

(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
2010年5月20日(20.05.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/055545 A1

(51) 国際特許分類:
H01G 5/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/003293

(22) 国際出願日: 2008年11月12日(12.11.2008)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 中里典生(NAKAZATO, Norio) [JP/JP]; 〒3120034 茨城県ひたちなか市堀口832番地2株式会社日立製作所機械研究所内 Ibaraki (JP). 藤枝信男(FUJIEDA, Nobuo) [JP/JP]; 〒3120034 茨城県ひたちなか市堀口832番地2株式会社日立製作所機械研究所内 Ibaraki (JP). 石橋雅義(ISHIBASHI, Masayoshi) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内 Tokyo (JP). 加藤美登里(KATO, Midori) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪

一丁目280番地株式会社日立製作所中央研究所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人(Polaire I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目7番1号 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, JP, 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, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO,

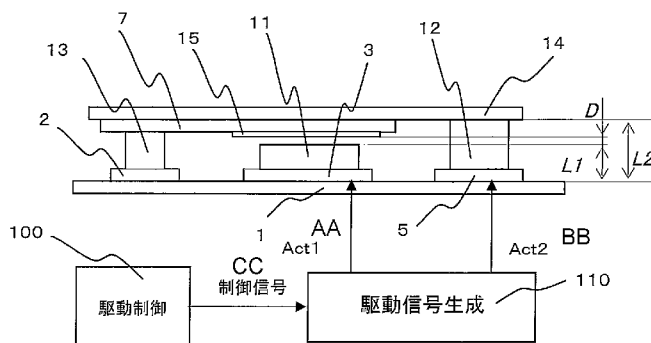
[続葉有]

(54) Title: VARIABLE CAPACITANCE ELEMENT AND MANUFACTURING METHOD, AND CAPACITANCE SETTING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 可変容量素子及びその製造方法、並びに、その静電容量設定方法

[図16]

図16



100 Drive control
110 Drive signal generation
AA Act1
BB Act2
CC Control signal

(57) Abstract: Disclosed are a highly reliable variable-capacitance element that can operate with low power consumption, and a manufacturing method therefor. Additionally provided is a capacitance setting method for the variable-capacitance element. The variable-capacitance element comprises two opposing substrates (11) and (12), electrodes (2), (3), (4), (5) and (6) formed on the opposing surfaces of each of the substrates, dielectric layer (15) provided on the surface of one of the two opposing electrodes, and organic actuators (11) and (12) formed as layers between the two opposing substrates, wherein drive power is supplied to the organic actuators. The electrostatic capacitance can be set to any value by using the "latch function" or "latch state" of the organic actuators.

(57) 要約: 低消費電力動作が可能で、信頼性の高い容量可変素子及びその製造方法を提供し、更には、容量可変素子のための静電容量設定方法を提供する。対向する二つの基板11、12と、当該基板の対向する面上にそれぞれ形成された電極2、3、4、5、6と、対向する二つの電極の一方の電極の面上に設けられた誘電体層15とを

備えており、前記対向する二つ電極とその間に配置された誘電体層により静電容量を形成する容量素子において、前記対向する二つの基板との間に、有機アクチュエータ11、12を層状に形成して当該有機アクチュエータに対して駆動電力を供給し、有機アクチュエータの「ラッチ機能」又は「ラッチ状態」を利用して、その静電容量を任意の値に設定可能とする。

WO 2010/055545 A1



PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, 添付公開書類:

CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

可変容量素子及びその製造方法、並びに、その静電容量設定方法 技術分野

[0001] 本発明は、電極間距離を変化させることによりその静電容量を変化する可変容量素子（コンデンサ）、及び、かかる可変容量素子の製造方法、更には、かかる可変容量素子の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、その静電容量が可変である可変容量素子（コンデンサ）やバラクタは、可変周波数発信機、同調増幅器、位相シフタ、インピーダンス整合回路などの高周波回路には必須の部品である。特に、近年においては、モバイル通信端末機器におけるマルチバンド化、マルチモード化の開発が進展しており、それに伴い、広帯域での可変容量動作を実現するための可変容量素子（コンデンサ）が期待されている。

[0003] 従来、かかる可変容量素子（コンデンサ）としては、例えば、以下の特許文献 1 や 2 によっても知られるように、半導体素子であるバラクタダイオードが利用されており、更には、その広帯域化を実現するために、スイッチとキャパシタアレイとの組み合わせた構造が提案されている。

[0004] また、以下の特許文献 3 ～ 5 によれば、MEMS 技術によって作成される静電駆動型の可変容量素子は既に知られており、かかる容量素子によれば、半導体素子に比べて損失が小さく、Q 値を高くできるメリットがあると報告されている。

[0005] 更には、以下の特許文献 6 によれば、3 層の金属薄膜を積層してなる可動電極を利用した可変容量素子が、そして特許文献 7 によれば、ゴムの板を利用した可変間隙デバイスとその製造方法が既に知られている。

[0006] 一方、可動電極を駆動するためのアクチュエータとしては、一般に、静電アクチュエータの他に、圧電アクチュエータ、電磁アクチュエータ、高分子アクチュエータなどが既に知られている。加えて、本発明が関る可変容量素

子とは異なるが、特に、高分子材料を用いたアクチュエータは、以下の特許文献8により既に知られており、かかるアクチュエータは、印刷プロセスでの作製可能であるため、小型軽量のアクチュエータを安価に作製でき、実用化が期待されている。

- [0007] 特許文献1：特開2004-48589号公報
特許文献2：特開2006-157767号公報
特許文献3：特開2004-172504号公報
特許文献4：特開2006-19724号公報
特許文献5：特開2006-210843号公報
特許文献6：再公表WO2005/027257号公報
特許文献7：特開昭62-501387号公報
特許文献8：特開2006-325335号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0008] しかしながら、上述した従来技術によれば、以下のような問題点があった。即ち、可変容量素子を半導体素子で構成する場合には、素子数が多くなり、また同一チップ上に形成する場合には占有面積が大きくなってしまいうことから、チップサイズを小さくして安価にすることが出来ない。また、これにより得られる可変容量素子は、MEMS技術による可変容量素子よりも損失が大きく、かつ、Q値が低い。

- [0009] また、静電駆動型のMEMS技術による可変容量コンデンサでは、容量調整範囲を大きくするため、チップサイズを大きくしたり、素子数を増やしたりすることが必要であるため、安価に製造することが難しい。加えて、電極間が接近し過ぎて急激に引き付けられてしまう、所謂、「プルダウン現象」が発生するが、かかる現象を回避するためには、高い電圧を制御しなければならず、また、電極間における異物の混入やスティッキング対策のために、気密封止パッケージ内に収納する必要がある。そのため、システム全体を安価に製造することが難しい。

[0010] そこで、本発明では、有機アクチュエータを採用することにより、安価に作製可能な新規な可変容量素子を提供することを目的とするものである。なお、有機アクチュエータは、素子サイズが大きくなっても安価に作製できるというメリットが期待できるが、しかしながら、ジュール熱に伴う熱膨張により動作するため、任意の変位を維持するためには電流を供給しつづけなければならない、電圧制御型の他のアクチュエータと比べて制御電圧は低くできるものの消費電力は大きくなってしまう。

[0011] そこで、本発明では、かかる有機アクチュエータを採用する際の問題点を解消し、即ち、低消費電力動作が可能で、かつ、信頼性の高い容量可変素子及びその製造方法を提供し、更には、かかる容量可変素子のための静電容量設定方法を提供することをその目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明では、上述した目的を達成するため、まず、対向する二つの基板と、前記二つの対向する基板の対向する面上にそれぞれ形成された電極と、前記対向する二つの電極の一方の電極の面上に設けられた誘電体層とを備えており、前記対向する二つ電極とその間に配置された前記誘電体層により静電容量を形成する容量素子であって、更に、前記対向する二つの基板との間に、少なくとも、有機アクチュエータ材を層状に形成してなる二つの有機アクチュエータを形成すると共に、当該有機アクチュエータに対して駆動電力を供給するための駆動用電極をそれぞれ設けた可変容量素子が提供される。

[0013] また、本発明では、前記に記載した可変容量素子において、前記二つの有機アクチュエータの一方の有機アクチュエータは、前記二つの電極の他方の電極の面上に形成されており、前記二つの有機アクチュエータの他方の有機アクチュエータは、前記対向する二つの基板との間に、前記一方の有機アクチュエータに隣接して設けられていることが好ましく、更には、前記他方の有機アクチュエータは、前記一方の有機アクチュエータを取り囲むように形成されていることが好ましい。

[0014] また、本発明によれば、やはり上述した目的を達成するため、対向する二

つの基板を用意し、前記二つの基板の対向する面上にそれぞれ電極層を形成し、前記二つの基板の一方の基板の対向面上には、有機アクチュエータ材を層状に形成してなる二つの有機アクチュエータを形成すると共に、前記二つの基板の他方の基板の対向面上には、前記形成した電極の面上に誘電体層を形成し、前記二つの基板を、前記他方の基板の対向面上に形成した前記誘電体層が、前記一方の基板の対向面上に形成した電極層に対向するように貼り合わせ、もって、前記対向する二つ電極層とその間に配置された前記誘電体層により形成される静電容量を可変とした可変容量素子を製造する可変容量素子の製造方法が提供される。なお、上記の製造方法において、前記二つの有機アクチュエータの一方の有機アクチュエータは、製膜方法によって形成することが好ましい。

[0015] 加えて、やはり上述した目的を達成するため、本発明によれば、対向する二つの基板と、前記二つの対向する基板の対向する面上にそれぞれ形成された電極と、前記対向する二つの電極の一方の電極の面上に設けられた誘電体層とを備えており、前記対向する二つ電極とその間に配置された前記誘電体層により静電容量を形成する容量素子であって、更に、前記対向する二つの基板との間に、少なくとも、有機アクチュエータ材を層状に形成してなる二つの有機アクチュエータを形成すると共に、当該有機アクチュエータに対して駆動電力を供給するための駆動用電極をそれぞれ設けた可変容量素子の静電容量の設定方法であって、前記二つの有機アクチュエータの双方を駆動して変位させ、前記二つの有機アクチュエータの一方の有機アクチュエータを定常状態にして他方の有機アクチュエータの位置を設定し、その後、前記一方の有機アクチュエータの位置を設定することにより、前記静電容量を可変設定する可変容量素子の静電容量設定方法が提供される。

[0016] なお、本発明では、前記に記載した静電容量設定方法において、前記他方の有機アクチュエータの位置を設定する際には、前記一方の有機アクチュエータには定常状態を維持するに必要な駆動電力を供給すると同時に、前記前記他方の有機アクチュエータへの駆動電力を停止することが好ましく、更に

は、前記一方の有機アクチュエータの位置を設定する際には、前記一方の有機アクチュエータへの駆動電力の供給を停止して初期状態に戻すことが好ましい。

発明の効果

[0017] 上述したように、本発明によれば、有機アクチュエータを採用しながらも、低消費電力動作が可能で、かつ、信頼性の高い構造の容量可変素子を提供することが可能であり、かつ、その製造方法によれば印刷プロセスによって容易に製造することができる。加えて、上述した容量可変素子のための静電容量設定方法によれば、上述した容量可変素子における有機アクチュエータを駆動してその静電容量を可変に設定することが可能になる。

発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態について、添付の図を参照しながら詳細に説明する。

実施例 1

[0019] まず、添付の図 1～図 4 には、本発明の第一の実施の形態（実施例 1）になる片持ち梁型の可変容量素子の構造が示されており、それぞれ、図 1 は本発明の可変容量素子の全体構造を示す斜視図であり、図 2 はその側面図である。更に、添付の図 3 はその内部構造を分かり易くするためにその一部を切り欠いて示した可変容量素子の斜視図であり、そして、図 4 は、当該可変容量素子を上方から見た上面図である。

[0020] これらの図にも明らかなように、本発明になる可変容量素子は、第 1 の基板（メイン基板）1 を備え、その上面には、その長手方向（図の水平方向）における所定の位置に、複数の電極層が形成されている。より具体的には、本例では、特に、添付の図 3 及び図 4 に明らかなように、5 個の電極が、図の左側から、電極層 2、電極層 3 と電極層 4、そして、電極層 5 と電極層 6 が形成されている。更に、これらの電極層 2、3、4、5 及び 6 の上面には、以下の部材がそれぞれ形成されている。即ち、電極 2 の上面には、導電性接着材からなる導電接着層 13 が、電極層 3 と 4 の上面には、これら 2 個の

電極層に跨って、以下にも説明する有機材料からなる第１のアクチュエータ層１１が、そして、電極層５と６の上面には、やはりこれら２個の電極に跨って、以下にも説明する有機材料からなる第２のアクチュエータ層１２が形成されている。

[0021] そして、上記第１のアクチュエータ層１１の上面には、誘電体層１５が形成されると共に、当該誘電体層１５の上面と前記導電接着層１３との上面に跨って、電極層７が形成され、更には、当該電極層７の上面と上記第２のアクチュエータ層１２の上面に跨って、第２の基板（サブ基板）１４が取り付けられている。

[0022] 即ち、上述した構成になる可変容量素子は、電極層３の上面に形成されて導電層をなす第１のアクチュエータ層１１と電極７と共に、それらの間に形成された誘電体層１５により静電容量を形成すると共に、上記第１のアクチュエータ層１１と上記第２のアクチュエータ層１２によってその静電容量を可変する。

[0023] 続いて、添付の図５～図１５により、本発明の可変容量素子の製造方法について詳細に説明する。なお、図５～図１０は、上記可変容量素子の第１の基板（メイン基板）１上に各種の固定電極を形成してなる、固定電極側の製造工程を、そして、図１１～図１５は、上記可変容量素子の第１の基板（サブ基板）１４上に可動電極を形成してなる可動電極側の製造工程をそれぞれ示している。

[0024] まず、添付の図５に示す斜視図には、電極を形成した直後の第１の基板１の状態が示されており、この図にも示すように、例えば、ガラスエポキシ基板、ポリイミド基板などの有機基板、ガラス基板などの無機基板、又は、セラミック基板など、所謂、絶縁材を板状に形成してなる第１の基板１の上面に、電極層２、３、４、５を形成する。これら電極の形成は、例えば、プリント基板などの配線板と同様に、その表面に金属箔（例えば、銅箔）を貼った絶縁基板を用意してエッチング加工による方法、マスク蒸着、又は、選択めっきなどによる方法を採用することが出来る。即ち、一般的な電極形成方

法が利用でき、更には、上記に加えて、例えば、金属ナノ粒子を用いたインクやペーストによる直接塗布描画による形成方法を採用することも可能である。また、添付の図6は、上記の電極層2、3、4、5を形成した直後の上面図であり、上述したように、図の左側から、電極層2、電極層3と電極層4、そして、電極層5と電極層6が形成される。

[0025] 次に、添付の図7は、上記第1のアクチュエータ11を形成した後の状態を示しており、この図にも示すように、上記の電極3と電極4とをつなぐように、即ち、これらの電極を跨いでアクチュエータ11を形成する。なお、このアクチュエータの材料としては、例えば、本願と同一出願人により平成17年（2005年）5月19日付で出願され、平成18年（2006年）11月30日付で出願公開された特開2006-325335号公報に開示されるように、熱膨張係数の絶対値の大きな高分子材料に導電性微粒子を混合したもの（単に、「有機アクチュエータ材」と言う）を使用する。即ち、導電性フィラとエポキシ樹脂からなるペーストをディスペンサやスクリーン印刷などにより塗布した後、加熱や化学反応により硬化させることによって得られる。また、添付の図8は、上記第1のアクチュエータ11を形成した後の、第1の基板1の上面図である。

[0026] 添付の図9は、上記の第1のアクチュエータ11に加え、更に、第2のアクチュエータ12と、導電接着層13とを形成した後の状態を示している。なお、この第2のアクチュエータ12も、上記第1のアクチュエータ11と同様に、電極5と電極6を跨いで形成されており、導電性フィラとエポキシ樹脂からなるペーストをディスペンサやスクリーン印刷などにより塗布した後、加熱や化学反応により硬化させることによって形成される。また、導電接着層13は、導電性接着材を上記電極2の上面に塗布される。なお、添付の図10は、この時の第1の基板1の上面図である。

[0027] 一方、上述した第1の基板1とは別に、第2の基板14を用意し、その一方の面（図ではその上面）に電極7を形成する。なお、この第2の基板14も、上記第1の基板1と同様に、例えば、ガラスエポキシ基板、ポリイミド

基板などの有機基板、ガラス基板などの無機基板、又は、セラミック基板など、所謂、絶縁材を板状に形成したものである。また、電極 7 も、上記の電極層 2、3、4、5 と同様に、上記第 2 の基板 14 の一方の面に金属箔（例えば、銅箔）を貼った絶縁基板を用意してエッチング加工による方法、マスク蒸着、又は、選択めっきなどによる方法を採用することが出来る。更には、上記に加えて、例えば、金属ナノ粒子を用いたインクやペーストによる直接塗布描画による形成方法を採用することも可能である。即ち、添付の図 11 は、その上面に電極 7 を形成した直後の第 2 の基板 14 を示しており、添付の図 12 は、その上面図である。

[0028] 続いて、添付の図 13 にも示すように、形成した電極 7 上に、電極保護膜として誘電体膜 15 を形成する。なお、この誘電体膜 15 を形成する材料としては、強誘電体が好ましく、より具体的には、この強誘電体材料としては、塗布用チタン酸バリウム（BTO）のコンポジット材などがあげられる。また、添付の図 14 は、上記誘電体層 15 を形成した後の、上記第 2 の基板 14 の上面図である。

[0029] その後、添付の図 15 にも示すように、上述した電極 7 や誘電体層 15 を形成した第 2 の基板 14 を、形成した誘電体層 15 が下方に向くように裏返し（図の矢印を参照）、上記図 9 及び図 10 に示した第 1 の基板 1 の上面に対向するように貼り合わせる。即ち、電極 7 が導電接着層 13 に対向し、誘電体層 15 が第 1 のアクチュエータ 11 に対向し、そして、第 2 の基板 14 の下面が第 2 のアクチュエータ 12 に対向するように貼り合わせる。この貼り合わせの後、導電接着層 13 とアクチュエータ 12 を硬化させる。これにより、第 1 のアクチュエータ 11 と、誘電体層 15 で保護された（覆われた）電極 7 との間には、静電容量が形成され、即ち、容量を構成することとなる。そして、上記にも述べたが、上記第 1 のアクチュエータ層 11 と上記第 2 のアクチュエータ層 12 の働きにより、形成された静電容量を変化させることにより、可変容量素子を得ることが出来る。なお、この時の静電容量は、上記電極 7 と電極 2 との間が、導電性の接着層 13 を介して電氣的に接続されて

いるため、電極 2 と電極 3 の端子間で測定することが（得ることが）出来る。

[0030] 次に、以上にその詳細な構造とその製造方法を説明した本発明の可変容量素子について、その動作（原理）と共に、その静電容量の設定方法について、添付の図 1 6 ～図 1 8 を参照しながら詳細に説明する。

[0031] まず、添付の図 1 6 は、その駆動回路をも含めた本発明の可変容量素子の内部構造を側面から示す側面図であり、この図において、「L 1」は、上記第 1 の基板 1 の表面から第 1 のアクチュエータ 1 1 の表面までの高さを、「L 2」は、上記第 1 の基板 1 の表面から第 2 のアクチュエータ 1 1 の表面（又は、第 2 の基板 1 4 の下面）までの高さを示したおり、そして、「D」は、上記第 1 のアクチュエータ 1 1 の表面から誘電体 1 5 の下面までの距離を示している。

[0032] また、図中の符号 1 0 0 は、上記本発明になる可変容量素子を搭載した、例えば、携帯電話など、電子機器の全体の制御を司る駆動制御部を示しており、当該機器の状況により可変容量素子の静電容量を変更する旨の指令や変更すべき静電容量の値などを含めた制御信号を出力する。なお、この駆動制御部は、例えば、メモリ装置を含む CPU 等によって構成される。また、図中の符号 1 1 0 は、上述した駆動制御部 1 0 0 からの制御信号に基づき、以下に説明する駆動電力（電流又は電圧：A c t 1、A c t 2）を生成して上記第 1 及び第 2 のアクチュエータ 1 1、1 2 に供給するための駆動信号生成回路を示している。

[0033] ところで、上述した導電性フィラとエポキシ樹脂からなるペーストを塗布・硬化して形成したアクチュエータ（以降、「有機アクチュエータ」と言う）は、例えば、駆動電流の通電（加熱膨張）により伸張し、その冷却（通電の停止）に伴って元の状態に収縮する性向を有するが、更に、当該有機アクチュエータは、加熱膨張により伸張した後、冷却（通電の停止）によって元の状態に戻ろう（収縮）しようとするが、その途中で拘束されて所定の時間の時間が経過すると、当該状態のまま（拘束された高さ）で安定する（保持

される)という特性を有しており、以後、この特徴を「ラッチ機能」又は「ラッチ状態」と言う。

[0034] 本発明では、この有機アクチュエータにおける「ラッチ機能」又は「ラッチ状態」を利用することにより、電極間隔を任意に設定可能とし、可変容量素子の容量を、適宜、可変にすると共に、その省電力をも同時に達成せんとするものである。なお、この有機アクチュエータにおける「ラッチ機能」又は「ラッチ状態」は、その後、再び通電加熱することによって元の定常状態に戻すことができる。

[0035] 添付の図17は、上述した可変容量素子の駆動ダイアグラムを示しており、その縦軸方向には電極位置(高さ)である上記「L1」と「L2」の位置の変化を示すと共に、その横軸方向には、その駆動電流(Act2、Act1)の駆動状態(「ON」、「OFF」)を示している。なお、これらの駆動電流(Act2、Act1)は、それぞれ、上記第1及び第2の有機アクチュエータ11、12の下面に設けられた電極3と電極4、及び、電極3と電極4を介して通電される。

[0036] まず、駆動電流を流さない初期状態においては(Act2=OFF、Act1=OFF)、第1の有機アクチュエータ11の高さは「L1」、そして、第2の有機アクチュエータ12の高さは「L2」となっている。なお、この時の状態を、添付の図18(a)に示す。そして、駆動電流を流すと(Act2=ON、Act1=ON)、両有機アクチュエータ11、12はそれぞれ自己発熱により加熱膨張する。この時の状態を、添付の図18(b)に示す。

[0037] その後、両有機アクチュエータ11、12が所定の高さになるまで膨張した後、第1の有機アクチュエータ11へ、その定常状態(その高さを維持したままの状態)を維持するのに適度な駆動電流を流し(Act1=ON)、その状態で、第2の有機アクチュエータ12の駆動電流を停止する(Act2=OFF)。これにより、第1の有機アクチュエータ11の高さは定常状態となって所定の高さを維持し、他方、第2の有機アクチュエータ12は冷

却収縮し、その高さを低下させる。そして、その途中で、上記定常状態を維持する第1の有機アクチュエータ11の働き（具体的には、誘電体15の下面が第1の有機アクチュエータ11の上面に当接することにより、その収縮を停止し、即ち、拘束された状態となる。この状態を所定の時間継続することにより、第2の有機アクチュエータ12は「ラッチ状態」となり、以後も、その高さを維持（安定）することとなる。この時の状態を、添付の図18（c）に示す。

[0038] 次に、第1の有機アクチュエータ11への通電を停止する（A c t 1＝OFF）。これにより、第1の有機アクチュエータ11は冷却されて収縮し、その後、初期状態に戻って定常状態となる。なお、この時も、上記第2の有機アクチュエータ12は「ラッチ状態」となり、その高さを安定に保っている。この時の状態を、添付の図18（d）に示す。

[0039] その結果、上記第1のアクチュエータ11の表面から誘電体15の下面までの距離「D」は（図16を参照）、当該第1のアクチュエータ11の高さに加えて、更に、当該誘電体15の高さを決定する第2の有機アクチュエータ12の高さにも依存することとなり、換言すれば、上記距離「D」は、上記第1の有機アクチュエータ11の初期状態（定常状態）での高さと、上記第2の有機アクチュエータ12の「ラッチ状態」での高さによって決定されることとなり、かつ、当該第2の有機アクチュエータ12の「ラッチ状態」での高さは、上記第1の有機アクチュエータ11の加熱定常状態での高さに依存し、可変となる。

[0040] 即ち、本発明の可変容量素子及びそのための制御方法によれば、上記第1及び第2の有機アクチュエータ11、12への通電パターンにより、上記距離「D」を適宜、任意に設定することが可能となり、もって、比較的簡単な構成により、当該可変容量素子の静電容量を自在に可変とすることが可能となる。

[0041] なお、上記の図18では、その説明のため、上記第1のアクチュエータ11の表面から誘電体15の下面までの距離「D」を拡大して示した。しかし

ながら、この距離「D」はミクロン単位であり、また、誘電体15の表面には凹凸が形成されている（粗面）であることから、当該可変容量素子の静電容量の変化は、実際には、当該誘電体15の表面とクチュエータ11の表面との間の接触圧による接触領域を変化によってもたらさせるものである。

[0042] 加えて、上記のようにして静電容量を可変設定した後の状態では、上記両有機アクチュエータ11、12への駆動電流は不要であることから（Act2=OFF、Act1=OFF）、一旦、その静電容量を変更した後は、電力の消費はなく、そのため、本発明の可変容量素子は、省電力化、低消費電力動作においても好適である。更には、上述したように、自己発熱型のアクチュエータである有機アクチュエータ11、12により素子を構成することによって、駆動（容量変更）時における加熱により、随時、脱ガスを実施することとなる。即ち、アクチュエータの加熱により、電極表面に吸着しやすい水分など、吸着物を脱離することができるので、水分吸着などを抑制することが可能となり、それに伴うスティッキングや電極の腐食等のリスクが低減されることとなる。

[0043] なお、その後のリセット操作については、再度、第2の有機アクチュエータ12へ通電して加熱膨張を行い（Act2=ON）、その後、駆動電流の通電を停止して冷却収縮させることにより、定常状態へ戻す。なお、この時、第1の有機アクチュエータ11は既に定常状態となっており、駆動電流の通電は行わない。なお、上述したように、上記第1及び第2の有機アクチュエータ11、12への供給される駆動電流のパターン（その形状や電流値等）は、上記距離「D」を含めて所望される静電容量との関係から、実際に、実験などにより、予め求めておき、これを上述した駆動制御部100のメモリ装置などに格納しておくことによれば、容易に、駆動信号生成回路110により生成することが可能である。あるいは、上記に代えて、各種のパターンを駆動信号生成回路110内に格納し、制御信号の変更すべき静電容量の値に基づいて適宜選択して出力することも可能である。

[0044] 更に加えて、上記の可変容量素子によれば、塗布（印刷）プロセスによっ

て形成される誘電体を備え、かつ、上述したように、電極と誘電体との面接触圧を制御することによって静電容量を可変する構造において、一方の基板上には誘電体層 15 を形成し、更に、他方の基板上には第 1 及び第 2 の有機アクチュエータ 11、12 を形成することによれば、これらの部材を保護膜（スペーサ）としても利用することができる。かかる構成によれば、特に、比較的大きな基板を利用して多数の可変容量素子を一度に製造する場合、印刷プロセスにより安定して可変容量素子を製造することが可能となる。

実施例 2

[0045] 以上には、その一例として、片持ち梁型の構造を持つ可変容量素子について述べたが、本発明は、その他の構造の可変容量素子についても適用することが出来、以下には、第 1 の有機アクチュエータ 21 の周囲を取り囲んで「コ」字状の第 2 の有機アクチュエータ 22 を形成した、本発明の第 2 の実施例（実施例 2）になる可変容量素子について述べる。

[0046] まず、添付の図 19 及び図 20 には、実施例 2 になる可変容量素子の上面図と側面図が示されている。特に、図 19 から明らかなように、第 1 の基板（メイン基板）1 の上面には複数の電極層 23、24、25、26 が形成されており、特に、その中央部に配置された一対の電極 23 と 24 とに跨るように第 1 のアクチュエータ 21 が形成されており、そして、当該第 1 のアクチュエータ 21 の周囲を取り囲むように、「コ」字状の第 2 のアクチュエータ 22 が形成されている。一方、特に、図 20 から明らかなように、第 2 の基板（サブ基板）14 の下面には、電極層 27 が形成されると共に、その略中央部には、誘電体層 15 が形成され、そして、当該第 2 の基板 14 は、上記第 1 の基板 1 の上面に対向して貼り合されている。

[0047] また、特に、図 20 に明らかなように、この実施例 2 になる可変容量素子では、上述した駆動信号生成回路 110 からのパターン信号、即ち、駆動信号（Act 1、Act 2）は、上記電極 23 と電極 26 に供給される。そして、任意の可変容量は、図からも明らかなように、電極 23 と電極 26 の間に得られる（形成される）こととなる。

- [0048] なお、この実施例 2 になる可変容量素子では、上記実施例 1 の片持ち梁構造とは異なり、「コ」の字状の第 2 の有機アクチュエータ 22 により第 2 の基板（サブ基板）29 と電極 27 とその下面に設けられた誘電体層 15 を縦軸方向に変位することにより上記の距離「D」を任意に設定可能とするものではあるが、しかしながら、その他、それにより得られる効果は、上述したとほぼ同様であり、ここではその説明を省略する。
- [0049] また、この実施例 2 になる可変容量素子では、距離「D」を可変にするための第 1 及び第 2 の有機アクチュエータを、特に、その第 2 の有機アクチュエータ 22 を、第 1 の有機アクチュエータ 21 の周囲を取り囲んで「コ」字状にしたこと、所謂、二重構造のアクチュエータとしたことによれば、外側に配置されるアクチュエータを外部シールとしても兼用することが出来、もって、異物混入を防止することが可能となる。
- [0050] 加えて、以上のからも明らかなように、この実施例 2 になる可変容量素子では、第 1 のアクチュエータ 21 の外周を取り囲んで、「コ」の字状のアクチュエータ 22 を配置により、上記実施例 1 のように導電性接着材を使用することなく、構成することが可能となっている。なお、この実施例 2 になる可変容量素子でも、これらの部材の材料は、上記の実施例と同様であり、そのため、その詳細な説明はここでは省略する。なお、その詳細な動作についても、以下に示す実施例 3 と同様であり、ここでは省略する。

実施例 3

- [0051] 続いて、添付の図 21 ～ 23 には、本発明になる第 3 の実施例（実施例 3）になる可変容量素子の製造方法を示す。特に、図 21（a）～（d）は、上記第 1 の基板（メイン基板）1 を中心とする固定電極側の製造工程を、図 22（a）及び（b）は、上記第 2 の基板（サブ基板）29 を中心とする可動電極側の製造工程を、そして、図 23（a）及び（b）は、これら第 1 の基板 1（メイン基板：可動電極側）と第 2 の基板 14（サブ基板：固定電極側）とを貼り合わせて組み立てる製造工程が、それぞれ、図示されている。また、これら図中において、上記実施例 1 と同じ符号は、当該実施例におけ

る同様の構成要素を示す。

[0052] まず、添付の図 2 1 (a) にも示すように、上記第 1 の基板 (メイン基板) 1 を中心とする固定電極側では、第 1 の基板 (メイン基板) 1 の上面には、複数の電極層 3 3、3 4、3 5、3 6 が形成される。なお、この時、電極の形成は、その表面に金属箔 (例えば、銅箔) を貼った絶縁基板を用意してエッチング加工による方法、マスク蒸着、又は、選択めっきなどによる方法、更には、金属ナノ粒子を用いたインクやペーストによる直接塗布描画による形成方法を採用する。

[0053] 添付の図 2 1 (b) に示すように、中央部の電極 3 3、3 4 の一方 (前方) の側において、これらを跨ぐように絶縁体を塗布し、これを焼成して絶縁膜 3 7 を形成する。その後、図 2 1 (c) に示すように、上記中央部の電極 3 3、3 4 の他方 (後方) の側において、上述した導電性フィラとエポキシ樹脂からなるペーストをディスペンサやスクリーン印刷などにより塗布・焼成して第 1 の有機アクチュエータ 3 8 を形成する。その後、図 2 1 (d) に示すように、上記第 1 の有機アクチュエータ 3 8 の周囲を取り囲むように、上記ペーストを「口」の字状に塗布・焼成して第 2 の有機アクチュエータ 3 9 を形成する。これにより、上記第 1 の基板 1 を中心とする固定電極側の製造を完了する。

[0054] 次に、添付の図 2 2 (a) にも示すように、上記第 2 の基板 (サブ基板) 1 4 を中心とする可動電極側では、その上面に電極 4 0 を形成する。なお、この時も上記と同様、その表面に金属箔 (例えば、銅箔) を貼った絶縁基板を用意してエッチング加工による方法、マスク蒸着、又は、選択めっきなどによる方法、更には、金属ナノ粒子を用いたインクやペーストによる直接塗布描画による形成方法を採用する。その後、第 2 の基板 1 4 の略中央部において、上記電極 4 0 の上面に誘電体を塗布・焼成して誘電体層 1 5 を形成する。

[0055] その後、添付の図 2 3 (a) にも示すように、電極 4 0 や誘電体層 1 5 を形成した第 2 の基板 (サブ基板) 1 4 を、形成した誘電体層 1 5 が下方に向

くように裏返し（図の矢印を参照）、その後、図 2 3（b）にも示すように、裏返した第 2 の基板（サブ基板）1 4 を第 1 の基板（メイン基板）1 の上面に対向するように貼り合せて焼成する。

[0056] 続いて、添付の図 2 4 は、上記可変容量素子の内部構造をその側面から示す側面図であり、この図に示す当該可変容量素子においても、上記実施例 1 と同様に、上述した駆動信号生成回路 1 1 0 から供給される駆動電力（電流又は電圧：A c t 1、A c t 2）に基づいて、その第 1 の有機アクチュエータ 3 8 及び第 2 の有機アクチュエータ 3 9 が駆動されて変位することにより、電極 3 4 と電極 3 4 との間に形成される静電容量を変化させる。また、この実施例においても、有機アクチュエータにおける「ラッチ機能」又は「ラッチ状態」を利用することにより、電極間隔を任意に設定可能とし、可変容量素子の容量を、適宜、可変にすると共に、その省電力をも同時に達成することは、上記の実施例 1 と同様である。

[0057] そして、添付の図 2 5 に示す可変容量素子の駆動ダイアグラムにも示すように、まず、駆動電流を流さない初期状態においては（A c t 2 = O F F、A c t 1 = O F F）、第 1 の有機アクチュエータ 3 8 の高さは「L 1」、そして、第 2 の有機アクチュエータ 3 9 の高さは「L 2」となっている。そして、駆動電流を流すと（A c t 2 = O N、A c t 1 = O N）、両有機アクチュエータはそれぞれ自己発熱により加熱膨張する。

[0058] その後、両有機アクチュエータ 3 8、3 9 が所定の高さになるまで膨張した後、第 1 の有機アクチュエータ 3 8 へ、定常状態（その高さを維持したままの状態）を維持するのに適度な駆動電流を流し（A c t 1 = O N）、その状態で、第 2 の有機アクチュエータ 3 9 の駆動電流を停止する（A c t 2 = O F F）。これにより、第 1 の有機アクチュエータ 3 8 の高さは定常状態となって所定の高さを維持し、他方、第 2 の有機アクチュエータ 3 9 は冷却収縮し、その高さを低下させる。そして、その途中で、上記定常状態を維持する第 1 の有機アクチュエータ 3 8 の働き（具体的には、誘電体 1 5 の下面が第 1 の有機アクチュエータ 3 8 の上面に当接することにより、その収縮を停

止し、即ち、拘束された状態となる。この状態を所定の時間継続することにより、第2の有機アクチュエータ39は「ラッチ状態」となり、以後も、その高さを維持（安定）することとなる。

[0059] 更に、第1の有機アクチュエータ38への通電を停止する（A c t 1＝O F F）。これにより、第1の有機アクチュエータ38は冷却されて収縮し、その後、初期状態に戻って定常状態となる。なお、この時も、上記第2の有機アクチュエータ39は「ラッチ状態」となり、その高さを安定に保っている。

[0060] 以上のように、本実施例3でも、上述した実施例1及び2と同様に、上記距離「D」は、上記第1の有機アクチュエータ38の初期状態での高さ、と、上記第2の有機アクチュエータ39の「ラッチ（安定）状態」での高さによって決定されることとなり、かつ、当該第2の有機アクチュエータ39の「ラッチ状態」での高さは、上記第1の有機アクチュエータ38の加熱定常状態での高さに依存し、可変となる。即ち、本実施例の可変容量素子及びそのための制御方法によっても、上記第1及び第2の有機アクチュエータ38、39への通電パターンにより、上記距離「D」を適宜、任意に設定することが可能となり、もって、比較的簡単な構成により、当該可変容量素子の静電容量を自在に可変とすることが可能となる。加えて、静電容量を可変設定した後の状態では、両有機アクチュエータへの駆動電流は不要であることから、一旦、その静電容量を変更した後には、電力の消費はなく、そのため、省電力化、低消費電力動作においても好適である。

[0061] また、この実施例3になる可変容量素子では、距離「D」を可変にするための第1及び第2の有機アクチュエータを、特に、その第2の有機アクチュエータ39を、第1の有機アクチュエータ38の周囲を取り囲んで「コ」字状にしたこと、所謂、二重構造のアクチュエータとしたことによれば、外側に配置されるアクチュエータを外部シールとしても兼用することが出来、もって、異物混入を防止することが可能となる。

[0062] 更に加えて、上記の実施例3になる可変容量素子によっても、上記の実施

例と同様に、塗布プロセスによって形成される構造において、一方の基板の電極面上に形成された誘電体層 15 や、他方の基板上に形成された有機アクチュエータを、シール工程において、スペーサ代わりとして利用することによれば、印刷プロセスによって容易に製造することが可能となることは言うまでもなかろう。特に、比較的大きな基板を利用して多数の可変容量素子を一度に製造する場合、印刷プロセスにより安定して可変容量素子を製造することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0063] [図1] 本発明の第一の実施の形態（実施例 1）になる片持ち梁型の可変容量素子の全体構造を示す斜視図である。

[図2] 上記片持ち梁型の可変容量素子の内部構造を示すための側面図である。

[図3] 上記片持ち梁型の可変容量素子の内部構造を分かり易くするためその一部を切り欠いて示した斜視図である。

[図4] 上記片持ち梁型の可変容量素子を上方から見た上面図である。

[図5] 上記片持ち梁型の可変容量素子の第 1 の基板（メイン基板）の製造工程を示す斜視図である。

[図6] 上記片持ち梁型の可変容量素子の第 1 の基板（メイン基板）の製造工程を示す上面図である。

[図7] 上記片持ち梁型の可変容量素子の第 1 の基板（メイン基板）の製造工程を示す斜視図である。

[図8] 上記片持ち梁型の可変容量素子の第 1 の基板（メイン基板）の製造工程を示す上面図である。

[図9] 上記片持ち梁型の可変容量素子の第 1 の基板（メイン基板）の製造工程を示す斜視図である。

[図10] 上記片持ち梁型の可変容量素子の第 1 の基板（メイン基板）の製造工程を示す上面図である。

[図11] 上記片持ち梁型の可変容量素子の第 2 の基板（サブ基板）の製造工程を示す斜視図である。

[図12]上記片持ち梁型の可変容量素子の第2の基板（サブ基板）の製造工程を示す上面図である。

[図13]上記片持ち梁型の可変容量素子の第2の基板（サブ基板）の製造工程を示す斜視図である。

[図14]上記片持ち梁型の可変容量素子の第2の基板（サブ基板）の製造工程を示す上面図である。

[図15]上記片持ち梁型の可変容量素子の第2の基板（サブ基板）の製造工程を示す斜視図である。

[図16]上記片持ち梁型の可変容量素子の静電容量の設定方法を説明するため、駆動回路をも含めた可変容量素子の側面図である。

[図17]上記片持ち梁型の可変容量素子の静電容量の設定方法を説明するための駆動ダイアグラムを示す図である。

[図18]上記片持ち梁型の可変容量素子の静電容量の設定方法における各部の状態を示す側面図である。

[図19]本発明の第二の実施の形態（実施例2）になる可変容量素子の構造を示す上面図である。

[図20]本発明の第二の実施の形態（実施例2）になる可変容量素子の構造を示す側面図である。

[図21]本発明になる第三の実施例（実施例3）になる可変容量素子の、特に、第1の基板（メイン基板）の製造工程を示す図である。

[図22]本発明になる第三の実施例（実施例3）になる可変容量素子の、特に、第2の基板（サブ基板）の製造工程を示す図である。

[図23]上記実施例3の可変容量素子における第1の基板（可動電極側）と第2の基板（固定電極側）との組み立てる製造工程を示す図である。

[図24]上記実施例3の可変容量素子の静電容量の設定方法を説明するため、駆動回路をも含めた可変容量素子の側面図である。

[図25]上記実施例3の可変容量素子の静電容量の設定方法を説明するための駆動ダイアグラムを示す図である。

符号の説明

- [0064] 1 第1の基板（メイン基板）
 2、3、4、5、6 電極（層）
 1 1 第1のアクチュエータ（層）
 1 2 第2のアクチュエータ（層）
 1 4 第2の基板（サブ基板）
 1 5 誘電体層。

請求の範囲

- [1] 対向する二つの基板と、
前記二つの対向する基板の対向する面上にそれぞれ形成された電極と、
前記対向する二つの電極の一方の電極の面上に設けられた誘電体層とを備えており、前記対向する二つ電極とその間に配置された前記誘電体層により静電容量を形成する容量素子であって、更に、
前記対向する二つの基板との間に、少なくとも、有機アクチュエータ材を層状に形成してなる二つの有機アクチュエータを形成すると共に、当該有機アクチュエータに対して駆動電力を供給するための駆動用電極をそれぞれ設けたことを特徴とする可変容量素子。
- [2] 前記請求項 1 に記載した可変容量素子において、
前記二つの有機アクチュエータの一方の有機アクチュエータは、前記二つの電極の他方の電極の面上に形成されており、前記二つの有機アクチュエータの他方の有機アクチュエータは、前記対向する二つの基板との間に、前記一方の有機アクチュエータに隣接して設けられていることを特徴とする可変容量素子。
- [3] 前記請求項 2 に記載した可変容量素子において、前記他方の有機アクチュエータは、前記一方の有機アクチュエータを取り囲むように形成されていることを特徴とする可変容量素子。
- [4] 対向する二つの基板を用意し、
前記二つの基板の対向する面上にそれぞれ電極層を形成し、
前記二つの基板の一方の基板の対向面上には、有機アクチュエータ材を層状に形成してなる二つの有機アクチュエータを形成すると共に、前記二つの基板の他方の基板の対向面上には、前記形成した電極の面上に誘電体層を形成し、
前記二つの基板を、前記他方の基板の対向面上に形成した前記誘電体層が、前記一方の基板の対向面上に形成した電極層に対向するように貼り合わせ、もって、前記対向する二つ電極層とその間に配置された前記誘電体層によ

り形成される静電容量を可変とした可変容量素子を製造することを特徴とする可変容量素子の製造方法。

- [5] 前記請求項 4 に記載した可変容量素子の製造方法において、前記二つの有機アクチュエータの一方の有機アクチュエータは、製膜方法によって形成したことを特徴とする可変容量素子の製造方法。

- [6] 対向する二つの基板と、前記二つの対向する基板の対向する面上にそれぞれ形成された電極と、前記対向する二つの電極の一方の電極の面上に設けられた誘電体層とを備えており、前記対向する二つ電極とその間に配置された前記誘電体層により静電容量を形成する容量素子であって、更に、前記対向する二つの基板との間に、少なくとも、有機アクチュエータ材を層状に形成してなる二つの有機アクチュエータを形成すると共に、当該有機アクチュエータに対して駆動電力を供給するための駆動用電極をそれぞれ設けた可変容量素子の静電容量の設定方法であって、

前記二つの有機アクチュエータの双方を駆動して変位させ、

前記二つの有機アクチュエータの一方の有機アクチュエータを定常状態にして他方の有機アクチュエータの位置を設定し、その後、

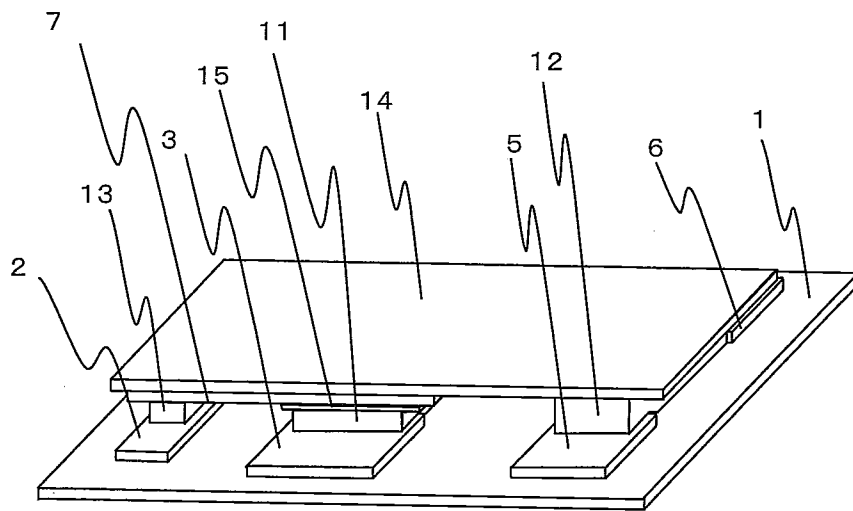
前記一方の有機アクチュエータの位置を設定するとにより、前記静電容量を可変設定することを特徴とする可変容量素子の静電容量設定方法。

- [7] 前記請求項 6 に記載した静電容量設定方法において、前記他方の有機アクチュエータの位置を設定する際には、前記一方の有機アクチュエータには定常状態を維持するに必要な駆動電力を供給すると同時に、前記前記他方の有機アクチュエータへの駆動電力を停止することを特徴とする可変容量素子の静電容量設定方法。

- [8] 前記請求項 7 に記載した静電容量設定方法において、前記一方の有機アクチュエータの位置を設定する際には、前記一方の有機アクチュエータへの駆動電力の供給を停止して初期状態に戻すことを特徴とする可変容量素子の静電容量設定方法。

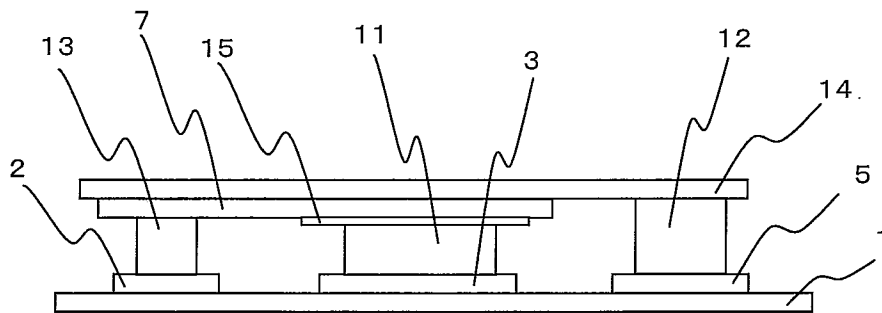
[図1]

図1



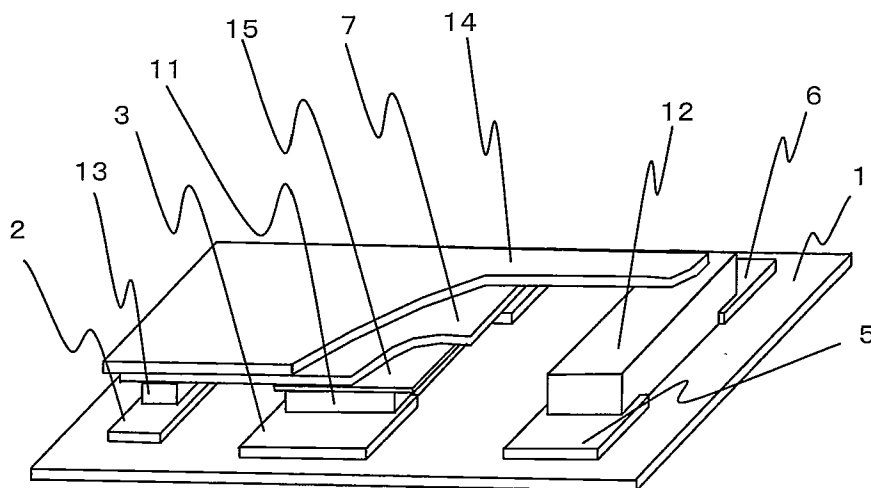
[図2]

図2



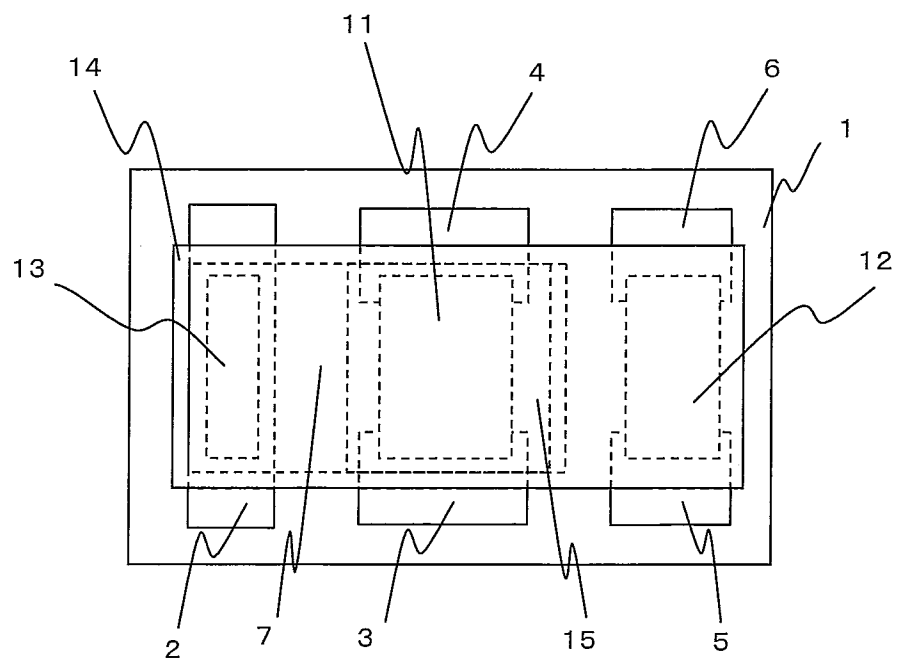
[図3]

図3



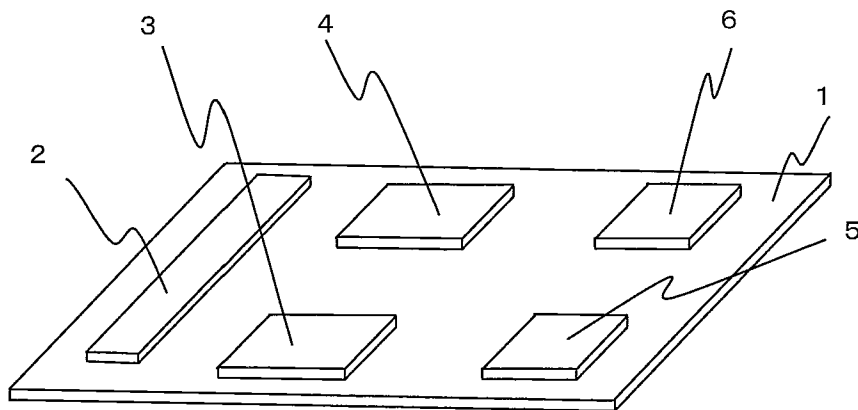
[図4]

図4



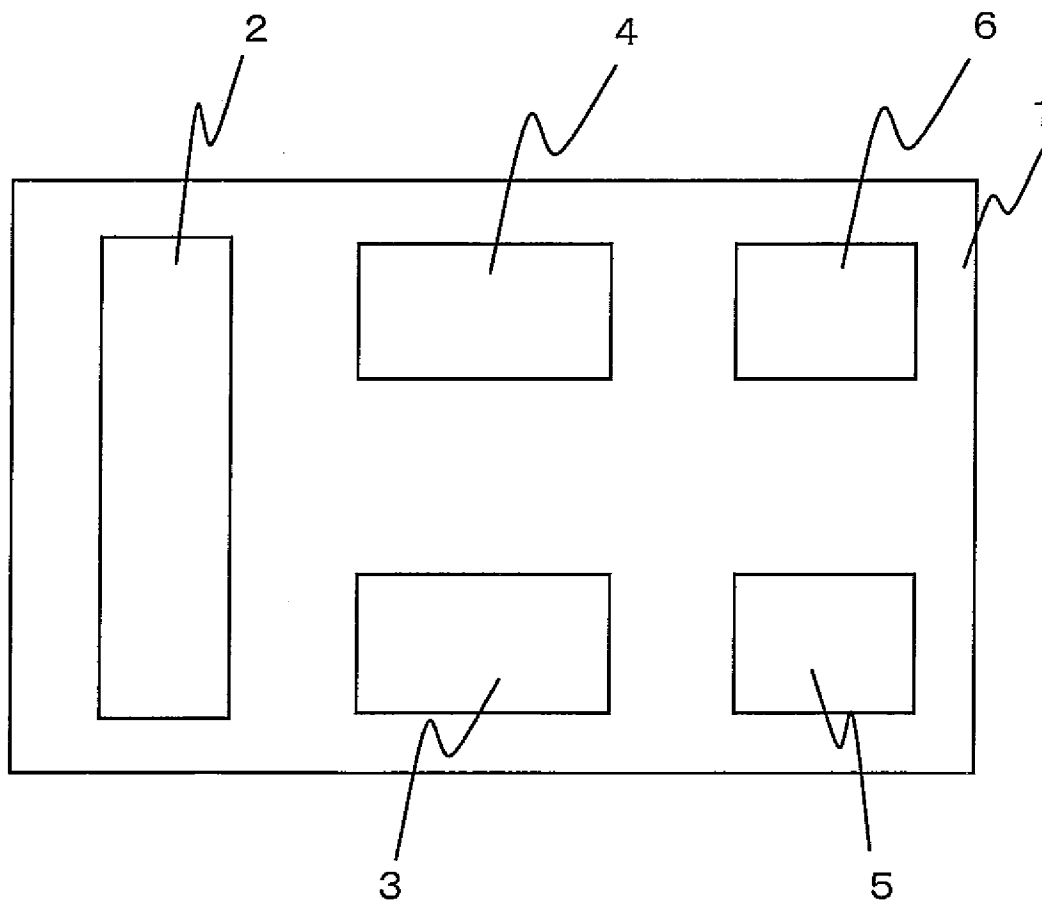
[図5]

図5



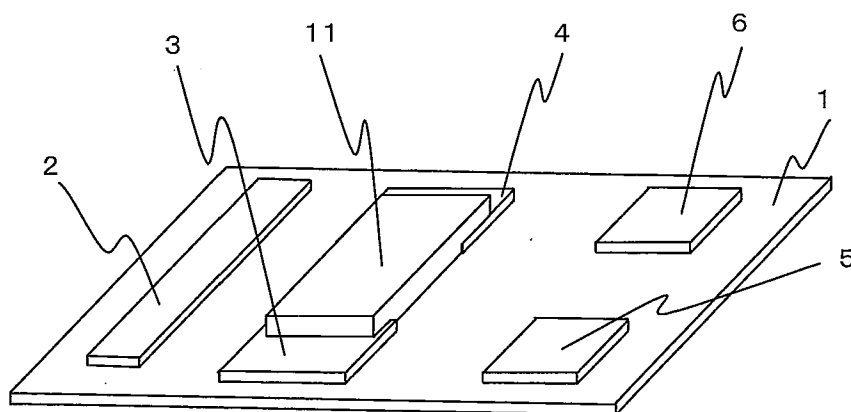
[図6]

図6



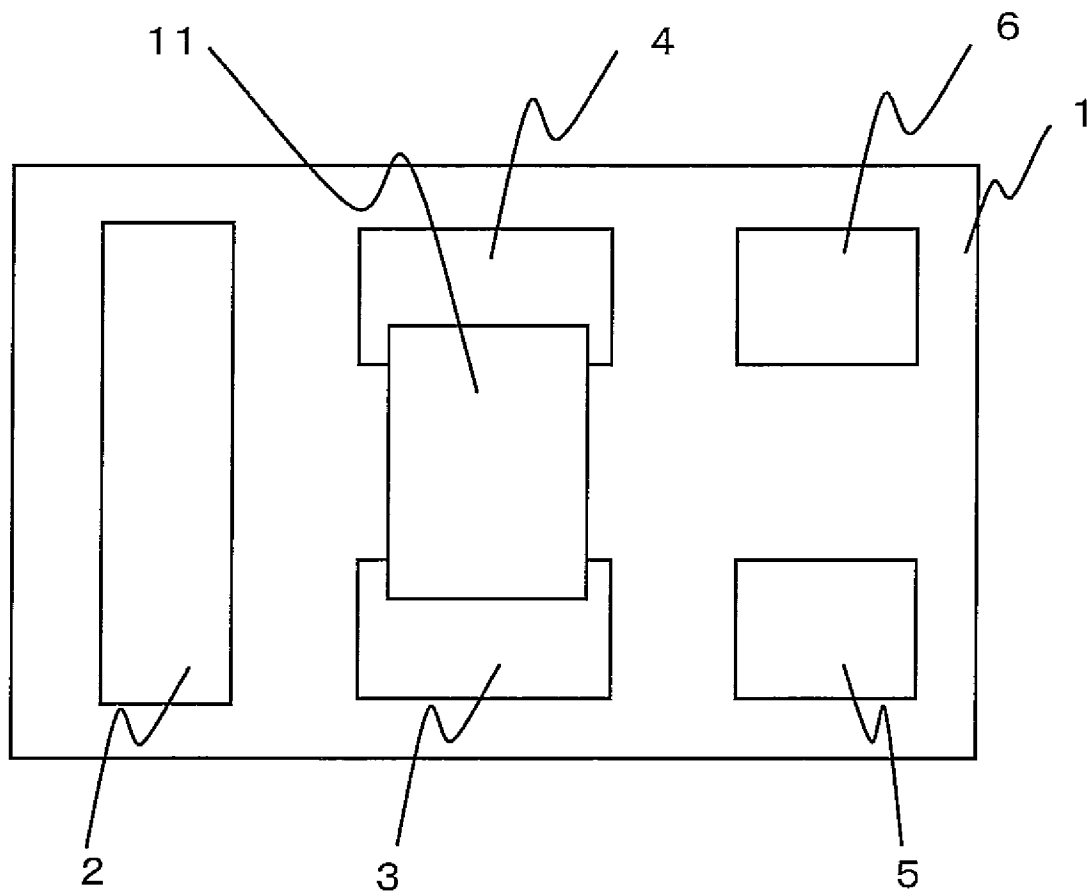
[図7]

図7



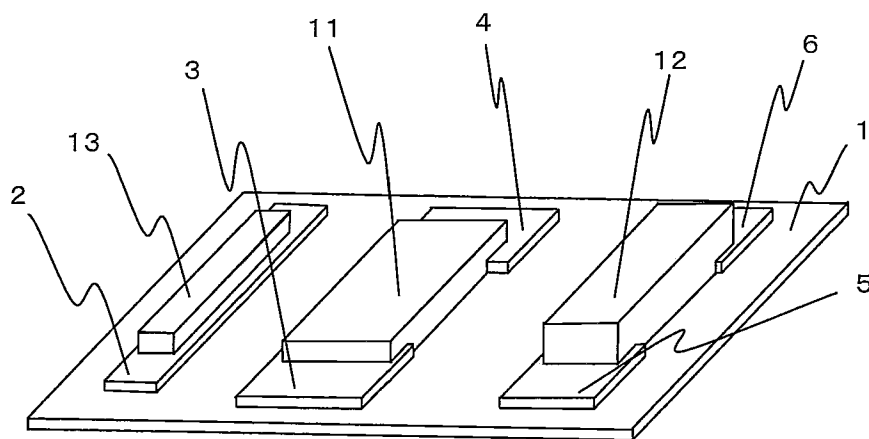
[図8]

図8

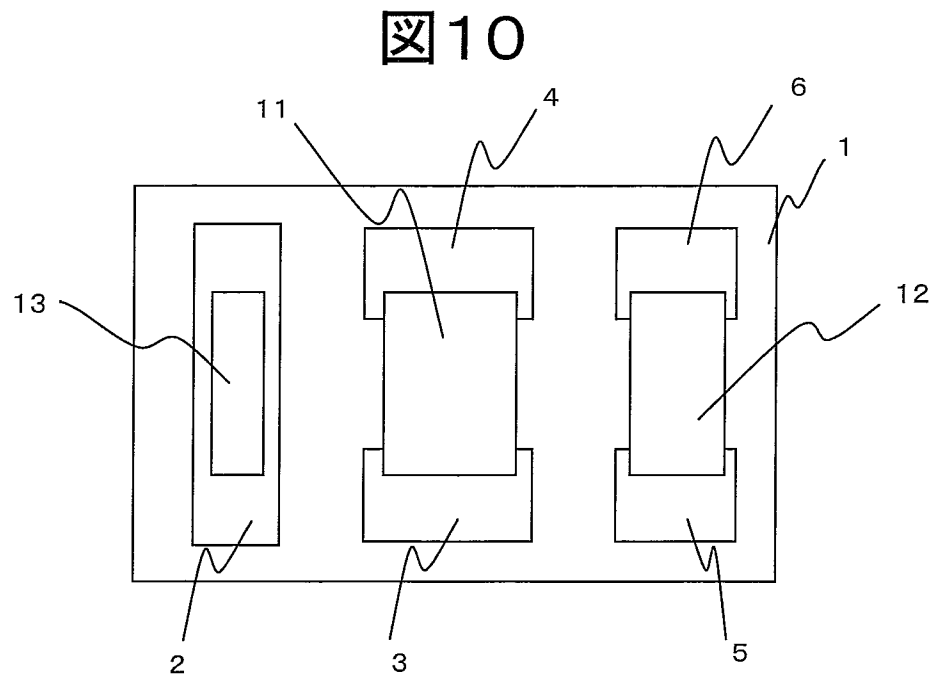


[図9]

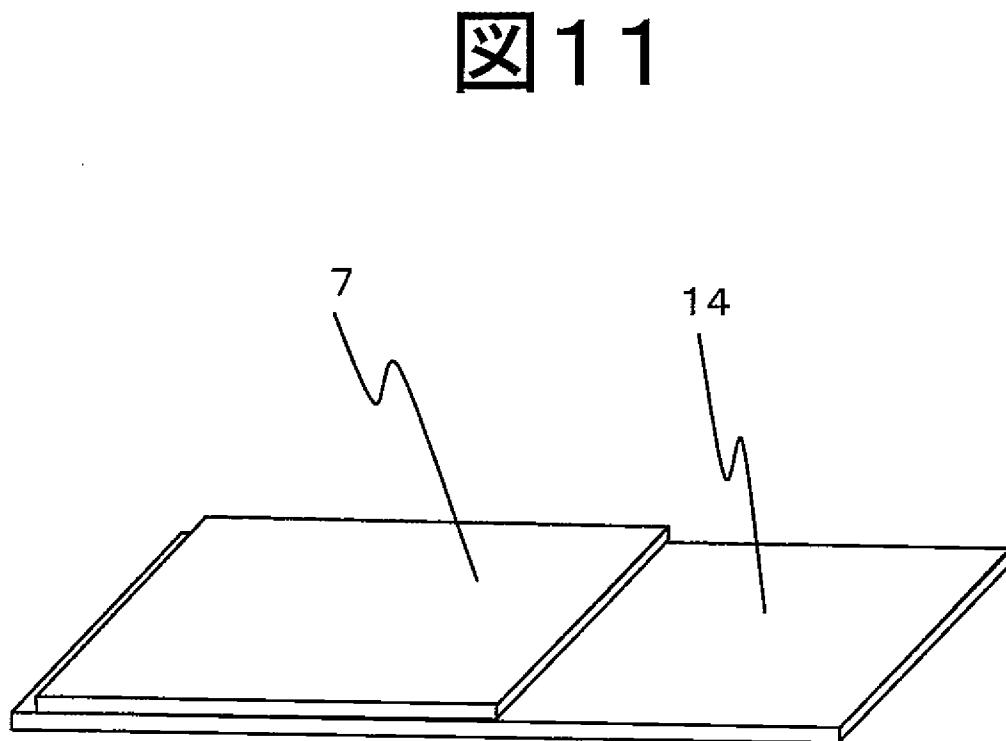
図9



[図10]

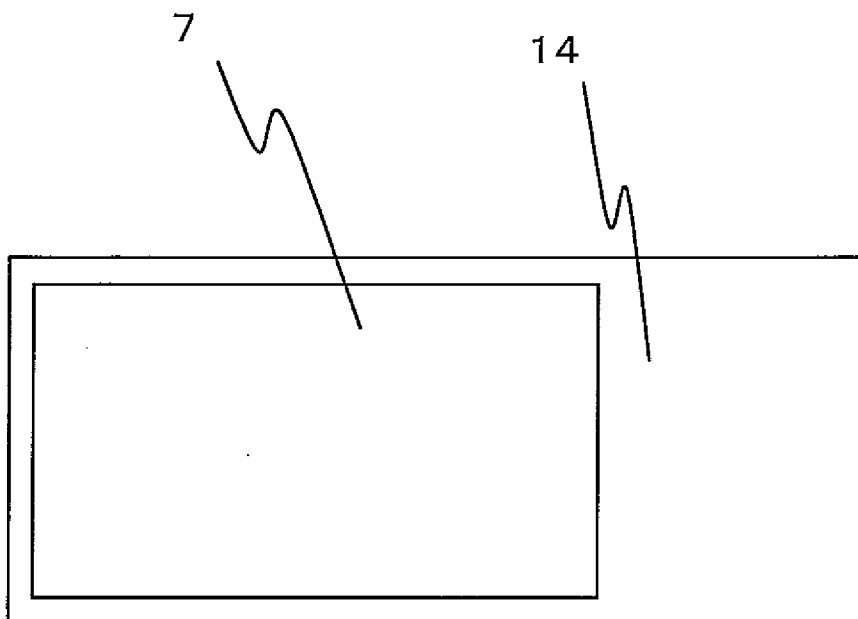


[図11]



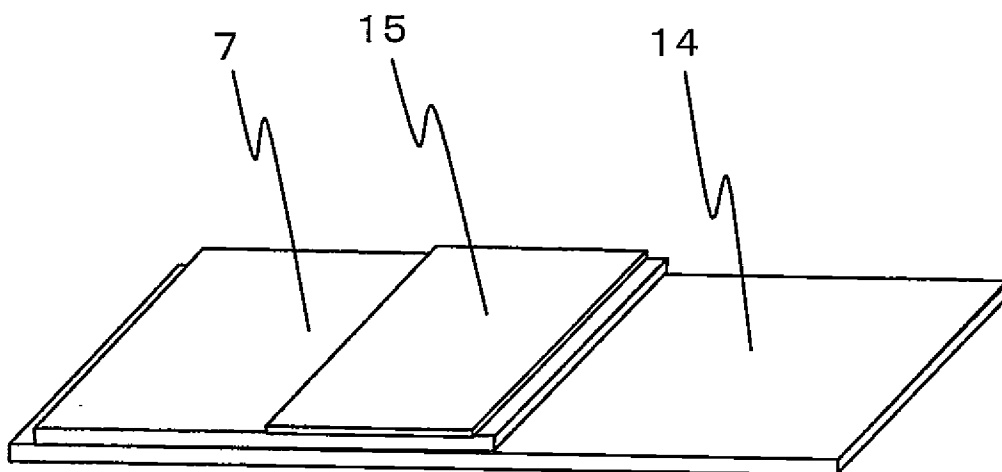
[図12]

図12



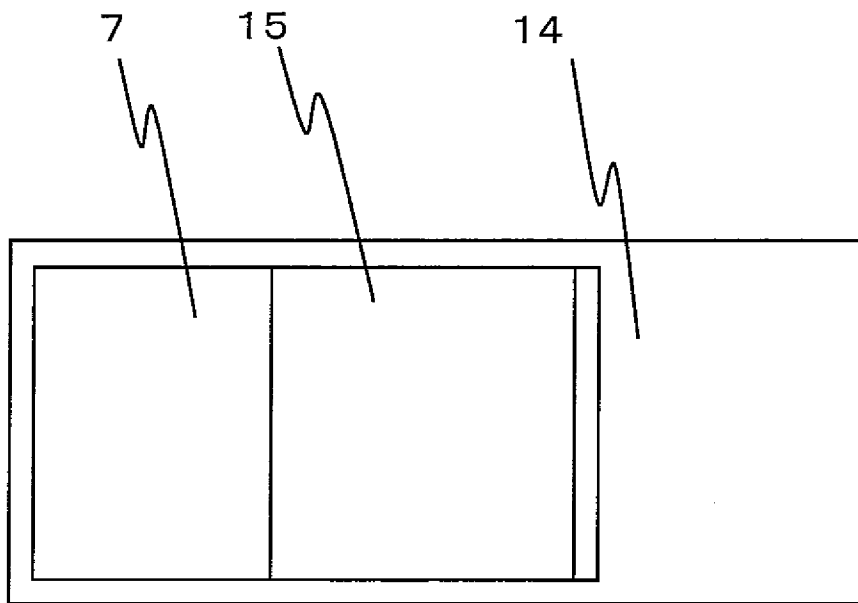
[図13]

図13



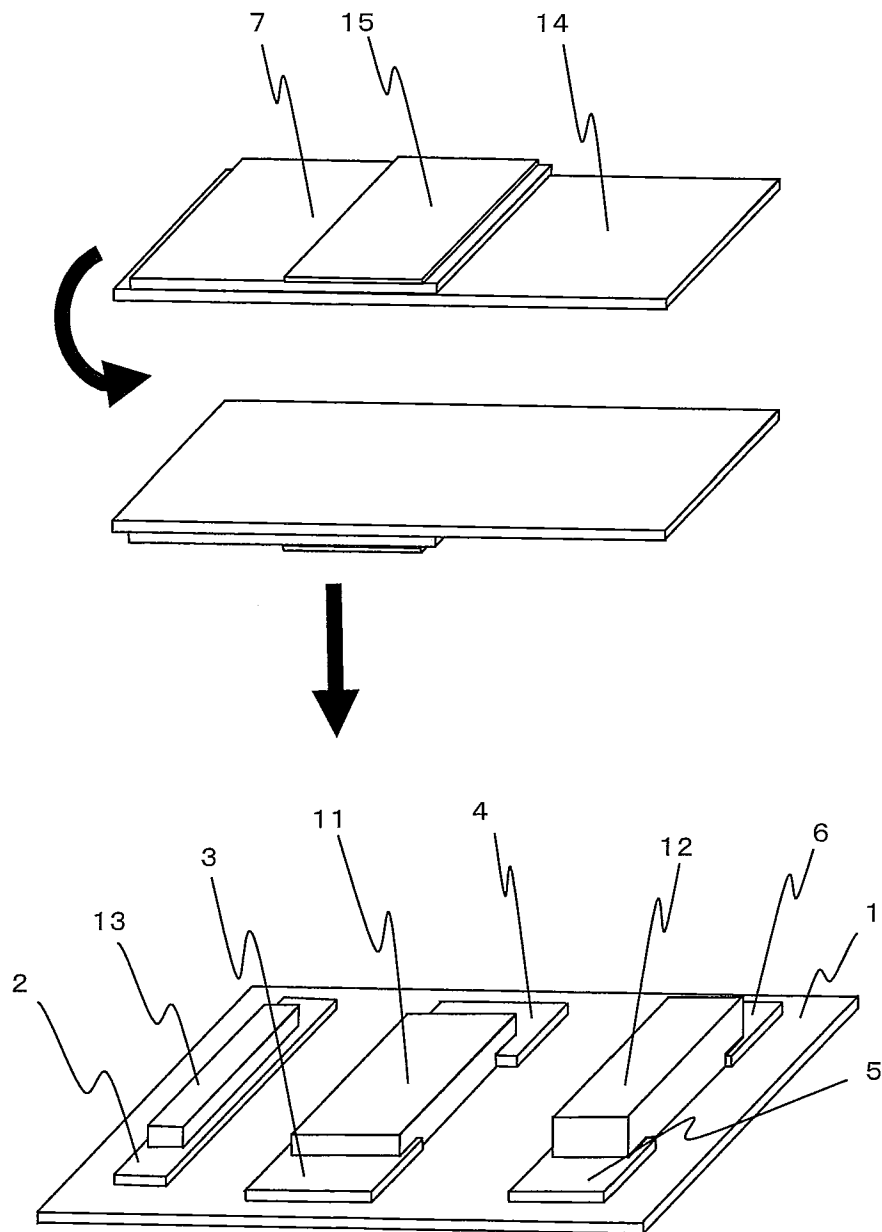
[図14]

図14



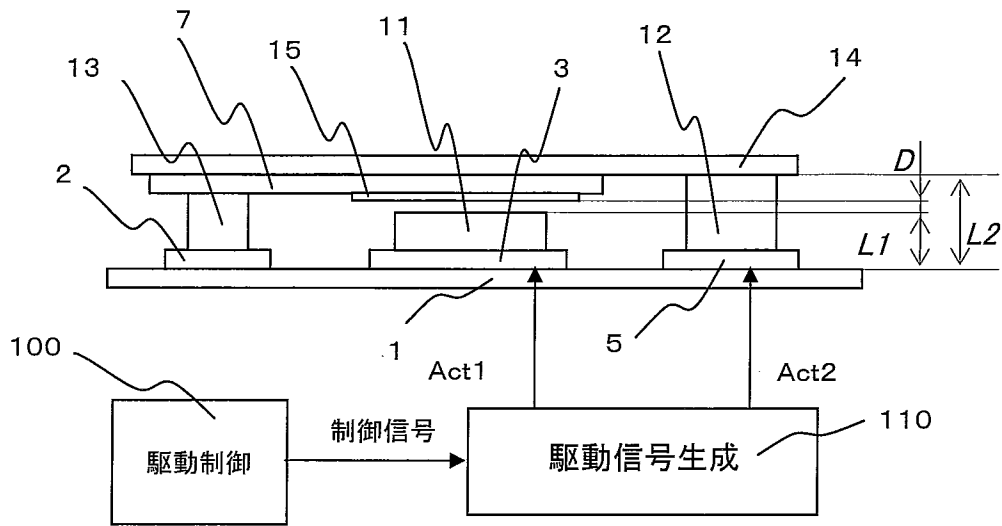
[図15]

図15



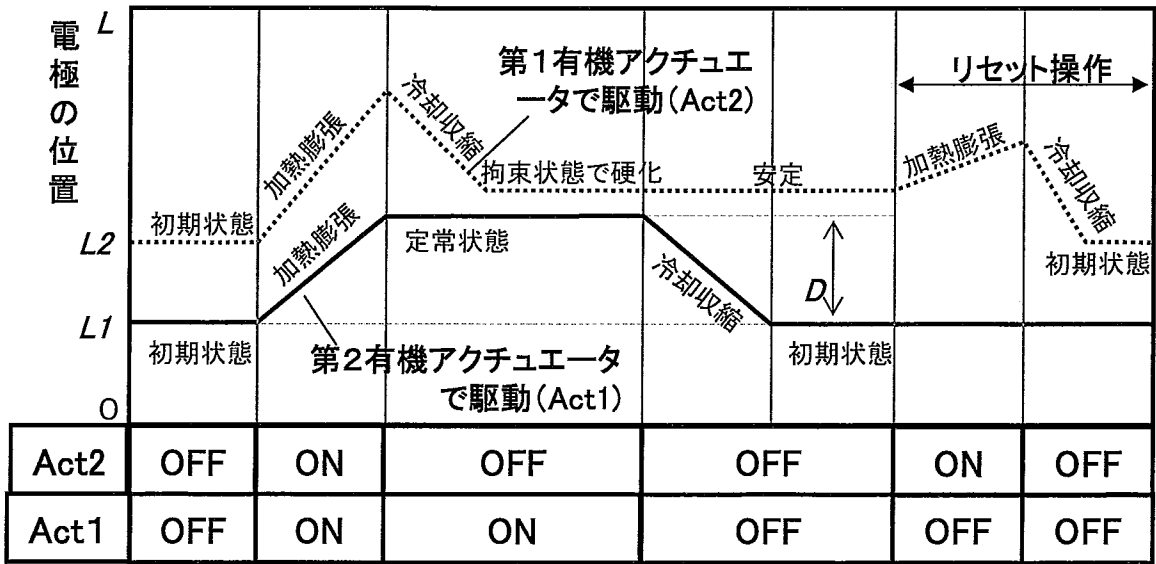
[図16]

図16



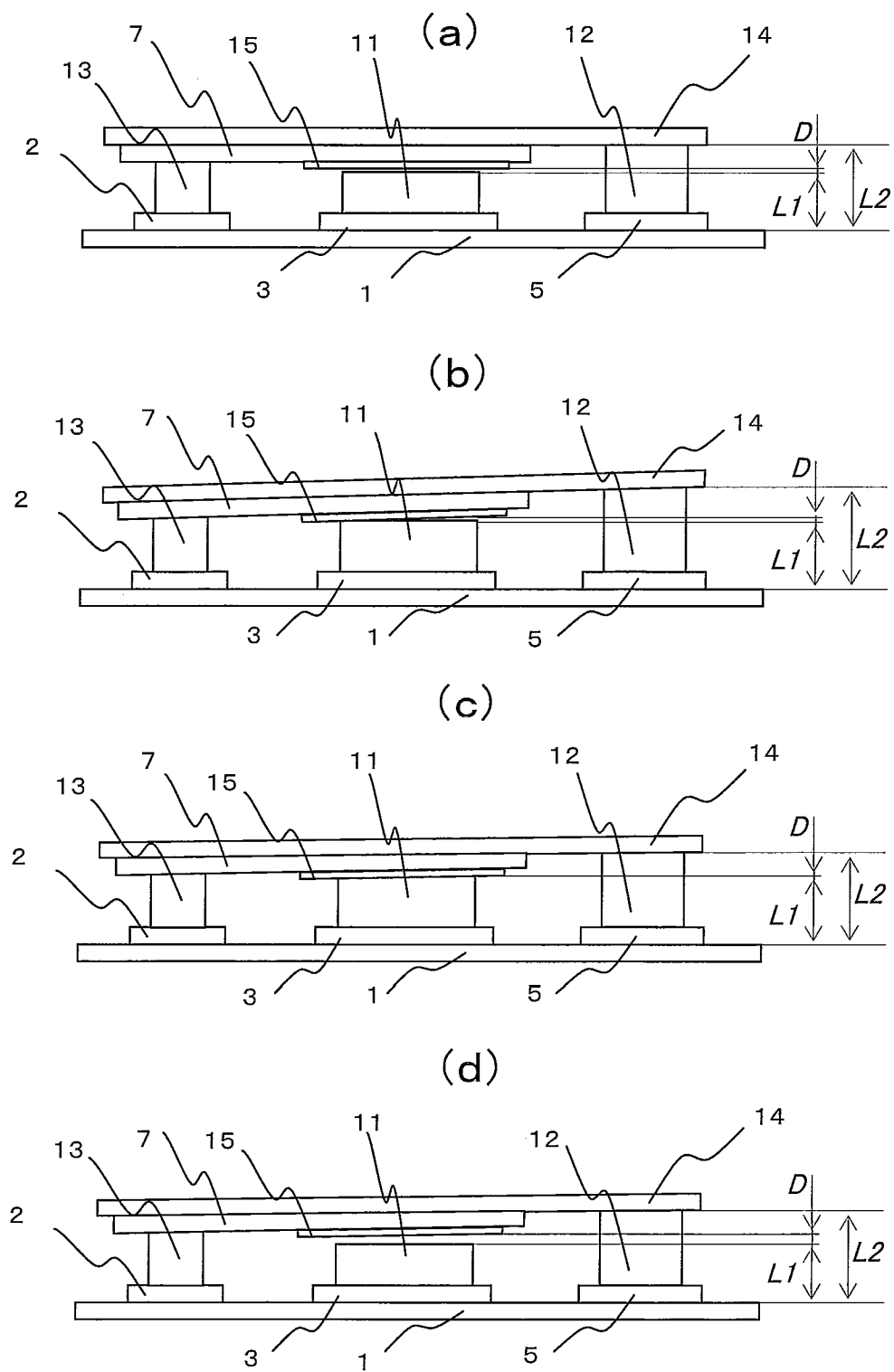
[図17]

図17



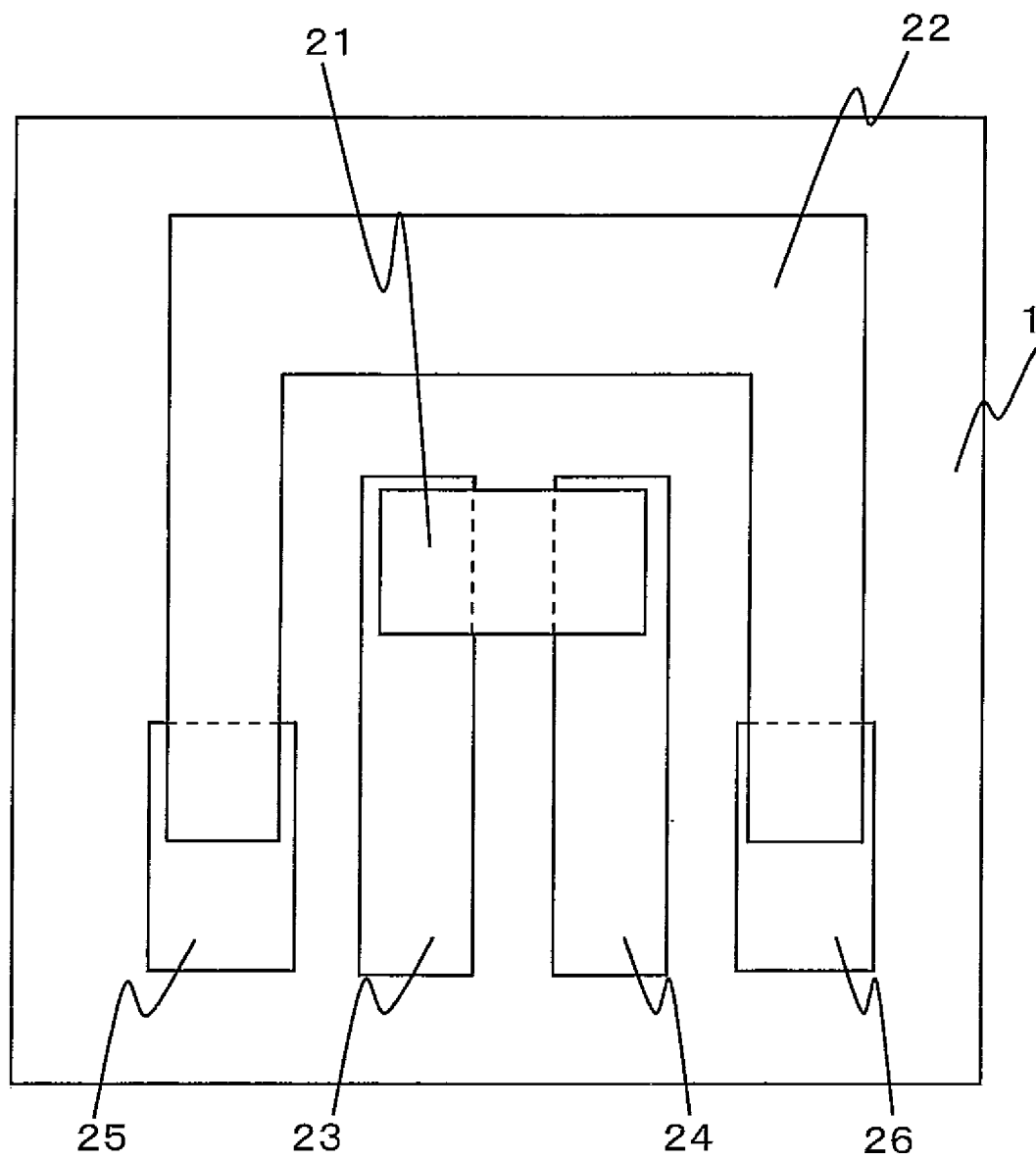
[図18]

図18



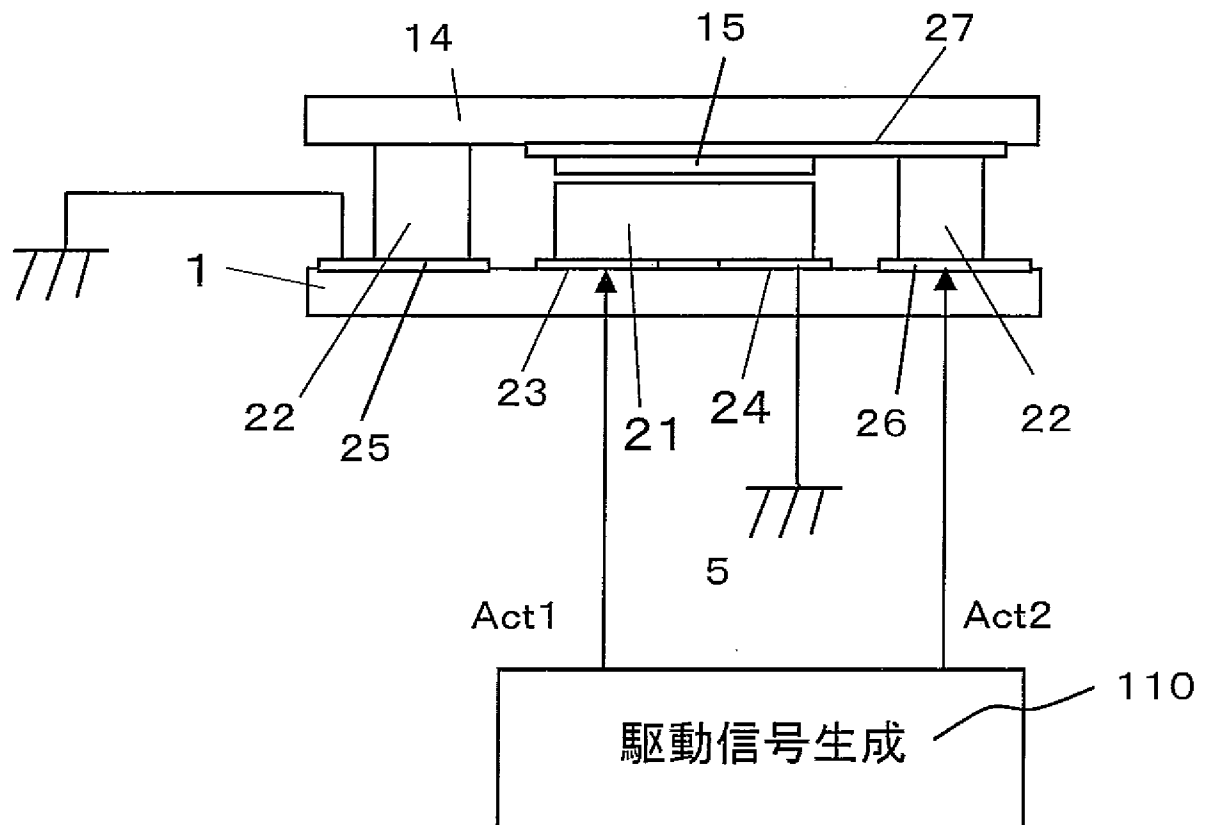
[図19]

図19



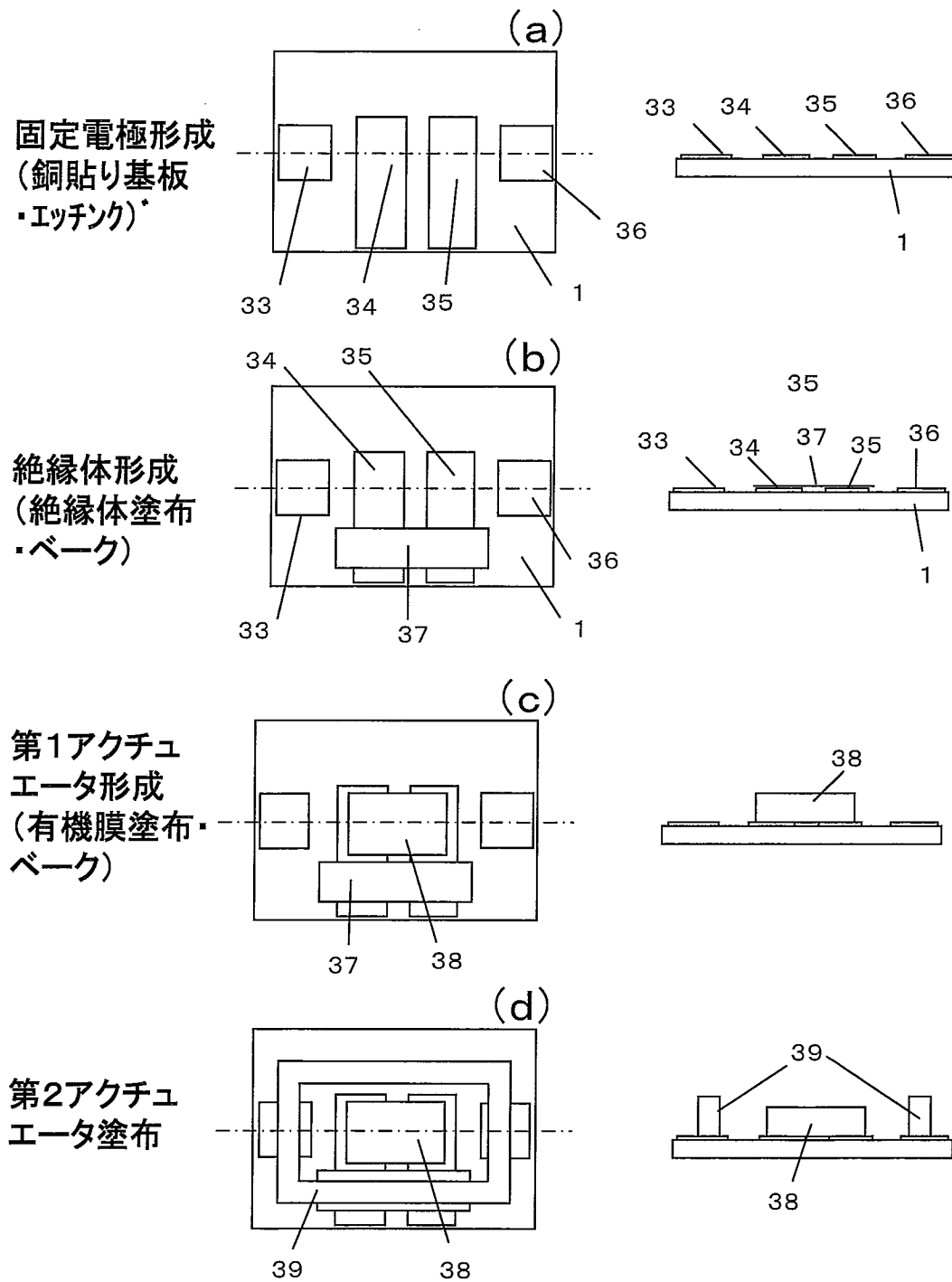
[図20]

図20



[図21]

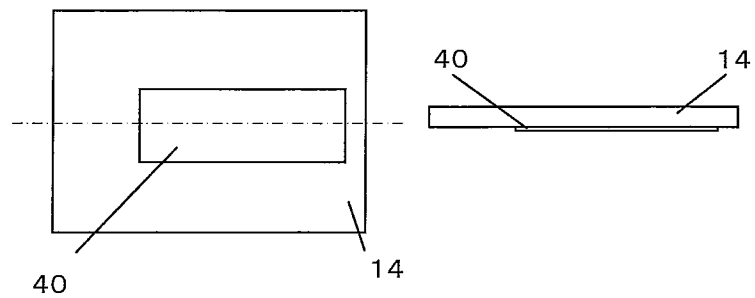
図21



[図22]

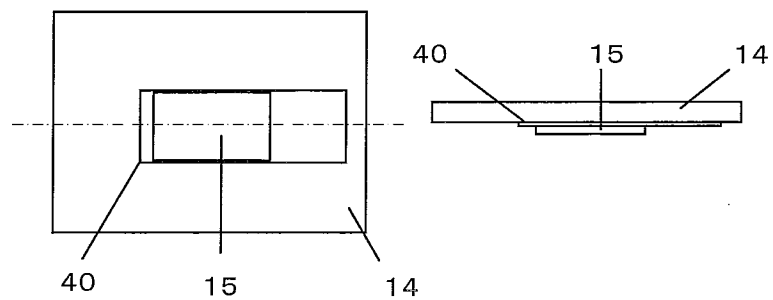
図22
(a)

可動電極形成
(銅貼り基板
・エッチング)



(b)

誘電体保護膜
形成
(誘電体塗布
・焼成)

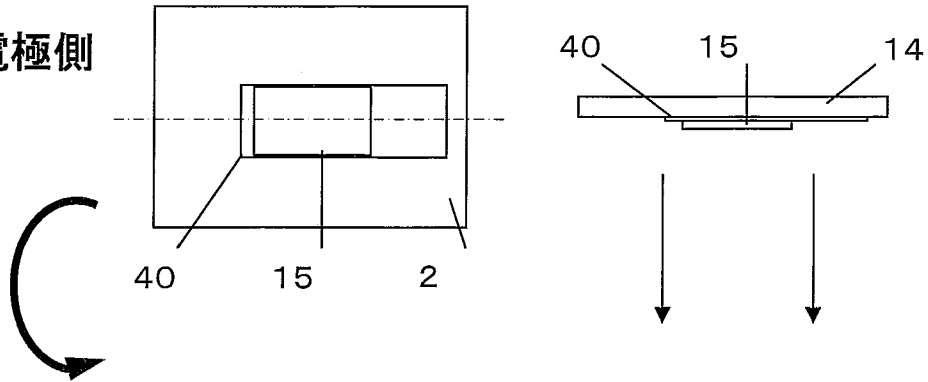


[図23]

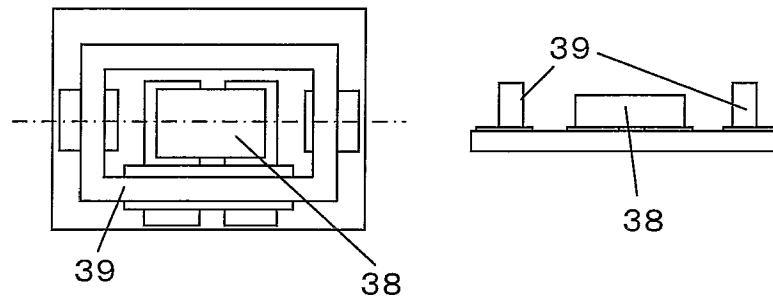
図23

(a)

可動電極側



固定電極側



(b)

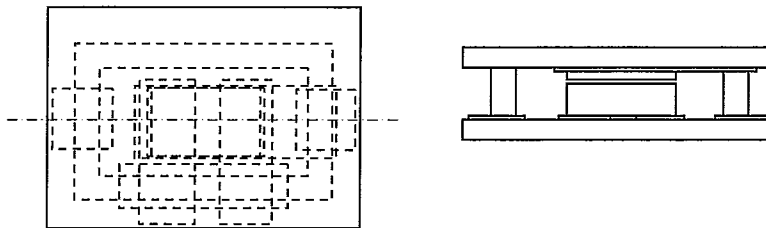
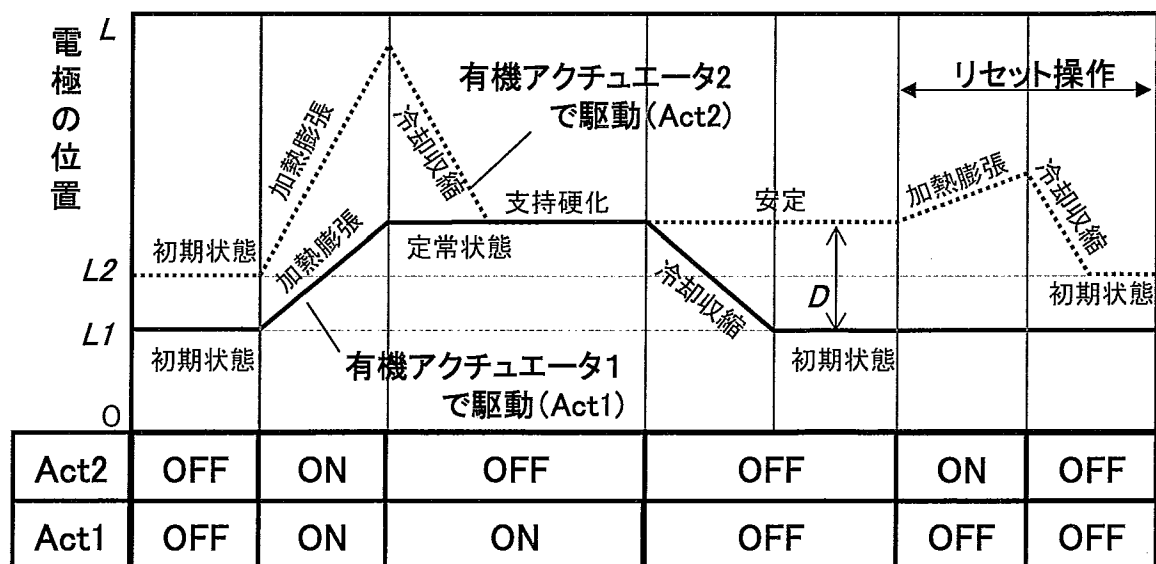
組立て
(貼合せ
・ベーク)

图24



図 25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/003293

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01G5/16 (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)

H01G5/16

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 A	JP 06-020874 A (Hitachi Metals, Ltd.), 28 January, 1994 (28.01.94), Par. No. [0006]; all drawings (Family: none)	1, 2 3-8
Y A	JP 2005-259488 A (Toshihiro HIRAI), 22 September, 2005 (22.09.05), Claim 12; Fig. 16 (Family: none)	1, 2 3-8

☐ 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
06 February, 2009 (06.02.09)

Date of mailing of the international search report
17 February, 2009 (17.02.09)

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. H01G5/16(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. H01G5/16

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 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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
Y A	JP 06-020874 A（日立金属株式会社）1994.01.28, 段落【0006】,全図（ファミリーなし）	1, 2 3 - 8
Y A	JP 2005-259488 A（平井 利博）2005.09.22, 請求項12,図16（ファミリーなし）	1, 2 3 - 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

0 6 . 0 2 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 2 . 2 0 0 9

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）

近藤 聡

5 R

3 6 6 2

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