

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-64734
(P2008-64734A)

(43) 公開日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
GO1L 9/00	(2006.01)	GO1L 9/00	305A	2F055
HO1L 29/84	(2006.01)	GO1L 9/00	305B	4M112
		HO1L 29/84	Z	

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-34290 (P2007-34290)
 (22) 出願日 平成19年2月15日 (2007.2.15)
 (31) 優先権主張番号 10-2006-0086897
 (32) 優先日 平成18年9月8日 (2006.9.8)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 592127149
 韓国科学技術院
 大韓民国大田広域市儒城区九城洞 373-1 番地
 (74) 代理人 100108671
 弁理士 西 義之
 (72) 発明者 金 泰植
 大韓民国大田廣域市西区萬年洞 83-502
 (72) 発明者 李 成浩
 大韓民国大田廣域市儒城区官坪洞大徳 T e c h n o V a l l e y 1 B L , 1 0 9 - 7 0 4
 Fターム(参考) 2F055 AA40 BB20 CC02 DD05 EE25
 FF11 GG01 GG11

最終頁に続く

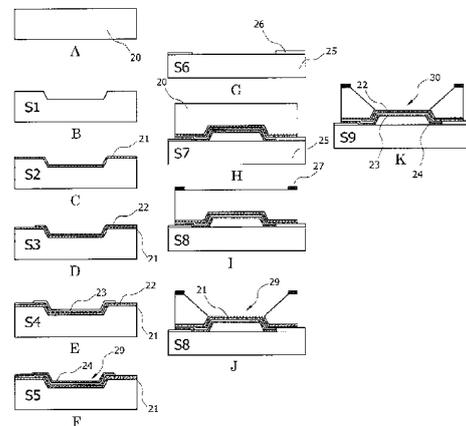
(54) 【発明の名称】 静電容量型圧力センサの製造方法及びこれによって製造された静電容量型圧力センサ

(57) 【要約】

【課題】 静電容量型圧力センサの非線形性を改善すること。

【解決手段】 入力によってキャパシタを構成する二つの電極間の距離を変化させずに、圧力センサの面積を変化させることで、入力に対する出力が線形的に変化するとともに、キャパシタの絶縁物質として、高い誘電常数及び優れた絶縁性を有するハフニウム酸化物を用いることで、静電容量及び感度を高められる静電容量型圧力センサの製造方法、及びこれによって製造された静電容量型圧力センサを提供する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン基板の上面を任意の深さだけエッチングする第 1 段階と；
 前記シリコン基板の表面に、後述する第 8 段階でエッチングするとき用いられるエッチングストッパーを蒸着する第 2 段階と；
 前記エッチングストッパーの表面にキャパシタの上部電極を蒸着する第 3 段階と；
 前記上部電極の表面にキャパシタの絶縁層を蒸着する第 4 段階と；
 前記絶縁層の表面にキャパシタの下部電極を蒸着してキャパシタを形成する第 5 段階と

；
 ガラス基板の上面に金属パッド電極を形成する第 6 段階と；
 前記シリコン基板のキャパシタの下部電極及びガラス基板の金属パッド電極に、電気（陽極）接合法で異種接合を行う第 7 段階と；
 前記ガラス基板に接合されたシリコン基板の下面をエッチングして前記エッチングストッパーを露出させ、メンブレインを形成する第 8 段階と；
 前記露出されたエッチングストッパーを湿式エッチングで除去する第 9 段階と；
 を含む静電容量型圧力センサの製造方法。

10

【請求項 2】

前記第 1 段階のエッチングでは、KOH または EDP を用いて異方性湿式エッチングを行い、マスク物質として、シリコンナイトライド（Si_xN_y）、シリコンダイオキサイド（SiO₂）、または、金（Au）又はクロム（Cr）金属を用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の製造方法。

20

【請求項 3】

前記第 1 段階のエッチングでは、乾式エッチングを行い、マスク物質として、フォトリジスト、または、金（Au）、クロム（Cr）、又はアルミニウム（Al）金属を用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の製造方法。

【請求項 4】

前記第 2 段階では、第 8 段階で KOH または EDP を用いて異方性湿式エッチングを行うときのエッチング中止用エッチングストッパーとして、シリコンダイオキサイド（SiO₂）を用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の製造方法。

【請求項 5】

前記第 3 段階の上部電極としては、ドーピングされたポリシリコンを用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の製造方法。

30

【請求項 6】

前記第 4 段階の絶縁層としては、ハフニウム酸化物を用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の製造方法。

【請求項 7】

前記第 5 段階の下部電極としては、ドーピングされたポリシリコンを用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の製造方法。

【請求項 8】

前記第 8 段階では、シリコン基板の下面を異方性湿式エッチングし、第 9 段階では、キャパシタを圧力によって移動する 3 層構造のメンブレインに形成す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の製造方法。

40

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 のうち何れか 1 項に記載された製造方法で製造された静電容量型圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静電容量型圧力センサに関するもので、特に、外部圧力の変化によって静電容量型圧力センサの面積を変化させることで、入力に対する出力が線形的に変化すると

50

もに、キャパシタの絶縁物質として、優れた絶縁性及び高い誘電常数を有するハフニウム酸化物を用いることで、高い感度を有する静電容量型圧力センサの製造方法、及びこれによって製造された静電容量型圧力センサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、半導体製造工程を用いた微細加工技術であるマイクロマシニング技術を採用する半導体圧力センサに対し、研究が活発に行われている。前記マイクロマシニング技術によって微細加工された半導体圧力センサは、自動車システム、産業機器制御、環境モニタリング、生医学的診断などの分野で広く応用される。

【0003】

圧力センサは、絶対圧または相対圧を測定する素子であり、その感知原理に基づいて、ストレインゲージタイプのメタル型圧力センサ、 piezo 抵抗型圧力センサ、圧電型圧力センサ、MOSFET型圧力センサ、piezo 接合 (Piezo junction) 型圧力センサ、光ファイバ圧力センサ、静電容量型圧力センサなどに区分される。これら圧力センサのうち、金属を用いるメタル型圧力センサを除けば、半導体物質であるシリコンを用いてマイクロマシニング技術で製作される。

【0004】

静電容量型圧力センサは、シリコン薄膜ダイヤフラム (メンブレイン) と支持台との間に平板キャパシタ (Parallel Plate Capacitor) を形成し、外部から印加される圧力による前記シリコン薄膜ダイヤフラムのたわみ (メンブレインの変形) によって二つの電極間の間隔が変化することで、容量値が変化するという原理を用いる。

【0005】

上記のような静電容量型圧力センサは、絶対圧型と相対圧型とに大別される。絶対圧型の静電容量型圧力センサは、ダイヤフラムの密閉条件で製作し、基準圧室内の所定圧力を基準にして外部圧力を測定できる圧力センサであり、外部と完全に遮断されて周囲物質の影響を受けないという長所があるが、基準圧室内部の空気圧縮によって非線形性が発生し、温度増加による基準圧室内部の空気膨脹によってオフセット及び温度ドリフトが発生する。

【0006】

一方、相対圧型の静電容量型圧力センサは、ガラス部に穴を穿孔して基準圧室が開放されることで、二つの部分の相対的な圧力、すなわち、ダイヤフラム上下の圧力差を測定できる圧力センサであり、外部と開放されて周囲物質に影響を受けやすいが、基準圧室の内部が密閉状態でないため、基準圧室内部の空気圧縮や膨脹に対する影響はない。

【0007】

上記のように、ダイヤフラムのたわみ (メンブレインの変形) を用いて二つの電極間の容量値を検出する静電容量型圧力センサは、piezo 抵抗型圧力センサより数十～数百倍以上高い感度値 (より高い感度) を有するだけでなく、優れた安全性 (より低い温度計数、より強い構造) 及び少ない消費電力 (より低い動力消費) を有するという長所がある。

【0008】

図3のA～Fは、従来の静電容量型圧力センサの製造工程を示した断面図である。一般的に、圧力による静電容量の変化がピコファラッド (picofarad) の範囲にあるので、二つの電極間の寄生容量を除去するためには、下部電極14をガラス基板13上に形成し、上部電極12をシリコン基板11に形成した後、二つの基板13, 11に、電気 (陽極) 接合 (anodic bonding) 法で異種接合を行う。

【0009】

まず、図3のAは、上部基板として用いられるシリコン基板11を示すもので、図3のBに示すように、このシリコン基板11の上面を任意の深さに乾式エッチングした後、このエッチング領域に、金属からなるキャパシタの上部電極12を形成する。図3のCは、下部基板として用いられるガラス基板13を示すもので、図3のDに示すように、このガ

10

20

30

40

50

ラス基板 1 3 上に下部電極 1 4 を形成する。

【 0 0 1 0 】

その後、図 3 の E に示すように、これら上部電極 1 2 及び下部電極 1 4 が形成された二つの基板 1 1 , 1 3 に、電気（陽極）接合法で異種接合を行う。最後に、図 3 の F に示すように、異方性湿式エッチングでシリコン基板 1 1 の下面をエッチングしてメンブレインを形成することで、静電容量型圧力センサの製造が完了する。

【 0 0 1 1 】

前記静電容量型圧力センサは、圧力変化によってメンブレインが移動することで、キャパシタを構成する二つの電極間における距離変化を電氣的に読み込む。

【 0 0 1 2 】

上記のような、従来の静電容量型圧力センサの構造は、ピエゾ抵抗型圧力センサより優れた感度及び温度特性（感度が高く、温度変化にそれほど敏感でない）を有するので、多くの分野で応用された。しかし、静電容量が二つの電極間の距離に反比例し、外部圧力が加えられたとき、メンブレインが平らな状態で下側に移動するのではなく、屈曲されるので、圧力に対する静電容量の変化が線形性（直線性）を示しにくい。すなわち、入力に対する出力の線形性（直線性）が良好でなく、センサの補償が難しいので、使用可能な圧力範囲が狭くなり、実際の使用時に多くの制約を受ける。

【 0 0 1 3 】

したがって、上記のような静電容量型圧力センサの非線形性を改善するために、構造変形に対する研究が多様に行われている。以下、上記のような多様な試みの例を挙げてみる。

【 0 0 1 4 】

その例として、大韓民国特許公告番号 9 6 - 0 0 6 1 1 3（半導体容量型圧力センサ；特許文献 1）においては、シリコンダイヤフラムのキャパシタ電極の形態を十字状に変形することで、非線形性応答特性を改善している。また、大韓民国特許登録番号 1 0 - 0 4 0 4 9 0 4（差動容量型圧力センサ及びその製造方法；特許文献 2）においては、二つのセンシングキャパシタを左右に配置し、1 層の寄生層を用いて圧力センサの非線形特性を改善する一方、1 層の犠牲層を用いて二つのセンシングキャパシタの上・下部電極間の間隔を同一にすることで、製造工程を単純化し、変位による各センシングキャパシタの容量変化を同一にすることで、センサの線形性を高めている。

【 0 0 1 5 】

論文としては、A z i z E t t o u h a m i などによって発表された論文（非特許文献 1）がある。一般的な静電型圧力センサの場合、感度を高めるためにメンブレインの厚さを薄くすると、圧力センサの線形性が悪くなるが、この論文では、直列形態のキャパシタを用いることで、圧力センサの感度を高めるためにメンブレインを薄くしたときに発生する非線形性問題を解決しており、改善された感度及び線形性の特性を示している。

【 0 0 1 6 】

他の論文としては、S a t o s h i Y a m a m o t o などによって発表された論文（非特許文献 2）がある。この論文は、高い線形性を有する静電容量型圧力センサに関するもので、圧力によってキャパシタを構成する二つの電極間の距離が変わる構造を示す。すなわち、静電容量型圧力センサに所定値以上の圧力が加えられたとき、上部電極であるメンブレインと、下部電極上に蒸着された絶縁物質との接触状態で、静電容量型圧力センサが動作するという原理を用いる。

【 0 0 1 7 】

【特許文献 1】大韓民国特許公告番号 9 6 - 0 0 6 1 1 3 号公報

【特許文献 2】大韓民国特許登録番号 1 0 - 0 4 0 4 9 0 4 号公報

【非特許文献 1】A z i z E t t o u h a m i e t a l . " A n o v e l c a p a c i t i v e p r e s s u r e s e n s o r s t r u c t u r e w i t h h i g h s e n s i t i v i t y a n d q u a s i - l i n e a r r e s p o n s e (M o r o c c o) " , C o m p t e s r e n d u s . M e c a n i q u e , p p . 1 4 1 ~

10

20

30

40

50

162 (2004)

【非特許文献2】 Satoshi Yamamoto et. al., "Touch mode capacitive pressure sensor for passive tire monitoring system (Japan)", IEEE transactions on sensors and micromachines, pp.9~15, (2003)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明は、上記のような静電容量型圧力センサの非線形性を改善することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明は、従来の静電容量型圧力センサ構造における短所を解決するためになされたもので、入力によってキャパシタを構成する二つの電極間の距離を変化させずに、圧力センサの面積を変化させることで、入力に対する出力が線形的に変化するとともに、キャパシタの絶縁物質として、高い誘電常数及び優れた絶縁性を有するハフニウム酸化物を用いることで、静電容量及び感度を高められる静電容量型圧力センサの製造方法、及びこれによって製造された静電容量型圧力センサを提供することにある。

【0020】

20

上記の目的を達成するための本発明に係る静電容量型圧力センサの製造方法は、シリコン基板の上面を任意の深さだけエッチングする第1段階と；前記シリコン基板の表面に、後述する第8段階でエッチングするとき用いられるエッチングストッパーを蒸着する第2段階と；前記エッチングストッパーの表面にキャパシタの上部電極を蒸着する第3段階と；前記上部電極の表面にキャパシタの絶縁層を蒸着する第4段階と；前記絶縁層の表面にキャパシタの下部電極を蒸着してキャパシタを形成する第5段階と；ガラス基板の上面に金属パッド電極を形成する第6段階と；前記シリコン基板のキャパシタの下部電極及びガラス基板の金属パッド電極に、電気（陽極）接合法で異種接合を行う第7段階と；前記ガラス基板に接合されたシリコン基板の下面をエッチングして前記エッチングストッパーを露出させ、メンブレインを形成する第8段階と；前記露出されたエッチングストッパーを湿式エッチングで除去する第9段階と；を含む。

30

【0021】

本発明の第1段階のエッチングでは、KOHまたはEDPを用いて異方性湿式エッチングを行い、マスク物質として、シリコンナイトライド（Si₃N₄）、シリコンダイオキサイド（SiO₂）、または、金（Au）又はクロム（Cr）などの金属を用いることを特徴とする。

【0022】

本発明の第1段階のエッチングでは、乾式エッチングを行い、マスク物質として、フォトレジスト、または、金（Au）、クロム（Cr）又はアルミニウム（Al）などの金属を用いることを特徴とする。

40

【0023】

本発明の第2段階では、第8段階でKOHまたはEDPを用いて異方性湿式エッチングを行うときのエッチング中止用エッチングストッパーとして、シリコンダイオキサイド（SiO₂）を用いることを特徴とする。

【0024】

本発明の第3段階の上部電極としては、ドーピングされたポリシリコンを用いることを特徴とする。

【0025】

本発明の第4段階の絶縁層としては、ハフニウム酸化物を用いることを特徴とする。

【0026】

50

本発明の第5段階の下部電極としては、ドーピングされたポリシリコンを用いることを特徴とする。

【0027】

本発明の第8段階では、シリコン基板の下面を異方性湿式エッチングし、第9段階では、キャパシタを圧力によって移動する3層構造のメンブレインに形成することを特徴とする。

【0028】

上述した本発明は、静電容量型圧力センサのキャパシタが3層構造のメンブレインに形成されるという特徴と；外部圧力によってキャパシタの面積が変わるという特徴；絶縁層として、高い誘電常数及び優れた絶縁性を有するハフニウム酸化物(HfO_2)を用いるという特徴と；を有する新規の構成を備えている。

10

【発明の効果】

【0029】

本発明によって製造された静電容量型圧力センサは、外部圧力によって静電容量型圧力センサの面積を変化させることで、入力に対する出力が線形的に変化するとともに、絶縁物質として、高い誘電常数を有するハフニウム酸化物を用いることで、静電容量が大きくなって感度が向上し、その結果、高い線形性及び高い感度を有するという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明の好適な実施例を詳細に説明する。本発明に係る高い線形性を有する静電容量型圧力センサの製造方法を説明すると、次の通りである。

20

【0031】

まず、本発明は、図1のA～Kに示すように、メンブレイン29を作るためにシリコン基板20(図1のA)を使用し、ボンディング用金属パッド電極26を作るためにガラス基板25(図1のG)を使用した。

【0032】

図1のAに示すように、シリコン基板20を用意し、第1段階では、図1のBに示すようにシリコン基板20の上面を任意の深さだけエッチングする(S1)。ここで、水酸化カリウム(KOH)またはエチレンジアミンピロカテコール(Ethylenediamine pyrocatechol:EDP)を用いて異方性湿式エッチングを行うとき、マスク物質としては、シリコンナイトライド(Si_3N_4)、シリコンダイオキサイド(SiO_2)、または、金(Au)又はクロム(Cr)などの金属が用いられる。また、乾式エッチングを行うとき、マスク物質としては、フォトレジスト、または、金(Au)、クロム(Cr)又はアルミニウム(Al)などの金属が用いられる。

30

【0033】

第2段階では、図1のCに示すように、後述する第8段階でKOHまたはEDPを用いて異方性湿式エッチングを行うときにエッチング中止用のエッチングストッパー21として用いられるシリコンダイオキサイド(SiO_2)を、前記エッチングされたシリコン基板20の表面に蒸着する(S2)。

【0034】

40

第3段階では、図1のDに示すように、前記エッチングストッパー21の表面に、キャパシタの上部電極22として用いるためにドーピングされたポリシリコンを蒸着した後(S3)、第4段階では、図1のEに示すように、圧力センサの感度を高めるために、良好な絶縁性及び高い誘電常数を有するハフニウム酸化物を前記上部電極22の表面に蒸着し、キャパシタ29の絶縁層23として用いる(S4)。このハフニウム酸化物は、良好な絶縁性を有するため、絶縁層の厚さを薄くしてキャパシタ29の静電容量を高めることができる。

【0035】

第5段階では、図1のFに示すように、キャパシタ29の下部電極24として用いるために、絶縁層23であるハフニウム酸化物の表面に、ドーピングされたポリシリコン24

50

を蒸着してキャパシタ 29 を形成する (S 5) 。

【 0 0 3 6 】

第 6 段階では、図 1 の G に示すように、ガラス基板 25 の上面に金属パッド電極 26 を形成し (S 6)、第 7 段階では、図 1 の H に示すように、前記シリコン基板 20 のキャパシタ 29 の下部電極 24 及びガラス基板 25 の金属パッド電極 26 に、電気 (陽極) 接合法で異種接合を行う (S 7) 。

【 0 0 3 7 】

第 8 段階では、図 1 の I ~ J に示すように、前記ガラス基板 25 に接合されたシリコン基板 20 のキャパシタ 29 をメンブレイン 30 に作るために、前記シリコン基板 20 の下面を KOH または EDP を用いて異方性湿式エッチングし、前記エッチングストッパー 21 を露出させる (S 8)。このとき、シリコン基板 20 の下面に設けたマスク物質 27 としては、シリコンナイトライド (Si x N y)、シリコンダイオキサイド (Si O 2)、または、金 (Au) 又はクロム (Cr) などの金属が用いられ、エッチング中止用のエッチングストッパー 21 としては、シリコンダイオキサイド (Si O 2) が用いられる。

【 0 0 3 8 】

最後に、第 9 段階では、図 1 の K に示すように、第 8 段階の異方性湿式エッチングによってキャパシタ 29 の表面に露出されたエッチングストッパー 21 であるシリコンダイオキサイド (Si O 2) を湿式エッチングで除去し、キャパシタ 29 を圧力によって移動する 3 層構造のメンブレイン 30 に形成することで、本発明に係る静電容量型圧力センサの製造が完了する (S 9)。このとき、前記 3 層構造は、上部電極 22、絶縁層 23 及び下部電極 24 を含む。

【 0 0 3 9 】

図 2 の A 及び図 2 の B は、上述した製造段階で製造された本発明に係る静電容量型圧力センサの動作を説明するための圧力センサの概略図である。

【 0 0 4 0 】

メンブレイン 30 は、外部圧力がメンブレイン 30 に加えられないと、図 2 の A に示すように、平らな状態に維持されるが、外部から圧力 28 が加えられると、図 2 の B に示すように下側に弓状に曲がり、メンブレイン 30 の面積が増加するようになる。メンブレイン 30 の面積は、キャパシタの面積であるため、結果として静電容量に変化が発生する。

【 0 0 4 1 】

静電容量は、メンブレインの面積に比例し、外部圧力が加えられたとき、メンブレインは、平らな状態から下側に弓状に曲がった状態になるため、圧力に対する静電容量の変化が線形性 (直線性) を示すようになる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 2 】

【 図 1 】 本発明に係る静電容量型圧力センサの製造工程を示す断面図である。

【 図 2 】 本発明に係る静電容量型圧力センサの動作を説明するための概略断面図である。

【 図 3 】 従来 of 静電容量型圧力センサの製造工程を示す断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 3 】

- 1 1 シリコン基板
- 1 2 上部電極
- 1 3 ガラス基板
- 1 4 下部電極
- 2 0 シリコン基板
- 2 1 エッチングストッパー
- 2 2 上部電極
- 2 3 絶縁層
- 2 4 下部電極
- 2 5 ガラス基板

10

20

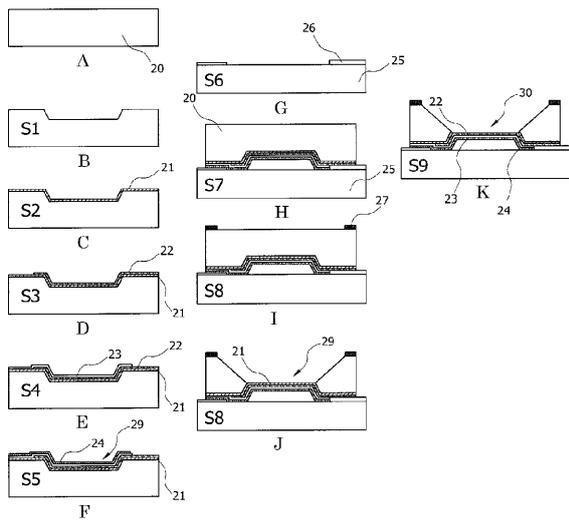
30

40

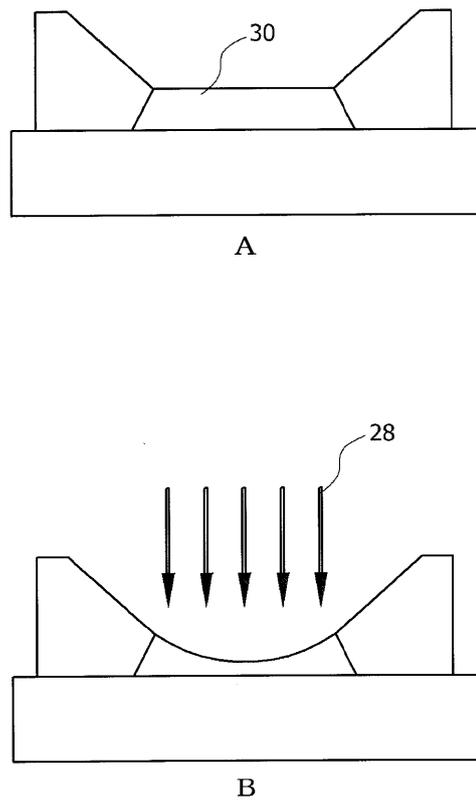
50

- 26 金属パッド電極
- 27 マスク物質
- 28 外部圧力

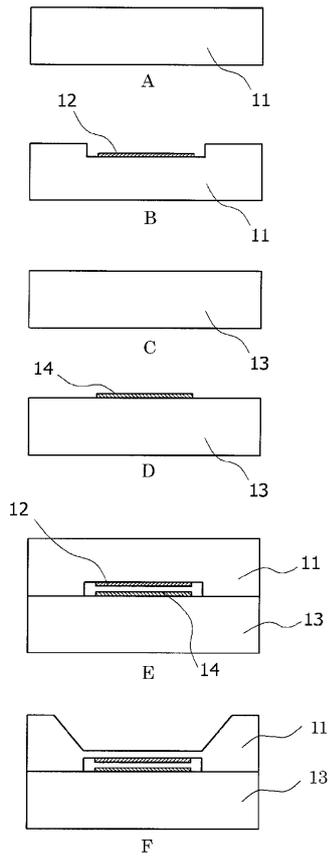
【図1】



【図2】



【図 3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M112 AA01 BA07 CA01 CA03 CA11 CA14 DA04 DA18 EA03 EA06
EA07 EA11 EA13 EA18 FA02