

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5342236号  
(P5342236)

(45) 発行日 平成25年11月13日(2013.11.13)

(24) 登録日 平成25年8月16日(2013.8.16)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 L 9/00 (2006.01)	GO 1 L 9/00 3 O 3 C
HO 1 L 29/84 (2006.01)	HO 1 L 29/84 B
	GO 1 L 9/00 3 O 3 F

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-528091 (P2008-528091)	(73) 特許権者	390041542
(86) (22) 出願日	平成18年8月22日 (2006.8.22)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公表番号	特表2009-506323 (P2009-506323A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番
(43) 公表日	平成21年2月12日 (2009.2.12)	(74) 代理人	100137545
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/032858		弁理士 荒川 聡志
(87) 国際公開番号	W02007/024911	(74) 代理人	100105588
(87) 国際公開日	平成19年3月1日 (2007.3.1)		弁理士 小倉 博
審査請求日	平成21年8月19日 (2009.8.19)	(74) 代理人	100129779
(31) 優先権主張番号	11/210,309		弁理士 黒川 俊久
(32) 優先日	平成17年8月24日 (2005.8.24)	(74) 代理人	100113974
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 田中 拓人
前置審査			
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力センサ及び製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持部と、空洞を画定する壁と、前記空洞を覆って配置されている隔膜部とを含む底部基材であって、シリコンを含んでおり、前記空洞は検知対象の環境に対して開放されている、底部基材と、

前記底部基材の上面に配置された上部酸化物層および窒化物層と、

前記底部基材の前記支持部の底面に配置された酸化物層および窒化物層により形成された少なくとも1つの下部誘電体層であって、前記底部基材の前記支持部の底面の端部を超えて延在しない、下部誘電体層と、

シリコンを含むキャップ基材と、

前記キャップ基材と前記底部基材の前記上部酸化物層との間のシリコン溶融結合と、

前記底部基材と前記キャップ基材との間に配設されており、前記シリコン溶融結合により前記環境から気密封止されているチャンバと、

前記隔膜部に物理的に連絡して、前記チャンバと前記空洞との間に配設されているピエゾ抵抗素子と、

前記底部基材と前記上部酸化物層との間に埋め込まれ、前記ピエゾ抵抗素子から前記キャップ基材の外縁より外側にある底部基材の電極まで、延びて結合するホウ素ドーパされた伝導経路と、

を備えた圧力センサ。

【請求項 2】

10

20

前記キャップ基材は 50 ～ 150 マイクロメートルの厚みを有する、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 3】

前記チャンバは前記キャップ基材のキャップ空洞により画定される、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 4】

前記底部基材及び前記キャップ基材の各々がシリコン・オン・インシュレータ型ウェーハでない、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 5】

前記底部基材は n 型基材であり、前記piezo抵抗素子は p 型ドーパ剤材料を含んでいる、請求項 1 に記載の圧力センサ。

10

【請求項 6】

前記電極は前記伝導経路を介して前記piezo抵抗素子に電氣的に連絡し、前記底部基材は n 型基材であり、前記伝導経路及び前記piezo抵抗素子の各々は p 型ドーパ剤材料を含んでいる、請求項 1 に記載の圧力センサ。

【請求項 7】

第 1 の酸化物層と前記第 1 の酸化物層の上に配設された第 1 の窒化物層を含み、シリコンを含む底部基材に、piezo抵抗素子及び ホウ素ドーパされた伝導経路を形成するステップと、

キャップ空洞を含みシリコンを含むキャップ基材を、前記空洞を気密封止してチャンバを形成するように前記底部基材の 前記第 1 の酸化物層 にシリコン溶融結合するステップと

20

、  
前記底部基材の壁及び隔膜部により画定される空洞を形成するように、前記底部基材の下側表面に配置された第 2 の酸化物層および第 2 の窒化物層の窓を通じて、前記底部基材の一部をエッチング除去するステップであって、前記piezo抵抗素子は前記隔膜部に物理的に連絡して配設される、エッチング除去するステップと  
を備えた圧力センサを製造する方法。

【請求項 8】

前記形成するステップは、前記底部基材に p 型ドーパ剤を注入する又は拡散させるステップを含んでいる、請求項 7 に記載の方法。

30

【請求項 9】

シリコン溶融結合の前に前記第 1 の窒化物層に電極窓をエッチングするステップをさらに含んでいる請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 の酸化物層と前記第 1 の窒化物層は前記底部基材上の形成され、前記底部基材はシリコンを含む n 型基材であり、前記第 1 の酸化物層は前記底部基材の上に配設され、

前記第 1 の酸化物層及び前記第 1 の窒化物層が当該piezo抵抗器及び当該伝導経路の各々を被覆するようにpiezo抵抗器及び伝導経路の各々を形成するために、前記底部基材に p 型ドーパ剤が注入又は拡散されており、前記伝導経路は前記piezo抵抗器に電氣的に連絡している、

40

請求項 7 に記載の方法。

【請求項 11】

電極窓を形成するために、前記第 1 の窒化物層の前記第 1 の酸化物層の上に配設されている部分をエッチング除去するステップと、電極を形成するために、前記電極窓に電極材料を配設するステップとをさらに含んでいる請求項 10 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

微小電気機械システム (MEMS) に基づく圧力センサが、医療機器、実験機器、工業設備及び車載用サーキットリ等の多様な設備に組み込まれている。圧力センサ装置が厳環

50

境に曝露されるような多数の応用が重要になりつつある。かかる厳環境としては、溶剤混合物（例えば燃料）、水（例えば塩水）、酸及び塩基がある。圧力センサの末端利用者は、標準的な装置がかかる環境で故障することを認めている。

【特許文献 1】米国特許第 6,647,794 号

【特許文献 2】米国特許第 6,629,465 号

【特許文献 3】米国特許第 6,406,636 号

【特許文献 4】米国特許第 6,074,891 号

【特許文献 5】米国特許第 6,038,928 号

【特許文献 6】米国特許出願公開第 2005/0037534 号

【特許文献 7】米国特許第 5,600,071 号

【特許文献 8】米国特許第 5,591,679 号

【特許文献 9】米国特許第 5,273,205 号

【特許文献 10】米国特許第 5,231,301 号

【特許文献 11】米国特許第 5,157,973 号

【特許文献 12】米国特許第 4,802,952 号

【特許文献 13】米国特許第 4,525,766 号

【特許文献 14】米国特許第 4,291,293 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0002】

例えば、一形式の圧力センサは絶対圧力を測定する。絶対圧力センサは、第一のシリコン・ウェーハ内部に空洞を形成し、次いで第二のシリコン・ウェーハを第一のシリコン・ウェーハに取り付け、空洞の上部の第二のウェーハを薄くして、これにより密閉されたチャンバを覆う隔膜を設けることにより製造される。隔膜の上又は隔膜に隣接して形成された圧電抵抗器が、隔膜の前面に作用している圧力が密閉されたチャンバに向かって隔膜をどの程度撓ませるかを検知することにより圧力を測定する。この例では、厳環境への曝露時に、例えば圧電抵抗器の相互接続（インターコネクト）において腐食がしばしば発生し、絶対圧力センサの劣化又は故障を引き起こす。

【0003】

従って、当技術分野では、厳環境で用いられることが可能な圧力センサの必要性が継続的に存在する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本明細書では、圧力センサ及び圧力センサを製造する方法を開示する。

【0005】

圧力センサの一実施形態は、キャップ基材にシリコン溶融結合された底部基材を含んでおり、底部基材とキャップ基材との間にチャンバが配設されている。底部基材及びキャップ基材の各々がシリコンを含んでいる。底部基材は、空洞を画定する壁と、空洞を覆うように配置された隔膜部とを含んでおり、空洞は検知対象の環境に対して開放されている。チャンバは環境から気密封止されている。

【0006】

圧力センサを製造する方法の一実施形態は、底部基材の上に酸化層及び窒化物層を形成するステップと、酸化層及び窒化物層が圧電抵抗器及び伝導経路の各々を覆うように圧電抵抗器及び伝導経路の各々を形成するために、底部基材に p 型ドーパントを注入する又は拡散させるステップと、キャップ空洞を含むキャップ基材を、空洞を気密封止してチャンバを形成するように底部基材にシリコン溶融結合するステップと、底部基材のエッチングによって生成される壁と隔膜部とによって画定される底部空洞を形成するように底部基材の一部をエッチング除去するステップとを含んでいる。底部基材はシリコンを含む n 型基材であって、酸化層は底部基材の上に配設され、窒化物層は酸化層の上に配設される。キャップ基材はシリコンを含んでいる。伝導経路は圧電抵抗器に電氣的に連絡

10

20

30

40

50

しており、ピエゾ抵抗器は隔膜部に物理的に連絡して配置されている。

【 0 0 0 7 】

上述の特徴及び他の特徴は、以下の詳細な説明、図面、及び冒頭の特許請求の範囲から当業者に認められ理解されよう。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 8 】

参照する図面は例示的な実施形態であり、類似の要素には類似の参照番号が付されている。

【 0 0 0 9 】

本開示を通してさらに詳細に説明するように、互いにシリコン溶融結合された第一の基材（ウェーハ）及び第二の基材（ウェーハ）を含む背面微小電気機械システム（MEMS）に基づく圧力センサ（以下では圧力センサと呼ぶ）が、厳環境（例えば溶剤混合物（例えば燃料）、水（例えば塩水）、酸及び塩基）において圧力センサを動作させることを可能にすることが見出された。これらの圧力センサは背面圧力センサであり、ピエゾ抵抗器（ピエゾ抵抗素子とも呼ばれる）が、基材の一つによって形成される隔膜の面であって環境に曝露される隔膜面に対向する面の面上に、面内に又は面に近接して（以下では議論の便宜のため「面に」等とする）配設される。応用に応じて、圧力センサは絶対圧力センサであっても差圧センサであってもよい。

【 0 0 1 0 】

図 1 を参照すると、参照番号 1 0 0 で全体的に示す絶対圧力センサの一実施形態が示されている。絶対圧力センサ 1 0 0 は、底部基材 1 2、キャップ基材 1 4、及び間に配置されたチャンバ 1 6 を含んでいる。底部基材 1 2 及びキャップ基材 1 4 は各々、シリコンを含んでいる。一実施形態では、底部基材 1 2 及びキャップ基材 1 4 は各々、多層構造（例えばシリコン・オン・インシュレータ型ウェーハ）である。さらに他の実施形態では、底部基材 1 2 及びキャップ基材 1 4 は各々、単層構造である。単層構造を用いると、多層構造と比較してセンサの経費を低減し得て有利であるものと特記される。

【 0 0 1 1 】

さらに、底部基材 1 2 は n 型基材である。例えば、底部基材 1 2 のシリコンは n 型ドーパ剤（例えばリン）でドーパされている。キャップ基材 1 4 は、n 型基材又は p 型基材のいずれであってもよい。キャップ基材 1 4 が n 型基材であるときには、キャップ基材 1 4 は底部基材 1 2 に用いられているものと同様の n 型ドーパ剤でドーパされていてもよいし、異なる n 型ドーパ剤でドーパされていてもよい。さらに、キャップ基材 1 4 が p 型基材であるときには、キャップ基材は p 型ドーパ剤（例えばホウ素）でドーパされる。

【 0 0 1 2 】

底部基材 1 2 は空洞 1 8 を含んでおり、空洞 1 8 は底部基材 1 2 の支持部 2 0 に生成される壁によって画定され、第三の側面を底部基材 1 2 の隔膜部 2 2 によって画定される。換言すると、隔膜部は空洞 1 8 の上部に配設される。さらに、空洞 1 8 は、隔膜部 2 2 の第一の（環境側）面 2 4 を検知対象の環境に曝露している。例えば、動作時に、環境は、隔膜部 2 2 の第一の面 2 4 に対して線 P で示すように圧力を加える。隔膜部 2 2 は、環境からの圧力の下で隔膜が撓むのを許すのに十分な厚みを含んでいる。ピエゾ抵抗素子 2 6 が、隔膜部 2 2 の第二の面 2 8 に配設されている。例えば、一実施形態では、ピエゾ抵抗素子 2 6 は、隔膜部 2 2 の撓曲時に最大応力を有する隔膜部 2 2 の領域に配設される。ピエゾ抵抗素子 2 6 は各々、機械的応力と共に変化する抵抗を含んでいる。各々のピエゾ抵抗素子 2 6 の数、形式及び構成は応用に応じて異なる。一実施形態では、ピエゾ抵抗素子 2 6 はホイートストン・ブリッジ回路として構成される。動作時には、ピエゾ抵抗素子 2 6 は、環境からの圧力による隔膜部 2 2 の撓曲を測定する。ピエゾ抵抗素子の適当な材料としては、限定しないが p 型ドーパ剤（例えばホウ素）がある。

【 0 0 1 3 】

伝導経路 3 0 は、相互接続（インターコネクト）とも呼ばれ、ピエゾ抵抗素子 2 6 に電気的に連絡して配設される。伝導経路 3 0 は任意の導電性材料を含んでいる。例えば、伝

10

20

30

40

50

導経路 30 は、p 型ドーパ剤でドーパされている底部基材 12 の一部を含み得る。伝導経路 30 は、ワイヤ・ボンド・パッド等と呼ばれる電極 32 に電氣的に連絡して配設される。電極 32 の適当な材料としては、金属（例えばアルミニウム、チタン、白金、金、及びこれらの少なくとも一つを含む組み合わせ）、並びに合金等がある。

#### 【0014】

伝導経路 30 は、底部部分 12 に物理的に連絡して配設される。第一の酸化物層 34（例えば二酸化ケイ素層）が、伝導経路 30 に物理的に連絡して配設される。例えば、第一の酸化物層 34 は、伝導経路 30、及び底部基材 12 の少なくとも一部（例えば隔膜部 22 の第二の面）の上に配置され得る。スルー・ホールが第一の酸化物層 34 に配設されて、電極 32 と伝導経路 30 との間の電氣的な連絡を可能にしている。

10

#### 【0015】

第一の酸化物層 34 に物理的に連絡して、第一の窒化物層 36 が配設される。スルー・ホールが、第一の酸化物層 34 に配設されているスルー・ホールの位置に対応して第一の窒化物層 36 に配設されて、電極 32 と伝導経路 30 との間の電氣的な連絡を可能にしている。理論による制約を俟つまでもなく、第一の酸化物層 34 及び第一の窒化物層 36 は各々、伝導経路 30 及びピエゾ抵抗素子 26 の絶縁層及び / 又は保護層として作用する。第一の窒化物層 36 は、限定しないが窒化ケイ素を含めて窒化物を含んでいる。また、第二の酸化物層 38 及び第二の窒化物層 40 が、例えば隔膜部 22 の第二の面 28 に対向する底部基材 12 の表面 42 にそれぞれ配設される。これらの層は、第一の酸化物層 24 及び第一の窒化物層 36 に関連して述べたものと同様の材料をそれぞれ含んでいる。さらに、空洞 18 の形成時には、第二の酸化物層 38 と及び第二の窒化物層 40 は各々、保護皮膜として作用する。

20

#### 【0016】

底部基材 12 は、周囲環境から気密封止されたチャンバ 16 が間に形成されるようにキャップ基材 14 にシリコン溶融結合される。理論による制約を俟つまでもなく、密閉の気密性は、合衆国軍用規格（MIL-STD）- 883E に準拠した方法によって容易に測定することができる。底部基材 12 及びキャップ基材 14 は、チャンバ 16 が、隔膜部 22 が環境に曝露されるときにゼロ圧力基準として作用する真空室となるように真空内で共に結合される。図 1 に示す実施形態では、チャンバ 16 はキャップ基材 14 の空洞によって形成される。代替的には、底部基材 12 に空洞を配設してチャンバ 16 を形成することもできる。チャンバ 16 を形成する空洞の長さ及び幅は、少なくとも隔膜部 22 の長さ及び幅に対応するように選択される。空洞の幅は、実質的に一様であってもよい（例えば壁が実質的に真直である）、空洞の壁が隔膜部 22 に向かって収束していてもよい（例えば壁にテーパを設ける）。

30

#### 【0017】

図 2（A）～図 2（J）は、図 1 の背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法をまとめて示す。図 2（A）では、ピエゾ抵抗素子 26 及び伝導経路 30 が底部基材 12 の表面に、例えばイオン注入及びイオン拡散等によって形成される。ピエゾ抵抗素子 26 及び伝導経路 30 の材料としては上で述べたような材料がある。図 2（B）は、結合区域（例えば結合輪）を形成するための窒化物層 36 の一部の選択的エッチング除去を示しており、続いて底部基材 12 を再度酸化させて、エッチング及び酸化の前の第一の酸化物層 34 の厚みよりも厚い第一の酸化物層の酸化物部分を結合区域に形成している。図 2（C）は、電極 32 の位置に対応する位置において、酸化物層 34 を残しながら窒化物層 36 の部分をエッチング除去するステップを示す。図 2（D）は、2 段の高さを含むキャップ基材 14 を示しており、これらの段の高さは、例えば深掘り反応性イオン・エッチングによってキャップ基材 14 に形成される。段の高さはチャンバ 16 の所望の寸法に対応しており、底部基材 12 の結合区域に対応するように配置されている。

40

#### 【0018】

図 2（E）は、キャップ基材 14 にシリコン溶融結合された底部基材 12 を示しており、このことは絶対圧力センサ 100 を製造するときの重要な特徴となる。底部基材 12 及

50

びキャップ基材 14 は、中間的な結合剤、合金及び接着剤等を一切用いずに結合される。さらに、シリコン溶融結合とは、ケイ素対ケイ素の結合又はケイ素対酸化ケイ素の結合の任意の組み合わせを指す。一実施形態では、シリコン溶融結合は、約 100 マイクロメートル～約 150 マイクロメートルの結合幅を有する。シリコン溶融結合を用いることにより、圧力センサ 100 が少なくとも 10 年の動作寿命を有することを可能とし、このことは絶対圧力センサ 100 を車載応用に用いることを可能にして有利である。

#### 【0019】

さらに、シリコン溶融結合を用いるので、他の結合技術を用いた他の装置に比べて絶対圧力センサの全体経費を低減することができる。例えば、中間層を用いてもう一つのシリコン基材と結合されるシリコン基材は、シリコン溶融結合と比較して、結合材料に関連する追加経費及び追加の加工経費が掛かる。さらに具体的には、ガラス基材及びシリコン・オン・インシュレータ(SOI)基材の経費は一般に、標準的なシリコン基材の経費よりも高価である。競争市場では、性能を保持し又は増強しつつ少しでも経費を低減することが市場シェアを獲得するのに望ましい。

#### 【0020】

図 2(F) は、キャップ基材 14 の全体の厚みを減じるように、研削及び研磨を用いて薄くしたキャップ基材を示す。キャップ基材 14 の全体の厚みは約 400 マイクロメートルまでであり、特に約 50 マイクロメートル～約 150 マイクロメートルである。材料の削減は装置の全体経費の削減に対応する。さらに、圧力センサでの寸法の縮小は、圧力センサがさらに広範囲の応用に用いられることを可能にする。

#### 【0021】

図 2(G) は、第一の酸化物層 36 の選択的除去に関連して上で述べたエッチング剤と同様のエッチング剤を用いて第二の酸化物層 38 及び第二の窒化物層 40 の各々の一部を選択的に除去することにより形成された窓を示す。図 2(H) では、例えばエッチングによってキャップ層が最終的な形状に形成されている。図 2(I) は、第一の酸化物層 34 及び第一の窒化物層 36 の各々において窓(例えばスルー・ホール)が形成されている区域に金属化によって形成された電極 32 を示す。適当な金属化の手法としては、限定しないがスパッタリング及び電子ビーム気相堆積がある。

#### 【0022】

図 2(J) は、第二の酸化物層 38 及び第二の窒化物層 40 に形成された窓が例えばエッチングによってさらに開かれて(深掘りされて)、空洞 18 及び隔膜部 22 を形成しているのを示す。例えば、空洞 18 は異方性エッチング剤を用いて形成される。適当な異方性エッチング剤としては、限定しないが水酸化カリウム(KOH)、テトラメチル水酸化アンモニウム(TMAH)及びエチレンジアミンピロカテコール(EDP)等がある。異方性エッチングは、表面 42 から、空洞 18 によって形成される隔膜部 22 の第一の面 24 に向かって全体的に収束する壁を有する空洞 18 を底部基材 12 に形成する。但し、他の実施形態では、等方性エッチングを用いて空洞 18 を形成し得ることが理解されよう。適当な等方性エッチング剤としては当技術分野で公知のもの及びその他が含まれる。

#### 【0023】

図 3 を参照すると、参照番号 200 で全体的に示す絶対圧力センサの一実施形態が示されている。絶対圧力センサ 200 の構成要素の構成は、絶対圧力センサ 100 によって示す構成と実質的に同じであるが、本実施形態は、チャンバ 16 の形状及び各々の基材(例えばキャップ基材 14)の形状が変化し得ることを強調するために本書に含まれている。さらに、チャンバ 16 は底部基材 12 とキャップ基材 14 との間に配設されるが、チャンバ 16 は底部基材 12 の空洞、キャップ基材 14 の空洞、又はこれらの組み合わせによって形成され得る。この例では、チャンバ 16 の形状はキャップ基材 14 の形状に対応している。

#### 【0024】

図 4(A)～図 4(H) は、図 3 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法をまとめて示す。図 4(A) は第一の酸化物層 34 に開けられた窓を示し、この

10

20

30

40

50

窓は図4(B)に示すようにさらにエッチングされる。例えば、異方性エッチング剤(例えばKOH、TMAH及びEDP等)を用いてテーパ付きの壁を底部基材12に有する空洞を形成することができる。図4(C)に示すように、酸化物がエッチング区域に再度成長させられる。図4(D)では、ピエゾ抵抗素子26及び伝導経路30が、イオン注入及びイオン拡散等によって底部基材12の表面に形成される。ピエゾ抵抗素子26及び伝導経路30の材料としては前述の材料がある。図4(E)は、キャップ基材14にシリコン溶融結合された底部基材12を示す。図4(F)は、第一の酸化物層34及びキャップ基材14の外面を覆って配設された窒化ケイ素を示す。図4(G)は、伝導経路30に電氣的に連絡するように金属化によって形成された電極32を示す。適当な金属化手法としては前述のような金属化手法がある。図4(H)は、第二の酸化物層38及び第二の窒化物層40がエッチングされて空洞18及び隔膜部22が形成されているのを示す。

10

#### 【0025】

図5を参照すると、参照番号300で全体的に示す差圧センサの一実施形態が示されている。議論を容易にするために、差圧センサ300は、絶対圧力センサ100及び200に関連して述べたものと同様の構成要素の構成を含んでいるが、差圧センサ300はキャップ基材14に配設された空洞44をさらに含む点異なる。空洞44は、チャンバ16を環境に曝露させ、圧力が第一の面24及び第二の面28の両方から隔膜部22に作用することを可能にしている。さらに具体的には、動作時に、隔膜部22はP及びP<sub>2</sub>からの圧力差に比例して撓曲する。ピエゾ抵抗素子26は、P及びP<sub>2</sub>からの圧力差による隔膜部22の撓曲を測定する。簡潔には、絶対圧力センサ100及び200は各々、キャップ

20

#### 【0026】

得られる差圧センサ300は、はんだバンプ等によってセラミック基材に固定され得る。図5では、はんだバンプ(楕円形として示されている)が、電極32、及びセラミック基材に配設されている第二の電極に物理的に連絡して配設されている。差圧センサ300を形成する方法は、潜在的に蓄積して空洞44を閉塞させ得る破片等が空洞44に配設されるのを軽減するので有利である。

#### 【0027】

有利な点として、本書に開示された絶対圧力センサは、底部基材とキャップ基材との間にシリコン溶融結合を含んでいる。さらに、絶対圧力センサは背面絶対圧力センサである。シリコン溶融結合は、他の結合手法(例えば中間ガラス・フリット結合及び接着剤結合等)よりも優れた結合強度を提供し、これにより圧力センサが少なくとも10年の耐用年数を有することを可能にする。さらに、上で簡潔に述べたように、シリコン溶融結合はまた、圧力センサが現在の幾つかのセンサに比べて低減された経費で構築されることを可能とし、大きな商業的利点を提供し得る。加えて、絶対圧力センサを背面圧力センサとして構築することにより、ピエゾ抵抗素子及び伝導経路が環境から遮蔽されるため、圧力センサを厳環境で用いることができ、有利である。この場合にも、この構築によって圧力センサの耐用年数を現在のセンサに比べて延ばすことができる。

30

#### 【0028】

幾つかの実施形態に関して本発明を説明したが、本発明の範囲を逸脱することなく本発明の構成要素に対し様々な変形を施し均等構成を置換し得ることが当業者には理解されよう。加えて、本発明の本質的な範囲を逸脱することなく多くの変更を施して本発明の教示に合わせて特定の状況又は材料を適応構成することができる。従って、本発明は本発明を実施するために想到される最良の態様として開示される特定の実施例に限定されず、特許請求の範囲に含まれる全ての実施例を含むものとする。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0029】

【図1】背面絶対圧力センサの一実施形態の断面図である。

【図2(A)】図1に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す

50

図である。

【図 2 ( B )】図 1 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 2 ( C )】図 1 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 2 ( D )】図 1 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 2 ( E )】図 1 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 2 ( F )】図 1 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。 10

【図 2 ( G )】図 1 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 2 ( H )】図 1 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 2 ( I )】図 1 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 2 ( J )】図 1 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 3】背面絶対圧力センサのもう一つの実施形態の断面図である。 20

【図 4 ( A )】図 3 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 4 ( B )】図 3 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 4 ( C )】図 3 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 4 ( D )】図 3 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 4 ( E )】図 3 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。 30

【図 4 ( F )】図 3 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 4 ( G )】図 3 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 4 ( H )】図 3 に示す背面絶対圧力センサの実施形態を製造する例示的な方法を示す図である。

【図 5】差圧センサの一実施形態の図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 0 】

1 2 底部基材 40

1 4 キャップ基材

1 6 チャンバ

1 8 空洞

2 0 支持部

2 2 隔膜部

2 4 第一の面

2 6 ピエゾ抵抗素子

2 8 第二の面

3 0 伝導経路

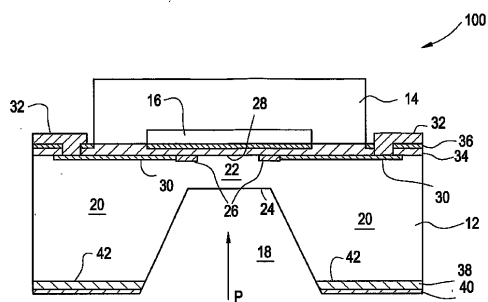
3 2 電極 50



- 3 4 第一の酸化物層
- 3 6 第一の窒化物層
- 3 8 第二の酸化物層
- 4 0 第二の窒化物層
- 4 2 表面
- 4 4 空洞
- 1 0 0、2 0 0 絶対圧力センサ
- 3 0 0 差圧センサ

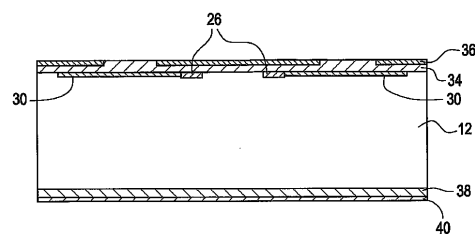
【図 1】

FIG. 1



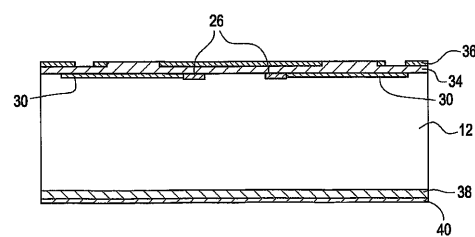
【図 2 B】

FIG. 2B



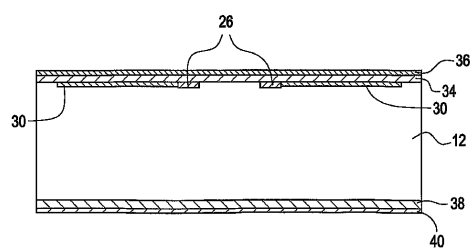
【図 2 C】

FIG. 2C



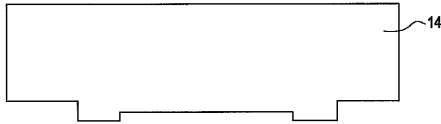
【図 2 A】

FIG. 2A



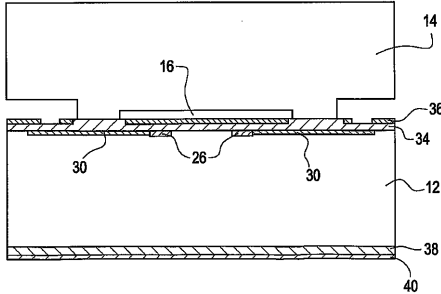
【図 2 D】

FIG. 2D



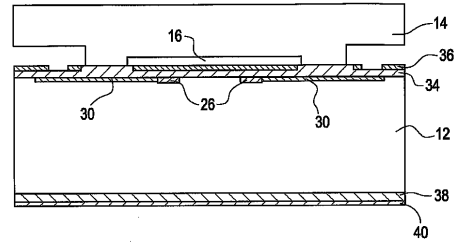
【図 2 E】

FIG. 2E



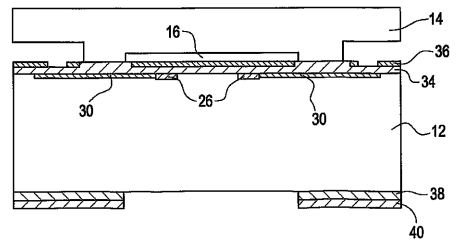
【図 2 F】

FIG. 2F



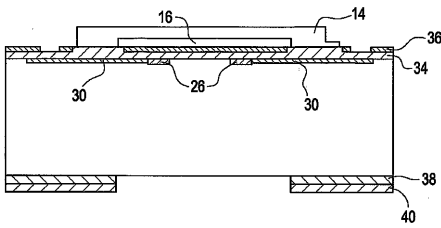
【図 2 G】

FIG. 2G



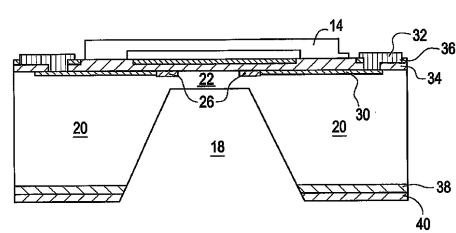
【図 2 H】

FIG. 2H



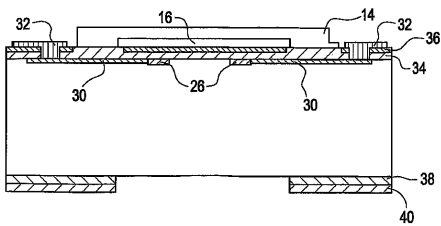
【図 2 J】

FIG. 2J



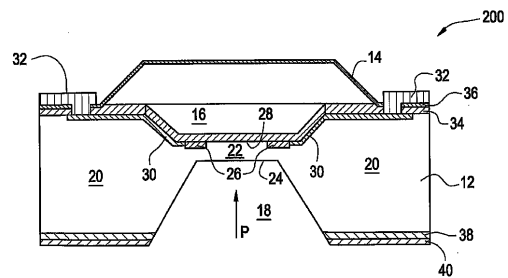
【図 2 I】

FIG. 2I



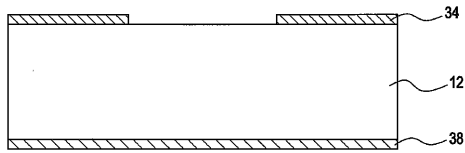
【図 3】

FIG. 3



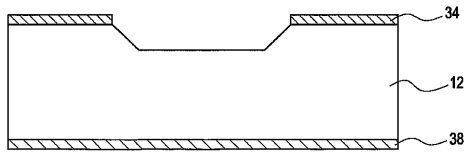
【図 4 A】

FIG. 4A



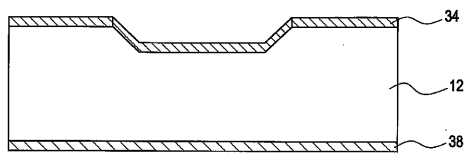
【図 4 B】

FIG. 4B



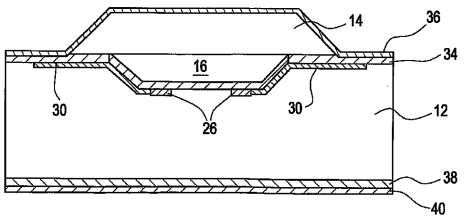
【図 4 C】

FIG. 4C



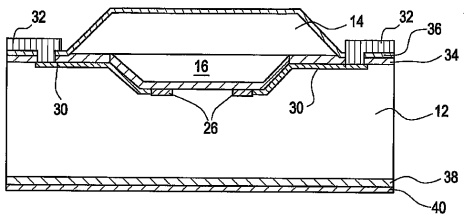
【図 4 F】

FIG. 4F



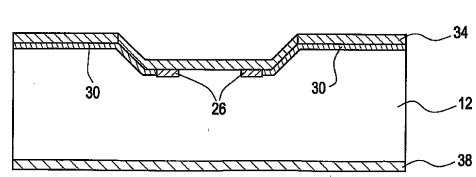
【図 4 G】

FIG. 4G



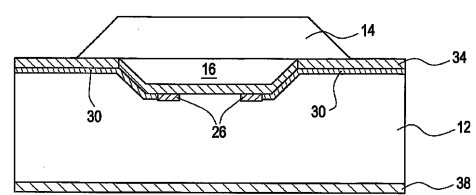
【図 4 D】

FIG. 4D



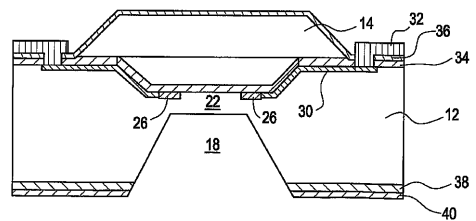
【図 4 E】

FIG. 4E



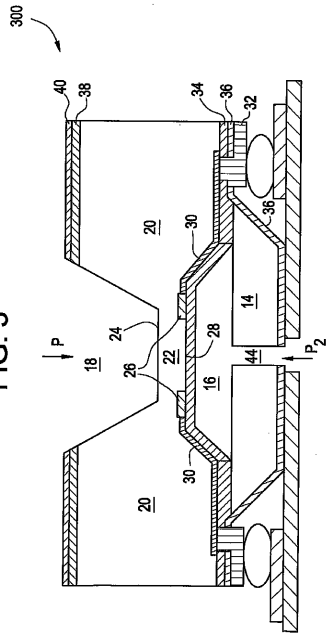
【図 4 H】

FIG. 4H



【 図 5 】

FIG. 5



---

フロントページの続き

- (72)発明者 チュウ, スタンリー  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州・95014、クベルティーノ、ヘネイ・クリーク・プレイス  
、10447番
- (72)発明者 ガマージ, シシラ・カンナム  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州・94538、フレモント、アパートメント・176、ベイ・  
ストリート、4200番
- (72)発明者 クウォン, ヒョン・チン  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州・94538、フレモント、アパートメント・エル、アルバニ  
ー・コモン、39495番

審査官 石井 哲

- (56)参考文献 特開平07-110277(JP, A)  
特開2000-135700(JP, A)  
特開平08-313380(JP, A)  
特開2005-156164(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01L 9/00 - 19/14