪アクチュエータ13の変位よりも焦点領域R1の幅が広い超音波振動子12を用いている。この超音波振動子12を用いることにより、電歪アクチュエータ13の屈曲によって焦点型超音波振動子12がZ方向に変位したとしても、試料18の表面に超音波S0の焦点が合うようになっている。

20

【0041】

従って、本実施の形態によれば以下の効果を得ることができる。

【0042】

30

(1)本実施の形態の超音波顕微鏡1では、超音波の走査手段として、板状に形成された屈曲変位型の電歪アクチュエータ13を用いている。そして、駆動時には、電歪アクチュエータ13における先端側の領域と基端側の領域とを逆方向に屈曲させ、その時々超音波の照射方向Zが平行となるよう超音波振動子12の位置を移動させることで、超音波の走査が行われる。このように構成すると、超音波の照射方向Zが常に一定の方向(試料18表面と直交する方向)を向くように超音波振動子12を駆動することができる。さらに、電歪アクチュエータ13の先端に超音波振動子12が固定されているので、超音波の走査範囲を十分に確保することができる。また、電歪アクチュエータ13としてユニモルフ型のアクチュエータが用いられているので、走査手段の簡素化が可能となる。このため、スキャナ本体2の軽量化や小型化を図ることができ、携帯型の超音波顕微鏡1を実現することが可能となる。また、スキャナ本体2は、全体としてペン状を呈しているため、スキャナ本体2を手で持って容易に操作することができ、スキャナ本体2の先端部を直接患部に当てて患部の検査を迅速に行うことができる。

40

【0043】

(2)本実施の形態の超音波顕微鏡1では、ラインマーカ15を備え、そのラインマーカ15により、超音波の走査位置を示す可視光がスキャナ本体2の先端部から出力される。この可視光によって超音波の走査位置を容易に確認することができるため、試料18における所望の部位に超音波を迅速に走査させることができる。

【0044】

(3)本実施の形態の超音波顕微鏡1では、スキャナ本体2の先端部に試料接触部材1

50

6 が着脱可能に装着されているので、異なる試料 18 を検査する度に試料接触部材 16 を交換することができる。この場合、新品の試料接触部材 16 や殺菌洗浄後の試料接触部材 16 に交換することにより、スキャナ本体 2 を清潔に保つことができ、実用上好ましいものとなる。

【0045】

(4) 本実施の形態では、スキャナ本体 2 内に収納された配線基板 19 に、電歪アクチュエータ 13 を駆動制御するための走査制御回路 20、ラインマーカ 15 を点灯させる駆動回路 21、超音波を送受信するための信号処理回路 22 などが設けられているので、携帯型の超音波顕微鏡 1 を実現する上で好ましい構成となる。

【0046】

なお、本発明の実施の形態は以下のように変更してもよい。

【0047】

・上記実施の形態では、1 枚の電歪アクチュエータ 13 で超音波振動子 12 を移動させるものであったが、これに限定されるものではなく、2 枚以上の電歪アクチュエータ 13 にて超音波振動子 12 を移動させるように構成してもよい。図 7 には、2 枚の電歪アクチュエータ 13 にて超音波振動子 12 を移動させる走査手段の具体例を示している。図 7 において、超音波振動子 12 を移動させるために同じ形状・大きさの 2 枚の電歪アクチュエータ 13 が用いられ、各電歪アクチュエータ 13 が互いに平行かつ隙間をもって配置されている。そして、超音波の走査時には、各電歪アクチュエータ 13 が同一方向に同時に屈曲される。なお、各電歪アクチュエータ 13 の先端同士は接近していてもよいが、図 7 に示すように離間していてもよい。このように超音波の走査手段を構成すると、超音波振動子 12 の向きを一定に保ちつつ超音波振動子 12 を確実に移動させることができる。

【0048】

・上記実施の形態の電歪アクチュエータ 13 は、板状基材 43 の第 1 面 41 (図 5 では左側の面) において中央部よりも先端側の領域に圧電材 44 が設けられ、第 2 面 42 (図 5 では右側の面) において中央部よりも基端側の領域に圧電材 44 が設けられていたが、これに限定されるものではない。図 5 の電歪アクチュエータ 13 において、板状基材 43 の左右を逆にした面をそれぞれ第 1 面 41 及び第 2 面 42 とし、右側の第 1 面 41 において中央部よりも先端側の領域に圧電材 44 を設け、左側の第 2 面 42 において中央部よりも基端側の領域に圧電材 44 を設けてもよい。

【0049】

・上記実施の形態では、電歪アクチュエータ 13 の先端に超音波振動子 12 を固定し、電歪アクチュエータ 13 の基端側を支持具 14 に固定する構成としたが、図 8 のような構成を採用してもよい。具体的には、2 枚の電歪アクチュエータ 13 を用い、各電歪アクチュエータ 13 の一端を連結部材 46 で接続する。そして、一方の電歪アクチュエータ 13 の他端 (基端) を支持具 14 に固定し、他方の電歪アクチュエータ 13 の他端 (先端) に超音波振動子 12 を固定する。このように構成すると、電歪アクチュエータ 13 の屈曲前と屈曲後とで上下方向の変位をキャンセルすることができ、超音波の焦点のズレを確実に防止することができる。

【0050】

・上記実施の形態の超音波顕微鏡 1 では、超音波を一次元的にリニア走査するものであったが、これに限定されるものではなく、二次元的に走査する構成としてもよい。具体的には、図 9 に示す走査手段のように、電歪アクチュエータ 13 による駆動部分を 2 段構造として、1 段目の電歪アクチュエータ 13 の屈曲方向と 2 段目の電歪アクチュエータ 13 の屈曲方向とが直交するように設ける。なお、図 9 に示す走査手段では、1 段目及び 2 段目の各段において電歪アクチュエータ 13 を 1 枚ずつ設けているが、各段にて複数枚の電歪アクチュエータ 13 を設けてもよい。このようにすれば、1 段目の電歪アクチュエータ 13 と 2 段目の電歪アクチュエータ 13 との屈曲の組み合わせによって超音波振動子 12 を二次元的に移動させることが可能となる。

【0051】

・上記実施の形態では、ユニモルフ型の電歪アクチュエータ１３を用いたが、バイモルフ型の電歪アクチュエータなどの他の電歪アクチュエータを用いてもよい。図１０には、そのバイモルフ型の電歪アクチュエータ１３Ａの具体例を示している。図１０に示されるように、電歪アクチュエータ１３Ａは、第１面４１及び第２面４２を有する板状基材４３を備え、第１面４１及び第２面４２には２枚ずつ圧電材４４ａ，４４ｂが貼り付けられている。詳しくは、板状基材４３の第１面４１において、中央部よりも基端側の領域及び先端側の領域に屈曲方向が異なる圧電材４４ａ，４４ｂが設けられている。また、板状基材４３の第２面４２において、中央部よりも基端側の領域及び先端側の領域に屈曲方向が異なる圧電材４４ｂ，４４ａが設けられている。そして、電歪アクチュエータ１３Ａでは、対角にある圧電材４４ａ及び対角にある圧電材４４ｂについて逆相の屈曲方向となるよう電歪アクチュエータ１３Ａの各電極に電圧が印加される。この電歪アクチュエータ１３Ａを用いても、超音波の照射方向が平行となるよう超音波振動子１２の位置を移動させることができる。また、バイモルフ型の電歪アクチュエータ１３Ａを用いれば、ユニモルフ型の電歪アクチュエータ１３と比較して、超音波振動子１２を確実に移動させることができ、超音波の走査範囲を十分に確保することができる。

10

【００５２】

・上記実施の形態では、筐体１１の内周面にラインマーカ１５を固定していたが、超音波振動子１２側にラインマーカ１５を固定してもよい。

【００５３】

次に、特許請求の範囲に記載された技術的思想のほかに、前述した実施の形態によって把握される技術的思想を以下に列挙する。

20

【００５４】

(１)請求項１乃至４のいずれかにおいて、前記屈曲変位型の電歪アクチュエータを支持可能な支持体を備えたとともに、１枚の前記屈曲変位型の電歪アクチュエータの基端を前記支持体に支持させるとともに、前記電歪アクチュエータの先端を前記超音波振動子の後端面の中央部に固定したことを特徴とする記載の超音波顕微鏡。

【００５５】

(２)請求項１乃至４のいずれかにおいて、前記屈曲変位型の電歪アクチュエータを複数枚支持可能な支持体を備えたとともに、複数枚の前記屈曲変位型の電歪アクチュエータの基端を前記支持体に支持させるとともに、各電歪アクチュエータを互いに平行に配置し、かつ、各電歪アクチュエータの先端に前記超音波振動子を固定したことを特徴とする記載の超音波顕微鏡。

30

【００５６】

(３)技術的思想(２)において、前記走査手段は、前記超音波の走査時に、前記各屈曲変位型の電歪アクチュエータを同一方向に同時に屈曲させることを特徴とする超音波顕微鏡。

【００５７】

(４)技術的思想(２)において、一対の前記屈曲変位型の電歪アクチュエータの先端部に前記超音波振動子の両端が固定されたことを特徴とする超音波顕微鏡。

【００５８】

40

(５)請求項１乃至４のいずれかにおいて、前記スキャナ本体は、全体としてペン状を呈することを特徴とする超音波顕微鏡。

【００５９】

(６)請求項１乃至４のいずれかにおいて、前記超音波振動子に対して信号の送受信を行う信号処理手段が前記スキャナ本体の基端部側に収納されていることを特徴とする超音波顕微鏡。

【００６０】

(７)請求項１乃至４のいずれかにおいて、前記スキャナ本体の先端部が着脱可能に構成されていることを特徴とする超音波顕微鏡。

【００６１】

50

(8) 請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、前記試料はインビボの生体組織であり、その生体組織に前記スキャナ本体の先端部表面を直接接触させて使用することを特徴とする超音波顕微鏡。

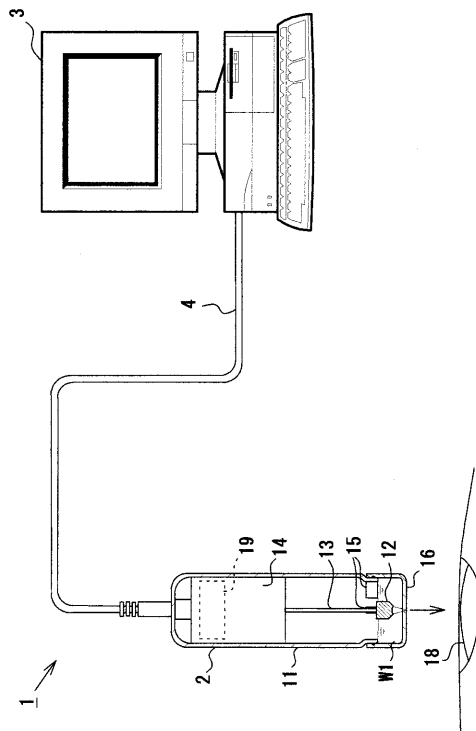
【符号の説明】

【 0 0 6 2 】

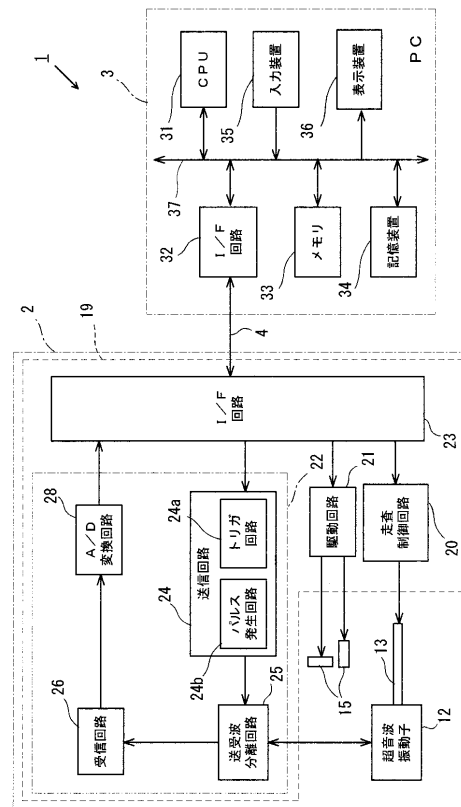
- 1 ... 超音波顕微鏡
- 2 ... スキャナ本体
- 1 2 ... 焦点型超音波振動子
- 1 3 ... 走査手段を構成する電歪アクチュエータ
- 1 4 ... 支持体としての支持具
- 1 5 ... 可視光照射手段としてのラインマーカ
- 4 1 ... 第 1 面
- 4 2 ... 第 2 面
- 4 3 ... 板状基材
- 4 4 , 4 4 a , 4 4 b ... 圧電材
- W 1 ... 超音波伝達媒体
- Z ... 照射方向

10

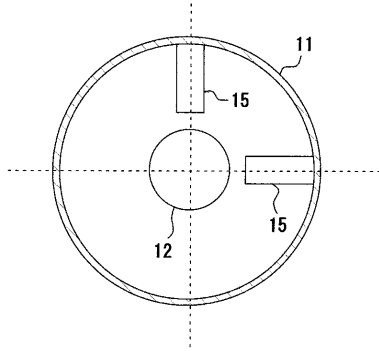
【 図 1 】



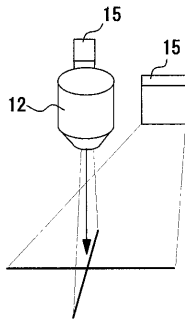
【 図 2 】



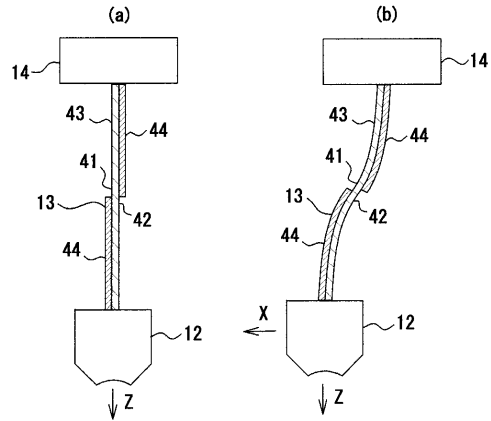
【図 3】



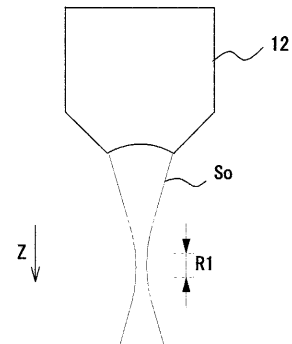
【図 4】



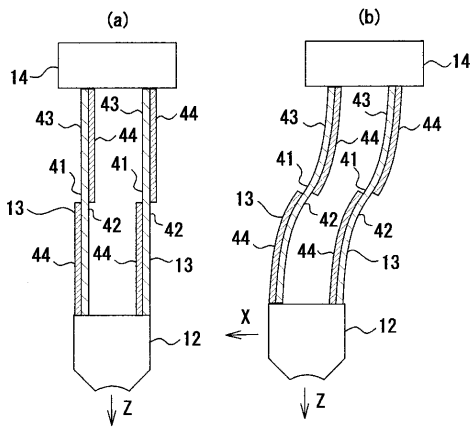
【図 5】



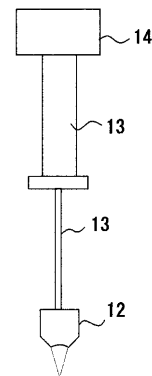
【図 6】



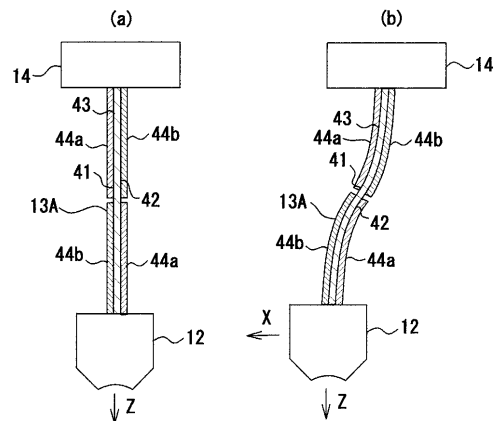
【図 7】



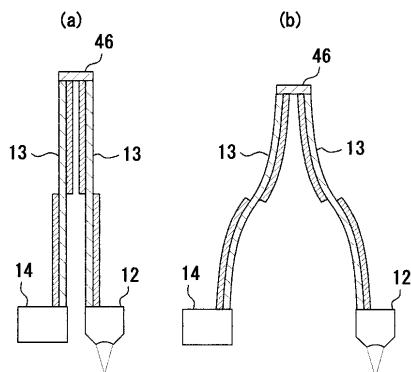
【図 9】



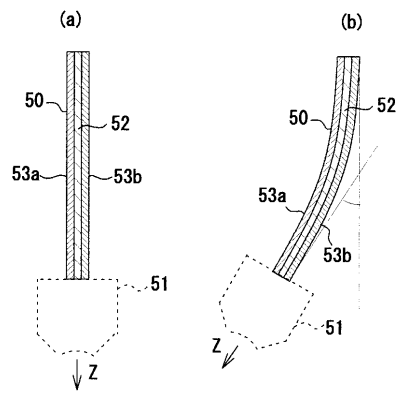
【図 10】



【図 8】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 西條 芳文
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内
- (72)発明者 小林 和人
愛知県豊橋市大岩町小山塚20番地 本多電子株式会社内

審査官 喜々津 徳胤

- (56)参考文献 特開2006-242738(JP,A)
特開平09-148643(JP,A)
特開昭63-260085(JP,A)
特開平02-045757(JP,A)
実開昭60-080347(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N29/00-29/52
A61B8/00-8/14

专利名称(译)	超声波显微镜		
公开(公告)号	JP5648149B2	公开(公告)日	2015-01-07
申请号	JP2010162034	申请日	2010-07-16
[标]申请(专利权)人(译)	本多电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	永井浩 国立大学法人东北大学 本多电子株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	永井浩 国立大学法人东北大学 本多电子株式会社		
[标]发明人	長井裕 西條芳文 小林和人		
发明人	長井 裕 西條 芳文 小林 和人		
IPC分类号	G01N29/26 A61B8/00 G01N29/06 H01L41/09		
FI分类号	G01N29/26.502 A61B8/00 G01N29/20.501 H01L41/08.M H01L41/08.C A61B8/14		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/DB04 2G047/EA07 4C601/BB02 4C601/BB09 4C601/EE04 4C601/FF20		
其他公开文献	JP2012021952A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波显微镜，利用该超声波显微镜可以用简单的结构精确地进行超声波的扫描。解决方案：超声波显微镜1包括扫描仪主体2，其边缘部分可以包含超声波传输介质W1。聚焦型超声波振荡器12布置在扫描仪主体2的边缘部分上。通过超声波振荡器12，经由超声波传输介质W发射超声波，使得在样本18上产生焦点。接收来自样品18的反射波并将其转换成电信号。扫描装置构造具有电致伸缩致动器13，其将电信号转换成失真。边缘侧的区域和电致伸缩致动器13的基部侧的区域沿相反方向弯曲，并且超声波振荡器12的位置移动，使得超声波的各个照射方向变得平行。

