

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4296728号
(P4296728)

(45) 発行日 平成21年7月15日(2009.7.15)

(24) 登録日 平成21年4月24日(2009.4.24)

(51) Int.Cl.		F I	
GO 1 L	9/12	(2006.01)	GO 1 L 9/12
GO 1 L	9/00	(2006.01)	GO 1 L 9/00 3 O 5 A
GO 1 L	13/06	(2006.01)	GO 1 L 13/06 C
HO 1 L	29/84	(2006.01)	HO 1 L 29/84 Z

請求項の数 7 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2001-206688 (P2001-206688)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成13年7月6日(2001.7.6)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2003-21565 (P2003-21565A)	(73) 特許権者	000003609 株式会社豊田中央研究所
(43) 公開日	平成15年1月24日(2003.1.24)		愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1
審査請求日	平成19年9月10日(2007.9.10)	(74) 代理人	100100022 弁理士 伊藤 洋二
		(74) 代理人	100108198 弁理士 三浦 高広
		(74) 代理人	100111578 弁理士 水野 史博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電容量型圧力センサおよびその製造方法並びに静電容量型圧力センサに用いるセンサ用構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板(10)と、
前記基板の一面に形成された下部電極(30)と、
前記下部電極の上に前記下部電極と所定の間隔を隔てて形成されたダイヤフラム状の可動電極(40)と、
前記下部電極と前記可動電極との空隙に形成された空洞部(61)と、
前記基板に形成され、前記基板の他面側の外部から前記下部電極に到達する開口部(11)と、を備え、
前記下部電極には、前記開口部から前記空洞部へ貫通する複数の孔部(31)が設けられており、
前記複数の孔部が、前記下部電極における前記基板の前記開口部側に形成された閉鎖部材(80)により閉鎖されることにより、前記空洞部は、所定内圧を有する圧力基準室として構成されており、
前記可動電極に対して前記空洞部とは反対側から圧力が印加されたときに前記可動電極が変位し、この変位に伴う前記可動電極と前記下部電極との間の静電容量の変化に基づいて、印加圧力を求めるようにしたことを特徴とする静電容量型圧力センサ。

【請求項2】

前記閉鎖部材(80)は、前記下部電極(30)における前記複数の孔部(31)の径よりも大きな径を有する大径部材(81)が含有されたもの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 3】

前記大径部材 (8 0) は、ボール状または板状のものであることを特徴とする請求項 2 に記載の静電容量型圧力センサ。

【請求項 4】

前記下部電極 (3 0) は、多結晶シリコンよりなることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の静電容量型圧力センサ。

【請求項 5】

基板 (1 0) と、前記基板の一面に形成された下部電極 (3 0) と、前記下部電極の上に形成されたダイアフラム状の可動電極 (4 0) と、前記下部電極と前記可動電極との間にて気密に形成され所定内圧を有する圧力基準室としての空洞部 (6 1) と、を備え、

前記可動電極に対して前記空洞部とは反対側から圧力が印加されたときに前記可動電極が変位し、この変位に伴う前記可動電極と前記下部電極との間の静電容量の変化に基づいて、印加圧力を求めるようにした静電容量型圧力センサの製造方法において、

前記基板の一面上に前記下部電極を形成する工程と、

前記可動電極に対応した部位にて前記下部電極の上に犠牲層 (6 1 a) を形成する工程と、

前記犠牲層の上に前記可動電極を形成する工程と、

前記基板の他面側からエッチングすることにより前記基板の他面側の外部から前記下部電極に到達する開口部 (1 1) を形成する工程と、

前記下部電極のうち前記開口部に面した部位に、前記下部電極を貫通して前記犠牲層にまで到達する複数の孔部 (3 1) を形成する工程と、

前記開口部及び前記複数の孔部をエッチング液注入口として前記犠牲層をエッチング除去し、前記空洞部を形成する工程と、

前記基板の開口部側から前記下部電極における前記複数の孔部を閉鎖するように、閉鎖部材 (8 0) を形成することにより、前記空洞部を封止する工程と、を備えることを特徴とする静電容量型圧力センサの製造方法。

【請求項 6】

前記閉鎖部材 (8 0) を形成する材料として、前記下部電極 (3 0) における前記複数の孔部 (3 1) の径よりも大きな径を有する大径部材 (8 1) が含有されたものを用いることを特徴とする請求項 5 に記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

【請求項 7】

前記大径部材 (8 1) として、ボール状または板状のものを用い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の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板の一面上に下部電極を形成し、該下部電極の上に空洞部を介してダイアフラム状の可動電極を形成してなる静電容量型圧力センサおよびその製造方法ならびに静電容量型圧力センサに用いるセンサ用構造体に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

この種の静電容量型圧力センサとしては、特開 2 0 0 0 - 2 1 4 0 3 5 号公報に記載のものが提案されている。この公報に記載されたセンサの模式的な断面図を図 8 に示す。

【 0 0 0 3 】

このものは、基板 1 0 と、基板 1 0 の一面側に形成された下部電極 8 3 0 と、下部電極 8 3 0 上に下部電極 8 3 0 と所定の間隔を隔てて形成されたダイアフラム状の可動電極 8 4 0 と、下部電極 8 3 0 と可動電極 8 4 0 との間に犠牲層を形成し、この犠牲層をエッチング除去することで形成された空洞部 8 6 1 と、基板 1 0 の他面側から基板 1 0 およびをエッチングすることにより形成され基板 1 0 の他面側の外部から空洞部 8 6 1 に連通する開

10

20

30

40

50

口部 11 と、を備えている。

【0004】

そして、可動電極 840 に対する空洞部 861 側の印加圧力 P_1 とその反対側の印加圧力 P_2 との圧力差 ($P_1 - P_2$) によって、可動電極 840 が変位し、この変位に伴う可動電極 840 と下部電極 830 との間の静電容量の変化に基づいて上記圧力差を求めるようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、上記図 8 に示すような従来 of センサにおいては、上記公報に記載されているように、基板 10 および基板 10 に形成された下部電極 830 を除去して開口部 11 を形成し、この開口部 11 からエッチング液を注入して犠牲層エッチングすることにより、空洞部 861 を形成していた。

10

【0006】

静電容量型圧力センサにおいては、可動電極 840 と下部電極 830 との間の静電容量の変化に基づいて圧力を求めるようにしているが、犠牲層エッチング用のエッチング液を注入する領域において下部電極 830 が除去されると、下部電極の面積が減少して検出容量も減少し、結果、感度の低下を招いてしまう。

【0007】

そこで、本発明は上記問題に鑑み、下部電極の面積の減少を抑制し、感度の低下を防止した静電容量型圧力センサおよびその製造方法並びに静電容量型圧力センサに用いるセンサ用構造体を提供することを目的とする。

20

【0023】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 ~ 請求項 3 に記載の発明では、基板 (10) と、基板の一面に形成された下部電極 (30) と、下部電極の上に下部電極と所定の間隔を隔てて形成されたダイアフラム状の可動電極 (40) と、下部電極と可動電極との空隙に形成された空洞部 (61) と、基板に形成され基板の他面側の外部から下部電極に到達する開口部 (11) と、を備え、下部電極には、開口部から空洞部へ貫通する複数の孔部 (31) が設けられており、当該複数の孔部が、下部電極における基板の開口部側に形成された閉鎖部材 (80) により閉鎖されることにより、空洞部は所定内圧を有する圧力基準室として構成されており、可動電極に対して空洞部とは反対側から圧力が印加されたときに可動電極が変位し、この変位に伴う可動電極と下部電極との間の静電容量の変化に基づいて、印加圧力を求めるようにしたことを特徴とする静電容量型圧力センサを提供する。

30

【0024】

本発明によれば、空洞部が閉鎖部材によって閉鎖されて所定内圧を有する圧力基準室として構成されるため、絶対圧検出型の静電容量型圧力センサが構成される。

【0025】

また、基板の他面側に形成された開口部から、下部電極における複数の孔部をエッチング液注入口として、下部電極と可動電極との間の犠牲層エッチングを行うことができるため、犠牲層エッチング液の注入領域において下部電極を除去することなく空洞部を形成することができる。

40

【0026】

従って、本発明によれば、下部電極の面積の減少が抑制され、感度の低下を防止可能な絶対圧検出型の静電容量型圧力センサを提供することができる。また、下部電極側に圧力基準室形成用の封止部としての閉鎖部材を設けているため、可動電極は当該封止部を持たずに平坦なダイアフラム形状を実現することができ、均一なダイアフラム特性を得ることができる。

すなわち、従来の絶対圧センサとしての静電容量型圧力センサは、上記特開 2000 - 214035 号公報に記載されているように、ダイアフラム状の可動電極に穴を開け、この穴を封止することにより、下部電極と可動電極との間の空洞部を気密に封止し、圧力基

50

準室を形成していた。このように、感圧部としてのダイアフラム状の可動電極に封止部を設けていたため、均一なダイアフラム特性を得ることが困難であった。しかし、請求項1～請求項3に記載のセンサ用構造体によれば、ダイアフラム状の可動電極側ではなく、下部電極側に圧力基準室形成用の封止部としての閉鎖部材を設けており、可動電極においては、平坦なダイアフラム形状を実現することができる。そのため、均一なダイアフラム特性を得ることができる。

【0027】

また、請求項1～請求項3の発明に記載の下部電極としては、上記犠牲層エッチングの耐性に優れたものが使用されるが、具体的には、請求項4に記載の発明のように、多結晶シリコンを採用することができる。

【0032】

また、請求項5に記載の発明では、基板(10)と、基板の一面に形成された下部電極(30)と、下部電極の上に形成されたダイアフラム状の可動電極(40)と、下部電極と可動電極との間にて気密に形成され所定内圧を有する圧力基準室としての空洞部(61)と、を備え、可動電極に対して空洞部とは反対側から圧力が印加されたときに可動電極が変位し、この変位に伴う可動電極と下部電極との間の静電容量の変化に基づいて、印加圧力を求めるようにした静電容量型圧力センサの製造方法において、

基板の一面上に下部電極を形成する工程と、可動電極に対応した部位にて下部電極の上に犠牲層(61a)を形成する工程と、犠牲層の上に可動電極を形成する工程と、基板の他面側からエッチングすることにより基板の他面側の外部から下部電極に到達する開口部(11)を形成する工程と、下部電極のうち開口部に面した部位に、下部電極を貫通して犠牲層にまで到達する複数の孔部(31)を形成する工程と、開口部及び複数の孔部をエッチング液注入口として犠牲層をエッチング除去し、空洞部を形成する工程と、基板の開口部側から下部電極における複数の孔部を閉鎖するように、閉鎖部材(80)を形成することにより、空洞部を封止する工程と、を備えることを特徴とする。

【0033】

本発明の製造方法によれば、請求項1に記載の静電容量型圧力センサを適切に製造することができる。

【0036】

また、請求項6に記載の発明では、請求項5に記載の製造方法において、閉鎖部材(80)を形成する材料として、下部電極(30)における複数の孔部(31)の径よりも大きな径を有する大径部材(81)が含有されたものを用いることを特徴とする。

【0037】

それによれば、閉鎖部材を形成する際に、閉鎖部材の材料中の大径部材が、下部電極における孔部を閉鎖するため、閉鎖部材の材料が空洞部へ侵入しにくくなり、好ましい。ここで、大径部材(80)としては、請求項7に記載の発明のように、ボール状または板状のものを用いることができる。

【0038】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0039】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。なお、以下の各実施形態において、説明を簡略化するために、同一部分には各図中、同一符号を付してある。

【0040】

(第1実施形態)

本第1実施形態は、下部電極の面積の減少を抑制し、感度の低下を防止可能とするとともに、出力特性の直線性を向上させるようにした静電容量型圧力センサおよびその製造方法を提供する目的でなされたものである。

【0041】

10

20

30

40

50

図1は、本実施形態に係る静電容量型圧力センサS1の概略平面図であって主として各電極部分の平面構成を示す図であり、図2は、図1中のA-A'線に沿った概略断面図である。

【0042】

10は基板であり、本例では、単結晶シリコンよりなる半導体基板である。基板10の一面上には、各種の膜および電極等が形成されている。一方、基板10には、その他面側から一面側へ厚み方向に貫通する開口部11が形成されている。この開口部11は圧力導入口として構成され、本例では、図1に破線にて示す様に、開口平面が矩形状のものとなっている。

【0043】

基板10の一面上には、シリコン窒化膜等よりなる第1の絶縁膜20が形成されており、第1の絶縁膜20により基板10の一面が被覆されている。第1の絶縁膜20の上には、基板10の開口部11を覆うように、多結晶シリコン等よりなる下部電極30が形成されている。

【0044】

本例では、下部電極30は、図1に破線にて示す様に、略矩形の膜形状をなし、その周辺部が開口部11の開口縁部にて第1の絶縁膜20上に支持され、上記開口部11を覆っている。下部電極30は、多結晶シリコンに不純物としてボロンを高濃度拡散させる等により高伝導度特性を有しており、基板10とは、第1の絶縁膜20を介して電氣的に絶縁されている。

【0045】

また、この下部電極30のうち開口部11上に位置する領域には、厚み方向に貫通する複数個の孔部(第1のエッチング孔)31が形成されている。本例では、複数個の孔部31は、図1に示す様に、格子状に配列されており、各孔部31の孔径は例えば約0.5μm以上のものにすることができる。

【0046】

下部電極30の上および下部電極30の外周に位置する第1の絶縁膜20の上には、シリコン窒化膜等よりなる第2の絶縁膜41が形成されている。この第2の絶縁膜41は、下部電極30のうち開口部11上に位置する領域とは、所定の間隔を隔てて形成されている。

【0047】

また、第2の絶縁膜41のうち開口部11上に位置する領域の上には、中間電極42が形成されている。本例では、中間電極42は、図1に破線にて示す様に、略矩形の膜形状をなしている。中間電極42は、多結晶シリコンに不純物としてボロンを高濃度拡散させたもの等より構成されて高伝導度特性を有するものであり、下部電極30とは第2の絶縁膜41を介して電氣的に絶縁されている。

【0048】

この中間電極42の上および中間電極42の外周に位置する第2の絶縁膜41の上には、シリコン窒化膜等よりなる第3の絶縁膜43が形成されている。そして、第2の絶縁膜41が下部電極30と所定の間隔を隔てて形成されている部位において、第2の絶縁膜41、中間電極42、第3の絶縁膜43の3層が積層されており、この3層積層部が、センサS1における受圧領域であるダイアフラム状の可動電極40として形成されている。

【0049】

また、第3の絶縁膜43のうち開口部11上に位置する領域の上すなわち可動電極40の上には、可動電極40と所定の間隔を隔てて上部電極50が形成されている。本例では、上部電極50は、図1に示す様に、略矩形の膜形状をなしている。

【0050】

上部電極50は、多結晶シリコンに不純物としてボロンを高濃度拡散させたもの等より構成されて高伝導度特性を有するものであり、可動電極40における中間電極42とは第3の絶縁膜43を介して電氣的に絶縁されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

また、この上部電極 5 0 のうち開口部 1 1 上に位置する領域には、厚み方向に貫通する複数個の孔部（第 2 のエッチング孔）5 1 が形成されている。本例では、複数個の孔部 5 1 は、図 1 に示す様に、下部電極 3 0 における複数個の孔部 3 1 と同様、格子状に配列されており、各孔部 5 1 の孔径は例えば約 0 . 5 μ m 以上のものにすることができる。

【 0 0 5 2 】

そして、下部電極 3 0 と可動電極 4 0 との空隙が、第 1 の空洞部 6 1 として構成され、可動電極 4 0 と上部電極 5 0 との空隙が第 2 の空洞部 6 2 として構成されている。

【 0 0 5 3 】

また、基板 1 0 に形成された上記開口部 1 1 は、基板 1 0 の他面側の外部から下部電極 2 0 に到達しているが、この開口部 1 1 と第 1 の空洞部 6 1 とは、下部電極 3 0 における複数個の孔部 3 1 を介して連通している。一方、上部電極 5 0 の上方と第 2 の空洞部 6 2 とは、上部電極 5 0 における複数個の孔部 5 1 を介して連通している。

10

【 0 0 5 4 】

また、基板 1 0 の表面上の所望の部位において、下部電極 3 0 を取り出すための下部電極端子 3 5、可動電極 4 0 における中間電極 4 2 を取り出すための中間電極端子（可動電極端子）4 5、上部電極 5 0 を取り出すための上部電極端子 5 5 が、それぞれ第 3 の絶縁膜 4 3 の上に設けられている。

【 0 0 5 5 】

下部電極端子 3 5 は、下部電極 3 0 の延設部 3 4 上に位置する第 2 及び第 3 の絶縁膜 4 1、4 3 を除去した部位にて、下部電極 3 0 と電氣的に接続され、中間電極端子 4 5 は、中間電極 4 2 の延設部 4 4 上に位置する第 3 の絶縁膜 4 3 を除去した部位にて、中間電極 4 2 と電氣的に接続されている。また、上部電極端子 5 5 は、上部電極 5 0 の延設部 5 4 にて電氣的に接続されている。これら各電極端子 3 5、4 5、5 5 は、アルミニウム等より形成される。

20

【 0 0 5 6 】

また、図 1、図 2 に示す様に、上部電極 5 0 の周囲に位置する第 3 の絶縁膜 4 3 および各電極端子 3 5、4 5、5 5 の上には、シリコン窒化膜等よりなる保護膜 7 0 が、被覆形成されている。

【 0 0 5 7 】

次に、上記構成に基づき、本実施形態に係る静電容量型圧力センサ S 1 の製造方法について具体的に説明する。図 3 ~ 図 5 は、上記図 2 に対応した断面にて、本製造方法を示す工程図である。

30

【 0 0 5 8 】

[図 3 (a) の工程]

まず、基板 1 0 の一面上に下部電極 3 0 を形成する（下部電極形成工程）。具体的に本工程は、まず、単結晶シリコンからなる基板（半導体基板）1 0 の一面（表面）全域に減圧 C V D によりシリコン窒化膜からなる第 1 の絶縁膜（例えば膜厚 1 0 0 μ m 程度）2 0 を成膜する。次に、減圧 C V D により多結晶シリコンからなる下部電極（例えば膜厚 2 0 0 nm ~ 5 0 0 nm 程度）3 0 を成膜する。

40

【 0 0 5 9 】

そして、複数個の孔部（第 1 のエッチング孔）3 1 となる部分を除き、不純物としてボロンを高濃度拡散させ、高伝導度特性が得られ、且つアルカリエッチング液に対して耐性を有するように処理する。なお、図 3 (a) 中の下部電極 3 0 において、3 0 a が不純物を拡散しない領域、3 0 b が不純物拡散領域である。ここまでが、下部電極形成工程である。

【 0 0 6 0 】

[図 3 (b) の工程]

次に、可動電極（受圧領域）4 0 に対応した部位にて下部電極 3 0 の上に第 1 の犠牲層 6 1 a を形成する（第 1 の犠牲層形成工程）。具体的には、下部電極 3 0 上の受圧領域とな

50

る部分にプラズマCVDによりシリコン酸化膜からなる第1の犠牲層(例えば膜厚200nm程度)61aを成膜する。

【0061】

次に、第1の犠牲層61aの上に可動電極40を形成する可動電極形成工程を行う。具体的に本工程では、まず、図3(b)に示す様に、第1の犠牲層61a膜を覆うように減圧CVDによりシリコン窒化膜から成る第2の絶縁膜(例えば膜厚200nm程度)41を成膜する。

【0062】

[図3(c)の工程]

次に、第1の犠牲層61aを覆うように、第2の絶縁膜41上に減圧CVDにより多結晶シリコンからなる中間電極(例えば膜厚200nm程度)42を成膜する。そして、不純物としてボロンを高濃度拡散させ、高伝導度特性が得られるようにする。次に、中間電極42を覆うように減圧CVDによりシリコン窒化膜からなる第3の絶縁膜(例えば膜厚200nm程度)43を成膜する。こうして、可動電極40が形成される。

【0063】

[図3(d)の工程]

次に、可動電極40の上に第2の犠牲層62aを形成する(第2の犠牲層形成工程)。具体的には、受圧領域となる可動電極40上にプラズマCVDによりシリコン酸化膜からなる第2の犠牲層(例えば膜厚200nm程度)62aを成膜する。

【0064】

次に、第2の犠牲層62aの上に上部電極50を形成する(上部電極形成工程)。具体的には、図3(d)に示す様に、第2の犠牲層62aを覆うように減圧CVDにより多結晶シリコンからなる上部電極(例えば膜厚200nm~500nm程度)50を成膜する。

【0065】

そして、複数個の孔部(第2のエッチング孔)51となる部分を除き、不純物としてボロンを高濃度拡散させ、高伝導度特性が得られ、且つアルカリエッチング液に対して耐性を有するように処理する。なお、図3(d)中の上部電極50において、50aが不純物を拡散しない領域、50bが不純物拡散領域である。ここまでが、上部電極形成工程である。

【0066】

[図4(a)の工程]

次に、基板10の他面側からエッチングすることにより開口部11を形成する(基板開口部形成工程)。具体的には、まず、単結晶シリコン基板10の他面(裏面)にプラズマCVDによりシリコン酸化膜からなるエッチング保護膜12を形成する。そして、所定位置のエッチング保護膜12をエッチング除去して開口する。

【0067】

この状態でアルカリエッチング液(例えば、水酸化カリウム水溶液や水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液を用いる)に浸漬させ、単結晶シリコン基板10を異方性エッチングする。この際、基板10の一面(表面)側は、アルカリエッチング液から保護することが好ましい。

【0068】

[図4(b)の工程]

次に、上記した単結晶シリコン基板10の異方性エッチングにより露出した第1の絶縁膜20をHF系溶液でエッチング除去する。こうして、基板10における圧力導入口としての開口部11が形成される。

【0069】

[図4(c)の工程]

次に、下部電極30のうち開口部11に面した部位に、下部電極30を貫通して第1の犠牲層61aにまで到達する複数個の孔部(第1のエッチング孔)31を形成する工程(下部電極孔部形成工程)、および、上部電極50に、その上面から第2の犠牲層62aにま

10

20

30

40

50

で到達する複数個の孔部（第２のエッチング孔）５１を形成する工程（上部電極孔部形成工程）を行う。

【００７０】

具体的には、上記図４（ｂ）の工程を行った後、この状態で、アルカリエッチング液に浸漬し、下部電極３０における複数個の孔部（第１のエッチング孔）３１および上部電極５０における複数個の孔部（第２のエッチング孔）５１を形成する。

【００７１】

[図４（ｄ）の工程]

次に、下部電極３０および上部電極５０における複数個の孔部３１、５１をエッチング液注入口として第１及び第２の犠牲層６１ａ、６２ａをエッチング除去し、第１及び第２の空洞部６１、６２を形成する（空洞部形成工程）。具体的には、HF系溶液により第１および第２の犠牲層６１ａ、６２ａをエッチング除去する。

10

【００７２】

[図５（ａ）の工程]

次に、上記エッチング保護膜１２をエッチング除去するとともに、所望の位置の第２の絶縁膜４１をエッチング除去して中間電極接続口４５ａを形成し、第３および第２の絶縁膜４３、４１をエッチング除去して下部電極接続口３５ａを形成する（電極接続口形成工程）。

【００７３】

[図５（ｂ）の工程]

次に、アルミニウムを成膜し、下部電極端子３５、中間電極端子４５、上部電極端子（図示していない）５５となる部位の周辺部のアルミニウムをエッチング除去することにより、各電極と接続された下部電極端子３５、中間電極端子４５、上部電極端子５５を形成する（電極端子形成工程）。

20

【００７４】

[図５（ｃ）の工程]

次に、プラズマCVDによりシリコン窒化膜からなる保護膜７０を形成する（保護膜形成工程）。こうして、上記静電容量型圧力センサＳ１ができあがる。

【００７５】

この静電容量型圧力センサＳ１の作動について、図６～図９を参照して説明する。図６、図７は、それぞれ、本実施形態のセンサＳ１の作動説明図、出力特性を示す図であり、図８、図９は、それぞれ「従来技術」の欄にて示した従来の静電容量型圧力センサの構成図、出力特性を示す図である。

30

【００７６】

まず、比較のために、従来の静電容量型圧力センサについて改めて説明する。このものは、単結晶シリコン基板１０の表面に圧力印加により静電容量が変化する感圧容量部８００と、変化しない基準容量部９００とが設けられている。感圧容量部８００は、基板１０をエッチングして形成した開口部（圧力導入口）１１、基板表面に形成した第１の下部電極８３０、第１の下部電極８３０上に形成した空洞部８６１、空洞部８６１を覆うように形成したダイアフラム状の可動電極である第１の上部電極８４０とから構成されている。

40

【００７７】

一方、基準容量部９００は、基板表面に形成した第２の下部電極９３０、および、第２の下部電極９３０と絶縁膜９２０を介して対向するように形成された第２の上部電極９４０から構成されている。そして、感圧容量と基準容量の差を出力することにより、印加圧力を求めるようにしている。

【００７８】

ここで、上記図９は、従来の静電容量型圧力センサにおいて、基板裏面からの印加圧力 P_1 を一定として、基板表面からの印加圧力 P_2 を増加させた場合の感圧容量部８００の静電容量変化 C_1 、基準容量部９００の静電容量変化 C_2 を示す図である。基準容量は圧力が印加されても静電容量は変化しない（図９の一点鎖線）。一方、感圧容量は印加圧

50

力の増加に伴い、電極間のギャップが狭くなるので、静電容量は増加する（図9の破線）。

【0079】

しかし、第1の上部電極840（可動電極）であるダイアフラムの圧力-撓み特性は非線型であるため、感圧容量と基準容量の差動出力（ $C_1 - C_2$ ）の印加圧力に対する特性は、図9の破線で示す様に、下に凸となる非直線的な特性となり、センサ精度が低下してしまう問題がある。

【0080】

このようなセンサ精度が低下する問題に対して、本実施形態の効果は次のようである。本実施形態のセンサS1は、図6に示す様に、可動電極40と下部電極30との間に第1の静電容量 C_1 が形成され、可動電極40と上部電極50との間に第2の静電容量 C_2 が形成されている。

10

【0081】

そして、本実施形態のセンサS1では、基板10の他面（裏面）からの圧力は、開口部11から下部電極30における孔部31を介して第1の空洞部61へ導入され、基板10の一面（表面）からの圧力は、上部電極50の上方から上部電極50における孔部51を介して第2の空洞部62へ導入される。

【0082】

そして、可動電極40に対する第1の空洞部61側（基板裏面側）の印加圧力 P_1 と第2の空洞部62側（基板表面側）の印加圧力 P_2 との圧力差によって、可動電極40が変位し、この変位に伴い、第1の静電容量 C_1 および第2の静電容量 C_2 が変化し、これら変化した第1及び第2の静電容量の差（ $C_1 - C_2$ ）に基づいて圧力差（ $P_1 - P_2$ ）を求めるようにしている。

20

【0083】

ここで、図6（a）に示す様に、印加圧力条件が $P_1 = P_2$ のとき、 $C_1 = C_2$ であり、圧力差は0と判定される。また、図6（b）に示す様に、印加圧力条件が $P_1 < P_2$ のとき、第1の静電容量は $C_1 + C_1$ に変化し、第2の静電容量は $C_2 - C_2$ に変化する。

【0084】

例えば、図7に示す様に、可動電極40に対する第1の空洞部61側の印加圧力 P_1 を一定として、可動電極40に対する第2の空洞部62側の印加圧力 P_2 を増加させた場合、第1の静電容量の変化 C_1 は、印加圧力 P_2 の増加に伴い、電極30、40間のギャップが狭くなるので増加する（図7中の破線）。一方、第2の静電容量の変化 C_2 は、印加圧力 P_2 の増加に伴い、電極40、50間のギャップが広がるのでは減少する（図7中の一点鎖線）。

30

【0085】

このように、圧力-静電容量特性は、第1の静電容量では負の非直線性であり、第2の静電容量では正の非直線性である。そして、本実施形態では、これら2個の容量の差を出力することにより、圧力印加に対する静電容量の変化量が増加し、さらには出力特性の直線性も向上させることができる（図7中の $C_1 - C_2$ の線）。勿論、温度変化の影響も相殺することができる。

40

【0086】

このように、本実施形態の静電容量型圧力センサS1によれば、出力特性の直線性も向上させることができるため、従来に比べて、センサ精度を向上させることができる。

【0087】

また、本実施形態においては、空洞部61、62は、下部電極30および上部電極50と可動電極40との間に形成された犠牲層61a、62aをエッチング除去して形成している。そして、下部及び上部電極30、50に対して、複数個の孔部31、51を形成し、これら孔部31、51を介して外部と空洞部61、62とを連通させるとともに、下部及び上部電極30、50を、犠牲層エッチング液（アルカリエッチング液）に対して耐性を

50

有するものになっている。

【0088】

そのため、上記製造方法に示したように、複数個の孔部31、52をエッチング液注入口として、下部電極30と可動電極40との間及び上部電極50と可動電極40との間の犠牲層エッチングを行うことができ、下部及び上部電極30、50は犠牲層エッチング液にてエッチングされない。

【0089】

そのため、下部電極30および上部電極50ともに、犠牲層エッチング液の注入領域において、従来のように電極を除去することを不要にできるので、電極の面積の減少が抑制され、感度の低下を防止可能な相対圧検出型の静電容量型圧力センサを提供することができる。

10

【0090】

また、下部電極や上部電極を除去することが無くなるので、除去領域の形成に伴う電極の配置や形状の制約等も無くなる。また、本実施形態に示した上記製造方法によれば、本静電容量型圧力センサS1を適切に製造することができる。

【0091】

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態に係る静電容量型圧力センサS2の概略断面構成を図10に示す。図10に示す様に、本センサS2は、上記第1実施形態に示したセンサS1に比べて、上部電極50および上部電極端子55が無くなり、保護膜70が基板10の一面側の最表面全域に形成された点が相違するものであり、他の部分は同一である。以下、第1実施形態との相違点について主として述べる。

20

【0092】

すなわち、図10に示す様に、本センサS2は、開口部11が形成された基板10の一面上に、順次、第1の絶縁膜20、複数個の孔部(エッチング孔)31を有する下部電極30、空洞部61、第2の絶縁膜41、中間電極42、第3の絶縁膜43、下部電極端子35および可動電極端子45、保護膜70が形成されてなる。

【0093】

このセンサS2は、次のように上記第1実施形態に述べた製造工程に準じて製造される。なお、本センサS2の製造方法は、図10から明らかのように、上記第1実施形態にて述べた工程図(図3~図5)において、上部電極および第2の犠牲層が無くなったものとして示される。

30

【0094】

上記第1実施形態に述べた製造工程のうち、まず、基板10の一面上に下部電極30を形成する下部電極形成工程(上記図3(a)参照)、可動電極40に対応した部位にて下部電極30の上に犠牲層61aを形成する犠牲層形成工程(上記図3(b)参照)、犠牲層61aの上に可動電極40を形成する可動電極形成工程(上記図3(b)、(c)参照)までを、順次実行する。

【0095】

次に、基板10の他面側からエッチングすることにより開口部11を形成する基板開口部形成工程(上記図4(a)、(b)参照)を行う。次に、本実施形態では、下部電極30のうち開口部11に面した部位に、下部電極30を貫通して犠牲層61aにまで到達する複数個の孔部(エッチング孔)31を形成する下部電極孔部形成工程(上記図4(c)参照)を行う。

40

【0096】

次に、基板10の開口部11及び下部電極30における複数個の孔部31をエッチング液注入口として犠牲層61aをエッチング除去し、空洞部61を形成する空洞部形成工程(上記図4(d)参照)を行う。次に、電極接続口形成工程では、エッチング保護膜12をエッチング除去するとともに、中間電極接続口(可動電極接続口)45a、および下部電極接続口55aを形成する(上記図5(a)参照)。

50

【0097】

次に、電極端子形成工程では、アルミニウムを成膜しエッチングすることにより、下部電極端子35、中間電極端子（可動電極端子）45を形成する（上記図5（b）参照）。次に、プラズマCVDによりシリコン窒化膜からなる保護膜70を形成する（保護膜形成工程）。こうして、上記図10に示す静電容量型圧力センサS2ができあがる。

【0098】

このように形成された本センサS2は、基板10と、基板10の一面に形成された下部電極30と、下部電極30の上に下部電極30と所定の間隔を隔てて形成されたダイアフラム状の可動電極40と、下部電極30と可動電極40との空隙に形成された空洞部61と、基板10に形成され基板10の他面側の外部から下部電極に到達する開口部11と、を備えており、下部電極30に、開口部11と空洞部61とを連通する複数個の孔部31を設けた構成を有している。

10

【0099】

そして、本センサS2においては、空洞部61を介して対向する可動電極40と下部電極30との間に静電容量が形成され、基板10の他面（裏面）からの圧力は、開口部11から下部電極30における孔部31を介して空洞部61へ導入され、基板10の一面（表面）からの圧力は、保護膜70を介して可動電極40へ印加される。

【0100】

このとき、可動電極40に対する空洞部61側（基板裏面側）の印加圧力P1と保護膜70側（基板表面側）の印加圧力P2との圧力差によって、可動電極40が変位し、この変位に伴う可動電極40と下部電極30との間の静電容量の変化に基づいて圧力差（P1 - P2）を求めるようにしている。

20

【0101】

そして、本実施形態によれば、基板10の他面側から下部電極30における複数個の孔部31に到達する開口部11が形成され、当該開口部11と空洞部61とは、下部電極30に形成された複数個の孔部31を介して連通しているため、下部電極30の複数個の孔部31をエッチング液注入口として、下部電極30と可動電極40との間の犠牲層エッチングを行うことができる。

【0102】

従って、上記第1実施形態と同様に、本実施形態によれば、従来のように、犠牲層エッチング液の注入領域において、下部電極を除去することが不要となる。そのため、下部電極30の面積の減少が抑制され、感度の低下を防止可能な相対圧検出型の静電容量型圧力センサS2を提供することができる。

30

【0103】

また、下部電極を除去することが無くなるので、除去領域の形成に伴う下部電極の配置や形状の制約等も無くなる。また、本実施形態に示した上記製造方法によれば、本静電容量型圧力センサS2を適切に製造することができる。

【0104】

（第3実施形態）

本発明の第3実施形態に係る静電容量型圧力センサS3の概略断面構成を図11に示す。本センサS3は、上記第2実施形態に示したセンサS2において、下部電極30における複数個の孔部31を開口部11側から閉鎖する閉鎖部材80が設けられている点が相違するものであり、他の部分は同一である。以下、第2実施形態との相違点について主として述べる。

40

【0105】

すなわち、図11に示す様に、本センサS3は、開口部11が形成された基板10の一面上に、順次、下部電極30、空洞部61、第2の絶縁膜41、中間電極42、第3の絶縁膜43、保護膜70が形成されてなる。なお、図示しないが、下部電極端子および可動電極端子も設けられている。

【0106】

50

そして、本センサS3では、閉鎖部材80によって空洞部61が、気密に封止されて所定内圧（例えば真空）を有する圧力基準室として構成されている。ここで、閉鎖部材80は、シリコン窒化膜等よりなり、また、本例では、下部電極30における複数個の孔部31は、下部電極30の厚み方向に対して斜め方向に貫通している。

【0107】

このセンサS3は、次のようにして製造される。まず、上記第2実施形態と同様、基板10の一面上に下部電極30を形成する下部電極形成工程、可動電極40に対応した部位にて下部電極30の上に犠牲層61aを形成する犠牲層形成工程、犠牲層61aの上に可動電極40を形成する可動電極形成工程（以上、上記図3（a）～（c）参照）までを、順次実行する。

10

【0108】

ここで、本実施形態の下部電極形成工程では、後の下部電極孔部形成工程において、下部電極30における複数個の孔部31を、下部電極30の厚み方向に対して斜め方向に貫通するように形成するために、複数個の孔部31となる部分を除く下部電極30に対して、不純物としてのボロンを、下部電極30の厚み方向に対して斜め方向にイオン注入する。

【0109】

次に、やはり第2実施形態と同様、基板10の他面側からエッチングすることにより開口部11を形成する基板開口部形成工程、下部電極30のうち開口部11に面した部位に下部電極30を貫通して犠牲層61aにまで到達する複数個の孔部（エッチング孔）31を形成する下部電極孔部形成工程、基板10の開口部11及び下部電極30における複数個の孔部31をエッチング液注入口として犠牲層61aをエッチング除去し空洞部61を形成する空洞部形成工程（以上、上記図4（a）～（d）参照）を、順次行う。

20

【0110】

本実施形態の製造方法において、ここまでの状態が図12（a）に示される。次に、図12（b）に示すように、基板10の開口部11側から下部電極30における複数個の孔部31を閉鎖するように、閉鎖部材80を形成することにより、空洞部61を封止する（空洞部封止工程）。具体的には、真空中でプラズマCVD法等によりシリコン窒化膜よりなる閉鎖部材80を成膜する。

【0111】

その後、電極接続口形成工程（上記図5（a）参照）、電極端子形成工程（上記図5（b）参照）、保護膜形成工程を行う。こうして、上記図11に示す静電容量型圧力センサS3ができあがる。

30

【0112】

なお、上記図12（a）に示すものに対して、上記空洞部封止工程を行わずに、電極接続口形成工程、電極端子形成工程、保護膜形成工程を行うと、下部電極30における複数個の孔部31が下部電極30の厚み方向に対して斜め方向に貫通するように形成された点が異なるが、実質的に上記第2実施形態と同様の相対圧センサが得られる。

【0113】

このように形成された本センサS3は、基板10と、基板10の一面上に形成された下部電極30と、下部電極30の上に下部電極30と所定の間隔を隔てて形成されたダイアフラム状の可動電極40と、下部電極30と可動電極40との空隙に形成された空洞部61と、基板10に形成され基板10の他面側の外部から下部電極30に到達する開口部11とを備えている。

40

【0114】

また、下部電極30には、上記実施形態と同様、開口部11から空洞部61へ貫通する複数個の孔部31が設けられているが、これら複数個の孔部31が、下部電極30における基板10の開口部11側に形成された閉鎖部材80により閉鎖されることにより、空洞部61は、所定内圧を有する圧力基準室として構成されている。

【0115】

そして、本センサS3においても、空洞部61を介して対向する可動電極40と下部電極

50

30との間に静電容量が形成され、空洞部61の内圧を基準圧力として、可動電極40に対しては、空洞部61とは反対側すなわち基板10の一面(表面)側から保護膜70を介して、圧力が印加される。

【0116】

このとき、可動電極40が変位し、この変位に伴う可動電極40と下部電極30との間の静電容量の変化に基づいて、空洞部61とは反対側から可動電極40に印加された圧力を求めるようにしている。

【0117】

そして、本実施形態によっても、基板10の他面側に形成された開口部11から、下部電極30における複数個の孔部31をエッチング液注入口として、下部電極30と可動電極40との間の犠牲層エッチングを行うことができる。そのため、犠牲層エッチング液の注入領域において下部電極30を除去することなく空洞部61を形成することができる。

10

【0118】

従って、上記第1実施形態と同様に、本実施形態によっても、下部電極30の面積の減少が抑制され、感度の低下を防止可能な絶対圧検出型の静電容量型圧力センサS3を提供することができる。

【0119】

また、従来の絶対圧センサとしての静電容量型圧力センサは、上記特開2000-214035号公報に記載されているように、ダイアフラム状の可動電極に穴を開け、この穴から犠牲層エッチングを行って空洞部を形成し、その後、当該穴を封止することにより、下部電極と可動電極との間の空洞部を封止し、圧力基準室を形成していた。このように、感圧部としてのダイアフラム状の可動電極に封止部を設けていたため、均一なダイアフラム特性を得ることが困難であった。

20

【0120】

しかし、本実施形態のセンサS3によれば、ダイアフラム状の可動電極40側ではなく、下部電極30側に圧力基準室形成用の封止部としての閉鎖部材80を設けており、可動電極40においては、平坦なダイアフラム形状を実現することができる。そのため、均一なダイアフラム特性を得ることができ、好ましい。

【0121】

また、本実施形態の製造方法においては、下部電極孔部形成工程にて、下部電極30における複数個の孔部31を、下部電極30の厚み方向に対して斜め方向に貫通するように形成している。それにより、その後、閉鎖部材80を形成する際に、閉鎖部材80の構成材料が複数個の孔部31から空洞部61へ侵入できず、良好な空洞部61が形成される。

30

【0122】

なお、下部電極30には、複数個の孔部31を下部電極30の厚み方向に対して垂直方向に形成し、閉鎖部材80を形成する際に、プラズマCVD法等による成膜の方向を下部電極30の厚み方向に対して斜め方向とすることによっても、閉鎖部材80の構成材料の空洞部61への侵入を防止することができる。

【0123】

また、本実施形態の第1変形例、第2の変形例としての静電容量型圧力センサS3の概略断面構成を、それぞれ図13、図14に示す。これら変形例における閉鎖部材80は、下部電極30における複数個の孔部31の径よりも大きな径を有する大径部材81が含有されたものである。

40

【0124】

これらセンサS3は、閉鎖部材80を形成する際に(空洞部封止工程)、基板10の開口部11から、下部電極30における複数個の孔部31の径よりも大きな径を有するボール状(図13)または板状(図14)のシリコンまたはSiO₂等よりなる大径部材81を入れ、この状態でシリコン窒化膜等を成膜することで、空洞部61を封止し、閉鎖部材80を形成したものである。

【0125】

50

このように、閉鎖部材 80 を形成する材料として、複数個の孔部 31 の径よりも大きな径を有する大径部材 81 が含有されたものを用いることにより、閉鎖部材 80 を形成する際に、大径部材 81 が、下部電極 30 における複数個の孔部 31 を閉鎖するため、閉鎖部材 80 の材料が空洞部 61 へ侵入するのを防止できる。

【0126】

なお、下部電極 30 における複数個の孔部 31 の径よりも大きな径を有するボール状のシリコンまたは SiO_2 等よりなる大径部材 81 を用いる場合、複数個の孔部 31 の径よりも大きな径を有するものであれば、各大径部材 81 の径は互いに異なるものであっても良い。また、大径部材 81 を用いる場合でも、孔部 31 を、下部電極 30 の厚み方向に対して斜め方向に貫通させたものとしても良い。

10

【0127】

(他の実施形態)

また、上記した各実施形態に示された静電容量型圧力センサは、基板 10 と、基板 10 の一面に形成された下部電極 30、可動電極 40、空洞部 61 とを備え、圧力印加時の可動電極 40 の変位に伴う可動電極 40 と下部電極 30 との間の静電容量の変化に基づいて、印加圧力を求めるようにした静電容量型圧力センサに用いる構造体であって、下部電極 30 に、基板 10 側から空洞部 61 側へ貫通する複数個の孔部 31 が形成された静電容量型圧力センサ用構造体にも相当する。

【0128】

そして、上述したように、これらセンサ用構造体を用いて、基板 10 の他面側から下部電極 30 における複数個の孔部 31 に到達する開口部 11 を形成するようにすれば、下部電極 30 と可動電極 40 との間の犠牲層エッチングは、下部電極 30 における複数個の孔部 31 をエッチング液注入口として実行することができる。

20

【0129】

そのため、上記各実施形態によれば、従来のように、犠牲層エッチング液の注入領域において、下部電極を除去することが不要となるため、下部電極 30 の面積の減少が抑制され、感度の低下を防止可能な静電容量型圧力センサ用構造体を提供することができる。

【0130】

また、このような静電容量型圧力センサ用構造体を用いて、図 15 に示す様な絶対圧センサ S4 を形成しても良い。このセンサ S4 においては、基板 10 と、基板 10 の一面に形成された下部電極 30 と、下部電極 30 の上に空洞部 61 を介して形成されたダイアフラム状の可動電極 40 と、可動電極 40 上に形成された保護膜 70 とが備えられ、下部電極 30 には、基板 10 側から空洞部 61 側へ貫通する複数個の孔部 31 が設けられている。

30

【0131】

さらに、可動電極 40 には、下部電極 30 における複数個の孔部 31 に対応した部位にて、厚み方向に貫通する貫通穴 40a が形成されており、保護膜 70 が、可動電極 40 における貫通穴 40a に充填されて下部電極 30 における複数個の孔部 31 が形成された部位に密着している。

【0132】

ここで、保護膜 70 の一部が孔部 31 内へ侵入する等により、保護膜 70 と下部電極 30 とが密着する沿面長が長くなる。このように、保護膜 70 による封止構造を採用することにより、空洞部 61 は封止されて所定内圧を有する圧力基準室として構成されている。

40

【0133】

つまり、図 15 に示されるセンサ S4 は、上記した特開 2000 - 214035 号公報に記載されている絶対圧センサ構造において、下部電極に複数個の孔部を設けたものであり、保護膜 70 を、下部電極 30 における複数個の孔部 31 が形成された部位に密着させるため、保護膜 70 と下部電極 30 とが密着する沿面長が長くなり、密着性が向上する。そのため、封止構造の信頼性の高い絶対圧センサを提供することができる。

【0134】

また、上記実施形態において、下部電極 30 における複数個の孔部 31 や上部電極 50 に

50

おける複数個の孔部 5 1 の配置形状は、上記図 1 に示すような格子状（メッシュ状）に限定されるものではなく、例えば、図 1 6 に示す様に、スリット状に形成したもので良い。

【 0 1 3 5 】

さらに、上記各実施形態では、孔部 3 1、5 1 は複数個のものであったが、例えば、本発明の孔部を渦巻き状や十字形状、蛇行形状等に構成することにより、1 個のものにしても、上記した効果を実現することが可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係る静電容量型圧力センサの概略平面図である。

【 図 2 】 図 1 中の A - A ' 線に沿った概略断面図である。

10

【 図 3 】 図 1 に示す静電容量型圧力センサの製造方法を示す工程図である。

【 図 4 】 図 3 に続く製造方法を示す工程図である。

【 図 5 】 図 4 に続く製造方法を示す工程図である。

【 図 6 】 上記第 1 実施形態の静電容量型圧力センサの作動説明図である。

【 図 7 】 上記第 1 実施形態の静電容量型圧力センサの出力特性を示す図である。

【 図 8 】 従来の静電容量型圧力センサの概略断面図である。

【 図 9 】 従来の静電容量型圧力センサの出力特性を示す図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 2 実施形態に係る静電容量型圧力センサの概略平面図である。

【 図 1 1 】 本発明の第 3 実施形態に係る静電容量型圧力センサの概略平面図である。

【 図 1 2 】 図 1 1 に示す静電容量型圧力センサの製造方法を示す工程図である。

20

【 図 1 3 】 上記第 3 実施形態の第 1 変形例を示す図である。

【 図 1 4 】 上記第 3 実施形態の第 2 変形例を示す図である。

【 図 1 5 】 本発明の他の実施形態に係る静電容量型圧力センサの概略断面図である。

【 図 1 6 】 下部および上部電極における複数個の孔部の配置形状の他の例を示す図である。

【 符号の説明 】

1 0 ... 基板、 1 1 ... 基板の開口部（圧力導入口）、 3 0 ... 下部電極、

3 1 ... 下部電極における複数個の孔部、 4 0 ... 可動電極、 5 0 ... 上部電極、

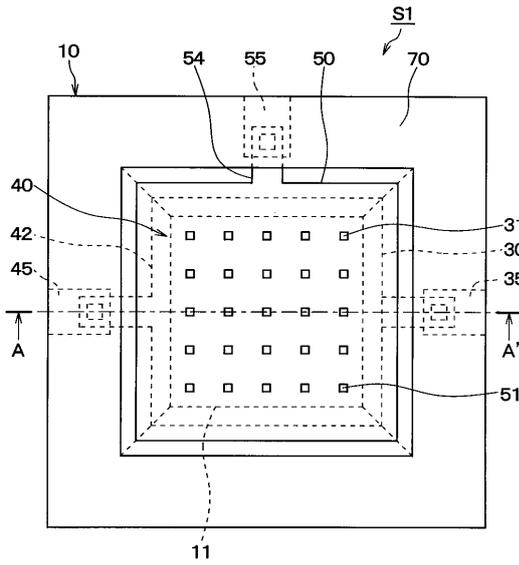
5 1 ... 上部電極における複数個の孔部、 6 1 ... 空洞部（第 1 の空洞部）、

6 1 a ... 犠牲層（第 1 の犠牲層）、 6 2 ... 第 2 の空洞部、

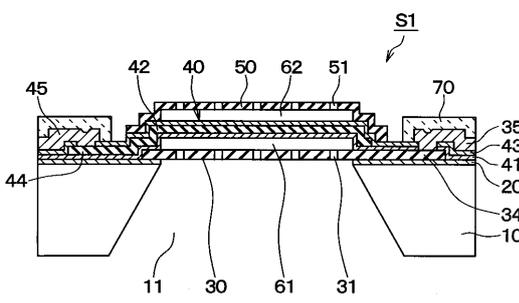
30

6 2 a ... 第 2 の犠牲層、 8 0 ... 閉鎖部材、 8 1 ... 大径部材。

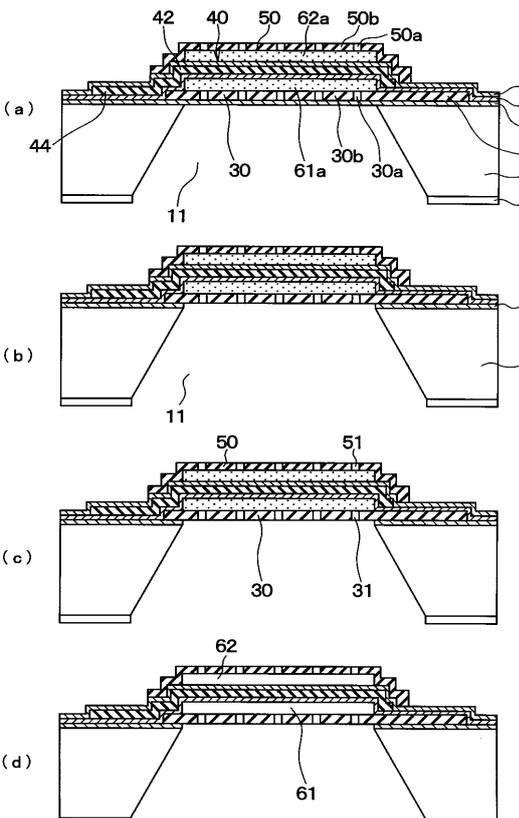
【図1】



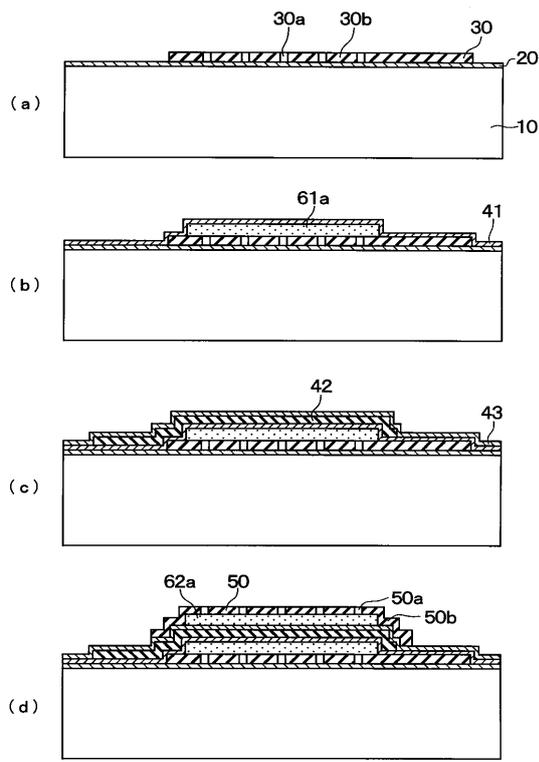
【図2】



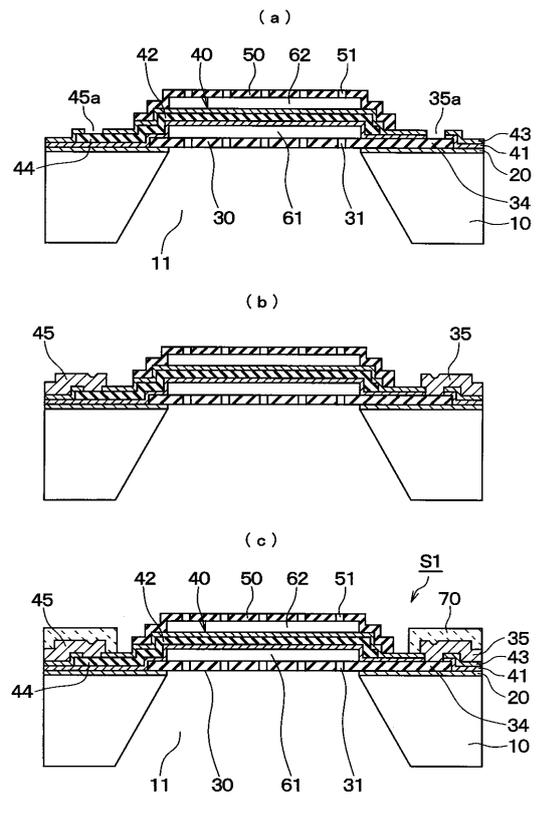
【図4】



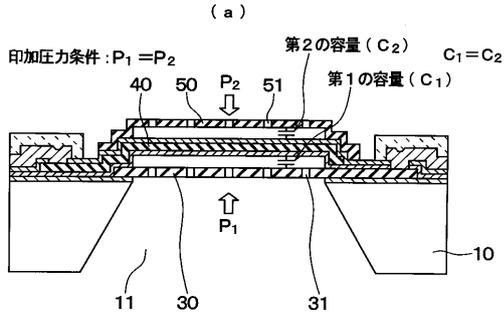
【図3】



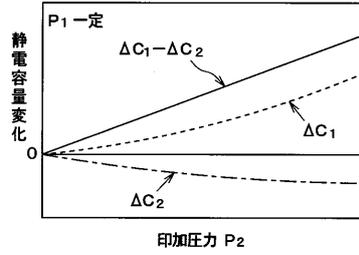
【図5】



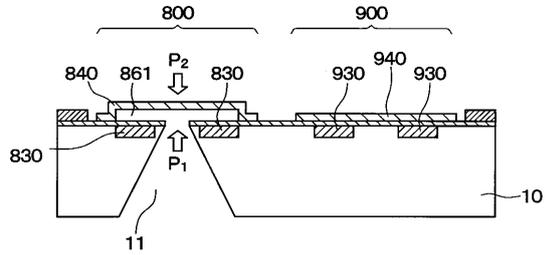
【図6】



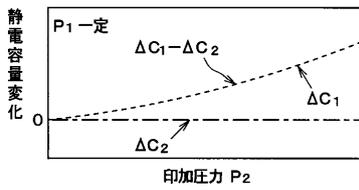
【図7】



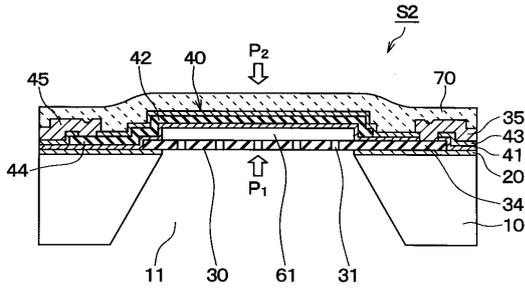
【図8】



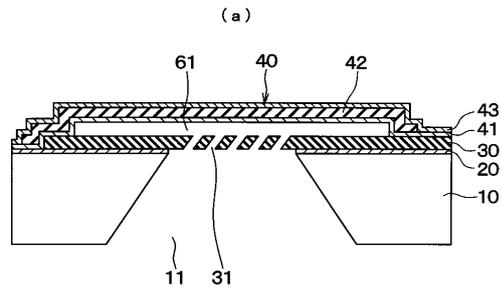
【図9】



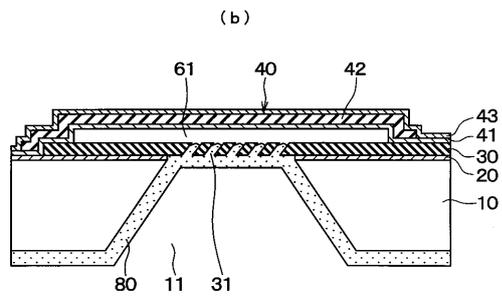
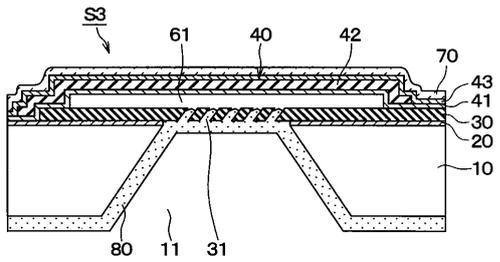
【図10】



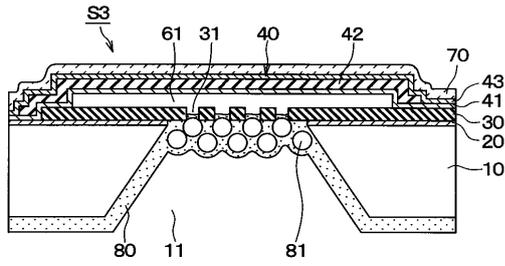
【図12】



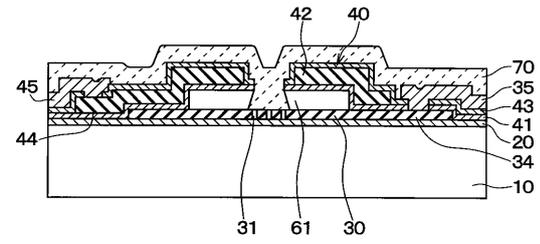
【図11】



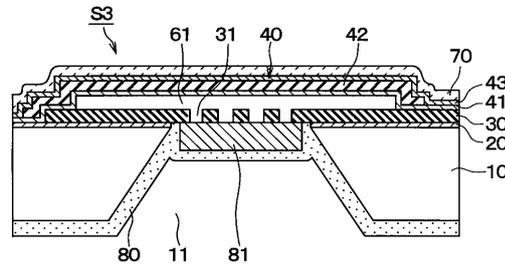
【図13】



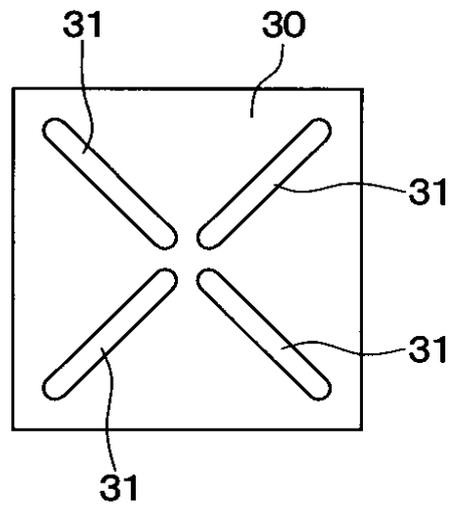
【図15】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 康利
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 石王 誠一郎
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 藤井 哲夫
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 島岡 敬一
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4番地の1 株式会社豊田中央研究所内
- (72)発明者 船橋 博文
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4番地の1 株式会社豊田中央研究所内

審査官 松浦 久夫

- (56)参考文献 特開平08-247878(JP,A)
特開2000-214035(JP,A)
特開2000-022172(JP,A)
特開昭63-025982(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01L 9/12
G01L 9/00