

(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2004-45184
(P2004-45184A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 L 9/04	GO 1 L 9/04	2 F O 5 5
HO 1 L 21/52	HO 1 L 21/52	E 4 M 1 1 2
HO 1 L 29/84	HO 1 L 29/84	Z 5 F O 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-202448 (P2002-202448)	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22) 出願日	平成14年7月11日(2002.7.11)	(74) 代理人	100106149 弁理士 矢作 和行
		(72) 発明者	田中 昌明 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	池澤 敏哉 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	斎藤 隆重 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体力学量センサ

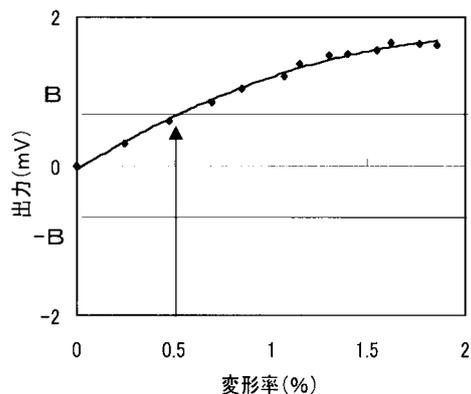
(57) 【要約】

【課題】 センサ出力の変動の小さい半導体力学量センサを提供すること。

【解決手段】 支持部2上にセンサチップ5が所定の接合温度のもと接着剤4により接合された半導体力学量センサとしての圧力検出装置1において、接合における接着剤4の硬化収縮による変形率が0.5%以下である接着剤4が用いられる。

従って、接着後に接着剤の硬化収縮によりセンサチップ5に生じる応力を低減する事ができ、その結果使用環境温度においても応力緩和が低減される為、それに伴うセンサ出力の変動を抑えることができる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

接着剤を用いて支持部上にセンサチップを接合した半導体力学量センサにおいて、前記接着剤として接合温度前後での変形率が 0.5% 以下の接着剤を用いることを特徴とする半導体力学量センサ。

【請求項 2】

前記接着剤として、フィルム化された接着剤を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 3】

前記接着剤は、有機系樹脂材料或いは液晶ポリマーであることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体力学量センサ。 10

【請求項 4】

前記接着剤は、有機系樹脂材料に無機フィラーを所定の量添加混合させたものであることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 5】

前記接着剤は、有機系樹脂材料に無機フィラーを添加し、有機系樹脂材料と無機フィラーとの間で化学結合させたハイブリッド接着剤であることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 6】

前記接合温度は 350 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 いずれか 1 項に記載の半導体力学量センサ。 20

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は半導体力学量センサに関し、特にセンサチップの接着剤に関するものである。

【0002】**【従来技術】**

従来、例えば金属ダイヤフラム上に半導体力学量センサとしての圧力センサチップを接着する場合、接着剤としては、接着力が強く物理的にも安定な低融点ガラスが用いられていた。 30

【0003】

低融点ガラスは、環境面から有鉛タイプと無鉛タイプの 2 つに分類され、その中でも酸化鉛を含有した有鉛タイプは、近年環境面での問題から使用をするには問題がある。また、無鉛タイプにおいては、酸化鉛を含有していないため融点を下げるのは難しく、例えば 400 ~ 500 程度の接合温度が必要となる。このため、接合に余分な熱エネルギーを必要とするといった問題や接合時の温度によってセンサチップを損傷させてしまう問題がある。

【0004】

そこで、近年低温で接合可能な有機系樹脂材料によるセンサチップの接合が検討されている。 40

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

本発明者らの研究結果において、例えばエポキシ樹脂等の有機系樹脂材料を接着剤として用いた場合、加熱後の硬化収縮による変形率が大きく、センサチップに応力が発生するため、センサの出力の変動が大きいといった問題がある。また、それらのセンサを実際に実装した場合、使用温度によるクリープ現象により応力が緩和され、それによりセンサ出力が変動するといった問題がある。

【0006】

本発明は上記問題点に鑑み、センサ出力の変動の小さい半導体力学量センサを提供することを目的とする。 50

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する為に、請求項1に記載の半導体力学量センサは、支持部上に接着剤を用いてセンサチップが接合されており、接合温度の印加前後における接着剤の変形率が0.5%以下であることを特徴とする。

【0008】

変形率についての詳細は実施例にて述べるが、本発明者らにより、センサチップの出力変動を抑えるため、接着剤の変形率とセンサ出力の変動が調査された。その結果、支持部上にセンサチップを接合する際、熱硬化前と熱硬化後とにおける変形率が0.5%以下の接着剤を用いることで、接着後にセンサチップに発生する応力を低減する事ができ、実用上、問題のないレベルまでセンサ出力の変動を減少できることが判明した。また、内部応力を減少させることができるため、実装された際の使用環境温度においても、クリープ現象による応力緩和によりセンサ出力が変動することも極力抑えることができる。

10

【0009】

請求項2に記載のように、用いられる接着剤はフィルム化されていることが好ましい。通常の溶液状態の接着剤の場合、溶液状態から固体への固化時において、有機溶剤の揮発及び溶液から固体への相変化に起因する体積収縮により、その変形率は大きなものとなる。しかしながら、フィルム化することにより、いわば半硬化させた状態となり、硬化反応は残るものの固体状態であるため、その変形率は通常の液体状接着剤ほど大きくはなく、硬化後のセンサチップに発生する応力を低減する事ができる。

20

【0010】

また用いられる材料としては請求項3に記載のように、有機系樹脂材料或いは液晶ポリマーを用いたものか、請求項4に記載のように有機樹脂系材料に無機フィラーを所定の量添加混合したもの、或いは請求項5に記載のように、有機系樹脂材料に無機フィラーを添加し、反応させ化学結合を持たせたハイブリッド接着剤のいずれかを用いることが好ましい。

【0011】

請求項3に記載のように、有機系樹脂系材料をフィルム化しても良いが、そのままでは、半導体基板との線膨張係数の違いから、接着時の硬化収縮により、有機樹脂系材料はある程度変形し、センサチップの出力もそれに併せて変動する。従って、より好ましい状態としては、一定方向への線膨張係数が小さく、また変形率が小さいという特徴をもつ液晶ポリマーを用いたり、半導体基板と接着剤の線膨張係数を近づけるために、請求項4に記載のように有機樹脂系材料に無機フィラーを所定量添加し線膨張係数を下げたもの、請求項5のように、有機系樹脂材料に無機フィラーを反応させて化学結合を持たせたハイブリッド接着剤を用いることが好ましい。

30

【0012】

請求項6に記載のように、接着剤を用いてセンサチップを支持部上に接合する際の接合温度は、350以下であることが好ましい。接合温度を従来よりも低く抑えることで、センサチップ自体へかかる熱応力を低減でき、また使用する熱エネルギーを減少させることもできる。

40

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

(第1の実施の形態)

図1に、本実施の形態の一例として、金属ダイヤフラムを支持部とし、その上面にセンサチップを接着した圧力検出装置を示す。この半導体力学量センサとしての圧力検出装置1は、車両におけるエンジンの燃料噴射圧制御やブレーキ圧制御等に用いられる。図1において、(a)は圧力検出装置1の外観図、(b)は(a)のA-A断面図である。

【0014】

圧力検出装置1は、支持部2として例えば円形のダイヤフラムを有する金属ステム(台座

50

）3と、支持部2の一方の面側に所定の接合温度で接着剤4により接合されたセンサチップ5とを備える。そして、支持部2の他方の面側に形成された中空部6に、例えば所定の気体や液体等の圧力媒体を導入し、支持部2及びセンサチップ5の変形に基づき圧力を検出するものである。

【0015】

接着剤4による支持部2へのセンサチップ5の接合温度としては350以下であることが好ましい。350より高い温度条件であると、センサチップ5を構成する図示されない素子等が熱により破壊される可能性がある。本発明においては後述するように、接着剤4として有機系樹脂材料等を用いることで、350以下の低温でも十分センサチップ5と支持部2の接着が可能である。さらに、低温接合を行うことにより、接合に用いる熱エネルギーを低減でき、コストダウンを図ることができる。

10

【0016】

金属ステム3は、例えばFe-Ni-Co系合金であるコバルト等により構成されており、好ましくは、センサチップの線膨張係数にできる限り近い値を持つものが用いられる。金属ステム3は切削等によりその内部に円筒状の中空部6を有し、その中空部6の一端側にダイヤフラム面である支持部2が形成されている。また、中空部6の図示されない他端側より、図1(b)の矢印が示すように、圧力媒体が導入され、支持部2に圧力が印加されるようになっている。

【0017】

次に、センサチップ5は、半導体基板として例えば正方形の単結晶シリコン基板よりなり、一方の面を接着剤4により、支持部2上に固定されている。また、他方面には、図示されない例えば所定の抵抗値を有する4個のピエゾ抵抗素子が形成されており、シリコン基板上のある所定の位置に配置されている。そして、図示されない配線及び電極と共にブリッジ回路を形成しており、その表面は例えばシリコン窒化膜等の図示されない保護膜により覆われている。

20

【0018】

ここで圧力検出装置1の検出方法は次に示す通りである。図1(b)に示される矢印の方向に圧力が印加されると、圧力媒体を介して支持部2及びセンサチップ5が歪変形し、センサチップ5に応力が発生する。それに伴って、図示されない各ピエゾ抵抗素子に夫々応力が発生し、その応力差が出力差となり、図示されないブリッジ回路により圧力変化として検出される。

30

【0019】

また、支持部2上にセンサチップ5を接合する接着剤4としては、有機系樹脂材料、液晶ポリマー、有機系樹脂材料に無機フィラーを添加したもの、有機系樹脂材料と無機フィラーを化学結合させたハイブリッド材料が用いられる。そして、それらに共通する特徴としては、夫々の接着剤4の接合前後における接着剤4の硬化収縮量による変形率が0.5%以下であることであり、且つ夫々の接着剤4はフィルム化されていることである。

【0020】

ここで、センサチップ5を支持部2上に接合する際の、接着剤4の変化率については下記に示す通りである。

40

【0021】

(接着剤の変化率)

センサチップ5を支持部2上に接着剤4を用いて接合する際、図2に示すように、温度を印加する前の接着剤4の直径をaとし、所定時間(例えば1~8時間)、所定の温度(例えば100~250)で加熱することによって、センサチップ5を支持部2上に接合させた際の硬化収縮後の接着剤4の直径を図2の破線で示すbとすると、接着剤4の加熱による硬化収縮による変形率は、

【0022】

【数1】変形率(%) = { (a - b) / a } × 100

にて示される。尚、図2は図1(a)におけるセンサチップ4の非接着面側から見た平面

50

図である。

【0023】

ここで、変形率とセンサチップ5の出力変化との関係を図3に示した。尚、図3におけるセンサ出力値は、図4に記載にした条件によってシミュレーションにより算出されたものである。圧力検出装置1が製品として許容しうる出力値に所定のマージンを加味した値を閾値 $\pm B m V$ とすると、その範囲を満たす接着剤4の変形率は図3に示すように0.5%以下となる。

【0024】

また、実際、センサチップ5の出力値が製品規格を満足するように選定しても、実際の使用環境温度(例えば-40 ~ 120)において、センサチップ5の出力値がずれてしまう場合がある。そこで、図3における出力変動値を初期状態とし、上記例示した使用環境温度の上限である120において、接着剤4の硬化収縮によりセンサチップ5に発生した応力が、使用環境温度下において時間と共に減少するクリープ現象により緩和され、それに伴ってセンサチップ5の出力がどの程度変動するのかが確認した。そのシミュレーション結果を図5に示す。尚、シミュレーションに用いた条件は、図3と同じく図4に示したものである。

10

【0025】

図5において、 x が0.5%、 y が1.0%、 z が1.6%の変形率におけるシミュレーション値を示し、 w が変形率1.6%における実測値を示す。尚、その際の接合条件としては80で2時間後、150で4時間、さらに230で1時間加熱したものである。

20

【0026】

ここで、60分後のセンサチップ5の出力変化の許容値に所定のマージンを加味した値を閾値 $\pm C m V$ とすると、図5に示すようにその範囲を満たす接着剤4の変形率は0.5%以下となる。

【0027】

従って、図3及び図5の結果から、本発明においてセンサチップ5を支持部2に接合する際に、用いられる接着剤4の変形率が0.5%以下のものを使用することにより、接着剤4の硬化収縮によりセンサチップ5に生じるセンサ出力の誤差と、使用環境温度におけるクリープ現象によるセンサ出力の変化を許容範囲内に抑えることができることがわかる。

30

【0028】

次に用いられる接着剤4について説明する。

【0029】

有機系樹脂材料として、例えばエポキシ樹脂を用いた場合、接合温度条件下での液体から固体への相変化による体積収縮及び有機溶剤の揮発等により、硬化収縮による変形率は略1.8%もあり、その変形によりセンサチップ5に生じる応力によってセンサ出力の変動幅が大きくなってしまう。しかしながら、例えば液状のエポキシ樹脂をPET等のキャリアフィルムに薄く塗り広げ、半硬化させることによりフィルム化を行うと、硬化反応自体は必要であるものの接着剤4の形態としては固体状態であるため、センサチップ5を支持部2上に接合する際の温度による変形率は略0.5%と小さくすることができ、圧力検出装置1として使用可能となる。尚、有機系樹脂材料としては、エポキシ樹脂以外にもポリイミドやウレタンといったものの使用も可能である。

40

【0030】

また、液晶ポリマーをフィルム化したものを接着剤4として用いても良い。液晶ポリマーは、それ自体が熔融状態で既に結晶性を持っており、通常の有機系樹脂材料のような固化時に生じる無定形から結晶への相変化に起因する体積収縮が無く、成形収縮率が小さい。また、配向性があり、流動方向に配向するため、その方向の線膨張係数は非常に小さい。さらに、それをフィルム化したものを用いることで変形率を0.5%以下に抑えることができ、使用環境温度における出力変化も略0.05mV程度に抑えることができる。

【0031】

50

また、有機系樹脂材料に無機フィラーを所定量添加混合しても良い。その場合の例として、例えばエポキシ樹脂やポリイミド、ウレタン樹脂10～30wt%に対して、例えば単結晶或いは酸化物等としてのシリコンを70～90wt%添加させフィルム化したものを示すことができる。これは、有機系樹脂材料の線膨張係数が数10ppm(例えば40～70ppm)と高いため、Siを混合することにより熱膨張係数を低下させ、センサチップ5の半導体基板として用いられている図示されないシリコン基板及び金属ステム3の線膨張係数、例えば1～10ppmに近づけるためである。センサチップ5に用いられているシリコン基板の線膨張係数或いは金属ステム3と接着剤の線膨張係数が近づくことで、夫々の間に発生する応力を低減する事ができる。この場合も、変形率を略0.5%程度に抑えることができる。

10

【0032】

さらに接着剤4として、有機系樹脂材料に無機フィラーを化学反応させ、有機系樹脂材料と無機フィラーとの間に化学結合を持たせたハイブリッド剤を用いることができる。ハイブリッド接着剤としては、例えば有機系樹脂材料としてのエポキシ樹脂と例えば無機フィラーとしてのアルコキシシランを、夫々所定量添加し100～200で1～2時間加熱しゾルゲル反応(アルコキシシランの加水分解及び縮合)させることにより形成することができる。Siを添加することにより接着剤の線膨張係数をセンサチップ5及び金属ステム3の線膨張係数に近づけつつ、接着剤4自体もゾルゲル化により半硬化状態となり、それによって硬化反応時の変形率を低減し、その変形率を略0.5%程度にすることができる。

20

【0033】

以上本発明において、センサチップ5を金属ステム3の支持部2上に接着剤4を所定の接合温度にて接着する際に、変形率が0.5%以下の有機系樹脂材料、液晶ポリマー、有機系樹脂材料に無機フィラーを添加したもの、有機系樹脂材料に無機フィラーを添加し反応させたハイブリッド材料のいずれかをフィルム化したものを接着剤として用いることで、接合時に接着剤の硬化収縮により発生する応力を低減でき、圧力検出装置1の初期の出力誤差を抑えることができる。さらに、上記応力の低減により、実装された後の使用環境温度においても、クリープ現象による応力緩和が低減されるので、その際に発生する出力変化をおさえることができ、圧力検出装置1として安定した機能を発揮することができる。

30

【0034】

尚、接着剤4をフィルム化する例を示したが、本発明はそれに限定されるものではなく、変形率が0.5%以下の接着剤4であればよい。

【0035】

また、本例においては、支持部としての金属ダイヤフラム上に、変形率が0.5%以下の接着剤を用いてセンサチップを接着する例を示したが、金属ダイヤフラムタイプに限定されず、それ以外の支持部上にセンサチップを接着する半導体力学量センサにも用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における圧力検出装置を示し、(a)外観図、(b)(a)におけるA-A断面の断面図である。

40

【図2】図1(a)におけるセンサチップの非接着面側から見た平面図である。

【図3】変形率とセンサ出力の関係を示す図である。

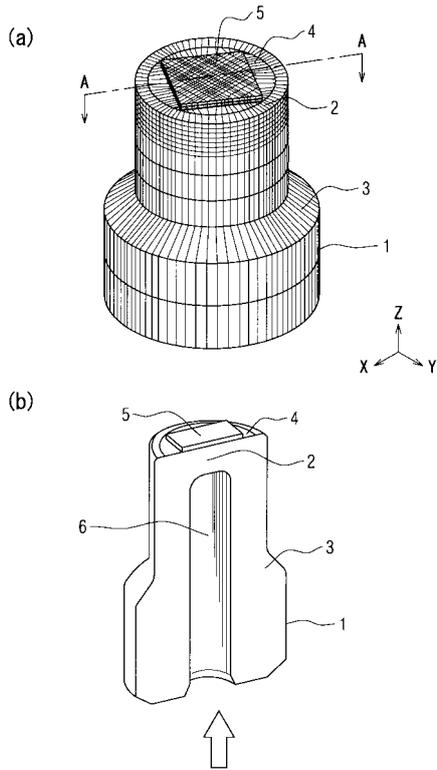
【図4】シミュレーション条件を示す図である。

【図5】120加温時の変形率による時間と出力変化の関係を示す図である。

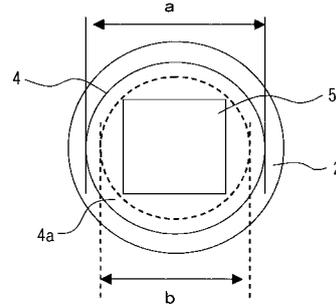
【符号の説明】

1・・・圧力検出装置、2・・・支持部、3・・・金属ステム、4・・・接着剤、4a・・・硬化収縮後の接着剤、5・・・センサチップ

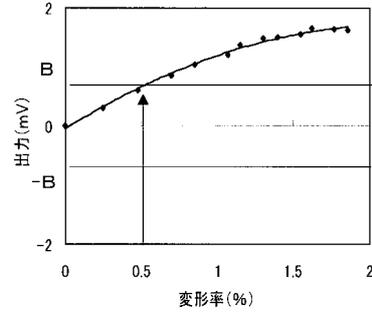
【 図 1 】



【 図 2 】



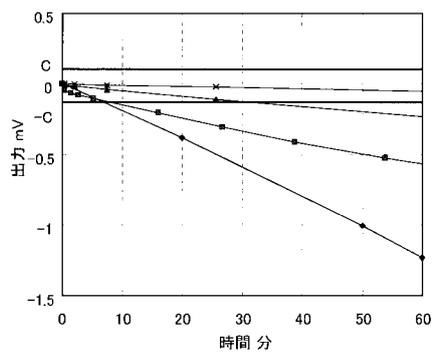
【 図 3 】



【 図 4 】

解析モデル	コモンレール用ステム(3Dモデル)
要素数	9960
SOLVER	MARC
拘束条件	ステム底面をxyz拘束
接合材料厚み	75 μm
弾性率	3GPa
線膨張係数	60ppm
チップ傾き	0 μm
ダイヤモンド厚み	90 μm

【 図 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F055 AA40 BB20 CC02 DD01 EE13 FF01 FF23 GG01 GG12
4M112 AA01 BA01 CA41 CA47 CA52 DA18 EA03 EA07 EA11 EA14
FA05 FA09
5F047 AA02 AB01 BA23 BB03