

(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
2017年9月14日(14.09.2017)

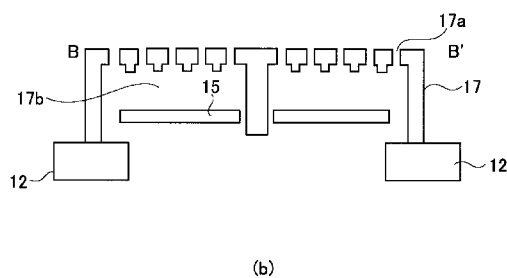
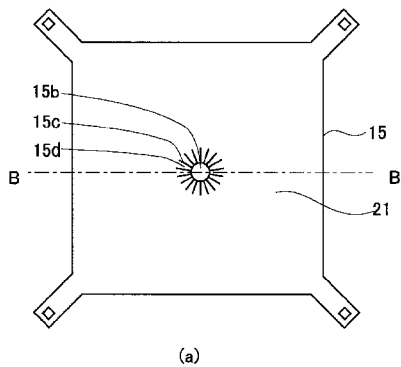


(10) 国際公開番号
WO 2017/154398 A1

- (51) 国際特許分類:
H04R 19/04 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002970
 - (22) 国際出願日: 2017年1月27日(27.01.2017)
 - (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 2016-047521 2016年3月10日(10.03.2016) JP
 - (71) 出願人: オムロン株式会社(OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 Kyoto (JP).
 - (72) 発明者: 笠井 隆(KASAI, Takashi); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 内田雄喜(UCHIDA, Yuuki); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).
 - (74) 代理人: 世良 和信, 外(SERA, Kazunobu et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋三丁目4番10号 アクロポリス21ビル8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, 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, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: CAPACITIVE TRANSDUCER AND ACOUSTIC SENSOR

(54) 発明の名称: 静電容量型トランスデューサ及び音響センサ



(57) Abstract: The present invention provides a technology with which frequency properties at the time of sound detection can be favorably maintained and damage to a vibrating electrode film can be prevented by suppressing excessive deformation of the vibrating electrode film when subjected to excessive pressure. Provided is an acoustic sensor in which an acoustic vibration is detected by being converted to a change in the capacitance between a fixed electrode film of a backplate 17 and the vibrating electrode film 15, wherein when the vibrating electrode film 15 is subjected to excessive pressure and undergoes deformation, the pressure applied to the vibrating electrode film 15 is released by increasing, by means of relative movement between the vibrating electrode film 15 and a protruding portion 17b provided integrally to the backplate 17, the flow path area of an air flow path formed by a gap between the protruding portion 17b and the vibrating electrode film 15.

(57) 要約: 音響の検出時における周波数特性を良好に維持しつつ、過大な圧力が作用したときの振動電極膜の過剰な変形を抑制することによって振動電極膜の破損を回避することのできる技術を提供する。音響振動を振動電極膜15とバックプレート17における固定電極膜の間の静電容量の変化に変換して検出する音響センサにおいて、振動電極膜15が過大な圧力を受けて変形した際に、バックプレート17に一体に設けられた凸部17bと振動電極膜15の相対移動によって、凸部17bと振動電極膜15の一部との隙間により形成される空気流路の流路面積を増大させることで、振動電極膜15に印加された圧力を解放する。



WO 2017/154398 A1

明 細 書

発明の名称： 静電容量型トランスデューサ及び音響センサ

技術分野

[0001] 本願は、静電容量型トランスデューサ及び、該静電容量型トランスデューサを有する音響センサに関する。より具体的には、本発明は、MEMS技術を用いて形成された振動電極膜とバックプレートからなるコンデンサ構造によって構成された静電容量型トランスデューサ及び音響センサに関する。

背景技術

[0002] 従来から、小型のマイクロフォンとしてECM (Electret Condenser Microphone) と呼ばれる音響センサを利用したものが使用される場合があった。しかし、ECMは熱に弱く、また、デジタル化への対応や小型化といった点で、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて製造される静電容量型トランスデューサを利用したマイクロフォン（以下、MEMSマイクロフォンともいう。）の方が優れていることから、近年では、MEMSマイクロフォンが採用されつつある（例えば、特許文献1を参照）。

[0003] 上記のような静電容量型トランスデューサにおいては、圧力を受けて振動する振動電極膜を、電極膜が固定されたバックプレートに空隙を介して対向配置させた形態をMEMS技術を用いて実現したものがあある。このような静電容量型トランスデューサの形態は、例えば、シリコン基板の上に振動電極膜、および振動電極膜を覆うような犠牲層を形成した後、犠牲層の上にバックプレートを形成し、その後に犠牲層を除去するといった工程により実現できる。MEMS技術はこのように半導体製造技術を応用しているので、極めて小さい静電容量型トランスデューサを得ることが可能である。

[0004] 一方で、MEMS技術を用いて作製した静電容量型トランスデューサは、薄膜化した振動電極膜やバックプレートで構成されるため、過大な圧力が作用した場合等に振動電極膜が大きく変形し、破損してしまう虞があった。このような不都合は、例えば静電容量型トランスデューサ内に、大音圧が加わ

った場合の他、実装工程でエアブローされた場合や、当該静電容量型トランスデューサが落下した場合にも生じ得る。

[0005] これに対し、振動電極膜に圧力を解放する孔を設け、過大な圧力が作用した際に当該孔から圧力を解放する対策が考えられるが、この対策では、特に低音域での感度の低下など、静電容量型トランスデューサとしての周波数特性の悪化を招く場合があった。

[0006] また、振動電極膜と、該振動電極膜をスリットで区切って分離した一面であるプラグ部とを有しており、プラグ部はバックプレートまたは基板に対して支持構造によって振動電極膜の他の部分と同じ高さに支持されたMEMSトランスデューサの発明が公知である。この発明では、振動電極膜が膜の両側の圧力差に応答して変位することで、プラグ部との間の流動経路が拡大することによって、過大な圧力を解放する（例えば、特許文献2を参照）。

[0007] しかしながら、上記の発明では、プラグ部と支持部材が別部材であるので、製造工程が複雑化するばかりでなく、プラグ部が支持部材から脱落して機能が損なわれる虞があるなど、十分に高い信頼性があるとは言えなかった。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2011-250170号公報
特許文献2：米国特許第8737171号明細書
特許文献3：米国特許第8111871号明細書
特許文献4：米国特許第8983097号明細書
特許文献5：米国特許第9002037号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は、上記のような状況を鑑みて発明されたものであり、その目的は、より簡単な構成で、音響の検出時における周波数特性を良好に維持しつつ、過大な圧力が作用したときの振動電極膜の過剰な変形を抑制し振動電極膜

の破損を回避することのできる技術を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するための本発明は、振動電極膜の変位を振動電極膜とバックプレートとの間の静電容量の変化に変換する静電容量型トランスデューサにおいて、振動電極膜が過大な圧力を受けて変形した際に、バックプレートに一体に設けられた凸状の部分と振動電極膜の相対移動によって、該凸状の部分と振動電極膜の一部との隙間により形成される空気流路の流路面積を増大させることで、振動電極膜に印加された圧力を解放することを最大の特徴とする。

[0011] より詳しくは、表面に開口を有する基板と、
前記基板の開口に対向するように配設されたバックプレートと、
前記バックプレートとの間に空隙を介して該バックプレートに対向するように配設された振動電極膜と、
を備え、

前記振動電極膜の変位を該振動電極膜と前記バックプレートとの間の静電容量の変化に変換する静電容量型トランスデューサにおいて、

前記振動電極膜の一部と前記バックプレートに一体に設けられた凸状の部分との隙間により形成される空気の流路であって、前記振動電極膜が圧力を受けて変形した際に、該振動電極膜と前記バックプレートに一体に設けられた凸状の部分との相対移動によって流路面積が増大することで、前記振動電極膜に印加された圧力を解放する圧力解放流路と、

前記圧力解放流路を形成する前記振動電極膜の孔の縁に設けられた部分であって、前記孔の流路面積を増大させるスリットを有する拡張部とを、さらに備えることを特徴とする。

[0012] これによれば、例えば、静電容量型トランスデューサにおいて過大な圧力が作用して振動電極膜が大きく変形した際に、振動電極膜とバックプレートに一体に設けられた凸状の部分との相対移動、および、拡張部に設けられたスリットによって、圧力解放流路の流路面積が増大する。このことで、静電

容量型トランスデューサにおいて過大な圧力が作用して振動電極膜が大きく変形した際に、振動電極膜に印加された圧力を自動的に解放することが可能となる。その結果、過大な圧力によって振動電極膜が破損することを抑制できる。

[0013] また、これによれば、圧力解放流路は、振動電極膜の一部と前記バックプレートに一体に設けられた凸状の部分との隙間により形成されているので、元来、圧力の作用により相対移動する部材自体をそのまま利用でき、装置構成を簡略化することが可能である。

[0014] なお、拡張部は、孔の縁から放射状に設けられた振動電極膜のスリットによって形成されていてもよいし、スリットまたはスリットの組合せによって形成されてもよい。より具体的には、孔を構成する放射状のスリットによって形成されていてもよいし、或いは、孔を構成するY字状のスリットによって形成されていてもよい。

[0015] また、本発明における凸状の部分は、前記スリットまたはスリットの組合せに侵入可能な壁構造を有するようにしてもよい。これにより、スリットまたはスリットの組合せの自由度を広げることができ、音響トランスデューサに求められている周波数特性などの仕様に応じ、様々な形状を選択することが可能となる。また、上記の壁構造の幅は、 $20\ \mu\text{m}$ 以下としてもよい。

[0016] また、本発明は、上記の静電容量型トランスデューサを有し、音圧を前記振動電極膜と前記バックプレートとの間の静電容量の変化に変換して検出する音響センサであってもよい。

[0017] なお、上述した、課題を解決するための手段は適宜組み合わせて使用することが可能である。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、静電容量型トランスデューサについて、圧力の検出時における周波数特性を良好に維持しつつ、過大な圧力が作用したときの振動電極膜の過剰な変形を抑制することによって振動電極膜の破損を回避することができる。その結果、静電容量型トランスデューサの性能をより良好に維持

しつつ、信頼性を向上させることが可能である。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]MEMS技術により製造された従来の音響センサの一例を示した斜視図である。

[図2]従来の音響センサの内部構造の一例を示した分解斜視図である。

[図3]音響センサに過大な圧力が急激に作用した場合について説明するための図である。

[図4]音響センサに過大な圧力が急激に作用した場合に対する従来の対策について説明するための図である。

[図5]本発明の実施例1における音響センサの振動電極膜及びバックプレート付近を示す図である。

[図6]本発明の実施例1における圧力解放孔及び凸部の作用について説明するための図である。

[図7]本発明の実施例1における可動部の作用について説明するための図である。

[図8]本発明の実施例2における音響センサの振動電極膜及びバックプレート付近を示す図である。

[図9]本発明の実施例3における音響センサの振動電極膜及びバックプレート付近を示す図である。

[図10]バックプレートに形成された壁構造を有する凸部と、振動電極膜に設けられたスリット状の圧力解放孔の断面斜視図である。

[図11]バックプレートに形成された壁構造を有する凸部と、振動電極膜に設けられたスリット状の圧力解放孔の形成プロセスについて説明するための第1の図である。

[図12]バックプレートに形成された壁構造を有する凸部と、振動電極膜に設けられたスリット状の圧力解放孔の形成プロセスについて説明するための第2の図である。

発明を実施するための形態

[0020] <実施例 1 >

以下、本願発明の実施形態について図を参照しながら説明する。以下に示す実施形態は、本願発明の一態様であり、本願発明の技術的範囲を限定するものではない。なお、本発明は、静電トランスデューサ全体に適用することが可能であるが、以下においては、静電トランスデューサを音響センサとして用いる場合について説明する。しかしながら、本発明に係る音声トランスデューサは、振動電極膜の変位を検出するものであれば、音響センサ以外のセンサとしても利用できる。例えば、圧力センサの他、加速度センサや慣性センサ等として使用しても構わない。また、センサ以外の素子、例えば、電気信号を変位に変換するスピーカ等として使用しても構わない。また、バックプレート、振動電極膜、バックチャンバー、基板の構成は一例であり、これらの位置が逆転していたとしても構わない。

[0021] 図 1 は、MEMS 技術により製造された従来の音響センサ 1 の一例を示した斜視図である。また、図 2 は、音響センサ 1 の内部構造の一例を示した分解斜視図である。音響センサ 1 は、バックチャンバー 2 が設けられたシリコン基板（基板） 3 の上面に、絶縁膜 4、振動電極膜（ダイヤフラム） 5、およびバックプレート 7 を積層した積層体である。バックプレート 7 は、固定板 6 に固定電極膜 8 を成膜した構造を有しており、固定板 6 のシリコン基板 3 側に固定電極膜 8 が配置されたものである。バックプレート 7 の固定板 6 には多数の穿孔としての音孔が全面的に設けられている（図 1 や図 2 に示す固定板 6 の網掛けの各点が個々の音孔に相当する）。また、固定電極膜 8 の四隅のうち 1 つには、出力信号を取得するための固定電極パッド 10 が設けられている。

[0022] ここで、シリコン基板 3 は、例えば単結晶シリコンで形成することができる。また、振動電極膜 5 は、例えば導電性の多結晶シリコンで形成することができる。振動電極膜 5 は、略矩形状の薄膜であり、振動する略四辺形の振動部 11 の四隅に固定部 12 が設けられている。そして、振動電極膜 5 は、バックチャンバー 2 を覆うようにシリコン基板 3 の上面に配置され、アンカ

一部としての4つの固定部12においてシリコン基板3に固定されている。振動電極膜5の振動部11は、音圧に感応して上下に振動する。

[0023] また、振動電極膜5は、4つの固定部12以外の箇所においては、シリコン基板3にも、バックプレート7にも接触していない。よって、音圧に感応してより円滑に上下に振動可能になっている。また、振動部11の四隅にある固定部12のうちの1つに振動膜電極パッド9が設けられている。バックプレート7に設けられている固定電極膜8は、振動電極膜5のうち四隅の固定部12を除いた振動する部分に対応するように設けられている。振動電極膜5のうち四隅の固定部12は音圧に感応して振動せず、振動電極膜5と固定電極膜8との間の静電容量が変化しないためである。

[0024] 音響センサ1に音が届くと、音が音孔を通過し、振動電極膜5に音圧を加える。すなわち、この音孔により、音圧が振動電極膜5に印加されるようになる。また、音孔が設けられることにより、バックプレート7と振動電極膜5との間のエアーギャップ中の空気が外部に逃げ易くなり、熱雑音が軽減され、ノイズを減少することができる。

[0025] 音響センサ1は、上述した構造により、音を受けて振動電極膜5が振動し、振動電極膜5と固定電極膜8との間の距離が変化する。振動電極膜5と固定電極膜8との間の距離が変化すると、振動電極膜5と固定電極膜8との間の静電容量が変化する。よって、振動電極膜5と電氣的に接続された振動膜電極パッド9と、固定電極膜8と電氣的に接続された固定電極パッド10との間に直流電圧を印加しておき、上記静電容量の変化を電氣的な信号として取り出すことにより、音圧を電気信号として検出することができる。

[0026] 次に、上記の従来音響センサ1において生じ得る不都合について説明する。図3は、音響センサ1に過大な圧力が作用した場合について記載した模式図である。図3に示すように、過大な圧力が音響センサ1に作用した場合には、大圧力がバックプレート7に設けられた音孔7aから振動電極膜5の振動部11に作用し、振動部11に大きな歪が生じ、振動電極膜5が破損してしまう場合があった。このような不都合は、例えば音響センサ1に過大な

空気圧が作用した場合の他、音響センサ 1 が落下した場合等にも生じ得る。

[0027] これに対し、図 4 に示すような対策が考えられる。すなわち、図 4 (a) に示すように、振動電極膜 5 に対して、作用した圧力を解放するための孔 5 a を設けておくことで、図 4 (b) に示すように、音響センサ 1 のバックプレート 7 の音孔 7 a から過大な圧力が作用した場合には、孔 5 a から圧力を解放させることで、振動電極膜 5 の破損を防止することが可能である。しかしながら、振動電極膜 5 に上記のような常時開放している孔 5 a を設けると、圧力に対する耐性は向上するものの、特に低音域での感度低下、すなわちロールオフが発生し易くなり、音響センサ 1 の周波数特性が悪化するという不都合があった。

[0028] また、振動電極膜と、該振動電極膜をスリットで区切って分離した一面であるプラグ部とを有しており、プラグ部を、バックプレートに対して支持構造によって振動電極膜の他の部分と同じ高さに支持されるようにする対策が考えられる。この対策においては、振動電極膜が膜の両側の圧力差に応答して変位することで、プラグ部との間の流路が拡大することによって、過大な圧力を解放する（例えば、特許文献 2 を参照）。

[0029] しかし、この対策には以下のような不都合があった。まず、プラグ部は、非常に薄い振動電極膜の一面を用いて構成されているので、破損し易い。また、蓋状のプラグ部がバックプレートに対して、棒状の別部材からなる支持構造を用いて支持されているので、製造工程が複雑化するばかりでなく、支持構造からプラグ部が破損脱落する虞がある。

[0030] また、この対策では、振動電極膜が膜の両側の圧力差に応答して変位することで、該振動電極膜と、該振動電極膜をスリットで区切って分離した一面であるプラグ部との間の流動経路を拡大させ、過大な圧力を解放している。すなわち、振動電極膜及び、該振動電極膜をスリットで区切って分離した一面であるプラグ部という、薄膜どうしの間隙を流路として利用しているため、比較的大きな圧力を受けて振動電極膜の振幅が大きくなると、使用圧力範囲内であっても、プラグ部と振動電極膜の位置が膜厚以上にずれ、流路

がやや拡大した状態となり、音響センサ 1 の周波数特性が不安定になる虞がある。

[0031] 上記のような不具合に対し、本実施例においては、印加された圧力を開放する孔を振動電極膜に備えることとし、そして、振動電極膜の変形前の状態においては、バックプレートの一部であり凸状に形成された柱構造が孔を貫通して少なくともその一部を閉鎖するとともに、振動電極膜が圧力を受けて変形した状態においては、振動電極膜とバックプレートとの相対移動によって、バックプレートの柱構造による孔の貫通が解除されて孔の全体が露出することにより、振動電極膜に印加された圧力が解放されるようにした。更に、振動電極膜の孔の縁には、スリットを有した拡張部を設けることで、圧力が解放することのできる範囲が広くなり、より効率的に圧力を逃がすことを可能にした。

[0032] 図 5 には、本実施例における音響センサの振動電極膜 15 及びバックプレート 17 付近の概略図を示す。図 5 (a) は、振動電極膜 15 の平面図、図 5 (b) は、振動電極膜 15 及びバックプレート 17、基板 12 の断面 B-B' についての断面図である。図 5 (a) に示すように、本実施例においては、振動電極膜 15 の振動部 21 の中心には、圧力解放孔 15 b が設けられている。また、振動電極膜 15 の圧力解放孔 15 b の縁には、圧力解放孔 15 b の縁から放射状に設けられたスリット 15 c によって形成される拡張部 15 d が設けられている。

[0033] そして、図 5 (b) に示すように、振動電極膜 15 に過大な圧力が作用する前の状態では、バックプレート 17 に一体的に凸状に設けられた柱構造である凸部 17 b が圧力解放孔 15 b を貫通することで、圧力解放孔 15 b を閉鎖するように構成されている。なお、この凸部 17 b は、バックプレート 17 が半導体製造工程で形成される際に、同時にバックプレート 17 の一部として形成されたものである。

[0034] 次に、図 6 を用いて、上記の圧力解放孔 15 b 及び凸部 17 b の作用について説明する。図 6 は、本発明の実施例 1 における圧力解放孔及び凸部の作

用について説明するための図である。図6 (a) は、拡張部15 dを有していない振動電極膜15に過大な圧力が作用した状態を示す図である。図6 (b) は、拡張部15 dを有した振動電極膜15に過大な圧力が作用し、圧力解放孔15 bおよびスリット15 cから空気が逃げる様子を説明するための図である。図6 (a) に示すように、拡張部15 dを有していない場合においては、バックプレート17の凸部17 bが振動電極膜15に設けられた圧力解放孔15 bを貫通して閉鎖した状態となっており、この状態においては、振動電極膜15にバックプレート17側から圧力が作用した場合に、圧力解放孔15 bを通過する空気の量は少なく、圧力は十分に解放されない。

[0035] しかしながら、拡張部15 dを有することで、図7 (b) に示すように空気は圧力解放孔15 bのみならずスリット15 cを通じても空気は解放される。図7 (a) よりも流路面積が増大しているのみならず、圧力解放孔15 bから距離が離れた場所においても空気の通過が可能となっている。これは、空気を解放する影響範囲が広がっていることを意味し、より効率的な空気の解放が行われる。これにより、振動電極膜15の破損を回避することが可能となる。スリット15 cは細長い形状であることにより過度な流路面積の増大による周波特性の悪化を防ぐことができ、かつより広い範囲にわたり空気の移動を促すことが出来ている。スリット15 cは圧力解放孔15 bから繋がっているため、広範囲ではあるがスリット15 cと圧力解放孔15 cとを通り抜ける空気のお互いの干渉を緩和することができて、圧力の平衡化の作用が強まっている。

[0036] 次に、図7を用いて、上記の拡張部15 dの作用について説明する。図7 は、本発明の実施例1における拡張部15 dの作用について説明するための図である。図7 (a) は、拡張部15 dを有していない振動電極膜15に過大な圧力が作用した状態を示す図である。図7 (b) は、拡張部15 dを有した振動電極膜15に過大な圧力が作用し、圧力解放孔15 bおよびスリット15 cから空気が逃げる様子を説明するための図である。図7 (a) に示すように、拡張部15 dを有していない場合においては、バックプレート1

7の凸部17bが振動電極膜15に設けられた圧力解放孔15bを貫通して閉鎖した状態となっており、この状態においては、振動電極膜15にバックプレート17側から圧力が作用した場合に、圧力解放孔15bを通過する空気の量は少なく、圧力は十分に解放されない。

[0037] しかしながら、拡張部15dを有することで、図7(b)に示すように空気は圧力解放孔15bのみならずスリット15cを通じても空気は解放される。図7(a)よりも流路面積が増大しているのみならず、圧力解放孔15bから距離が離れた場所においても空気の通過が可能となっている。これは、空気を解放する影響範囲が広がっていることを意味し、より効率的な空気の解放が行われる。これにより、振動電極膜15の破損を回避することが可能となる。スリット15cは細長い形状であることにより過度な流路面積の増大による周波特性の悪化を防ぐことができ、かつより広い範囲にわたり空気の移動を促すことが出来ている。圧力解放孔15bはバックプレート17の凸部17bとの相対位置にて解放面積が変わるのに対し、スリット15cの流路面積は変わらないため常に一定の圧力解放が出来ている。

[0038] 以上のように、本実施例においては、通常動作時、すなわち振動電極膜15に過大な圧力が作用しておらず、振動電極膜15が大きく変形していない状態においては、凸部17bが圧力解放孔15bを貫通して閉鎖しているので、音響センサ10の周波数特性の悪化を抑制することができる。そして、過大な圧力が振動電極膜15に作用し、振動電極膜15が大きく変形した状態においては、凸部17bが圧力解放孔15bから抜け（凸部17bによる圧力解放孔15bの貫通が解除され）、その閉鎖を解消するので、圧力解放孔15bから圧力を十分に解放することが可能となる。その結果、振動電極膜15の更なる変形を抑制でき、音響センサ1に過大な圧力が作用することによる振動電極膜15の破損を回避することができる。

[0039] そして、本実施例においては、上記のような機能を、バックプレート17に一体に設けられた凸部17aと、振動電極膜15に設けられた圧力解放孔15bの相対移動を利用して実現しているので、構造を簡略化でき信頼性を

向上させることが可能である。

[0040] <実施例 2>

次に、本発明における実施例 2 について説明する。図 8 は、本発明の実施例 2 における音響センサの振動電極膜 25 及びバックプレート 27 付近を示す図である。図 8 (a) は、振動電極膜 25 の平面図、図 8 (b) は、振動電極膜 25 及びバックプレート 27、基板 12 の断面 C-C' についての断面図である。図 8 (a) に示すように、本実施例 2 においては、放射状のスリットで構成される圧力解放孔 25 b が振動電極膜 25 の中心部に設けられている。拡張部 25 d は、圧力解放孔 25 b を構成する放射状のスリットが形成する孔の縁の部分である。そして、図 8 (b) に示すように、振動電極膜 25 に過大な圧力が作用する前の状態では、バックプレート 27 に一体的に凸状に設けられた放射状の壁構造である凸部 27 b が圧力解放孔 25 b を貫通することで、圧力解放孔 25 b を閉鎖するように構成されている。なお、この凸部 27 b は、バックプレート 27 が半導体製造工程で形成される際に、同時にバックプレート 27 の一部として形成されたものである。

[0041] 本第 2 実施例も第 1 実施例と同様、振動電極膜 25 の変形前の状態においては、バックプレート 27 の凸部 27 b が圧力解放孔 25 b を貫通して閉鎖した状態となっており、この状態においては、振動電極膜 25 にバックプレート 27 側から圧力が作用した場合に、圧力解放孔 25 b を通過する空気の量は少なく、圧力は十分に解放されない。そして、振動電極膜 25 にバックプレート 27 側から過大な圧力が作用した場合には、当該圧力によって振動電極膜 25 がバックプレート 27 から離れる方向に変形し、凸部 27 b が圧力解放孔 25 b から抜け（貫通が解除され）、圧力解放孔 25 の閉鎖が解消される。そのことにより、振動電極膜 25 に圧力を作用させている空気が圧力解放孔 25 から図中下側に抜け、振動電極膜 25 の破損を回避することが可能となる。

[0042] また、振動電極膜 25 にバックプレート 27 の反対側から過大な圧力が作用した場合には、圧力解放孔 25 b のみならずスリット 25 c によって圧力

が解放される。スリット25cによって、流路面積が増大しているのみならず、振動電極板25の広い範囲にわたって空気の通過が可能となっている。これは、空気を解放する影響範囲が広がっていることを意味し、より効率的な空気の解放が行われる。これにより、振動電極膜25の破損を回避することが可能となる。スリット25cは細長い形状であることにより過度な流路面積の増大による周波特性の悪化を防ぐことができ、かつより広い範囲にわたり空気の移動を促すことが出来ている。スリット25cは圧力解放孔25bから繋がっているため、広範囲ではあるがスリット25cと圧力解放孔25cとを通り抜ける空気のお互いの干渉を緩和することができて、圧力の平衡化の作用が強まっている。スリット25cが軸対称の放射状に配置されているため、どの方向からの圧力も効率よく解放できている。

[0043] また、バックプレート27に一体的に設けられる凸部27bが放射状の壁構造であるため、凸部27bが薄板状のバックプレート27を補強する梁のような形態を実質的に呈し、バックプレート27の強度向上が可能となる。

[0044] <実施例3>

次に、本発明における実施例3について説明する。図9は、本発明の実施例3における音響センサの振動電極膜35及びバックプレート37付近を示す図である。図9(a)は、振動電極膜35の平面図、図9(b)は、振動電極膜35及びバックプレート37、基板12の断面D-D'についての断面図である。図9(a)に示すように、本実施例3においては、平面視で互いに120度の角度間隔で設けられたY字状の3つのスリットで構成される圧力解放孔35bが振動電極膜35の中心部に設けられている。拡張部35dは、圧力解放孔35bを構成するY字状のスリットが形成する部分である。そして、図9(b)に示すように、振動電極膜35に過大な圧力が作用する前の状態では、バックプレート37に一体的に凸状に設けられたY字状の壁構造である凸部37bが圧力解放孔35bを貫通することで、圧力解放孔35bを閉鎖するように構成されている。なお、この凸部37bは、バックプレート37が半導体製造工程で形成される際に、同時にバックプレート3

7の一部として形成されたものである。

[0045] 本第3実施例も第1実施例と同様、振動電極膜35の変形前の状態においては、バックプレート37の凸部37bが圧力解放孔35bを貫通して閉鎖した状態となっており、この状態においては、振動電極膜35にバックプレート37側から圧力が作用した場合に、圧力解放孔35bを通過する空気の量は少なく、圧力は十分に解放されない。そして、振動電極膜35にバックプレート37側から過大な圧力が作用した場合には、当該圧力によって振動電極膜35がバックプレート37から離れる方向に変形し、凸部37bが圧力解放孔35bから抜け（貫通が解除され）、圧力解放孔35の閉鎖が解消される。そのことにより、振動電極膜35に圧力を作用させている空気が圧力解放孔35から図中下側に抜け、振動電極膜35の破損を回避することが可能となる。

[0046] また、振動電極膜35にバックプレート37の反対側から過大な圧力が作用した場合には、圧力解放孔35bのみならずスリット35cによって圧力が解放される。スリット35cによって、流路面積が増大しているのみならず、振動電極板35の広い範囲にわたって空気の通過が可能となっている。これは、空気を解放する影響範囲が広がっていることを意味し、より効率的な空気の解放が行われる。これにより、振動電極膜25の破損を回避することが可能となる。スリット35cをY字状とすることで放射状の場合よりも圧力解放孔35bの流路面積を抑えることができ、低音域での感度低下、すなわちロールオフの発生をより軽減できる。もしくは、同じ流路面積を有したとしても距離の長いスリットを設けることができるため、より広範囲に渡って振動電極板に圧力解放孔を設けることが可能であるため、より圧力電極膜の破損を回避することが可能となる。

[0047] また、バックプレート37に一体的に設けられる凸部37bがY字状の壁構造であるため、凸部37bが薄板状のバックプレート37を補強する梁のような形態を実質的に呈し、バックプレート37の強度向上が可能となる。

[0048] なお、拡張部は、上記実施例1から実施例3の何れかの形態に限定される

ものでなく、その他の様々な形態であってもよい。

[0049] 図10には、実施例2及び実施例3に示したような壁構造の凸部47bを有するバックプレート47、振動電極膜45及び圧力解放孔45bの断面斜視図を示す。本実施例においては、上述のとおり、圧力解放孔45bは、平面視において円形ではなくスリット状である。また、凸部47bは、スリット状の圧力解放孔45bに侵入可能な壁構造を有している。図10においては、振動電極膜45及びバックプレート47を、スリット状の圧力解放孔45bと、壁構造を有する凸部47bの中央部で切断した図を示している。

[0050] この態様においては、バックプレート47における凸部47bの直上の領域は平坦な構造となるため、応力集中などが発生しづらく、加えて、バックプレート47自体の肉厚が厚くなるため、バックプレート47の強度の向上を図ることが可能である。

[0051] 次に、本実施例における図11及び図12を用いて、実施例2及び3における壁構造を有する凸部と、圧力解放孔の形成プロセスについて説明する。まず、図11(a)に示すように、シリコン(Si)基板53の表面に酸化シリコン(SiO₂)の絶縁層54aが形成され、絶縁層54aの上に振動電極膜となるべきポリシリコン(PolySi)膜55が形成される。次に、図11(b)に示すように、振動電極膜となるべきポリシリコン(PolySi)膜55がエッチングにより部分的に除去されて圧力解放孔55bとなる部分が形成される。

[0052] 次に、図11(c)に示すように、ポリシリコン(PolySi)膜55の上に酸化シリコン(SiO₂)の犠牲層54bが成膜される。次に、図12(a)に示すように、犠牲層54bのうち、壁構造を有する凸部となる部分について絶縁層54a及び犠牲層54bがエッチングにより除去される。

[0053] 次に、図12(b)に示すように、固定電極となるポリシリコン(PolySi)膜56が形成され、さらに、バックプレート及び壁構造を有する凸部を形成するための窒化シリコン(SiN)膜57が形成される。この際、凸部を形成するための窒化シリコン(SiN)膜57bが形成される、酸化

シリコン (SiO₂) の絶縁層 54 a 及び犠牲層 54 b のスリット幅が狭いので、バックプレート 57 の成膜時に、当該スリットが完全に窒化シリコン (SiN) 膜で埋まり、凸部 57 b は壁状になる。スリット幅はバックプレート膜厚もしくは犠牲層厚の 2 倍以内であるとスリットが完全に埋まり、バックプレートが平坦になりやすい。一般的なサイズの MEMS 静電容量型トランスデューサの場合、20 μm となることが多い。

[0054] そして、エッチングによって音孔 57 a が形成する。次に、図 12 (c) に示すように、エッチングにより、バックプレート 57 及び凸部 57 b となる部分と、振動電極膜 55 とをのみを残して Si 基板 53、絶縁層 54 a 及び犠牲層 54 b が除去される。これにより、バックプレート 57 における壁構造を有する凸部 57 b と、振動電極膜 55 における圧力開放孔 55 b が形成される。

符号の説明

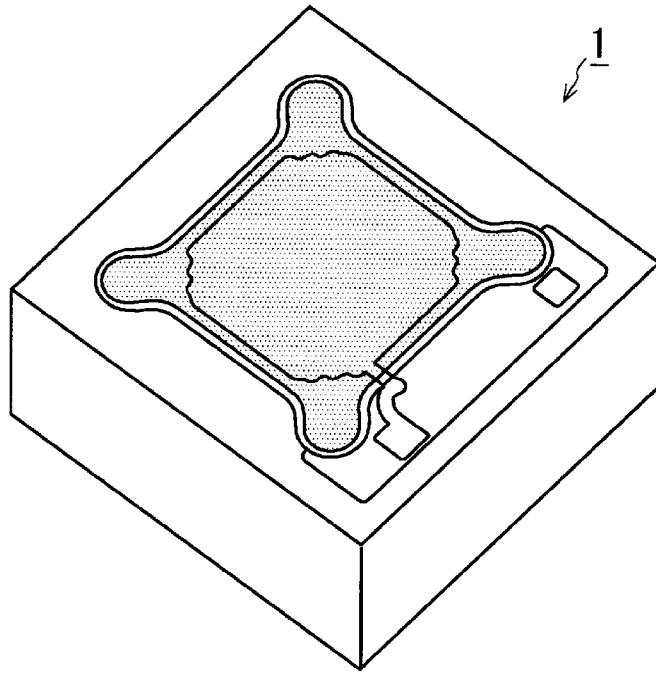
- [0055] 1 . . . 音響センサ
2 . . . バックチャンバー
3 . . . (シリコン) 基板
5、15、25、35 . . . 振動電極膜
7、17、27、37 . . . バックプレート
15 b、25 b、35 b . . . 圧力解放孔
15 c、25 c、35 c . . . スリット
15 d、25 d、35 d . . . 拡張部
17 b、27 b、37 b . . . 凸部

請求の範囲

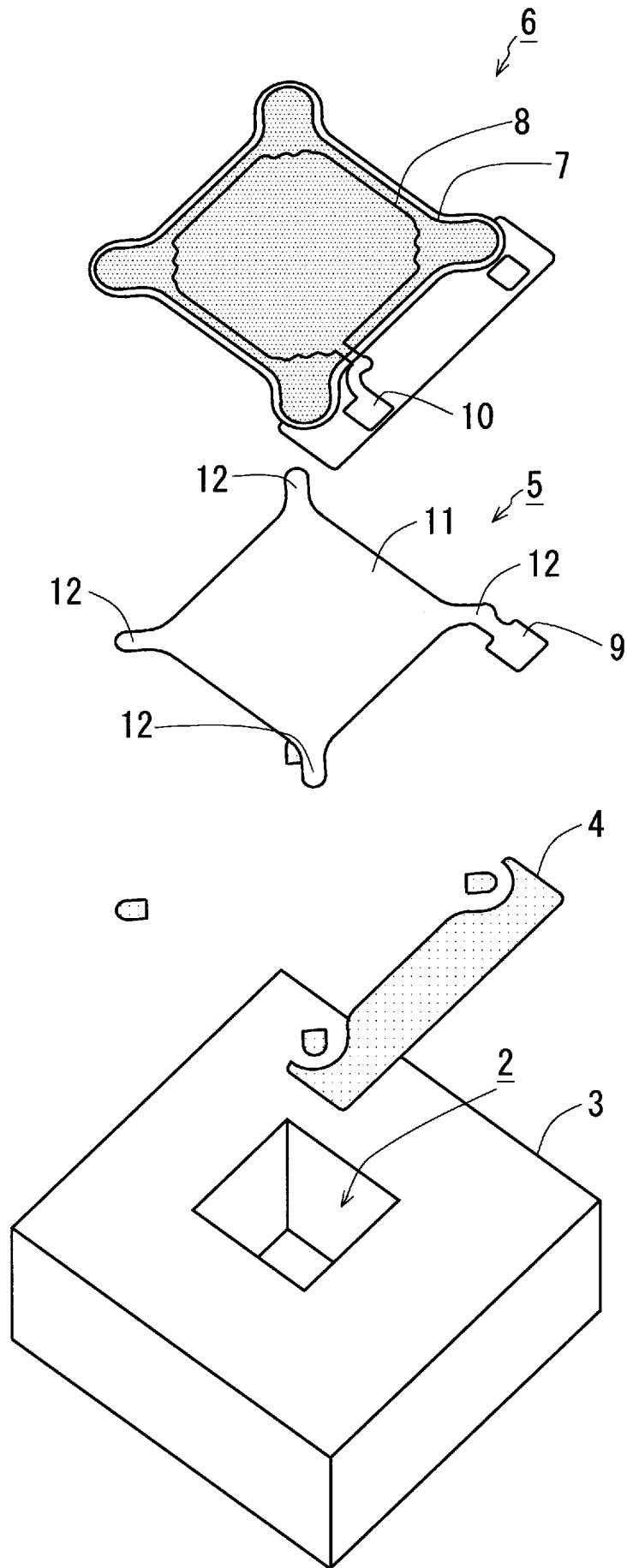
- [請求項1] 表面に開口を有する基板と、
前記基板の開口に対向するように配設されたバックプレートと、
前記バックプレートとの間に空隙を介して該バックプレートに対向するように配設された振動電極膜と、
を備え、
前記振動電極膜の変位を該振動電極膜と前記バックプレートの間の静電容量の変化に変換する静電容量型トランスデューサにおいて、
前記振動電極膜の一部と前記バックプレートに一体に設けられた凸状の部分との隙間により形成される空気の流路であって、前記振動電極膜が圧力を受けて変形した際に、該振動電極膜と前記バックプレートに一体に設けられた凸状の部分との相対移動によって流路面積が増大することで、前記振動電極膜に印加された圧力を解放する圧力解放流路と、
前記圧力解放流路を形成する前記振動電極膜の孔の縁に設けられた部分であって、
前記孔の流路面積を増大させるスリットを有する拡張部とを、さらに備えることを特徴とする静電容量型トランスデューサ。
- [請求項2] 前記拡張部は、前記孔の縁から放射状に設けられた前記振動電極膜のスリットによって形成される、
請求項1に記載の静電容量型トランスデューサ。
- [請求項3] 前記拡張部は、前記孔を構成するスリットまたは、スリットの組合せによって形成される、
請求項1に記載の静電容量型トランスデューサ。
- [請求項4] 前記スリットの組合せは、放射状の形状を有する、
請求項3に記載の静電容量型トランスデューサ。
- [請求項5] 前記スリットは、Y字状の形状を有する、
請求項3に記載の静電容量型トランスデューサ。

- [請求項6] 前記凸状の部分は前記スリットまたはスリットの組合せに侵入可能な壁構造を有する、
請求項4または5に記載の静電容量型トランスデューサ。
- [請求項7] 前記凸状の部分が有する壁構造の幅は、 $20\ \mu\text{m}$ 以下である、
請求項6に記載の静電容量型トランスデューサ。
- [請求項8] 請求項1から7のいずれか一項に記載の静電容量型トランスデューサを有し、音圧を前記振動電極膜と前記バックプレートの間の静電容量の変化に変換して検出する音響センサ。

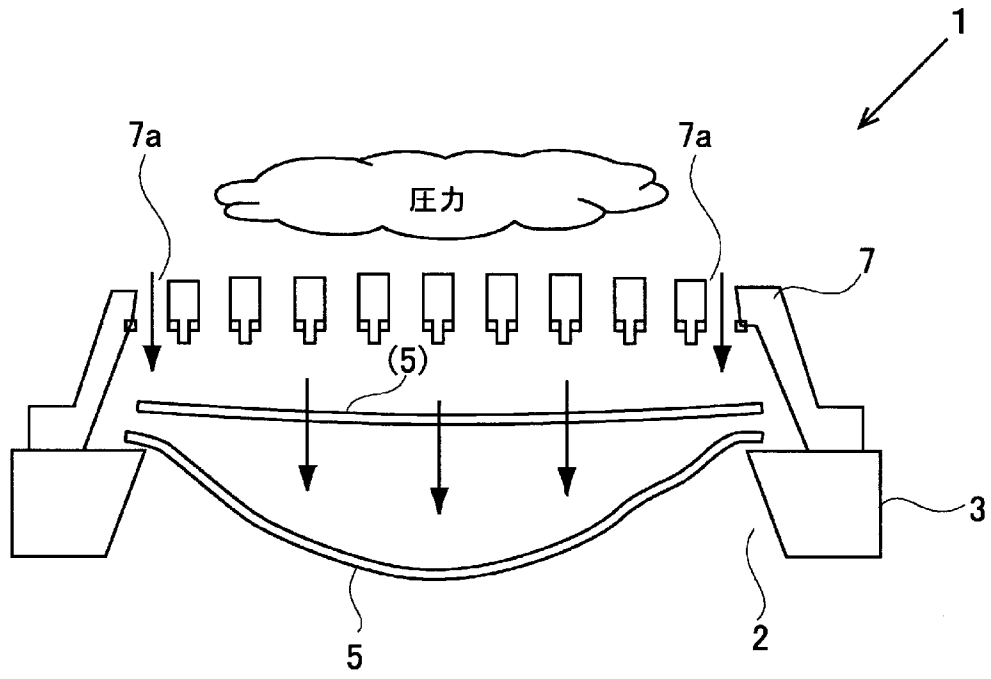
[図1]



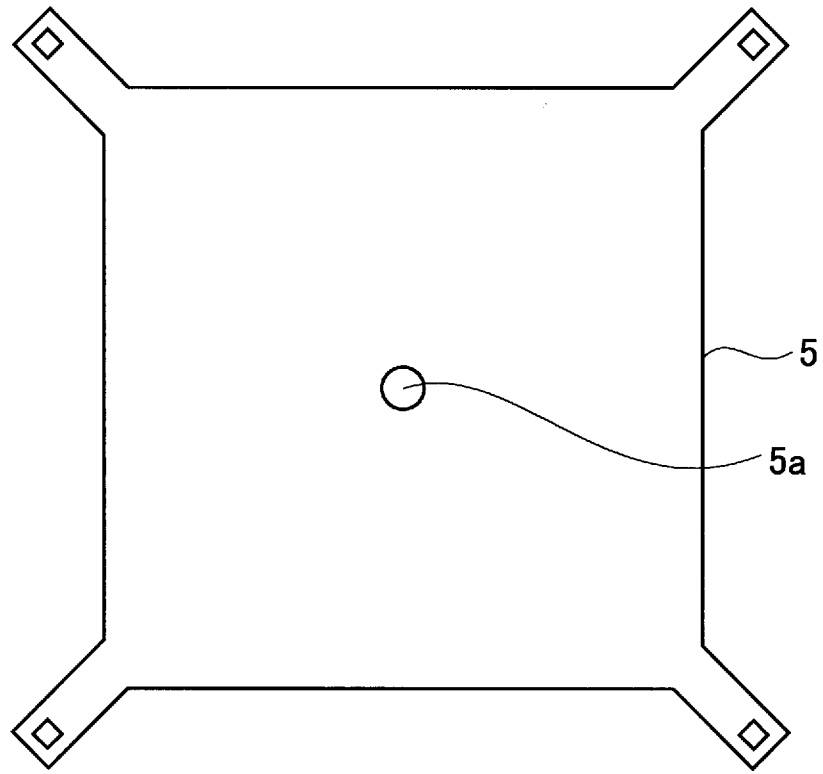
[図2]



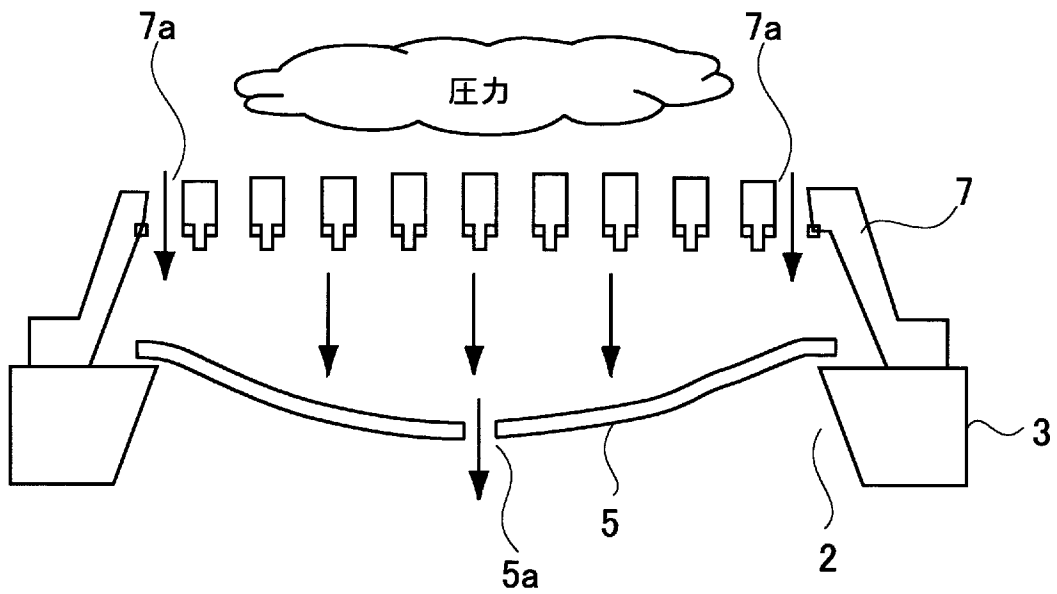
[図3]



[図4]

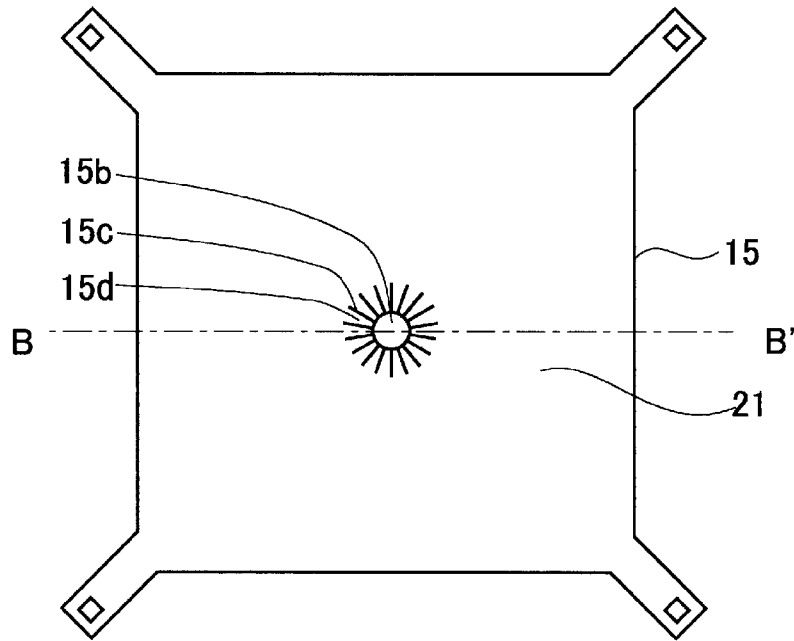


(a)

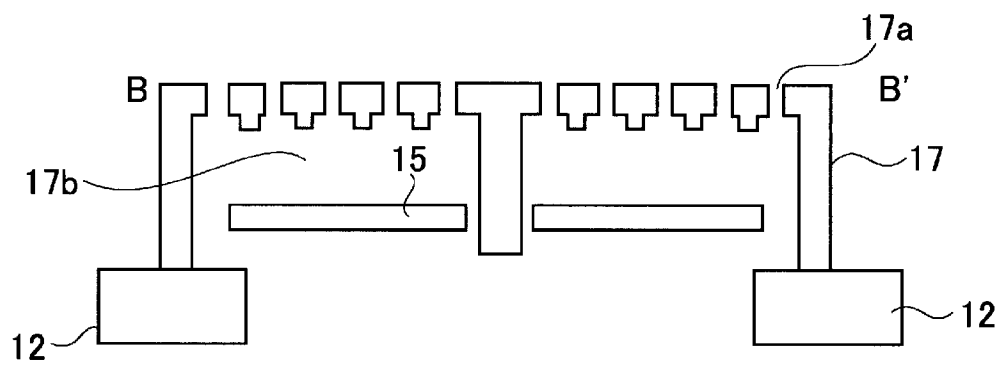


(b)

[図5]

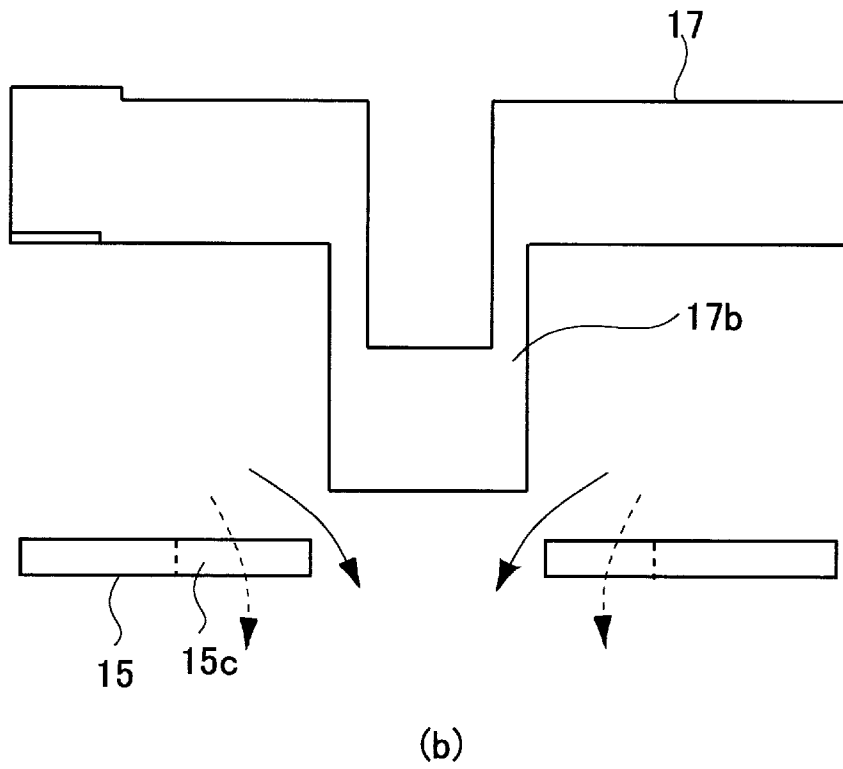
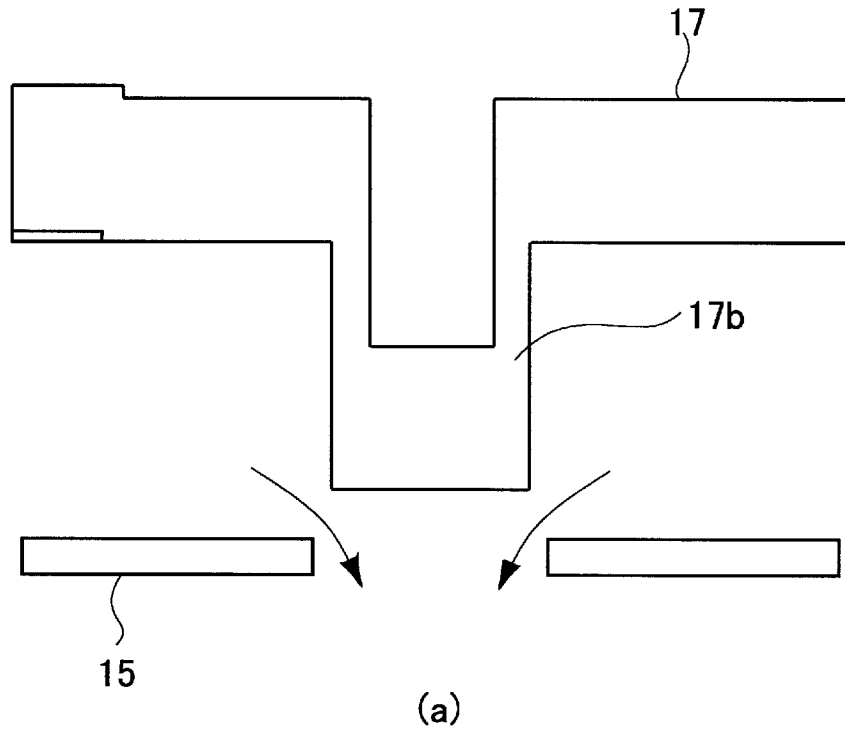


(a)

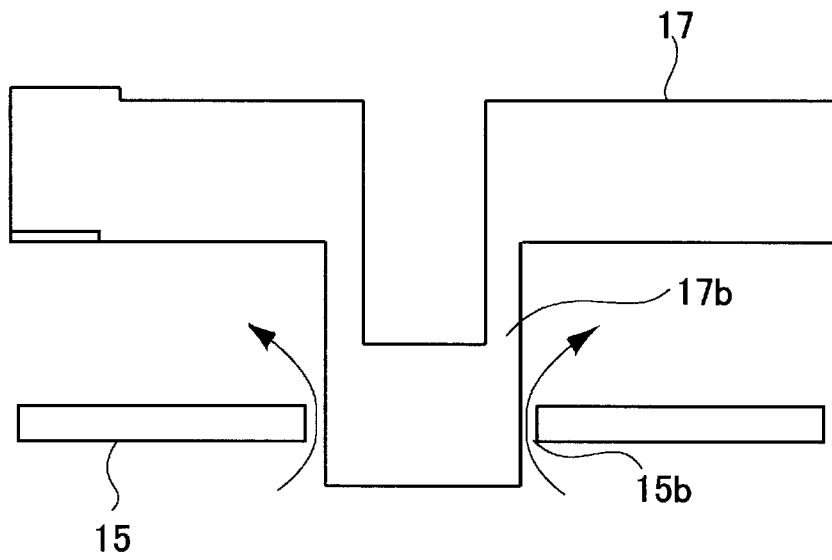


(b)

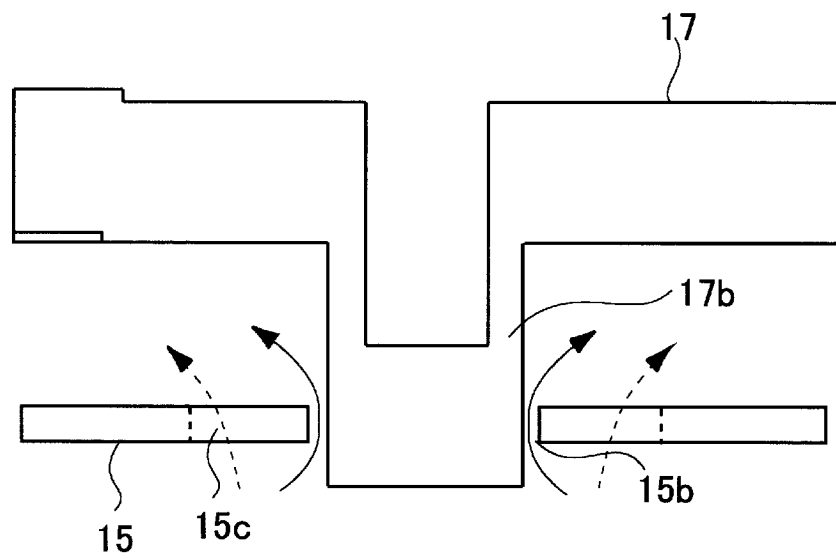
[図6]



[図7]

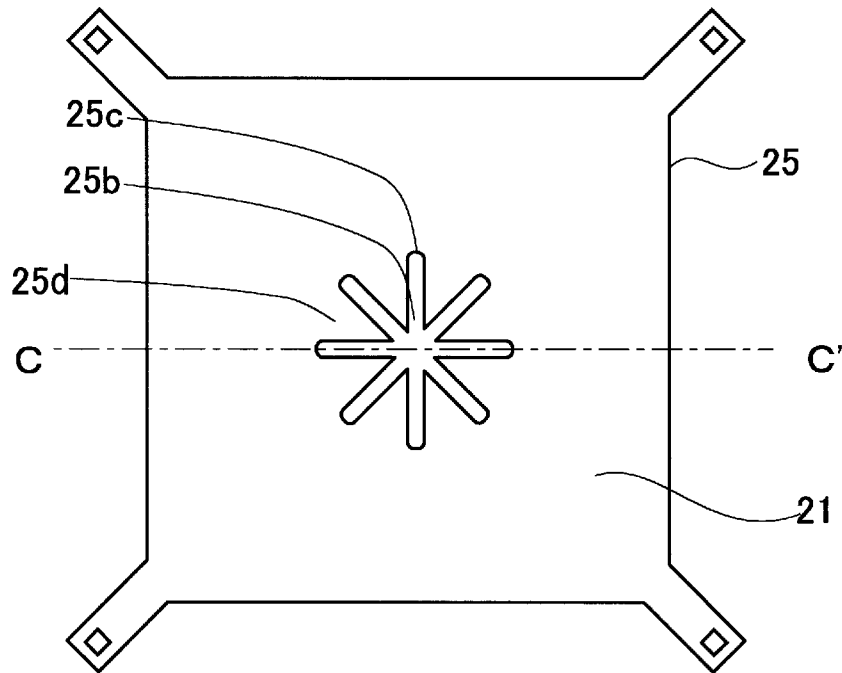


(a)

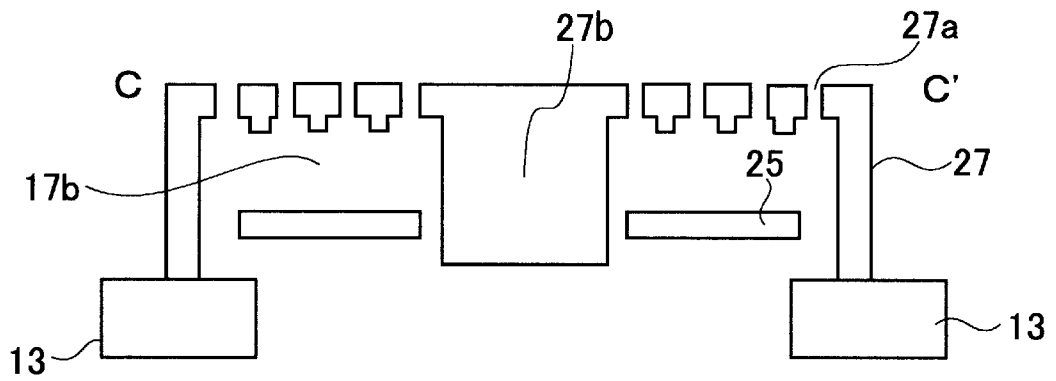


(b)

[図8]

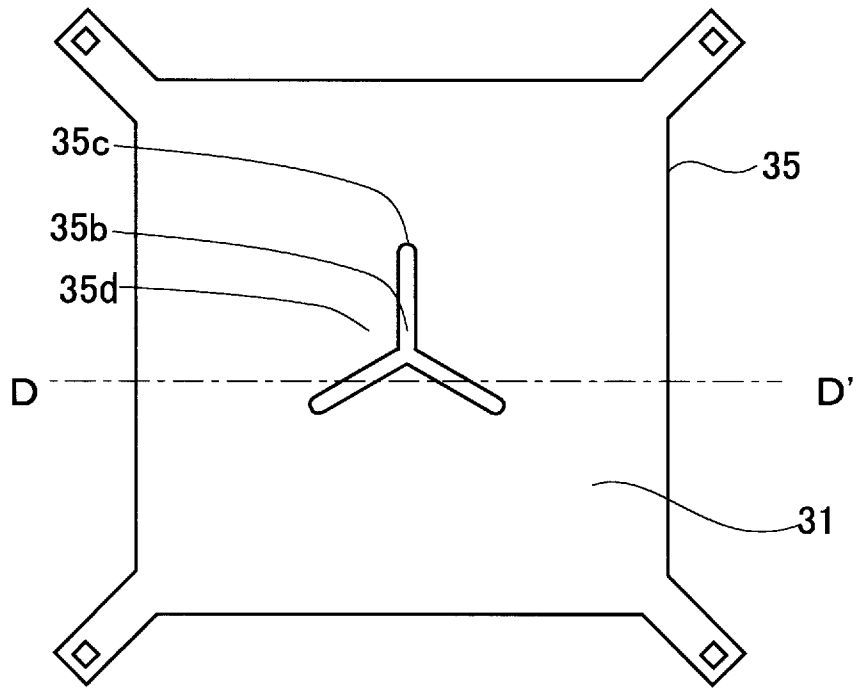


(a)

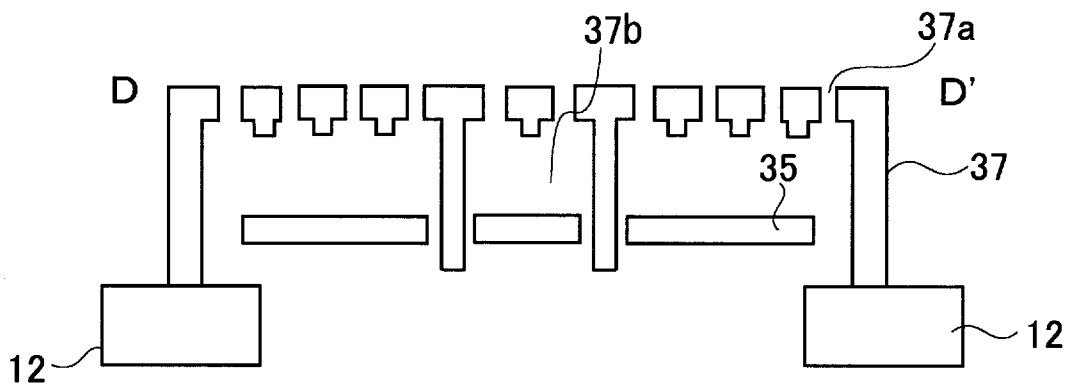


(b)

[図9]

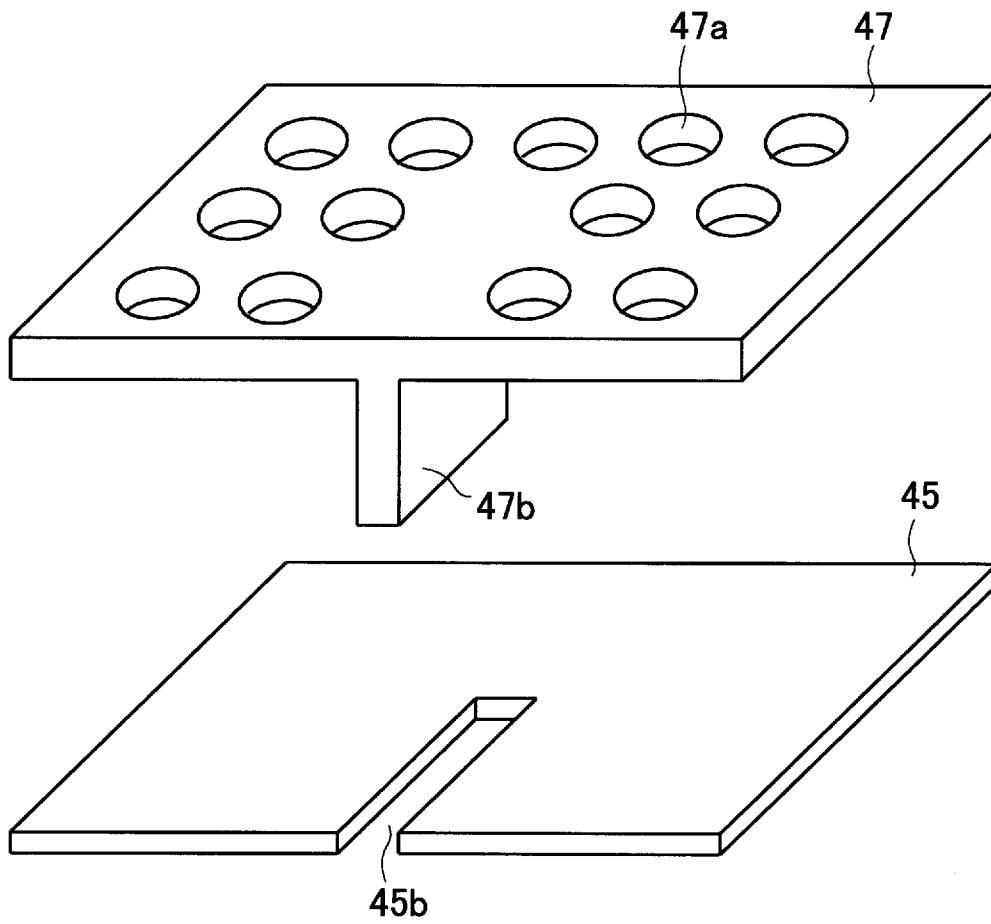


(a)

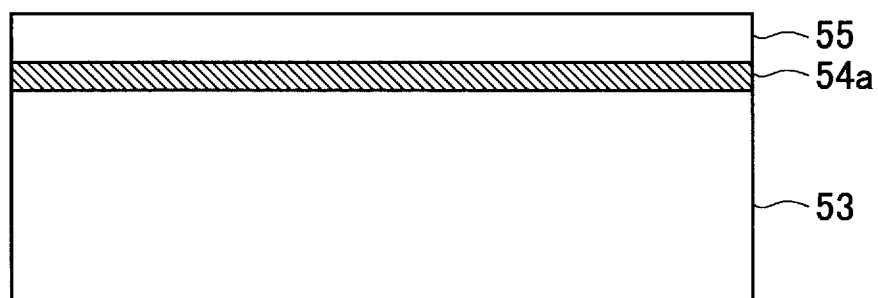


(b)

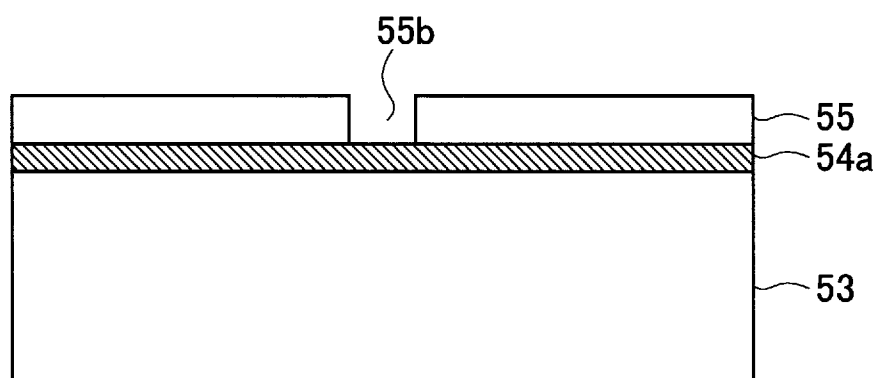
[図10]



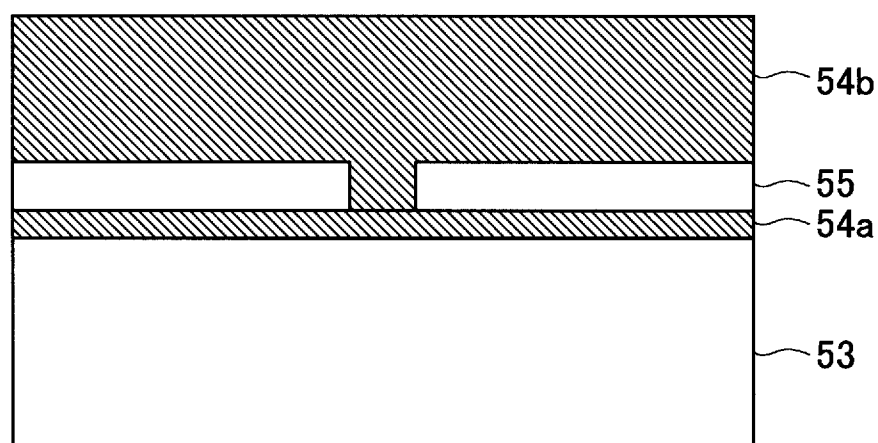
[図11]



(a)

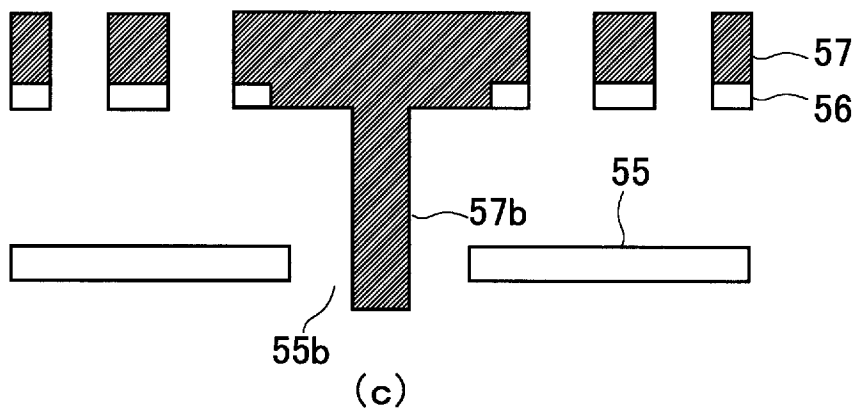
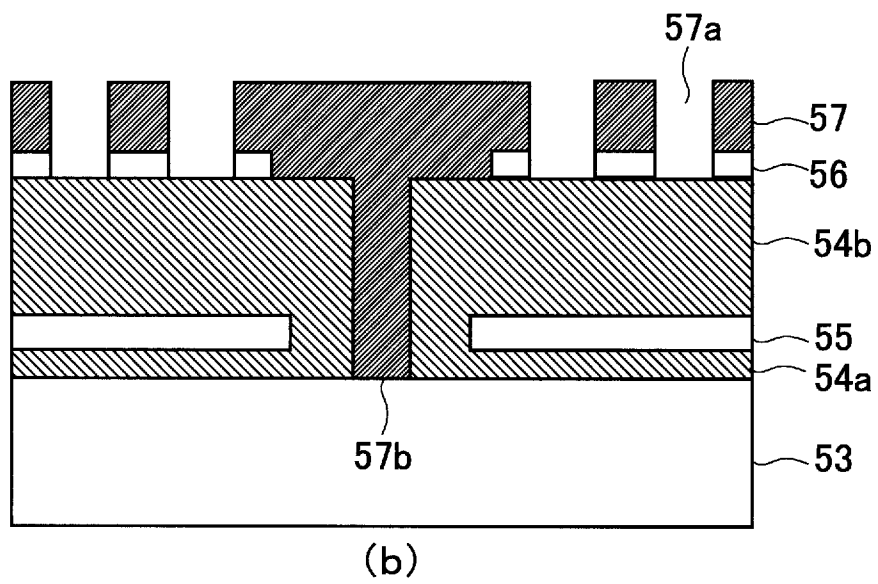
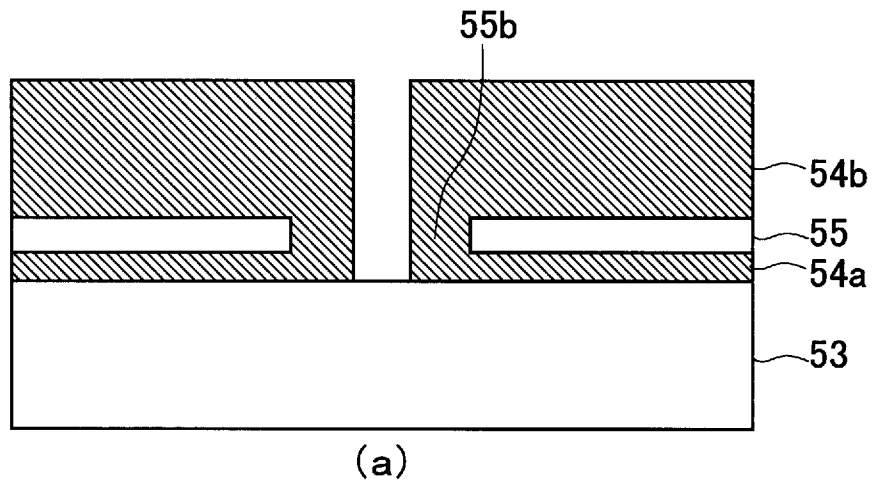


(b)



(c)

[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/002970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04R19/04(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)
H04R19/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2015-056832 A (Omron Corp.), 23 March 2015 (23.03.2015), paragraphs [0034] to [0060]; fig. 1 to 6 & US 2015/0078592 A1 paragraphs [0055] to [0081]; fig. 1 to 6 & CN 104469578 A	1-8
A	JP 2008-259061 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 23 October 2008 (23.10.2008), paragraphs [0027] to [0058]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 04 April 2017 (04.04.17)	Date of mailing of the international search report 18 April 2017 (18.04.17)
---	--

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

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04R19/04(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. H04R19/04

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	JP 2015-056832 A (オムロン株式会社) 2015.03.23, 段落 [0034] - [0060], 図1-6 & US 2015/0078592 A1, 段落 [0055] - [0081], 図1-6 & CN 104469578 A	1-8
A	JP 2008-259061 A (松下電工株式会社) 2008.10.23, 段落 [0027] - [0058], 図1-5 (ファミリーなし)	1-8

☐ 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 04.04.2017	国際調査報告の発送日 18.04.2017
--------------------------	--------------------------

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) 下林 義明	5Z	4453
	電話番号 03-3581-1101 内線 3591		