(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
2012 年 7 月 12 日(12.07.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/093598 A1

(51) 国際特許分類:
*H04R 19/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/079843

(22) 国際出願日: 2011 年 12 月 22 日(22.12.2011)

(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 2011-002313 2011 年 1 月 7 日(07.01.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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). エスティーマイクロエレクトロニクス エス. アール. エル. (STMicroelectronics Srl) [IT/IT]; ミラノ ２００４１ アグラーテ ブリアンツァ ヴィアツィー オリヴェッティ ２ Milano (IT).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笠井 隆 (KASAI, Takashi). 佐藤 正武 (SATO, Shobu). 内田 雄喜 (UCHIDA, Yuki). パドヴァーニ イジノ (PADOVANI, Igino). デイビッド フィリッポ (DAVID, Filippo). コンティ セバスチアーノ (CONTI, Sebastiano).

(74) 代理人: 増井 義久, 外 (MASUI, Yoshihisa et al.); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル 特許業務法人原謙三国際特許事務所 Osaka (JP).

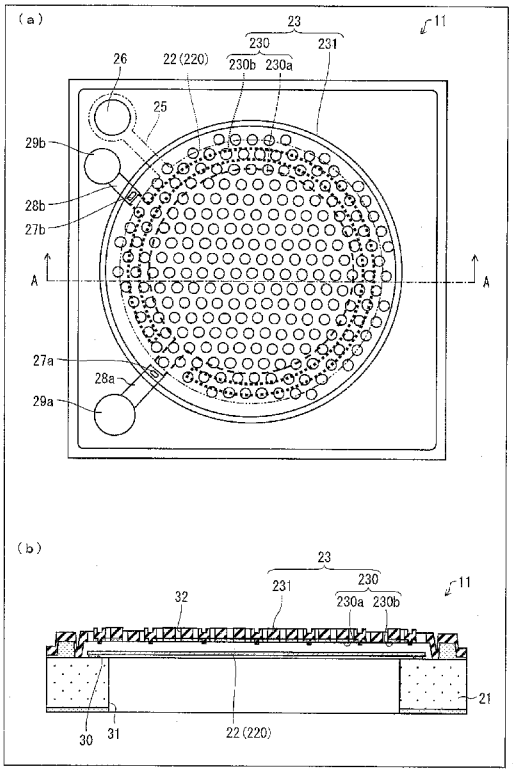
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,

[続葉有]

(54) **Title**: SOUND TRANSDUCER AND MICROPHONE USING SAME

(54) 発明の名称 : 音響トランスデューサ、および該音響トランスデューサを利用したマイクロフォン

[図1]




(57) **Abstract**: A sound sensor (11) in which a vibrating membrane (22) and a fixed membrane (23) are formed on the upper surface of a semiconductor substrate (21) converts a sound wave into an electrical signal and outputs the same by the change in the electrostatic capacity between a vibrating electrode (220) of the vibrating membrane (22) and a fixed electrode (230) of the fixed membrane (23). In the sound sensor (11) at least one of the vibrating electrode (220) or the fixed electrode (230) is divided, and a plurality of electrical signals are output from each of the resulting plurality of electrodes.

(57) 要約: 音響センサ（１１）は、半導体基板（２１）の上面に振動膜（２２）および固定膜（２３）が形成され、振動膜（２２）の振動電極（２２０）と固定膜（２３）の固定電極（２３０）との間の静電容量の変化により、音波を電気信号に変換し出力する。音響センサ（１１）は、振動電極（２２０）および固定電極（２３０）の少なくとも一方が分割されており、分割された複数の電極から複数の電気信号をそれぞれ出力している。

WO 2012/093598 A1

RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

— 補正された請求の範囲（条約第 19 条(1)）

# 明　細　書

## 発明の名称 ：

# 音響トランスデューサ、および該音響トランスデューサを利用したマイクロフォン

## 技術分野

[0001] 本発明は、音波を電気信号に変換する音響トランスデューサ（acoustic transducer）と、該音響トランスデューサを利用したマイクロフォンとに関するものである。特に、本発明は、ＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical System）技術を用いて制作される微小サイズの音響トランスデューサなどに関するものである。

## 背景技術

[0002] 従来、携帯電話機などに搭載される小型のマイクロフォンとしてＥＣＭ（Electret Condenser Microphone）が広く使用されていた。しかしながら、ＥＣＭは熱に弱く、また、デジタル化への対応、小型化、高機能・多機能化、省電力といった点で、ＭＥＭＳマイクロフォンの方が優れている。このことから、現在では、ＭＥＭＳマイクロフォンが普及しつつある。

[0003] ＭＥＭＳマイクロフォンは、音波を検出して電気信号（検出信号）に変換するコンデンサ型の音響センサ（音響トランスデューサ）と、該音響センサに電圧を印加する駆動回路と、上記音響センサからの検出信号に対し、増幅などの信号処理を行って外部に出力する信号処理回路とを備えている。上記音響センサは、ＭＥＭＳ技術を利用して製造される。また、上記駆動回路および上記信号処理回路は、半導体製造技術を利用して、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）として一体に製造される。

[0004] 近時、マイクロフォンは、大きな音を高品質で検出して出力することが求められている。一般に、最大入力音圧（ダイナミックレンジ）は、高調波ひずみ率（Total Harmonic Distortion、以下「ＴＨＤ」と称する。）によって制限される。これは、大きな音をマイクロフォンで検出しようとすると、出

力信号に高調波ひずみが発生し、音質を損ねてしまうからである。よって、ＴＨＤを小さくすることができれば、最大入力音圧を大きくすることができる。

[0005] しかしながら、一般的なマイクロフォンは、音波の検出感度とＴＨＤとがトレードオフの関係にある。このため、高感度のマイクロフォンはＴＨＤが大きくなり最大入力音圧が小さくなってしまう。これは、高感度のマイクロフォンは出力信号が大きくなりＴＨＤが発生し易いからである。一方、低感度のマイクロフォンはＴＨＤが小さくなり最大入力音圧が大きくなる。しかしながら、低感度のマイクロフォンは、小さな音を高品質で検出することが困難である。

[0006] このような問題点に対し、検出感度の異なる複数の音響センサを利用したマイクロフォンが検討されている（例えば、特許文献１～４を参照）。

[0007] 特許文献１・２には、複数の音響センサを設け、該複数の音響センサからの複数の信号を、音圧に応じて切り替える或いは融合させるマイクロフォンが開示されている。特に、特許文献１には、検出可能な音圧レベル（ＳＰＬ）が２０ｄＢ～１１０ｄＢである高感度の音響センサと、検出可能な音圧レベルが５０ｄＢ～１４０ｄＢである低感度の音響センサとを切り替えて利用することにより、検出可能な音圧レベルが２０ｄＢ～１４０ｄＢであるマイクロフォンが開示されている。また、特許文献３・４には、１つのチップに、独立した複数の音響センサを形成した構成が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0008] 特許文献1：米国特許出願公開第２００９／０３１６９１６号明細書（２００９年１２月２４日公開）

特許文献2：米国特許出願公開第２０１０／０１８３１６７号明細書（２０１０年０７月２２日公開）

特許文献3：日本国公開特許公報「特開２００８－２４５２６７号公報（２００８年１０月０９日公開）」

特許文献4：米国特許出願公開第２００７／００４７７４６号明細書（２００７年０３月０１日公開）

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献３・４に記載の上記構成の場合、各音響センサは、それぞれ独立して形成されるため、音響特性にバラツキおよびミスマッチングが発生することになる。ここで、音響特性のバラツキとは、チップ間における音響センサどうしの音響特性のズレをいう。また、音響特性のミスマッチングとは、同一チップ内における複数の音響センサどうしの音響特性のズレをいう。

[0010] 具体的には、各音響センサは、形成される薄膜の反りのバラツキなどのため、検出感度に関するチップ間のバラツキが独立して発生する。その結果、音響センサ間の検出感度の差に関するチップ間のバラツキが大きくなる。また、各音響センサは、バックチャンバおよびベントホールが個別に形成されることになるので、該バックチャンバおよびベントホールによって影響を受ける周波数特性、位相などの音響特性にチップ内のミスマッチングが発生することになる。

[0011] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、音波を複数の電気信号に変換できると共に、音響特性に関するチップ間のバラツキおよびチップ内のミスマッチングを抑えることのできる音響トランスデューサなどを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0012] 本発明に係る音響トランスデューサは、基板の上面に振動膜および固定膜が形成され、該振動膜における振動電極と上記固定膜における固定電極との間の静電容量の変化により、音波を検出して電気信号に変換し出力する音響トランスデューサにおいて、上記課題を解決するために、上記振動電極および上記固定電極の少なくとも一方が分割されており、分割された複数の電極から複数の上記電気信号をそれぞれ出力することを特徴としている。

[0013] 上記の構成によると、振動電極および固定電極の少なくとも一方が分割されることにより、上記振動電極および上記固定電極の間に複数の可変コンデンサが形成されることになる。従って、分割された複数の電極から複数の電気信号をそれぞれ出力することにより、音波を複数の電気信号に変換できる音響トランスデューサを実現することができる。

[0014] また、上記複数の可変コンデンサは、同じ振動膜および固定膜内に形成されることになる。従って、複数の振動膜および固定膜を独立して形成する従来技術に比べて、各可変コンデンサは、検出感度に関するチップ間のバラツキが類似することになり、その結果、上記可変コンデンサ間の検出感度の差に関するチップ間のバラツキを抑えることができる。また、各可変コンデンサは、上記振動膜および上記固定膜を共用しており、その結果、周波数特性、位相などの音響特性に関するチップ内のミスマッチングを抑えることができる。

## 発明の効果

[0015] 以上のように、本発明に係る音響トランスデューサは、振動電極および固定電極の少なくとも一方が分割されることにより、上記振動電極および上記固定電極の間に複数の可変コンデンサが形成されることになるので、分割された複数の電極から複数の電気信号をそれぞれ出力することにより、音波を複数の電気信号に変換できる音響トランスデューサを実現できるという効果を奏する。また、上記複数の可変コンデンサが同じ振動膜および固定膜内に形成されるので、各可変コンデンサ間の検出感度の差に関するチップ間のバラツキを抑えると共に、周波数特性、位相などの音響特性に関するチップ内の可変コンデンサのミスマッチングを抑えるという効果を奏する。

## 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の一実施形態であるＭＥＭＳマイクロフォンにおける音響センサの概略構成を示す平面図および断面図である。

[図2]上記ＭＥＭＳマイクロフォンの概略構成を示す平面図および正面図である。

[図3]上記ＭＥＭＳマイクロフォンの回路図である。

[図4]本発明の別の実施形態であるＭＥＭＳマイクロフォンにおける音響センサの概略構成を示す平面図および断面図である。

[図5]本発明のさらに別の実施形態であるＭＥＭＳマイクロフォンにおける音響センサの概略構成を示す平面図である。

[図6]上記音響センサの振動膜の振動量を示す平面図である。

[図7]本発明のさらに別の実施形態であるＭＥＭＳマイクロフォンにおける音響センサの概略構成を示す平面図である。

[図8]上記音響センサの断面図である。

[図9]上記音響センサにおける振動膜の概略構成を示す平面図である。

[図10]上記音響センサの分解組立図である。

[図11]上記音響センサにおける振動膜に印加される音圧に対する該振動膜の平均変位量の変化を示すグラフである。

[図12]ＭＥＭＳマイクロフォンにおける典型的な周波数特性を示すグラフである。

[図13]本発明の他の実施形態であるＭＥＭＳマイクロフォンの音響センサにおける振動膜の概略構成を示す平面図である。

[図14]上記音響センサの分解組立図である。

## 発明を実施するための形態

[0017] 〔実施の形態１〕

本発明の一実施形態について図１～図３を参照して説明する。図２は、本実施形態のＭＥＭＳマイクロフォンの概略構成を示しており、同図の（ａ）は、上部を切り欠いて示す平面図であり、同図の（ｂ）・（ｃ）は、前部を切り欠いて示す正面図である。なお、同図の（ｃ）は、同図の（ｂ）の変形例である。

[0018] 図２に示すように、ＭＥＭＳマイクロフォン１０は、音響センサ（音響トランスデューサ）１１、ＡＳＩＣ１２、配線基板１３、およびカバー１４を備える構成である。

[0019] 音響センサ１１は、音波を検出して電気信号（検出信号）に変換するものであり、ＭＥＭＳ技術を利用して製造されるＭＥＭＳチップである。ＡＳＩＣ１２は、音響センサ１１に電力を供給する電源機能と、音響センサ１１からの電気信号を適当に処理して外部に出力する信号処理機能とを有するＩＣである。ＡＳＩＣ１２は、半導体製造技術を利用して製造される半導体チップである。音響センサ１１およびＡＳＩＣ１２は、配線基板１３に配置され、カバー１４によって覆われている。

[0020] 配線基板１３と音響センサ１１およびＡＳＩＣ１２との電気的接続は、典型的には金ワイヤ１５で行われるが、金バンプ接合などによって行われることもできる。また、配線基板１３には、外部と電気的に接続するための接続端子１６が設けられている。接続端子１６は、外部からの電力供給、外部への信号出力などに利用される。配線基板１３は、典型的には表面リフロー実装によって、種々の機器に取り付けられ、接続端子１６により電気的に接続される。

[0021] カバー１４は、音響センサ１１およびＡＳＩＣ１２を、外部からのノイズ、物理的接触などから保護する機能を有する。このため、カバー１４は、表層または内部に電磁シールド層が設けられている。また、カバー１４には、外部からの音波を音響センサ１１に到達させるために、貫通孔１７が形成されている。なお、図２の（ｂ）では、貫通孔１７はカバー１４の上面に形成されているが、カバー１４の側面に形成されてもよいし、同図の（ｃ）に示すように、配線基板１３において、音響センサ１１の設けられている領域に形成されてもよい。

[0022] 図１は、本実施形態における音響センサ１１の概略構成を示しており、同図の（ａ）は、平面図であり、同図の（ｂ）は、同図の（ａ）のＡ－Ａ線で断面し、矢印方向に見た図である。

[0023] 図１に示すように、音響センサ１１では、半導体基板２１の上面にて、振動膜２２が設けられ、さらに、振動膜２２を覆うように固定膜２３が設けられている。振動膜２２は、導電体であり、振動電極２２０として機能する。

一方、固定膜２３は、導電体である固定電極２３０と、固定電極２３０を保護するための絶縁体である保護膜２３１とからなる。振動電極２２０および固定電極２３０は、空隙を介して対向し、コンデンサとして機能する。

[0024] 振動膜２２の縁部は、絶縁層３０を介して半導体基板２１に取り付けられている。絶縁層３０は、振動膜２２の縁部と半導体基板２１との間に離散的かつ均等に配置されている。これにより、振動膜２２の縁部と半導体基板２１との間には、空隙（ベントホール）が存在することになる。

[0025] また、半導体基板２１は、振動膜２２の中央部に対向する領域が開口した開口部（バックチャンバ）３１を有している。また、固定膜２３は、音孔の形成された音孔部３２を多数有している。通常、音孔部３２は、等間隔で規則正しく配列されており、各音孔部３２の音孔のサイズはほぼ等しい。

[0026] なお、図２の（ｂ）の場合、音波は、貫通孔１７と固定膜２３の音孔部３２とを通過して振動膜２２に到達することになる。また、同図の（ｃ）の場合、典型的には、貫通孔１７と音響センサ１１の開口部３１とが接続されており、音波は、貫通孔１７と開口部３１とを通過して振動膜２２へ到達することになる。この場合、同図の（ｂ）の場合に比べて、開口部３１の体積効果による感度および周波数特性の特性悪化を抑えることができる。

[0027] 上記構成の音響センサ１１において、外部からの音波は、固定膜２３の音孔部３２または開口部３１を介して振動膜２２に到達する。このとき、振動膜２２は、到達した音波の音圧が印加されて振動するので、振動電極２２０および固定電極２３０の間隔（エアギャップ）が変化して、振動電極２２０および固定電極２３０の間の静電容量が変化する。この静電容量の変化を電圧または電流の変化に変換することにより、音響センサ１１は、外部からの音波を検出して電気信号（検出信号）に変換することができる。

[0028] 上記構成の音響センサ１１では、固定膜２３に多数の音孔部３２を有しているが、この音孔部３２は、上述のように、外部からの音波を通過させて振動膜２２に到達させる以外にも、下記のように機能する。

（１）固定膜２３に到達した音波が音孔部３２を通過していくので、固定膜

２３に印加される音圧が軽減される。

（２）振動膜２２および固定膜２３の間の空気が、音孔部３２を介して出入りするので、熱雑音（空気の揺らぎ）が軽減される。また、上記空気による振動膜２２のダンピングが軽減されるので、該ダンピングによる高周波特性の劣化が軽減される。

（３）表面マイクロマシニング技術を利用して振動電極２２０および固定電極２３０の間に空隙を形成する場合に、エッチングホールとして利用することができる。

[0029] なお、実施例では、半導体基板２１は、厚さが約４００μｍであり、単結晶シリコンなどから生成される半導体である。振動膜２２は、厚さが約０．７μｍであり、多結晶シリコンなどから生成される導電体であり、振動電極２２０として機能する。固定膜２３は、固定電極２３０と保護膜２３１とからなる。固定電極２３０は、厚さが約０．５μｍであり、多結晶シリコンなどから生成される導電体である。一方、保護膜２３１は、厚さが約２μｍであり、窒化シリコンなどから生成される絶縁体である。また、振動電極２２０と固定電極２３０との空隙は約４μｍである。

[0030] 本実施形態では、図１に示すように、固定電極２３０は、固定膜２３の中央部に設けられた中央電極２３０ａと、固定膜２３の周辺部に設けられた周辺電極２３０ｂとに分割され、電気的に分離されている。中央電極２３０ａは、コンタクト部２７ａおよび配線２８ａを介して、接続端子２９ａに接続される。一方、周辺電極２３０ｂは、コンタクト部２７ｂおよび配線２８ｂを介して、接続端子２９ｂに接続される。なお、振動電極２２０は、配線２５を介して接続端子２６に接続されている。

[0031] これにより、振動電極２２０と固定電極２３０とによって機能する上記コンデンサは、中央電極２３０ａと振動電極２２０の中央部とによって機能する中央コンデンサと、周辺電極２３０ｂと振動電極２２０の周辺部とによって機能する周辺コンデンサとに分割される。従って、本実施形態の音響センサ１１は、外部からの音波を、上記中央コンデンサからの電気信号と、上記

周辺コンデンサからの電気信号とに変換することができる。

[0032] また、振動膜２２は、縁部にて固定されているので、中央部の振動変位が大きく、周辺部の振動変位が小さくなる。これにより、上記中央コンデンサは、検出感度の高い高感度コンデンサとなり、上記周辺コンデンサは、検出感度の低い低感度コンデンサとなる。従って、本実施形態の音響センサ１１は、外部からの音波を、検出感度の異なる２つの電気信号に変換することができる。これにより、１つの可変コンデンサのみを含む従来の音響センサに比べて、検出可能な音圧レベルを拡大することができる。さらに、中央電極２３０ａは、周辺電極２３０ｂに比べて、面積が広くなっている。これにより、上記検出可能な音圧レベルをさらに拡大することができる。

[0033] また、本実施形態では、固定電極２３０は分割されているが、振動膜２２および保護膜２３１は共通である。従って、本実施形態の音響センサ１１は、振動膜および保護膜が別々である従来の音響センサに比べて、上記中央コンデンサおよび上記周辺コンデンサの検出感度に関するチップ間のバラツキが類似することになる。その結果、上記中央コンデンサおよび上記周辺コンデンサ間の検出感度の差に関するチップ間のバラツキを抑えることができる。

[0034] また、上記中央コンデンサおよび上記周辺コンデンサは、振動膜２２および保護膜２３１を共用しており、その結果、周波数特性、位相などの音響特性に関するチップ内のミスマッチングを抑えることができる。さらに、上記中央コンデンサおよび上記周辺コンデンサは、上記バックチャンバ、上記エアギャップ、および上記ベントホールを共用しているので、上記音響特性に関するチップ内のミスマッチングをさらに抑えることができる。

[0035] ところで、特許文献３・４に記載の上記構成の場合、１つのチップに、独立した複数の音響センサを形成する分、チップサイズが大きくなる。また、各音響センサからＡＳＩＣまでの配線の数および長さが増えるため、寄生容量・寄生抵抗が大きくなり各種特性（例えば検出感度、ＳＮＲ（信号対ノイズ比）など）が悪化することになる。

[0036] これに対し、本実施形態では、上記中央コンデンサおよび上記周辺コンデンサが振動膜２２および固定膜２３内に形成されるので、従来技術に比べて、チップサイズの大型化を抑えることができる。また、配線の長さを抑えることができるので、上記各種特性の悪化を抑えることができる。

[0037] また、本実施形態では、振動膜２２が静止しているときの上記エアギャップが一定となっている。これにより、上記中央コンデンサおよび上記周辺コンデンサは、振動電極２２０および固定電極２３０の間隔が共通であるので、上記音響特性に関するチップ内のミスマッチングをさらに抑えることができる。また、音響センサ１１の製造工程における振動電極２２０および固定電極２３０の形成を簡素化することができる。

[0038] また、本実施形態では、振動電極２２０および固定電極２３０のそれぞれが、均一の厚さで形成されている。これにより、製作のバラツキによる上記中央コンデンサおよび上記周辺コンデンサの検出感度に関するチップ間のバラツキをさらに類似させることができ、上記中央コンデンサおよび上記周辺コンデンサ間の検出感度の差に関するチップ間のバラツキをさらに抑えることができる。

[0039] また、本実施形態では、振動膜２２の基部が円形であるので、振動膜の基部が矩形である場合に比べて、振動膜２２に発生する応力集中を軽減することができる。その結果、外部応力および内部応力に対する耐久性が高くなる。

[0040] また、本実施形態では、上記ベントホールが存在しているので、上記ベントホールが存在しない構成に比べて、振動膜２２の変位を大きくすることができ、検出感度を向上することができる。また、半導体基板２１が外力などで歪んでも、振動膜２２が歪み難いので、音響特性が変動し難くなる。また、外気圧の変動による影響を緩和することができる。

[0041] なお、本実施形態の音響センサ１１の製造方法は、従来の音響センサの製造方法に比べて、固定電極を形成するためのマスクの形状が、中央電極２３０ａおよび周辺電極２３０ｂが分離形成されるように変更されるのみであり

、その他は同様である。

[0042] すなわち、まず、半導体基板２１となる単結晶シリコン基板の上面に、犠牲層（ＳｉＯ２）を形成する。次に、該犠牲層の上に、多結晶シリコン層を形成してエッチングを行うことにより、振動膜２２が形成される。次に、振動膜２２を覆うように、犠牲層を再び形成する。

[0043] 次に、該犠牲層を覆うように、多結晶シリコン層および窒化シリコン層を形成してエッチングを行うことにより、固定電極２３０と保護膜２３１とからなる固定膜２３が形成される。ここで、多結晶シリコン層を、マスクパターンなどにより、中央部および周辺部で分離して形成することにより、固定電極２３０が中央電極２３０ａおよび周辺電極２３０ｂに分離形成される。

[0044] 次に、上記単結晶シリコン基板のエッチングを行うことにより、開口部３１が形成される。そして、音孔部３２を介して上記犠牲層のエッチングを行うことにより、振動膜２２および固定膜２３間のエアギャップが形成され、絶縁層３０が形成されて、音響センサ１１が完成する。

[0045] 図３は、図２に示すＭＥＭＳマイクロフォン１０の回路図である。図３に示すように、音響センサ１１は、音波によって容量が変化する低感度可変コンデンサ１１０および高感度可変コンデンサ１１１を備える構成である。低感度可変コンデンサ１１０が上記周辺コンデンサに対応し、高感度可変コンデンサ１１１が上記中央コンデンサに対応する。

[0046] また、ＡＳＩＣ１２は、チャージポンプ１２０、低感度用アンプ１２１、高感度用アンプ１２２、ΣΔ（ΔΣ）型ＡＤＣ（Analog-to-Digital Converter）１２３・１２４、およびバッファ１２５を備える構成である。

[0047] チャージポンプ１２０からの高電圧ＨＶが、音響センサ１１の可変コンデンサ１１０・１１１に印加されることにより、可変コンデンサ１１０・１１１にて音波が電気信号に変換される。低感度可変コンデンサ１１０にて変換された電気信号は、低感度用アンプ１２１にて増幅され、ΣΔ型ＡＤＣ１２３にてデジタル信号に変換される。同様に、高感度可変コンデンサ１１１にて変換された電気信号は、高感度用アンプ１２２にて増幅され、ΣΔ型ＡＤ

Ｃ１２４にてデジタル信号に変換される。ΣΔ型ＡＤＣ１２３・１２４にて変換されたデジタル信号は、バッファ１２５を介してＰＤＭ（パルス密度変調）信号として外部に出力される。

[0048] なお、図３の例では、ΣΔ型ＡＤＣ１２３・１２４にて変換された２つのデジタル信号を混載して、１つのデータ線上に出力しているが、上記２つのデジタル信号を別々のデータ線上に出力してもよい。

[0049] 本実施形態では、固定電極２３０は分割され、振動電極２２０は分割されていない。この場合、固定電極２３０および振動電極２２０の両方が分割されている場合に比べて、ＡＳＩＣ１２との接続数が少なくなるので、生産性が向上する。また、ＡＳＩＣ１２との接続端子の数が少なくなるので、該接続端子に起因する寄生容量を小さくして特性を向上させることができる。また、チャージポンプ１２０から印加される電圧が１つで済むので、チャージポンプ１２０を含むＡＳＩＣ１２のサイズを小さくできたり、製作コストを下げたり、チャージポンプ１２０の作成のバラツキによる検出感度の差のバラツキを抑えたりすることができる。

[0050] 〔実施の形態２〕

次に、本発明の別の実施形態について図４を参照して説明する。図４は、本実施形態に係る音響センサ１１の概略構成を示しており、同図の（ａ）は、平面図であり、同図の（ｂ）は、同図の（ａ）のＢ－Ｂ線で断面し、矢印方向に見た図である。

[0051] 図４に示す音響センサ１１は、図１に示す音響センサ１１に比べて、絶縁層３０が省略され、振動膜２２の縁が半導体基板２１に固定されていない点と、固定膜２３の保護膜２３１から振動膜２２にまで突出した突起部２３２が、周辺電極２３０ｂに沿って離散的に設けられている点とが異なり、その他の構成は同様である。なお、上記実施形態にて説明した構成と同様の機能を有する構成には同一の符号を付して、その説明を省略する。

[0052] 振動膜２２は半導体基板２１に固定されていないが、振動膜２２（振動電極２２０）と固定電極２３０との間に電圧が印加されると、静電気力により

、振動膜２２は突起部２３２に保持される。これにより、振動膜２２へ印加される外部応力や内部応力の影響を軽減させることができる。また、突起部２３２により、振動膜２２の周辺部における振動が規制されるので、周辺電極２３０ｂと振動電極２２０の周辺部とによって機能する周辺コンデンサの検出感度をさらに低くすることができる。その結果、中央コンデンサの検出感度と周辺コンデンサの検出感度との感度差をさらに大きくすることができる。

[0053] 〔実施の形態３〕

次に、本発明のさらに別の実施形態について図５および図６を参照して説明する。図５は、本実施形態に係る音響センサ１１の概略構成を示す平面図である。なお、同図では、固定膜２３の保護膜２３１を省略している。

[0054] 図５に示す音響センサ１１は、図１に示す音響センサ１１に比べて、振動膜２２の形状が異なっており、このため、固定膜の形状も異なっている。なお、その他の構成は同様である。

[0055] 図１に示す音響センサ１１の振動膜２２は、円形であり、その縁部にて半導体基板２１に固定されている。これに対し、本実施形態の音響センサ１１の振動膜２２は、図５に示すように、略正方形の基部を有し、その隅部５０が、それぞれ中心から外向きに延在しており、該延在部５１にて半導体基板２１に固定されている。

[0056] 図６は、上記構成の振動膜２２に所定の音波が到達した場合の振動膜２２の振動量を示している。同図では、振動量が多くなるにつれて明るく示されている。図示のように、振動膜２２は、隅部５０および延在部５１にて振動が少ない。そこで、本実施形態の固定電極２３０は、図５に示すように、形状が略正方形であり、中央部が中央電極２３０ａとなり、隅部と該隅部どうしを連結する連結部とが周辺電極２３０ｂとなる。このように、振動膜２２（振動電極２２０）がどのような形状であっても、中央電極２３０ａは、振動膜２２の中央領域に対向するように形成し、周辺電極２３０ｂは、振動膜２２が半導体基板２１に固定される場所付近の領域に対向するように形成す

ればよい。

[0057] 本実施形態では、振動膜２２の基部が正方形であるため、矩形のチップ上の領域を有効に利用することができる。また、基部が円形である振動膜２２に比べて、振動膜２２と半導体基板２１との固定部分を種々に変更できるので、検出感度を種々に変更することができる。また、基部が円形である振動膜２２に比べて、音波が到達した時の振動膜２２が、略平板状に変形し、かつ固定膜２３に対し略平行に変形するので、音圧により電極の間隔が変化する平行平板コンデンサに類似するコンデンサとして機能することになる。従って、音圧に対する容量変化の線形性が良好となる。

[0058] 〔実施の形態４〕

次に、本発明のさらに別の実施形態について図７～図１２を参照して説明する。図７は、本実施形態に係る音響センサ１１の概略構成を示す平面図であり、図８は、図７のＣ－Ｃ線で断面し、矢印方向に見た図である。また、図９は、本実施形態の音響センサ１１における振動膜２２の概略構成を示す平面図である。また、図１０は、本実施形態に係る音響センサ１１の分解組立図である。なお、図７では、固定膜２３の保護膜２３１は、半導体基板２１と設置される輪郭のみ図示されている。

[0059] 図７～図１０に示す音響センサ１１は、図５に示す音響センサ１１に比べて、振動膜２２および固定膜２３が、上記基部から側方にさらに延在している点と、固定膜２３の固定電極２３０の分離形状とが異なり、その他の構成は同様である。

[0060] 固定膜２３の固定電極２３０は、周辺電極２３０ｂに代えて、上記側方に延在した側方延在部に延在電極２３０ｃが設けられている。すなわち、固定電極２３０は、中央電極２３０ａと延在電極２３０ｃとに分割されている。同様に、コンタクト部２７ｂ、配線２８ｂ、および接続端子２９ｂに代えて、コンタクト部２７ｃ、配線２８ｃ、および接続端子２９ｃが設けられている。なお、振動電極２２０は、コンタクト部２４および配線２５を介して接続端子２６に接続されている。

[0061] 振動膜２２は、上記基部が上記側方延在部よりも広い。また、振動膜２２は、上記基部が、延在部５１の先端部における固定部５１ａにて固定される一方、上記側方延在部が、前後方向の端部５２における固定部５２ａにて固定される。振動膜２２の縁で固定されていない箇所は空隙（ベントホール）になっている。すなわち、振動膜２２は、上記基部の領域に対する該基部の固定部５１ａの面積比が、上記側方延在部の領域に対する該側方延在部の固定部５２ａの面積比よりも小さくなっている。これにより、上記基部は、上記側方延在部よりも大きく変位することになる。なお、図９の例では、前方右側の固定部５１ａと前方の固定部５２ａとは接続している。

[0062] 図１１は、振動膜２２に印加される音圧に対する振動膜２２の領域ごとの平均変位量の変化をグラフで示している。なお、音圧の単位はＰａであり、平均変位量の単位はμｍである。同図を参照すると、上記基部の方が上記側方延在部よりも平均変位量が大きいことが理解できる。従って、振動膜２２の上記基部と、固定膜２３の中央電極２３０ａとによって形成される可変コンデンサは、小さな音を良好に検出できる高感度可変コンデンサとして機能する。

[0063] また、図１１を参照すると、上記基部のグラフでは、音圧に対する平均変位量の傾きは、音圧が１２０Ｐａに達するまでは一定であるが、音圧が１２０Ｐａを超えると徐々に小さくなっていることが理解できる。一方、上記側方延在部のグラフでは、音圧に対する平均変位量の傾きは、音圧が２００Ｐａに達しても一定であることが理解できる。従って、振動膜２２の上記側方延在部と、固定膜２３の延在電極２３０ｃとによって形成される可変コンデンサは、大きな音を良好に検出できる低感度可変コンデンサとして機能する。

[0064] また、振動膜２２は、固定膜２３における中央電極２３０ａおよび延在電極２３０ｃの境界領域に対向して、スリット２２１が形成されている。なお、スリット２２１は、上記境界領域に対向する領域の一部に形成されているのみであるので、上記基部および上記側方延在部は、物理的および電気的に

繋がっている。

[0065] ところで、スリット２２１が形成されていない場合、上記基部と上記側方延在部とは連続しているので、上記基部の変位と上記側方延在部の変位とは互いに影響されることになる。これに対し、本実施形態では、スリット２２１が形成されているので、上記基部と上記側方延在部とが大部分において分断され、上記基部の変位と上記側方延在部の変位との差がより顕著となる。

[0066] また、開口部３１および上記エアギャップの気圧が異なる場合、開口部３１および上記エアギャップの一方から他方に、スリット２２１を介して空気が流れることにより、両者の気圧の差を低減することができる。従って、気圧の変化による音響センサ１１の特性の変化を低減することができるとともに、風による雑音など、外部の流体の変化による特性の変化およびノイズなどを低減することができる。

[0067] なお、スリット２２１の幅が広過ぎると、ベンチレーションの効果が強くなり、スリット２２１を介しての空気の抜けが大きくなり過ぎて、ロールオフ周波数の低下が発生し、低周波特性が悪化する虞がある。この点について以下に詳述する。

[0068] 図１２は、ＭＥＭＳマイクロフォンにおける典型的な周波数特性を示している。同図の縦軸は音波の周波数（単位：Ｈｚ）であり、横軸は相対感度（単位：ｄＢｒ）である。同図おいて、グラフが水平である範囲は、上記相対感度が上記音波の周波数に依存しないので、音波を良好に検出できる範囲となる。この範囲の下限の周波数がロールオフ周波数$f_{roll-off}$となる。

[0069] 一般に、ロールオフ周波数$f_{roll-off}$は、ベンチレーションホールの音響抵抗$R_{ventholl}$と、バックチャンバ（開口部３１）内の空気のコンプライアンス（空気バネ定数）$C_{backchamber}$とに依存し、次式で表される。

$$f_{roll-off} \propto 1 / (R_{ventholl} \times C_{backchamber}) \quad \cdots (1)。$$

[0070] 音響抵抗$R_{ventholl}$は、スリット２２１の長さによっても影響されるが、スリット２２１の幅が広いと低くなる。従って、上記式（１）より、ロールオフ周波数$f_{roll-off}$が上昇してしまい、その結果、低周波特性が悪化する

ことになる。例えば、スリット２２１幅が１μｍであればロールオフ周波数$f_{roll-off}$は５０Ｈｚ以下であるが、１０μｍであれば５００Ｈｚにもなる。このため、スリット２２１幅が１０μｍを超えると、低周波特性が著しく悪化し、音質が損なわれてしまうことになる。従って、スリット２２１の幅は１０μｍ以下であることが望ましい。

[0071] 〔実施の形態５〕

次に、本発明の他の実施形態について図１３および図１４を参照して説明する。図１３は、本実施形態に係る音響センサ１１における振動膜２２の概略構成を示す平面図であり、図１４は、本実施形態に係る音響センサ１１の分解組立図である。

[0072] 本実施形態の音響センサ１１は、図７～図１０に示す音響センサ１１に比べて、固定電極２３０の中央電極２３０ａおよび延在電極２３０ｃが接続されている一方、振動電極２２０が、上記基部および上記側方延在部にて中央電極２２０ａおよび延在電極２２０ｃにそれぞれ分離している点が異なり、その他の構成は同様である。このように、振動電極２２０を分離することもできる。この場合、中央電極２２０ａおよび延在電極２２０ｃが、ＡＳＩＣ１２のアンプ１２１・１２２に接続されることになる。

[0073] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0074] 例えば、上記実施形態では、音孔部３２は、断面が円形であるが、三角形、四角形など、任意の形状にしてもよい。

[0075] また、上記実施形態では、振動電極２２０および固定電極２３０の何れか一方を２つに分割しているが、３つ以上に分割してもよい。しかしながら、分割された電極の数が増えると、該電極からの信号を伝達するための配線、ＡＳＩＣ１２において上記信号を処理するための電気回路などを増やす必要があり、音響センサ１１およびＭＥＭＳマイクロフォン１０のサイズが増大

することになる。従って、上記分割された電極の数は、例えば２など、少ない方が望ましい。

[0076] また、振動電極２２０および固定電極２３０の両方を分割してもよい。この場合、ＡＳＩＣ１２のアンプ１２１・１２２の特性に応じて、振動電極２２０および固定電極２３０の何れか一方の分割された電極をアンプ１２１・１２２に接続し、他方の分割された電極を短絡すればよい。もしくは、ＡＳＩＣ１２のチャージポンプ１２０を複数個設け、何れか一方の分割されたそれぞれ電極に接続し、他方の分割された電極にアンプ１２１・１２２を接続してもよい。

[0077] 以上のように、本発明に係る音響トランスデューサは、基板の上面に振動膜および固定膜が形成され、該振動膜における振動電極と上記固定膜における固定電極との間の静電容量の変化により、音波を検出して電気信号に変換し出力する音響トランスデューサにおいて、上記課題を解決するために、上記振動電極および上記固定電極の少なくとも一方が分割されており、分割された複数の電極から複数の上記電気信号をそれぞれ出力することを特徴としている。

[0078] 上記の構成によると、振動電極および固定電極の少なくとも一方が分割されることにより、上記振動電極および上記固定電極の間に複数の可変コンデンサが形成されることになる。従って、分割された複数の電極から複数の電気信号をそれぞれ出力することにより、音波を複数の電気信号に変換できる音響トランスデューサを実現することができる。

[0079] また、上記複数の可変コンデンサは、同じ振動膜および固定膜内に形成されることになる。従って、複数の振動膜および固定膜を独立して形成する従来技術に比べて、各可変コンデンサは、検出感度に関するチップ間のバラツキが類似することになり、その結果、上記可変コンデンサ間の検出感度の差に関するチップ間のバラツキを抑えることができる。また、各可変コンデンサは、上記振動膜および上記固定膜を共用しており、その結果、周波数特性、位相などの音響特性に関するチップ内のミスマッチングを抑えることがで

きる。

[0080] なお、各可変コンデンサは、検出可能な音圧レベルが異なることが好ましい。これにより、上記複数の可変コンデンサを含む音響センサは、１つの可変コンデンサのみを含む従来の音響センサに比べて、検出可能な音圧レベルを拡大することができる。

[0081] 各可変コンデンサの検出可能な音圧レベルが異なるようにするには、例えば、上記分割された複数の電極の少なくとも２つは、上記音波を検出する感度が異なるようにすればよい。

[0082] 或いは、上記分割された複数の電極の少なくとも２つは、面積が異なるようにすればよい。さらに、上記面積が異なる電極のうち、広い方の電極に対応する上記振動膜の領域は、狭い方の電極に対応する上記振動膜の領域よりも、上記音波による振動の振幅の平均値が大きくなるようにすればよい。この場合、検出可能な音圧レベルをさらに相違させることができ、検出可能な音圧レベルをさらに拡大させることができる。

[0083] また、上記分割された電極の数が増えると、該電極からの信号を伝達するための配線、該信号を処理するための電気回路などを増やす必要があり、音響トランスデューサおよびマイクロフォンのサイズが増大することになる。従って、上記分割された複数の電極は、少数に分割された少数の電極、例えば２つに分割された２つの電極であることが好ましい。

[0084] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記振動電極および上記固定電極の間隔は一定であることが好ましい。この場合、各可変コンデンサは、上記振動電極および上記固定電極の間隔が共通であるので、上記音響特性に関するチップ内のミスマッチングをさらに抑えることができる。また、上記音響トランスデューサの製造工程における上記振動電極および上記固定電極の形成を簡素化することができる。

[0085] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記振動電極および上記固定電極は、一方が分割されていることが好ましい。この場合、両方が分割されている場合に比べて、外部の回路との接続数が少なくなるので、生産性が向上

する。また、外部との接続端子の数が少なくなるので、該接続端子に起因する寄生容量を小さくして特性を向上させることができる。また、外部のチャージポンプから印加される電圧が１つで済むので、該チャージポンプを含む外部の回路のサイズを小さくできたり、製作コストを下げたり、外部のチャージポンプの作成のバラツキによる検出感度の差のバラツキを抑えたりすることができる。

[0086] なお、上記振動電極および上記固定電極の両方が分割されていても、上記振動電極および上記固定電極の一方における分割された電極が電気的に短絡していれば、上述と同様の効果を奏する。

[0087] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記振動電極および上記固定電極のそれぞれは、均一の厚さであることが好ましい。この場合、製作のバラツキによる上記各可変コンデンサの検出感度に関するチップ間のバラツキをさらに類似させることができ、上記可変コンデンサ間の検出感度の差に関するチップ間のバラツキをさらに抑えることができる。

[0088] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記振動膜は、基部が矩形であってもよい。一般にチップは矩形であるので、上記の構成の場合、チップ上の領域を有効に利用することができる。また、基部が円形である振動膜に比べて、振動膜と基板との固定部分を種々に変更できるので、検出感度を種々に変更することができる。また、基部が円形である振動膜に比べて、音波が到達した時の振動膜が、略平板状に変形し、かつ固定膜に対し略平行に変形するので、音圧により電極の間隔が変化する平行平板コンデンサに類似するコンデンサとして機能することになる。従って、音圧に対する容量変化の線形性が良好となる。

[0089] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記振動膜は、基部が円形であってもよい。この場合、基部が矩形である振動膜に比べて、振動膜に発生する応力集中を軽減できるので、外部応力および内部応力に対する耐久性が高くなる。

[0090] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記振動膜は、上記基部から外

側に延在した延在部を備えており、該延在部にて上記基板または上記固定膜に固定されることが好ましい。この場合、振動膜の変位量を大きくすることができる。

[0091] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記振動膜は、分割された振動電極の境界領域、或いは、分割された固定電極の境界領域に対向する領域にスリットが形成されてもよい。上記スリットにより、上記複数の可変コンデンサについて、上記振動膜の変位量の差が大きくなるので、検出感度の差を大きくすることができる。また、上記スリットを介して空気が出入りするので、上記振動膜の振動による気圧の変動を抑えることができ、該気圧の変動による特性の変動を抑えることができる。

[0092] なお、上記スリットの幅は１０μｍ以下であることが好ましい。この場合、低周波特性の著しい悪化を抑えることができる。

[0093] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記振動膜および上記基板の間には空隙が存在することが好ましい。この場合、上記空隙が存在しない構成に比べて、振動膜の変位を大きくすることができ、検出感度を向上することができる。また、上記基板が外力などで歪んでも、上記振動膜が歪み難いので、音響特性が変動し難い。また、外気圧の変動による影響を緩和することができる。

[0094] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記振動膜に関して、上記分割された複数の電極に対応する複数の領域の少なくとも２つは、上記基板または上記固定膜に固定される固定部分の当該領域に対する面積比が異なっていてもよい。

[0095] 一般に、振動膜における音圧に対する変位は、上記固定部分の形状によって変化する。例えば、上記固定部分が多いほど、上記音圧に対する変位が小さくなり、検出感度が小さくなる。従って、上記の構成の場合、上記複数の可変コンデンサは、上記面積比が異なることにより、検出感度を異なるようにすることができる。

[0096] 本発明に係る音響トランスデューサでは、上記基板には、上記振動膜の中

央部に対向する領域に開口部が設けられており、該開口部から音波が入射するようになっていてもよい。この場合、各可変コンデンサは、上記開口部を共用しているので、周波数特性、位相などの音響特性に関するチップ内のミスマッチングをさらに抑えることができる。また、上記開口部から音波が入射するので、上記固定膜から音波が入射する場合に比べて、上記開口部の体積効果による感度および周波数特性の特性悪化を抑えることができる。

[0097] なお、上記構成の音響トランスデューサと、該音響トランスデューサに電力を供給すると共に、上記音響トランスデューサからの電気信号を増幅して外部に出力するＩＣとを備えるマイクロフォンであれば、上述と同様の効果を奏することができる。

## 産業上の利用可能性

[0098] 以上のように、本発明に係る音響トランスデューサは、同じ振動膜および固定膜内に、音波を複数の電気信号に変換できる音響トランスデューサを実現することにより、音響特性のバラツキを抑えることができるので、任意のＭＥＭＳ型音響センサに適用することができる。

## 符号の説明

[0099] １０　ＭＥＭＳマイクロフォン

１１　音響センサ

１２　ＡＳＩＣ

１３　配線基板

１４　カバー

１５　金ワイヤ

１６　接続端子

１７　貫通孔

２１　半導体基板

２２　振動膜

２３　固定膜

２４　コンタクト部

２５　配線

２６　接続端子

２７　コンタクト部

２８　配線

２９　接続端子

３０　絶縁層

３１　開口部

３２　音孔部

５０　隅部

５１　延在部

５１ａ　固定部

５２　端部

５２ａ　固定部

１１０　低感度可変コンデンサ

１１１　高感度可変コンデンサ

１２０　チャージポンプ

１２１　低感度用アンプ

１２２　高感度用アンプ

１２３・１２４　ＡＤＣ

１２５　バッファ

２２０　振動電極

２２０ａ　中央電極

２２０ｃ　延在電極

２２１　スリット

２３０　固定電極

２３０ａ　中央電極

２３０ｂ　周辺電極

２３０ｃ　延在電極

２３１　保護膜

２３２　突起部

# 請求の範囲

[請求項1] 基板の上面に振動膜および固定膜が形成され、該振動膜における振動電極と上記固定膜における固定電極との間の静電容量の変化により、音波を検出して電気信号に変換し出力する音響トランスデューサにおいて、

上記振動電極および上記固定電極の少なくとも一方が分割されており、

分割された複数の電極から複数の上記電気信号をそれぞれ出力することを特徴とする音響トランスデューサ。

[請求項2] 上記分割された複数の電極の少なくとも２つは、上記音波を検出する感度が異なることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項3] 上記分割された複数の電極の少なくとも２つは、面積が異なることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項4] 上記面積が異なる電極のうち、広い方の電極に対応する上記振動膜の領域は、狭い方の電極に対応する上記振動膜の領域よりも、上記音波による振動の振幅の平均値が大きいことを特徴とする請求項３に記載の音響トランスデューサ。

[請求項5] 上記分割された複数の電極は、２つに分割された２つの電極であることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項6] 上記振動電極および上記固定電極の間隔は一定であることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項7] 上記振動電極および上記固定電極は一方が分割されていることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項8] 上記振動電極および上記固定電極は両方が分割されており、上記振動電極および上記固定電極の一方は、分割された電極が電気的に短絡していることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項9] 上記振動電極および上記固定電極のそれぞれは、均一の厚さである

ことを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項10] 上記振動膜は、基部が矩形であることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項11] 上記振動膜は、基部が円形であることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項12] 上記振動膜は、上記基部から外側に延在した延在部を備えており、該延在部にて上記基板または上記固定膜に固定されることを特徴とする請求項１０に記載の音響トランスデューサ。

[請求項13] 上記振動膜は、分割された振動電極の境界領域、或いは、分割された固定電極の境界領域に対向する領域にスリットが形成されていることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項14] 上記スリットの幅は１０μｍ以下であることを特徴とする請求項１３に記載の音響トランスデューサ。

[請求項15] 上記振動膜および上記基板の間には空隙が存在することを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項16] 上記振動膜に関して、上記分割された複数の電極に対応する複数の領域の少なくとも２つは、上記基板または上記固定膜に固定される固定部分の当該領域に対する面積比が異なることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項17] 上記基板には、上記振動膜の中央部に対向する領域に開口部が設けられており、

該開口部から音波が入射するようになっていることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

[請求項18] 基板の上面に振動膜および固定膜が形成され、該振動膜における振動電極と上記固定膜における固定電極との間の静電容量の変化により、音波を検出して電気信号に変換し出力する音響トランスデューサと、該音響トランスデューサに電力を供給すると共に、上記音響トランスデューサからの電気信号を増幅して外部に出力するＩＣとを備える

マイクロフォンにおいて、

上記音響トランスデューサは、

上記振動電極および上記固定電極の少なくとも一方が分割されており、

分割された複数の電極から複数の上記電気信号をそれぞれ上記ＩＣに出力することを特徴とするマイクロフォン。

# 補正された請求の範囲
[2012年4月27日(27.04.2012)国際事務局受理]

【請求項１】（補正後）基板の上面に振動膜および固定膜が形成され、該振動膜における振動電極と上記固定膜における固定電極との間の静電容量の変化により、音波を検出して電気信号に変換し出力する音響トランスデューサにおいて、

上記振動電極および上記固定電極の少なくとも一方が分割されており、

分割された複数の電極から複数の上記電気信号をそれぞれ出力しており、

上記基板は、上記固定電極と対向する領域が開口した開口部を有しており、

該開口部から音波が入射することを特徴とする音響トランスデューサ。

【請求項２】上記分割された複数の電極の少なくとも２つは、上記音波を検出する感度が異なることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項３】上記分割された複数の電極の少なくとも２つは、面積が異なることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項４】上記面積が異なる電極のうち、広い方の電極に対応する上記振動膜の領域は、狭い方の電極に対応する上記振動膜の領域よりも、上記音波による振動の振幅の平均値が大きいことを特徴とする請求項３に記載の音響トランスデューサ。

【請求項５】上記分割された複数の電極は、２つに分割された２つの電極であることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項６】上記振動電極および上記固定電極の間隔は一定であることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項７】（補正後）上記振動電極および上記固定電極は一方が分割され、他方が分割されていないことを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項８】上記振動電極および上記固定電極は両方が分割されており、上記振動電極および上記固定電極の一方は、分割された電極が電気的に短絡していることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項９】上記振動電極および上記固定電極のそれぞれは、均一の厚さであることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項１０】上記振動膜は、基部が矩形であることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

補正された用紙（条約第19条）

【請求項１１】上記振動膜は、基部が円形であることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項１２】上記振動膜は、上記基部から外側に延在した延在部を備えており、該延在部にて上記基板または上記固定膜に固定されることを特徴とする請求項１０に記載の音響トランスデューサ。

【請求項１３】上記振動膜は、分割された振動電極の境界領域、或いは、分割された固定電極の境界領域に対向する領域にスリットが形成されていることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項１４】上記スリットの幅は１０μｍ以下であることを特徴とする請求項１３に記載の音響トランスデューサ。

【請求項１５】上記振動膜および上記基板の間には空隙が存在することを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項１６】上記振動膜に関して、上記分割された複数の電極に対応する複数の領域の少なくとも２つは、上記基板または上記固定膜に固定される固定部分の当該領域に対する面積比が異なることを特徴とする請求項１に記載の音響トランスデューサ。

【請求項１７】（削除）

【請求項１８】（補正後）基板の上面に振動膜および固定膜が形成され、該振動膜における振動電極と上記固定膜における固定電極との間の静電容量の変化により、音波を検出して電気信号に変換し出力する音響トランスデューサと、該音響トランスデューサに電力を供給すると共に、上記音響トランスデューサからの電気信号を増幅して外部に出力するＩＣとを備えるマイクロフォンにおいて、

上記音響トランスデューサは、

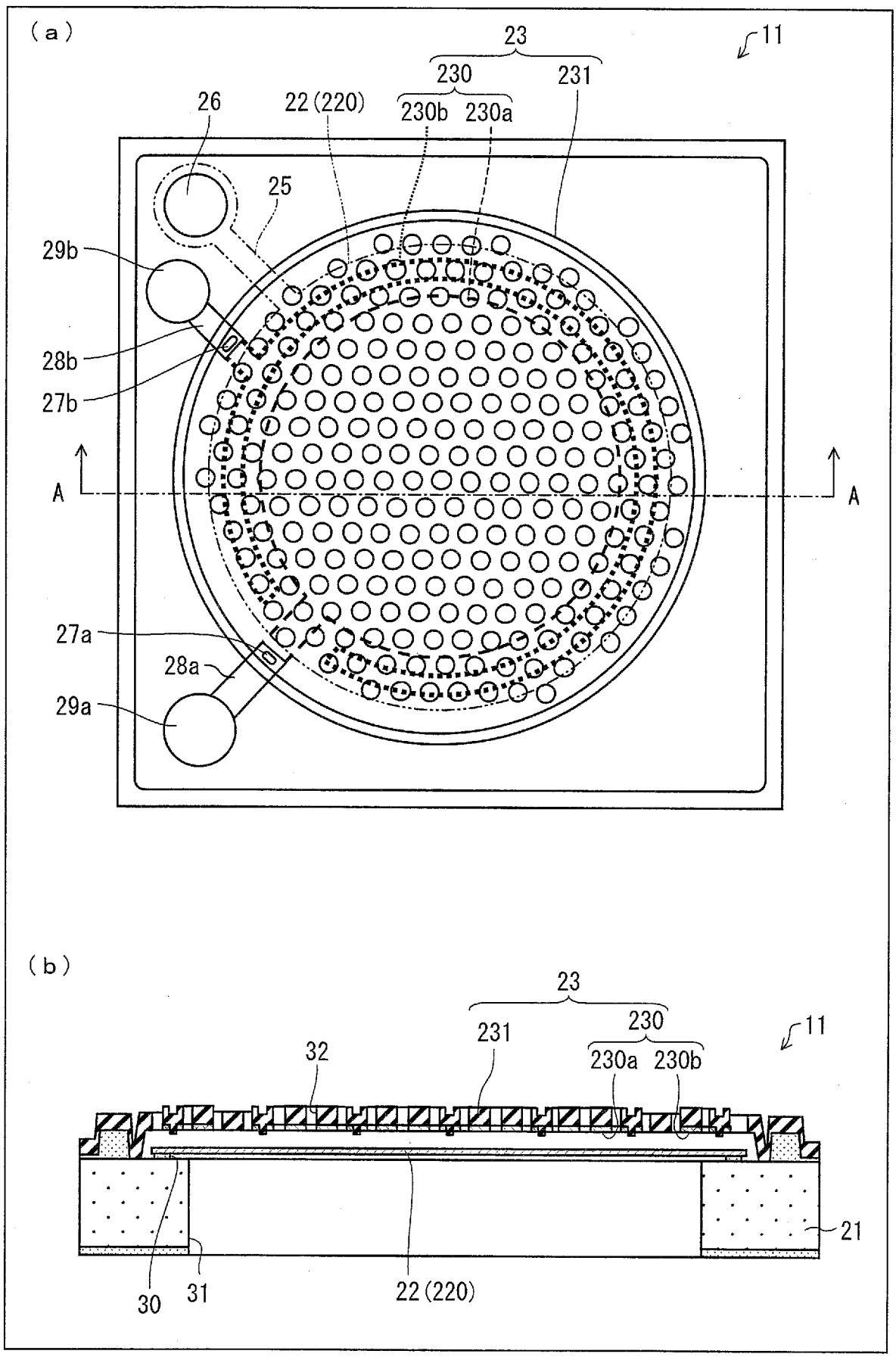
上記振動電極および上記固定電極の少なくとも一方が分割されており、

分割された複数の電極から複数の上記電気信号をそれぞれ上記ＩＣに出力しており、

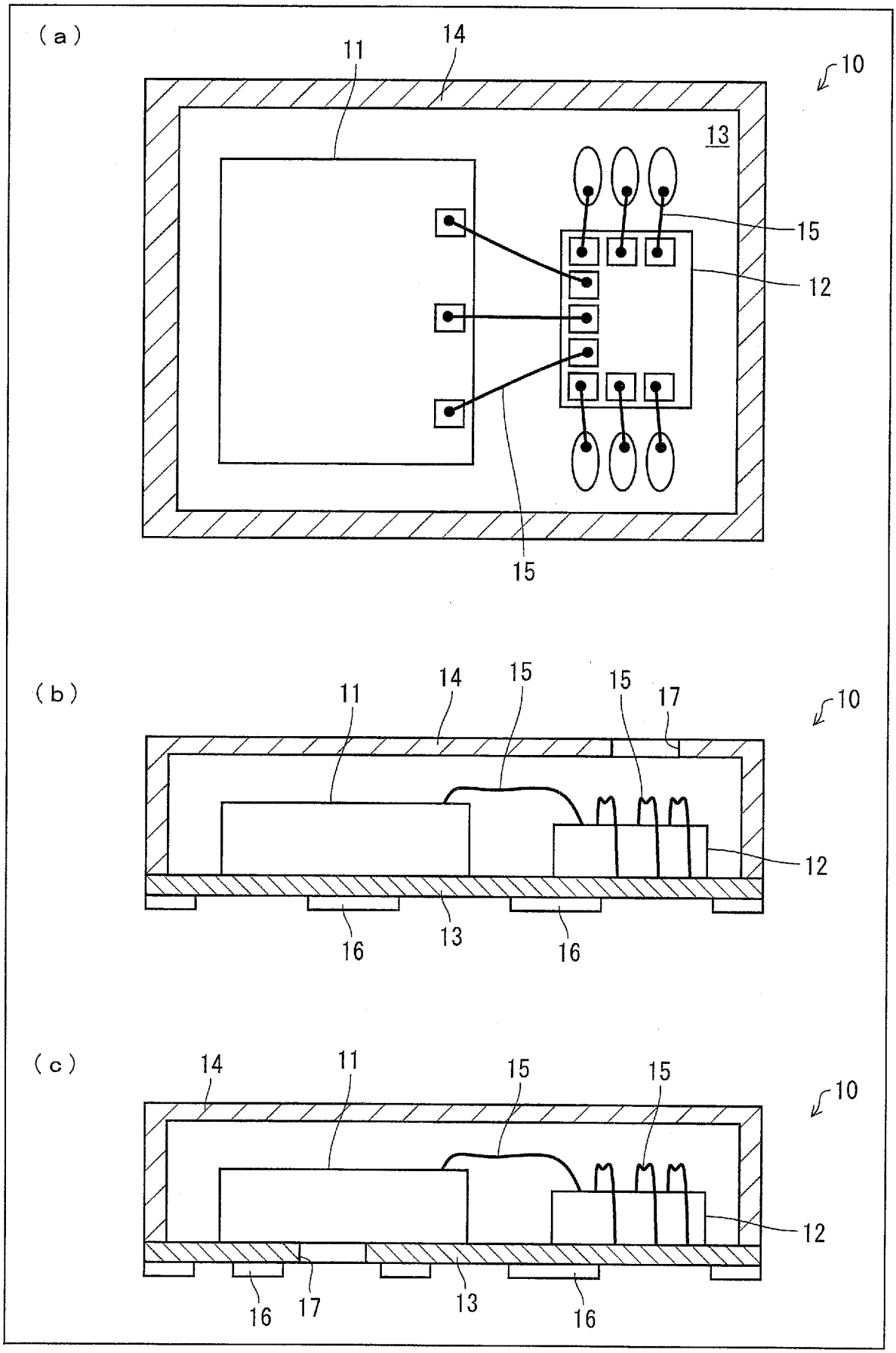
上記基板は、上記固定電極と対向する領域が開口した開口部を有しており、

該開口部から音波が入射することを特徴とするマイクロフォン。

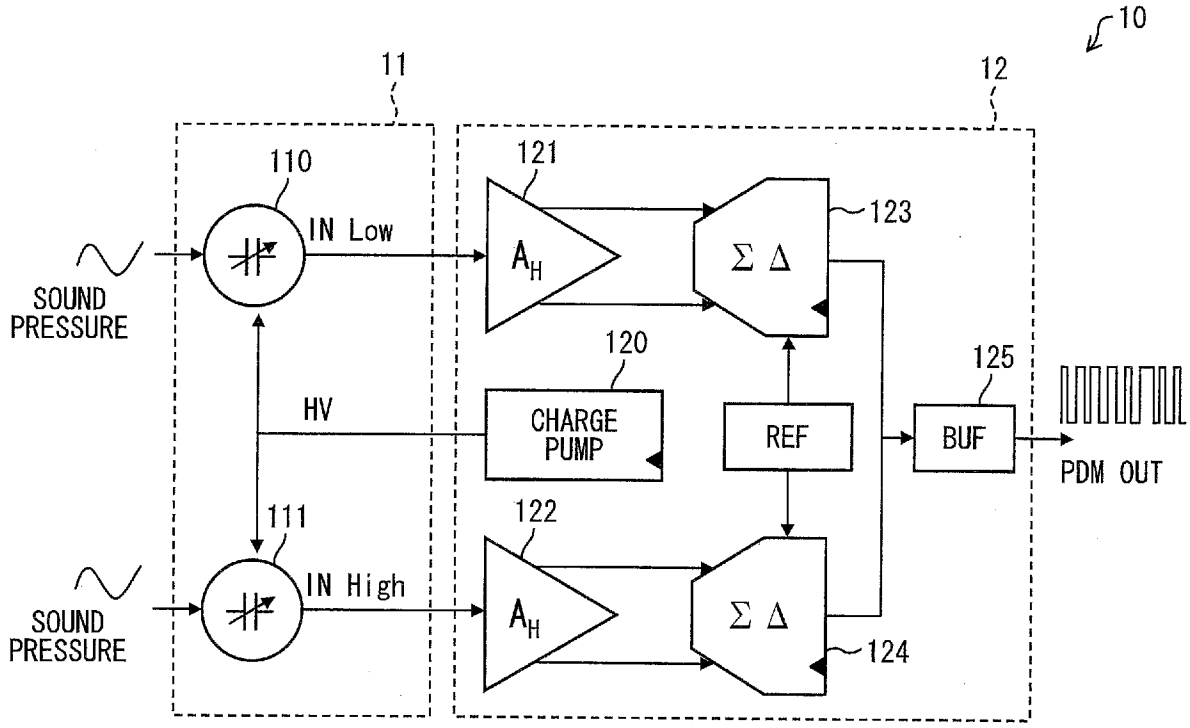
[図1]


(a)
11
23
230
231
26
22(220)
230b
230a
25
29b
28b
27b
A
A
27a
28a
29a
(b)
23
231
230
11
32
230a
230b
21
30
31
22(220)

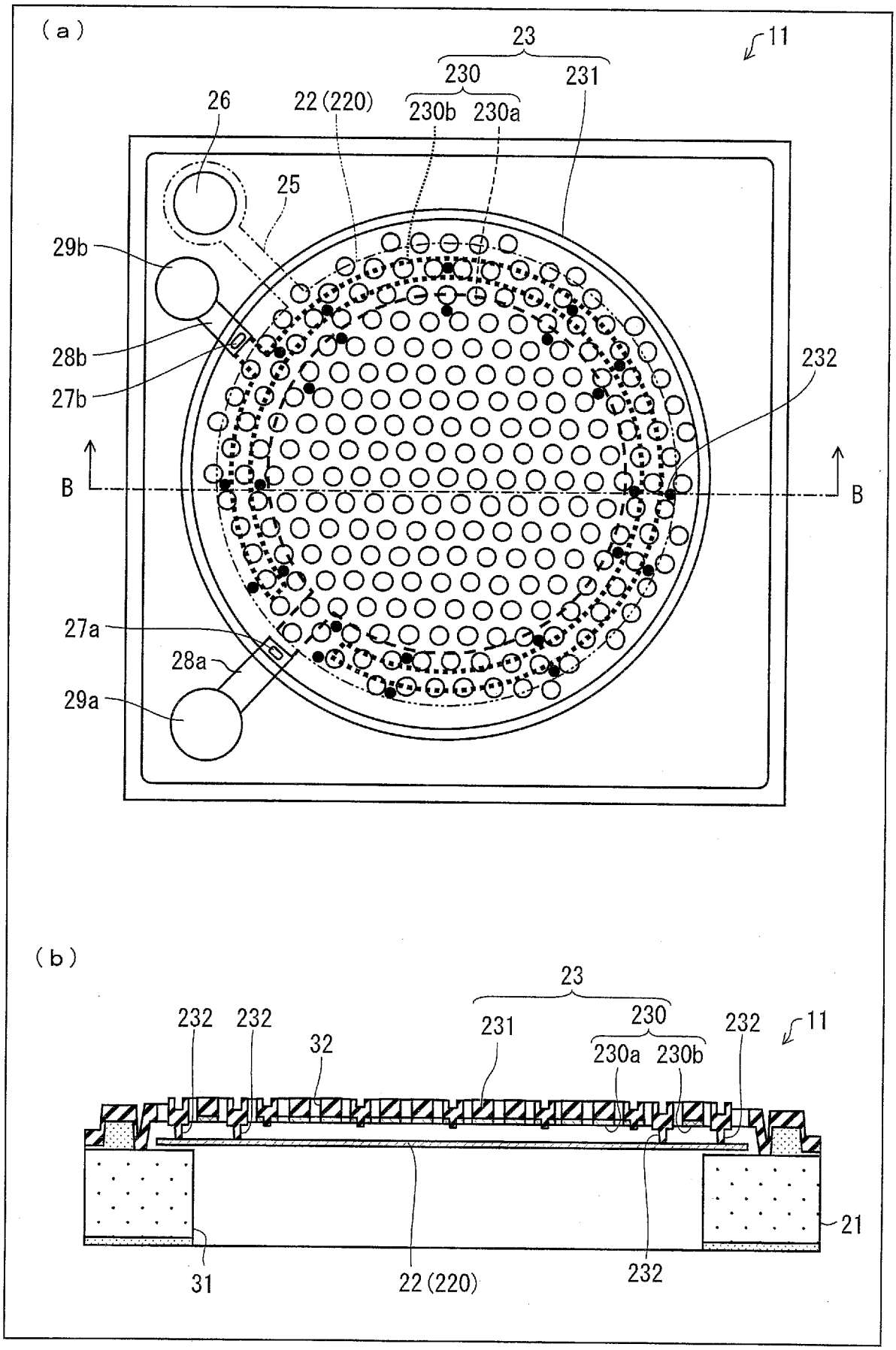
[図2]


(a)
11
14
10
13
15
12
15
(b)
11
14
15
15
17
10
12
16
13
16
(c)
14
11
15
15
10
12
16
17
13
16

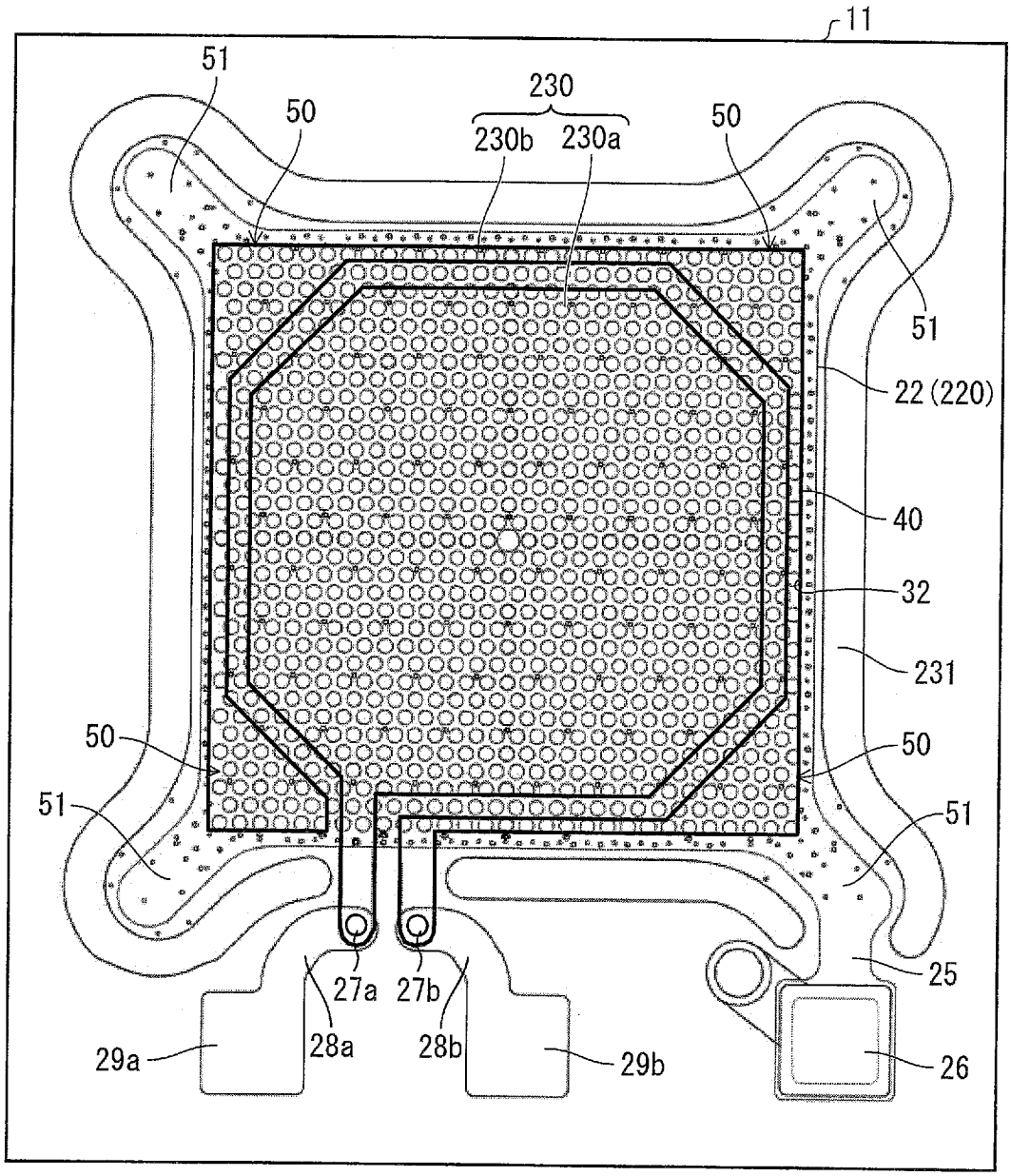
[図3]


10
11
12
110
121
123
IN Low
SOUND PRESSURE
$A_H$
Σ Δ
120
125
HV
CHARGE PUMP
REF
BUF
PDM OUT
111
122
IN High
SOUND PRESSURE
$A_H$
Σ Δ
124

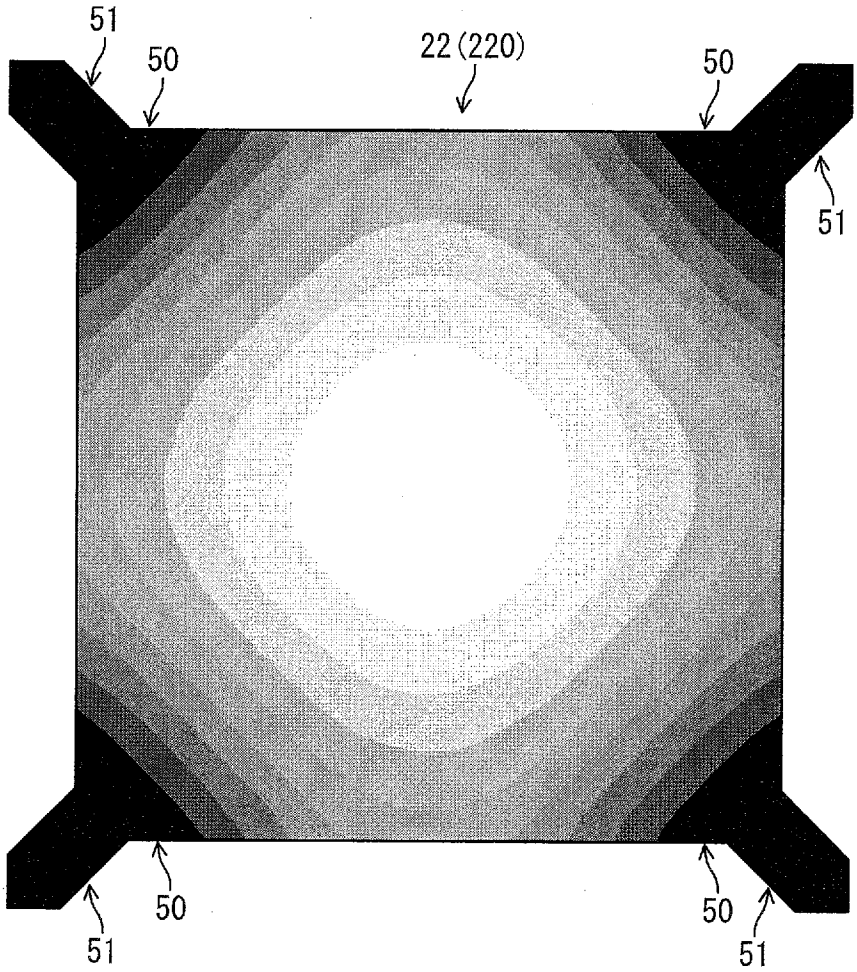
[図4]


(a)
23
11
230
231
26
22(220)
230b
230a
25
29b
28b
27b
232
B
B
27a
28a
29a
(b)
23
232
232
231
230
232
11
32
230a
230b
21
31
22(220)
232

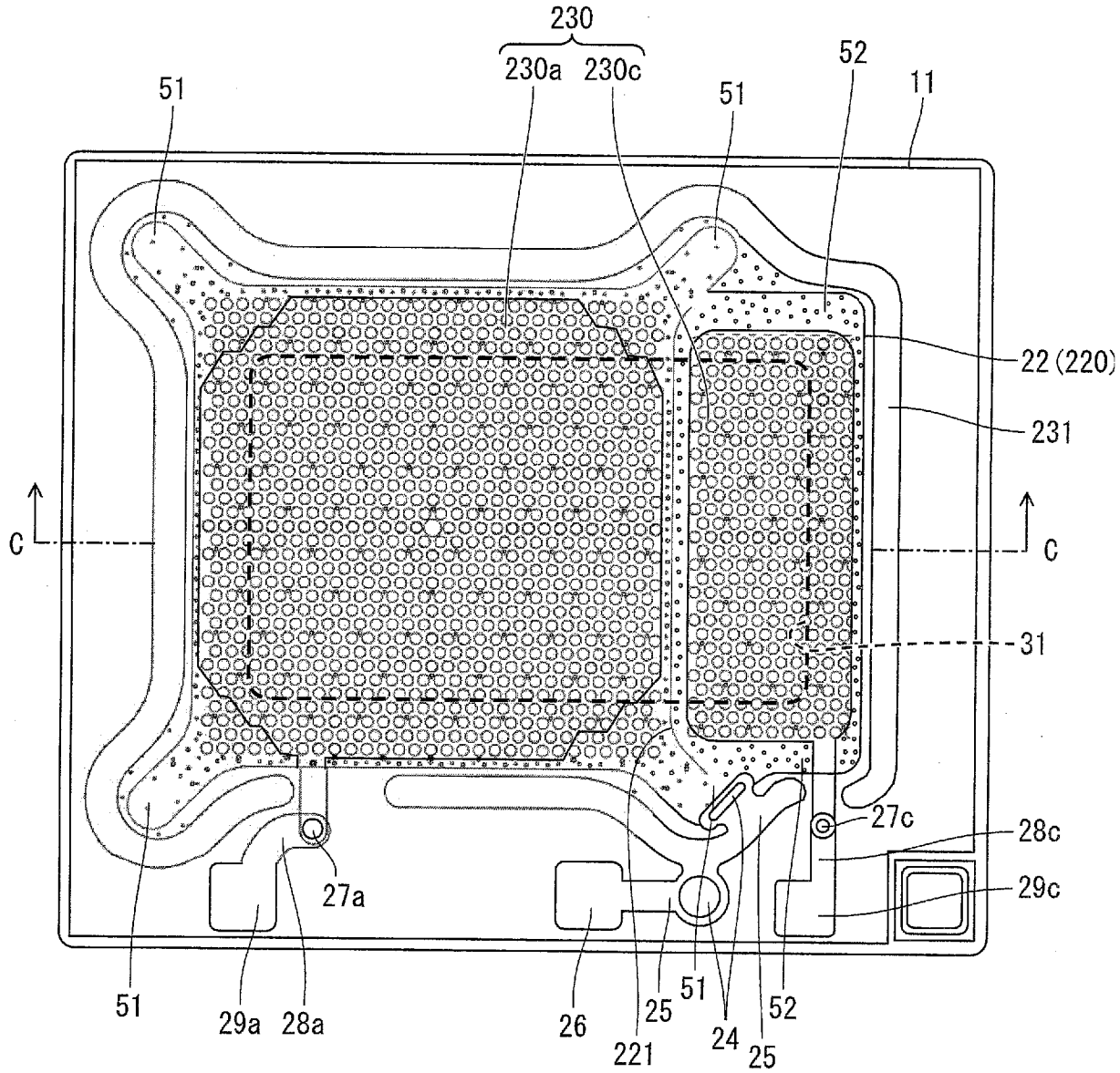
[図5]


11
51
50
230
230b
230a
50
51
22 (220)
40
32
231
50
50
51
51
25
27a
27b
28a
28b
29a
29b
26

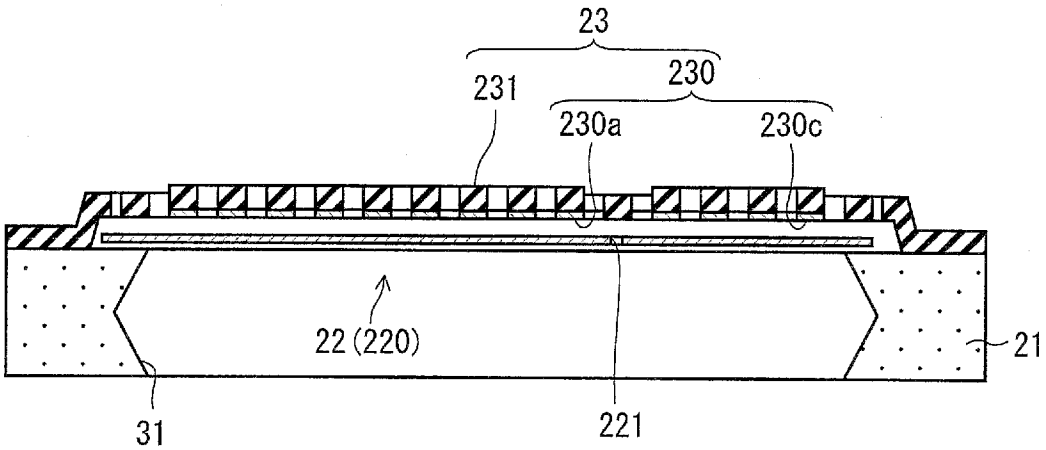
[図6]



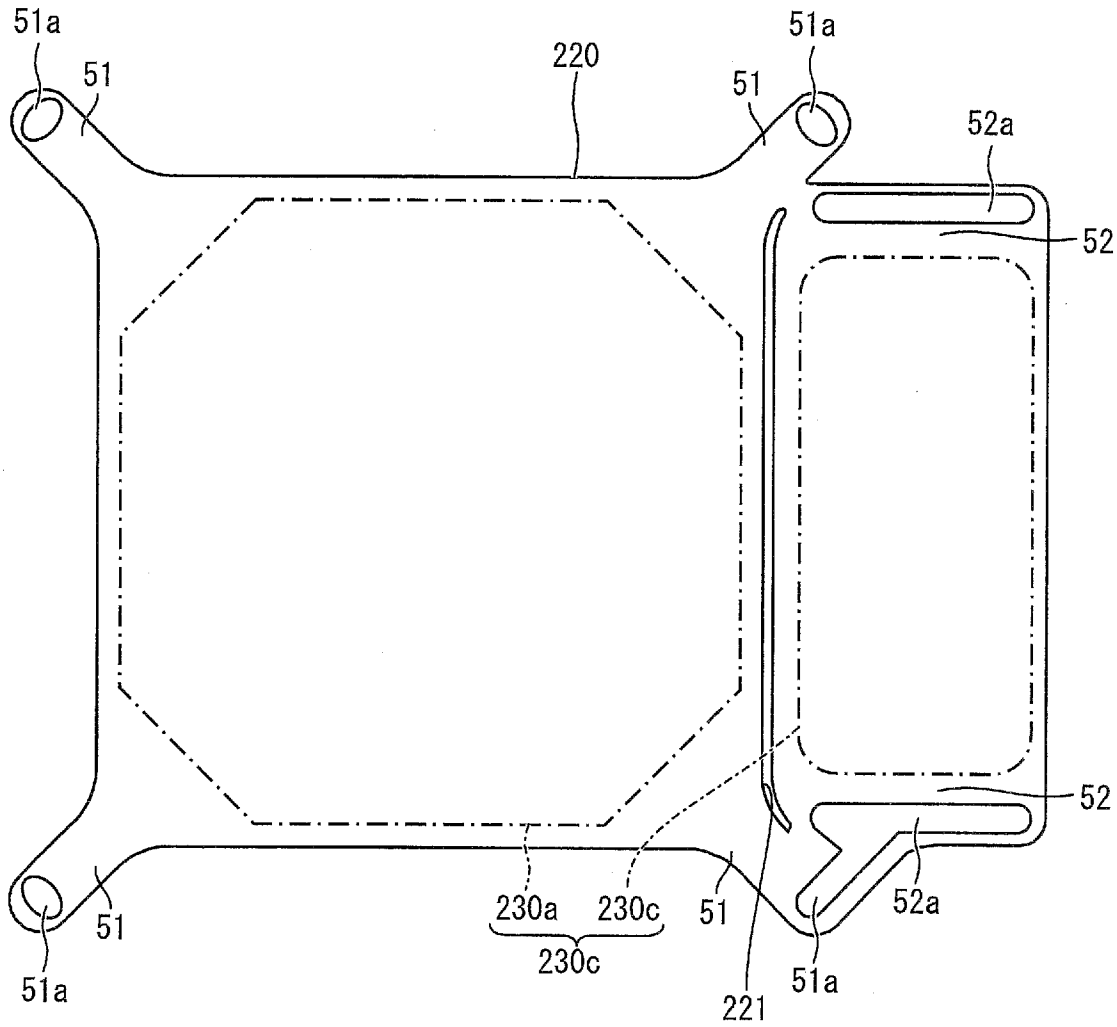
[図7]


230
230a
230c
51
51
52
11
22 (220)
231
C
C
31
27c
28c
29c
27a
51
29a
28a
26
25
221
51
24
25
52

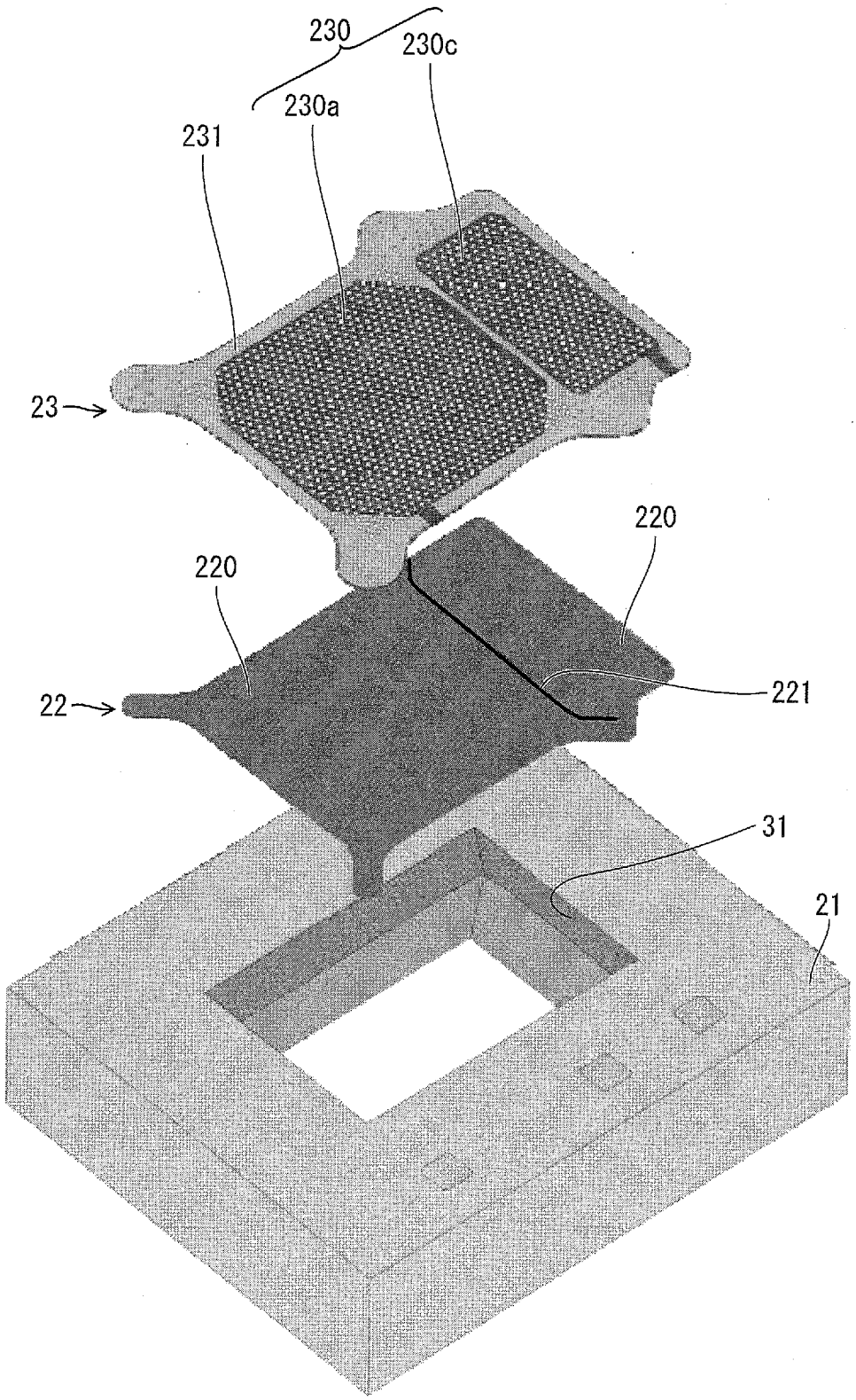
[図8]


23
231
230
230a
230c
22 (220)
21
31
221

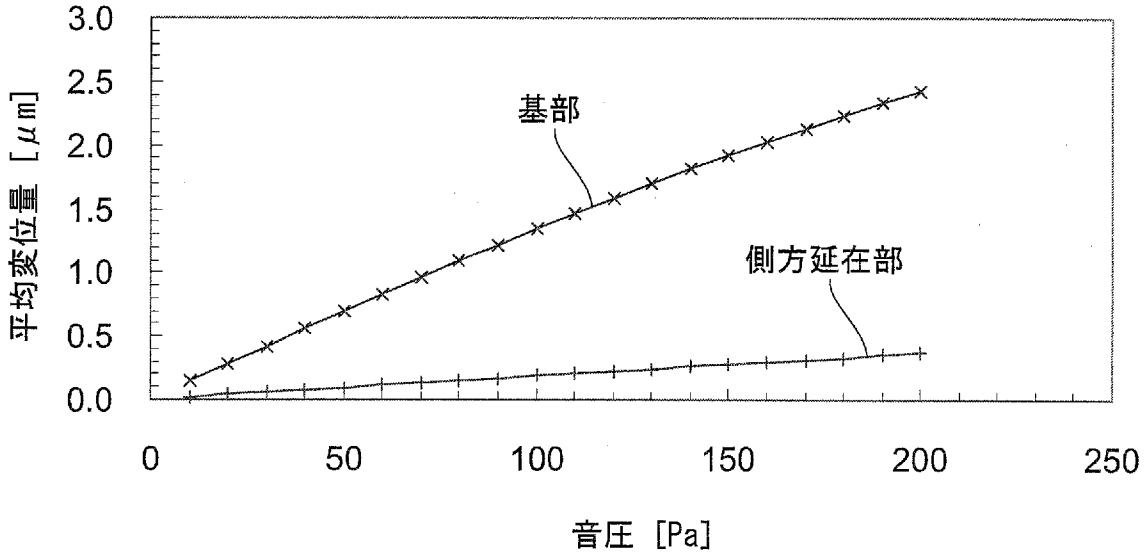
[図9]



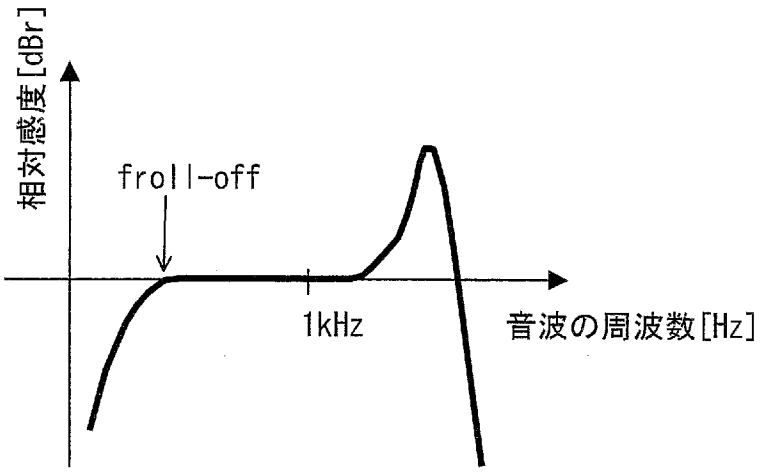
[図10]



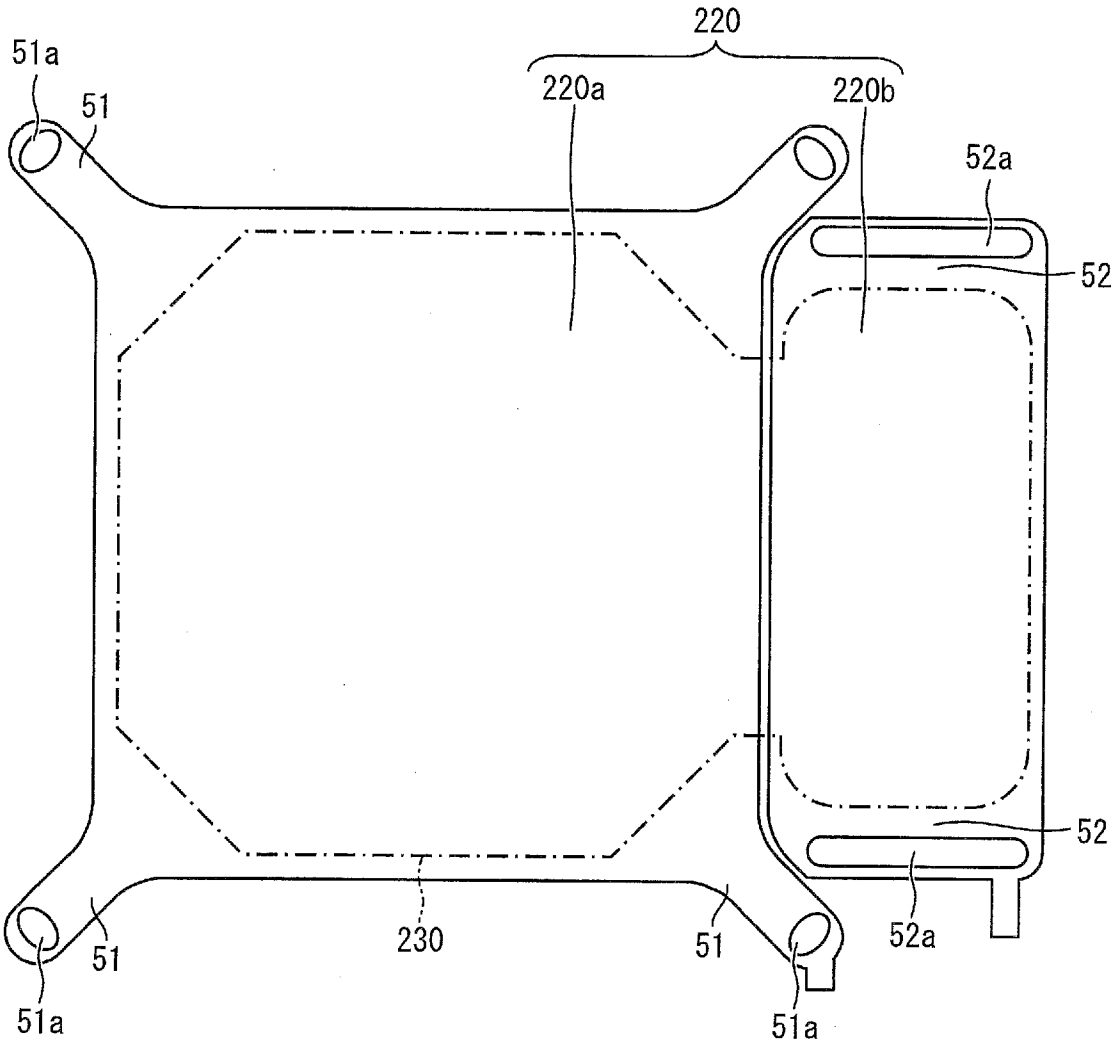
[図11]


3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
平均変位量 [μm]
基部
側方延在部
0
50
100
150
200
250
音圧 [Pa]

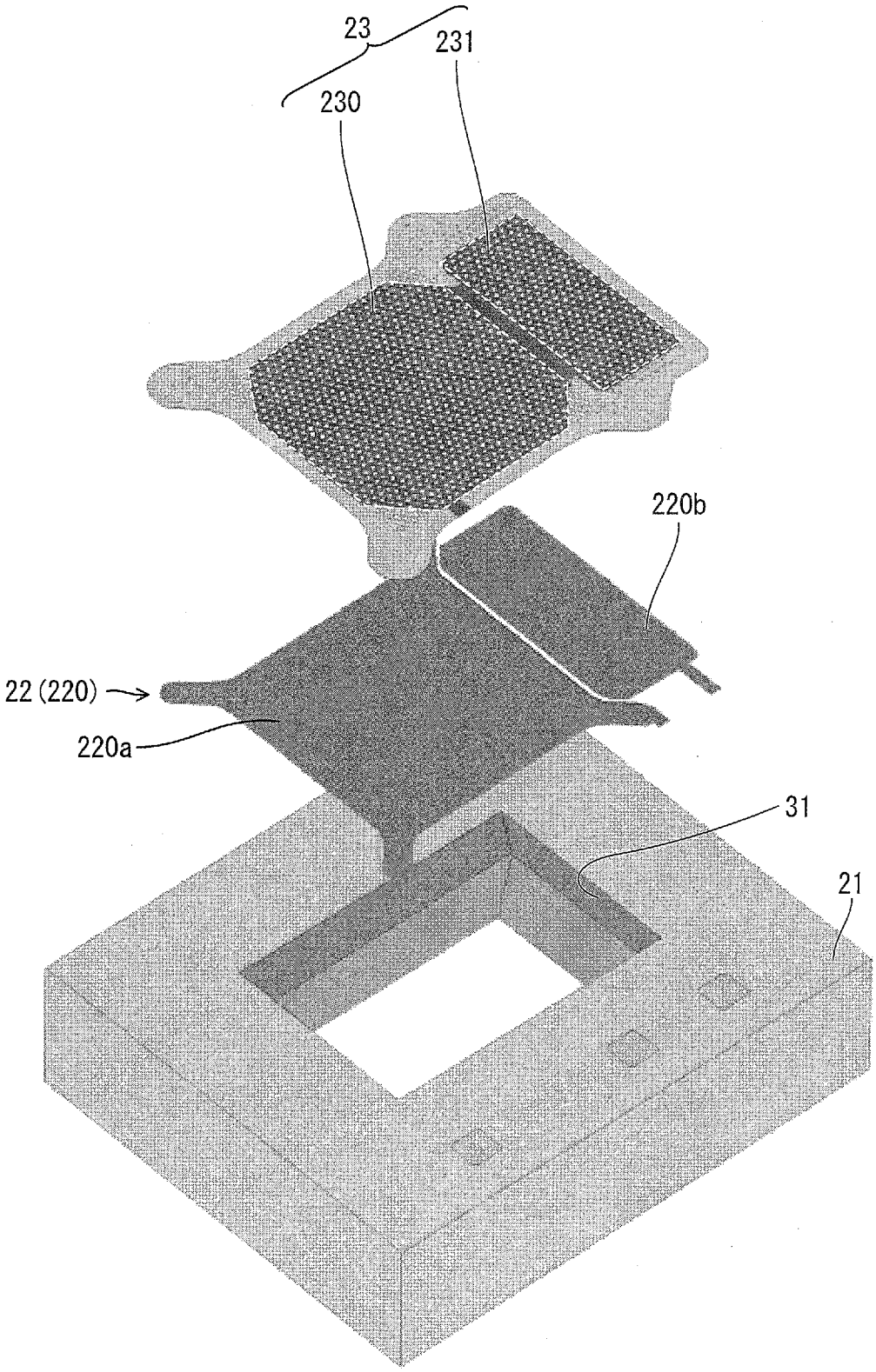
[図12]


相対感度[dBr]
froll-off
1kHz
音波の周波数[Hz]

[図13]



[図14]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2011/079843

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 | 1996-2012 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2012 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2012 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X<br>Y | JP 2003-028740 A (Denso Corp., Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 29 January 2003 (29.01.2003), paragraphs [0067] to [0099] & US 2003/0015040 A1 | 1-9,11,16-18<br>10,12-15 |
| Y | WO 2009/104389 A1 (Omron Corp.), 27 August 2009 (27.08.2009), paragraphs [0049] to [0062]; fig. 8 & US 2010/0212432 A1 & EP 2182738 A1 & CN 101785325 A & KR 10-2010-0032927 A | 10,12,15 |
| Y | JP 2006-101302 A (Audio-Technica Corp.), 13 April 2006 (13.04.2006), entire text; all drawings (Family: none) | 13,14 |

☒ 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<br>17 January, 2012 (17.01.12) | Date of mailing of the international search report<br>31 January, 2012 (31.01.12) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office<br><br>Facsimile No. | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2011/079843

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 2009-098022 A (Rohm Co., Ltd.),<br>07 May 2009 (07.05.2009),<br>entire text; all drawings<br>& US 2009/0095081 A1 | 1-18 |
| A | JP 2008-245267 A (Yamaha Corp.),<br>09 October 2008 (09.10.2008),<br>entire text; all drawings<br>& US 2008/0205668 A1 & EP 1962546 A2<br>& KR 10-2008-0079228 A & CN 101257738 A | 1-18 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７９８４３

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 | １９７１－２０１２年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１２年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１２年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| X<br>Y | JP 2003-028740 A (株式会社デンソー, 株式会社豊田中央研究所) 2003.01.29, 【００６７】－【００９９】 & US 2003/0015040 A1 | 1-9,11,16-18<br>10,12-15 |
| Y | WO 2009/104389 A1 (オムロン株式会社) 2009.08.27, 【００４９】－【００６２】, 第８図 & US 2010/0212432 A1 & EP 2182738 A1 & CN 101785325 A & KR 10-2010-0032927 A | 10,12,15 |
| Y | JP 2006-101302 A (株式会社オーディオテクニカ) 2006.04.13, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 13,14 |

☑　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<br>１７．０１．２０１２ | 国際調査報告の発送日<br>３１．０１．２０１２ |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）<br>郵便番号１００－８９１５<br>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　３１４１<br>鈴木　圭一郎<br>電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５９１ |

Ｃ（続き）．　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 2009-098022 A (ローム株式会社) 2009.05.07, 全文, 全図 & US 2009/0095081 A1 | 1-18 |
| A | JP 2008-245267 A (ヤマハ株式会社) 2008.10.09, 全文, 全図 & US 2008/0205668 A1 & EP 1962546 A2 & KR 10-2008-0079228 A & CN 101257738 A | 1-18 |