

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2009年2月19日 (19.02.2009)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2009/022459 A1

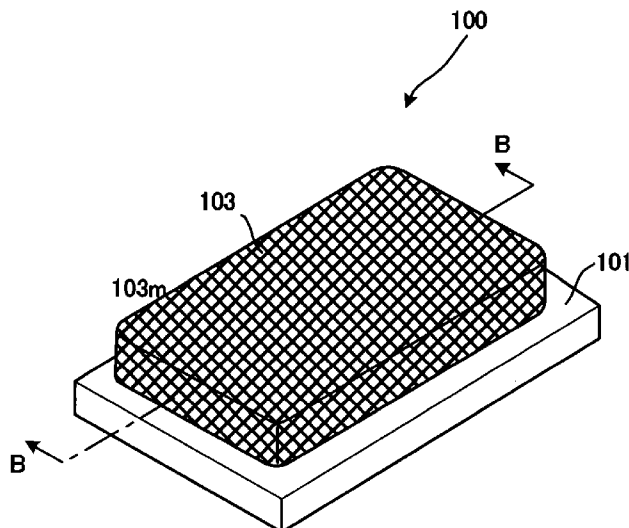
- (51) 国際特許分類: *H04R 1/00* (2006.01)      *H04R 19/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/002181
- (22) 国際出願日: 2008年8月8日 (08.08.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2007-209123    2007年8月10日 (10.08.2007)    JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION)  
[JP/JP]; 5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大塚泰雄 (OHT-SUKA, Yoshio).
- (74) 代理人: 小栗昌平, 外 (OGURI, Shohei et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 栄光特許事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, 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 (AT, BE, BG,

[続葉有]

(54) Title: MICROPHONE APPARATUS AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: マイクロホン装置およびその製造方法

[図1]



(57) Abstract: A microphone apparatus having excellent frequency characteristics and a high-fidelity sound pickup capability in consideration of the current conditions. The microphone apparatus includes a sound pickup element manufactured using the semiconductor manufacturing process, a signal processing section to perform the specified arithmetic processing operation in accordance with an output signal from the sound pickup element, and a case which is arranged to cover the sound pickup element and the signal processing section and at least a part of which forms a conductive structure having the sound transmission performance.

(57) 要約: 本発明は前記実情に鑑みてなされたもので、周波数特性が良好で、忠実な收音が可能なマイクロホン装置を提供する。 半導体製造プロセスを用いて製造される

[続葉有]

WO 2009/022459 A1



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,  
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：  
— 国際調査報告書

---

收音素子と、前記收音素子の出力信号に基づいて所定の演算処理を実施する信号処理部と、前記收音素子ならびに前記信号処理部を覆うように配設され、少なくとも一部が音響透過性の導電性構造部を構成するケースとを具備している。

## 明 細 書

### マイクロホン装置およびその製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、マイクロホン装置およびその製造方法に係り、特に周波数特性に優れたマイクロホン装置に関する。

#### 背景技術

[0002] 従来から、基板上に実装されるチップ等の電子部品を、外部からの電磁波ノイズまたは粉塵等から保護するために、シールドケースが用いられている。

[0003] 図10に、従来のMEMSマイクロホンの外観斜視図を示す。図11(a)は、従来のMEMSマイクロホンの側面図である。図11(b)は、従来のMEMSマイクロホンの平面図である。図11(c)は、従来のMEMSマイクロホンの縦断面図(図10中のA-A線断面図)である。

[0004] 図10、図11に示す従来のMEMSマイクロホン300は、基板301とMEMSチップ200とシールドケース303とにより構成されている。ここで、MEMSチップ200は、音信号を電気信号に変換する收音素子を構成するチップである。

[0005] このようなMEMSマイクロホン300は、例えば、携帯電話等のメイン基板に実装されて使用される。この場合、音信号の通過路を確保するため、携帯電話の筐体のマイク用の音孔とシールドケースの天板303a上の音孔303cとが重なるように配置し実装する。またこの天板303aに連設された側板303bの端部303dで接着剤303cを介して基板301に接合されている(例えば、特許文献1参照)。

[0006] 特許文献1：特開2000-165998号公報

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

[0007] このようなMEMSマイクロホンにおいては、マイクロホンの周波数特性

が、12 kHzあたりの領域で、1 kHzにおける出力に対して約10 dB以上大きいピーク（極大点）をもつという不具合があることがわかった。

本来、忠実な收音をするためにマイクロホンには平坦な周波数特性が求められるが、このようなピークを有する周波数特性のマイクロホンでは、高域（周波数の高い領域）が協調されるため、忠実な收音を行うことが困難であるという問題があった。

[0008] これは、ケースにより振動板と音孔との間に形成される部屋（前気室）が共振器（共鳴器）の働きをするため、共振点の周波数において、振動板に加えられる音圧（音による空気の振動に起因する空気の圧力変動）が大きくなるためであると考えられる。

[0009] 本発明は前記実情に鑑みてなされたもので、周波数特性が良好で、忠実な收音が可能なマイクロホン装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0010] そこで本発明では、半導体製造プロセスを用いて製造される收音素子と、前記收音素子の出力信号に基づいて所定の演算処理を実施する信号処理部と、前記收音素子ならびに前記信号処理部を覆うように配設され、少なくとも一部が音響透過性の導電性構造部を構成するケースとを具備したことを特徴とする。

[0011] この構成により、ケースの少なくとも一部が音響透過性の導電性構造部（すなわち音孔）を構成しているため、前記の共振を引き起こす共振器を構成しないようにすることができる。また携帯端末のような筐体への装着に際しても音孔との位置あわせが不要となり、装着が容易となる。

[0012] シリコンLSIの微細加工技術（MEMS技術）を用いて製造される容量型の收音素子（MEMS收音素子）は、機械的な部品の組み立てによって製造される收音素子に比べて加工精度が高く、電気音響変換の精度が高くかつ安定している。この利点を利用し、小型のケース内に、半導体製造プロセスを用いて製造される收音素子を収納してマイクロホン装置（マイクロホンモジュール）を構成したものである。ただし、ケースが、ヘルムホルツ共振器

を構成しやすいため、可聴周波数帯域にヘルムホルツ共振周波数を持たないような構造を構成することによって、周波数特性の向上を図るものである。これにより、收音素子を音響透過性の導電性構造部をもつケースに収納することで、高精度かつ安定した周波数特性を実現することが可能となる。

[0013] この構成により、前記不具合を解消することが出来る。なおここで信号処理部ではインピーダンス変換のみを行うようにしてもよい。

つまり、この構成により、本発明では、マイクロホンの周波数特性を調整し、ピークである共振周波数を、可聴帯域（20 Hz ～ 20 kHz）の外に設定することで、前記不具合を解消する。

この共振周波数は、ヘルムホルツの共振の原理より、以下の式で与えられる。

[0014] [数1]

$$f_r = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi d^2}{4V(l+0.6d)}} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{Vd'}} \quad \dots \text{(式1. 1)}$$

ここで、 $f_r$ は共振周波数、 $c$ は音速、 $\pi$ は円周率、 $d$ は音孔の直径、 $V$ は前気室の体積、 $l$ は音孔の長さ（音孔部のケースの厚さ）、 $s$ は音孔の面積、 $d'$ は $l+0.6d$ である。

$l \ll 0.6d$ のとき、 $d' \cong 0.6d$ となるため、式1. 1から、次の式が成立する。

$$f_r \propto \sqrt{d} \quad \dots \text{(式1. 2)}$$

また、 $s \propto d^2$ であるため、 $l \ll 0.6d$ のとき、式1. 1および式1. 2から、次の式が成立する。

$$f_r \propto \sqrt[3]{s} \quad \dots \text{(式1. 3)}$$

$$l \ll 1.2\sqrt{s/\pi} \quad \dots \text{(式1. 4)}$$

[0015] また、式1. 4を満たすとき、式1. 3は、音孔が一つの円でない場合にも適用できる。音孔が一つの円でない場合、 $s$ は音孔の総面積である。

式1. 4を満たすとき、式1. 3は、すなわち、音孔の面積の四乗根に比例して共振周波数が高くなることを示す。

たとえば、共振周波数が12kHzであり式 1. 4 が成り立つマイクロホンに於いては、音孔の面積を16倍にすれば、共振周波数は倍になり可聴帯域の外である24kHzに設定することができ、前記不具合は解消することが出来る。

また、たとえば、音孔の長さ（音孔部のケースの厚さ）が0.1mmであり、音孔の直径が0.6mmであり、ケースの音孔を有する面の面積が12mm<sup>2</sup>であり、共振周波数が12kHzであるマイクロホンに於いては、ケースの音孔を有する面の開孔率を25%以上にすれば、共振周波数を可聴帯域の外に設定することができ、前記不具合は解消することが出来る。

[0016] すなわち、数式 1 を満たすように体積に応じて音孔の直径すなわち開口幅を決定する。

例えば、共振点が可聴周波数帯の外に、例えば  $20\text{kHz} < f_r$  とする為の音孔の直径  $d$  を求め、その音孔の直径  $d$  よりも大きくなるようにすれば、ヘルムホルツ共振を回避することが可能となる。

例えば上記数 1 において  $d = 2\text{mm}$  としたとき  $f_r$  は  $24\text{kHz}$  となり、共振点は可聴周波数帯域の外となる。

また  $d = 2\text{mm}$ 、音孔面積  $S = 3\text{mm}^2$ 、ケースの音孔面の寸法が  $4 \times 3$  としたとき、ケースの音孔面の開孔率は、約 25% であればよい。

つまり、ケースの音孔面の開口率が 25% 以上となるようにすればよい。この開孔率の上限は、材料の機械的強度に依存する。つまり機械的強度を維持できる範囲内で開孔率を決定すればよい。

[0017] また本発明は、上記マイクロホン装置において、前記ケースが、直方体形状をなし、前記收音素子に対向する面の少なくとも一部が音響透過性の導電性構造部を具備してなるものを含む。

この構成により、効率よくヘルムホルツ共振を回避することが可能となる。

[0018] また本発明は、上記マイクロホン装置において、前記音響透過性の導電性構造部が、多数の孔を有する金属材料で構成されたものを含む。

この構成により、孔の大きさや間隔でヘルムホルツ共振の発生を抑制する

ことができるため、設計も容易である。

[0019] また本発明は、上記マイクロホン装置において、前記音響透過性の導電性構造部は、メッシュ構造を構成したものを含む。

この構成により、製造が容易でかつ、メッシュを構成する線材のサイズを調整することでヘルムホルツ共振の発生を抑制することが容易であるため、設計も容易である。また、メッシュはケースの一部をなすため、音源からの音響を收音素子に導くだけでなく、電磁波ノイズの遮蔽効果も併せもつことが望ましい。そこで、導電性材料（金属）によりメッシュを形成し、電磁シールド効果を得るものである。

[0020] また本発明は、上記マイクロホン装置において、前記音響透過性の導電性構造部は、パンチングメタルで構成されたものを含む。

この構成により、パンチング用のパンチの調整により、機械的強度を維持しつつ孔の大きさや間隔でヘルムホルツ共振の発生を効率よく抑制することができるため、設計も容易である。

[0021] また本発明は、上記音響透過性の導電性構造部が、焼結金属で構成されたものを含む。

この構成により、製造が容易となる。

[0022] また本発明は、上記マイクロホン装置において、前記音響透過性の導電性構造部は、多孔質の導電性材料で構成されたものを含む。

この構成により、製造が容易となる。

[0023] また本発明は、上記マイクロホン装置において、前記收音素子と、前記信号処理部とが、同一基板内に集積化されているものを含む。

上記構成によれば、同一基板内に、收音素子と信号処理部を集積化して形成することで、伝送損失を低減できると共に、小型化が可能となる。望ましくは、收音素子および信号処理部をLSI化するとともに、そのLSIを、MEMSプロセスで形成した多数の開口を持つケースで覆うことにより、非常にコンパクトで、共振周波数特性の優れたマイクロホン装置を得ることができる。また、この構成により、更なる小型化をはかることが可能となる。

[0024] また本発明は、上記マイクロホン装置において、前記基板は、スペーサを介して前記音響透過性の導電性材料と対向するように実装され、前記基板と前記導電性材料は同一の外形を有するものを含む。

この構成により、ウェハレベルCSPによって、容易に多数のマイクロホン装置を形成することが可能となる。このように音響透過性の導電性材料を用いることで、音孔との位置あわせが容易であるため、筐体への装着時の位置決めが容易となり、より作業性よく装着可能である。

[0025] また本発明は、上記マイクロホン装置において、前記ケースがMEMSプロセスにより半導体基板を加工することによって形成されたものを含む。

この構成により、フォトリソグラフィを用いて容易に所望の孔径および開口率を有する音孔を形成することができ、かつ磁気シールド効果も高く維持することが可能となる。上記構成によれば、更なる小型化薄型化が可能となる。

[0026] また本発明は、半導体製造プロセスを用いて收音素子を形成する工程と、前記收音素子の出力信号に基づいて所定の演算処理を実施する信号処理部を形成する工程と、少なくとも一部が音響透過性の導電性構造部を構成するケースを形成する工程と、前記ケースが、前記收音素子ならびに前記信号処理部を覆うように、前記ケース内に前記收音素子および前記信号処理部を実装する工程とを具備したことを特徴とする。

[0027] また本発明は、上記マイクロホン装置の製造方法において、前記ケースを形成する工程は、金属板にパンチングにより多数の孔を形成する工程を含む。

[0028] また本発明は、上記マイクロホン装置の製造方法において、前記ケースを形成する工程は、金属材料で、メッシュ構造を構成する工程を含む。

[0029] また本発明は、上記マイクロホン装置の製造方法において、前記收音素子と、前記信号処理部とを、同一基板内に集積化して形成する工程を含む。

[0030] また本発明は、上記マイクロホン装置の製造方法において、半導体ウェハ上に、複数組の收音素子および信号処理部を形成する工程と、多数の孔を有

する金属板を、前記半導体ウェハに位置あわせし、スペーサを介して、前記金属板と前記半導体ウェハとを接合し、接合体を形成する工程と、前記接合体を、ダイシングラインに沿って分断する工程とを含み、前記收音素子と信号処理部とを備えたマイクロホン装置を形成する。

[0031] また本発明は、上記マイクロホン装置の製造方法において、前記接合体を形成する工程は、金属板にパンチング加工を施すことで、多数の孔を形成するとともに、折り曲げ加工を行いスペーサとなる突起部を形成する工程と、前記突起部を前記半導体ウェハに接合する工程とを含む。

### 発明の効果

[0032] 本発明によれば、MEMS技術を用いて製造される、高精度かつ安定性に優れたMEMS收音素子を音響透過性の導電性構造部を備えたケースに収納することによって、可聴周波数帯域でのヘルムホルツ共振を回避し、平坦な周波数特性を得ることが出来、高域においても忠実な收音を容易に実現することが可能となる。

[0033] すなわち、ケースに設けられたメッシュ構造によって、可聴周波数帯域でのヘルムホルツ共振を回避することが可能となる。

[0034] また、收音素子に加え信号処理部も、ケース内に收容することにより、高精度かつ安定した收音が可能な1モジュール化されたマイクロホン装置を得ることができる。

また、導電性のメッシュとすることによって、電磁波ノイズの遮蔽（シールド）効果を得ることができる。

[0035] また、実装に際し、位置決めが容易で、かつ携帯端末などの筐体への装着の容易なマイクロホン装置が実現される。

[0036] さらにまた、ウェハレベルCSPでケースをも実装することにより、極めて小型でかつ周波数特性に優れたマイクロホン装置を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0037] [図1]本発明の実施の形態1のマイクロホン装置を示す断面図である。

[図2] 図1に示されるシリコンLSIの製造プロセスにより製造される収音素子（MEMS収音素子）の構造を説明するためのデバイスの断面図である。

[図3] 本発明の実施の形態2のマイクロホン装置を示す図である。

[図4] 本発明の実施の形態3のマイクロホン装置を示す図である。

[図5] 本発明の実施の形態4のマイクロホン装置を示す図である。

[図6] 本発明の実施の形態4のマイクロホン装置の製造工程を示す図である。

[図7] 本発明の実施の形態4のマイクロホン装置の製造工程を示す図である。

[図8] 本発明の実施の形態5のマイクロホン装置を用いた携帯端末を示す図である。

[図9] 図8のA-A断面図である。

[図10] 従来例の構造を示す断面図である。

[図11] 従来例の構造を示す断面図である。

[図12] 本発明の実施の形態および従来例のマイクロホン装置の周波数特性を示す図である。

## 符号の説明

[0038]	100	MEMSマイクロホン
	101	基板
	102	MEMSチップ
	103	シールドケース
	103m	メッシュ構造部
	103s	ケース本体
	150	携帯電話
	151	筐体
	152	筐体上の音孔
	154	ガスケット
	155	携帯電話のメイン（主）基板

## 発明を実施するための最良の形態

[0039] 次に、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

(実施の形態 1)

図 1 は、本実施の形態 1 の MEMS マイクロホン 100 の外観斜視図を示す。図 2 は、MEMS マイクロホン 100 の縦断面図 (図 1 の B-B 線断面図) を示している。図 1 および図 2 に示すように、MEMS マイクロホン 100 は、基板 101 と、MEMS チップ 102 と、ケース 103 とを有するもので、このケースを音響透過性のメッシュ構造とした例を示す断面図であり、図 2 は、ここで用いられる MEMS 構造の收音素子を示す断面図である。

[0040] このマイクロホン装置は、図 1 に示すように、半導体製造プロセスを用いて製造される收音素子と、前記收音素子の出力信号に基づいて所定の演算処理を実施する信号処理部と、前記收音素子ならびに前記信号処理部を収納し、可聴周波数帯域でのヘルムホルツ共振を防止する構造をもつように音響的に透明な (音響透過性の) メッシュ構造としたケース 103 とを有することを特徴とするものである。101 は收音素子ならびに信号処理部を装着する基板である。

[0041] このように、本実施の形態のマイクロホン装置は、ケース 103 として、音響的に透明な (音響透過性の) メッシュ構造をもつものを採用している点の特徴である。

[0042] 音響は本来、直進するものであり、所定条件下での進路妨害がない限り回折現象は生じない。そこで、ケースの全体を、音響的に透明な (音響透過性の) メッシュ構造とし (このメッシュは、音響の回折による悪影響が生じない程度の径の孔を多数、有する構造をもつ)、音源から到来する音響が、そのまま直進して各收音素子に到達するようにしたものである。なおここではケース全体をメッシュ構造 (メッシュ構造部 103m) としたが、收音素子に対向する領域のみがメッシュ構造となってもよい。またケース 103 を、チタン、ニッケル、クロムなどの (焼結) 金属、金属の酸化物、あるいは窒化物などからなる焼結体で構成してもよい。この場合一部あるいは全体に孔を有する多孔質の焼結導電材で構成してもよい。

- [0043] これにより、音源からの音響は、マイクロホン装置のケース130に妨げられることなく、そのまま直進して各收音素子に到達する。つまり、ヘルムホルツ共振による悪影響を生じることなく、忠実な收音を行うことが可能となる。
- [0044] また、金属等の導電性をもつ材料を加工してメッシュ構造を形成することによって、電磁波ノイズの遮蔽（シールド）効果も得ることができ、電磁ノイズの遮蔽については問題は生じない。
- [0045] 基板101は、MEMSチップ102を実装するためのプリント基板である。基板101の実装面の寸法は、例えば、縦×横 3 [mm]×4 [mm]である。
- [0046] MEMSチップ102は、図2に示すように振動膜電極43が捉えた音信号を電気信号に変換するものである。具体的には、MEMSチップ102は、シリコン基板41上に、第1の絶縁層42を介して、振動膜電極43とエレクトレット膜44とを有しており、また、その上に、第2の絶縁層45を介して、音孔47が形成された固定電極46を有している。また、振動膜電極43の背面には、シリコン基板41のエッチングで形成された、背気室55が形成されている。なお、MEMS (Micro Electro Mechanical System) チップとは、半導体の微細加工技術を用いて形成された微小な部品から構成される電気機械素子チップである。
- [0047] 振動膜電極43は、導電性を有するドーフトポリシリコンで形成され、エレクトレット膜44は、窒化シリコン膜や酸化シリコン膜で形成され、また、固定電極46は、ドーフトポリシリコンで構成され、シリコン基板41上に、第1および第2の絶縁層42、45としての酸化シリコン膜と窒化シリコン膜とを積層した上に形成されている。
- [0048] また、MEMSチップ102の電気信号を増幅する増幅回路48が、ワイヤ49により電氣的に接続されている。MEMSチップ102と増幅回路48はシールドケース103で覆われている。
- [0049] 製造に際しては、半導体製造プロセスを用いて收音素子としてのMEMS

チップ102を形成するとともに、收音素子の出力信号に基づいて所定の演算処理を実施する信号処理部としての半導体チップ48を形成する。これらを基板101上に搭載し、ワイヤボンディングにより電氣的接続を行った後、金属メッシュ構造からなるケース103を装着することで容易に形成可能である。

[0050] シリコンLSIの微細加工技術（MEMS技術）を用いて製造される容量型の收音素子（MEMS收音素子）は、機械的な部品の組み立てによって製造される收音素子に比べて加工精度が高く、音響電気変換の精度が高くかつ安定している。この利点を利用し、ケース103内に、半導体製造プロセスを用いて製造される收音素子を収納してマイクロホン装置（マイクロホンモジュール）を構成したものである。ただし、このケースが共振室を構成すると周波数特性が低下し、忠実な收音が不可能となるため、本実施の形態では、メッシュ構造をもつケースを採用する。

[0051] マイクロカプセルが音響透過性のメッシュ構造で構成されていることによって、本発明のマイクロホン装置は、可聴周波数帯域でのヘルムホルツ共振を回避することができる。

[0052] （実施の形態2）

図3は、本発明のマイクロホン装置の他の例を示す断面図である。図3において、実施の形態1で説明した図面と共通する部分には同じ参照符号を付している。

図2に示した実施の形態1のケースは、全面をメッシュ構造で構成したが、本実施の形態では、図3に示すように、ケース103のうち、MEMSチップ102に対向する領域のみメッシュ構造部103mを構成し、側面を含む他の領域は金属板で構成している。

他は、前記実施の形態1と同様に形成した。ここではメッシュ構造部103mは、ケース本体103sの一部（特に、收音素子の振動板に音響を到来させるために必要な箇所）に開口を設けた構造とし、接着剤を用いて接着される。

[0053] メッシュ構造部 103m は、例えば、粗状メッシュシート（布帛）が使用される。粗状メッシュシートとしては、導電性の糸状の材料を編み込んだ、編み目を備えたニット状メッシュ、あるいは、薄い金属シートに細かい小孔を穿設したパンチングメッシュシートなどを用いることができ、そのメッシュ粗さは、1ピッチ幅 0.5mm～5.0mm 程度が適当である。

[0054] このように、ケース 103 の少なくとも一部を音響的に透明な（音響透過性の）メッシュ構造とすることによって、ケース内が共振室となるのを回避し、忠実な收音特性を得ることが可能となる。

[0055] また、導電性のメッシュとすることによって、電磁波ノイズの遮蔽（シールド）効果を得ることができる。

[0056] （実施の形態 3）

図 4 は、本発明のマイクロホン装置の他の例を示す断面図である。図 4 において、実施の形態 1 および 2 で説明した図面と共通する部分には同じ参照符号を付している。

図 2 に示した実施の形態 1 のケースは、全面をメッシュ構造で構成したが、本実施の形態では、図 4 に示すように、ケース 103 を、MEMS チップ 102 に対向する領域に孔 103h を形成したパンチングメタルで構成したことを特徴とする。

他は、前記実施の形態 1 と同様に形成した。

[0057] 孔 103h は、例えば、開口率 25% 以上となるように形成される。

ここでは共振点を可聴周波数を 20kHz とし、この可聴周波数よりも大きい値となるように、音孔幅  $d$  などのパラメータを求め、その音孔幅  $d$  よりも大きくなるようにすれば、ヘルムホルツ共振を回避することが可能となる。

この共振周波数は前述したように以下の式で与えられる。

[0058]

[数2]

$$f_r = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi d^2}{4V(l+0.6d)}} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{Vd'}} \quad \dots \text{(式1. 1)}$$

ここで、 $f_r$  は共振周波数、 $c$  は音速、 $\pi$  は円周率、 $d$  は音孔の直径、 $V$  は前気室の体積、 $l$  は音孔の長さ（音孔部のケースの厚さ）、 $s$  は音孔の面積、 $d'$  は  $l+0.6d$  である。

$l \ll 0.6d$  のとき、 $d' \cong 0.6d$  となるため、式1. 1から、次の式が成立する。

$$f_r \propto \sqrt{d} \quad \dots \text{(式1. 2)}$$

また、 $s \propto d^2$  であるため、 $l \ll 0.6d$  のとき、式1. 1および式1. 2から、次の式が成立する。

$$f_r \propto \sqrt[4]{s} \quad \dots \text{(式1. 3)}$$

$$l \ll 1.2\sqrt{s/\pi} \quad \dots \text{(式1. 4)}$$

[0059] 例えば、上記式1. 1において  $d = 2 \text{ mm}$  としたとき  $f_r$  は  $24 \text{ kHz}$  となり、共振点は可聴周波数帯域の外となる。

[0060] また  $d = 2 \text{ mm}$ 、音孔面積  $S = 3 \text{ mm}^2$ 、ケースの音孔面の寸法が  $4 \times 3$  としたとき、ケースの音孔面の開孔率は、約  $25\%$  であればよい。

つまり、ケースの音孔面の開口率が  $25\%$  以上となるようにすればよい。この開孔率の上限は、材料の機械的強度に依存する。つまり機械的強度を維持できる範囲内で開孔率を決定すればよい。

[0061] 本発明のマイクロホン装置の場合について共振周波数は下表1のとおりであった。

[0062] [表1]

		単位		単位
$c$	340	m/sec		
$\pi$	3.141493			
$d$	2	mm	0.002	m
$V$	12	mm <sup>3</sup>	0.000000012	m <sup>3</sup>
$l$	0.1	mm	0.0001	m
$f_r$	24.28352	kHz		

[0063] これに対し、従来のマイクロホン装置の場合は以下の表2のようになる。

[0064] [表2]

		単位		単位
c	340	m/sec		
$\pi$	3.141493			
d	0.6	mm	0.0006	m
V	12	mm <sup>3</sup>	0.000000012	m <sup>3</sup>
l	0.1	mm	0.0001	m
f <sub>r</sub>	12.24689	kHz		

[0065] このように、ケース103の少なくとも一部を音響的に透明な（音響透過性の）開孔を有する構造とすることによって、ケース内が共振室となるのを回避し、忠実な收音特性を得ることが可能となる。

[0066] 次に、ヘルムホルツ共振を起こすケースがあるか否かでのマイクロホンの周波数特性を図12に示す。aはヘルムホルツ共振を起こすケースがある場合、bはヘルムホルツ共振を起こすケースがない場合の周波数特性を示す。本発明のように音響透過性の導電性構造部を具備していることで使用周波数帯域においてヘルムホルツ共振を起こすことのない、曲線aに示すようなケースを用いることになり、忠実な收音を実現することができる。

[0067] また、導電性の基体に孔を開けて形成することによって、電磁波ノイズの遮蔽（シールド）効果を得ることができる。

[0068] また、ケース103としては、多孔質材料に金属粒子を含む溶剤を含浸させたものでもよい。あるいは金属などの導電性粒子を含む材料を成形し多孔質となるようにしたものであってもよい。

なお、前記実施の形態では、收音素子チップおよび信号処理回路チップを基板上に実装することによって形成したが、高精度かつ安定性に優れたMEMS收音素子を並列に配置した状態でLSI化してもよい。さらにまた、收音素子と信号処理回路とを搭載したLSIチップと同一のシリコン基板を出発材料としてMEMSプロセスで微細な孔をフォトリソグラフィ工程で形成したシリコン製のケースを採用してもよい。

[0069] (実施の形態 4)

図 5 は、本発明の実施の形態 4 のマイクロホン装置を示す断面図である。本実施の形態では、図 5 において、実施の形態 1 で説明した図面と共通する部分には同じ参照符号を付している。

本実施の形態では、收音素子チップおよび信号処理回路チップを L S I 化し、同一のシリコン基板上に形成した MEMS チップを、パンチングメタルで構成したケース 103 に収納したことを特徴とするものである。

[0070] MEMS チップ 102 は、図 2 に示した実施の形態 1 の MEMS チップ 102 と同様に振動膜電極 43 が捉えた音信号を電気信号に変換するもので、このチップ内に信号処理回路としての増幅回路 48S などの電子回路が集積化されている以外は、前記実施の形態 1 と同様に形成されており、同一部位には同一符号を付した。

また、MEMS チップ 102 の電気信号を増幅する増幅回路 48 が、図示しないスルーホールを介して固定電極 46 に接続されている。またこの増幅回路 48S をも集積化した MEMS チップ 102 はパンチングメタルで構成されたシールドケース 103 で覆われている。

[0071] 製造に際しては、図 6 (a) および (b) に示すように、シリコンウェハ 1 に、半導体製造プロセスを用いて收音素子および増幅回路 48S などの信号処理回路を集積化した、素子領域を形成する。図中仮想的なダイシングライン DL で囲まれた領域 43 が MEMS チップ 102 に相当する。

[0072] 一方、図 7 (a) および (b) に示すように、ウェハサイズの金属板 103W に、パンチングを施し、パンチング孔 103h を形成するとともに、金型を用いてチップサイズに相当する凸部を持つように形状加工を行う。図中仮想的なダイシングライン DL で囲まれた領域がケース 103 に相当する。

[0073] この状態で、素子領域の形成されたシリコンウェハ 1 と、パンチング孔 103h を形成したウェハサイズの金属板 103W のダイシングライン DL 同士が重なり合うように位置あわせをし、接着剤を介して固着する。

[0074] このようにして、ウェハレベルで実装した後、ダイシングラインに沿って

個別のマイクロホン装置に分断して、図5に示したマイクロホン装置が完成する。

この構成によれば、極めて容易に忠実な收音特性を備えたマイクロホン装置を得ることができる。また、チップサイズのマイクロホン装置であるため、極めて微細な外形を得ることが可能となる。

[0075] なお、前記実施の形態ではケースとしてパンチングメタルを用いたが、金属材料で、メッシュ構造を構成し、同様にして実装するようにしてもよい。

[0076] また、收音素子と信号処理回路を形成したシリコンウェハと、パンチングメタルを形状加工したウェハレベルの金属板との接合体を形成するに際し、金型を用いて凸部を形成した金属板を用いたが、折り曲げ加工を行いスペーサとなる突起部を形成するようにしてもよいし、スペーサを別部材で形成してもよい。

[0077] (実施の形態5)

次に、本発明のMEMSマイクロホン100を携帯電話に使用する例について説明する。図8は、MEMSマイクロホン100が搭載された携帯電話150の外観斜視図である。図9は、携帯電話150のマイク部付近の要部断面図(図8中のE-E線断面図)である。

[0078] 図8に示す携帯電話150の筐体151には、使用時にユーザの口元付近にあたる位置にマイク用の音孔152が形成されている。

[0079] MEMSマイクロホン100のシールドケースの天板103aと筐体151の内側面との間に、ガスケット154が挟まれている。図9に示すように、筐体151の音孔152の周辺には、金属メッシュ構造のケース103(103m)が位置しているため、音孔152との位置あわせが不要となる。

[0080] また、ガスケット154にも、同様に筐体の音孔152と略同形状の穴154aが形成されている。また、穴154aの筐体側の端部には音響抵抗材154bが形成されている。この音響抵抗材154bは、音信号の伝播速度を低下させるものであり、ここでは、MEMSマイクロホン100の音響特性を調整する機能を果たすものである。

- [0081] ガスケット154の厚さは、天板103aと筐体151の内側面との隙間より少し厚い程度であり、シールドケース103から天板103aの端部まで密着して挟みこまれている。
- [0082] すなわち、ガスケット154を挟み込む領域として、シールドケースの音孔103cから天板103aの各端までの距離がそれぞれ1[mm]以上の間隔を有するように設計されているので、ガスケット154を挟み込んだ後の気密性が確保されている。
- [0083] 従って、筐体の音孔152から進入する音信号は、天板103aと筐体151の内側面との隙間に漏れることがなく、MEMSマイクロホン100の音響特性は損なわれない。
- [0084] 筐体の音孔152から進入した音は、音響抵抗材154bを通過して金属メッシュ構造のケース103を通過し、MEMSチップの振動膜電極43に伝播する。振動膜電極43と固定電極46とで構成される平板コンデンサの静電容量が変化し、電圧変化として取り出される。
- [0085] この構成によれば、小型化したMEMSマイクロホン100を携帯電話に搭載することができるので、携帯電話150全体の形状を小型・薄型化することが可能である。
- [0086] このようにして特別な工程を付加することなく、高精度の位置あわせを必要とすることなく極めて作業性よく実装することが可能となり、小型で信頼性の高いMEMSマイクロホン装置100を得ることができる。

### 産業上の利用可能性

- [0087] 本発明は、極めて簡単な構成で可聴周波数帯域でのヘルムホルツ共振を回避し、收音特性に優れたマイクロホン装置を形成することができることから、超小型のマイクロホン装置（例えば、超小型のエレクトレットコンデンサマイクロホン・アレイモジュール）として有用である。

## 請求の範囲

- [1] 半導体製造プロセスを用いて製造される收音素子と、  
前記收音素子の出力信号に基づいて所定の演算処理を実施する信号処理部と、  
前記收音素子ならびに前記信号処理部を覆うように配設され、少なくとも一部が音響透過性の導電性構造部を構成するケースと、を具備したマイクロホン装置。
- [2] 請求項 1 に記載のマイクロホン装置であって、  
前記ケースは、直方体形状をなし、少なくとも前記收音素子に対向する面の一部が音響透過性の導電性構造部を具備してなるマイクロホン装置。
- [3] 請求項 1 または 2 に記載のマイクロホン装置であって、  
前記音響透過性の導電性構造部は、多数の孔を有する導電性材料で構成されたマイクロホン装置。
- [4] 請求項 3 に記載のマイクロホン装置であって、  
前記音響透過性の導電性構造部は、メッシュ構造を構成したマイクロホン装置。
- [5] 請求項 3 に記載のマイクロホン装置であって、  
前記音響透過性の導電性構造部は、パンチングメタルで構成されたマイクロホン装置。
- [6] 請求項 3 に記載のマイクロホン装置であって、  
前記音響透過性の導電性構造部は、焼結金属で構成されたマイクロホン装置。
- [7] 請求項 3 に記載のマイクロホン装置であって、  
前記音響透過性の導電性構造部は、多孔質の導電性材料で構成されたマイクロホン装置。
- [8] 請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のマイクロホン装置であって、  
前記收音素子と、前記信号処理部とが、同一基板内に集積化されているマイクロホン装置。

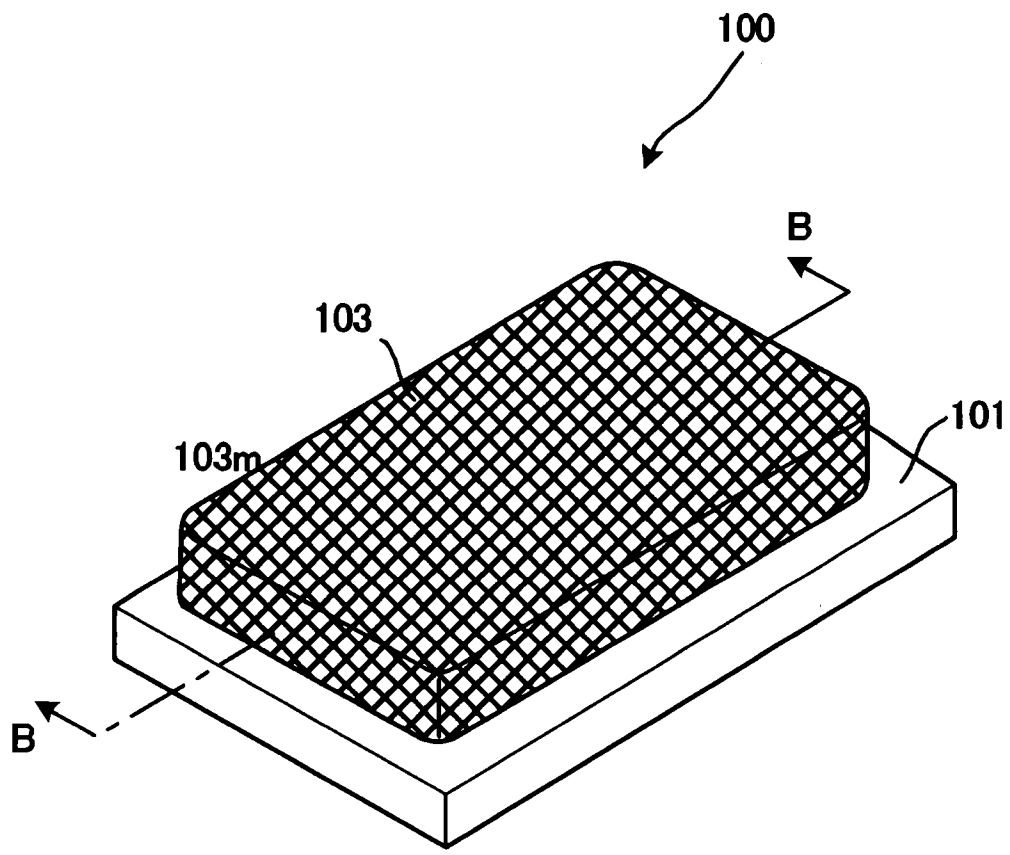
- [9] 請求項 8 に記載のマイクロホン装置であって、  
前記基板は、スペーサを介して前記音響透過性の導電性材料と対向するように実装され、前記基板と前記導電性材料は同一の外形を有するマイクロホン装置。
- [10] 請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のマイクロホン装置であって、  
前記ケースが MEMS プロセスにより半導体基板を加工することによって形成されたマイクロホン装置。
- [11] 半導体製造プロセスを用いて收音素子を形成する工程と、  
前記收音素子の出力信号に基づいて所定の演算処理を実施する信号処理部を形成する工程と、  
少なくとも一部が音響透過性の導電性構造部を構成するケースを形成する工程と、  
前記ケースが、前記收音素子ならびに前記信号処理部を覆うように、前記ケース内に前記收音素子および前記信号処理部を実装する工程とを具備したマイクロホン装置の製造方法。
- [12] 請求項 11 に記載のマイクロホン装置の製造方法であって、  
前記ケースを形成する工程は、金属板にパンチングにより多数の孔を形成する工程を含むマイクロホン装置の製造方法。
- [13] 請求項 11 に記載のマイクロホン装置の製造方法であって、  
前記ケースを形成する工程は、金属材料で、メッシュ構造を構成する工程を含むマイクロホン装置の製造方法。
- [14] 請求項 11 に記載のマイクロホン装置の製造方法であって、  
前記收音素子と、前記信号処理部とを、同一基板内に集積化して形成する工程を含むマイクロホン装置の製造方法。
- [15] 請求項 14 に記載のマイクロホン装置の製造方法であって、  
半導体ウェハ上に、複数組の收音素子および信号処理部を形成する工程と、  
多数の孔を有する金属板を、前記半導体ウェハに位置あわせし、スペーサ

を介して、前記金属板と前記半導体ウェハとを接合し、接合体を形成する工程と、

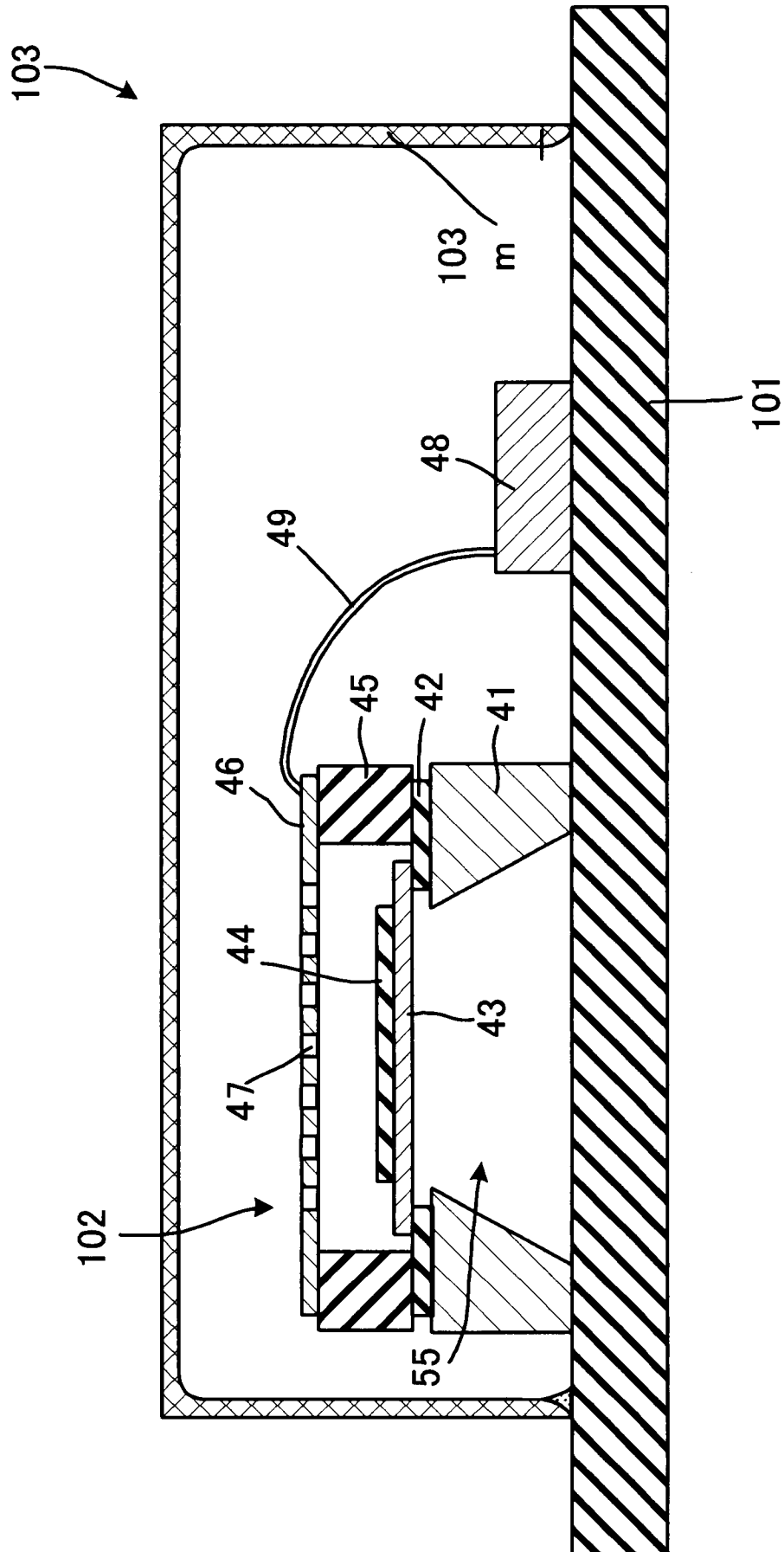
前記接合体を、ダイシングラインに沿って分断する工程とを含み、  
前記收音素子と信号処理部とを備えたマイクロホン装置を形成するマイクロホン装置の製造方法。

- [16] 請求項 15 に記載のマイクロホン装置の製造方法であって、  
前記接合体を形成する工程は、  
金属板にパンチング加工を施すことで、多数の孔を形成するとともに、折り曲げ加工を行いスペーサとなる突起部を形成する工程と、  
前記突起部を前記半導体ウェハに接合する工程とを含むマイクロホン装置の製造方法。

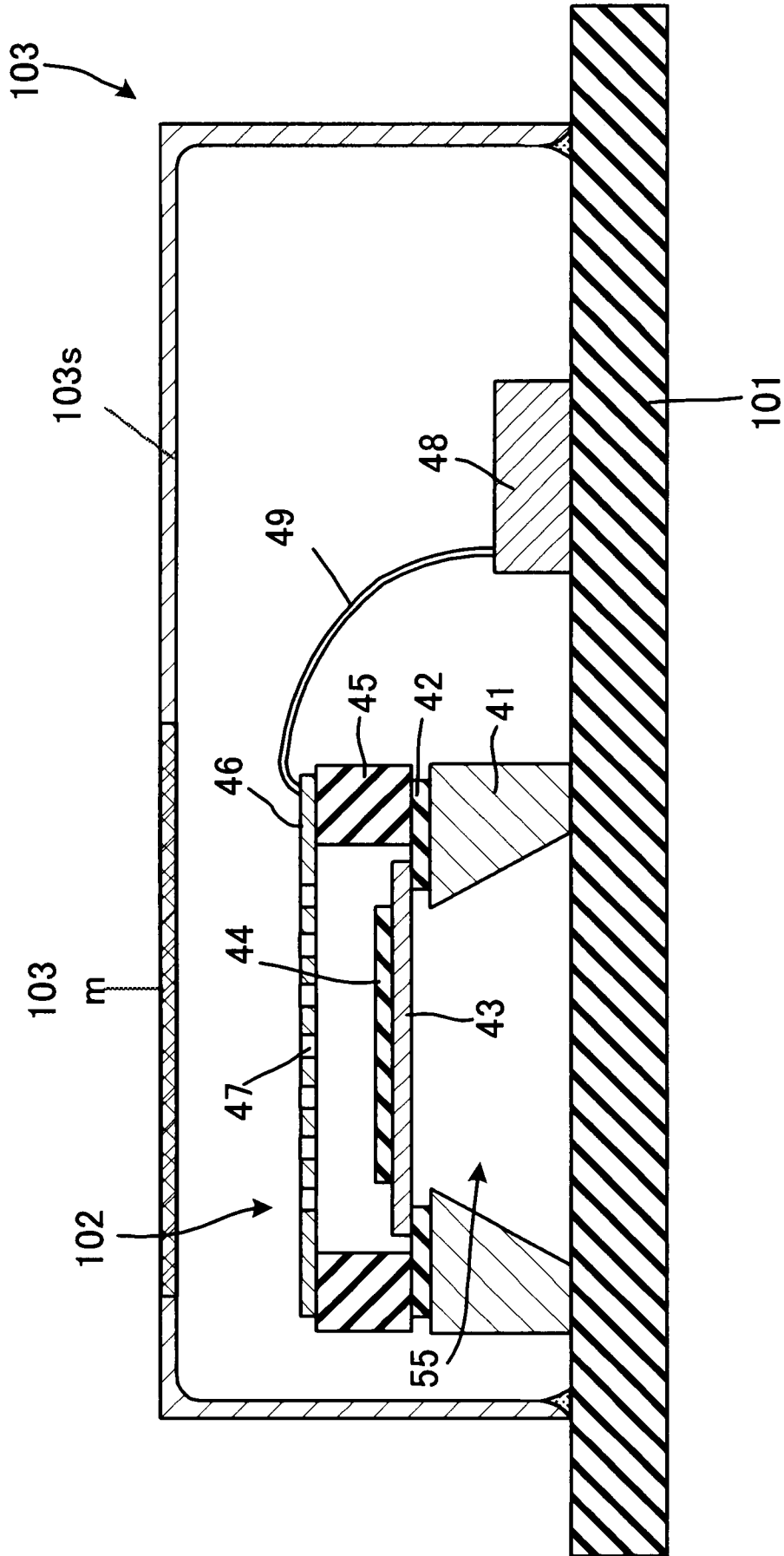
[図1]



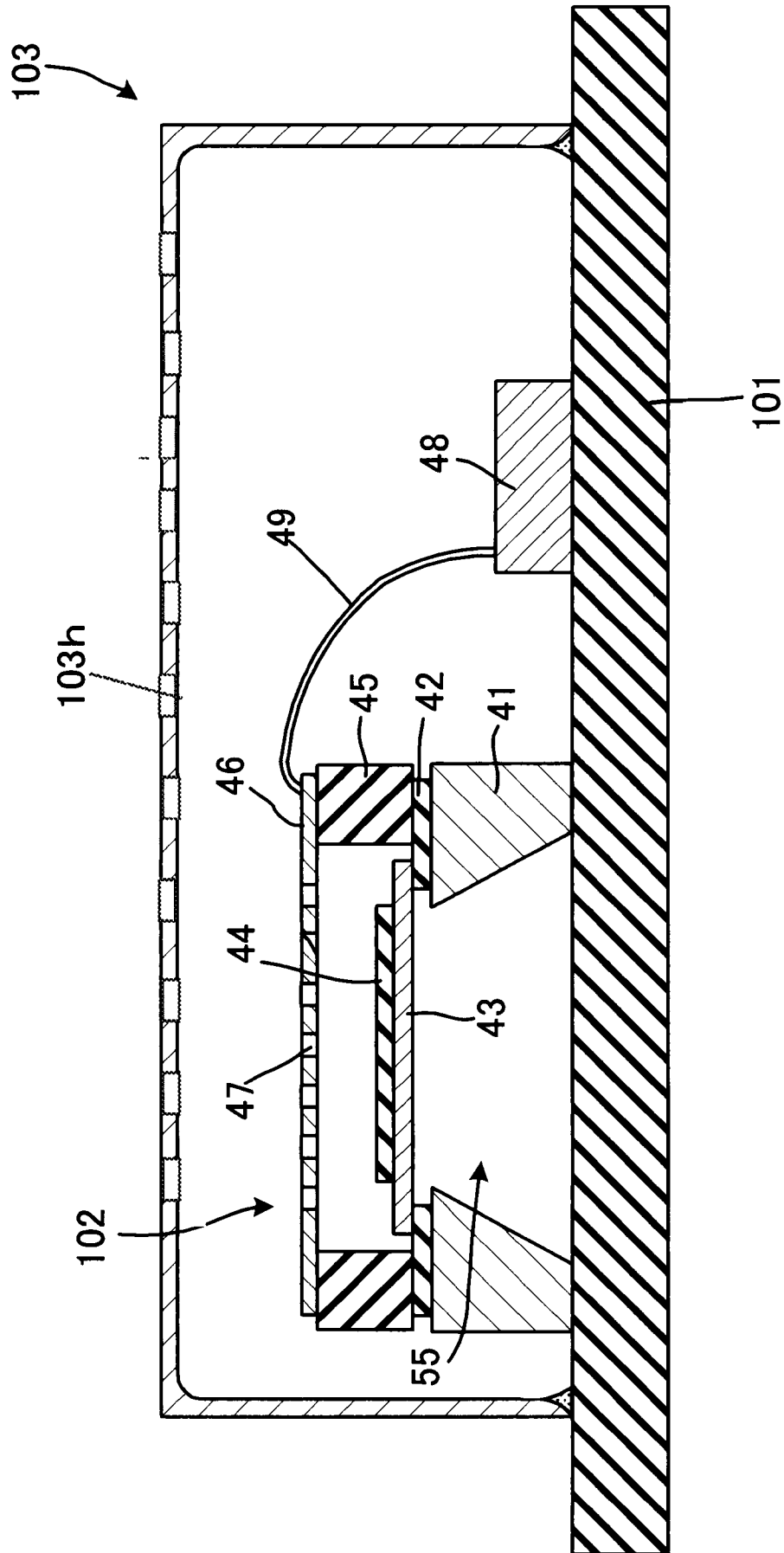
[図2]



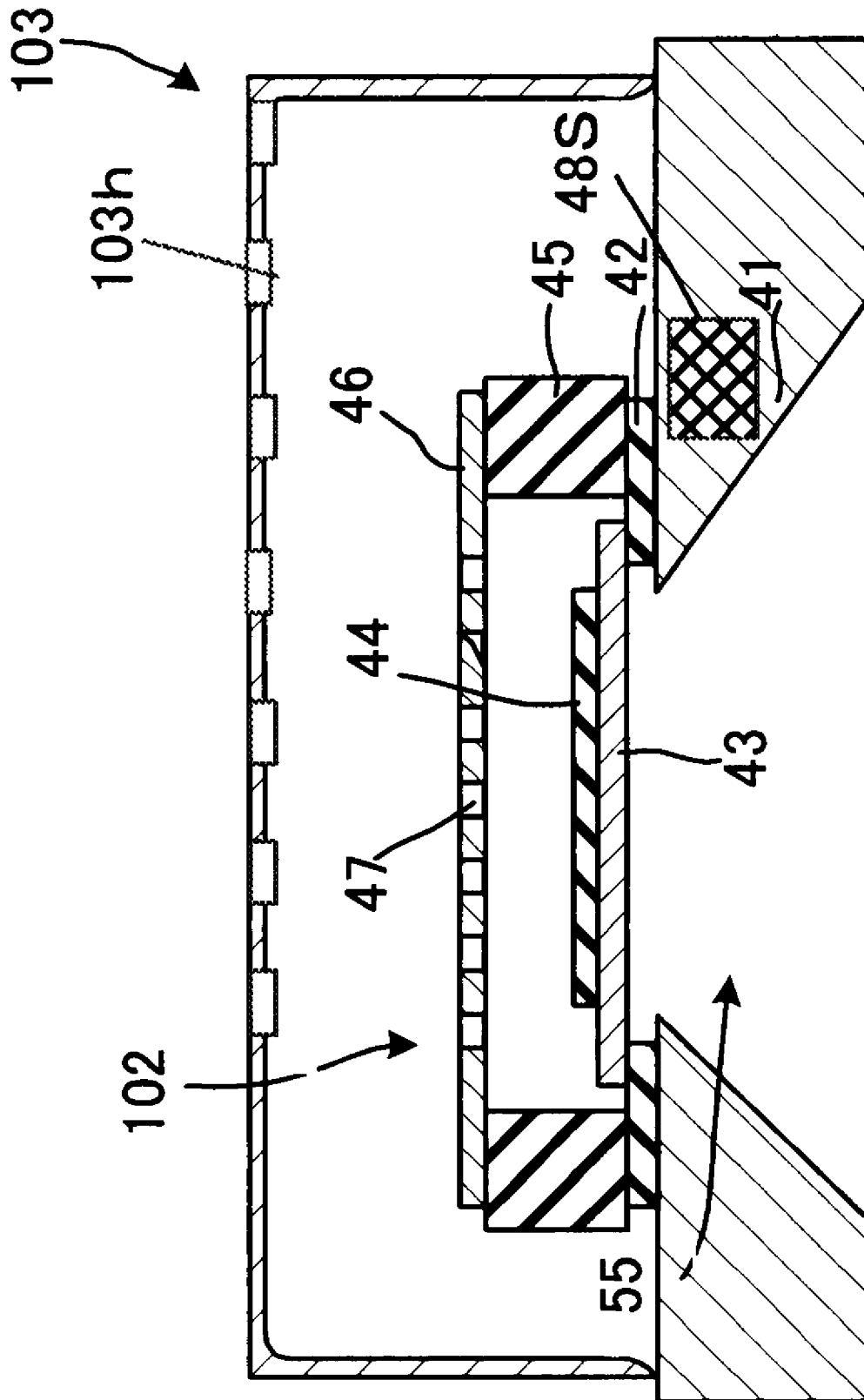
[3]



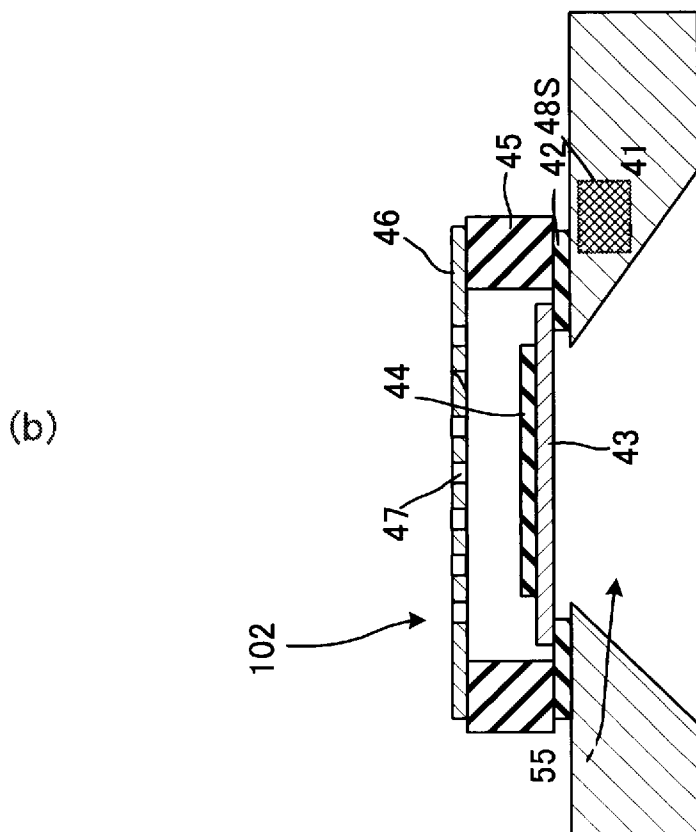
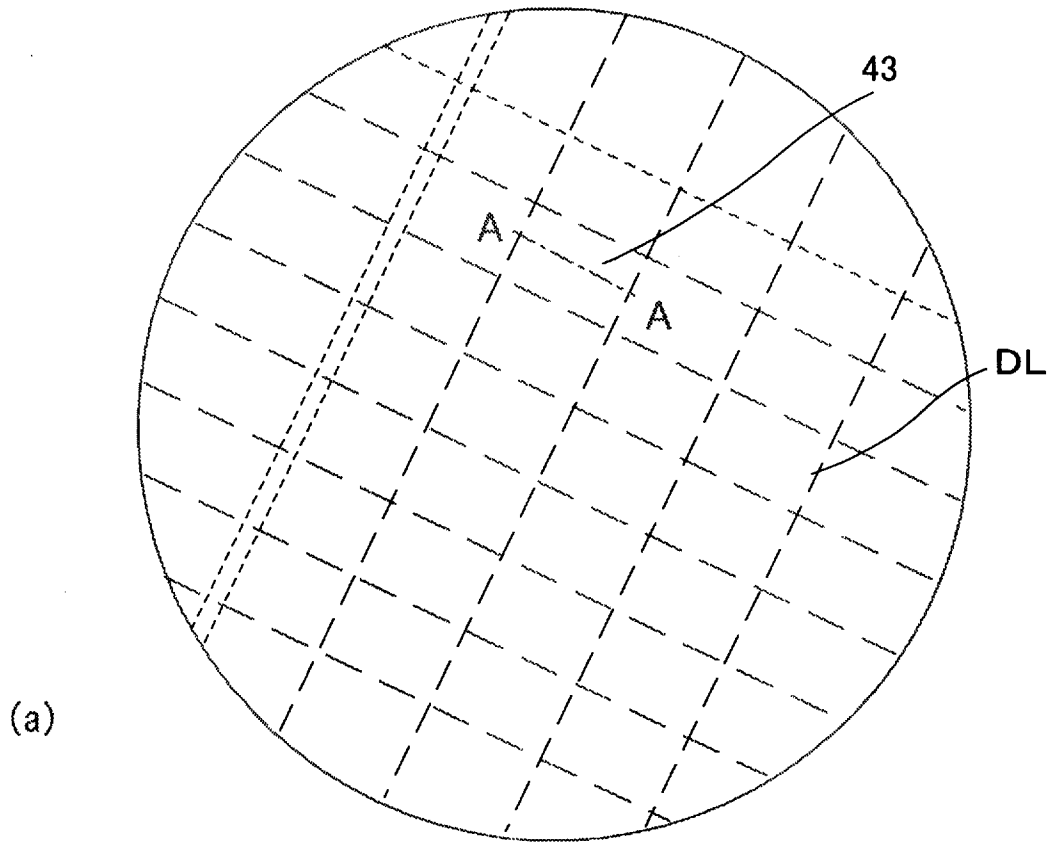
[図4]



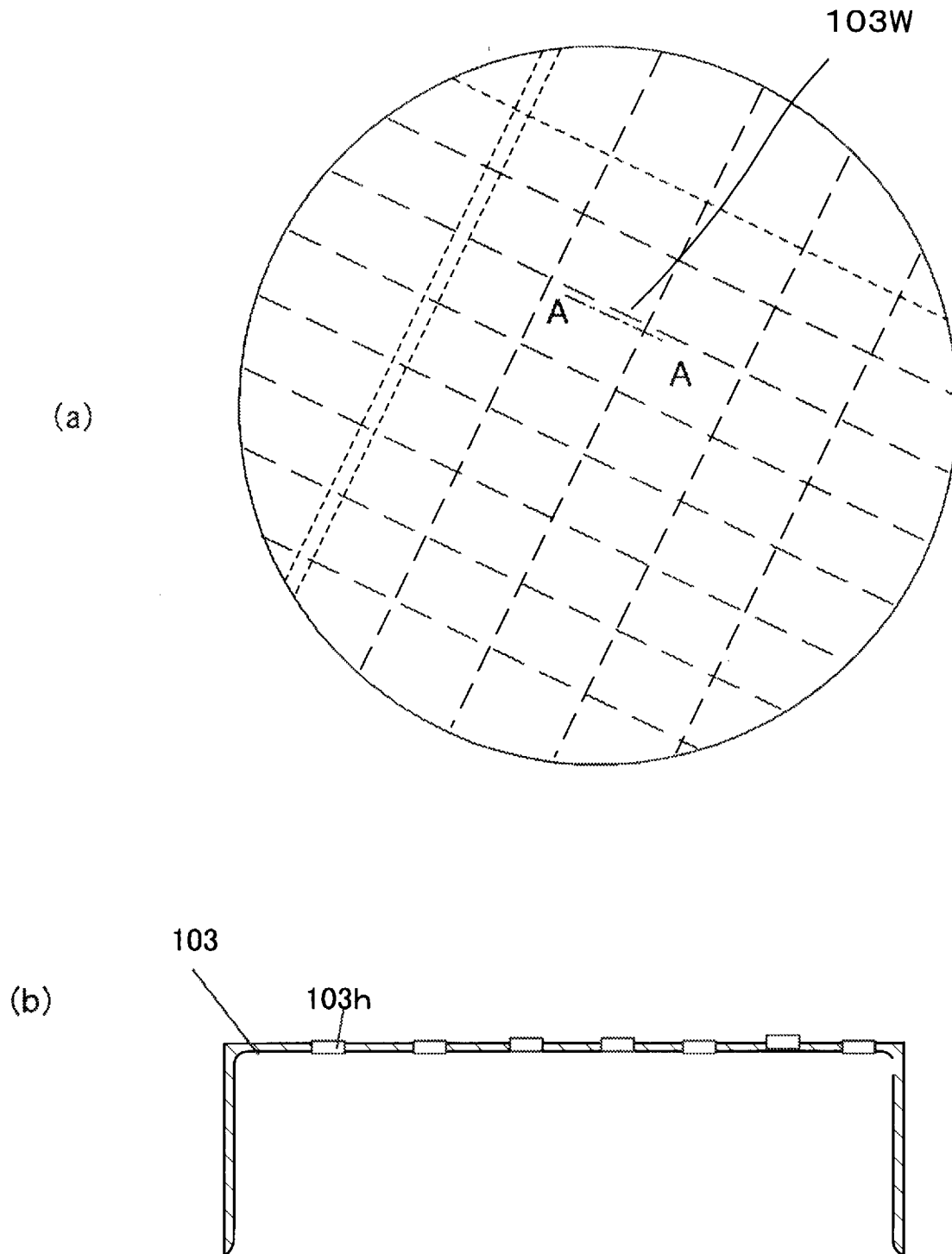
[図5]



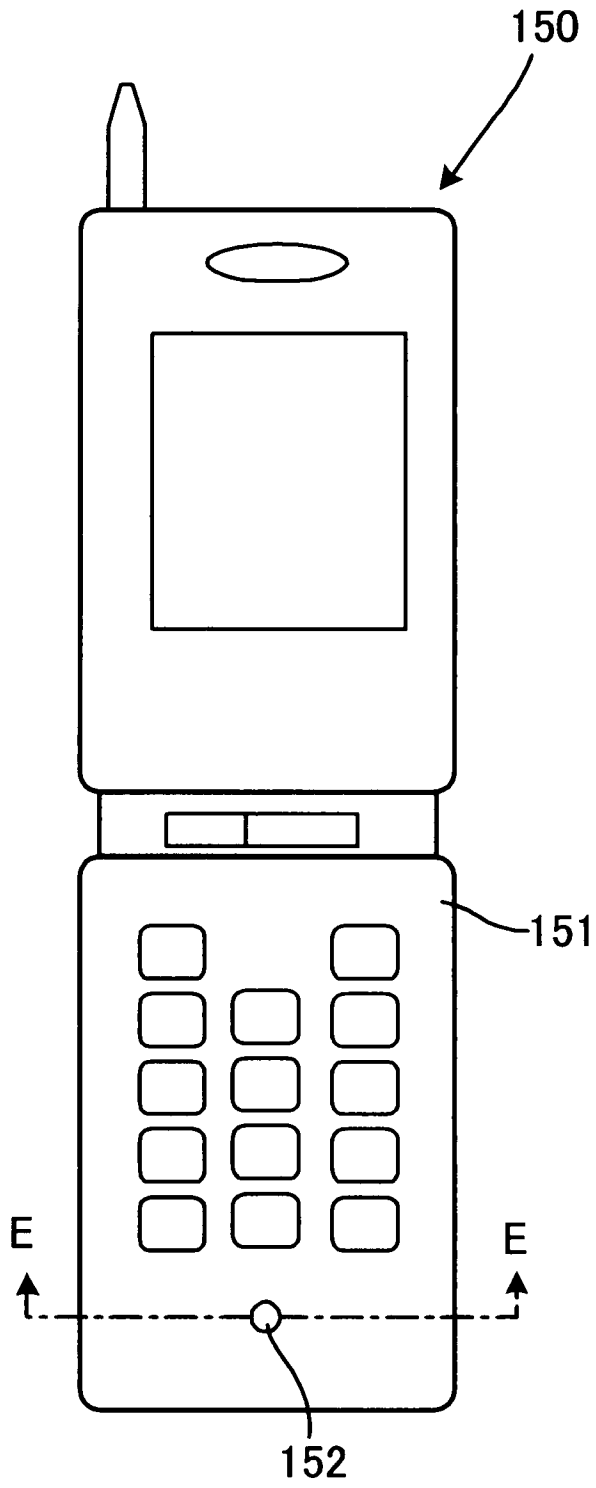
[図6]



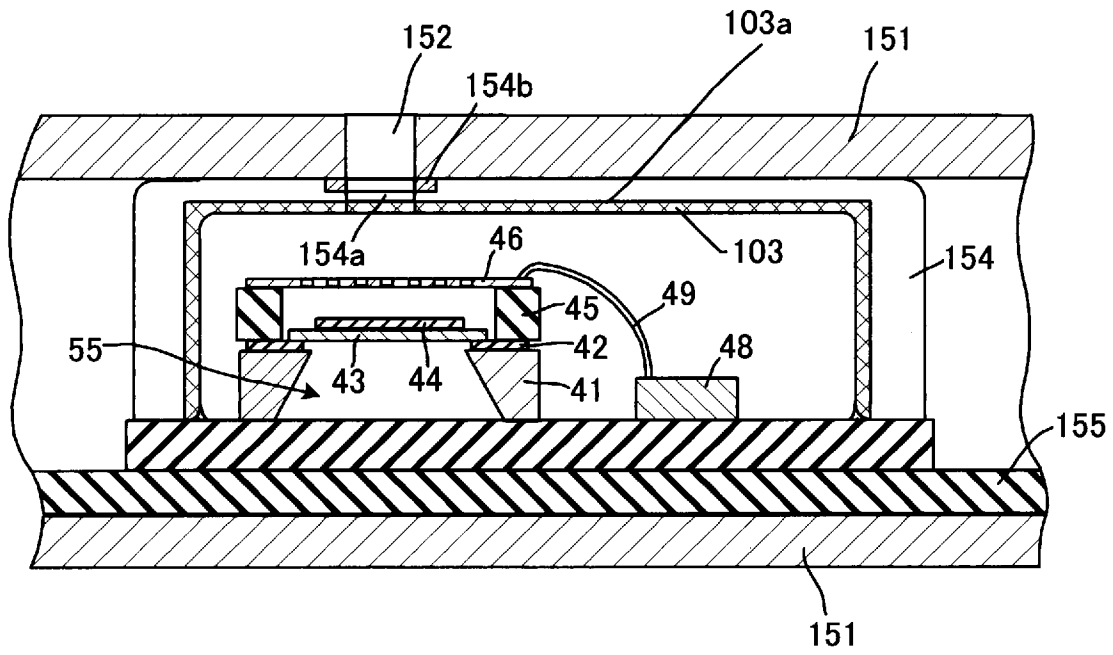
[図7]



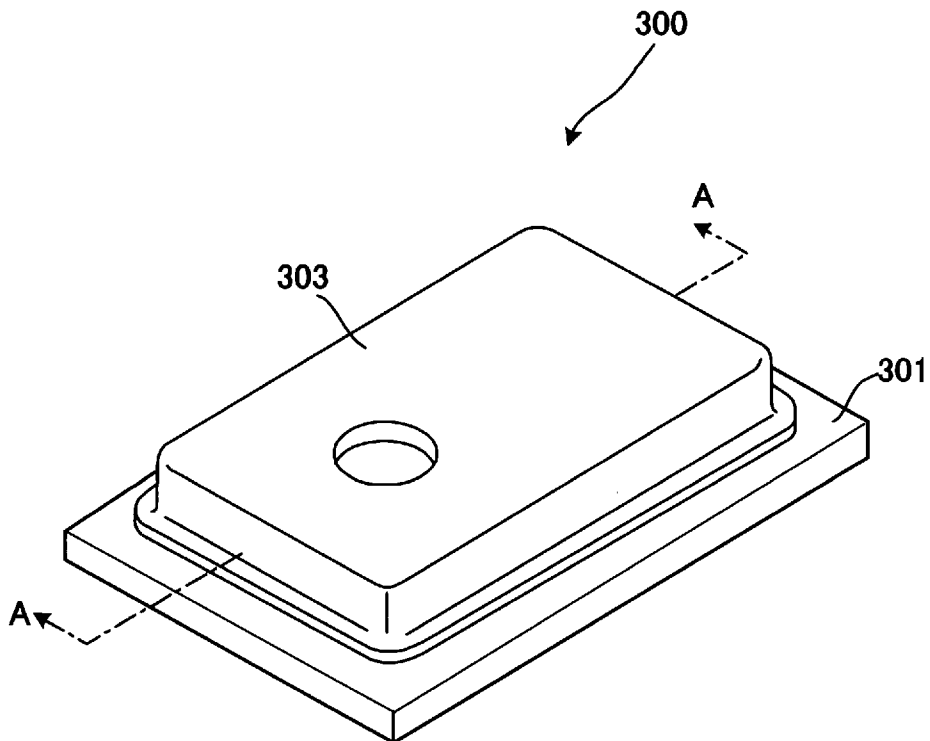
[図8]



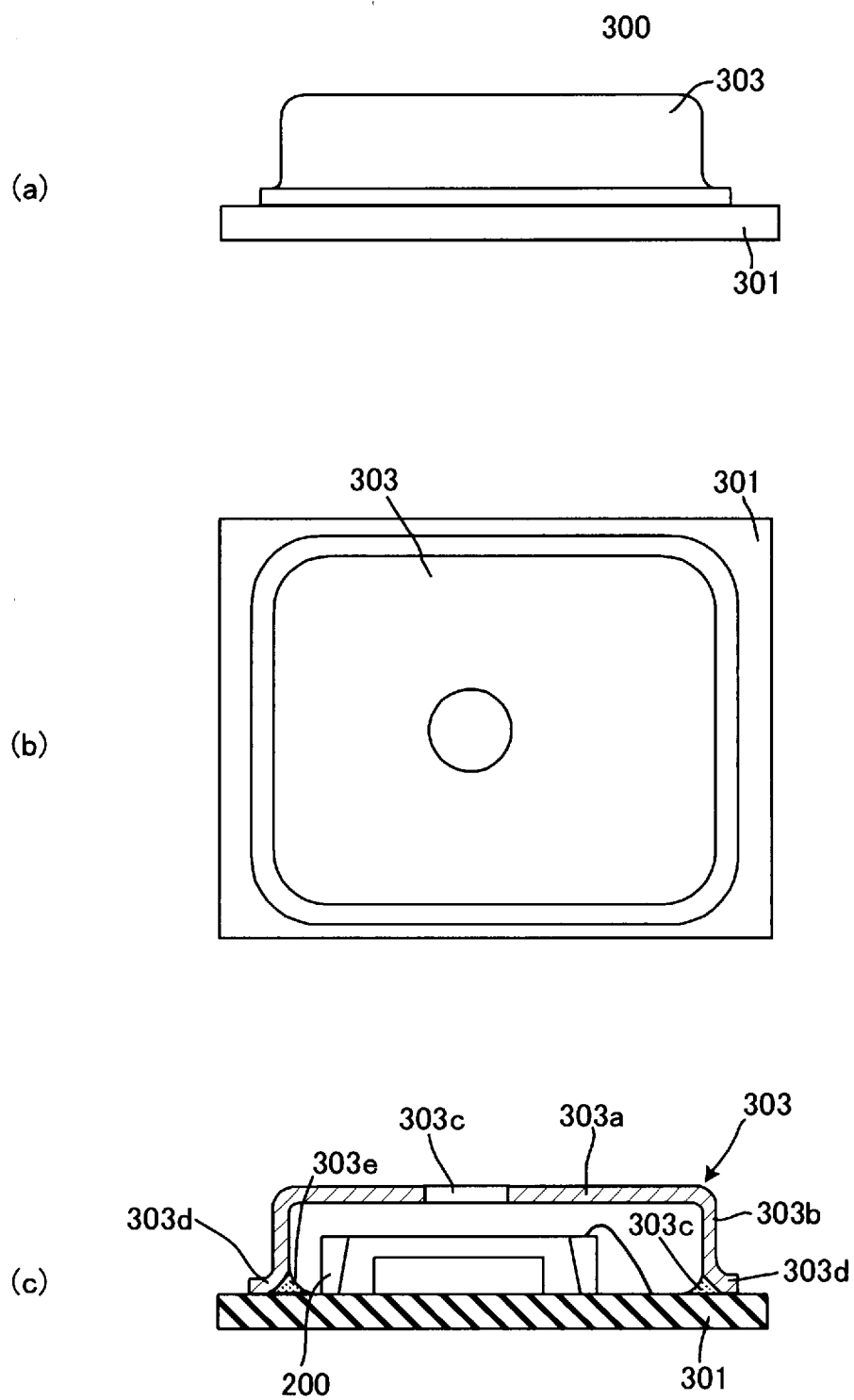
[図9]



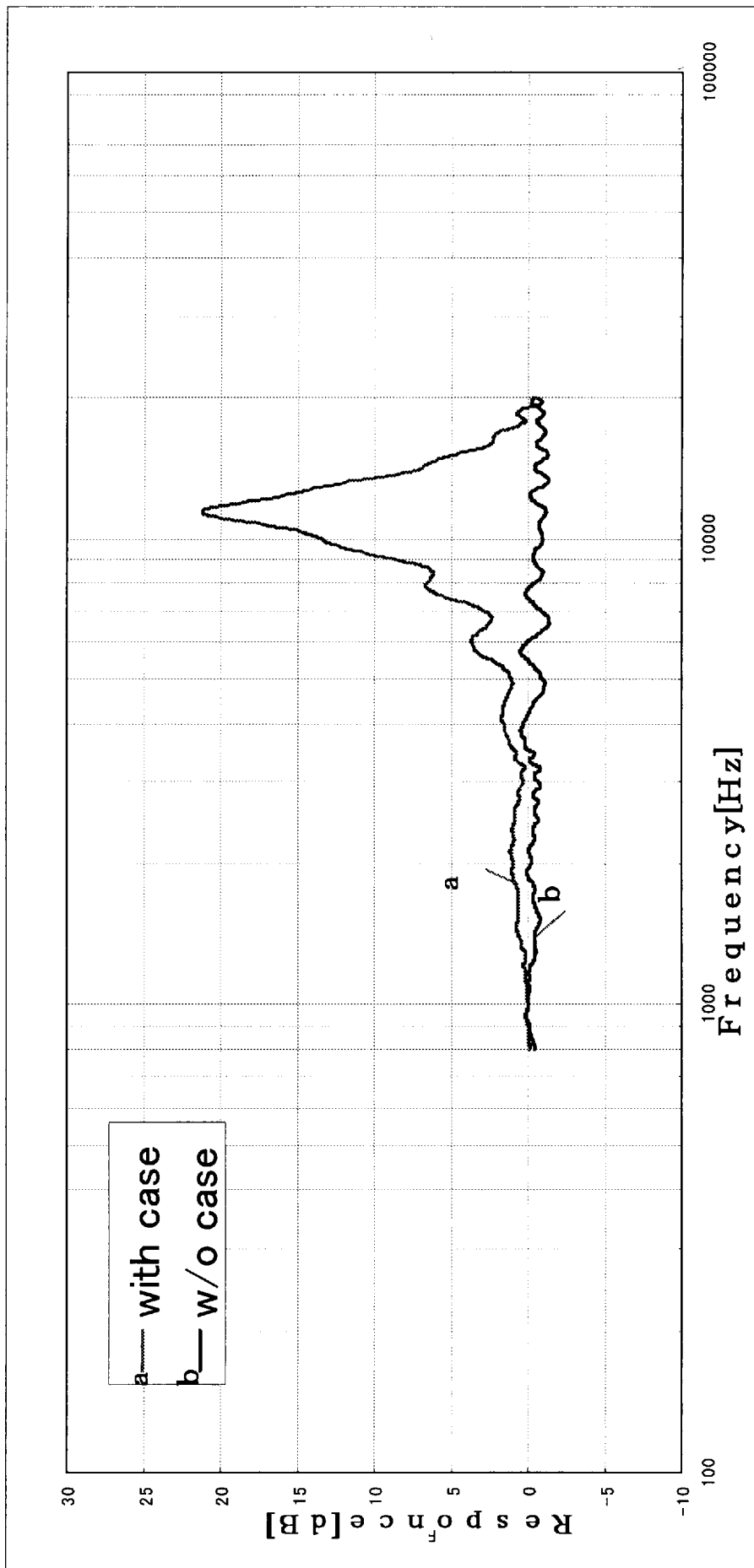
[図10]



[図11]



[12]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2008/002181

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
H04R1/00(2006.01) i, 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)  
H04R1/00, 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 1996-2008  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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 Y	JP 2004-537182 A (Knowles Electronics L.L.C.), 09 December, 2004 (09.12.04), Full text; all drawings & US 2002/0102004 A1 & US 2005/0018864 A1 & US 2005/0185812 A1 & US 2006/0157841 A1 & US 2007/0082421 A1 & US 2007/0201715 A1 & US 2007/0202627 A1 & EP 1346601 A & EP 1821570 A1 & EP 1787491 A & WO 2002/045463 A2 & WO 2006/023016 A1 & AU 2911602 A	1-2, 8-12, 14 3-7, 13, 15-16

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
27 August, 2008 (27.08.08)

Date of mailing of the international search report  
09 September, 2008 (09.09.08)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/002181

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-60661 A (BSE Co., Ltd.), 08 March, 2007 (08.03.07), Full text; all drawings & US 2007/0041597 A1 & EP 1755360 A1 & WO 2007/024048 A & WO 2007/024049 A & KR 10-0675025 B1 & KR 10-0644730 B1 & SG 130158 A	1-3, 6, 8
Y	JP 2007-6149 A (Hosiden Corp.), 11 January, 2007 (11.01.07), Full text; all drawings & US 2006/0291678 A1 & EP 1740024 A2 & KR 10-2006-0134792 A & CN 1886039 A	3-4, 7, 13
Y	JP 2006-237921 A (Audio-Technica Corp.), 07 September, 2006 (07.09.06), Full text; all drawings (Family: none)	3-4, 7, 13
Y	JP 2004-328232 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 November, 2004 (18.11.04), Full text; all drawings (Family: none)	3, 5, 7, 12
Y	JP 2005-51293 A (Citizen Electronics Co., Ltd.), 24 February, 2005 (24.02.05), Full text; all drawings & US 2005/0022366 A1 & DE 102004036357 A & CN 1591565 A	15, 16
A	JP 2007-174622 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 05 July, 2007 (05.07.07), Full text; all drawings & JP 2007-174635 A	8, 14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04R1/00(2006.01)i, 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. H04R1/00, 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	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008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 請求の範囲の番号
X Y	JP 2004-537182 A (ノウレス エレクトロニクス リミテッド ラ イアビリティ カンパニー) 2004.12.09, 全文、全図 & US 2002/0102004 A1 & US 2005/0018864 A1 & US 2005/0185812 A1 & US 2006/0157841 A1 & US 2007/0082421 A1 & US 2007/0201715 A1 & US 2007/0202627 A1 & EP 1346601 A & EP 1821570 A1 & EP 1787491 A & WO 2002/045463 A2 & WO 2006/023016 A1 & AU 2911602 A	1-2, 8-12, 14 3-7, 13, 15-16
X	JP 2007-60661 A (ビーエスイー カンパニー リミテッド) 2007.03.08, 全文、全図 & US 2007/0041597 A1 & EP 1755360 A1 &	1-3, 6, 8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
- 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献
- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

27.08.2008

国際調査報告の発送日

09.09.2008

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)  
大野 弘  
電話番号 03-3581-1101 内線 3541

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 請求の範囲の番号
	WO 2007/024048 A & WO 2007/024049 A & KR 10-0675025 B1 & KR 10-0644730 B1 & SG 130158 A	
Y	JP 2007-6149 A (ホシデン株式会社) 2007.01.11, 全文、全図 & US 2006/0291678 A1 & EP 1740024 A2 & KR 10-2006-0134792 A & CN 1886039 A	3-4, 7, 13
Y	JP 2006-237921 A (株式会社オーディオテクニカ) 2006.09.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	3-4, 7, 13
Y	JP 2004-328232 A (松下電器産業株式会社) 2004.11.18, 全文、全図 (ファミリーなし)	3, 5, 7, 12
Y	JP 2005-51293 A (株式会社シチズン電子) 2005.02.24, 全文、全図 & US 2005/0022366 A1 & DE 102004036357 A & CN 1591565 A	15, 16
A	JP 2007-174622 A (松下電工株式会社) 2007.07.05, 全文、全図 & JP 2007-174635 A	8, 14