

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-160823

(P2005-160823A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int.Cl.⁷**A61B 18/00****A61B 8/12****A61B 17/22****H04R 17/00**

F I

A61B 17/36 33O

A61B 8/12

A61B 17/22 33O

H04R 17/00 33OD

H04R 17/00 33OG

テーマコード (参考)

4C060

4C601

5D019

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-405268 (P2003-405268)

(22) 出願日 平成15年12月3日(2003.12.3)

(71) 出願人 593232206

学校法人桐蔭学園

神奈川県横浜市青葉区鉄町1614番地

(74) 代理人 100071825

弁理士 阿形 明

(74) 代理人 100095153

弁理士 水口 崇敏

(72) 発明者 竹内 真一

神奈川県横浜市青葉区鉄町1614番地

学校法人桐蔭学園内

(72) 発明者 鈴木 崇洋

神奈川県横浜市青葉区鉄町1614番地

学校法人桐蔭学園内

最終頁に続く

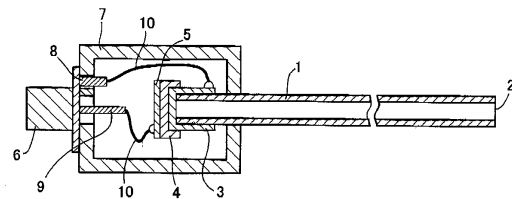
(54) 【発明の名称】 カテーテル型超音波照射装置

(57) 【要約】

【課題】 音響導波路と圧電素子とを強固に密着させて、物性の変動を防止し、かつ容易に小型化を実現しうる超音波照射装置を提供する。

【解決手段】 一端を音響放射面として開放し、他端にチタン被覆を施して接地側電極を形成したフレキシブル音響導波路と、該チタン被覆層上に直接密着して設けられた圧電素子膜からなる受音子と、該圧電素子膜上に形成された金属層からなる信号側電極とで構成され、かつ前記チタン被覆、圧電素子膜及び信号側電極を有する端部を、コネクタを付設した筐体で液密的に包囲するとともに、前記接地側電極及び信号側電極をそれぞれコネクタの接地側電極ピン及び信号側電極ピンに接続した構造を有するカテーテル型超音波照射装置とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一端を音響放射面として開放し、他端にチタン被覆を施して接地側電極を形成したフレキシブル音響導波路と、該チタン被覆層上に直接密着して設けられた圧電素子膜からなる受音子と、該圧電素子膜上に形成された金属層からなる信号側電極とで構成され、かつ前記チタン被覆、圧電素子膜及び信号側電極を有する端部を、コネクタを付設した筐体で液密的に包囲するとともに、前記接地側電極及び信号側電極をそれぞれコネクタの接地側電極ピン及び信号側電極ピンに接続した構造を有するカテーテル型超音波照射装置。

【請求項 2】

チタン被覆を圧電素子形成成分含有強アルカリ水溶液と接触させ、高温、高圧下に水熱反応させることにより、チタン被覆層上に圧電素子膜を直接密着させて設けた請求項 1 記載のカテーテル型超音波照射装置。 10

【請求項 3】

フレキシブル音響導波路が光ファイバからなる請求項 1 又は 2 記載のカテーテル型超音波照射装置。

【請求項 4】

光ファイバがサファイア製光ファイバである請求項 3 記載のカテーテル型超音波照射装置。

【請求項 5】

光ファイバがアルミナ製光ファイバである請求項 3 記載のカテーテル型超音波照射装置。 20

【請求項 6】

光ファイバがプラスチック製光ファイバである請求項 3 記載のカテーテル型超音波照射装置。

【請求項 7】

圧電素子膜がジルコン酸チタン酸鉛からなる請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のカテーテル型超音波照射装置。

【請求項 8】

圧電素子膜がチタン酸バリウムからなる請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のカテーテル型超音波照射装置。 30

【請求項 9】

圧電素子膜が $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3 - \text{BaTiO}_3$ 又は $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3 - \text{BaTiO}_3 - \text{SrTiO}_3$ からなる請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のカテーテル型超音波照射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は病気の診断、治療など医療分野において広く用いることができるカテーテル型超音波照射装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、病気の診断や治療を行う医療分野において、超音波照射装置が広く利用されている。そして、これまでにこのような超音波装置として、同心円状に分割され配列された複数の環状のトラックからなり、各トラックの周方向に複数のセクタに分割された二次元アレイ型超音波発生器と、このセクタを構成する素子を駆動する駆動回路と、その駆動信号の位相及び振幅を制御する位相振幅制御回路を備えた、悪性腫瘍の治療に好適な超音波照射装置（特許文献 1 参照）、すだれ状電極を備えた圧電基板を非圧電基板の一方の板面に設け、液体又は粘液状の物質を介して前記非圧電基板の他方の板面と接触した物体中に超音波を照射する手段を備えた胆石破壊用超音波照射装置（特許文献 2 参照）、体内に治療用超音波を照射する超音波照射手段と、この体内にイメージング用超音波を送信すると 40 50

もに体内からの反射波を受信するイメージング用超音波プローブとこれらの超音波からの信号を比較する手段を備えた結石破碎用超音波照射装置（特許文献3参照）、体内の所望の部位に超音波を照射する複数の超音波振動子から構成された超音波発生源と、体内の断層像を得るための超音波を送受信する画像診断用超音波プローブとを備えた治療用ヘッドを有する超音波照射装置（特許文献4参照）、加熱治療用集束超音波照射装置と患者体内組織の三次元画像を撮像して表示する画像診断装置と両者の間を患者の体位を変えることなく移動させる移動装置を有する超音波治療装置（特許文献5参照）などが知られている。

【0003】

このほか、超音波照射装置として、ガンの低侵襲治療や血栓の溶解治療を目的として、光ファイバのようなフレキシブルな音響導波路を利用したものが提案されているが、このように光ファイバを音響導波路として用いる場合は、体外で発生させた超音波振動を効率よく端面に入射させることが困難になる。

【0004】

また、従来の超音波照射装置においては、音響導波路とその上に設ける圧電素子膜とを導電性接着剤を用いて接着しているため密着が不均一になるため、物性の変動したり、経時的に密着性が低下したり、あるいは接着層の存在により小型化が制限を受けるという欠点があった。

【0005】

【特許文献1】特開平7-184914号公報（特許請求の範囲その他）

【特許文献2】特開平7-313521号公報（特許請求の範囲その他）

【特許文献3】特開平10-216143号公報（特許請求の範囲その他）

【特許文献4】特開2001-70333号公報（特許請求の範囲その他）

【特許文献5】特開2000-166950号公報（特許請求の範囲その他）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、このような事情のもとで、音響導波路と圧電素子とを強固に密着させて、物性の変動を防止し、かつ容易に小型化を実現しうる超音波照射装置を提供することを目的としてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、音響導波路の所定の位置に、導電性接着剤を用いずに圧電素子を強固に密着させ、安定した物性を保証するとともに、小型化が可能な超音波照射装置を開発するために、種々研究を重ねた結果、音響導波路の所定の位置にチタン被覆を設け、この上に水熱反応を利用した化学蒸着により圧電素子膜を形成させることにより、その目的を達成しうることを見出し、この知見に基づいて本発明をなすに至った。

【0008】

すなわち、本発明は、一端を音響放射面として開放し、他端にチタン被覆を施して接地側電極（以下GND側電極という）を形成したフレキシブル音響導波路と、該チタン被覆層上に直接密着して設けられた圧電素子膜からなる受音子と、該圧電素子膜上に形成された金属層からなる信号側電極（以下HOT側電極という）とで構成され、かつ前記チタン被覆、圧電素子膜及び信号側電極を有する端部を、コネクタを付設した筐体で液密的に包囲するとともに、前記接地側電極及び信号側電極をそれぞれコネクタの接地側電極ピン及び信号側電極ピンに接続した構造を有するカテーテル型超音波照射装置を提供するものである。

【0009】

本発明におけるフレキシブル音響導波路としては、光ファイバを用いるのが好ましいが、所望ならば光ファイバ以外のプラスチックワイヤ、プラスチックロッド、金属ワイヤ、金属ロッドなどのフレキシブルな材料からなる線条体を用いることもできる。そして、上

10

20

30

40

50

記の光ファイバとしては、サファイア製光ファイバ、アルミナ製光ファイバ、プラスチック製光ファイバなどが好ましい。

【0010】

これらのフレキシブル音響導波路としてチタン以外の材料を用いた場合には、少なくともその圧電素子膜を付着させる部分にチタン被覆を設けることが必要である。このチタン被覆は、例えばスパッタリング、真空蒸着、溶着、めっきなど公知の金属被覆手段を用いて形成させることができる。

【0011】

圧電素子膜は、このようにして形成されたチタン被覆の上に成膜されるが、この成膜は、例えば複数の攪拌羽根からなる攪拌手段を備えたオートクレーブ型反応容器において、少なくとも攪拌羽根の外側露出面及び反応容器内側面を耐アルカリ性材料で構成するとともに、上記攪拌羽根に取り付け溝を穿設し、その取り付け溝に、フレキシブル音響導波路の端部のみを露出させ、それ以外の部分を液密的に隔離して着脱自在に嵌合した圧電膜形成装置を用いて行うことができる。

【0012】

このようにして成膜される圧電素子としては、ジルコン酸チタン酸鉛のようなPZT系圧電体のほか、チタン酸バリウム、 $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3-\text{BaTiO}_3$ 又は $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3-\text{BaTiO}_3-\text{SrTiO}_3$ などの非鉛系のものも用いることができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明は、音響導波路上に設けたチタン被覆表面に接着剤なしで水熱反応により直接圧電素子膜を密着させているので、従来の不安定要因であった光ファイバ端部に対する圧電素子膜との接着不良や使用時に水中に設置した放物面上の音響ミラーの焦点に合わせるため、光ファイバを患者体内に挿入する際、患者体内に装入する側と反対側の端部を配置するという煩雑かつむずかしい操作を省くことができるという利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

次に、添付図面に従って、本発明を実施するための最良の形態を説明する。

図1は、本発明のカテーテル型超音波照射装置の1例を示す縦断面図であって、フレキシブル材料からなる線条体1、好ましくは光ファイバの一端は音響放射面2に形成されており、他端にはチタン被覆3が設けられている。このチタン被覆3は、GND側電極としての役割を果たしている。このチタン被覆表面には、水熱反応により形成した圧電素子膜4、例えばPZT膜が設けられ、さらにその上にはスパッタリング、真空蒸着などで金属膜5が積層され、HOT側電極を構成している。このHOT側電極は、光ファイバ1の上のGND側電極3からは完全に隔離されている。

【0015】

光ファイバ1のチタン被覆3、圧電素子膜4、金属膜5を有する端部は、コネクタ6を付設したシールドケース7により液密的にカバーされている。また、チタン被覆からなるGND側電極3とコネクタのGND側電極ピン8、及びHOT側電極5とコネクタのHOT側電極ピン9とは、それぞれ導線10により結ばれている。

【0016】

図2は、チタン被覆3の表面に圧電素子膜4を形成させる場合に用いる装置の1例を示す側方断面図、図3はその中の攪拌羽根部分の側面図、図4はそのワイヤ取り付け部分の構造を示す断面図である。この装置は、オートクレーブ型反応容器11の内部にモーター12で回転する攪拌羽根13が配設された構造を有している。この反応容器11は、熱電対14、圧力計15及び減圧バルブ16を備え、かつ電熱線17により加熱しうっている。

【0017】

上記の攪拌羽根13には、その上面に複数の取り付け溝18、…が穿設され、その各取

10

20

30

40

50

り付け溝に光ファイバ1が抑え板19、20及びネジ21、22により着脱自在に嵌合されている。

【0018】

この取り付け溝18、…は図4に示す断面をもつ構造を有しており、光ファイバ1の端部1'が攪拌羽根の回転方向に向けて外に突出し、他の部分は液密的に外部から隔離された状態で取り付けられている。

【0019】

この装置を用いて光ファイバの端部に圧電素子膜を形成させるには、反応容器11内に所要の金属イオン供給源を含むアルカリ水溶液を満たして水熱反応を行わせる必要があるため、反応容器内面11'及び攪拌羽根13はいずれも耐アルカリ性材料により形成されている。 10

【0020】

この耐アルカリ性材料としては、通常、フッ素樹脂、例えばポリテトラフルオロエチレンが用いられる。このようにして構成された反応装置の取り付け溝18、…にチタンワイヤを取り付け、チタンが露出した端面を攪拌羽根の回転方向と一致させ、アルカリ性水溶液中で回転させる。

【0021】

この際の回転数としては、結晶核生成段階すなわち第1段階では10～50rpm、結晶核成長段階すなわち第2段階では10～1500rpm、好ましくは15～300rpmの範囲内で選ぶのが好ましい。このようにして、0.1～1.0MPa及び80～200℃の条件下で10～30時間水熱反応させると、第2段階の繰り返し回数に応じて、繰り返し回数1回当たり約10μmとした場合、チタン端面に10～300μmの厚さの圧電素子膜が形成される。 20

【0022】

水熱反応は圧電素子形成成分、例えば Pb^{2+} イオン、 Zr^{4+} イオン、 Ti^{4+} イオンを含む水酸化アルカリ水溶液中に、線条体のチタンが露出した端部を浸漬し、かきまぜながら高温高圧下で反応させることによって行うことができる。

【0023】

上記の Pb^{2+} イオン供給源としては、 PbI_2 、 PbO 、 $PbCl_2 \cdot PbO$ 、 $Pb(SO_4)_2$ 、 $Pb(NO_3)_2$ 、 $PbHPO_4$ 、 $PbCO_3$ 、 $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ のようなアルカリ可溶性鉛化合物が、 Zr^{4+} イオン供給源としては、 $ZrCl_4$ 、 $ZrOCl_2$ 、 $ZrCl_2O \cdot 8H_2O$ 、 $Zr(CH_3COO)_4$ などのアルカリ可溶性ジルコニウム化合物が、また Ti^{4+} イオン供給源としては、 $TiCl_4$ 、 $TiBr_4 \cdot 6H_2O$ 、 TiO_2 、 $TiO_2 \cdot 2H_2O$ 、 TiS_2 、 $Ti(SO_4)_2$ 、 $K_2[TiO(C_2O_4)_2] \cdot 2H_2O$ のようなアルカリ可溶性チタン化合物や金属チタンがそれぞれ用いられる。また、水酸化アルカリ水溶液としては、 $NaOH$ 又は KOH の水溶液が用いられる。 30

【0024】

これらの化合物は、0.1～8.0mol/リットル濃度のアルカリ水溶液中に、鉛化合物を50～500mmol/リットル濃度で、ジルコニウム化合物を10～500mmol/リットル濃度で、チタン化合物を10～500mmol/リットル濃度で混合して用いられる。 40

【0025】

これらの化合物を水熱反応させるには、例えばオートクレーブ中、0.1～1.0MPa、好ましくは0.3～0.5MPaの圧力下、80～200℃、好ましくは120～160℃の温度に加熱する。この水熱反応による成膜は、通常2段階に分かれ、第1段階で先ず圧電体の結晶核が生成し、第2段階で生成した結晶が成長する。そして、この第2段階の繰り返しによって厚膜化が進行する。

【0026】

本発明における圧電素子膜材料としては、ジルコン酸チタン酸鉛 $Pb(Ti, Zr)O_3$ 系のいわゆるPZTが好ましいが、それ以外のもの例えばチタン酸バリウム、 $(Bi_{0.5}$ 50

$\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3-\text{BaTiO}_3$ 系、 $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3-\text{BaTiO}_3-\text{SrTiO}_3$ 系のものを用いることもできる。このような非鉛系圧電体は、 Pb^{2+} イオン供給源の代わりに Ba^{2+} イオン供給源、 Sr^{2+} イオン供給源、 Bi^{3+} イオン供給源、 Na^{+} イオン供給源を用いて形成させることができる。

【0027】

この水熱反応によりチタンが露出した端面に圧電素子膜を形成させる場合、所望に応じ、水熱反応を行うに先立って上記端面を粗面化処理しておくこともできる。このように粗面化処理後、水熱反応を行わせて圧電素子膜を生成させると、結晶生成用混合水溶液が粗面化処理により形成された凹部に容易に侵入するため、凹部に優先的に結晶核が生成され、結晶核の成長段階を経て、基板の凹凸にかかわらず、ほぼ一様に圧電素子膜が積層する。 10

【0028】

ところで、圧電縦効果による圧電素子膜の固有振動数は、膜厚に反比例することから、粗面化処理により水平方向に膜厚の異なる圧電素子膜が形成されると、膜厚差に基づく周波数帯域での超音波送信が可能になり、また同じ帯域での超音波受信も可能になるという利点を生じる。この粗面化処理は、旋盤、ドリル、プレス、フライス盤などによる機械加工、レーザ処理、サンドブラスト処理などの物理的加工、プラズマ処理、エッチング処理などの化学的加工によって行うことができる。

【0029】

本発明においては、このようにして形成される圧電素子膜の膜厚として、 $10\sim200\mu\text{m}$ 、好ましくは $20\sim50\mu\text{m}$ の範囲内が選ばれる。 20

【0030】

本発明のカテーテル型超音波照射装置における圧電素子膜の形成は、以下のようにして行うのが特に好ましい。

【0031】

ポリ(テトラフルオロエチレン)で内張した図2に示す反応容器中に四塩化チタン1g、1モル濃度の塩化酸化ジルコニウム八水和物水溶液60ml及び1モル濃度の硝酸鉛水溶液200mlと、4モル濃度の水酸化カリウム水溶液200mlとを装入し、一端にチタン被覆を有する光ファイバ(径2mm、長さ200mm)を図3に示すようにして攪拌羽根に取り付け、内部温度 160°C 、圧力400kPaに保ち、15rpmで30分間かきまぜたのち、内部温度を 140°C に降下させ、24時間、245rpmでかきまぜながら水熱反応を行わせた。 30

【0032】

反応終了後、光ファイバを取り出し、水洗する。この際、減圧時に内部温度が 80°C を経て常温まで冷却すると、 80°C 通過時に赤茶色の酸化鉛の膜が生成し、特性が劣化するので、反応温度のまま減圧バルブを開放し、内部のガスを大気圧まで減圧して、できるだけ速くチタンワイヤを取り出した。

このようにして、チタンワイヤの端部にのみPZT膜を付着させることができる。

【0033】

このようにして得た光ファイバからなる音響導波路の圧電素子膜上に、銀を厚さ $2\mu\text{m}$ で真空蒸着してHOT側電極を形成したのち、この端部をコネクタを付設したプラスチック製ケースにより液密的にシールドし、コネクタのGND側電極ピンとチタン被覆からなるGND電極との間及びコネクタのHOT側電極ピンと銀蒸着膜からなるHOT側電極とを導線で結ぶ。 40

このようにして、本発明のカテーテル型超音波照射装置を作製することができる。

このようにして得たカテーテル型超音波照射装置は従来のカテーテル型超音波照射装置と同様の性能を示すことが確認された。

【産業上の利用可能性】

【0034】

本発明のカテーテル型超音波照射装置は、超音波診断装置、超音波治療器として利用す 50

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明のカテーテル型超音波照射装置の1例の縦断面図。

【図2】本発明の圧電素子膜を形成するための装置。

【図3】図2中の攪拌羽根部分の側面図。

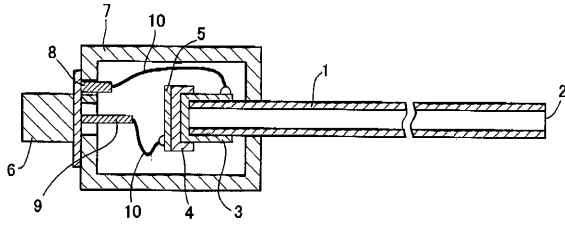
【図4】図2の取り付け状態を示す断面図。

【符号の説明】

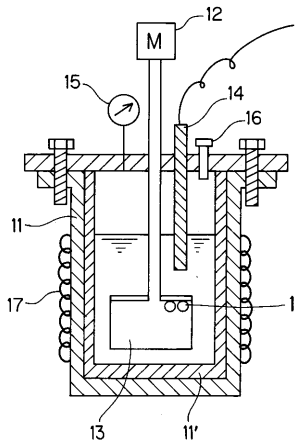
【0036】

1	線条体	10
2	音響放射面	
3	チタン被覆（GND側電極）	
4	圧電素子膜	
5	金属膜	
6	コネクタ	
7	シールドケース	
8	GND側電極ピン	
9	HOT側電極ピン	
10	導線	
11	オートクレーブ型反応容器	20
11'	11の内面	
12	モーター	
13	攪拌羽根	
14	熱電対	
15	圧力計	
16	減圧バルブ	
17	電熱線	
18	取り付け溝	
19, 20	抑え板	
21, 22	ネジ	30

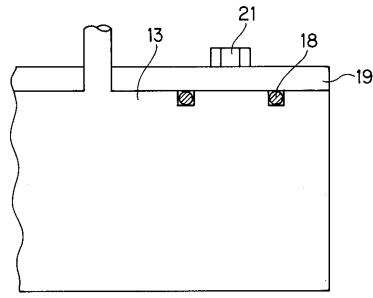
【図 1】



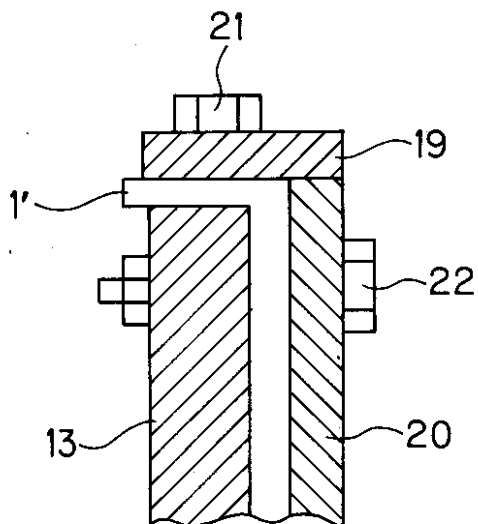
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 桂 尚樹
神奈川県横浜市青葉区鉄町1 6 1 4 番地 学校法人桐蔭学園内
- (72)発明者 佐藤 敏夫
神奈川県横浜市青葉区鉄町1 6 1 4 番地 学校法人桐蔭学園内
- (72)発明者 川島 徳道
神奈川県横浜市青葉区鉄町1 6 1 4 番地 学校法人桐蔭学園内
- (72)発明者 石河 睦生
神奈川県横浜市緑区長津田町4 2 5 9 東京工業大学内
- (72)発明者 黒澤 実
神奈川県横浜市緑区長津田町4 2 5 9 東京工業大学内
- (72)発明者 大平 悦三
東京都世田谷区玉堤1－2 8－1 武蔵工業大学内
- Fターム(参考) 4C060 EE06 JJ25 MM25 MM26
4C601 EE09 EE13 FE03 FE04 GA02 GA03 GB19 GB41 GB44 GB45
GB46
5D019 AA25 FF04

专利名称(译)	导管式超声波照射装置		
公开(公告)号	JP2005160823A	公开(公告)日	2005-06-23
申请号	JP2003405268	申请日	2003-12-03
[标]申请(专利权)人(译)	学校法人桐荫学园		
申请(专利权)人(译)	学校法人Toingakuen		
[标]发明人	竹内真一 鈴木崇洋 桂尚樹 佐藤敏夫 川島徳道 石河睦生 黒澤実 大平悦三		
发明人	竹内 真一 鈴木 崇洋 桂 尚樹 佐藤 敏夫 川島 徳道 石河 睦生 黒澤 実 大平 悦三		
IPC分类号	A61B17/22 A61B8/12 A61B18/00 H04R17/00		
FI分类号	A61B17/36.330 A61B8/12 A61B17/22.330 H04R17/00.330.D H04R17/00.330.G A61B17/00.700 A61N7/00		
F-TERM分类号	4C060/EE06 4C060/JJ25 4C060/MM25 4C060/MM26 4C601/EE09 4C601/EE13 4C601/FE03 4C601/FE04 4C601/GA02 4C601/GA03 4C601/GB19 4C601/GB41 4C601/GB44 4C601/GB45 4C601/GB46 5D019/AA25 5D019/FF04 4C160/EE14 4C160/JJ23 4C160/MM32		
代理人(译)	阿形 明		
其他公开文献	JP4344794B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种超声波照射装置，该超声波照射装置能够将声波导管和压电元件牢固地粘接，防止物性的偏差，并且容易实现小型化。挠性声波导管和压电元件膜，该挠性声波导管的一端敞开作为声辐射表面，另一端涂有钛以形成接地侧电极，该压电元件膜设置成与钛涂层直接接触。并且，由在压电元件膜上形成的金属层构成的信号侧电极，以及具有钛涂层，压电元件膜和信号侧电极的端部设有连接器。具有被主体液密包围的结构的导管型超声波照射装置，其接地侧电极和信号侧电极分别与连接器的接地侧电极销和信号侧电极销连接。[选型图]图1

