(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
2024年10月3日(03.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/203308 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/17 (2006.01) *H10N 30/87* (2023.01)
H10N 30/076 (2023.01) *H10N 30/853* (2023.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/009661

(22) 国際出願日： 2024年3月12日(12.03.2024)

(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 2023-055030 2023年3月30日(30.03.2023) JP

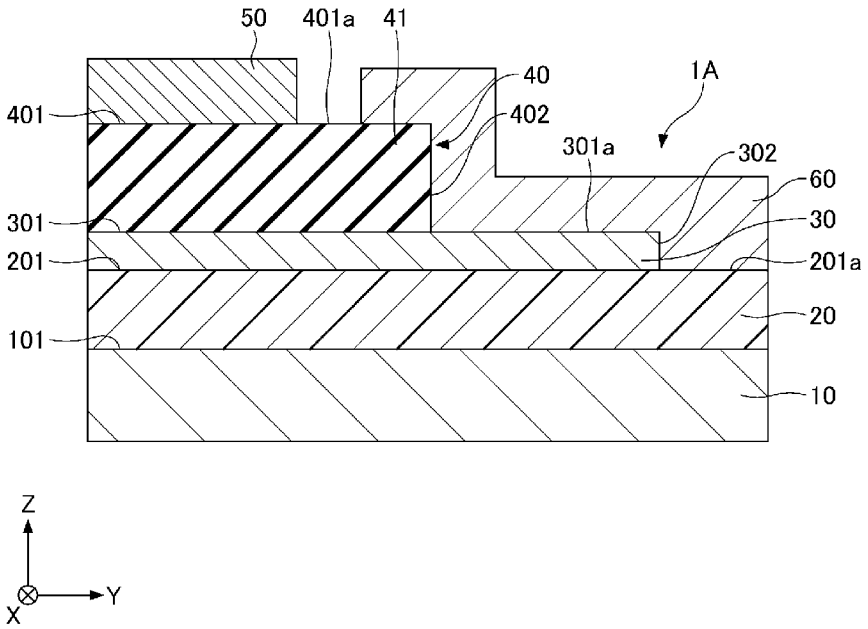
(71) 出願人: 日東電工株式会社 (**NITTO DENKO CORPORATION**) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 坂田 浩一(**SAKATA, Koichi**); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 中村 大輔(**NAKAMURA, Daisuke**); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 圓岡 岳(**TSUBURAOKA, Gaku**); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 青木 優津希(**AOKI, Yuzuki**); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 小林 研都(**KOBAYASHI, Kento**); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 中井 孝洋(**NAKAI, Takahiro**); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積１丁目１番２号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).

(54) **Title:** BAW RESONATOR AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称： ＢＡＷ共振器及び電子機器

［図1］



(57) **Abstract:** A BAW resonator according to the present invention is provided by laminating a support substrate, an acoustic mirror layer disposed on the support substrate, a first electrode, a piezoelectric layer, and a second electrode. A resonator region defining layer separated from the second electrode and comprising a metal layer is provided on the surface, of the piezoelectric layer, on the side thereof that contacts the second electrode. The first electrode extends farther to the outside than the piezoelectric layer. The resonator region defining layer is provided on a portion of the first-electrode-side

WO 2024/203308 A1

［続葉有］

(74) 代理人：伊東 忠重，外(ITOH, Tadashige et al.)；〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号 丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ （明治安田生命ビル） １６階 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

surface of the piezoelectric layer, on an end surface of the piezoelectric layer, and on an exposed portion of the first electrode.

(57) 要約：本発明に係るＢＡＷ共振器は、支持基板と、支持基板上に配置された音響ミラー層と、第１の電極と、圧電体層と、第２の電極を積層して備えるＢＡＷ共振器であって、前記圧電体層の前記第２の電極と接する側の面に、前記第２の電極と離間して金属層からなる共振子領域規定層を有し、前記第１の電極は、前記圧電体層よりも外側に延伸され、前記共振子領域規定層は、前記圧電体層の前記第１の電極側の面の一部と、前記圧電体層の端面と、前記第１の電極の露出部分とに設けられる。

明　細　書

発明の名称 ： ＢＡＷ共振器及び電子機器

技術分野

[0001]　本発明は、ＢＡＷ共振器及び電子機器に関する。

背景技術

[0002]　バルク音響波（ＢＡＷ：Ｂｕｌｋ　Ａｃｏｕｓｔｉｃ　Ｗａｖｅ）共振器は、２つの電極層間に圧電材料からなる圧電体層を有する。ＢＡＷ共振器は、圧電体層の圧電効果を利用して、例えば、圧力センサ、加速度センサ、弾性波を検出するＡＥ（アコースティック・エミッション）センサ等のセンサ、高周波フィルタ、圧電アクチュエータ、高周波（ＲＦ：Radio Frequency）フィルタ等の電子部品として電子機器に使用されている。

[0003]　ＢＡＷ共振器として、例えば、下部電極を含む下部電極層と、圧電層と、上部電極層とを備え、下部電極層の上に圧電層と上部電極層を積層したＢＡＷ共振器が開示されている（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許９６０２０７６号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　しかしながら、特許文献１のＢＡＷ共振器では、圧電層は、下部電極層と上部電極層との間に、圧電層の端面を露出した状態で積層されているため、圧電層で生じる共振は、厚さと垂直方向ではなく斜め方向に発生し易くなる。斜め方向に発生した共振は、横波となって、ＢＡＷ共振器のノイズ成分となる、という問題があった。

[0006]　特許文献１のＢＡＷ共振器のように従来のＢＡＷ共振器では、製造時に露光時のアライメントずれ等の加工誤差や、圧電体層の端部はエッチング時に薬液に浸漬することで圧電体層の端部付近の膜質の変質等が生じやすい。そ

のため、一般に、従来のＢＡＷ共振器では、下部電極と上部電極とが通電しないように、圧電体層は、その端部が上部電極から露出するように形成されている。

[0007] 本発明の一態様は、圧電体層から横波が発生することを抑制できるＢＡＷ共振器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

[0008] 本発明に係るＢＡＷ共振器の一態様は、

支持基板と、支持基板上に配置された音響ミラー層と、第１の電極と、圧電体層と、第２の電極を積層して備えるＢＡＷ共振器であって、

前記圧電体層の前記第２の電極と接する側の面に、前記第２の電極と離間して金属層からなる共振子領域規定層を有し、

前記第１の電極は、前記圧電体層よりも外側に延伸され、

前記共振子領域規定層は、前記圧電体層の前記第１の電極側の面の一部と、前記圧電体層の端面と、前記第１の電極の露出部分とに設けられる。

発明の効果

[0009] 本発明に係るＢＡＷ共振器の一態様は、圧電体層から横波が発生することを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施形態に係るＢＡＷ共振器の構成を示す概略断面図である。

[図2]ＢＡＷ共振器の他の構成の一例を示す概略断面図である。

[図3]ＢＡＷ共振器の他の構成の一例を示す概略断面図である。

[図4]ＢＡＷ共振器の他の構成の一例を示す概略断面図である。

[図5]ＢＡＷ共振器の他の構成の一例を示す概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。なお、説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては同一の符号を付して、重複する説明は省略する。また、図面における各部材の縮尺は実際

とは異なる場合がある。本明細書において数値範囲を示す「～」は、別段の断わりがない限り、その前後に記載された数値を下限値及び上限値として含むことを意味する。

[0012] ＜ＢＡＷ共振器＞

図１は、本実施形態に係るＢＡＷ共振器の構成を示す概略断面図である。図１に示すように、ＢＡＷ共振器１Ａは、支持基材１０、音響ミラー層２０、第１の電極３０、圧電体層４０、第２の電極５０及び共振子領域規定層６０を備える。ＢＡＷ共振器１Ａは、支持基材１０側から、支持基材１０、音響ミラー層２０、第１の電極３０、圧電体層４０及び第２の電極５０をこの順に積層して備える。ＢＡＷ共振器１Ａは、音響ミラー層２０の上面の一部と、第１の電極３０と、圧電体層４０の端部の一部とを共振子領域規定層６０で被覆した状態で備える。ＢＡＷ共振器１Ａは、シート状（フィルム状）等、任意の形状に形成されてよい。

[0013] なお、本明細書では、３軸方向（Ｘ軸方向、Ｙ軸方向、Ｚ軸方向）の３次元直交座標系を用い、ＢＡＷ共振器１Ａの幅方向をＸ軸方向とし、長さ方向をＹ軸方向とし、高さ（厚さ）方向（垂直方向）をＺ軸方向とする。Ｚ軸方向の第２の電極５０側を＋Ｚ軸方向とし、支持基材１０側を－Ｚ軸方向とする。以下の説明において、説明の便宜上、＋Ｚ軸方向を上又は上方といい、－Ｚ軸方向を下又は下方と称すが、普遍的な上下関係を表すものではない。

[0014] ＢＡＷ共振器１Ａは、音響ミラー層２０上に設けられた圧電体層４０の端部の一部を覆うように共振子領域規定層６０を設けることで、圧電体層４０で生じる共振が、圧電体層４０の斜め方向に発生することを抑えることで、圧電体層４０から横波が発生することを抑制でき、ノイズの発生を低減できる。

[0015] ［支持基材］

支持基材１０は、図１に示すように、音響ミラー層２０、第１の電極３０、圧電体層４０、第２の電極５０及び共振子領域規定層６０の積層体が設置される基板であり、ＢＡＷ共振器１Ａに屈曲性を与えられるように、可撓性

を有してよい。

[0016] 支持基材１０を形成する材料としては、積層体を安定して支持することができれば、特に種類を問わず、任意の材料を用いることができ、例えば、プラスチック基材、金属箔、金属板、シリコン（Ｓｉ）基板、無機誘電体基材、ガラス基材等を用いてもよい。

[0017] プラスチック基材を用いる場合、圧電体層４０を備えるＢＡＷ共振器１Ａに屈曲性を与えることができる可撓性を有する材料を用いることが好ましい。

[0018] プラスチック基材を形成する材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリエチレンナフタレート（ＰＥＮ）、ポリカーボネート（ＰＣ）、アクリル系樹脂、シクロオレフィン系ポリマー、ポリアミド（ＰＡ）樹脂、ポリイミド（ＰＩ）樹脂、ポリフェニレンスルファイド（ＰＰＳ）、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、ジアリルフタレート樹脂（ＰＤＡＰ）等を用いることができる。

[0019] 金属箔を形成する材料としては、Ａｕ、Ｐｔ、Ａｇ、Ｔｉ、Ａｌ、Ｍｏ、Ｒｕ、Ｃｕ等の金属を用いてよい。

[0020] 金属板を形成する材料としては、例えば、アルミニウム、銅、ステンレス、タンタル等を用いてよい。

[0021] 無機誘電体基材を形成する材料としては、例えば、ＭｇＯ、サファイア等を用いてよい。

[0022] 支持基材１０の厚さは、特に限定されず、ＢＡＷ共振器１Ａの用途、支持基材１０の材料等に応じて適宜決定してよく、例えば、２０μｍ～７２５μｍとしてもよい。支持基材１０の厚さが２０μｍ～７２５μｍであれば、音響ミラー層２０、第１の電極３０、圧電体層４０及び第２の電極５０の積層体を含む積層体を安定して支持できる。また、支持基材１０の反りが抑えられ、支持基材１０の反りが圧電特性に影響を与えることを軽減できるため、ＢＡＷ共振器１Ａは所望の屈曲性を有することができる。

[0023] 本明細書において、支持基材１０の厚さとは、支持基材１０の主面に垂直

な方向の長さをいう。支持基材１０の厚さの測定方法は、特に限定されず、任意の測定方法を用いることができる。支持基材１０の厚さは、例えば、支持基材１０の断面において、任意の場所を測定した時の厚さとしてもよいし、任意の場所で数カ所測定し、これらの測定値の平均値としてもよい。以下、厚さの定義は、他の部材でも同様に定義する。

[0024] ［音響ミラー層］

音響ミラー層２０は、図１に示すように、支持基材１０の上方の主面（上面）１０１に設けられる。音響ミラー層２０は、固有音響インピーダンスが異なる音響多層膜で構成されてよい。音響ミラー層２０は、所定の固有音響インピーダンスを有する高音響インピーダンス層と、高音響インピーダンス層よりも固有音響インピーダンスの低い低音響インピーダンス層とが、交互に２組以上積層された多層膜である。

[0025] 音響ミラー層２０に共振振動が伝えられると、共振の振動エネルギーは音響ミラー層２０で反射される。振動の波（弾性波）が高音響インピーダンス層を伝搬する速度と、低音響インピーダンス層を伝搬する速度は異なる。音響ミラー層２０を構成する各層の界面で、干渉により反射波は強め合うように、厚さを設計することで、共振の振動エネルギーを、支持基材１０の影響を受けずに弾性波の入射方向に戻しつつ、熱エネルギーを支持基材１０の方向に逃がす。

[0026] 高音響インピーダンス層は、Ｗ、Ｍｏ、$Ｔａ_2Ｏ_5$、ＺｎＯ等、密度又は体積弾性率が高い材料で形成される。低音響インピーダンス層は、高音響インピーダンス層よりも密度又は体積弾性率が低い材料で形成される。

[0027] 低音響インピーダンス層は、$ＳｉＯ_2$等の密度又は堆積弾性率が低い材料で形成される。低音響インピーダンス層はアモルファス層、又はアモルファスが支配的な層であってもよい。低音響インピーダンス層をアモルファスが支配的な層とすることで、高音響インピーダンス層での応力を緩和することもできる。

[0028] 高音響インピーダンス層と低音響インピーダンス層は、支持基材１０上に

スパッタリング等で形成してよい。

[0029] ［第１の電極］

第１の電極３０は、図１に示すように、音響ミラー層２０の上方の主面（上面）２０１に設けられる。第１の電極３０は、音響ミラー層２０の上面２０１の一部又は全面に薄膜状に形成されてもよい。第１の電極３０は、圧電体層４０よりも外側に延伸されるように設けられている。なお、第１の電極３０が圧電体層４０よりも外側に延伸されるとは、第１の電極３０の積層方向から見た平面視において、第１の電極３０が圧電体層４０の外側にも配置されている状態をいう。

[0030] 第１の電極３０は、導電性を有する任意の材料を用いることができる。前記材料としては、Ｐｔ、Ａｕ、Ａｇ、Ｃｕ、Ｍｇ、Ａｌ、Ｓｉ、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｆｅ、Ｎｉ、Ｚｎ、Ｒｂ、Ｚｒ、Ｎｂ、Ｍｏ、Ｒｈ、Ｐｄ、Ｒｕ、Ｓｎ、Ｉｒ、Ｔａ及びW等の金属を用いることができる。

[0031] 第１の電極３０と圧電体層４０の間の界面の凹凸や結晶粒界を抑制する観点からは、第１の電極３０は非晶質の膜としてもよい。非晶質の膜とすることで、第１の電極３０の表面の凹凸や、リークパスの要因となる結晶粒界の生成を抑制できる。

[0032] 第１の電極３０の厚さは、適宜設計可能であり、例えば、４０ｎｍ～３００ｎｍとしてもよい。第１の電極３０の厚さが４０ｎｍ～３００ｎｍであれば、第１の電極３０は電極としての機能が発現できると共に、ＢＡＷ共振器１Ａの薄膜化が図れる。

[0033] ［圧電体層］

圧電体層４０は、図１に示すように、第１の電極３０の上方の主面（上面）３０１に設けられる。圧電体層４０の端面は、第１の電極３０の上面３０１に対して略垂直に設けられてよい。即ち、圧電体層４０の端面４０２と第１の電極３０の上面３０１に平行な面とのなす角が、略９０°としてよい。

[0034] 圧電体層４０は、無機材料を主成分として含むことが好ましい。なお、主成分とは、無機材料の含有量が、９５ａｔｍ％以上であり、好ましくは９８

ａｔｍ％以上であり、より好ましくは９９ａｔｍ％以上であることをいう。

[0035] 無機材料としては、ペロブスカイト型の結晶構造を有する圧電材料（ペロブスカイト型結晶材料）やウルツ鉱型の結晶構造を有する圧電材料（ウルツ鉱型結晶材料）等を用いることができる。

[0036] ウルツ鉱型の結晶構造は、一般式ＡＢ（Ａは、陽性元素であり、Ｂは陰性元素である。）で表される。ウルツ鉱型結晶材料は、六方晶の単位格子を持ち、ｃ軸と平行な方向に分極ベクトルを有する。

[0037] ウルツ鉱型結晶材料としては、一定値以上の圧電特性を示し、２００℃以下の低温プロセスで結晶化させることができる材料を用いることが好ましい。ウルツ鉱型結晶材料は、一般式ＡＢで表わされる陽性元素Ａとして、Ｚｎ、Ａｌ、Ｇａ、Ｃｄ及びＳｉ等を含む。ウルツ鉱型結晶材料としては、例えば、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、硫化亜鉛（ＺｎＳ）、セレン化亜鉛（ＺｎＳｅ）、テルル化亜鉛（ＺｎＴｅ）、窒化アルミニウム（ＡｌＮ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）、セレン化カドミウム（ＣｄＳｅ）、テルル化カドミウム（ＣｄＴｅ）、炭化ケイ素（ＳｉＣ）等を用いることができる。これらの中でも、ウルツ鉱型結晶材料としては、低温プロセスでも比較的良好にｃ軸配向し易い点から、ＺｎＯが好ましい。これらは、１種単独で用いてもよいし、２種以上併用してもよい。ウルツ鉱型結晶材料を２種以上併用する場合、これらのうちの１種以上の成分を主成分として含み、その他の成分を任意成分として含んでもよい。また、それぞれの材料を積層してもよいし、複数のターゲットを用いて一つの層として形成してもよい。

[0038] ウルツ鉱型結晶材料は、ＺｎＯを含むことが好ましく、ＺｎＯから実質的になることがより好ましく、ＺｎＯのみからなることがさらに好ましい。「実質的に」とは、ＺｎＯ以外に、製造過程で不可避的に含まれ得る不可避不純物を含んでもよいことを意味する。

[0039] ウルツ鉱型結晶材料等の無機材料は、上記の、ＺｎＯ、ＡｌＮ、ＺｎＳ、ＺｎＳｅ及びＺｎＴｅの他に、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｒ等のアルカリ土類金属、又はＶ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｓｉ、Ｓｒ、Ｌｉ等の金属を所定の範囲の割合で含んで

もよい。これらの成分は、元素の状態で含まれてもよいし、酸化物の状態で含まれてもよい。中でも、圧電体層４０の圧電特性の指標となるＫ値と圧電特性の急峻性の指標となるＱ値とを両立し、優れた圧電特性を発揮する点から、無機材料としては、ＺｎＯにＭｇがドープされたＭｇ添加ＺｎＯ（ＭｇＺｎＯ）が好ましい。

[0040] なお、Ｋ値とは、電気機械結合定数ｋの値である。圧電体層４０に含まれる圧電材料の電気機械結合定数ｋの二乗値（k^2値）は、圧電材料に対して定められる、電気的エネルギーのエネルギー変換効率を示す。電気的エネルギーのエネルギー変換効率が高いほど、圧電体層４０を備えるＢＡＷ共振器１Ａの動作効率が良く、ＢＡＷ共振器１Ａは、優れた圧電特性を有する。同一材料、および組成において、圧電体層４０に含まれる圧電材料の結晶配向の乱れが小さくなるほど、圧電材料のk^2値は大きくなりながら次第に一定となる。即ち、圧電材料の結晶配向の乱れが小さくなるほど、圧電材料のエネルギー変換効率が高まりながら次第に一定となり、圧電性は一定となる。よって、電気機械結合定数ｋが大きいほど、k^2値が大きくなり、圧電材料のエネルギー変換効率は高くなるため、圧電特性が高くなることを意味する。また、電気機械結合定数ｋが大きいほど、結晶配向の乱れが小さくなるため、結晶配向性が高くなることを意味する。

[0041] Ｑ値とは、周波数特性の鋭さ（尖鋭度）を表す値である。Ｑ値が大きいほど、周波数特性が鋭く表れることを意味する。

[0042] 圧電体層４０中の添加元素の含有量は、特に限定されるものではなく、圧電体層４０がウルツ鉱型の結晶構造を有することができる範囲内であればよい。なお、圧電体層４０に含まれる添加元素の含有量の測定方法は、測定可能な方法であれば特に限定されない。圧電体層４０に含まれる添加元素の含有量は、例えば、ラザフォード後方散乱分析法（ＲＢＳ）により、測定装置としてＰｅｌｌｅｔｒｏｎ ３ＳＤＨ（ＮＥＣ社製）を使用して測定してもよいし、二次イオン質量分析法により、ダイナミックＳＩＭＳ（Ｄ－ＳＩＭＳ）等を使用して測定してもよい。

[0043] 圧電体層４０の厚さは、特に限定されず、十分な圧電特性、即ち圧力に比例した分極特性を有すると共に、圧電体層４０にクラック等が発生することを低減して、安定して圧電特性を発揮できる厚さであればよい。圧電体層４０の厚さとしては、例えば、５０ｎｍ～５μｍであればよい。圧電体層４０の厚さが５０ｎｍ～５μｍであれば、クラックの発生が抑えられると共に、十分な圧電特性を発揮できる。

[0044] 圧電体層４０の結晶配向性は、５°以下であることが好ましい。結晶配向性が５°以下であれば、圧電体層４０に含まれる圧電材料のｃ軸方向への結晶配向性（ｃ軸配向性）が良く、エネルギー変換効率を高められるため、圧電体層２３の厚さ方向への圧電特性が高められる。圧電体層４０が圧電材料としてＺｎＯを含む場合、ＺｎＯは、ウルツ鉱型の結晶構造を有し、他の結晶構造を有する圧電材料よりも結晶配向性と圧電特性との相関が高い。ＺｎＯの結晶配向性が５°以下であれば、エネルギー変換効率がより高め易いため、ＢＡＷ共振器１Ａの圧電特性を向上させることができる。

[0045] 圧電体層４０の結晶配向性は、圧電体層４０の表面をＸ線ロッキングカーブ（ＸＲＣ：X-ray Rocking Curve）法で測定した時に得られる半値全幅（ＦＷＨＭ：Full Width at Half Maximum）で評価され得る。即ち、圧電体層４０の結晶配向性は、ＸＲＣ法により、圧電体層４０に主成分として含まれる圧電材料の結晶の（０００２）面からの回折を測定したときに得られるロッキングカーブの、ピーク波形のＦＷＨＭで表わされる。圧電体層４０に含まれる圧電材料がＺｎＯ等のウルツ鉱型結晶構造を有する場合、ＦＷＨＭは、圧電材料を構成する結晶同士のｃ軸方向の配列の平行の度合いを示す。そのため、ＸＲＣ法により得られるロッキングカーブのピーク波形のＦＷＨＭは、圧電体層４０のｃ軸配向性の指標にできる。よって、ロッキングカーブのＦＷＨＭが小さいほど、圧電体層４０のｃ軸方向の結晶配向性が良いと評価できる。

[0046] また、圧電体層４０の結晶配向性は、ＸＲＣ法により、圧電体層４０に圧電材料の特定の結晶面（例えば、ＺｎＯの結晶の（０００２）面）からの回

折を測定して得られるロッキングカーブのＦＷＨＭの他に、ピーク強度も含めて評価してよい。即ち、圧電体層４０の結晶配向性は、ピーク強度の積分値をＦＷＨＭで割った値を評価値として用いて評価してもよい。例えば、ピーク強度の積分値をＦＷＨＭで割った評価値が大きいほど、圧電体層４０の結晶配向性が良いと評価できる。

[0047] 圧電体層４０は、無機材料を２種以上併用する場合、それぞれの無機材料からなる圧電体層を積層して構成されてもよい。

[0048] ［第２の電極］

第２の電極５０は、図１に示すように、圧電体層４０の上方の主面（上面）４０１に設けられ、第１の電極３０と対向するように配置されている。第２の電極５０は、導電性を有する任意の材料で形成することができ、第１の電極３０と同様の材料を用いることができる。

[0049] 第２の電極５０は、第１の電極３０と同様、圧電体層４０の上面４０１の一部又は全面に薄膜状に形成されてもよいし、適宜任意の形状に形成してもよい。

[0050] 第２の電極５０の厚さは、適宜設計可能であり、例えば、４０ｎｍ～３００ｎｍが好ましい。第２の電極５０の厚さが上記の好ましい範囲内であれば、電極としての機能が発現できると共に、ＢＡＷ共振器１Ａの薄膜化を図ることができる。

[0051] ［共振子領域規定層］

共振子領域規定層６０は、図１に示すように、音響ミラー層２０の上面２０１の一部と、第１の電極３０と、圧電体層４０の端部４１の一部とを被覆するように設けられている。共振子領域規定層６０は、音響ミラー層２０、第１の電極３０及び圧電体層４０の全周にわたって設けられている。即ち、共振子領域規定層６０は、音響ミラー層２０の上面２０１のうちの露出部分２０１ａと、第１の電極３０の上面３０１のうちの露出部分３０１ａと端面３０２と、圧電体層４０の上面４０１のうちの露出部分４０１ａと端面４０２とに設けられている。

[0052] なお、音響ミラー層２０、第１の電極３０及び圧電体層４０の上面とは、これらの各層が第２の電極５０と向き合う方向に位置する面であり、これらの各層がそれぞれの上に積層される層と接触する主表面である。例えば、圧電体層４０の上面４０１は、第２の電極５０と接触する主表面である。

[0053] 音響ミラー層２０、第１の電極３０及び圧電体層４０の下面とは、これらの各層が支持基材１０と向き合う方向に位置する面であり、これらの各層がそれぞれ設置される層と接触する主表面である。

[0054] 音響ミラー層２０、第１の電極３０及び圧電体層４０の下面とは、これらの各層の上面及び下面とは異なる面である。

[0055] 音響ミラー層２０、第１の電極３０及び圧電体層４０の各層の上面及び下面は同一面積であってもよいし、同一面積でなくてもよい。例えば、上面が下面よりも面積の小さい状態においては、端面は上面と成す角が鈍角である順テーパ形状であってもよい。

[0056] 共振子領域規定層６０は、圧電体層４０で生じる共振がその厚さと斜め方向に発生することを抑制する機能を有する。

[0057] 共振子領域規定層６０を形成する材料は、第１の電極３０と同電位になり得る材料であればよく、共振子領域規定層６０を形成する材料としては、例えば、Ａｕ、Ａｇ、ＡＩ、Ｃｕ等を用いることができる。これらは、１種単独で用いてもよいし、これらの２種以上の組み合わせを用いてもよい。共振子領域規定層６０は、配線も共用させるため、共振子領域規定層６０を形成する材料としては、Ａｕ、Ａｇ、ＡＩ及びＣｕ等の高い導電性を有する金属等であることが好ましい。

[0058] 共振子領域規定層６０は、蒸着、塗布法等、一般に用いられる方法でを用いて形成されてよい。

[0059] 共振子領域規定層６０の厚さは、圧電体層４０の端部を被覆できればよく、例えば、５０ｎｍ以上であることが好ましく、１００ｎｍ以上であることがより好ましく、２００ｎｍ以上であることがさらに好ましい。共振子領域規定層６０の厚さが５０ｎｍ以上であれば、圧電体層４０で生じる共振がそ

の厚さと斜め方向に発生することを抑制できる。

[0060] 共振子領域規定層６０の厚さは、圧電体層４０の上面４０１から音響ミラー層２０にかけて同一でもよいし、異なってもよいが、圧電体層４０の端面４０２に位置する共振子領域規定層６０の厚さは、圧電体層４０の上面４０１に設けられる共振子領域規定層６０の厚さよりも厚いことが好ましい。

[0061] ＢＡＷ共振器１Ａの製造方法は、特に限定されず適宜任意の製造方法を用いることができる。ＢＡＷ共振器１Ａの製造方法の一例について説明する。

[0062] まず、所定の大きさに形成された支持基材１０の上面に、高音響インピーダンス層と低音響インピーダンス層とを一組として、高音響インピーダンス層と低音響インピーダンス層を交互に積層して、音響ミラー層２０を形成する。

[0063] 高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層の形成方法は、特に限定されず、ドライプロセス及びウエットプロセスのいずれでもよい。高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層の形成方法としてドライプロセスを用いれば、薄い高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層を容易に形成できる。

[0064] ドライプロセスとしては、例えば、スパッタリング、蒸着等が挙げられ、ウエットプロセスとしては、例えば、めっき等が挙げられる。

[0065] スパッタリングとしては、例えば、ＤＣ（直流）又はＲＦ（高周波）のマグネトロンスパッタリング法等を用いることができる。

[0066] 高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層の形成方法としてスパッタリングを用いることで、密度が高く、薄い高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層を容易に形成できる。そのため、高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層の形成方法としては、スパッタリングが好ましい。

[0067] 高音響インピーダンス層としては、例えば、ＤＣ又はＲＦのマグネトロンスパッタリング法により成膜された、Ｗ、Ｍｏ、Ta_2O_5及びＺｎＯ等、密度又は体積弾性率が高い材料で形成される薄膜等を用いることができる。

[0068] 低音響インピーダンス層としては、例えば、ＤＣ又はＲＦのマグネトロンスパッタリング法により成膜された、SiO_2膜等の酸化物を用いることができる。

[0069] ＤＣ又はＲＦのマグネトロンスパッタリング法を用いる際、高音響インピーダンス層又は低音響インピーダンス層が、Ta_2O_5、ＺｎＯ、SiO_2等の金蔵酸化物である場合には、スパッタリングには、金属のスパッタリングを用いてもよいし、金属酸化物のスパッタリングを用いてもよい。例えば、高音響インピーダンス層がＤＣ又はＲＦのマグネトロンスパッタリング法により成膜されたＺｎＯ膜である場合、スパッタリングには、ガス雰囲気に応じて、Ｚｎスパッタリングターゲットを用いてもよいし、ＺｎＯスパッタリングターゲットを用いてもよい。

[0070] 次に、音響ミラー層２０の上面に、第１の電極３０を成膜（形成）する。第１の電極３０の形成方法は、特に限定されず、高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層の形成方法と同様、ドライプロセス及びウエットプロセスのいずれを用いてもよい。ドライプロセス及びウエットプロセスの詳細は、高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層の形成方法と同様であるため、詳細は省略する。

[0071] 第１の電極３０は、音響ミラー層２０の上面２０１の全面に形成されていてもよい。また、第１の電極３０は、エッチング等により所定の形状を有するパターンに加工して、適宜任意の形状に形成してもよい。

[0072] 次に、第１の電極３０の上面３０１に圧電体層４０を形成する。例えば、圧電材料を構成する元素を含むターゲットを用いて、Ａｒ等の不活性ガスと微量の酸素を含む混合ガス雰囲気中で、ＤＣ又はＲＦマグネトロンスパッタリング法により成膜してよい。第１の電極３０の上に圧電材料をスパッタリングすることで、圧電体層４０が成膜される。

[0073] 支持基材１０、音響ミラー層２０及び第１の電極３０からなる積層体は、スパッタリング装置の成膜室の、アノードとなる成膜板に配置してよい。成膜板は、例えば、回転可能でもよい。支持基材１０、音響ミラー層２０及び

第１の電極３０からなる積層体を成膜板に配置すれば、第１の電極３０の上に圧電体層４０をバッチ式で成膜できる。

[0074] また、支持基材１０、音響ミラー層２０及び第１の電極３０からなる積層体は、アノードとして、成膜板に代えて、成膜ロールであるドラムロールに巻き付けてもよい。ドラムロールを成膜室に配置することで、支持基材１０音響ミラー層２０及び第１の電極３０からなる積層体をロール・トゥ・ロール方式で搬送しながら、第１の電極３０の上に圧電体層４０を連続して成膜することができる。

[0075] 圧電材料を構成する元素を含むターゲットは、カソードとして用いる。

[0076] 圧電材料が、例えば、ウルツ鉱型結晶材料を含む場合、ターゲットにはウルツ鉱型結晶材料を含むターゲットを用いてよい。ウルツ鉱型結晶材料を含むターゲットとしては、圧電体層４０に主成分として含まれるウルツ鉱型結晶材料を含有する複数又は単数のターゲットを用いてよい。複数又は単数のターゲットは、成膜板と間隔を隔てて対向するように配置してよい。複数のターゲットをカソードとして用いる場合には多元スパッタリング法を用い、単数のターゲットをカソードとして用いる場合には一次元スパッタリング法を用いることで、ウルツ鉱型結晶材料を含む圧電体層４０を形成できる。

[0077] 複数のターゲットをカソードとして用いる場合、それぞれのターゲットごとに、圧電体層４０に主成分として含まれるウルツ鉱型結晶材料を構成する、異なる種類の材料を含む。複数のターゲットを用いる場合、例えば、Ｚｎを含むターゲットと、Ｓｉ又はＳｎを含むターゲットと、Ａｌ又はＭｇを含むターゲットとを用いてよい。なお、それぞれのターゲットは、酸素を含む金属酸化物ターゲットを用いてよい。複数のターゲットは、互いに間隔を置いて成膜室に配置してよい。スパッタリングの際には、圧電体層４０に含まれるウルツ鉱型結晶材料の種類等に応じて、それぞれのターゲット毎に印加する電力を調整して、圧電体層４０を構成するそれぞれの材料同士の原子割合を調整する。

[0078] 単数のターゲットをカソードとして用いる場合、単数のターゲットが、圧

電体層４０に含まれるウルツ鉱型結晶材料を含有する。単数のターゲットを用いる場合として、圧電体層４０に含まれるウルツ鉱型結晶材料同士の原子割合を調整した合金ターゲットを用いてよい。例えば、Ｚｎと、Ｓｉ又はＳｎと、Ａｌ又はＭｇとを含有する合金ターゲットを用いることができる。合金ターゲットは、ウルツ鉱型結晶材料と酸素を含む金属酸化物ターゲットを用いてよい。

[0079] 圧電材料が、例えば、ＺｎＯからなるウルツ鉱型結晶材料である場合、ターゲットにはＺｎＯ焼結体のターゲットを用いてよい。スパッタリング装置内にＺｎＯ焼結体のターゲットを設置して、Ａｒ等の不活性ガスと酸素を含む混合ガスをスパッタリング装置内に供給する。不活性ガスと酸素を含む混合ガス雰囲気下において、ＺｎＯ焼結体のターゲットを用いてスパッタリングすることで、第１の電極３０上に、ＺｎＯの成膜時に入り込む不活性ガスの量を抑えながら、圧電体層４０を得ることができる。

[0080] 圧電材料が、例えば、ＺｎＯとＭｇＯとを所定の質量比で含むＭｇＺｎＯからなるウルツ鉱型結晶材料である場合、ＺｎＯ焼結体からなるターゲットとＭｇＯ焼結体からなるターゲットを用いた多元スパッタリング法を用いてよい。また、他の方法として、予め所定の割合でＭｇＯを添加したＺｎＯ焼結体のターゲット等のＺｎＯ及びＭｇＯを含む合金ターゲットを用いた一次元スパッタリング法を用いてよい。

[0081] 多元スパッタリング法を用いる場合、スパッタリング装置として多元スパッタ装置を用いて、Ａｒ等の不活性ガスと酸素を含む混合ガスを多元スパッタ装置内に供給する。不活性ガスと酸素を含む混合ガス雰囲気下において、ＺｎＯ焼結体のターゲットとＭｇＯ焼結体のターゲットを用いて同時かつ独立に第１の電極３０上にスパッタリングすることで、第１の電極３０上にＭｇＺｎＯ薄膜で構成された圧電体層４０を成膜できる。

[0082] 一次元スパッタリング法を用いる場合、スパッタリング装置を用いて、Ａｒ等の不活性ガスと酸素を含む混合ガス雰囲気下において、例えば、予め所定の割合でＭｇＯを添加したＺｎＯ焼結体のターゲットを用いてスパッタリ

ングすることで、第１の電極３０上に、ＭｇＺｎＯ薄膜で構成された圧電体層４０を成膜できる。

[0083] スパッタリングする際のガス雰囲気は、不活性ガス雰囲気としてよいし、不活性ガスと酸素を含む混合ガス雰囲気としてよい。

[0084] スパッタリングする際のガス雰囲気内の圧力は、圧電材料の種類、スパッタリング法等に応じて適宜決定してよく、例えば、０．１Ｐａ～２．０Ｐａとしてよい。

[0085] 圧電体層４０の成膜温度は、特に限定されず、ＢＡＷ共振器１Ａの層構成等に応じて適宜選択してよく、例えば、１５０℃以下で圧電体層４０を成膜してもよい。

[0086] 第１の電極３０及び圧電体層４０の成膜にスパッタリング法を用いることで、化合物のターゲットの組成比をほぼ保った状態で付着力の強い均一な膜を形成できる。また、時間の制御だけで、所望の厚さの第１の電極３０及び圧電体層４０を精度良く形成することができる。

[0087] 圧電体層４０は、複数積層して構成してもよい。

[0088] 次に、圧電体層４０の端面４０２を加工し、圧電体層４０の端面４０２と第１の電極３０の上面３０１に平行な面とのなす角を略９０°としてよい。

[0089] 加工方法としては、ClF_2、CF_4、CHF_3等の反応性ガスを用いたドライエッチングや、ＨＣｌ、HNO_3等の酸性溶液を用いたウェットエッチング等、一般的な方法を用いることができる。

[0090] 次に、圧電体層４０上面４０１及び端面４０２に共振子領域規定層６０を形成する。共振子領域規定層６０は、音響ミラー層２０の上面２０１に第１の電極３０を形成した場合と同様の形成方法を用いて形成してよい。

[0091] 次に、圧電体層４０の上面に、所定の形状を有する第２の電極５０を形成する。第２の電極５０は、第１の電極３０と同様の形成方法を用いて形成できる。

[0092] 第２の電極５０の厚さは、適宜設計可能であり、例えば、４０ｎｍ～３００ｎｍとしてよい。

[0093] 第２の電極５０は、圧電体層４０の上面４０１の一部に形成されていてもいいし、適宜任意の形状に形成してもよい。

[0094] 次に、音響ミラー層２０及び第１の電極３０の上面と、圧電体層４０の端部（圧電体層４０の上面４０１及び端面４０３）に共振子領域規定層６０を形成する。共振子領域規定層６０の形成方法は、特に限定されず、高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層の形成方法と同様、ドライプロセス及びウエットプロセスのいずれを用いてもよい。ドライプロセス及びウエットプロセスの詳細は、高音響インピーダンス層及び低音響インピーダンス層の形成方法と同様であるため、詳細は省略する。

[0095] 音響ミラー層２０及び第１の電極３０の上面と、圧電体層４０の端部に第２の電極５０を形成することで、ＢＡＷ共振器１Ａが形成される。

[0096] なお、第２の電極５０の形成後に、ＢＡＷ共振器１Ａの全体を加熱処理してもよい。この加熱処理により、第１の電極３０及び第２の電極５０を結晶化させ、低抵抗化させることができる。加熱処理は、必須ではなく、支持基材１０が耐熱性のない材料で形成されている場合等では、ＢＡＷ共振器１Ａの形成後に行わなくてもよい。

[0097] このように、本実施形態に係るＢＡＷ共振器１Ａは、支持基材１０、第１の電極３０、圧電体層４０、第２の電極５０及び共振子領域規定層６０を備えている。ＢＡＷ共振器１Ａは、第１の電極３０を圧電体層４０よりも外側に延伸し、共振子領域規定層６０を、金属層で構成し、圧電体層４０の上面４０１に第２の電極５０と離間し、圧電体層４０の上面４０１の一部及び端面４０２に設けている。「第１の電極３０を圧電体層４０よりも外側に延伸」しているとは、第１の電極３０の積層方向から見た平面視において、第１の電極３０が圧電体層４０の外側にも配置されている状態である。ＢＡＷ共振器１Ａは、圧電体層４０の端部４１を共振子領域規定層６０で被覆することで、圧電体層４０で振動が発生した際に、端部４１の揺れを共振子領域規定層６０で抑えることができる。よって、ＢＡＷ共振器１Ａは、圧電体層４０の端部で横波が生じることを抑えることができる。

[0098] ＢＡＷ共振器１Ａは、圧電体層４０の端部４１で横波が生じることを抑えることで、横波に起因したノイズの発生を抑制できる。

[0099] ＢＡＷ共振器１Ａは、共振子領域規定層６０を、圧電体層４０の端面４０２から第１の電極の露出部分にかけて連続して設けることができる。ＢＡＷ共振器１Ａは、共振子領域規定層６０を圧電体層４０の端部４１から第１の電極３０の露出部分にかけて連続して設けることで、圧電体層４０の端部４１をより確実に被覆し、圧電体層４０の端部４１の揺れをより確実に抑えることができるので、圧電体層４０の端部４１で横波が生じることをより抑えることができる。

[0100] ＢＡＷ共振器１Ａは、共振子領域規定層６０を、第１の電極３０の露出部分として上面３０１及び端面３０２に設けることができる。ＢＡＷ共振器１Ａは、共振子領域規定層６０を圧電体層４０の端部４１から第１の電極３０の上面３０１及び端面３０２にかけて連続して設けることで、圧電体層４０の端部４１をより確実に被覆し、圧電体層４０の端部４１の揺れをさらに確実に抑えることができるので、圧電体層４０の端部４１で横波が生じることをより抑えることができる。

[0101] ＢＡＷ共振器１Ａは、共振子領域規定層６０に、ＡＩ、Ｃｕ及びＡｕの少なくとも一つを含むことができる。ＡＩ、Ｃｕ及びＡｕは、第１の電極３０と同電位にし易く、高い導電性を有するため、ＢＡＷ共振器１Ａは、共振子領域規定層６０で圧電体層４０の端部４１で生じる振動を抑えつつ、共振子領域規定層６０を配線として用いることができる。

[0102] ＢＡＷ共振器１Ａは、圧電体層４０の端面４０２と第１の電極３０の上面３０１に平行な面とのなす角を略９０°とすることができる。ＢＡＷ共振器１Ａは、圧電体層４０の端部４１を第１の電極３０の上面３０１に対して略垂直にしても、共振子領域規定層６０で被覆できるため、圧電体層４０で振動が発生した際に、端部４１の揺れを共振子領域規定層６０で抑えることができる。

[0103] ＢＡＷ共振器１Ａは、共振子領域規定層６０を５０ｎｍ以上の厚さとする

ことができる。これにより、共振子領域規定層６０は、圧電体層４０の端部４１における揺れを抑え、横波の発生を抑えることができる。よって、ＢＡＷ共振器１Ａは、長期間にわたって使用しても圧電体層４０の圧電特性の低下を抑え、圧電特性を確実に維持できる。

[0104] ＢＡＷ共振器１Ａは、第１の電極３０及び第２の電極５０を、Ｐｔ、Ｗ、Ｍｏ、Ｒｕ及びＩｒの少なくとも一つを含んで構成できる。

[0105] ＢＡＷ共振器１Ａは、圧電体層４０にＭｇＺｎＯを圧電材料として含むことができる。一般に、圧電材料に他の元素をドープして形成した圧電体層のＫ値とＱ値とはトレードオフの関係にあり、圧電素子を、例えば、５Ｇ帯等の高周波域の周波数の信号のみを取り出し、それ以外の周波数帯の信号を取り除く高周波フィルタ等に使用すると、高周波域において必要なＫ値を得るとＱ値が低下する傾向にある。圧電体層４０が、ＭｇＺｎＯを圧電材料として含むことで、ＭｇＺｎＯはＭｇ濃度に対してＫ値とＱ値とのトレードオフが無く、高周波域においても、Ｋ値及びＱ値を両立できる。よって、ＢＡＷ共振器１Ａは、圧電体層４０にＭｇＺｎＯを圧電材料として含むことで、高周波フィルタ等の高周波域においても圧電特性を安定して発揮できる。

[0106] ＢＡＷ共振器１Ａは、高周波帯域においても、ノイズの発生を低減し、優れた圧電特性を有することができることから、ＢＡＷフィルタとして有効に用いることができる。

[0107] また、ＢＡＷ共振器１Ａは、ノイズの発生を低減し、優れた圧電特性を有することができることから、ＢＡＷフィルタ以外に、電子機器において正圧電効果又は逆圧電効果を利用した電子部品として種々の用途の電子機器に用いることもできる。

[0108] （変形例）

なお、本実施形態においては、ＢＡＷ共振器１Ａは、上記構成に限定されず、圧電体層４０の端部４１を共振子領域規定層６０で被覆して、圧電体層４０から横波が発生することを抑制できれば、他の構成でもよい。ＢＡＷ共振器１Ａの他の構成の一例を以下に示す。

[0109] 図２に示すように、ＢＡＷ共振器１Ｂは、圧電体層４０を、その端面４０２が傾斜するように設けてもよい。圧電体層４０の端面４０２と第１の電極３０の上面３０１に平行な面とのなす角が、９０°未満としてよい。これにより、圧電体層４０の端面４０２の表面及びその近傍の深さ方向における膜質の劣化が抑えられる。よって、ＢＡＷ共振器１Ｂは、圧電体層４０の端面４０２を共振子領域規定層６０で被覆しつつ、圧電体層４０の端部から劣化を抑えることができるので、圧電体層４０の端部４１から横波が発生することを抑制しつつ、圧電特性の低下を抑制できる。

[0110] このとき、ＢＡＷ共振器１Ｂは、共振子領域規定層６０を、圧電体層４０の厚さより規定される共振周波数の波長λに対して、第２の電極５０から幅方向にλ／４以上離間されている位置に設けることが好ましい。平面視において、第１の電極３０と第２の電極５０との距離が、λ／４未満であると、圧電体層４０の端部４１で生じる表面弾性波が励起され易く、横波が生じ易い傾向にある。ＢＡＷ共振器１Ｂは、共振子領域規定層６０を、圧電体層４０の厚さより規定される共振周波数の波長λに対して、第２の電極５０から幅方向にλ／４以上離間された位置に設けることで、横波の発生をより抑制しつつ、圧電特性の低下を抑制できる。

[0111] 本実施形態では、ＢＡＷ共振器１Ａは、音響ミラー層２０を音響多層膜で構成しているが、音響ミラー層２０は、空間で構成してもよい。例えば、図３に示すように、ＢＡＷ共振器１Ｃは、支持基材１０の上面１０１に窪み部１１を設けて、支持基材１０の窪み部１１と第１の電極３０との間に形成された空間Ｓを音響ミラー層２０としての機能を発揮させてもよい。

[0112] このとき、共振子領域規定層６０は、支持基材１０の上面１０１のうちの露出部分１０１ａと、第１の電極３０の上面３０１の露出部分１０１ａ及び端面３０２と、圧電体層４０の上面４０１の露出部分４０１ａ及び端面４０２とに設けてよい。

[0113] ＢＡＷ共振器１Ｃは、空間Ｓを音響ミラー層２０として機能させることができるため、支持基材１０の上面１０１に第１の電極３０を直接設けること

ができる。これにより、ＢＡＷ共振器１Ｅは、全体の厚さを薄くできるため、小型化を図ることができる。

[0114] 本実施形態では、ＢＡＷ共振器１Ａは、音響ミラー層２０を備えなくてもよい。図４に示すように、ＢＡＷ共振器１Ｄは、支持基材１０、第１の電極３０、圧電体層４０、第２の電極５０を、支持基材１０側からこの順に積層して備えてよい。

[0115] この場合、支持基材１０は、導電性を有する基板でもよい。支持基材１０が導電性を有する基板である場合、支持基材１０が第１の電極としても機能できるため、ＢＡＷ共振器１Ａは、第１の電極３０を備えなくてもよい。例えば、図５に示すように、ＢＡＷ共振器１Ｅは、支持基材１０、圧電体層４０及び第２の電極５０を、支持基材１０側からこの順に積層して備えてよい。支持基材１０は、金属板であってもよいし、ＩＴＯ、ＩＺＯ、ＩＺＴＯ、ＩＧＺＯ等の導電性透明基板でもよい。支持基材１０が金属板である場合、Ａｌ箔、Ｃｕ箔、Ａｌ－Ｔｉ合金箔、Ｃｕ－Ｔｉ合金箔、ステンレス箔等の金属膜を用いてもよい。金属膜の厚さが薄い場合、支持基材１０の可撓性は高くなるため、支持基材１０と圧電体層４０との間にＴｉ、Ｎｉ等の金属密着膜を挿入してもよい。図５に示すように、ＢＡＷ共振器１Ｅは、第１の電極３０の分の厚さを減らせる。これにより、ＢＡＷ共振器１Ｆは、全体の厚さを薄くできるため、小型化を図ることができる。

[0116] 以上の通り、実施形態を説明したが、上記実施形態は、例として提示したものであり、上記実施形態により本発明が限定されるものではない。上記実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の組み合わせ、省略、置き換え、変更等を行うことが可能である。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると共に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

[0117] なお、本発明の実施形態の態様は、例えば、以下の通りである。

＜１＞ 支持基材上に、第１の電極、圧電体層及び第２の電極をこの順に積層して備え、

前記圧電体層の前記第２の電極と接する側の面に前記第２の電極と離間して設けられ、金属層からなる共振子領域規定層を有し、

前記第１の電極は、前記圧電体層よりも外側に延伸され、

前記共振子領域規定層は、前記圧電体層の前記第２の電極側の面の一部と、前記圧電体層の端面とに設けられるＢＡＷ共振器。

＜２＞　前記共振子領域規定層は、前記圧電体層の端面から前記第１の電極の露出部分にかけて連続して設けられている＜１＞に記載のＢＡＷ共振器。

＜３＞前記第１の電極の露出部分が、前記第１の電極の端面と、前記第１の電極の前記圧電体層側の面の少なくとも一部である＜２＞に記載のＢＡＷ共振器。

＜４＞　前記圧電体層の端面と前記第１の電極の表面に平行な面とのなす角が、９０°以下である＜１＞～＜３＞の何れか一つに記載のＢＡＷ共振器。

＜５＞　前記共振子領域規定層は、Ａｌ、Ｃｕ及びＡｕの少なくとも一つを含む＜１＞～＜４＞の何れか一つに記載のＢＡＷ共振器。

＜６＞　　前記共振子領域規定層は、前記圧電体層の厚さより規定される共振周波数の波長λに対して、前記第２の電極から幅方向にλ／４以上離間されている＜１＞～＜５＞の何れか一つに記載のＢＡＷ共振器。

＜７＞　前記共振子領域規定層は、５０ｎｍ以上の厚さを有する＜１＞～＜６＞の何れか一つに記載のＢＡＷ共振器。

＜８＞　前記第１の電極及び前記第２の電極は、Ｐｔ、Ｗ、Ｍｏ、Ｒｕ及びＩｒの少なくとも一つを含む＜１＞～＜７＞の何れか一つに記載のＢＡＷ共振器。

＜９＞　前記圧電体層は、ＭｇがドープされたＺｎＯを含む＜１＞～＜８＞の何れか一つに記載のＢＡＷ共振器。

＜１０＞　前記支持基材と前記第１の電極との間に、音響ミラー層を有し、

前記音響ミラー層は、高音響インピーダンス層と低音響インピーダンス層が交互に一対以上積層された積層体、又は前記支持基材と前記第１の電極の間に形成された空隙である＜１＞～＜９＞の何れか一つに記載のＢＡＷ共振

器。

＜１１＞　＜１＞～＜１０＞の何れか一つに記載のＢＡＷ共振器を備える電子機器。

[0118]　本出願は、２０２３年３月３０日に日本国特許庁に出願した特願２０２３－５５０３０号に基づいて優先権を主張し、前記出願に記載された全ての内容を援用する。

符号の説明

[0119]　１Ａ～１Ｅ　ＢＡＷ共振器

１０　支持基材

２０　音響ミラー層

３０　第１の電極

４０　圧電体層

５０　第２の電極

６０　共振子領域規定層

１０１、２０１、３０１、４０１　主面（上面）

１０１ａ、２０１ａ、３０１ａ、４０１ａ　露出部分

３０２、４０２　端面

Ｓ　空間

請求の範囲

[請求項1] 支持基材上に、第１の電極、圧電体層及び第２の電極をこの順に積層して備え、

前記圧電体層の前記第２の電極と接する側の面に前記第２の電極と離間して設けられ、金属層からなる共振子領域規定層を有し、

前記第１の電極は、前記圧電体層よりも外側に延伸され、

前記共振子領域規定層は、前記圧電体層の前記第２の電極側の面の一部と、前記圧電体層の端面とに設けられるＢＡＷ共振器。

[請求項2] 前記共振子領域規定層は、前記圧電体層の端面から前記第１の電極の露出部分にかけて連続して設けられている請求項１に記載のＢＡＷ共振器。

[請求項3] 前記第１の電極の露出部分が、前記第１の電極の前記圧電体層側の面と、前記第１の電極の端面とである請求項２に記載のＢＡＷ共振器。

[請求項4] 前記共振子領域規定層は、Ａｌ、Ｃｕ及びＡｕの少なくとも一つを含む請求項１に記載のＢＡＷ共振器。

[請求項5] 前記圧電体層の端面と前記第１の電極の表面に平行な面とのなす角が、９０°以下である請求項１に記載のＢＡＷ共振器。

[請求項6] 前記圧電体層の端面と前記第１の電極の表面に平行な面とのなす角が、９０°未満であり、

前記共振子領域規定層は、前記圧電体層の厚さより規定される共振周波数の波長λに対して、前記第２の電極から幅方向にλ／４以上離間されている請求項５に記載のＢＡＷ共振器。

[請求項7] 前記共振子領域規定層は、５０ｎｍ以上の厚さを有する請求項１に記載のＢＡＷ共振器。

[請求項8] 前記第１の電極及び前記第２の電極は、Ｐｔ、Ｗ、Ｍｏ、Ｒｕ及びＩｒの少なくとも一つを含む請求項１に記載のＢＡＷ共振器。

[請求項9] 前記圧電体層は、ＭｇがドープされたＺｎＯを含む請求項１に記載

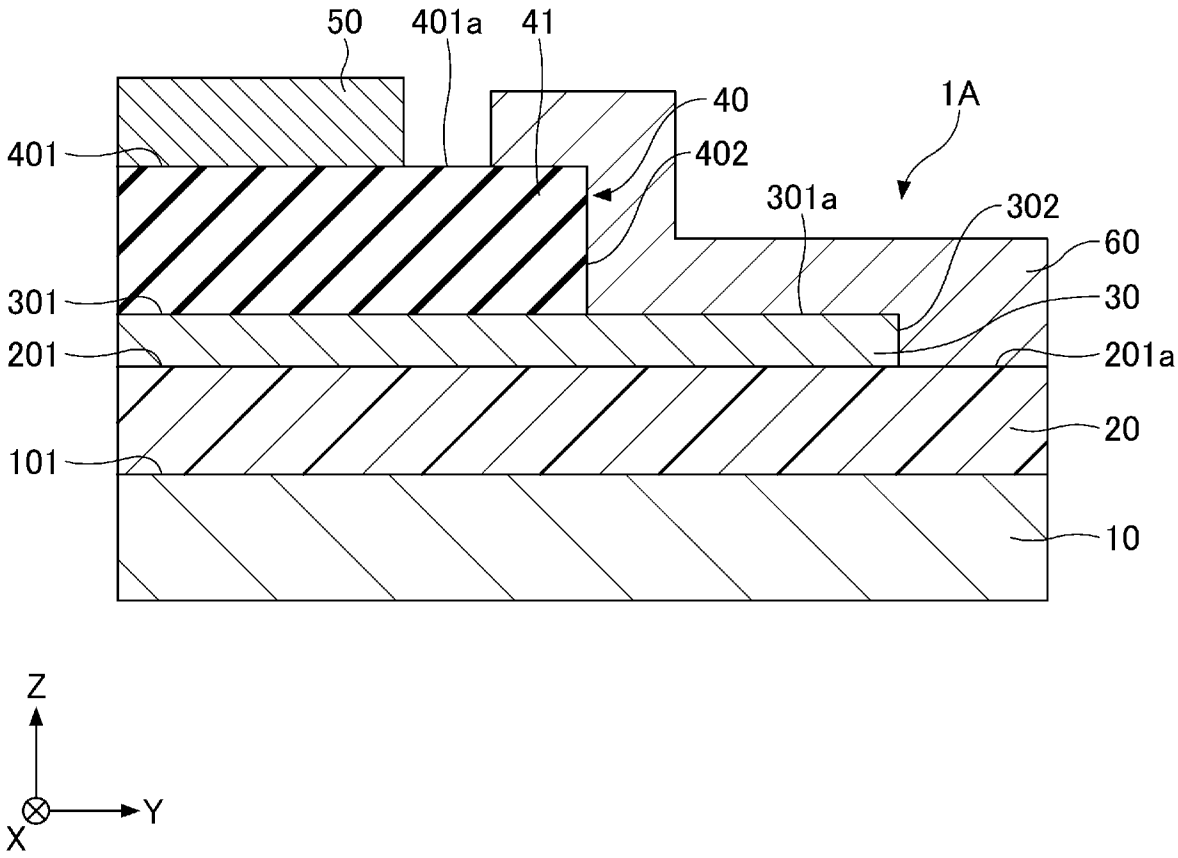
のＢＡＷ共振器。

[請求項10] 前記支持基材と前記第１の電極との間に、音響ミラー層を有し、

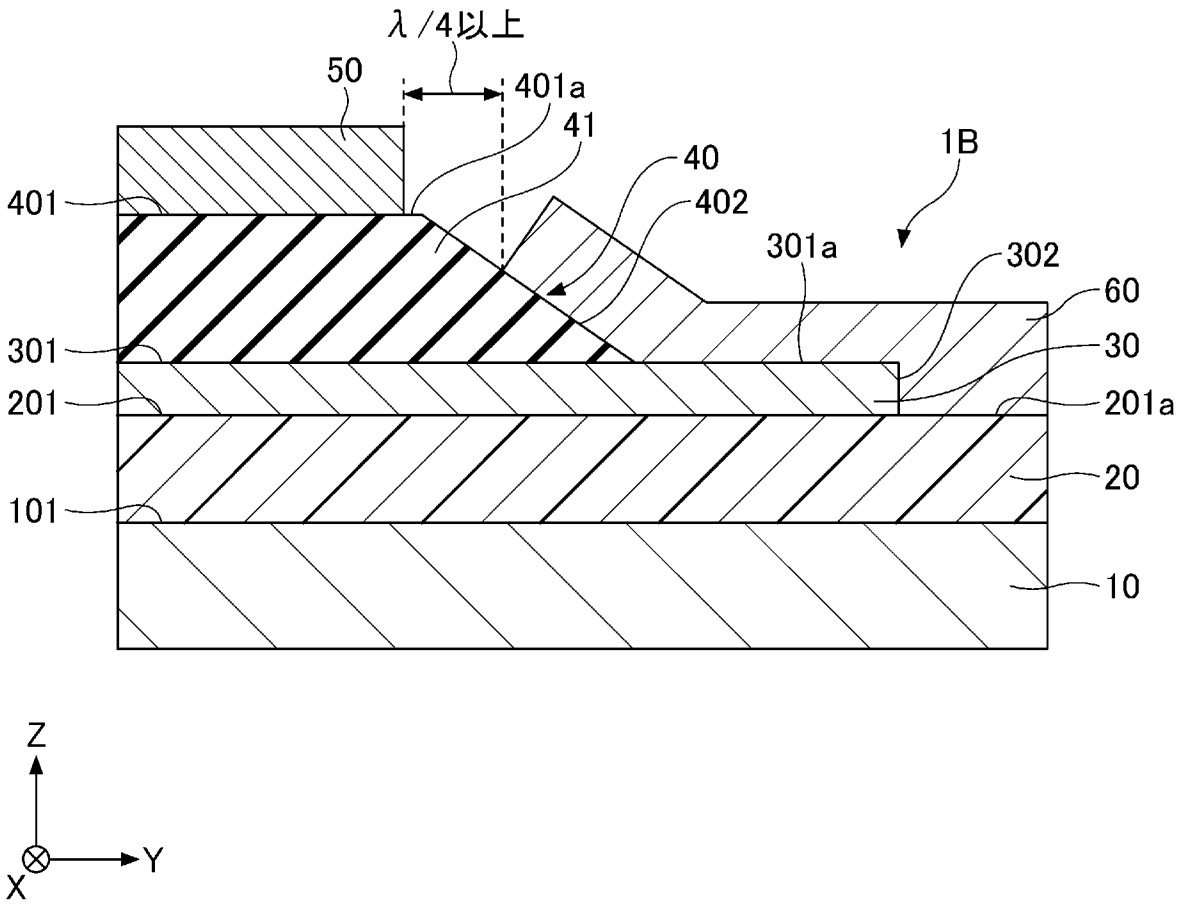
前記音響ミラー層は、高音響インピーダンス層と低音響インピーダンス層が交互に一対以上積層された積層体、又は前記支持基材と前記第１の電極の間に形成された空隙である請求項１に記載のＢＡＷ共振器。

[請求項11] 請求項１に記載のＢＡＷ共振器を備える電子機器。

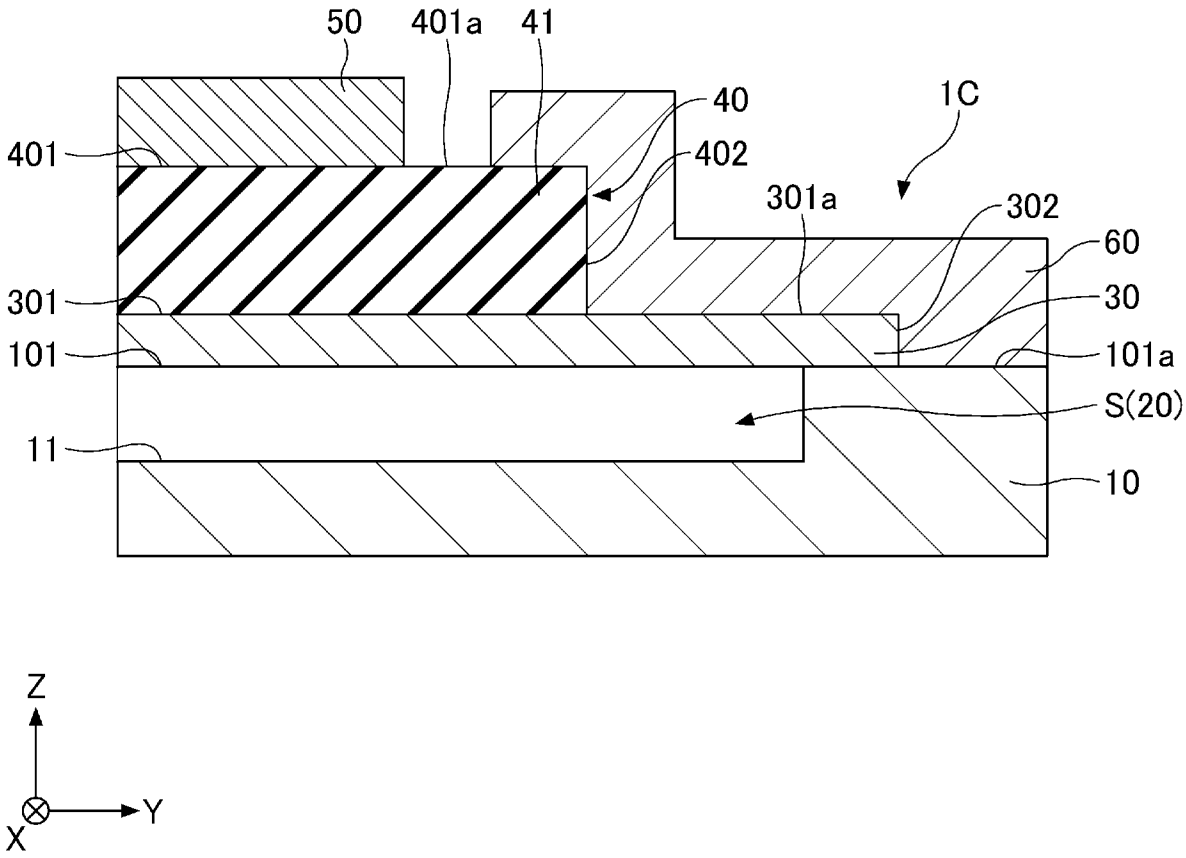
[図1]



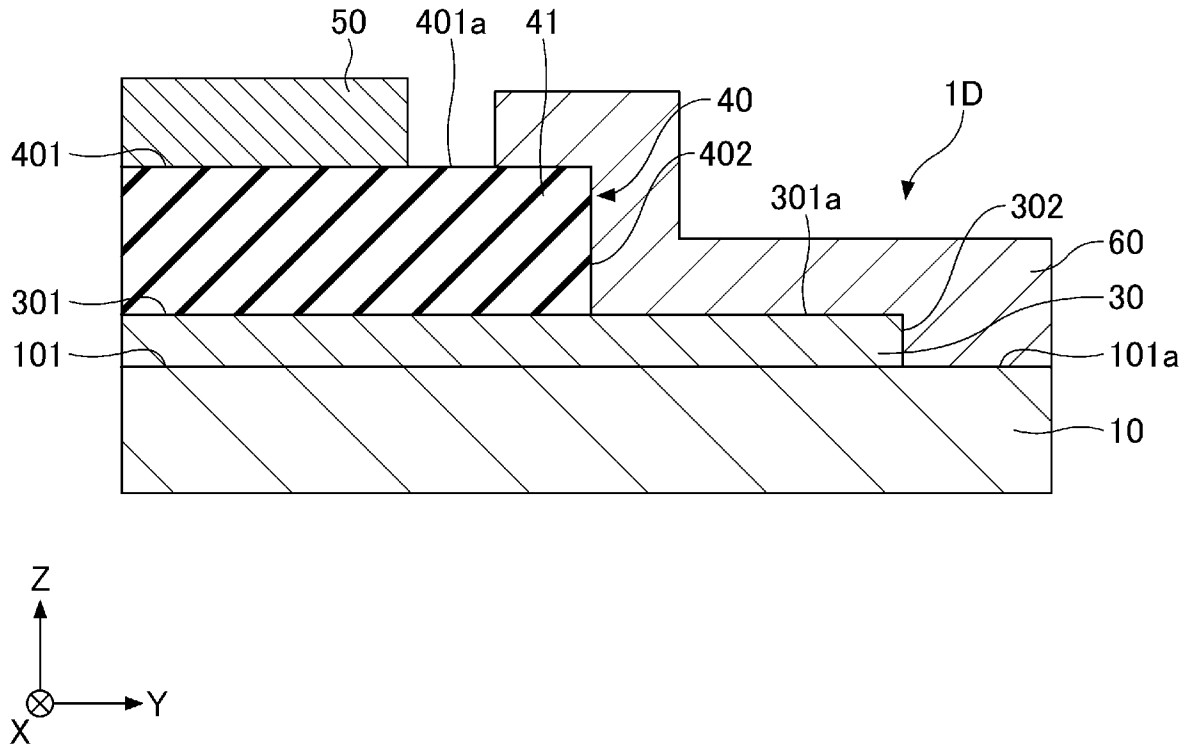
[図2]


λ/4以上
50
401a
41
40
402
1B
401
301a
302
60
301
30
201
201a
20
101
10
Z
Y
X

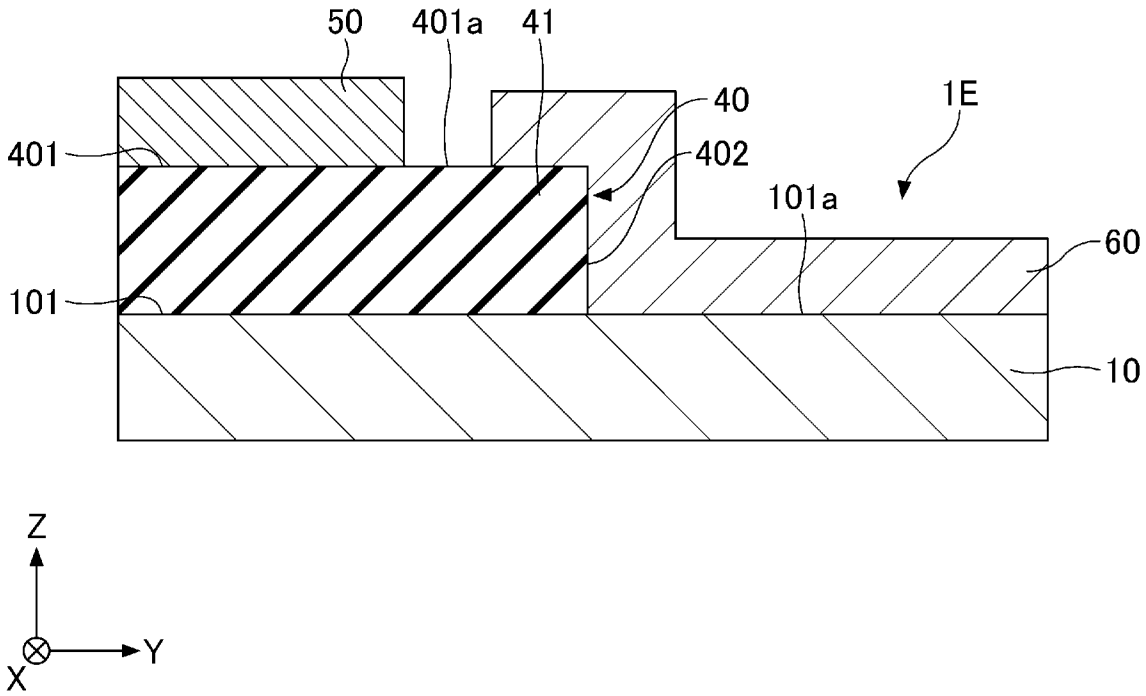
[図3]


50
401a
41
40
1C
401
402
301a
302
60
301
30
101
101a
S(20)
11
10
Z
Y
X

[図4]


50
401a
41
40
1D
401
402
301a
302
60
301
30
101
101a
10
Z
Y
X

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/009661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H 9/17(2006.01)i; ***H10N 30/076***(2023.01)i; ***H10N 30/87***(2023.01)i; ***H10N 30/853***(2023.01)i
FI: H03H9/17 F; H10N30/87; H10N30/853; H10N30/076

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)

H03H9/17; H10N30/076; H10N30/87; H10N30/853

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 2019-134221 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 08 August 2019 (2019-08-08) paragraphs [0021]-[0035], fig. 1-2, 8-12	1-4, 7-11
Y	paragraphs [0021]-[0035], fig. 1-2, 8-12	5-6
X	JP 2017-158161 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 07 September 2017 (2017-09-07) paragraphs [0022]-[0035], fig. 1-3, 5, 13-15, 17	1-11
Y	paragraphs [0022]-[0035], fig. 1-3, 5, 13-15, 17	5-6
Y	JP 2019-016835 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 31 January 2019 (2019-01-31) paragraphs [0033]-[0038], fig. 2-3	5-6

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
07 May 2024	**21 May 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/009661

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-134221 A	08 August 2019	(Family: none)	
JP 2017-158161 A	07 September 2017	US 2017/0257076 A1 paragraphs [0028]-[0041], fig. 1-3, 5, 13-15, 17	
JP 2019-016835 A	31 January 2019	US 2019/0007029 A1 paragraphs [0033]-[0038], fig. 2-3	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/009661

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H03H 9/17(2006.01)i; H10N 30/076(2023.01)i; H10N 30/87(2023.01)i; H10N 30/853(2023.01)i
FI: H03H9/17 F; H10N30/87; H10N30/853; H10N30/076

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））

H03H9/17; H10N30/076; H10N30/87; H10N30/853

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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	JP 2019-134221 A (太陽誘電株式会社) 08.08.2019 (2019-08-08) 段落[0021]-[0035],[図1]-[図2],[図8]-[図12]	1-4,7-11
Y	段落[0021]-[0035],[図1]-[図2],[図8]-[図12]	5-6
X	JP 2017-158161 A (太陽誘電株式会社) 07.09.2017 (2017-09-07) 段落[0022]-[0035],[図1]-[図3],[図5],[図13]-[図15],[図17]	1-11
Y	段落[0022]-[0035],[図1]-[図3],[図5],[図13]-[図15],[図17]	5-6
Y	JP 2019-016835 A (太陽誘電株式会社) 31.01.2019 (2019-01-31) 段落[0033]-[0038],[図2]-[図3]	5-6

☐ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
07.05.2024	21.05.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
石田　昌敏 5G 4181
電話番号 03-3581-1101 内線 3524

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/009661

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-134221 A	08.08.2019	（ファミリーなし）	
JP 2017-158161 A	07.09.2017	US 2017/0257076 A1 段落[0028]-[0041],[図1]-[図3],[図5],[図13]-[図15],[図17]	
JP 2019-016835 A	31.01.2019	US 2019/0007029 A1 段落[0033]-[0038],[図2]-[図3]	