

(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
2020年7月2日(02.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/136876 A1

(51) 国際特許分類:

G01L 1/00 (2006.01) *H03B 5/30* (2006.01)
G01K 7/32 (2006.01) *H03H 9/145* (2006.01)
G01R 33/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/048486

(22) 国際出願日: 2018年12月28日(28.12.2018)

(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: T D K株式会社(TDK CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 鈴木 英治(SUZUKI Eiji); 〒1036128
東京都中央区日本橋二丁目5番1号 TDK株式会社内 Tokyo (JP).

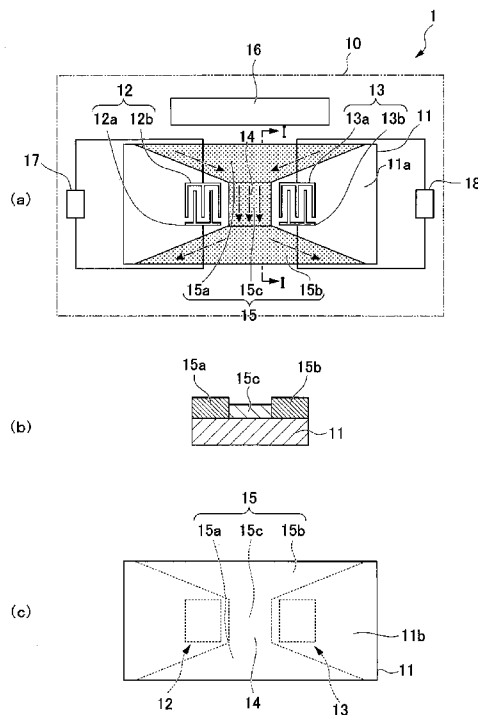
(74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.);
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: ACOUSTIC WAVE MODULATION ELEMENT AND PHYSICAL QUANTITY SENSOR

(54) 発明の名称: 弾性波変調素子及び物理量センサ



(57) Abstract: Provided are an acoustic wave modulation element and a physical quantity sensor with which the physical quantity of an object to be detected can be accurately detected with improved sensitivity over the prior art. An acoustic wave modulation element (10) comprises: a piezoelectric member (11); a first electrode (12) that is attached to the piezoelectric member (11) and that excites an acoustic wave in the piezoelectric member (11); a second electrode (13) that is attached to the piezoelectric member (11) and that receives the acoustic wave; and a magnetostrictive material part (15) that is provided in or near a region in which the acoustic wave is present. The magnetostrictive material part (15) includes: a pair of magnetic flux propagation parts (15a, 15b) that are provided on one primary surface (11a) of the piezoelectric member (11) and that are capable of propagating a magnetic flux of an external magnetic field; and a magnetic collection part (15c) that is provided between the pair of magnetic flux propagation parts (15a, 15b) on the one primary surface (11a) and that is disposed on or near a propagation path (14) of the acoustic wave. The thickness of a side surface of the magnetic collection part (15c) that opposes the pair of magnetic flux propagation parts (15a, 15b) is less than the thickness of a side surface of the pair of magnetic flux propagation parts (15a, 15b) that opposes the magnetic collection part (15c).

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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：従来よりも感度を向上して被検出体の物理量を精度良く検知することができる弾性波変調素子及び物理量センサを提供する。弾性波変調素子（10）は、圧電部材（11）と、圧電部材（11）に取り付けられ、圧電部材（11）に弾性波を励起する第1電極部（12）と、圧電部材（11）に取り付けられ、弾性波を受信する第2電極部（13）と、弾性波の存在領域またはその近傍に設けられた磁歪材料部（15）とを備える。磁歪材料部（15）は、圧電部材（11）の一方の主面（11a）上に設けられ、外部磁界の磁束を伝搬可能な一対の磁束伝搬部（15a, 15b）と、一方の主面（11a）上において一対の磁束伝搬部（15a, 15b）の間に設けられ、弾性波の伝搬路（14）上またはその近傍に配置された集磁部（15c）とを有し、集磁部（15c）の一対の磁束伝搬部（15a, 15b）に対向する側面の厚みが、一対の磁束伝搬部（15a）の集磁部（15c）に対向する側面の厚みよりも薄い。

明 細 書

発明の名称： 弾性波変調素子及び物理量センサ

技術分野

[0001] 本発明は、弾性波変調素子及び物理量センサに関し、特に、表面弾性波の伝搬特性の変化に基づいて被検出体の物理量を検出可能な弾性波変調素子に関する。

背景技術

[0002] 従来、表面弾性波（以下、SAW（Surface Acoustic Wave）ともいう）を用いた遅延線型や共振子型のセンサがある。遅延線型のSAWセンサの構成として、例えば、LiNbO₃基板と、該基板上に設けられた一対の櫛歯電極部と、該一対の櫛歯電極部間のSAW伝搬領域に配置された非晶質TbFe₂膜とを備えるSAW遅延線が提案されている（非特許文献1）。

[0003] また、遅延線型のSAWセンサとして、圧電基板と櫛歯電極を有する表面弾性波素子とアンテナ手段を備えた応答器と、上記応答器に対して駆動信号を発信すると共に、当該応答器からの応答信号を受信する問い合わせ器とからなるワイヤレスSAWセンサが提案されている。このSAWセンサは、表面弾性波の伝搬方向と一致する辺を有する略矩形状をなし、かつ上記櫛歯電極から離間している磁歪膜を備えており、矩形磁歪膜における櫛歯電極側端部からの反射波に対応するエコーと、この矩形磁歪膜における反櫛歯電極側端部からの反射波に対応するエコーとの時間差に基づいて圧電基板に働く応力を検出している（特許文献1）。

[0004] この従来技術では、圧電基板に応力が作用することより磁歪膜にも応力が作用すると、磁歪膜における磁化状態が変わり、その結果として磁歪膜と圧電基板の弾性率が変化するΔE効果が生じる。このΔE効果によって、磁歪膜と圧電基板を伝搬する表面弾性波の速度が変化する。よって、上記エコーの時間差を、圧電基板に作用する応力に対して予め校正しておくことで、当

該時間差から、圧電基板に働く応力（歪）が計測することができるとされている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 非特許文献1：山口、外2名、「非晶質TbFe₂膜を用いた可変SAW遅延線（VARIABLE SAW DELAY LINE USING AMORPHOUS TbFe₂ FILM）」、第16巻、第5号、1980年9月、アイトリプルイー・トランザクションズ・オン・マグネティックス（IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS）

特許文献1：特許第5087964号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、磁歪膜のいわゆる ΔE 効果は、磁歪膜における磁化状態の変化に依存するため、磁化状態の変化量が小さいと ΔE 効果が生じ難い。よって、圧電基板に働く応力が小さいと、圧電基板に働く応力を十分に検知できず、感度が良好でない場合がある。または、磁歪膜に印加された外部磁界（磁場）が小さい場合は、外部磁界による磁化状態の変化量が小さいため ΔE 効果も小さくなり、センサとしての磁界感度が良好でない場合がある。
- [0007] 本発明の目的は、従来よりも感度を向上して被検出体の物理量を精度良く検知することができる弾性波変調素子及び物理量センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提供する。

[1] 圧電部材と、

前記圧電部材に取り付けられ、前記圧電部材に弾性波を励起する第1電極部と、

前記圧電部材に取り付けられ、前記弾性波を受信する第2電極部と、

前記弾性波の存在領域またはその近傍に設けられた磁歪材料部と、

を備え、

前記磁歪材料部は、

前記圧電部材の一方の主面上に設けられ、外部磁界の磁束を伝搬可能な一対の磁束伝搬部と、

前記一方の主面上において前記一対の磁束伝搬部の間に設けられ、前記弾性波の伝搬路上またはその近傍に配置された集磁部と、を有し、

前記集磁部の前記磁束伝搬部に対向する側面の厚みが、前記磁束伝搬部の前記集磁部に対向する側面の厚みよりも薄い、

ことを特徴とする弾性波変調素子。

[2] 前記一対の磁束伝搬部の各々は、前記集磁部とは反対側の一端部から前記集磁部側の他端部に向かう方向に沿って断面積が小さくなる形状を有する、上記[1]記載の弾性波変調素子。

[3] 前記集磁部は、前記圧電部材の厚み方向の投影面において、前記第1電極部と第2電極部との間に配置される、上記[1]または[2]に記載の弾性波変調素子。

[4] 前記集磁部における磁束が、前記弾性波の伝搬方向に垂直な方向に沿って形成され、

前記一対の磁束伝搬部及び前記集磁部は、前記圧電部材の一方の主面上に配置され、

前記第1電極部及び前記第2電極部は、前記圧電部材の前記一方の主面上に配置されるか、または前記圧電部材の他方の主面上に配置される、上記[3]に記載の弾性波変調素子。

[5] 前記集磁部における磁束が、前記弾性波の伝搬方向に沿って形成され、

前記一対の磁束伝搬部及び前記集磁部は、前記圧電部材の一方の主面上に配置され、

前記第1電極部及び前記第2電極部は、前記一方の主面上であって前記一対の磁束伝搬部に設けられた一対の開口部に対応する位置に配置されるか、

前記一方の主面上であって前記一对の磁束伝搬部の下に配置されるか、または、前記圧電部材の他方の主面上に配置される、上記〔３〕に記載の弾性波変調素子。

〔６〕前記集磁部は、前記圧電部材の厚み方向に投影した投影面において、前記第１電極部及び前記第２電極部を包含する位置に配置される、上記〔１〕または〔２〕に記載の弾性波変調素子。

〔７〕前記集磁部における磁束が、前記弾性波の伝搬方向に垂直な方向に沿って形成され、

前記一对の磁束伝搬部及び前記集磁部は、前記圧電部材の一方の主面上に配置され、

前記第１電極部及び前記第２電極部が、前記圧電部材の前記一方の主面上であって前記集磁部の下に配置されるか、または前記圧電部材の他方の主面上に配置される、上記〔６〕に記載の弾性波変調素子。

〔８〕前記集磁部における磁束が、前記弾性波の伝搬方向に沿って形成され、

前記一对の磁束伝搬部及び前記集磁部は、前記圧電部材の一方の主面上に配置され、

前記第１電極部及び前記第２電極部が、前記圧電部材の前記一方の主面上であって前記集磁部の下に配置されるか、または、前記圧電部材の他方の主面上に配置される、上記〔６〕に記載の弾性波変調素子。

〔９〕前記第１電極部が、互いの歯が交互に並ぶように対向して配置された一对の櫛歯電極で構成され、

前記第２電極部が、互いの歯が交互に並ぶように対向して配置された他の一对の櫛歯電極で構成される、上記〔１〕～〔８〕のいずれかに記載の弾性波変調素子。

〔１０〕前記第１電極部および前記第２電極部が、前記圧電部材に弾性波を励起または受信する一对の櫛歯電極である、上記〔１〕～〔８〕のいずれかに記載の弾性波変調素子。

〔１１〕前記圧電部材に取り付けられ、前記集磁部の一方側に配置された一の反射器を更に備え、

前記第１電極部及び前記第２電極部が、前記圧電部材の一方の主面上であって前記集磁部の他方側に配置されるか、または前記圧電部材の一方の主面上であって前記集磁部の下に配置される、上記〔１〕～〔１０〕のいずれかに記載の弾性波変調素子。

〔１２〕前記集磁部は、前記圧電部材の厚み方向に投影した投影面において、前記一の反射器を包含する位置に配置され、前記一の反射器が、前記圧電部材の前記一方の主面上であって前記集磁部の下に配置される、上記〔１１〕に記載の弾性波変調素子。

〔１３〕前記圧電部材に取り付けられ、前記第１電極部及び前記第２電極部の両側に配置された一对の反射器を更に備える、上記〔１〕～〔１０〕のいずれか１項に記載の弾性波変調素子。

〔１４〕前記集磁部は、前記圧電部材の厚み方向に投影した投影面において、前記一对の反射器を包含する位置に配置され、前記一对の反射器が、前記圧電部材の前記一方の主面上であって前記集磁部の下に配置される、上記〔１３〕に記載の弾性波変調素子。

〔１５〕前記集磁部の前記磁束伝搬部に対向する側の端部の断面積が、前記の磁束伝搬部の前記集磁部に対向する側の端部の断面積よりも大きい、上記〔１〕～〔１４〕のいずれか１項に記載の弾性波変調素子。

〔１６〕上記〔１〕～〔１５〕のいずれかに記載の弾性波変調素子と、前記弾性波変調素子の変調を検出する回路部と、を備える物理量センサ。

発明の効果

〔０００９〕 本発明によれば、従来よりも感度を向上して被検出体の物理量を精度良く検知することができる。

図面の簡単な説明

〔００１０〕〔図１〕本発明の第１実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの構成を概略的に示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）は線Ⅰ－Ⅰに沿う断面

図、（c）は底面図である。

[図2]本発明の第2実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの変形例を示す図であり、（a）は平面図、（b）は線ⅠⅠ－ⅠⅠに沿う断面図、（c）は底面図である。

[図3]（a）は、図1における弾性波変調素子の第1変形例を示す図であり、（b）は、第2変形例を示す図である。

[図4]図1における弾性波変調素子の第3変形例を示す図であり、（a）は平面図、（b）は線ⅠⅠ－ⅠⅠに沿う断面図である。

[図5]本発明の第3実施形態に係る弾性波変調素子の構成を概略的に示す図であり、（a）は平面図、（b）は線ⅠⅤ－ⅠⅤに沿う断面図である。

[図6]（a）は、本発明の第4実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの構成を概略的に示す平面図であり、（b）は、第4実施形態の変形例を示す平面図である。

[図7]本発明の第5実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの構成を概略的に示す平面図である。

[図8]本発明の第6実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの構成を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[弾性波変調素子及び物理量センサの構成]

図1は、本発明の第1実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの構成を概略的に示す図であり、（a）は平面図、（b）は線Ⅰ－Ⅰに沿う断面図、（c）は底面図である。本実施形態では、物理量センサが遅延線型である場合を例に挙げて説明する。なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率等は図示するものに限らないものとする。

[0012] 図1（a）～図1（c）に示すように、弾性波変調素子10は、圧電部材

11と、圧電部材11に取り付けられ、圧電部材11に弾性波を励起する第1電極部12と、圧電部材11に取り付けられ、弾性波を受信する第2電極部13と、弾性波の存在領域またはその近傍に設けられた磁歪材料部15とを備える。弾性波変調素子10は、該弾性波変調素子10からの信号に基づいて弾性波の変調を検出する不図示の検出回路部に接続されており、弾性波変調素子10及び上記検出回路部が物理量センサ1を構成する。すなわち、物理量センサ1は、弾性波変調素子10及び上記検出回路部を備えており、弾性波の伝搬特性の変化に基づいて被検出体の物理量を検出する。また、物理量センサ1は、圧電部材11上の磁歪材料部15に磁界を印加する磁界印加部16を備えており、磁界印加部16が磁歪材料部15内に磁界を印加することで、磁歪材料部15内に磁界（磁場）が形成される。物理量センサ1は、例えば、圧力センサや、磁気センサなどである。

[0013] 圧電部材11は、 SiO_2 、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 BaTiO_3 、 PbTiO_3 、 $\text{Pb}(\text{Zr} \cdot \text{Ti})\text{O}_3$ （チタン酸ジルコン酸鉛）、 $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、 AlN （窒化アルミニウム）、 ZnO およびダイヤモンドからなる群から選択される少なくとも1つの材料で構成される。圧電部材11が上記群から選択される少なくとも1つの材料で構成されることにより、圧電部材11において弾性波を効率的に発生させることができる。圧電部材11は、例えば、圧電基板や圧電膜で構成されている。

[0014] 第1電極部12は、例えば互いの歯が交互に並ぶように対向して配置された一对の櫛歯電極12a、12bで構成されている（図1（a））。この第1電極部12は、入力部17からの入力信号に基づいて弾性波、特に表面弾性波（SAW）を発生させる入力電極に相当する。第1電極部12を構成する一对の櫛歯電極12a、12bの歯のピッチは、任意に設定可能であるが、例えば $\lambda/4$ （ λ はSAWの波長）で一定である。

[0015] また、第2電極部13は、例えば互いの歯が交互に並ぶように対向して配置された一对の櫛歯電極13a、13b（他の一对の櫛歯電極）で構成されている（図1（a））。この第2電極部13は、弾性波、特にSAWを受信

して、該弾性波に対応する出力信号を出力部 18 を介して上記検出回路部に出力する出力電極に相当する。第 2 電極部 13 を構成する一对の櫛歯電極 13 a, 13 b の歯のピッチも、任意に設定可能であるが、例えば一对の櫛歯電極 12 a, 12 b の歯のピッチと同じである。

[0016] 第 1 電極部 12 及び第 2 電極部 13 は、電極材料として適していればその材料に特に制限はないが、例えば A l (アルミニウム)、A u (金)、C u (銅)、T i (チタン)、C r (クロム)、あるいはこれらの合金などの材料で構成される。

[0017] 磁歪材料部 15 は、圧電部材 11 の一方の主面 11 a 上に設けられ、外部磁界の磁束を伝搬可能な一对の磁束伝搬部 15 a, 15 b と、一方の主面 11 a 上において一对の磁束伝搬部 15 a, 15 b の間に設けられ、弾性波の伝搬路 14 上に配置された集磁部 15 c とを有する。そして、図 1 (b) に示すように、集磁部 15 c の磁束伝搬部 15 a (および/または磁束伝搬部 15 b) に対向する側面の厚みが、磁束伝搬部 15 a (および/または磁束伝搬部 15 b) の集磁部 15 c に対向する側面の厚みよりも薄い。尚、本実施形態では、集磁部 15 c は、一对の磁束伝搬部 15 a, 15 b と当接した状態で別体で形成されているが、一对の磁束伝搬部 15 a, 15 b と一体で形成されていてもよい。上記構成により磁束伝搬部 15 a または磁束伝搬部 15 b を通過した磁束は、集磁部 15 c をより密な状態で通過するため、磁束伝搬部 15 a, 15 b と比較して集磁部 15 c 内の磁束密度がより大きくなる。また集磁部 15 c は、第 1 電極部 12 と第 2 電極部 13 のうちの少なくとも一方の厚みよりも薄くして、より磁束密度を高める構成にしてもよい。

[0018] 一对の磁束伝搬部 15 a, 15 b の各々は、集磁部 15 c とは反対側の一端部から集磁部 15 c 側の他端部に向かう方向に沿って断面積が小さくなる形状を有しているのが好ましい。本実施形態では、物理量センサ 1 の平面視において、一对の磁束伝搬部 15 a, 15 b が扁平の台形状を有し、集磁部 15 c が矩形状を有している (図 1 (a))。

このように、磁歪材料部 15 がくびれ形状を有し、幅広い一对の磁束伝搬部 15 a, 15 b の間に幅狭な集磁部 15 c が配置されることで、磁歪材料部 15 に磁界が印加されたときに集磁部 15 c で確実に集磁することができる。

[0019] また、集磁部 15 c の磁束伝搬部 15 a, 15 b に対向する側の端部の断面積が、磁束伝搬部 15 a, 15 b の集磁部 15 c に対向する側の端部の断面積よりも小さいことが好ましい。集磁部 15 c の磁束伝搬部 15 a, 15 b に対向する側面の厚みが、磁束伝搬部 15 a, 15 b の集磁部 15 c に対向する側面の厚みよりも薄く、かつ、集磁部 15 c の上記断面積が、磁束伝搬部 15 a, 15 b の上記断面積よりも小さいことで、集磁部 15 c 内の磁束密度を更に大きくすることができる。

[0020] 但し、集磁部 15 c の磁束伝搬部 15 a, 15 b に対向する側の端部の断面積が、磁束伝搬部 15 a, 15 b の集磁部 15 c に対向する側の端部の断面積よりも大きくてもよい。これにより、たとえ集磁部 15 c の上記断面積が、磁束伝搬部 15 a, 15 b の上記断面積よりも大きくても、集磁部 15 c の厚みが、磁束伝搬部 15 a, 15 b の厚みよりも薄いことにより、集磁部 15 c 内の磁束密度を大きくすることが可能となる。

[0021] 集磁部 15 c は、例えば圧電部材 11 の厚み方向の投影面において、第 1 電極部 12 と第 2 電極部 13 との間に配置される（図 1 (a), (c) 参照）。本実施形態では、集磁部 15 c における磁束が、弾性波の伝搬方向に垂直な方向に沿って形成される。この場合において、一对の磁束伝搬部 15 a, 15 b 及び集磁部 15 c は、圧電部材 11 の一方の主面 11 a 上に配置され、第 1 電極部 12 及び第 2 電極部 13 も、圧電部材 11 の一方の主面 11 a 上に配置されている。本構成によれば、磁歪材料部 15 が、弾性波が伝搬する圧電部材 11 の一方の主面 11 a に当接して配置されるので、伝搬路 14 である一方の主面 11 a あるいはその近傍で、磁歪による弾性波の伝搬速度の変化をより増大させることができる。

[0022] 磁歪材料部 15 は、Co、Ni、Fe、CoNi、NiFe、CoFe、

FeAl、CoPt、NiCoCr、FeB、CoFeB、CoFeSiB、FeBSiP、FeBSiC、Ni₂MnGa、FeCoNiBSi、TbFeCo、Coフェライト、Niフェライト、Cuフェライト、Liフェライト、Mnフェライト、NiCoフェライト、NiCuCoフェライト、Fe₃O₄、TbFe₂、DyFe₂、ErFe₂、TmFe₂、SmFe₂、GaFe、Tb（0.27～0.3原子組成比率）、Dy（0.7～0.73原子組成比率）、Fe（1.9～2.0原子組成比率）からなる群から選択される少なくとも1つの材料で構成される。磁歪材料部15が上記群から選択される少なくとも1つの材料で構成されることにより、磁歪材料部15において磁歪を効率的に発生させることができる。

[0023] 磁歪材料部15は、例えば磁歪膜で形成されており、その場合、一对の磁束伝搬部15a、15b及び集磁部15cも磁歪膜で形成される。磁歪材料部15の厚さは10nm～10μmである。磁歪材料部15の形成方法には制限はないが、例えばマグネトロンスパッタリングなどのスパッタリングによって成膜することができる。

[0024] 磁界印加部16は、磁歪材料部15に磁歪を生じさせるための磁界を磁歪材料部15に印加する。磁歪材料部15に印加される磁界（磁場）は、磁歪効果が得られる静磁場であるのが好ましいが、変動磁場であってもよい。磁歪材料部15に印加される磁界（磁場）が静磁場である場合、磁界印加部16は、例えば永久磁石で構成される。磁界印加部16により、磁化状態を最適な動作原点とするためのバイアス磁界を与えることができる。また、磁歪材料部15の磁界印加部16とは反対側に、他の磁界印加部が設けられるのが好ましい。

[0025] [弾性波変調素子及び物理量センサの動作]

上記のように構成される弾性波変調素子10では、先ず、入力信号が第1電極部12に入力されて一对の櫛歯電極12a、12b間に電位差が生じると、一对の櫛歯電極12a、12bを介して圧電部材11に電位差が生じる。これにより、圧電部材11の表面のうち、第1電極部12が形成された部

分で圧電効果によるSAWが発生する。

[0026] 次に、圧電部材11が、例えば表面弾性波のうちのSH波（以下、SH-SAWともいう）を生じさせる構成である場合、SH-SAWは圧電部材11の主面11a或いはその近傍のうち、第1電極部12と第2電極部13の間の伝搬路14を伝搬して、第2電極部13に到達する。このとき、圧電部材11に応力が生じて、磁歪材料部15にも応力が作用すると、磁歪材料部15の磁化状態が変わり、その結果として磁歪材料部15、特に集磁部15cの弾性率が変わり（ ΔE 効果）、これにより、伝搬路14を伝搬するSH-SAWの伝搬速度が変わる。あるいは、磁歪材料部15に外部磁界が印加されると、 ΔE 効果により伝搬路14を伝搬するSH-SAWの伝搬速度が変わる。

[0027] ここで、上述のように、磁歪材料部の ΔE 効果は、磁歪材料部における磁化状態の変化に依存するため、磁化状態の変化量が小さいと ΔE 効果が生じ難い。

一方、本実施形態では、伝搬路14上に配置された集磁部15cに外部磁界の磁束が集められるため、集磁部15cの磁束密度が対の磁束伝搬部15a、15bの磁束密度よりも高くなる。よって、集磁部15cにおける磁歪が、集磁部15cを設けない場合の非集磁部における磁歪よりも大きくなる。すなわち、集磁部15cにおいて、磁化状態の変化に伴う ΔE 効果に加えて、集磁に伴う磁歪効果（ ΔE 効果）の増大により、伝搬路14を伝搬するSH-SAWの伝搬速度が大きく変化する。よって、例えば圧電部材11に小さい応力が生じた場合、磁歪材料部15に集磁部15cを設けない場合と比較して、SH-SAWの伝搬速度の変化を十分に生じさせることができる。よって、例えば物理量センサ1を高感度な圧力センサとして機能させることができる。また、磁歪材料部15に小さい外部磁界が印加された場合にも、SH-SAWの伝搬速度の変化を十分に生じさせることができる。したがって、本実施形態の物理量センサ1を高感度な磁気センサとしても機能させることができる。

[0028] SAWが第2電極部13に到達すると、SAWに基づく出力信号が第2電極部13から出力される。上記出力信号が検出回路部に入力されると、検出回路部により、SAWの伝搬特性の変化に基づいて、被検出体の物理量が検出される。上記被検出体としては、例えば生体、ビルや橋などの構造物の壁や支柱、コンピューター等の電子機器、テレビや冷蔵庫等の家電製品を挙げることができ、上記物理量としては、例えば磁界、トルク、圧力、温度、ガス量などを挙げることができる。

[0029] 上述したように、本実施形態によれば、磁歪材料部15が、一方の主面11a上において一对の磁束伝搬部15a, 15bの間に設けられ、弾性波の伝搬路14上に配置された集磁部15cを有し、集磁部15cの磁束伝搬部15a（および／または磁束伝搬部15b）に対向する側面の厚みが、磁束伝搬部15a（および／または磁束伝搬部15b）の集磁部15cに対向する側面の厚みよりも薄いので、磁歪材料部15に外部磁界を印加したときに集磁部15cでの磁歪を増大させることができる。よって、伝搬路14を伝搬するSH-SAWの伝搬速度の変化を十分かつ効率的に生じさせることができ、従来よりも感度を向上して圧電部材11に働く磁界または応力を精度良く検知することができる。

[0030] 図2は、本発明の第2実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの変形例を示す図であり、(a)は平面図、(b)は線I-I'に沿う断面図、(c)は底面図である。本実施形態では、磁歪材料部15が、圧電部材11の第1電極部12及び第2電極部13とは反対側の主面11bに設けられている点で、上記第1実施形態とは異なる。その他の部分については第1実施形態と同様であるため、以下に第1実施形態と異なる部分を説明する。

[0031] 図2(a)～(c)に示すように、磁歪材料部21は、圧電部材11の一方の主面11b上に設けられ、外部磁界の磁束を伝搬可能な一对の磁束伝搬部21a, 21bと、一方の主面11b上において一对の磁束伝搬部21a, 21bの間に設けられ、弾性波の伝搬路14の近傍（例えば、伝搬路14

の直下)に配置された集磁部21cとを有する。

[0032] 本実施形態では、一对の磁束伝搬部21a, 21b及び集磁部21cは、圧電部材11の一方の主面11b上に配置されており、第1電極部12及び前記第2電極部13は、圧電部材11の他方の主面11a上に配置されている。本構成においても、集磁部21cは、圧電部材11の厚み方向の投影面において、第1電極部12と第2電極部13との間に配置されている(図2(a), (c)参照)。

[0033] ここで、圧電部材が、表面弾性波のうちのレイリー波を生じさせる構成である場合、レイリー波は圧電部材の表面に対して垂直な方向の変位を伴う。よって、磁歪材料部が第1, 第2電極部と同じ主面上に設けられていると、レイリー波が磁歪材料部に伝搬して減衰が大きくなり、SAWの伝搬速度を十分に検知できない場合がある。

[0034] 一方、本第2実施形態では、一对の磁束伝搬部21a, 21b及び集磁部21cが、圧電部材11の第1電極部12及び第2電極部13とは反対側の主面11bに設けられているので、レイリー波が、第1電極部12と第2電極部13の間の伝搬路14を伝搬して第2電極部13に到達する際に、圧電部材11の他方の主面11aを伝搬するレイリー波が、磁歪材料部21、特に集磁部21cに伝搬するのを抑制することができる。図2(b)に示すように、集磁部21cの磁束伝搬部21a(および/または磁束伝搬部21b)に対向する側面の厚みが、磁束伝搬部21a(および/または磁束伝搬部21b)の集磁部21cに対向する側面の厚みよりも薄い。尚、本実施形態では、集磁部21cは、一对の磁束伝搬部21a, 21bと当接した状態で別体で形成されているが、一对の磁束伝搬部21a, 21bと一体で形成されていてもよい。上記構成により、磁束伝搬部21aまたは磁束伝搬部21bを通過した磁束は、集磁部21cをより密な状態で通過するため、磁束伝搬部21a, 21bに比較して集磁部21c内の磁束密度がより大きくなる。よって、集磁部21cにおいて、磁化状態の変化に伴う ΔE 効果に加えて、集磁に伴う磁歪効果(ΔE 効果)を増大させることができ、さらに、伝搬

路 14 を伝搬するレイリー波の減衰を抑制することが可能となり、レイリー波の伝搬速度の変化を十分かつ正確に生じさせることができる。

[0035] 図 3 (a) は、図 1 における弾性波変調素子 10 の第 1 変形例を示す図であり、図 3 (C) は、第 2 変形例を示す図である。また図 3 (b) は線 1-1-1-1 に沿う断面図である。

上記第 1 実施形態では、集磁部 15 c は、一对の磁束伝搬部 15 a, 15 b と一体で形成されているが、これに限られず、集磁部は一对の磁束伝搬部と別体で形成されていてもよい。

[0036] 例えば、図 3 (a) に示すように、磁歪材料部 31 の集磁部 31 c が、一对の磁束伝搬部 31 a, 31 b と隙間を有するように離間して配置されてもよい。この場合、圧電部材 11 の平面視において、集磁部 31 c は矩形形状であり、一对の磁束伝搬部 31 a, 31 b の各々は扁平の台形状である。

また、図 3 (b) に示すように、集磁部 31 c の磁束伝搬部 31 a (および/または磁束伝搬部 31 b) に対向する側面の厚みが、磁束伝搬部 31 a (および/または磁束伝搬部 31 b) の集磁部 31 c に対向する側面の厚みよりも薄い。本実施形態では、集磁部 31 c は、一对の磁束伝搬部 31 a, 31 b と分離して形成されている。本構成により、磁束伝搬部 31 a または磁束伝搬部 31 b を通過した磁束は、集磁部 31 c をより密な状態で通過するため、磁束伝搬部 31 a, 31 b に比較して集磁部 31 c 内の磁束密度がより大きくなる。

[0037] また、図 3 (c) に示すように、磁歪材料部 32 の集磁部 32 c が、一对の磁束伝搬部 32 a, 32 b と別体であるか或いは離間して配置されてもよい。この場合、圧電部材 11 の平面視において、集磁部 32 c は矩形形状であり、磁束伝搬部 32 a は、扁平の矩形形状を有する複数の部位 32 a-1, 32 a-1, ... と、三角形形状を有する部位 32 a-2 を有し、磁束伝搬部 32 b は、扁平の矩形形状を有する複数の部位 32 b-1, 32 b-1, ... と、三角形形状を有する部位 32 b-2 を有する。

[0038] 本変形例の構成によっても、磁歪材料部 31, 32 に外部磁界を印加した

ときに集磁部 3 1 c, 3 2 c での磁歪を増大させることができる。また、設計の自由度が向上し、更には圧電部材 1 1 上に磁歪材料部 3 1, 3 2 を容易に形成することができる。

[0039] 図 4 は、図 1 における弾性波変調素子 1 0 の第 3 変形例を示す図であり、(a) は平面図、(b) は線 I V - I V に沿う断面図である。

上記第 1 実施形態では、集磁部 1 5 c における磁束が、弾性波の伝搬方向に垂直な方向に沿って形成されているが、これに限られず、集磁部における磁束が、弾性波の伝搬方向に沿って形成されてもよい。

[0040] 例えば、磁歪材料部 3 3 の一对の磁束伝搬部 3 3 a, 3 3 b 及び集磁部 3 3 c は、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上に配置され、第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 は、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上であって、一对の磁束伝搬部 3 3 a, 3 3 b に設けられた開口部 3 4 a, 3 4 b (非成膜部) に対応する位置に配置される。

また、図 4 (b) に示すように、集磁部 3 3 c の磁束伝搬部 3 3 a (および/または磁束伝搬部 3 3 b) に対向する側面の厚みが、磁束伝搬部 3 3 a (および/または磁束伝搬部 3 3 b) の集磁部 3 3 c に対向する側面の厚みよりも薄い。本実施形態では、集磁部 3 3 c は、一对の磁束伝搬部 3 3 a, 3 3 b と当接した状態で別体で形成されているが、一对の磁束伝搬部 3 3 a, 3 3 b と一体で形成されていてもよい。上記構成により、磁束伝搬部 3 3 a または磁束伝搬部 3 3 b を通過した磁束は、集磁部 3 3 c をより密な状態で通過するため、磁束伝搬部 3 3 a, 3 3 b に比較して集磁部 3 3 c 内の磁束密度がより大きくなる。また、上記一对の開口部を有さない一对の磁束伝搬部を設け、該一对の磁束伝搬部及び集磁部が、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上に配置され、第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 が、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上であって当該一对の磁束伝搬部の下に配置されてもよい。本変形例の構成によっても、磁歪材料部 3 3 に外部磁界を印加したときに集磁部 3 3 c での磁歪を増大させることができる。

[0041] また、上記一对の開口部を有さない一对の磁束伝搬部及び集磁部が、圧電

部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上に配置され、第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 が、圧電部材 1 1 の他方の主面 1 1 b 上に配置されてもよい。

[0042] 更に、集磁部における磁束が、弾性波の伝搬方向（例えば、伝搬方向に平行な方向）に沿って形成され、一对の磁束伝搬部 3 3 a, 3 3 b 及び集磁部 3 3 c が、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上に配置され、第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 が、圧電部材 1 1 の一方の主面上であって集磁部 3 3 c の下に配置されてもよい。

[0043] 図 5 は、本発明の第 3 実施形態に係る弾性波変調素子の構成を概略的に示す図であり、(a) は平面図、(b) は線 V-V に沿う断面図である。本第 3 実施形態では、第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 が集磁部の下に設けられている点で、上記第 1 実施形態と異なる。第 1 実施形態と同様の構成については、第 1 実施形態と同一の符号を付してその説明を省略し、異なる部分を以下に説明する。

[0044] 図 5 (a) に示すように、磁歪材料部 3 5 の集磁部 3 5 c が、一对の磁束伝搬部 3 5 a, 3 5 b と隙間を有するように離間して配置されている。そして、集磁部 3 5 c は、圧電部材 1 1 の厚み方向に投影した投影面において、第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 を包含する位置に配置されている。

[0045] 本実施形態では、第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 が、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上であって集磁部 3 5 c の下に設けられているので、集磁部 3 5 c の磁歪により、伝搬路を伝搬する弾性波の伝搬速度の変化をより効率的に生じさせることができる。

さらに、先に図示した図 3 (b) と同様に、集磁部 3 5 c の磁束伝搬部 3 5 a (および/または磁束伝搬部 3 5 b) に対向する側面の厚みが、磁束伝搬部 3 5 a (および/または磁束伝搬部 3 5 b) の集磁部 3 5 c に対向する側面の厚みよりも薄い。本構成により、磁束伝搬部 3 5 a または磁束伝搬部 3 5 b を通過した磁束は、集磁部 3 5 c をより密な状態で通過するため、磁束伝搬部 3 5 a, 3 5 b に比較して集磁部 3 5 c 内の磁束密度がより大きくなる。よって、例えば本実施形態の構成を共振子型の物理量センサに適用す

ることで、従来よりも感度を向上して圧電部材 11 に働く応力または磁界を精度良く検知することができる。また、一对の磁束伝搬部 35 a, 35 b 及び集磁部 35 c が、圧電部材 11 の一方の主面 11 a 上に配置され、第 1 電極部 12 及び第 2 電極部 13 が、圧電部材 11 の他方の主面 11 b 上に配置されてもよい。

[0046] 尚、図 5 (b) に示すように、弾性波変調素子の断面視において、集磁部 35 c の下部が、櫛歯形状を有し、一对の櫛歯電極 12 a, 12 b 間および一对の櫛歯電極 13 a, 13 b 間に入り込んでいるのが好ましい。これにより、集磁部 35 c を圧電部材 11 により近い位置に配置することができ、弾性波の伝搬速度の変化を更に効率的に生じさせることができる。また、磁歪材料部 35 (特に集磁部 35 c) が金属で構成される場合、電極間の短絡防止の観点から、弾性波変調素子は、圧電部材 11、第 1 電極部 12 および第 2 電極部 13 を覆って形成された絶縁層 20 を更に有するのが好ましい。

[0047] また、本実施形態では、集磁部 35 c における磁束が、弾性波の伝搬方向に垂直な方向に沿って形成されているが、これに限られず、集磁部 35 c における磁束が、弾性波の伝搬方向に沿って形成されてもよい。またこのとき、一对の磁束伝搬部 35 a, 35 b 及び集磁部 35 c が、圧電部材 11 の一方の主面 11 a 上に配置され、第 1 電極部 12 及び第 2 電極部 13 が、圧電部材 11 の一方の主面 11 a 上であって集磁部 35 c の下に配置されるか、圧電部材 11 の他方の主面 11 b 上に配置されてもよい。

[0048] 図 6 (a) は、本発明の第 4 実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの構成を概略的に示す平面図であり、図 6 (b) は、第 4 実施形態の変形例を示す平面図である。本第 4 実施形態では、物理量センサが共振子型である場合を例に挙げて説明する。物理量センサが共振子型であること以外は第 3 実施形態と同様であるため、以下に第 3 実施形態と異なる部分を説明する。

[0049] 図 6 (a) に示すように、物理量センサ 2 の弾性波変調素子 40 は、圧電部材 11 に取り付けられ、第 1 電極部 12 及び第 2 電極部 13 の両側に配置

された一对の反射器 4 1 a, 4 1 b を更に備える。本実施形態では、第 1 電極部 1 2 が、互いの歯が交互に並ぶように対向して配置された一对の櫛歯電極のうちの櫛歯電極 4 2 a (一对の櫛歯電極のうちの一方) を構成し、第 2 電極部 1 3 が、上記一对の櫛歯電極のうちの櫛歯電極 4 2 b (一对の櫛歯電極のうちの他方) を構成している。櫛歯電極 4 2 a と櫛歯電極 4 2 b は入出力部 1 8 に接続されている。弾性波変調素子 4 0 は、いわゆる 1 ポート共振子を構成している。

[0050] この弾性波変調素子 4 0 では、一对の反射器 4 1 a, 4 1 b が一对の櫛歯電極 4 2 a, 4 2 b の両側に配置されており、一对の櫛歯電極 4 2 a, 4 2 b によって励振した弾性波が、一对の反射器 4 1 a, 4 1 b 間に閉じ込められる。このとき、一对の櫛歯電極 4 2 a, 4 2 b が圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上であって集磁部 1 5 c の下に配置されているので、集磁部 1 5 c の磁歪により、伝搬路 1 4 を伝搬する弾性波 (あるいは定在波) の伝搬速度の変化をより効率的に生じさせることができる。よって、本実施形態の構成を 1 ポート共振子型の物理量センサに適用することで、従来よりも感度を向上して圧電部材 1 1 に働く応力または磁界を精度良く検知することができる。

[0051] また、図 6 (b) に示すように、物理量センサ 3 の弾性波変調素子 5 0 は、いわゆる 2 ポート共振子を構成してもよい。すなわち、弾性波変調素子 5 0 は、圧電部材 1 1 に取り付けられ、第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 の両側に配置された一对の反射器 5 1 a, 5 1 b を更に備えてもよい。本変形例では、第 1 電極部 1 2 が、互いの歯が交互に並ぶように対向して配置された一对の櫛歯電極 1 2 a, 1 2 b で構成され、第 2 電極部 1 3 が、互いの歯が交互に並ぶように対向して配置された一对の櫛歯電極 1 3 a, 1 3 b で構成されている。一对の櫛歯電極 1 2 a, 1 2 b は入力部 1 7 に接続され、一对の櫛歯電極 1 3 a, 1 3 b は出力部 1 8 に接続されている。また、磁歪材料部 1 5 は、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上に設けられ、外部磁界の磁束を伝搬可能な一对の磁束伝搬部 3 6 a, 3 6 b と、一方の主面 1 1 a 上に

において一对の磁束伝搬部 3 6 a, 3 6 b の間に設けられ、弾性波の伝搬路 1 4 の近傍に配置された集磁部 3 6 c とを有している。

[0052] 本変形例では、一对の櫛歯電極 1 2 a, 1 2 b 及び一对の櫛歯電極 1 3 a, 1 3 b が共に、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上であって集磁部 3 6 c の下に配置されているので、集磁部 3 6 c の磁歪により、伝搬路を伝搬する弾性波（あるいは定常波）の伝搬速度の変化をより効率的に生じさせることができる。このように、弾性波変調素子 5 0 の構成を 2 ポート共振子型の物理量センサに適用することによっても、図 6（a）の構成の場合と同様のメカニズムにより、従来よりも感度を向上して圧電部材 1 1 に働く応力または磁界を精度良く検知することができる。

[0053] 図 7 は、本発明の第 5 実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの構成を概略的に示す平面図である。本第 5 実施形態では、物理量センサが遅延線型の弾性波変調素子とアンテナ部とを備える場合を例に挙げて説明する。物理量センサが遅延線型の弾性波変調素子とアンテナ部とを備えること以外は第 3 実施形態（図 6（a））と同様であるため、以下に第 3 実施形態と異なる部分を説明する。

[0054] 図 7 に示すように、物理量センサ 4 の弾性波変調素子 6 0 は、圧電部材 1 1 に取り付けられ、圧電部材 1 1 に弾性波を励起または受信する第 1 電極部 1 2 および第 2 電極部 1 3 と、圧電部材 1 1 に取り付けられ、集磁部 1 5 c の一方側に配置された一の反射器 6 1 を備える。本実施形態では、第 1 電極部 1 2 および第 2 電極部が、圧電部材 1 1 に弾性波を励起または受信する一对の櫛歯電極 4 3 a, 4 3 b である。一对の櫛歯電極 4 3 a, 4 3 b のうちの櫛歯電極 4 3 a はアンテナ部 1 9 に接続され、櫛歯電極 4 3 b は接地されている。そして、第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 は、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上であって集磁部 1 5 c の他方側に配置されている。第 1 電極部 1 2 及び第 2 電極部 1 3 は、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上であって集磁部 1 3 c の下に配置されてもよい。

[0055] この弾性波変調素子 6 0 では、アンテナ部 1 9 で電波を受信すると、一对

の櫛歯電極 4 3 a, 4 3 b によって励振した弾性波が、圧電部材 1 1 の伝搬路 1 4 を介して反射器 6 1 に到達する。その後、反射器 6 1 での反射によって生じた反射波が伝搬路 1 4 を介して一対の櫛歯電極 4 3 a, 4 3 b に到達し、アンテナ部 1 9 から電波が送信される。このとき、集磁部 1 5 c が弾性波の伝搬路 1 4 上に配置されているので、集磁部 1 5 c の磁歪により、伝搬路を伝搬する弾性波の伝搬速度の変化をより効率的に生じさせることができる。よって、本実施形態の構成を、遅延線型の弾性波変調素子とアンテナ部とを備える物理量センサに適用することで、ワイヤレスで、従来よりも感度を向上して圧電部材 1 1 に働く応力または磁界を精度良く検知することが可能となる。

[0056] 図 8 は、本発明の第 6 実施形態に係る弾性波変調素子を備える物理量センサの構成を概略的に示す図である。

図 1 から図 7 の弾性波変調素子では、圧電部材の平面視において、磁束伝搬部は台形状であるが、これに限らず、矩形状であってもよい。例えば、図 8 に示すように、弾性波変調素子 7 0 の磁歪材料部 7 1 が、一対の磁束伝搬部 7 1 a, 7 1 b および集磁部 7 1 c を有し、一対の磁束伝搬部 7 1 a, 7 1 b が、集磁部 7 1 c と同様に矩形状であってもよい。一対の磁束伝搬部 7 1 a, 7 1 b が矩形状であることで、電極からの引出線パターンの設計自由度を大きくすることができる。

[0057] 以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲内に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

[0058] 例えば、図 7 の弾性波変調素子 6 0 は、一の反射器を備えているが、これに限らず、1 電極部及び第 2 電極部の両側に配置された一対の反射器を備えていてもよい。またこのとき、第 1 電極部及び第 2 電極部は、圧電部材 1 1 の一方の主面 1 1 a 上であって集磁部の下に配置されてもよい（図 6 (a), (b) 参照）。

[0059] また、図 6 (a) において、一対の反射器 4 1 a, 4 1 b は、集磁部 1 5

cの両側に取り付けられているが、これに限られない。集磁部15cが、圧電部材11の厚み方向に投影した投影面において、一对の反射器41a, 41bを包含する位置に配置されてもよい。また、一对の反射器41a, 41bが、圧電部材11の一方の主面11a上であって集磁部15cの下に配置されてもよい。

同様に、図6(b)において、一对の反射器51a, 51bは、集磁部36cの両側に取り付けられているが、これに限られない。集磁部36cが、圧電部材11の厚み方向に投影した投影面において、一对の反射器51a, 51bを包含する位置に配置されてもよい。また、一对の反射器51a, 51bが、圧電部材11の一方の主面11a上であって集磁部36cの下に配置されてもよい。

[0060] 更に、図7において、反射器61は、集磁部15cの一方側に取り付けられているが、これに限られない。集磁部15cが、圧電部材11の厚み方向に投影した投影面において、一の反射器61を包含する位置に配置され、一の反射器61が、圧電部材11の一方の主面11a上であって集磁部15cの下に配置されてもよい。

産業上の利用可能性

[0061] 本発明の弾性波変調素子は、磁界、トルク、圧力、温度等の各種物理量センサに適用することができる。

符号の説明

- [0062] 1 物理量センサ
2 物理量センサ
3 物理量センサ
4 物理量センサ
10 弾性波変調素子
11 圧電部材
11a 主面
11b 主面

- 1 2 第 1 電極部
- 1 2 a 櫛歯電極
- 1 2 b 櫛歯電極
- 1 3 第 2 電極部
- 1 3 a 櫛歯電極
- 1 3 b 櫛歯電極
- 1 4 伝搬路
- 1 5 磁歪材料部
- 1 5 a 磁束伝搬部
- 1 5 b 磁束伝搬部
- 1 5 c 集磁部
- 1 6 磁界印加部
- 1 7 入力部
- 1 8 出力部
- 1 9 アンテナ部
- 2 0 絶縁層
- 2 1 磁歪材料部
- 2 1 a 磁束伝搬部
- 2 1 b 磁束伝搬部
- 2 1 c 集磁部
- 3 1 磁歪材料部
- 3 1 a 磁束伝搬部
- 3 1 b 磁束伝搬部
- 3 1 c 集磁部
- 3 2 磁歪材料部
- 3 2 a 磁束伝搬部
- 3 2 a - 1 部位
- 3 2 a - 2 部位

- 3 2 b 磁束伝搬部
- 3 2 b - 1 部位
- 3 2 b - 2 部位
- 3 2 c 集磁部
- 3 3 磁歪材料部
- 3 3 a 磁束伝搬部
- 3 3 b 磁束伝搬部
- 3 3 c 集磁部
- 3 4 a 開口部
- 3 4 b 開口部
- 3 5 磁歪材料部
- 3 5 a 磁束伝搬部
- 3 5 b 磁束伝搬部
- 3 5 c 集磁部
- 3 6 a 磁束伝搬部
- 3 6 b 磁束伝搬部
- 3 6 c 集磁部
- 4 0 弾性波変調素子
- 4 1 a 反射器
- 4 1 b 反射器
- 4 2 a 櫛歯電極
- 4 2 b 櫛歯電極
- 4 3 a 櫛歯電極
- 4 3 b 櫛歯電極
- 5 0 弾性波変調素子
- 5 1 a 反射器
- 5 1 b 反射器
- 6 0 弾性波変調素子

6 1 反射器

7 0 弾性波変調素子

7 1 磁歪材料部

7 1 a 磁束伝搬部

7 1 b 磁束伝搬部

7 1 c 集磁部

請求の範囲

- [請求項1] 圧電部材と、
前記圧電部材に取り付けられ、前記圧電部材に弾性波を励起する第1電極部と、
前記圧電部材に取り付けられ、前記弾性波を受信する第2電極部と、
、
前記弾性波の存在領域またはその近傍に設けられた磁歪材料部と、
を備え、
前記磁歪材料部は、
前記圧電部材の一方の主面上に設けられ、外部磁界の磁束を伝搬可能な一对の磁束伝搬部と、
前記一方の主面上において前記一对の磁束伝搬部の間に設けられ、前記弾性波の伝搬路上またはその近傍に配置された集磁部とを有し、
前記集磁部の前記磁束伝搬部に対向する側面の厚みが、前記磁束伝搬部の前記集磁部に対向する側面の厚みよりも薄い、
ことを特徴とする弾性波変調素子。
- [請求項2] 前記一对の磁束伝搬部の各々は、前記集磁部とは反対側の一端部から前記集磁部側の他端部に向かう方向に沿って断面積が小さくなる形状を有する、請求項1記載の弾性波変調素子。
- [請求項3] 前記集磁部は、前記圧電部材の厚み方向の投影面において、前記第1電極部と第2電極部との間に配置される、請求項1または2に記載の弾性波変調素子。
- [請求項4] 前記集磁部における磁束が、前記弾性波の伝搬方向に垂直な方向に沿って形成され、
前記一对の磁束伝搬部及び前記集磁部は、前記圧電部材の一方の主面上に配置され、
前記第1電極部及び前記第2電極部は、前記圧電部材の前記一方の主面上に配置されるか、または前記圧電部材の他方の主面上に配置さ

れる、請求項 3 に記載の弾性波変調素子。

[請求項5] 前記集磁部における磁束が、前記弾性波の伝搬方向に沿って形成され、

前記一对の磁束伝搬部及び前記集磁部は、前記圧電部材の一方の主面上に配置され、

前記第 1 電極部及び前記第 2 電極部は、前記一方の主面上であって前記一对の磁束伝搬部に設けられた一对の開口部に対応する位置に配置されるか、前記一方の主面上であって前記一对の磁束伝搬部の下に配置されるか、または、前記圧電部材の他方の主面上に配置される、請求項 3 に記載の弾性波変調素子。

[請求項6] 前記集磁部は、前記圧電部材の厚み方向に投影した投影面において、前記第 1 電極部及び前記第 2 電極部を包含する位置に配置される、請求項 1 または 2 に記載の弾性波変調素子。

[請求項7] 前記集磁部における磁束が、前記弾性波の伝搬方向に垂直な方向に沿って形成され、

前記一对の磁束伝搬部及び前記集磁部は、前記圧電部材の一方の主面上に配置され、

前記第 1 電極部及び前記第 2 電極部が、前記圧電部材の前記一方の主面上であって前記集磁部の下に配置されるか、または前記圧電部材の他方の主面上に配置される、請求項 6 に記載の弾性波変調素子。

[請求項8] 前記集磁部における磁束が、前記弾性波の伝搬方向に沿って形成され、

前記一对の磁束伝搬部及び前記集磁部は、前記圧電部材の一方の主面上に配置され、

前記第 1 電極部及び前記第 2 電極部が、前記圧電部材の前記一方の主面上であって前記集磁部の下に配置されるか、または、前記圧電部材の他方の主面上に配置される、請求項 6 に記載の弾性波変調素子。

[請求項9] 前記第 1 電極部が、互いの歯が交互に並ぶように対向して配置され

た一对の櫛歯電極で構成され、

前記第2電極部が、互いの歯が交互に並ぶように対向して配置された他の一对の櫛歯電極で構成される、請求項1～8のいずれか1項に記載の弾性波変調素子。

[請求項10] 前記第1電極部および前記第2電極部が、前記圧電部材に弾性波を励起または受信する一对の櫛歯電極である、請求項1～8のいずれか1項に記載の弾性波変調素子。

[請求項11] 前記圧電部材に取り付けられ、前記集磁部の一方側に配置された一の反射器を更に備え、

前記第1電極部及び前記第2電極部が、前記圧電部材の一方の主面上であって前記集磁部の他方側に配置されるか、または前記圧電部材の一方の主面上であって前記集磁部の下に配置される、請求項1～10のいずれか1項に記載の弾性波変調素子。

[請求項12] 前記集磁部は、前記圧電部材の厚み方向に投影した投影面において、前記一の反射器を包含する位置に配置され、

前記一の反射器が、前記圧電部材の前記一方の主面上であって前記集磁部の下に配置される、請求項11に記載の弾性波変調素子。

[請求項13] 前記圧電部材に取り付けられ、前記第1電極部及び前記第2電極部の両側に配置された一对の反射器を更に備える、請求項1～10のいずれか1項に記載の弾性波変調素子。

[請求項14] 前記集磁部は、前記圧電部材の厚み方向に投影した投影面において、前記一对の反射器を包含する位置に配置され、

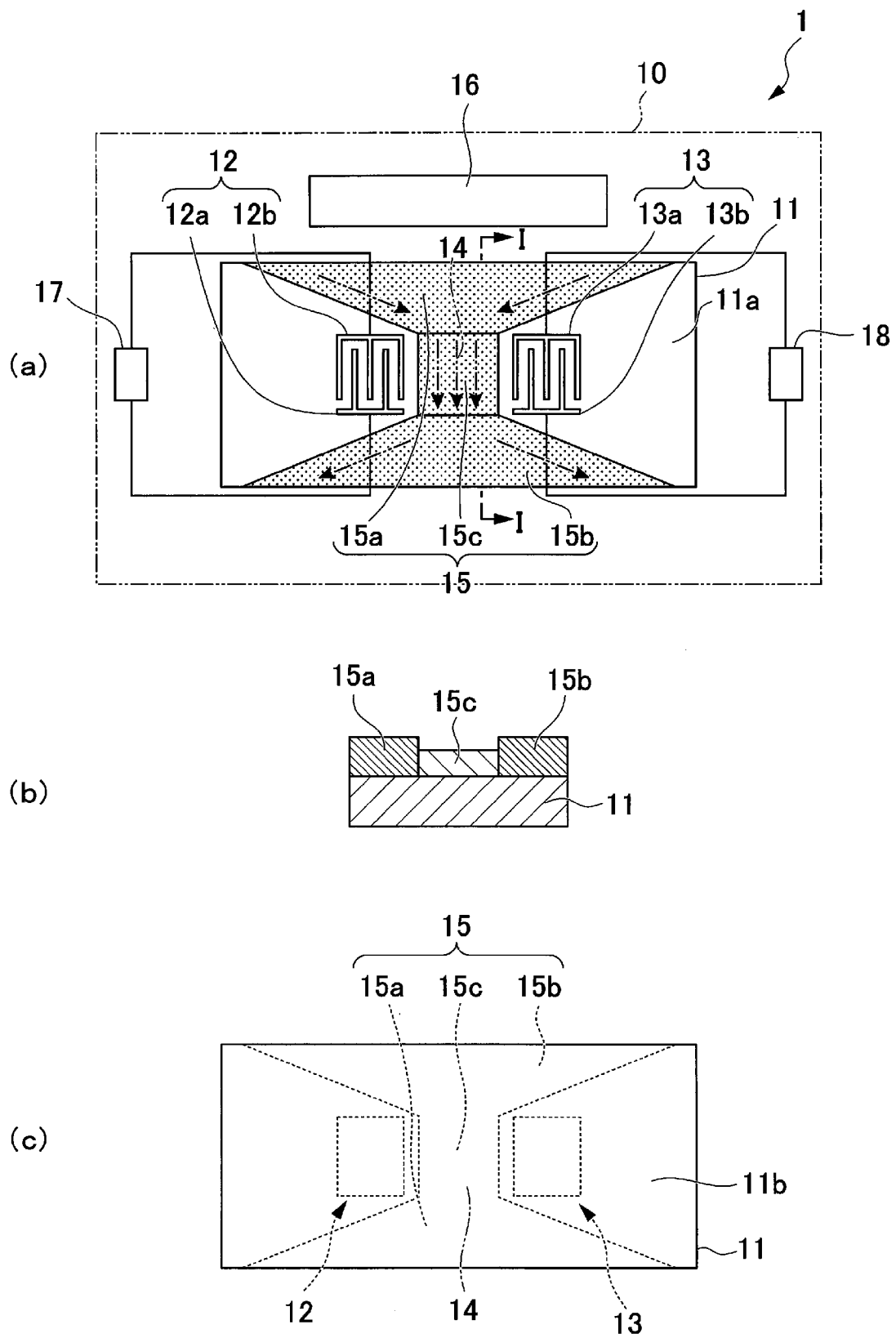
前記一对の反射器が、前記圧電部材の前記一方の主面上であって前記集磁部の下に配置される、請求項13に記載の弾性波変調素子。

[請求項15] 前記集磁部の前記磁束伝搬部に対向する側の端部の断面積が、前記磁束伝搬部の前記集磁部に対向する側の端部の断面積よりも大きい、請求項1～14のいずれか1項に記載の弾性波変調素子。

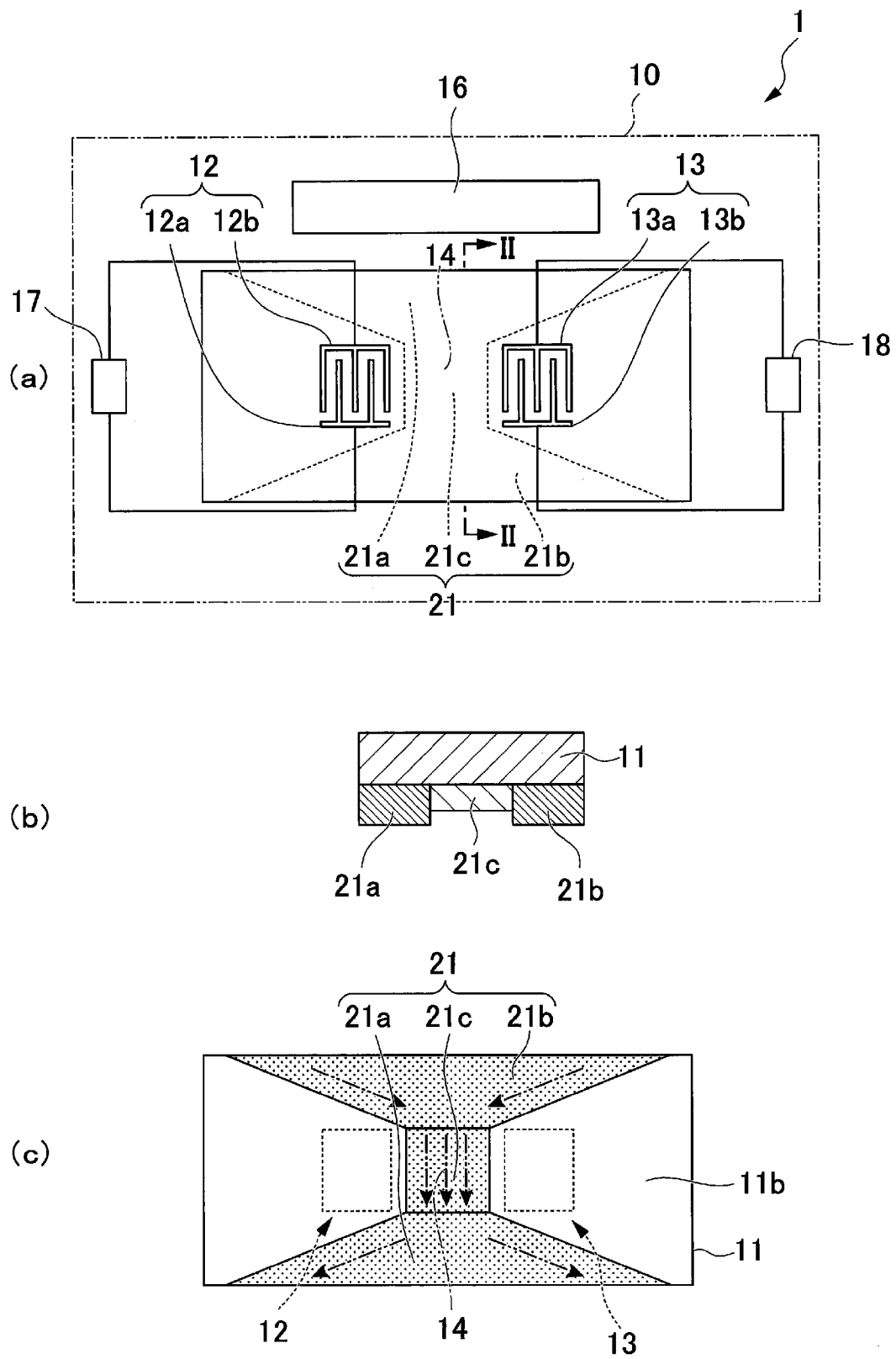
[請求項16] 請求項1～15のいずれか1項に記載の弾性波変調素子と、前記弾

性波変調素子の変調を検出する回路部と、を備える物理量センサ。

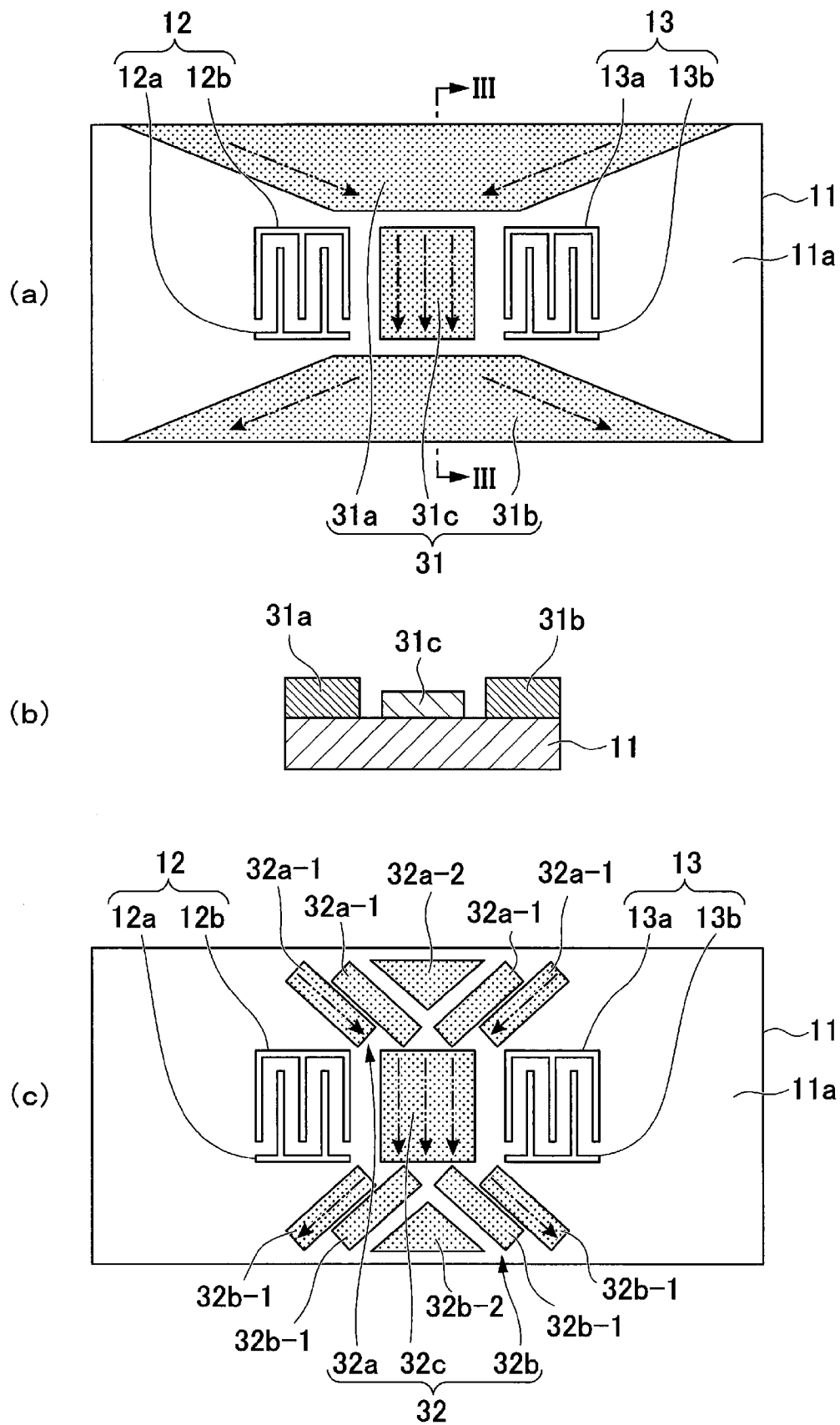
[図1]



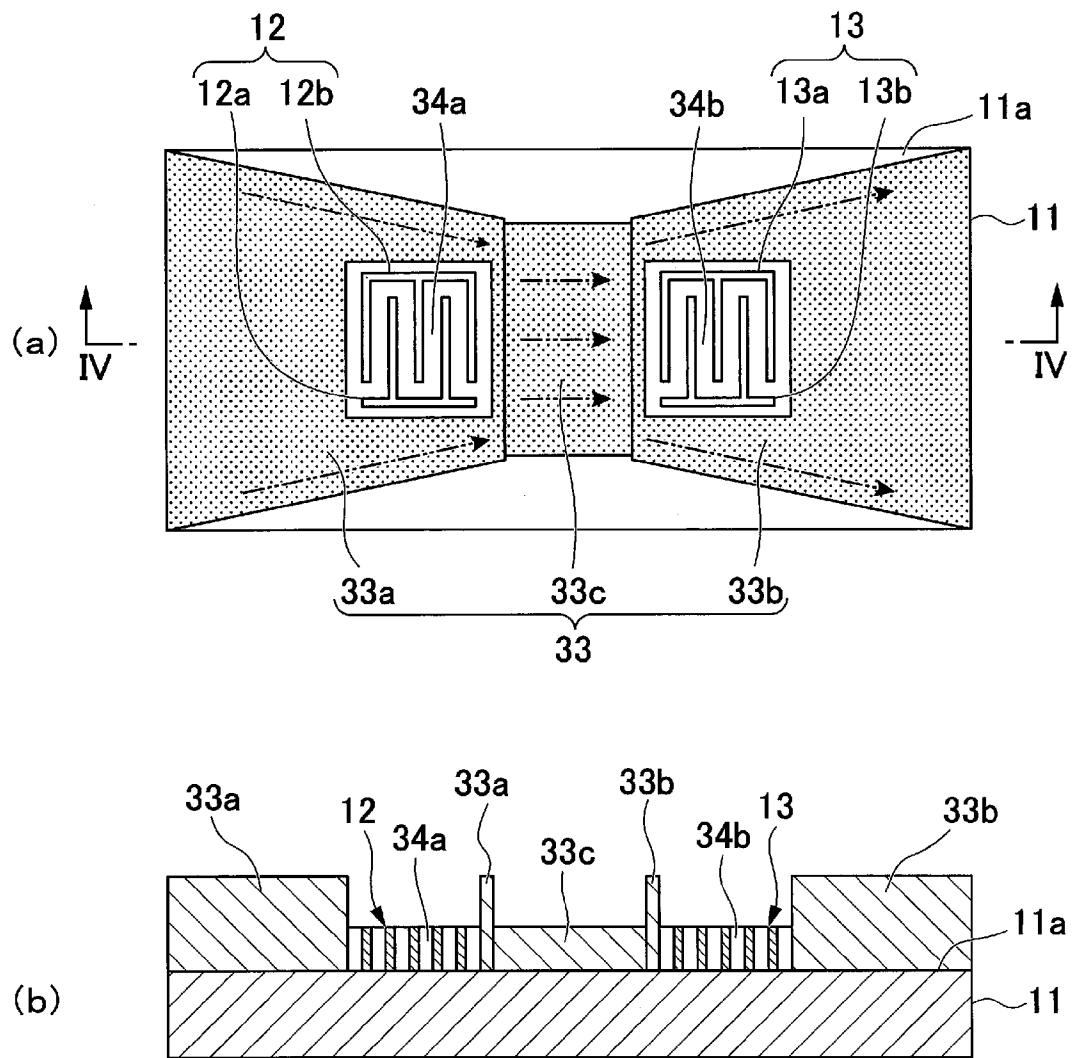
[図2]



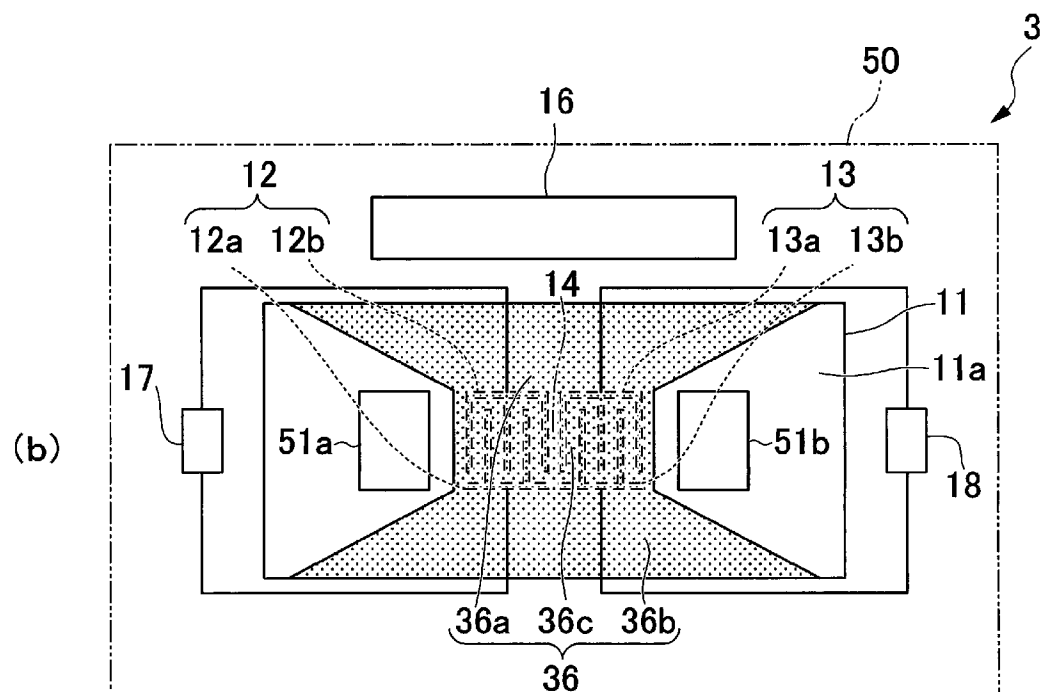
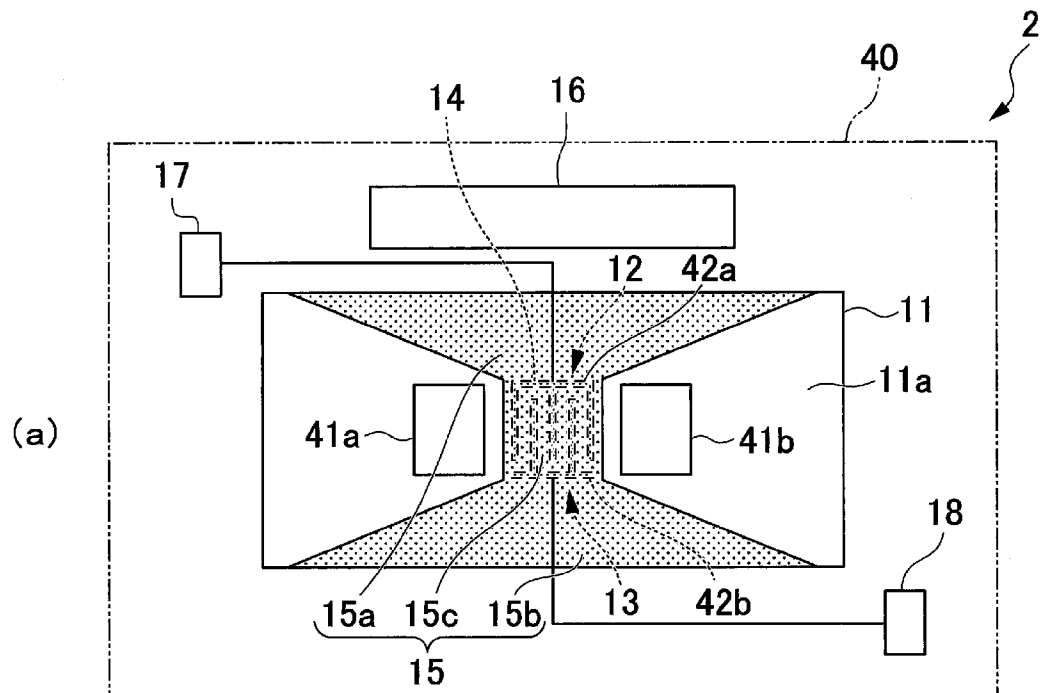
[図3]



[図4]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/048486

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01L1/00 (2006.01) i, G01K7/32 (2006.01) i, G01R33/02 (2006.01) i, H03B5/30 (2006.01) i, H03H9/145 (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)

Int.Cl. G01L1/00, G01K7/32, G01R33/02, H03B5/30, H03H9/145

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
A	JP 5080811 B2 (IMEC) 21 November 2012, fig. 1 & US 7791250 B2, fig. 1 & EP 1548702 A1, fig. 1 & WO 2005/064590 A1, fig. 1	1-16
A	US 8269490 B2 (HONEYWELL INTERNATIONAL INC.) 18 September 2012, fig. 1 (Family: none)	1-16



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
18.01.2019

Date of mailing of the international search report
29.01.2019

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/JP2018/048486

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101504445 B (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 13 April 2011, fig. 1 (Family: none)	1-16
A	CN 101504446 B (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 20 April 2011, fig. 1 (Family: none)	1-16
A	CN 102435959 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 02 May 2012, fig. 1 (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01L1/00(2006.01)i, G01K7/32(2006.01)i, G01R33/02(2006.01)i, H03B5/30(2006.01)i, H03H9/145(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. G01L1/00, G01K7/32, G01R33/02, H03B5/30, H03H9/145

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
A	J P 5080811 B2 (アイメック) 2012.11.21, 図1 &US 7791250 B2 (FIG. 1) &EP 1548702 A1 (Fig. 1) &WO 2005/064590 A1 (Fig. 1)	1-16
A	US 8269490 B2 (HONEYWELL INTERNATIONAL INC.) 2012.09.18, FIG. 1 (ファミリー無し)	1-16

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

18.01.2019

国際調査報告の発送日

29.01.2019

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）

森 雅之

2 F

8505

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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	CN 101504445 B (华南理工大学) 2011.04.13, 図1 (ファミリー無し)	1-16
A	CN 101504446 B (华南理工大学) 2011.04.20, 図1 (ファミリー無し)	1-16
A	CN 102435959 A (电子科技大学) 2012.05.02, 図1 (ファミリー無し)	1-16