

(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
2022年5月19日(19.05.2022)



(10) 国際公開番号

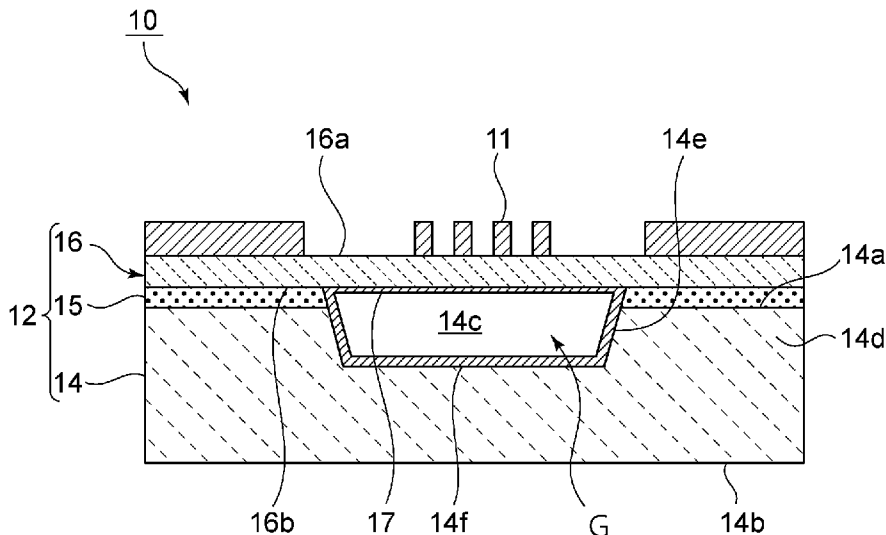
WO 2022/102417 A1

- (51) 国際特許分類:
G01H 11/08 (2006.01) *H01L 41/187* (2006.01)
H01L 41/047 (2006.01) *H01L 41/23* (2013.01)
H01L 41/113 (2006.01) *G01J 5/44* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/039764
- (22) 国際出願日: 2021年10月28日(28.10.2021)
- (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:
63/112,243 2020年11月11日(11.11.2020) US
63/176,578 2021年4月19日(19.04.2021) US
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
- JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 井上 和 則 (INOUE, Kazunori);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
久保 新太郎 (KUBO, Shintaro); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所 (MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8 号 中央大通 F N ビル 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,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置

図2



(57) Abstract: Provided is an elastic wave device having excellent heat dissipation. This elastic wave device 10 comprises: a support member including a support substrate 14; a piezoelectric layer 16 provided on the support member; and an IDT electrode 11 provided on a first main surface 16a of the piezoelectric layer 16, wherein the support member is provided with an air gap part 14c that is open to the piezoelectric layer 16 side, the support member 14 has an inner wall 14e facing the air gap 14c, and a highly thermally conductive film 17 is directly or indirectly laminated on at least a portion of a second main surface 16b of the piezoelectric layer 16, and further reaches the inner wall 14e of the support member 14.

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, IT, 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, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), 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: 放熱性に優れた、弾性波装置を提供する。支持基板 14 を含む支持部材と、支持部材上に設けられている圧電層 16 と、圧電層 16 の第 1 の主面 16 a に設けられた I D T 電極 11 と、を備え、支持部材に、圧電層 16 側に開口しているエアギャップ部 14 c が設けられており、支持部材 14 が、エアギャップ部 14 c に面している内側壁 14 e を有し、高熱伝導膜 17 が、圧電層 16 の第 2 の主面 16 b の少なくとも一部に直接または間接に積層されており、さらに支持部材 14 の内側壁 14 e に至っている、弾性波装置 10。

明 細 書

発明の名称： 弾性波装置

記述分野

[0001] 本発明は、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムからなる圧電層を有する弾性波装置に関する。

背景技術の説明

[0002] 従来、ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムからなる圧電層を有する弾性波装置が知られている。例えば、下記の特許文献1では、キャビティを有する支持基板上に、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムからなる圧電層を設けた弾性波装置が開示されている。この弾性波装置では、キャビティの上方において、圧電層の上面にIDT電極が設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第10491192号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載のような従来の弾性波装置では、放熱性の改善が求められている。

[0005] 本発明の目的は、放熱性に優れた弾性波装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、支持基板を含む支持部材と、前記支持部材上に設けられており、対向し合う第1、第2の主面を有する圧電層と、前記圧電層の前記第1の主面に設けられており、複数本の電極指を有するIDT電極と、を備え、前記支持部材に、前記圧電層側に開口しているエアギャップ部が設けられており、前記エアギャップ部が、前記支持部材の厚み方向において、前記IDT電極の少なくとも一部と重なっており、前記支持部材が、前記エアギャップ部に面している内側壁を有し、前記圧電層の前記第2の主面の少なくとも一

部に直接または間接に積層されており、さらに前記支持部材の前記内側壁に至っており、前記圧電層よりも熱伝導率の高い高熱伝導膜をさらに備える。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、放熱性に優れた弾性波装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の断面図であり、図1のI-I線に沿う部分の断面図である。

[図3]図3(a)～図3(d)は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の製造方法の一例を説明するための各正面断面図である。

[図4]図4(a)～図4(c)は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置の製造方法の一例を説明するための各正面断面図である。

[図5]図5(a)及び図5(b)は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置の製造方法の一例を説明するための各正面断面図である。

[図6]図6(a)～図6(d)は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置の製造方法の他の例を説明するための各正面断面図である。

[図7]図7(a)～図7(c)は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置の製造方法の他の例を説明するための各正面断面図である。

[図8]図8は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図9]図9は、本発明の第3の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図10]図10は、本発明の第4の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図11]図11は、本発明の第5の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図12]図12は、本発明の第6の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図13]図13(a)及び図13(b)は、厚み滑りモードを利用した弾性波装置の外観を示す略図的斜視図及び圧電層上の電極構造を示す平面図である。

[図14]図14は、図13(a)中のA-A線に沿う部分の断面図である。

[図15]図15(a)は、従来の弾性波装置の圧電膜を伝搬するラム波を説明するための模式的正面断面図であり、図15(b)は、厚み滑りモードを利用した弾性波装置の振動を説明するための模式的正面断面図である。

[図16]図16は、厚み滑りモードのバルク波の振幅方向を説明するための図である。

[図17]図17は、厚み滑りモードを利用した弾性波装置の共振特性を示す図である。

[図18]図18は、隣り合う電極指の中心間距離を p 、圧電層の厚みを d とした場合の $d/2p$ と共振子としての比帯域との関係を示す図である。

[図19]図19は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置を示す平面図である

[図20]図20は、 d/p を限りなく0に近づけた場合の LiNbO_3 のオイラー角(0° , θ , ϕ)に対する比帯域のマップを示す図である。

[図21]図21は、 $d/2p$ と、メタライゼーション比 MR と、比帯域との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0010] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。図2は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置の断面図である。なお、図2は、図1中のI-I線に沿う部分の断面図である。

[0011] 図2に示すように、弾性波装置10は、圧電性基板12と、圧電性基板12上に設けられたIDT電極11とを有する。圧電性基板12は、支持部材としての支持基板14と、誘電体層15と、圧電層16とを有する。支持基

板 1 4 上に、誘電体層 1 5 を介して、圧電層 1 6 が設けられている。

[0012] 支持基板 1 4 は第 1 の主面 1 4 a 及び第 2 の主面 1 4 b を有する。第 1 の主面 1 4 a 及び第 2 の主面 1 4 b は互いに対向している。第 1 の主面 1 4 a には凹部 1 4 c が設けられている。さらに、支持基板 1 4 は支持部 1 4 d を有する。支持部 1 4 d は、凹部 1 4 c を囲んでおり、かつ誘電体層 1 5 を介して圧電層 1 6 を支持している部分である。

[0013] 圧電層 1 6 は、凹部 1 4 c を塞ぐように、誘電体層 1 5 上に設けられている。本実施形態では、この凹部 1 4 c が、エアギャップ部 G を構成している。エアギャップ部 G は、支持基板 1 4、誘電体層 1 5 及び圧電層 1 6 により囲まれている。

[0014] 圧電層 1 6 は、第 1 の主面 1 6 a 及び第 2 の主面 1 6 b を有する。第 1 の主面 1 6 a 及び第 2 の主面 1 6 b は互いに対向している。第 1 の主面 1 6 a 及び第 2 の主面 1 6 b のうち第 2 の主面 1 6 b が支持基板 1 4 側の主面である。

[0015] 圧電層 1 6 は、 LiNbO_3 などのニオブ酸リチウム、または LiTaO_3 などのタンタル酸リチウムからなる。なお、本明細書において、ある部材がある材料からなるとは、弾性波装置の電気的特性が劣化しない程度の微量な不純物が含まれる場合を含む。

[0016] 図 1 に示すように、圧電層 1 6 の第 1 の主面 1 6 a に I D T 電極 1 1 が設けられている。I D T 電極 1 1 は、第 1 のバスバー 2 2 及び第 2 のバスバー 2 3 と、複数の第 1 の電極指 2 4 及び複数の第 2 の電極指 2 5 とを有する。第 1 のバスバー 2 2 及び第 2 のバスバー 2 3 は互いに対向している。複数の第 1 の電極指 2 4 は周期的に配置されている。複数の第 1 の電極指 2 4 の一端はそれぞれ、第 1 のバスバー 2 2 に接続されている。複数の第 2 の電極指 2 5 は周期的に配置されている。複数の第 2 の電極指 2 5 の一端はそれぞれ、第 2 のバスバー 2 3 に接続されている。複数の第 1 の電極指 2 4 及び複数の第 2 の電極指 2 5 は互いに間挿し合っている。第 1 の主面 1 6 a には、配線電極 2 2 a, 2 3 a が設けられている。配線電極 2 2 a, 2 3 a は、I D

T電極11に電氣的に接続されている。

[0017] 隣り合う第1の電極指24及び第2の電極指25が互いに対向する方向を電極指対向方向とする。本実施形態では、電極指対向方向は、複数の第1の電極指24及び複数の第2の電極指25が延びる方向と直交している。以下においては、第1の電極指24及び第2の電極指25を単に電極指と記載することがある。

[0018] なお、エアギャップ部Gは、支持部材の厚み方向で、IDT電極11の少なくとも一部と重なっておればよい。

[0019] 弾性波装置10では、IDT電極11に交流電圧を印加することにより、弾性波が励振される。弾性波装置10は、例えば厚み滑りモードのバルク波を利用可能なように構成されている。この厚み滑りモードのバルク波を利用した弾性波装置の最適な形態については、図13以降を参照して後述する。

[0020] 図1に示すように、弾性波装置10では、支持基板14が、エアギャップ部Gに面している内側壁14eを有する。また、エアギャップ部Gにおいて、支持基板14は、圧電層16に対向している底面14fを有する。エアギャップ部Gにおいて、圧電層16の第2の主面16bに高熱伝導膜17が積層されている。高熱伝導膜17は、第2の主面16bに直接積層されている。もっとも、第2の主面16bに間接に高熱伝導膜17が積層されていてもよい。

[0021] 高熱伝導膜17は、圧電層16よりも熱伝導率が高い。このような熱伝導率の高い材料により、高熱伝導膜17が構成されている。熱伝導率が高い材料としては、金属、圧電単結晶よりも熱伝導率が高い絶縁体などを挙げることができる。

[0022] 高熱伝導膜17は、圧電層16の第2の主面16bから支持基板14の内側壁14eに至っており、さらに、本実施形態では、高熱伝導膜17は、凹部14cの底面14f上に至るように設けられている。すなわち、本実施形態では、高熱伝導膜17は、エアギャップ部Gを取り囲むように設けられている。

- [0023] 従来、エアギャップ部の上方に、圧電層が設けられている構造では、励振により生じた熱が、圧電層から外部に逃がされにくいという問題があった。より具体的には、IDT電極を駆動すると、圧電層のIDT電極が設けられている領域において、熱が発生する。ところが、圧電層の下方にエアギャップ部が存在すると、発生した熱が逃がされがたい。すなわち、放熱性が低いという問題があった。
- [0024] これに対して、弾性波装置10では、上記高熱伝導膜17が設けられているため、励振により生じた熱が、高熱伝導膜17を介してエアギャップ部G側に速やかに逃がされる。従って、放熱性を効果的に高めることができる。
- [0025] 好ましくは、支持基板14及び誘電体層15の少なくとも一方の熱伝導率は、圧電層16の熱伝導率よりも高い。それによって、放熱性をより一層高めることができる。
- [0026] 支持基板14の熱伝導率が、圧電層16の熱伝導率よりも高いことが好ましい。それによって、放熱性をより効果的に高めることができる。
- [0027] なお、支持部材は、支持基板14のみにより構成されているが、支持基板14に、他の誘電体層や半導体層が積層されている構造を有していてもよい。
- [0028] 高熱伝導膜17は、好ましくは、上記のような熱伝導性が高い誘電体からなる誘電体膜である。誘電体としては、例えば、酸化アルミニウム、窒化ケイ素、ジルコニア、チタニアまたはグラフェンなどが好適である。上記誘電体としては、より好ましくは、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、窒化ケイ素または酸窒化ケイ素が用いられる。それによって、放熱性をより効果的に高めることができる。
- [0029] 高熱伝導膜17の厚みは、均一でもよいが、部分的に異なってもよい。図2に示すように、圧電層16の第2の主面16b上における高熱伝導膜17の厚みよりも、内側壁14e上及び底面14f上における高熱伝導膜17の厚みが厚くされていてもよい。
- [0030] 図3(a)～(d)及び図4(a)～図4(c)、並びに図5(a)及び

図5（b）を参照して弾性波装置10の製造方法の一例を説明する。

[0031] まず、図3（a）に示すように、支持基板14に、凹部14cを形成する。この凹部14cの形成は、第1の主面14a側からレジストの付与、パターニング、支持基板のエッチング及びレジストの除去により得ることができる。

[0032] 次に、図3（b）に示すように、凹部14cに、犠牲層18を設ける。この犠牲層18の形成は、犠牲層18の成膜、及び研削での平坦化により得ることができる。犠牲層18は、後述する工程で除去される材料からなる。

[0033] 次に、図3（c）に示すように、誘電体層15を積層する。誘電体層15を積層したのちに、誘電体層15上に、圧電基板16Aを接合する。

[0034] 次に、圧電基板16Aを研削する。それによって、図3（d）に示す圧電層16を形成する。

[0035] 次に、図4（a）に示すように、リフトオフ法により、IDT電極11及び配線電極22a、23aを形成する。

[0036] レジストの塗布、パターニング及び開口部Hの圧電体層16と誘電体層15をドライエッチングして後述の開口部Hに位置している圧電体層16と誘電体層15を除去したのち、レジスト層を除去する。それによって、図4（b）に示すように、開口部Hを圧電層16と誘電体層15に形成する。開口部Hは、犠牲層18を除去するために設けられている。

[0037] レジスト塗布、パターニングにより開口部H以外をレジストで保護し、開口部Hから犠牲層18と誘電体層を除去するためのそれぞれエッチング液を注入し、除去し、その後、レジストを除去する。それによって、図4（c）に示すように、犠牲層18と誘電体層15とを除去する。このようにして、エアギャップ部Gが設けられる。

[0038] 次に、図5（a）に示すように、高熱伝導膜17を成膜する。この成膜は、ALD（Atomic Layer Deposition）またはCVDなどの方法により行うことができる。好ましくは、ALD成膜法が用いられる。それによって、高熱伝導膜17を高精度の厚みにて形成することができる。

きる。

[0039] 次に、図5（b）に示すように、イオンミリングにより、IDT電極11や配線電極22a、23a上のALD層（高熱伝導膜17）を除去する。図示のように、開口部Hの側壁に、高熱伝導膜17が残存していてもよい。

[0040] なお、イオンミリングに際しては、Arビームなどのイオンビームを用いることができる。

[0041] 図6（a）～図6（d）及び図7（a）～図7（c）を参照して、第1の実施形態の弾性波装置10の製造方法の他の例を説明する。

[0042] まず、図6（a）に示すように、圧電基板16A上に、犠牲層18を形成する。犠牲層18は、レジストの塗布、パターニング、犠牲層18のエッチング及びレジストの除去により形成することができる。

[0043] 次に、図6（b）に示すように、誘電体からなる接合層としての誘電体層15Aを形成する。誘電体層15Aは、例えば、誘電体層を成膜後、研削により平坦化して形成する。

[0044] 次に、図6（c）に示すように、誘電体層15A上に、支持基板14を積層する。すなわち、接合層としての誘電体層15Aを用いることにより、圧電基板16Aと、支持基板14とを接合することができる。

[0045] 次に、図6（d）に示すように、圧電基板16Aを研削し、薄くする。それによって、圧電層16を形成する。

[0046] 次に、図7（a）に示すように、IDT電極11及び配線電極22a、23aを形成する。IDT電極11及び配線電極22a、23aは、例えば、リフトオフ法により形成することができる。

[0047] 次に、図7（b）に示すように、開口部Hを設ける。開口部Hは、レジストの塗布、パターニング、開口部Hの圧電体層16のドライエッチング及びレジストの除去により形成することができる。

[0048] 次に、図7（c）に示すように、犠牲層18を除去する。犠牲層18の除去は、レジストの塗布、パターニング、開口部Hからの犠牲層のエッチング液の注入による犠牲層の除去及びレジストの除去により行うことができる。

[0049] しかる後、図5（a）及び図5（b）に示したように、高熱伝導膜17を形成すればよい。

[0050] なお、本発明における弾性波装置の製造方法は上記各例に限定されない。

[0051] 図8は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。弾性波装置31では、高熱伝導膜17が圧電層16の第2の主面16b上から、支持部材としての支持基板14の内側壁14eの途中に至るように設けられている。すなわち、高熱伝導膜17は、支持基板14の凹部14cの底面14fには至らないように設けられている。このように、高熱伝導膜17は、圧電層16の第2の主面16bに直接または間接に積層された部分と、第2の主面16bに連なる支持基板14の内側壁14eの少なくとも一部に設けられていた部分とを有してさえおればよい。それによって、放熱性を効果的に高めることができる。

[0052] 図9は、本発明の第3の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。弾性波装置32では、付加膜33が設けられている。また、誘電体層15が設けられている。その他の構成は、弾性波装置32は弾性波装置31と同様である。付加膜33は、圧電層16の第2の主面16bの全面に積層されている。そして、支持基板14に対して、誘電体層15及び付加膜33を介して圧電層16が積層されている。

[0053] 高熱伝導膜17は、IDT電極11と対向している第2の主面16b上に直接積層されていない。すなわち、高熱伝導膜17は、第2の主面16bのエアギャップ部Gに面している部分上において、付加膜33を介して積層されている。

[0054] 付加膜33が設けられていても、高熱伝導膜17により、放熱性を高めることができる。すなわち、付加膜33は支持部材よりも熱伝導率が低くてもよい。付加膜33としては、好ましくは、圧電層16よりも熱伝導率が高い材料からなる膜が用いられる。

[0055] もっとも、付加膜33の厚みが薄ければ、熱伝導率は圧電層16より低くてもよく、その場合であっても、下面に高熱伝導膜17が存在するため、放

熱性を高めることができる。このように、高熱伝導膜 17 は、圧電層 16 の第 2 の主面 16 b に間接に積層されていてもよい。

[0056] 図 10 は、本発明の第 4 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。弾性波装置 40 では、支持基板 14 上に、直接圧電層 16 が積層されている。また、支持部材は支持基板 14 のみからなる。そして、圧電層 16 の第 2 の主面に臨むエアギャップ部 G は、支持基板 14 に設けられた貫通孔 14 g により形成されている。このように、支持基板 14 において、第 1 の主面 14 a から第 2 の主面 14 b に貫通している貫通孔 14 g を設け、それによってエアギャップ部 G を設けてもよい。

[0057] 弾性波装置 40 において、高熱伝導膜 17 が、圧電層 16 の第 2 の主面 16 b から支持基板 14 の内側壁 14 e に至るように設けられている。それによって、放熱性が高められている。

[0058] 図 11 は、本発明の第 5 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。弾性波装置 50 では、支持基板 14 において、エアギャップ部 G に面している内側壁 14 e が、凸部 14 e1 を有する。高熱伝導膜 17 は、内側壁 14 e の凹凸部を覆うように、さらに底面 14 f に至っている。このように、支持基板 14 の内側壁 14 e に、少なくとも一部に、凸部 14 e1 を設けてもよい。その場合には、高熱伝導膜 17 の表面積が増加する。そのため、放熱性をより一層高めることができる。

[0059] 図 12 は、本発明の第 6 の実施形態に係る弾性波装置を説明するための部分切り欠き斜視図である。

[0060] 弾性波装置 81 は、支持基板 82 を有する。支持基板 82 には、上面に開いた凹部が設けられている。支持基板 82 上に圧電層 83 が積層されている。それによって、エアギャップ部 9 が構成されている。このエアギャップ部 9 の上方において圧電層 83 上に、IDT 電極 84 が設けられている。IDT 電極 84 の弾性波伝搬方向両側に、反射器 85, 86 が設けられている。図 12 において、エアギャップ部 9 の外周縁を破線で示す。ここでは、IDT 電極 84 は、第 1, 第 2 のバスバー 84 a, 84 b と、複数本の第 1 の電

極指としての電極 8 4 c 及び複数本の第 2 の電極指としての電極 8 4 d とを有する。複数本の電極 8 4 c は、第 1 のバスバー 8 4 a に接続されている。複数本の電極 8 4 d は、第 2 のバスバー 8 4 b に接続されている。複数本の電極 8 4 c と、複数本の電極 8 4 d とは間挿し合っている。

[0061] エアギャップ部 9 において、圧電層 8 3 の下方から凹部の内側壁に至るように、高熱伝導膜 8 7 が設けられている。

[0062] 弾性波装置 8 1 では、上記エアギャップ部 9 上の I D T 電極 8 4 に、交流電界を印加することにより、板波としてのラム波が励振される。そして、反射器 8 5, 8 6 が両側に設けられているため、上記ラム波による共振特性を得ることができる。このように、本発明の弾性波装置は、板波を利用するものであってもよい。

[0063] 以下、本発明の弾性波装置が好適に用いられる、厚み滑りモードのバルク波を利用した弾性波装置について説明する。以下の例における支持部材は、本発明における支持基板に相当する。

[0064] 図 1 3 (a) は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の外観を示す略図的斜視図であり、図 1 3 (b) は、圧電層上の電極構造を示す平面図であり、図 1 4 は、図 1 3 (a) 中の A - A 線に沿う部分の断面図である。

[0065] 弾性波装置 1 は、 LiNbO_3 からなる圧電層 2 を有する。圧電層 2 は、 LiTaO_3 からなるものであってもよい。 LiNbO_3 や LiTaO_3 のカット角は、Z カットであるが、回転 Y カットや X カットであってもよい。圧電層 2 の厚みは、特に限定されないが、厚み滑りモードを効果的に励振するには、40 nm 以上、1000 nm 以下であることが好ましく、50 nm 以上、1000 nm 以下であることがより好ましい。圧電層 2 は、対向し合う第 1, 第 2 の主面 2 a, 2 b を有する。第 1 の主面 2 a 上に、電極指 3 及び電極指 4 が設けられている。図 1 3 (a) 及び図 1 3 (b) では、複数の電極指 3 が、第 1 のバスバー 5 に接続されている。複数の電極指 4 は、第 2 のバスバー 6 に接続されている。複数の電極指 3 及び複数の電極指 4 は、互いに間

挿し合っている。電極指3及び電極指4は、矩形形状を有し、長さ方向を有する。この長さ方向と直交する方向において、電極指3と、隣りの電極指4とが対向している。電極指3、4の長さ方向、及び、電極指3、4の長さ方向と直交する方向はいずれも、圧電層2の厚み方向に交叉する方向である。このため、電極指3と、隣りの電極指4とは、圧電層2の厚み方向に交叉する方向において対向しているともいえる。また、電極指3、4の長さ方向が図13(a)及び図13(b)に示す電極指3、4の長さ方向に直交する方向と入れ替わってもよい。すなわち、図13(a)及び図13(b)において、第1のバスバー5及び第2のバスバー6が延びている方向に電極指3、4を延ばしてもよい。その場合、第1のバスバー5及び第2のバスバー6は、図13(a)及び図13(b)において電極指3、4が延びている方向に延びることとなる。そして、一方電位に接続される電極指3と、他方電位に接続される電極指4とが隣り合う1対の構造が、上記電極指3、4の長さ方向と直交する方向に、複数対設けられている。ここで電極指3と電極指4とが隣り合うとは、電極指3と電極指4とが直接接触するように配置されている場合ではなく、電極指3と電極指4とが間隔を介して配置されている場合を指す。また、電極指3と電極指4とが隣り合う場合、電極指3と電極指4との間には、他の電極指3、4を含む、ホット電極やグラウンド電極に接続される電極は配置されない。この対数は、整数対である必要はなく、1.5対や2.5対などであってもよい。電極指3、4間の中心間距離すなわちピッチは、 $1\mu\text{m}$ 以上、 $10\mu\text{m}$ 以下の範囲が好ましい。また、電極指3、4の幅、すなわち電極指3、4の対向方向の寸法は、 50nm 以上、 1000nm 以下の範囲であることが好ましく、 150nm 以上、 1000nm 以下の範囲であることがより好ましい。なお、電極指3、4間の中心間距離とは、電極指3の長さ方向と直交する方向における電極指3の寸法（幅寸法）の中心と、電極指4の長さ方向と直交する方向における電極指4の寸法（幅寸法）の中心とを結んだ距離となる。

[0066] また、弾性波装置1では、Zカットの圧電層を用いているため、電極指3

、4の長さ方向と直交する方向は、圧電層2の分極方向に直交する方向となる。圧電層2として他のカット角の圧電体を用いた場合には、この限りでない。ここにおいて、「直交」とは、厳密に直交する場合のみに限定されず、略直交（電極指3、4の長さ方向と直交する方向と分極方向とのなす角度が例えば $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$ の範囲内）でもよい。

[0067] 圧電層2の第2の主面2b側には、絶縁層7を介して支持部材8が積層されている。絶縁層7及び支持部材8は、枠状の形状を有し、図14に示すように、開口部7a、8aを有する。それによって、エアギャップ部9は、圧電層2の励振領域Cの振動を妨げないために設けられている。従って、上記支持部材8は、少なくとも1対の電極指3、4が設けられている部分と重ならない位置において、第2の主面2bに絶縁層7を介して積層されている。なお、絶縁層7は設けられずともよい。従って、支持部材8は、圧電層2の第2の主面2bに直接または間接に積層され得る。

[0068] 絶縁層7は、酸化ケイ素からなる。もっとも、酸化ケイ素の他、酸窒化ケイ素、アルミナなどの適宜の絶縁性材料を用いることができる。支持部材8は、Siからなる。Siの圧電層2側の面における面方位は(100)や(110)であってもよく、(111)であってもよい。支持部材8を構成するSiは、抵抗率 $4\text{ k}\Omega$ 以上の高抵抗であることが望ましい。もっとも、支持部材8についても適宜の絶縁性材料や半導体材料を用いて構成することができる。

[0069] 支持部材8の材料としては、例えば、酸化アルミニウム、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶などの圧電体、アルミナ、マグネシア、サファイア、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、ジルコニア、コーズライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライトなどの各種セラミック、ダイヤモンド、ガラスなどの誘電体、窒化ガリウムなどの半導体などを用いることができる。

[0070] 上記複数の電極指3、4及び第1、第2のバスバー5、6は、Al、AlCu合金などの適宜の金属もしくは合金からなる。本実施形態では、電極指

3, 4 及び第 1, 第 2 のバスバー 5, 6 は、Ti 膜上に Al 膜を積層した構造を有する。なお、Ti 膜以外の密着層を用いてもよい。

[0071] 駆動に際しては、複数の電極指 3 と、複数の電極指 4 との間に交流電圧を印加する。より具体的には、第 1 のバスバー 5 と第 2 のバスバー 6 との間に交流電圧を印加する。それによって、圧電層 2 において励振される厚み滑りモードのバルク波を利用した、共振特性を得ることが可能とされている。また、弾性波装置 1 では、圧電層 2 の厚みを d 、複数対の電極指 3, 4 のうちいずれかの隣り合う電極指 3, 4 の中心間距離を p とした場合、 d/p は 0.5 以下とされている。そのため、上記厚み滑りモードのバルク波が効果的に励振され、良好な共振特性を得ることができる。より好ましくは、 d/p は 0.24 以下であり、その場合には、より一層良好な共振特性を得ることができる。

[0072] 弾性波装置 1 では、上記構成を備えるため、小型化を図ろうとして、電極指 3, 4 の対数を小さくしたとしても、 Q 値の低下が生じ難い。これは、両側の反射器における電極指の本数を少なくしても、伝搬ロスが少ないためである。また、上記電極指の本数を少なくできるのは、厚み滑りモードのバルク波を利用していることによる。弾性波装置で利用したラム波と、上記厚み滑りモードのバルク波の相違を、図 15 (a) 及び図 15 (b) を参照して説明する。

[0073] 図 15 (a) は、特許文献 1 に記載のような弾性波装置の圧電膜を伝搬するラム波を説明するための模式的正面断面図である。ここでは、圧電膜 201 中を矢印で示すように波が伝搬する。ここで、圧電膜 201 では、第 1 の主面 201a と、第 2 の主面 201b とが対向しており、第 1 の主面 201a と第 2 の主面 201b とを結ぶ厚み方向が Z 方向である。X 方向は、IDT 電極の電極指が並んでいる方向である。図 15 (a) に示すように、ラム波では、波が図示のように、X 方向に伝搬していく。板波であるため、圧電膜 201 が全体として振動するものの、波は X 方向に伝搬するため、両側に反射器を配置して、共振特性を得ている。そのため、波の伝搬ロスが生じ、

小型化を図った場合、すなわち電極指の対数を少なくした場合、Q値が低下する。

[0074] これに対して、図15(b)に示すように、弾性波装置1では、振動変位は厚み滑り方向であるから、波は、圧電層2の第1の主面2aと第2の主面2bとを結ぶ方向、すなわちZ方向にほぼ伝搬し、共振する。すなわち、波のX方向成分がZ方向成分に比べて著しく小さい。そして、このZ方向の波の伝搬により共振特性が得られるため、反射器の電極指の本数を少なくしても、伝搬損失は生じ難い。さらに、小型化を進めようとして、電極指3, 4からなる電極指の対数を減らしたとしても、Q値の低下が生じ難い。

[0075] なお、厚み滑りモードのバルク波の振幅方向は、図16に示すように、圧電層2の励振領域Cに含まれる第1領域451と、励振領域Cに含まれる第2領域452とで逆になる。図16では、電極指3と電極指4との間に、電極指4が電極指3よりも高電位となる電圧が印加された場合のバルク波を模式的に示してある。第1領域451は、励振領域Cのうち、圧電層2の厚み方向に直交し圧電層2を2分する仮想平面VP1と、第1の主面2aとの間の領域である。第2領域452は、励振領域Cのうち、仮想平面VP1と、第2の主面2bとの間の領域である。

[0076] 上記のように、弾性波装置1では、電極指3と電極指4とからなる少なくとも1対の電極が配置されているが、X方向に波を伝搬させるものではないため、この電極指3, 4からなる電極指の対数は複数対ある必要はない。すなわち、少なくとも1対の電極が設けられてさえおればよい。

[0077] 例えば、上記電極指3がホット電位に接続される電極であり、電極指4がグラウンド電位に接続される電極である。もっとも、電極指3がグラウンド電位に、電極指4がホット電位に接続されてもよい。本実施形態では、少なくとも1対の電極は、上記のように、ホット電位に接続される電極またはグラウンド電位に接続される電極であり、浮き電極は設けられていない。

[0078] 図17は、図14に示す弾性波装置の共振特性を示す図である。なお、この共振特性を得た弾性波装置1の設計パラメータは以下の通りである。

圧電層 2 : オイラー角 (0° , 0° , 90°) の LiNbO_3 、厚み = 400 nm 。

電極指 3 と電極指 4 の長さ方向と直交する方向に視たときに、電極指 3 と電極指 4 とが重なっている領域、すなわち励振領域 C の長さ = $40\text{ }\mu\text{m}$ 、電極指 3, 4 からなる電極指の対数 = 21 対、電極指間中心距離 = $3\text{ }\mu\text{m}$ 、電極指 3, 4 の幅 = 500 nm 、 $d/p = 0.133$ 。

絶縁層 7 : $1\text{ }\mu\text{m}$ の厚みの酸化ケイ素膜。

支持部材 8 : Si。

[0079] なお、励振領域 C の長さとは、励振領域 C の電極指 3, 4 の長さ方向に沿う寸法である。

[0080] 本実施形態では、電極指 3, 4 からなる電極指対の電極指間距離は、複数対において全て等しくした。すなわち、電極指 3 と電極指 4 とを等ピッチで配置した。

[0081] 図 17 から明らかなように、反射器を有しないにも関わらず、比帯域が 12.5% である良好な共振特性が得られている。

[0082] ところで、上記圧電層 2 の厚みを d 、電極指 3 と電極指 4 との電極の中心間距離を p とした場合、前述したように、本実施形態では、 d/p は 0.5 以下、より好ましくは 0.24 以下である。これを、図 18 を参照して説明する。

[0083] 図 17 に示した共振特性を得た弾性波装置と同様に、但し $d/2p$ を変化させ、複数の弾性波装置を得た。図 18 は、この $d/2p$ と、弾性波装置の共振子としての比帯域との関係を示す図である。

[0084] 図 18 から明らかなように、 $d/2p$ が 0.25 を超えると、すなわち $d/p > 0.5$ では、 d/p を調整しても、比帯域は 5% 未満である。これに対して、 $d/2p \leq 0.25$ 、すなわち $d/p \leq 0.5$ の場合には、その範囲内で d/p を変化させれば、比帯域を 5% 以上とすることができ、すなわち高い結合係数を有する共振子を構成することができる。また、 $d/2p$ が 0.12 以下の場合、すなわち d/p が 0.24 以下の場合には、比帯域を

7%以上と高めることができる。加えて、 d/p をこの範囲内で調整すれば、より一層比帯域の広い共振子を得ることができ、より一層高い結合係数を有する共振子を実現することができる。従って、 d/p を0.5以下とすることにより、上記厚み滑りモードのバルク波を利用した、高い結合係数を有する共振子を構成し得ることがわかる。

[0085] 図19は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の平面図である。弾性波装置80では、圧電層2の第1の主面2a上において、電極指3と電極指4とを有する1対の電極が設けられている。なお、図19中のKが交叉幅となる。前述したように、電極指の対数は1対であってもよい。この場合においても、上記 d/p が0.5以下であれば、厚み滑りモードのバルク波を効果的に励振することができる。

[0086] 図20は、 d/p を限りなく0に近づけた場合の LiNbO_3 のオイラー角 $(0^\circ, \theta, \phi)$ に対する比帯域のマップを示す図である。図20のハッチングを付して示した部分が、少なくとも5%以上の比帯域が得られる領域であり、当該領域の範囲を近似すると、下記の式(1)、式(2)及び式(3)で表される範囲となる。

[0087] $(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意の}\phi)$ …式(1)

$(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50) 2 / 900) 1 / 2)$ または $(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, [180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50) 2 / 900) 1 / 2] \sim 180^\circ)$ …式(2)

$(0^\circ \pm 10^\circ, [180^\circ - 30^\circ (1 - (\phi - 90) 2 / 8100) 1 / 2] \sim 180^\circ, \text{任意の}\phi)$ …式(3)

[0088] 従って、上記式(1)、式(2)または式(3)のオイラー角範囲の場合、比帯域を十分に広くすることができ、好ましい。圧電層2がタンタル酸リチウム層である場合も同様である。

[0089] 図21は、 $d/2p$ と、メタライゼーション比MRと、比帯域との関係を示す図である。上記弾性波装置において、 $d/2p$ と、MRが異なる様々な

弾性波装置を構成し、比帯域を測定した。図21の破線Eの右側のハッチングを付して示した部分が、比帯域が17%以下の領域である。比帯域が17%以下である場合には、圧電層2の膜厚や電極指3, 4の寸法などを調整することにより、スプリアスを好適に小さくすることができる。ハッチングを付した領域と、付していない領域との境界は、 $MR = 3.5(d/2p) + 0.075$ で表される。すなわち、 $MR = 1.75(d/p) + 0.075$ である。従って、好ましくは、 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ である。その場合には、比帯域を17%以下としやすい。より好ましくは、図21中の一点鎖線E1で示す $MR = 3.5(d/2p) + 0.05$ の右側の領域である。すなわち、 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.05$ であれば、比帯域を確実に17%以下にすることができる。

符号の説明

- [0090] 1…弾性波装置
2…圧電層
2a…第1の主面
2b…第2の主面
3, 4…電極指
5, 6…第1, 第2のバスバー
7…絶縁層
7a…開口部
8…支持部材
8a…開口部
9…エアギャップ部
10…弾性波装置
11…IDT電極
12…圧電性基板
14…支持基板
14a, 14b…第1, 第2の主面

1 4 c …凹部
1 4 d …支持部
1 4 e …内側壁
1 4 e 1 …凸部
1 4 f …底面
1 4 g …貫通孔
1 5, 1 5 A …誘電体層
1 6 …圧電層
1 6 A …圧電基板
1 6 a, 1 6 b …第 1, 第 2 の主面
1 7 …高熱伝導膜
1 8 …犠牲層
2 2, 2 3 …第 1, 第 2 のバスバー
2 2 a, 2 3 a …配線電極
2 4, 2 5 …第 1, 第 2 の電極指
3 1, 3 2 …弾性波装置
3 3 …付加膜
4 0, 5 0, 8 0, 8 1 …弾性波装置
8 2 …支持基板
8 3 …圧電層
8 4 …I D T 電極
8 4 a, 8 4 b …第 1, 第 2 のバスバー
8 4 c, 8 4 d …電極
8 5, 8 6 …反射器
8 7 …高熱伝導膜
2 0 1 …圧電膜
2 0 1 a, 2 0 1 b …第 1, 第 2 の主面
4 5 1, 4 5 2 …第 1, 第 2 領域

C…励振領域

D…交叉領域

G…エアギャップ部

H…開口部

V P 1 …仮想平面

請求の範囲

- [請求項1] 支持基板を含む支持部材と、
 前記支持部材上に設けられており、対向し合う第1、第2の主面を有する圧電層と、
 前記圧電層の前記第1の主面に設けられており、複数本の電極指を有するIDT電極と、
 を備え、
 前記支持部材に、前記圧電層側に開口しているエアギャップ部が設けられており、前記エアギャップ部が、前記支持部材の厚み方向において、前記IDT電極の少なくとも一部と重なっており、
 前記支持部材が、前記エアギャップ部に面している内側壁を有し、
 前記圧電層の前記第2の主面の少なくとも一部に直接または間接に積層されており、さらに前記支持部材の前記内側壁に至っており、前記圧電層よりも熱伝導率の高い高熱伝導膜をさらに備える、弾性波装置。
- [請求項2] 前記支持部材が、前記支持基板と、前記支持基板及び前記圧電層の間に設けられている誘電体層とを有する、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記支持基板及び前記誘電体層の少なくとも一方の熱伝導率が、前記圧電層の熱伝導率よりも高い、請求項2に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記支持部材が、前記支持基板のみにより構成されている、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項5] 前記支持基板の熱伝導率が、前記圧電層の熱伝導率よりも高い、請求項4に記載の弾性波装置。
- [請求項6] 前記圧電層の前記第2の主面において、前記圧電層の前記第2の主面と前記高熱伝導膜との間に設けられており、前記支持部材よりも熱伝導率が低い材料からなる付加膜が設けられている、請求項1～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。

- [請求項7] 前記内側壁に凹凸部が設けられている、請求項1～6のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項8] 前記エアギャップ部において、前記支持部材が前記圧電層と対向している底面を有する、請求項1～7のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項9] 前記高熱伝導膜が、前記支持部材の前記エアギャップ部に位置している前記底面に至っている、請求項8に記載の弾性波装置。
- [請求項10] 前記エアギャップ部が、前記支持部材を貫通している貫通孔である、請求項1～7のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項11] 前記高熱伝導膜が誘電体膜である、請求項1～10のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項12] 前記高熱伝導膜が、ALD (Atomic Layer Deposition) 成膜法により形成されている、請求項1～11のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項13] 前記高熱伝導膜が、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、窒化ケイ素及び酸窒化ケイ素のうちの1種からなる、請求項12に記載の弾性波装置。
- [請求項14] 板波を利用可能に構成されている、請求項1～13のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項15] 厚み滑りモードのバルク波を利用可能に構成されている、請求項1～13のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項16] 前記圧電層の厚みを d 、隣り合う前記電極指同士の間隔を p とした場合、 d/p が0.5以下である、請求項15に記載の弾性波装置。
- [請求項17] d/p が0.24以下である、請求項16に記載の弾性波装置。
- [請求項18] 隣り合う前記電極指が対向している方向に視たときに重なっている領域が励振領域であり、前記励振領域に対する、前記複数の電極指のメタライゼーション比を MR としたときに、 $MR \leq 1.75 (d/p)$

) + 0.075 を満たす、請求項 16 または 17 に記載の弾性波装置。

[請求項19] 前記圧電層がタンタル酸リチウム層またはニオブ酸リチウム層である、請求項 1 ～ 18 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項20] 前記ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムのオイラー角 (ϕ , θ , ψ) が、以下の式 (1)、式 (2) または式 (3) の範囲にある、請求項 1 ～ 19 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

$$(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意の } \phi) \quad \cdots \text{式 (1)}$$

$$(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^\circ)^2 / 900)^{1/2}) \quad \text{または} \quad (0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, [180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50)^\circ)^2 / 900]^{1/2}) \sim 180^\circ) \quad \cdots \text{式 (2)}$$

$$(0^\circ \pm 10^\circ, [180^\circ - 30^\circ (1 - (\phi - 90)^\circ)^2 / 8100]^{1/2}) \sim 180^\circ, \text{任意の } \phi) \quad \cdots \text{式 (3)}$$

[請求項21] 支持基板を含む支持部材と、
前記支持部材上に設けられており、対向し合う第 1, 第 2 の主面を有する圧電層と、

前記圧電層の前記第 1 の主面に設けられており、複数本の電極指を有する I D T 電極と、を備え、

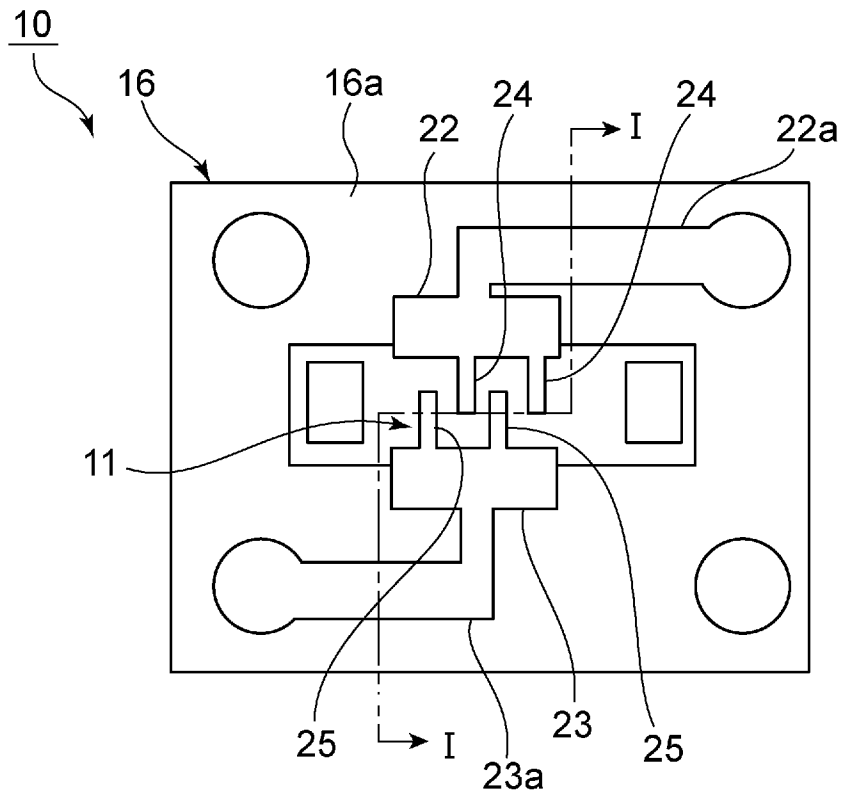
前記支持部材に、前記圧電層側に開口を有するエアギャップ部が設けられており、前記エアギャップ部が、前記支持部材の厚み方向において、前記 I D T 電極の少なくとも一部と重なっており、

前記支持部材が、前記エアギャップ部に面している内側壁を有する、構造体を用意する工程と、

前記構造体の前記エアギャップ部において、前記圧電層の前記第 2 の主面から前記支持部材の前記内側壁に至るように、前記圧電層よりも熱伝導率の高い材料からなる高熱伝導膜を形成する工程とを備える、弾性波装置の製造方法。

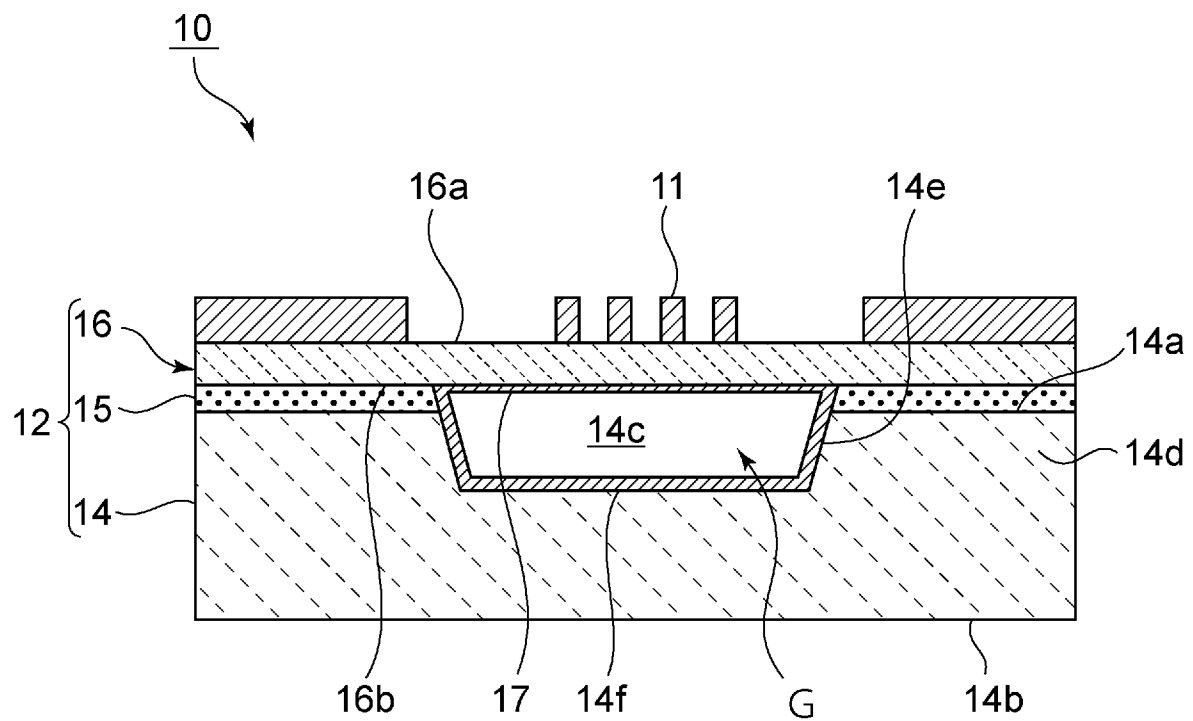
[図1]

図1



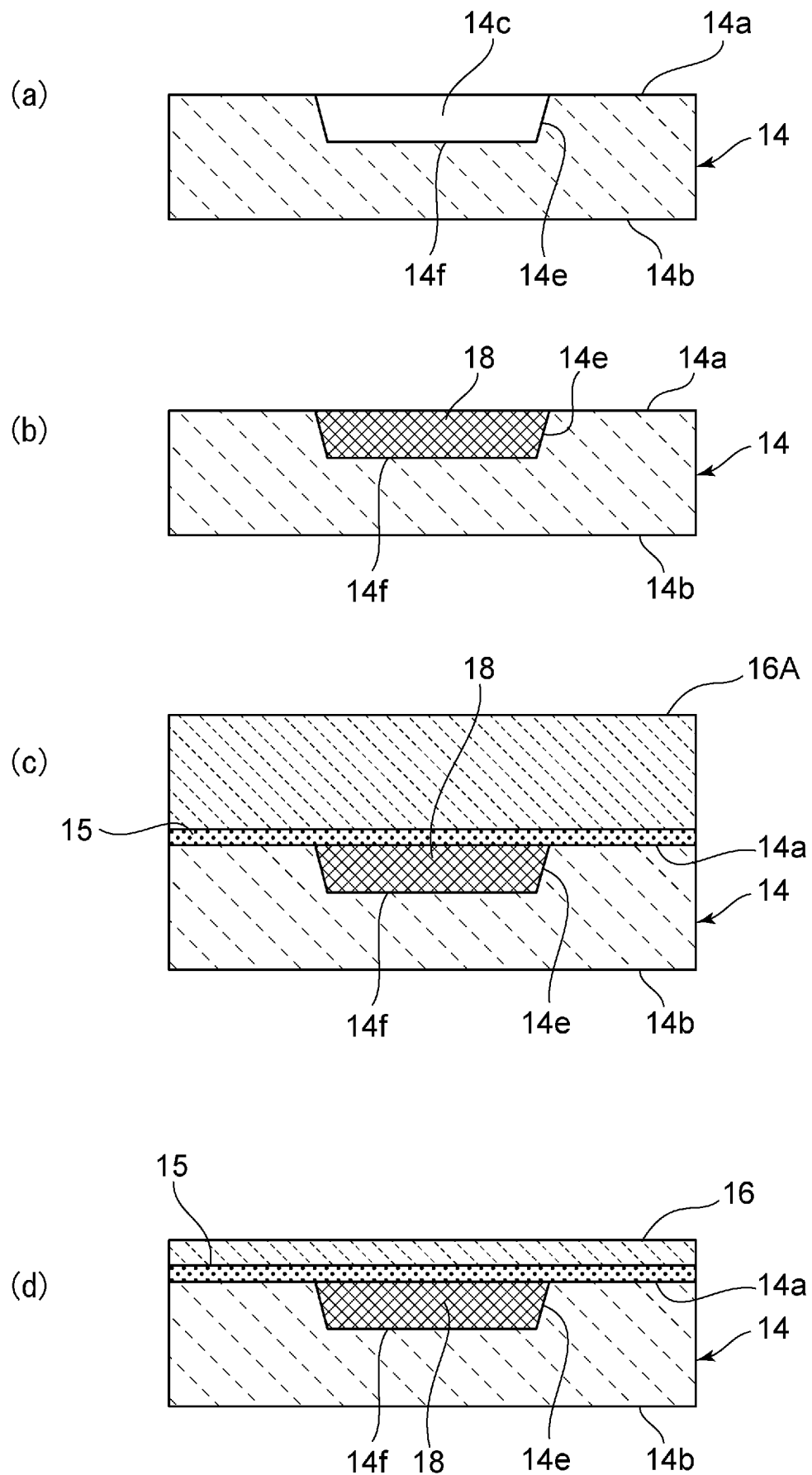
[図2]

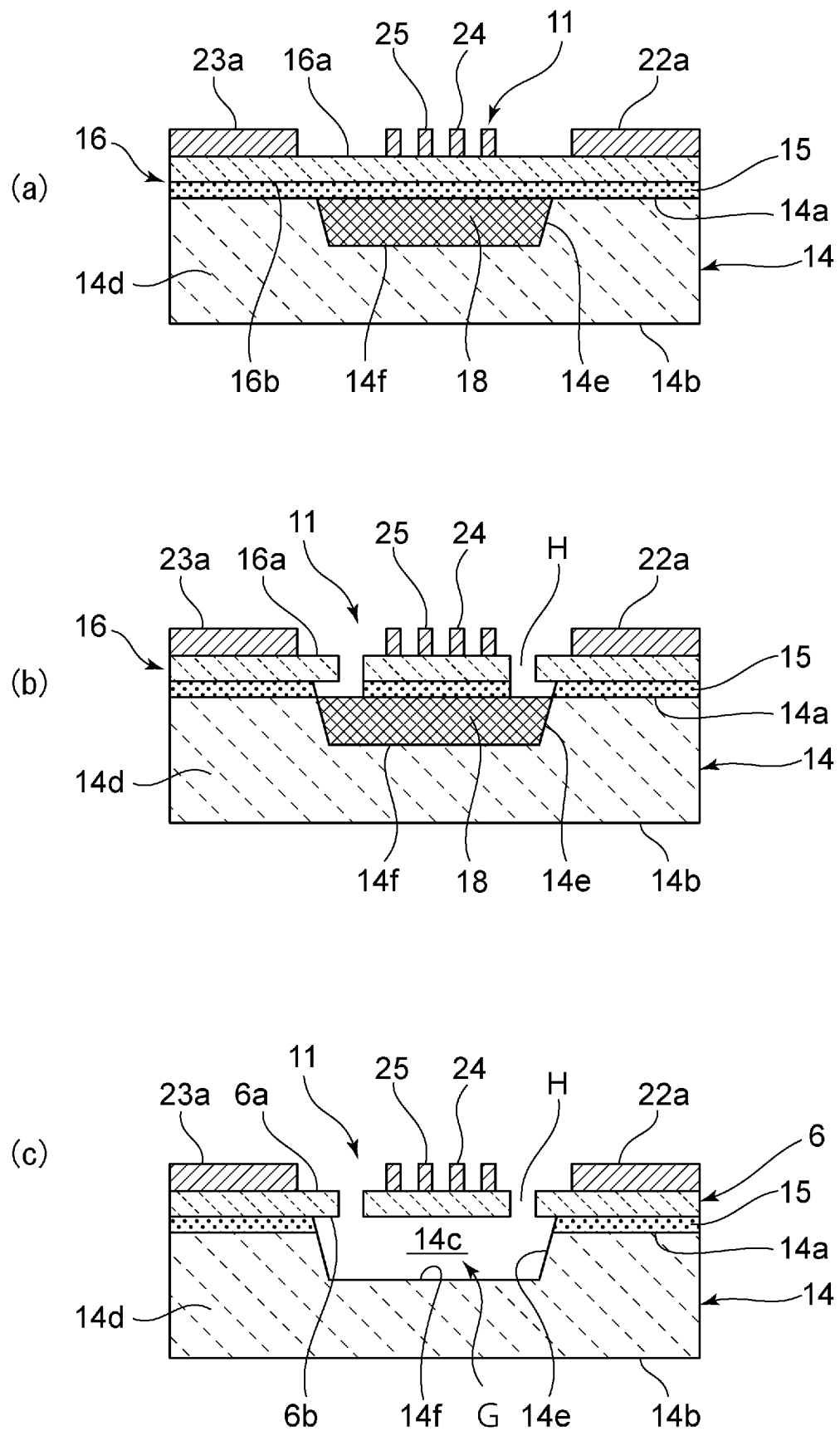
図2

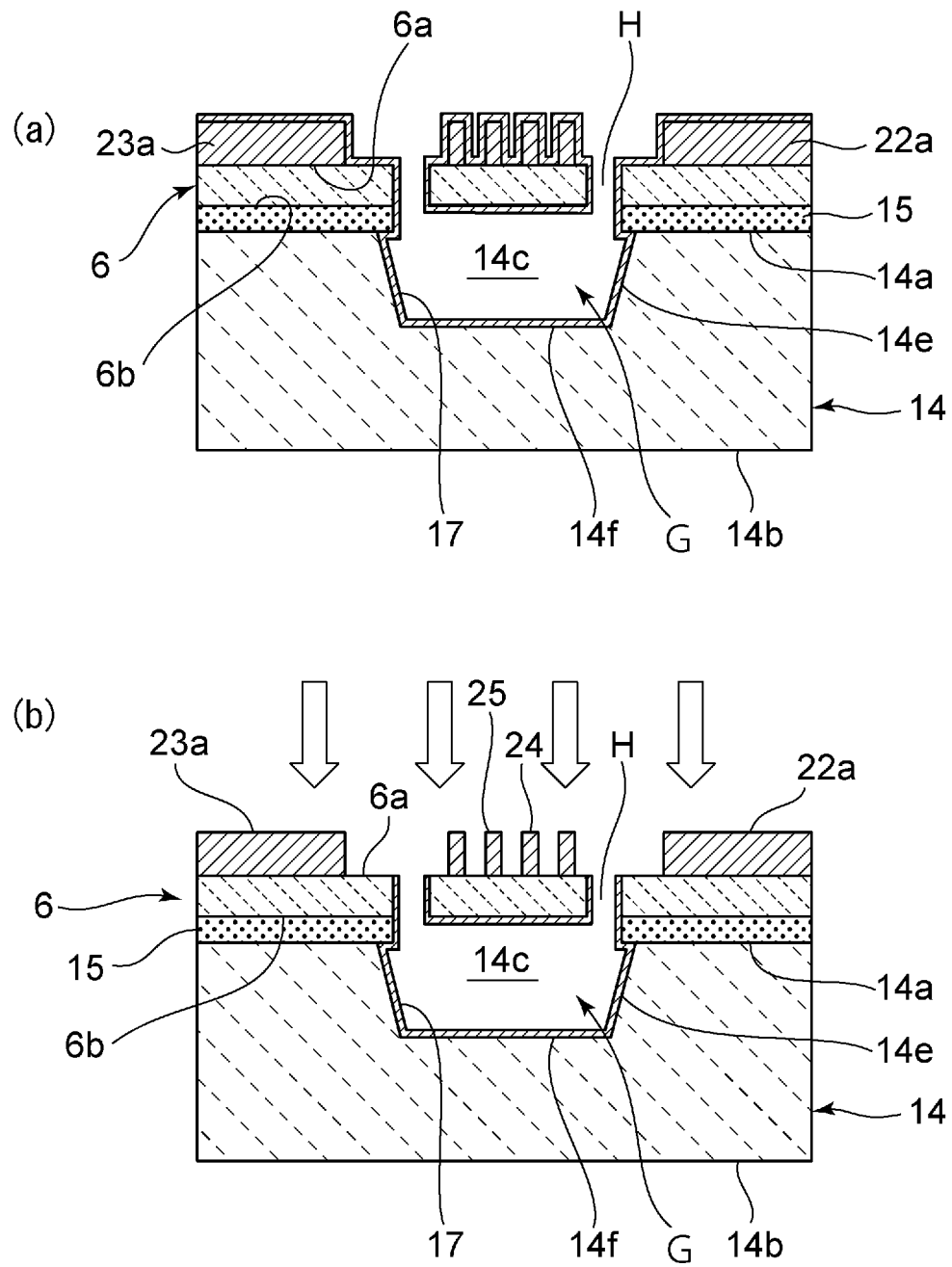


[図3]

図3

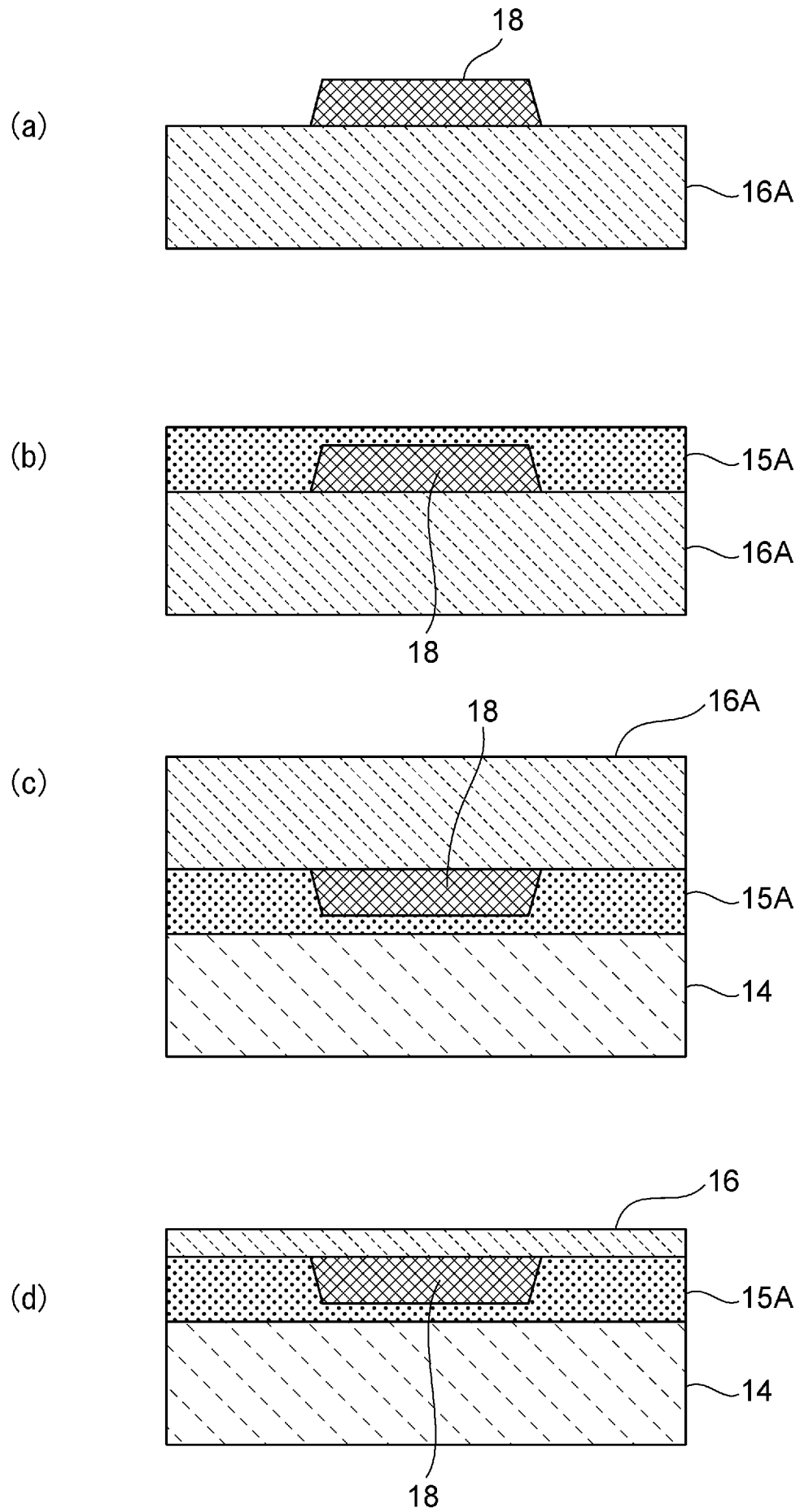






[図6]

図6



[図7]

図7

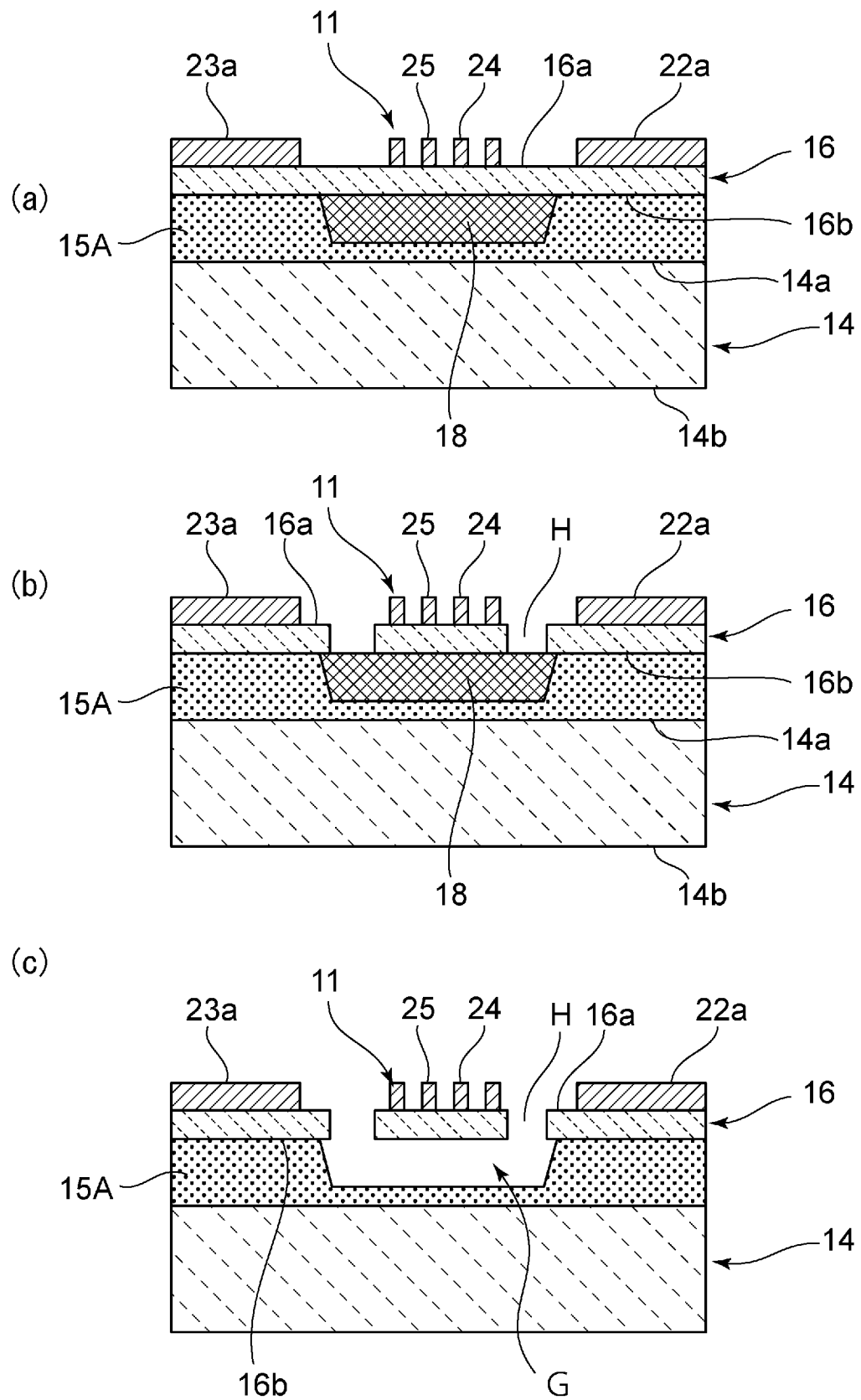


图8

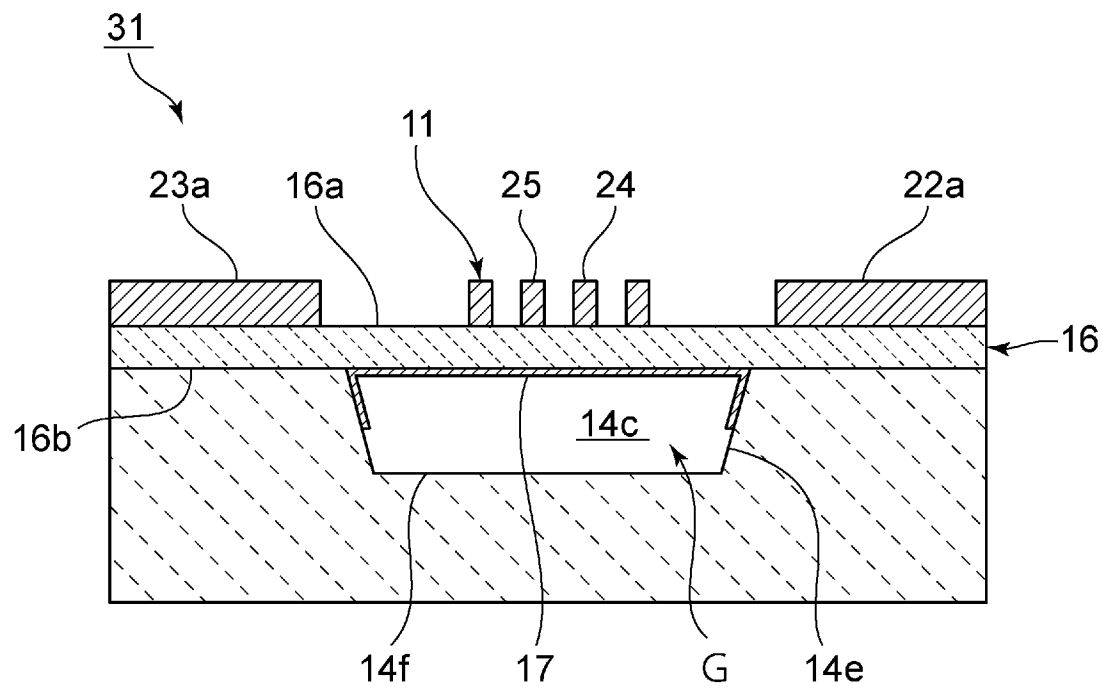
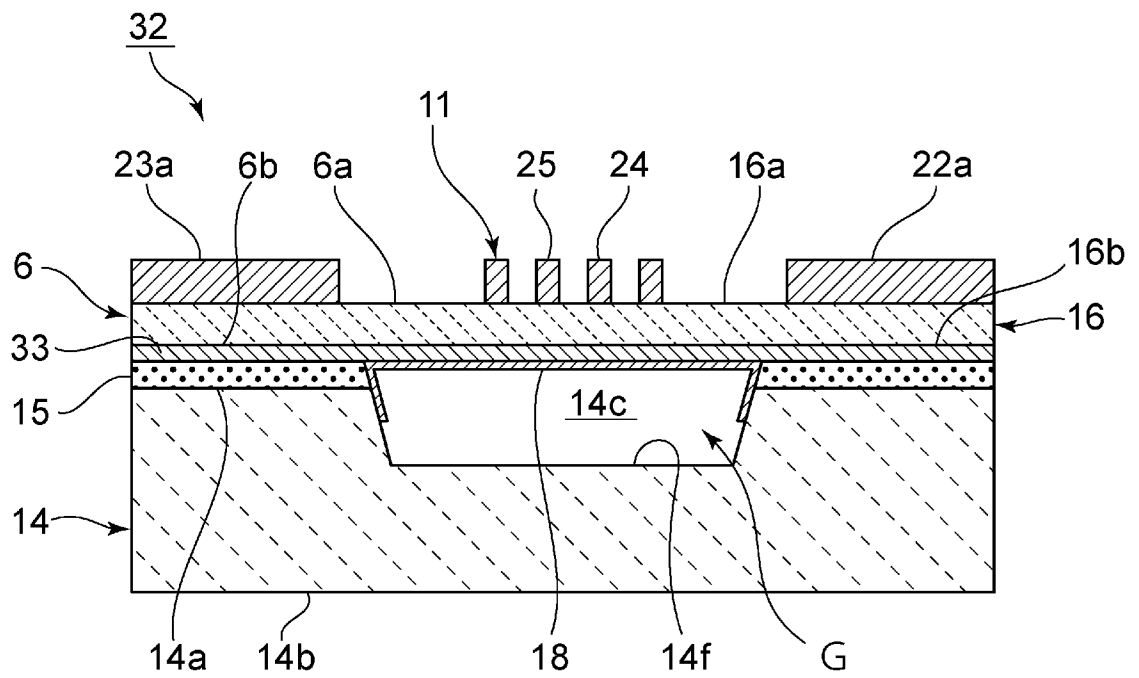
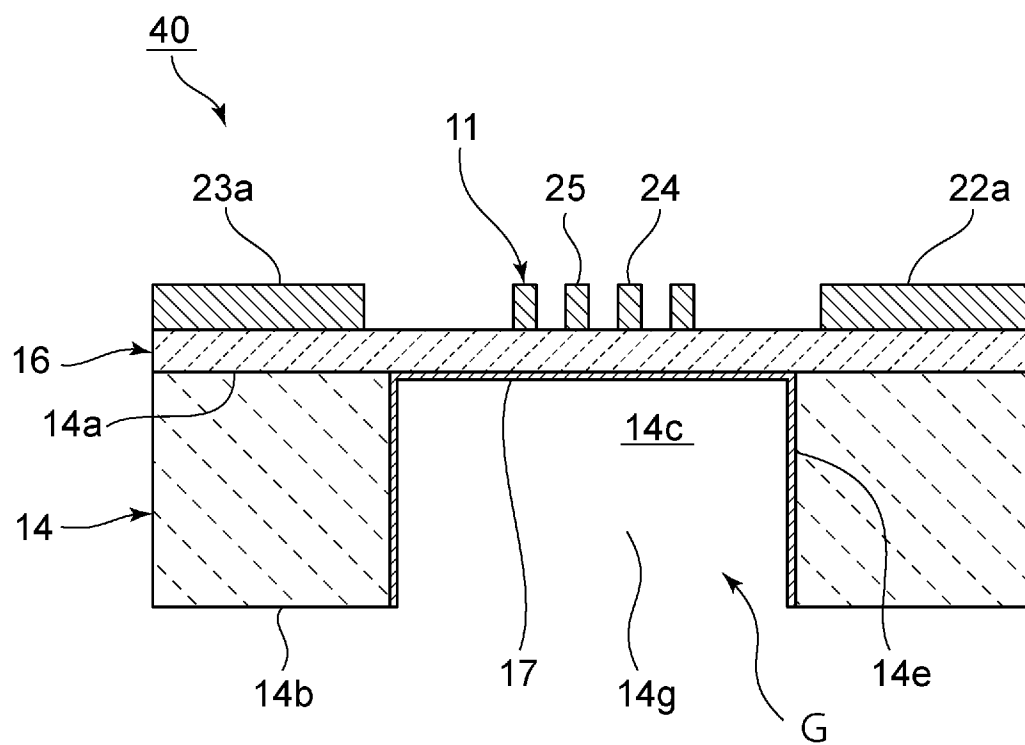


图9



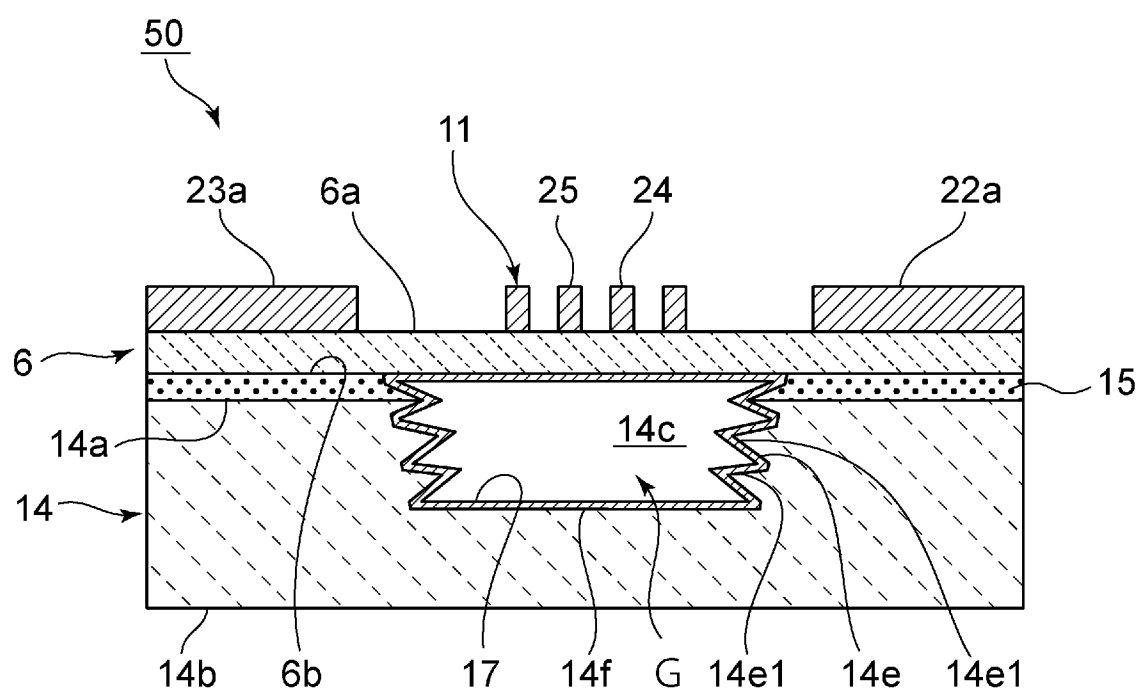
[図10]

図10



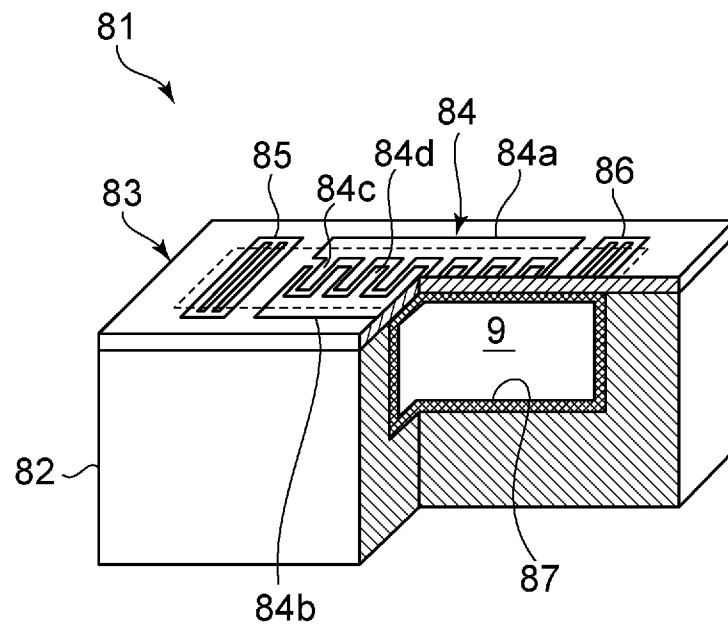
[図11]

図11



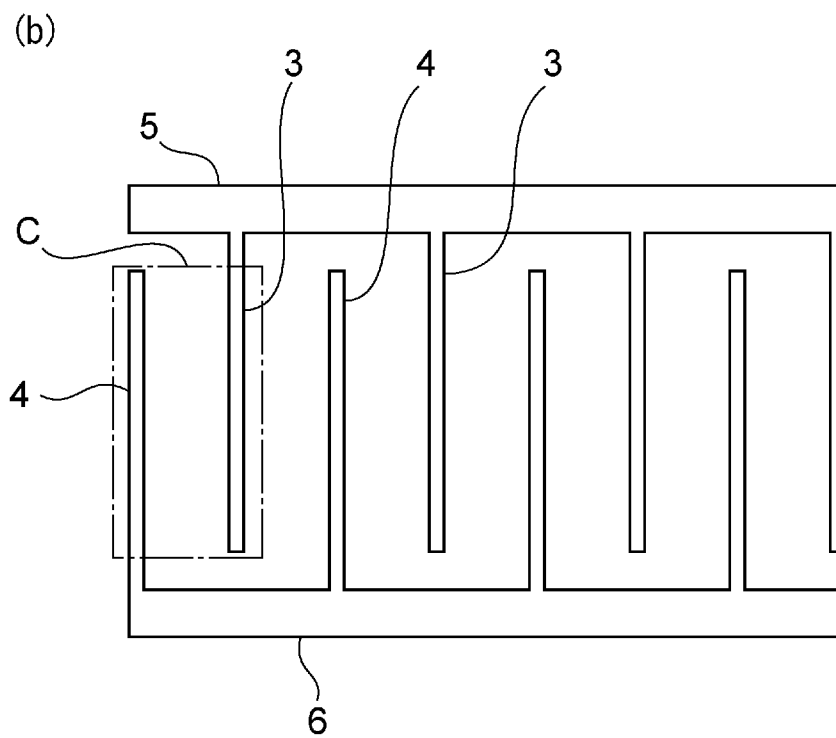
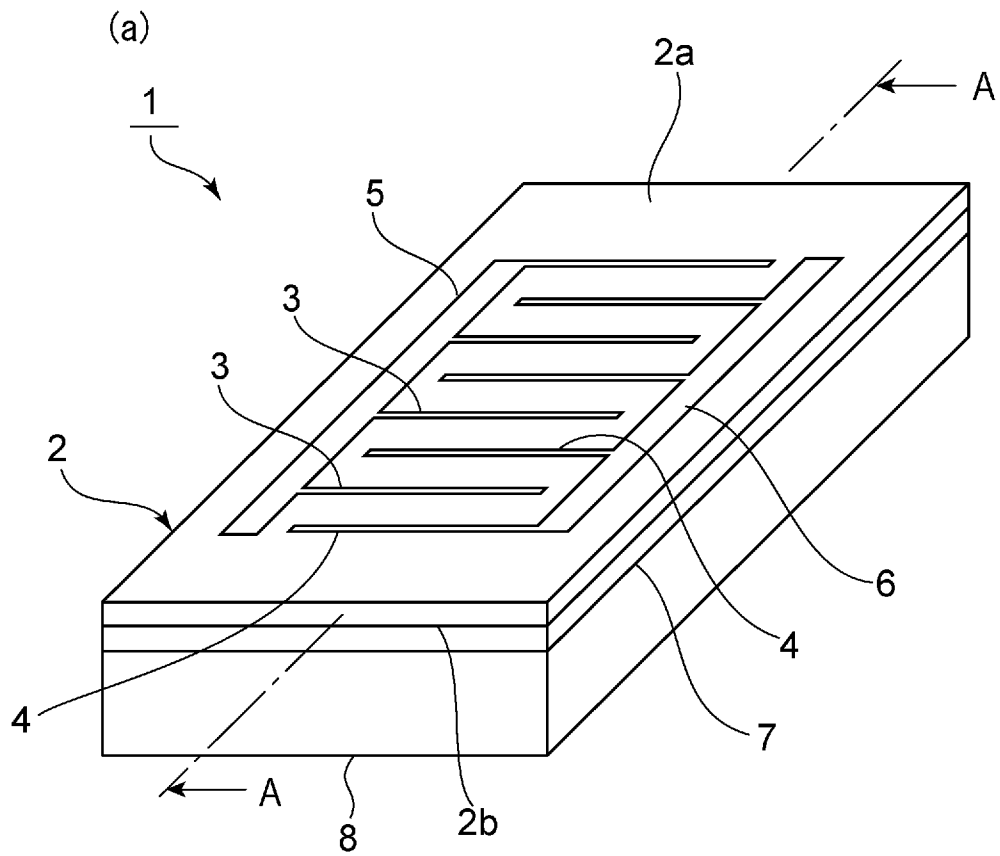
[図12]

図12



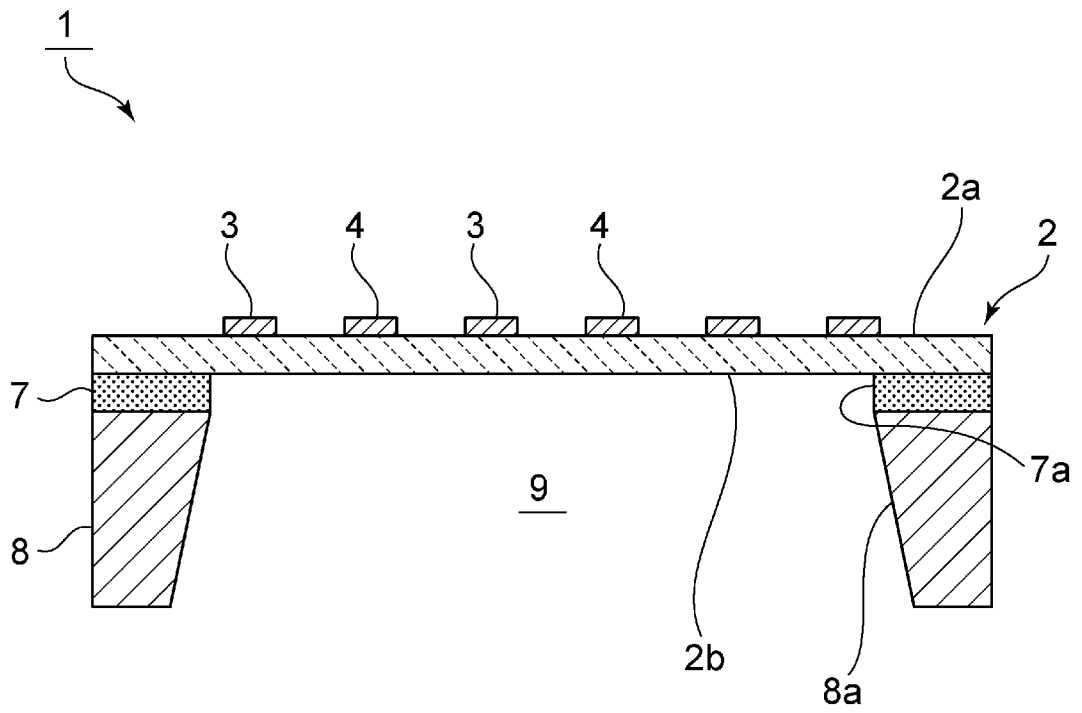
[図13]

図13



[図14]

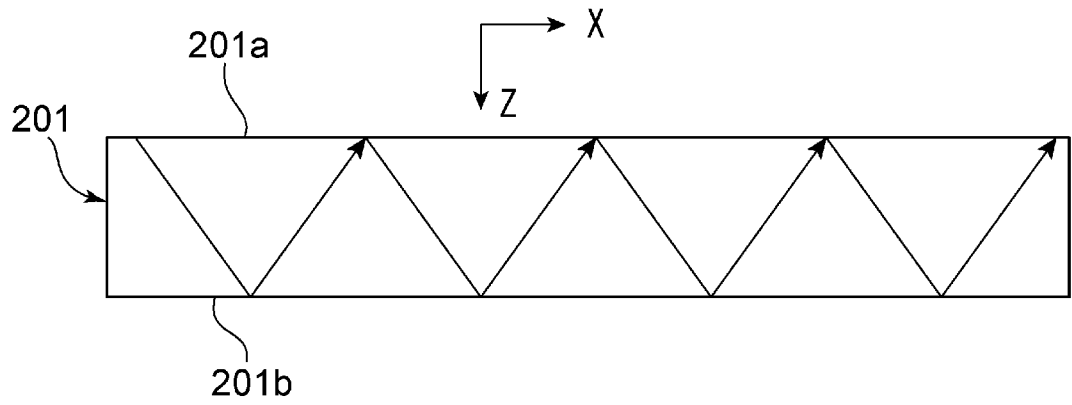
図14



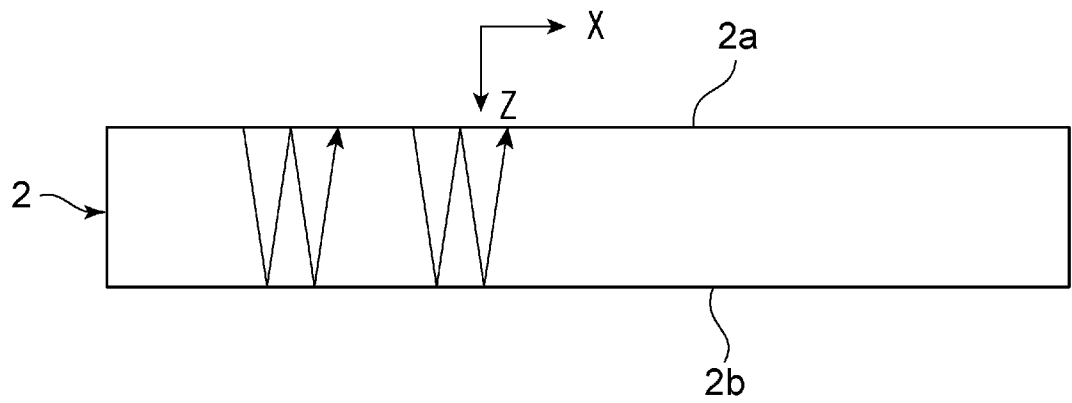
[図15]

図15

(a)

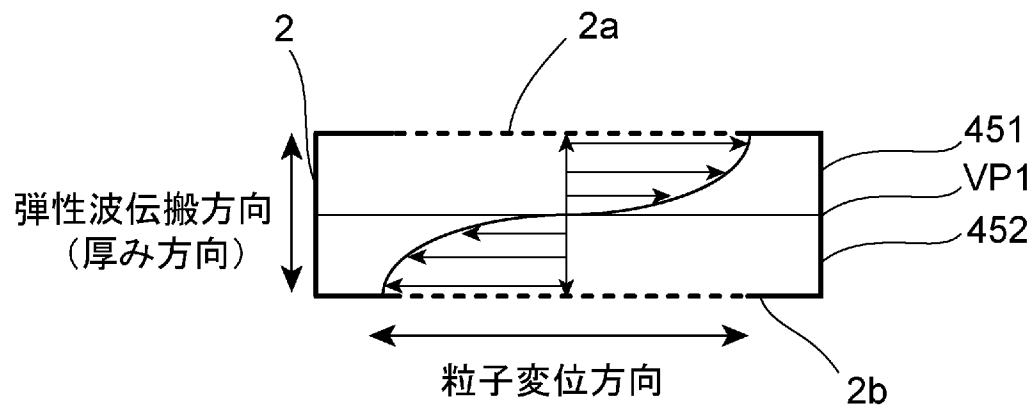


(b)



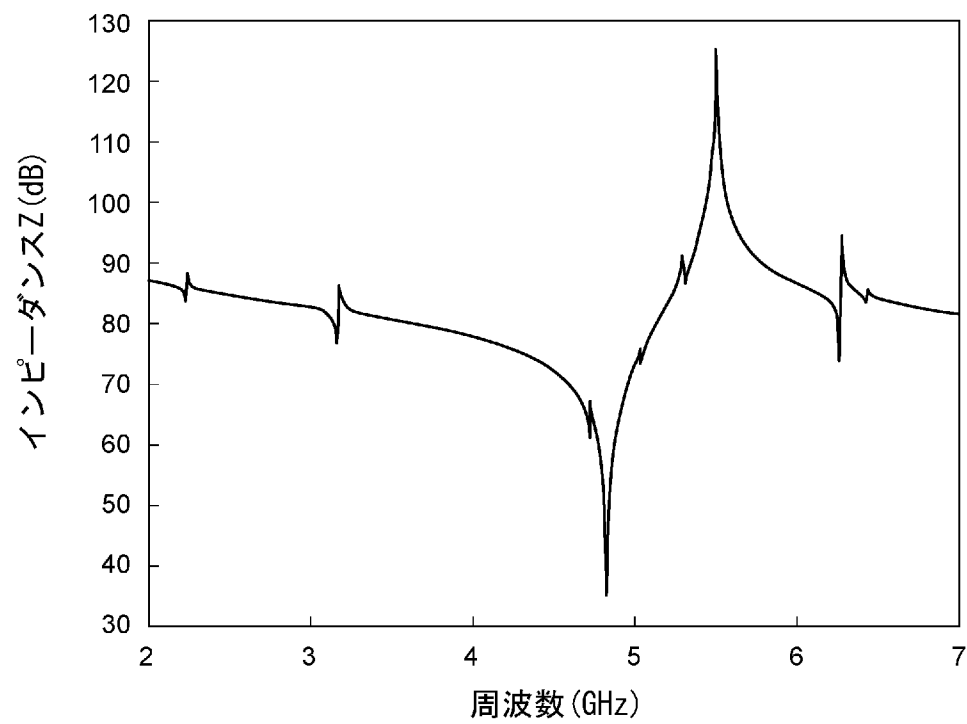
[図16]

図16



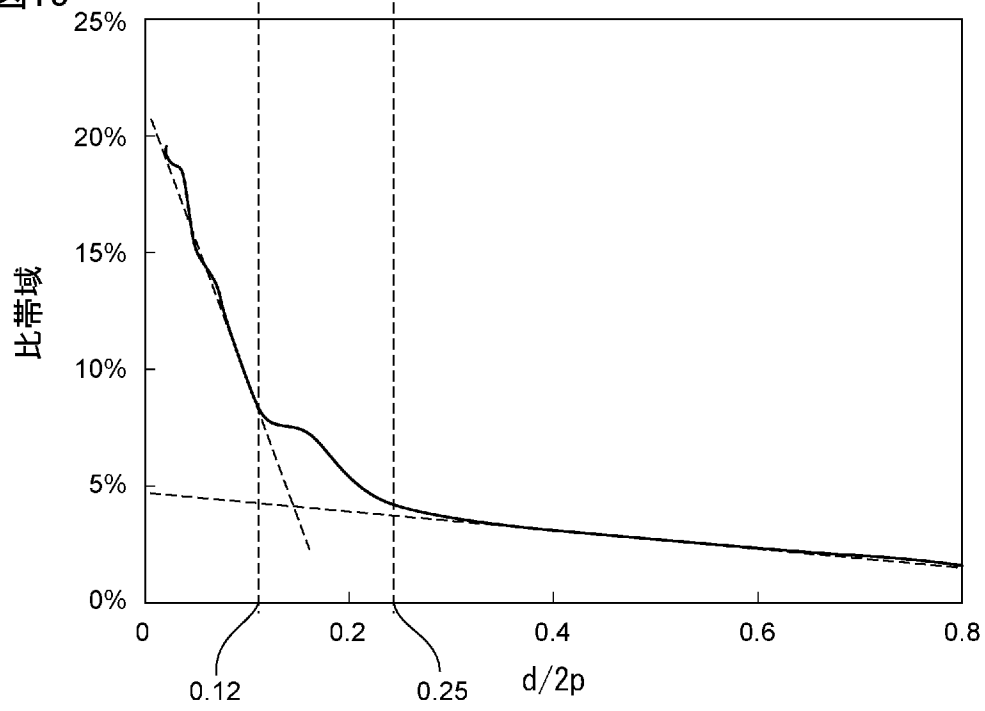
[図17]

図17



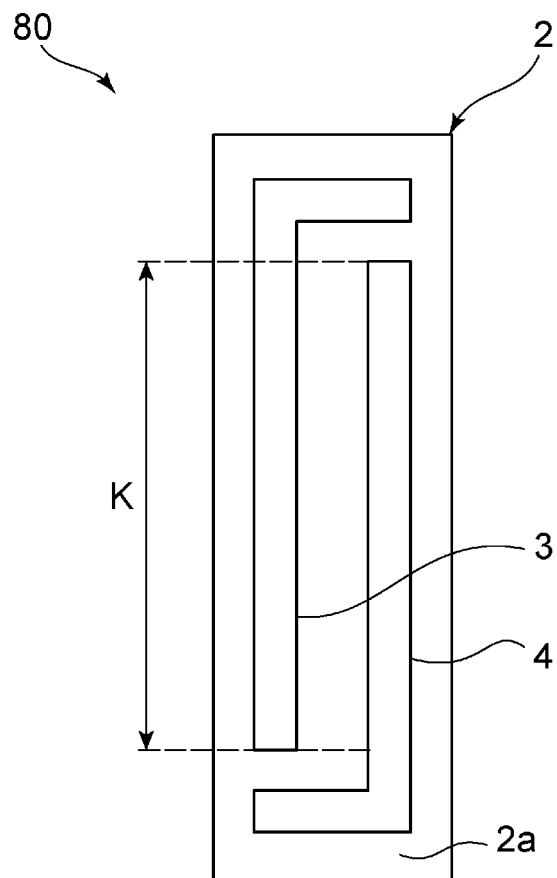
[図18]

図18



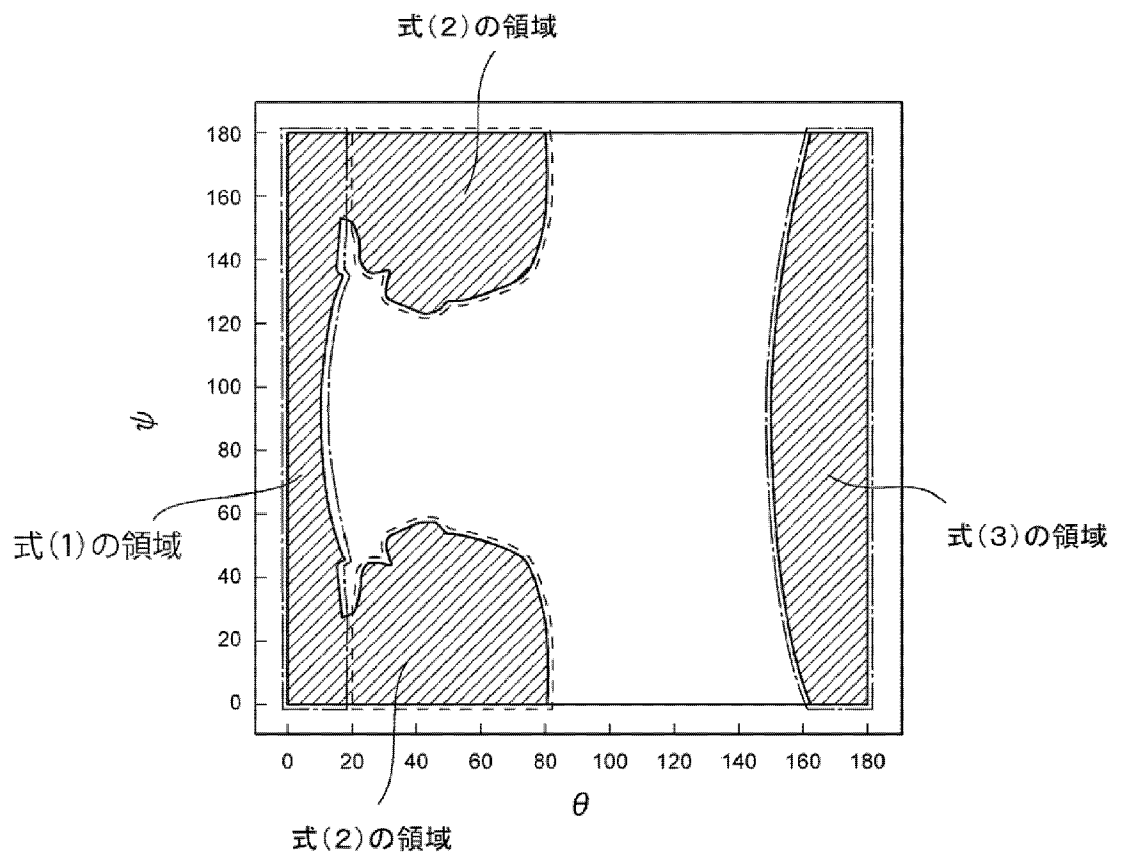
[図19]

図19



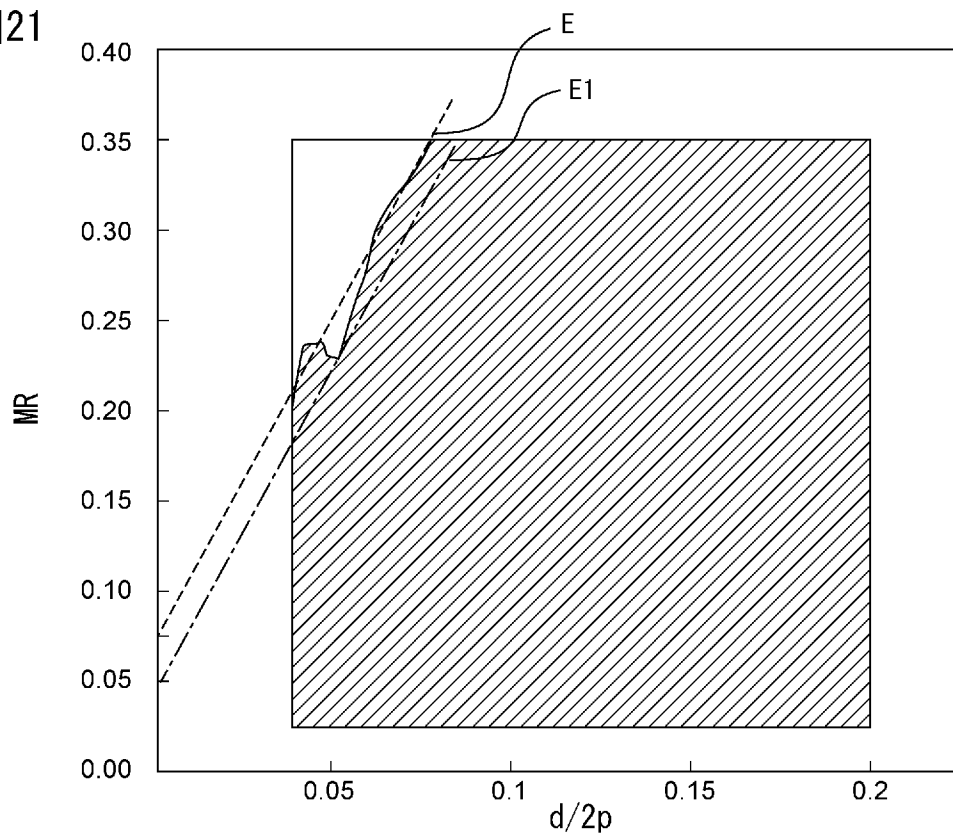
[図20]

図20



[図21]

図21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/039764

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01H 11/08(2006.01)i; **H01L 41/047**(2006.01)i; **H01L 41/113**(2006.01)i; **H01L 41/187**(2006.01)i; **H01L 41/23**(2013.01)i; **G01J 5/44**(2006.01)i

FI: H01L41/113; H01L41/23; H01L41/187; H01L41/047; G01H11/08; G01J5/44

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)

G01H11/08; H01L41/047; H01L41/113; H01L41/187; H01L41/23; G01J5/44

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2008-98974 A (SEIKO EPSON CORP.) 24 April 2008 (2008-04-24) paragraphs [0010], [0034], [0054]-[0056], [0073], fig. 6	1-5, 8-11, 14, 19 6, 7, 12, 13, 15-18, 20, 21
Y A	JP 2011-18675 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 27 January 2011 (2011-01-27) paragraphs [0005], [0007], [0028]-[0038], [0052], [0062], fig. 1	1-5, 8-11, 14, 19 6, 7, 12, 13, 15-18, 20, 21
Y A	WO 2012/073871 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 07 June 2012 (2012-06-07) paragraphs [0009], [0084], [0085], fig. 3(a)	2, 3, 10 1, 4-9, 11-21

☒ 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

15 December 2021

Date of mailing of the international search report

28 December 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/039764**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-220204 A (NGK INSULATORS LTD.) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraphs [0010], [0041], [0041], fig. 10	10
A		1-9, 11-21
A	JP 2010-56736 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 11 March 2010 (2010-03-11) entire text, all drawings	1-21
A	JP 2012-137366 A (SEIKO EPSON CORP.) 19 July 2012 (2012-07-19) entire text, all drawings	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/039764

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008-98974	A	24 April 2008	(Family: none)	
JP	2011-18675	A	27 January 2011	(Family: none)	
WO	2012/073871	A1	07 June 2012	US 2014/0152145 A1	
				paragraphs [0009], [0144], [0145], fig. 3A	
JP	2010-220204	A	30 September 2010	(Family: none)	
JP	2010-56736	A	11 March 2010	US 2010/0052472 A1	
				entire text, all drawings	
				US 2012/0284979 A1	
JP	2012-137366	A	19 July 2012	US 2012/0161003 A1	
				entire text, all drawings	
				US 2012/0161004 A1	
				US 2012/0161005 A1	
				US 2012/0161006 A1	
				US 2012/0163410 A1	
				US 8648304 B1	
				US 2015/0122999 A1	
				CN 102564601 A	
				CN 102564602 A	
				CN 102589711 A	
				CN 102589712 A	
				CN 102607716 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01H 11/08(2006.01)i; H01L 41/047(2006.01)i; H01L 41/113(2006.01)i; H01L 41/187(2006.01)i; H01L 41/23(2013.01)i; G01J 5/44(2006.01)i FI: H01L41/113; H01L41/23; H01L41/187; H01L41/047; G01H11/08; G01J5/44																	
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）） G01H11/08; H01L41/047; H01L41/113; H01L41/187; H01L41/23; G01J5/44 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年							
日本国実用新案公報	1922-1996年																
日本国公開実用新案公報	1971-2021年																
日本国実用新案登録公報	1996-2021年																
日本国登録実用新案公報	1994-2021年																
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2008-98974 A（セイコーエプソン株式会社）24.04.2008（2008-04-24） [0010], [0034], [0054] - [0056], [0073], 図6</td> <td>1-5, 8-11, 14, 19 6, 7, 12, 13, 15-18, 20, 21</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2011-18675 A（株式会社村田製作所）27.01.2011（2011-01-27） [0005], [0007], [0028] - [0038], [0052], [0062], 図1</td> <td>1-5, 8-11, 14, 19 6, 7, 12, 13, 15-18, 20, 21</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>WO 2012/073871 A1（株式会社村田製作所）07.06.2012（2012-06-07） [0009], [0084], [0085], 図3(a)</td> <td>2, 3, 10 1, 4-9, 11-21</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2010-220204 A（日本碍子株式会社）30.09.2010（2010-09-30） [0010], [0041], [0042], 図10</td> <td>10 1-9, 11-21</td> </tr> </tbody> </table>			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 A	JP 2008-98974 A（セイコーエプソン株式会社）24.04.2008（2008-04-24） [0010], [0034], [0054] - [0056], [0073], 図6	1-5, 8-11, 14, 19 6, 7, 12, 13, 15-18, 20, 21	Y A	JP 2011-18675 A（株式会社村田製作所）27.01.2011（2011-01-27） [0005], [0007], [0028] - [0038], [0052], [0062], 図1	1-5, 8-11, 14, 19 6, 7, 12, 13, 15-18, 20, 21	Y A	WO 2012/073871 A1（株式会社村田製作所）07.06.2012（2012-06-07） [0009], [0084], [0085], 図3(a)	2, 3, 10 1, 4-9, 11-21	Y A	JP 2010-220204 A（日本碍子株式会社）30.09.2010（2010-09-30） [0010], [0041], [0042], 図10	10 1-9, 11-21
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 A	JP 2008-98974 A（セイコーエプソン株式会社）24.04.2008（2008-04-24） [0010], [0034], [0054] - [0056], [0073], 図6	1-5, 8-11, 14, 19 6, 7, 12, 13, 15-18, 20, 21															
Y A	JP 2011-18675 A（株式会社村田製作所）27.01.2011（2011-01-27） [0005], [0007], [0028] - [0038], [0052], [0062], 図1	1-5, 8-11, 14, 19 6, 7, 12, 13, 15-18, 20, 21															
Y A	WO 2012/073871 A1（株式会社村田製作所）07.06.2012（2012-06-07） [0009], [0084], [0085], 図3(a)	2, 3, 10 1, 4-9, 11-21															
Y A	JP 2010-220204 A（日本碍子株式会社）30.09.2010（2010-09-30） [0010], [0041], [0042], 図10	10 1-9, 11-21															
☒ 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。 <table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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													
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 15.12.2021		国際調査報告の発送日 28.12.2021															
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） 宮本 博司 5F 6313 電話番号 03-3581-1101 内線 3516															

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	JP 2010-56736 A (株式会社村田製作所) 11.03.2010 (2010 - 03 - 11) 全文, 全図	1-21
A	JP 2012-137366 A (セイコーエプソン株式会社) 19.07.2012 (2012 - 07 - 19) 全文, 全図	1-21

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/JP2021/039764

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-98974	A	24.04.2008	(ファミリーなし)	
JP	2011-18675	A	27.01.2011	(ファミリーなし)	
WO	2012/073871	A1	07.06.2012	US 2014/0152145 A1	
				[0009], [0144], [0145], 図3A	
JP	2010-220204	A	30.09.2010	(ファミリーなし)	
JP	2010-56736	A	11.03.2010	US 2010/0052472 A1	
				全文, 全図	
				US 2012/0284979 A1	
JP	2012-137366	A	19.07.2012	US 2012/0161003 A1	
				全文, 全図	
				US 2012/0161004 A1	
				US 2012/0161005 A1	
				US 2012/0161006 A1	
				US 2012/0163410 A1	
				US 8648304 B1	
				US 2015/0122999 A1	
				CN 102564601 A	
				CN 102564602 A	
				CN 102589711 A	
				CN 102589712 A	
				CN 102607716 A	