(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3638786号
(P3638786)
(45)発行日　平成17年4月13日(2005.4.13)　(24)登録日　平成17年1月21日(2005.1.21)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G01F 1/692　G01F 1/68 104A
G01F 1/68 104B

請求項の数 2　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平10-85836
(22)出願日　平成10年3月31日(1998.3.31)
(65)公開番号　特開平11-281446
(43)公開日　平成11年10月15日(1999.10.15)
審査請求日　平成14年7月3日(2002.7.3)

(73)特許権者　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号
(74)代理人　100062144
弁理士　青山　葆
(74)代理人　100086405
弁理士　河宮　治
(72)発明者　坂井　裕一
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　山下　彰
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】流量検出素子及び流量センサ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
平板状の基材と、前記基材の上に配置された絶縁性の支持膜と、前記支持膜の上に配置された感熱抵抗膜と、前記支持膜及び前記感熱抵抗膜の上に配置された絶縁性の保護膜とを備え、前記基材の一部が除去されてなる流量センサ用の流量検出素子であって、
上記感熱抵抗膜と上記保護膜との間に、外気から上記感熱抵抗膜の表面への水分の移動を妨げて上記感熱抵抗膜の抵抗値変動を減少させる絶縁性の中間膜が挟み込まれ、
上記中間膜がアモルファス構造を有することを特徴とする流量検出素子。
【請求項２】
平板状の基材と、前記基材の上に配置された絶縁性の支持膜と、前記支持膜の上に配置された感熱抵抗膜と、前記支持膜及び前記感熱抵抗膜の上に配置された絶縁性の保護膜とを備え、前記基材の一部が除去されてなる流量センサ用の流量検出素子であって、
上記感熱抵抗膜と上記保護膜との間に、外気から上記感熱抵抗膜の表面への水分の移動を妨げて上記感熱抵抗膜の抵抗値変動を減少させる絶縁性の中間膜が挟み込まれ、
上記中間膜が上記感熱抵抗膜の上側にのみ存在することを特徴とする流量検出素子。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、発熱体あるいは発熱体によって加熱された部分から流体への熱伝達現象に基づいて該流体の流速ないしは流量を計測する流量検出素子及び該流量検出素子を用いた流量

センサに関するものであって、例えば内燃機関の吸入空気量の計測等に用いられるものに関する。

【０００２】

【従来の技術】

流体の流速ないしは流量と、該流体中に配置された発熱体から流体への熱伝達量との間に成立するほぼ一義的な関数関係を利用して、該熱伝達量に基づいて流体の流速ないしは流量を検出するようにした感熱式流量検出素子、あるいは該流量検出素子を用いた流量センサは、従来より内燃機関の吸入空気量の検出等に広く用いられている。

【０００３】

図１１及び図１２は、それぞれ、例えば特公平５－７６５９号公報に開示されている空気の流量を検出するための従来の感熱式流量検出素子の立面断面図及び平面図である。図１１及び図１２において、１はシリコン半導体よりなる平板状基材であり、２は窒化シリコンよりなる絶縁性の支持膜であり、４は感熱抵抗であるパーマロイよりなる発熱抵抗であり、５及び６はそれぞれ感熱抵抗であるパーマロイよりなる測温抵抗であり、３は窒化シリコンよりなる絶縁性の保護膜である。発熱抵抗４及び両測温抵抗５、６の着膜部近傍において平板状基材１には空気スペース９が設けられ、これによりブリッジ１３が形成されている。空気スペース９は、窒化シリコンに損傷を与えないエッチング液を用いて開口部８からシリコン半導体の一部を除去することにより形成されている。両測温抵抗５、６は、発熱抵抗４を挟んで計測流体の流れの方向に平面的に並んでいる。なお、７は感熱抵抗であるパーマロイよりなる比較抵抗である。

【０００４】

このような従来の流量検出素子では、発熱抵抗４に通電する加熱電流が、図示していない制御回路によって、例えば比較抵抗７で検出された平板状基材１の温度より２００℃だけ高い一定の温度になるように制御されている。ここで、発熱抵抗４の下方には空気スペース９が存在するので、発熱抵抗４で発生した熱はほとんど比較抵抗７には伝達されず、したがって比較抵抗７の温度は空気の温度とほぼ等しくなっている。

【０００５】

発熱抵抗４で発生した熱は、支持膜２や保護膜３あるいは感熱抵抗膜を介して測温抵抗５、６に伝達される。図１２に示すように、測温抵抗５と測温抵抗６とは、発熱抵抗４に対して互いに対称な位置に配置されているので、空気の流れがない場合は、測温抵抗５と測温抵抗６の抵抗値に差は生じない。しかしながら、空気の流れがある場合は、上流側の測温抵抗は空気によって冷却され、他方下流側の測温抵抗は発熱抵抗４から空気に伝達された熱の影響により上流側の測温抵抗ほどは冷却されない。例えば、矢印１０で示す方向の空気の流れが生じた場合は、上流側の測温抵抗５は下流側の測温抵抗６よりも低温となり、両者の抵抗値の差は、空気の流速ないしは流量が大きいときほど拡大される。したがって、測温抵抗５と測温抵抗６の抵抗値の差を検出することにより、空気の流速ないしは流量を測定することができる。また、空気の流れの方向が矢印１０と逆になった場合は、上流側の測温抵抗６の方が下流側の測温抵抗５より低温になるので、空気の流れの方向を検出することも可能である。

【０００６】

図１１及び図１２に示す従来の流量検出素子はブリッジタイプの感熱式流量検出素子であるが、このほかダイヤフラムタイプの感熱式流量検出素子も従来より広く用いられている。図１３及び図１４は、それぞれ、従来のダイヤフラムタイプの感熱式流量検出素子の立面断面図及び平面図である。図１３及び図１４において、１～１０の各部材は、それぞれ、図１１及び図１２に示すブリッジタイプの流量検出素子の同一番号を付した部材と実質的に同じものである。そして、１２は、平板状基材１の支持膜２が取り付けられた方の表面とは反対側の表面から該平板状基材１の一部をエッチング等により除去することにより形成された凹部である。したがって、支持膜２と保護膜３とは、発熱抵抗４及び両測温抵抗５、６を挟んでダイヤフラム１４を形成することになる。このような構成によれば、図１１及び図１２に示すブリッジタイプの流量検出素子に比べて、高い強度を得ることがで

きるものの、ダイヤフラム１４が全周で支持されている関係上応答性が劣るといった特徴がある。なお、空気の流速ないしは流量の検出原理は、ブリッジタイプの流量検出素子の場合と同様である。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、このような従来の感熱式流量検出素子を実際に使用するときには、温測抵抗５、６が温度以外の要因、例えば湿度により変化することがあり、このような場合には流量検出素子の検出精度及び信頼性が低下するといった現象が生じる。従来のブリッジタイプ及びダイヤフラムタイプの流量検出素子は薄膜形成プロセスを用いて形成されているが、発熱抵抗及び測温抵抗(以下、これらを「感熱抵抗膜」と総称する)は、０.５～２μｍの厚さの支持膜と保護膜とによって囲われているにもかかわらず、例えば図１６に示すように、白金を用いた感熱抵抗膜では、その抵抗値が外気の湿度の影響を受けて変動（ドリフト）するといった問題がある。このように、外気の湿度の影響により感熱抵抗膜の抵抗値が変化すると、流量検出素子の流量検出精度及び信頼性が低下するといった問題点が生じる。

【０００８】

本発明は上記従来の問題を解決するためになされたものであって、湿度による感熱抵抗膜の抵抗値変動を抑制ないしは防止することができ、簡単な製造工程で製造することができる流量検出素子ないしは流量センサを得ることを目的ないしは解決すべき課題とする。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

本願発明者は、図１５に示すように、従来の感熱式流量検出素子において、感熱抵抗膜１１として白金等の金属膜を用いた場合は、スパッタ法で形成された窒化シリコンからなる保護膜３が、感熱抵抗膜１１の上側ではコラム状のポーラス構造体１５となっていることを見出した。これは、感熱抵抗膜１１が存在しない部分の保護膜３、すなわち支持膜２の上に直接形成されている保護膜３についてはコラム状のポーラス構造体１５とはなっていないことから、感熱抵抗膜１１の結晶方位等の影響により感熱抵抗膜１１の上方の保護膜３の構造が変化（変質）したものと考えられる。したがって、図１６に示す感熱抵抗膜１１の湿度による抵抗値変化（抵抗値ドリフト）は、このコラム状のポーラス構造体１５を通しての湿気（水分）の移動に起因するものと考えられる。さすれば、外気の湿度変化による感熱抵抗膜１１の抵抗値変化を防止するには、感熱抵抗膜１１の表面に、該感熱抵抗膜１１の上側の保護膜３ないしはコラム状のポーラス構造体１５を通過して移動してくる湿気を到達させないようにすればよいということになる。この発明は、本願発明者のかかる知見に基づいてなされたものである。

【００１０】

かくして、この発明の第１の態様に係る流量検出素子は、平板状の基材と、基材の上に配置された絶縁性の支持膜と、支持膜の上に配置された感熱抵抗膜と、支持膜及び感熱抵抗膜の上に配置された絶縁性の保護膜とを備え、基材の一部が除去されてなる流量センサ用の流量検出素子であって、感熱抵抗膜と保護膜との間に、外気から感熱抵抗膜の表面への水分（湿気）の移動を妨げて感熱抵抗膜の抵抗変動を減少させる絶縁性の中間膜（絶縁膜）が挟み込まれていることを特徴とするものである。

【００１１】

このように構成された流量センサ用の流量検出素子においては、感熱抵抗膜と保護膜との間に、外気から感熱抵抗膜の表面に到達する湿気を低減して感熱抵抗膜の抵抗値変動を減少させる絶縁性の中間膜（絶縁膜）が挟み込まれているので、流量測定精度及び信頼性を向上させることができる。また、かかる流量検出素子は簡素な構造であるので、容易に製造することができる。

【００１２】

この発明の第２の態様に係る流量検出素子は、第１の態様に係る流量検出素子において、中間膜がアモルファス構造を有することを特徴とするものである。この流量検出素子にお

いては、感熱抵抗膜と保護膜との間にアモルファス構造を有する中間膜（絶縁膜）が挟み込まれているので、感熱抵抗膜の結晶方位がその上方の保護膜に転写されるのが防止される。このため、感熱抵抗膜の上方の保護膜はコラム状のポーラス構造体とはならず、該保護膜を通しての湿気の進入をより確実に防止することができる。よって、感熱抵抗膜の抵抗値変動をさらに減少させることができ、流量測定精度及び信頼性を一層向上させることができる。

【００１３】

この発明の第３の態様に係る流量検出素子は、第２の態様に係る流量検出素子において、中間膜はＳＯＧ膜からなることを特徴とするものである。この流量検出素子においては、感熱抵抗膜と保護膜との間に非吸湿性の中間膜（絶縁膜）が挟み込まれているので、保護膜を通しての湿気の進入をさらに確実に防止することができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をより減少させることができ、流量測定精度及び信頼性をさらに向上させることができる。

【００１４】

この発明の第４の態様に係る流量検出素子は、第１の態様に係る流量検出素子において、中間膜が非吸湿性である（吸湿性を有しない）ことを特徴とするものである。この流量検出素子においては、感熱抵抗膜と保護膜との間に非吸湿性の中間膜（絶縁膜）が挟み込まれているので、保護膜を通しての湿気の進入をさらに確実に防止することができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をより減少させることができ、流量測定精度及び信頼性をさらに向上させることができる。

【００１５】

この発明の第５の態様に係る流量検出素子は、第１～第４の態様のいずれか１つに係る流量検出素子において、中間膜が感熱抵抗膜の上側にのみ存在することを特徴とするものである。この流量検出素子においては、感熱抵抗膜の上側でのみ、保護膜との間に中間膜（絶縁膜）を挟み込むだけであるので、材料費が低減される。なお、この場合も、保護膜を通しての湿気の進入を防止することができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動を減少させることができ、流量測定精度及び信頼性を向上させることができるのはもちろんである。また、この場合は、中間膜は絶縁体である必要はなく、材料選択の幅が広がり、プロセスの簡略化ひいてはコスト低減を図ることができる。

【００１６】

この発明の第６の態様に係る流量検出素子は、第１の態様に係る流量検出素子において、感熱抵抗膜と保護膜との間に中間膜は挟み込まれず、保護膜の上に、外気から感熱抵抗膜の表面への水分の移動を妨げて上記感熱抵抗膜の抵抗値変動を減少させる上層膜が形成されていることを特徴とするものである。この流量検出素子においては、保護膜の上に形成された上層膜により、保護膜への湿気の拡散を低減することができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動を減少させることができるので、流量測定精度及び信頼性を向上させることができる。なお、この流量検出素子も簡素な構造であるので、容易に製造することができる。

【００１７】

この発明の第７の態様に係る流量検出素子は、第６の態様に係る流量検出素子において、上層膜が高吸湿性である（高い吸湿性を有する）ことを特徴とするものである。この流量検出素子においては、保護膜の上に高吸湿性の上層膜が形成されているので、保護膜への湿気の拡散を低減することができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をさらに減少させることができ、流量測定精度及び信頼性を一層向上させることができる。

【００１８】

この発明の第８の態様に係る流量検出素子は、第６の態様に係る流量検出素子において、上層膜が非吸湿性である（吸湿性をもたない）ことを特徴とするものである。この流量検出素子においては、保護膜の上に非吸湿性の上層膜が形成されているので、保護膜への湿気の伝達を低減することができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をさらに減少させることができ、流量測定精度及び信頼性を一層向上させることができる。

【００１９】

この発明の第９の態様に係る流量検出素子は、第６の態様に係る流量検出素子において、

上層膜が高撥水性である（高い撥水性を有する）ことを特徴とするものである。この流量検出素子においては、保護膜の上に高撥水性の上層膜が形成されているので、保護膜への湿気の伝達を防止することができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をさらに減少させることができ、流量測定精度及び信頼性を向上させることができる。

【００２０】

この発明の第１０の態様に係る流量検出素子は、第１～第９の態様のいずれか１つに係る流量検出素子において、感熱抵抗膜に対応する領域で基材が部分的に除去されてダイヤフラム構造をなすことを特徴とするものである。この流量検出素子はダイヤフラム構造とされているので、感熱抵抗膜から流体への熱伝達が促進され、流量測定精度及び信頼性がさらに高められる。

【００２１】

この発明の第１１の態様に係る流量センサは、第１～第１０の態様のいずれか１つに係る流量検出素子を用いて計測流体の流量を検出するようになっていることを特徴とするものである。すなわち、第１～第１０の態様のいずれか１つにかかる流量検出素子を用いて流量センサとしたものである。この流量センサによれば、湿度のいかんにかかわらず、流体の流量ないしは流速を正確に検出することができる。

【００２２】

【発明の実施の形態】

実施の形態１．

図１は、この発明の実施の形態１に係る流量検出素子の立面断面図である。図１において、１は例えば厚さ約４００μｍのシリコンウエハからなる平板状基材であり、この平板状基材１の上に、厚さ約１μｍの窒化シリコン膜からなる支持膜２がスパッタ法等により形成されている。さらに、支持膜２の上に、例えば厚さ０．２μｍの白金等よりなる感熱抵抗膜１１（発熱抵抗、測温抵抗等の発熱部）が蒸着法やスパッタ法等により着膜されている。この感熱抵抗膜１１は、写真製版法、ウエットエッチング法あるいはドライエッチング法等を用いてパターニングを行うことにより形成された電流路である。そして、感熱抵抗膜１１ないしは支持膜２の上に、第３の絶縁膜（中間膜）として厚さ約０．２μｍの酸化シリコン膜１８がスパッタ法により形成されている。さらに、酸化シリコン膜１８の上に、厚さ約０．８μｍの窒化シリコン膜からなる保護膜３がスパッタ法等により形成されている。

【００２３】

さらに、平板状基材１の支持膜２が形成されている方の表面とは反対側の表面（裏面）に形成された裏面保護膜１６に、写真製版法等によりエッチングホール１７が形成された後、例えばアルカリエッチング等を施すことによって平板状基材１の一部が除去されて凹部１２が形成され、これによりダイヤフラム１４が形成されている。

【００２４】

図１に示すような、感熱抵抗膜１１とその上側の保護膜３との間に第３の絶縁膜である酸化シリコン膜１８が挟み込まれた膜構造とすることにより、感熱抵抗膜１１の湿度に対する抵抗値ドリフトが、酸化シリコン膜１８を設けないものに比較して、約５０％低減される。この実施の形態１では、第３の絶縁膜としてスパッタ酸化シリコン膜を用いているが、材料として酸化シリコン以外に、窒化シリコン等を用いても同様の効果が得られる。成膜方法もスパッタ法に限られるものではなく、これ以外に蒸着法等を用いることができる。また、この実施の形態１を含め、以下に述べる全ての実施の形態ではダイヤフラムタイプの流量検出素子を一例としてあげているが、ブリッジタイプの流量検出素子の場合も同様の効果が得られることは言うまでもない。

【００２５】

実施の形態２．

図２は、この発明の実施の形態２にかかる流量検出素子の立面断面図である。図２において、１は、例えば厚さ約４００μｍのシリコンウエハからなる平板状基材であり、この平板状基材１の上に厚さ約１μｍの窒化シリコン膜からなる支持膜２がスパッタ法等により

形成されている。さらに、支持膜２の上に、例えば厚さ０．２μｍの白金等よりなる感熱抵抗膜１１（発熱抵抗、測温抵抗等の発熱部）が蒸着法やスパッタ法等により着膜されている。この感熱抵抗膜１１は、写真製版法、ウエットエッチング法あるいはドライエッチング法等を用いてパターニングを行うことにより形成された電流路である。さらに、感熱抵抗膜１１ないしは支持膜２の上に、第３の絶縁膜（中間膜）として厚さ約０．２μｍの酸化シリコン膜１９がＣＶＤ法により形成されている。このＣＶＤ法によって成膜された酸化シリコン膜１９はアモルファス構造を有している。さらに、酸化シリコン膜１９の上に、厚さ約０．８μｍの窒化シリコン膜からなる保護膜３がスパッタ法等により形成されている。

【００２６】

さらに、平板状基材１の支持膜２が形成されている方の表面とは反対側の表面（裏面）に形成された裏面保護膜１６に写真製版法等によりエッチングホール１７が形成された後、例えばアルカリエッチング等を施すことによって、平板状基材１の一部が除去されて凹部１２が形成され、これによりダイヤフラム１４が形成されている。

【００２７】

図２に示すような、感熱抵抗膜１１とその上側の保護膜３との間にアモルファス構造を有する第３の絶縁膜である酸化シリコン膜１９が挟み込まれた膜構造とすることにより、酸化シリコン膜１９によって感熱抵抗膜１１の結晶方位がその上側の保護膜３に転写されるのが防止される。これにより、保護膜３がコラム状のポーラス構造体となりにくくなり、感熱抵抗膜１１への湿気の伝達が防止され、感熱抵抗膜１１の湿度に対する抵抗値ドリフトが、酸化シリコン膜１９を設けないものに比較して、約８０％低減される。なお、この実施の形態２では、第３の絶縁膜としてＣＶＤ酸化シリコン膜を用いているが、アモルファス構造を持った他の材料でも同様の効果が期待できる。また、成膜方法はＣＶＤ法に限られるものではなく、アモルファス構造を持たせることができる蒸着法等のその他の成膜方法を用いることも可能である。

【００２８】

実施の形態３．

図３は、この発明の実施の形態３にかかる流量検出素子の立面断面図である。図３において、１は、例えば厚さ約４００μｍのシリコンウエハからなる平板状基材であり、この平板状基材１の上に厚さ約１μｍの窒化シリコンからなる支持膜２がスパッタ法等により形成されている。さらに、支持膜２の上に、例えば厚さ０．２μｍの白金等よりなる感熱抵抗膜１１が蒸着法やスパッタ法等により着膜されている。この感熱抵抗膜１１は、写真製版法、ウエットエッチング法あるいはドライエッチング法等を用いてパターニングを行うことにより形成された電流路である。さらに、感熱抵抗膜１１ないしは支持膜２の上に、第３の絶縁膜（中間膜）として、厚さ約０．１５μｍのＳＯＧ(Spin On Glass)膜２０がスピンコート法により形成されている。このＳＯＧ膜２０は、ＳｉとＯを主成分としており(例えば、東京応化製ＳＯＧ、Type－２:Si－Film用)、塗布形成後６００～８００℃以上でアニールを施すことにより、吸湿性がほとんどなくなる。さらに、ＳＯＧ膜２０の上に、厚さ約０．８μｍの窒化シリコン膜からなる保護膜３がスパッタ法等により形成されている。

【００２９】

さらに、平板状基材１の支持膜２が形成されている方の表面とは反対側の表面（裏面）に形成された裏面保護膜１６に写真製版方等によりエッチングホール１７が形成された後、例えばアルカリエッチング等を施すことによって平板状基材１の一部が除去されて凹部１２が形成され、これによりダイヤフラム１４が形成されている。

【００３０】

図３に示すように、感熱抵抗膜１１とその上側の保護膜３との間に、吸湿性を持たない第３の絶縁膜としてＳＯＧ膜２０が挟み込まれた膜構造とされているので、感熱抵抗膜１１上のＳＯＧ膜２０によって外部からの湿気の通過が防止される。これにより、感熱抵抗膜１１の湿度に対する抵抗値ドリフトが、ＳＯＧ膜２０を設けないものに比較して、約７０

％低減される。また、この構成によれば、たとえＳＯＧ膜２０上に保護膜３が存在しない場合でも湿度の影響を受けにくくなるので、ＳＯＧ塗布のみでプロセスを終了させても何ら問題は生じない。この場合、プロセスが簡略化され、コスト低減が図られる。この実施の形態３では、第３の絶縁膜としてＳＯＧ塗布膜を用いているが、湿気を透過させない他の材料でも同様の効果が期待できる。また、成膜方法はスピンコートに限られるものではなく、これ以外に蒸着法等のその他の成膜方法も用いることが可能である。

【００３１】

実施の形態４．

図４は、この発明の実施の形態４にかかる流量検出素子の立面断面図である。図４において、１は、例えば厚さ約４００μｍのシリコンウエハからなる平板状基材であり、この平板状基材１の上に厚さ約１μｍの窒化シリコンからなる支持膜２がスパッタ法等により形成されている。さらに、支持膜２の上に例えば厚さ０．２μｍの白金等よりなる感熱抵抗膜１１が蒸着法やスパッタ法等により着膜されている。さらに、感熱抵抗膜１１の上に第３の膜（中間膜）として、厚さ約０．２μｍのアモルファスシリコン膜２１がプラズマＣＶＤ法により形成されている。ここにおいて、アモルファスシリコン膜２１と感熱抵抗膜１１とは同時に写真製版法、ウエットエッチング法あるいはドライエッチング法によりパターニングされ、これにより電流路が形成されている。さらに、アモルファスシリコン膜２１ないしは支持膜２の上に、厚さ約０．８μｍの窒化シリコン膜からなる保護膜３がスパッタ法等により形成されている。

【００３２】

さらに、平板状基材１の支持膜２が形成されている方の表面とは反対側の表面（裏面）に形成された裏面保護膜１６に写真製版法等によりエッチングホール１７が形成された後、例えばアルカリエッチング等を施すことによって、平板状基材１の一部が除去されて凹部１２が形成され、これによりダイヤフラム１４が形成されている。

【００３３】

図４に示すような、感熱抵抗膜１１上にのみアモルファス構造を持ったアモルファスシリコン膜２１が形成された膜構造とすることにより、感熱抵抗膜１１上の保護膜３がコラム状のポーラス構造体になりにくくなる。これにより、感熱抵抗膜１１への湿気の伝達が妨げられ、感熱抵抗膜１１の湿度に対する抵抗値ドリフトが、アモルファスシリコン膜２１を設けないものに比較して、約８０％低減される。また、この構造によれば、第３の膜として絶縁膜を使う必要はなく、使用膜種の選択の幅が広がるため、プロセス面及びコスト面でも有利である。

【００３４】

実施の形態５．

図５は、この発明の実施の形態５にかかる流量検出素子の立面断面図である。図５において、１は、例えば厚さ約４００μｍのシリコンウエハからなる平板状基材であり、この平板状基材１の上に、厚さ約１μｍの窒化シリコン膜からなる支持膜２がスパッタ法等により形成されている。さらに、支持膜２の上に、例えば厚さ０．２μｍの白金等よりなる感熱抵抗膜１１が蒸着法やスパッタ法等により着膜されている。この感熱抵抗膜１１は、写真製版法、ウエットエッチング法あるいはドライエッチング法等を用いてパターニングされ、これにより電流路が形成されている。そして、感熱抵抗膜１１ないしは支持膜２の上に厚さ約０．５μｍの窒化シリコンからなる保護膜３がスパッタ法等により形成されている。

【００３５】

さらに、保護膜３の上に第３の膜（上層膜）として、厚さ約０．５μｍの窒化シリコン膜２２がスパッタ法等により形成されている。このスパッタ法による窒化シリコン膜２２は連続成膜で形成されたものではなく、一旦大気暴露した後で成膜されたものである。さらに、平板状基材１の支持膜２が形成されている方の表面とは反対側の表面（裏面）に形成された裏面保護膜１６に写真製版法等によりエッチングホール１７が形成された後、例えばアルカリエッチング等を施すことによって、平板状基材１の一部が除去されて凹部１２

が形成され、これによりダイヤフラム１４が形成されている。
【００３６】
図５に示すような膜構造とすることにより、保護膜３のコラム状のポーラス構造体１５が、第３の膜（上層膜）である窒化シリコン膜２２との界面で不連続面を形成する。これにより、感熱抵抗膜１１への湿気の進入が妨げられ、感熱抵抗膜１１の湿度に対する抵抗値ドリフトが、窒化シリコン膜２２を設けないものに比較して、約５０％低減される。
【００３７】
実施の形態６.
図６は、この発明の実施の形態６にかかる流量検出素子の立面断面図である。図６において、１は、例えば厚さ約４００μmのシリコンウエハからなる平板状基材であり、この平板状基材１の上に厚さ約１μmの窒化シリコン膜からなる支持膜２がスパッタ法等により形成されている。さらに、支持膜２の上に、例えば厚さ０.２μmの白金等よりなる感熱抵抗膜１１が蒸着法やスパッタ法等により着膜されている。この感熱抵抗膜１１は、写真製版法、ウエットエッチング法あるいはドライエッチング法等を用いてパターニングされ、これにより電流路が形成されている。そして、感熱抵抗膜１１ないしは支持膜２の上に厚さ約０.５μmの窒化シリコン膜からなる保護膜３がスパッタ法等により形成されている。
【００３８】
さらに、保護膜３の上に第３の膜（上層膜）として厚さ約０.２μmのリン（Ｐ）ドープＳＯＧ(Spin On Glass)膜２３が形成されている。このＳＯＧ膜２３はＳｉとＯとＰとを主成分としており(例えば、東京応化製ＳＯＧ、Type－２:Ｐドープ、P－Si－Film用)、塗布形成後４５０℃以上でアニールを施すことにより固化する。このＳＯＧ膜２３は、リン（Ｐ）を含有しているので高い吸湿性を有している。さらに、平板状基材１の支持膜２が形成されている方の表面とは反対側の表面（裏面）に形成された裏面保護膜１６に写真製版法等によりエッチングホール１７が形成された後、例えばアルカリエッチング等を施すことにより平板状基材１の一部が除去されて凹部１２が形成され、これによりダイヤフラム１４が形成されている。
【００３９】
図６に示すような膜構造とすることにより、第３の膜であるＰドープＳＯＧ膜２３は高い吸湿性を持つ。このＳＯＧ膜２３は、外部の湿気を吸収する作用があり、これにより支持膜３のコラム状のポーラス構造体１５を通しての感熱抵抗膜１１への湿気の進入が妨げられ、感熱抵抗膜１１の湿度に対する抵抗値ドリフトが、ＳＯＧ膜２３を設けないものに比較して、約４０％低減される。
【００４０】
実施の形態７.
図７は、この発明の実施の形態７にかかる流量検出素子の立面断面図である。図７において、１は、例えば厚さ約４００μmのシリコンウエハからなる平板状基材であり、この平板状基材１の上に、厚さ約１μmの窒化シリコンからなる支持膜２がスパッタ法等により形成されている。さらに、支持膜２の上に、例えば厚さ０.２μmの白金等よりなる感熱抵抗膜１１が蒸着法やスパッタ法等により着膜されている。この感熱抵抗膜１１は、写真製版法、ウエットエッチング法あるいはドライエッチング法等を用いてパターニングされ、これにより電流路が形成されている。そして、感熱抵抗膜１１ないしは支持膜２の上に厚さ約０.８μmの窒化シリコンからなる保護膜３がスパッタ法等により形成されている。
【００４１】
さらに、保護膜３の上に第３の膜（上層膜）として厚さ約０.２μmのＳＯＧ(Spin On Glass)膜２４が形成されている。このＳＯＧ膜２４はＳｉとＯとを主成分としており(例えば、東京応化製ＳＯＧ、Type－２:Si－Film用)、塗布形成後６００～８００℃以上でアニールを施すことにより、吸湿性がほとんどなくなる。さらに、平板状基材１の支持膜２が形成されている方の表面とは反対側の表面（裏面）に形成された裏面保護膜１６に写真製版

等の方法によりエッチングホール１７が形成された後、例えばアルカリエッチング等を施すことによって、平板状基材１の一部が除去されて凹部１２が形成され、これによりダイヤフラム１４が形成されている。

【００４２】

図７に示すような膜構造とすることにより、第３の膜であるＳＯＧ膜２４は吸湿性を有しなくなる。このＳＯＧ膜２４は、保護膜３中へ湿気が通過するのを妨げる作用があり、これによりコラム状のポーラス構造体１５を通しての感熱抵抗膜１１への湿気の進入が妨げられ、感熱抵抗膜１１の湿度に対する抵抗値ドリフトが、ＳＯＧ膜２４を設けないものに比較して約７０％低減される。

【００４３】

実施の形態８.

図８は、この発明の実施の形態８にかかる流量検出素子の立面断面図である。図８において、１は、例えば厚さ約４００μｍのシリコンウエハからなる平板状基材であり、この平板状基材１の上に、厚さ約１μｍの窒化シリコン膜からなる支持膜２がスパッタ法等により形成されている。さらに、支持膜２の上に、例えば厚さ０.２μｍの白金等よりなる感熱抵抗膜１１が蒸着法やスパッタ法等により着膜されている。この感熱抵抗膜１１は、写真製版法、ウエットエッチング法あるいはドライエッチング法等を用いてパターニングされ、これにより電流路が形成されている。また、感熱抵抗膜１１ないしは支持膜２の上に厚さ約０.９μｍの窒化シリコン膜からなる保護膜３がスパッタ法等により形成されている。

【００４４】

さらに、保護膜３の上に第３の膜（上層膜）として厚さ約０.１μｍのＣとＦとを主成分とするフッ素化カーボン膜２５がスパッタ法により形成されている。このフッ素化カーボン膜２５は高い撥水性を有している。また、平板状基材１の支持膜２が形成されている方の表面とは反対側の表面（裏面）に形成された裏面保護膜１６に写真製版等の方法でエッチングホール１７が形成された後、例えばアルカリエッチング等を施すことによって、平板状基材１の一部が除去されて凹部１２が形成され、これによりダイヤフラム１４が形成されている。

【００４５】

図８に示すような膜構造とすることにより、第３の膜であるフッ素化カーボン膜２５は高い撥水性を持つ。このフッ素化カーボン膜２５は、保護膜３中へ湿気が通過するのを妨げる作用があり、これにより感熱抵抗膜１１への湿気の進入が妨げられ、感熱抵抗膜１１の湿度に対する抵抗値ドリフトが、フッ素化カーボン膜２５を設けないものに比較して、約７０％低減される。この撥水性の第３の膜はフッ素化カーボン膜に限られるものではなく、同様な撥水性を持つものであればどのようなものでもよい。また、保護膜３の表面をフッ素化等により撥水性に改質することによっても同様の効果が得られる。

【００４６】

実施の形態９.

図９及び図１０は、それぞれ、前記の各実施の形態にかかる流量検出素子を用いた流量センサの１つの実施の形態を示す正面図及び側面断面図である。図９及び図１０において、３１は流量検出素子であり、３２は検出管路であり、３３は流体の通路である主通路であり、３４は格子状の整流器であり、３５は制御回路を収められたケースであり、３６は該流量センサに電源を供給したり出力を取り出すためのコネクタである。このように、実施の形態１～８にかかる流量検出素子を組み込むことにより、各実施の形態にかかる流量検出素子と同様の効果を奏する流量センサが得られる。

【００４７】

【発明の効果】

この発明によれば、以下に示すような顕著な効果を奏する。すなわち、この発明の第１の態様にかかる流量検出素子によれば、感熱抵抗膜とその上側の保護膜との間に、外気から感熱抵抗膜の表面に到達する湿気を低減することにより感熱抵抗膜の抵抗値変動を減少

させる第３の絶縁膜である中間膜が挟み込まれているので、流量測定精度及び信頼性を向上させることができる。また、この流量検出素子は簡素な構造であるので、簡単な製造工程で製造することができる。

【００４８】

この発明の第２の態様にかかる流量検出素子によれば、感熱抵抗膜とその上側の保護膜との間にアモルファス構造を有する第３の絶縁膜である中間膜が挟み込まれているので、感熱抵抗膜の結晶方位がその上側の保護膜に転写されるのが防止される。このため、保護膜はコラム状のポーラス構造体にならず、保護膜を通しての湿気の進入を防ぐことができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をさらに減少させることができ、流量測定精度及び信頼性を一層向上させることができる。

【００４９】

この発明の第３の態様にかかる流量検出素子によれば、中間膜はＳＯＧ膜からなるので、感熱抵抗膜と保護膜との間に非吸湿性の中間膜（絶縁膜）が挟み込まれているので、保護膜を通しての湿気の進入をさらに確実に防止することができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をより減少させることができ、流量測定精度及び信頼性をさらに向上させることができる。

【００５０】

この発明の第４の態様にかかる流量検出素子によれば、感熱抵抗膜とその上側の保護膜との間に吸湿性を有しない第３の絶縁膜である中間膜が挟み込まれているので、保護膜を通しての感熱抵抗膜への湿気の進入を防ぐことができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をより減少させることができ、流量測定精度及び信頼性をさらに向上させることができる。

【００５１】

この発明の第５の態様にかかる流量検出素子によれば、感熱抵抗膜上においてのみ、保護膜との間に第３の膜である中間膜が挟み込まれているので、材料費を低減しつつ、保護膜を通しての発熱部への湿気の進入を有効に防止することができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をより減少させることができ、流量測定精度及び信頼性を向上させることができる。この場合、第３の膜である中間膜は絶縁体である必要性はなく、したがって材料選択の幅が広がり、このためプロセスの簡略化及びコスト低減にも効果がある。

【００５２】

この発明の第６の態様にかかる流量検出素子によれば、保護膜上に、保護膜への湿気の拡散を少なくして感熱抵抗膜の抵抗値変動を減少させる第３の膜である上層膜が形成されているので、流量測定精度及び信頼性を向上させることができる。

【００５３】

この発明の第７の態様にかかる流量検出素子によれば、保護膜上に高い吸湿性を有する第３の膜である上層膜が形成されているので、保護膜への湿気の拡散を少なくすることができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動を減少させることができ、流量測定精度及び信頼性を向上させることができる。

【００５４】

この発明の第８の態様にかかる流量検出素子によれば、保護膜上に吸湿性を有しない第３の膜である上層膜が形成されているので、保護膜への湿気の伝達をなくすることができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動を一層減少させることができ、流量測定精度及び信頼性をさらに向上させることができる。

【００５５】

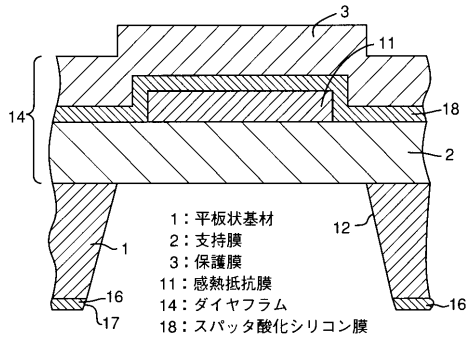
この発明の第９の態様にかかる流量検出素子によれば、保護膜上に高い撥水性を有する第３の膜である上層膜が形成されているので、保護膜への湿気の伝達をなくすことができ、感熱抵抗膜の抵抗値変動をさらに減少させることができ、流量測定精度及び信頼性を向上させることができる。

【００５６】

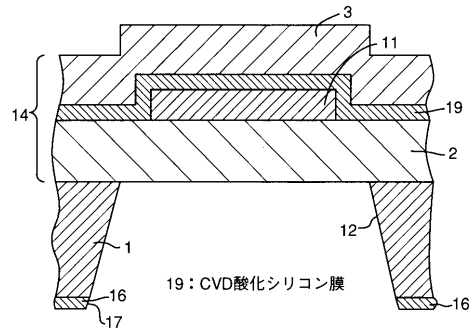
この発明の第１０の態様にかかる流量検出素子によれば、ダイヤフラム構造とされているので、感熱抵抗膜から流体への熱伝達が促進され、流量測定精度及び信頼性がさらに高められる。

【００５７】
この発明の第１１の態様にかかる流量センサによれば、上記の流量検出素子を用いているので、これらの流量検出素子と同様の効果を奏する流量センサが得られる。すなわち、この流量センサによれば、湿度のいかんにかかわらず、流体の流量ないしは流速を正確に検出することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】　この発明の実施の形態１にかかる流量検出素子の立面断面図である。
【図２】　この発明の実施の形態２にかかる流量検出素子の立面断面図である。
【図３】　この発明の実施の形態３にかかる流量検出素子の立面断面図である。
【図４】　この発明の実施の形態４にかかる流量検出素子の立面断面図である。
【図５】　この発明の実施の形態５にかかる流量検出素子の立面断面図である。
【図６】　この発明の実施の形態６にかかる流量検出素子の立面断面図である。
【図７】　この発明の実施の形態７にかかる流量検出素子の立面断面図である。
【図８】　この発明の実施の形態８にかかる流量検出素子の立面断面図である。
【図９】　この発明の実施の形態９にかかる流量センサの正面図である。
【図１０】　図９に示す流量センサの側面断面図である。
【図１１】　従来のブリッジタイプの感熱式流量検出素子の立面断面図である。
【図１２】　図１１に示す従来の流量検出素子の平面図である。
【図１３】　従来のダイヤフラムタイプの感熱式流量検出素子の立面断面図である。
【図１４】　図１３に示す従来の流量検出素子の平面図である。
【図１５】　従来の流量検出素子の立面断面図である。
【図１６】　従来の流量検出素子の外気の湿度と抵抗値ドリフトとの関係を示す図である。
【符号の説明】
１ 平板状基材、２ 支持膜、３ 保護膜、４ 発熱抵抗、５ 測温抵抗、６ 測温抵抗、７ 比較抵抗、８ 開口部、９ 空気スペース、１０ 矢印、１１ 感熱抵抗膜、１２ 凹部、１３ ブリッジ、１４ ダイヤフラム、１５ コラム状のポーラス構造体、１６ 裏面保護膜、１７ エッチングホール、１８スパッタ酸化シリコン膜、１９ ＣＶＤ酸化シリコン膜、２０ ノンドープＳＯＧ膜、２１ アモルファスシリコン膜、２２ スパッタ窒化シリコン膜、２３リンドープＳＯＧ膜、２４ ノンドープＳＯＧ膜、２５ フッ素化カーボン膜、３１ 流量検出素子、３２ 検出管路、３３ 主通路、３４ 整流器、３５ ケース、３６ コネクタ。

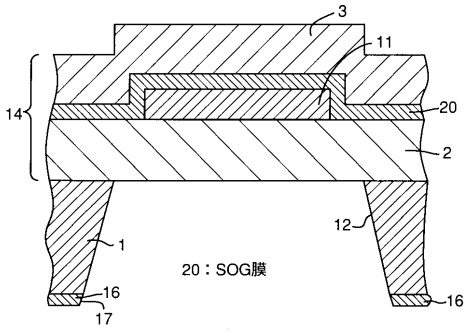
【図１】



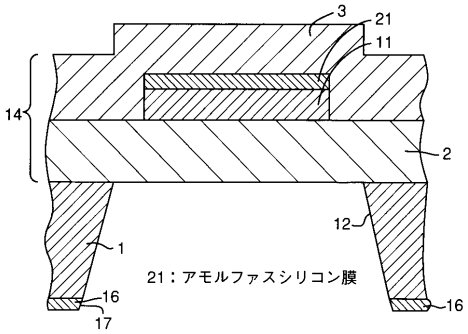
【図２】



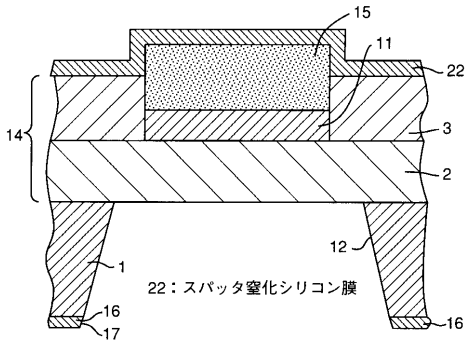
【図３】



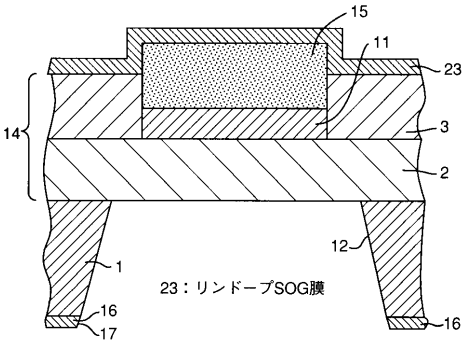
【図４】



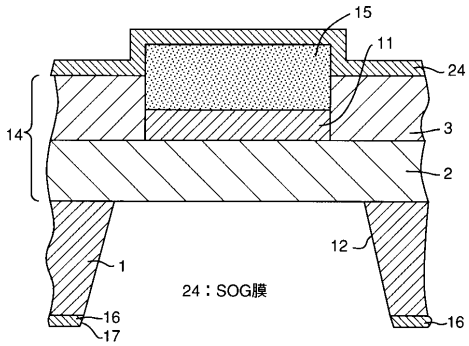
【図５】



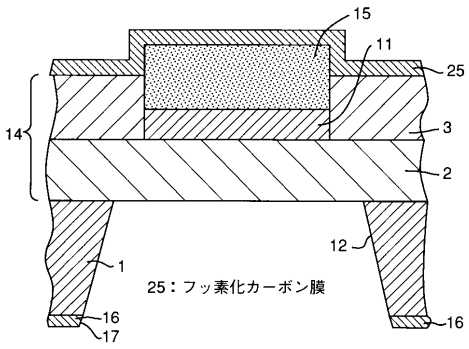
【図６】



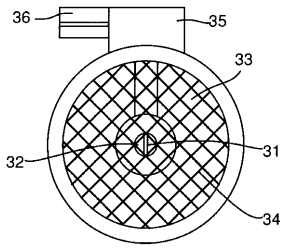
【図７】



【図８】

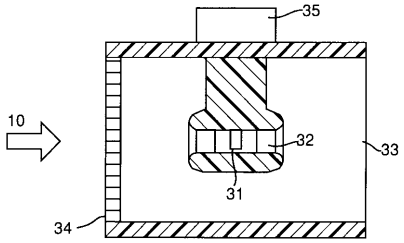


【図９】

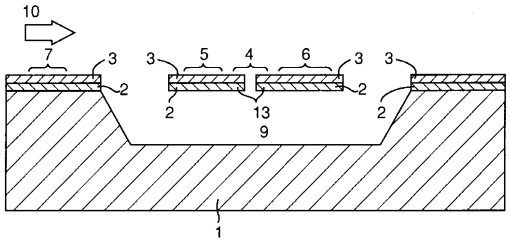


31：流量検出素子

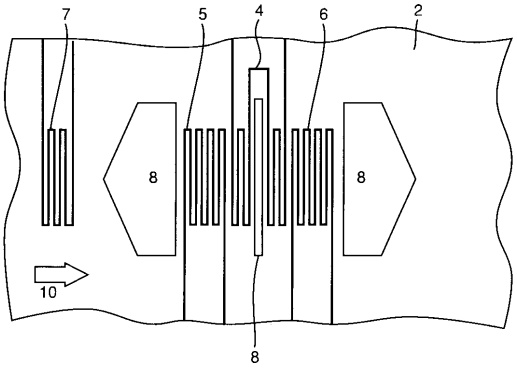
【図１０】



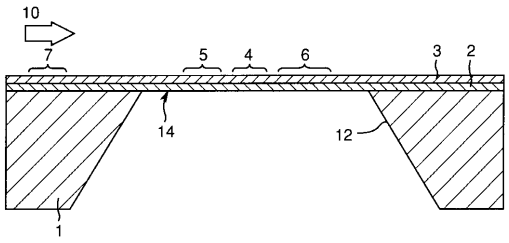
【図１１】



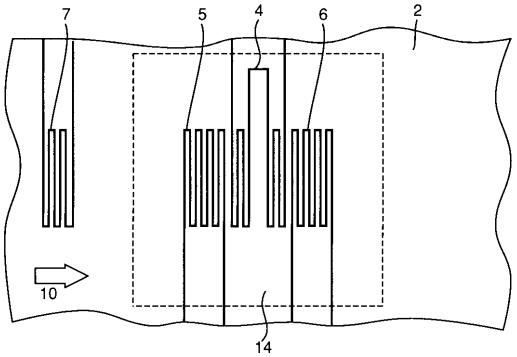
【図１２】



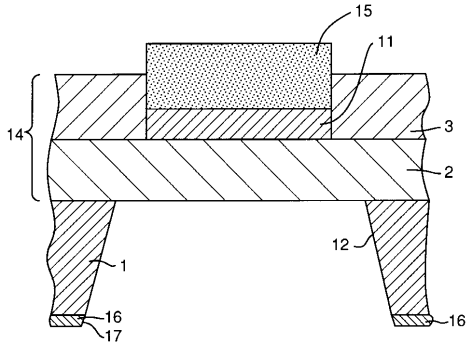
【図１３】



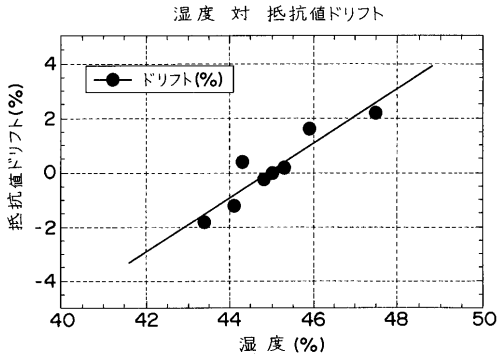
【図１４】



【図１５】



【図１６】



フロントページの続き

(72)発明者　吉田　幸久
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　堤　和彦
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

審査官　森口　正治

(56)参考文献　特開平０２－３０７０１９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０７７６２２（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０５２６２８（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－３０１１２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－００８３２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－３１２２８６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１１１４１０（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１６１７０６（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０５３２１０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２８５８１９（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２２１６９０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01F　1/00-9/02