

(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 12 日(12.09.2014)

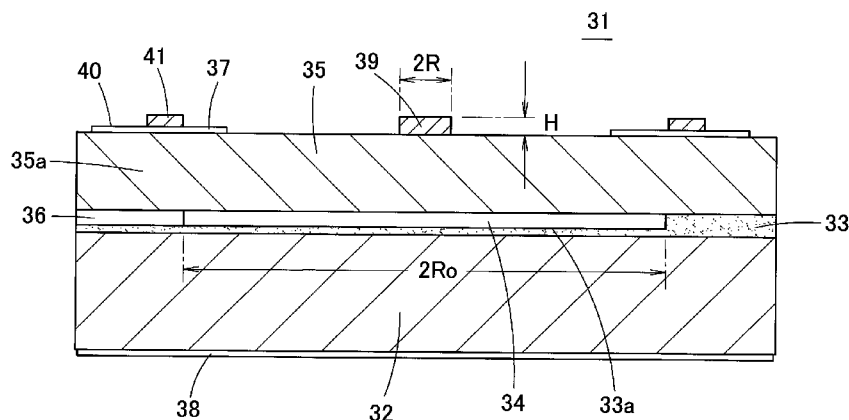


(10) 国際公開番号
WO 2014/136337 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 1/14 (2006.01) *G06F 3/044* (2006.01)
G01L 5/00 (2006.01) *H01L 29/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/082699
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 5 日(05.12.2013)
- (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 2013-046661 2013 年 3 月 8 日(08.03.2013) 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 〇 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 〇 1 番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).
奥野 敏明(OKUNO Toshiaki); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 〇 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 〇 - 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 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 material layer (33) is formed on the upper surface of a fixed electrode (32). A recess (33a) is formed in the upper surface of the dielectric material layer (33) by having the upper surface of the dielectric material layer (33) recessed downward. The bottom surface of the recess (33a) is covered with the dielectric material layer (33). An upper substrate (35a) is laminated on the surface of the dielectric material layer (33) so as to cover the recess (33a). A thin-film-like conductive diaphragm (35) is formed of an upper substrate (35a) portion, i.e., a region positioned above the recess (33a). A protrusion (39) is provided at an upper surface center portion of the diaphragm (35).

(57) 要約: 固定電極 32 の上面に誘電体層 33 を形成する。誘電体層 33 の上面を下方へ向けて窪ませることにより、誘電体層 33 の上面にリセス 33 a を形成する。リセス 33 a の底面は、誘電体層 33 により覆われている。リセス 33 a を覆うようにして誘電体層 33 の表面に上基板 35 a を積層する。上基板 35 a の一部、すなわちリセス 33 a の上方に位置する領域により、薄膜状をした導電性ダイアフラム 35 を形成する。ダイアフラム 35 の上面中央部には、突起 39 を設ける。



WO 2014/136337 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。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するおそれがある。

[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の上面には、電極パッド16を設けている。誘電体膜14にはスルーホール15を開口してあり、スルーホール15を通して固定電極13に電極パッド16を接続している。誘電体膜14の上面にシリコン基板17を積層している。シリコン基板

17の上面に窪み18を設けるとともに、シリコン基板17の下面にリセス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ている。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に導電性を付与してダイアフラム20を可動電極としている。ダイアフラム20の下面と誘電体膜14の上面の間には、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）の横軸において圧力が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に接触していない領域である。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領域である。圧力がP_bからP_cまでの区間（動作領域）では、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、圧力が増加するとき、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。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。

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

ただし、ダイヤフラム 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 で表している。 C_0 は未接触領域での静電容量である。圧力が大きくなると、誘電体膜 14 の厚さ d と誘電率 ϵ は変化せず、ダイヤフラム 20 の接触面積 S が増大するので、数式 1 によれば、このとき圧力センサ 11 の静電容量 C が増加することが分かる。

[0008] しかし、圧力センサ 11 は、以下のような問題を有している。圧力センサ 11 では、ダイヤフラム 20 を押さえる押圧体の先端形状などによってダイヤフラム 20 が誘電体膜 14 に接触開始するときの面積が異なる。その結果、圧力-容量特性の立ち上がり部分（接触開始領域と動作領域のうち P_b に近い領域）における特性（以下、立ち上がり特性という。）が押圧体 23 の先端形状によって変化する。たとえば、図 2（A）に示すように、先端面の小さな押圧体 23 でダイヤフラム 20 を押圧した場合には、ダイヤフラム 20 が誘電体膜 14 に接触開始するときの接触面積が小さい。これに対し、図 2（B）に示すように、先端面の大きな押圧体 23 でダイヤフラム 20 を押圧した場合には、同じ押圧力 P であっても、ダイヤフラム 20 が誘電体膜 14 に接触開始するときの接触面積が大きくなる。この結果、圧力-容量特性の立ち上がり特性が押圧体 23 の形状や大きさによって変化し、圧力センサ 11 の低圧力領域における測定精度が得られないという問題がある。

[0009] つぎに、図 2（C）に示すように、ダイヤフラム 20 がその中央部から外れた位置で押圧体 23 により押圧された場合には、同じ圧力 P であっても図 2（A）のように中央部を押された場合と静電容量が異なることがある。そのため、ダイヤフラム 20 の押される位置によって圧力センサ 11 の測定値が変化し、押圧位置のばらつきが圧力センサ 11 の測定精度低下の原因となる。

先行技術文献

非特許文献

[0010] 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

- [0011] 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、押圧体の大きさ又は形状あるいは押圧位置による影響を低減し、測定精度を向上させることができるタッチモード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

- [0012] 本発明に係る静電容量型圧力センサは、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導電性のダイアフラムと、前記ダイアフラムの上面に設けた、1個又は複数個の突起とを備えたことを特徴としている。
- [0013] 本発明の静電容量型圧力センサは、ダイアフラムの上面に突起を有しているので、押圧体でダイアフラムを押すと突起を介してダイアフラムが誘電体層に押し付けられる。したがって、印加される圧力が小さいときには、押圧体の大きさや形状によらずダイアフラムは圧力に応じて一定の形状で変形する。そのため、圧力センサの立ち上がり特性のバラツキが小さくなり、圧力センサの出力特性が向上する。また、押圧体で押さえる位置が多少ずれている場合でも、ダイアフラムの一定位置に設けられた突起を介してダイアフラムが押さえられるので、押圧位置のずれによる出力のばらつきを小さくでき、特に立ち上がり特性を向上させることができる。
- [0014] この突起は、前記ダイアフラムの表面を保護膜で覆っている場合には、前記保護膜と同一材料によって形成してもよい。保護膜と突起を同一材料とすることにより、保護膜と突起を1工程で作製することが可能になるので、製造工程が簡略になる。また、前記突起は、前記ダイアフラムと同一材料によって前記ダイアフラムと一体に形成していてもよい。この場合は、ダイアフラムに加工することによって突起を形成することができる。
- [0015] 本発明に係る静電容量型圧力センサのある実施態様は、前記突起を、前記ダイアフラムの上面中央部に設けたことを特徴としている。かかる実施態様

によれば、突起をダイアフラムの中央部に設けているので、押圧力によってダイアフラムが均等に変形し、ダイアフラムに塑性変形が生じにくくなる。

[0016] 本発明に係る静電容量型圧力センサの別な実施態様は、前記突起の高さが、前記空隙の高さ以下であることを特徴としている。突起の高さを空隙の高さ以下としてあれば、ダイアフラムを押さえたときに押圧体が突起によって妨げられにくくなる。その結果、圧力センサの出力の線形性が向上する。

[0017] 本発明に係る静電容量型圧力センサのさらに別な実施態様は、前記突起の幅が、前記ダイアフラムの幅の0.2倍以下であることを特徴としている。また、かかる実施態様においては、前記突起の幅が、前記ダイアフラムの幅の0.15倍以下であることがより望ましい。かかる実施態様によれば、突起を設けた圧力センサの出力特性が良好になる。

[0018] 本発明に係る静電容量型圧力センサのさらに別な実施態様は、前記ダイアフラムに垂直な方向から見て、互いに直交する2本の仮想の直線に関してそれぞれ対称な位置に通気路を設けたことを特徴としている。かかる実施態様によれば、ダイアフラムが押さえられたときにダイアフラムに均等な応力が発生し、局所的に大きな応力が発生してダイアフラムに塑性変形が生じるのを防ぐことができる。また、かかる実施態様においては、前記通気路が、屈曲又は湾曲していてもよい。通気路を屈曲又は湾曲させておけば、通気路からセンサ内部に異物が侵入しにくくなる。

[0019] 本発明に係る入力装置は、本発明に係る静電容量型圧力センサを複数個配列させたことを特徴としている。かかる入力装置によれば、押圧体の大きさや押圧位置のずれなどの影響を小さくし、押圧位置や押圧力を精度よく検出可能になる。

[0020] 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わ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

[0021] [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の関係を示す図である。

[図2]図2(A)は、小さな押圧体で押されたダイアフラムが誘電体層に接触開始した状態を示す概略図である。図2(B)は、大きな押圧体で押されたダイアフラムが誘電体層に接触開始した状態を示す概略図である。図2(C)は、中央部から外れた位置でダイアフラムが押圧された状態を示す概略図である。

[図3]図3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4]図4は、図3に示す圧力センサの断面図である。

[図5]図5(A)は、図3に示す圧力センサのダイアフラムを小さな押圧体で押さえたときの状態を示す概略図である。図5(B)は、図3に示す圧力センサのダイアフラムを大きな押圧体で押さえたときの状態を示す概略図である。

[図6]図6(A)は、図3に示す圧力センサのダイアフラムの中央を押圧体で押さえたときの状態を示す概略図である。図6(B)は、図3に示す圧力センサのダイアフラムの中央から外れた位置を押圧体で押さえたときの状態を示す概略図である。

[図7]図7(A)は、大きな荷重を加えて図3に示す圧力センサのダイアフラムを押さえたときの状態を示す概略図である。図7(B)は、突起の高さがエアギャップの高さよりも大きな場合を示す比較例の概略図である。

[図8]図8は、突起の高さの異なる複数のサンプル(突起なしのものを含む)について突起に加えた加重と静電容量の変化量との関係をシミュレーションにより求めた結果を示す図である。

[図9]図9は、突起径の異なる複数のサンプル(突起なしのものを含む)について突起に加えた加重と静電容量の変化量との関係をシミュレーションにより求めた結果を示す図である。

[図10]図10(A)、図10(B)及び図10(C)は、いずれもベントラインの配置を示す図である。

[図11]図 1 1 は、本発明の実施形態 1 の変形例による、異なる形状の上面電極を有する圧力センサを示す平面図である。

[図12]図 1 2 は、本発明の実施形態 1 の別な変形例による圧力センサの平面図である。

[図13]図 1 3 は、本発明の実施形態 2 による入力装置の断面図である。

符号の説明

[0022]	3 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 6	ベントライン
	3 7	上面電極
	3 9	突起
	4 0	電極パッド
	4 1	保護膜
	4 5	押圧体
	5 1	入力装置

発明を実施するための形態

[0023] 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。

[0024] (実施形態 1)

図 3 及び図 4 を参照して本発明の実施形態 1 による圧力センサ 3 1 の構造を説明する。図 3 は圧力センサ 3 1 の平面図、図 4 は圧力センサ 3 1 の断面図である。

[0025] 圧力センサ 3 1 にあっては、低抵抗シリコン基板や金属膜などの導電性材料からなる固定電極 3 2 の上に誘電体層 3 3 を形成している。誘電体層 3 3

は、 SiO_2 （熱酸化膜）、 SiN 、 TEOS などの誘電体材料からなる。誘電体層33の上面には、リセス33a（凹部）を凹設している。誘電体層33の上には、低抵抗シリコン基板などの導電性材料からなる、薄膜状の上基板35aを形成している。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）を形成している。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を形成している。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）を形成している。ベントライン36は、幅が $30\mu\text{m}$ 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している（図10参照）。

[0026] 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面電極37を設けている。上基板35aのコナー部には電極パッド40を設けてあり、上面電極37と電極パッド40は配線部42によって接続されている。上面電極37、配線部42及び電極パッド40は、下地層Ti（厚み $1000\text{\AA}$ ）／表面層Au（厚み $3000\text{\AA}$ ）の2層金属薄膜によって同時に作製している。また、固定電極32の下面には、下面電極38を設けている。下面電極38も、下地層Ti（厚み $1000\text{\AA}$ ）／表面層Au（厚み $3000\text{\AA}$ ）の2層金属薄膜によって作製している。

[0027] 上基板35aの上面のうち上面電極37よりも外側の領域は、ポリイミドなどの樹脂や SiO_2 、 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を除いてあり、電極パッド40は保護膜41から露出している。

[0028] ダイアフラム35の上面中央部には、比較的小さな突起39を設けている。図示例では、突起39は円柱状に描かれているが、四角柱状や不定形など如何なる形状であっても差し支えない。突起のサイズは、たとえば半径 $R_0=500\mu\text{m}$ のダイアフラム35に対して、半径Rが $25\mu\text{m}$ 、高さHが 1μ

mである（最適なサイズの範囲については後述する。）。突起39は、保護膜41と同一材料によって保護膜41と同時に作製してもよく、あるいはダイヤフラム35と同一材料によって作製してもよい。

[0029] このようにしてダイヤフラム35の上面に突起39を設けていると、押圧体の先端形状又は大きさにかかわらず、荷重の大きさに応じて安定した接触面積で、ダイヤフラム35を誘電体層33に接触させることができる。図5（A）は、先端面の比較的小さな押圧体45、たとえば子供の指先などでダイヤフラム35を押さえた場合を示す。図5（B）は、先端面の比較的大きな押圧体45、たとえば大人の指先などでダイヤフラム35を押さえた場合を示す。ダイヤフラム35の上面に突起39を設けていると、押圧体45によってダイヤフラム35を押さえたとき、ダイヤフラム35は突起39によって誘電体層33に押し付けられる。そのため、図5（A）及び図5（B）に示すように、ダイヤフラム35が誘電体層33に接触を開始するときには、押圧体45の先端形状又は大きさにかかわらず、同じ接触面積で誘電体層33に接触を開始する。その結果、圧力センサ31の圧力-容量特性における立ち上がり特性が押圧体のサイズに影響されにくくなり、立ち上がり特性が安定する。

[0030] また、ダイヤフラム35の上面に突起39を設けていると、つぎのような効果が得られる。すなわち、図6（A）のようにダイヤフラム35の中央部を押圧体45で押しているときも、図6（B）のようにダイヤフラム35の中央から外れた位置を押しているときも、ダイヤフラム35に加わる荷重の大きさが同じであれば、ダイヤフラム35は誘電体層33に同じように接触する。そのため、ダイヤフラム35を押さえる位置がずれていても圧力を正確に検出できるようになり、圧力センサ31の測定精度が向上する。さらに、ダイヤフラム35が突起39で補強されるので、ダイヤフラム35が塑性変形しにくくなる。

[0031] ダイヤフラム35が誘電体層33に接触開始した状態からさらに大きな荷重が加わると、図7（A）に示すように、ダイヤフラム35が押圧体45に

よって直接押圧され、荷重が大きくなるに従ってダイアフラム 35 と誘電体層 33 の接触面積が増加する。よって、動作領域においては、荷重が大きくなるに従ってダイアフラム 35 と固定電極 32 の間の静電容量が次第に増加し、大きな圧力を測定することができる。

[0032] しかし、図 7 (B) のように突起 39 の高さ H が、エアギャップ 34 の高さ G よりも大きくなると、押圧体 45 で大きな荷重を加えても、突起 39 に妨げられて押圧体 45 がダイアフラム 35 を押せなくなる。よって、突起 39 の高さはエアギャップ 34 の高さ G と等しいか、あるいはそれよりも小さいことが好ましい。

[0033] 図 8 は、突起径（突起の半径 R ）を一定に保ったままで突起の高さを変化させ、押圧体によって加える荷重 F とダイアフラムー固定電極間の静電容量の変化量 ΔC との関係をシミュレーションにより計算した結果を示す。このシミュレーションに用いたモデルは、ダイアフラムの厚さが $10\ \mu\text{m}$ 、ダイアフラムの半径 R_0 が $500\ \mu\text{m}$ 、エアギャップの高さ G が $1\ \mu\text{m}$ 、突起の半径 R が $25\ \mu\text{m}$ の圧力センサである。このモデルにおいて、突起の高さ H を $0.50\ \mu\text{m}$ ($H/G=0.50$)、 $0.75\ \mu\text{m}$ ($H/G=0.75$)、 $1.0\ \mu\text{m}$ ($H/G=1.0$)、 $2.0\ \mu\text{m}$ ($H/G=2.0$)、 $5.0\ \mu\text{m}$ ($H/G=5.0$) と変化させて荷重 F と出力（静電容量変化量 ΔC ）との関係を求めた。図 8 には、ダイアフラムに突起を設けていないモデルについても荷重と出力との関係を示した。

[0034] このシミュレーション結果によれば、図 8 から分かるように、突起を設けていない場合には、荷重の小さな領域で出力が低下し、出力の線形性が悪い。ギャップの高さに対する突起の高さの比 H/G が 5.0 の場合には、押圧体が突起によって妨げられるので、荷重が少し大きくなると出力と出力の増加率が小さくなり、やはり出力の線形性が悪い。同様に、ギャップの高さに対する突起の高さの比 H/G が 2.0 の場合には、突起で荷重が妨げられるので、出力が小さくなる。これに対し、 H/G が 1 以下の突起を有するモデルでは、かなり線形性の良好な出力が得られる。よって、突起は、ギャップの高

さGに対する突起の高さHの比が、 $H/G \leq 1$ となるようにすることが望ましい。

[0035] 図9は、突起の高さを一定に保ったままで突起径を変化させ、押圧体によって加える荷重Fとダイアフラム—固定電極間の静電容量の変化量 ΔC との関係をシミュレーションにより計算した結果を示す。このシミュレーションに用いたモデルは、ダイアフラムの厚さが $10\mu\text{m}$ 、ダイアフラムの半径 R_0 が $500\mu\text{m}$ 、エアギャップの高さGが $1\mu\text{m}$ 、突起の高さHが $1\mu\text{m}$ の圧力センサである。このモデルにおいて、突起径Rを $25\mu\text{m}$ ($R/R_0=0.05$)、 $32.5\mu\text{m}$ ($R/R_0=0.065$)、 $37.5\mu\text{m}$ ($R/R_0=0.075$)、 $50\mu\text{m}$ ($R/R_0=0.1$)、 $75\mu\text{m}$ ($R/R_0=0.15$)、 $100\mu\text{m}$ ($R/R_0=0.2$)と変化させて荷重Fと出力（静電容量変化量 ΔC ）との関係を求めた。図9においては、ダイアフラムに突起を設けていないモデルについても荷重と出力との関係を示した。

[0036] このシミュレーション結果でも、図9から分かるように、突起を設けていない場合には、荷重の小さな領域で出力が低下し、出力の線形性が悪い。これらに対し、 R/R_0 が0.2以下の突起を設ければ、出力の線形性がかなり改善される。 R/R_0 が0.2の場合には、荷重の大きな領域で出力の増加率が小さくなり、出力も小さくなっているが、 R/R_0 が0.15以下では、出力の低下も小さく、出力の線形性も良好である。よって、突起の半径Rは、ダイアフラムの半径 R_0 の0.2倍以下 ($R/R_0 \leq 0.2$) であることが好ましく、特に R_0 の0.15倍以下 ($R/R_0 \leq 0.15$) であることが好ましい。

[0037] つぎに、ベントライン36の配置について説明する。1本のベントライン36は、図10(A)に示すように屈曲または蛇行しており、ベントライン36からエアギャップ34内に塵や埃などの異物が侵入しにくくなっている。このベントライン36は、図10(A)のように、ダイアフラム35に垂直な方向から見て、互いに直交する2方向の軸に関して対称な位置に配置されていることが望ましい（ベントライン36の形状は前記軸に関して対称で

なくてもよい。) 。したがって、ベントライン 36 は 4 の倍数本だけ設けられている。

[0038] 図 10 (B) のようにベントライン 36 が 1 方向の軸に関してのみ対称であったり、図 10 (C) のようにベントライン 36 の位置が偏っていたりすると、ダイアフラム 35 が押圧されたときにエアギャップ 34 内の圧力が均等にベントライン 36 から逃げず、ダイアフラム 35 が変形する恐れがある。したがって、ベントライン 36 は図 10 (A) のように均等な位置に配置することが好ましい。

[0039] ベントライン 36 は設けなくてもよい。特に、エアギャップ 34 への異物の侵入を確実に防ぎたい場合には、ベントライン 36 を設けずにエアギャップ 34 を封止構造とすることが望ましい。

[0040] 上面電極 37 は円環状でなくてもよく、図 11 に示すように円弧状をした複数個の上面電極 37 が設けられていてもよい。

[0041] 上面電極 37 は設けなくてもよい。上基板 35 a が導電性を有しているので、図 12 に示すように、ダイアフラム 35 の領域外において上基板 35 a の少なくとも 1 箇所に電極パッド 40 を設けるだけでもよいからである。

[0042] 上記実施形態においては、ダイアフラム 35 の中央に 1 個の突起 39 を設けたが、突起 39 は 1 個に限らない。たとえば近接させてダイアフラム 35 の中央部に複数個の突起 39 を設けてもよい。

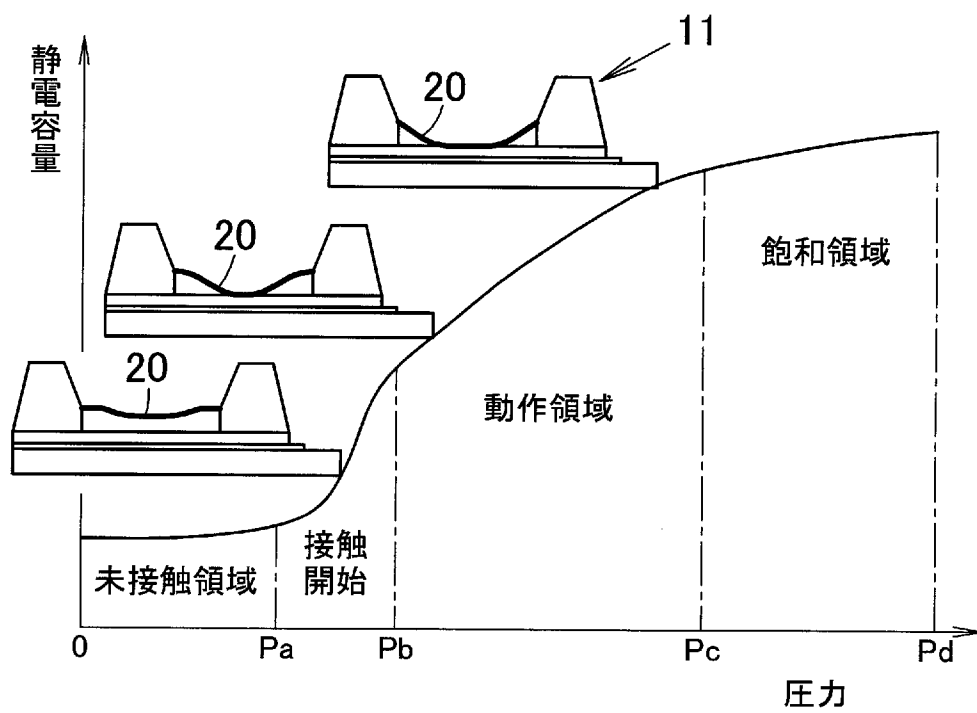
[0043] (実施形態 2)

図 13 は、本発明の実施形態 2 によるプレート型の入力装置 51、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 51 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。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 51 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。

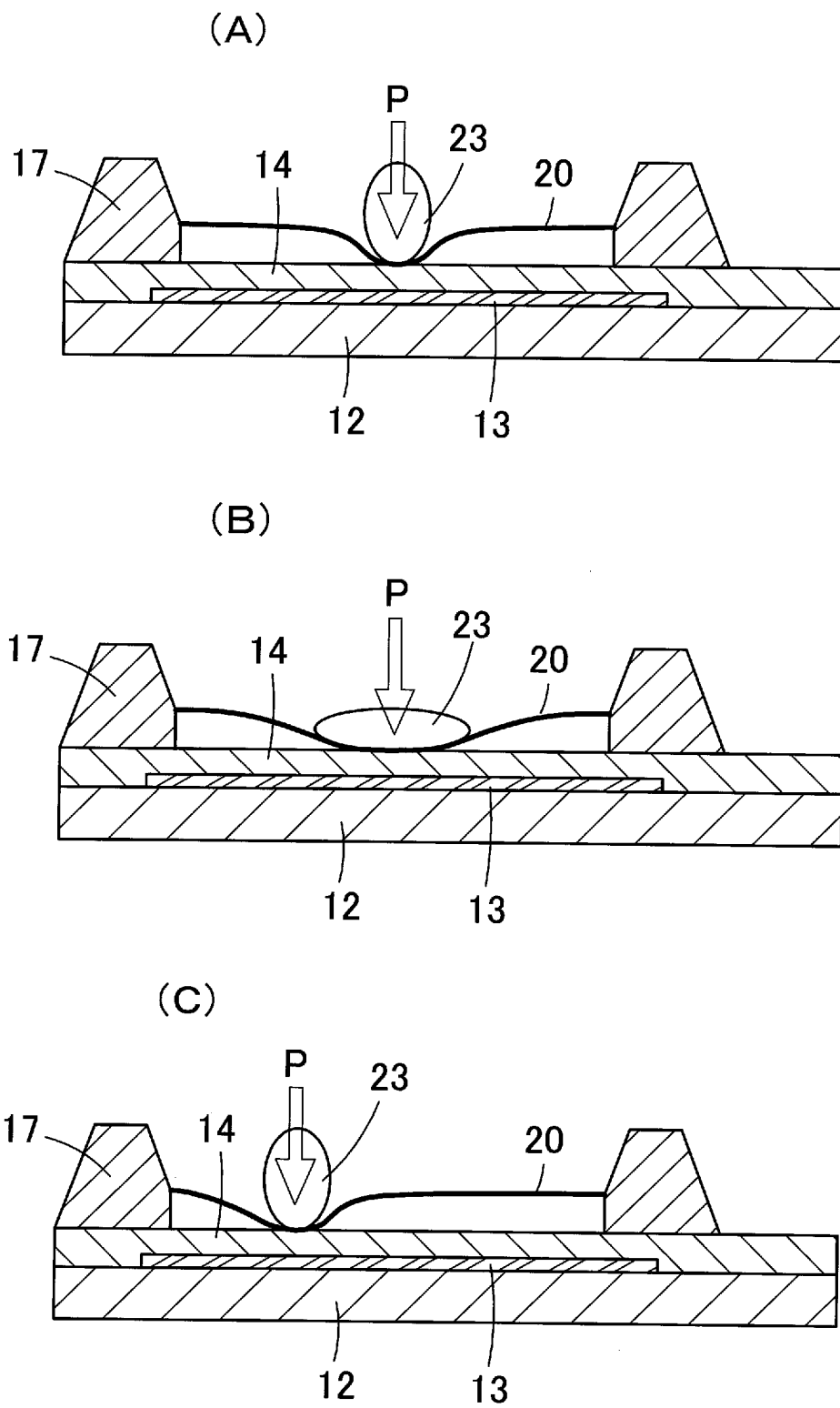
請求の範囲

- [請求項1] 固定電極と、
 前記固定電極の上方に形成した誘電体層と、
 前記誘電体層の上方に空隙を隔てて形成した導電性のダイアフラムと、
 前記ダイアフラムの上面に設けた、1個又は複数個の突起と、
 を備えたことを特徴とする静電容量型圧力センサ。
- [請求項2] 前記突起を、前記ダイアフラムの上面中央部に設けたことを特徴とする、請求項1に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項3] 前記ダイアフラムの表面を覆う保護膜を有し、
 前記突起を、前記保護膜と同一材料によって形成したことを特徴とする、請求項1に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項4] 前記突起を、前記ダイアフラムと同一材料によって前記ダイアフラムと一体に形成したことを特徴とする、請求項1に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項5] 前記突起の高さが、前記空隙の高さ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] 前記突起の幅は、前記ダイアフラムの幅の0.2倍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7] 前記突起の幅は、前記ダイアフラムの幅の0.15倍以下であることを特徴とする、請求項6に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項8] 前記ダイアフラムに垂直な方向から見て、互いに直交する2本の仮想の直線に関してそれぞれ対称な位置に通気路を設けたことを特徴とする、請求項1に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項9] 前記通気路が、屈曲又は湾曲していることを特徴とする、請求項8に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項10] 請求項1に記載した静電容量型圧力センサを複数個配列させたことを特徴とする入力装置。

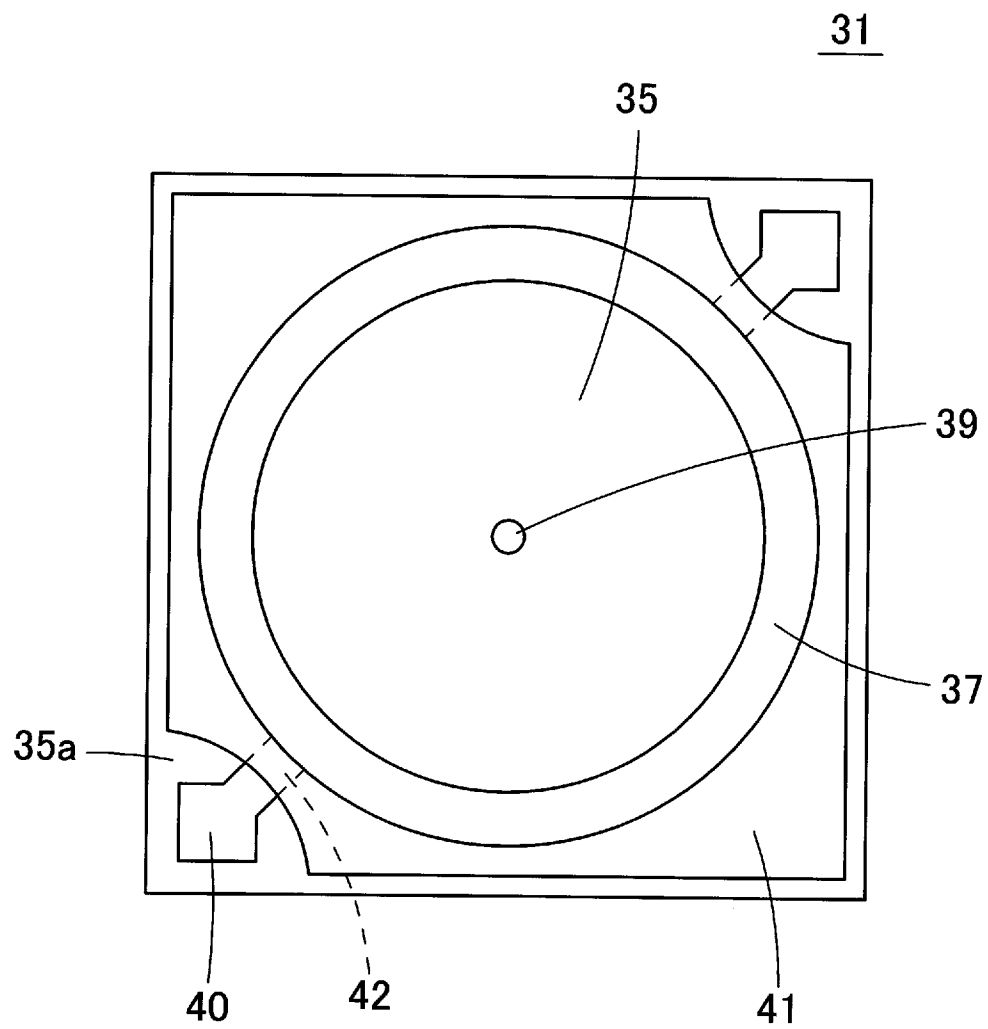
(A)



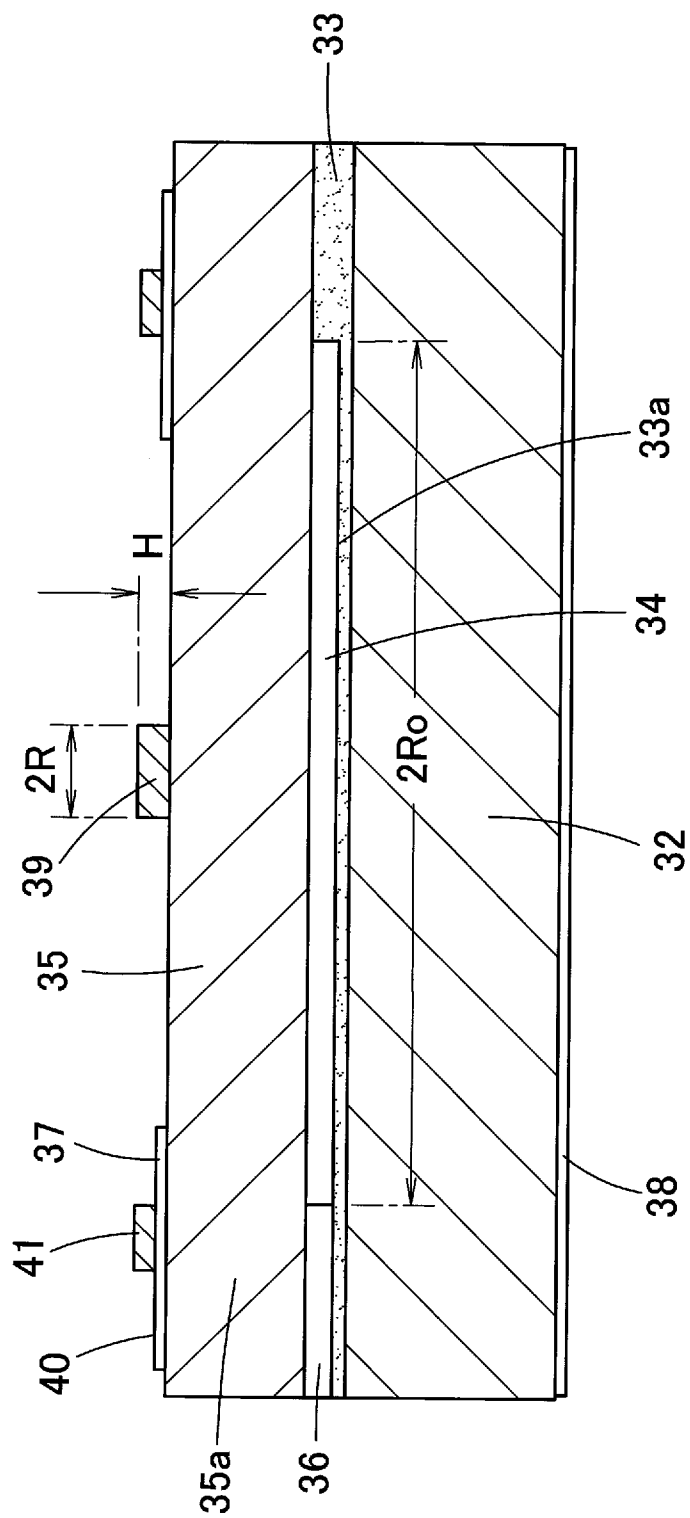
[図2]



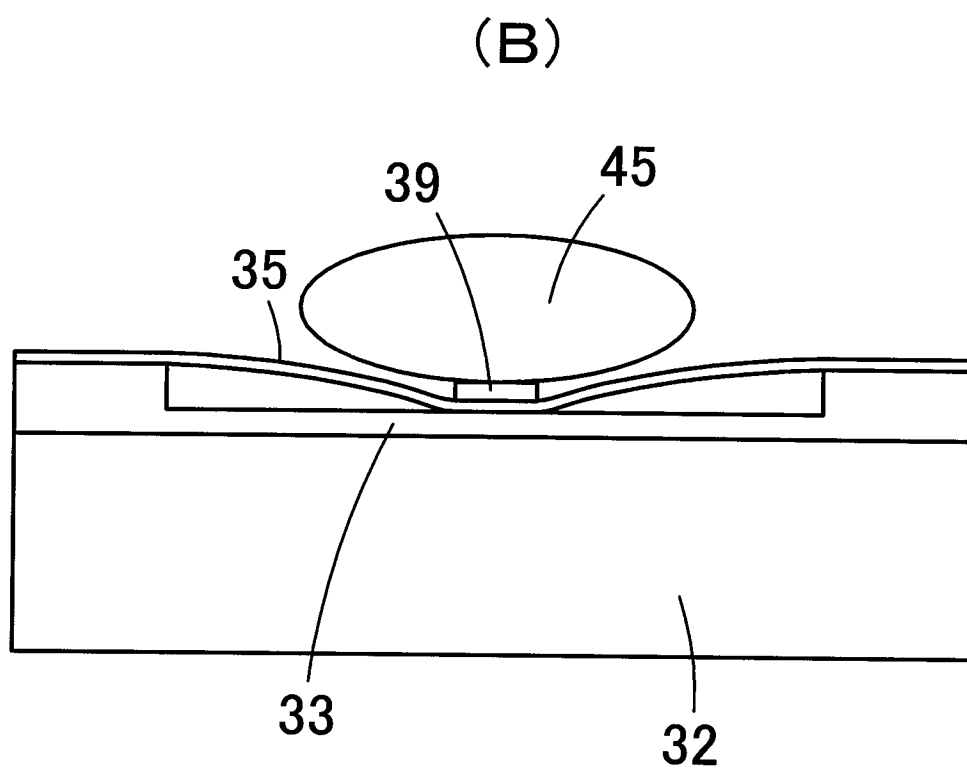
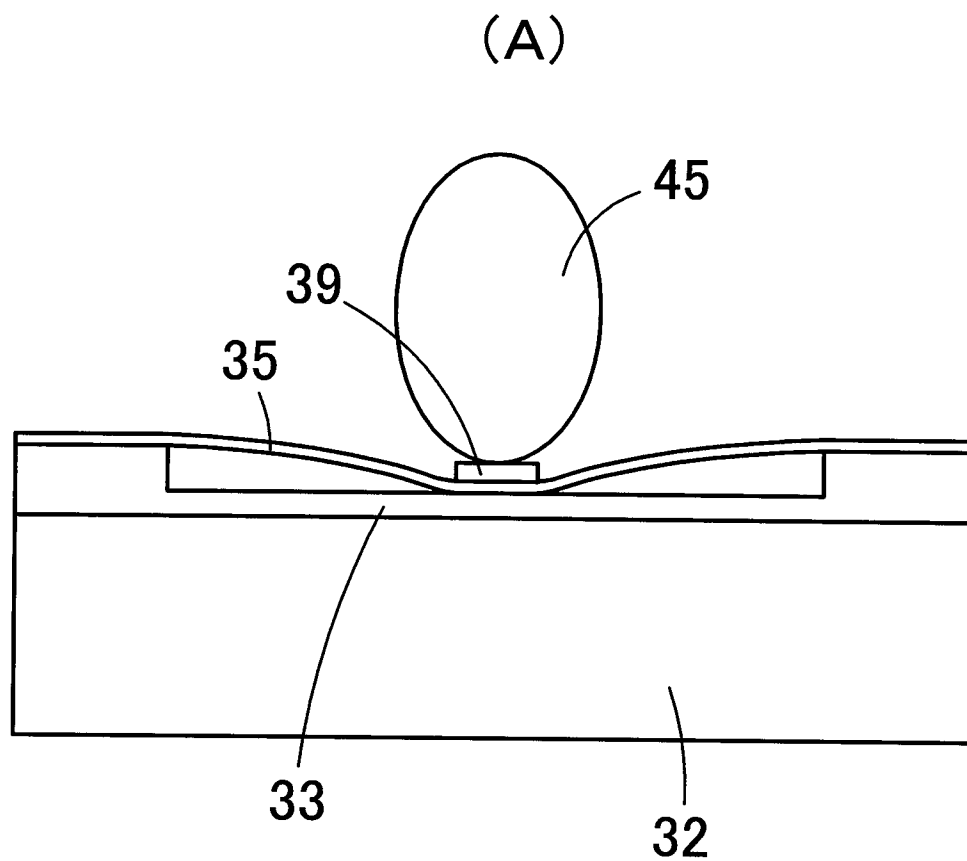
[図3]



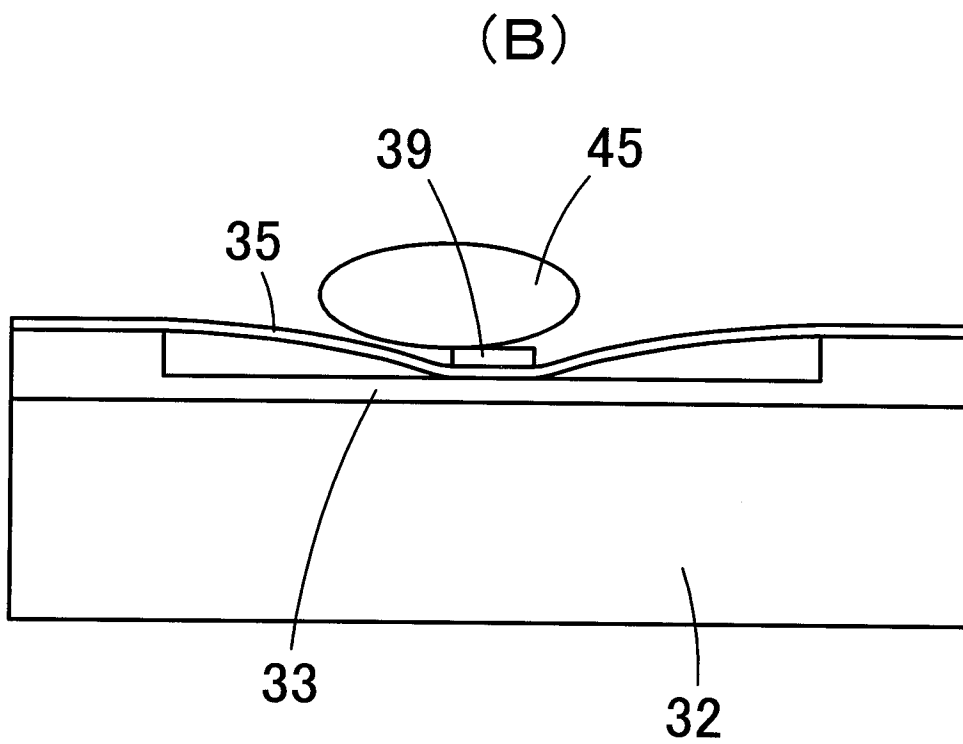
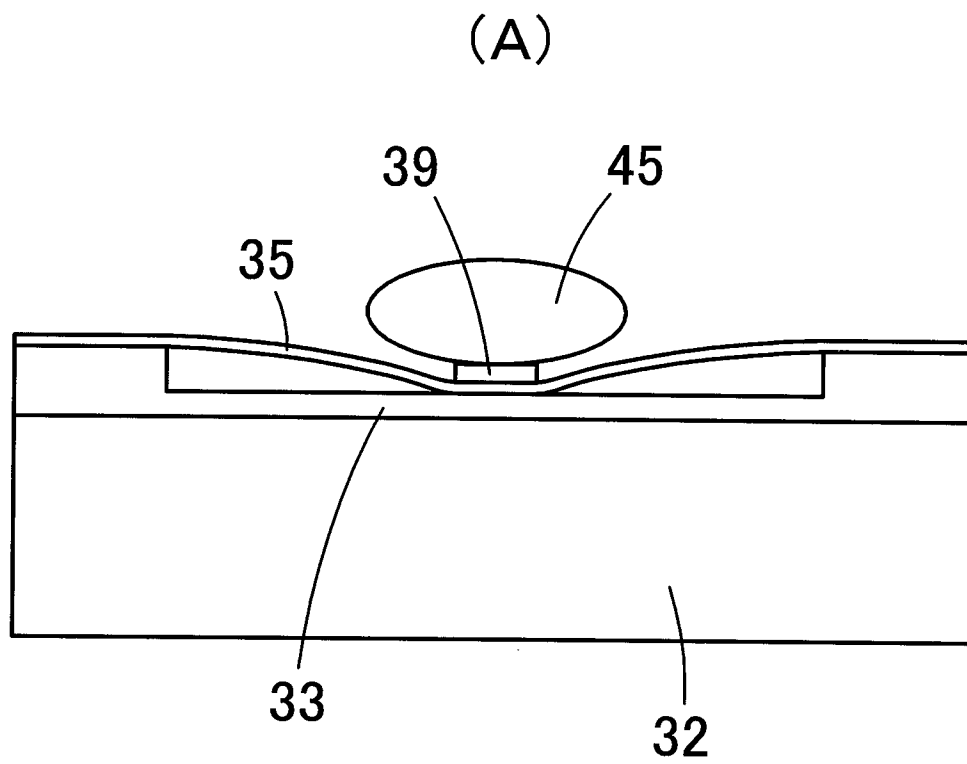
31



[図5]

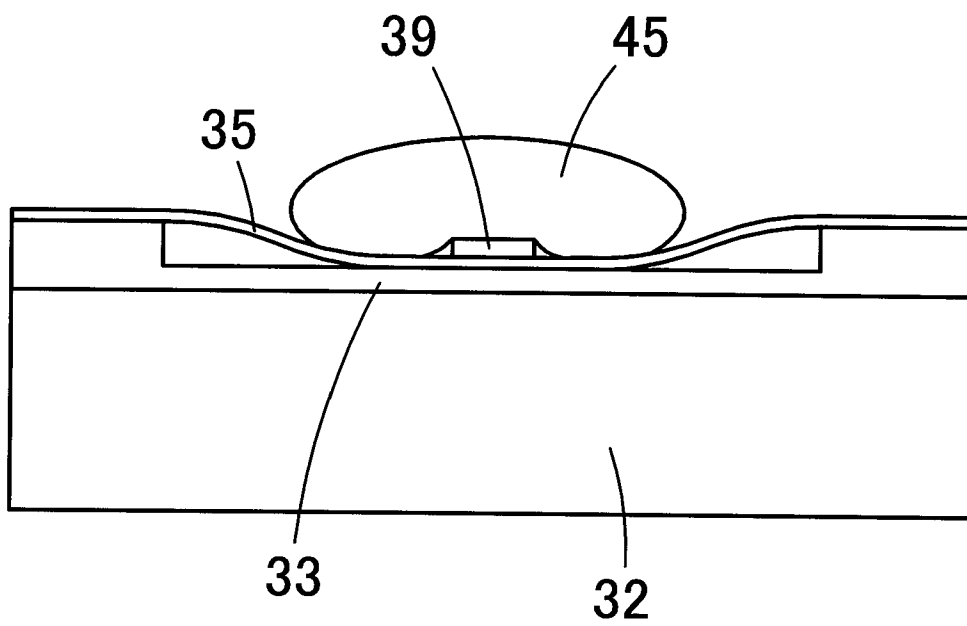


[図6]

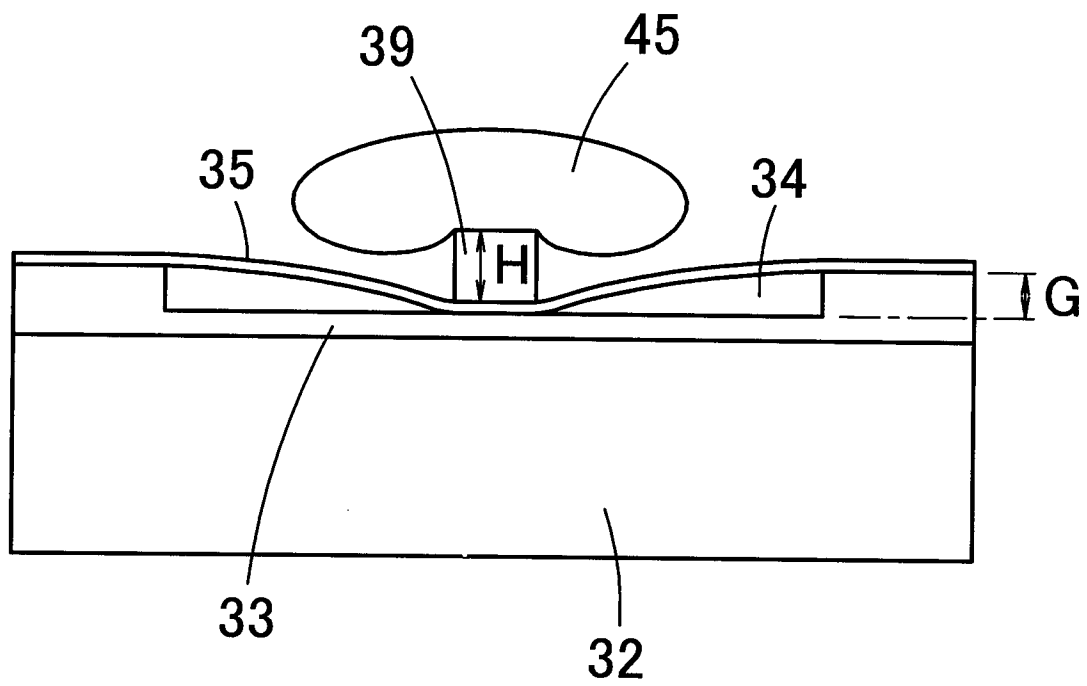


[図7]

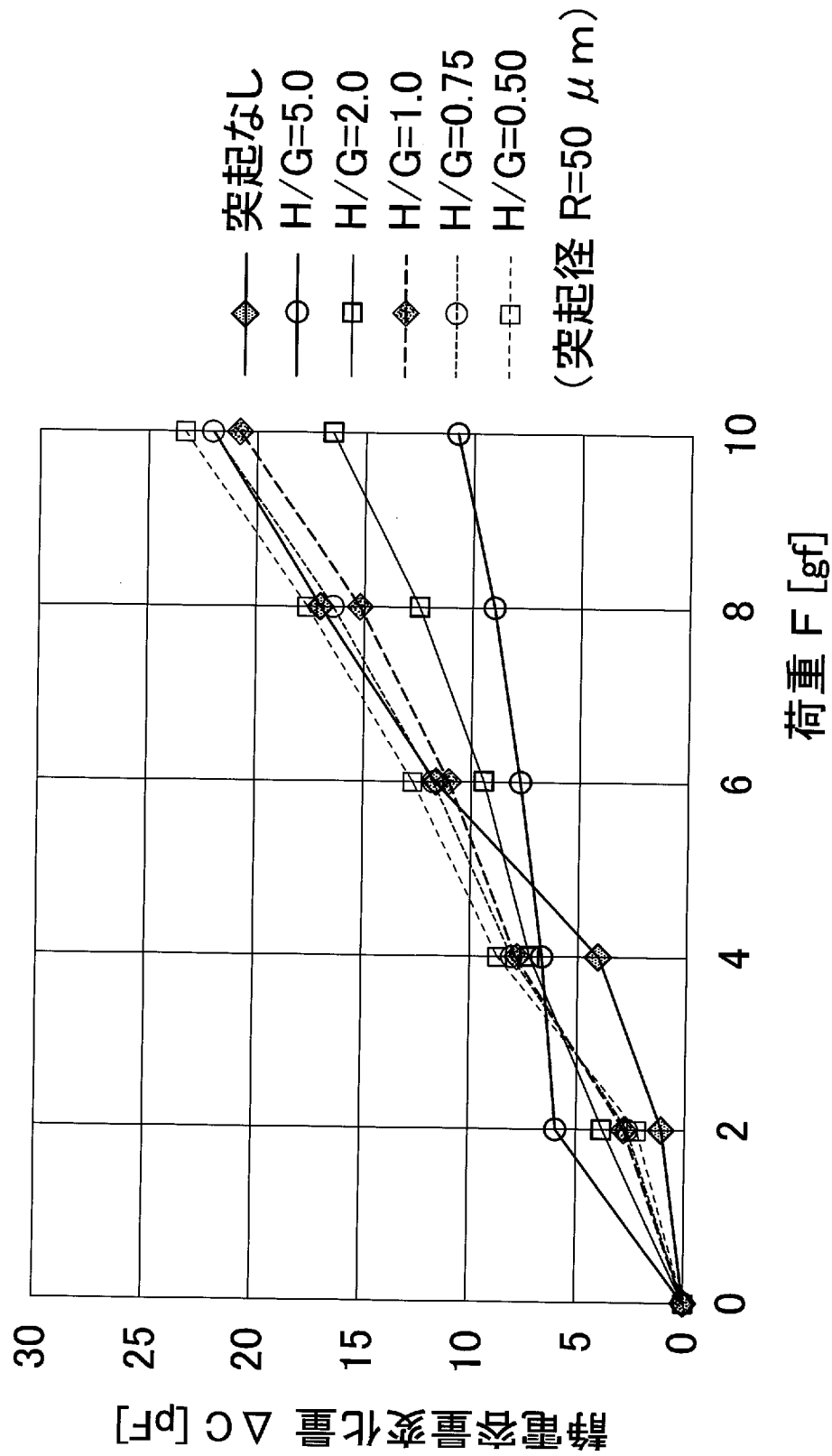
(A)



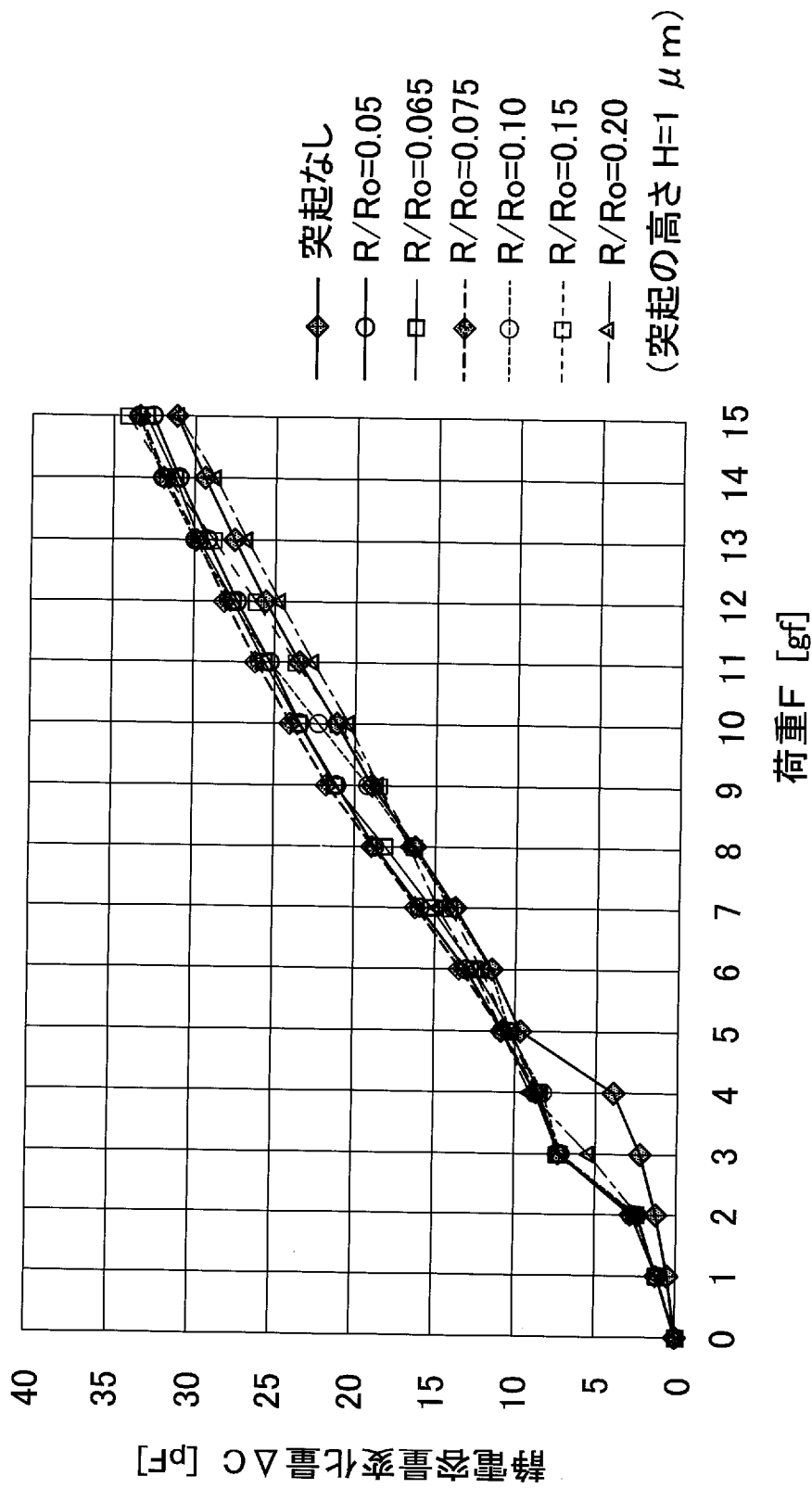
(B)



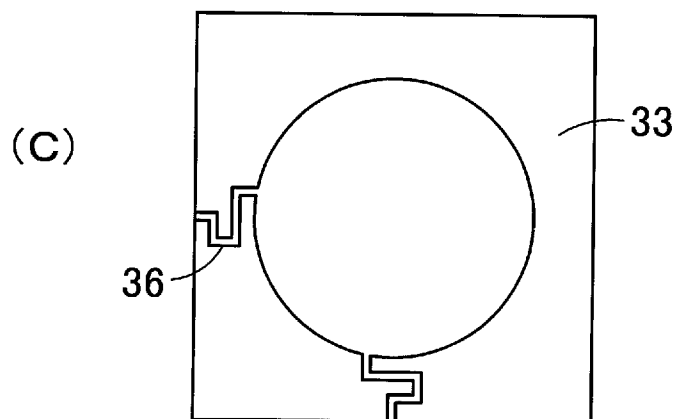
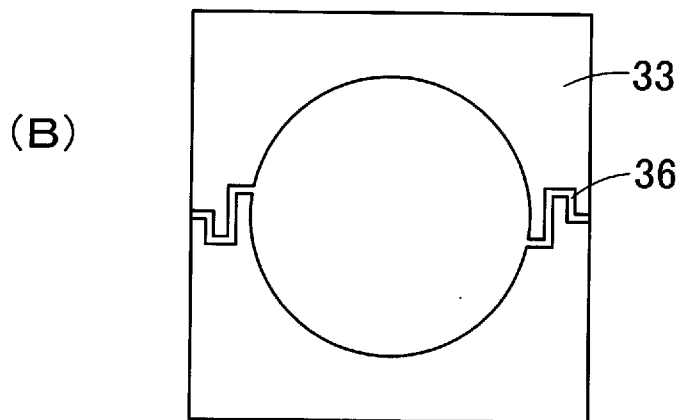
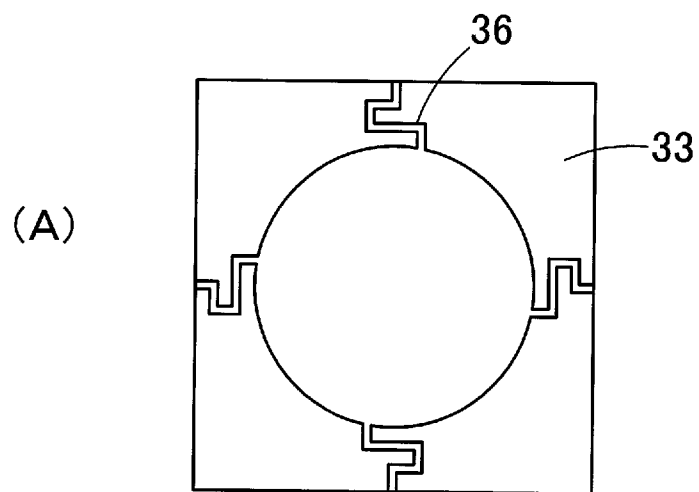
[図8]



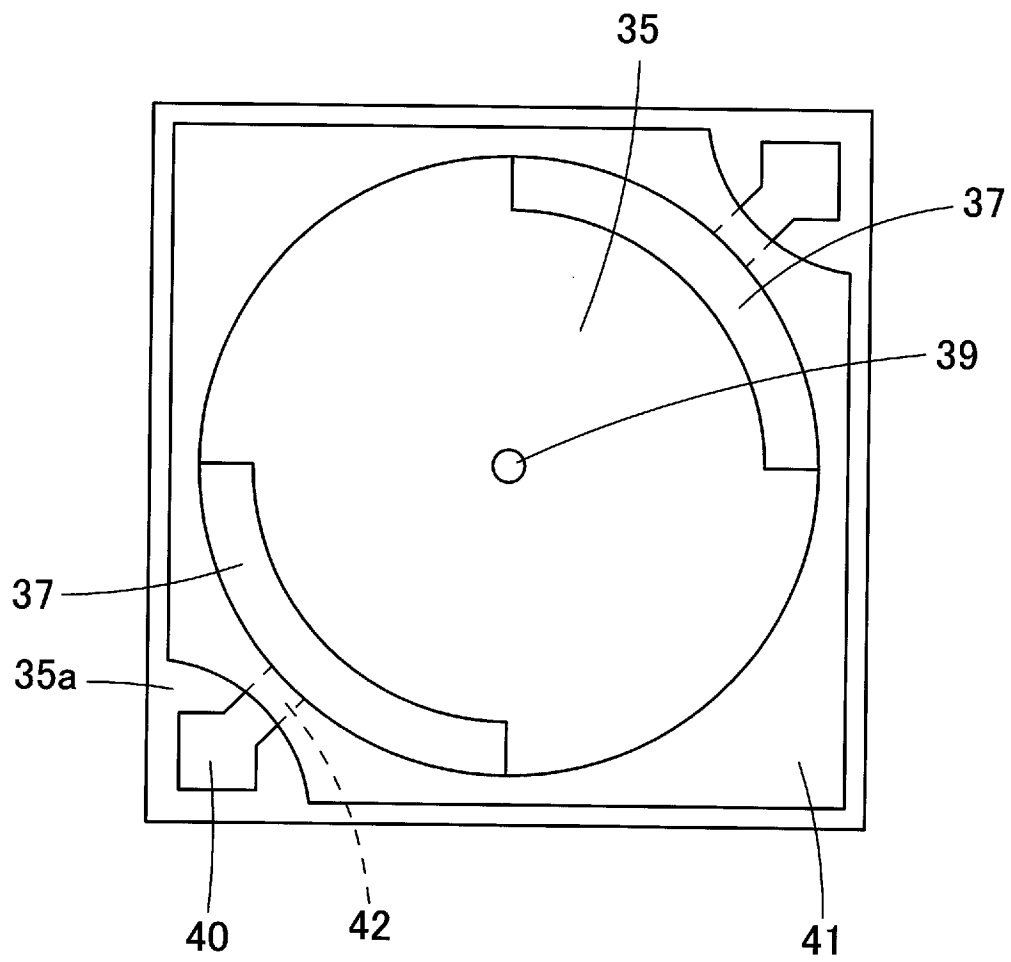
[図9]



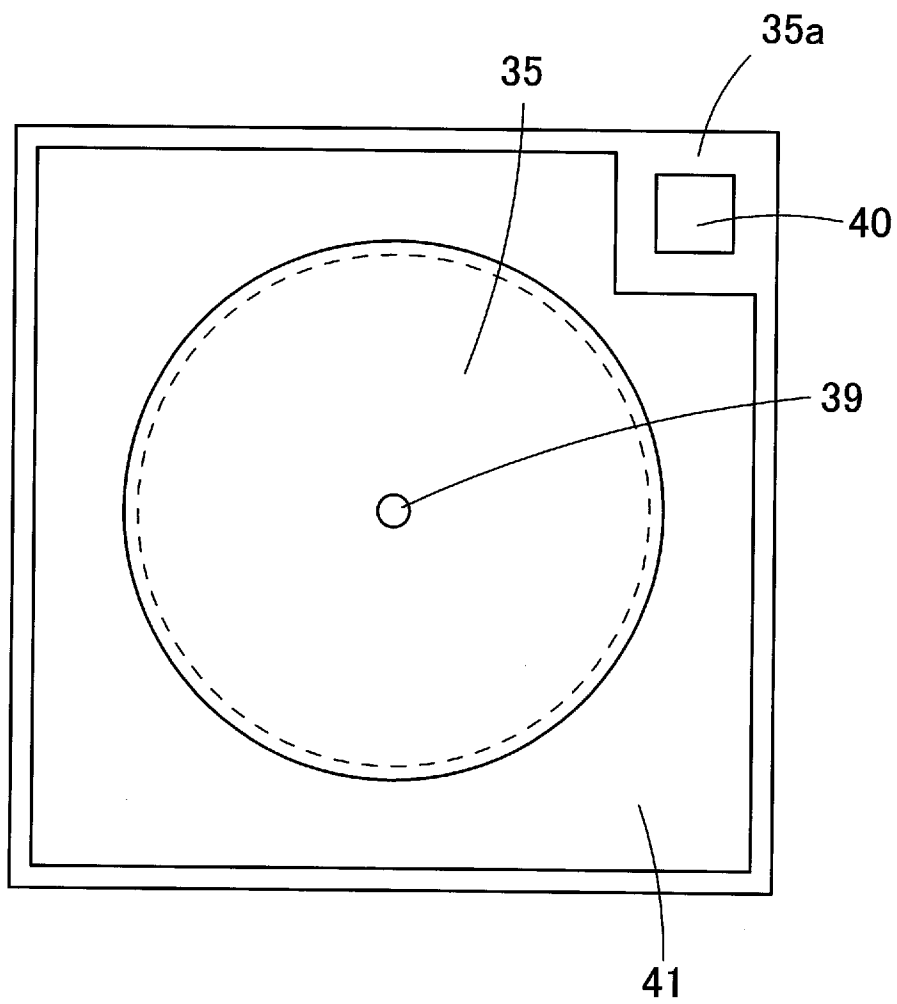
[図10]



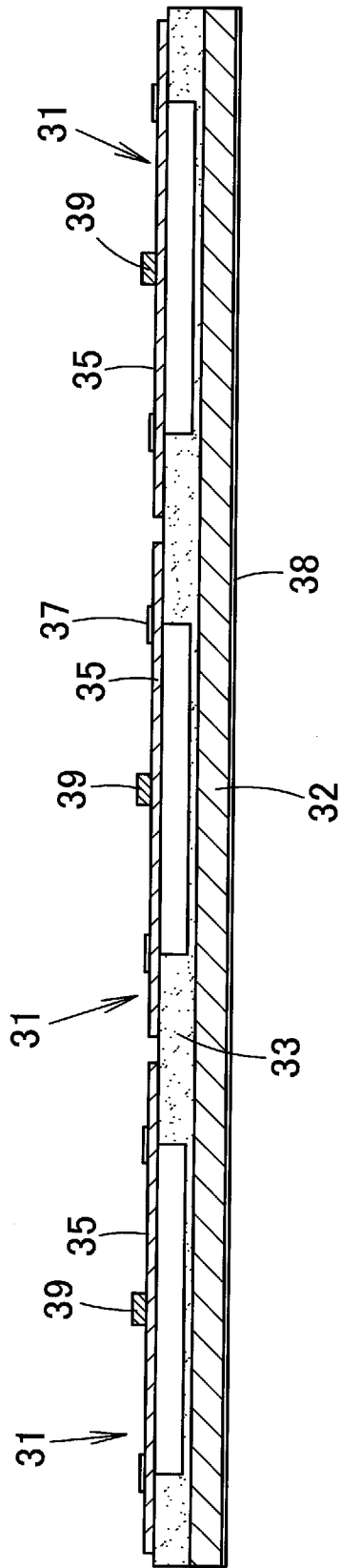
[図11]



[図12]



[図13]

51

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/082699

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L1/14(2006.01)i, G01L5/00(2006.01)i, G06F3/044(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)

G01L1/14, G01L5/00, G06F3/044, H01L29/84, G01L9/12

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 A	JP 2003-139628 A (Nitta Corp.), 14 May 2003 (14.05.2003), fig. 1 to 8 (Family: none)	1-5, 8-10 6, 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
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 December, 2013 (19.12.13)

Date of mailing of the international search report
07 January, 2014 (07.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01L1/14(2006.01)i, G01L5/00(2006.01)i, G06F3/044(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. G01L1/14, G01L5/00, G06F3/044, H01L29/84, G01L9/12

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	J P 2 0 0 3 - 1 3 9 6 2 8 A (ニッタ株式会社) 2 0 0 3 . 0 5 . 1 4 , 【図 1】 - 【図 8】 (ファミリー無し)	1 - 5 , 8 - 1 0
A		6 , 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 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 1 . 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）

森 雅之

2 F

8 5 0 5

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