

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4256367号
(P4256367)

(45) 発行日 平成21年4月22日(2009.4.22)

(24) 登録日 平成21年2月6日(2009.2.6)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 H 11/08 (2006.01)

G O 1 H 11/08 Z

H O 4 R 17/10 (2006.01)

H O 4 R 17/10

H O 4 R 17/10 3 3 O Y

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2005-197798 (P2005-197798)
 (22) 出願日 平成17年7月6日(2005.7.6)
 (65) 公開番号 特開2007-17233 (P2007-17233A)
 (43) 公開日 平成19年1月25日(2007.1.25)
 審査請求日 平成19年11月9日(2007.11.9)

(73) 特許権者 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (74) 代理人 100091409
 弁理士 伊藤 英彦
 (74) 代理人 100096792
 弁理士 森下 八郎
 (74) 代理人 100091395
 弁理士 吉田 博由
 (72) 発明者 池内 直樹
 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
 送センター 東京エレクトロン株式会社内
 審査官 秋田 将行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動波検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外部の対象とする音波に応じて振動する板状の振動板と、前記振動板に結合され、それぞれが異なる特定の周波数に共振する複数の共振子とを含むセンサ本体と、

前記センサ本体の一方面側に位置して前記センサ本体を支持し、前記センサ本体の振動板の他方面側と音響的に遮断され、前記センサ本体の一方面側に面する空室を有する支持部材と、

前記センサ本体の他方面側に位置して積層され、前記センサ本体の複数の共振子の一方面と他方面とを音響的に分離し、前記センサ本体の振動板を露出させた状態で前記複数の共振子を覆う封止部と、前記封止部と前記複数の共振子との間に位置し、前記空室に連通する共振用キャビティと、前記振動板と前記複数の共振子との境界部分に対向して前記音波の通過を阻止する音響遮断空隙部とを含むキャップとを備える、振動波検出装置。

【請求項 2】

前記キャップは、前記音波を前記振動板に入力するために開口された開口部を含む、請求項 1 に記載の振動波検出装置。

【請求項 3】

前記キャップは、さらに前記振動板を覆い、前記振動板の一方面に、所定の空隙を介して対向して設けられる薄膜部を有する、請求項 1 または 2 に記載の振動波検出装置。

【請求項 4】

外部の対象とする音波に応じて振動する板状の振動板と、前記振動板に結合され、それ

10

20

それが異なる特定の周波数に共振する複数の共振子とを含むセンサ本体と、
前記センサ本体が積層され、前記センサ本体の一方面側を支持する支持部材と、
その先端部が所定の空隙を有して前記一方面側における前記振動板と前記複数の共振子との境界部分に対向して前記音波の通過を阻止する音響遮断空隙部を含み、前記支持部材とともに前記振動板の一方面側に空室を形成する壁とを備える、振動波検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、振動波検出装置に関し、特に、共振周波数が異なる複数の共振子を用いて、振動波の周波数帯域ごとの強度を電氣的に検出する振動波検出装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

図8は従来の振動波検出装置の平面図である。この振動波検出装置は、特許第3348687号公報（特許文献1）に記載されたものである。図8において、センサ本体1は、半導体シリコン基板10上に形成されていて、ダイヤフラム2と、横断ビーム3と、終止板4と、複数の共振ビーム5とを含む。ダイヤフラム2は入力音波を受けて振動するように薄い板状に形成されている。横断ビーム3はダイヤフラム2と終止板4との間を結合するように形成されており、ダイヤフラム2側の幅が広く、そこから終止板4側に向うに従って徐々に細くなり終止板4端で最も細くなっている。

【0003】

20

複数の共振ビーム5は、それぞれ特定の周波数に共振するように長さが調整されており、横断ビーム3から両側に延びるように片持ち支持されている。この振動波検出装置は、同じ共振周波数を有する共振ビーム5、5を1対ずつ備えたフィッシュボーン構造になっている。終止板4はダイヤフラム2から横断ビーム3を介して伝達してきた入力音波による振動がダイヤフラム2側に戻らないように吸収するために設けられている。なお、ダイヤフラム2と、横断ビーム3と、終止板4と、複数の共振ビーム5の下部は空間になっており、複数の共振ビーム5の周囲は開口されている。

【0004】

入力音波による振動によりダイヤフラム2が垂直に振動し、その振動が横断ビーム3を水平方向に伝達し、複数の共振ビーム5のうち対応する振動子が垂直に振動する。共振ビーム5の長さまたは厚さを変えることにより、それぞれの共振周波数を所望の値に設定することができる。各共振ビーム5には、横断ビーム3側に図示しないピエゾ抵抗が配置されており、ピエゾ抵抗の抵抗値の変化を例えばホイートストンブリッジの出力として取り出すことができる。

30

【特許文献1】特許第3348687号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

図8に示した振動波検出装置において、共振ビーム5の周囲は一方側から他方側にかけ開口されており、ダイヤフラム2の下部は空間になっていて、ダイヤフラム2の表面と裏面とが空間的に分離されていない。このため、入力音波はダイヤフラム2の一方面に伝達されるのみならず他方面にも回り込む。この結果、ダイヤフラム2の一方面に加わる音圧と他方面に加わる音圧との差圧がとりにくくなるので入力効率が悪く、感度が低くなるという問題がある。特に、低周波音は波長が長く回折しやすいため、より感度が低くなってしまう。

40

【0006】

そこで、この発明の目的は、入力効率を向上させて、感度を上げることができる振動波検出装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

この発明は、音波に応じて振動する板状の振動板と、振動板に結合され、それぞれが異なる特定の周波数に共振する複数の共振子と、振動板の一方面と他方面とを音響的に分離するための音響遮断部を備える。

【0008】

音響遮断部により振動板の一方面に入力される音波が他方面に回り込むのを阻止することができる。

【0009】

好ましくは、音響遮断部は、少なくとも振動板の他方面に接する空間を一方面に接する空間から遮断する遮断壁を含む。

【0010】

一実施形態では、音響遮断部は、振動板と共振子の他方面に密閉された空室を形成する支持部材と、複数の共振子の一方面を覆うキャップとを含む。支持部材とキャップとにより、振動板の一方面と他方面とを音響的に分離できる。

【0011】

キャップは、振動板と複数の共振子との境界部分に対向し、所定の空隙を有して音波の通過を阻止する音響遮断空隙部を含む。音響遮断部を設けることで振動板や複数の共振子の振動を阻害することがない。

【0012】

また、キャップは、音波を振動板に入力するために開口された開口部を含む。開口部から音波を効率的に入力できる。キャップは、複数の共振子を覆い、内部に共振用キャビティが形成された封止部を含む。共振用キャビティを設けることで複数の共振子の振動を阻害することがない。

【0013】

他の実施形態では、音響遮断部は、振動板の一方面から遮断された空室を他方面側に形成し、振動板と複数の共振子との境界部分に対向し、所定の空隙を有して音波の通過を阻止する音響遮断空隙部が形成された壁を含む。

【0014】

この発明の他の局面は、音波に応じて振動する板状の振動板と、振動板に結合され、それぞれが異なる特定の周波数に共振する複数の共振子と、記振動板と複数の共振子とを覆い、振動板の一方面に、所定の空隙を介して対向して設けられる薄膜部を有する音響遮断部を備える。

【発明の効果】

【0015】

この発明によれば、振動板と、振動板に結合され、それぞれが異なる特定の周波数に共振する複数の共振子とを含む振動波検出装置において、振動板の一方面と他方面とを音響遮断部で音響的に分離し、振動板の一方面に入力された音波が他方面に回り込むのを阻止するようにしたので、振動板の一方面に加わる音圧と、他方面に加わる音圧との差圧を大きくすることができ、振動波検出装置の入力効率を向上させて、感度を上げることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1はこの発明の一実施形態の振動波検出装置にキャップを被せた状態を示す外観斜視図であり、図2は図1に示した振動波検出装置をセラミックパッケージに収納した状態を示す断面図である。

【0017】

図1および図2において、センサ本体1は図8に示したものとほぼ同様に構成されており、ダイヤフラム2と、図示しない横断ビームと、終止板4と、複数の共振ビーム5とを含む。センサ本体1は周辺支持部11上に配置されており、センサ本体1上にはキャップ12が被せられている。センサ本体1と周辺支持部11とキャップ12は、図2に示すようにセラミックパッケージ21内に収納される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

周辺支持部 1 1 は、例えばシリコンまたはガラスなどにより、センサ本体 1 の下面の周囲を囲むように矩形形状に形成されており、内部に空室としての背室 6 を有している。背室 6 はダイヤフラム 2 および複数の共振ビーム 5 が垂直方向に振動するので、その振動を阻害することがないように空間を確保している。

【 0 0 1 9 】

キャップ 1 2 は、周辺支持部 1 1 とセラミックパッケージ 2 1 の底部とともに、センサ本体のダイヤフラム 2 の一方面（上面）と他方面（下面）とを音響的に分離する遮断壁を構成している。このようにダイヤフラム 2 の一方面と他方面とを音響的に分離することで、入力波がダイヤフラム 2 の一方面にのみ伝達され、他方面に回りこむのを阻止して、一
10
方面に加わる音圧と他方面に加わる音圧との差圧を大きくできる。これにより、振動波検出装置の入力効率を向上させて、感度を上げることができる。

【 0 0 2 0 】

振動波検出装置のキャップ 1 2 は、例えばシリコンまたはガラスなどで矩形形状に形成されており、開口部 1 3 と封止部 1 6 とを有している。開口部 1 3 は、センサ本体 1 のダイヤフラム 2 が音波を集音し易くするために、開口側が広く、センサ本体 1 側が狭くなるように壁面 1 4 がテーパ状に形成されている。

【 0 0 2 1 】

開口部 1 3 の壁面 1 4 は、ダイヤフラム 2 の周囲を囲んでおり、そのうちの中央の下面は音響遮断空隙部 1 5 を形成している。音響遮断空隙部 1 5 は、ダイヤフラム 2 と共振ビ
20
ーム 5 との境界部分に対向して形成されており、音波を通さない、例えば十数 μm 程度の狭い空隙である。音響遮断空隙部 1 5 を形成したのは、中央の壁面の下面を直接ダイヤフラム 2 や共振ビーム 5 に密接させてしまうと、ダイヤフラム 2 や共振ビーム 5 の振動を阻害することになるからである。

【 0 0 2 2 】

封止部 1 6 は複数の共振ビーム 5 の周囲の開口を封止するために形成されている。図 2 に示すように、封止部 1 6 には、共振ビーム 5 に対向して、例えば高さが 50 ~ 100 μm ほどにくり抜かれた共振用キャビティ 1 7 が形成されている。共振用キャビティ 1 7 は、複数の共振ビーム 5 が共振したときにキャップ 1 2 に触れることがないように空間を確保している。
30

【 0 0 2 3 】

また、共振用キャビティ 1 7 により、複数の共振ビーム 5 に直接音波が入力することがないので、共振ビーム 5 の感度が低下することもない。周辺支持部 1 1 およびキャップ 1 2 はそれぞれの周囲がシリコン基板の下面と上面とに接着剤 3 1 , 3 2 で接着されている。

【 0 0 2 4 】

セラミックパッケージ 2 1 は、底部 2 2 と、側壁 2 3 と、天板 2 4 とを含み、天板 2 4 には開口部 2 5 が形成されている。開口部 2 5 はキャップ 1 2 の開口部 1 3 を介してダイヤフラム 2 に音波が入力するように形成されている。図 2 ではキャップ 1 2 の開口部 1 3 に対応してセラミックパッケージ 2 1 の開口部 2 5 が形成されているが、これに限ること
40
なく、キャップ 2 1 の共振用キャビティ 1 7 の上方の天板 2 4 の対応する位置に形成してもよい。

【 0 0 2 5 】

上述のごとく、この実施形態によれば、セラミックパッケージ 2 1 の開口部 2 5 からキャップ 1 2 の開口部 1 3 を介して入力された音波がダイヤフラム 2 の一方面にのみ入力される。ダイヤフラム 2 の他方面は、セラミックパッケージ 2 1 の底部 2 2 と周辺支持部 1 1 とキャップ 1 2 で囲まれており、ダイヤフラム 2 の一方面と音響的に分離されているため、入力された音波がダイヤフラム 2 の他方面側に回り込むことがない。これにより、差圧を大きくすることができ、感度を上げることができる。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

なお、センサ本体 1 にキャップ 1 2 を被せても、ダイヤフラム 2 の上部には開口部 1 3 が形成されているため、ダイヤフラム 2 の振動を阻害することはない。また、封止部 1 6 の内部には共振用キャピティ 1 7 が形成されているので、複数の共振ビーム 5 の振動が阻害されることもない。

【 0 0 2 7 】

図 3 はこの発明の他の実施形態における振動波検出装置の断面図である。図 2 に示した実施形態では、センサ本体 1 上に音響遮断部の一部を構成するキャップ 1 2 を配置したのに対して、この実施形態ではキャップ 1 2 を設けることなく、センサ本体 1 の下部の背室 6 を区切る壁部 2 6 を配置したものである。すなわち、セラミックパッケージ 2 1 の底部 2 2 に周辺支持部 1 1 を配置し、背室 6 のダイヤフラム 2 の下面の空間と、共振ビーム 5 の下面の空間を仕切るために、壁部 2 6 が形成される。壁部 2 6 の上面とダイヤフラム 2 の下面との間には、図 2 に示した音響遮断空隙部 1 5 と同様の音響遮断空隙部 2 7 が形成されている。

10

【 0 0 2 8 】

セラミックパッケージ 2 1 の開口部 2 5 から入力された入力音波によりダイヤフラム 2 の一方面には入力音波の音圧が加わるが、他方面側の空間は周辺支持部 1 1 と壁部 2 6 と底部 2 2 とにより一方面側の空間と遮断されている。このため、入力音波が回り込むことがないので、ダイヤフラム 2 の他方面に音圧が加わらない。その結果、差圧を大きくすることができる。

【 0 0 2 9 】

20

図 4 はこの発明のさらに他の実施形態の振動波検出装置を示す図であり、(A) は平面図であり、(B) は(A) の線 I V B - I V B に沿う断面図であり、(C) はセンサ本体の平面図である。

【 0 0 3 0 】

図 4 において、半導体基板 1 0 a をエッチングしてダイヤフラム 2 a と、横断ビーム 3 a と、複数の共振ビーム 5 a と、終止板 4 a とが一体的に形成される。半導体基板 1 0 a の下部には、背室 6 を囲む周辺支持部 1 1 が形成されている。また、半導体基板 1 0 a 上には複数の電極パッド 7 が形成されている。各電極パッド 7 には、複数の共振ビームに対応して設けられている piezo 抵抗素子が電氣的に接続される。

【 0 0 3 1 】

30

図 4 (C) に示す複数の共振ビーム 5 a の周囲は一方側から他方側にかけて開口されており、ダイヤフラム 2 a の一方面と他方面に接する背室 6 は遮断されていない。このため、ダイヤフラム 2 a に伝わる音波が背室 6 側に回りこむのでダイヤフラム 2 a の他方面に音圧が加わってしまう。

【 0 0 3 2 】

そこで、図 4 (A) , (B) に示すキャップ 1 2 が半導体基板 1 0 a 上に配置される。キャップ 1 2 は、図 1 および図 2 に示したキャップ 1 2 と同じものが用いられ、封止部 1 6 を含み、テーパ状の壁面 1 4 を有する開口部 1 3 と、音響遮断空隙部 1 5 と、共振用キャピティ 1 7 とが形成されている。キャップ 1 2 は接着剤 3 1 により半導体基板 1 0 a 上に固定される。このようにキャップ 1 2 が被せられた半導体基板 1 0 a は、図 1 に示したセラミックパッケージ 2 1 内に収納されるか、あるいは背室 6 の開口部が図示しない底板により封止される。

40

【 0 0 3 3 】

この実施形態によれば、キャップ 1 2 により半導体基板 1 0 a の複数の共振ビーム 5 の周りの開口部を塞ぎ、背室 6 の開口側も封止されているので、キャップ 1 2 の開口部 1 3 を介して、ダイヤフラム 2 a の一方面に音波が入力されても背室 6 側に音波が回り込むことがない。その結果、差圧を大きくすることができるので、振動波検出装置の感度を良好にすることができる。

【 0 0 3 4 】

図 5 は、この発明のさらに他の実施形態の振動波検出装置を示す図であり、(A) は平

50

面図であり、(B)は(A)の線VB-VBに沿う断面図であり、(C)はセンサ本体の平面図である。

【0035】

図5(B),(C)に示すセンサ本体10aは、図4(B),(C)に示したものと同じ物が用いられるが、キャップ41は図4(A),(B)に示したものと異なっている。すなわち図4(A)に示したキャップ12には開口部13が形成されていたが、この実施形態におけるキャップ41は、開口部13を有せず、複数の共振ビーム5の周囲の開口を塞ぐために封止部45のみを有している。

【0036】

キャップ41の封止部45には、複数の共振ビーム5aに対応する部分に共振用キャビティ43が形成されている。キャップ41は、ダイヤフラム2aと共振ビーム5aとの境目付近上部に位置する壁部44を有しており、この壁部44の下面とダイヤフラム2aとの間に音響遮断空隙部42が形成されている。このようにキャップ41が被せられた半導体基板10aは、図1に示したセラミックパッケージ21内に収納されるか、あるいは背室6の開口部が図示しない底板により封止される。キャップ41の壁部44に対向する壁部45は下面と半導体基板10aとの間が接着剤31により固定される。

【0037】

この実施形態においては、キャップ41に開口部が形成されていないので入力された音波は、直接ダイヤフラム2aの一方面に入力される。そして、ダイヤフラム2aの一方面に音波が入力されても、キャップ41により半導体基板10aの複数の共振ビーム5の周りの開口部を塞ぎ、背室6の開口側も封止しているので、背室6側に音波が回り込むことがない。その結果、差圧を大きくすることができるので、振動波検出装置の感度を良好にすることができる。

【0038】

図6は、この発明のさらに他の実施形態の振動波検出装置を示す図であり、(A)は平面図であり、(B)は(A)の線VIB-VIBに沿う断面図であり、(C)はセンサ本体の平面図である。

【0039】

この図6に示した実施形態は、キャップ12aの開口部13のダイヤフラム2a側の開口部に、薄膜部18を形成したものである。薄膜部18とダイヤフラム2aの間には、例えば10μm以下の間隔で、カップリング空隙19が形成されている。その他の構成は図4に示したものと同一である。

【0040】

この実施形態では、キャップ12aの開口部13に音波が入力されると、薄膜部18が振動し、その振動がカップリング空隙19を介してダイヤフラム2aの一方面に伝達される。複数の共振ビーム5aの周囲の開口部はキャップ12aの封止部16で封止されているので、ダイヤフラム2aの他方面には音波が伝達されることはない。このため、差圧を大きくすることができるので感度を良好にできる。

【0041】

図7はこの発明の振動波検出装置で検出された周波数成分の信号を取り出す回路を示す回路図である。なお、図7では共振ビーム5は簡略化のために横断ビームから両側に4本の共振ビーム5が片持ち支持されているものとして示している。

【0042】

各共振ビーム5の横断ビーム側の歪発生部分には、ポリシリコンからなるピエゾ抵抗Rが形成されている。これらのピエゾ抵抗Rを並列接続した並列回路が2組設けられている。それぞれの並列回路の一端は電圧V0の直流電源51と、電圧-V0の直流電源52に接続され、それぞれ他端は演算増幅器53,54の-入力端に接続されている。演算増幅器53,54の+入力端は接地されている。演算増幅器53,54の-入力端と出力端との間には帰還抵抗Rfが接続されている。

【0043】

10

20

30

40

50

図 7 に示した回路では、直流電源 5 1 により一方側の共振ビーム 5 にバイアス電圧 V_0 が印加されており、直流電源 5 2 により他方側の共振ビーム 5 にバイアス電圧 $-V_0$ が印加されている。特定の共振ビーム 5 が共振すると、その歪によって対応するピエゾ抵抗 R の抵抗値が変化し、それらの変化の和が加算され、演算増幅器 5 3 , 5 4 により両並列回路の出力信号を加算することで 2 倍の出力を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

なお、上述の実施形態では、共振ビーム 5 a を横断ビーム 3 a が延びる方向に沿って両側に片持ち支持するものについて、この発明を適用した場合について説明したが、横断ビーム 3 a の一方側にのみ共振ビーム 5 a を片持ち支持する振動波検出装置にこの発明を適用してもよい。

10

【 0 0 4 5 】

以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形態のものに限定されない。図示された実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変形を加えることが可能である。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 6 】

この発明の振動波検出装置は、音波の周波数を検出する周波数検出装置に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 7 】

【図 1】この発明の一実施形態の振動波検出装置にキャップを被せた状態を示す外觀斜視図である。

20

【図 2】図 1 に示した振動波検出装置をセラミックパッケージに収納した状態を示す断面図である。

【図 3】この発明の他の実施形態における振動波検出装置の断面図である。

【図 4】この発明のさらに他の実施形態の振動波検出装置を示す図である。

【図 5】この発明のさらに他の実施形態の振動波検出装置を示す図である。

【図 6】この発明のさらに他の実施形態の振動波検出装置を示す図である。

【図 7】この発明の振動波検出装置で検出された周波数成分の信号を取り出す回路を示す回路図である。

【図 8】従来の振動波検出装置の平面図である。

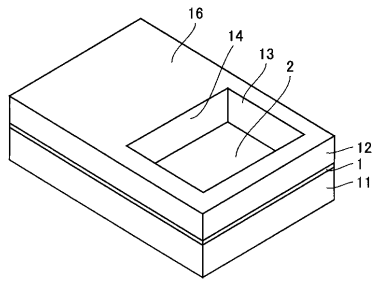
30

【符号の説明】

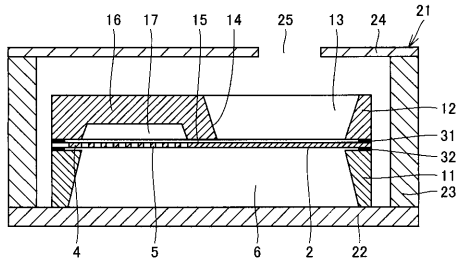
【 0 0 4 8 】

1 センサ本体、2 , 2 a ダイヤフラム、3 a 横断ビーム、4 , 4 a 終止板、5 , 5 a 共振ビーム、6 背室、7 電極パッド、10 , 10 a 半導体基板、11 周辺支持部、12 , 12 a , 41 キャップ、13 , 25 開口部、14 壁面、15 , 27 , 42 音響遮断空隙部、16 封止部、17 , 43 共振用キャビティ、18 薄膜部、19 カップリング空隙、21 セラミックパッケージ、22 底部、23 側壁、24 上板、31 , 32 接着剤、26 , 44 , 45 壁部、51 , 52 直流電源、53 , 54 演算増幅器、 R ピエゾ抵抗、 R_f 帰還抵抗。

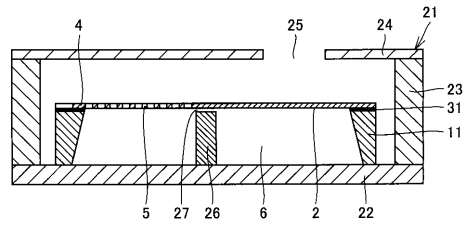
【図 1】



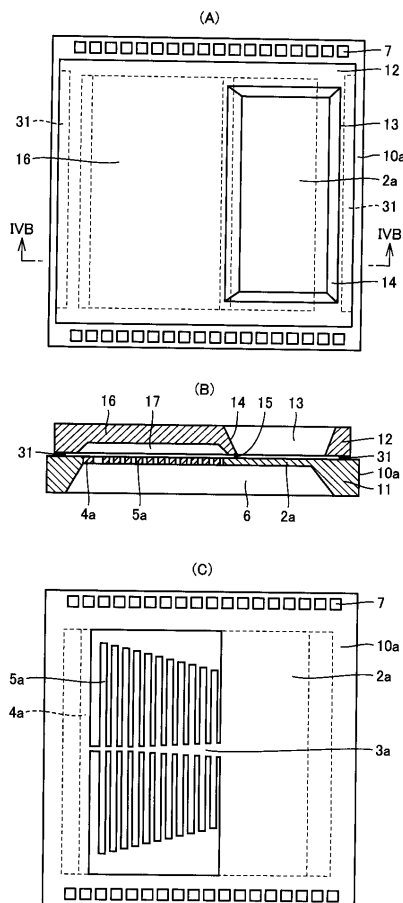
【図 2】



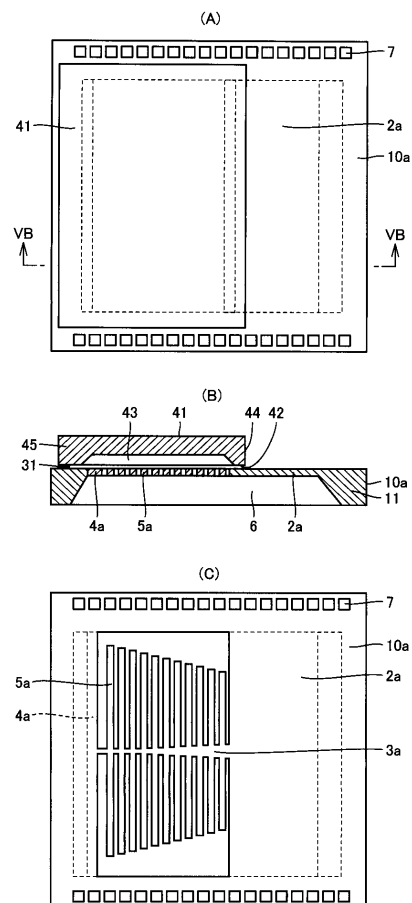
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-075284(JP,A)
特開2000-131135(JP,A)
特開2000-201391(JP,A)
特表2004-537182(JP,A)
米国特許第01806871(US,A)
米国特許第04885781(US,A)
安藤繁, 荒木章子, 小野順貴, 来海暁, 原田宗生, 池内直樹, 全デジタル型可変周波数特性フ
ィッシュボーン音響センサ, 電気学会センサシステム応用研究会資料, 2000年, pp.41-46

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01H 11/00 - 11/08
G01H 13/00
H04R 17/10