

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007 年 8 月 2 日 (02.08.2007)

PCT

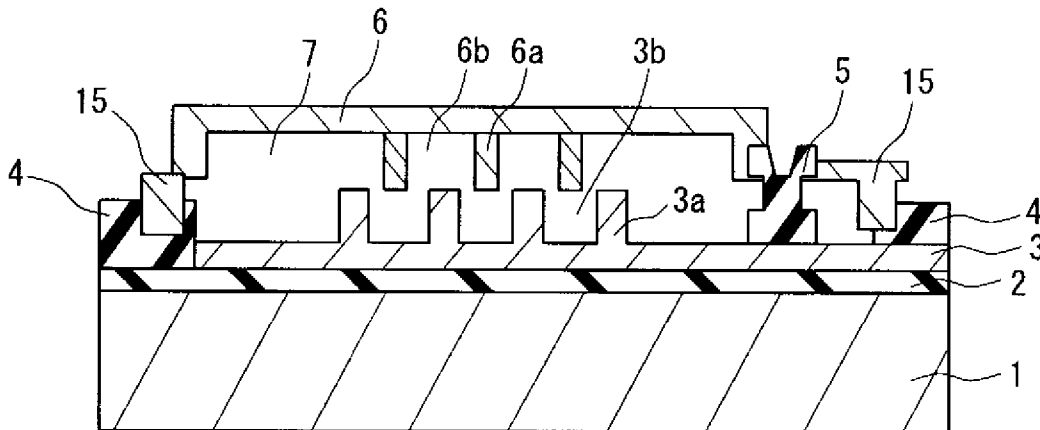
(10) 国際公開番号
WO 2007/086489 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 1/14 (2006.01) H01L 29/84 (2006.01)
G01L 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/051224
- (22) 国際出願日: 2007 年 1 月 26 日 (26.01.2007)
- (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2006-020456 2006 年 1 月 30 日 (30.01.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アルプス電気株式会社 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP];
〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 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): 田村 学 (TAMURA, Manabu) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 Tokyo (JP). 阿部 章広 (ABE, Akihiro) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 青木 宏義, 外 (AOKI, Hiroyoshi et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋 1 丁目 6 番 13 号アサコ京橋ビル 7 F 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, 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, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG,

[続葉有]

(54) Title: CAPACITIVE PRESSURE SENSOR

(54) 発明の名称: 静電容量型圧力センサ



(57) Abstract: A fixed electrode (3) is formed on a silicon substrate (1) through an insulating layer (2). The fixed electrode (3) constitutes a plurality of comb teeth (3a) extending in the normal direction of the major surface of the silicon substrate (1), and containing regions (3b) into which the projecting portions of a movable electrode can be inserted freely. A movable electrode (6) is provided on the fixed electrode (3) through insulating layers (4, 5). The movable electrode (6) has a plurality of comb teeth (6a) projecting to the fixed electrode (3) side. The movable electrode (6) is displaced upwardly or downwardly by pressure and the comb teeth (6a) are inserted into the regions (3b) between the comb teeth (3a) of the fixed electrode (3). Consequently, the opposing area between the movable electrode (6) and the fixed electrode (3) is varied. Since S in the formula: $C = \epsilon S/d$ varies in proportion to the pressure, the capacitance varies linearly.

(57) 要約: シリコン基板 1 上には絶縁層 2 を介して固定電極 3 が形成されている。この固定電極 3 は、シリコン基板 1 の主面の法線方向に延在する複数の櫛歯 3 a 及び可動電極の突出部が挿入自在となる収容領域 3 b を構成する。固定電極 3 上には、絶縁層 4, 5 を介して可動電極 6 が設けられている。可動電極 6 は、固定電極 3 側に突出する複数の櫛歯 6 a を有する。可動電極 6 は、圧力により上下に変位して、櫛歯 6 a が固定電極 3 の櫛歯 3 a の間の領域 3 b 内に挿入

[続葉有]

WO 2007/086489 A1



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.

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).

- (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,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

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。

明 細 書

静電容量型圧力センサ

技術分野

[0001] 本発明は、静電容量を用いて圧力を検知する静電容量型圧力センサに関する。

背景技術

[0002] 静電容量型物理量センサ、例えば静電容量型圧力センサは、可動電極であるダイヤフラムを有する基板と、固定電極を有する基板とを、ダイヤフラムと固定電極との間に所定の間隔(キャビティ)を有するように接合することにより構成されている。この静電容量型圧力センサにおいては、ダイヤフラムに圧力が加わるとダイヤフラムが変形し、これによりダイヤフラムと固定電極との間隔が変わる。この間隔の変化によりダイヤフラムと固定電極との間の静電容量が変化し、この静電容量の変化を利用して圧力の変化を検出する。

[0003] 上記静電容量型圧力センサは、例えば、特許文献1に記載されているように、ダイヤフラム31を有するベース32に、凹部33及び凹部33の底面に形成された固定電極34を有する基板35が接合されて構成されている。このような静電容量型圧力センサにおいては、圧力が加わると、ダイヤフラム31が可動して固定電極34との間隔が変わる。

特許文献1:特開平9-43083号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、このような構成では、静電容量は電極間距離に反比例するため、可動電極であるダイヤフラム31と固定電極34との間隔(ギャップ)が狭くなると、急激に容量が変化してしまうので、センサ出力(圧力に対する容量変化)の直線性が低くなるという問題がある。また、センサ個体間のばらつきが大きくなるという問題もある。

[0005] 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、圧力に対する容量変化の直線性に優れ、しかもセンサ個体間のばらつきの小さい静電容量型圧力センサを提供する

ことを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明の静電容量型圧力センサは、圧力により可動する可動電極と、前記可動電極と対向するように配置された固定電極と、を有する静電容量型圧力センサであつて、前記可動電極は少なくとも一つの突出部を有しており、前記固定電極は前記突出部が挿入自在となる収容領域を有しており、前記可動電極の前記突出部が前記固定電極の前記収容領域に進退することによる、前記可動電極と前記固定電極の、相互に対向する面における対向面積の変化により静電容量の変化を検出することを特徴とする。
- [0007] この構成によれば、可動電極の突出部が固定電極の収容領域に進退することによって可動電極と固定電極との間の対向面積が変化する。すなわち、 $C = \epsilon S/d$ の式における S (面積) が圧力に比例して変化するので、静電容量の変化が直線的に変化することになる。その結果、圧力に対する容量変化の直線性に優れ、しかもセンサ個体間のばらつきの小さい静電容量型圧力センサを実現することができる。
- [0008] 本発明の静電容量型圧力センサにおいては、前記可動電極において複数の突出部により櫛歯が形成されており、前記固定電極における前記収容領域は可動電極側に延在する櫛歯の間の領域で構成されていることが好ましい。この構成によれば、静電容量の変化量が大きくなり、センサ感度を高くすることができる。
- [0009] 本発明の静電容量型圧力センサにおいては、前記可動電極と前記固定電極との間に設けられ、前記櫛歯を横切る方向に延在する支持壁を有することが好ましい。この構成によれば、支持壁の領域にわたって可動電極の突出部を略垂直に変位させることができる。その結果、突出部の間隔が狭くても、可動電極の突出部と固定電極の突出部とを接触させることなく、突出部間に挿入させることができる。
- [0010] 本発明の静電容量型圧力センサにおいては、前記可動電極が第1基板に設けられており、前記固定電極が第2基板に設けられ、第2基板は前記突出部が挿入自在となる収容領域を有しており、前記固定電極は前記収容領域の外周部の位置に埋め込まれており、前記可動電極の前記突出部が前記第2基板の前記収容領域に進退することによる前記可動電極と前記固定電極の、相互に対向する面における対向

面積の変化により静電容量の変化を検出することが好ましい。この構成によれば、センサの製作工程が大幅に簡素化され、コストダウンにつながる。

- [0011] 本発明の静電容量型圧力センサにおいては、前記第2基板がガラス基板であり、前記固定電極がシリコンで構成されていることが好ましい。この構成によれば、ガラス基板のガラスとシリコンとの界面で高い密着性を発揮することができ、キャビティ内の気密性を高く保つことができる。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、圧力により可動する可動電極と、前記可動電極と対向するように配置された固定電極と、を有する静電容量型圧力センサであって、前記可動電極は少なくとも一つの突出部を有しており、前記固定電極は前記突出部が挿入自在となる収容領域を有しており、前記可動電極の前記突出部が前記固定電極の前記収容領域に進退することによる前記可動電極と前記固定電極との間の対向面積の変化により静電容量の変化を検出するので、圧力に対する容量変化の直線性に優れ、しかもセンサ個体間のばらつきの小さい静電容量型圧力センサを提供することができる。

発明を実施するための最良の形態

- [0013] 以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。

(実施の形態1)

本実施の形態においては、圧力により可動する可動電極と、可動電極と対向するように配置された固定電極と、を有する静電容量型圧力センサであって、可動電極において複数の突出部により櫛歯が形成されており、固定電極における収容領域は可動電極側に延在する櫛歯の間の領域で構成されている態様について説明する。

- [0014] 図1は、本発明の実施の形態1に係る静電容量型圧力センサの概略構成を示す断面図である。また、図2は、本発明の実施の形態1に係る静電容量型圧力センサの概略構成を示す平面図である。なお、図1においては、図面の簡略化のために櫛歯の数を図2に示す櫛歯の数よりも少なくしている。

- [0015] 図中1はシリコン基板を示す。シリコン基板1上には絶縁層2が形成されている。絶縁層2上には、固定電極3が形成されている。この固定電極3は、シリコン基板1の主面の法線方向(可動電極側)に延在する、すなわち、固定電極3シリコン基板1の表

面から突出する複数の突出部を有する。本実施の形態においては、突出部は櫛歯3aで構成されている。この櫛歯3aの間は、後述する可動電極の突出部が挿入自在となる収容領域3bを構成する。

[0016] 固定電極3上又は側部には、可動電極との間を絶縁するための絶縁層4, 5が設けられている。絶縁層5は、固定電極3と可動電極との間の空間(キャビティ)を封止する役割も果たす。絶縁層4, 5上には、圧力により可動する可動電極6が設けられている。この可動電極6は、固定電極3と対向するように配置されている。可動電極6は、固定電極3側に突出する複数の突出部を有する。本実施の形態においては、突出部は櫛歯6aで構成されている。

[0017] 可動電極6は、圧力により可動することにより上下に変位して、櫛歯6aが固定電極3の櫛歯3aの間の領域(収容領域)3b内に挿入されるようになっている。このとき、固定電極3の櫛歯3aが可動電極6の櫛歯6aの間の領域6b内に挿入されるようになっている。なお、本実施の形態においては、各櫛歯3aの間に一つの櫛歯6aが挿入されるように、すなわち各櫛歯6aの間に一つの櫛歯3aが挿入されるようになっているが、本発明においては、一方の櫛歯間に複数の他方の櫛歯が挿入されるように構成しても良い。また、櫛歯3a, 6aの幅は、櫛歯間の領域3b, 6bの幅を考慮して適宜決定する。

[0018] 図2から分かるように、可動電極6と固定電極3との間であって、櫛歯3aを横切る方向(図中のA方向)に延在する支持壁8が設けられている。本実施の形態においては、支持壁8は固定電極3に立設されている。支持壁8を設けることにより、支持壁8の長さ領域(図中のD)にわたって可動電極6の櫛歯6aを略垂直に変位させることができる。その結果、櫛歯3a, 6aの間隔が狭くても、可動電極6の櫛歯6aと固定電極3の櫛歯3aとを接触させることなく、領域3b, 6b内に挿入させることができる。なお、本実施の形態においては、櫛歯3aを横切る方向(図中のA方向)に延在するように支持壁8を設けた場合について説明しているが、可動電極6の櫛歯6aを略垂直に変位させることができれば、支持壁8を設ける延在方向については特に制限はない。また、支持壁8を可動電極6側に設けても良い。

[0019] このように構成された静電容量型圧力センサにおいては、可動電極6と固定電極3

との間に所定の静電容量を有する。可動電極6が圧力により可動して変位すると、可動電極6の櫛歯6aが固定電極3の収容領域3bに進退する。これにより、可動電極6の櫛歯6aと固定電極3の櫛歯3aとの間の対向面積が変わる。すなわち、可動電極6と固定電極3との間の対向面積が変化する。その結果、可動電極6と固定電極3との間の静電容量が変化する。この静電容量変化を検出する。したがって、この静電容量をパラメータとして、その変化を圧力変化とすることができる。

[0020] 本実施の形態における静電容量型圧力センサにおいては、可動電極6の突出部である櫛歯6aが固定電極3の収容領域3bに進退することによって可動電極6と固定電極3との間の対向面積が変化する。すなわち、 $C = \epsilon S/d$ の式における S (面積) が圧力に比例して変化するので、静電容量の変化が直線的に変化することになる。その結果、圧力に対する容量変化の直線性に優れ、しかもセンサ個体間のばらつきの小さい静電容量型圧力センサを実現することができる。

[0021] 次に、本実施の形態の静電容量型圧力センサの製造方法について説明する。図3(a)～(d)及び図4(a)～(d)は、本発明の実施の形態1に係る静電容量型圧力センサの製造方法を説明するための断面図である。

[0022] まず、図3(a)に示すように、シリコン基板1上に熱酸化などにより絶縁層2を形成し、絶縁層2上に固定電極3の材料として多結晶シリコンを被着して多結晶シリコン層11を形成する。なお、多結晶シリコン層11の加工は、例えば、多結晶シリコン層11上に加工領域を開口したマスクを形成し、そのマスクを介してドライエッチングすることにより行う。エッチャントやエッチング条件については通常行われているものを用いることができる。次いで、図3(b)に示すように、多結晶シリコン層11を加工することにより、櫛歯3a及び櫛歯3a間の収容領域3bを有する固定電極3を形成する。

[0023] 次いで、図3(c)に示すように、固定電極3及び絶縁層2上に電氣的分離のための、例えばシリコン酸化膜やシリコン窒化膜などの絶縁層4を形成し、所定の形状にパターンニングする。なお、絶縁層4の加工は、例えば、絶縁層4上に加工領域を開口したマスクを形成し、そのマスクを介してエッチングすることにより行う。エッチャントやエッチング条件については通常行われているものを用いることができる。そして、固定電極3及び絶縁層4上のキャビティ領域に相当する領域に犠牲層12を形成して平坦化

する。犠牲層12としては、例えば、リンドーブのシリコン酸化膜(PSG)を用いることができる。次いで、図3(d)に示すように、犠牲層12上に可動電極6の櫛歯6aの材料として多結晶シリコンを被着して多結晶シリコン層13を形成する。

[0024] 次いで、図4(a)に示すように、多結晶シリコン層13を加工して櫛歯6aを構成する突出部を形成する。なお、多結晶シリコン層13の加工は、例えば、多結晶シリコン層13上に加工領域を開口したマスクを形成し、そのマスクを介してドライエッチングすることにより行う。エッチャントやエッチング条件については通常行われているものを用いることができる。そして、犠牲層12上の可動電極に相当する領域に犠牲層14を形成して平坦化する。犠牲層14としては、例えば、リンドーブのシリコン酸化膜(PSG)を用いることができる。

[0025] 次いで、図4(b)に示すように、絶縁層4及び犠牲層12を所定の形状にエッチングした後、その開口部内に接続部材15及び可動電極6の材料となる多結晶シリコンを被着して形成する。このとき、多結晶シリコン層13と多結晶シリコン層16とは接合された状態となり、可動電極6を構成する。

[0026] 次いで、図4(c)に示すように、犠牲層12, 14をエッチングして除去し、キャビティ7を形成する。なお、エッチャントやエッチング条件については通常行われているものを用いることができる。次いで、可動電極6上に、例えばシリコン酸化膜やシリコン窒化膜などの絶縁層5を形成し、可動電極6と接続部材15との間の開口部を塞ぐように加工する。絶縁層5の加工は、例えば、絶縁層5上に加工領域を開口したマスクを形成し、そのマスクを介してドライエッチングすることにより行う。なお、エッチャントやエッチング条件については通常行われているものを用いることができる。

[0027] このようにして得られた静電容量型圧力センサにおいては、可動電極6と固定電極3との間での対向面積の変化による静電容量の変化の信号に基づいて測定圧力を検出することができる。また、この静電容量型圧力センサにおいては、可動電極6の突出部である櫛歯6aが固定電極3の収容領域3bに進退することによって可動電極6と固定電極3との間の対向面積が変化するので、静電容量の変化が直線的に変化することになる。その結果、圧力に対する容量変化の直線性に優れ、しかもセンサ個体間のばらつきの小さい静電容量型圧力センサを実現することができる。

[0028] (実施の形態2)

本実施の形態においては、圧力により可動する可動電極と、可動電極と対向するように配置された固定電極と、を有する静電容量型圧力センサであって、可動電極が第1基板に設けられており、固定電極が第2基板に設けられており、固定電極が第1基板に埋め込まれており、第1基板は突出部が挿入自在となる収容領域を有する態様について説明する。

[0029] 図5は、本発明の実施の形態2に係る静電容量型圧力センサの概略構成を示す断面図である。また、図6は、本発明の実施の形態2に係る静電容量型圧力センサの概略構成を示す平面図である。

[0030] 図中21はガラス基板を示す。ガラス基板21は、対向する一对の主面21a, 21bを有する。このガラス基板21の後述するキャビティ28内には、接続部材22a及び固定電極22bが埋設されている。接続部材22aは、可動電極用の接続部材であり、主面21a, 21bでそれぞれ露出している。また、固定電極22bも主面21a, 21bで露出している。この固定電極22bは、図6に示すように、矩形の環状に設けられている。

[0031] ガラス基板21の主面21aの接続部材22a上には、可動電極と電氣的に接続する接続電極23が形成されている。また、ガラス基板21の主面21bの接続部材22a上には、引き出し電極24aが形成されており、ガラス基板21の主面21bの固定電極22b上には、引き出し電極24bが形成されている。このように引き出し電極24a, 24bがそれぞれ主面21b上に設けられていることにより、外部への取り出し電極を一つの面上に形成できるので、表面実装に適したデバイスとすることができる。接続部材22a及び固定電極22bを構成する材料としては、シリコン、金属などの導電性材料を用いることができるが、上記のようにガラスとの間の密閉性を考慮して、シリコンで構成することが好ましい。

[0032] ガラス基板21の主面21aであって、固定電極22bの内側に可動電極側の突出部を収容する領域である凹部21cが形成されている。したがって、この凹部21cの外周部に固定電極22bが位置する。この凹部21cの幅については、可動電極側の突出部と衝突することなく、突出部が進退可能なように設定する。また、凹部21cの深さについては特に制限はないが、高圧が付与されたときのストッパーとし、可動電極の破損を

防ぐこともできる。

- [0033] ガラス基板21の主面21aの接合面21d上には、突出部25aを有する可動電極であるシリコン基板25が接合されている。シリコン基板25は、突出部25aの周囲に凹部25bが形成されており、突出部25aが変位できるようになっている。このため、可動電極に圧力が加わると、突出部25aが変位して突出部25aがガラス基板21の凹部21cに挿入するようになっている。これらの凹部21c、25bによりキャビティ28が形成される。これにより、可動電極と固定電極22bとの間に静電容量が発生する。
- [0034] ガラス基板21の主面21aとシリコン基板25との間の界面(接合面21d)は、高い密着性を有することが好ましい。ガラス基板21にシリコン基板25を接合する場合には、ガラス基板21の接合面21d上にシリコン基板25を搭載し、陽極接合処理を施すことにより、両基板21、25の密着性を高くすることができる。このようにガラス基板21とシリコン基板25との界面で高い密着性を発揮することにより、シリコン基板25の凹部25bとガラス基板21の凹部21cで構成するキャビティ28内の気密性を高く保つことができる。
- [0035] ここで、陽極接合処理とは、所定の温度(例えば400℃以下)で所定の電圧(例えば300V～1kV)を印加することにより、シリコンとガラスとの間に大きな静電引力が発生して、界面で共有結合を起こさせる処理をいう。この界面での共有結合は、シリコンのSi原子とガラスに含まれるSi原子との間のSi-Si結合又はSi-O結合である。したがって、このSi-Si結合又はSi-O結合により、シリコンとガラスとが強固に接合して、両者間の界面で非常に高い密着性を発揮する。このような陽極接合を効率良く行うために、ガラス基板11のガラス材料としては、ナトリウムなどのアルカリ金属を含むガラス材料(例えばパイレックス(登録商標)ガラス)であることが好ましい。
- [0036] 接続部材22aや固定電極22bがシリコンで構成されている場合には、ガラス基板21と接続部材22aや固定電極22bとの間の界面も陽極接合されていることが好ましい。後述するように、これらの界面は、加熱下において接続部材22aや固定電極22bをガラス基板21に押し込むことにより形成される。このような方法により得られた界面でも高い密着性を発揮できるが、接続部材22aや固定電極22bをガラス基板21に押し込んだ後に、陽極接合処理を施すことにより、密着性をより高くすることができる。

- [0037] このように構成された静電容量型圧力センサにおいては、可動電極25と固定電極22bとの間に所定の静電容量を有する。可動電極25が圧力により可動して変位すると、可動電極25の突出部25aが収容領域である凹部21cに進退する。これにより、可動電極25の突出部25aと固定電極22bとの間の対向面積が変わる。すなわち、可動電極25と固定電極22bとの間の対向面積が変化し、その結果、可動電極25と固定電極22bとの間の静電容量が変化する。この静電容量変化を検出する。したがって、この静電容量をパラメータとして、その変化を圧力変化とすることができる。
- [0038] 本実施の形態における静電容量型圧力センサにおいては、可動電極25の突出部25aが収容領域である凹部21cに進退することによって可動電極25と固定電極22bとの間の対向面積が変化する。すなわち、 $C = \epsilon S/d$ の式における S （面積）が圧力に比例して変化する、静電容量の変化が直線的に変化することになる。その結果、圧力に対する容量変化の直線性に優れ、しかもセンサ個体間のばらつきの小さい静電容量型圧力センサを実現することができる。
- [0039] 次に、本実施の形態の静電容量型圧力センサの製造方法について説明する。図7(a)、(b)及び図8(a)～(d)は、本発明の実施の形態2に係る静電容量型圧力センサの製造方法を説明するための断面図である。
- [0040] まず、不純物をドーピングして低抵抗化したシリコン基板25を準備する。不純物としては、n型不純物でも良く、p型不純物でも良い。抵抗率としては、例えば $0.01 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度とする。そして、図7(a)に示すように、このシリコン基板25の一方の主面にエッチングマスク26を形成する。エッチングマスク26は、シリコン基板25を熱酸化し、シリコン基板25の表面に形成された熱酸化膜をパターニングすることにより形成する。そして、図7(b)に示すように、シリコン基板25をドライエッチングして、突出部25a及び凹部25bを形成する。なお、エッチングのエッチャントやエッチング条件は通常行われているものを用いることができる。
- [0041] 次いで、図8(a)に示すように、シリコン基板27の一方の主面をエッチングして接続部材22a及び固定電極22b用の突出部27aを形成し、突出部27aを形成したシリコン基板27上にガラス基板21を置き、さらに、真空下で、このシリコン基板27及びガラス基板21を加熱して、シリコン基板27をガラス基板21に押圧して突出部27aをガラ

ス基板21の主面21bに押し込んで、シリコン基板27とガラス基板21とを接合する。このときの温度は、ガラスの融点以下であって、ガラスが変形可能である温度（例えば、ガラスの軟化点温度以下）が好ましい。例えば加熱温度は約800℃である。このとき、シリコン基板27の突出部27aとガラス基板21との界面での密着性をより高めるために、陽極接合処理をすることが好ましい。この場合、シリコン基板27及びガラス基板21にそれぞれ電極をつけて、約400℃以下の加熱下で約300V～1kVの電圧を印加することにより行う。これにより両者の界面での密着性がより高くなり、静電容量型圧力センサのキャビティ28の気密性を向上させることができる。

[0042] 次いで、図8(b)に示すように、ガラス基板21の主面21a側を研磨処理して、接続部材22a及び固定電極22bを主面11aで露出させ、シリコン基板27の裏面（突出部27aを設けない面）側をエッチングしてガラス基板21の主面21bで接続部材22a及び固定電極22bを露出させる。エッチングとしては、ドライエッチングでも良く、ウェットエッチングでも良い。また、裏面のシリコンは研磨による加工で除去しても良い。

[0043] 次いで、図8(c)に示すように、ガラス基板21の固定電極22bの間の領域に主面21a側から凹部21cを形成する。凹部21cは、例えばレジストでパターニングした後にエッチングやミリングにより形成する。次いで、図8(d)に示すように、ガラス基板21の主面21a上に、接続部材22aと電氣的に接続するように、接続電極23を形成する。この場合、ガラス基板21の主面21a上に電極材料を被着し、その上にレジスト膜を形成し、電極形成領域にレジスト膜が残るように、そのレジスト膜をパターニング（フォトリソグラフィ）し、そのレジスト膜をマスクとして電極材料をエッチングし、その後残存したレジスト膜を除去する。次いで、図8(d)に示すように、ガラス基板21の主面21b上に、接続部材22a及び固定電極22bと電氣的に接続するように、引き出し電極24a、24bを形成する。この場合、ガラス基板21の主面21b上に電極材料を被着し、その上にレジスト膜を形成し、電極形成領域にレジスト膜が残るように、そのレジスト膜をパターニング（フォトリソグラフィ）し、そのレジスト膜をマスクとして電極材料をエッチングし、その後残存したレジスト膜を除去する。

[0044] 次いで、シリコン基板25の突出部25aがガラス基板21の凹部21cと対向するように、かつ、突出部25aが凹部21c内に進退可能になるように位置合わせして、シリコン

基板25とガラス基板21の一方の主面21aとを接合する。このとき、シリコン基板25及びガラス基板21に対して、約400℃以下の加熱下で約500V程度の電圧を印加することにより陽極接合処理を行う。これによりシリコン基板25とガラス基板21との間の界面での密着性がより高くなり、キャビティ28の気密性を向上させることができる。

[0045] このようにして得られた静電容量型圧力センサは、固定電極22bが引き出し電極24bと電氣的に接続され、可動電極が接続電極23を介して引き出し電極24aと電氣的に接続されている。したがって、可動電極と固定電極22bとの間で検知された静電容量の変化の信号は、引き出し電極24a, 24bから取得することができる。この信号に基づいて測定圧力を算出することができる。また、この静電容量型圧力センサにおいては、可動電極の突出部25aが収容領域である凹部21cに進退することによって可動電極と固定電極22bとの間の対向面積が変化するので、静電容量の変化が直線的に変化することになる。その結果、圧力に対する容量変化の直線性に優れ、しかもセンサ個体間のばらつきの小さい静電容量型圧力センサを実現することができる。

[0046] 次に、本発明の効果を明確にするために行った実施例について説明する。

図1に示す構成の静電容量型圧力センサと、可動電極に感圧ダイヤフラムを用いた静電容量型圧力センサを作製し、それぞれについて容量と圧力との関係を調べた。その結果を図9に示す。図9から分かるように、本発明に係る静電容量型圧力センサ(実施例)は、どの圧力領域においても容量変化がほぼ一定であり、直線性の高い特性が得られた。一方、従来の静電容量型圧力センサ(従来例)は、高圧力側で容量が急激に上昇しており、直線性が低かった。

[0047] 本発明は上記実施の形態1, 2に限定されず、種々変更して実施することが可能である。上記実施の形態1, 2で説明した数値、材質、部材形状については特に制限はなく、本発明の効果を発揮できる範囲において適宜変更することができる。また、上記実施の形態で説明したプロセスについてはこれに限定されず、工程間の適宜順序を変えて実施しても良い。その他、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更することが可能である。

図面の簡単な説明

[0048] [図1]本発明の実施の形態1に係る静電容量型圧力センサの概略構成を示す断面図である。

[図2]本発明の実施の形態1に係る静電容量型圧力センサの概略構成を示す平面図である。

[図3](a)～(d)は、本発明の実施の形態1に係る静電容量型圧力センサの製造方法を説明するための断面図である。

[図4](a)～(d)は、本発明の実施の形態1に係る静電容量型圧力センサの製造方法を説明するための断面図である。

[図5]本発明の実施の形態2に係る静電容量型圧力センサの概略構成を示す断面図である。

[図6]本発明の実施の形態2に係る静電容量型圧力センサの概略構成を示す平面図である。

[図7](a), (b)は、本発明の実施の形態2に係る静電容量型圧力センサの製造方法を説明するための断面図である。

[図8](a)～(d)は、本発明の実施の形態2に係る静電容量型圧力センサの製造方法を説明するための断面図である。

[図9]静電容量型圧力センサにおける圧力と容量との関係を示す特性図である。

[図10]従来の静電容量型圧力センサを説明するための図である。

符号の説明

- [0049] 1, 25, 27 シリコン基板
2, 4, 5 絶縁層
3, 22b 固定電極
3a, 6a 櫛歯
3b, 6b 収容領域
7, 28 キャビティ
8 支持壁
11, 13, 16 多結晶シリコン層
12, 14 犠牲層

21 ガラス基板

21a, 21b 主面

21c, 25b 凹部

22a 接続部材

23 接続電極

24a, 24b 引き出し電極

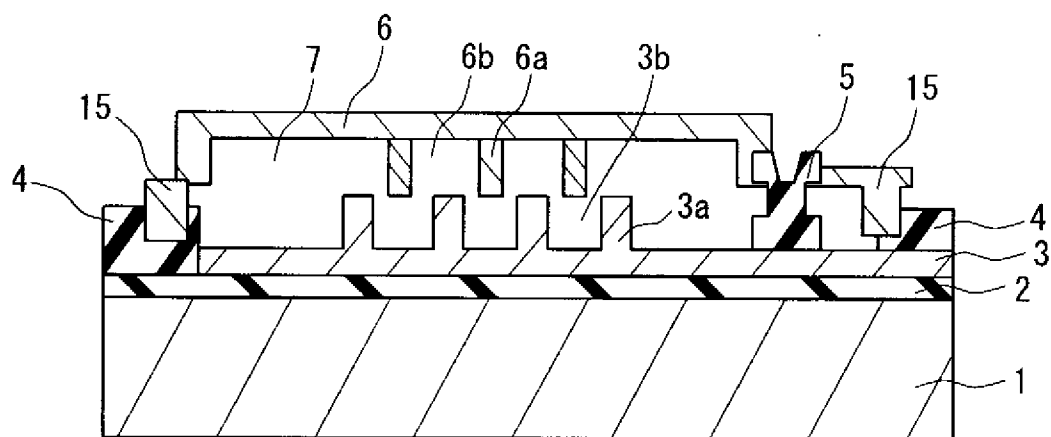
26 エッチングマスク

27a 突出部

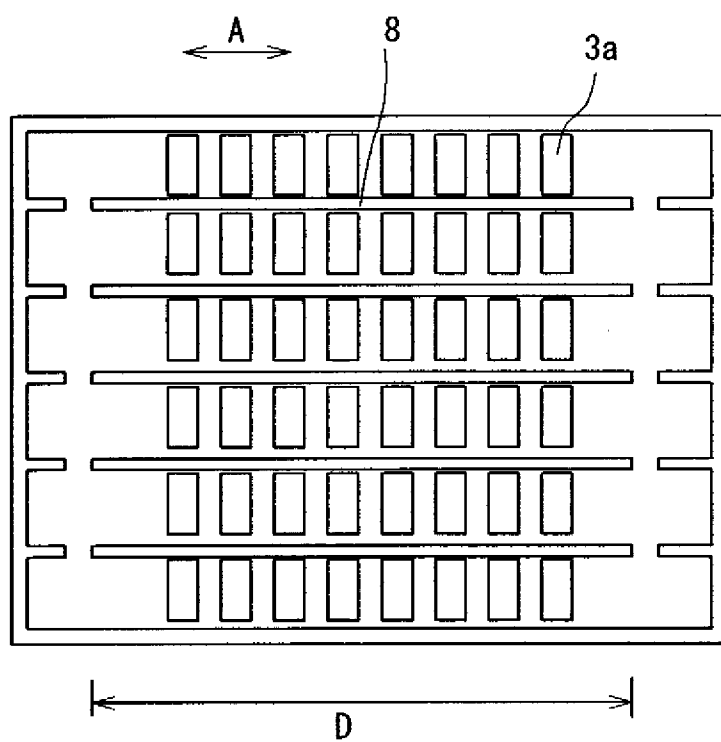
請求の範囲

- [1] 圧力により可動する可動電極と、前記可動電極と対向するように配置された固定電極と、を有する静電容量型圧力センサであって、前記可動電極は少なくとも一つの突出部を有しており、前記固定電極は前記突出部が挿入自在となる収容領域を有しており、前記可動電極の前記突出部が前記固定電極の前記収容領域に進退することによる、前記可動電極と前記固定電極の、相互に対向する面における対向面積の変化により静電容量の変化を検出することを特徴とする静電容量型圧力センサ。
- [2] 前記可動電極において複数の突出部により櫛歯が形成されており、前記固定電極における前記収容領域は可動電極側に延在する櫛歯の間の領域で構成されていることを特徴とする請求項1記載の静電容量型圧力センサ。
- [3] 前記可動電極と前記固定電極との間に設けられ、前記櫛歯を横切る方向に延在する支持壁を有することを特徴とする請求項2記載の静電容量型圧力センサ。
- [4] 前記可動電極が第1基板に設けられており、前記固定電極が第2基板に設けられ、該第2基板は前記突出部が挿入自在となる収容領域を有しており、前記固定電極は前記収容領域の外周部の位置に埋め込まれており、前記可動電極の前記突出部が前記第2基板の前記収容領域に進退することによる、前記可動電極と前記固定電極の、相互に対向する面における対向面積の変化により静電容量の変化を検出することを特徴とする請求項1記載の静電容量型圧力センサ。
- [5] 前記第2基板がガラス基板であり、前記固定電極がシリコンで構成されていることを特徴とする請求項4記載の静電容量型圧力センサ。

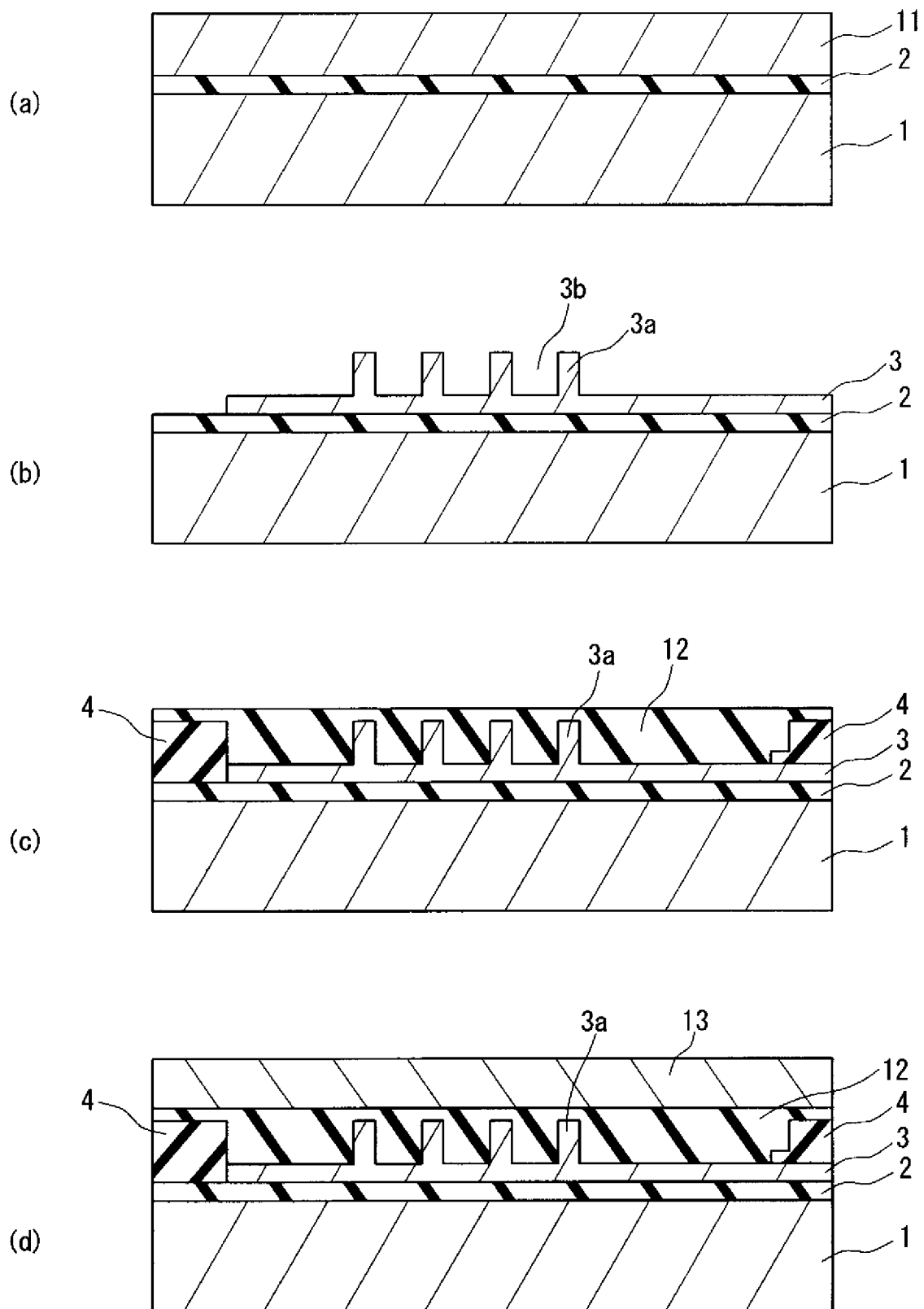
[図1]



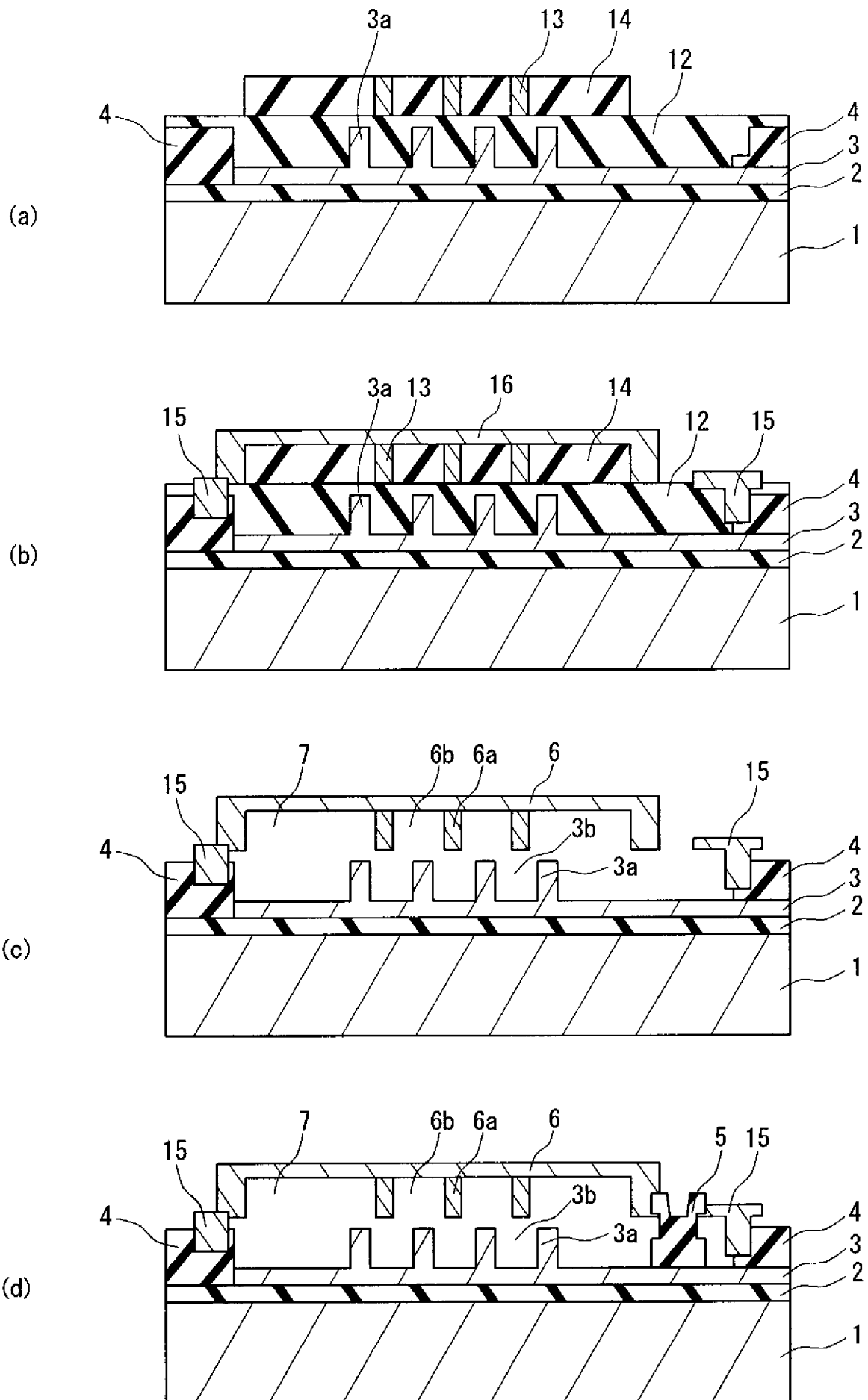
[図2]



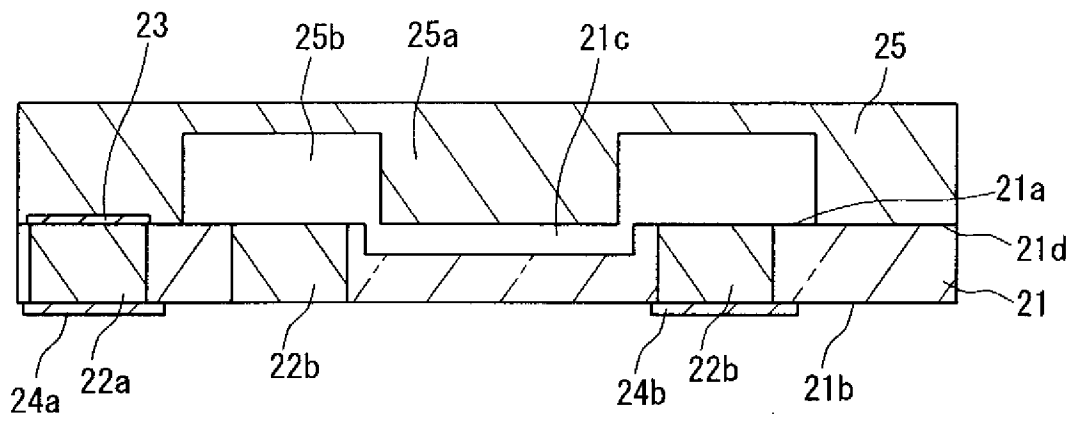
[図3]



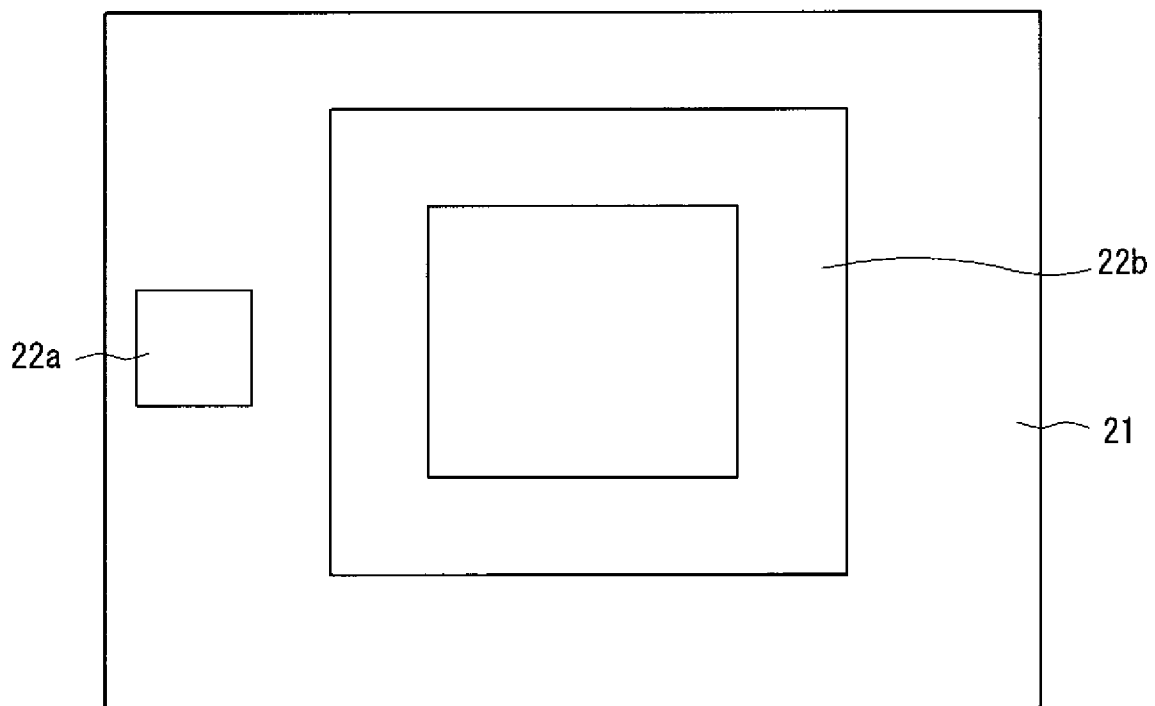
[図4]



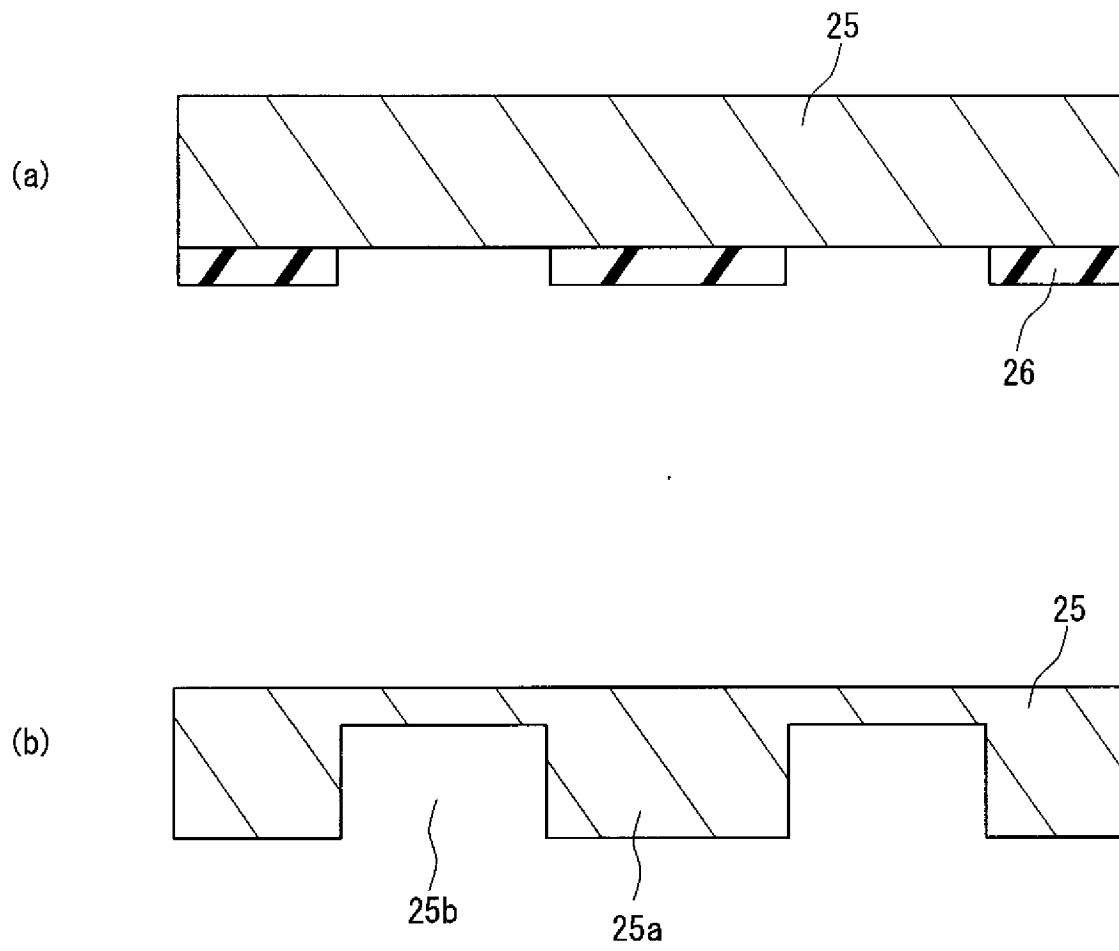
[図5]



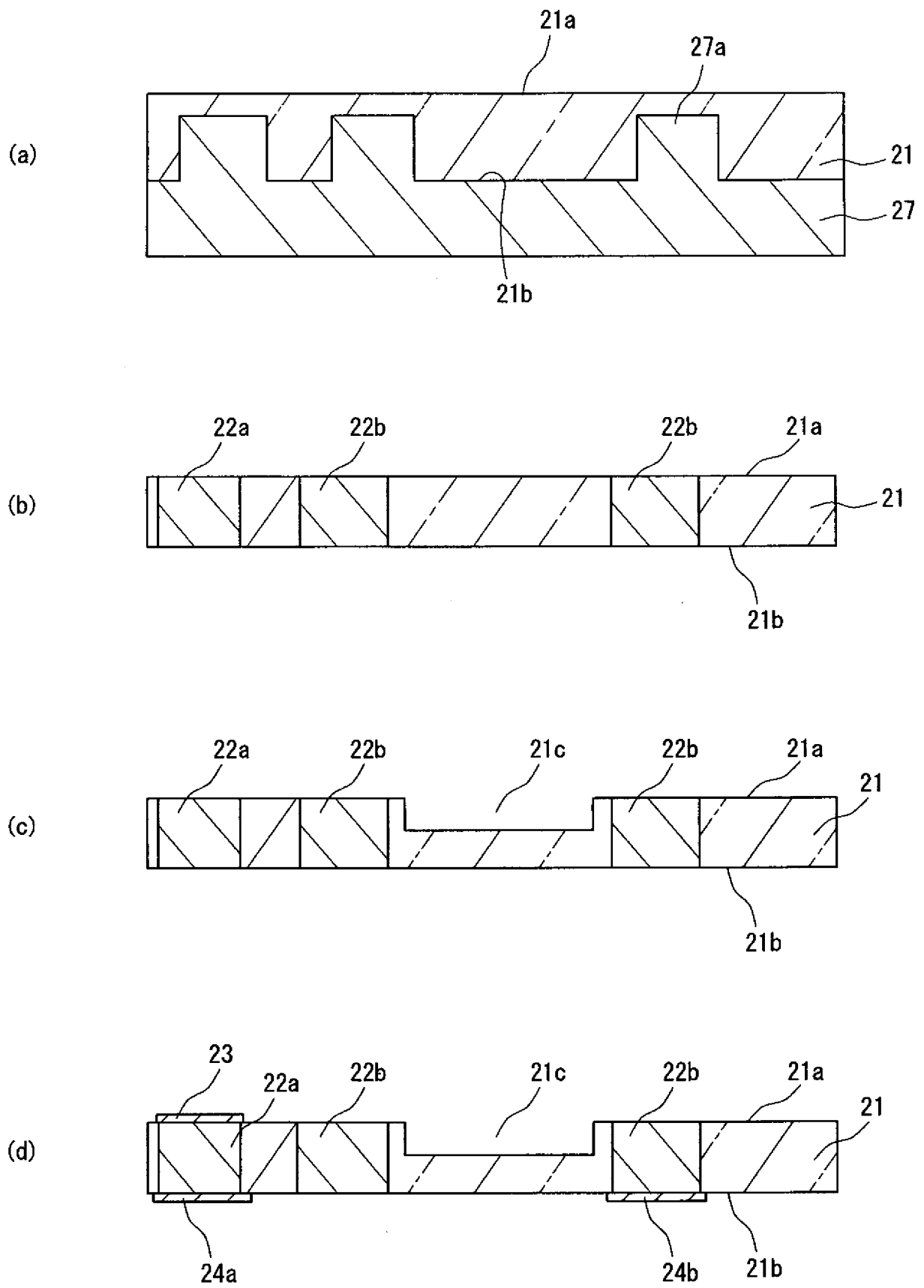
[図6]



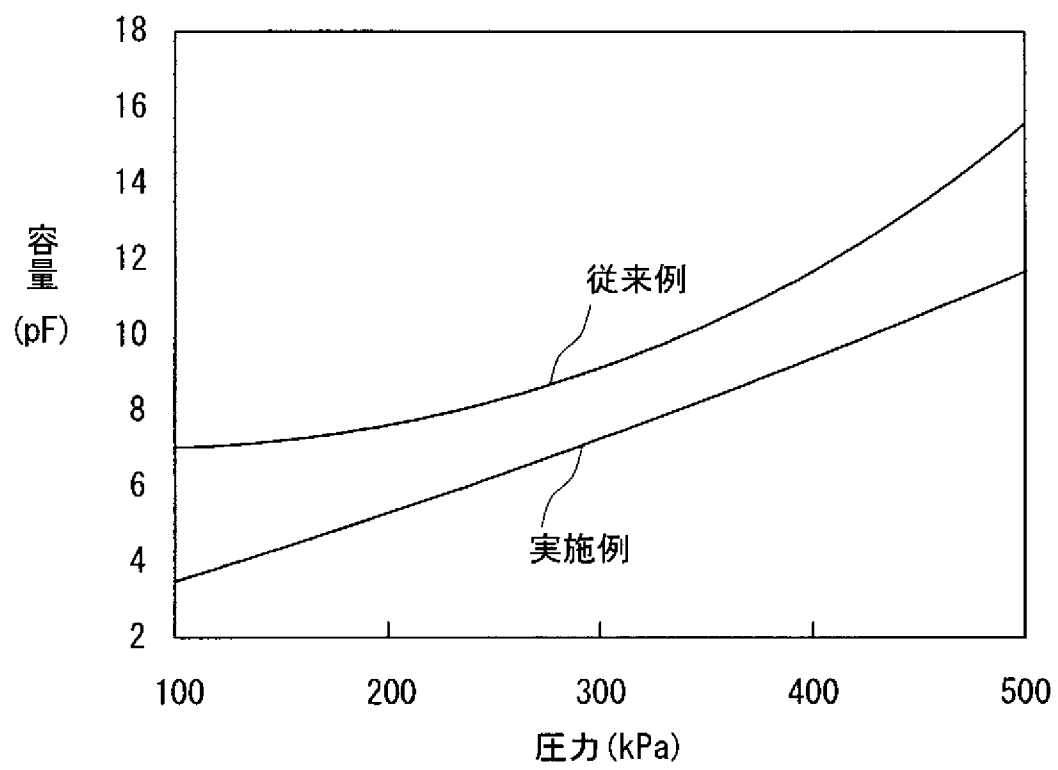
[図7]



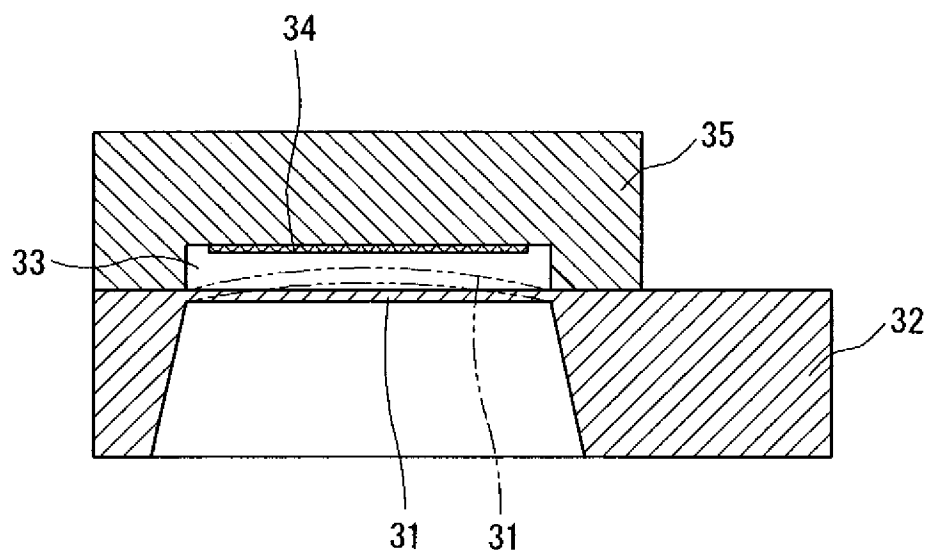
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/051224

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L1/14(2006.01) i, 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)

G01L1/14, 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	1996-2007
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 A	JP 2004-530897 A (Honeywell International Inc.), 07 October, 2004 (07.10.04), Par. Nos. [0015] to [0027]; Figs. 1 to 2 & WO 02/103369 A1 Page 5, line 19 to page 9, line 28; Figs. 1 to 2 & US 2002/0189355 A1 & CN 1543573 A	1-2, 4-5 3
X A	GB 2076970 A (Jackson Brothers (London) Ltd.), 09 December, 1981 (09.12.81), Description, page 1, line 121 to page 2, line 122; Figs. 1 to 2, 5 (Family: none)	1-2, 4 3, 5



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
12 March, 2007 (12.03.07)

Date of mailing of the international search report
20 March, 2007 (20.03.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/051224

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2000-97784 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 07 April, 2000 (07.04.00), Par. Nos. [0017] to [0036]; Figs. 1 to 2, 5 to 6 (Family: none)	1-2, 4-5 3

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, 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. G01L1/14, 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 0 7 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 7 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 A	JP 2 0 0 4 - 5 3 0 8 9 7 A (ハネウエル・インターナショナル・インコーポレーテッド) 2 0 0 4.10.07, 【0015】 - 【0027】, 第1 - 2 図 & WO 02/103369 A1, 第5 頁第1 9 行 - 第9 頁第2 8 行, 第1 - 2 図 & US 2002/0189355 A1 & CN 1543573 A		1-2, 4-5 3
X A	GB 2 0 7 6 9 7 0 A (Jackson Brothers (London) Limited) 1 9 8 1.12.09, 明細書第1 頁第121 行 - 第2 頁第122 行, 第1 - 2, 5 図 (ファミリーなし)		1-2, 4 3, 5
☒ 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 2 . 0 3 . 2 0 0 7		国際調査報告の発送日 2 0 . 0 3 . 2 0 0 7	
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） 松浦 久夫 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6	2 F 9 6 1 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 A	JP 2000-97784 A (株式会社村田製作所) 2000.04.07, 【0017】－【0036】, 第1－2, 5－6図 (ファミリーなし)	1-2, 4-5 3