

(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  
2007年9月7日 (07.09.2007)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/100015 A1

(51) 国際特許分類:

G01D 21/02 (2006.01) H04R 19/01 (2006.01)  
G01H 11/06 (2006.01)

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 澤田 龍宏  
(SAWADA, Tatsuhiro).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2007/053819

(74) 代理人: 高松 猛, 外(TAKAMATSU, Takeshi 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).

(22) 国際出願日:

2007年2月28日 (28.02.2007)

(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2006-053129 2006年2月28日 (28.02.2006) JP

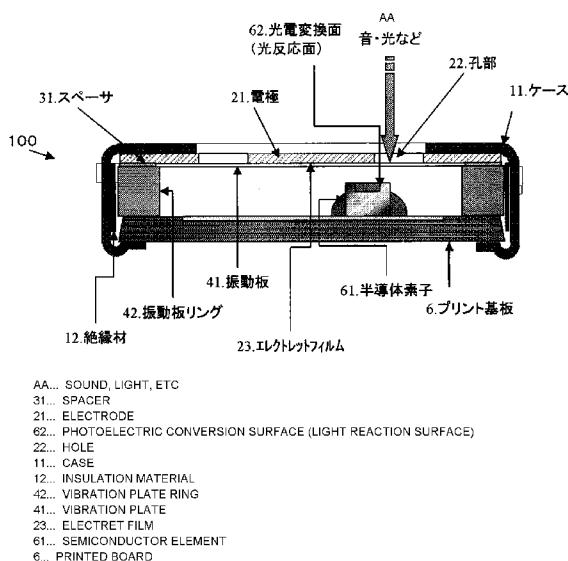
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, 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, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

/続葉有/

(54) Title: ELECTRET CAPACITOR TYPE COMPOSITE SENSOR

(54) 発明の名称: エレクトレットコンデンサ型複合センサ



AA... SOUND, LIGHT, ETC  
31... SPACER  
21... ELECTRODE  
62... PHOTOELECTRIC CONVERSION SURFACE (LIGHT REACTION SURFACE)  
22... HOLE  
11... CASE  
12... INSULATION MATERIAL  
42... VIBRATION PLATE RING  
41... VIBRATION PLATE  
23... ELECTRET FILM  
61... SEMICONDUCTOR ELEMENT  
6... PRINTED BOARD

WO 2007/100015 A1

(57) Abstract: A small, thin and lightweight composite sensor capable of detecting light in addition to sound, vibration, pressure and acceleration by the single sensor. An electret capacitor type composite sensor is constituted from a case (11), an electrode (21), a hole (doubling as both sound hole and light introduction hole) (22), a spacer (31), a light transmissive vibration plate (41), a vibration plate ring (42), a printed board (6), and a semiconductor element (61). A photoelectric conversion section having a function of the photoelectric effect is provided at a part on the surface of the semiconductor element (61), light is guided to the photoelectric conversion section through the hole (22) and the light transmissive vibration plate (41), and an electric signal generated by photoelectromotive force is taken out as a different signal from an electric signal generated by a variation in the capacitance of an electret capacitor.

(57) 要約: 単体のセンサによって、音・振動・圧力・加速度と共に光も検出することができる、小型、薄型、軽量の複合センサを提供すること。 ケース11と、電極21と、孔部(音孔であり光導入孔でもある)22と、スペーサ31と、光透過性の振動板41と、振動板リング42と、プリント基板6と、半導体素子61とから成る。

/続葉有/



(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, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

---

リント基板6と、半導体素子61によってエレクトレットコンデンサ型複合センサを構成する。さらに、半導体素子61の表面の一部に光電効果の機能を有する光電変換部を設け、孔部22と光透過性の振動板41を経由して光電変換部に光を導き、光起電力によって生じた電気信号を、エレクトレットコンデンサの静電容量の変化によって生じた電気信号と区別して取り出す。

## 明細書

### エレクトレットコンデンサ型複合センサ

#### 技術分野

[0001] 本発明は、音・振動・圧力・加速度等の物理量ならびに光(という物理量)を単体で検出することが可能なエレクトレットコンデンサ型複合センサ(マイクロホンを含む)に関する。

#### 背景技術

[0002] 音・振動・圧力・加速度等の物理量、ならびに、光という物理量を検出可能な、多変量検出センサは、例えば、特許文献1に記載されている。

この特許文献1に記載されている多変量検出センサでは、エレクトレットコンデンサと光センサを組み合わせて利用する。

すなわち、音・振動・圧力・加速度などの物理量は静電容量の変化を電圧に変換するなどし、これに基づいて各パラメータの物理量を検出する。また、光という物理量に関しては、エレクトレットコンデンサ型センサとは別のセンサを用いて検出している。

[0003] 特許文献1:特開2004-354199号公報(第1頁、第1図)

#### 発明の開示

##### 発明が解決しようとする課題

[0004] 従来技術では、以下の2つの不都合が生じる場合がある。

(1)従来構造のエレクトレットコンデンサ型センサ単体では、音・振動・圧力は検出できるが、同時に光を検出することができない。

(2)したがって、光も検出する場合には、別のセンサを組み合わせて使用する必要がある。例えば、光を熱量に変換し、これを圧力に換算するセンサを設け、その圧力の値をエレクトレットコンデンサ型センサにより検出して出力することができる。しかし、この場合、光から熱に変換することは非常に変換効率が悪く、少量の光の検出は困難である。また、構造が複雑化、大型化する傾向も生じる。

[0005] 本発明は、前記実情に鑑みてなされたものであり、単体のセンサによって、音・振動・圧力・加速度と共に光も検出することができる、小型、薄型、軽量の複合センサを提

供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0006] 本発明のエレクトレットコンデンサ型複合センサは、エレクトレットコンデンサと、このエレクトレットコンデンサから得られる信号を増幅して出力する機能をもつ半導体素子とが内蔵され、前記エレクトレットコンデンサの静電容量の変化によって所定の物理量を検出可能であり、さらに光も検出可能であるエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、前記半導体素子は光電変換部を具備し、その光電変換部に光を導くことによって光電変換による電気信号を生じさせ、その電気信号を、前記半導体素子から、前記エレクトレットコンデンサの静電容量の変化により生じた電気信号と区別して取り出す。
- [0007] エレクトレットコンデンサ型センサでは、エレクトレットコンデンサの静電容量の変化を電気信号(電流、電圧)に変換し、FET(電界効果トランジスタ)等の出力段の半導体素子により増幅して出力するのが通常である。本発明では、この半導体素子に着目し、この半導体素子の一部に光反応部(PN接合、PIN接合のように、光電変換によって光起電力を生じさせる機能的な半導体面)を設け、これによって、光の同時検出を可能とする。また、エレクトレットコンデンサの静電容量を十分に小さく設定することによって、そのエレクトレットコンデンサによる電圧変化のレベルを十分に小さくすることができる。一方、光照射によって生じる光起電力の電圧レベルを十分に大きく設定すれば、エレクトレットコンデンサによる電圧変化のレベルと光起電力の電圧レベルとは区別可能である。すなわち、特別な識別作業をすることなく、各々の信号を独立のパラメータとして検出することが可能となる。また、半導体素子の一部を光検出用のセンサとして兼用するため、部品点数の増加がなく、センサ全体の構造の複雑化、大型化を招くことがない。
- [0008] また、本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、前記エレクトレットコンデンサを構成する振動板に音を導くための音孔が、その少なくとも一部が前記半導体素子の前記光電変換部と重なりを有するように配置されるものを含む。また、本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、前記振動板が光透過性材料により形成され、前記音孔ならびに前記振動板を経由して光が前記

半導体素子の前記光電変換部に導かれるものを含む。

- [0009] エレクトレットコンデンサ型センサに必須の要素である音孔を、光導入孔としても利用し、かつ、振動板(振動膜)を光透過性材料で構成し、光を、音孔と振動板を経由して、無理なく半導体素子の光電変換部に導くものである。これによって、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出することができ、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することが可能である。
- [0010] 本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、前記半導体素子は実装基板上に実装され、また、前記実装基板の少なくとも一部が光透過性の材料にて形成され、かつ、前記半導体素子の前記光電変換部は、前記実装基板の前記光透過性の材料からなる部分から入射する光を受光し得る位置に配置される。
- [0011] 実装基板の少なくとも一部を光透過性の材料にて構成し、実装基板側から光を入射させるようにしたものである。この構成によれば、実装基板の材料を選定することによって、光の透過度を調節し、実装基板側からの光を基板を通過して光を検出することができ、その検出感度を調節することができる。また実装基板のレイアウトによっても光の透過度を変えることができ、検出感度を調節することができる。この結果、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出でき、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することができる。
- [0012] 本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、光透過性のフィルタをさらに設け、このフィルタ、前記音孔ならびに前記振動板を経由して前記半導体素子の前記光電変換部に、光が入射されるようにしたものを含む。
- この構成によれば、フィルタによって、異物の侵入を防ぐことができ、また、フィルタの通気度・光透過度を調整することによって、音響特性・光検出特性の検出感度を調節することができる。この結果、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出可能となり、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することができる。
- [0013] また、本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、前記半導体

素子の前記光電変換部に、前記実装基板の前記光透過性の材料からなる部分からの光以外の光が入射するのを防止するための、遮光性を有するフィルタが設けられたものを含む。

この構成によれば、フィルタによって異物の侵入を防ぐことができる。また、フィルタによって、不要な光(すなわち、実装基板側から入射する光以外の光であり、具体的には、音孔側から侵入する光である)が光電変換部に到達するのを阻止することができる。これによって、実装基板(プリント基板等)側からの光のみを確実に検出することができる。従って実装基板側からの光であるかどうかなど、光入射方向の検知も可能である。この結果、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出することができ、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することができる。

[0014] また、本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、前記半導体素子は、実装基板にペアチップ実装されたものを含む。

この構成によれば、半導体素子の光反応面など、光電変換部に、効率よく光を検出することができる。また、モールド樹脂が必要でない分、小型化が可能である。したがって、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出でき、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することができる。

[0015] また、本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、前記半導体素子は、その少なくとも一部が光透過性の材料からなるモールド材によりモールドされたものを含む。

この構成によれば、光透過性のモールド部分量またはモールド材料の光透過性の透過度を適切に調整することで光検出を行い、光検出の感度を制御することができる。結果、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出でき、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することができる。

[0016] また、本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、前記エレクトレットコンデンサを構成する振動板の少なくとも一部が光透過性材料により形成され

たものを含む。

この構成によればケースまたは電極の孔から進入した光が振動板を通して、半導体素子まで光を透過することができる。また、振動板の光透過度を導体材料の膜厚量を制御するなどして調整することによって、光検出感度を調整することができる。この結果、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出でき、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することができる。

[0017] また、本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、エレクトレットコンデンサをMEMSチップで構成したものを含む。

この構成によれば、更なる小型化を図ることが可能となる。

[0018] また、本発明は、上記エレクトレットコンデンサ型複合センサにおいて、半導体素子を前記MEMSチップを構成する基板上に集積化したものを含む。

この構成により、さらなる小型化をはかることができるとともに、半導体素子とMEMSチップとの接続も不要となり、半導体素子の光電変換部の大面積化をはかることができ感度の向上をはかることができる。

## 発明の効果

[0019] 本発明によれば、従来のコンデンサ型センサ単体では検出できなかった光のパラメータを、静電容量の値ではなく、電流値(あるいは電圧値)から検出できるようになる。

また、光を検出する際、コンデンサ部の静電容量(又は電圧)の値から独立した特性値である半導体素子の電流値を取得することで正確に且つ他のパラメータとの識別作業が不要であり、容易に光を検出することが可能となる。

また、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出でき、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持可能である。

[0020] また、音孔を、光導入孔としても利用し、かつ、振動板(振動膜)を光透過性材料で構成することによって、光を、音孔と振動板を経由して、無理なく半導体素子の光電変換部に導くことが可能となる。

また、実装基板の少なくとも一部を光透過性の材料にて構成し、実装基板側から光

を入射させるようにすることによって、実装基板にて光の透過度を調節することができ、その検出感度を調節することもできる。また、実装基板のレイアウトによつても光の透過度を変えることができ、検出感度を調節することが可能となる。

[0021] また、音孔または半導体素子を覆うような光透過性のフィルタを設けることによつて、異物の侵入を防ぐことができる。また、フィルタの通気度、光透過度を調整することによつて、音響特性・光検出特性の検出感度を調節することが可能となる。

また、実装基板側から光を入射させる場合、不要光を阻止するための遮光性のフィルタを設けることによつて、実装基板側からの光のみを確実に検出することができるようになる。従つて実装基板側からの光であるかどうかなど、光入射方向の検知も可能となり、また、異物の侵入を防ぐことも可能となる。

[0022] また、半導体素子をペアチップ実装することによつて、半導体素子の光電変換部(光反応面)に、効率よく光を検出することができる。また、モールド樹脂が必要でない分、小型化が可能となる。

[0023] また、半導体素子に透明モールドパッケージを適用することによつて、光検出感度を調整することが可能となる。すなわち、光透過性のモールド部分量またはモールド材料の光透過性の透過度を適切に調整することによつて、光検出感度を、最適化することができる。

[0024] また、振動板(振動膜)を透明化することによつて、その振動板を経由して、半導体素子まで光を無理なく透過することができ、また、振動板の光透過度を導体材料の蒸着量を制御するなどして膜厚を調整することによつて、光検出感度を調整することも可能となる。

本発明によつて、コンデンサ型センサの内部の振動板の変位量により検出できる音・振動・加速度などに加え、半導体素子中の光起電力による電流値等を取得して光も検出できるようになり、音・振動・圧力・加速度・光を単体で検出可能な、小型、薄型かつ軽量の複合センサを実現することができる。

[0025] また、エレクトレットコンデンサをMEMSチップで構成することによつて、更なる小型化を図ることが可能となる。

[0026] さらにまた、半導体素子を前記MEMSチップを構成する基板上に集積化すること

により、さらなる小型化をはかることができるとともに、半導体素子とMEMSチップとの接続も不要となり、半導体素子の光電変換部を多く露出することができ感度の向上をはかることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0027] [図1]本発明の実施の形態1のエレクトレットコンデンサ型複合センサの構成の一例(音孔ならびに光透過性の振動板を介して光を導く構成)を示す断面図
- [図2]本発明の実施の形態2のエレクトレットコンデンサ型複合センサの構成の他の例(プリント基板側から光を導く構成)を示す断面図
- [図3]本発明の実施の形態3のエレクトレットコンデンサ型複合センサの構成の他の例(孔部22を覆うフィルタを設けた構成)を示す断面図
- [図4]本発明のエレクトレットコンデンサ型複合センサを用いた、多変量検出回路の構成を示す回路図
- [図5]図4の多変量検出回路における、音検出特性の一例を示す図
- [図6]図4の多変量検出回路における、光検出特性を示す図
- [図7]図4の多変量検出回路における、音の入力周波数と出力電圧との関係を示す図
- [図8]図4の多変量検出回路における、入力光量と電流値の関係を示す特性図
- [図9]半導体素子の実装方法の一例(TAB方式を採用した例)を示す要部断面図
- [図10]半導体素子の実装方法の他の例(透明モールドパッケージを採用した例)を示す要部断面図
- [図11]本発明の実施の形態4のエレクトレットコンデンサ型複合センサの構成の他の例(MEMSチップを用いた構成)を示す断面図

### 符号の説明

- [0028] 6 プリント基板(実装基板)

11 ケース

12 絶縁材

21 電極

22 孔部(音孔)

- 23 エレクトレットフィルム
- 41 振動板(振動膜)
- 42 振動板リング
- 31 スペーサ(ギャップ部)
- 61 半導体素子(FET等)
- 62 光電変換部
- 63 MEMSチップ
- 81 透光性フィルタ
- 100 エレクトレットコンデンサ型複合センサ
  - 201 半導体素子の端子
  - 202 チップキャリアのインナーリード
  - 203 プリント基板上の端子
    - 301 アウターリード
    - 302 タブ吊りリード
    - 303 ボンディングワイヤ
- 400 透明モールド樹脂(透明モールド封止体)

### 発明を実施するための最良の形態

[0029] 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。

#### (第1の実施の形態)

図1は、本発明のエレクトレットコンデンサ型複合センサの構成の一例(音孔ならびに光透過性の振動板を介して光を導く構成)を示す断面図である。

図示されるように、図1のエレクトレットコンデンサ型複合センサは、ケース11と、電極21と、孔部(音孔かつ光導入孔)22と、スペーサ(ギャップ部)31と、振動板(振動膜)41と、振動板リング(振動板保持部)42と、プリント基板(実装基板)6と、半導体素子61と、を有する。

[0030] そして、半導体素子61の表面の一部には、光電変換部(光電変換機能をもつ光反応面)62が設けられ、かつ、孔部22の一部が光電変換部62と重なりを有しており、また、振動板(振動膜)41が光透過性を有している。これにより、孔部(音孔)22と振動

板41を経由して、光を、無理なく光反応面62に導くことができるようになっている。

[0031] 振動板(振動膜)41を透明化することによって、半導体素子まで光を導くことができるようになると共に、振動板41の光透過度を導体材料の膜厚(蒸着量)を制御するなどして調整することによって、光検出感度を調整することも可能となる。

[0032] ケース11は、プリント基板6と接続している。スペーサ(ギャップ形成部)31を挟んで、振動板(振動膜)41と電極21上のエレクトレットフィルム23でコンデンサを形成している。ここでは、コンデンサ部の静電容量は、5pF～20pF程度に設定するようにギャップ・振動板面積を構成している。また、エレクトレット部の着電電位は、約-300Vとしている。ただし、これらの数値は一例であり、その数値に限定されるものではない。

[0033] ケース11は、センサの骨格として、コンデンサのマイナス電極・シールドとしての機能を有する。振動板(振動膜)41は、振動板リング42に接着剤にて貼り付けており、一定のテンションを保っている。

振動板(振動膜)41はNiやAlなどの導体層(金属蒸着により得られる蒸着膜など)振動板リング42と電気的導通をとっている。

ケース11と振動板リング42は、絶縁材12によって絶縁されている。プリント基板51は振動板リングと電気的導通をとっている。

[0034] また、半導体素子61としてFET(電界効果トランジスタ:例えば、JFET)を使用しており、FETの表面には、光電変換部62を露出させている。FETのゲートと振動板リング42が電気的に導通するようにパターンレイアウトを施している。

また、FETのソース(マイナス)とケース11も導通が取られている。

[0035] また、半導体素子61のプリント基板(実装基板)6への実装構造としては、ベアチップ実装を採用している。図1では、半導体素子61は、バンプ電極(不図示)を用いてプリント基板(実装基板)6に実装され(フリップチップ実装)、接着剤Pにより固定されている。なお、半導体素子の実装方法は、これに限定されるものではなく、図9や図10に示されるような実装方式も採用することができる。

[0036] 図9は、半導体素子の実装方法の一例(TAB)を示す要部断面図である。図9において、図1と共通する部分には同じ参照符号を付してある。図示されるように、半導体素子61の表面には、金属端子201が設けられており、この金属端子201は、テープ

キャリアのインナーリード202を介して、プリント基板6上の出力端子203に電気的に接続されている。

半導体素子をベアチップ実装することによって、半導体素子の光電変換部を多く露出することができ、効率よく光を検出することができる。また、モールド樹脂が必要でない分、小型化が可能となる。

- [0037] 図10は、半導体素子の実装方法の他の例(透明モールドパッケージを採用した例)を示す要部断面図である。図10において、図1と共通する部分には同じ参照符号を付してある。

図示されるように、半導体素子61は、タブ吊りリード302上に載置されており、この半導体素子61は、ボンディングワイヤ303を介して、アウターリード301に電気的に接続されている。半導体素子61は、透明モールド樹脂(例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂と酸無水物を主成分とする樹脂)400によって封止されている。

- [0038] 透明モールドパッケージを適用することによって、光検出感度を調整することが可能となる。すなわち、光透過性のモールド部分量またはモールド材料の光透過性の透過度を適切に調整することによって、光検出感度を、最適化することができる。

以上のように構成されたエレクトレットコンデンサ型複合センサについて、図4～図8を用いてその動作を具体的に説明する。

- [0039] 図4は、本発明のエレクトレットコンデンサ型複合センサを用いた、多変量検出回路の構成を示す回路図である。

図示されるように、多変量検出回路(以下、単に検出回路という場合がある)は、エレクトレットコンデンサ型複合センサ100と、電圧源Vdssと、負荷抵抗Rdと、電流計Idsと、電圧計Vdsと、直流成分をカットするコンデンサCdvとを有している。

- [0040] 外部の音や振動などの入力によりエレクトレットコンデンサ型複合センサ100の内部の振動板(振動膜)41の振れによって変化した静電容量によるコンデンサ部の電圧の変化がFET(半導体素子61)のゲート部に入力される。

FET(半導体素子61)のゲート部に入力された電圧の変化により、図4の検出回路中の電流値が変化することで、負荷抵抗Rdでの電圧降下量が変化する。その結果、図4の検出回路に出力される電圧を、電圧計Vdsより読み取ることで、音・振動・圧力・

加速度などの値を検出することができる。

[0041] 図5は、図4の多変量検出回路における、音検出特性の一例を示す図である。図5は、1kHzの音を入力した場合の電圧データを示している。電圧の周波数・変化量などは入力された音圧によって、変化する。

[0042] 図7は、図4の多変量検出回路における、音の入力周波数と出力電圧との関係を示す図である。かなり広い周波数帯域に渡って、フラットな電圧特性が得られているのがわかる。

また、図4の検出回路では、外部からの光の入力によりFET(半導体素子61)の表面の光反応部62に光が入射されることによって、FET内部に光起電力が発生し、FETに流れる電流値が変化し、電流値を電流計Idsを読み取ることで光を検出できる。または電圧計Vdsと並列に直流電圧を読み取れるように回路を構成し、その電圧を読み取ることでも光を検出することができる。

[0043] 図6は、図4の多変量検出回路における、光検出特性を示す図である。

図6では、光入力量がステップ的に変化した場合の電流データを示す。図6では、例えば $110 \mu A$ の電流が時間軸4秒まで、 $225 \mu A$ の電流が時間軸5秒から入力されたと読み取ることができる。図8の照度-電流曲線によると、この $110 \mu A$ の電流値は50lxに、 $225 \mu A$ の電流値は5000lxに相当することがわかる。従って50lx程度の光が時間軸4秒まで、5000lx程度の光が時間軸5秒から入力されたと読み取ることができる。ここで光量と電流値との関係は、検出回路またはコンデンサ型複合センサの構成(光電変換効率)によって決定されるものである。

[0044] 図8は、図4の多変量検出回路における、入力光量と電流値の関係を示す特性図である。この図から、照度に応じて、電流量が右肩上がりに増大することがわかる。

ここで、重要なことは、コンデンサ部の静電容量の設定値を $5\sim20pF$ に設定していることから、コンデンサ部での電圧変化に対して、光起電力の電圧が十分大きく設定されており、したがって、静電容量の変化により生じた電気信号と、光照射によって生じた電気信号は、特別な識別処理をしなくともそれぞれ独立のパラメータとして、容易に検出することが可能である、ということである。

[0045] 本発明によって、コンデンサ型複合センサの内部の振動板の変位量により検出で

きる音・振動・加速度などに加え、半導体素子中の光起電力による電流値等を取得して光も検出できるようになり、音・振動・圧力・加速度・光を単体で検出可能な、小型、薄型かつ軽量の複合センサを実現することができる。従って、セキュリティー用品に使われるセンサ、例えば、家の防犯システムにおいて、音や光を検出するセンサとして用い、このコンデンサ型複合センサを用い、この複合センサの出力によってカメラや警報器具が作動するようなシステムなどに特に有効である。例えば、音と光と両方を検出した場合にのみ信号を出力するなど、適宜選択して使用することにより、誤動作の低減などの効果もある。また、ゲーム機のボタンやセンサーなども適用可能であり、小型かつ低成本化が実現可能となる。

[0046] なお、このコンデンサ型センサを用いて圧力・加速度を測定するには、振動板41とエレクトレット電荷保持部であるエレクトレットフィルム23の両端の容量すなわち、図4の等価回路図から明らかのように、圧力、加速度の検出に対して、圧力、加速度の物理量が振動板の変位によるコンデンサ容量の変化から検出されることから、FET(半導体素子)61のゲート・ソース間の容量を検出するか、あるいはFET(半導体素子)61のソース・ドレイン間の電圧を検出することで測定可能である。

[0047] (第2の実施の形態)

図2は、本発明のエレクトレットコンデンサ型複合センサの構成の他の例(プリント基板側から光を導く構成)を示す断面図である。図2において、図1と共通する部分には同じ参照符号を付してある。

[0048] 図2の構成が、図1と異なる点は、プリント基板6の少なくとも一部が光透過性を有しており、かつ、半導体素子61の光電変換部62が、半導体素子61の表面に設けられていることである。これによって、プリント基板6側からの光を、半導体素子61の光電変換部62に無理なく導くことができる。

[0049] この構成によれば、プリント基板6の材料を選定・作成することで、光の透過度を調節し、基板側からの光を基板を通過して光を検出することができ、その検出感度を調節することができる。また、プリント基板のレイアウトによつても光の透過度を変えることができ、検出感度を調節することができる。この結果、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出でき、かつ、従来のコンデンサ型

センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することができる。

[0050] (第3の実施の形態)

図3は、本発明のエレクトレットコンデンサ型複合センサの構成の他の例(孔部22を覆うフィルタを設けた構成)を示す断面図である。図3において、図1と共通する部分には同じ参照符号を付してある。

図3の構成が図1と異なる点は、孔部22を覆うようなフィルタ81が設けられていることである(その他の点は、図1と同様である)。

[0051] フィルタ81を設けたことによって、異物の侵入を防ぐことができる。また、フィルタ81の通気度・光透過度を調整することによって、音響特性・光検出特性の検出感度を調節することも可能となる。

この結果、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を精度よく検出でき、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することができる。

[0052] なお、図2のセンサ(プリント基板側から光を導く構成をもつセンサ)において、図3と同様に、孔部22を覆うような位置において、遮光性をもつフィルタを設けることもできる。この場合、そのフィルタは、異物侵入を防ぐと共に、孔部22からの光の進入を遮断する働きをする。これによって、プリント基板6側からの光のみを正確に検出することができる。従って実装基板側からの光であるかどうかなど、光入射方向の検知も可能となる。その結果、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出でき、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持することができる。

[0053] なお、以上の説明では複合センサを、FETを用いたエレクトレットコンデンサマイクロホンで構成した例で説明したが、その他の半導体素子を用いたコンデンサ型センサ、コンデンサ型マイクロホン、MEMSセンサまたはMEMSマイクロホンについても同様に実施可能である。

以上説明したように、本発明によれば、従来のコンデンサ型センサ単体では検出できなかった光のパラメータを、静電容量の値ではなく、電流値(あるいは電圧値)から検出できるようになる。

[0054] また、光を検出する際、コンデンサ部の静電容量(又は電圧)の値から独立した特性値である半導体素子の電流値を取得することで正確に且つ他のパラメータとの識別作業が不要であり、容易に光を検出できる。

また、光検出を含めコンデンサ型センサ単体で音・振動・圧力・加速度の物理量を検出でき、かつ、従来のコンデンサ型センサの部品点数を増加させること無く、小型・薄型の状態を保持できる。

[0055] また、音孔を、光導入孔としても利用し、かつ、振動板(振動膜)を光透過性材料で構成することによって、光を、音孔と振動板を経由して、無理なく半導体素子の光電変換部に導くことが可能となる。

また、実装基板の少なくとも一部を光透過性の材料にて構成し、実装基板側から光を入射させることによって、実装基板にて光の透過度を調節することができ、その検出感度を調節することもできる。また、実装基板のレイアウトによても光の透過度を変えることができ、検出感度を調節することが可能となる。

[0056] また、音孔または半導体素子を覆うような光透過性のフィルタを設けることによって、異物の侵入を防ぐことができる。また、フィルタの通気度、光透過度を調整することによって、音響特性・光検出特性の検出感度を調節することが可能となる。

また、実装基板側から光を入射させる場合、不要光を阻止するための遮光性のフィルタを設けることによって、実装基板側からの光のみを確実に検出することができるようになる。光入射方向の検知も可能となり、また、異物の侵入を防ぐことも可能となる。あるいは、遮光性のケースで被覆し、光ファイバなどの導光体を介して光をセンサに導くようにすることも可能である。これにより、センサの誤動作の低減を図ることが出来る。また音孔に代えて、やわらかいフィルムなどの振動体で構成した音伝達部を適用することも可能である。

[0057] また、半導体素子をベアチップ実装することによって、半導体素子の光電変換部を多く露出することができ、効率よく光を検出することができる。また、モールド樹脂が必要でない分、小型化が可能となる。

また、半導体素子に透明モールドパッケージを適用することによって、光検出感度を調整することが可能となる。すなわち、光透過性のモールド部分量またはモールド

材料の光透過性の透過度を適切に調整することによって、光検出感度を、最適化することができる。

[0058] また、振動板(振動膜)を透明化することによって、その振動板を経由して、半導体素子まで光を無理なく透過することができ、また、振動板の光透過度を導体材料の蒸着量を制御するなどして膜厚を調整することによって、光検出感度を調整することも可能となる。

本発明によって、コンデンサ型センサの内部の振動板の変位量により検出できる音・振動・加速度などに加え、半導体素子中の光起電力による電流値等を取得して光も検出できるようになり、音・振動・圧力・加速度・光を単体で検出可能な、小型、薄型かつ軽量の複合センサを実現することができる。

[0059] (第4の実施の形態)

図11は、本発明のエレクトレットコンデンサ型複合センサの音響センサとしてMEMSチップを用いた構成を示す断面図である。図11において、図1と共通する部分には同じ参照符号を付した。

図11に示すように、本実施の形態のエレクトレットコンデンサ型複合センサは、振動板及びエレクトレットフィルムの機能を有した音響センサをシリコン基板(チップ)上に形成して構成したMEMSチップ63で構成したことを特徴とするもので、配線パターンの形成されたプリント基板6上に、光電変換部62を有する半導体素子61とともに搭載されている。そしてこの外側は孔部(音孔)22を形成したケース11で覆われている。ここではMEMSチップ63と光電変換部を有する半導体チップ61とはボンディングワイヤ303によって電気的に接続されている。

また、ノイズ対策としてケース11はプリント基板6を介して半導体素子61とMEMSチップ63のマイナス極と電気的に導通を取るほうが望ましい。また、音や光の信号を検出できる範囲で孔部(音孔)22はケース11かプリント基板6のどちらかに配置されていればよい。

[0060] この構成により、更なる小型化が可能となる。

また、このMEMSチップを構成するシリコンチップ表面にPN接合を形成し光電変換部を作りこむことにより、複合センサの1チップ化が可能となり、更なる小型化が可

能となる。また、半導体素子とMEMSチップとの接続も不要となり、半導体素子の光電変換部の大面積化をはかることができ感度の向上をはかることができる。

### 産業上の利用可能性

[0061] 本発明は、音・振動・圧力・加速度・光を単体で検出可能な、小型、薄型かつ軽量の複合センサを実現するという効果を奏し、したがって、エレクトレットコンデンサ型複合センサとして、セキュリティシステムやゲーム機などに有用である。

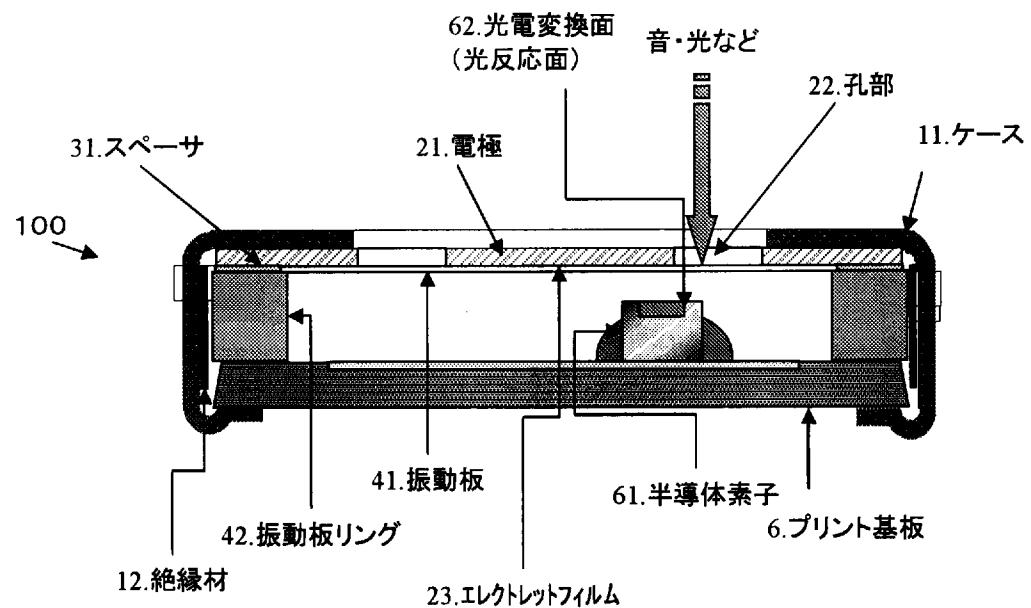
## 請求の範囲

- [1] エレクトレットコンデンサと、前記エレクトレットコンデンサから得られる信号を増幅して出力する機能をもつ半導体素子とが内蔵され、前記エレクトレットコンデンサの静電容量の変化によって所定の物理量を検出可能であるとともに、光検出機能を備えたエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、  
前記半導体素子が光電変換部を具備し、前記光電変換部に光を導くことによって光電変換による電気信号を生じさせ、その電気信号を、前記半導体素子から、前記エレクトレットコンデンサの静電容量の変化により生じた電気信号と区別して出力するエレクトレットコンデンサ型複合センサ。
- [2] 請求項1記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、  
前記エレクトレットコンデンサを構成する振動板に音を導くための音孔の少なくとも一部が前記半導体素子の前記光電変換部と重なりを有するように配置されたエレクトレットコンデンサ型複合センサ。
- [3] 請求項1または2に記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、  
前記振動板が光透過性材料により形成され、前記音孔ならびに前記振動板を経由して光が前記半導体素子の前記光電変換部に導かれるエレクトレットコンデンサ型複合センサ。
- [4] 請求項1記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、  
前記半導体素子は実装基板上に実装され、また、前記実装基板の少なくとも一部が光透過性の材料で形成され、かつ、前記半導体素子の前記光電変換部は、前記実装基板の前記光透過性の材料からなる部分から入射する光を受光しうるように配置されたエレクトレットコンデンサ型複合センサ。
- [5] 請求項3記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、  
光透過性のフィルタをさらに設け、このフィルタ、前記音孔、ならびに前記振動板を経由して前記半導体素子の前記光電変換部に、光が入射されるようにしたエレクトレットコンデンサ型複合センサ。
- [6] 請求項4記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、  
前記半導体素子の前記光電変換部に、前記実装基板の前記光透過性の材料から

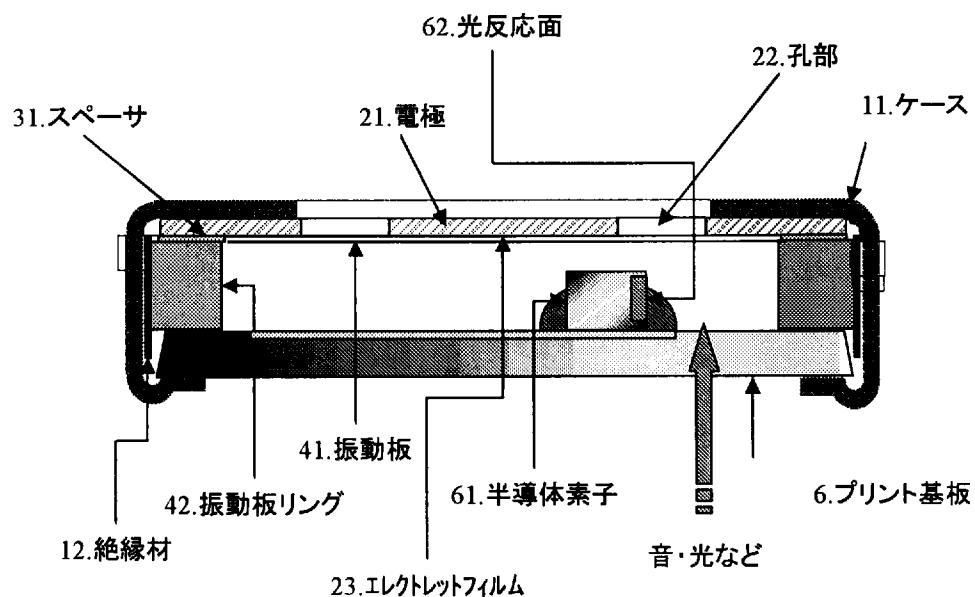
なる部分からの光以外の光が入射するのを防止するように、遮光性を有するフィルタが設けられるエレクトレットコンデンサ型複合センサ。

- [7] 請求項1乃至6のいずれか記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、前記半導体素子は、実装基板にベアチップ実装されたエレクトレットコンデンサ型複合センサ。
- [8] 請求項1乃至6のいずれか記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、前記半導体素子は、その少なくとも一部が光透過性の材料からなるモールド材によりモールドされているエレクトレットコンデンサ型複合センサ。
- [9] 請求項1記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、前記エレクトレットコンデンサを構成する振動板の少なくとも一部が光透過性材料により形成されたエレクトレットコンデンサ型複合センサ。
- [10] 請求項1記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、前記エレクトレットコンデンサはMEMSチップで構成されたエレクトレットコンデンサ型複合センサ。
- [11] 請求項10記載のエレクトレットコンデンサ型複合センサであって、前記半導体素子は前記MEMSチップを構成する基板上に集積化されたエレクトレットコンデンサ型複合センサ。

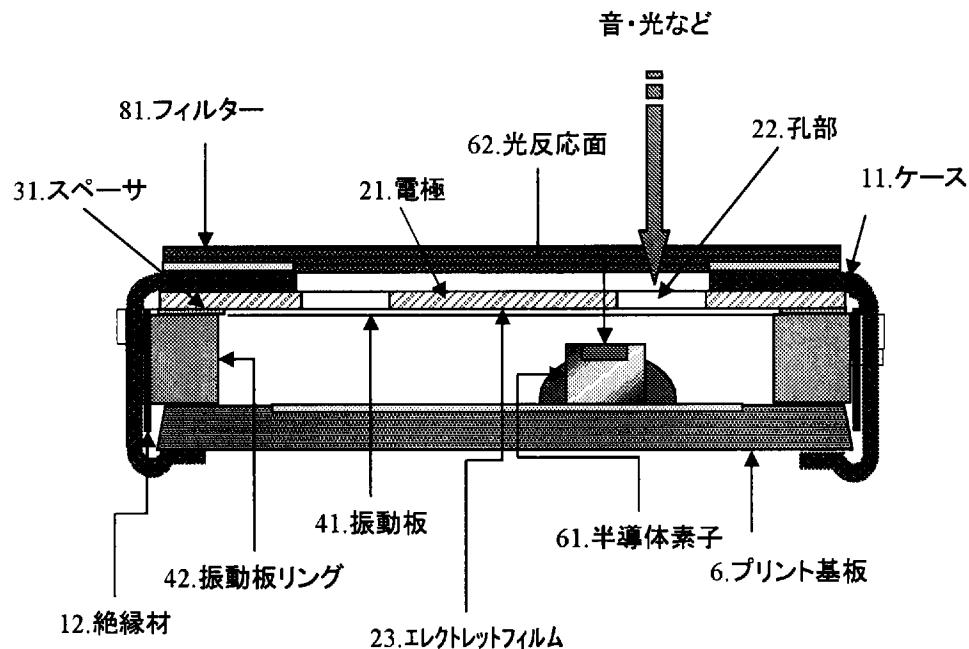
[図1]



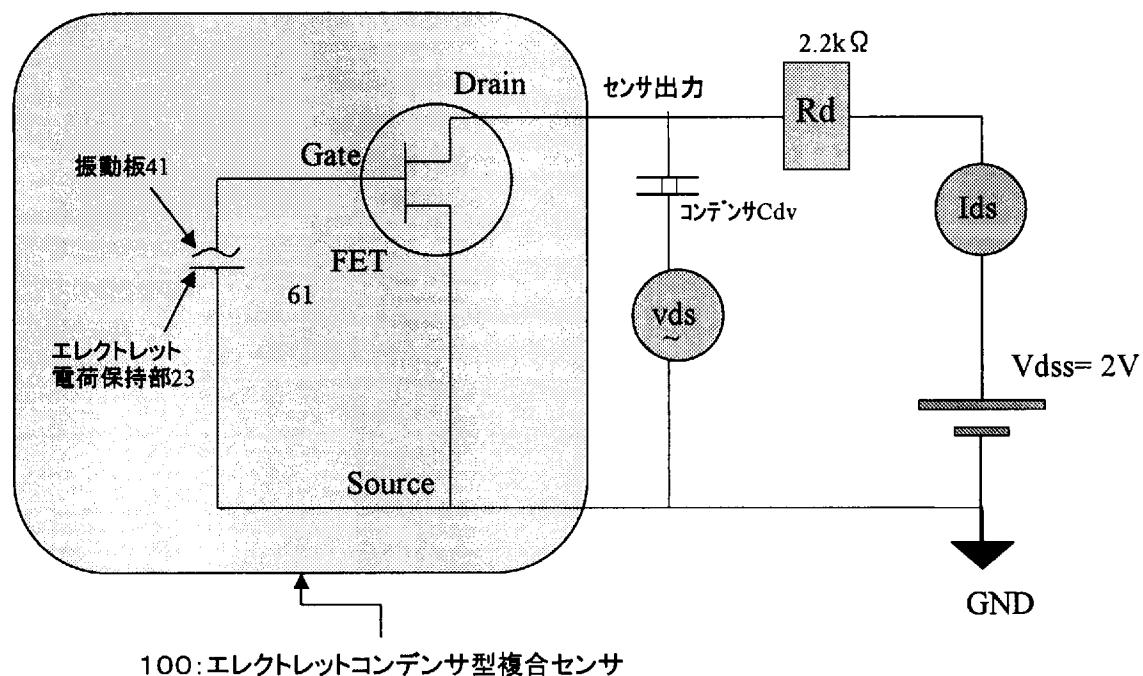
[図2]



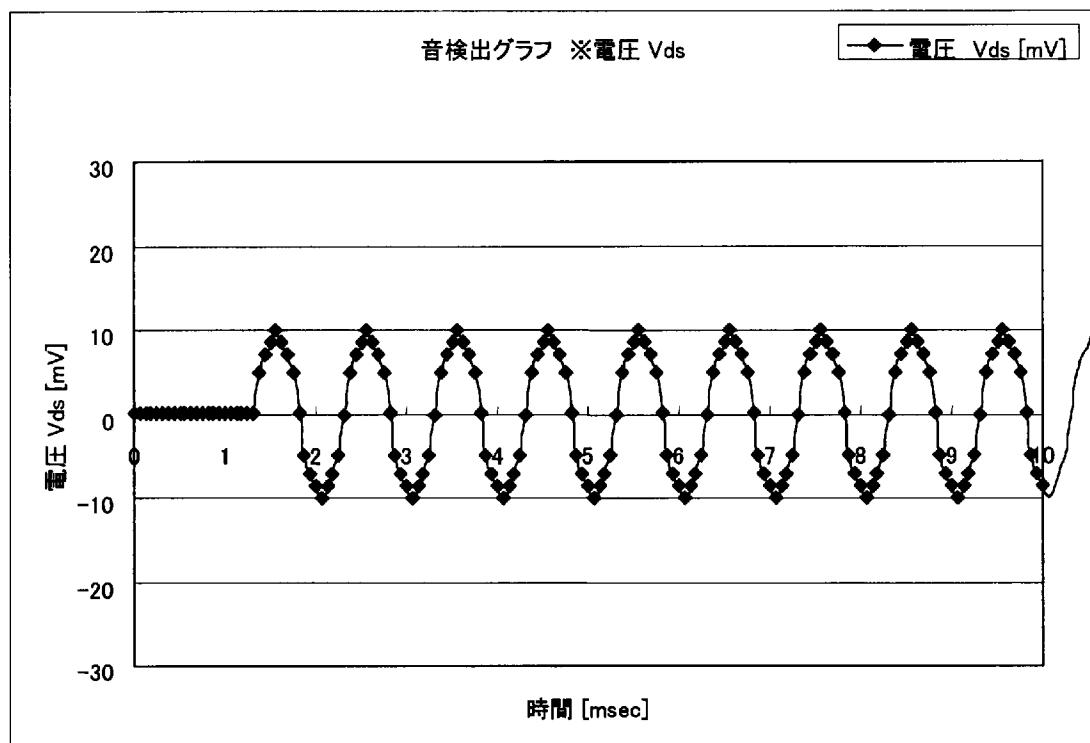
[図3]



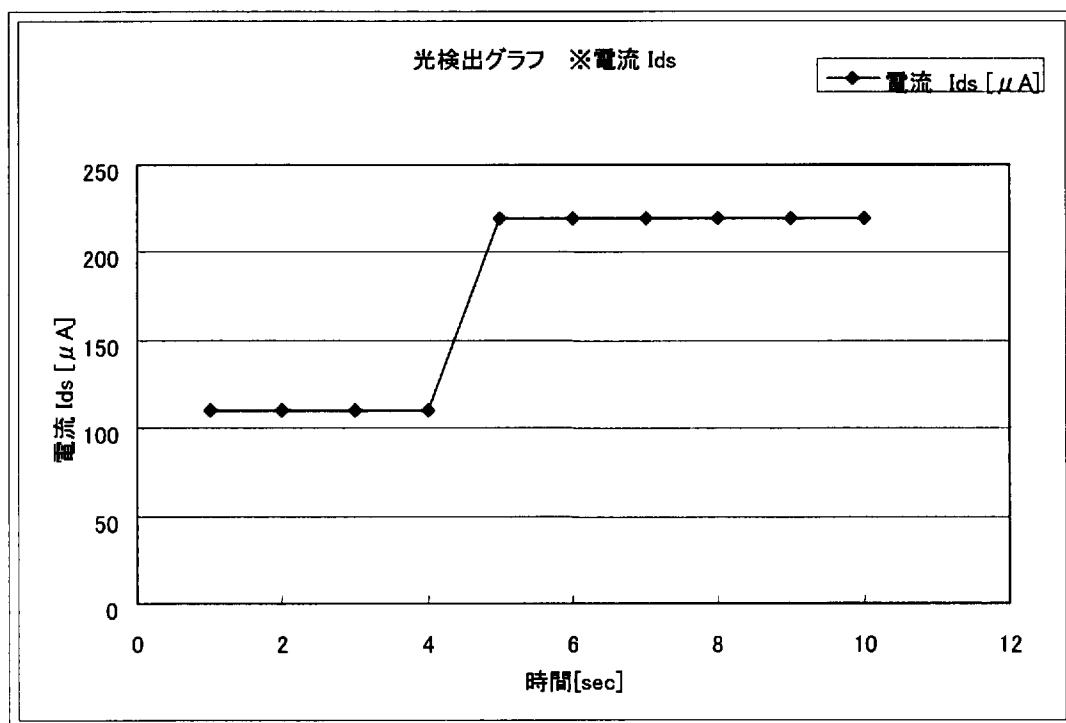
[図4]



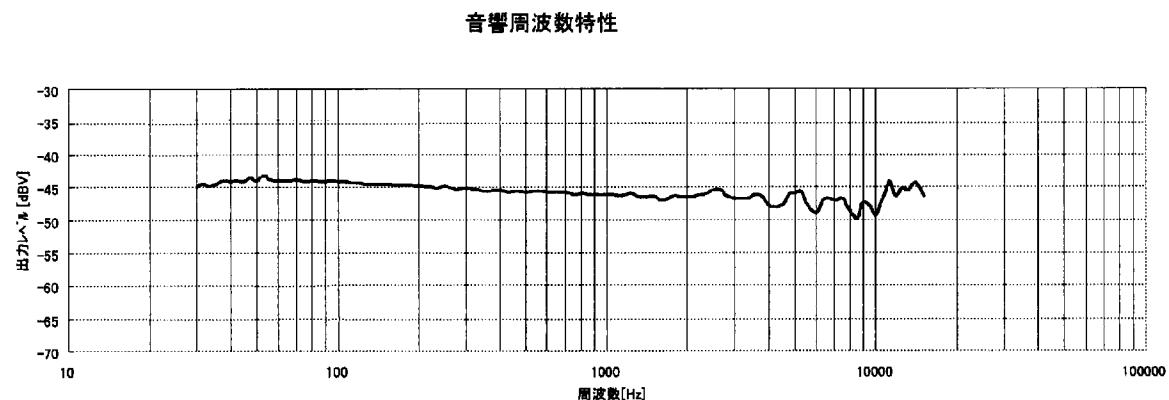
[図5]



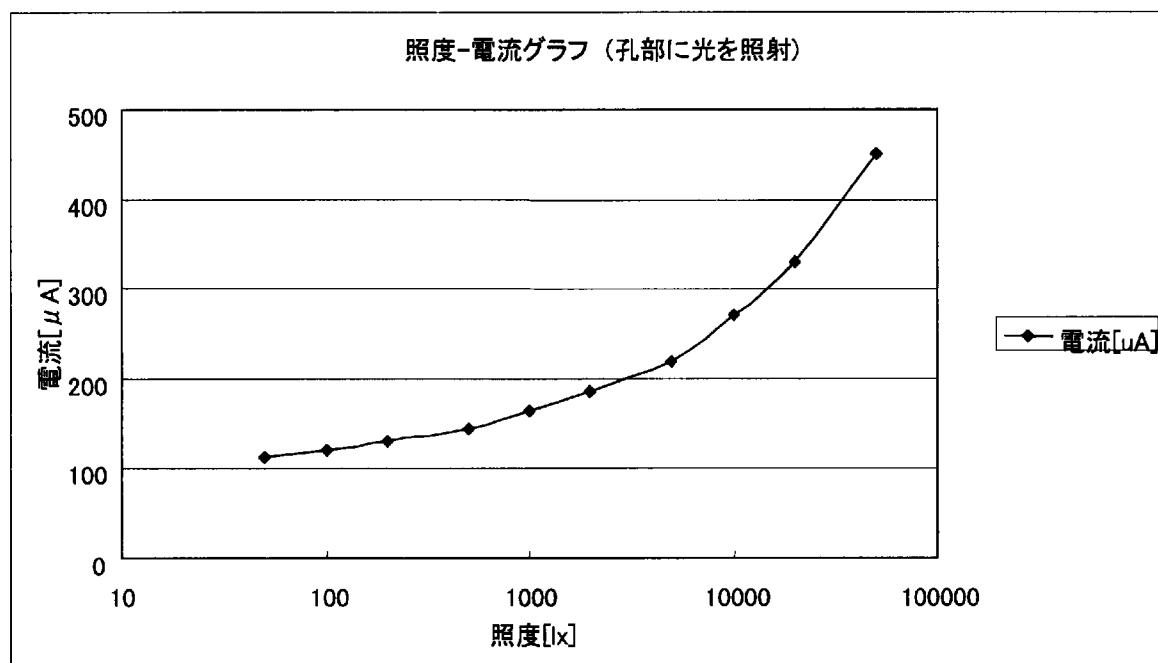
[図6]



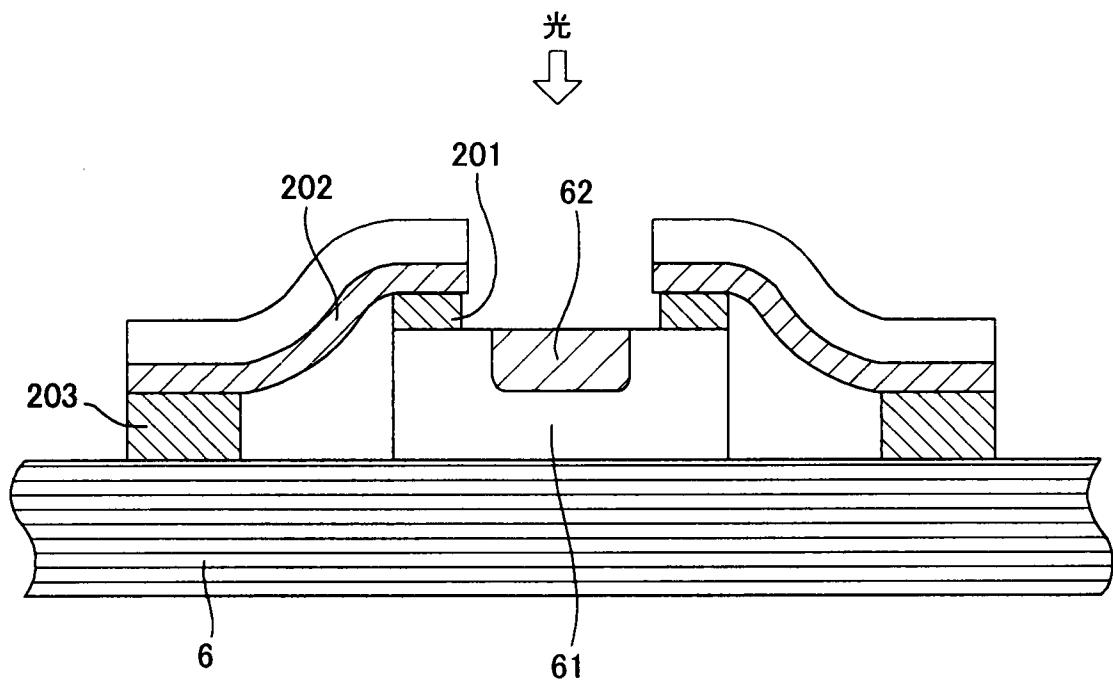
[図7]



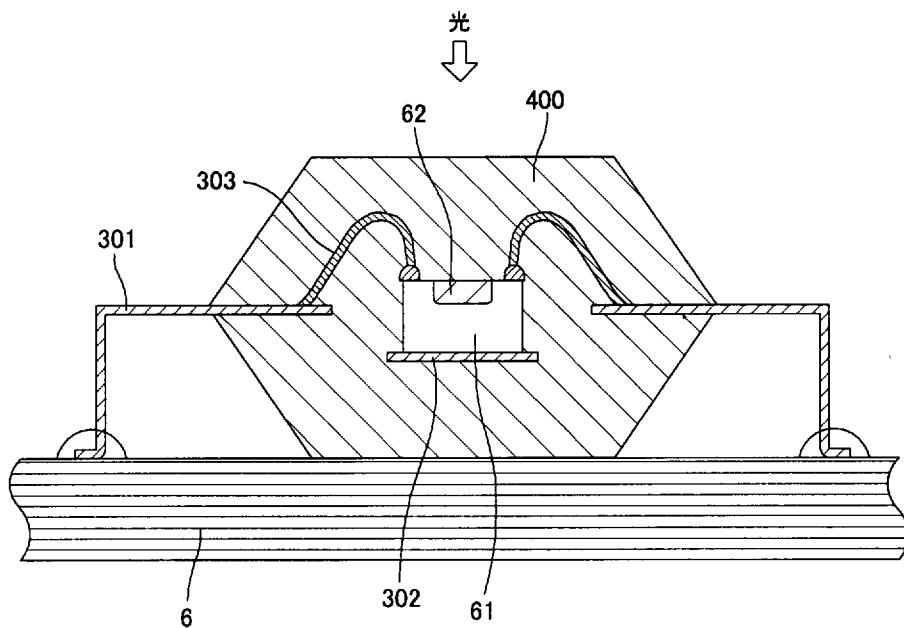
[図8]



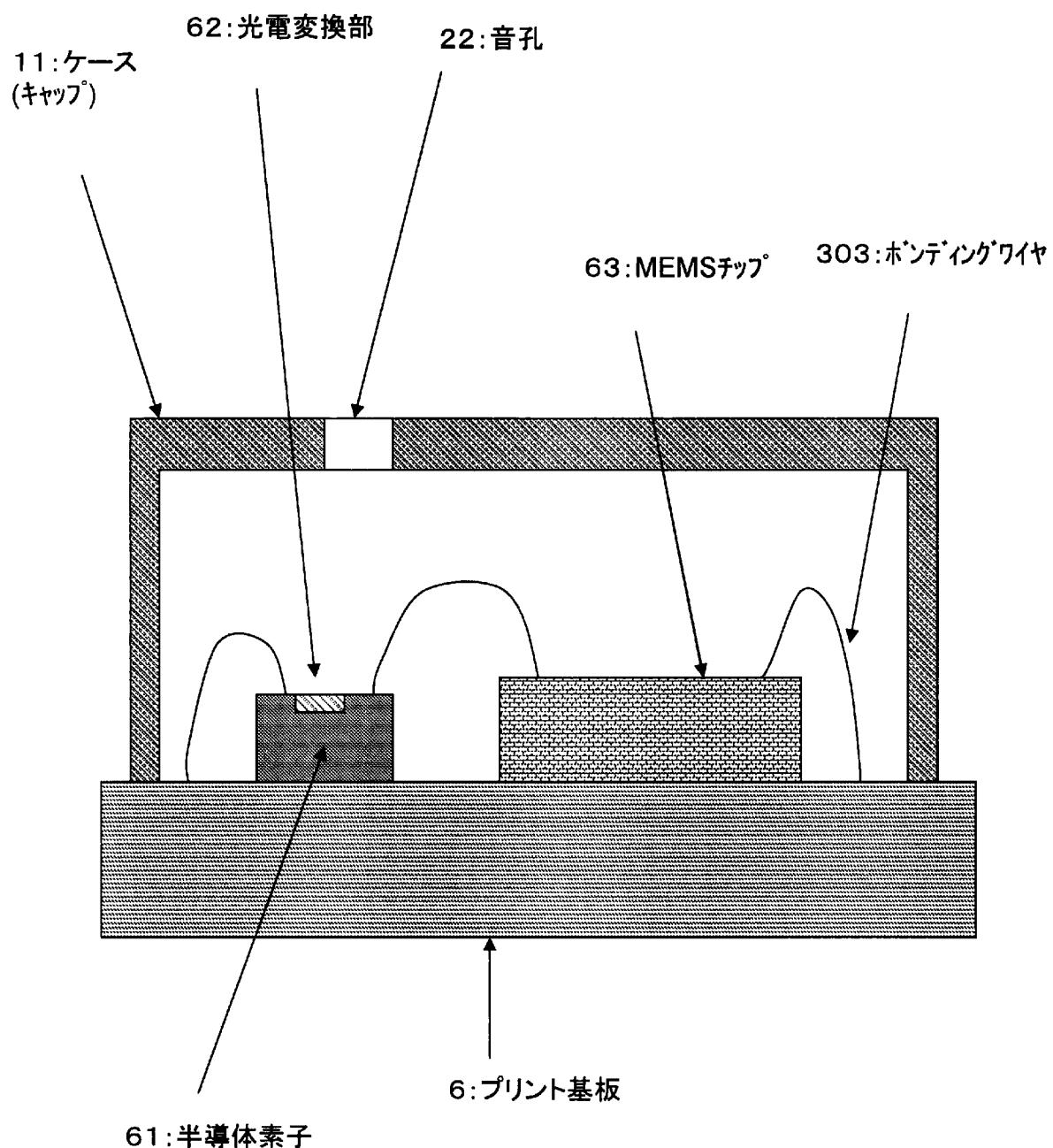
[図9]



[図10]



[図11]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/053819

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**
*G01D21/02(2006.01)i, G01H11/06(2006.01)i, H04R19/01(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)

*G01D21/02, G01H11/06, H04R19/01*

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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	JP 1-196518 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 08 August, 1989 (08.08.89), Full text; all drawings & US 4972099 A	1,10,11
Y		7,8
A		2-6,9
X	JP 4-291606 A (Hitachi, Ltd.), 15 October, 1992 (15.10.92), Full text; all drawings (Family: none)	1,10,11
Y		7,8
A		2-6,9
Y	JP 2004-191087 A (Nidec Copal Corp.), 08 July, 2004 (08.07.04), Full text; all drawings & US 2004/113058 A1	7

 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

"&amp;" document member of the same patent family

 Date of the actual completion of the international search  
 19 April, 2007 (19.04.07)

 Date of mailing of the international search report  
 01 May, 2007 (01.05.07)

 Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/JP2007/053819

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-75046 A (Rohm Co., Ltd.), 14 March, 2000 (14.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	8
Y	JP 2005-191208 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 July, 2005 (14.07.05), Full text; all drawings (Family: none)	10, 11
A	JP 2001-83004 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 March, 2001 (30.03.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-11

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01D21/02(2006.01)i, G01H11/06(2006.01)i, H04R19/01(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. G01D21/02, G01H11/06, H04R19/01

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	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007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	J P 1-196518 A (大日本印刷株式会社) 1989. 0	1, 10, 11
Y	8. 08、全文、全図&U S 4972099 A	7, 8
A		2-6, 9
X	J P 4-291606 A (株式会社日立製作所) 1992. 1	1, 10, 11
Y	0. 15、全文、全図 (ファミリーなし)	7, 8
A		2-6, 9
Y	J P 2004-191087 A (日本電産コパル株式会社) 2004. 07. 08、全文、全図&U S 2004/113058 A 1	7

 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」国際出願目前で、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

19. 04. 2007

国際調査報告の発送日

01. 05. 2007

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）

2F 9504

井 上 昌 宏

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
Y	J P 2 0 0 0 - 7 5 0 4 6 A (ローム株式会社) 2 0 0 0 . 0 3. 1 4、全文、全図 (ファミリーなし)	8
Y	J P 2 0 0 5 - 1 9 1 2 0 8 A (松下電器産業株式会社) 2 0 0 5. 0 7. 1 4、全文、全図 (ファミリーなし)	1 0 , 1 1
A	J P 2 0 0 1 - 8 3 0 0 4 A (松下電器産業株式会社) 2 0 0 1. 0 3. 3 0、全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 1