(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
2016 年 9 月 15 日(15.09.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/143867 A1

(51) 国際特許分類:
H04R 19/04 (2006.01) *H01L 29/84* (2006.01)
B81B 3/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057630

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 10 日(10.03.2016)

(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 2015-050100 2015 年 3 月 12 日(12.03.2015) 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: 井上　匡志(INOUE Tadashi); 〒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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

規則 4.17 に規定する申立て:

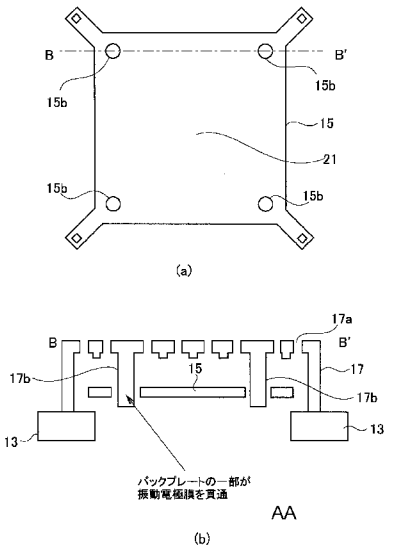
— 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て (規則 4.17(v))

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: CAPACITANCE TYPE 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



AA Part of back plate penetrates through vibrating electrode film

(57) **Abstract**: Provided is a technology that makes it possible to avoid damage to a vibrating electrode film by suppressing excessive deformation of the vibrating electrode film when acted upon by excessive pressure, while maintaining good frequency characteristics at the time of acoustic detection. This acoustic sensor detects acoustic vibrations by converting said acoustic vibrations into changes in capacitance between a vibrating electrode film 15 and a fixed electrode film on a back plate 17, wherein, when the vibrating electrode film 15 is deformed by being subjected to excessive pressure, a relative movement between a projecting portion 17b, with which the back plate 17 is integrally provided, and the vibrating electrode film 15 causes the flow passage area of an air flow passage, formed by means of a gap between the projecting portion 17b and a part of the vibrating electrode film 15, to increase, thereby releasing the pressure being applied to 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 2016/143867 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画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、充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

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] また、本発明においては、前記バックプレートは、周辺部の少なくとも一部が屈曲して側面を形成するとともに該側面の先端部において前記基板に固定され

前記圧力解放流路は、前記振動電極膜の端面と、前記バックプレートの側面に一体に形成された凸状の部分との隙間により形成され、

前記振動電極膜が圧力を受けて変形した際に、該振動電極膜の端面と前記バックプレートの側面に形成された凸状の部分とが相対移動してずれることにより、前記振動電極膜の端面と、前記バックプレートの側面との隙間が増大することで、前記振動電極膜に印加された圧力を解放するようにしてもよい。

[0015] すなわち、この場合は、バックプレートの周辺部の少なくとも一部が屈曲して側面を形成し、その側面の先端部が基板に固定されることで、バックプレートが基板に結合されている。また、振動電極膜の端面と、バックプレートの側面に一体に形成された凸状の部分との隙間により圧力解放流路が形成されている。そして、振動電極膜が圧力を受けて変形した際に、振動電極膜の端面とバックプレートの側面に形成された凸状の部分とが相対移動してずれることにより、振動電極膜の端面と、バックプレートの側面との隙間が増大する。これにより、圧力解放流路の流路面積が増大し、振動電極膜に印加された圧力が解放される。

[0016] これによれば、例えばバックプレートの側面を途中で外側に屈曲させ、振動電極膜の端面に対向する凸部を形成させるという、簡単な構成によって、過大な圧力が作用した場合の振動電極膜の破損を抑制することが可能である。

[0017] また、本発明においては、前記凸状の部分は、凸状の柱構造であり、前記圧力解放流路は、前記振動電極膜に設けられた孔と、前記バックプレートか

ら前記振動電極膜側に一体に設けられた凸状の柱構造との隙間により形成され、

少なくとも前記凸状の柱構造の先端部は前記孔の径より小さい径を有するとともに、前記振動電極膜が圧力を受けて変形する前の状態においては、前記凸状の柱構造が前記孔に侵入し、

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の凸状の柱構造とが相対移動し、前記凸状の柱構造による前記孔への侵入を解除することで、前記振動電極膜に印加された圧力を解放するようにしてもよい。

[0018] すなわち、この場合は、圧力解放流路は、振動電極膜に設けられた孔と、バックプレートから振動電極膜側に一体に設けられた凸状の柱構造との隙間により形成される。また、柱構造の径は少なくとも先端部において孔の径より小さくなっており、振動電極膜が圧力を受けて変形する前の状態においては、凸状の柱構造が孔に侵入している。そして、振動電極膜が圧力を受けて変形した際に、振動電極膜とバックプレートの柱構造とが相対移動し、凸状の柱構造が孔から抜けることで、孔の全面を露出させる。これにより、振動電極膜に印加された圧力を解放する。

[0019] これによれば、振動電極膜が圧力を受けて変形する前の状態においては、バックプレートの凸状の柱構造が振動電極膜の孔に侵入することで、より確実に、孔からの空気の漏れを抑制し、音響センサの周波数特性を良好に維持することが可能となる。そして、振動電極膜が過大な圧力が作用することにより所定量だけ変形すると、バックプレートの凸状の柱構造が振動電極膜の孔から抜けて孔が解放されるので、圧力解放流路の流路面積は、作用する圧力が所定の圧力に達するまでは小さいまま安定して維持され、作用する圧力が所定の圧力に達した際に急激に増加することとなる。

[0020] よって、作用する圧力が上述の所定の圧力に達するギリギリまで、静電容量型トランスデューサの周波数特性を可及的に良好に維持することができる。そして、作用する圧力が所定の圧力に達した場合には一気に圧力を解放す

ることができる。なお、バックプレートの凸状の柱構造が振動電極膜の孔から抜けて孔が解放された状態でも、孔へ流入する空気は、振動電極膜と、バックプレートから振動電極膜側に一体に設けられた凸状の柱構造との隙間を通過して流入するので、圧力解放流路が振動電極膜の一部と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点に変わりはない。なお、上記において「侵入」とは、凸状の柱構造が振動電極膜の孔に入り込むことを示しており、凸状の柱構造の先端が振動電極膜の反対側の面まで達し、あるいは反対側の面からさらに突出している場合と、凸状の柱構造の先端が振動電極膜の厚みの途中で止まっている場合の両方を含む。

[0021] また、本発明においては、前記凸状の部分は、凸状の柱構造であり、前記圧力解放流路は、前記振動電極膜に設けられた孔と、前記バックプレートから前記振動電極膜側に一体に設けられた凸状の柱構造との隙間により形成され、

前記凸状の柱構造は前記孔の径より大きい径を有するとともに、前記振動電極膜が圧力を受けて変形する前の状態においては、前記凸状の柱構造の先端が前記孔を前記バックプレート側から覆い、

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の凸状の柱構造とが相対移動し、前記凸状の柱構造の先端が前記孔から離れることで、前記振動電極膜に印加された圧力を解放するようにしてもよい。

[0022] すなわち、この場合も、圧力解放流路は、振動電極膜に設けられた孔と、バックプレートから振動電極膜側に一体に設けられた凸状の柱構造との隙間により形成される。また、柱構造の径は振動電極膜の孔の径より大きくなっており、振動電極膜が圧力を受けて変形する前の状態においては、柱構造の先端が振動電極膜の孔をバックプレート側から覆っている。そして、振動電極膜が圧力を受けて変形した際に、振動電極膜とバックプレートの柱構造とが相対移動し、柱構造の先端が振動電極膜の孔から離れることで、孔への空気の流入が容易になる。これにより、振動電極膜に印加された圧力を解放す

る。

[0023] これによれば、振動電極膜が、圧力を受けて変形する前の状態から、圧力を受けて変形する際に、その変形量に応じて、圧力解放流路の流路面積を緩やかに増加させることが可能である。よって、振動電極膜の作動を安定化させ、過大な圧力が頻繁に作用するような環境における装置の信頼性や耐久性を向上させることが可能である。

[0024] また、本発明においては、前記振動電極膜が圧力を受けて変形する前の状態においては、前記凸状の柱構造が前記孔を貫通し、該柱構造の先端は、前記振動電極膜に対して前記バックプレートの反対側に位置するようにしてもよい。

[0025] これによれば、振動電極膜が変形を始めて直ぐに振動電極膜の孔からバックプレートの凸状の柱構造が抜けるのではなく、静電容量型トランスデューサの周波数特性を良好に維持できる圧力範囲を一定以上確保することができる。また、柱構造の先端の位置を適切に設定することによって、圧力解放流路の流路面積を急激に増加させる閾値としての圧力の値を適宜調整することが可能となる。

[0026] また、本発明においては、前記凸状の柱構造の径は、該柱構造の先端から前記バックプレートに向かうにつれて大きくなり、または一定であることとしてもよい。前者の構成によれば、凸状の柱構造が振動電極膜の孔から抜ける前に、徐々に圧力解放流路の流路面積を増加させ、徐々に圧力の解放のための空気の流量を増加させることができる。また、後者の構成によれば、凸状の柱構造が振動電極膜の孔から抜ける前には、圧力解放流路の流路面積を一定とし、圧力の解放のための空気の流量を、凸状の柱構造が孔から抜けるまでは一定にすることができる。このように、凸状の柱構造が振動電極膜の孔から抜けるまでの圧力解放の態様のバリエーションを広げることが可能となる。

[0027] また、本発明においては、前記凸状の柱構造は、前記振動電極膜とは異なる成膜工程によって形成されたものとしてもよい。また、前記凸状の柱構造

は、前記バックプレートと同一の成膜工程によって形成されたものとしてもよい。凸状の柱構造は、バックプレートと同一の成膜工程によって形成すれば、製造工程を簡略化できるとともに、凸状の柱構造とバックプレートの一体性をより高めることができ、信頼性を向上させることが可能である。

[0028] また、本発明においては、前記振動電極膜は、前記基板にアンカー部において固定されるとともに、該アンカー部以外の場所においては、前記基板及び前記バックプレートに接触しないこととしてもよい。これによれば、振動電極膜の運動または変位をより円滑にすることができ、静電容量型トランスデューサの作動をより安定化することが可能となる。

[0029] また、本発明においては、前記バックプレートは、複数の穿孔を有することとしてもよい。また、前記基板は、前記バックプレートに一体に設けられた凸状の柱構造に対向する部分を避けて配置されるようにしてもよい。これにより、凸状の柱構造への侵入を解除した際に、より効率的に圧力を解放することができる。また、本発明においては、前記バックプレートは前記基板に対向して配置され、前記凸状の柱構造は、前記バックプレートから前記基板側に向けて設けられ、前記凸状の柱構造は、その先端が、前記基板の前記バックプレート側の表面と同面または、該表面よりバックプレート側に位置するようにしてもよい。この構成によれば、より容易に、基板上に膜形成によってバックプレートと凸状の柱構造とを一体に形成することが可能である。

[0030] また、本発明においては、前記バックプレートは中央部に固定電極膜を有し、前記凸状の部分は、前記バックプレートにおける前記固定電極膜の外側に設けられるようにしてもよい。これにより、固定電極膜の面積を確保することができ、トランスデューサの感度を向上させることができる。また、本発明においては、前記凸状の部分は、前記バックプレートにおける中央部に設けられるようにしてもよい。これにより、より感度良く変位する部分に凸状の部分を形成することとなり、振動電極膜に大きな圧力が作用した場合に、より感度良く圧力を解放することが可能となる。

[0031] また、本発明においては、前記凸状の柱構造における側面はテーパ面を形成し、該テーパ面の前記バックプレートに対する傾斜角は、６０度以上８５度以下としてもよい。これによれば、凸状の柱構造の側面における応力集中を抑制し、凸状の柱構造の強度を相対的に強くすることが可能である。また、凸状の柱構造は半導体製造プロセスによって成膜して形成されるところ、側面における膜質自体を向上させることができ、この意味でも強度を強くすることが可能である。さらに、例えば、凸状の柱構造の側面が垂直に形成された場合には、凸状の柱構造の底の膜の形成状態が悪化し、底部を形成する膜の膜厚が薄くなり強度低下につながる場合があるが、凸状の柱構造の側面の傾斜角を上記の範囲とすることで、このような強度低下を抑制することができる。

[0032] また、本発明においては、前記振動電極膜は、略長方形型の形状を有するとともに４隅に設けられた固定部において固定され、前記凸状の部分は、前記バックプレートにおいて、平面視で前記振動電極膜の４隅であって前記固定部よりも内側に相当する部分に４箇所設けられるようにしてもよい。

[0033] これによれば、凸状の部分を、バックプレートの固定電極膜の外側に配置させることが可能となり、バックプレートの固定電極膜の面積を減少させることがなく、音響性能への影響を抑制できる。また、凸状の部分が振動電極膜において固定部に近く変位量の少ない部分にのみ形成されるので、凸部が圧力解放孔から比較的抜け難く、大音圧まで周波数特性を維持することが可能となる。また、圧空耐性と周波数特性のバランスがとることが可能となり、設計の自由度を高めることができる。

[0034] また、本発明においては、前記凸状の部分は、前記バックプレートにおける中央部に１箇所設けられるようにしてもよい。これによれば、凸状の部分の数が少ないので周波数特性のバラツキを少なくすることができる。また、凸状の部分が、振動電極膜の変位量の多い中央部にのみ形成されているので、凸状の部分が圧力解放孔から抜け易く、低い圧力でも圧力解放の機能を発揮させることができる。また、基板が平面視において振動電極膜及びバック

プレートとオーバーラップしている場合でも、基板の中央側端面と凸状の部分との距離を大きくでき、オーバーラップの影響を抑制することができる。

[0035] また、本発明においては、前記凸状の部分は、前記バックプレートにおいて、さらに、平面視で前記振動電極膜の４辺の中央部に相当する部分に４箇所設けられ、合計８箇所設けられるようにしてもよい。これによれば、全体として圧力解放流路の流路面積を大きくすることができ、圧空耐性を向上させることができる。また、大きな圧力が作用するまで凸状の部分が孔から抜けないため、大音圧でも周波数特性が維持可能である。さらに、凸状の部分がバックプレートの中央部を避けて設置されるので、バックプレートの反り変形を軽減できる。加えて、振動電極膜の変位量が大きい部分においてバックプレートの固定電極膜の面積を減少させることがなく音響性能への影響を抑制できる。

[0036] また、本発明においては、前記凸状の部分は、前記バックプレートの中央部にさらに１箇所設けられ、合計９箇所設けられるようにしてもよい。これによれば、さらに圧空耐性を向上させることができる。また、さらに大圧力まで凸状の部分が孔から抜けないため、大音圧でも周波数特性が維持(大音圧使用に有利)できる。

[0037] また、本発明においては、前記振動電極膜が圧力を受けて変形する前に、前記凸状の柱構造が前記孔に侵入した状態において、前記凸条の柱構造と前記孔との間の隙間は、片側０．２μｍ以上２０μｍ以下としてもよい。これによれば、音響特性としての周波数特性における低周波領域の減衰量と、凸状の部分と孔との接触リスクとを、良好にバランスさせることができる。

[0038] また、本発明においては、前記バックプレートは、平面視において前記凸状の部分が設けられた場所を避けて前記固定電極膜を有し、前記凸条の部分と前記固定電極膜との距離を１μｍ以上１５μｍ以下としてもよい。これによれば、凸状の部分を設けることによる固定電極膜の電極面積のロス低減効果と、凸状の部分の近傍に導電性の異物が混入した場合のショートする危険性とを、良好にバランスさせることができる。

[0039] また、本発明においては、前記バックプレートと前記振動電極膜との間の隙間の大きさは、前記凸状の部分の周囲の所定範囲内については、該所定範囲外よりも大きくしてもよい。これによれば、凸状の部分の近傍に導電性の異物が混入した場合に、異物による振動電極板の変位量を低減でき、音響特性としての周波数特性への影響を低減することができる。

[0040] また、本発明においては、前記バックプレートにおける音孔の大きさは、前記凸状の部分の周囲の所定範囲内については、該所定範囲外よりも小さくしてもよい。これによれば、凸状の部分の近傍の音孔から異物が侵入する確率を低減することができ、バックプレートにおける凸状の部分の付近に異物が堆積したり、挟まったりする確率を低減させることができる。

[0041] また、本発明においては、前記バックプレートにおける前記凸状の部分の周囲の所定範囲内における音孔と、前記振動電極膜に設けられた孔とは、平面視において、少なくとも一部が重なるように配置されるようにしてもよい。これによれば、振動電極膜とバックプレートの両方を貫通した空間を凸状の部分の周囲に形成することができ、異物がこの空間を通過し易くすることができる。その結果、凸状の部分の付近に異物が堆積したり、挟まったりする確率を低減できる。

[0042] また、本発明は、上記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であってもよい。これによれば、音響センサについて、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ができる。その結果、周波数特性が良好で、信頼性の高い音響センサを得ることが可能となる。

[0043] 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

[0044] 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

[0045] [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]振動電極膜及び、振動電極膜をスリットで区切って分離した一画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支持した従来技術と、本発明の実施例１の作用効果の相違を示す図である。

[図8]振動電極膜及び、振動電極膜をスリットで区切って分離した一画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支持した従来技術と、本発明の実施例１の作用効果の相違を示す図である。

[図9]実施例１における凸部及び、圧力解放孔付近の寸法関係を示す図である。

[図10]実施例１におけるバックプレートの凸部とシリコン基板との関係について説明するための図である。

[図11]実施例２における振動電極膜の圧力解放孔及びバックプレートの凸部の作用について説明するための図である。

[図12]実施例３における振動電極膜及びバックプレートの凸部の作用について説明するための図である。

[図13]実施例４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の概略図である。

[図14]実施例４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の他の例を示す概略図である。

[図15]実施例５における音響センサの振動電極膜及びバックプレートの、凸部付近の構成を示す概略図である。

[図16]実施例６における音響センサの振動電極膜及びバックプレートに、圧力解放孔と凸部の組を１組及び４組設けた場合の、振動電極膜及びバックプレートの平面図である。

[図17]実施例６における音響センサの振動電極膜及びバックプレートに、圧力解放孔と凸部の組を８組及び９組設けた場合の、振動電極膜及びバックプレートの平面図である。

[図18]実施例７におけるバックプレートに設けられた凸部と、振動電極膜に設けられた圧力解放孔の組の付近を示した断面図である。

[図19]横軸に異物の大きさ、縦軸に異物の数の分布をとったグラフである。

[図20]実施例８におけるバックプレートに設けられた音孔、凸部と、振動電極膜に設けられた圧力解放孔の周辺の状態を示した断面図である。

[図21]実施例９のバックプレートにおける音孔、凸部及び、振動電極膜における圧力解放孔の位置関係について示す断面図である。

[図22]バックプレートにおける凸部、振動電極膜の圧力解放孔の近傍の各部の寸法関係を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0046] ＜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。

[0047] 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。

[0048] 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、アンカー部としての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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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と電気的に接続された振動膜電極パッド９と、固定電極膜８と電気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気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。

[0052] 次に、上記の従来の音響センサ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。

[0053] 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５ａ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７ａから過大な圧力が作用した場合には、孔５ａ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５ａ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。

[0054] 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画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）。

[0055] 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画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。

[0056] 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画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画であるプラグ部という、薄膜どうしの間の隙間を流路として利用しているので、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。

[0057] 上記のような不具合に対し、本実施例においては、印加された圧力を解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。

[0058] 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１３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の四隅には、圧力解放孔１５ｂが設けられている。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１７ｂが圧力解放孔１５ｂを貫通することで、圧力解放孔１５ｂを閉鎖するように構成されている。なお、この凸部１７ｂ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。

[0059] 次に、図６を用いて、上記の圧力解放孔１５ｂ及び凸部１７ｂの作用について説明する。図６（ａ）は、振動電極膜１５に過大な圧力が作用する前の状態を示す。図６（ｂ）は、振動電極膜１５に過大な圧力が作用することにより、振動電極膜１５が大きく変形した状態を示す。図６（ａ）に示すように、振動電極膜１５の変形前の状態においては、バックプレート１７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、圧力は充分に解放されない。

[0060] しかしながら、振動電極膜１５に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１５が大きく変形し図６（ｂ）に示すようにバックプレート１７から離れる方向に変形する。そうすると、凸部１７ｂが圧力解放

孔１５ｂから抜け（貫通が解除され）、圧力解放孔１５ｂの閉鎖が解消される。そのことにより、振動電極膜１５に圧力を作用させている空気が圧力解放孔１５ｂから図中下側に抜けることで、振動電極膜１５に作用する圧力が瞬時に解放される。これにより、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから抜けた後の振動電極膜１５の更なる変形が抑制され、振動電極膜１５の破損を回避することが可能となる。

[0061] 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から圧力を充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。

[0062] 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。

[0063] また、図７及び図８には、振動電極膜１０５と、振動電極膜をスリットで区切って分離した一画であるプラグ部１０５ａとを有しており、プラグ部１０５ａを、バックプレート１０７に対して支持構造１０７ａによって支持した従来技術（例えば、特許文献２を参照）と、本実施例の作用効果の相違を示す。図７（ａ）には上記の従来技術の場合について、図７（ｂ）には本実施例の場合について示す。

[0064] 図７（ａ）に示すように、上記の従来技術においては、振動電極膜１０５と、振動電極膜１０５と同様の厚みを有するプラグ部１０５ａという、薄膜

どうしの隙間を利用して圧力の解放の有無を調整しているので、比較的大きな圧力が作用して振動電極膜１０５の変位が膜厚と同程度以上になると、それが使用音圧範囲であっても、プラグ部１０５ａと振動電極膜１０５の間の隙間が急激に大きくなり、周波数特性の悪化（低周波での感度低下）に繋がる虞がある。

[0065] それに対し、本実施例によれば、比較的大きな圧力が作用して振動電極膜１０５の変位が膜厚と同程度以上になっても、図７（ｂ）に示すように、凸部１７ｂが振動電極膜１５を貫通した状態が維持されている限り、振動電極膜１５と凸部１７ｂの間の隙間は略一定であり、周波数特性を安定化させることが可能である。

[0066] また、図８（ａ）に示すように、上記の従来技術においては、製造工程で振動電極膜１０５の圧力解放孔１０５ｂ付近が反り、平面性が悪化した場合に、通常動作時、すなわち振動電極膜１０５に過大な圧力が作用しておらず、振動電極膜１０５が大きく変形していない状態においても、プラグ部１０５ａと振動電極膜１０５の間の隙間が大きくなり、周波数特性の悪化（低周波での感度低下）に繋がる虞がある。

[0067] それに対し、本実施例によれば、製造工程で振動電極膜１０５の圧力解放孔１０５ｂ付近が反り、平面性が悪化した場合においても、図８（ｂ）に示すように、凸部１７ｂが振動電極膜１５を貫通した状態が維持されている限り、振動電極膜１５と凸部１７ｂの間の隙間は略一定であり、周波数特性を安定化させることが可能である。すなわち、本実施例によれば、製造工程のバラツキが音響センサ１の特性に与える影響を抑制することが可能である。

[0068] また、上記の従来技術においては、実際の動作時には、振動電極膜１０５とバックプレート１０７との間に電圧をかけて電荷を貯めないとコンデンサが形成されないため、振動電極膜１０５とバックプレート１０７との間に電圧を印加した上で音圧を受けることになる。すなわち、電圧を印加していない初期状態において、既に振動電極膜１０５が全体的にバックプレート１０７側に引き寄せられた状態で作動することになる。よって、プラグ部１０５

ａと周りの振動電極膜１０５の膜厚方向の重なりが初期状態から更に小さくなり不安定となる虞がある。また、印加電圧のばらつきによって、プラグ部１０５ａと周りの振動電極膜１０５の膜厚方向の重なりが左右されるといった不都合もある。

[0069] それに対し、本実施例によれば、プラグ部１０５ａと周りの振動電極膜１０５の膜厚方向の重なりが初期状態から不安定となったり、印加電圧のばらつきによって、プラグ部１０５ａと周りの振動電極膜１０５の膜厚方向の重なりが左右されるといった不都合もない。

[0070] 図９には、本実施例における凸部１７ｂ及び、圧力解放孔１５ｂ付近の寸法関係について示す。図において、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂを貫通した状態における両者の隙間の大きさは、要求される周波数特性に応じて変更することが可能である。また、凸部１７ｂの先端の振動電極膜１５からの突出量は振動電極膜１５の膜厚の１／２以上であることが望ましい。通常使用状態における振動電極膜１５の変位は膜厚の１／２以下であることが多いので、凸部１７ｂの先端の振動電極膜１５からの突出量が上記範囲であれば、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による圧力解放孔１５ｂの貫通状態を維持することが可能である。より具体的には上記の突出量は０．１μｍ以上１０μｍ以下が望ましい。

[0071] また、音響センサ１においては、使用音量範囲の最大音圧が作用した場合の振動電極膜１５の変位量よりも大きいことが望ましい。これによれば、使用音量範囲で音響センサ１を使用する限り、安定した周波数特性を得ることが可能となる。また、凸部１７ｂによる圧力解放孔１５ｂの貫通が解除されるのは、作用する圧力が２００Ｐａ以上の場合とすることが望ましい。そうすれば、２００Ｐａ未満の圧力範囲について、音響センサ１は安定した周波数特性を得ることが可能である。

[0072] なお、本実施例において、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は、上述のように、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから

抜け、その閉鎖を解消するので、振動電極膜１５の過剰な変形を防止できる。一方、振動電極膜１５にバックプレート１７と反対側から圧力が作用した場合には、振動電極膜１５はバックプレート１７に近づく方向に変形するため、凸部１７ｂは圧力解放孔１５ｂから抜けない。

[0073] ここで、凸部１７ｂは、厳密にはバックプレート１７側にいくほど径が若干太く、バックプレート１７の反対側にいくほど径が若干細くなるような円錐台形状を有している。このため、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は、凸部１７ｂと圧力解放孔１５ｂとの間の隙間は広くなるようになっている。これにより、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから抜けなくても、振動電極膜１５の変形が大きくなるにつれて圧力解放孔１５ｂからの圧力解放の程度が高くなり（圧力解放孔１５ｂにおける空気の流量が多くなり）、振動電極膜１５の変形を抑制する作用がある。

[0074] 一方、振動電極膜１５にバックプレート１７と反対側から圧力が作用した場合には、凸部１７ｂと圧力解放孔１５ｂとの間の隙間は逆に狭くなるようになっている。ここで、凸部１７ｂにおける最も断面積が大きい部分、すなわち、根元の部分の径が、圧力解放孔１５ｂの径より小さいことが望ましい。そうすれば、振動電極膜１５に過大な圧力が作用し、振動電極膜１５がバックプレート１７側に大きく変形した場合でも、凸部１７ｂと圧力解放孔１５ｂとが接触して振動電極膜１５の作動が阻害されることを防止できる。

[0075] そして、本実施例においては、振動電極膜１５がバックプレート１７側に大きく変形した場合には、振動電極膜１５がバックプレート１７に当接することで支持され、更なる変形が抑制される。よって、この場合には、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから抜けて閉鎖を解消しなくても、振動電極膜１５の破損を回避することが可能となっている。なお、本実施例においては、凸部１７ｂの形状は必ずしも上述のような円錐台形状でなくてもよい。例えば、いずれの場所においても径が略一定の円柱状の形状を有していてもよい。

[0076] なお、本実施例において、振動電極膜１５に過大な圧力が作用せず振動電極膜１５が大きく変形していない状態では、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂ

を貫通した状態における凸部１７ｂと圧力解放孔１５ｂの周縁部との隙間が圧力解放流路として機能する。そして、振動電極膜１５に過大な圧力が作用し振動電極膜１５が大きく変形した状態では、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから抜けており、その状態における凸部１７ｂと振動電極膜１５との隙間及び、圧力解放孔１５ｂが圧力解放流路として機能する。また、本実施例において凸部１７ｂは、凸状の部分及び、凸状の柱構造に相当する。

[0077] 次に、凸部１７ｂとシリコン基板１３との関係について図１０を用いて説明する。図１０に示すように、凸部１７ｂの下側には、シリコン基板１３が存在しないことが望ましい。換言すると、シリコン基板１３は、音響センサにおいて凸部１７ｂに対向する部分を避けて配置されることが望ましい。これによれば、圧力解放孔１５ｂを通過する空気がより円滑に流れることが可能であり、圧力解放孔１５ｂによってより確実に、圧力を解放することが可能になる。また、凸部１７ｂの先端は、シリコン基板１３の上側（バックプレート側）の表面と同面または、さらにバックプレート側に位置することが望ましい。これによれば、シリコン基板１３上に膜形成を行うことで、凸部１７ｂが設けられたバックプレート１７をより確実に形成することが可能となる。

[0078] なお、本実施例における音響センサは、シリコン基板１３の上に振動電極膜１５、および振動電極膜１５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１７及び凸部１７ｂを同一工程で形成し、その後に犠牲層を除去するという工程により実現できる。本実施例における音響センサは、このように半導体製造技術を応用しているので、極めて小さく、また、振動電極膜１５、バックプレート１７及び、凸部１７ｂの位置関係も精度よく形成することができる。

[0079] 以上のように、本実施例においては、凸部１７ｂは、振動電極膜１５とは異なる成膜工程によって形成されており、バックプレート１７と同一の成膜工程によって形成されている。よって、バックプレート１７及び凸部１７ｂの製造工程を簡略化できるとともに、凸部１７ｂとバックプレート１７の一

体性をより高めることができ、信頼性を向上させることが可能である。この製造工程については、以下の実施例においても概略共通である。また、図９で示したとおり、本実施例において凸部１７ｂは、中空の柱構造を有していてもよい。しかしながら、凸部１７ｂの構造は中空の柱構造に限られない。凸部１７ｂの構造は中実の柱構造であっても構わない。

[0080] また、上記の実施例においては、振動電極膜１５に過大な圧力が作用せず振動電極膜１５が大きく変形していない状態で、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂを貫通し、凸部１７ｂの先端が振動電極膜の反対側の面から突出した場合について説明した。しかしながら、振動電極膜１５に過大な圧力が作用せず振動電極膜１５が大きく変形していない状態で、凸部１７ｂは、圧力解放孔１５ｂに侵入するのみであって、凸部１７ｂの先端が振動電極膜の反対側の面から突出していなくてもよい。

[0081] この場合は、振動電極膜１５の変位により、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから抜け易くなり、音響センサ１の周波数特性を良好に維持できる圧力範囲が小さくなるが、その点を除けば、振動電極膜１５に過大な圧力が作用せず振動電極膜１５が大きく変形していない状態で、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂを貫通し、凸部１７ｂの先端が振動電極膜の反対側の面から突出した場合に匹敵する効果を得ることが可能である。その場合、振動電極膜１５に過大な圧力が作用せず振動電極膜１５が大きく変形していない状態において、凸部１７ｂの先端は振動電極膜１５の厚みの中央に位置するようにしてもよい。そうすれば、ある程度の圧力範囲であれば、凸部１７ｂの先端が振動電極膜１５の膜厚の範囲内に位置するようにでき、凸部１７ｂと圧力解放孔１５ｂの位置関係を同等に維持することが可能となる。

[0082] ＜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。実施例１においては、凸部１７ｂが、振動電極膜１５の圧力解放孔１５ｂを貫通することで閉鎖し、過大な圧力が振動電極膜１５に作用した場合に、凸部１７ｂによる圧力解放孔１５ｂの貫通が解除されて圧力解放孔１５ｂの全体が露出される例につ

いて説明した。

[0083] これに対し、実施例２においては、バックプレートの凸部が、振動電極膜が大きく変形する前の通常使用状態においては、振動電極膜の圧力解放孔を覆い、過大な圧力が振動電極膜に作用した場合に、凸部が圧力解放孔から離れる例について説明する。

[0084] 図１１を用いて、本実施例における振動電極膜２５の圧力解放孔２５ｂ及びバックプレート２７の凸部２７ｂの作用について説明する。図１１（ａ）は、振動電極膜２５に過大な圧力が作用する前の状態を示す。図１１（ｂ）は、振動電極膜２５に過大な圧力が作用することにより、振動電極膜１５が大きく変形した状態を示す。図１１（ａ）に示すように、本実施例におけるバックプレート２７の凸部２７ｂの径は、振動電極膜２５に設けられた圧力解放孔２５ｂの径より大きくなっている。そして、振動電極膜２５に過大な圧力が作用する前の状態においては、バックプレート２７の凸部２７ｂが圧力解放孔２５ｂをバックプレート２７側から覆っている。

[0085] 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、凸部２７ｂの先端と振動電極膜２５との隙間は狭く、実質的に空気の流路は閉鎖されている。そのため、圧力解放孔２５ｂを通過する空気の量は少なく、圧力解放孔２５ｂは実質的に閉鎖されている。

[0086] しかしながら、振動電極膜２５に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が大きく変形し図１１（ｂ）に示すようにバックプレート２７から離れる方向に変形する。そうすると、凸部２７ｂの先端と振動電極膜２５との間の隙間が大きくなり、実質的に圧力解放孔２５ｂ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２５ｂから図中下側に抜けることで、振動電極膜２５に作用する圧力が解放される。

[0087] これにより振動電極膜２５の更なる変形が抑制され、振動電極膜２５の破損を回避することが可能となる。なお、本実施例においても、圧力解放孔２５ｂの下側には基板が存在しないこと、換言すると、圧力解放孔２５ｂの下

側はバックチャンバーが配置されていることが望ましい。このことにより、圧力解放孔２５ｂを通過した空気がより円滑に流れる流路を形成することができ、より効率的に圧力を解放することが可能となる。

[0088] 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２５に過大な圧力が作用していない状態においては、凸部２７ｂの先端が圧力解放孔２５ｂを覆うことで閉鎖しているので、音響センサ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２５に作用し、振動電極膜２５が大きく変形した状態においては、凸部２７ｂが圧力解放孔２５ｂから離れ、その閉鎖を解消するので、振動電極膜２５の更なる変形を防止できる。その結果、音響センサに過大な圧力が作用することによる振動電極膜２５の破損を回避することができる。なお、本実施例においては、凸部２７ｂの先端と振動電極膜２５の間の隙間及び、圧力解放孔２５ｂが、圧力解放流路に相当する。また、本実施例において凸部２７ｂは、凸状の部分及び、凸状の柱構造に相当する。

[0089] ＜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。実施例３においては、凸部がバックプレートの側面に設けられており、振動電極膜に過大な圧力が作用した場合に、凸部と振動電極膜の端面との間の隙間が大きくなることで、圧力を解放する例について説明する。

[0090] 図１２を用いて、本実施例における振動電極膜３５、４５、５５及びバックプレート３７、４７、５７の凸部３７ｂ、４７ｂ、５７ｂの作用について説明する。図１２（ａ）は、本実施例における振動電極膜３５に過大な圧力が作用した場合の、振動電極膜３５及びバックプレート３７の凸部３７ｂの作用について示す図である。図１２（ｂ）は、本実施例における振動電極膜４５に過大な圧力が作用した場合の、振動電極膜４５及びバックプレート４７の凸部４７ｂの作用について示す図である。図１２（ｃ）は、本実施例における振動電極膜５５に過大な圧力が作用した場合の、振動電極膜５５及びバックプレート５７の凸部５７ｂの作用について示す図である。各図におい

て、２点鎖線で示した振動電極膜は過大な圧力が作用していない通常運転時の状態を示している。また、実線で示した振動電極膜は過大な圧力が作用した場合の状態を示している。

[0091] まず、図１２（ａ）の例について説明する。この例では、パックプレート３７の周辺部が屈曲して側面３７ａを形成し、この側面３７ａの先端部が基板３３に固定されている。そして、側面３７ａは２段に屈曲する構造となっており、側面３７ａの途中で外側に屈曲した部分によって凸部３７ｂが形成されている。そして、過大な圧力が作用していない通常運転時の状態においては、図１２（ａ）に２点鎖線で示すように、振動電極膜３５の端面は、凸部３７ｂより上側に位置している。よって、側面３７ａと振動電極膜３５の端面との隙間は狭くなっている。このため、圧力を解放するための流路の面積は小さい状態となっている。

[0092] そして、振動電極膜３５に過大な圧力が作用した場合には、図１２（ａ）に実線で示すように、振動電極膜３５が変形し端面の位置が凸部３７ｂの下側に移動する。これにより、側面３７ａと振動電極膜３５の端面との隙間は不連続的に広がり、圧力を解放するための流路の面積は充分に大きな状態となる。このことで、振動電極膜３５の更なる変形を抑制することができる。なお、図１２（ａ）において、側面３７ａの凸部３７ｂと振動電極膜３５との間の隙間が圧力解放流路と形成する。

[0093] 次に、図１２（ｂ）の例について説明する。この例では、パックプレート４７の周辺部が屈曲して側面４７ａを形成し、この側面４７ａの先端部がさらに外側に屈曲して基板４３に固定されている。そして、側面４７ａの先端部は基板４３からバックチャンバー４２側に突出した位置で屈曲し、凸部４７ｂが形成されている。そして、過大な圧力が作用していない通常運転時の状態においては、図１２（ｂ）に２点鎖線で示すように、振動電極膜４５の端面は、凸部４７ｂより上側に位置している。よって、側面４７ａと振動電極膜４５の端面との隙間は狭く、圧力を解放するための流路の面積は小さい状態となっている。

[0094] そして、振動電極膜４５に過大な圧力が作用した場合には、図１２（ｂ）に実線で示すように、振動電極膜４５が変形し端面の位置が凸部４７ｂの下側に移動する。これにより、側面４７ａと振動電極膜４５の端面との隙間は不連続的に広がり、圧力を解放するための流路の面積は充分に大きな状態となる。このことで、振動電極膜４５の更なる変形を抑制する。なお、図１２（ｂ）において、側面４７ａの凸部４７ｂと振動電極膜４５との間の隙間が圧力解放流路と形成する。

[0095] 次に、図１２（ｃ）の例について説明する。この例では、パックプレート５７の周辺部が屈曲して側面５７ａを形成し、この側面５７ａの先端部が基板５３に固定されている。そして、側面５７ａは途中で屈曲し、屈曲部より下側においては屈曲部より上側と比較して大きなテーパ角度を有し、この大きなテーパ角度で基板５３に接続される構造となっている。そして、側面５７ａの途中でテーパ角度が変化する屈曲部によって凸部５７ｂが形成されている。この例では、過大な圧力が作用していない通常運転時の状態においては、図１２（ｃ）に２点鎖線で示すように、振動電極膜５５の端面は、凸部５７ｂより上側に位置している。よって、側面５７ａと振動電極膜５５の端面との隙間は狭く、圧力を解放するための流路の面積は小さい状態となっている。

[0096] そして、振動電極膜５５に過大な圧力が作用した場合には、図１２（ｃ）に実線で示すように、振動電極膜５５が変形し端面の位置が凸部５７ｂの下側に移動する。これにより、側面５７ａと振動電極膜５５の端面との隙間は不連続的に広がり、圧力を解放するための流路の面積は充分に大きな状態となる。このことで、振動電極膜５５の更なる変形を抑制する。なお、図１２（ｃ）において、側面５７ａの凸部５７ｂと振動電極膜５５との間の隙間が圧力解放流路と形成する。

[0097] 以上のように、本実施例においては、凸部がバックプレートの側面に設けられている。そして、通常動作時、すなわち振動電極膜が過大な圧力によって大きな変形をしていない状態においては、凸部と振動電極膜の端面との間

の隙間が狭く、圧力解放流路の流路面積が小さいので、音響センサ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に作用し、振動電極膜が大きく変形した状態においては、振動電極膜の端面と凸部とが図中上下方向に相対移動してずれるため、凸部と振動電極膜の端面の間の隙間が不連続的に大きくなり、圧力解放流路の流路面積が不連続的に増加する。これにより、振動電極膜の更なる変形を抑制することができる。その結果、音響センサに過大な圧力が作用することによる振動電極膜の破損を回避することができる。

[0098] なお、上記の説明においては、バックプレートの側面に設けられる凸部は、側面を外側に屈曲させることによって形成する例について説明したが、凸部の形成方法はこれに限られない。バックプレートの側面の厚み、すなわち水平方向の幅を増加させることによって凸部を形成しても構わない。また、本実施例において、凸部３７ｂ、４７ｂ、５７ｂは、凸状の部分及び、凸状の柱構造に相当する。

[0099] また、上記の説明においては、バックプレートは、周辺部の少なくとも一部が屈曲して側面を形成し、該側面の先端部において基板に固定され、凸部が側面に設けられている例について説明した。しかしながら、本発明におけるバックプレートの側面は、バックプレートの一部が屈曲して形成されたものに限られない。少なくとも凸部が形成されていない部分については、別部材によるスペーサで側面が形成されていても構わない。

[0100] ＜実施例４＞

次に、本発明における実施例４について説明する。実施例１においては、凸部１７ｂが、振動電極膜１５の圧力解放孔１５ｂを貫通することで閉鎖し、過大な圧力が振動電極膜１５に作用した場合に、凸部１７ｂによる圧力解放孔１５ｂの貫通が解かれて圧力解放孔１５ｂの全体が露出される例について説明した。

[0101] これに対し、実施例４においては、凸部が、振動電極膜の圧力解放孔を貫通することで閉鎖し、また、凸部の径は、先端側においてはバックプレート

側より径が小さくなっており、過大な圧力が振動電極膜に作用した場合に、凸部において圧力解放孔を貫通している部分が変化することによって、圧力解放孔を閉鎖する面積が変化し、圧力解放流路の流路面積が変化する例について説明する。

[0102] 図１３には、本実施例における音響センサの振動電極膜６５及びバックプレート６７付近の概略図を示す。図１３に示すように、本実施例においては、振動電極膜６５には、圧力解放孔６５ｂが設けられている。また、バックプレート６７には一体的に凸状に設けられた柱構造である凸部６７ｂが設けられている。そして、凸部６７ｂの径は、先端付近で不連続的に小さくなり凸部先端部６７ｃが形成されている。そして、過大な圧力が振動電極膜６５に作用していない状態では、凸部６７ｂが圧力解放孔６５ｂを貫通することで、圧力解放孔６５ｂを閉鎖するように構成されている。

[0103] ここで、図１３（ａ）は、振動電極膜６５の大きな変形前の状態を示す。図１３（ｂ）は、振動電極膜６５に過大な圧力が作用することにより、振動電極膜５５が大きく変形した状態を示す。図１３（ａ）に示すように、振動電極膜６５の変形前の状態においては、バックプレート６７の凸部６７ｂにおける大径部分が振動電極膜６５に設けられた圧力解放孔６５ｂ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６５にバックプレート６７側から圧力が作用した場合に、圧力解放孔６５ｂを通過する流路の流路面積が小さく、圧力は充分に解放されない。

[0104] しかしながら、振動電極膜６５に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６５が大きく変形し図１３（ｂ）に示すようにバックプレート６７から離れる方向に変形する。そうすると、凸部６７ｂの大径部は圧力解放孔６５ｂから抜け、小径の凸部先端部６７ｃが、圧力解放孔６５ｂを貫通している状態となる。そのことにより、圧力解放孔６５ｂにおいて凸部６７ｂによって閉鎖されていない部分の面積が増大する。これにより、振動電極膜６５の変形が抑制され、振動電極膜６５の破損を回避することが可能となる。

[0105] 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６５が過大な圧力によって大きく変形していない状態においては、凸部６７ｂの大径部が圧力解放孔６５ｂを貫通して閉鎖しているので、音響センサ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６５に作用し、振動電極膜６５が大きく変形した状態においては、凸部６７ｂの小径の凸部先端部６７ｃが圧力解放孔６５ｂを貫通している状態となり、圧力を解放する空気の流路面積が増大するので、振動電極膜６５の更なる変形を抑制できる。その結果、音響センサに過大な圧力が作用することによる振動電極膜６５の破損を回避することが可能となる。

[0106] なお、上記の本実施例の説明においては、凸部６７ｂの径は２段階で変化することを前提としたが、凸部の径の変化の仕方はこれに限られない。図１４には、凸部７７ｂの径が、無段階で直線的に先端へいくほど細くなる例について図示する。このような場合でも、過大な圧力が振動電極膜７５に作用し、振動電極膜７５が大きく変形した状態においては、凸部７７ｂの先端側の小径の部分が圧力解放孔７５ｂを貫通している状態となり、圧力を解放する空気の流路面積が増大するので、振動電極膜７５の過剰な変形を防止できる。

[0107] なお、本実施例においては、凸部６７ｂ、７７ｂまたは凸部先端部６７ｃと、圧力解放孔６５ｂ、７５ｂの周縁部との間の隙間が圧力解放流路に相当する。また、凸部６７ｂ、７７ｂ及び凸部先端部６７ｃは、凸状の部分及び、凸状の柱構造に相当する。

[0108] なお、上記の全ての実施例において流路面積は、当該流路を通過する空気の流量を左右する、流路の断面積を意味する。また、上記の実施例において、バックプレートの凸部は、バックプレートの何れの位置に形成されても良い。しかしながら、バックプレートに設けられる固定電極膜よりは外側の領域に設けられることが望ましい。

[0109] これにより、固定電極膜の面積を削減せずに凸部を形成することができ、音響センサの感度を確保することが可能である。あるいは、凸部は、バック

プレートの周辺部に配置されるのではなく、バックプレートにおける、振動電極膜の中央部に相当する位置に設けられ、圧力解放孔は振動電極膜の中央部に設けられるようにしてもよい。これによれば、振動電極膜の変位量が最も多い場所において、圧力を解放することが可能であるので、圧力解放の感度を向上させることが可能である。また、凸部及び圧力解放孔の断面形状は円形である必要はなく、楕円や多角形でも構わない。また、凸部及び圧力解放孔の数は特に制限されない。１組であってもよいし、複数組、例えば５組以上であってもよい。

[0110] また、上記の実施例における音響センサでは、シリコン基板の上に、振動電極膜が配置され、その上にバックプレートが配置される態様について説明した。しかしながら、本発明が適用される音響センサはこの態様に限られない。バックプレートと振動電極膜の配置が入れ替わった構成の音響センサに本発明を適用しても構わない。

[0111] ＜実施例５＞

次に、本発明の実施例５について説明する。本実施例においては、凸部が特に底浅で底面が平坦な鍋状の構造を有する例について、説明する。

[0112] 図１５には、本実施例における音響センサの振動電極膜８５及びバックプレート８７の、特に凸部８７ｂ付近の概略図を示す。図１５に示すように、本実施例における凸部８７ｂは、図１４に示した凸部７７ｂと比較して、径に対する高さの比が小さくなっており、概略の形状としては、凸部８７ｂの外形は、先端側に行くほど径が小さくなるテーパ状の側面を有する略円錐台形状となっている。

[0113] 凸部８７ｂの形状を上記のようにすることで、凸部８７ｂのバックプレート８７からの段差の大きさを抑え、且つテーパ状の側面における傾斜角を緩くすることができる。これにより、段差における応力集中を抑制し、凸部８７ｂの強度を相対的に強くすることが可能である。また、凸部８７ｂは半導体製造プロセスによって成膜して形成されるところ、側面における膜質自体を向上させることができ、この意味でも凸部８７ｂの強度を強くすることが

可能である。

[0114] 具体的には、例えば、凸部８７ｂの側面が垂直に形成された場合には、特に凸部８７ｂの底の膜の形成状態が悪化し、底部を形成する膜の膜厚が薄くなり強度低下につながる場合がある。このような観点から、凸部８７ｂの側面の斜面角度は、バックプレート面に対して６０度以上８５度以下が望ましい。特に、振動電極膜８５に形成する圧力解放孔８５ｂの径が数μｍ以上に大きくなる場合は、特に凸部８７ｂの側面をテーパ面とすることで凸部８７ｂの状態が安定することが分かっている。

[0115] また、本実施例によれば、振動電極膜８５が下側に変形して凸部８７ｂが圧力解消孔８５ｂから抜ける方向に移動するにつれて、凸部８７ｂと圧力解放孔８５ｂの端面との隙間が広がるので、振動電極膜８５とバックプレート８７の間に混入した異物が隙間から除去され、凸部８７ｂ付近への異物の堆積や挟み込みが、生じ難いという利点がある。なお、凸部８７ｂの直径は、２μｍ以上１００μｍ以下の範囲で仕様に応じて選択可能である。図１５は一例として、凸部８７ｂのバックプレート８７からの突出量と、凸部８７ｂの先端の直径との比を約６：１に設定した状態を示している。

[0116] ＜実施例６＞

次に、本発明の実施例６について説明する。本実施例においては、振動電極膜に設けられた圧力解放孔と、バックプレートに設けられた凸部の組の数のバリエーションと、その特性について説明する。

[0117] 図１６（ａ）には、図４に示したような、音響センサの振動電極膜５及びバックプレートに、圧力解放孔５ｂと凸部７ｂの組を１組設けた場合の、振動電極膜５及び、バックプレートの固定電極膜７ｃの平面図を示す。本実施例においては、圧力解放孔５ｂと凸部７ｂの組は、振動電極膜５及び固定電極膜７ｃの中央部に形成されている。この構成のメリットとしては、（１）周波数特性に影響を与える圧力解放孔５ｂと凸部７ｂの組が一組だけであるので、音響センサとしての周波数特性のバラツキが少ない。（２）圧力解放孔５ｂ及び凸部７ｂが、振動電極膜１５の変位量の多い中央部にのみ形成さ

れているので、凸部７ｂが圧力解放孔５ｂから抜け易く、低い圧力でも圧力解放孔５ｂと凸部７ｂによる圧力解放機能を発揮させることが可能である。（３）（シリコン）基板３が、平面視において振動電極膜５及びバックプレートとオーバーラップしている場合でも、基板３の中央側端面と、圧力解放孔５ｂ及び凸部７ｂの距離を大きくとることができ、オーバーラップの影響を抑制することができる。等を挙げることができる。

[0118] 一方、圧力解放孔５ｂと凸部７ｂの組を一組設けた場合のデメリットとしては、凸部７ｂが圧力解放孔５ｂから抜けた状態でも、振動電極膜５全体としての圧力解放孔５ｂの面積が小さいため、圧空耐性は比較的小さくなることが挙げられる。

[0119] 一般に振動電極膜は、端部（矩形状の場合には４隅）で固定されていることが多いため、この構成においては、振動電極膜の形状に依らず、圧力解放孔及び凸部を、振動電極膜において変位量の多い部分に形成することができ、より感度良くまたは確実に、圧力解放機能を発揮させることが可能である。

[0120] 次に、図１６（ｂ）には、図５に示したような、音響センサの振動電極膜１５及びバックプレートに、圧力解放孔１５ｂと凸部１７ｂの組を４組設けた場合の、振動電極膜１５及びバックプレートの固定電極膜１７ｃの平面図を示す。本実施例においては、圧力解放孔１５ｂと凸部１７ｂの組は、振動電極膜１５の４隅の固定部付近に形成されている。この構成のメリットとしては、（１）圧力解放孔１５ｂと凸部１７ｂの組が、バックプレートの固定電極膜１７ｃの外側に配置されるため、バックプレートの固定電極膜１７ｃの面積を減少させることがなく、音響センサの音響性能への影響が殆どない。（２）圧力解放孔１５ｂ及び凸部１７ｂが、振動電極膜１５において固定部に近く変位量の少ない部分にのみ形成されているので、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから比較的抜け難く、大音圧まで周波数特性を維持することが可能である(大音圧使用に有利)。（３）圧空耐性と周波数特性のバランスがとることが可能となり、設計の自由度を高めることができる。等がある。

[0121] 次に、図１７（ａ）には、音響センサの振動電極膜９５及びバックプレートに、圧力解放孔９５ｂと凸部９７ｂの組を８組設けた場合の、振動電極膜９５及びバックプレートの固定電極膜９７ｃの平面図を示す。本実施例においては、圧力解放孔９５ｂと凸部９７ｂの組は、振動電極膜９５の４隅の固定部付近及び、４辺の中央部に形成されている。この構成のメリットとしては、圧力解放孔１５ｂと凸部１７ｂの組を４組設けた図１６（ｂ）の場合と比較して、（１）全ての凸部９７ｂが圧力解放孔９５ｂから抜けた状態には、振動電極膜９５全体としての圧力解放孔９５ｂの面積が大きくとれるため、圧空耐性が大幅に向上する。（２）さらに大きな圧力が作用するまで凸部９７ｂが圧力解放孔９５ｂから抜けないため、大音圧でも周波数特性が維持(大音圧使用にさらに有利)できる。（３）凸部９７ｂの数が多くなるとバックプレートの撓みが変化してしまう場合があり、特にバックプレートの中央部は固定部から遠いため撓みが大きく変化してしまう場合がある。しかしながら、この形態のように圧力解放孔９５ｂと凸部９７ｂの組を、振動電極膜９５及びバックプレートの中央部を避けて設置することで、バックプレートの反り変形を軽減できる。（４）振動電極膜９５の変位量が大きい部分においてバックプレートの固定電極膜９７ｃの面積を減少させることがなく、音響センサの音響性能への影響が殆どない。というメリットがある。しかしながら、デメリットとして、（１）周波数特性のバラツキが大きくなることが挙げられる。

[0122] 図１７（ｂ）には、音響センサの振動電極膜１１５及びバックプレートに、圧力解放孔１１５ｂと凸部１１７ｂの組を９組設けた場合の、振動電極膜１１５及びバックプレートの固定電極膜１１７ｃの平面図を示す。本実施例においては、圧力解放孔１１５ｂと凸部１１７ｂの組は、振動電極膜１１５の中央部及び、４隅の固定部付近、４辺の中央部に形成されている。この構成のメリットとしては、圧力解放孔９５ｂと凸部９７ｂの組を８組設けた図１７（ａ）の場合と比較して、さらに、（１）圧空耐性が向上する。（２）大圧力まで圧力解放孔１１５ｂから凸部１１７ｂが抜けないため、大音圧で

も周波数特性が維持(大音圧使用に有利)できる。というメリットがある。一方、（１）凸部１１７ｂの数が多くなるとバックプレートの撓みが変化してしまう場合がありスティックし易くなる。（２）周波数特性のバラツキが大きくなる等のデメリットもある。

[0123] なお、図１６、図１７に示した４つの例においては、いずれも、圧力解放孔と凸部の組の配置はバックプレートの中央部に対して対称であるので、応力分散、振動膜のバネ挙動が安定するという効果がある。例えば、図１７に示した、圧力解放孔９５ｂと凸部９７ｂの組を８組設けた場合や、圧力解放孔１１５ｂと凸部１１７ｂの組を９組設けた場合には、８回対称（４５°毎に対称）であり、どの方向に対しても圧力解放孔と凸部の組の配置が等価となるため、音波や外部圧力を受けた際に、振動膜の変位が均一化され、強度向上、感度向上に寄与する。

[0124] また、凸部が圧力解放孔から抜けて空気を逃がす際、各々の圧力解放孔の周辺にある空気は圧力解放孔に向かって並進移動した後に圧力解放孔から振動電極膜の反対側へ抜ける。よって、本実施例においては、圧力解放孔と凸部の組どうしを可能な限り互いに離して配置した方が、トータルでより多くの空気を圧力解放孔から逃がすことが可能となり、より効率よく圧力を解放することができる。逆に、圧力解放孔と凸部の組どうしが近接していると、１組の圧力解放孔からは近い領域の空気しか逃がせないため、逃がせる空気量が限られ圧力解放の効率が低下する。本実施例における圧力解放孔と凸部の組の配置は、各組数において最もお互いを離して配置した例となっている。

[0125] ＜実施例７＞

次に、本発明の実施例７について説明する。本実施例においては、バックプレートにおける凸部の周囲で、バックプレートと振動電極膜の厚み方向のギャップを大きくすることで異物対策とする例について説明する。

[0126] 音響センサにおけるバックプレートと振動電極膜の間の空間には、音孔を通じて異物が混入する場合があり、音響センサ内に異物が混入すると、空気

の流れに従って、バックプレートにおける凸部と、振動電極膜の圧力解放孔との間に堆積したり挟まったりする場合があった。そうすると、バックプレートと振動電極膜のギャップが変化することで、音響センサの周波数特性に影響を及ぼす場合があった。また、これに対し、バックプレートと振動電極膜の基本的なギャップを大きくする対策が考えられるが、この場合には、コンデンサマイクとしての感度が低下する虞があった。そこで、本実施例においては、バックプレートにおける凸部の周囲に限って、バックプレートと振動電極膜のギャップを大きくすることで、異物が凸部及び圧力解放孔の付近に混入したとしても、バックプレートと振動電極膜のギャップへの影響を低減することとした。

[0127] 図１８は、本実施例におけるバックプレート１２７に設けられた凸部１２７ｂと、振動電極膜１２５に設けられた圧力解放孔１２５ｂの組の付近を示した断面図である。本実施例では、バックプレート１２７と振動電極膜１２５のギャップは、凸部１２７ｂから遠い領域ではｇ０に設定されており、凸部１２７ｂに近い領域においては、ｇ（＞ｇ０）に設定されている。このようにすることで、バックプレート１２７における凸部１２７ｂと、振動電極膜１２５の圧力解放孔１２５ｂの付近に異物が堆積したり、挟まったりした場合であっても、バックプレート１２７と振動電極膜１２５のギャップの変化量を低減することが可能となり、音響センサの周波数特性への影響を低減することが可能となる。

[0128] 次に、図１９を用いて、本実施例に係る音響センサの効果について説明する。図１９は、横軸に異物の大きさ（径）、縦軸に異物の数をとったグラフである。図１９（ａ）は、異物の大きさの分布の大部分が、凸部１２７ｂに近い領域における、バックプレート１２７と振動電極膜１２５のギャップの大きさｇより小さい場合、図１９（ｂ）は、異物の大きさがの分布の大部分が、凸部１２７ｂに近い領域における、バックプレート１２７と振動電極膜１２５のギャップの大きさｇより大きい場合について示している。図１９（ａ）に示したように、異物の大きさの分布の大部分が、凸部１２７ｂに近い

領域における、バックプレート１２７と振動電極膜１２５のギャップの大きさｇより小さい場合には、凸部１２７ｂに近い領域においてギャップをｇ（＞ｇ０）に設定することで、異物が堆積することによる振動電極膜１２５の変位を小さくすることができ、音響センサの感度への影響を小さくすることが可能である。

[0129] また、図１９（ｂ）に示したように、異物の大きさの分布が、凸部１２７ｂに近い領域における、バックプレート１２７と振動電極膜１２５のギャップの大きさｇより大きい場合であっても、実際に、バックプレート１２７における凸部１２７ｂと、振動電極膜１２５の圧力解放孔１２５ｂの付近に堆積したり挟まったりする異物の径の上限は、略ｇ０で制限されていることより、この場合であっても、図１９（ａ）に示した場合と同等の効果が期待でき、逆に、ギャップが広がった部分に異物がトラップされるなどの逆効果はないと考えられる。

[0130] なお、本実施例において、バックプレート１２７と振動電極膜１２５のギャップを大きくする範囲については、音響センサとしての感度を考慮すると可能な限り小さい方が望ましいが、異物の粒径を考慮すれば、凸部１２７ｂの側面からの距離ｄｇが０≦ｄｇ≦ｇの範囲としてもよい。あるいは、それより広い範囲としても構わない。

[0131] ＜実施例８＞

次に、本発明の実施例８について説明する。本実施例においては、バックプレートにおける凸部の周囲で、音孔の面積比率を低下させることで異物対策とする例について説明する。

[0132] 音響センサ内に異物が混入して、バックプレートにおける凸部と、振動電極膜の圧力解放孔との間に堆積したり挟まったりする状態は、バックプレートにおける凸部の近傍にある音孔から異物が侵入した場合に、より生じ易いと言える。よって、バックプレートにおける凸部付近には音孔を設けないという対策が考えられる。しかしながら、バックプレートの音孔は、半導体プロセスにおける犠牲層エッチングでの薬液侵入口と使用されることがあり、

また、エアギャップ中の熱雑音軽減のためにも必要であるので、音孔自体を無くすことは困難である。そこで、本実施例においては、バックプレートにおける凸部の付近では、音孔の面積比率を低下させることで異物対策を行うこととした。

[0133] 図２０は、本実施例におけるバックプレート１３７に設けられた音孔１３７ａ、凸部１３７ｂと、振動電極膜１３５に設けられた圧力解放孔１３５ｂの周辺の状態を示した断面図である。図２０（ａ）は、凸部１３７ｂが、圧力解放孔１３５ｂから抜けていない状態を示しており、図２０（ｂ）は、大きな圧力が作用することにより、凸部１３７ｂが、圧力解放孔１３５ｂから抜けた状態を示している。

[0134] 本実施例では、図２０（ｂ）に示すように、バックプレート１３７における音孔１３７ａの径は、凸部１３７ｂから遠い領域ではｄ０に設定されており、凸部１３７ｂに近い領域においては、ｄ（＜ｄ０）に設定されている。このようにすることで、バックプレート１３７における凸部１３７ｂの近傍の音孔１３７ａから異物が侵入する確率を低減することができ、バックプレート１３７における凸部１３７ｂと、振動電極膜１３５の圧力解放孔１３５ｂの付近に異物が堆積したり、挟まったりする確率を低減させることが可能である。

[0135] 本実施例においては、図２０（ａ）に示すように、音響センサの周波数特性を決定する音響抵抗（空気の通り抜け抵抗）は、バックプレート１３７における凸部１３７ｂの側面と、振動電極膜１３５の圧力解放孔１３５ｂとの間の隙間における音響抵抗と、音孔１３７ａにおける音響抵抗の合計値となる。よって、本実施例のように、凸部１３７ｂの近傍で音孔１３５ａの径を小さくした場合には、この領域における総和の音響抵抗が高くなる。従って、本実施例においては、バックプレート１３７における凸部１３７ｂの側面と、振動電極膜１３５の圧力解放孔１３５ｂとの間の隙間がばらついたとしても、トータルとしての音響抵抗に対する影響を相対的に小さくすることができるという、副次的な効果も得られる。

[0136] なお、本実施例においては、音孔１３７ａの径を、凸部１３７ｂに近い領域においては、凸部１３７ｂから遠い領域と比較して小さくすることで、音孔の面積比率を低下させたが、例えば、音孔１３７ａどうしの距離を、凸部１３７ｂに近い領域においては、凸部１３７ｂから遠い領域と比較して長くする（音孔１３７ａの密度を低くする）ことで、音孔の面積比率を低下させてもよい。

[0137] なお、本実施例において、バックプレート１３７において、音孔１３７ａの面積比率を低下させる範囲は、例えば、凸部１３７ｂの側面からの距離が、凸部１３７ｂの径の２倍以内である範囲としてもよい。あるいは、それより広い範囲としても構わない。

[0138] ＜実施例９＞

次に、本発明の実施例９について説明する。本実施例においては、バックプレートにおける凸部の周囲の音孔と、振動電極膜の圧力解放孔とが、平面視において重なる構成とすることで異物対策とする例について説明する。

[0139] 図２１は、本実施例のバックプレート１４７における音孔１４７ａ、凸部１４７ｂ及び、振動電極膜１４５における圧力解放孔１４５ｂの位置関係についての断面図である。

[0140] 本実施例においては図２１に示すように、バックプレート１４７における音孔１４７ａと、圧力解放孔１４５ｂの水平方向の位置が重なっている。換言すると、凸部１４７ｂと、圧力解放孔１４５ｂの隙間の直上の一部に、音孔１４５ａが開口している状態となっている。これによれば、振動電極膜１４５とバックプレート１４７の両方を貫通した空間を形成することができ、異物がこの空間を通過し易くすることができ、バックプレート１４７における凸部１４７ｂと、振動電極膜１４５の圧力解放孔１４５ｂの付近に異物が堆積したり、挟まったりする確率を低減させることが可能である。

[0141] 本実施例に示したように、振動電極膜１４５とバックプレート１４７の両方を貫通した空間を形成することで、音響センサの低周波領域における感度の減衰が大きくなることが予想されるとともに、大きな圧力が作用し凸部１

４７ｂが圧力解放孔１４５ｂから抜ける際の、圧力解放機能が向上することが予想される。よって、本実施例においては、異物対策を強化することができることに加え、音響センサの低周波領域における感度を一定水準で減衰させつつ、圧空耐性を向上させることが可能である。

[0142] ＜その他考察＞

次に、上記の実施例における各部の寸法の望ましい状態について考察する。図２２は、バックプレート１７における凸部１７ｂ、振動電極膜１５の圧力解放孔１５ｂの近傍の各部の寸法関係を説明するための図である。

[0143] ＜凸部の振動電極膜からの突出量＞

図２２において、一般的には、凸部１７ｂの先端の振動電極膜１５からの突出量ｙ１が大きくなると、（１）大きい音圧が加わった際にも、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから抜けづらく、ＦＲ、ＴＨＤ異常になり難くなる。（２）凸部１７ｂの長さ方向に対する、各部材の配置バラツキの許容度が大きくなる。といったメリットがある。一方、（１）比較的高い圧力が作用しないと凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから抜けず、バラツキによっては、必要な圧力範囲において圧力解放の機能が働かなくなるリスクがある。（２）凸部１７ｂの周辺における、バックプレート１７と振動電極膜１５の間に異物が堆積した場合に、振動電極膜１５の変形が大きくなり、音響センサの周波数特性への異物の影響が大きくなる。といったデメリットがある。

[0144] また、凸部１７ｂの先端の振動電極膜１５からの突出量が小さくなると、（１）比較的低い音圧が加わった場合にも、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから抜けるので、凸部１７ｂの周辺における、バックプレート１７と振動電極膜１５の間に異物が堆積することを、比較的低い音圧による使用時にも抑制できるというメリットがある。一方、（１）比較的低い音圧が加わった場合にも、凸部１７ｂが圧力解放孔１５ｂから抜け、音響特性異常となるリスクがある。（２）凸部１７ｂの長さ方向に対する、各部材の配置バラツキの許容が小さくなる。等のデメリットがある。実施例１で説明した、０．１μｍ以上１０μｍ以下の突出量はこれらの観点から適切な値と言える。

[0145] ＜バックプレートの凸部と振動電極膜の圧力解放孔とのクリアランス＞

図２２において、バックプレート１７の凸部１７ｂと振動電極膜１５の圧力解放孔１５ｂとのクリアランスｘ１が狭い場合には、（１）周波数特性における低周波領域の減衰が緩やかになり、より良い周波数特性が得られる。というメリットがある。一方、（１）凸部１７ｂと圧力解放孔１５ｂとが接触するリスクが増大する。（２）凸部１７ｂと圧力解放孔１５ｂとの隙間についての寸法バラツキの許容度が小さくなる。というデメリットがある。これらの点を鑑み、上記の実施例において凸部１７ｂと圧力解放孔１５ｂの間の隙間は、０．２μｍ以上２０μｍ以下が適切な値である。

[0146] ＜バックプレートの凸部と、固定電極膜との間の距離＞

図２２において、バックプレート１７の凸部１７ｂと、固定電極膜１７ｃとの間の距離ｘ２については、この距離ｘ２が小さいと（１）凸部１７ｂを設けることによる固定電極膜１７ｃの電極面積のロスを小さく抑えることができ、感度低下を抑制できる。というメリットがある。一方、（１）凸部１７ｂの近傍に導電性の異物が堆積したり挟まった場合に、ショートする危険性が高くなるというデメリットがある。これらの点を鑑み、バックプレート１７における凸部１７ｂと、固定電極膜１７ｃとの間の距離は、１μｍ以上１５μｍ以下とすることが適切である。

[0147] ＜バックプレートの凸部と半導体基板エッジとの距離＞

図２２において、バックプレート１７及び振動電極膜１５と平面視でオーバーラップしているシリコン基板エッジ１２ａと、凸部１７ｂの間の距離ｘ３は、この距離ｘ３が大きいと、（１）シリコン基板エッジ１２ａと凸部１７ｂの間の距離ｘ３のバラツキに対する許容度が大きくなる。（２）振動電極膜１５の変位がシリコン基板エッジ１２ａによって阻害されづらい。といったメリットがある。一方、直接的なデメリットは特にないと言える。この距離は、０μｍより大きければ、最低でも圧力解放孔１５ｂの高さｙ２分は振動電極膜１５が変位可能であるので、設計次第では有効な圧力解放機能を有する構成にすることができる。例えば、上記の距離ｘ３は、シリコン基板

エッジ１２ａの位置の製造ばらつきである３μｍ以上としてもよい。

符号の説明

[0148] １・・・音響センサ

２・・・バックチャンバー

３、１３・・・（シリコン）基板

５、１５、２５、３５、４５、５５、６５、７５、８５、９５、１１５、１２５、１３５、１４５・・・振動電極膜

７、１７、２７、３７，４７，５７、６７、７７、８７、１２７，１３７、１４７・・・バックプレート

７ｃ、１７ｃ、９７ｃ、１１７ｃ・・・固定電極膜

１５ｂ、２５ｂ、６５ｂ、７５ｂ、８５ｂ、９５ｂ、１１５ｂ、１２５ｂ、１３５ｂ、１４５ｂ・・・圧力解放孔

１７ｂ、２７ｂ、３７ｂ、４７ｂ、５７ｂ、６７ｂ、７７ｂ、８７ｂ、９７ｂ、１１７ｂ、１２７ｂ、１３７ｂ、１４７ｂ・・・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] 前記バックプレートは、周辺部の少なくとも一部が屈曲して側面を形成するとともに該側面の先端部において前記基板に固定され

前記圧力解放流路は、前記振動電極膜の端面と、前記バックプレートの側面に一体に形成された凸状の部分との隙間により形成され、

前記振動電極膜が圧力を受けて変形した際に、該振動電極膜の端面と前記バックプレートの側面に形成された凸状の部分とが相対移動してずれることにより、前記振動電極膜の端面と、前記バックプレートの側面との隙間が増大することで、前記振動電極膜に印加された圧力を解放することを特徴とする請求項１に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項3] 前記凸状の部分は、凸状の柱構造であり、

前記圧力解放流路は、前記振動電極膜に設けられた孔と、前記バックプレートから前記振動電極膜側に一体に設けられた凸状の柱構造と

の隙間により形成され、

少なくとも前記凸状の柱構造の先端部は前記孔の径より小さい径を有するとともに、前記振動電極膜が圧力を受けて変形する前の状態においては、前記凸状の柱構造が前記孔に侵入し、

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の凸状の柱構造とが相対移動し、前記凸状の柱構造による前記孔への侵入を解除することで、前記振動電極膜に印加された圧力を解放することを特徴とする請求項１に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項4] 前記凸状の部分は、凸状の柱構造であり、

前記圧力解放流路は、前記振動電極膜に設けられた孔と、前記バックプレートから前記振動電極膜側に一体に設けられた凸状の柱構造との隙間により形成され、

前記凸状の柱構造は前記孔の径より大きい径を有するとともに、前記振動電極膜が圧力を受けて変形する前の状態においては、前記凸状の柱構造の先端が前記孔を前記バックプレート側から覆い、

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の凸状の柱構造とが相対移動し、前記凸状の柱構造の先端が前記孔から離れることで、前記振動電極膜に印加された圧力を解放することを特徴とする請求項１に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項5] 前記振動電極膜が圧力を受けて変形する前の状態においては、前記凸状の柱構造が前記孔を貫通し、該凸状の柱構造の先端は、前記振動電極膜に対して前記バックプレートの反対側に位置することを特徴とする請求項３に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項6] 前記凸状の柱構造の径は、該凸状の柱構造の先端から前記バックプレートに向かうにつれて大きくなり、または一定であることを特徴とする請求項３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] 前記凸状の柱構造は、前記バックプレートと同一の成膜工程によって形成されたものであることを特徴とする請求項３から６のいずれか一項に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項8] 前記振動電極膜は、前記基板にアンカー部において固定されるとともに、該アンカー部以外の場所においては、前記基板及び前記バックプレートに接触しないことを特徴とする請求項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。

[請求項9] 前記バックプレートは、複数の穿孔を有することを特徴とする請求項１から８のいずれか一項に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項10] 前記基板は、前記バックプレートに一体に設けられた凸状の柱構造に対向する部分を避けて配置されることを特徴とする請求項３に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項11] 前記バックプレートは前記基板に対向して配置され、

前記凸状の柱構造は、前記バックプレートから前記基板側に向けて設けられるとともに、その先端が、前記基板の前記バックプレート側の表面と同面または、該表面よりバックプレート側に位置することを特徴とする請求項３に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項12] 前記バックプレートは中央部に固定電極膜を有し、

前記凸状の部分は、前記バックプレートにおける前記固定電極膜の外側に設けられたことを特徴とする請求項１および請求項３から１１のうちいずれか一項に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項13] 前記凸状の部分は、前記バックプレートにおける中央部に設けられたことを特徴とする請求項１および請求項３から１１のうちいずれか一項に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項14] 前記凸状の柱構造における側面はテーパ面を形成し、該テーパ面の前記バックプレートに対する傾斜角は、６０度以上８５度以下であることを特徴とする請求項６に記載の音響トランスデューサ。

[請求項15] 前記振動電極膜は、略長方形型の形状を有するとともに４隅に設け

られた固定部において固定され、

前記凸状の部分は、前記バックプレートにおいて、平面視で前記振動電極膜の４隅であって前記固定部よりも内側に相当する部分に４箇所設けられたことを特徴とする請求項３または４に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項16] 前記凸状の部分は、前記バックプレートにおける中央部に１箇所設けられたことを特徴とする請求項１３に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項17] 前記凸状の部分は、前記バックプレートにおいて、さらに、平面視で前記振動電極膜の４辺の中央部に相当する部分に４箇所設けられ、合計８箇所設けられたことを特徴とする請求項１５に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項18] 前記凸状の部分は、前記バックプレートの中央部にさらに１箇所設けられ、合計９箇所設けられたことを特徴とする請求項１７に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項19] 前記振動電極膜が圧力を受けて変形する前に、前記凸状の柱構造が前記孔に侵入した状態において、前記凸条の柱構造と前記孔との間の隙間は、片側０．２μｍ以上２０μｍ以下であることを特徴とする、請求項３に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項20] 前記バックプレートは、平面視において前記凸状の部分が設けられた場所を避けて前記固定電極膜を有し、前記凸条の部分と前記固定電極膜との距離を１μｍ以上１５μｍ以下としたことを特徴とする請求項３または４に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項21] 前記バックプレートと前記振動電極膜との間の隙間の大きさは、前記凸状の部分の周囲の所定範囲内については、該所定範囲外よりも大きくされたことを特徴とする請求項３または４に記載の静電容量型トランスデューサ。

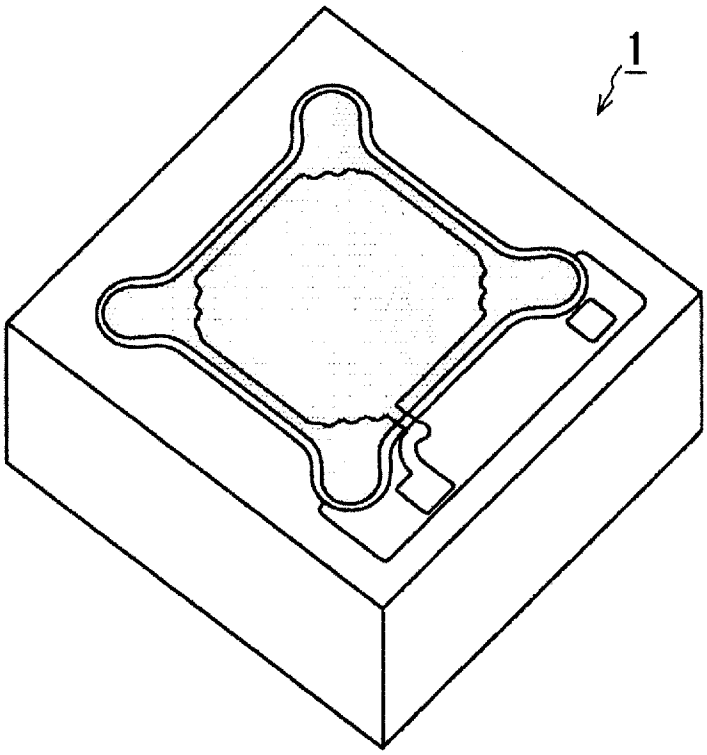
[請求項22] 前記バックプレートにおける音孔の大きさは、前記凸状の部分の周

囲の所定範囲内については、該所定範囲外よりも小さくされたことを特徴とする請求項３または４に記載の静電容量型トランスデューサ。

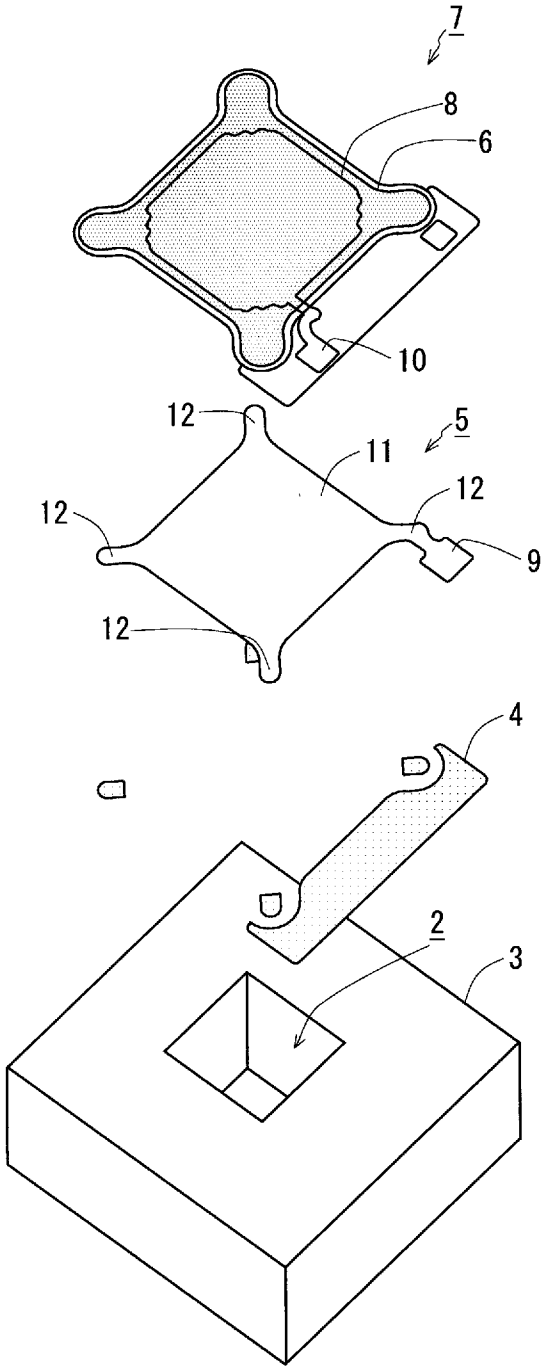
[請求項23] 前記バックプレートにおける前記凸状の部分の周囲の所定範囲内における音孔と、前記振動電極膜に設けられた孔とは、平面視において、少なくとも一部が重なるように配置されたことを特徴とする請求項３に記載の静電容量型トランスデューサ。

[請求項24] 請求項１から２３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。

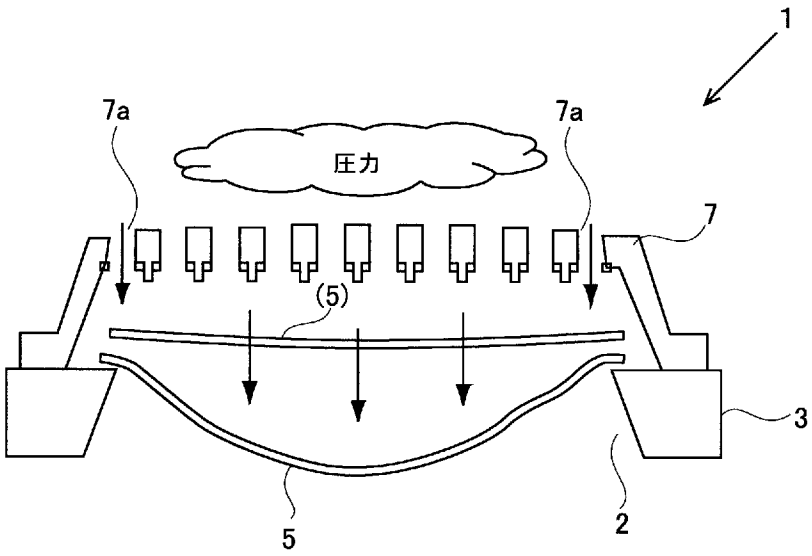
[図1]



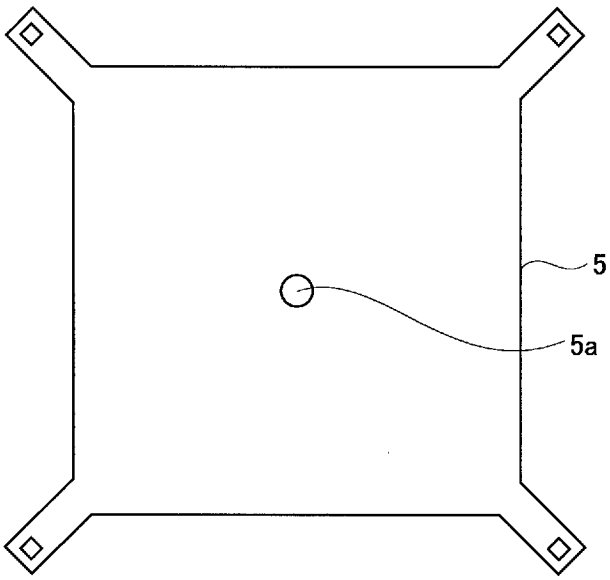
[図2]



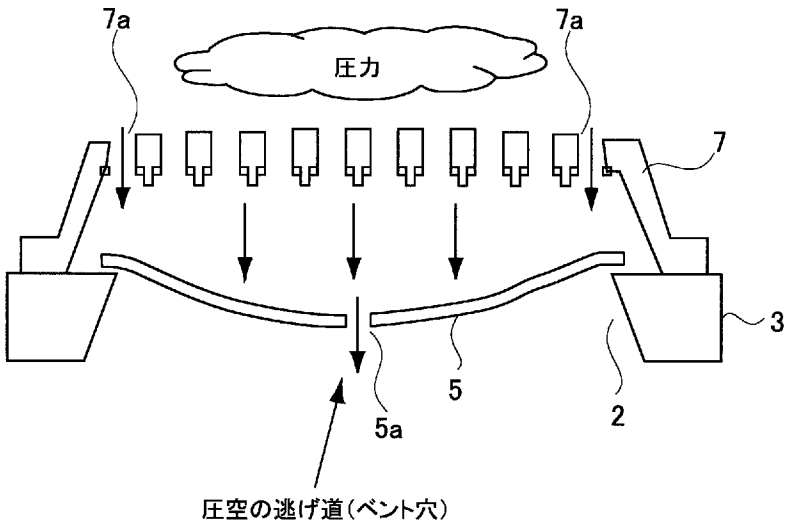
[図3]



[図4]

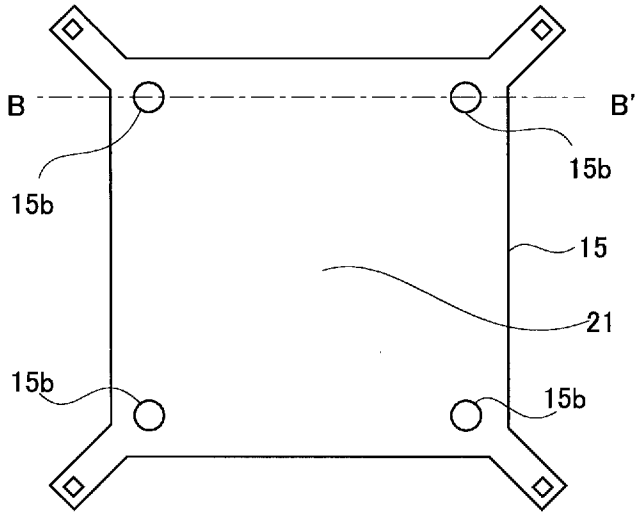


(a)

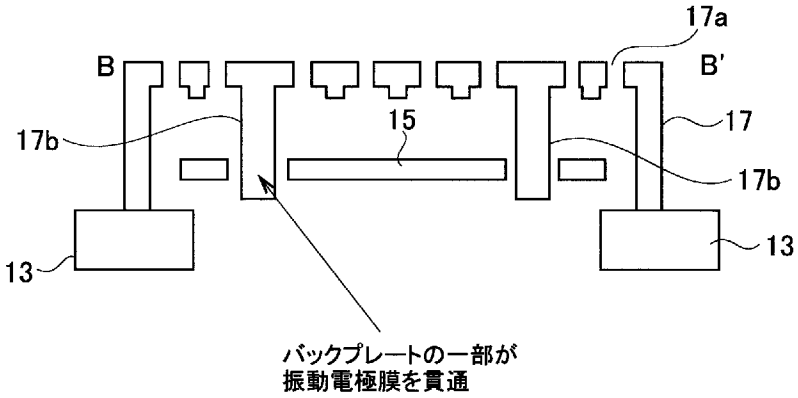


(b)

[図5]

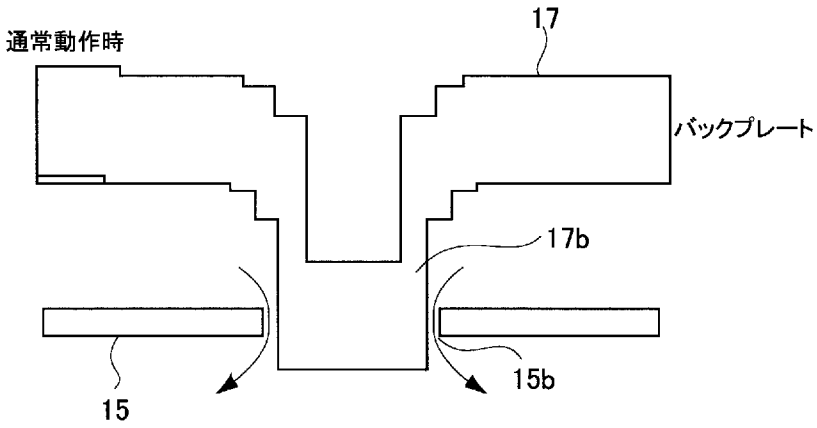

B
B'
15b
15b
15
21
15b
15b

(a)

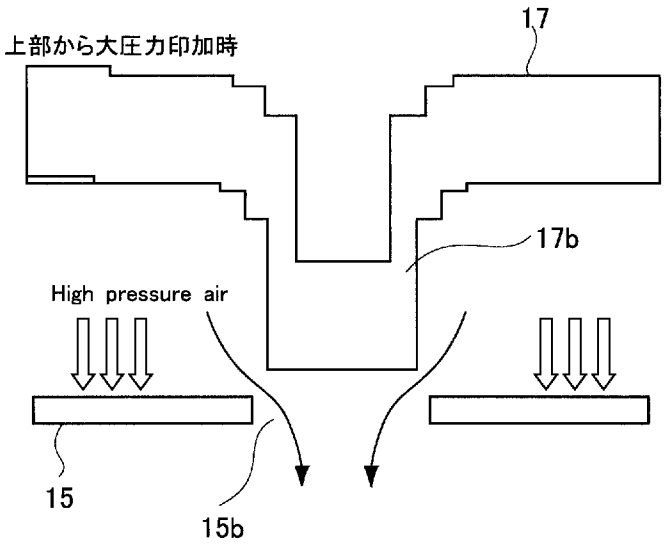

17a
B
B'
17b
15
17
17b
13
13
バックプレートの一部が
振動電極膜を貫通

(b)

[図6]

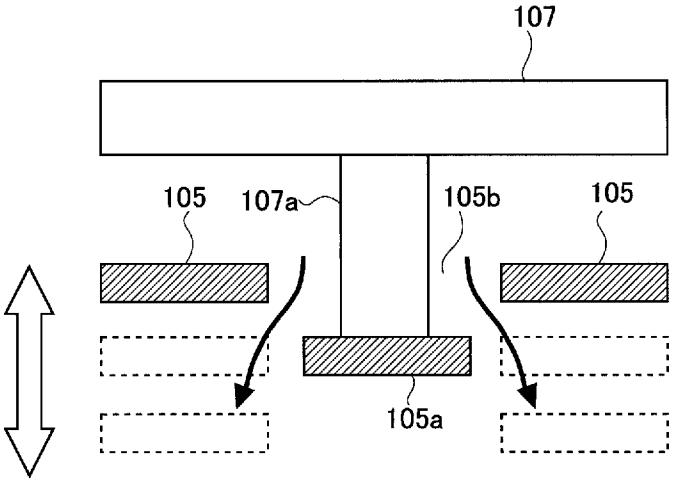

通常動作時
17
バックプレート
17b
15
15b

(a)

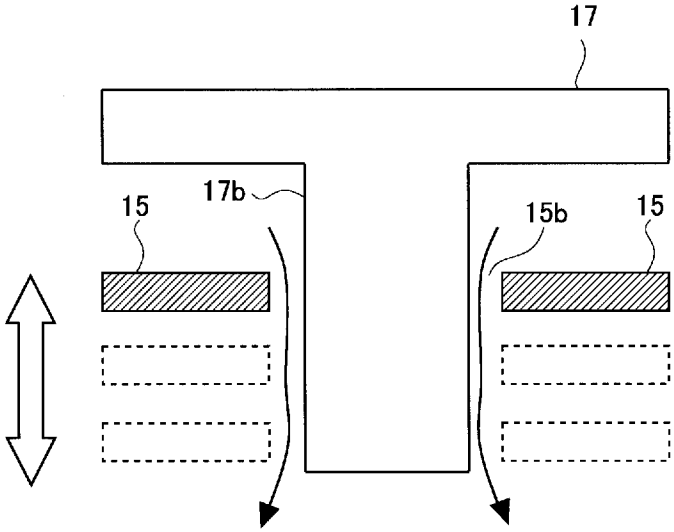

上部から大圧力印加時
17
17b
High pressure air
15
15b

(b)

[図7]

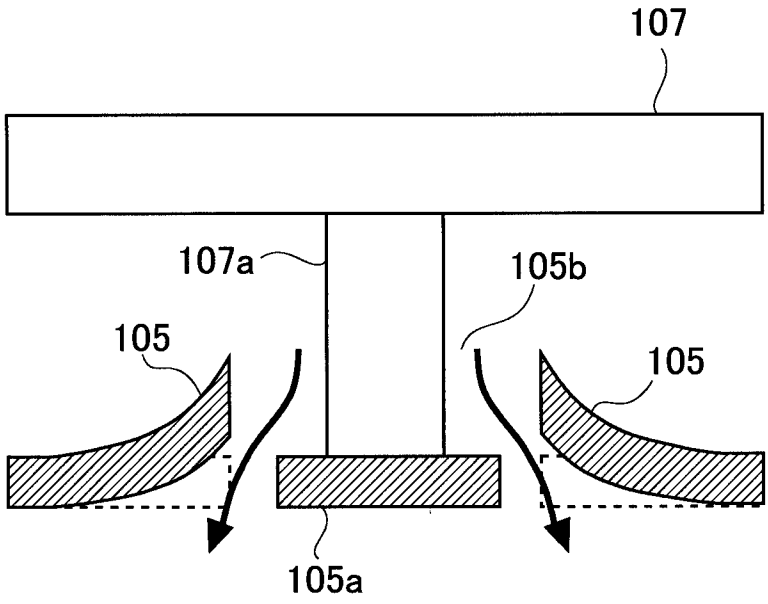


(a)

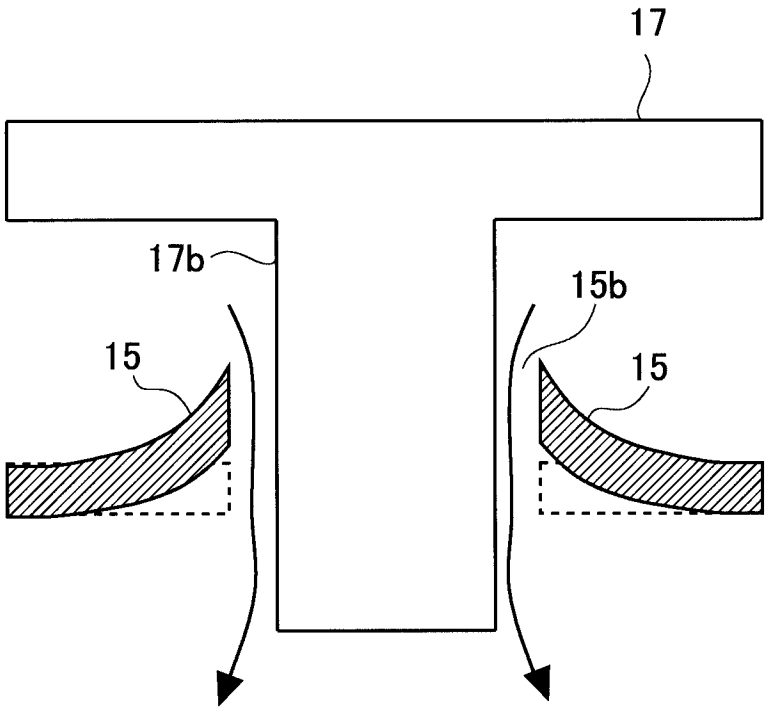


(b)

[図8]

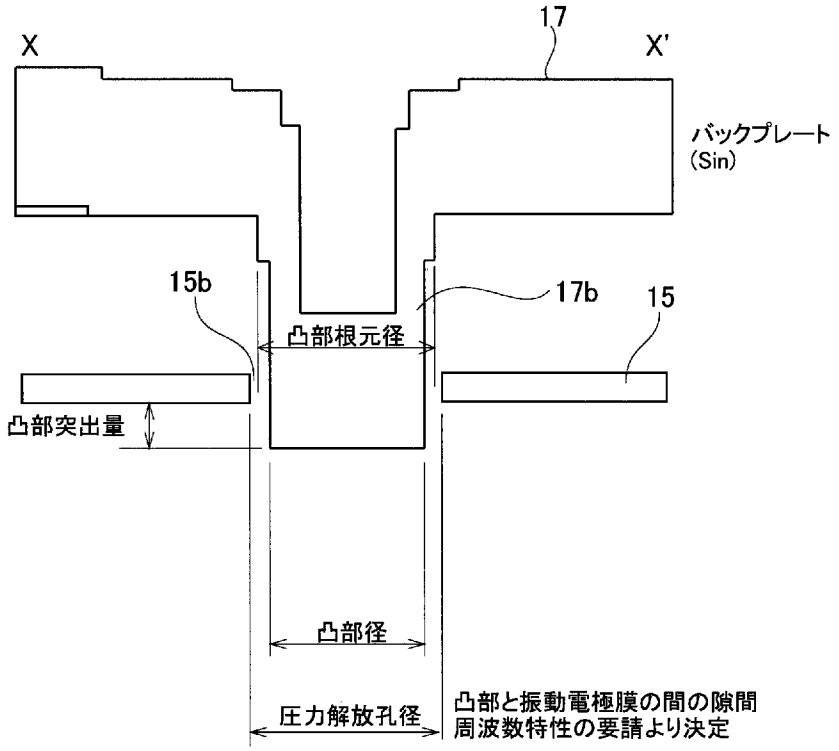


(a)

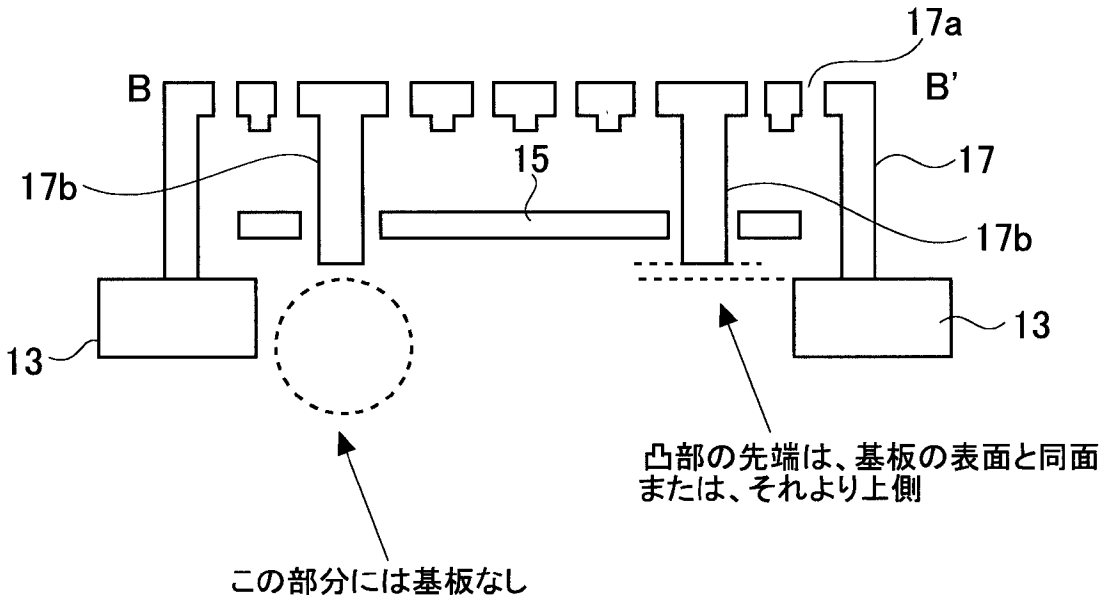


(b)

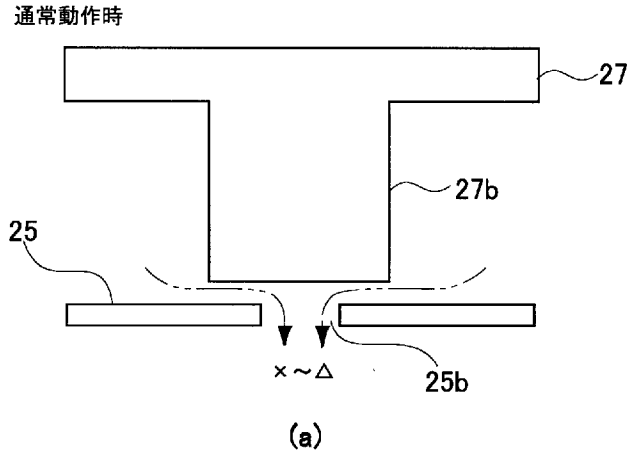
[図9]


17
X
X'
バックプレート
(Sin)
15b
17b
15
凸部根元径
凸部突出量
凸部径
圧力解放孔径
凸部と振動電極膜の間の隙間
周波数特性の要請より決定

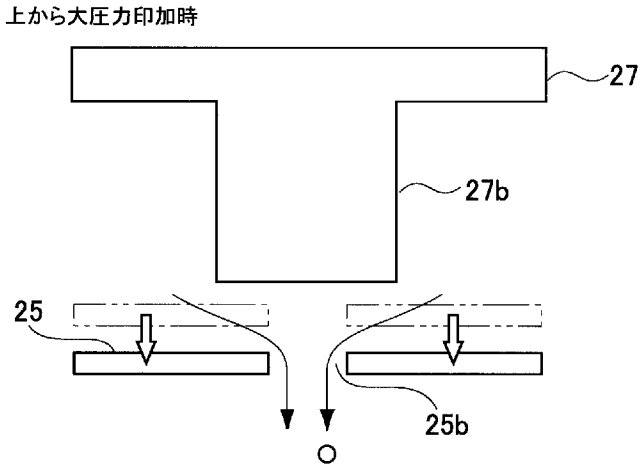
[図10]


17a
B
B'
17b
15
17
17b
13
13
凸部の先端は、基板の表面と同面
または、それより上側
この部分には基板なし

[図11]

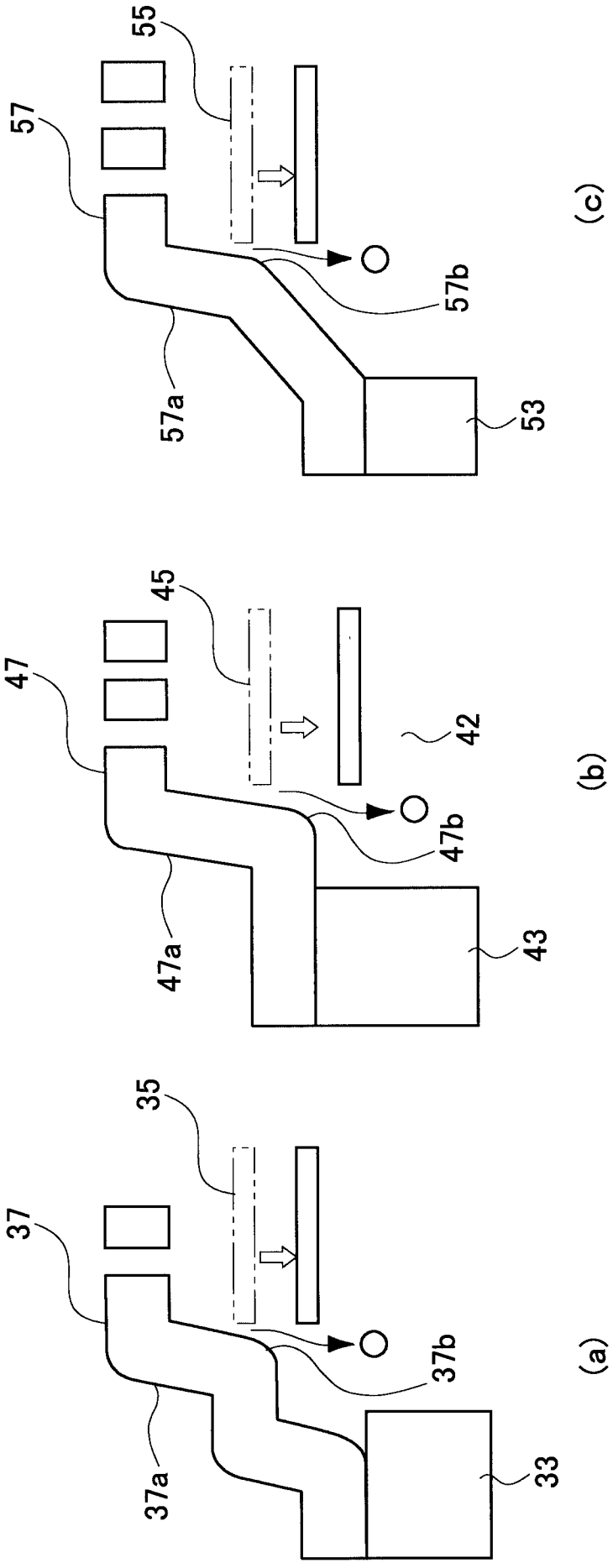


(a)

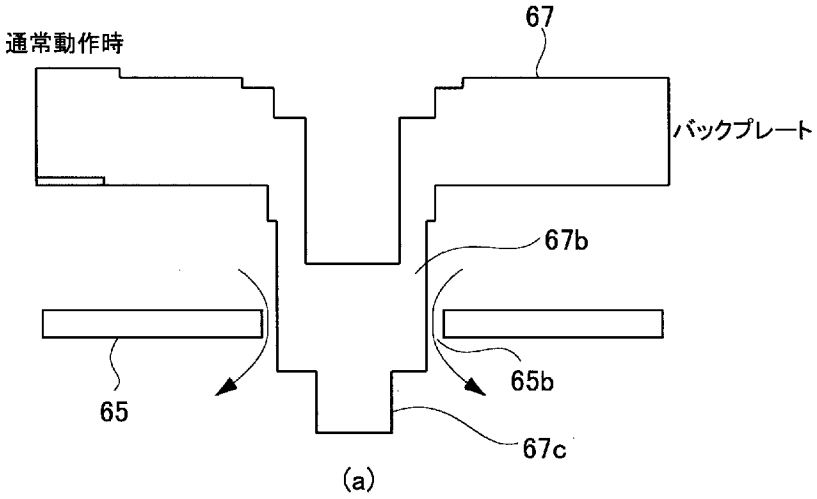


(b)

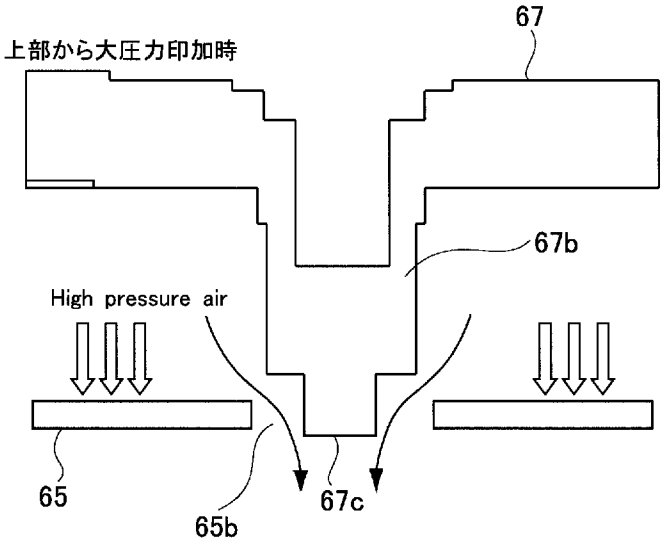
[図12]



[図13]

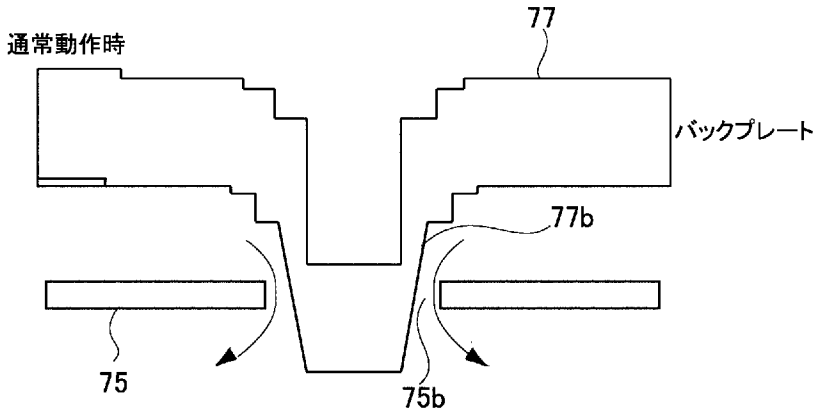

通常動作時
67
バックプレート
67b
65
65b
67c

(a)

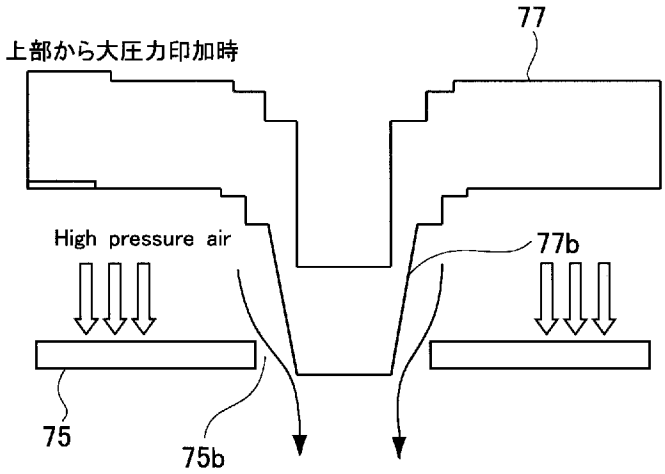

上部から大圧力印加時
67
67b
High pressure air
65
65b
67c

(b)

[図14]


通常動作時
77
バックプレート
77b
75
75b

(a)

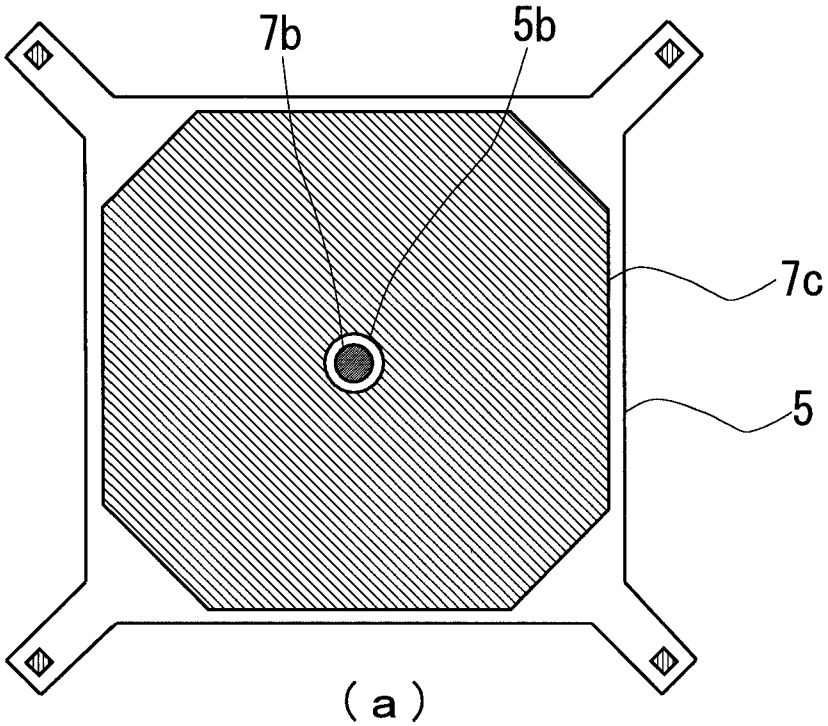

上部から大圧力印加時
77
High pressure air
77b
75
75b

(b)

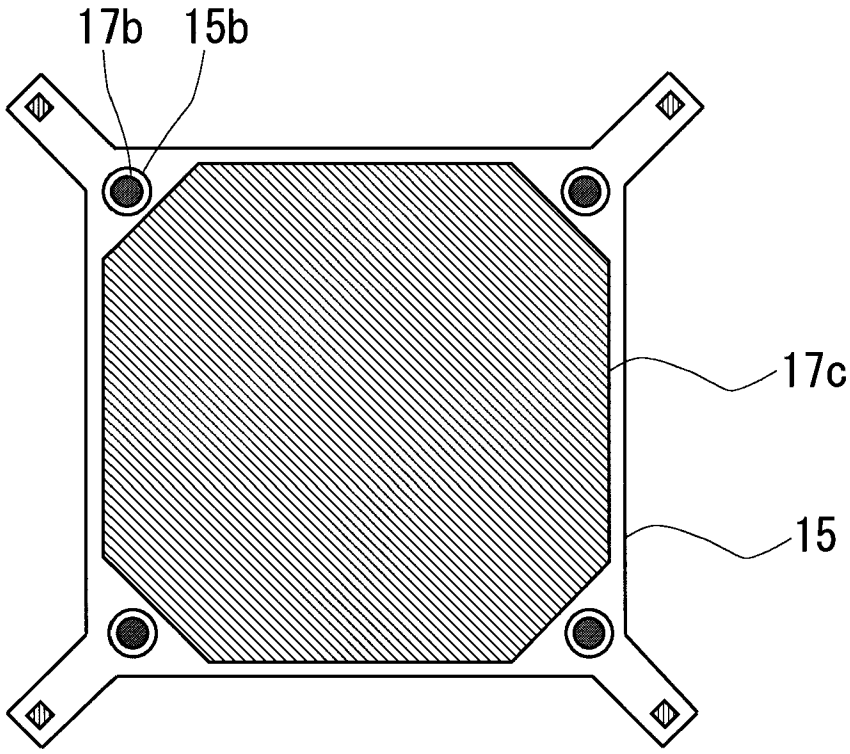
[図15]



[図16]

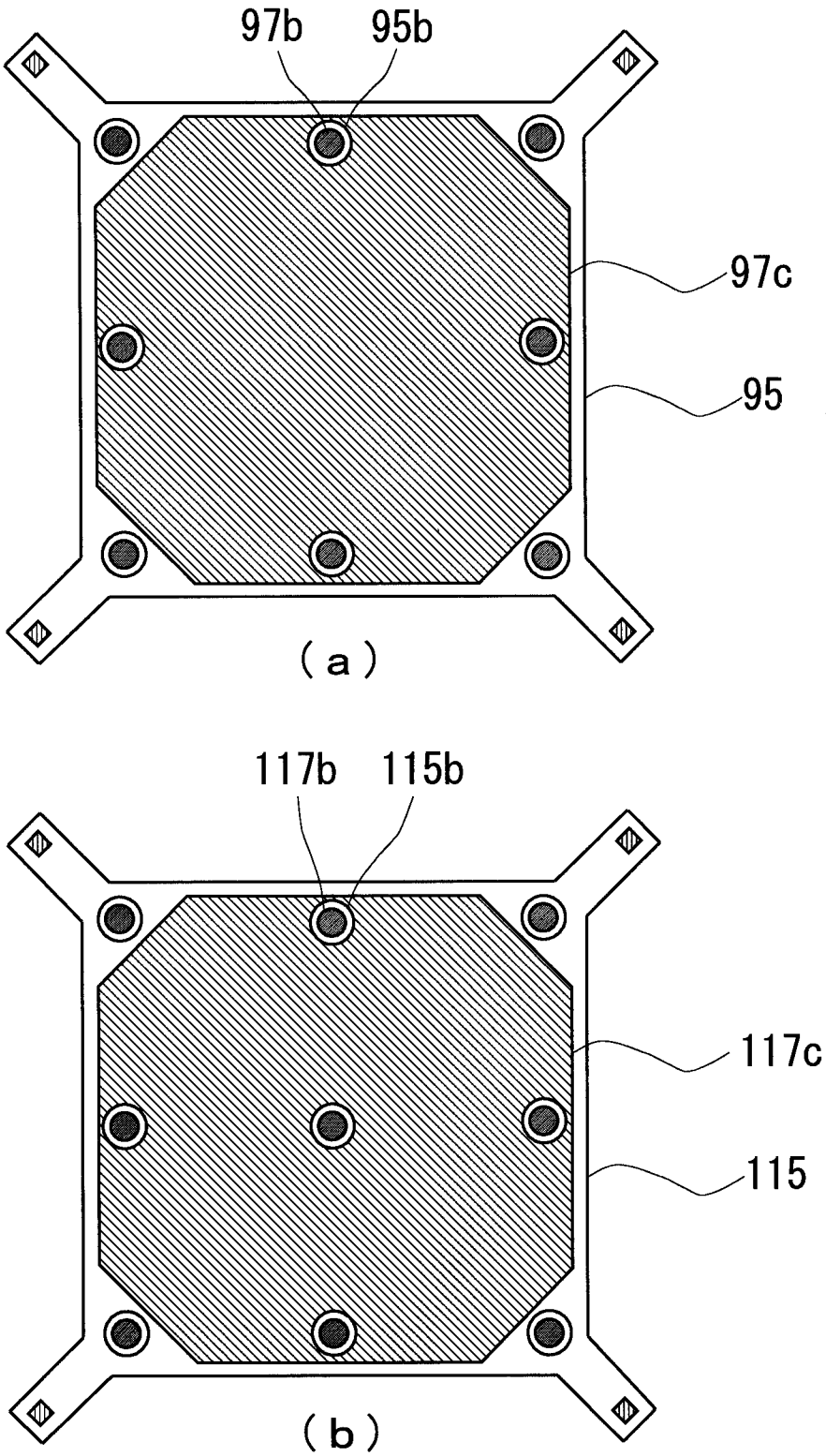


(a)

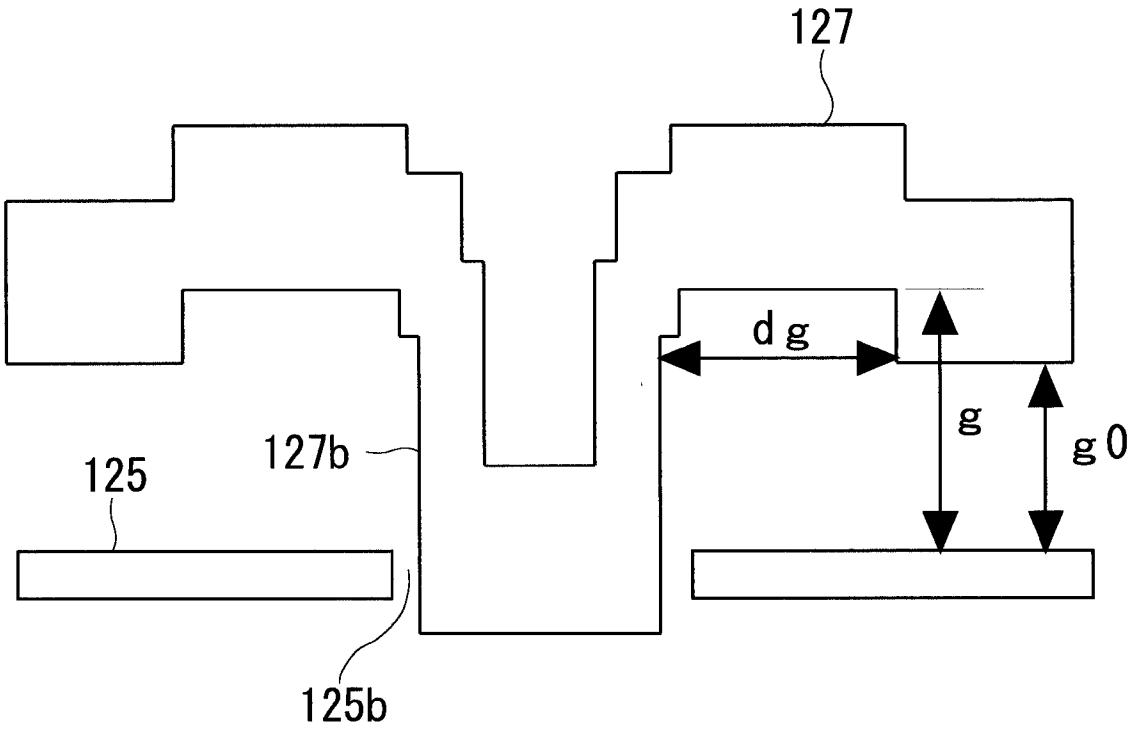


(b)

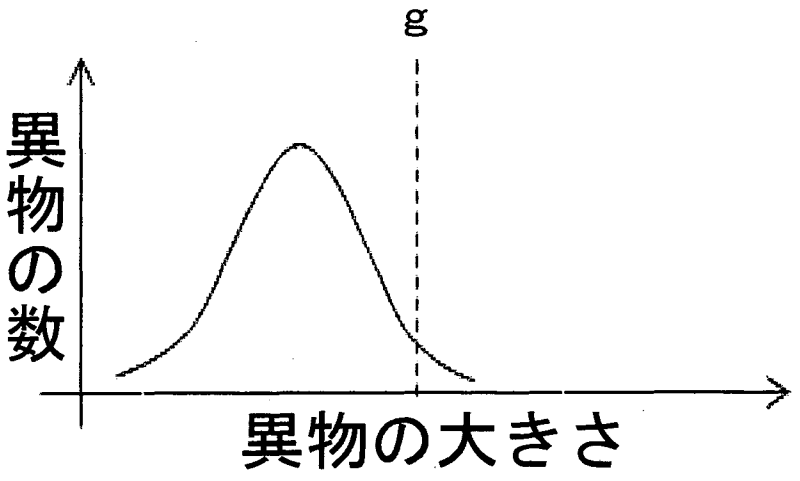
[図17]



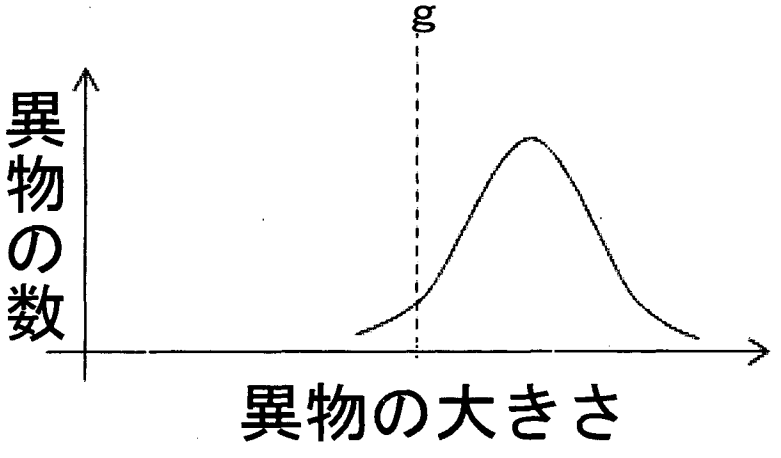
[図18]



[図19]

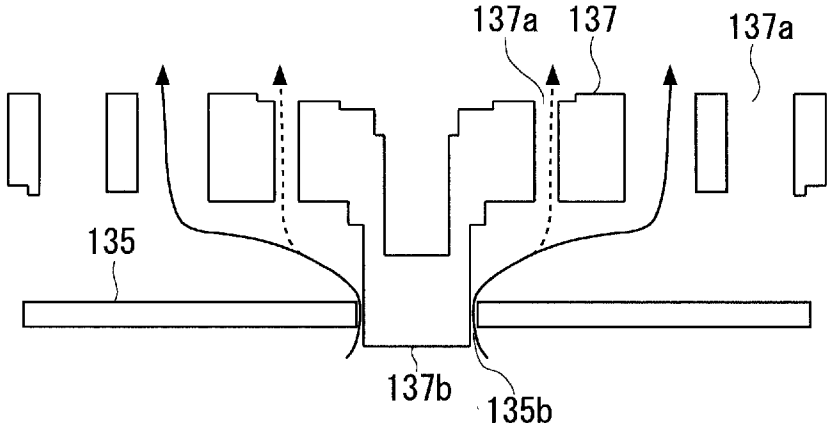


（a）

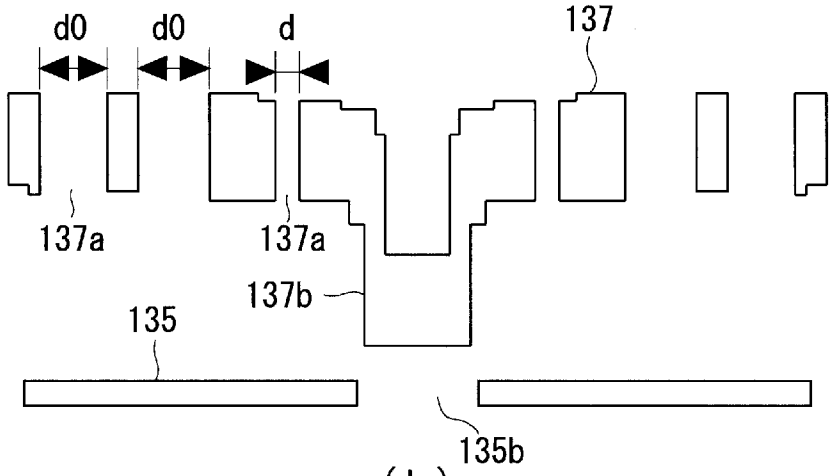


（b）

[図20]

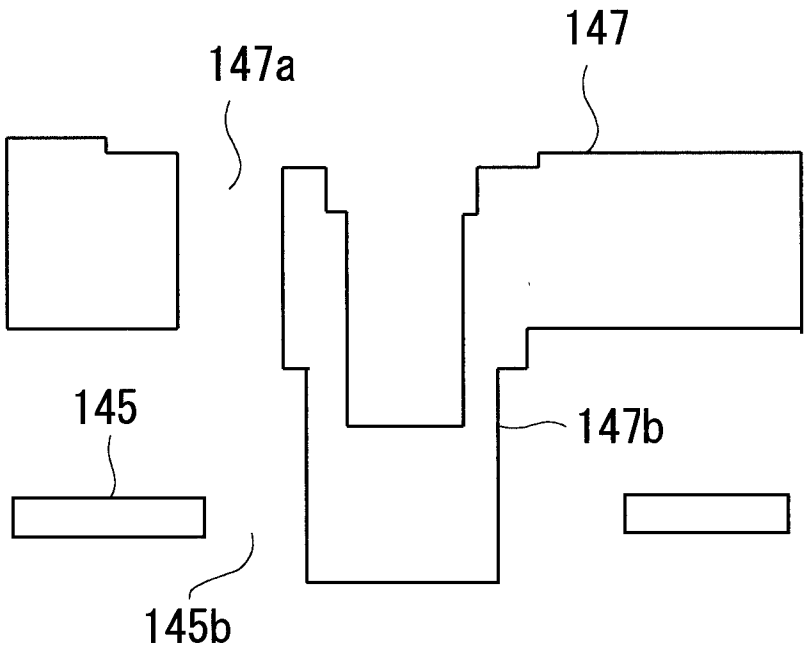


(a)

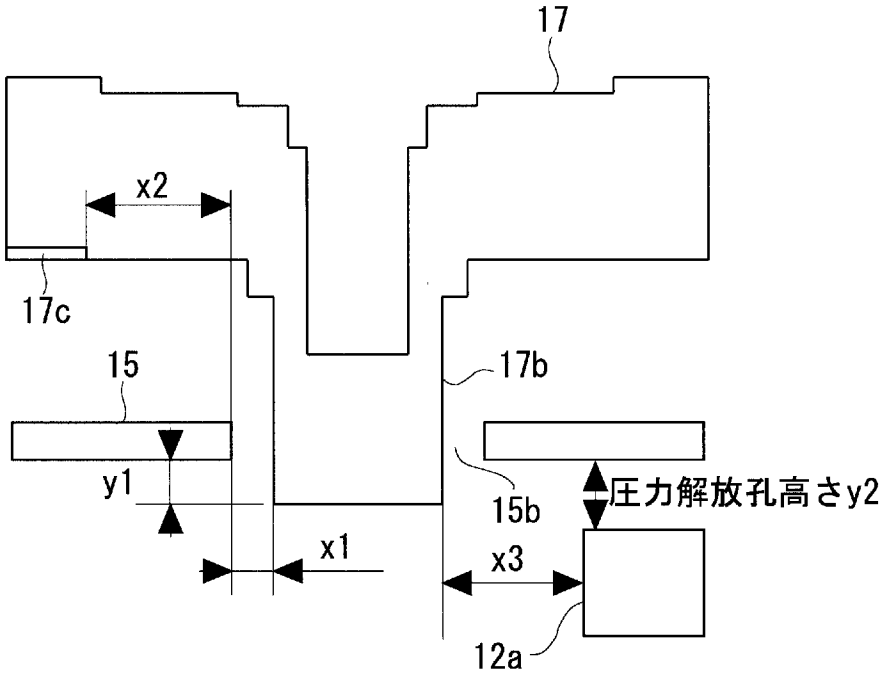


(b)

[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/057630

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04R19/04(2006.01)i, *B81B3/00*(2006.01)i, *H01L29/84*(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, B81B3/00, H01L29/84

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	WO 2010/004766 A1 (Rohm Co., Ltd.), 14 January 2010 (14.01.2010), entire text; all drawings & US 2011/0108933 A1 entire text; all drawings & CN 202116291 U	1-24
A	JP 2014-57175 A (Omron Corp.), 27 March 2014 (27.03.2014), entire text; all drawings & US 2015/0230011 A1 entire text; all drawings & CN 104620604 A	1-24

☒ 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	Date of mailing of the international search report
13 April 2016 (13.04.16)	10 May 2016 (10.05.16)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/057630

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 8692340 B1 (InvenSense, Inc.), 08 April 2014 (08.04.2014), entire text; all drawings & WO 2014/163989 A1 & CN 105051909 A & KR 10-2016-0007491 A	1-24

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５７６３０

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, B81B3/00(2006.01)i, H01L29/84(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, B81B3/00, H01L29/84

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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	WO 2010/004766 A1 (ローム株式会社) 2010.01.14, 全文,全図 & US 2011/0108933 A1:全文,全図 & CN 202116291 U	1-24
A	JP 2014-57175 A (オムロン株式会社) 2014.03.27, 全文,全図 & US 2015/0230011 A1:全文,全図 & CN 104620604 A	1-24
A	US 8692340 B1 (InvenSense, Inc.) 2014.04.08, 全文,全図 & WO 2014/163989 A1 & CN 105051909 A & KR 10-2016-0007491 A	1-24

☐　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

「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

「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
１３．０４．２０１６	１０．０５．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｚ　４５４５
菊池　充
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５８９