

(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
2014 年 9 月 25 日(25.09.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/148248 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 9/00 (2006.01) *H01L 29/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/055487
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 4 日(04.03.2014)
- (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 2013-057273 2013 年 3 月 19 日(19.03.2013) 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 8 0 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 井上 勝之(INOUE Katsuyuki); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 中野 雅房(NAKANO Masayoshi); 〒6018005 京都府京都市南区東九条西岩本町 1 0 - 2 イリアスビル 3 F Kyoto (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, KE, KG, 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, 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.

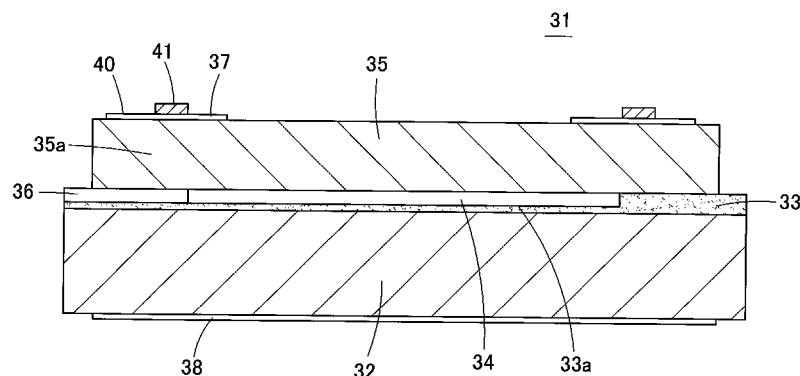
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: CAPACITANCE TYPE PRESSURE SENSOR AND INPUT APPARATUS

(54) 発明の名称: 静電容量型圧力センサ及び入力装置



(57) Abstract: A dielectric layer (33) is formed on an upper surface of a fixed electrode (32) formed of a semiconductor. A recess (33a) is formed in a surface of the dielectric layer (33) by recessing a part of the surface of the dielectric layer (33). An upper substrate (35a) is laminated on an upper surface of the dielectric layer (33) so as to cover the recess (33a). A thin film-like portion of the upper substrate (35a), said portion being positioned above the recess (33a), forms a conductive diaphragm (35) that can be warped due to pressure. Impurity concentration of at least the upper surface of the fixed electrode (32) is $2.00 \times 10^{17} - 2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$.

(57) 要約: 半導体からなる固定電極 32 の上面に誘電体層 33 を形成する。誘電体層 33 の表面の一部を窪ませることにより、誘電体層 33 の表面にリセス 33a を形成する。リセス 33a を覆うようにして誘電体層 33 の上面に上基板 35a を積層する。上基板 35a のうちリセス 33a の上方に位置する薄膜状の部分は、圧力によって撓むことのできる導電性ダイアフラム 35 となる。固定電極 32 の少なくとも上面における不純物濃度は、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。

WO 2014/148248 A1

明 細 書

発明の名称： 静電容量型圧力センサ及び入力装置

技術分野

[0001] 本発明は、静電容量型圧力センサ及び入力装置に関する。具体的には、本発明は、圧力で撓んだダイアフラムが誘電体層に接触して圧力を検知するタッチモードの静電容量型圧力センサに関する。また、当該圧力センサを利用した入力装置に関する。

背景技術

[0002] 一般的な静電容量型圧力センサでは、導電性のダイアフラム（可動電極）と固定電極がギャップを隔てて対向しており、圧力で撓んだダイアフラムと固定電極との間の静電容量の変化から圧力を検出している。しかし、この圧力センサが、ガラス基板やシリコン基板を用いてMEMS技術で製造されるマイクロデバイスである場合には、ダイアフラムに大きな圧力が加わって大きく撓むと、ダイアフラムが破壊されるおそれがある。

[0003] そのため、固定電極の表面に誘電体層を設けておき、圧力によって撓んだダイアフラムが誘電体層に接触し、その接触面積の変化によってダイアフラムと固定電極との間の静電容量が変化するようにした圧力センサが提案されている。このような圧力センサは、タッチモード静電容量型圧力センサと呼ばれることがある。

[0004] タッチモード静電容量型圧力センサとしては、たとえば非特許文献1に記載されたものがある。図1（A）は非特許文献1に記載された圧力センサ11を示す断面図である。この圧力センサ11では、ガラス基板12の上面に金属薄膜からなる固定電極13を形成し、固定電極13の上からガラス基板12の上面に誘電体膜14を形成している。誘電体膜14にはスルーホール15を開口してあり、誘電体膜14の上面に設けられた電極パッド16はスルーホール15を通して固定電極13に接続されている。誘電体膜14の上面にはシリコン基板17が積層されており、シリコン基板17の上面に窪み

18を設けるとともに下面にリセス19を設け、窪み18とリセス19の間に薄膜状のダイアフラム20を形成している。ダイアフラム20は固定電極13と重なり合う位置に設けられている。また、シリコン基板17の下面はB（ホウ素）が高濃度にドーピングされたP⁺層21となっており、それによってダイアフラム20が導電性を付与されていて可動電極の機能を有している。ダイアフラム20の下面と誘電体膜14との間には、リセス19によって数 μm のギャップ22が生じている。

[0005] 図1（B）は、圧力センサ11の圧力と静電容量との関係（圧力－容量特性）を示す図であって、非特許文献1に記載されたものである。圧力センサ11のダイアフラム20に圧力が加わると、ダイアフラム20はその印加圧力に応じて撓み、ある圧力で誘電体膜14に接触する。図1（B）における圧力が0からP_aまでの区間（未接触領域）は、ダイアフラム20が誘電体膜14に接触していない状態である。圧力がP_aからP_bまでの区間（接触開始領域）は、ダイアフラム20が誘電体膜14に接触してからある程度の面積で確実に接触するまでの状態を表している。圧力がP_bからP_cまでの区間（動作領域）は、圧力の増加に伴ってダイアフラム20が誘電体膜14に接触している部分の面積が次第に増加している。圧力がP_cからP_dまでの区間（飽和領域）は、ダイアフラム20のほぼ全面が誘電体膜14に接触していて、圧力が増加してもほとんど接触面積が増えない領域である。

[0006] 図1（B）の圧力－容量特性によれば、ダイアフラム20が接触していない未接触領域では静電容量の変化は小さいが、接触開始領域になると次第に静電容量の変化率（増加速度）が大きくなる。さらに、動作領域では線形性は良くなるものの静電容量の変化率は次第に減少し、飽和領域になると静電容量はほとんど増加しなくなる。

[0007] このようなタッチモードの圧力センサ11では、ダイアフラム20と誘電体膜14との接触面積をS、誘電体膜14の厚さをd、誘電体膜14の誘電率を ϵ とすれば、ダイアフラム20と誘電体膜14の間における静電容量Cは、つぎの数式1で表せる。

$$C = C_0 + \varepsilon \cdot (S / d) \quad \dots (\text{数式 } 1)$$

ここで、 C_0 は未接触領域での静電容量である。誘電体膜14の厚さ d や誘電率 ε は変化しないので、数式1によれば、圧力 P が大きくなるとダイアフラム20の接触面積 S が増大し、その結果圧力センサ11の静電容量 C が増加することが分かる。

- [0008] このような圧力センサの生産性を向上させるためには、固定電極13としてシリコン基板などの半導体基板を用いることが望まれる。しかし、本発明者の実験と知見によれば、固定電極に半導体基板を用いると、空乏層の影響により圧力センサの出力低下や温度特性の劣化や周波数特性の劣化が生じることがわかった。すなわち、圧力センサの固定電極にシリコン基板などを用いた場合には、空乏層の影響で圧力センサの出力が低下し、感度が低くなることが分かった。また、一定圧力であっても温度が変化すると静電容量の値が大きく変化して出力が変動するので、正確な出力を得ようとすれば出力に温度補正を施す必要がある。また、一定圧力であっても周波数が高くなった場合にも静電容量値が低下し、高周波域における出力が低下する。

先行技術文献

非特許文献

- [0009] 非特許文献1：山本敏、外4名、「タッチモード容量型圧力センサ」、フジクラ技報、株式会社フジクラ、2001年10月、第101号、p.71-74

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 本発明は、上記のような技術的背景に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、固定電極に半導体を用いたときの空乏層の影響を低減し、それによってセンサ出力の低下やセンサ出力の温度特性の劣化や周波数特性の劣化を改善することのできるタッチモード型の静電容量型圧力センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明に係る静電容量型圧力センサは、半導体からなる固定電極と、前記固定電極の上方に形成された誘電体層と、前記誘電体層の上方に空隙を隔てて形成されたダイヤフラムとを備え、前記固定電極の少なくとも上面における不純物濃度が $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることを特徴としている。
- [0012] 本発明の静電容量型圧力センサによれば、固定電極として半導体、たとえばシリコン基板を用いるので、圧力センサの生産性が向上する。しかも、その不純物濃度を高くし、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下としているので、固定電極における空乏層の影響を小さくでき、センサ出力を高めるとともに、その温度特性及び周波数特性を改善することができる。
- [0013] 本発明に係る静電容量型圧力センサにおいては、固定電極の上面に金属電極を設けてもよく、固定電極の下面に金属電極を設けてもよい。しかし、固定電極の上面に金属電極を設ける場合には、固定電極の上面に金属電極を配置するためのスペースが必要となり、それだけ圧力センサのサイズが大きくなる。これに対し、固定電極の下面に金属電極を設けるようにすれば、圧力センサのサイズが大きくなる。固定電極の下面に金属電極を設ける場合には、前記固定電極の厚み方向全長における不純物濃度を、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下とすることが望ましい。一方、固定電極の上面に金属電極を設ける場合には、固定電極の上面付近だけで不純物濃度を $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下としてもよい。
- [0014] さらに、前記固定電極の少なくとも上面における不純物濃度は、 $3.00 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることがより望ましい。この場合には、センサ出力の周波数特性をより良好にすることができる。
- [0015] また、本発明の静電容量型圧力センサの別な実施態様においては、前記ダイヤフラムの不純物濃度を、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下としてもよい。かかる実施態様によれば、ダイヤフラムにおける空

乏層の影響を小さくでき、センサ出力を高めるとともに、その温度特性及び周波数特性を改善することができる。

[0016] また、本発明の静電容量型圧力センサを複数個配列させることにより、タッチパッドなどの入力装置として用いることができる。

[0017] なお、本発明における前記課題を解決するための手段は、以上説明した構成要素を適宜組み合せた特徴を有するものであり、本発明はかかる構成要素の組合せによる多くのバリエーションを可能とするものである。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1 (A) は、従来例による圧力センサを示す概略断面図である。図1 (B) は、図1 (A) に示す従来例の圧力センサにおける圧力と静電容量との関係を示す図である。

[図2]図2 は、本発明の実施形態1 による圧力センサを示す平面図である。

[図3]図3 は、図2 に示す圧力センサの断面図である。

[図4]図4 (A) - 図4 (C) は、図2 の圧力センサの製造工程の一部を示す断面図である。

[図5]図5 は、固定電極の不純物濃度が異なる各圧力センサにおける、それぞれのダイアフラム-固定電極間の静電容量の温度特性を示す図である。

[図6]図6 は、固定電極の不純物濃度が異なる各圧力センサにおける、それぞれのダイアフラム-固定電極間の静電容量の周波数特性を示す図である。

[図7]図7 は、本発明の実施形態2 による圧力センサの断面図である。

[図8]図8 は、本発明の実施形態3 による入力装置の断面図である。

符号の説明

[0019] 3 1、5 1 圧力センサ
 3 2 固定電極
 3 3 誘電体層
 3 4 エアギャップ
 3 5 ダイアフラム
 3 7 上側電極

- 38 下側電極
- 40 電極パッド
- 61 入力装置

発明を実施するための形態

[0020] 以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明する。但し、本発明は以下の実施形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々設計変更することができる。

[0021] (実施形態1)

図2及び図3を参照して本発明の実施形態1による圧力センサ31の構造を説明する。図2は圧力センサ31の平面図、図3は圧力センサ31の断面図である。

[0022] この圧力センサ31にあっては、シリコン基板からなる固定電極32の上に誘電体層33が形成されている。誘電体層33は、 SiO_2 （熱酸化膜）、 SiN 、 TEOS 等の誘電体材料からなる。誘電体層33は、その上面にリセス33a（凹部）が凹設されている。誘電体層33の上面には、シリコン基板からなる薄膜状の上基板35aが形成されている。上基板35aは、リセス33aの上面を覆っており、リセス33aによって上基板35aの下面と誘電体層33のリセス底面との間にエアギャップ34（空隙）が形成されている。こうして上基板35aの、エアギャップ34の上方で水平に張られた領域により、感圧用のダイアフラム35が形成されている。また、誘電体層33には、エアギャップ34と外部との間の通気性を確保するためにベントライン36（通気路）が形成されている。ベントライン36は、幅が30 μm 程度の細い溝であって、塵や埃などの異物がエアギャップ34内に侵入しにくいように屈曲または蛇行させてある。

[0023] 上基板35aの上面には、ダイアフラム35を囲むようにして、金属材料による環状の上側電極37が設けられている。上基板35aのコナー部には電極パッド40（金属電極）が設けられており、上側電極37と電極パッド40は配線部42によって接続されている。上側電極37、配線部42及

び電極パッド40は、下地層Ti(1000Å)／表面層Au(3000Å)の2層金属薄膜によって同時に作製されている。また、固定電極32の下面には、下側電極38(金属電極)が設けられている。下側電極38も、下地層Ti(1000Å)／表面層Au(3000Å)の2層金属薄膜によって作製されている。

[0024] 上基板35aの上面のうち上側電極37よりも外側の領域は、ポリイミドなどの樹脂やSiO₂、SiNなどの絶縁膜からなる保護膜41によって覆われている。ただし、電極パッド40の付近では保護膜41は除かれており、電極パッド40は保護膜41から露出している。

[0025] また、上基板35aの外周面は、固定電極32及び誘電体層33の外周面よりも内側に引っ込んでいる。これは、以下に述べるように圧力センサ31をダイシングする際の工程によるものである。圧力センサ31は、図4(A)に示すように、上面に誘電体層33を形成したシリコン基板45(複数の固定電極32となるもの)とシリコン基板46(複数の上基板35aとなるもの)を積層一体化され、さらに上側電極37などが設けられる。この後、図4(B)に示すように、ウェットエッチングやドライエッチングによってシリコン基板46をエッチングし、分離された各上基板35a間に溝47を形成し、溝47の底面に誘電体層33を露出させる。そして、この溝47内に沿ってダイシングブレード48を走行させて誘電体層33及び固定電極32をカットし、図4(C)のように独立した複数の圧力センサ31を形成する。

[0026] ダイシングによって各圧力センサ31に分離するとき、図4(A)のような形態で上下のシリコン基板46、45を一度にカットすると、上側のシリコン基板46(上基板35a)のバリが垂れ下がったり、切屑が付着したりするおそれがある。こうして垂れ下がったバリや切屑が固定電極32に触れるとダイアフラム35と固定電極32の間がショートし、製品の歩留まりが低下する。これに対し、図4(A)－図4(C)のような工法であると、シリコン基板46(上基板35a)がダイシングされないで、シリコン基板

46のバリや切屑が発生しなくなり、製品歩留まりかが向上する。また、この結果、上基板35aの外周面が固定電極32及び誘電体層33の外周面よりも内側に引っ込むことになる。

[0027] つぎに、固定電極32の不純物濃度について述べる。上記固定電極32として用いられるシリコン基板の全体（特に、厚み方向の全体）には、あらかじめボロン（B）、リン（P）、砒素（As）等の不純物がドーピングされている。この不純物濃度は、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。このような不純物濃度範囲の不純物が固定電極32にドーピングされていると、ダイアフラム35と固定電極32の間に電圧を印加したときに固定電極32内に生じる空乏層を小さくし、あるいは消失させることができる。その結果、圧力センサ31のセンサ出力を大きくでき、またセンサ出力の温度特性や周波数特性を改善することができる。

[0028] 上記不純物濃度の範囲はシミュレーション結果に基づくものである。図5は固定電極（シリコン基板）の不純物濃度を $1.50 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ （抵抗率 $1.00 \Omega \cdot \text{cm}$ ）、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ （抵抗率 $0.10 \Omega \cdot \text{cm}$ ）、 $6.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ （抵抗率 $0.05 \Omega \cdot \text{cm}$ ）、 $3.00 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ （抵抗率 $0.02 \Omega \cdot \text{cm}$ ）、 $8.00 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ （抵抗率 $0.01 \Omega \cdot \text{cm}$ ）、 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ （抵抗率 $0.005 \Omega \cdot \text{cm}$ ）と変化させた6つのサンプルについて、ダイアフラムと固定電極の間の静電容量に対する温度の影響（温度特性）を調べた結果を示す。図5に示すデータは、ダイアフラム35の全面積の75%が誘電体層33に接触しているとき（すなわち、圧力が一定のとき）の測定値である。図5によれば、固定電極32の不純物濃度が $1.50 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ のサンプルでは、静電容量がかなり小さくなっている。これに対し、不純物濃度が $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ から $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の各サンプルでは、不純物濃度が $1.50 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ のサンプルに比べて大きな静電容量が得られる。

[0029] また、図5によれば、固定電極32の不純物濃度が $1.50 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ のサンプルでは、温度が変化すると静電容量もかなり大きく変化している。

これに対し、不純物濃度が $2.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ から $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の各サンプルではほぼフラットな温度特性を示し、温度が変化しても静電容量はほぼ一定となっている。

[0030] 図6は固定電極（シリコン基板）の不純物濃度を $1.50 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、 $6.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、 $3.00 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、 $8.00 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ と変化させた6つのサンプルについて、ダイアフラムと固定電極の間の静電容量に対する周波数の影響（周波数特性）を調べた結果を示す。図6に示すデータは、ダイアフラム35の全面積の75%が誘電体層33に接触しているとき（すなわち、圧力が一定のとき）のシミュレーション値である。また、誘電体層33は、厚さが $100 \text{ \AA}$ の Th-SiO_2 である。図6によれば、固定電極32の不純物濃度が $1.50 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ のサンプルでは、周波数が $5 \times 10^5 \text{ Hz}$ あたりから静電容量が降下し始めている。これに対し、不純物濃度が $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ から $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の各サンプルでは、周波数が $1.0 \times 10^6 \text{ Hz}$ あたりまでフラットになっている。特に、不純物濃度が $3.00 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上の場合には、 $1.0 \times 10^7 \text{ Hz}$ あたりまで周波数特性がほぼフラットになっている。

[0031] また、図6からも、不純物濃度が $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ から $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の各サンプルでは、不純物濃度が $1.50 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ のサンプルに比べて大きな静電容量が得られることが分かる。

[0032] したがって、固定電極32の不純物濃度を $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下とすれば、空乏層の影響を小さくすることができ、その結果、センサ出力を大きくすることができて圧力センサ31の感度を向上させることができる。また、センサ出力の温度特性や周波数特性を向上させることができる。さらに、固定電極32の不純物濃度を $3.00 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下とすれば、より好ましい特性を得ることができる。

[0033] 実施形態1の圧力センサ31では、固定電極32の下面に下側電極38（

金属電極)を設けている。固定電極32の上面に下側電極38を設けた場合(図7の実施形態2を参照)には、固定電極32の上面に下側電極38を配置するためのスペースが必要となるので、固定電極32のサイズ(横幅)が大きくなり、圧力センサが大型化する。これに対し、本実施形態のように固定電極32の下面に下側電極38を設ければ、比較的大きな下側電極38を設けることが可能になるとともに、圧力センサ31の小型化を実現することができる。

[0034] また、本実施形態及び上記シミュレーションでは、固定電極32の全体の不純物濃度を $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下としているが、固定電極32のうちダイアフラム35(あるいは、リセス33a)に対向する領域全体で、固定電極32の厚み方向全長にわたって不純物濃度が、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下となっていれば十分である。すなわち、固定電極32の下面に下側電極38を設けた場合に、固定電極32の厚み方向全長に電流(電荷)を流すためには、固定電極32の上面のみよりも固定電極32の厚み方向全長において不純物濃度を $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下となるようにすれば、固定電極32における空乏層の影響を少なくでき、固定電極32の厚み方向の抵抗を低くすることにより、圧力センサ31の出力を高めるとともに、その温度特性と周波数特性を改善することができる。

[0035] 図5及び図6の結果は、固定電極32とともにダイアフラム35についても適用できる。すなわち、ダイアフラム35の不純物濃度を $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下とすれば、ダイアフラム35における空乏層の影響を小さくすることができ、センサ出力を大きくすることができる。また、センサ出力の温度特性や周波数特性を向上させることができる。

[0036] (実施形態2)

図7は本発明の実施形態2による圧力センサ51を示す断面図である。圧力センサ51では、固定電極32の上面に下側電極38を設けている。この

場合には、固定電極 32 の上面付近だけで不純物濃度を $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下としてもよい。

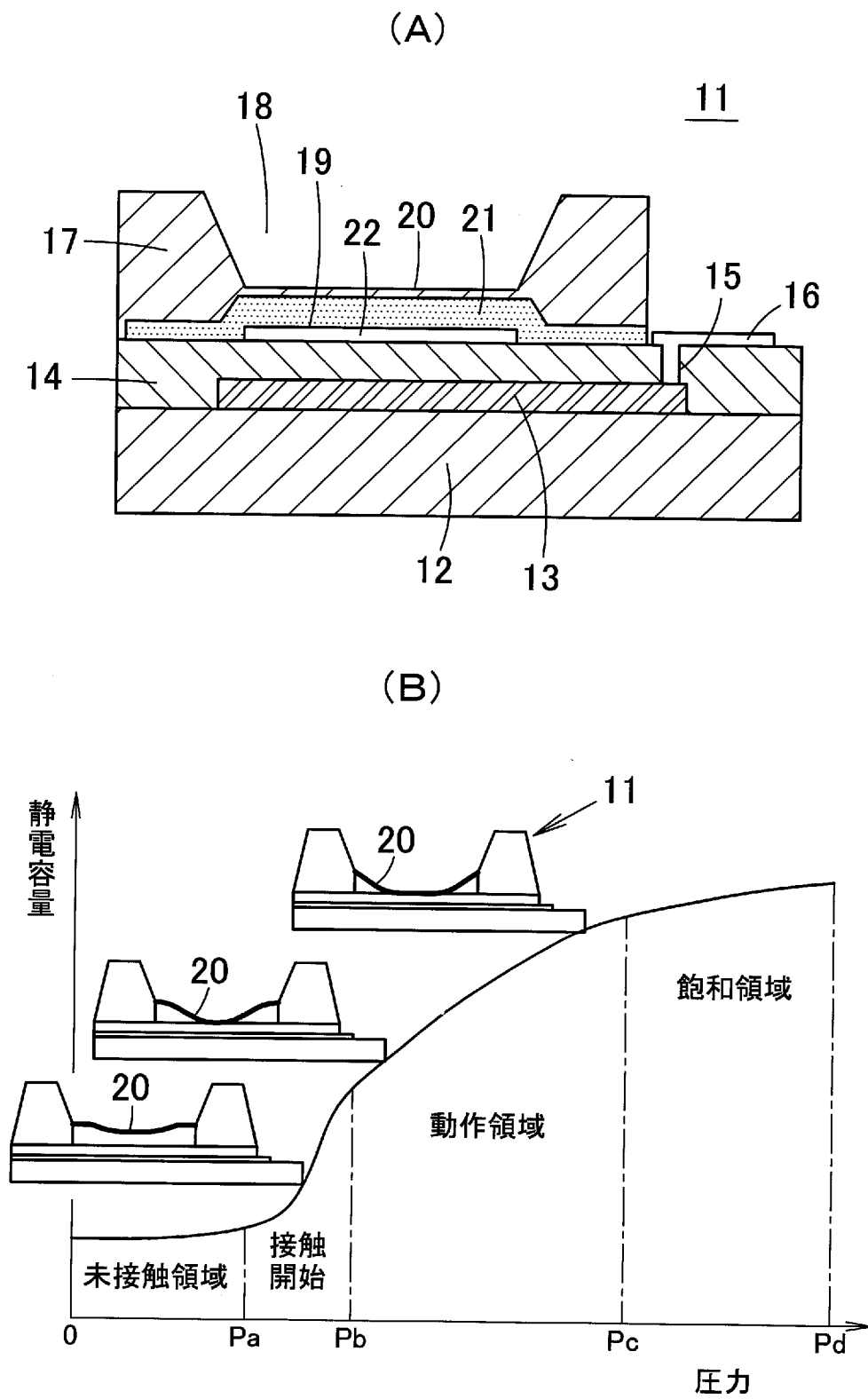
[0037] (実施形態 3)

図 8 は、本発明の実施形態 3 によるプレート型の入力装置 61、たとえばタッチパネルの構造を示す断面図である。この入力装置 61 は、上記実施形態 1 にかかる多数の圧力センサ 31 (センサ部) をアレイ状 (例えば、矩形状やハニカム状) に配列したものである。なお、各圧力センサ 31 は電氣的に独立しており、各圧力センサ 31 に加わった圧力を個々に独立して検出することができる。このような入力装置 61 によれば、タッチパネルのように押圧体で押圧された点を検出できるとともに、各点の押圧強さ (圧力の大きさ) も検出することができる。

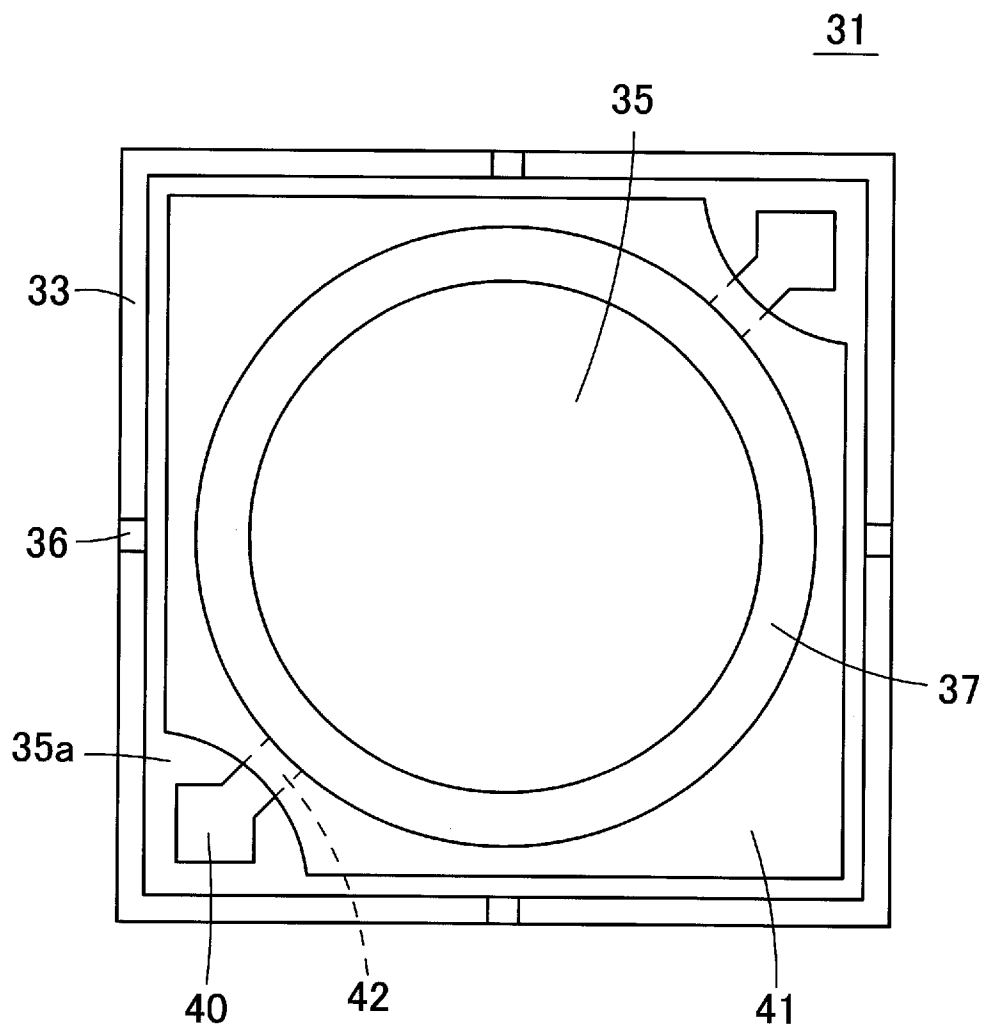
請求の範囲

- [請求項1] 半導体からなる固定電極と、
 前記固定電極の上方に形成された誘電体層と、
 前記誘電体層の上方に空隙を隔てて形成されたダイアフラムとを備え、
 前記固定電極の少なくとも上面における不純物濃度が $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることを特徴とする静電容量型圧力センサ。
- [請求項2] 前記固定電極の下面に金属電極が設けられ、
 前記固定電極の厚み方向全長における不純物濃度が、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることを特徴とする、請求項1に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項3] 前記固定電極の上面に金属電極が設けられていることを特徴とする、請求項1に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項4] 前記固定電極の少なくとも上面における不純物濃度が $3.00 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることを特徴とする、請求項1に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項5] 前記ダイアフラムの不純物濃度が、 $2.00 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2.10 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることを特徴とする、請求項1に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項6] 請求項1に記載した複数個の静電容量型圧力センサを配列させたことを特徴とする入力装置。

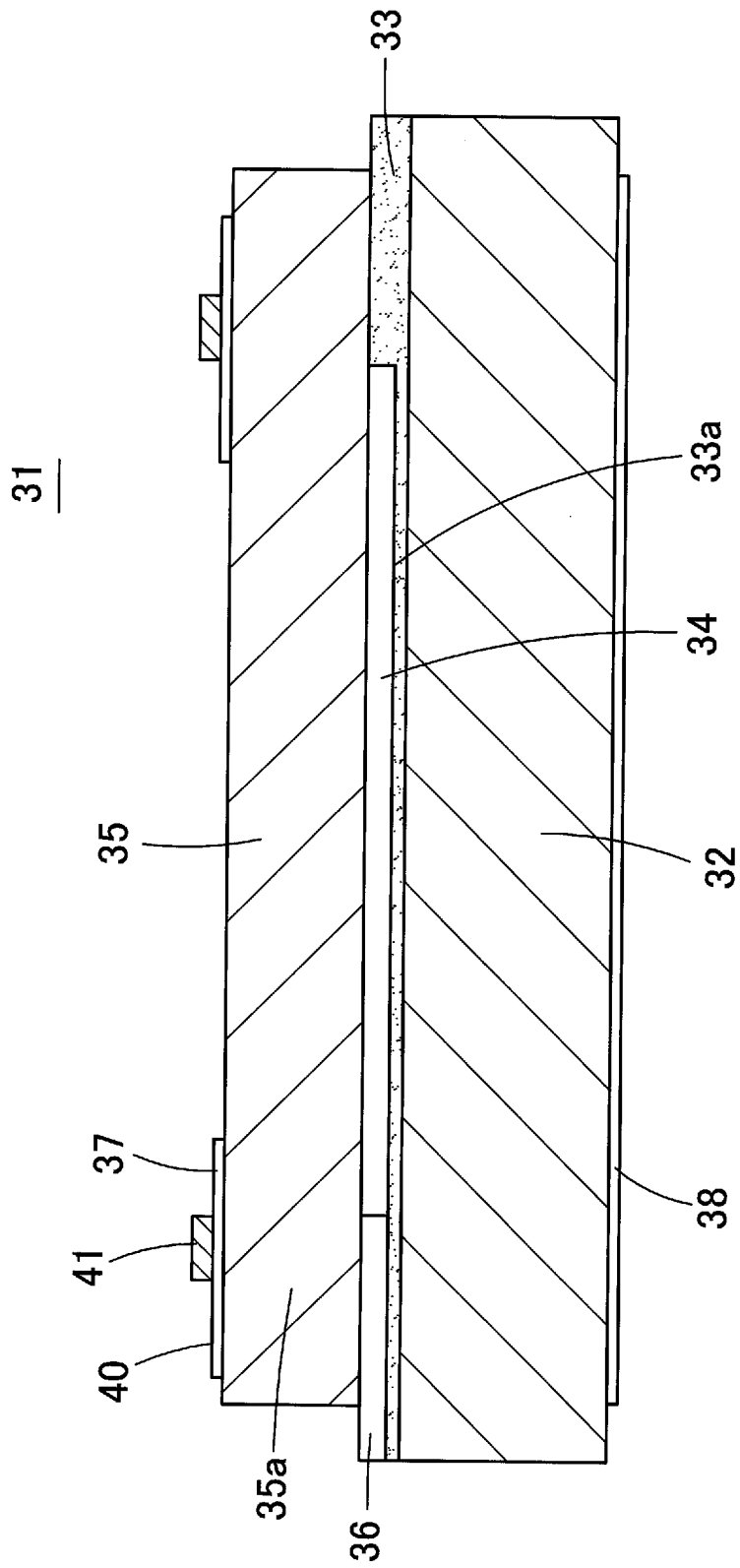
[図1]



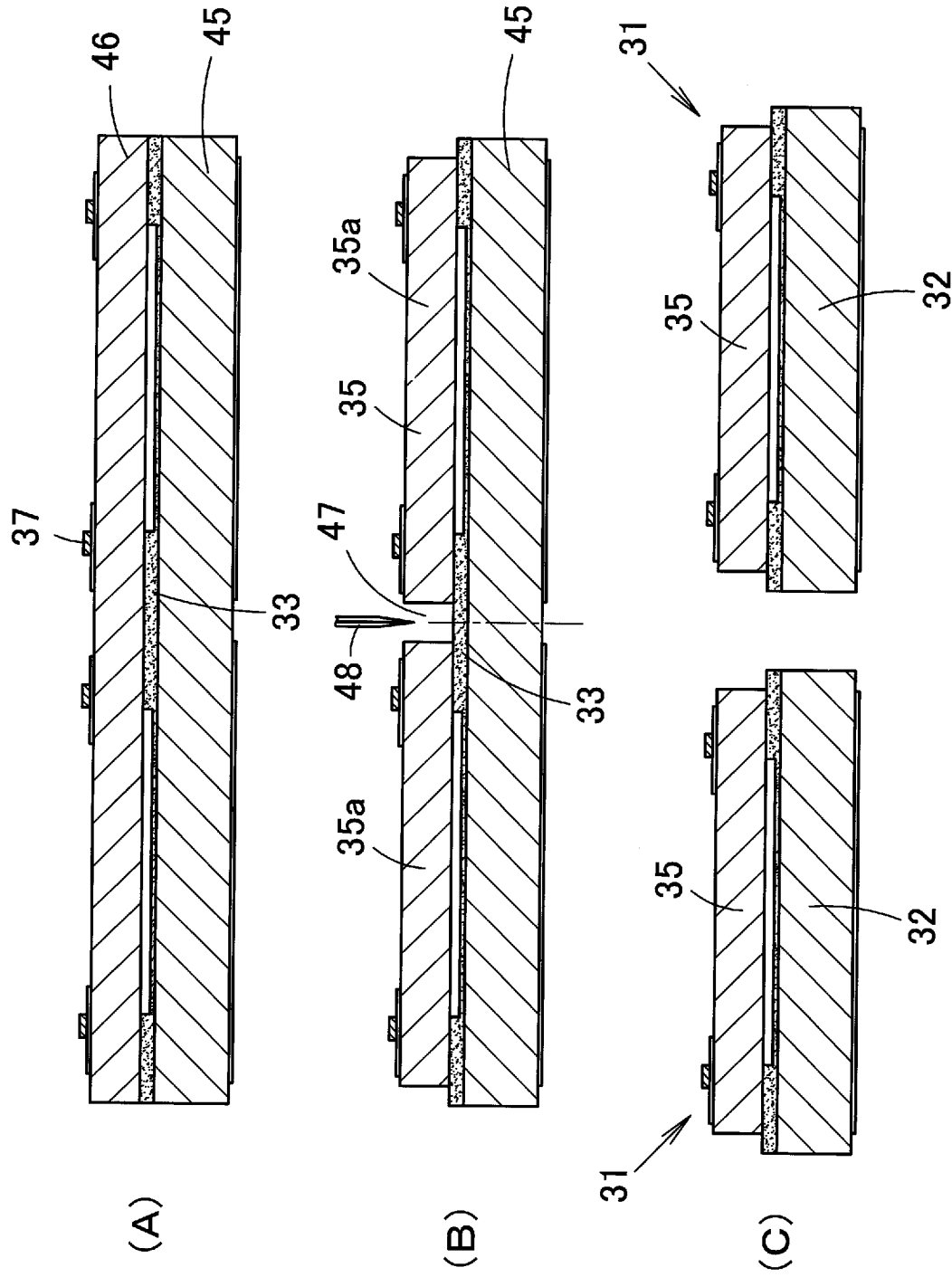
[図2]



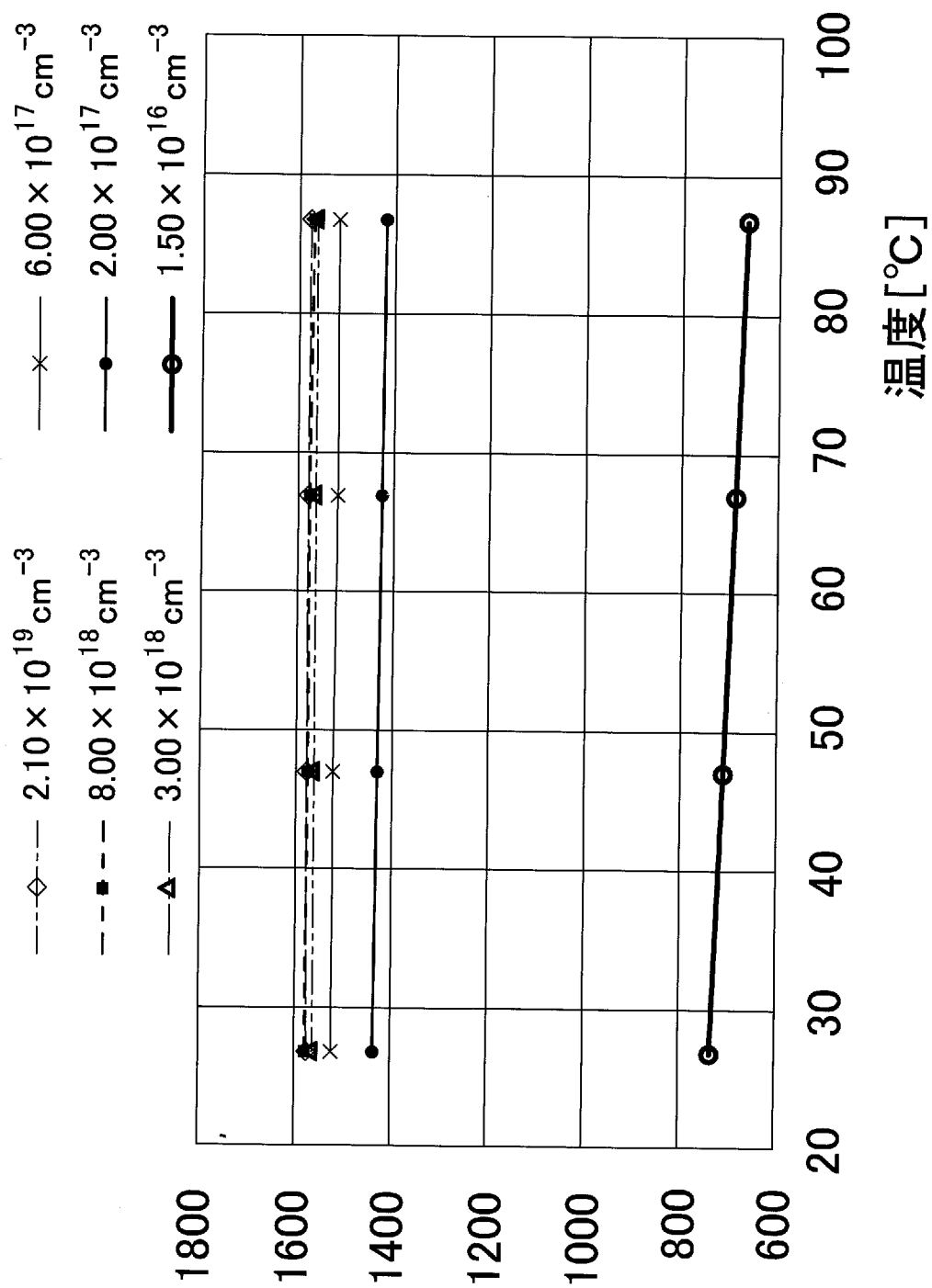
[図3]



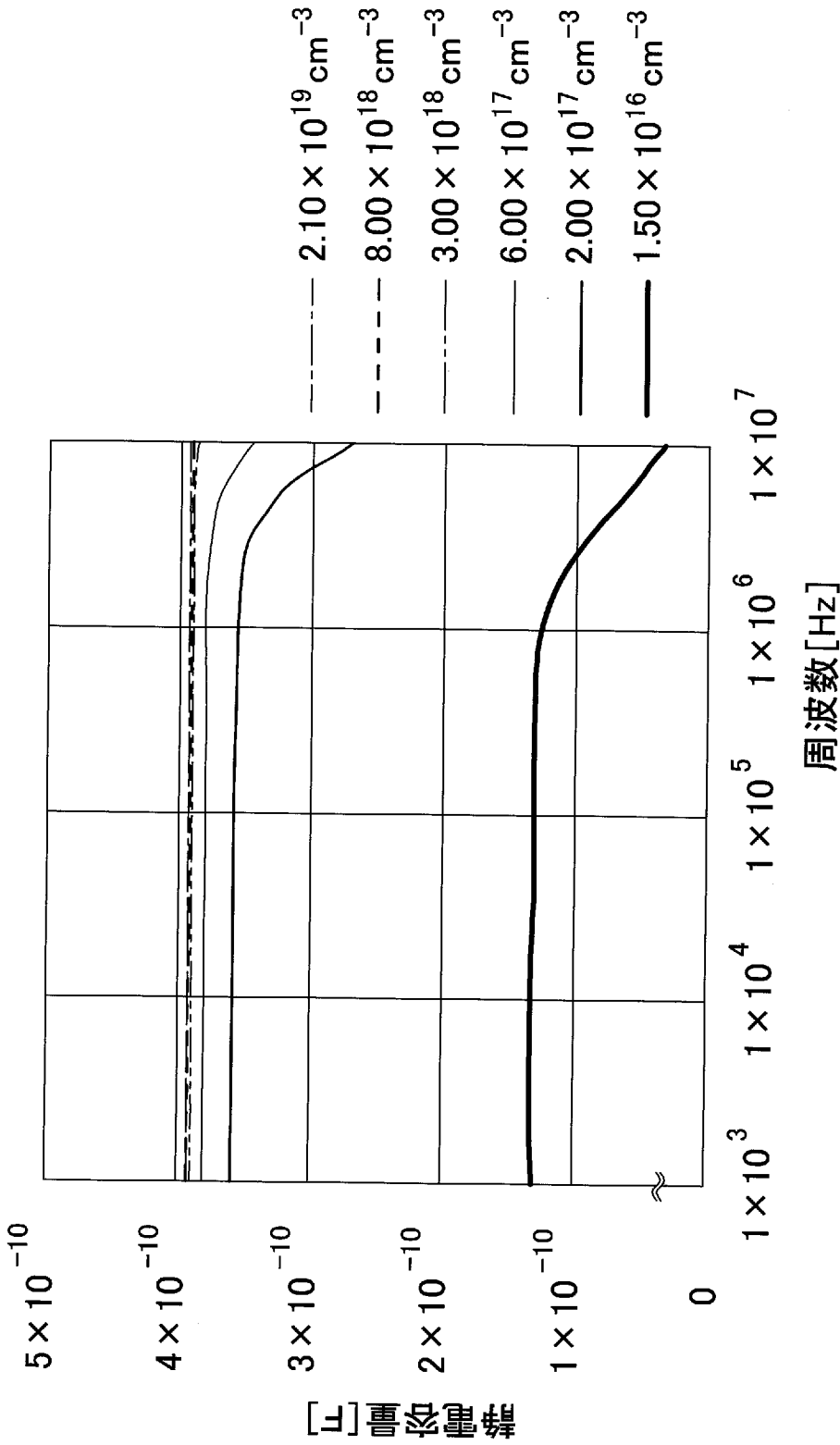
[図4]



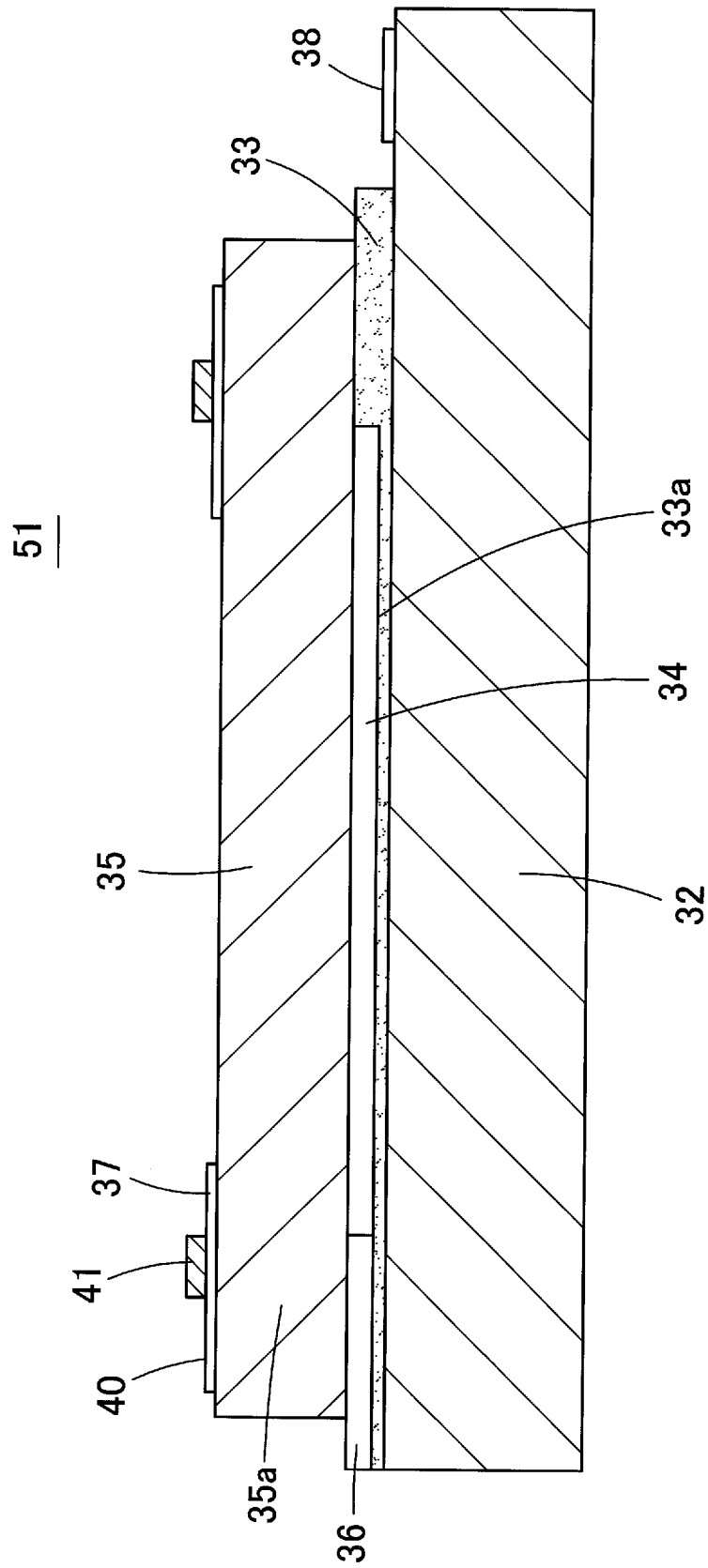
[ɥd] 喜 忌 墨 蝶



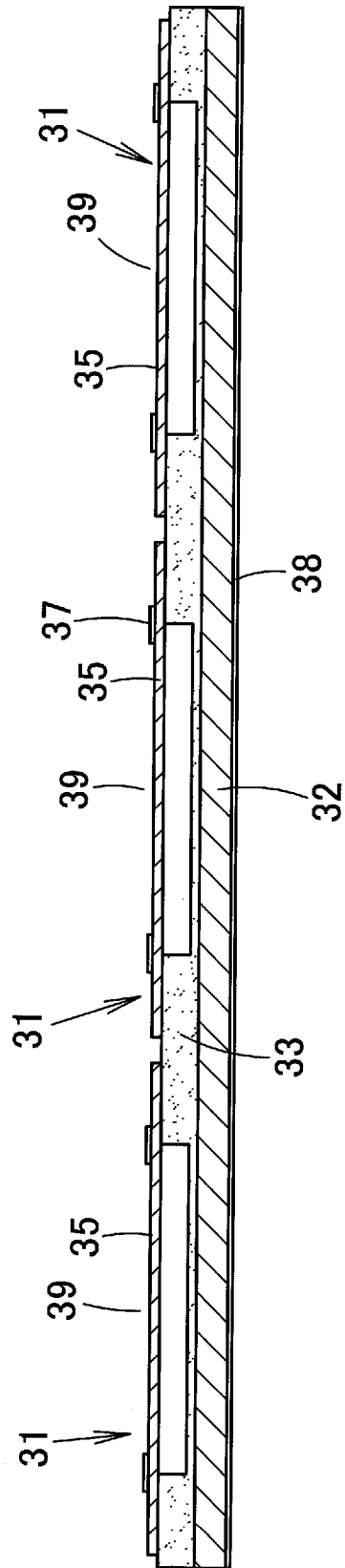
[図6]



[図7]



[図8]

61

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L9/00(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)

G01L9/00, 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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y	JP 2-290525 A (United Technologies Corp.), 30 November 1990 (30.11.1990), page 3, upper right column, line 3 to page 4, lower left column, line 7; fig. 4 to 5 & US 4954925 A & EP 380885 A1 & DE 68908152 T & BR 9000013 A & CA 2006161 A & IL 92929 A & KR 10-0137965 B	1-6
Y	JP 10-111203 A (Fujikura Ltd.), 28 April 1998 (28.04.1998), paragraph [0022]; fig. 5 (Family: none)	1-6

☒ 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
19 March, 2014 (19.03.14)

Date of mailing of the international search report
01 April, 2014 (01.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055487

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 10-190004 A (Sony Corp.), 21 July 1998 (21.07.1998), paragraphs [0025], [0027]; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 2000-22172 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 January 2000 (21.01.2000), paragraphs [0049], [0053]; fig. 1 & US 2002/0093038 A1 & US 6441451 B1 & EP 969694 A2 & DE 69934841 T & NO 993213 A & DK 969694 T & CN 1247386 A	1-6
Y	JP 2002-214058 A (Fujikura Ltd.), 31 July 2002 (31.07.2002), paragraph [0011]; fig. 1 & US 2002/0092356 A1 & EP 1223420 A2	5
Y	JP 6-229859 A (Fujitsu Ltd.), 19 August 1994 (19.08.1994), paragraphs [0038] to [0040]; fig. 5 (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01L9/00(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（I P C））

Int.Cl. G01L9/00, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y	JP 2-290525 A (ユナイテッド テクノロジーズ コーポレーション) 1990. 11. 30, 第 3 頁右上欄第 3 行－第 4 頁左下欄第 7 行, 第 4 図－第 5 図 & US 4954925 A & EP 380885 A1 & DE 68908152 T & BR 9000013 A & CA 2006161 A & IL 92929 A & KR 10-0137965 B	1-6
Y	JP 10-111203 A (株式会社フジクラ) 1998. 04. 28, 【0022】, 【図5】 (ファミリーなし)	1-6

☒ 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

1 9 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

三笠 雄司

2 F

4 6 3 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

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
Y	JP 10-190004 A (ソニー株式会社) 1998. 07. 21, 【0025】, 【0027】, 【図1】 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2000-22172 A (松下電器産業株式会社) 2000. 01. 21, 【0049】, 【0053】, 【図1】 & US 2002/0093038 A1 & US 6441451 B1 & EP 969694 A2 & DE 69934841 T & NO 993213 A & DK 969694 T & CN 1247386 A	1-6
Y	JP 2002-214058 A (株式会社フジクラ) 2002. 07. 31, 【0011】, 【図1】 & US 2002/0092356 A1 & EP 1223420 A2	5
Y	JP 6-229859 A (富士通株式会社) 1994. 08. 19, 【0038】 - 【0040】, 【図5】 (ファミリーなし)	6