

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5032501号
(P5032501)

(45) 発行日 平成24年9月26日(2012.9.26)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4R 19/04 (2006.01)	HO4R 19/04
HO4R 31/00 (2006.01)	HO4R 31/00 C
HO1L 29/84 (2006.01)	HO1L 29/84 Z
GO1L 9/00 (2006.01)	GO1L 9/00 305C

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-549826 (P2008-549826)
(86) (22) 出願日	平成19年1月10日 (2007.1.10)
(65) 公表番号	特表2009-523341 (P2009-523341A)
(43) 公表日	平成21年6月18日 (2009.6.18)
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/000173
(87) 国際公開番号	W02007/082662
(87) 国際公開日	平成19年7月26日 (2007.7.26)
審査請求日	平成20年7月11日 (2008.7.11)
(31) 優先権主張番号	102006001493.6
(32) 優先日	平成18年1月11日 (2006.1.11)
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)

(73) 特許権者	505325040 オーストリアマイクロシステムズ アクチ エンゲゼルシャフト a u s t r i a m i c r o s y s t e m s A G オーストリア国 ウンタープレムシュテッ テン シュロス プレムシュテッテン (
	番地なし) S ch l o s s P r e m s t a e t t e n, A - 8 1 4 1 U n t e r p r e m s t a e t t e n, A u s t r i a
(74) 代理人	100061815 弁理士 矢野 敏雄
(74) 代理人	100099483 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】MEMSセンサおよびMEMSセンサの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステップA) 一連の層形成プロセスおよび層パターニングプロセスにより、2つの犠牲層(O S)およびこれらのあいだに配置された可動電極(M E)を含む層構造体(S A)を形成し、該層構造体が平坦な表面を有するようにし、該層構造体の可動電極(M E)がベースチップ(B C)の上方の中央に位置するように該層構造体(S A)を該ベースチップ(B C)の表面に被着し、

ステップB) 該層構造体内に、所定の距離を置いて前記可動電極を包囲し前記ベースチップの表面に達するトレンチ(G R)をエッチングし、

ステップC) 前記層構造体の表面全体および前記トレンチ内にカバー層(D S)を被着し、 10

ステップD) 前記可動電極の上方の前記カバー層に複数の開口部(O E)のパターンを形成し、

ステップE) 前記トレンチ(G R)を少なくとも部分的にコートイングしているカバー層(D S)をエッチストップとして用い、エッチングにより前記可動電極の上方および下方の犠牲層(O S)を除去し、前記層構造体の環状の縁領域によって包囲される切欠(A N)を生じさせ、該切欠を前記カバー層が覆いかつ該切欠内に前記可動電極が位置するようとする

ことを特徴とするMEMSセンサの製造方法。

【請求項 2】

10

20

前記犠牲層(O S)は酸化ケイ素を含み、フッ化水素を含むエッチング剤により前記犠牲層を除去する、請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記カバー層(D S)を形成するために、前記ステップCにおいて、
サブステップC1)エッジを覆うように第2のポリシリコン層(P S 2)を堆積し、
サブステップC2)第2のポリシリコン層をパターニングして後面電極を形成し、
サブステップC3)酸化物層を堆積して平坦化し、
サブステップC4)第1の窒化ケイ素層(N S)を堆積する、
請求項1または2記載の方法。

【請求項4】

前記ステップAにおいて、
サブステップA1)少なくとも1つの下方の犠牲層(O S)を形成し、
サブステップA2)ドープされた第1のポリシリコン層(P S)を形成し、
サブステップA3)該第1のポリシリコン層をパターニングして可動電極(M E)を形成し、
サブステップA4)少なくとも1つの上方の犠牲層(O S)を形成し、
サブステップA5)層構造体(S A)を平坦化する、
請求項1から3までのいずれか1項記載の方法。

【請求項5】

前記サブステップA3において、前記第1のポリシリコン層(P S 1)をパターニングしてメンブレインを形成し、続いて前記第2のポリシリコン層(P S 2)から前記上方の犠牲層へ達する袋孔および前記メンブレインへ達する別の袋孔をエッチングし、前記サブステップC4において、エッジを覆うように窒化ケイ素層(N S)を全袋孔内に堆積させる、請求項4記載の方法。

【請求項6】

前記サブステップC3の後、前記サブステップC4において、第3のポリシリコン層(P S)を前記窒化ケイ素層上に形成し、その上に、前記サブステップC5において、第2の窒化ケイ素層(N S)を形成する、請求項3から5までのいずれか1項記載の方法。

【請求項7】

前記ステップEの前に前記ベースチップ(B C)へ前記層構造体(S A)と反対側の後面からスルーホール(D B)をエッチングし、該スルーホールにおいてメンブレインとして構成された前記可動電極(M E)の下方の前記下方の犠牲層(O S)を露出させる、請求項1から6までのいずれか1項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

容量的に動作するMEMSセンサ、特に慣性センサ、圧力センサまたはマイクロフォンとして用いられるMEMSセンサは、通常、可動電極として、求めるべき物理量によって運動するメンブレインまたは舌部を有し、また、このメンブレインまたは舌部に対して定められた距離を置いて対向する後面電極を有する。

【0002】

公知のMEMSセンサでは、後面電極とこれを支持している機械的に安定な層とが協働して、ベースチップからキャップ状に突出する構造を形成している。機械的に安定な層を形成する材料として知られているのは窒化ケイ素である。当該の層は一定の特性の化学量論的に安定なプロセスによって形成される。ここで欠点となるのは、化学量論的に形成される窒化ケイ素がMEMSセンサの3次元構造に作用してその変形ひいては後面電極の位置ずれを引き起こす引張応力を形成することである。このため、可動電極と後面電極とのあいだの距離が変化し、しばしば間隔が狭まってしまう。この場合、構造がZ方向において変形して可動電極と後面電極とのあいだに定義された間隔が保持されないため、センサの感度が低下する。こうなると物理量の正確な測定は不可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

したがって、本発明の課題は、上述した問題を回避できるMEMSセンサを提供することである。

【 0 0 0 4 】

この課題は請求項1記載のMEMSセンサにより解決される。本発明の有利な実施形態およびMEMSセンサの製造方法は他の請求項に記載されている。

【 0 0 0 5 】

本発明は、ベースチップ上に構成されており容量的に動作するMEMSセンサに関する。本発明のMEMSセンサは中央に切欠きを有するパターニングされた層構造体を有する。当該の切欠きの内部では、ベースチップの近傍に可動電極が設けられる。当該の切欠きそのものはカバー層によって覆われており、カバー層内部に後面電極が含まれる。当該のカバー層は切欠きの周囲の層構造体の上にかけわたされている。10

【 0 0 0 6 】

本発明のMEMSセンサは、カバー層が平坦に層構造体上に載置され、3次元的にベースチップまたは層構造体上に隆起するという利点を有する。したがって、カバー層の製造の際に形成される引張応力はカバー層の平面のみに作用する。同時にカバー層は切欠きを包囲する層構造体によって支持され、これによりカバー層の変形、特に後面電極の変形が阻止される。反対側を見ると、カバー層の内部で発生する引張応力によって層構造体が安定し、後面電極の剛性が増大する。こうして、後面電極を含むカバー層に必要な機械的安定性および剛性が公知のMEMSセンサよりも小さい層厚さで達成される。20

【 0 0 0 7 】

本発明の装置の別の利点として、公知のMEMSセンサでは忌避されてきたカバー層の材料へのアクセスが可能となるということが挙げられる。

【 0 0 0 8 】

例えばカバー層に対して冒頭に言及したように化学量論的な窒化ケイ素が使用され、製造の際に、ケイ素量の多い非化学量論的な窒化ケイ素に比べて、きわめて大きな引張応力が形成される。化学量論的な窒化ケイ素は機械的に安定であり、安定したプロセスにおいて、再現性を有し均等かつ一定の層特性で形成される。これに対して、非化学量論的な窒化ケイ素は不安定なプロセスにおいてしか製造できず、そのため、プロセスの制御が煩雑となり、不均一かつ再現不能な材料特性が生じてしまう。30

【 0 0 0 9 】

本発明のMEMSセンサでは、切欠きの領域のカバー層は導電性であるかまたは少なくとも1つの導電性部分層を含む。当該の部分層は、充分な導電性を形成するために高濃度にドープされたポリシリコンから成る。機械的に安定な層が窒化ケイ素から形成される。カバー層は少なくとも2つの層を含む。また、多数の層を含むカバー層を形成し、特に対称な層構造体を実現することができる。この場合、カバー層内に少なくとも1つのポリシリコン層を設け、このポリシリコン層を窒化ケイ素から成る2つの部分層のあいだに埋め込むこともできる。こうした対称な構造の多重層では応力が最適に補償され、変形をもたらさない機械的に安定な多層構造体が得られる。

【 0 0 1 0 】

層構造体の切欠きの周囲の領域では、カバー層またはその少なくとも1つの部分層がベースチップの表面へ通じ、そこでベースチップに接続されている。相応に、切欠きの全ての側面、或いは、カバー層またはその少なくとも1つの部分層の側方および上方の境界が定められる。可動電極の一部のみがカバー層またはその部分層を通して外側で電気的なコントラクトを形成している。ここで、カバー層は切欠きを包囲しており、ベースチップの表面へ向かって引き下ろされている。当該の領域に直接に隣接して、つまり、切欠きから離れたところで、カバー層は層構造体の表面上に延在し、これにより全体としてほぼ平坦な表面が形成され、引張応力が最適に補償される。40

【 0 0 1 1 】

可動電極は舌部として構成され、ベースチップの表面に対して距離を置いて、例えば層50

構造体の端部に固定される。また、可動電極をベースチップの表面の直上に載置されるメンブレインとして構成することもできる。この場合、当該のメンブレインの下方のベースチップに、このメンブレインによって覆われるスルーホール（打ち抜き部）が設けられる。こうして当該のメンブレインを圧力差の検出素子としてまたはマイクロフォンとして利用することができるようになる。

【0012】

可動電極ないしメンブレインの電極特性は導電性を調整するためのポリシリコンによって達成される。ここで、可動電極はポリシリコンのみから形成してもよいし、また、ポリシリコン層と1つまたは複数の機械的に安定な支持体層或いは対称構造を有する他の層とを組み合わせて形成してもよい。

10

【0013】

マイクロフォンまたは圧力センサとして構成されたMEMSセンサは、切欠の領域のカバー層内に複数の開口部のパターンを有する。これにより可動電極はカバー層によって機械的影响から保護され、しかも開口部を通して周囲圧に接続される。

【0014】

メンブレインとして構成される可動電極は、ベースチップの表面でスルーホールによって露出されているが、有利には当該の位置で固定され、メンブレイン支持部によりベースチップに押し付けられている。このために、メンブレインの縁領域のカバー層内に切欠の内部へ入り込む突起部を設けることができる。この突起部はメンブレインの表面の直上に達し、後面電極の方向ないしカバー層の方向でのメンブレインの運動可能空間を最小にする。メンブレインの固定は専ら縁領域において保証されているだけであり、中央領域ではメンブレインは自由に偏向しうる。

20

【0015】

カバー層の下方縁に向かってのメンブレインの偏向は製造プロセスにおいても駆動中においても発生し、メンブレインがカバー層に引っかかったり固着してしまったりすることがある。これは特にカバー層の下面とメンブレインの上面とが同じ材料（特にポリシリコン）から形成されている場合に顕著である。これによりメンブレインが破断してMEMSセンサの機能エラーが生じることもある。これを阻止するには、カバー層内に内側へ向かう突起部の形態のスペーサを複数設け、メンブレインの上方の領域に規則的に分布させるとよい。2つの材料の固着を回避するため、当該の突起部はポリシリコンではなく有利には窒化ケイ素から形成される。

30

【0016】

層構造体は犠牲層、電極層および場合により構造体材料層を含み、これらの層は製造の際に有利には全面にわたって被着される。電極層および構造体材料層は、全面にわたって被着された後、所望の形状となるようにパターニングまたは平坦化される。犠牲層を用いることにより、特に層構造体の完成後、犠牲層材料を溶解またはエッティングにより除去して切欠を形成することができる。犠牲層に適した材料は他の複数の材料に対して特異的にエッティング可能な酸化ケイ素である。ドープされたガラス層はウェットケミカルエッティングにより特に簡単に溶解させることができる。

【0017】

40

以下に本発明を図示の実施例に則して詳細に説明する。図は説明のための概略的なものであり、縮尺通りに描かれていないことに注意されたい。

【0018】

図1～図10には本発明の製造方法の第1の実施例の各ステップが示されている。図11～図15には本発明の製造方法の第2の実施例の各ステップが示されている。図16には本発明のMEMSセンサおよび従来のMEMSにおいて発生する引張応力および圧縮応力の比較が示されている。

【0019】

以下にマイクロフォンとして構成されるMEMSセンサの製造方法を説明する。MEMSセンサの基礎となる層はベースチップBCであり、この層は少なくとも1つの機械的な

50

支持体としての機能を満足する。つまりベースチップは機械的に安定であり特に応力に強い材料、有利にはシリコンウェハなどの結晶材料から形成される。したがって、本発明のMEMSセンサは、個別素子としてではなく、複数ずつ並列にウェハ面上で製造ないし処理される。

【0020】

まず、複数の層堆積プロセスおよび層パターニングプロセスにより、層構造体SAが形成される。第1の実施例では、少なくとも1つの第1の犠牲層OS1が堆積され、その上に第1のポリシリコン層PS1が形成され、そこにメンブレンMEがパターニングされ、さらにその上に第2の犠牲層OS2が形成される。これに続いて選択的に平坦化プロセス、例えばCMPプロセス(化学的機械的研磨法)を行い、後続の層形成プロセス、特にカバー層の形成のために平坦な表面を得ることができる。10

【0021】

図1には個々のMEMSセンサの領域の概略的断面図が示されている。ここでは、層構造体SA内でメンブレンMEの周囲にトレンチGRが形成され、このトレンチではベースチップBCの表面が露出されている。メンブレンMEは任意の底面を有することができるが、有利にはこの底面は円形または長方形である。このメンブレンは狭い導体によって層構造体SAに続いているが、このことは図示されていない。また、トレンチGRはメンブレンの底面の形状に応じて円柱状の閉鎖空間または角柱状の閉鎖空間を形成する。20

【0022】

次のステップでは第2のポリシリコン層PS2がエッジを覆うように表面上に堆積され、トレンチGRの側壁および底部がポリシリコン層によってコーティングされる。図2にはこの段階での装置の様子が示されている。20

【0023】

ポリシリコン層PSは高濃度にドープされているかまたは後に適切なプロセスによってドープされる。このことは図4に則して後述する。

【0024】

図3には第2のポリシリコン層PS2のパターニングの様子が示されている。当該のパターニングはパターンを有する第1のレジスト層RS1により行われる。パターニングのために、ケイ素のエッチングに適した任意のプロセス、例えば反応性イオンエッチングプロセスを使用することができる。30

【0025】

図4には、誘電性補助層、有利には第2の犠牲層OS2が第1のレジスト層RS1の除去後にエッジを覆うように表面全体に被着される様子が示されている。別の実施例として、当該の第2の犠牲層を高濃度にドープされた酸化ケイ素層とし、後にこの酸化ケイ素層を用いてアニールプロセスによりドープ物質を第2のポリシリコン層PS2内へ拡散させることができる。このとき、第1のポリシリコン層PS1によって区切られているトレンチの幅は、誘電性補助層である第2の犠牲層の充填が可能となるよう、充分な大きさに選定される。図示の実施例では、誘電性補助層である第2の犠牲層はフォスフォシリケートガラスから成る。40

【0026】

図5には例えばCMPプロセスにより表面を平坦化した後の装置の様子が示されている。ここでは第2のポリシリコン層PS2の表面が露出されている。ポリシリコン層のうち後面電極と他の領域とを分離して第2の圧電層をパターニングしているトレンチは埋め込まれたトレンチGRと同様に誘電性補助層である犠牲層によって充填される。

【0027】

図6にはポリシリコン層の表面から犠牲層の内部へ向かって複数の開口部のパターンが形成されるステップが示されている。開口部は複数の第1の袋孔SL1の形態を有する。これらの開口部はポリシリコン層PSからパターニングされる後面電極の領域REに均等に分散されている。50

【 0 0 2 8 】

パターニングされた第2のレジスト層R S 2を用いて、ポリシリコン層およびその下方の犠牲層に対して適切なエッチングプロセスが適用される。

【 0 0 2 9 】

次のステップでは、複数の第2の袋孔S L 2がエッチングされ、メンブレン支持部が形成される。このために第3のレジスト層R S 3が用いられ、後面電極R Eとなるようにパターニングされた第2のポリシリコン層P S 2の外側に配置される。

【 0 0 3 0 】

複数の第2の袋孔S L 2はメンブレンM Eの表面近くまでエッチングされる。第2の袋孔S L 2は、有利には、メンブレンM Eの縁領域に均等に分散するように2次元で配列される。10

【 0 0 3 1 】

第3のレジスト層R S 3の除去後、機械的に安定なカバー層の部分層が堆積される。この部分層には特に化学量論的な窒化ケイ素が用いられる。窒化ケイ素に代えて他の機械的に安定な材料を用いてもよい。ただし当該の材料は犠牲層の材料、特に酸化ケイ素に対して特異的にエッチング可能でなくてはならない。

【 0 0 3 2 】

当該の堆積はエッジを覆うように行われ、これにより図8に示されている第1の袋孔および第2の袋孔の双方の側壁および底部が窒化ケイ素層N Sによってコーティングされる。第1の袋孔の当該の層はスペーサA Hを形成し、第2の袋孔の当該の層はメンブレン支持部M Hを形成する。スペーサA Hおよびメンブレン支持部M Hは層構造体S Aでの深さの点で異なるが、それ以外の点では同様に形成されている。したがってこれらの袋孔の製造の順序は入れ替え可能である。上述した製造プロセスに代えて、第2の袋孔を第1の袋孔よりも先に相互に異なるパターニングステップにおいて製造してもよい。どちらのケースでも図8に示されている段階が得られる。20

【 0 0 3 3 】

次の図9に示されているステップでは、後面電極R Eの領域に複数の開口部O Eのパターンが第2のポリシリコン層P S 2および窒化ケイ素層N Sから成るカバー層を通してエッチングされる。開口部O Eはスペーサの間に配置される。開口部O Eは、有利には、前述の場合と同様に、任意の円形または長方形の底部を有する袋孔の形態で製造される。ここでは袋孔の深さは重要ではなく、任意の非特異的なエッチングプロセスを利用することができます。パターニングのために第4のレジスト層R S 4が用いられる。30

【 0 0 3 4 】

次のステップではメンブレンM Eおよび後面電極R Eの領域の犠牲層の材料が除去される。メンブレンM Eとカバー層D Sとのあいだの領域には開口部O Eを通してアクセス可能である。メンブレンM EからベースチップB Cの表面までの距離が小さいので、メンブレンの下方の犠牲層の材料はベースチップB Cの側からエッチングされる。これに対してベースチップB Cでは後面または下面からスルーホールD Bが形成され、最下方の犠牲層の表面が露出される。スルーホールは断面図で見ると後面電極の大きさにほぼ相応するが、いずれの場合にもメンブレンM Eより小さな断面積を有し、これにより縁領域のメンブレンM EはスルーホールD Bの周囲でベースチップ上に載置されることになる。40

【 0 0 3 5 】

スルーホールD Bは異方性エッチングにより形成され、図示されているようにほぼ垂直な側壁を有する。また、結晶軸に対して特異的なエッチングプロセスを利用することもでき、この場合には、ケイ素などのベースチップの結晶材料に斜めの側壁が形成される。エッチング材料の侵襲は上方から下方へ向かって生じ、最下方の犠牲層が除去された後、メンブレンM Eはベースチップ上で露出され、ベースチップに対する固定の接続部を有さなくなる。メンブレンM Eの上方の犠牲層も完全に除去され、ポリシリコンによって充填されたトレンチG Rによって区切られる切欠A Nが形成される。50

【0036】

犠牲層の材料をエッティングするために、窒化ケイ素およびポリシリコンに対して特異的なエッティングプロセスが利用され、トレンチG R内のポリシリコンをエッチストップとして利用することができる。

【0037】

図10には完成したMEMSセンサが示されている。このMEMSセンサは導電性のポリシリコンから構成された自由振動可能なメンブレンMEと、ポリシリコンから成る導電性部分層として機械的に安定な窒化ケイ素層上に被着され、この窒化ケイ素層とともにカバー層を形成している後面電極REとを有している。メンブレン支持部MHはメンブレンMEをベースチップの表面の縁領域で固定し、スペーサAHはメンブレンMEが大きく偏向してもメンブレンMEとカバー層の第2のポリシリコン層PS2とが直接に接觸しないようにメンブレンMEに対して充分な距離を保持している。10

【0038】

トレンチGRによって包囲されている切欠ANの外側には、層構造体SAがエッティングプロセスによる損傷を受けずに存在している。層構造体は切欠を安定に包囲しており、その上に載置される外側または上方へ向かってほぼ平坦なカバー層の高さを定めている。窒化ケイ素層および第2のポリシリコン層から成るカバー層は、点状に配置されているスペーサおよびメンブレン支持部を除いて、層構造体の形状にほぼ一致するように平坦に構成されている。したがって、引張応力および圧縮応力は均等に分散され、層構造体SAでの支持により補償される。これにより、カバー層ひいては後面電極がメンブレンMEの方向へたわむことはない。カバー層が残りの層構造体に対して応力を有することにより、機械的安定のための窒化ケイ素層を従来よりも薄くすることができ、しかもその際にカバー層の充分な剛性が得られる。公知のMEMSマイクロフォンでは約1.5μmの層厚さのケイ素の過剰な非化学量論的に窒化ケイ素が用いられており、約100MPaの応力が形成されるが、これに対して、本発明のMEMSセンサでは、約0.5μmの層厚さの化学量論的な標準の窒化ケイ素が用いられ、約1.3GPaの応力が形成される。本発明の構造による当該の応力は悪影響をもたらさず、カバー層によってただちに補償される。材料層を薄くできるため、製造およびパターニングにかかる材料および時間を節約できる。このように、本発明のMEMSセンサは低コストに実現することができる。20

【0039】

対称なカバー層を有するMEMSセンサの製造方法を図11～図15に則して説明する。図11に示されている段階は図8に示されている第2のポリシリコン層PS2の堆積のステップの後であり、ここから出発して、次のステップにおいて、まず窒化ケイ素層NS1の上方に第3のポリシリコン層PS3がエッジを覆うように被着され、場合により続いて平坦化される。図12にはこの段階の装置が示されている。平坦な表面の上方に第2の窒化ケイ素層NS2が有利には第1の窒化ケイ素層NS1と同じ層厚さで形成される。30

【0040】

図9と同様に、当該の3重層ないし下方に位置する第2のポリシリコン層PS2を含めて4重層の内部へ、第4のレジスト層RS4を用いて開口部OEがエッティングされる。当該の開口部はその底部に犠牲層の表面が露出される深さに選定される。この場合、犠牲層OSの領域にとどまる限り、深いエッティングを行っても問題は生じない。40

【0041】

図10に則して説明したのと同様に、メンブレンMEの下方のベースチップBCにスルーホールDBが形成され、続いて切欠の領域の犠牲層の材料が溶解により除去される。この場合にも適切な選択的エッティングプロセスを利用することができる。犠牲層として高濃度にドープされた酸化ケイ素層および例えばフォスフオシリケートガラスが用いられる場合、フッ化水素酸ベースのウェットケミカルエッティングプロセスが行われる。ただし気体状のフッ化水素ガスを用いてエッティングプロセスを行うこともできる。ここで、有利には、気相エッティングにおいてフッ化水素ガスとドープ物質との霧状の固体生成物を生じさせないために、犠牲層の材料はあまり高濃度にはドープされない。霧状の固体生成物が生50

じると切欠の領域に望ましくない残留物が形成されてしまうからである。

【0042】

図15にはエッティングステップ後にカバー層を有するMEMSセンサの構造体が完成した様子が示されている。このカバー層は窒化ケイ素／ポリシリコン／窒化ケイ素の3重層を含む。

【0043】

図示されていないMEMSセンサの電気端子は、メンブレンM Eおよび後面電極R Eを形成する第2のポリシリコン層P S 2に対するパターニングステップにおいてともにパターニングされる。ここでは特に相応の端子面に電気的に接続される電気導体が形成される。当該の端子面は層構造体の表面上に形成される。また、ベースチップの表面の一部または全体に端子を配置することができる。このために、図示されているセンサ領域の外側では、層構造体がその位置ごとに、ベースチップの表面が露出されるように大きく離れて配置される。そこでは、相応の端子面、特にボンディング可能な表面が形成され、適切に第2のポリシリコン層P S 2およびメンブレンM Eに接続される。

10

【0044】

ウェハ面で複数のセンサを並列に製造する際には、個々のセンサの個別化が最終ステップで行われる。例えば個別化にはソーダイシングによる分離が利用される。

【0045】

図16には本発明の構造のセンサと従来の構造のセンサにおける利点の比較が示されている。図16のAでは、公知のように、ベースチップ上にカバー層が載置されている。このカバー層はセンサの領域に3D構造を有し、ベースチップの上方または外側へ向かって隆起して湾曲している。製造プロセスに起因して、特に窒化ケイ素層を堆積する際に生じる引張応力Z Sが互いに反対向きの水平な2つの矢印によって示されている。これにより、公知のセンサでのカバー層の3次元構造が見て取れる。ここで、カバー層はベースチップB Cの表面ないしそこに配置された可動電極へ向かって偏向している。この偏向は矢印A Lによって示されている。

20

【0046】

図16のBには本発明のMEMSセンサの構造が概略的に示されている。ここでは一貫してほぼ平坦なカバー層D Sが層構造体S A上に載置されている。この場合、発生する引張応力Z Sは補償され、切欠A Nの領域におけるカバー層の偏向をもたらさない。これによりセンサの寸法は一定となり、特に後面電極R Eから可動電極、例えばメンブレンM Eまでの距離も変化しない。後面電極R EからメンブレンM Eまでの距離が確実に保持されるので、監視すべき物理量、例えばメンブレンに作用する音圧が正確に測定される。

30

【0047】

本発明は上述した実施例に限定されない。本発明のMEMSセンサの正確な構造ないし構成は特許請求の範囲によって規定される。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の製造方法の第1の実施例の第1のステップを示す図である。

40

【図2】本発明の製造方法の第1の実施例の第2のステップを示す図である。

【図3】本発明の製造方法の第1の実施例の第3のステップを示す図である。

【図4】本発明の製造方法の第1の実施例の第4のステップを示す図である。

【図5】本発明の製造方法の第1の実施例の第5のステップを示す図である。

【図6】本発明の製造方法の第1の実施例の第6のステップを示す図である。

【図7】本発明の製造方法の第1の実施例の第7のステップを示す図である。

【図8】本発明の製造方法の第1の実施例の第8のステップを示す図である。

【図9】本発明の製造方法の第1の実施例の第9のステップを示す図である。

【図10】本発明の製造方法の第1の実施例の第10のステップを示す図である。

【図11】本発明の製造方法の第2の実施例の第1のステップを示す図である。

50

【図12】本発明の製造方法の第2の実施例の第2のステップを示す図である。

【図13】本発明の製造方法の第2の実施例の第3のステップを示す図である。

【図14】本発明の製造方法の第2の実施例の第4のステップを示す図である。

【図15】本発明の製造方法の第2の実施例の第5のステップを示す図である。

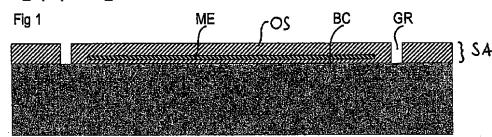
【図16】本発明のMEMSセンサおよび従来のMEMSにおいて発生する引張応力および圧縮応力の比較を示す図である。

【符号の説明】

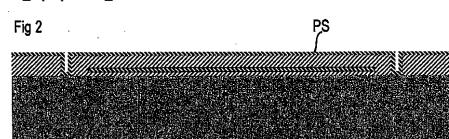
【0049】

BC ベースチップ、 SA 層構造体、 AN 切欠、 GR トレンチ、 ME
可動電極、 DS カバー層、 DB スルーホール、 RE 後面電極、 OS 犠牲
層、 NS 窒化ケイ素層、 PS ポリシリコン層、 RS レジスト層、 AH ス
ペーサ(間隔保持部)、 MH メンブレイン支持部、 SL 袋孔、 OE 開口部、
ZS 引っ張り応力、 AK 偏向

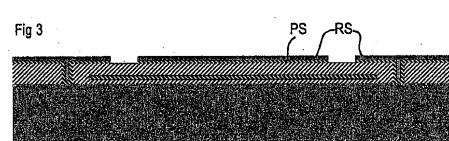
【図1】



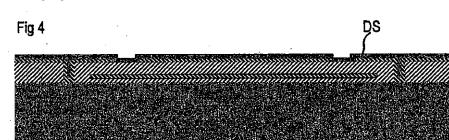
【図2】



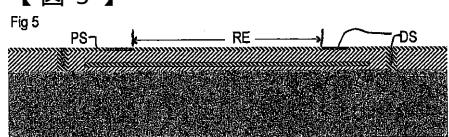
【図3】



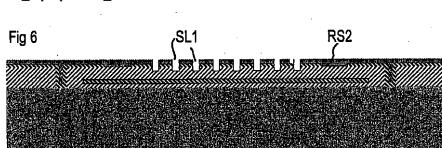
【図4】



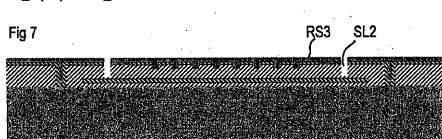
【図5】



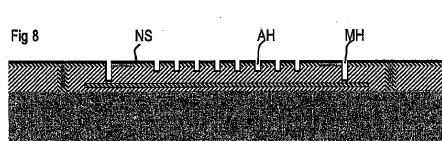
【図6】



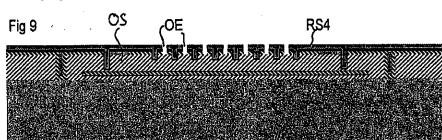
【図7】



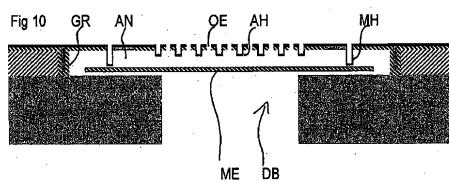
【図8】



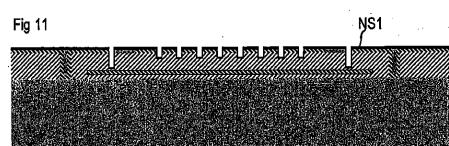
【図9】



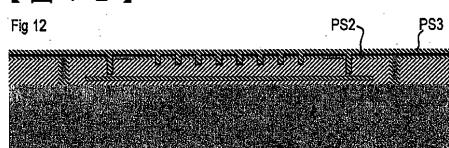
【図 1 0】



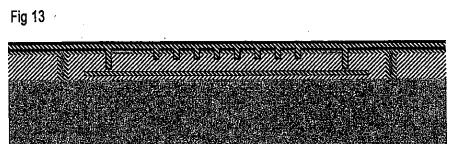
【図 1 1】



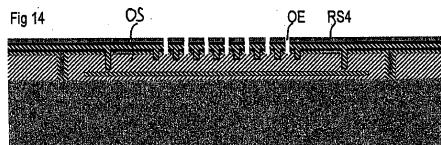
【図 1 2】



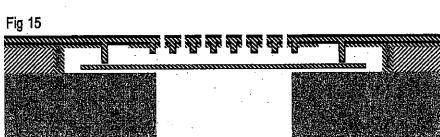
【図 1 3】



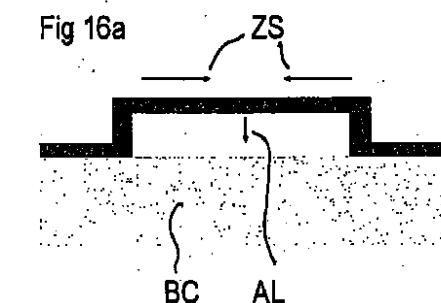
【図 1 4】



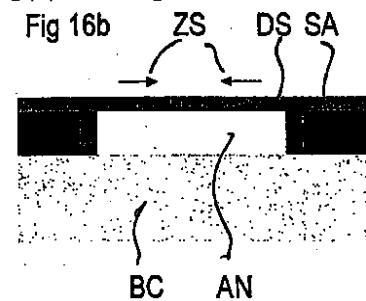
【図 1 5】



【図 1 6 a】



【図 1 6 b】



フロントページの続き

(74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
(74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス=ラインハルト
(72)発明者 フランツ シュランク
オーストリア国 グラーツ ハンデルスシュトラーセ 54

審査官 清水 正一

(56)参考文献 特表2004-506394(JP,A)
特開2005-191208(JP,A)
特開2007-067893(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 9/00 - 9/18
H01L 29/84
H04R 19/00 - 19/04
H04R 31/00