

(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
2014 年 5 月 22 日(22.05.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/076973 A1

- (51) 国際特許分類:
H04R 17/00 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/006774
- (22) 国際出願日: 2013 年 11 月 19 日(19.11.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-252951 2012 年 11 月 19 日(19.11.2012) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤井 清(FUJII, Kiyoshi). 右田 学(MIGITA, Manabu). 杉ノ内 剛彦(SUGINOUCHI, Takehiko).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番 1 号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (JP).

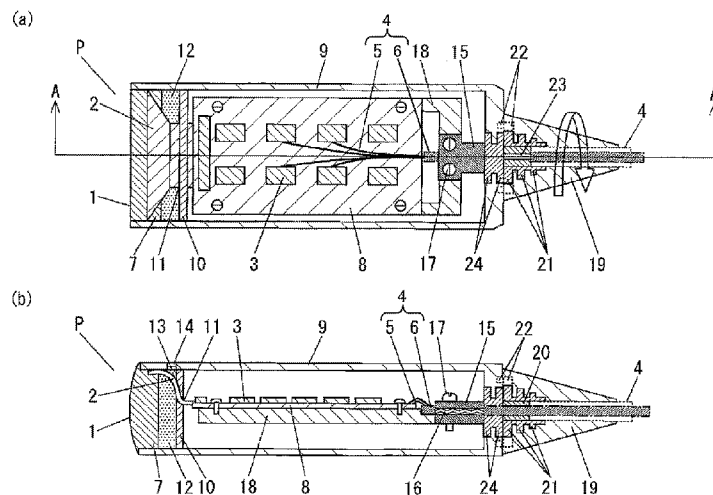
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, 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), 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))

(54) Title: ULTRASONIC PROBE

(54) 発明の名称: 超音波探触子



(57) Abstract: In the present invention, an ultrasonic probe that can be connected to an ultrasonic diagnostic device main body is provided with an element unit for mutually converting electrical signals and ultrasonic waves to each other, an electrical signal processing circuit electrically connected to the element unit, a case for accommodating the element unit and the electrical signal processing circuit, an element unit substrate for electrically connecting the element unit and the electrical signal processing circuit, and a partitioning section that is disposed so as to be in contact with the case and separates the element unit and the electrical signal processing circuit. A space on the element unit side that is inside the case and separated by the partitioning section is filled with a first material having a coefficient of thermal conductivity lower than the coefficient of thermal conductivity of a substance that forms an inner wall surface of the case. The foregoing enables heat that is produced in a circuitry section such as the electrical signal processing circuit to be more efficiently dissipated.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/076973 A1



超音波診断装置本体に接続可能な超音波探触子は、電気信号と超音波とを相互に変換する素子部と、素子部に電氣的に接続される電気信号処理回路と、素子部と電気信号処理回路を収納するケースと、素子部と電気信号処理回路とを電氣的に接続する素子部基板と、ケースに接するように配置され、素子部と電気信号処理回路を分離する仕切り部とを備え、ケース内であって仕切り部で分離された素子部側の空間にケースの内壁面を形成する物質の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有する第1の材料が充填されることにより、電気信号処理回路などの回路部で発生する熱をより効率的に放熱することができる。

明 細 書

発明の名称：超音波探触子

技術分野

[0001] 本開示技術は、超音波診断装置本体に接続して使用可能な超音波探触子に関する。

背景技術

[0002] 被検体に超音波を送信しその反射してくる超音波を受信して被検体の断層像を得る超音波診断装置は、主に医療現場などで用いられている。超音波探触子は、コネクタおよびケーブルを介して超音波診断装置本体に接続され、超音波診断装置本体からの電気信号を超音波に変換する。超音波探触子は、被検体に接触した状態にて、超音波信号を被検体に送信し、被検体から反射した超音波信号を受信して電気信号に変換する。

[0003] 超音波探触子の素子部は、圧電素子と、例えば音響整合層、音響レンズ、バッキング材などで構成され、電気信号と超音波信号の変換を行っている。超音波探触子の素子部と超音波診断装置本体は、ケーブル又はコネクタを介して接続されている。近年では、マトリックスアレイ素子を用いた三次元表示などを実現するために、素子部は、以前よりはるかに多くの信号の授受が必要になっている。このような多くの信号を超音波探触子と超音波診断装置本体との間でケーブルを介して授受するためには、例えば数千本のケーブルが必要となる。このような場合、ケーブルが太くなることで使用性（使い勝手）が低下したり、ケーブル又はコネクタのコストが増大するおそれがある。そこで、実用化されているマトリックス超音波探触子では、超音波診断装置本体ではなく超音波探触子の内部に、サブビームフォーマー回路が配置される。これにより、信号を授受するケーブル又はコネクタの数が低減される。また、超音波探触子の性能を向上させる目的で、超音波探触子の素子部により近い場所にアンプ又はスイッチ回路が配置されるものもある。

[0004] 一方、超音波探触子における被検体との接触部および操作者との接触部は、

超音波探触子の素子部に印加される電力による発熱や、素子部の近傍に配置した回路部の発熱により、温度が上昇しやすい。よって、これらの接触部の温度に対しては安全性の観点から規制がある。また上述したとおり、超音波探触子の内部に回路が内蔵される場合、内蔵された回路の消費電力による発熱により、超音波探触子の素子部や筐体の温度が上昇するという課題が生じる。

- [0005] そこで例えば、特許文献１に開示される超音波探触子が提案されている。特許文献１の超音波探触子では、図２２に示すとおり、ケース１００内に回路基板１０１が収納される。回路基板１０１には、熱伝達率の高い材料で形成された熱伝達板１０２が接続される。熱伝達板１０２とシールドケース１０３は、信号を授受するケーブル１０４の周りを被覆した電磁シールド用金属部材１０５に接続される。回路基板１０１には、熱を伝達分散するヒートスプレッダ（図示せず）を設けて熱伝達板１０２に接続している。このような構成により、回路基板１０１で発生する熱を放熱している。また、特許文献１の超音波探触子では、ケース１００内に収納された素子部１０６及び熱伝達板１０２に接続されるシールドケース１０３が電磁シールド用金属部材１０５に接続されるとともに、回路基板１０１とシールドケース１０３の隙間は断熱性の高い硬質ウレタンフォームで覆われている。このような構成により、回路基板１０１の熱が素子部１０６に伝熱することを抑制する。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献１：特開２００６－２５８９２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献１の超音波探触子によれば、回路部１０１の熱が素子部１０６に伝熱することを十分に抑制することができない。
- [0008] 特許文献１の超音波探触子では、素子部１０６は、シールドケース１０３を

經由して、電磁シールド用金属部材 105 又はケーブル 104 近傍の電磁シールド部材に接続される。また回路基板 101 が、ヒートスプレッドと熱伝達板 102 を經由して、電磁シールド用金属部材 105 に接続されることで、回路部 101 から発生する熱が放熱される。このような構成では、電磁シールド用金属部材 105 又はケーブル 104 近傍のシールドケース 103 に集まった熱によって、ケース 100 とシールドケース 103 の間に存在する空間において、空気の対流が生じる。特に、素子部 106 が上を向いた状態で保持される場合には、回路部 101 から発生した熱が素子部 106 に伝達されるため、素子部 106 の温度が上昇するという課題がある。

[0009] そこで本開示技術は、電気信号と超音波とを相互に変換する素子部と、素子部に電氣的に接続される電気信号処理回路などの回路部とを有する超音波探触子であって、回路部で発生する熱が素子部に伝わることを抑制することができる超音波探触子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] そしてこの目的を達成するために本開示技術は、超音波診断装置本体に接続可能な超音波探触子であって、
電気信号と超音波とを相互に変換する素子部と、
素子部に電氣的に接続される電気信号処理回路と、
素子部と電気信号処理回路を収納するケースと、
素子部と電気信号処理回路とを電氣的に接続する素子部基板と、
ケースに接するように配置され、素子部と電気信号処理回路を分離する仕切り部とを備え、
ケース内であって仕切り部で分離された素子部側の空間にケースの内壁面を形成する物質の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有する第 1 の材料が充填される。

[0011] また、電気信号処理回路は気体と接触している構成であってもよい。

[0012] また、電気信号処理回路を実装した回路部基板と、
電気信号処理回路と超音波診断装置本体とを電氣的に接続し信号を伝達する

ケーブルと、
ケーブルと接続し、回路部基板を支持する少なくとも１本以上のアームとを
備え、
アームの熱伝導率は、第１の材料の熱伝導率よりも高い構成であってもよい
。

[0013] また、アームは導電材料からなり、
回路部基板は、アームとの接触部に電気信号処理回路のグラウンド電極を有
する構成であってもよい。

[0014] また、ケーブルを固定するケーブルクランプを備え、
ケーブルは、ケーブルクランプを介してアームと接続する構成であってもよ
い。

[0015] また、ケーブルクランプには、ケーブルを囲むように配置される放熱板が接
続されている構成であってもよい。

[0016] また、ケーブルクランプとアームは一体的に形成される構成であってもよい
。

[0017] また、アームは金属からなり、
アームの長手方向における中央よりもケーブルクランプ側の表面に、酸化処
理または熱放射塗料の塗布が施されている構成であってもよい。

[0018] また、ケースの外側においてケーブルを貫通させるとともにケースに接触
するストレーンレリーフをさらに備え、
放熱板は、ケースとケーブルとの間に配置される第１の放熱板と、ストレー
ンレリーフ内に配置されるとともに第１の放熱板に接触する第２の放熱板と
を備える構成であってもよい。

[0019] また、ケースは少なくとも第１の部品と第２の部品を有し、
第１の部品と第２の部品が接合されている構成であってもよい。

[0020] また、第１の部品及び第２の部品は、それぞれが素子部から電気信号処理回
路までを覆う構成であってもよい。

[0021] また、仕切り部は、第１の部品と一体的に形成されている構成であってもよ

い。

[0022] また、ケースのうち、仕切り部と素子部の間に位置する部分には穴が形成され、

ケース内の素子部側の空間に第 1 の材料が充填された状態にて、穴の素子部側の開口は第 1 の材料によって封止されている構成であってもよい。

[0023] また、第 1 の部品は素子部を収納し、

第 2 の部品は電気信号処理回路を収納し、

第 1 の部品と第 2 の部品は素子部と電気信号処理回路の間で接合されている構成であってもよい。

[0024] また、仕切り部は、第 1 の部品と第 2 の部品の接合面の平面上に形成されている構成であってもよい。

[0025] また、仕切り部には、素子部基板が貫通する第 1 の穴と、第 1 の穴とは異なる第 2 の穴が形成され、

ケース内の素子部側の空間に第 1 の材料が充填された状態にて、第 2 の穴の素子部側の開口は第 1 の材料によって封止されている構成であってもよい。

[0026] また、第 1 の部品と第 2 の部品の接合面において、仕切り部は第 1 の部品と第 2 の部品に挟まれている構成であってもよい。

[0027] また、仕切り部は少なくとも 2 以上の仕切り板からなる構成であってもよい。

[0028] また、少なくとも 2 以上の仕切り板のうち、少なくとも 2 以上の仕切り板同士の間空間に第 1 の材料が充填され、素子部と仕切り板との間の空間に第 1 の材料よりも熱伝導率の高い第 2 の材料が充填されている構成であってもよい。

[0029] また、第 1 の部品の熱伝導率は、仕切り部の熱伝導率よりも高い構成であってもよい。

[0030] また、ケースの内壁面はグラファイト層が形成されている構成であってもよい。

発明の効果

[0031] 本開示技術の超音波探触子は、電気信号処理回路などの回路部で発生する熱が素子部に伝わることを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1] (a) 第1の実施形態における超音波探触子Pの一例を示す断面図、(b) 図1(a)における超音波探触子PのA-A'断面から見た一例を示す断面図

[図2] 第1の実施形態における超音波探触子Pの各構成部品を分解した一例を示す立体図

[図3] 第1の実施形態における超音波探触子Pのケースの片側を分離し各構成部品を組み込んだ状態が見える一例を示す図

[図4] 第1の実施形態における超音波探触子のケース内に断熱材を充填する方法の一例を示す図

[図5] 電気信号処理回路から発生する熱の伝熱をシミュレーションするために用いた超音波探触子の説明図

[図6] (a) 超音波探触子の素子部を地上に対して上方に向けて保持した場合の超音波探触子の表面温度の計算結果を示す図、(b) 超音波探触子の素子部を地上に対して下方に向けて保持した場合の超音波探触子の表面温度の計算結果を示す図

[図7] (a) 分離された素子部と電気信号処理回路との間を空気とした場合の超音波探触子の表面温度の計算結果を示す図、(b) ケース内の空間すべてを断熱材で充填させた場合の超音波探触子の表面温度の計算結果を示す図

[図8] ケース内の素子部と仕切り部の間に断熱材を充填させ、電気信号処理回路からケースの間の空間は空気とした場合の超音波探触子の表面温度の計算結果を示す図

[図9] ケース内の素子部と仕切り部の間に断熱材を充填させ、回路部基板をアームに接続した場合の超音波探触子の表面温度の計算結果を示す図

[図10] (a) ケースの材料として変性PPE樹脂を用いた場合の超音波探触子の表面温度の計算結果を示す図、(b) ケースの材料として非導電性高熱

伝導 P B T を用いた場合の超音波探触子の表面温度の計算結果を示す図

[図11] ケース内の素子部と仕切り部の間に断熱材を充填させ、回路部基板をアームに接続し、ケースの材料として非導電性高熱伝導 P B T を用いた場合の超音波探触子の表面温度の計算結果を示す図

[図12] (a) 第1の実施形態の変形例1における超音波探触子 Q の一例を示す断面図、(b) 図12(a)における超音波探触子 Q の A - A' 断面から見た一例を示す断面図

[図13] (a) 第1の実施形態の変形例2における超音波探触子 R の一例を示す断面図、(b) 図13(a)における超音波探触子 R の A - A' 断面から見た一例を示す断面図

[図14] (a) 第2の実施形態における超音波探触子 S の一例を示す断面図、(b) 図14(a)における超音波探触子 S の A - A' 断面から見た一例を示す断面図

[図15] 第2の実施形態における超音波探触子 S のケース9を分離して立体的に示した一例を示す図

[図16] 第2の実施形態における超音波探触子のケース内に断熱材を充填する方法の一例を示した図

[図17] (a) 第2の実施形態の変形例1における超音波探触子 T の一例を示す断面図、(b) 図17(a)における超音波探触子 T の A - A' 断面から見た一例を示す断面図

[図18] (a) 第2の実施形態の変形例2における超音波探触子 U の一例を示す断面図、(b) 図18(a)における超音波探触子 U の A - A' 断面から見た一例を示す断面図

[図19] 超音波探触子 U の一部の一例を説明する図

[図20] 超音波探触子 U のケース内に断熱材を充填する方法の一例を示した図

[図21] (a) 第2の実施形態の変形例3における超音波探触子 V の一例を示す断面図、(b) 図21(a)における超音波探触子 V の A - A' 断面から見た一例を示す断面図

[図22]従来例を示す図

発明を実施するための形態

[0033] 以下に、本開示技術に係る超音波探触子の第1、第2の実施の形態について、図面を用いて説明する。

[0034] (第1の実施形態)

図1(a)は、本開示技術の超音波探触子Pの第1の実施形態の断面図である。図1(b)は、図1(a)における超音波探触子PのA-A'断面から見た断面図である。図1(a)、1(b)は、本開示技術の超音波探触子の一例を示す。

[0035] 素子部1は、電気信号と超音波信号を変換する部分である。素子部1は、素子部基板2と接続され、素子部基板2を介して電気信号処理回路3に電氣的に接続される。電気信号処理回路3は、ケーブル4に電氣的に接続され、ケーブル4およびコネクタ(図示せず)を介して、図示しない超音波診断装置本体に電氣的に接続される。これにより、超音波探触子Pの一端は、ケーブル4などを介して、図示しない超音波診断装置本体に接続可能となる。

[0036] ケーブル4は、信号線5と、信号線5の外表を覆うケーブルシールド6を含む。信号線5は、電気信号処理回路3と超音波診断装置本体を互いに電氣的に接続している。超音波診断装置本体からの送信信号は、電気信号処理回路3を経由して、素子部1に伝達される。これにより、素子部1から被検体に超音波が送信される。送信された超音波は被検体にて反射される。素子部1は、被検体から反射された超音波を電気信号に変換する。電気信号処理回路3は、その電気信号の信号処理を行う。電気信号処理回路3によって処理された電気信号が、ケーブル4を経由して超音波診断装置本体に伝達される。これにより、超音波診断装置本体に接続されたディスプレイ(display)などに超音波診断画像が表示される。なお、素子部1は少なくとも圧電素子を含む。第1の実施形態では、素子部1はさらに、音響整合層、バッキング材7、音響レンズなどを含む。

[0037] ここで、超音波探触子Pの素子部1において、超音波診断装置本体からの送

信信号のエネルギーの一部が熱となるため、素子部 1 の温度が上昇する。

[0038] 電気信号処理回路 3 は、回路部基板 8 に実装されている。電気信号処理回路 3 は、送信用駆動回路、切り替えスイッチ、受信信号の増幅回路、受信信号を遅延加算する回路などから構成される。電気信号処理回路 3 では、超音波診断装置本体からの送信信号の信号処理を行う回路、又は、素子部 1 からの受信信号の信号処理を行う回路が集積化される。これらの回路における信号の授受の過程で電気信号処理回路 3 が発熱する。

[0039] ケース 9 は、素子部 1 及び電気信号処理回路 3 を収納する。「収納」には、図 1 (a)、1 (b) に示すように、対象物である素子部 1 を全体的ではなく部分的に収納する場合も含まれる。ケース 9 は、上下 2 つの部品（第 1 の部品と第 2 の部品）に分かれている。ケース 9 のそれぞれの部品は、素子部 1 及び電気信号処理回路 3 の両者を覆うように接着剤などで接合される。すなわち、ケース 9 のそれぞれの部品が、素子部 1 から電気信号処理回路 3 までを覆うように接合される。このような接合により、素子部 1、素子部基板 2、電気信号処理回路 3 などの構成部品がケース 9 に収納される。

[0040] ケース 9 は、絶縁性かつ高熱伝導性の材料が好ましい。ケース 9 は例えば、PBT 樹脂、PPS 樹脂、ナイロン樹脂、フェノール樹脂などの樹脂に、炭化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウムなどのフィラーを混入して形成される。これらの材料は、 $2 \sim 15 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ という高い熱伝導率を有するとともに、絶縁性を有する。このような高熱伝導性材料をケース 9 の材料として用いることにより、ケース 9 全体に熱を分散させることができる。これにより、ケース 9 の特定の部分のみが高温となることを抑制することができる。また、ケース 9 は少なくとも内側（素子部 1 などを収納している側）の表面が高熱伝導性を有していれば、ケース 9 の外側の熱伝導性の高低に関わらず、ケース 9 の特定の部分のみが高温となることを抑制することができる。従って、ケース 9 は内側の表面に高熱伝導性の材料の層を形成しているものであってもよい。具体例として、ケース 9 の内側の表面に高熱伝導性の材料としてグラファ

イトを塗布していてもよい。ケース 9 の内側の表面のうち、電気信号処理回路 3 側に高熱伝導性の材料の層を形成し、素子部 1 側は高熱伝導性の材料層を形成しない構成としてもよい。このようにすることで、電気信号処理回路 3 から発生した熱をケース 9 に分散しつつ、素子部 1 側には熱の分散を防止することができる。

[0041] ケース 9 の一方の部品には、素子部 1 と電気信号処理回路 3 を空間的に分離する仕切り部 10 が設けられている。第 1 の実施形態では仕切り部 10 がケース 9 の一方の部品と一体的に形成されているが、このような場合に限らず、ケース 9 とは別に形成した仕切り部 10 をケース 9 の内側に設けてもよい。なお、ケース 9 の外表は、仕切り部 10 によって分離されず、素子部 1 から電気信号処理回路 3 までを覆っている。仕切り部 10 は、ケース 9 のもう一方の部品の内面に接するように配置される。

[0042] 仕切り部 10 には貫通穴 11 が設けられており、貫通穴 11 を通るように素子部基板 2 が貫通している。素子部基板 2 は例えば、ガラス又はエポキシ樹脂により構成される。貫通穴 11 の大きさは概ね、仕切り部 10 と素子部基板 2 が接触する大きさであることが好ましいが、これに限らず、貫通穴 11 を介した空気の対流による伝熱が無視できる程度の隙間があってもよい。また、仕切り部 10 をケース 9 のそれぞれの部品の両方に設けるとともに、素子部基板 2 が貫通する仕切り部 10 の部分に切欠きを設けることで、貫通穴 11 を形成しても良い。また、仕切り部 10 は、ケース 9 と同じ材料によってケース 9 と一体的に形成されてもよい。仕切り部 10 がケース 9 と一体的に形成されることで、仕切り部 10 とケース 9 とが隙間なく接合される。これにより、ケース 9 内の素子部 1 側の空間と電気信号処理回路 3 側の空間との間において、空気の対流を防止することができる。

[0043] 仕切り部 10 で分離されたケース 9 内の素子部 1 側の空間には、熱伝導率の低い断熱材 12（第 1 の材料 12）として、硬質ウレタンフォームなどが充填されている。仕切り部 10 で分離された素子部 1 側の空間とは、素子部 1 と仕切り部 10 とで囲まれるケース 9 内の空間のことであり、より具体的に

は、素子部 1 のバッキング材 7 と仕切り部 10 とで囲まれるケース 9 内の空間のことである。断熱材 12 としては、ケース 9 の少なくとも内側の表面の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有するものであれば良いため、空気であっても良いが、断熱材 12 は固体材料であることがより好ましい。その他には、発泡ポリスチレンフォーム、グラスウール、ロックウール、木材などでも良い。素子部 1 側にある断熱材 12 の熱伝導率がケース 9 の内側の表面の熱伝導率より低いことにより、ケース 9 内の電気信号処理回路 3 側の空間と素子部 1 との間で熱が伝わりにくくなる。これにより、電気信号処理回路 3 から発生する熱が素子部 1 へ伝わることを抑制することができる。

[0044] 貫通穴 11 の大きさが、仕切り部 10 と素子部基板 2 が接触しない大きさである場合には、仕切り部 10 と素子部基板 2 との間の隙間を断熱材 12 によって埋めることが好ましい。また、断熱材 12 は、仕切り部 10 によって分離される素子部 1 側の空間の全てに充填されていなくても良いが、仕切り部 10 及び素子部 1 の両方に密着するように充填されることが好ましい。このように断熱材 12 を充填するとともに、ケース 9 に接触する仕切り部 10 を形成することによって、電気信号処理回路 3 で発生する熱が素子部基板 2 やケース 9 を介して素子部 1 へ伝わることを抑制することができる。

[0045] ここで、断熱材 12 を素子部 1 と仕切り部 10 とケース 9 で囲まれる空間に配置するには、あらかじめ成型した断熱材 12 を設置しても良い。あるいは、図 4 に示す通り、ケース 9 の片方の部品に、素子部 1 と仕切り部 10 の間の空間に連通する穴 13 を設けて、穴 13 から断熱材 12 を注入しても良い。すなわち、ケース 9 の上下の部品を嵌合させた後に、穴 13 から断熱材 12 を注入し、断熱材 12 の注入後に、穴 13 を覆うように蓋 14 で封止する。これにより、素子部 1 と仕切り部 10 とケース 9 で囲まれた空間に、確実に隙間無く、断熱材 12 を充填することができる。このとき、ケース 9 内の素子部 1 側の空間に断熱材 12 が充填された状態にて、穴 13 は蓋 14 によって封止されている。すなわち、少なくとも穴 13 の素子部 1 側の開口が断熱材 12 で封止されている。なお、断熱材 12 によって蓋 14 が構成されて

も良い。

[0046] 図2は、超音波探触子Pの第1の実施形態の各構成部品を分解して立体的に示す。図3は、超音波探触子Pの第1の実施形態について、ケース9の片側（上側））を分離した状態で超音波探触子Pの内部にある各構成部品などを示す。図2、3に示す超音波探触子Pでは、各構成部品をケース9内に収納し、ケース9を接合した後に、図4に示すように、ケース9内の素子部1と仕切り部10の間の空間に対応する位置に設けられた穴13に断熱材12を注入している。穴13はその後、蓋14により封止される。

[0047] 仕切り部10で分離されたケース9内の電気信号処理回路3側の空間は、仕切り部10とケース9で囲まれる電気信号処理回路3側の空間であり、この空間には、空気などの気体が充填されている。すなわち、電気信号処理回路3には気体が接触している。

[0048] ケース9の内部には、ケーブル4の一部であるケーブルシールド6を挟み込むケーブルクランプ15が配置されている。ケーブルクランプ15は、少なくとも上下二つの部品で構成される。ケーブルクランプ15の2つの部品における締結面16が互いに向かい合うようにして、ケーブルクランプ15がケーブルシールド6を挟み込む。このような状態で、ねじ17がケーブルクランプ15の両方の部品を貫通することで、ケーブルクランプ15がケーブル4とともに固定される。なお、図1では、ストreinリリース15の形状が上方視でT字形の場合を図示しているが、図2では、ストreinリリース15の形状が上方視で長方形である場合を図示している。

[0049] ケーブルクランプ15には、少なくとも1本以上のアーム18が接続される。アーム18は、回路部基板8にも接続される。すなわち、アーム18はケーブルクランプ15と回路部基板8を支持している。第1の実施形態では、回路部基板8とアーム18は、ねじによって互いに固定されている。第1の実施形態では、2本のアームがケーブルクランプ15に接続しているが、1本でも、3本以上であってもよい。なお、アーム18は、ケーブルクランプ15の一部として、ケーブルクランプ15と一体的に形成されていてもよい。

。すなわち、ケーブルクランプ 15 とアーム 18 は一連の一つの部材から形成されてもよい。例えばアルミダイカストなどの金属ダイカストを用いて、ケーブルクランプ 15 とアーム 18 を一体成型により製作しても良い。これにより、ケーブル 4 の固定や電気信号処理回路 3 からの放熱に適した複雑な形状を安価に実現することができる。また、アーム 18 がケーブルクランプ 15 の一部としてケーブルクランプ 15 と一体的に形成されている場合、図 1 (b) に示すとおり、ケーブルクランプ 15 は、アーム 18 に続く部位（下側の部位）と、その部位に対向する部位（上側の部位）でケーブルシールド 6 を上下方向に挟む。これにより、回路部基板 8 の熱を、アーム 18 を介して効率よくケーブルシールド 6 に伝熱することができる。

[0050] さらに、第 1 の実施形態のように、ねじ 17 がケーブルクランプ 15 を圧接することでケーブルクランプ 15 がケーブルシールド 6 を挟む場合に限らず、ケーブルクランプ 15 を設けずに、ケーブルシールド 6 をアーム 18 に接着してもよい。この場合の接着は、高熱伝導性又は高導電性の接着剤を用いて行っても良い。また、ケーブルクランプ 15 でケーブルシールド 6 を挟まなくても良い。すなわち、ケーブルクランプ 15 を圧接するねじ 17 を設けずに、高熱伝導性又は高導電性の接着剤を用いて、ケーブルシールド 6 をケーブルクランプ 15 の一部に接着して固定してもよい。

[0051] なお、アーム 18 は、断熱材 12 よりも高い熱伝導率を有する材料で構成される。このような材料を採用することで、電気信号処理回路 3 側で発生する熱を素子部 1 に伝熱することを抑制しながら、アーム 18 を通じてケーブルシールド 6 へ伝熱することができる。

[0052] 例えば、ケーブルクランプ 15 及びアーム 18 の材料としては、金、銀、銅などの金属材料が好ましい。さらには、金属材料の中でも、電気抵抗率が低く、熱伝導率が高く、かつ軽量で安価なアルミなどがより好ましい。このような材料を採用するとともに、回路部基板 8 におけるアーム 18 との接触部に、電気信号処理回路 3 のグラウンド電極を配置しても良い。このような配置によれば、ケーブルクランプ 15 によってケーブルシールド 6 を挟み込ん

でケーブル4を固定することに加え、電気信号処理回路3のグラウンド電極を、比較的太い線材であるケーブルシールド6に電氣的に接続することができる。これにより、電気信号処理回路3のグラウンドインピーダンスを小さくすることができる。グラウンドインピーダンスを小さくすることにより、電気信号処理回路3は、外部からの電磁波ノイズの影響を低減することができる、あるいは、外部に放出する電磁波ノイズを少なくすることができる。

[0053] また、電気信号処理回路3で発生する熱は、回路部基板8に形成される広いグラウンド電極及びグラウンド電極と直接接触するアーム18を経由して、ケーブルシールド6に伝わる。このような構成により、電気信号処理回路3の熱をケーブルシールド6まで伝熱させることにより、放熱専用の熱伝達板、ヒートスプレッド又は電磁シールド部材などを設けることなく、効率よく放熱することができる。

[0054] また、アーム18を金属により形成した場合には、アーム18の表面の状態によって放射率が大きく変わる。例えばアルミの場合には、波長約 $1.6\mu\text{m}$ の非酸化面の放射率が0.09であるのに対して、表面のアルミを酸化させて酸化面とした場合には、放射率は0.4となる（4倍以上）。また、表面の酸化処理以外にも、アーム18の表面に熱放射塗料（放熱塗料）を塗布しても、同様に放射率を向上させることができる。また、アルミで形成されたアーム18と接続されるケーブルクランプ15の表面に酸化処理を施しても良い。ケーブルクランプ15の表面に酸化処理を施すことで、電気信号処理回路3の熱を効率良く放熱することができる。酸化処理は、アーム18及びケーブルクランプ15の全面に施しても良い。あるいは、アーム18のうち、ケーブルクランプ15の配置されるケーブル4に近い部分にのみ酸化処理または放熱塗料の塗布を施しても良い。アーム18の長手方向における中央よりもケーブルクランプ15側の表面に酸化処理または放熱塗料の塗布を施し、アーム18の長手方向において中央よりもケーブルクランプ15とは反対側の端部側の表面は酸化処理または放熱塗料の塗布を施さない構成としてもよい。これにより、温度の上昇が比較的少ないケーブル4の近傍からの

放熱を増加させることができるため、素子部 1 やケース 9 の温度上昇をさらに軽減することができる。あるいは、アーム 18 の表面のうち、ケーブルクランプ 15 に接触する部分にのみ酸化処理または放熱塗料の塗布を施しても良い。

[0055] さらに、ケーブルクランプ 15 及びアーム 18 は、カーボンまたは金属フィラーを配合した樹脂で形成されても良い。この場合、ケーブル 4 の固定や電気信号処理回路 3 からの放熱に適した複雑な形状を、樹脂成型により安価に製作することができる。カーボンとしては、カーボンブラック、炭素繊維、黒鉛、又は、カーボングラファイトなどを使用することができる。金属フィラーとしては、銀、銅、ニッケルなどの微粉末、酸化亜鉛若しくは酸化スズのような金属酸化物、又は、アルミ若しくはステンレスの金属繊維などを使用することができる。樹脂としては、ポリオレフィン、ポリエステル、フェノール、又はナイロンなどを使用することができる。このようなカーボンまたは金属フィラーが配合された導電性の樹脂は、電気抵抗が小さく、かつ熱伝導率も一般の樹脂と比較して高いため、電気信号処理回路 3 からの放熱やグラウンドインピーダンスの低減に好適な材料である。

[0056] さらに、回路部基板 8 とアーム 18 が接触する箇所に、回路部基板 8 よりも熱伝導率の高い放熱用グリスを塗布してもよい。これにより、電気信号処理回路 3 からアーム 18 への伝熱効率をさらに向上させることができる。放熱用グリスとしては例えば、 $3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度の熱伝導率を有するシリコングリスなどを利用することができる。また、放熱用グリスが、高い熱伝導率だけでなく導電性を有する場合には、電気信号処理回路 3 のグラウンドインピーダンスを低減することができるため、外部からの電磁波ノイズや放射ノイズを低減することができる。熱伝導率の高いグリスを導電性グリスとするためには、カーボン又は金属フィラーを混入させればよい。金属フィラーとしては、銀、銅若しくはニッケルなどの微粉末、酸化亜鉛若しくは酸化スズのような金属酸化物、又はアルミ若しくはステンレスの金属繊維などを使用することができる。カーボンとしては、カーボンブラック、炭素繊維、黒鉛又

はカーボングラファイトなどを使用することができる。

[0057] また、ケース 9 とケーブル 4 が接続する箇所には、ケーブル 4 を貫通させるストreinリリース 19 が設けられる。具体的には、ケース 9 の外側においてケーブル 4 を貫通させるとともにケース 9 に接触するストreinリリース 19 が設けられる。ストreinリリース 19 は、ケーブル 4 の急峻な曲がりによる断線を防止するために設けられている。

[0058] ケーブルクランプ 15 は、後述するケース内放熱板 24 と接続し、更にケース内放熱板 24 はケース 9 の外側に向かって延びるねじ部 20 と接続している。ねじ部 20 には放射板 21（第 2 の放熱板 21）が螺合している。この放熱板 21 は、ストreinリリース 19 内にインサート成型された 1 つ以上の円板形状の板であり、アルミなどの金属で構成される。放熱板 21 の中心には、ねじ部 20 に螺合するねじ穴が形成されている。第 1 の実施形態では、放熱板 21 は、3 枚の円板形状を有する。このような構成によれば、放熱板 21 をストreinリリース 19 とともに回転させてねじ部 20 内にねじ込むことで、ねじ部 20 と放熱板 21 が連結される。ねじによる連結部には、伝熱効率を向上させる目的で、高熱伝導グリス又は高熱伝導接着剤を塗布しても良い。ただし、このようなねじを用いた方法に限らず、他の方法を用いてケーブルクランプ 15 と放熱板 21 を連結しても良い。また、ケーブルクランプ 15、ケース内放熱板 24、及びねじ部 20 は一体的に形成されていてもよい。このとき、ケーブルクランプ 15、ケース内放熱板 24、及びねじ部 20 が一体形成された部品は、ケーブル 4 を挟み込むために上下二つの部品からなり、この二つの部品はねじ 17 で固定される。このように一体形成する構成とすると、別部品で形成してから接続するよりも熱伝導効率がよくなり、好ましい。

[0059] 放熱板 21 を覆うストreinリリース 19 の断面積は、ケーブル 4 の軸方向において、ケーブルクランプ 15 との接続部（接触部）から超音波診断装置本体側に向かうにつれて、徐々に小さくなっている。このようなストreinリリース 19 の形状により、ケーブル 4 の急峻な屈曲が妨げられる。これに

より、ケーブル4の信号線5やケーブルシールド6の断線を防止することができる。さらに、例えばアルミなどの金属で製作された放熱板21の周囲を、熱伝導率が高く非導電性のエラストマーからなるストreinリリース19で覆っても良い。これにより、超音波探触子Pの電氣的絶縁が確保される。同時に、エラストマーの放射率は約0.95であり、アルミなどの金属の放射率よりもはるかに高いため、エラストマーからなるストreinリリース19で放熱板21を被覆することで、より効率的な放熱を実現することができる。

[0060] アーム18とケーブルクランプ15は別々の部品として製作しても良いが、このような場合に限らない。例えば、機械加工、金属ダイカスト又は樹脂成型などによってアーム18とケーブルクランプ15を1つの部品として製作した後、アーム18とケーブルクランプ15を分割しても良い。このような方法によれば、アーム18とケーブルクランプ15を分割する前に、ねじ部20を加工することができる。

[0061] また、放熱板21がインサートされたストreinリリース19をねじ部20にねじ込んでいくことで、ケーブルクランプ15に挟まれたケーブル4を強固に固定することができる。ねじ部20に、ケーブルクランプ15がケーブル4を挟み込む方向と直交する方向（ケーブル4の軸方向）に延びる溝23を形成しても良い。少なくとも1つの溝23を形成することで、ねじ部20が複数の領域に分割される（例えば3分割や4分割）。これにより、ねじ部20にストreinリリース19をねじ込んで行く際に、ケーブル4を複数の方向（例えば3方向や4方向）から締め付けることができるため、より強固にケーブル4を固定することができる。また、ねじ部20の先端を細くテーパ状にすると、ストreinリリース19をねじ部20にねじ込んでケーブル4を締め付ける際に有利である。

[0062] さらに、ケース9の部品の接合部において、ケース9の二つの部品に挟まれるようにケース内放熱板24（第1の放熱板24）を形成してもよい。ケース内放熱板24は、ケーブルクランプ15と放熱板21に接触している。こ

のような構成とすることで、ケーブルクランプ 15 の熱がケース内放熱板 24 に伝わるため、放熱性を向上させることができる。ケース内放熱板 24 は例えば、アルミなどの金属材料で構成される。さらに、図 1 (a)、1 (b) に示すように、ケース内放熱板 24 と放熱板 21 を接触させるように配置しても良い。ケース内放熱板 24 と放熱板 21 により、ケーブル 4 を囲むとともにケーブルクランプ 15 に接続される放熱板が構成される。これにより、ケーブルクランプ 15 の熱を、ケース内放熱板 24 を介して放熱板 21 により多く伝えることができるため、ケース内放熱板 24 が無い場合に比べて、電気信号処理回路 3 で発生した熱の放熱板 21 への伝熱効率を上げることができる。結果として、ストレインレリーフ 19 側の放熱板 21 を経由した外部への放熱効率を向上させることができる。

[0063] また、ケース 9 とストレインレリーフ 19 における互いの接続部分に窪み 22 を形成してもよい。図 1 (a)、1 (b) では、ケース 9 に形成される窪み 22 と、ストレインレリーフ 19 に形成する窪み 22 はそれぞれ向かいあうように位置している。ケース 9 とストレインレリーフ 19 の間に接着剤を塗布して両者を接着する際に、窪み 22 は接着剤を貯留する空間として機能する。これにより、余剰な接着剤が窪み 22 に貯留されることとなる。窪み 22 に接着剤が貯留されて硬化することで、ストレインレリーフ 19 とケース 9 との間の隙間から水が浸入する際に、窪み 22 を設けない場合に比べて、ケース 9 内に到達するまでの水の流入経路が長くなる。これにより、外部からの水分の流入をより確実に防止することができるので、より確実に電氣的絶縁性を確保できる。

[0064] また、ケーブルクランプ 15 におけるケーブルシールド 6 との接触面に凹凸を設けてもよい。このような凹凸を設けることで、ケーブル 4 をより強固に固定することができる。同時に、ケーブルクランプ 15 からケーブルシールド 6 への伝熱面積が広がるため、放熱のための伝熱効果をより向上させることができる。

[0065] さらに、ケーブルクランプ 15 におけるケーブル 4 との接触面に、ケーブル

クランプ１５よりも熱伝導率の高いグリス又は接着剤を塗布してもよい。このようなグリス又は接着剤を塗布することで、ケーブルクランプ１５からケーブルシールド６への伝熱効率が向上するとともに、接着剤であればケーブル４をより確実に固定することが出来る。熱伝導率の高いグリスとしては例えば、熱伝導率が $3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度のシリコングリスなどが利用できる。また、このようなグリス又は接着剤は、導電性を有することが好ましい。ケーブルクランプ１５に導電性のグリス又は接着剤を塗布することで、電気信号処理回路３のグラウンドを低インピーダンスでケーブル４へ電氣的に接続することができる。これにより、外部からの電磁波ノイズの影響や、外部に放出する電磁波ノイズを低減することができる。熱伝導率の高いグリス又は接着剤を導電性とするためには、カーボン又は金属フィラーを混入させればよい。金属フィラーとしては例えば、銀、銅、ニッケルなどの微粉末、酸化亜鉛若しくは酸化スズのような金属酸化物、アルミ若しくはステンレスの金属繊維などがある。カーボンとしては例えば、カーボンブラック、炭素繊維、黒鉛、カーボングラファイトなどがある。

[0066] ここで、本開示技術の効果を説明するため、超音波探触子の発熱状態をシミュレーションした結果について、図５～図１１を用いて説明する。

[0067] 図５は、シミュレーションで用いる超音波探触子Ｘの分解図である。超音波探触子Ｘは、素子部１と、素子部基板２と、電気信号処理回路３と、信号線５と、ケーブルシールド６と、バックング材７と、回路部基板８と、ケース９と、ケーブルクランプ１５と、ストレインレリーフ１９とを備える。これらの構成を備える点で、図５に示す超音波探触子Ｘは図１～３に示す超音波探触子Ｐと共通する。電気信号処理回路３の構造やケーブルクランプ１５の形状が異なるが、基本的な構成は概ね共通しており、図５に示す超音波探触子Ｘでも図１～３と同様の符号を用いる。簡略化のため、電磁シールド部材は省略されている。素子部１は、素子部基板２を介して電気信号処理回路３に電氣的に接続される。電気信号処理回路３は、信号線５を介して超音波診断装置本体へ電氣的に接続される。図５では、ケース９の２つの部品が接合

される前の状態を示しているが、シミュレーション時においては、素子部 1、電気信号処理回路 3、ケーブルシールド 6、ケーブルクランプ 15などを内包するようにケース 9 の 2 つの部品が接合されている。

[0068] まずは、超音波探触子 X にケース 9 内の空間を仕切る仕切り部を設けなかった超音波探触子 X 1 のシミュレーション結果について、図 6、7 を用いて説明する。

[0069] 図 6 (a)、6 (b) は、超音波探触子 X 1 を用いて、素子部 1 には電力を印加せず、電気信号処理回路 3 の消費電力を 3 W とした場合の各部位の表面温度を計算したシミュレーション結果を示す。図 6 (a)、6 (b) では、ケース 9 内の全体に空気が充填されている場合のシミュレーション結果を示す。なお、図 6 (a) は、超音波探触子 X 1 の素子部 1 を地上に対して上方に向けて保持した場合のシミュレーション結果を示す。図 6 (b) は、超音波探触子 X 1 の素子部 1 を地上に対して下方に向けて保持した場合のシミュレーション結果を示す。

[0070] 図 6 (a) に示すとおり、超音波探触子 X 1 の素子部 1 を上方に向けて保持した場合、素子部 1 の温度は、電気信号処理回路 3 の熱の伝播により 44.8℃まで上昇している。さらに、ケース 9 の側面の温度は、ケース 9 の内部の空気の対流により 45.8℃まで上昇している。一方、図 6 (b) に示すとおり、超音波探触子 X 1 の素子部 1 を下方に向けて保持した場合、素子部 1 の温度は 38.2℃程度であるが、ケース 9 の側面の温度は、ケース 9 内部の空気の対流により 42.8℃まで上昇している。

[0071] 使用時において、超音波探触子 X 1 はあらゆる向きに向けられる。一方で、不使用時における超音波探触子 X 1 は例えば、素子部 1 を上方に向けた状態にて、超音波診断装置本体のプロープホルダー（図示せず）に収納される。このような状況では、電気信号処理回路 3 で発生する熱が、ケース 9 内の空気の対流により素子部 1 に伝熱されるため、素子部 1 の温度が上昇してしまう。素子部 1 には温度規制があるため、素子部 1 の温度が上昇すると、素子部 1 に印加できる電圧が制限される。これにより、超音波探触子 X 1 への送

信電圧の出力を必要な超音波出力値まで上昇させることができず、超音波診断装置の感度が低下するという問題が発生する。本シミュレーション結果により、本発明者らは、特に素子部 1 を上方に向けて保持した場合にケース 9 内の空気の対流による熱の伝播が素子部 1 の深刻な温度上昇につながることを突き止めた。

[0072] 次に、超音波探触子 X においてケース 9 内の空間を仕切る仕切り部を設けずに、ケース 9 内の全てに空気以外の断熱材を充填させた超音波探触子 X 2 の発熱状態について説明する。

[0073] 図 7 (a)、7 (b) は、超音波探触子 X 1、X 2 をそれぞれ用いて、素子部 1 を上方に向けて保持した状態で、素子部 1 には電力を印加せず、電気信号処理回路 3 の消費電力を 3 W とした場合の各部位の表面温度を計算したシミュレーション結果を示す。なお、図 7 (a) は、比較対象として、ケース 9 内の空間の全てに空気を充填した場合のシミュレーション結果（図 6 (a) に示した結果）を示す。図 7 (b) は、ケース 9 内の空間の全てに空気以外の断熱材、具体的には硬質ウレタンフォームを充填した場合のシミュレーション結果を示す。

[0074] 図 7 (a) に示すとおり、ケース 9 内の空間の全てに空気を充填した場合には、素子部 1 の最高表面温度は 44.8℃、ケース 9 の正面（電気信号処理回路 3 が配置される側の面）の最高表面温度は 42.4℃、ケース 9 の側面の最高表面温度は 45.8℃である。図 7 (b) に示すとおり、ケース 9 内の空間の全てに空気以外の断熱材を充填した場合、素子部 1 の最高表面温度は 50.9℃、ケース 9 の正面の最高表面温度は 45.2℃、ケース 9 の側面の最高表面温度は 49.3℃である。これらの結果より、ケース 9 内の空間の全てに空気以外の断熱材を充填した場合の方が、ケース 9 内の空間の全てに空気を充填した場合よりも、素子部 1 およびケース 9 の表面温度が高くなることがわかる。これより、ケース 9 の内部全体を空気以外の断熱材で埋め尽くしても、電気信号処理回路 3 の素子部 1 及びケース 9 の表面温度を低下させる効果はなく、特定の部位の表面温度が上昇してしまうことがわかる。

。

[0075] 次に、超音波探触子Xにおいて、ケース9内の空間を仕切る仕切り部10を設けた超音波探触子X3の発熱状態について図8を用いて説明する。超音波探触子X3においては、素子部1と電気信号処理回路3の間に、素子部1と電気信号処理回路3を空間的に分離し、かつケース9に接するように配置される仕切り部10が設けられる。また、分離されたケース9内の空間のうち、素子部1側の空間には空気以外の断熱材、具体的には硬質ウレタンフォームを充填させ、電気信号処理回路3側の空間には空気を充填している。

[0076] 図8は、超音波探触子X3において、素子部1を地上に対して上方に向けて保持した状態で、素子部1には電力を印加せず、電気信号処理回路3の消費電力を3Wとした場合の各部位の表面温度を計算したシミュレーション結果を示す。図8に示すとおり、素子部1の最高表面温度は35.7℃である。これは、図7(a)を用いて説明したケース9内の空間の全てに空気を充填した場合の温度(44.8℃)よりも低い。図8に示すとおり、ケース9の正面の最高表面温度は44.8℃、ケース9の側面の最高表面温度は45.2℃である。

[0077] さらに、図8で用いた超音波探触子X3において、回路部基板8をアーム18に接続させた場合の超音波探触子X4の発熱状態について、図9を用いて説明する。図9では、ケーブルクランプ15と回路部基板8とともにアーム18に接続させた超音波探触子X4を用いる。

[0078] 図9は、超音波探触子X4において、素子部1を地上に対して上方に向けて保持した状態で、素子部1には電力を印加せず、電気信号処理回路3の消費電力を3Wとした場合の各部位の表面温度を計算したシミュレーション結果である。図9に示すとおり、素子部1の最高表面温度は35.7℃、ケース9の正面の最高表面温度は44.0℃、ケース9の側面の最高表面温度は43.5℃である。図9における素子部1の最高表面温度(35.7℃)は、図7(a)を用いて説明した場合の温度(44.8℃)よりも低い。さらに、図9におけるケース9の正面の最高表面温度(44.0℃)も、図8を用

いて説明したアーム 18 が設けられていない場合の温度（44.8℃）よりも低いことがわかる。図 9 に示す超音波探触子 X4 では、回路部基板 8 をアーム 18 に接続することで、電気信号処理回路 3 から発生する熱をアーム 18 とケーブルクランプ 15 を通じて、ストレーンレリーフ 19 に効率よく伝熱することができる。これにより、素子部 1 の表面温度だけでなく、ケース 9 の正面の表面温度も低下させることができる。

[0079] 次に、図 6 で用いた超音波探触子 X1 において、ケース 9 の材料として非導電性の高熱伝導 PBT を用いた場合の超音波探触子 X5 の発熱状態について、図 10 を用いて説明する。

[0080] 図 10（a）、10（b）は、超音波探触子 X1、X5 において、素子部 1 を地上に対して上方に向けて保持した状態で、素子部 1 には電力を印加せず、電気信号処理回路 3 の消費電力を 3W とした場合の各部位の表面温度を計算したシミュレーション結果を示す。図 10（a）は、比較対象として、ケース 9 の材料として変性 PPE 樹脂を用いた場合のシミュレーション結果（図 6（a）に示す結果）である。図 10（b）は、ケース 9 の材料として、PBT 樹脂に窒化ホウ素のフィラーを混入した非導電性の高熱伝導 PBT を用いた場合のシミュレーション結果である。図 10（a）に示すように、ケース 9 の材料として変性 PPE 樹脂を用いた場合、素子部 1 の最高表面温度は 44.8℃、ケース 9 の正面の最高表面温度は 42.4℃、ケース 9 の側面の最高表面温度は 45.8℃である。一方で、図 10（b）に示すように、ケース 9 の材料として非導電性の高熱伝導 PBT を用いた場合、素子部 1 の最高表面温度は 42.1℃、ケース 9 の正面の最高表面温度は 41.0℃、ケース 9 の側面の最高表面温度は 43.9℃である。これらの結果より、図 10（b）に示すように、ケース 9 の材料として熱伝導率の高い樹脂を使用することによって、素子部 1 や電気信号処理回路 3 からケース 9 へ伝熱される熱が効率的に拡散されて、素子部 1 やケース 9 の表面温度が低下することがわかる。

[0081] 次に、図 9 に示した超音波探触子 X4 において、ケース 9 の材料として、

非導電性の高熱伝導PBTを用いた超音波探触子X6の発熱状態について、図11を用いて説明する。図11は、超音波探触子X6において、素子部1を地上に対して上方に向けて保持した状態で、素子部1には電力を印加せず、電気信号処理回路3の消費電力を3Wとした場合の各部位の表面温度を計算したシミュレーション結果である。図11に示すとおり、素子部1の最高表面温度は35.5℃、ケース9の正面の最高表面温度は41.8℃、ケース9の側面の最高表面温度は44.2℃である。したがって、図6(a)、6(b)に示した超音波探触子X1の場合と比べて、素子部1が地上に対して上向きに保持されている場合であっても、素子部1及びケース9のいずれの表面温度も低下させることができることがわかる。

[0082] 以上に説明したとおり、本開示技術の第1の実施形態に係る超音波探触子X3、X4、X6(図8、9、11)によれば、断熱材12とケース9に接触するように形成された仕切り部10により、ケース9内の空間を素子部1側の空間と電気信号処理回路3を側の空間に分離する。これにより、ケース9内の素子部1側の空間と電気信号処理回路3側の空間の間における空気の対流を無くし、電気信号処理回路3から素子部1への伝熱を抑制することができる。すなわち、ケース内の仕切り部10と素子部1の間に断熱層(断熱材12)が形成されている、あるいは断熱媒体(断熱材12)が充填されているといえる。また、図9などを用いて説明したように、電気信号処理回路3で発生する熱は、ケーブルクランプ15を支持するアーム18を経由して、ケーブル4やストレーンレリーフ19に効率よく伝わる。さらに、電気信号処理回路3で発生する熱は、ケース9内の電気信号処理回路3側の空間における空気の対流により、ケース9のうち電気信号処理回路3を覆っている部分などに伝熱される。これにより、電気信号処理回路3の熱を放熱することができる。

[0083] すなわち、超音波診断装置本体に接続可能な超音波探触子X3、X4、X6(および超音波探触子P)は、電気信号と超音波とを相互に変換する素子部1と、素子部1に電氣的に接続される電気信号処理回路3と、素子部1と

電気信号処理回路 3 を収納するケース 9 と、素子部 1 と電気信号処理回路 3 とを電氣的に接続する素子部基板 2 と、ケース 9 に接するように配置され、素子部 1 と電気信号処理回路 3 を分離する仕切り部 10 とを備え、ケース 9 内であって仕切り部 10 で分離された素子部 1 側の空間にケース 9 の内壁面を形成する物質の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有する第 1 の材料（断熱材 12）が充填される。これにより、熱源である電気信号処理回路 3 から発生する熱を効率よく放熱することができるとともに、素子部 1 への伝熱を抑制することができる。少なくともこれらの構成を有していれば、前述した本開示技術の目的を達成することができる。

[0084] 第 1 の実施形態では、特に素子部 1 を上向きに保持した状態において、電気信号処理回路 3 などで生じる熱が空気の対流によって素子部 1 へ伝熱することを抑制することができる。これにより、素子部 1 の温度上昇を軽減することができるため、素子部 1 の表面温度の規制に関連する超音波出力の制限による超音波探触子の感度低下を軽減することができる。

[0085] （第 1 の実施形態の変形例 1）

図 12（a）は、第 1 の実施形態の変形例 1 にかかる超音波探触子 Q の断面図である。図 12（b）は、図 12（a）における超音波探触子 Q の A-A' 断面から見た断面図である。ここで、第 1 の実施形態において説明したものと同一超音波探触子の構成には、同じ符号を用いてその詳細な説明を省略する。

[0086] 第 1 の実施形態の変形例 1 では、仕切り部 10 として、所定の間隔をあけてケース 9 に接触するように配置される複数の平板からなる仕切り板 25 が形成される。なお、複数の仕切り板 25 同士の間の空間や、仕切り板 25 と素子部 1 との間の空間には、それぞれ空気が充填されている。

[0087] より詳細に説明すると、上下 2 つの部品に分かれたケース 9 の一方の部品に、素子部 1 と電気信号処理回路 3 を空間的に分離する複数の仕切り板 25 からなる連続仕切り部が設けられている。ここでは、仕切り板 25 がケース 9 の一方の部品と一体的に形成されているが、仕切り板 25 を個別に形成し

た後にケース 9 の内側に配置してもよい。ケース 9 の外表は、仕切り板 2 5 によって分離されず、素子部 1 から電気信号処理回路 3 までを覆っている。仕切り板 2 5 は、ケース 9 に接するように配置され、素子部基板 2 が貫通している。素子部基板 2 は、それぞれの仕切り板 2 5 に設けられた貫通穴 1 1 を貫通している。この貫通穴 1 1 の大きさは、仕切り板 2 5 と素子部基板 2 が接触する大きさであることが好ましい。また、仕切り板 2 5 がケース 9 の一方の部品に形成されるのではなく、ケース 9 の上下 2 つの部品の両側に仕切り板 2 5 を設けても良い。この場合、上下それぞれの仕切り板 2 5 に切り欠きを設けることで、素子部基板 2 が貫通する貫通穴 1 1 を形成しても良い。また、仕切り板 2 5 は、ケース 9 と同じ材料で、ケース 9 と一体的に形成されていてもよい。仕切り板 2 5 がケース 9 と一体的に形成されることで、仕切り板 2 5 とケース 9 とが隙間なく接合される。これにより、ケース 9 内の素子部 1 側の空間と電気信号処理回路 3 側の空間との間の空気の対流を防止することができる。

[0088] なお、図 1 2 では、4 枚の仕切り板 2 5 が形成されているが、少なくとも 2 枚以上の仕切り板 2 5 があれば良い。

[0089] このように、ケース 9 内の空間を仕切り板 2 5 によって仕切るとともに、仕切られた空間のそれぞれに空気層を設けることによって、ケース 9 内に空気以外の断熱材を配置しなくても、電気信号処理回路 3 から素子部 1 への伝熱を防止することが可能となる。

[0090] (第 1 の実施形態の変形例 2)

図 1 3 (a) は、第 1 の実施形態の変形例 2 にかかる超音波探触子 R の断面図である。図 1 3 (b) は、図 1 3 (a) における超音波探触子 R の A-A' 断面から見た断面図である。ここで、第 1 の実施形態において説明したものと同一超音波探触子の構成には、同じ符号を用いてその詳細な説明を省略する。

[0091] 第 1 の実施形態の変形例 2 では、仕切り部 1 0 として、所定の間隔をあけてケース 9 に接するように配置される 2 つの平板からなる仕切り板 2 6 が用

いられる。さらに、２つの仕切り板２６の間には空気以外の断熱材２７が、仕切り板２６の対向する面とケース９に接するように充填されている。また、素子部１と仕切り板２６との間の空間には、断熱材２７の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有する高熱伝導材料２８が充填されている。すなわち、仕切り板２６によって仕切られるケース９内の素子部１側の空間には、断熱材２７と高熱伝導材料２８が充填されている。

[0092] より詳細に説明すると、上下２つの部品に分かれたケース９の一方の部品に、素子部１と電気信号処理回路３を空間的に分離する２つの仕切り板２６が設けられている。ここでは、仕切り板２６がケース９の一方の部品と一体的に形成されているが、仕切り板２６を個別に形成した後にケース９の内側に配置してもよい。なお、ケース９の外表は、仕切り板２６によって分離されず、素子部１から電気信号処理回路３までを覆っている。仕切り板２６は、ケース９に接するように配置され、素子部基板２が貫通している。素子部基板２は、仕切り板２６に設けられたそれぞれの貫通穴１１を貫通している。この貫通穴１１の大きさは、仕切り板２６と素子部基板２が接触する大きさであることが好ましい。また、仕切り板２６がケース９の一方の部品に形成されるのではなく、ケース９の上下２つの部品の両側に仕切り板２６を設けても良い。この場合、上下それぞれの仕切り板２６に切り欠きを設けることで、素子部基板２が貫通する貫通穴１１を形成しても良い。仕切り板２６は、ケース９と同じ材料で、ケース９と一体的に形成されていてもよい。仕切り板２６がケース９と一体的に形成されることで、仕切り板２６とケース９とが隙間なく接合される。これにより、ケース９内の素子部１側の空間と電気信号処理回路３側の空間との間の空気の対流を防止することができる。

[0093] なお、断熱材２７は例えば、硬質ウレタンフォーム、発泡ポリスチレンフォーム、グラスウール、ロックウール、空気、木材などであっても良い。高熱伝導材料２８は例えば、ＰＢＴ樹脂、ＰＰＳ樹脂、ナイロン樹脂、フェノール樹脂などの樹脂に、炭化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウムなどのフィラーを混入

したものであっても良い。

[0094] 断熱材 27 及び高熱伝導材料 28 を充填する際には、超音波探触子 R の各構成部品をケース 9 内に収納し、ケース 9 を接合した後に、ケース 9 に設けられた穴から断熱材 27 及び高熱伝導材料 28 のそれぞれの材料を注入し、蓋で封止してもよい。ケース 9 の穴は、ケース 9 内の断熱材 27 及び高熱伝導材料 28 が配置される空間に連通する。このようにケース 9 に穴を形成し、その穴から断熱材 27 及び高熱伝導材料 28 の材料を注入することで、より確実に隙間無く、ケース 9 内に断熱材 27 及び高熱伝導材料 28 を充填する事が出来る。

[0095] 第 1 の実施形態の変形例 2 では、仕切り板 26 同士の間断熱材 27 を配置し、素子部 1 と仕切り板 26 との間の空間に高熱伝導材料 28 を配置する。このような配置によれば、断熱材 27 により、電気信号処理回路 3 で発生する熱が素子部 1 へ伝熱することが抑制される。また、素子部 1 で発生する熱は、高熱伝導材料 28 を介してケース 9 へ伝わることで放熱することができる。これにより、素子部 1 の表面温度上昇を軽減することができるため、素子部 1 の表面温度の規制に関連する超音波出力の制限による超音波探触子 R の感度低下を軽減することができる。

[0096] (第 2 の実施形態)

図 14 (a) は、本開示技術の超音波探触子の第 2 の実施形態の断面図である。図 14 (b) は、図 14 (a) における超音波探触子 S の A-A' 断面から見た断面図である。ここで、第 1 の実施形態において説明したのと同じ超音波探触子の構成には、同じ符号を用いてその詳細な説明を省略する。超音波探触子 S の一端は、ケーブル 4 を介して超音波診断装置本体 (図示) に接続可能である。

[0097] 第 2 の実施形態と第 1 の実施形態で異なる点はケース 9 の構造である。具体的には、第 1 の実施形態ではケース 9 が上下二つの部品に分かれているのに対して、第 2 の実施形態では、素子部 1 を収納する素子部ケース 29 (第 1 の部品 29) と、電気信号処理回路 3 を収納する回路部ケース 30 (第 2

の部品 30) とに分かれている。

[0098] 素子部 1 を覆う素子部ケース 29 と、電気信号処理回路 3 を覆う回路部ケース 30 が、接着剤などで接合されることにより、ケース 9 内に素子部 1、素子部基板 2、電気信号処理回路 3 などの構成部品が収納される。このようにして、素子部 1 や電気信号処理回路 3 がケース 9 に収納される。

[0099] ケース 9 は、絶縁性および高熱伝導性を有する材料（絶縁性の高熱伝導材料）で形成されることが好ましい。そのような材料としては例えば、PBT樹脂、PPS樹脂、ナイロン樹脂、フェノール樹脂などの樹脂に、炭化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウムなどのフィラーを混入したものなどがある。これらの材料は、 $2 \sim 15 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ という高い熱伝導率を有し、かつ絶縁性を有する。ケース 9 の材料として高熱伝導材料を用いることにより、ケース 9 全体に熱を分散させることができるため、ケース 9 の特定の部分のみが高温となることを抑制することができる。また、ケース 9 は少なくとも内側（素子部 1 などを収納している側）の表面が高熱伝導性を有していれば、ケース 9 の外側の熱伝導性の高低に関わらず、ケース 9 の特定の部分のみが高温となることを抑制することができる。従って、ケース 9 は内側の表面に高熱伝導性の材料の層を形成しているものであってもよい。具体例として、ケース 9 の内側の表面に高熱伝導性の材料としてグラファイトを塗布していてもよい。特に回路部ケース 30 の内側の表面に高熱伝導性の材料の層を形成し、素子部ケース 29 の内側の表面には高熱伝導性の材料の層を形成しないような構成としても良い。このような構成により、電気信号処理回路部 3 から放熱される熱が分散され、且つ素子部 1 側への熱の分散は抑制できるため望ましい。

[0100] ケース 9 内の、素子部 1 と電気信号処理回路 3 の間には、素子部 1 と電気信号処理回路 3 を空間的に分離する素子ケース蓋 31 が設けられている。素子ケース蓋 31 は、第 1 の実施形態における仕切り部 10 に対応する。素子ケース蓋 31 は、ケース 9 に接するように配置され、素子部基板 2 が貫通している。素子部基板 2 は、素子ケース蓋 31 に設けられた貫通穴 11 を貫通し

ている。この貫通穴 11 の大きさは、素子ケース蓋 31 と素子部基板 2 が接触する大きさにであることが好ましい。この素子ケース蓋 31 は、素子部ケース 29 の開口（素子部ケース 29 の電気信号処理回路 3 側の開口）を覆う。さらに、素子ケース蓋 31 は、素子部ケース 29 と回路部ケース 30 の接合面を含む平面上に形成されている。すなわち、素子部ケース 29 と回路部ケース 30 は、素子ケース蓋 31 と接触する位置で互いに接合されている。素子ケース蓋 31 は例えば、変性 PPE 樹脂で形成されてもよい。また素子ケース蓋 31 はケース 9 と同じ材料で形成されてもよい。

[0101] 素子ケース蓋 31 で分離された素子部 1 側の空間には、熱伝導率の低い断熱材 12（第 1 の材料 12）として、硬質ウレタンフォームなどが充填されている。素子ケース蓋 31 で分離された素子部 1 側の空間とは、素子部 1 と素子ケース蓋 31 と素子部ケース 29 で囲まれるケース 9 内の空間のことであり、より具体的には、素子部 1 のバッキング材 7 と素子ケース蓋 31 と素子部ケース 29 とで囲まれるケース 9 内の空間のことである。なお、断熱材 12 の熱伝導率は、素子部ケース 29 の少なくとも内側の表面の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有するものであれば良いため、空気であっても良いが、断熱材 12 は固体材料であることがより好ましい。その他には例えば、発泡ポリスチレンフォーム、グラスウール、ロックウール、木材などでもよい。素子部 1 側にある断熱材 12 の熱伝導率が素子部ケース 29 の内側の表面の熱伝導率より低いことにより、ケース 9 内の電気信号処理回路 3 側の空間と素子部 1 との間で熱が伝わりにくくなる。これにより、電気信号処理回路 3 から発生する熱が素子部 1 へ伝わることを抑制することができる。

[0102] 貫通穴 11 の大きさが、素子ケース蓋 31 と素子部基板 2 が接触しない大きさである場合には、断熱材 12 によって素子ケース蓋 31 と素子部基板 2 との間の隙間を埋めることが好ましい。また、断熱材 12 は、素子ケース蓋 31 及び素子部 1 の両方に密着するように充填されることが好ましい。このように断熱材 12 を充填するとともに、ケース 9 に接触する素子ケース蓋 31 を形成することによって、電気信号処理回路 3 で発生する熱が素子部基板 2

やケース 9 を介して素子部 1 へ伝わることを抑制することができる。

[0103] ここで、断熱材 1 2 を素子部 1 と素子ケース蓋 3 1 と素子部ケース 2 9 で囲まれる空間に配置するには、あらかじめ成型した断熱材 1 2 を素子部ケース 2 9 内に設置した後、素子ケース蓋 3 1 により素子部ケース 2 9 の開口を覆っても良い。あるいは、素子ケース蓋 3 1 に穴 1 3 を設けて、穴 1 3 から断熱材 1 2 を注入しても良い。すなわち、素子ケース蓋 3 1 により素子部ケース 2 9 の開口を覆った後に、穴 1 3 から断熱材 1 2 を注入し、断熱材 1 2 の注入後に、穴 1 3 を覆うように蓋 1 4 で封止する。これにより、素子部 1 と素子ケース蓋 3 1 と素子部ケース 2 9 で囲まれた空間に、確実に隙間無く、断熱材 1 2 を充填することができる。このとき、ケース 9 内の素子部 1 側の空間に断熱材 1 2 が充填された状態にて、穴 1 3 は蓋 1 4 によって封止されている。すなわち、少なくとも穴 1 3 の素子部 1 側の開口が断熱材 1 2 で封止されている。

[0104] 図 1 5 は、第 2 の実施形態にかかる超音波探触子 S において、素子部ケース 2 9 と回路部ケース 3 0 が離れた状態を立体的に示す。図 1 6 は、穴 1 3 から断熱材 1 2 を注入している状態を示す。図 1 6 に示すように、素子部 1 を素子部ケース 2 9 に収納し、素子ケース蓋 3 1 で素子部ケース 2 9 の開口を覆った後に、予め設けられていた素子ケース蓋 3 1 の穴 1 3 に断熱材 1 2 を注入する。断熱材 1 2 の注入後、穴 1 3 を蓋 1 4 により封止する。その後、素子部基板 2 と電気信号処理回路 3 が電氣的に接続され、素子部ケース 2 9 と回路部ケース 3 0 が接合される。

[0105] ケース 9 内において素子ケース蓋 3 1 で分離された空間のうち、素子ケース蓋 3 1 と回路部ケース 3 0 で囲まれる電気信号処理回路 3 側の空間には、空気などの気体が充填されている。すなわち、電気信号処理回路 3 には気体が接触している。

[0106] なお、図 1 5 では、回路部ケース 3 0 は、素子部 1 側に開口した箱型の形状を有しているが、回路部ケース 3 0 の形状はこれに限らない。例えば、第 1 の実施形態のケース 9 のように、回路部ケース 3 0 を上下 2 つの部品で構成

し、それらの部品によって電気信号処理回路 3 を上下から挟んでも良い。このような構成の場合には、第 1 の実施形態に関連して説明したように、回路部ケース 30 の 2 つの部品に挟まれるケース内放熱板 24 を容易に配置することができるため、電気信号処理回路 3 から発生する熱をより効率的に放熱することができる。

[0107] 以上のとおり、本開示技術の第 2 の実施形態に係る超音波探触子 S は、断熱材 12 とケース 9 に接触するように形成された素子ケース蓋 31 により、素子部 1 と電気信号処理回路 3 を空間的に分離する。これにより、ケース 9 内の素子部 1 側の空間と電気信号処理回路 3 側の空間との間の空気の対流を無くすことができ、電気信号処理回路 3 から素子部 1 への伝熱を抑制することができる。また、電気信号処理回路 3 で発生する熱は、ケーブルクランプ 15 を支持するアーム 18 を経由して、ケーブル 4 やストレインレリーフ 19 に効率よく伝熱される。

[0108] すなわち、超音波診断装置本体に接続可能な超音波探触子 S は、電気信号と超音波とを相互に変換する素子部 1 と、素子部 1 に電氣的に接続される電気信号処理回路 3 と、素子部 1 と電気信号処理回路 3 を収納するケース 9 と、素子部 1 と電気信号処理回路 3 とを電氣的に接続する素子部基板 2 と、ケース 9 に接するように配置され、素子部 1 と電気信号処理回路 3 を分離する素子ケース蓋 31 とを備え、ケース 9 内であって素子ケース蓋 31 で分離された素子部 1 側の空間にケース 9 の内壁面を形成する物質の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有する第 1 の材料（断熱材 12）が充填される。これにより、熱源である電気信号処理回路 3 から発生する熱を効率よく放熱することができるとともに、素子部 1 への伝熱を抑制することができる。少なくともこれらの構成を有していれば、前述した本開示技術の目的を達成することができる。

[0109] 本実施の形態 2 では、特に素子部 1 を上向きに保持した状態において、電気信号処理回路 3 など で生じる熱が空気の対流によって素子部 1 へ伝熱することを抑制することができる。これにより、素子部 1 の温度上昇を軽減する

ことができるため、素子部 1 の表面温度の規制に関連する超音波出力の制限による超音波探触子の感度低下を軽減することができる。

[0110] (第 2 の実施形態の変形例 1)

図 17 (a) は、第 2 の実施形態の変形例 1 にかかる超音波探触子 T の断面図である。図 17 (b) は、図 17 (a) における超音波探触子 T の A-A' 断面から見た断面図である。ここで、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態において説明したものと同一超音波探触子の構成には、同じ符号を用いてその詳細な説明を省略する。

[0111] 第 2 の実施形態の変形例 1 では、素子ケース蓋 31 よりも素子部 1 側に、素子ケース蓋 31 に対しておおよび互いに所定の間隔をあけて配置される 3 枚の仕切り板 32 がさらに設けられている。それぞれの仕切り板 32 と素子ケース蓋 31 は連結部 34 によって貫通されることで互いに連結されている。それぞれの仕切り板 32 は、素子ケース蓋 31 と同様に、素子部ケース 29 に接するように配置される。なお、仕切り板 32 同士の間の空間、仕切り板 32 と素子ケース蓋 31 の間の空間、おおよび仕切り板 32 と素子部 1 との間の空間には、空気が充填され、空気層となっている。

[0112] より詳細に説明すると、ケース 9 内の、素子部 1 と電気信号処理回路 3 の間には、素子部 1 と電気信号処理回路 3 を空間的に分離する素子ケース蓋 31 が設けられている。素子ケース蓋 31 よりも素子部 1 側に、互いに所定の間隔をあけて配置される平板からなる 3 枚の仕切り板 32 がさらに設けられている。それぞれの仕切り板 32 と素子ケース蓋 31 が連結部 34 により連結される。それぞれの仕切り板 32 は素子部ケース 29 に接するように配置され、素子部基板 2 がそれぞれの仕切り板 32 と素子ケース蓋 31 を貫通している。素子部基板 2 は、それぞれの素子ケース蓋 31 及び仕切り板 32 の中央付近に設けられた貫通穴 11 を貫通している。この貫通穴 11 の大きさは、それぞれの仕切り板 32 および素子ケース蓋 31 が素子部基板 2 と接触する大きさであることが好ましいが、これに限らず、貫通穴 11 を介した空気の対流による伝熱が無視できる程度の際間があってもよい。さらに、素子

部基板 2 が貫通した貫通穴 1 1 を接着剤などで封止してもよい。

[0113] ここでは、仕切り板 3 2 は 3 枚形成されているが、少なくとも 1 枚以上あれば良い。仕切り板 3 2 は例えば、素子ケース蓋 3 1 と同じ材料で形成されていても良く、あるいは素子部ケース 2 9 と同じ材料で形成されていてもよい。素子ケース蓋 3 1 と仕切り板 3 2 を連結部 3 4 で連結することで、素子ケース蓋 3 1 で素子部ケース 2 9 の開口を覆うときに、素子ケース蓋 3 1 に連結された仕切り板 3 2 も同時に素子部ケース 2 9 内に一定の間隔を保って収納することができる。

[0114] このように、ケース 9 内の空間を素子ケース蓋 3 1 と仕切り板 3 2 によって仕切るとともに、仕切られた空間のそれぞれに空気層を設けている。これにより、ケース 9 内に空気以外の断熱材を配置しなくても、電気信号処理回路 3 から素子部 1 への伝熱を防止することが可能となる。

[0115] (第 2 の実施形態の変形例 2)

図 1 8 (a) は、第 2 の実施形態の変形例 2 にかかる超音波探触子 U の断面図である。図 1 8 (b) は、図 1 8 (a) における超音波探触子 U の A-A' 断面から見た断面図である。ここで、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態において説明したものと同一超音波探触子の構成には、同じ符号を用いてその詳細な説明を省略する。

[0116] 第 2 の実施形態の変形例 2 では、素子ケース蓋 3 1 よりも素子部 1 側に、素子ケース蓋 3 1 に対して所定の間隔をあけて配置される平板からなる 1 枚の仕切り板 3 3 がさらに設けられる。仕切り板 3 3 と素子ケース蓋 3 1 は、連結部 3 4 により貫通されることで互いに連結されている。仕切り板 3 3 は、素子ケース蓋 3 1 と同様に、素子部ケース 2 9 に接するように配置される。さらに、仕切り板 3 3 と素子ケース蓋 3 1 の間には断熱材 2 7 が配置されている。断熱材 2 7 は、対向する仕切り板 3 3 及び素子ケース蓋 3 1 の面と素子部ケース 2 9 に接するように配置されている。また、素子部 1 と仕切り板 3 3 との間の空間には、断熱材 2 7 の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有する高熱伝導材料 2 8 が配置されている。

- [0117] より詳細に説明すると、素子ケース蓋 3 1 と仕切り板 3 3 には素子部基板 2 が貫通している。素子部基板 2 は、仕切り板 3 3 及び素子ケース蓋 3 1 の中央付近に設けられた貫通穴 1 1 を貫通している。貫通穴 1 1 の大きさは、素子ケース蓋 3 1 および仕切り板 3 3 が素子部基板 2 に接触する大きさであることが好ましい。
- [0118] 仕切り板 3 3 は例えば、素子ケース蓋 3 1 と同じ材料で形成されていても良く、あるいは素子部ケース 2 9 と同じ材料で形成されていてもよい。素子ケース蓋 3 1 と仕切り板 3 3 を連結部 3 4 で連結することで、素子ケース蓋 3 1 で素子部ケース 2 9 の開口を覆うときに、素子ケース蓋 3 1 に連結された仕切り板 3 3 も同時に素子部ケース 2 9 内に一定の間隔を保って収納することができる。
- [0119] なお、断熱材 2 7 は例えば、硬質ウレタンフォーム、発泡ポリスチレンフォーム、グラスウール、ロックウール、空気、木材などであっても良い。高熱伝導材料 2 8 は例えば、P B T 樹脂、P P S 樹脂、ナイロン樹脂、フェノール樹脂などの樹脂に、炭化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウムなどのフィラーを混入したものであっても良い。
- [0120] 断熱材 2 7 及び高熱伝導材料 2 8 を配置するには、素子部ケース 2 9 内に素子部 1 を収納した後、高熱伝導材料 2 8、仕切り板 3 3、断熱材 2 7、素子ケース蓋 3 1 を順に配置してもよい。あるいは、図 1 9 に示すように、仕切り板 3 3 及び素子ケース蓋 3 1 に設けた穴 1 3 を利用して、素子部ケース 2 9 内に断熱材 2 7 及び高熱伝導材料 2 8 を配置しても良い。具体的には、素子部 1 を素子部ケース 2 9 内に収納し、素子部ケース 2 9 の開口を覆うように仕切り板 3 3 及び素子ケース蓋 3 1 を配置した後、図 2 0 に示すように、穴 1 3 から、素子部 1 と仕切り板 3 3 の間の空間に高熱伝導材料 2 8 を注入する。注入された高熱伝導材料 2 8 は冷却されて固形化する。次に、穴 1 3 から、仕切り板 3 3 と素子ケース蓋 3 1 の間の空間に断熱材 2 7 を注入する。このような方法により高熱伝導材料 2 8 及び断熱材 2 7 を配置すること

で、素子部 1 と仕切り板 33 と素子部ケース 29 に囲われた空間に、より確実に隙間なく高熱伝導材料 28 を充填することができる。また、仕切り板 33 と素子ケース蓋 31 と素子部ケース 29 に囲われた空間に、より確実に隙間なく断熱材 27 を充填することができる。さらに、仕切り板 33 と素子ケース蓋 31 に形成された穴 13 のそれぞれを蓋により封止していてもよい。その後、素子部ケース 29 と回路部ケース 30 が接合される。

[0121] なお、断熱材 27 は例えば、硬質ウレタンフォーム、発泡ポリスチレンフォーム、グラスウール、ロックウール、空気、木材などであっても良い。高熱伝導材料 28 は例えば、PBT樹脂、PPS樹脂、ナイロン樹脂、フェノール樹脂などの樹脂に、炭化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウムなどのフィラーを混入したものであっても良い。

[0122] 第 2 の実施形態の変形例 2 によれば、素子ケース蓋 31 と仕切り板 33 の間に断熱材 27 を配置するとともに、素子部 1 と仕切り板 33 の間に高熱伝導材料 28 を配置する。このような配置によれば、断熱材 27 により、電気信号処理回路 3 で発生する熱が素子部 1 へ伝熱することを抑制することができる。さらに、高熱伝導材料 28 により、素子部 1 で発生する熱が高熱伝導材料 28 を経由して素子部ケース 29 へ伝わるため、放熱することができる。これにより、素子部 1 の表面温度上昇を軽減することができるため、素子部 1 の表面温度の規制に関連する超音波出力の制限による超音波探触子の感度低下を軽減することができる。

[0123] (第 2 の実施形態の変形例 3)

図 21 (a) は、第 2 の実施形態の変形例 3 にかかる超音波探触子 V の断面図である。図 21 (b) は、図 21 (a) における超音波探触子 V の A-A' 断面から見た断面図である。ここで、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態において説明したのと同じ超音波探触子の構成には、同じ符号を用いてその詳細な説明を省略する。

[0124] 第 2 の実施形態の変形例 3 では、素子ケース蓋 31 が素子部ケース 29 と

回路部ケース３０に挟まれている。すなわち、素子ケース蓋３１は、素子部ケース２９と回路部ケース３０の接合面を含む平面に形成されている。これにより、素子部ケース２９と回路部ケース３０は直接接触しないように、素子ケース蓋３１を介して接続されている。すなわち、素子部ケース２９と回路部ケース３０の接合部まで素子ケース蓋３１が延伸している。素子ケース蓋３１は、素子部ケース２９及び回路部ケース３０の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有する材料（例えば変性ＰＰＥ樹脂）などで形成される。

[0125] このような構成によれば、熱伝導率の高い材料で形成される素子部ケース２９と回路部ケース３０の間には、熱伝導率の低い素子ケース蓋３１が介在しており、素子部ケース２９と回路部ケース３０は直接接触しない。そのため、素子部ケース２９と回路部ケース３０の間の伝熱を抑制することができる。特に、電気信号処理回路３の消費電力が大きくなれば、回路部ケース３０の温度上昇が素子部ケース２９の温度上昇より大きくなる。このような場合に、素子ケース蓋３１を設けることで、回路部ケース３０から素子部ケース２９への伝熱を抑制することができれば、素子部１の表面温度上昇を軽減することができる。よって、素子部１の表面温度の規制に関連する超音波出力の制限による超音波探触子の感度低下を軽減することができる。

[0126] なお、第２の実施形態の変形例３には、第２の実施形態の変形例１あるいは変形例２を適宜、組み合わせることができる。すなわち、例えば、仕切り板３２（変形例１）及び仕切り板３３（変形例２）を素子部ケース２９の内壁に接触するように配置するとともに、変形例３のように、素子ケース蓋３１を素子部ケース２９と回路部ケース３０の間に挟むように配置して、素子部ケース２９と回路部ケース３０が接合されてもよい。

[0127] 本開示技術は、超音波探触子のケース内において、素子部１と発熱源である回路部（電気信号処理回路３）との間における空気の対流を防止し、回路部からの熱を効率よく放熱することができるため、特にケース内に発熱源である回路部を有する超音波探触子に好適である。

請求の範囲

- [請求項1] 超音波診断装置本体に接続可能な超音波探触子であって、
電気信号と超音波とを相互に変換する素子部と、
前記素子部に電氣的に接続される電気信号処理回路と、
前記素子部と前記電気信号処理回路を収納するケースと、
前記素子部と前記電気信号処理回路とを電氣的に接続する素子部基板と、
前記ケースに接するように配置され、前記素子部と前記電気信号処理回路を分離する仕切り部とを備え、
前記ケース内であって前記仕切り部で分離された素子部側の空間に前記ケースの内壁面を形成する物質の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有する第1の材料が充填された超音波探触子。
- [請求項2] 前記電気信号処理回路は気体と接触している請求項1に記載の超音波探触子。
- [請求項3] 前記電気信号処理回路を実装した回路部基板と、
前記電気信号処理回路と前記超音波診断装置本体とを電氣的に接続し信号を伝達するケーブルと、
前記ケーブルと接続し、前記回路部基板を支持する少なくとも1本以上のアームとを備え、
前記アームの熱伝導率は、前記第1の材料の熱伝導率よりも高い請求項1又は2に記載の超音波探触子。
- [請求項4] 前記アームは導電材料からなり、
前記回路部基板は、前記アームとの接触部に前記電気信号処理回路のグラウンド電極を有する請求項3に記載の超音波探触子。
- [請求項5] 前記ケーブルを固定するケーブルクランプを備え、
前記ケーブルは、前記ケーブルクランプを介して前記アームと接続する請求項3又は4に記載の超音波探触子。
- [請求項6] 前記ケーブルクランプには、前記ケーブルを囲むように配置される放

熱板が接続されている請求項 5 に記載の超音波探触子。

[請求項7] 前記ケーブルクランプと前記アームは一体的に形成される請求項 5 又は 6 に記載の超音波探触子。

[請求項8] 前記アームは金属からなり、
前記アームの長手方向における中央よりも前記ケーブルクランプ側の表面に、酸化処理または熱放射塗料の塗布が施されている請求項 5 から 7 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

[請求項9] 前記ケースの外側において前記ケーブルを貫通させるとともに前記ケースに接触するストレインレリーフをさらに備え、
前記放熱板は、前記ケースと前記ケーブルとの間に配置される第 1 の放熱板と、前記ストレインレリーフ内に配置されるとともに前記第 1 の放熱板に接触する第 2 の放熱板とを備える請求項 5 から 8 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

[請求項10] 前記ケースは少なくとも第 1 の部品と第 2 の部品を有し、
前記第 1 の部品と前記第 2 の部品が接合されている請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

[請求項11] 前記第 1 の部品及び前記第 2 の部品は、それぞれが前記素子部から前記電気信号処理回路までを覆う請求項 10 に記載の超音波探触子。

[請求項12] 前記仕切り部は、前記第 1 の部品と一体的に形成されている請求項 10 又は 11 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

[請求項13] 前記ケースのうち、前記仕切り部と前記素子部の間に位置する部分には穴が形成され、
前記ケース内の前記素子部側の空間に前記第 1 の材料が充填された状態にて、前記穴の前記素子部側の開口は前記第 1 の材料によって封止されている請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

[請求項14] 前記第 1 の部品は前記素子部を収納し、
前記第 2 の部品は前記電気信号処理回路を収納し、
前記第 1 の部品と前記第 2 の部品は前記素子部と前記電気信号処理回

路の間で接合されている請求項 10 に記載の超音波探触子。

[請求項15] 前記仕切り部は、前記第 1 の部品と前記第 2 の部品の接合面の平面上に形成されている請求項 14 に記載の超音波探触子。

[請求項16] 前記仕切り部には、前記素子部基板が貫通する第 1 の穴と、第 1 の穴とは異なる第 2 の穴が形成され、
前記ケース内の前記素子部側の空間に前記第 1 の材料が充填された状態にて、前記第 2 の穴の前記素子部側の開口は前記第 1 の材料によって封止されている請求項 14 又は 15 に記載の超音波探触子。

[請求項17] 前記第 1 の部品と前記第 2 の部品の接合面において、前記仕切り部は前記第 1 の部品と前記第 2 の部品に挟まれている請求項 14 から 16 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

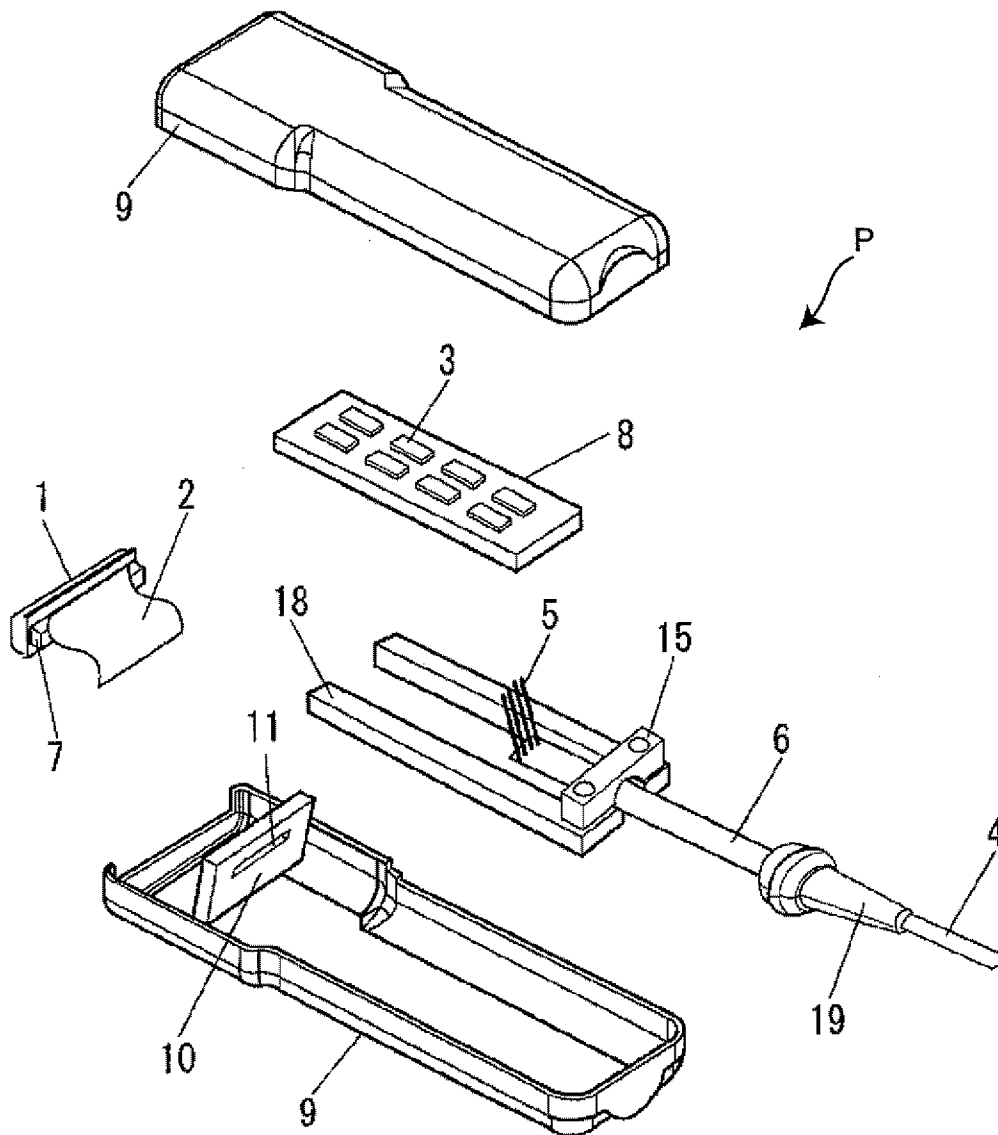
[請求項18] 前記仕切り部は少なくとも 2 以上の仕切り板からなる請求項 1 から 17 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

[請求項19] 前記少なくとも 2 以上の仕切り板のうち、前記少なくとも 2 以上の仕切り板同士の間空間に前記第 1 の材料が充填され、前記素子部と前記仕切り板との間空間に前記第 1 の材料よりも熱伝導率の高い第 2 の材料が充填されている請求項 18 に記載の超音波探触子。

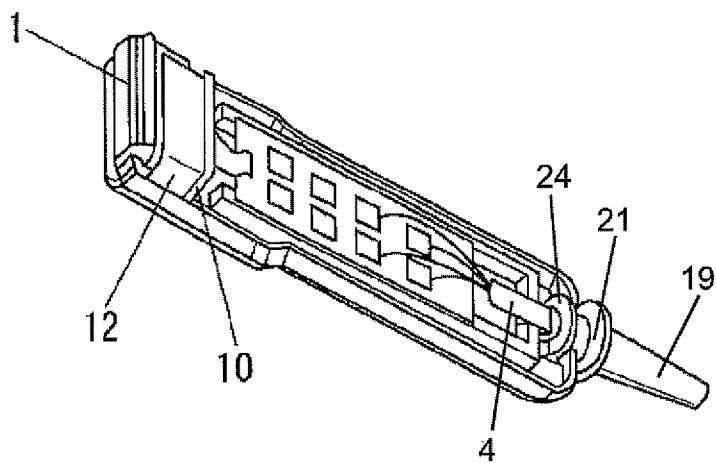
[請求項20] 前記第 1 の部品の熱伝導率は、前記仕切り部の熱伝導率よりも高い請求項 10 から 19 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

[請求項21] 前記ケースの内壁面はグラファイト層が形成されている請求項 1 から 20 のいずれか 1 項に記載の超音波探触子。

[図2]

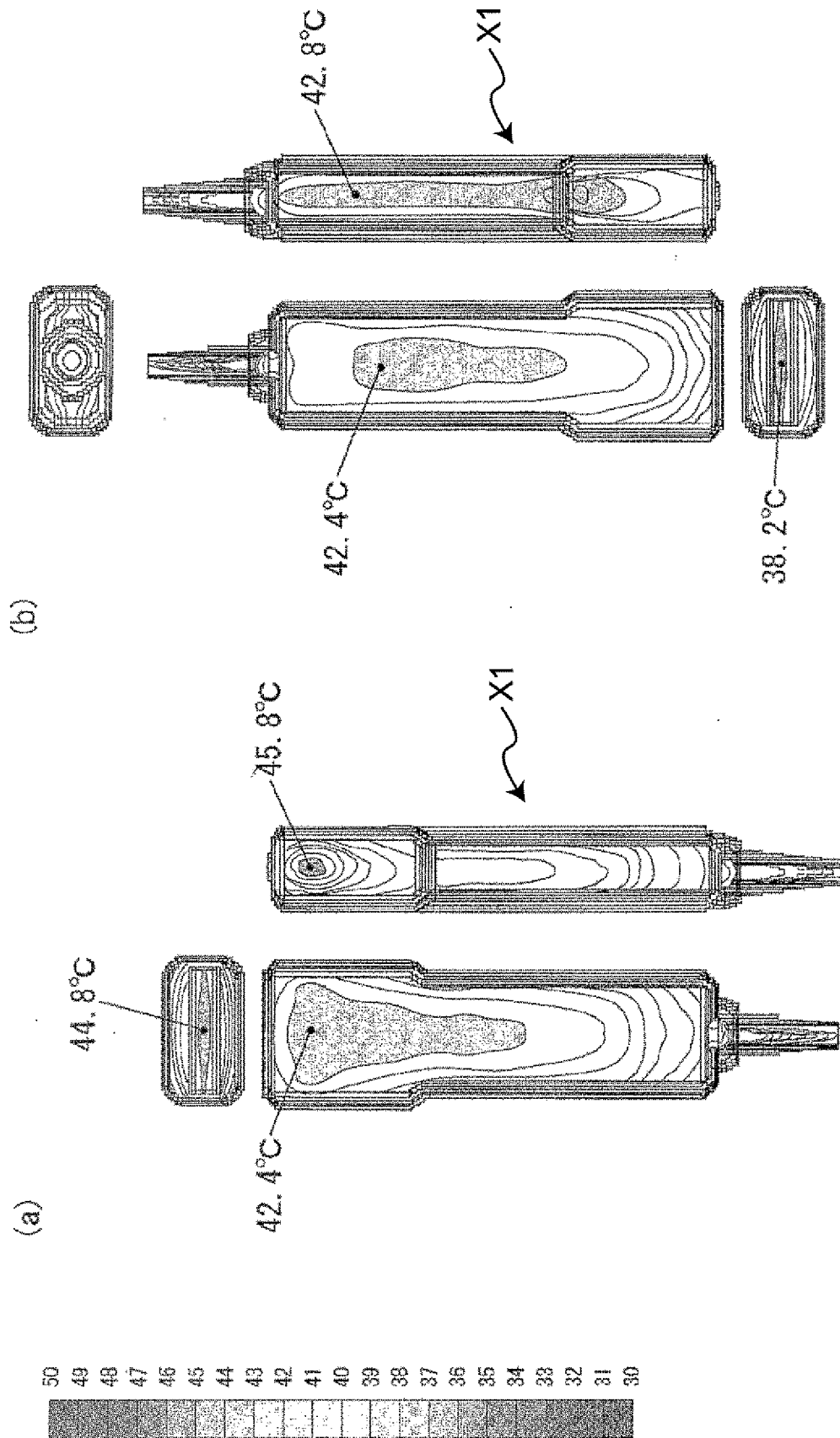


[図3]

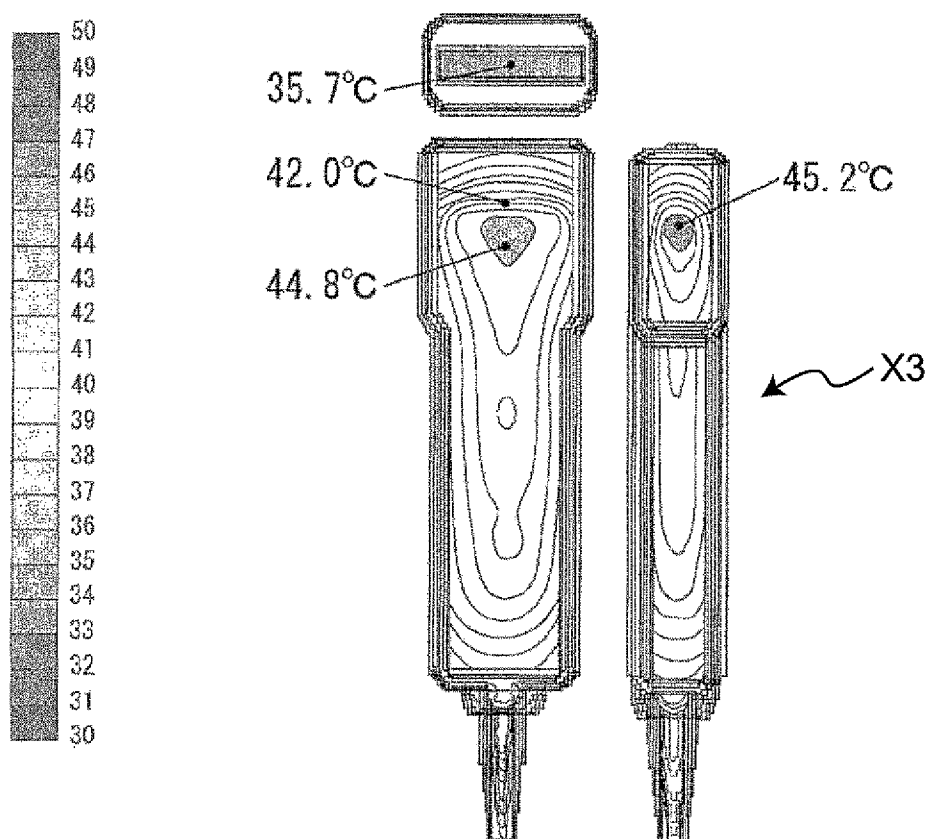


This exploded perspective view shows the assembly of the device. It includes a top housing (9) and a bottom housing (9) which form a central chamber. A central shaft (5) is shown with a handle (19) at one end and a distal tip (6) at the other. A bracket (15) is positioned to secure the shaft. A separate component (1) with a flange (7) and a curved arm (2) is shown, which is designed to be attached to the side of the housing assembly. A central plate (8) with three rectangular openings (3) is also depicted, likely serving as a filter or a support structure within the chamber.

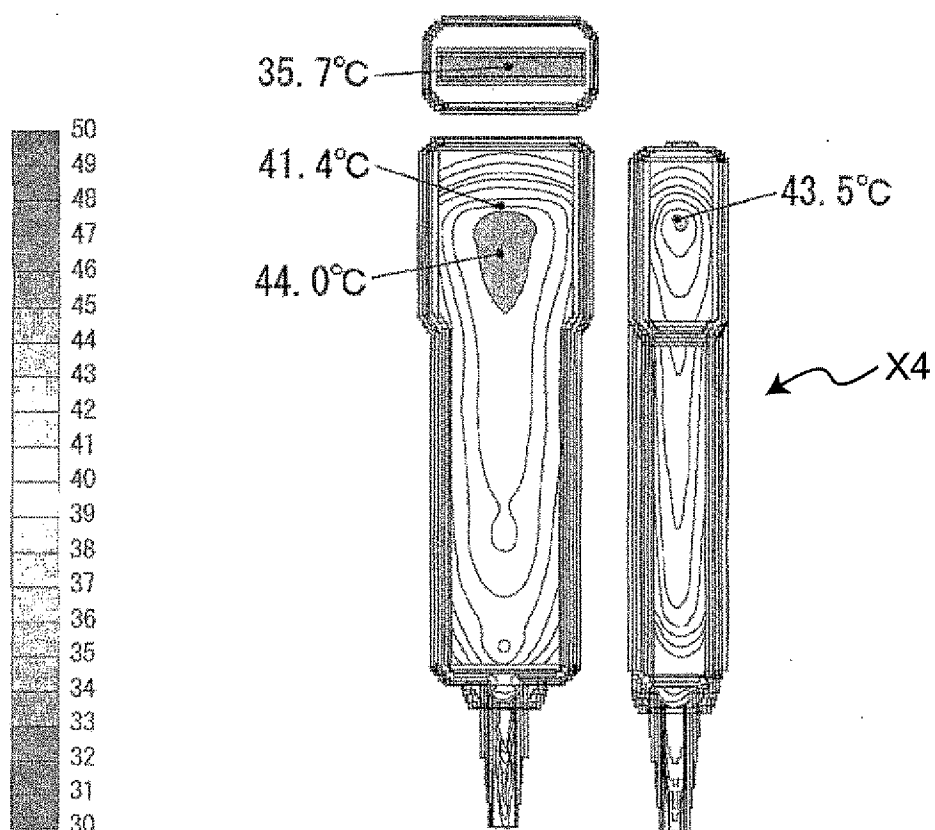
[図6]



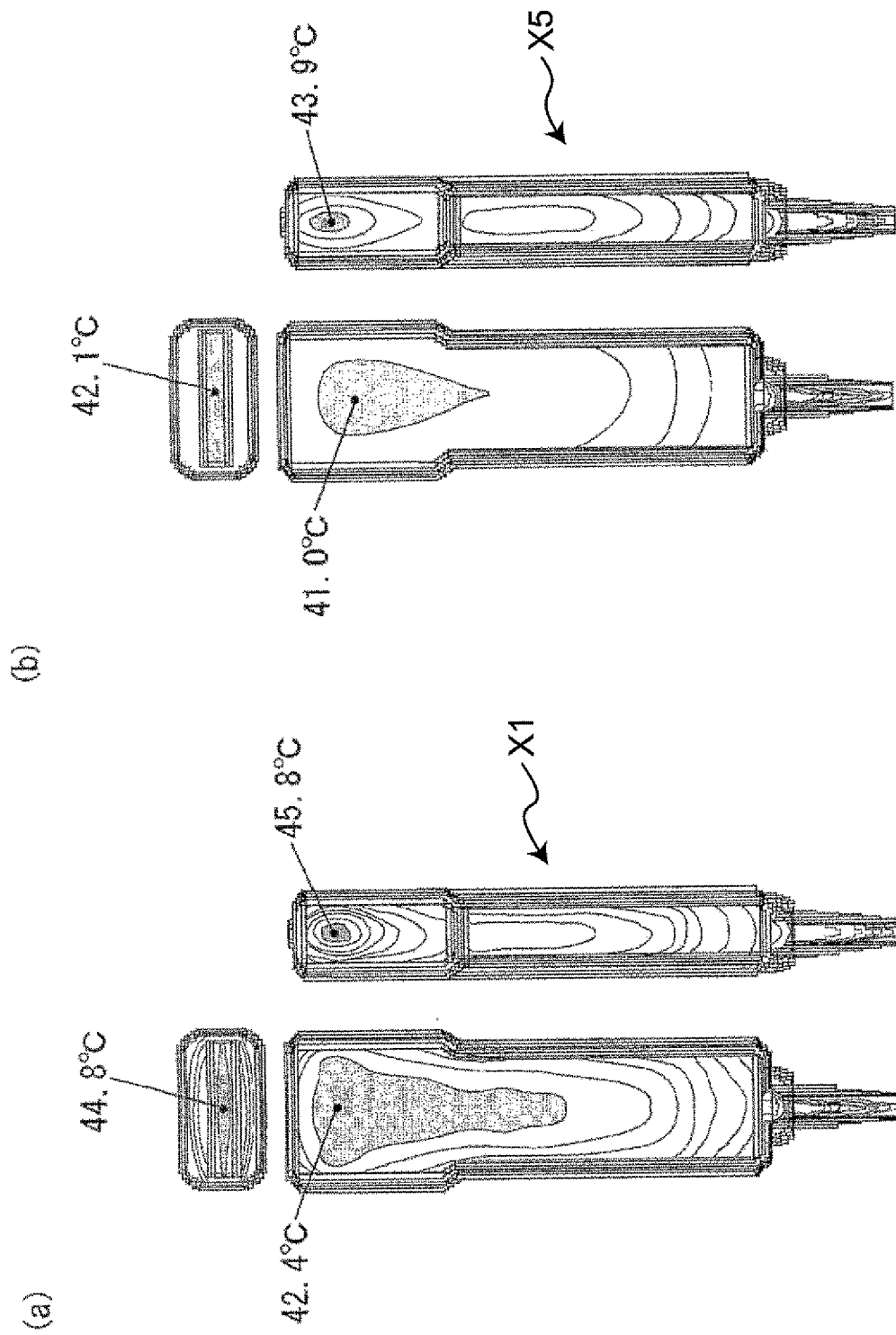
[図8]



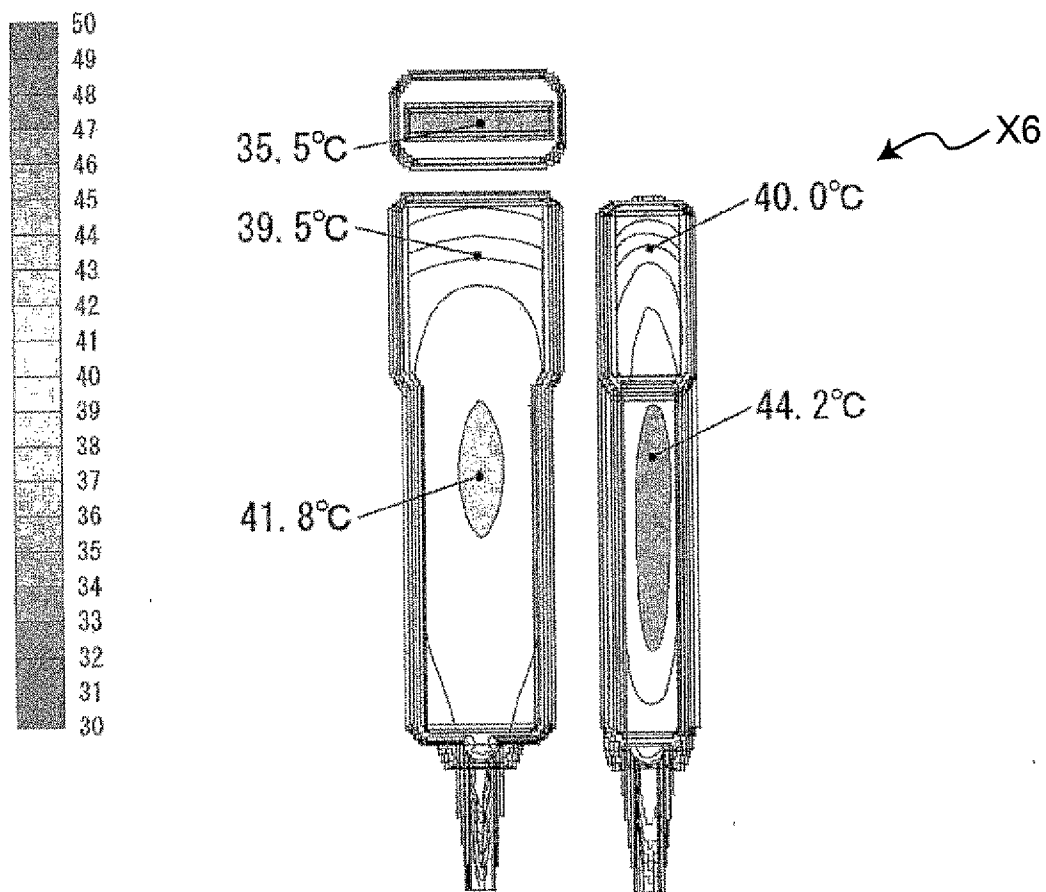
[図9]



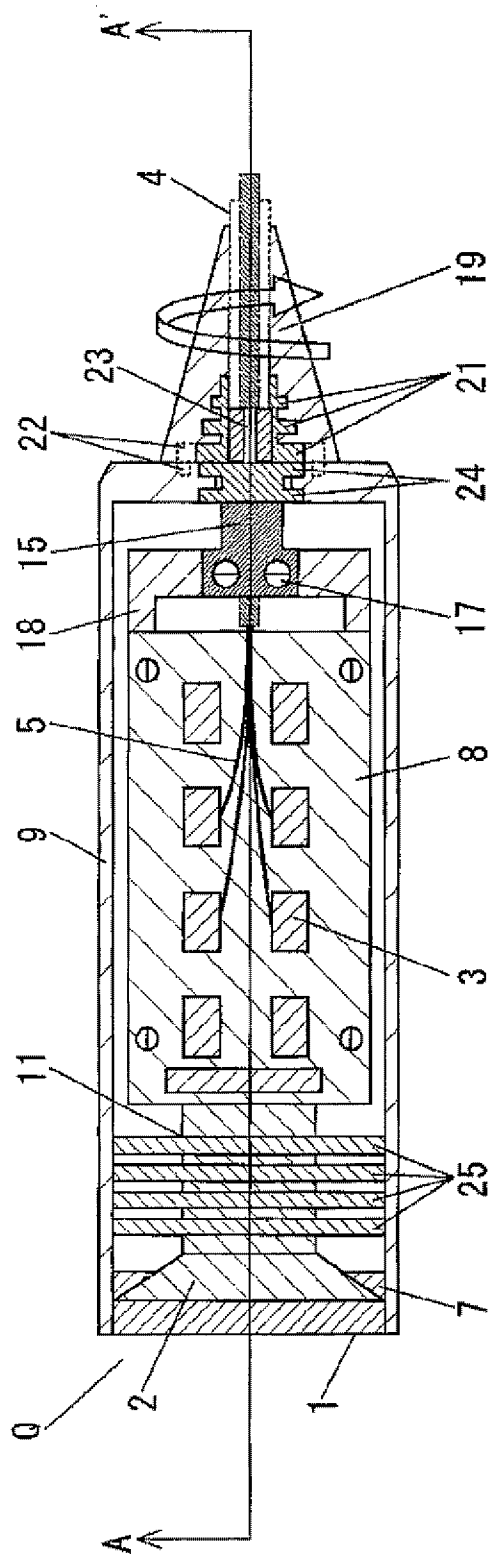
[図10]



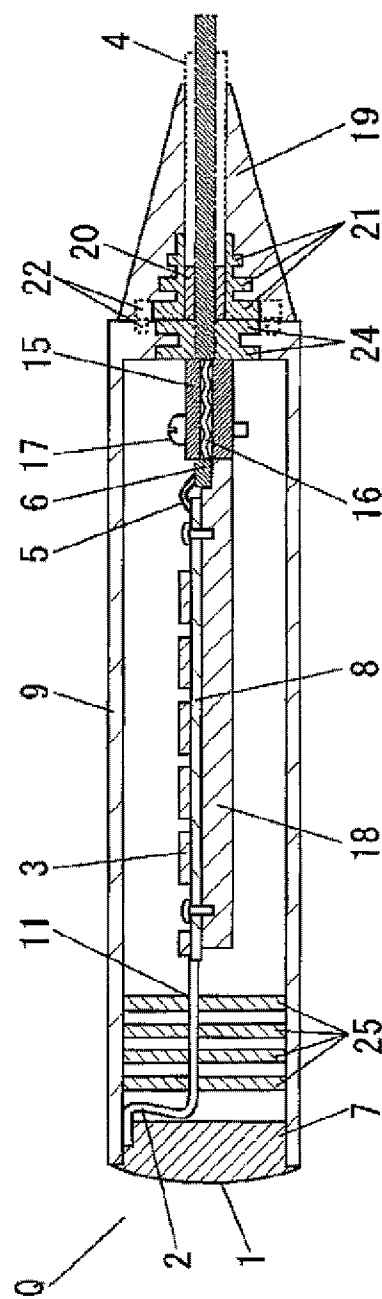
[図11]



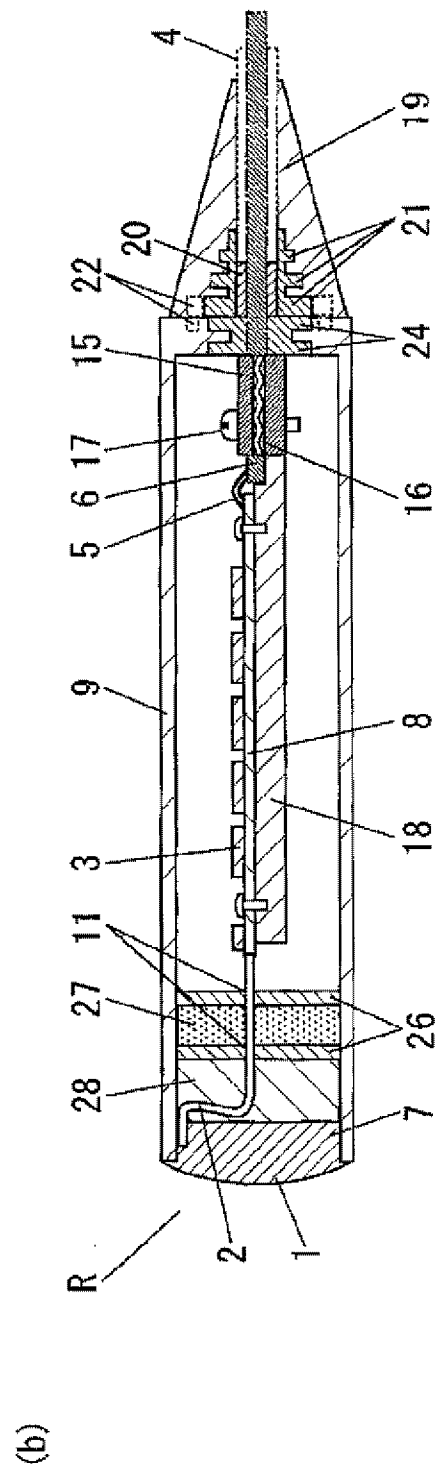
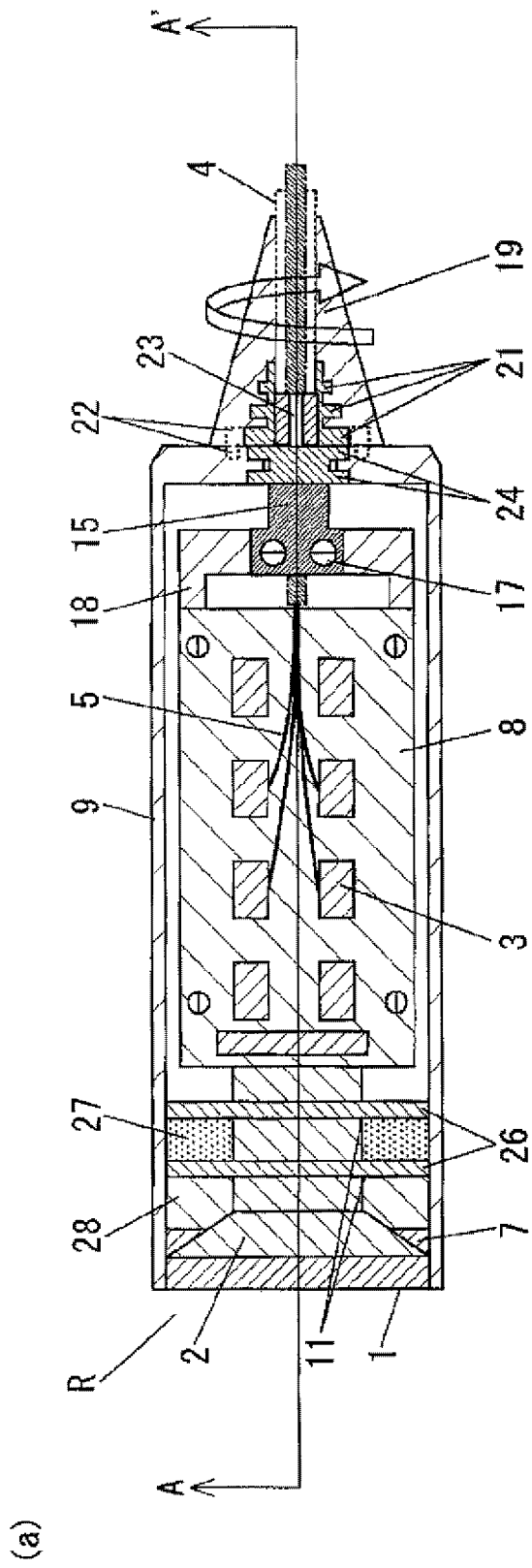
(a)



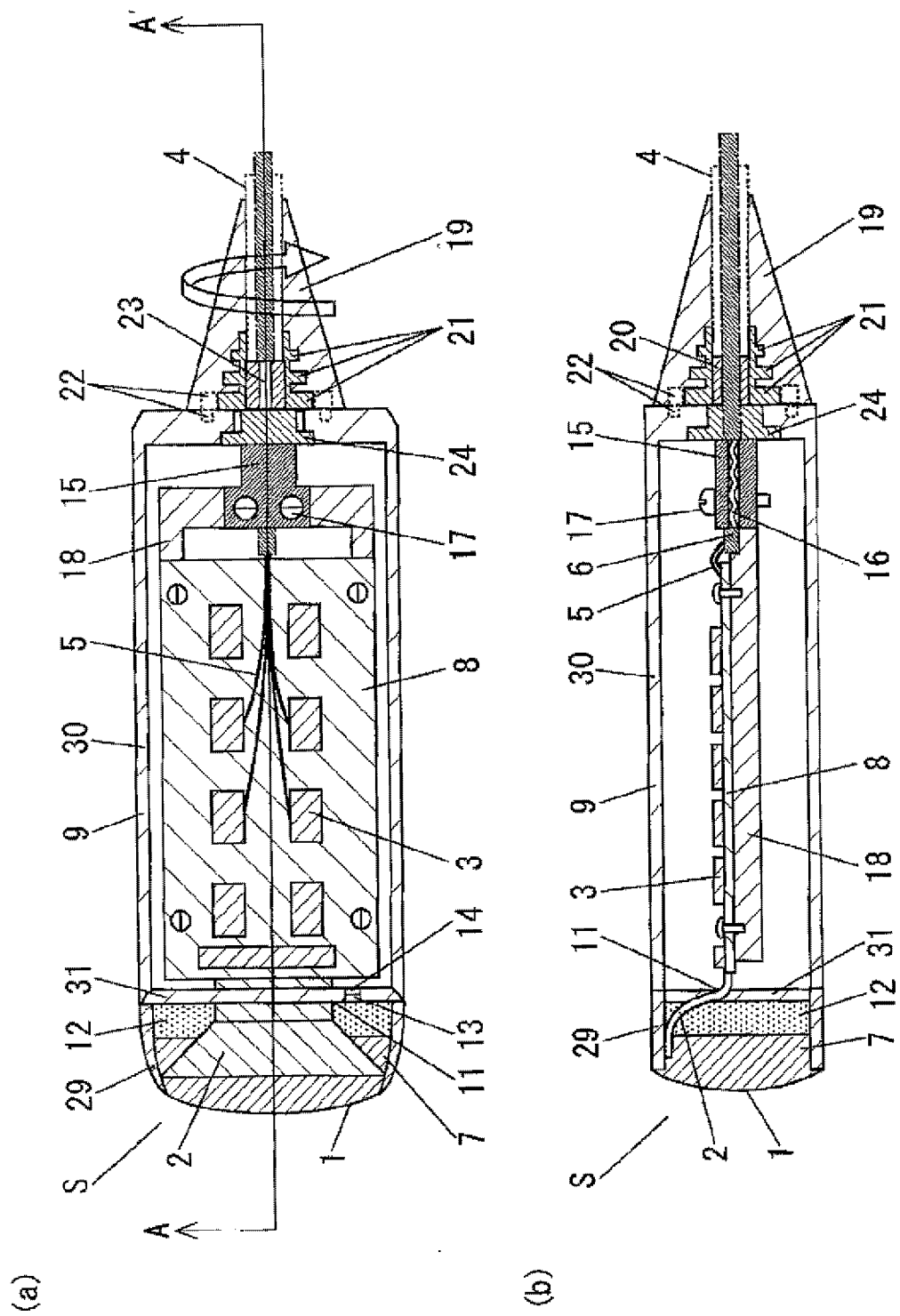
(9)



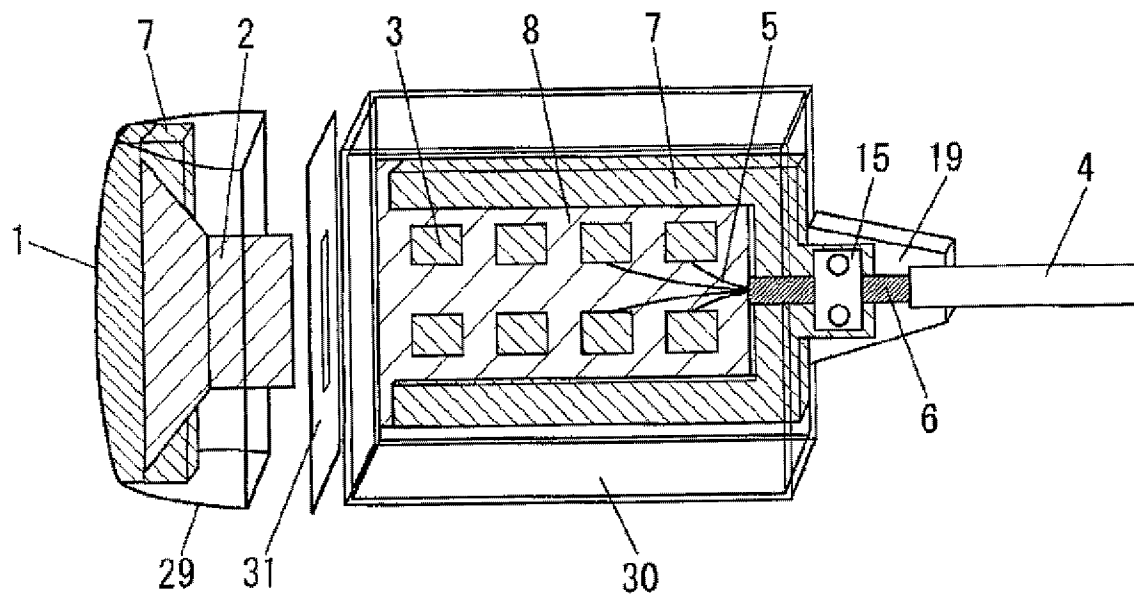
[図13]



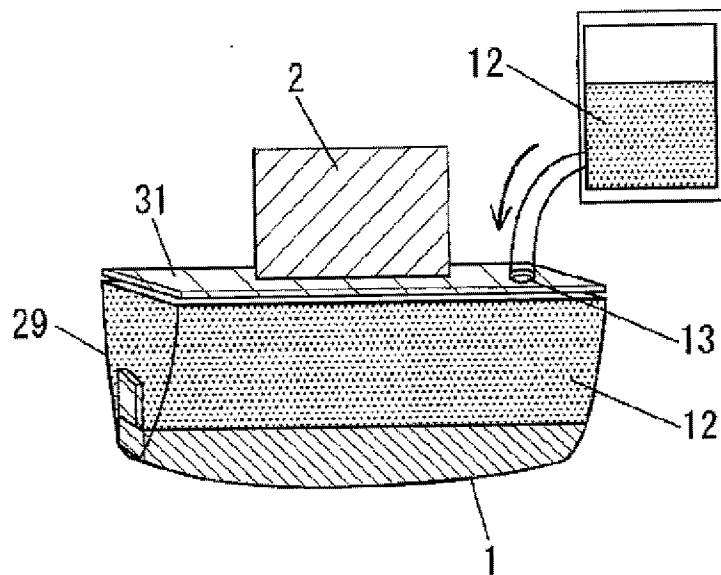
[図14]



[図15]

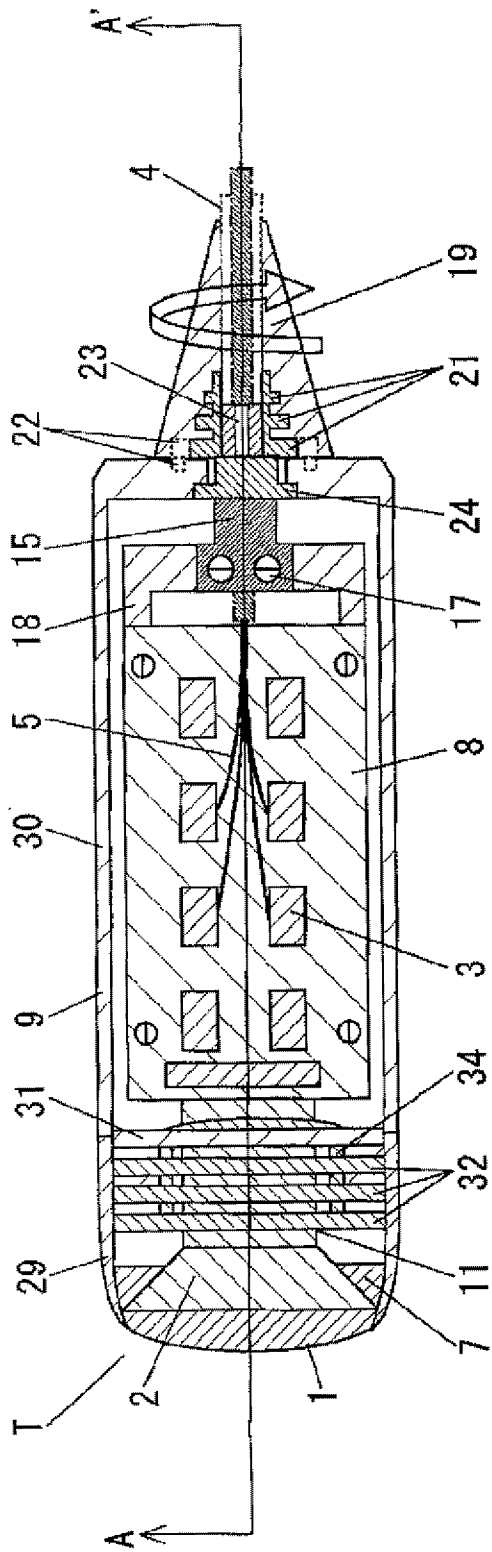


[図16]

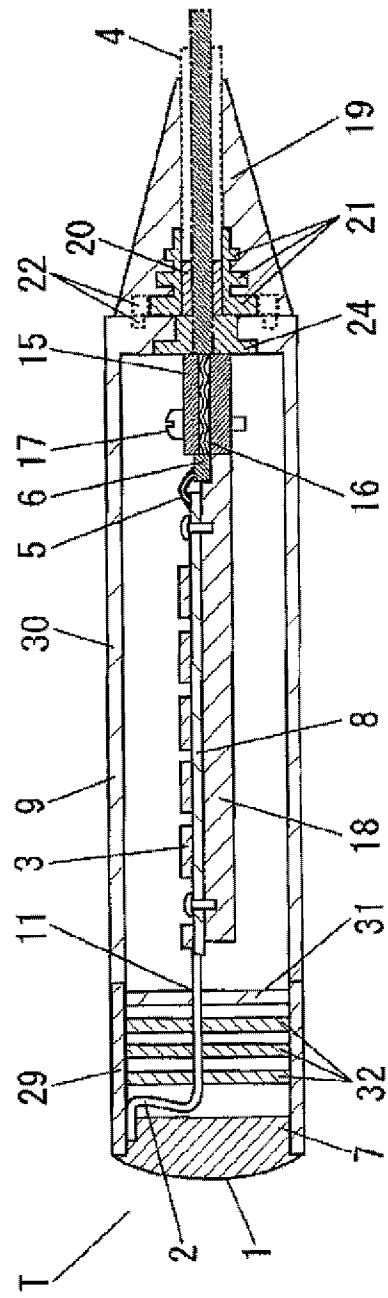


[図17]

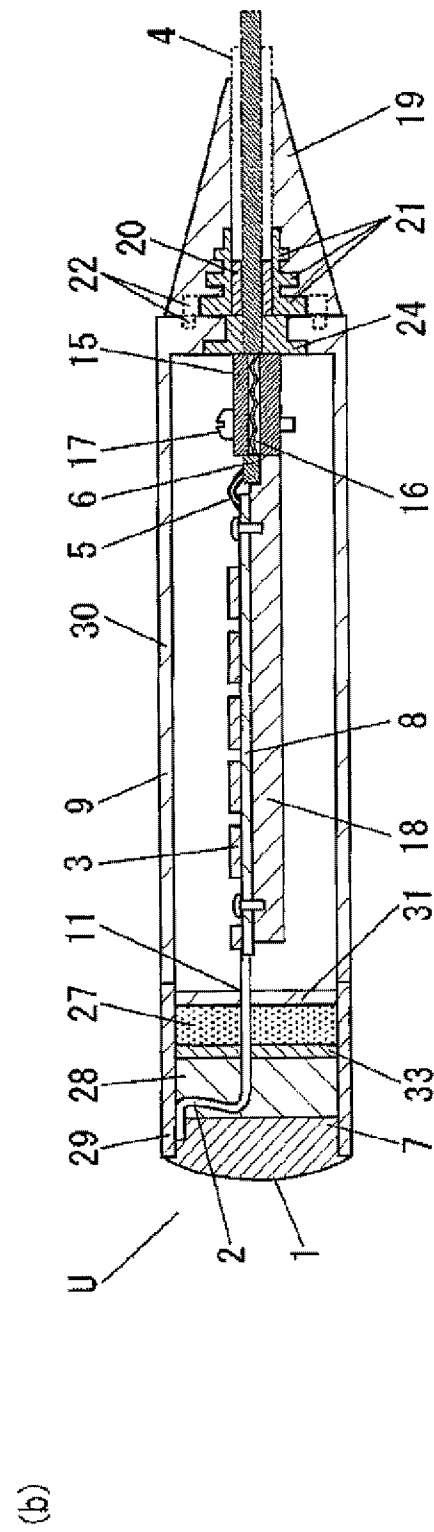
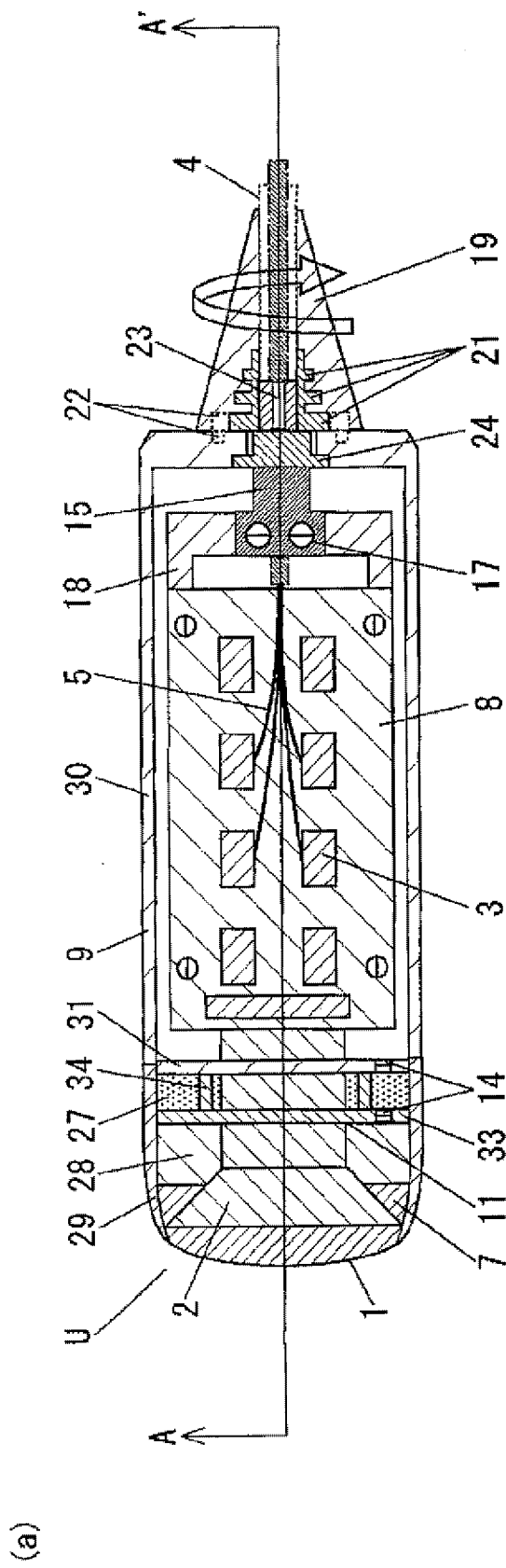
(a)



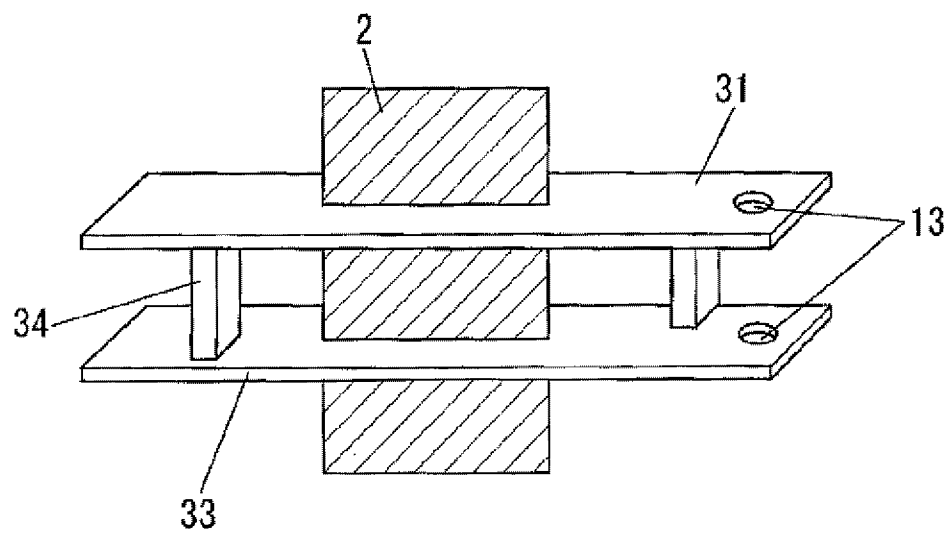
(b)



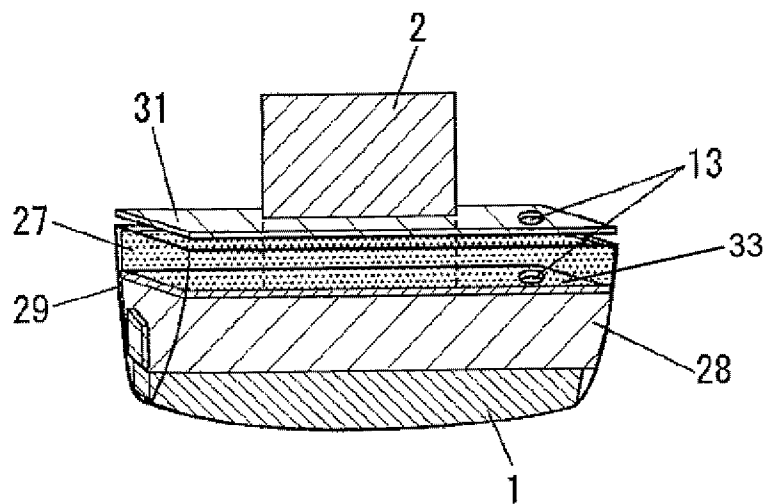
[図18]



[図19]

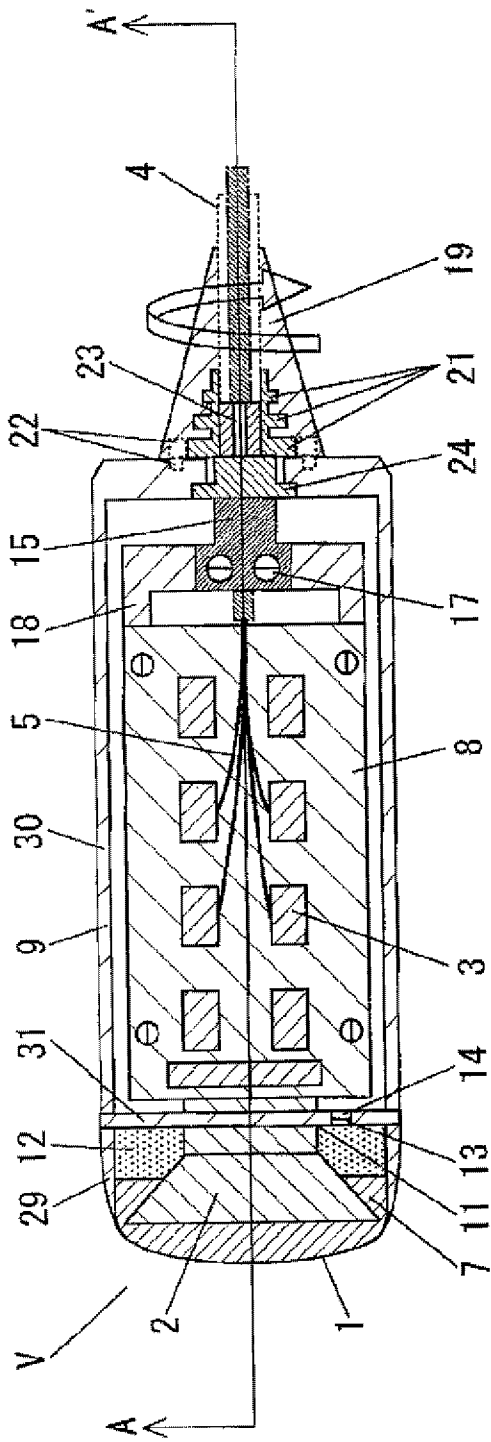


[図20]

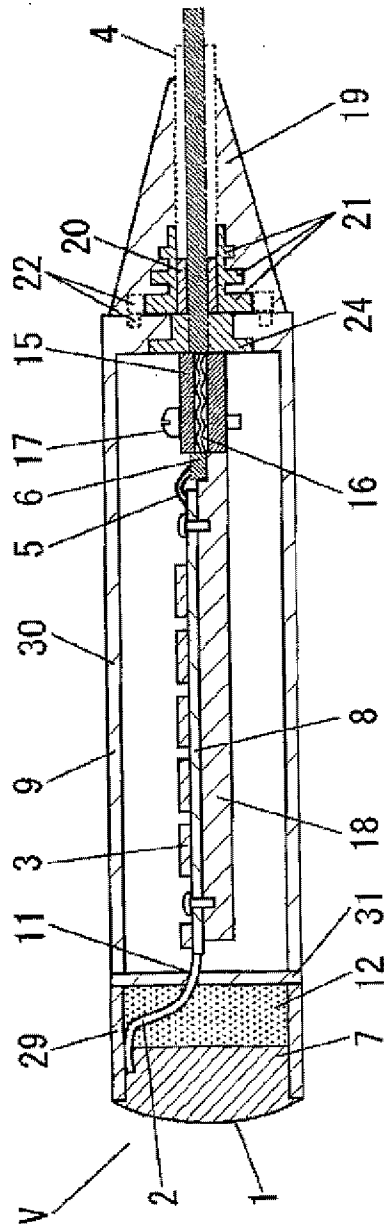


[図21]

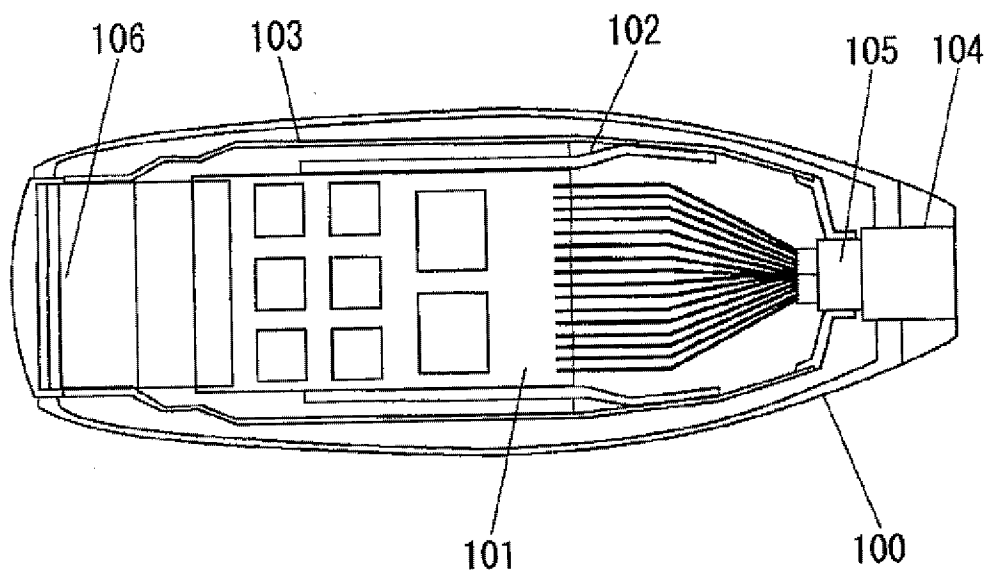
(a)



(b)



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R17/00(2006.01)i, A61B8/00(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)

H04R17/00, A61B8/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	JP 08-182094 A (Toshiba Corp.), 12 July 1996 (12.07.1996), paragraphs [0050] to [0067]; fig. 5 to 9 (Family: none)	1-3, 5-7, 10-15, 17, 18, 20, 21 4, 8, 9, 16, 19
Y	WO 2006/033281 A1 (Toshiba Corp.), 30 March 2006 (30.03.2006), paragraph [0031]; fig. 1, 3, 9 & US 2006/0191344 A1 & EP 001707122 A1 & DE 602005020738 D & CN 001897877 A	1-3, 5-7, 10-15, 17, 18, 20, 21
Y	JP 2003-093387 A (Aloka Co., Ltd.), 02 April 2003 (02.04.2003), paragraphs [0014] to [0018]; fig. 1 (Family: none)	2

☒ 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
23 January, 2014 (23.01.14)

Date of mailing of the international search report
04 February, 2014 (04.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006774

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-094540 A (Toshiba Corp.), 14 April 1998 (14.04.1998), paragraphs [0013] to [0030]; fig. 1 to 4, 6, 7 (Family: none)	3, 5-7, 10-12, 14, 15, 17, 20
Y	JP 2006-158483 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 June 2006 (22.06.2006), paragraphs [0042] to [0051]; fig. 3 (Family: none)	21

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04R17/00(2006.01)i, A61B8/00(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（I P C））

Int.Cl. H04R17/00, A61B8/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y	JP 08-182094 A（株式会社東芝）1996.07.12, 段落【0050】－【0067】、第5－9図（ファミリーなし）	1-3, 5-7, 10-15, 17, 18, 20, 21
A		4, 8, 9, 16, 19
Y	WO 2006/033281 A1（株式会社東芝）2006.03.30, 段落【0031】、第1, 3, 9図 & US 2006/0191344 A1 & EP 001707122 A1 & DE 602005020738 D & CN 001897877 A	1-3, 5-7, 10-15, 17, 18, 20, 21

☒ 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

2 3 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

武田 裕司

5 Z

8 9 4 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 1

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
Y	JP 2003-093387 A (アロカ株式会社) 2003. 04. 02, 段落【0 0 1 4】 －【0 0 1 8】, 第1図 (ファミリーなし)	2
Y	JP 10-094540 A (株式会社東芝) 1998. 04. 14, 段落【0 0 1 3】－ 【0 0 3 0】, 第1－4, 6, 7図 (ファミリーなし)	3, 5-7, 10-12, 14, 15, 17, 20
Y	JP 2006-158483 A (松下電器産業株式会社) 2006. 06. 22, 段落【0 0 4 2】－【0 0 5 1】, 第3図 (ファミリーなし)	21