

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年6月29日(29.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/109929 A1

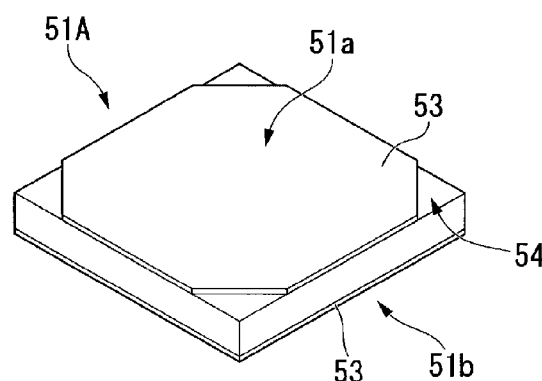
- (51) 国際特許分類:
B06B 1/06 (2006.01) *H04R 17/00* (2006.01)
A61B 18/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086175
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 塩谷 浩一 (SHIOTANI Koichi); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 坂井 長英 (SAKAI Nagahide); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 寛 (ITO Hiroshi); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONIC OSCILLATOR AND ULTRASONIC MEDICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 超音波振動子および超音波医療装置

[図3]



(57) Abstract: An ultrasonic oscillator, provided with: a piezoelectric body part in which a plurality of piezoelectric bodies is arranged in the lamination direction and bonded; and a metal block bonded to an end part of the piezoelectric body part in the lamination-direction. The metal block-facing bonded surface of the piezoelectric body nearest to the metal block from among the plurality of piezoelectric bodies and/or the block-bonded surface of the metal block, the block-bonded surface being bonded to the piezoelectric body part, has a non-bonded region capable of moving relative to the piezoelectric body or the metal block to which the bonded surface or the block-bonded surface is bonded.

(57) 要約: 超音波振動子は、複数の圧電体が積層方向に並べられて接合された圧電体部と、圧電体部の前記積層方向における端部に接合された金属ブロックとを備え、複数の圧電体のうち最も金属ブロックに近い圧電体において金属ブロックに対向する接合面、および金属ブロックにおいて圧電体部と接合されるブロック接合面の少なくとも一方は、接合された相手方である圧電体または金属ブロックに対して相対移動可能な非接合領域を有する。

WO 2017/109929 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：超音波振動子および超音波医療装置

技術分野

[0001] 本発明は、超音波振動子、および同超音波振動子を用いた超音波医療装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、超音波振動による摩擦や発熱を利用して組織に各種処置を行う超音波医療装置が知られている。

このような超音波医療装置は、超音波振動を発生する超音波振動子を備えている。超音波振動子は、例えば超音波医療装置の手元側にある操作部に配置される。操作部内で発生した超音波振動は、棒状のプロブ等を介して先端側の処置部へ伝達される。

[0003] 超音波振動子として、特許文献1に記載のような構造を有するものが知られている。特許文献1に記載の超音波振動子は、圧電素子（圧電体）と、複数の金属ブロックとが交互に積層されて一体化した構造を有する。圧電素子と金属ブロックとは、例えば熱硬化型の樹脂接着剤により接合されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2008-128875号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載の超音波振動子では、圧電素子と金属ブロックとを接合する接着剤を硬化するために加熱した後、超音波振動子の温度が室温（環境温度）まで低下した際に、圧電素子が破損する可能性がある。破損の原因の一つとして、圧電素子と金属ブロックとの熱膨張率の違いが挙げられる。すなわち、熱硬化時に圧電素子および金属ブロックがそれぞれ異なる膨張率で膨張した状態で接着剤が硬化して圧電素子と金属ブロックとが接合されると

、室温に戻る際の収縮により圧電素子と端子板との接合部位に応力が発生する。発生した応力は、圧電素子を破損する可能性がある。

[0006] 上記事情を踏まえ、本発明は、圧電体の積層構造を有しつつ、製造過程において破損の起きにくい超音波振動子を提供することを目的とする。

本発明の他の目的は、効率よく製造可能な超音波医療装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第一の態様は、複数の圧電体が積層方向に並べられて接合された圧電体部と、前記圧電体部の前記積層方向における端部に接合された金属ブロックとを備え、前記複数の圧電体のうち最も前記金属ブロックに近い圧電体において前記金属ブロックに対向する接合面、および前記金属ブロックにおいて前記圧電体部と接合されるブロック接合面の少なくとも一方は、接合された相手方である前記圧電体または前記金属ブロックに対して相対移動可能な非接合領域を有する超音波振動子である。

[0008] 本発明の第二の態様は、本発明の超音波振動子を備える超音波医療装置である。

発明の効果

[0009] 本発明の超音波振動子によれば、圧電体の積層構造を有しつつ、製造過程における破損を好適に防止することができる。

また、本発明の超音波医療装置によれば、上記超音波振動子を備えることにより、効率よく製造することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第一実施形態に係る超音波医療装置を一部断面で示す図である。

[図2]同超音波医療装置の超音波振動子を示す斜視図である。

[図3]同超音波振動子の圧電体を示す斜視図である。

[図4A]非接合領域の他の例を示す図である。

[図4B]非接合領域の他の例を示す図である。

[図4C]非接合領域の他の例を示す図である。

[図4D]非接合領域の他の例を示す図である。

[図4E]非接合領域の他の例を示す図である。

[図5]同超音波振動子の変形例における金属ブロックを示す図である。

[図6]本発明の第二実施形態に係る超音波振動子を示す斜視図である。

[図7]同超音波振動子における絶縁体を示す斜視図である。

[図8]本発明の第三実施形態に係る超音波振動子を示す斜視図である。

[図9]同超音波振動子における金属ブロックを示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の第一実施形態について、図1から図5を参照して説明する。図1は、本実施形態の超音波振動子を備えた超音波医療装置1の全体構成を一部断面で示す模式図である。

[0012] 超音波医療装置1は、生体内に挿入される挿入部10と、挿入部10の先端部に設けられた処置部20と、挿入部10と接続された操作部30と、操作部30内に配置された振動子ユニット40とを備えている。

[0013] 振動子ユニット40の内部には、本実施形態の超音波振動子50が配置されている。振動子ユニット40は、ケーブル41により図示しない超音波電源と接続される。処置部20は、挿入部10に挿通されたプローブ21を有する。プローブ21の基端は振動子ユニット40に接続されている。

[0014] 操作部30のハンドル31を操作すると、処置部20で生体組織を把持することができる。処置部20が生体組織を把持した状態で超音波電源から振動子ユニット40に電力を供給すると、超音波振動子50が振動する。超音波振動子50で発生した超音波振動は、プローブ21の先端部まで伝達され、処置部20が振動する。これにより、把持された生体組織に対して、凝固や、切開等の所望の処置を行うことができる。

[0015] 図2は、超音波振動子50を示す斜視図である。超音波振動子50は、複数の圧電体51が積層方向に並べられて接合された圧電体部52と、圧電体部52に接合された金属ブロック55とを備えており、ランジュバン振動子

として機能する。

[0016] 各圧電体 5 1 は、正面および背面が正方形の直方体であり、隣接する圧電体の正面と背面とが接合されて、正面と背面とを結ぶ積層方向に積層されている。

本実施形態では、圧電体 5 1 として、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3) の単結晶を用いている。圧電体 5 1 の材質は、ニオブ酸リチウムに限られないが、超音波医療装置 1 に用いる観点からは、高温への耐性が高いニオブ酸リチウムが好ましい。中でも、36 度 Y-Cut と呼称される結晶方位の LiNbO_3 基板を用いて圧電体 5 1 を形成すると、圧電体 5 1 の積層方向における電気機械結合係数を大きくすることができ、好ましい。

[0017] 2 つの金属ブロック 5 5 は、圧電体部 5 2 の積層方向における両端部にそれぞれ接合されている。金属ブロック 5 5 の材質としては、ジュラルミンや、チタン合金等が挙げられ、求められる強度や振動効率等を考慮して適宜選択されてよい。金属ブロック 5 5 の積層方向における寸法は、超音波振動子 5 0 に設定する振動周波数に基づいて適宜設定される。

[0018] 超音波振動子 5 0 において、隣接する圧電体 5 1 どうし、および圧電体 5 1 と金属ブロック 5 5 とは、いずれもろう材である半田 5 6 を用いて接合されている。超音波振動子 5 0 は、金属材料である半田（ろう材）を接合に用いることにより、高温への耐性が向上されており、超音波医療装置 1 に好適に用いることができる。後述する圧電体 5 1 A および 5 1 B を除く圧電体 5 1 の正面および背面、および金属ブロック 5 5 における圧電体 5 1 との接合面には、半田の濡れ性を向上させるため、全面に下地金属層が設けられている。

[0019] 複数の圧電体 5 1 のうち、圧電体部 5 2 において最も先端側に位置する圧電体 5 1 A の、接合前の状態を図 3 に示す。金属ブロック 5 5 と接合される正面（接合面）5 1 a には、下地金属層 5 3 が形成されている。下地金属層 5 3 は、例えば、チタン、プラチナ、金等を用いて単層または複数層の構造を有するように形成されている。下地金属層 5 3 は、例えば蒸着やスパッタ

リングにより、圧電体 5 1 の面上に形成することができる。

[0020] 圧電体 5 1 A において、他の圧電体と接合する背面 5 1 b 上には、全面に下地金属層 5 3 が形成されている。圧電体 5 1 A の正面 5 1 a においては、正面 5 1 a の正方形のうち、四つの角部を含む周縁の一部に下地金属層 5 3 が形成されず、下地金属層 5 3 が形成されない部位において圧電体 5 1 が露出している。このような形状の下地金属層は、例えばマスクを用いた蒸着やスパッタリングにより形成することができる。

[0021] 下地金属層 5 3 が上述の形状に形成されることにより、圧電体 5 1 A の正面 5 1 a は、四つの角部を含む周縁の一部に、金属ブロック 5 5 と接合されない非接合領域 5 4 を有する。

図示を省略するが、圧電体部 5 2 において最も基端側に位置する圧電体 5 1 B (図 2 参照) においては、金属ブロック 5 5 と接合される背面 (接合面) 5 1 b に形成された下地金属層 5 3 が、圧電体 5 1 A の正面 5 1 a に形成された下地金属層と同一の形状を有する。これにより、圧電体 5 1 B も、金属ブロック 5 5 との接合面に非接合領域 5 4 を有している。圧電体 5 1 B の正面には、全面に下地金属層 5 3 が形成されている。

[0022] 上記の構造を備える超音波振動子 5 0 の製造手順の一例について説明する。

まず、下地金属層 5 3 を形成した複数の圧電体 5 1 を積層方向に並べ、複数の圧電体 5 1 の積層方向両側に金属ブロック 5 5 を配置する。さらに、隣接する圧電体 5 1 間、および圧電体 5 1 と金属ブロック 5 5 との間にシート状或いはフィルム状の半田 5 6 を挟み、半田 5 6 を介して圧電体 5 1 と金属ブロック 5 5 とを密着させる。

[0023] 次に、圧電体 5 1 と金属ブロック 5 5 とが密着した状態を保持しつつ、圧電体 5 1、金属ブロック 5 5、および半田 5 6 を、半田 5 6 の熔融温度以上の温度に加熱する。これにより、半田 5 6 が熔融して下地金属層 5 3 上に濡れ広がる。半田 5 6 の熔融後、圧電体 5 1、金属ブロック 5 5、および半田 5 6 の温度を低下させると、半田 5 6 が固化して隣接する圧電体 5 1 どうし

、および圧電体 5 1 と金属ブロック 5 5 とが、半田 5 6 により接合される。ただし、圧電体 5 1 A および 5 1 B の接合面における非接合領域 5 4 上では、圧電体が溶融した半田 5 6 をはじいてしまうため、圧電体と金属ブロック 5 5 との間に半田 5 6 が存在していても、圧電体と金属ブロック 5 5 とが接合されない。

以上の手順により、圧電体部 5 2 と金属ブロック 5 5 とが半田 5 6 で接合された超音波振動子 5 0 が完成する。

[0024] 上述した手順において、半田 5 6 を溶融させるために加熱すると、圧電体 5 1 および金属ブロック 5 5 は、それぞれの材質の熱膨張係数に基づいて膨張する。その後温度が下がると、圧電体 5 1 および金属ブロック 5 5 は加熱前と同等の状態まで収縮する。しかし、圧電体 5 1 および金属ブロック 5 5 の収縮が完了する前に半田 5 6 が固化して両者が一体に接合されるため、接合後の圧電体 5 1 と金属ブロック 5 5 との間には、両者の熱膨張係数の違いに基づく応力が発生する。発生した応力が大きい場合、金属ブロック 5 5 と接合された圧電体 5 1 A および圧電体 5 1 B に破損等が生じる可能性がある。

[0025] 本実施形態の超音波振動子 5 0 は、圧電体部 5 2 と金属ブロック 5 5 との接合面である、圧電体 5 1 A の正面 5 1 a、および圧電体 5 1 B の背面 5 1 b に、それぞれ非接合領域 5 4 を有する。非接合領域 5 4 においては、圧電体 5 1 と金属ブロック 5 5 とが一体に接合されていないため、圧電体と、接合される相手方である金属ブロックとは、膨張及び収縮時にそれぞれ異なる挙動をして相対移動することが可能である。その結果、非接合領域 5 4 には熱膨張係数の違いによる応力が発生しない。さらに、接合された部位に生じた応力の一部は非接合領域 5 4 から開放され、接合部位に残留する応力も低減される。

したがって、本実施形態の超音波振動子 5 0 によれば、圧電体の積層構造を有しつつ、製造過程における圧電体の破損を好適に抑制することができる。

[0026] また、本実施形態の超音波医療装置 1 によれば、製造過程における圧電体の破損が好適に抑制された超音波振動子 5 0 を用いることにより、効率よく製造することができる。

[0027] 非接合領域 5 4 の大きさは、圧電体 5 1 および金属ブロック 5 5 の形状、寸法、材質等により適宜設定されてよい。非接合領域の面積が大きくなるほど、破損抑制効果は高くなるが、接合強度は低下する。発明者の検討では、圧電体と金属ブロックとの間に発生する応力は、接合面に占める非接合領域の割合（例えば非接合領域 5 4 の面積／正面 5 1 a の面積）が増加するにつれて減少したが、その減少率は、接合面に占める非接合領域の割合が 8 % を超えると急激に低下した。この結果からは、接合面に占める非接合領域の割合は、5 % 以上 1 0 % 以下程度が好ましいと考えられる。

[0028] 非接合領域 5 4 の位置や形状は、下地金属層 5 3 の形状を変更することにより適宜設定することができる。例えば、図 4 A に示すように、接合面の周縁のうち、4 つの角部を除く領域に非接合領域 5 4 が形成されてもよい。図 4 B に示すように、4 つの角部を含む周縁全体に非接合領域 5 4 が形成されてもよい。

また、圧電体を形成する材料が方向により異なる熱膨張係数を有する場合は、特定の方向にのみ延びるように非接合領域が形成されてもよい。例えば、接合面が矩形の圧電体において、一辺の延びる方向における熱膨張係数 x と、当該一辺と直交する他の一辺が延びる方向における熱膨張係数 y とが異なる場合、図 4 C に示すように、金属ブロックとの熱膨張係数差がより大きくなる方向と直交する部分にのみ非接合領域を設けてもよい（図 4 C は、 x 方向における熱膨張差がより大きい場合の例を示す。）。

[0029] さらに、非接合領域を設ける部位は、接合面の周縁に限られない。例えば、図 4 D に示すように、接合面の周縁より内側において、枠状に非接合領域 5 4 が形成されてもよい。図 4 E に示すように、接合面の周縁より内側において、4 つの角部に近い部位にのみ非接合領域が形成されてもよい。

ただし、非接合領域を周縁に設けると、非接合領域から応力が開放されや

すく、応力低減効果が大きいため好ましい。また、圧電体を切り出す際のダイシングラインに下地金属層が存在しなくなるため、圧電体の切り出しが容易になるというメリットもある。

[0030] さらに、図5に示すように、金属ブロック55に形成される下地金属層53を圧電体の接合面に形成される下地金属層と同様の形状にしてもよい。この場合、金属ブロックに最も近い圧電体の下地金属層は、接合面の全面に設けられてもよい。金属ブロックの接合面の一部に下地金属層を設けないことにより、金属ブロックと接合される圧電体の接合面のうち、下地金属層が存在しない部位に対向する部位が非接合領域となり、同様の効果を得ることができる。

[0031] 本発明の第二実施形態について、図6および図7を参照して説明する。本実施形態の超音波振動子は、絶縁体を備える点で第一実施形態の超音波振動子1と異なっている。

以降の説明において、既に説明したものと共通する構成については、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

[0032] 図6は、本実施形態の超音波振動子150を示す斜視図である。圧電体部52と金属ブロック55との間には、絶縁体151が配置されており、圧電体部52と金属ブロック55とは、絶縁体151を挟んだ状態で接合されている。

[0033] 絶縁体151は、圧電体51と概ね同一の形状および寸法を有するが、厚み（積層方向における寸法）は、適宜設定されてよい。

絶縁体151の材質に特に制限はないが、剛性や超音波吸収性等の観点からはセラミック材料が好ましい。特に、結晶方位36度Y-Cutのニオブ酸リチウム基板等のような異方性材料で圧電体51が形成されている場合は、接合面内の一方向における熱膨張係数（例えば上述のX）と、当該一方向と直交する方向における熱膨張係数（例えば上述のY）との中間の値の熱膨張係数を有する材料で絶縁体151を構成するのが好ましい。このようにすると、圧電体における応力の発生を好適に抑えることができる。このような

効果を発揮する絶縁体 151 の材料としては、例えばジルコニア (ZrO_2) を挙げることができる。

[0034] 図 7 に、接合される前の絶縁体 151 を示す。絶縁体 151 の積層方向における両面には、それぞれ下地金属層 53 が形成されている。積層方向における第一面 151 a に設けられた下地金属層 53 は、第一実施形態において金属ブロック 55 と接合される圧電体の接合面に形成された下地金属層と同一の形状である。積層方向における第二面 151 b には、全面に下地金属層 53 が形成されている。

[0035] 二つの絶縁体 151 は、いずれも第一面 151 a を金属ブロック 55 側に向けて配置されている。また、絶縁体 151 に最も近い圧電体 51 C および 51 D において、絶縁体 151 との接合面には、全面に下地金属層 53 が設けられている。

この状態で、第一実施形態と同様の手順で半田 56 による接合を行うと、圧電体 51 C および 51 D と絶縁体 151 とは、接合面の全体が接合される。しかし、金属ブロック 55 と絶縁体 151 とは、下地金属層 53 が形成された領域のみが接合される。その結果、金属ブロック 55 に最も近い圧電体 51 C および 51 D において、第一面 151 a のうち下地金属層 53 が設けられていない部位に対応する領域、すなわち、超音波振動子 150 を積層方向に見たときに、第一面 151 a のうち下地金属層 53 が設けられていない部位と重なる領域は、金属ブロック 55 と一体に接合されない非接合領域となる。

したがって、本実施形態の超音波振動子 150 においても、温度変化に伴う膨張収縮時に非接合領域が金属ブロックと異なる挙動をすることにより、第一実施形態と同様に製造過程における圧電体の破損を好適に抑制することができる。

[0036] また、圧電体部 52 と金属ブロック 55 との間に絶縁体 151 が配置されているため、超音波振動子 150 の配置時に、金属ブロック 55 と周囲の他の部材等との絶縁を容易に確保することができる。

[0037] 本実施形態において、絶縁体151の第一面151aは、金属ブロック55側でなく、圧電体51C、51D側に向けられてもよい。この場合、金属ブロック55と絶縁体151とは、接合面の全体が接合されるが、圧電体51と絶縁体151とは、下地金属層53が形成された領域のみが接合されるため、金属ブロック55に最も近い圧電体51C、51Dにおいて、第一面151aのうち下地金属層53が設けられていない部位に対応する領域が同様に非接合領域となる。したがって、この場合も、上述の態様と同様の効果を奏する。

さらに、金属ブロック55の一方が第一面151aと接合され、他方が第二面151bと接合されてもよい。

[0038] 本発明の第三実施形態について、図8および図9を参照して説明する。本実施形態の超音波振動子は、金属ブロックの形状において上記各実施形態の超音波振動子と異なる。

[0039] 図8は、本実施形態の超音波振動子250を示す斜視図である。図9は、超音波振動子250の金属ブロック255を示す斜視図である。金属ブロック255において、圧電体部52と接合される接合面（ブロック接合面）255a側の4つの角部が面取りされている。これにより、接合面255aは八角形になっている。

[0040] 本実施形態では、金属ブロック255と圧電体51とで接合面の形状が異なっており、金属ブロック255の接合面255aの方が小さいため、圧電体51の接合面の一部は、金属ブロック255の接合面255aと接触しない。その結果、圧電体51の接合面のうち接合面255aと接触しない部位が非接合領域となる。

[0041] 本実施形態の超音波振動子150においても、上述した各実施形態の超音波振動子と同様に、製造過程における圧電体の破損を好適に抑制することができる。

また、本実施形態では、金属ブロック255の接合面255aの面積を圧電体51の接合面よりも小さくすることにより、圧電体51の接合面の一部

を非接合領域としている。したがって、圧電体 5 1 および金属ブロック 2 5 5 のいずれについても、下地金属層 5 3 を接合面全体に設けることができるため、下地金属層を所定の形状にするためにマスク等を用いる必要がない。その結果、下地金属層を形成する工程を簡便にし、製造コストを低減することができる。

[0042] 本実施形態において、ブロック接合面の形状は、上述した八角形には限定されない。例えば、ブロック接合面の周縁全体を面取りすることにより、ブロック接合面の形状を、圧電体の接合面よりも一回り小さい正方形にしてもよい。

[0043] また、上述の説明では、ブロック接合面の形状が変更される例を用いたが、第二実施形態のように、金属ブロックと圧電体との間に絶縁体が配置される場合は、絶縁体の接合面（絶縁体接合面）の形状を変更して絶縁体接合面の面積を圧電体の接合面より小さくしてもよい。

[0044] さらに、面取りをするのに代えて、金属ブロックの積層方向における断面形状を圧電体より小さくすることによりブロック接合面の面積を小さくしてもよい。ただし、面取りによりブロック接合面の面積を小さくする場合、積層方向における断面形状において、周縁の一部の位置を圧電体と一致させることができる。その結果、超音波振動子の製造過程において圧電体と金属ブロックとを積層方向に並べる際に、治具等を用いて両者の中心が一致するように位置決めしやすいという利点がある。

[0045] この他、例えば圧電体の四隅を除去する等により、圧電体の接合面の面積がブロック接合面の面積よりも小さくなるように接合面を形成してもよい。この場合、非接合領域はブロック接合面に生じることになるが、この場合は、金属ブロックに生じる膨張収縮の一部がブロック接合面の非接合領域に吸収されたり、非接合領域から開放されたりするため、概ね同様の効果を得ることができる。

さらに、圧電体の接合面およびブロック接合面の両方に非接合領域が設けられてもよい。

[0046] 以上、本発明の各実施形態について説明したが、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において構成要素の組み合わせを変えたり、各構成要素に種々の変更を加えたり、削除したりすることが可能である。

[0047] 例えば、本発明の超音波振動子において、圧電体の接合面の形状は、上述した正方形には、限られない。したがって、長方形や、四角形以外の多角形状、あるいは角部を有さない円形等であってもよい。ただし、超音波振動子の積層方向における断面形状は、回転対称性の高い形状が好ましいため、接合面の形状としては、回転対称性の高い多角形や真円等の形状がより好ましい。

[0048] また、金属ブロックは、積層方向の一方にのみ設けられてもよい。

産業上の利用可能性

[0049] 本発明は、超音波振動子および超音波医療装置に適用することができる。

符号の説明

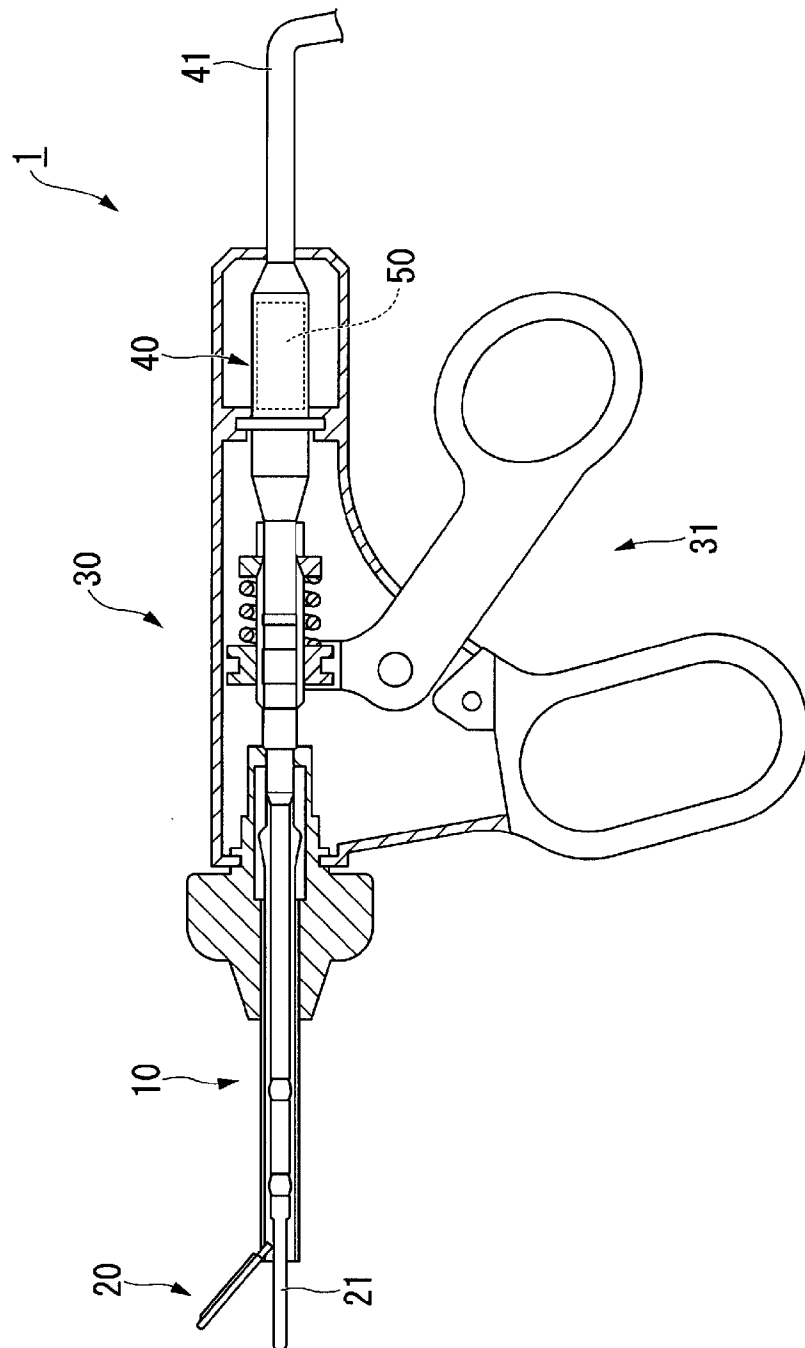
- [0050] 1 超音波医療装置
- 50、150、250 超音波振動子
 - 51、51A、51B 圧電体
 - 51a 正面（接合面）
 - 51b 背面（接合面）
 - 52 圧電体部
 - 53 下地金属層
 - 54 非接合領域
 - 55、255 金属ブロック
 - 56 半田（ろう材）
 - 151 絶縁体
 - 255a 接合面（ブロック接合面）

請求の範囲

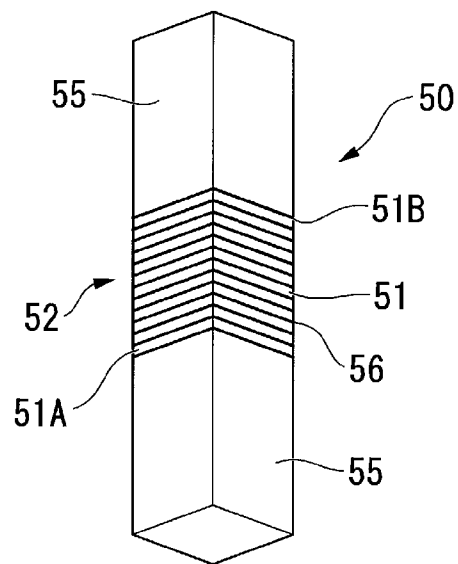
- [請求項1] 複数の圧電体が積層方向に並べられて接合された圧電体部と、
前記圧電体部の前記積層方向における端部に接合された金属ブロックと、
を備え、
前記複数の圧電体のうち最も前記金属ブロックに近い圧電体において前記金属ブロックに対向する接合面、および前記金属ブロックにおいて前記圧電体部と接合されるブロック接合面の少なくとも一方は、接合された相手方である前記圧電体または前記金属ブロックに対して相対移動可能な非接合領域を有する、
超音波振動子。
- [請求項2] 前記非接合領域は、前記接合面に設けられている、請求項1に記載の超音波振動子。
- [請求項3] 前記非接合領域は、前記接合面の周縁を含む部位に位置する、請求項2に記載の超音波振動子。
- [請求項4] 前記接合面は多角形状を有し、前記非接合領域は前記多角形状の角部を含む部位に位置する、請求項2に記載の超音波振動子。
- [請求項5] 前記接合面上に設けられた下地金属層をさらに備え、
前記圧電体部と前記金属ブロックとはろう材により接合され、
前記非接合領域は、前記接合面のうち、前記下地金属層が存在しない部位に位置する、請求項2に記載の超音波振動子。
- [請求項6] 前記ブロック接合面上に設けられた下地金属層をさらに備え、
前記圧電体部と前記金属ブロックとはろう材により接合され、
前記非接合領域は、前記ブロック接合面において前記下地金属層が存在しない部位と対向する、請求項2に記載の超音波振動子。
- [請求項7] 前記金属ブロックにおいて、前記圧電体部と接合されるブロック接合面の面積が前記接合面の面積よりも小さい、請求項2に記載の超音波振動子。

- [請求項8] 前記接合面の面積が前記ブロック接合面の面積よりも小さく、前記ブロック接合面が前記非接合領域を有する、請求項1に記載の超音波振動子。
- [請求項9] 前記圧電体部と前記金属ブロックとの間に配置された絶縁体をさらに備える、請求項1に記載の超音波振動子。
- [請求項10] 前記絶縁体において、前記圧電体部と接合される絶縁体接合面の面積が前記接合面の面積よりも小さい、請求項9に記載の超音波振動子。
- [請求項11] 請求項1に記載の超音波振動子を備える、超音波医療装置。

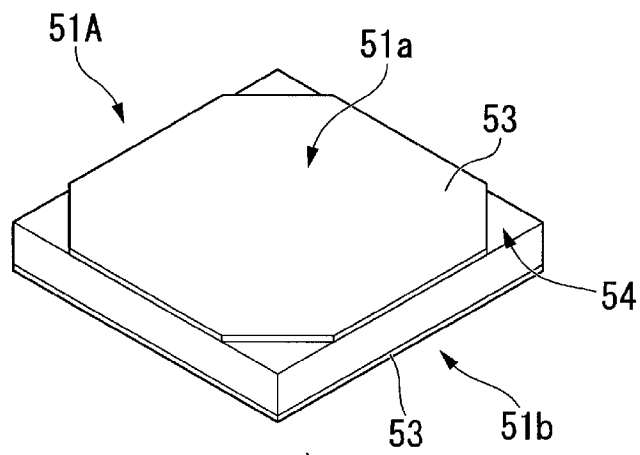
[図1]



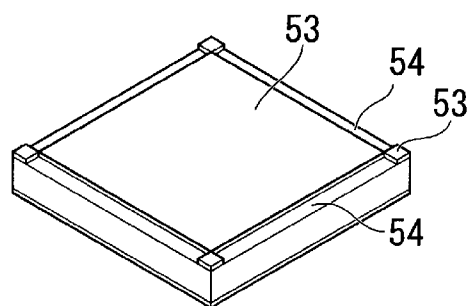
[図2]



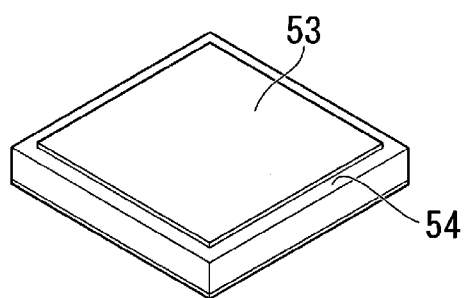
[図3]



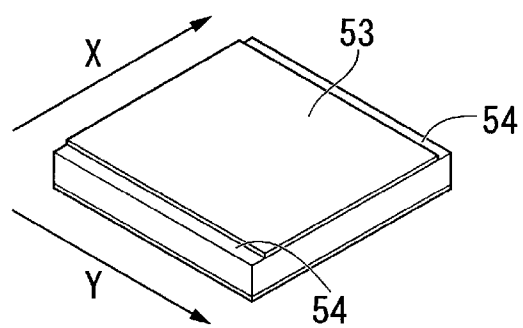
[図4A]



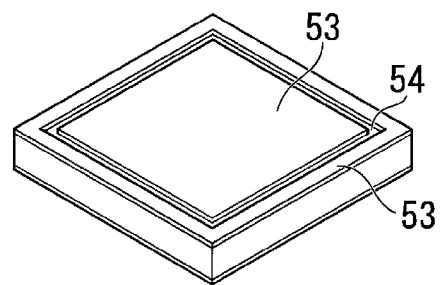
[図4B]



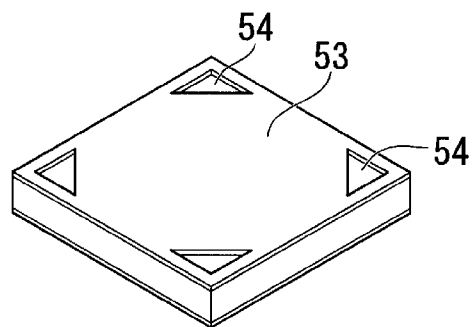
[図4C]



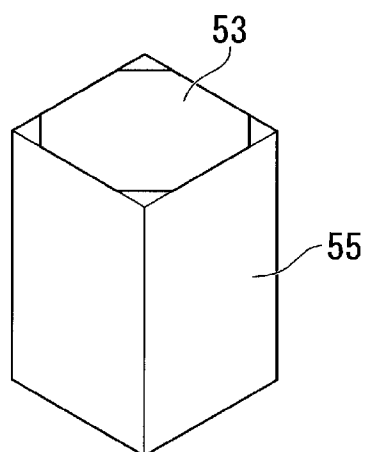
[図4D]



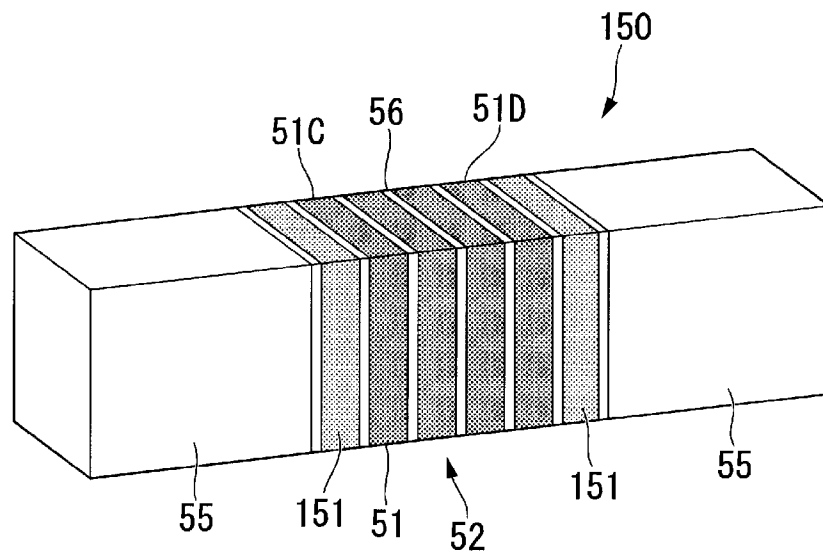
[図4E]



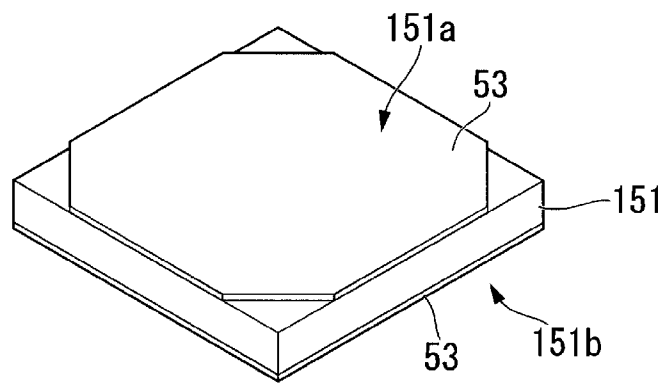
[図5]



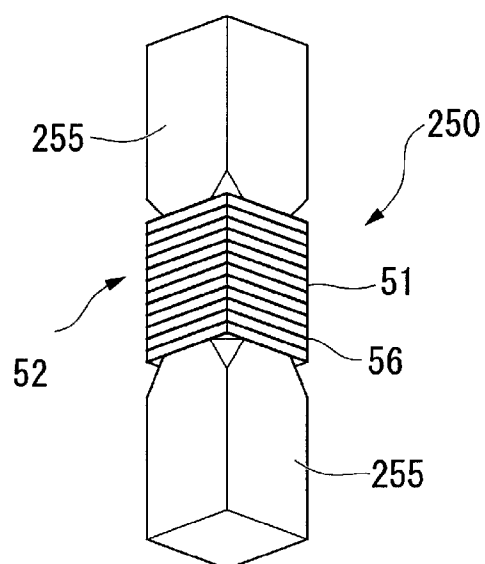
[図6]



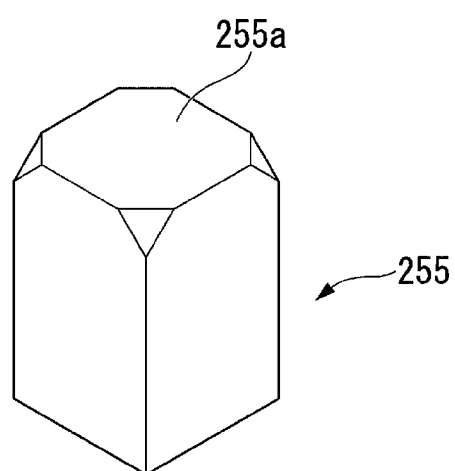
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B06B1/06(2006.01)i, A61B18/00(2006.01)i, H04R17/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B06B1/06, A61B18/00, H04R17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2015-211535 A (Olympus Corp.), 24 November 2015 (24.11.2015), paragraphs [0014] to [0032], [0046] to [0047]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-4, 7, 11 8-9 5-6, 10
Y	JP 47-28880 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 02 November 1972 (02.11.1972), page 2, upper right column, line 11 to lower right column, line 11; fig. 1 to 7 (Family: none)	8
Y	JP 2015-39689 A (Olympus Corp.), 02 March 2015 (02.03.2015), paragraphs [0032] to [0043], [0068] to [0074]; fig. 14 to 15 (Family: none)	9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 February 2016 (01.02.16)

Date of mailing of the international search report
16 February 2016 (16.02.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086175

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-208710 A (Olympus Corp.), 24 November 2015 (24.11.2015), entire text; all drawings & WO 2015/162955 A1	1-11
A	JP 11-186626 A (Kyocera Corp.), 09 July 1999 (09.07.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2008-128875 A (NEC Tokin Corp.), 05 June 2008 (05.06.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B06B1/06(2006.01)i, A61B18/00(2006.01)i, H04R17/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B06B1/06, A61B18/00, H04R17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2015-211535 A（オリンパス株式会社）2015.11.24, 段落 [0014]-[0032], [0046]-[0047], 第1-9図（ファミリーなし）	1-4, 7, 11 8-9 5-6, 10
Y	JP 47-28880 A（日本特殊陶業株式会社）1972.11.02, 第2ページ右 上欄第11行-右下欄第11行, 第1-7図（ファミリーなし）	8
Y	JP 2015-39689 A（オリンパス株式会社）2015.03.02, 段落 [0032]-[0043], [0068]-[0074], 第14-15図（ファミリーなし）	9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.02.2016

国際調査報告の発送日

16.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田村 耕作

3V

9618

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-208710 A (オリンパス株式会社) 2015. 11. 24, 全文, 全図 & WO 2015/162955 A1	1-11
A	JP 11-186626 A (京セラ株式会社) 1999. 07. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2008-128875 A (NEC トーキン株式会社) 2008. 06. 05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11