

(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2005-118394

(P2005-118394A)

(43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

A61B 8/12  
H04R 17/00

F I

A61B 8/12  
H04R 17/00 332B  
H04R 17/00 332Y

テマコード (参考)

4C601  
5D019

審査請求 有 請求項の数 16 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-358516 (P2003-358516)  
(22) 出願日 平成15年10月17日(2003.10.17)

(71) 出願人 503360115  
独立行政法人科学技術振興機構  
埼玉県川口市本町4丁目1番8号  
(71) 出願人 000167989  
江刺 正喜  
宮城県仙台市太白区八木山南1丁目11番地9  
(71) 出願人 597086128  
芳賀 洋一  
宮城県仙台市青葉区国分町一丁目2番5号  
一番町シティハウス903号  
(74) 代理人 100082876  
弁理士 平山 一幸  
(74) 代理人 100069958  
弁理士 海津 保三

最終頁に続く

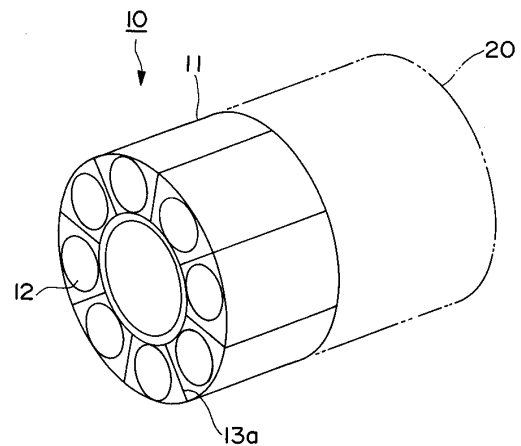
(54) 【発明の名称】 超音波振動子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成により、容易に指向性を制御して高画質の超音波画像を得ることができると共に、微小化して構成し得るようにした、超音波振動子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 カテーテル20の先端面に対して、同軸に装着される円筒状の液晶ポリマーから成るベース部11と、ベース部11の環状の先端面上に並んで配置された複数個の曲率を有する取付部11aと、各取付部11aの表面に配置した第一の電極13と、各取付部の表面にて第一の電極の上に配置した1-3コンポジット構造の圧電セラミックスアレイをポリマーに埋め込んだ構成の超音波素子12と、各超音波素子の上に配置した第二電極14とを含むように、カテーテル用超音波振動子10を構成する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ベース部と、該ベース部の表面に配置された複数個の曲率を有する取付部と、上記各取付部毎にその表面に取り付けた第一電極と、上記各取付部の表面に対応した上記第一の電極の上に配置された超音波素子と、これらの超音波素子の上に取り付けた共通電極としての第二電極と、を備えた超音波振動子。

## 【請求項 2】

前記ベース部が円筒状に形成されており、前記各取付部が該ベース部の環状の先端面上に並んで配置されている、請求項 1 に記載の超音波振動子。

## 【請求項 3】

前記ベース部が円柱状或いは角柱状に形成されており、前記各取付部が該ベース部の円状或いは矩形状の先端面上に並んで配置されている、請求項 1 に記載の超音波振動子。

10

## 【請求項 4】

前記各取付部が該ベース部の側面上に並んで配置されている、請求項 1 に記載の超音波振動子。

## 【請求項 5】

前記第一電極と前記第二電極との間で前記超音波素子以外の領域に、絶縁層を配置した、請求項 1 ~ 4 の何れかに記載の超音波振動子。

## 【請求項 6】

前記ベース部をポリマーで形成した、請求項 1 ~ 5 の何れかに記載の超音波振動子。

20

## 【請求項 7】

前記ベース部を液晶ポリマーで形成した、請求項 6 に記載の超音波振動子。

## 【請求項 8】

前記超音波素子が、圧電セラミックスアレイをポリマーに埋め込むことにより構成されている、請求項 1 ~ 7 の何れかに記載の超音波振動子。

## 【請求項 9】

前記超音波素子が、1 - 3 コンポジット構造の圧電セラミックスアレイから構成されている、請求項 7 に記載の超音波振動子。

## 【請求項 10】

前記超音波素子が、直径数十  $\mu\text{m}$  の圧電セラミックスを含んでいる、請求項 8 又は 9 に記載の超音波振動子。

30

## 【請求項 11】

前記各取付部の表面が凸状に形成されている、請求項 1 ~ 10 の何れかに記載の超音波振動子。

## 【請求項 12】

前記各取付部の表面が凹状に形成されている、請求項 1 ~ 10 の何れかに記載の超音波振動子。

## 【請求項 13】

前記取付部が非球面形状に形成されている、請求項 1 ~ 10 の何れかに記載の超音波振動子。

40

## 【請求項 14】

カテテルの先端に、前記請求項 1 ~ 13 の何れかに記載の超音波振動子を取り付けた超音波式内視鏡。

## 【請求項 15】

環状の先端面に沿って複数個の曲率を有する取付部を備えた円筒状のベース部の先端面に対して、第一電極を形成する第一の段階と、

上記ベース部の先端面に備えられた各取付部の表面に対して、平坦に形成された 1 - 3 コンポジット構造の圧電セラミックスアレイから成る超音波素子を押し型により押し付けて密着させる第二の段階と、

上記各取付部の表面に密着された各超音波素子の表面に第二電極を形成する第三の段階

50

と、

を含んでいることを特徴とする、超音波振動子の製造方法。

【請求項 16】

前記第二の段階の後、ベース部の先端面の各取付部を除いた領域の表面に対して、絶縁層を形成する段階を含んでいることを特徴とする、請求項 15 に記載の超音波振動子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロマシン分野に利用し、複雑な機械や配管に入り込んで検査やメンテナンスなどを行い、さらにカテーテルとして人体の血管や器官などに入り込んで診断又は治療などに利用し得る能動導管に利用することができる超音波振動子とその製造方法に係り、例えば、カテーテルの先端に取り付けられ、血管内の超音波画像を得るための超音波プローブとして使用される超音波振動子及びその製造方法に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

従来、例えば動脈硬化病変の診断や、血管内狭窄部拡張後のステント留置の経過観察のために、外径 2 mm 程度の血管内超音波内視鏡が広く利用されている。このような血管内超音波内視鏡はその殆どが海外製品であり、非常に高価であった。

【0003】

20

ここで、このような血管内超音波内視鏡は、例えばメカニカルスキャン方式や電子スキャン方式のものが知られている。メカニカルスキャン方式のものは、発振子と受信子を兼用する一個の超音波素子を回転させるように構成されている。しかしながら、このようなメカニカルスキャン方式のものは、音響レンズを使用して超音波を集束させる必要があった構造が複雑となることから、部品コスト及び組立コストが高くなってしまふ。

【0004】

また、電子スキャン方式のものは、例えば 32 個または 64 個の振動子アレイを使用して個々の振動子を電氣的に切り換えて、見かけ上走査範囲を回転させるように構成されている。しかしながら、このような電子スキャン方式のものは、適宜の指向性を備えた最適なビームを生成するための制御系に負担が大きく、高価になってしまう。

30

【0005】

これに対して、例えば特許文献 1 や非特許文献 1 及び 2 に示すような構成の超音波内視鏡も知られている。

特許文献 1 による超音波振動子は、可撓性のポリマーシート上に複数個の直線状の超音波トランスデューサを平行に並べることにより変形可能に構成されており、このポリマーシートを円筒状に丸めることにより超音波内視鏡が構成され得るようになっていふ。このような構成によれば、この円筒状の超音波内視鏡を血管内に挿入することによって血管内腔から周囲を観察することが可能になる。

【0006】

また、非特許文献 1 による超音波内視鏡は、超音波振動子を凸面形状に形成することによって超音波振動子の指向性を低減するように構成されている。この構成によれば、超音波振動子の凸面から超音波が拡散して放射されることにより、超音波振動子の指向性が拡ることになる。

40

【0007】

さらに、非特許文献 2 による超音波振動子は、可撓性のあるポリマー製の圧電超音波センサーを凹状に形成することにより、指向性を備えるように構成されている。

【特許文献 1】米国特許第 6 2 3 8 3 4 7 号明細書

【非特許文献 1】南部雅幸、他 3 名、「凸形表面送波子を用いたリングアレイプローブ」、電気学会論文誌 E, 121 巻 3 号, 2001 年刊、107 ~ 112 頁

【非特許文献 2】Aaron Fleischman 他 5 名「Miniature high frequency focused ultraso

50

nic transducers for minimally invasive imaging procedures」Sensors and Actuators A: Physical, 103巻, 2003年刊、76乃至82頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述した各特許文献及び非特許文献による超音波振動子または超音波内視鏡においては、下記のような問題があった。即ち、特許文献1においては、超音波内視鏡がポリマーシートを丸めることにより構成されていることから、各超音波振動子による超音波の指向性を制御することは困難である。また、振動子が小さくなるほど指向性が低くなってしまふという問題がある。

10

【0009】

また、非特許文献1においては、凸面形状は、PZT振動子の表面を凸形に形成することにより得られるが、このようなPZT振動子の加工は困難であり、微小化するほど必要とされる曲率半径は小さくなり、微小化には限界がある。

【0010】

最後に、非特許文献2においては、凹型形状は、高分子圧電膜材料であるPVDF（ポリフッ化ビニリデン）の表面を凹型に形成することにより得られ、比較的高い指向性を得ることが可能であるが、円状の超音波素子をアレイ状に並べている。しかし、この振動子はフレキシブルなPVDFシートを吸引することによって得られるが、PVDFよりも発振強度の大きいPZT（ジルコン酸チタン酸鉛）またはPZTの複合圧電振動子にPVDFシートと同様に吸引による取付け適用することは、PZTが硬いことから難しい。

20

【0011】

このようにして、従来の超音波振動子を利用した超音波内視鏡は、指向性を制御し、直径2mm以下に微小化して構成することは困難であった。

【0012】

本発明は、以上の点に鑑み、簡単な構成により、容易に指向性を制御して高画質の超音波画像を得ることができると共に、微小化して構成し得るようにした超音波振動子及びその製造方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために、本発明の超音波振動子は、ベース部と、ベース部の表面に配置された複数個の曲率を有する取付部と、上記各取付部毎にその表面に取り付けた第一電極と、上記各取付部の表面に対応した上記第一の電極の上に配置された超音波素子と、これらの超音波素子の上に取り付けた共通電極としての第二電極と、を備えている。

30

なお、前記ベース部が円筒状に形成されている場合には、前記各取付部がベース部の環状の先端面上に並んで配置され、前記ベース部が円柱状或いは角柱状に形成されている場合には、前記各取付部がベース部の円状或いは矩形状の先端面上に並んで配置される。また、前記ベース部が円筒状、円柱状、角柱状の何れかの形に形成されている場合には、前記各取付部がベース部の側面上に並んで配置されてもよい。

【0014】

さらに、本発明の超音波振動子は、前記第一電極と前記第二電極との間で前記超音波素子以外の領域に、絶縁層を配置していることを特徴としている。

40

【0015】

さらに、本発明の超音波振動子は、例えば、前記ベース部をポリマー又は液晶ポリマーで形成していることを特徴としている。

【0016】

さらに、本発明の超音波振動子においては、前記超音波素子が、圧電セラミックスアレイをポリマーに埋め込むことにより構成されている。さらに、好ましくは、前記超音波素子は、1-3コンポジット構造の圧電セラミックスアレイから構成される。

【0017】

50

さらに、本発明の超音波振動子においては、前記超音波素子が、直径数十 $\mu\text{m}$ の圧電セラミックスを含んでいる。また、前記各取付部の表面は、例えば、凸状又は凹状に形成されている。

【0018】

このように構成された超音波振動子をカテーテルの先端に取り付けて、超音波式内視鏡として使用することができる。

【0019】

さらに、本発明の超音波振動子の製造方法は、環状の先端面に沿って複数個の曲率を有する取付部を備えた円筒状のベース部の先端面に対して、第一電極を形成する第一の段階と、上記ベース部の先端面に備えられた各取付部の表面に対して、平坦に形成された1 - 3コンポジット構造の圧電セラミックスアレイから成る超音波素子を押し型により押し付けて密着させる第二の段階と、上記各取付部の表面に密着された各超音波素子の表面に第二電極を形成する第三の段階と、を含んでいることを特徴としている。

10

【0020】

さらに、本発明の超音波振動子の製造方法は、前記第二の段階の後、ベース部の先端面の各取付部を除いた領域の表面に対して、超音波素子とほぼ同じ高さの絶縁層を形成する段階を含んでいる。

【0021】

さらに、本発明の超音波振動子の製造方法は、前記絶縁層がエポキシ樹脂から構成されていることを特徴としている。

20

【発明の効果】

【0022】

上記構成によれば、取付部を備えたベース部は、例えば微細加工による精密型を使用することにより、微細に形成され得ると共に、超音波素子が曲率を有する取付部の表面に対して第一電極の上から押し付けられることにより、その可撓性に基づいて取付部の表面形状に従って変形し、その表面に密着して配置され得る。このようにして、個々の取付部の表面に配置される超音波素子は、それぞれ取付部の表面形状に従って、所定の曲率を備えることになる。

【0023】

従って、ベース部の各取付部が例えば液晶ポリマー等のポリマーによって微細成形にて高精度に形成されることにより各超音波素子も同様に高精度で形成されるので、超音波素子から出射される超音波の指向性が各取付部の表面形状に基づいて高精度に制御される。そして、ベース部が微細加工により成形されることによって、超音波振動子全体が容易に微小化され、外径数 $\text{mm}$ 以下に構成される。

30

【0024】

ここで、ベース部の先端面が凸状に形成されている場合には、各取付部に密着した超音波素子がそれぞれ凸状に配置されることになり、各超音波素子の表面から出射する超音波の指向性が低くなるので、広い角度範囲に亘って超音波を照射することができる。これに対して、ベース部の先端面が凹状に形成されている場合には、各取付部に密着した超音波素子がそれぞれ凹状に配置されることになり、各超音波素子の表面から出射する超音波の指向性が高くなって、狭い角度範囲に絞り込んで超音波を照射することができる。

40

【0025】

このようにして、本発明によれば、カテーテル用超音波振動子をカテーテルの先端に装着して、超音波内視鏡を構成した場合に、外径数 $\text{mm}$ 以下の超音波内視鏡を構成することが可能になると共に、上述したようにベース部の各取付部の表面形状に基づいて、超音波振動子から出射する超音波の指向性を制御することができるので、戻って来る超音波を受信することにより、高画質の超音波画像を取得することができる。

【0026】

従って、種々の曲率半径を有する取付部を備えたベース部を使用して超音波振動子を構成することにより、取付部の曲率半径に依存した指向性を有する複数種類の超音波振動子

50

を構成することができる。これにより、最適な指向性を有する超音波振動子を使用して超音波内視鏡を構成することによって、簡単な構成により低コストで、例えば血管内狭窄部に関して高画質の超音波画像を取得することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、図面に示した実施形態に基づいて、この発明を詳細に説明する。

図1～図4は、本発明によるカテーテル用の超音波振動子の一実施形態を示している。図1において、超音波振動子10は、鎖線で示されたカテーテル20の先端に装着されるものであって、円筒状のベース部11と、ベース部11の環状の先端面にて円周方向に沿って備えられた複数の取付部11aに対して取り付けられた超音波素子12と、から構成されている。

10

【0028】

上記ベース部11は、図2に示すように、例えば液晶ポリマー等のポリマーから構成され、例えば精密立形加工装置を使用することにより微細加工により形成されている。そして、上記ベース部11は、カテーテル20の外径とほぼ同じ外径、例えば3.0mmを有し、またカテーテル20の内径とほぼ同じ内径、例えば1.5mmを有している。

【0029】

さらに、上記ベース部11は、その環状の先端面にそって、複数個、図示の場合8個の取付部11aを一体に備えている。各取付部11aは、図3に示すように、それぞれベース部11の先端面から高さH(例えば0.2mm)だけ立ち上がった後、曲率半径R(例えば0.66mm)を備えるように半球状に形成されている。また、図3に示す構成例では、ベース部11の先端面から膨出している取付部11aは、ベース部11の先端面に環状に8個形成されているが、取付部11aの数は8個に限定されるものではない。

20

【0030】

上記超音波素子12は、各取付部11aにそれぞれ一つずつ設けられるものであり、平面状に構成されていて、図3に示すように、上記各取付部11aの凸状の表面に対して押し型を使用して密着され、例えば導電性接着剤等により固定される。これにより、超音波素子12は、当該取付部11aの表面形状と実質的に同じ曲率半径を備えるようになっている。

【0031】

そして、上記超音波素子12は、図4に示すように、所謂1-3コンポジット構造であって、例えば縦 $25\mu\text{m}$ ×横 $25\mu\text{m}$ の面を有する角柱に形成されたPZT(ジルコン酸チタン酸鉛)から成る圧電セラミックスアレイ12aを可撓性を有するポリマー12bに埋め込むことにより構成されている。なお、1-3コンポジット構造とは、本発明において言えば、PZTとポリマーとの配置関係であり、具体的に言えば、角柱に形成されたPZTの上面と底面とを除く全側面をポリマーが覆うように、PZTまわりにポリマーが配置されている構造を言う。因みに、直方体のPZTの全周、全ての面(六面)をポリマーが覆うような配置構造を0-3コンポジット構造と言う。

30

【0032】

さらに、上記超音波素子12に対して配線を行なうために、図3にて各超音波素子12の下面及び上面に第一電極13及び第二電極14が設けられている。

40

第一電極13は、例えばNi/Cu等から構成されており、ベース部11の先端面にて、各取付部11aを含む表面全体に例えば無電解めっき等により形成されると共に、各取付部11a毎に分割されるように、例えばレーザ加工により切断線13aに沿って切断されている。また、第二電極14は、例えばCr/Au等から構成され、各超音波素子12の上から、ベース部11の表面全体に例えば無電解めっき等により形成されている。なお、第二電極14は、接地(アース)の共通電極であるので、第一電極と異なり、各取付部11a毎に分割されてはいない。

【0033】

ベース部11の先端面は、超音波素子12がそれぞれ取り付けられる取付部11a以外

50

の領域にて、第一電極 13 上に絶縁層 15 が形成されている。この絶縁層 15 は、例えばエポキシ樹脂により構成されており、第一電極 13 と第二電極 14 を互いに電氣的に絶縁するようになっている。

#### 【0034】

ここで、上記超音波素子 12 は、例えば図 5 に示すようにして、所謂 Dice and Fill 法により作製される。即ち、図 5 において、まず工程 A にて、例えば厚さ 150  $\mu\text{m}$  の PZT 板 30 を熱剥離シート 31 上に載置し、続いて工程 B にて、ダイサー（図示せず）を使用して、幅 70  $\mu\text{m}$  の位置で幅 35  $\mu\text{m}$  の縦方向に延びる平行な溝 32 を加工した後、工程 C にて上記溝 32 内にエポキシ樹脂 33 を充填する。

その後、工程 D にて、同様にして横方向に延びる溝 34 を加工し、ポリマーとしてのエポキシ樹脂 33 を充填する。

#### 【0035】

次に、工程 E にて、PZT 板 30 上にはみだしているエポキシ樹脂 33 を研磨等により除去して、工程 F に示すように PZT 板 30 の上面を露出させる。

続いて、工程 G にて、例えば  $\text{O}_2$  反応性イオンエッチング法により、エポキシ樹脂 33 を例えば 20  $\mu\text{m}$  程度エッチングにより除去する。なお、図 5 中に示す工程 E ~ G の図は、PZT 板 30 を側面視した概略拡大図である。

最後に、工程 H にて、例えばレーザ加工により、直径 800  $\mu\text{m}$  ~ 950  $\mu\text{m}$  程度の円形に切断加工する。

このようにして、各取付部 11a の表面形状に対応した寸法の平坦な円板状の超音波素子 35 が完成することになる。そして、この平坦な円板状の超音波素子 35 は、PZT 板 30 による PZT 圧電セラミックスの微小な柱の配列が可撓性を備えたポリマーであるエポキシ樹脂 33 中に埋め込まれた、所謂 1 - 3 コンポジット構造となる。

#### 【0036】

本発明実施形態によるカテーテル用の超音波振動子 10 は以上のように構成されており、図 6 に示すようにして組立てが行なわれる。

即ち、図 6 において、まず工程 A にて、凸状の取付部 11a を備えたベース部 11 を液晶ポリマーにより微細加工し、続いて工程 B にて、ベース部 11 の各取付部 11a を含む表面全体に、第一電極 13 となるべき電極層 40 を、例えば無電解メッキ等により形成すると共に、各取付部 11a 毎に電極層 40 をレーザ加工により切断加工する。その後、工程 C にて、電極層 40 の上から、各取付部 11a の表面領域に対して導電性接着剤 41 を塗布する。

#### 【0037】

他方、工程 D にて、ベース部 11 の取付部 11a を含む先端面に対応して形成された押し型 42 に関して、その取付部 11a に対応する凹部 42a 上に前述した平坦な円板状の超音波素子 35 を載置する。ここで、凹部 42a は、取付部 11a の表面形状に対応して半球面状に形成されており、その開口端部に段 42b を有している。この段 42b に超音波素子 35 を載置する。

そして、工程 E にて、工程 C で導電性接着剤 41 を塗布したベース部 11 を上下逆転して、取付部 11a を下向きにした状態で押し型 42 に対向させて、各取付部 11a を超音波素子 35 を介して対応する凹部 42a 内に押し込む。これにより、平坦な円板状の超音波素子 35 は、それぞれ凹部 42a 内にてベース部 11 の対応する取付部 11a により押圧され、そのポリマーの可撓性に基づいて、取付部 11a の表面形状に従って変形すると共に、前記導電性接着剤 41 の接着力により取付部 11a の表面に沿って密着する。

#### 【0038】

その後、工程 F にて、押し型 42 からベース部 11 を外すと、ベース部 11 の各取付部 11a の表面には、それぞれ超音波素子 35 が押し型 42 によって変形して密着され、導電性接着剤 41 の接着力により固定保持され、超音波素子 12 が取り付けられることになる。続いて、工程 G にて、ベース部 11 の取付部 11a を除いた領域にエポキシ樹脂 43 が塗布され、硬化することにより絶縁層 15 が形成される。

10

20

30

40

50

最後に工程 H にて、ベース部 11 の取付部 11 a として超音波素子 12 を含む表面全体に亘って第二電極 14 が形成される。このようにして超音波振動子 10 が完成する。

【0039】

このようにして組み立てられた超音波振動子 10 によれば、ベース部 11 の後端面が、例えばカテーテルの先端面に取り付けられることにより、超音波内視鏡が構成される。そして、超音波内視鏡が、例えば血管内に挿入されることによって、その先端に取り付けられた超音波振動子 10 では、第一電極 13 と第二電極 14 の間に選択的に電圧の印加が行なわれることにより、選択された超音波素子 12 のみが駆動されて、当該超音波素子 12 から超音波が出射される。そして、血管内の狭窄部等による反射エコーが再び超音波素子 12 に当たることにより超音波素子 12 により受信され、外部に接続された検出装置等により受信信号が処理されて超音波画像が取得されることになる。

10

【0040】

この場合、各超音波素子 12 は、ベース部 11 の対応する取付部 11 a の凸状の形状に基づいて凸状に配置されていることから、より広い角度範囲で超音波を出射することになり、低指向性を備えることになる。例えば、図 7 (A) に示す従来の平坦な超音波素子による音場シミュレーションと比較して、上述した本発明の実施形態に係る凸状の超音波素子 12 による音場シミュレーションは、図 7 (B) に示すように、広い角度範囲で拡って超音波が出射することが確認された。

【0041】

そして、指向性については、超音波源として、ニードル形 P V D F 超音波センサー (駆動周波数 15 MHz) を使用して評価実験を行なった結果、図 8 (A) に示す従来の平坦な超音波素子による相対強度 0.5 以上となる角度範囲が 13 度であるのに対して、上述した本発明の実施形態に係る凸状の超音波素子 12 による指向性は、図 8 (B) に示すように、同様に相対強度 0.5 以上となる角度範囲が 23 度と、低指向性を有することが確認された。

20

【0042】

このようにして、本発明の実施形態によれば、ベース部 11 の取付部 11 a を、例えば  $\mu\text{m}$  レベルの微細加工技術を応用して微細加工することによって、サブ mm サイズの微細な曲面の取付部 11 a を備えたベース部 11 を高精度で微小に成形することができる。そして、このような高精度の取付部 11 a の表面に対して平坦に形成されると共に、ポリマーにより可撓性を備える 1 - 3 コンポジット構造の超音波素子 12 を、押し型 42 を使用して密着させることにより、高精度の曲率半径を有する超音波素子 12 を配置することが可能である。

30

【0043】

従って、ベース部 11 の取付部 11 a を高精度に加工することにより超音波素子 12 を高精度の曲率半径で整形することが可能となり、これにより超音波素子 12 の超音波の指向性を制御することが可能になると共に、ベース部 11 自体の微小化によって超音波振動子 10 自体を微小に構成することが可能になる。従って、例えば血管内狭窄部の観察等のために、カテーテルの先端に装着して超音波内視鏡を構成するために適した超音波素子を構成することができる。

40

【0044】

上述した実施形態においては、ベース部 11 の各取付部 11 a が凸状に形成されていることで、各超音波素子 12 が対応する取付部 11 a の表面形状に従って凸状に形成され、広い角度範囲の指向性を備えるようになってきているが、これに限らず、ベース部 11 の成型を製造する際に適宜の曲率半径を付与することによって、ベース部 11 の各取付部 11 a は平坦にもまた凹状にも形成することができる。特に、図 9 に示すように、取付部 11 a が凹状に形成される場合には、各超音波素子 12 も、取付部 11 a の表面形状に従って凹状に形成されることになり、比較的狭い指向性を備えることになる。従って、凹状の超音波素子 12 を使用することによって、血管内狭窄部等のより正確な超音波画像を取得することが可能になる。

50



このように、取付部 1 1 a は、ベース部 1 1 の先端面に対して突出したり、凹んだりした任意の形状に形作ることができ、その取付部 1 1 の表面形状は、非球面形状に形成されてもよいことは勿論である。

【0045】

また、上記の説明では、ベース部 1 1 が円筒状に形成される場合を例示したが、図 1 0 ( A ) に示すようにベース部 1 1 を円柱状に形成したり、図 1 0 ( B ) に示すようにベース部 1 1 を直方体、立方体などの角柱状に形成してもよい。また、取付部 1 1 a の配置は、上記説明ではベース部 1 1 の先端面であったが、その位置に限らず、例えば、図 1 0 ( C ) に示すように、ベース部 1 1 の側面に取付部 1 1 a を配置してもよい。なお、図 1 0 ( A ) ~ ( C ) に示すベース部 1 1 においても、取付部 1 1 が突出して或いは凹んで形成されてもよいことは勿論である。

10

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図 1】本発明によるカテーテル用超音波振動子の一実施形態の構成を示す概略斜視図である。

【図 2】図 1 の超音波振動子におけるベース部の構成を示す概略斜視図である。

【図 3】図 1 の超音波振動子における超音波素子付近の構成を示す部分概略断面図である。

【図 4】図 1 の超音波振動子で使用される超音波素子の取付前の状態を示す拡大斜視図である。

20

【図 5】図 4 の超音波素子の製造工程の一例を順次に示す工程図である。

【図 6】図 1 の超音波振動子の組立工程を順次に示す工程図である。

【図 7】( A ) は従来 of 超音波振動子を、( B ) は図 1 の超音波振動子の音場シミュレーションを示す図である。

【図 8】( A ) は従来 of 超音波振動子を、( B ) は図 1 の超音波振動子の指向性を示すグラフである。

【図 9】本発明の実施形態に係る超音波振動子における超音波素子付近の他の構成例を示す部分概略断面図である。

【図 1 0】( A ) ~ ( C ) は、本発明の実施形態に係るベース部の他の構成を示す斜視図である。

30

【符号の説明】

【0047】

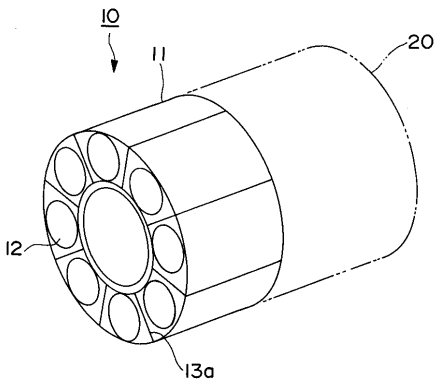
- 1 0 カテーテル用の超音波振動子
- 1 1 ベース部
- 1 1 a 取付部
- 1 2 , 3 5 超音波素子
- 1 2 a 圧電セラミックスアレイ
- 1 2 b ポリマー
- 1 3 第一電極
- 1 3 a 切断線
- 1 4 第二電極
- 1 5 絶縁層
- 2 0 カテーテル
- 3 0 P Z T 板
- 3 1 熱剥離シート
- 3 2 , 3 4 溝
- 3 3 エポキシ樹脂 ( ポリマー )
- 3 4 平坦な円板状の超音波素子
- 4 0 電極層
- 4 1 導電性接着剤

40

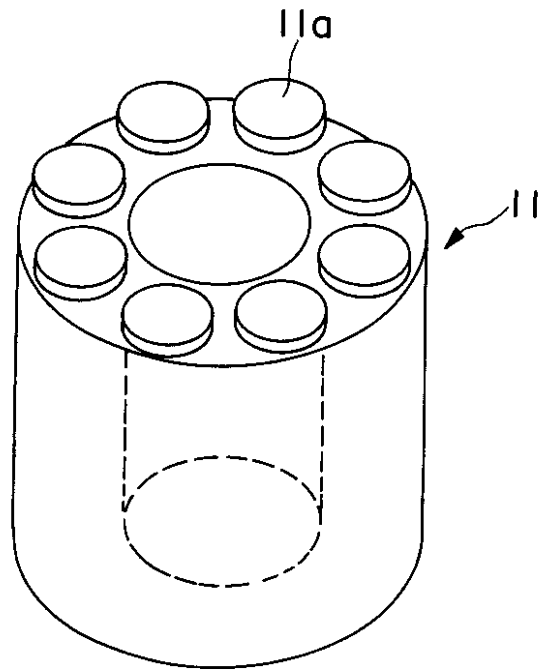
50

- 4 2 押し型
- 4 2 a 凹部
- 4 3 エポキシ樹脂

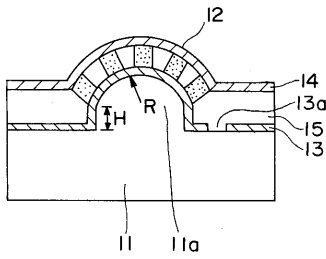
【図1】



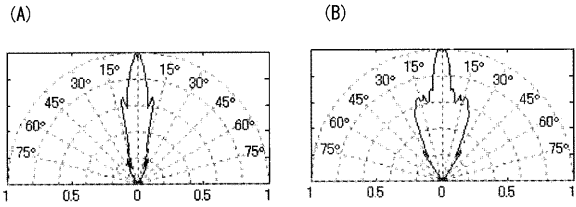
【図2】



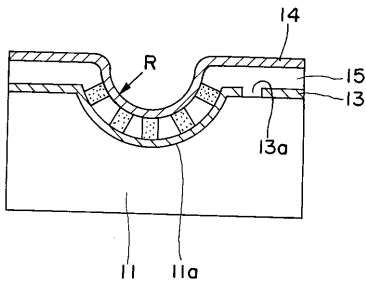
【 図 3 】



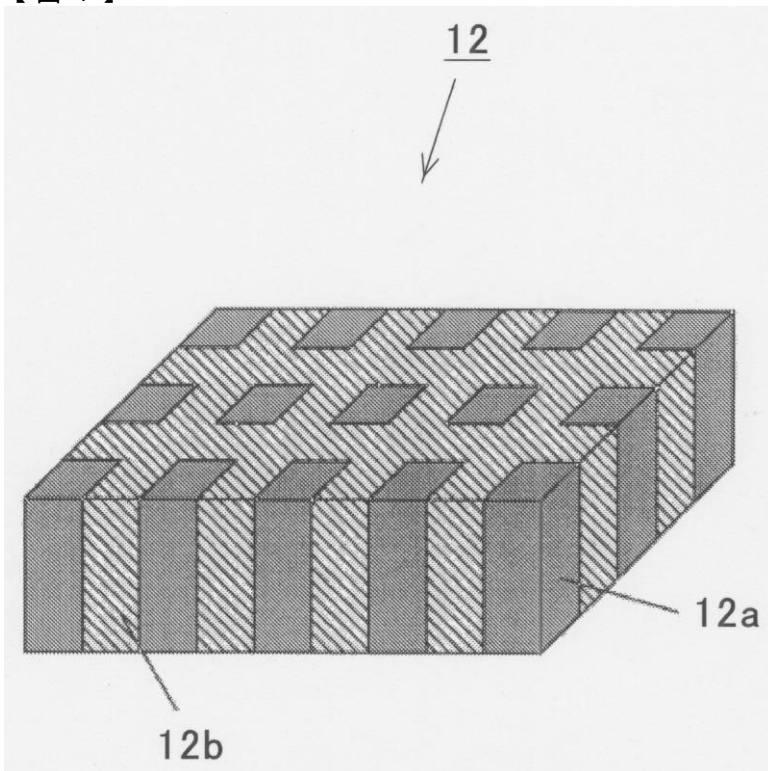
【 図 8 】



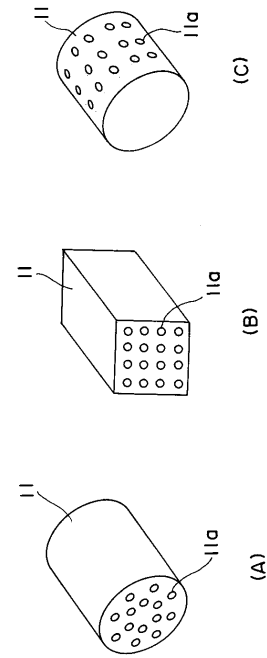
【 図 9 】



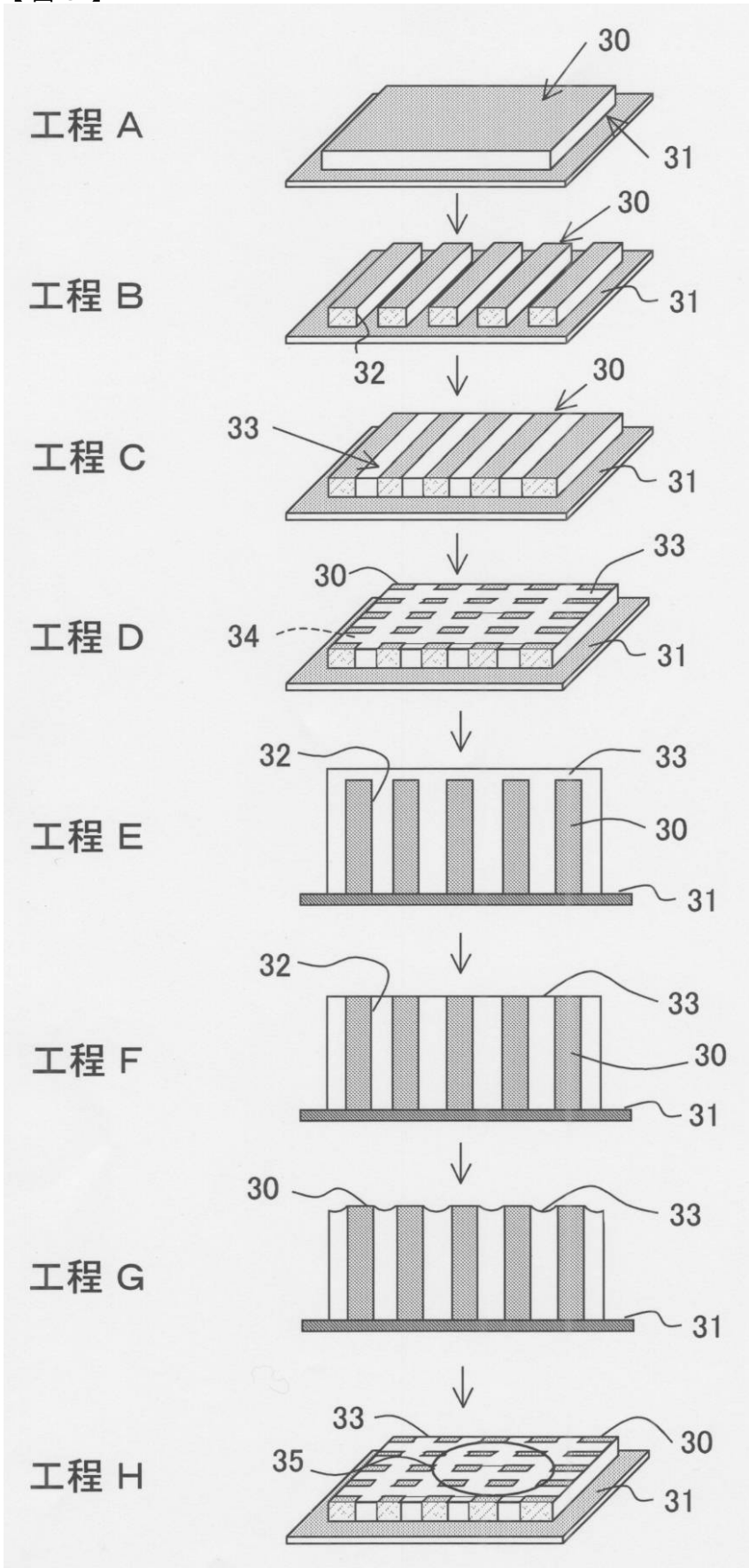
【 図 4 】



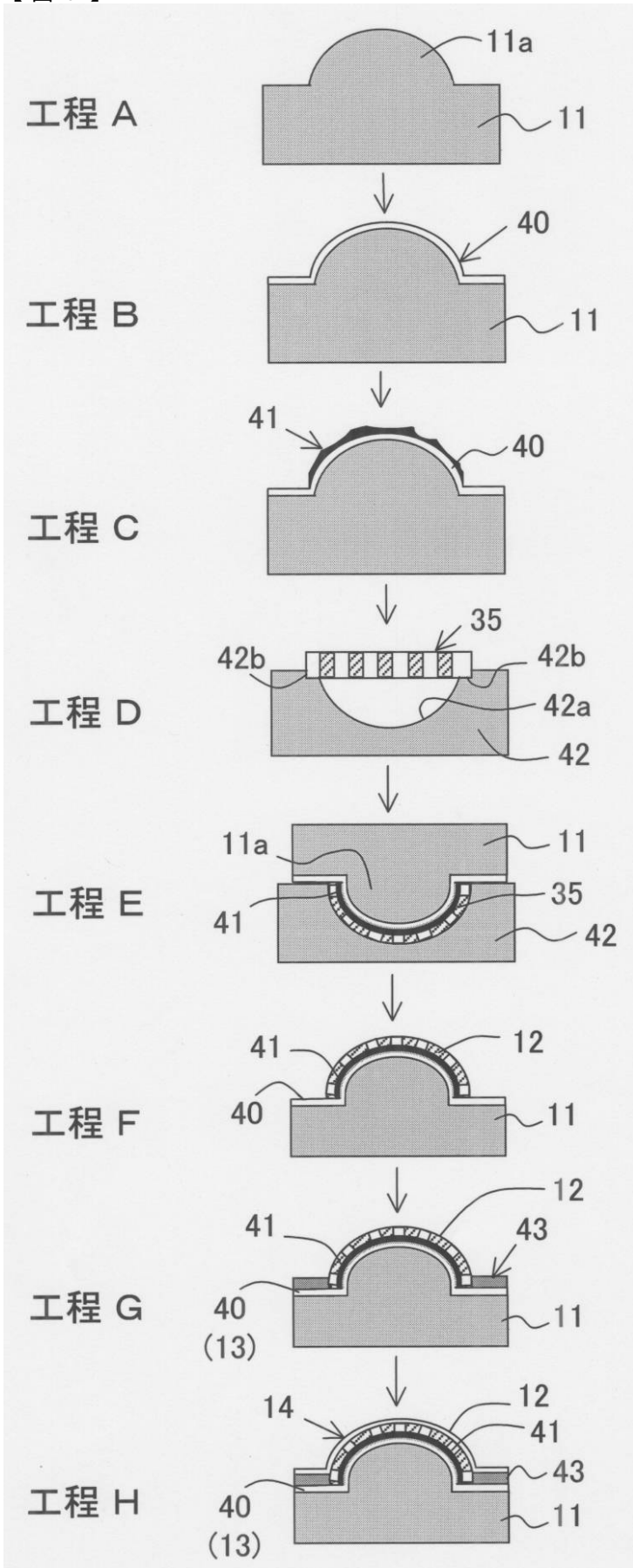
【 図 10 】



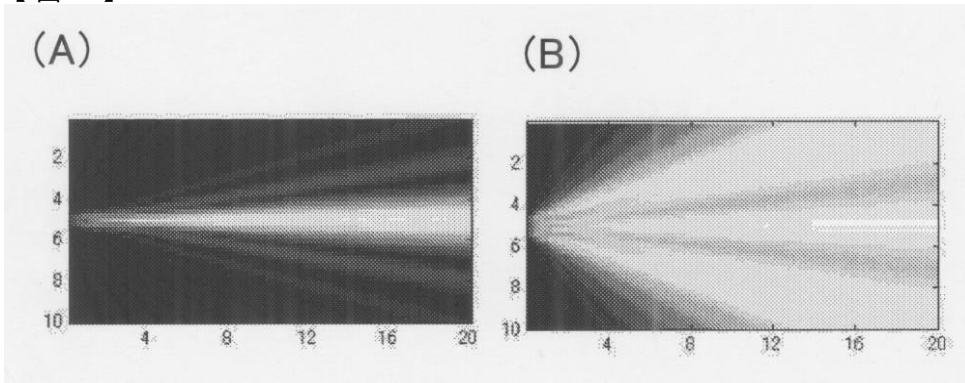
【 図 5 】



【图6】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 江刺 正喜

宮城県仙台市太白区八木山南一丁目11番9号

(72)発明者 芳賀 洋一

宮城県仙台市青葉区国分町一丁目2番5号 一番町シティハウス903号

(72)発明者 水島 昌徳

宮城県仙台市太白区八木山南三丁目1番40号 ディアス桂101

(72)発明者 松永 忠雄

宮城県仙台市青葉区中山六丁目20番1号 カーサベルデ中山A-202

Fターム(参考) 4C601 BB02 BB06 BB24 EE01 EE04 EE12 EE13 FE03 FE04 GA03

GB04 GB19 GB41 GB42 GB44 GB45 GB47

5D019 BB20 FF04 HH00