

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

7a (19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2013年6月6日(06.06.2013)



(10) 国際公開番号  
WO 2013/080239 A 1

- (51) 国際特許分類 : G01F 1/692 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP201 1/006592
- (22) 国際出願日 : 2011年11月28日(28.11.2011)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について) : 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- ( ) 発明者 ;および
- ( ) 発明者/出願人 (米国についてのみ) : 石塚 典男 (ISHITSUKA, Norio) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 半沢 恵二 (HANZAWA, Keiji) [JP/JP]; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場2477番地 株式会社 日立カーエンジニアリング内 せ<sub>ara</sub>ki (JP). 小野瀬 保夫 (ONOSE, Yasuo) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか

か市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 佐久間 憲之 (SAKUMA, Noriyuki) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社 日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人 : 井上 学, 外 (NOUE, Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

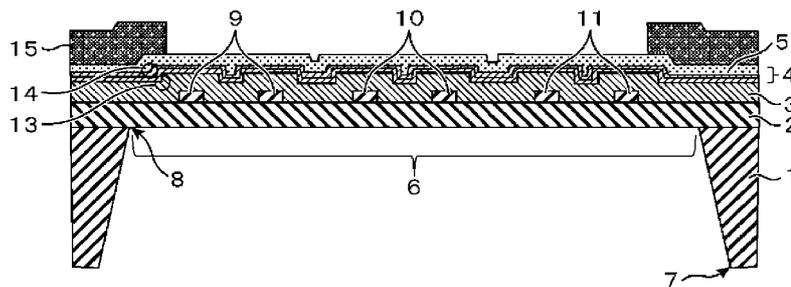
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

- (54) Title: THERMAL AIRFLOW SENSOR
- (54) 発明の名称 熱式空気流量センサ

[図2]

図 2



(57) Abstract: The present invention provides a thermal airflow sensor in which measurement error is reduced. A thermal airflow sensor having: a semiconductor substrate; an electrical insulator formed on the semiconductor substrate, the electrical insulator including a heating resistor, a resistance thermometer, and a silicon oxide film; and a diaphragm part formed by removing a part of the semiconductor substrate; the heating resistor and the resistance thermometer being formed on the diaphragm part; and a silicon nitride film formed as the electrical insulator being provided above the heating resistor and the resistance thermometer. A step, corresponding to the heating resistor and resistance thermometer pattern, is formed on the silicon nitride film, and the silicon nitride film has a multilayer structure.

(57) 要約 : 計測誤差を低減した熱式空気流量センサを提供すること。半導体基板と、前記半導体基板上に形成された、発熱抵抗体、測温抵抗体、及び、シリコン酸化膜を含む電気絶縁体と、前記半導体基板の一部を除去して形成したダイヤフラム部と、を有し、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体が前記ダイヤフラム部上に形成され、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体の上層に前記電気絶縁体として形成されたシリコンナイトライド膜を備えた熱式空気流量センサにおいて、前記シリコンナイトライド膜は、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体パターンに対応した段差が形成され、さらに、前記シリコンナイトライド膜を多層構造とした。



WO 2013/080239 A1

ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：  
- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称 : 熱式空気流量センサ

### 技術分野

[0001] 本発明は、空気流量計に用いられる測定素子であって、発熱抵抗体と測温抵抗体とを備えて空気流量を測定する熱式空気流量センサに関する。

### 背景技術

[0002] 空気流量計として、空気量を直接検知できる熱式の空気流量計が主流になっている。特に、半導体マイクロマシニング技術により製造された測定素子を備えた熱式の空気流量計は、コストが低減できることや、低電力で駆動できることなどから注目されている。このような熱式の空気流量計に用いられる測定素子（熱式空気流量センサ）としては、例えば特許文献 1 に提案されているものがある。この公報に提案されている熱式空気流量センサは、半導体基板上に電気絶縁膜が形成され、この電気絶縁膜上に発熱抵抗体や測温抵抗体が形成されており、さらに発熱抵抗体、測温抵抗体の上には電気絶縁体が形成されている。また、発熱抵抗体や測温抵抗体が形成された領域は、半導体基板の裏面側から異方性エッチングすることにより半導体基板の一部が除去されてダイヤフラム構造となっている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献 1 : 特開 2010 - 133897 号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に提案されている熱式空気流量センサは、発熱抵抗体や測温抵抗体が形成されている領域がダイヤフラム構造となっており、前記両抵抗体の表面には、プラズマ CVD (chemical Vapor Deposition) 法によって形成されたシリコン酸化膜、シリコンナイトライド膜、シリコン酸化膜が積層される。一般に CVD 法によって形成した膜は粗な膜（原子密度が低い）であ

ることから、緻密化を目的に高温（1000℃）の熱処理が行われるが、シリコンナイトライド膜はこの熱処理の際に特に高い応力を発生させる。

[0005] 発熱抵抗体や測温抵抗体は、モリブデン膜等の金属膜が堆積・パターンニングされたものであり、その表面に堆積された、シリコン酸化膜、シリコンナイトライド膜表面には、上記金属膜の膜厚に応じた段差が生じる。シリコンナイトライド膜の高い応力は、この段差部に集中し、場合によっては膜内にクラックが発生する。クラックが発生すると、表面から酸素や水分が吸入して抵抗体が酸化する。酸化が進行すると抵抗体の抵抗が変化するので空気流量計測に誤差を生じさせる。

[0006] 本発明の目的は、計測誤差を低減した熱式空気流量センサを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本発明の熱式空気流量センサは、半導体基板と、前記半導体基板上に形成された、発熱抵抗体、測温抵抗体、及び、シリコン酸化膜を含む電気絶縁体と、前記半導体基板の一部を除去して形成したダイヤフラム部と、を有し、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体が前記ダイヤフラム部上に形成され、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体の上層に前記電気絶縁体として形成されたシリコンナイトライド膜を備えた熱式空気流量センサにおいて、前記シリコンナイトライド膜は、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体パターンに対応した段差が形成され、さらに、前記シリコンナイトライド膜を多層構造とした。

### 発明の効果

[0008] 本発明によれば、計測誤差を低減した熱式空気流量センサを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1] 本願に係る第一実施例における測定素子の概略平面図である。

[図2] 本願に係る第一実施例における断面図である。

[図3] シリコンナイトライド膜中に発生する応力の分布図。

[図4]シリコンナイトライド膜中に発生する応力のシリコンナイトライド膜厚依存性を表した図。

[図5]一回目のシリコンナイトライド膜上に二回目のシリコンナイトライド膜を堆積した場合、界面が形成されることを示した写真。

[図6]本願に係る第二実施例における断面図である。

[図7]シリコンナイトライド膜中に発生する応力の段差依存性を表した図。

[図8]シリコン酸化膜に発生した段差を機械研磨、エッチバック法により低減した図。

[図9]発熱抵抗体や測温抵抗体にヒロックが発生した様子を示した図。

### 発明を実施するための形態

[001 0] 以下、本発明の実施例を説明する。

#### 実施例 1

[001 1] 本発明の第一の実施例である熱式空気流量センサを図1と図2を用いて説明する。図1は熱式空気流量センサの概略平面図、図2は図1のA—A'位置における断面図である。

[001 2] 本実施例の熱式空気流量センサ（熱式空気流量計に用いられる測定素子）は、図1に示すように、シリコン基板1、発熱抵抗体10、空気温度を測定するための測温抵抗体9、11、端子電極12、ダイヤフラム部6を備えている。なお、8はダイヤフラム部6の端部である。

[001 3] 図2を用いて本実施例の製造方法を説明する。

シリコン基板1を熱酸化して下部電気絶縁膜となる熱酸化膜2を形成し、熱酸化膜2の上にモリブデン(Mo)膜を150nm厚ほど堆積してパターンニングを行うことにより、発熱抵抗体10、測温抵抗体9、11を形成する。下部電気絶縁膜は熱酸化膜2だけでも良いが、シリコンナイトライド(SiN)膜やシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>)を積層しても良い。また、構造発熱抵抗体10、測温抵抗体9、11はモリブデン膜ではなくプラチナ等の金属膜で形成しても良い。次に発熱抵抗体10、測温抵抗体9、11の上に上部電気絶縁膜となる、シリコン酸化膜3を500nm程度プラズマCVD法によ

り堆積し、その後、膜の緻密化を目的に800℃以上で熱処理を行う。この際にはモリブデン堆積膜厚に相当する段差13が形成される。次に2回に分けてシリコンナイトライド膜4を200nm程度堆積する。この際、一回目のシリコンナイトライド膜堆積後に熱処理を行い、次に2回目のシリコンナイトライド膜堆積後に熱処理を行うという具合に、膜堆積後には必ず熱処理を行う。また、この熱処理温度はシリコンナイトライド膜の緻密化が可能な800℃以上とする。シリコン酸化膜3の段差13上にシリコンナイトライド膜4が堆積されるので、シリコンナイトライド膜4にも段差14が形成される。その後、シリコン酸化膜5を300～500nmの膜厚でプラズマCVD法により堆積し、その後、800℃以上で熱処理を行う。次にポリイミド系の樹脂膜を堆積・パターニングして、PIQ膜15を形成する。図1に示す端子電極12はシリコン酸化膜5形成後の上部電気絶縁膜にコンタクト用の穴を開けてアルミニウムや金等を堆積して形成する(図示せず)。最後に、裏面よりシリコン酸化膜等をマスク材として、KOHなどのエッチング液を用いてダイヤフラム部6を形成する(図示せず)。ダイヤフラム部6は、ドライエッチング法を用いて形成しても良い。図2の符号7は、マスク材であるエッチングマスク端部の位置を示しており、符号7で示すエッチングマスク端部から外側をマスク材で覆い、エッチングを行うことにより、ダイヤフラム部6の部分のシリコン基板材が除去される。

[0014] 本実施例では、上部電気絶縁膜はシリコン酸化膜3及びシリコンナイトライド膜4、シリコン酸化膜5の三層の膜で構成させたが、さらに多くの層からなる膜で構成しても良い。

[0015] 次に、本実施例の作用効果について説明する。

シリコンナイトライド膜4を単層膜で形成した場合に発生するクラックの原因を検討したところ、シリコンナイトライド膜4堆積後の高温の熱処理によって、シリコンナイトライド膜4が緻密化し、膜内に1000MPa程度の高い引張り応力が生じ、この応力が段差14の表面で集中して発生することが我々の解析から明らかとなった。

- [001 6] 熱式空気流量センサでは、発熱抵抗体 10 を常時 200 ~ 300℃程度に発熱させるが、この発熱温度が高ければ高いほど空気流量センサの感度が増す。発熱抵抗体 10 が発熱すると、その周りに配置される熱酸化膜 2、シリコン酸化膜 3、シリコンナイトライド膜 4、シリコン酸化膜 5 に熱が印加されることになる。これらの膜は、熱処理温度により膜応力が変化する。そのため、高温の熱処理を行わない場合には、発熱抵抗体 10 の発熱によって膜応力が変化し、ダイヤフラムが変形し、発熱抵抗体 10、測温抵抗体 9、11 の抵抗値がピエゾ抵抗効果により変化して空気流量検出の誤差を生じさせる。本実施例ではこれを防ぐために、上部、下部電気絶縁膜堆積後には必ず 800℃以上の熱処理を施している。
- [001 7] また、一般的な LSI では、配線材料にアルミニウムを用いており、アルミニウム膜堆積後には、シリコン酸化膜やシリコンナイトライド膜の電気絶縁膜が形成される。アルミニウムの融点は 550℃程度であるので、アルミニウム上に形成されるシリコン酸化膜やシリコンナイトライド膜堆積後には 500℃以上の高温のアニールが実施されず、そのため、シリコンナイトライド膜中には高い引張りの応力は発生しない。また、LSI の発熱温度は最高で 125℃と低く、発熱による膜応力変化もほとんどない。さらに LSI はダイヤフラム構造となっていないので、膜応力変化による基板の反り量もほとんどなく、そのため、LSI 電気的特性への影響もない。これらのことから、シリコンナイトライド膜 4 に発生するクラックの課題は熱式空気流量センサ特有である。
- [001 8] シリコンナイトライド膜 4 中に発生する応力解析結果を図 3 に示す。発生応力はシリコンナイトライド膜 4 表面に集中することが分かる。また、発生応力のシリコンナイトライド膜 4 厚依存性を図 4 に示す。発生応力は膜厚の減少とともに減少する。この結果から、発生応力低減にはシリコンナイトライド膜 4 の薄膜化が有効となるが、シリコンナイトライド膜 4 の薄膜化は、ダスト衝突時のダイヤフラム強度を低下させる。そのため、シリコンナイトライド膜 4 の薄膜化は対策として好ましくない。

[001 9] 応力集中箇所は、図 3 に示すようにシリコンナイトライド膜 4 の表面であった。また、シリコンナイトライド膜 4 内に発生する応力の発生源は熱処理による膜収縮であった。さらに、シリコンナイトライド膜 4 の薄膜化により発生応力が低減した。この薄膜化による低応力化は、膜厚が薄くなることで、膜収縮量が減少し発生応力が減少したものである。以上のことから、シリコンナイトライド膜 4 を多層膜で形成し、最後に形成される膜の膜厚を薄くすることで表面に発生応力が減少すると考えられる。具体的には、1 層目の膜堆積後に熱処理を行って膜収縮をさせ、2 回目の膜堆積後に熱処理を実施する。本方法により、シリコンナイトライド膜 4 表面に発生する応力は 2 層目の膜収縮分だけとなる。そのため、膜厚を変えることなく発生応力を減少させることができる。

[0020] 本方法を適用することにより、図 5 に示すように 1 層目と 2 層目に界面が形成される。また、2 層構造における、1 層目と 2 層目の膜厚比は、2 層目の方を多くしてもトータルの膜厚より、2 層目の膜厚が薄くなるので効果があるが、1 層目よりも 2 層目の方を薄くした方が応力低減には有効である。

[0021] 上記の第一の実施例はシリコンナイトライド膜 4 を 2 層まで記載したが、当然ながら 3 層、4 層膜構造としてもよい。

[0022] いずれの場合でも多層膜内の各々の膜厚を同じ膜厚とするか、または、最後に形成される膜の膜厚を多層膜内の各々の膜に比べて最小とすると、シリコンナイトライド膜 4 表面に発生応力が効果的に低減される。

## 実施例 2

[0023] 第二の実施例は第一の実施例の製造方法のみが異なるので、図 6 (a) ~ (c) を用いてその製造方法を説明する。

[0024] まず、図 6 (a) に示すように、シリコン基板 1 を熱酸化して下部電気絶縁膜となる熱酸化膜 2 を形成し、熱酸化膜 2 の上にモリブデン (Mo) 膜を 150 nm 堆積してパターニングを行うことにより、発熱抵抗体 10、測温抵抗体 9, 11 を形成する。下部電気絶縁膜は熱酸化膜 2 だけでも良いが、シリコンナイトライド (SiN) 膜やシリコン酸化膜 (SiO<sub>2</sub>) を積層して

も良い。また、発熱抵抗体 10、測温抵抗体 9、11 はモリブデン膜ではなくプラチナ等の金属膜で形成しても良い。発熱抵抗体 10、測温抵抗体 9、11 の上に上部電気絶縁膜となる、シリコン酸化膜 3 を 600 nm~700 nm 程度の厚さでプラズマ CVD 法により堆積し、その後、膜の緻密化を目的に 800℃以上の熱処理を行う。この際、膜厚に相当する段差 13 が形成される。次に図 6 (b) に示すように、機械研磨 (CMP) によりこの段差 14 を平坦化し、シリコン酸化膜 3 の膜厚を約 500 nm とする。ここで言う平坦化とは、発熱抵抗体 10、測温抵抗体 9、11 のパターンに応じて段差がないことを言う。その後、図 6 (c) に示すように、シリコンナイトライド膜 4 を 200 nm 程度堆積し、シリコンナイトライド膜 4 の緻密化を目的に 800℃以上の熱処理を行う。その後、シリコン酸化膜 5 を 300~500 nm の膜厚でプラズマ CVD 法により堆積し、その後、800℃以上で熱処理を行う。その後は実施例 1 と同じ方法により、端子電極 12、ダイヤフラム部 6 を形成する。

[0025] 次に、本実施例の作用効果について説明する。

シリコンナイトライド膜 4 内のクラックの発生原因は高い膜応力と段差形成による応力集中である。実施例 1 では膜応力を低減した。実施例 2 では、機械研磨によりこの段差 14 を除去したので応力集中が抑制され、クラックの発生が抑制される。

[0026] 一般的な LSI 配線層形成での平坦化は、下層配線と上層配線を接続するコンタクト配線の接続不良を無くすために行われ、本実施例のように電気絶縁膜のクラック発生を防止するためではない。そのため、平坦化の目的が異なる。

[0027] 発生応力の低減は図 6 (b) に示すようにシリコン酸化膜 3 を完全に平坦化しなくても、図 7 に示すように、段差を低減することで小さくなる。機械研磨、エッチバック方式により段差を低減できるので発生応力が小さくなり、クラックの発生を抑制できる。この際のエッチング量は、当然ながら、発熱抵抗体 10、測温抵抗体 9、11 の膜厚よりも小さくなる。また、この場

合には図8に示すように、発熱抵抗体10や測温抵抗体9, 11が堆積されている領域のA膜厚と、堆積されていない領域のB膜厚で、機械研磨後のシリコン酸化膜3の膜厚は $B > A$ となり、さらに、発熱抵抗体10、測温抵抗体9, 11のパターンに応じた段差14が残るものとなる。

[0028] 段差を低減した場合には、実施例1に示したシリコンナイトライド4の多層膜化を併用することで、さらに応力が低減し、クラック発生抑制に有効であることは言うまでもない。

[0029] 発熱抵抗体10、測温抵抗体9, 11に金属材料を用いて高温のアニールを行うと図9に示すようにヒロック16(部分的な盛り上がり)が発生する場合がある。このヒロック16が発生すると段差13が拡大し、発生応力が大きくなる。そのため、ヒロック16が発生した場合には実施例1, 2に示した方法は特に有効となる。

### 符号の説明

- [0030] 1 シリコン基板  
2 熱酸化膜  
3, 5 シリコン酸化膜  
4 シリコンナイトライド膜  
6 ダイヤフラム部  
7 エッチングマスク端部  
8 ダイヤフラム部の端部  
9, 11 測温抵抗体  
10 発熱抵抗体  
12 端子電極  
13, 14 段差  
15 PIQ膜  
16 ヒロック

## 請求の範囲

- [請求項 1] 半導体基板と、前記半導体基板上に形成された、発熱抵抗体、測温抵抗体、及び、シリコン酸化膜を含む電気絶縁体と、前記半導体基板の一部を除去して形成したダイヤフラム部と、を有し、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体が前記ダイヤフラム部上に形成され、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体の上層に前記電気絶縁体として形成されたシリコンナイトライド膜を備えた熱式空気流量センサにおいて、
- 前記シリコンナイトライド膜は、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体パターンに対応した段差が形成され、
- さらに、前記シリコンナイトライド膜を多層構造としたことを特徴とする熱式空気流量センサ。
- [請求項 2] 請求項 1 に記載の熱式空気流量センサにおいて、
- 前記シリコンナイトライド膜を二層構造とし、一層目の膜厚よりも二層目の方が膜厚が薄いことを特徴とする熱式空気流量センサ。
- [請求項 3] 請求項 1 に記載の熱式空気流量センサにおいて、
- 前記多層構造の膜の内、最上位に位置する膜の膜厚が他の膜厚よりも薄いことを特徴とする熱式空気流量センサ。
- [請求項 4] 半導体基板と、前記半導体基板上に形成された、発熱抵抗体、測温抵抗体、及び、シリコン酸化膜を含む電気絶縁体と、半導体基板の一部を除去して形成したダイヤフラム部と、を有し、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体が前記ダイヤフラム部上に形成され、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体上に前記電気絶縁体として形成されたシリコン酸化膜が配置され、前記シリコン酸化膜上にシリコンナイトライド膜が積層された熱式空気流量センサにおいて、
- 前記シリコン酸化膜の表面を平坦化したことを特徴とする熱式空気流量センサ。
- [請求項 5] 半導体基板と、前記半導体基板上に形成された、発熱抵抗体、測温抵抗体、及び、シリコン酸化膜を含む電気絶縁体と、半導体基板の一

部を除去して形成したダイヤフラム部と、を有し、前記発熱抗体及び前記測温抗体が前記ダイヤフラム部上に形成され、前記発熱抗体及び前記測温抗体上に前記電気絶縁体として形成されたシリコン酸化膜が配置され、前記シリコン酸化膜上にシリコンナイトライド膜が積層された熱式空気流量センサにおいて、

前記シリコン酸化膜の表面を前記発熱抗体の膜厚未満で除去したことを特徴とする熱式空気流量センサ。

[請求項6]

半導体基板と、前記半導体基板上に形成された、発熱抗体、測温抗体、及び、シリコン酸化膜を含む電気絶縁体と、半導体基板の一部を除去して形成したダイヤフラム部と、を有し、前記発熱抗体及び前記測温抗体が前記ダイヤフラム部上に形成され、前記発熱抗体及び前記測温抗体上に前記電気絶縁体として形成されたシリコン酸化膜が配置され、前記シリコン酸化膜上にシリコンナイトライド膜が積層された熱式空気流量センサにおいて、

前記シリコン酸化膜の表面を前記発熱抗体の膜厚未満で除去し、前記シリコンナイトライド膜を多層構造としたことを特徴とする熱式空気流量センサ。

[請求項7]

請求項1乃至4にいずれかに記載の熱式空気流量センサにおいて、前記発熱抗体及び前記測温抗体にはヒロックが形成されていることを特徴とする熱式空気流量センサ。

[請求項8]

半導体基板と、前記半導体基板上に形成された、発熱抗体、測温抗体、及び、シリコン酸化膜を含む電気絶縁体と、半導体基板の一部を除去して形成したダイヤフラム部とを有し、前記発熱抗体及び前記測温抗体が前記ダイヤフラム部上に形成され、前記発熱抗体及び前記測温抗体上に前記電気絶縁体として形成されたシリコン酸化膜が配置され、前記シリコン酸化膜上にシリコンナイトライド膜が積層された熱式空気流量センサにおいて、

前記発熱抗体及び前記測温抗体にはヒロックが形成され、

前記シリコン酸化膜の表面の段差が、前記発熱抵抗体の膜厚さ未満であることを特徴とする熱式空気流量センサ。

[請求項9]

半導体基板と、前記半導体基板上に形成された、発熱抵抗体、測温抵抗体、及び、シリコン酸化膜を含む電気絶縁体と、半導体基板の一部を除去して形成したダイヤフラム部とを有し、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体が前記ダイヤフラム部上に形成され、前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体上に前記電気絶縁体として形成されたシリコン酸化膜が配置され、前記シリコン酸化膜上にシリコンナイトライド膜が積層された熱式空気流量センサにおいて、

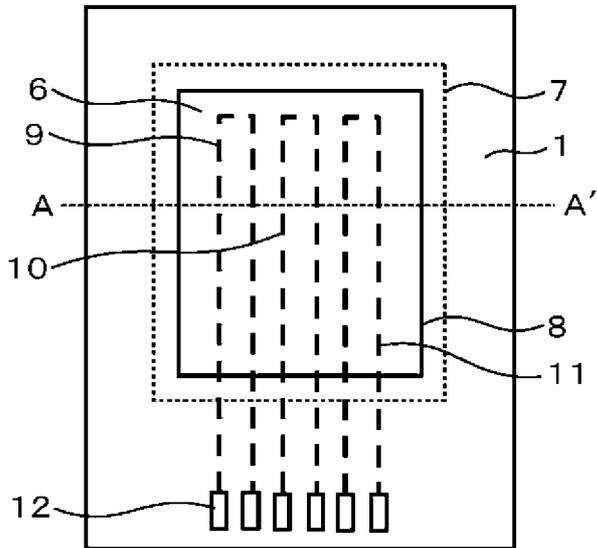
前記発熱抵抗体及び前記測温抵抗体にはヒロックが形成され、

前記シリコン酸化膜の表面の段差が、前記発熱抵抗体の膜厚さ未満であり、

前記シリコンナイトライド膜は多層構造であることを特徴とする熱式空気流量センサ。

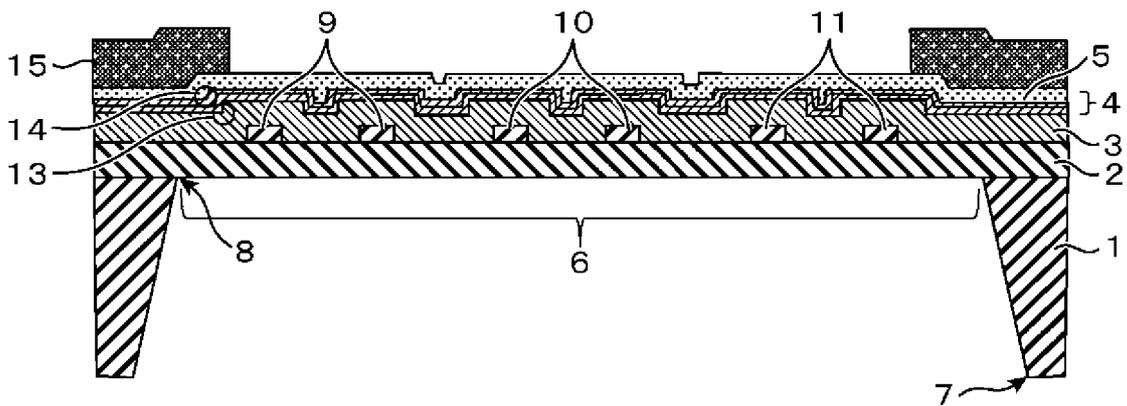
[図1]

図 1



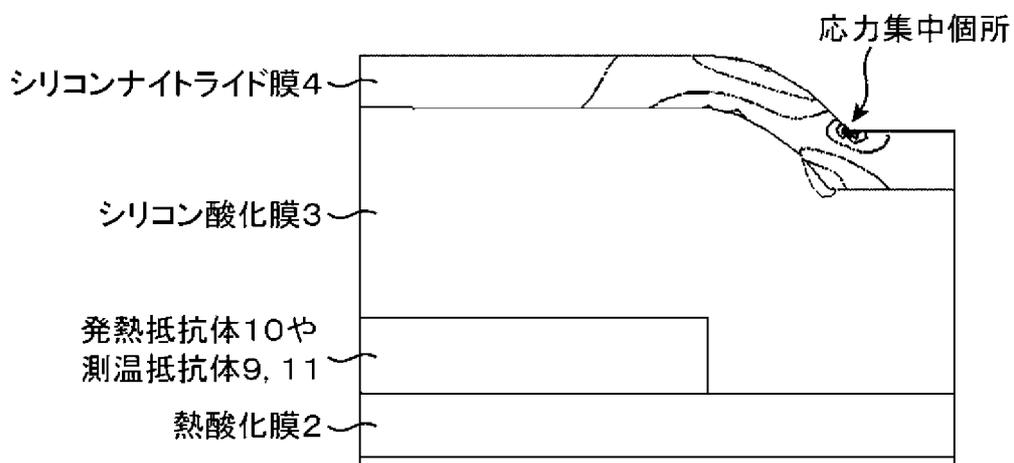
[図2]

図 2



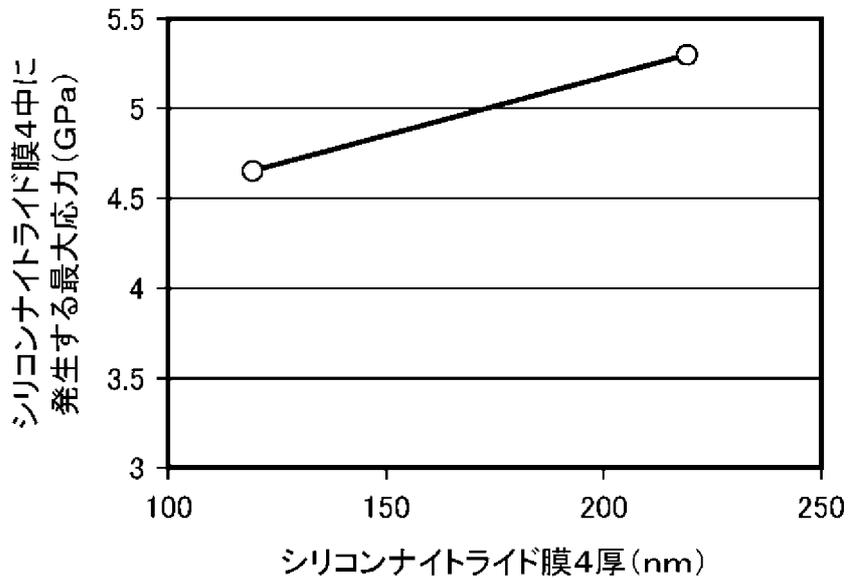
[図3]

図 3



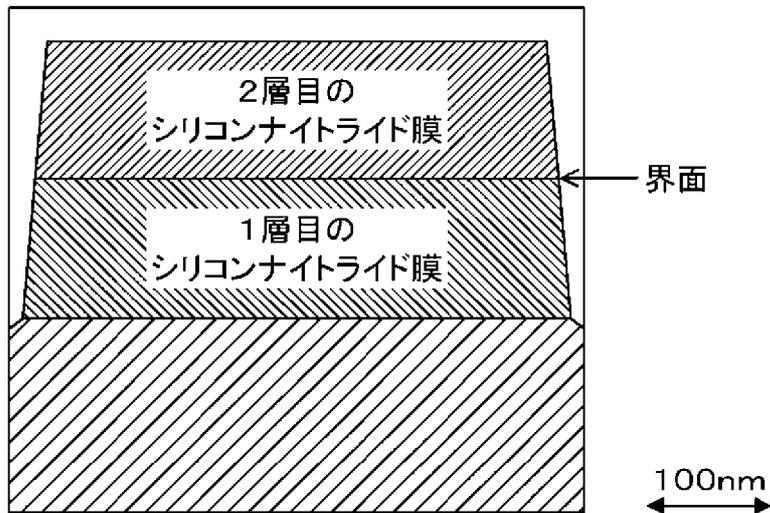
[図4]

図 4



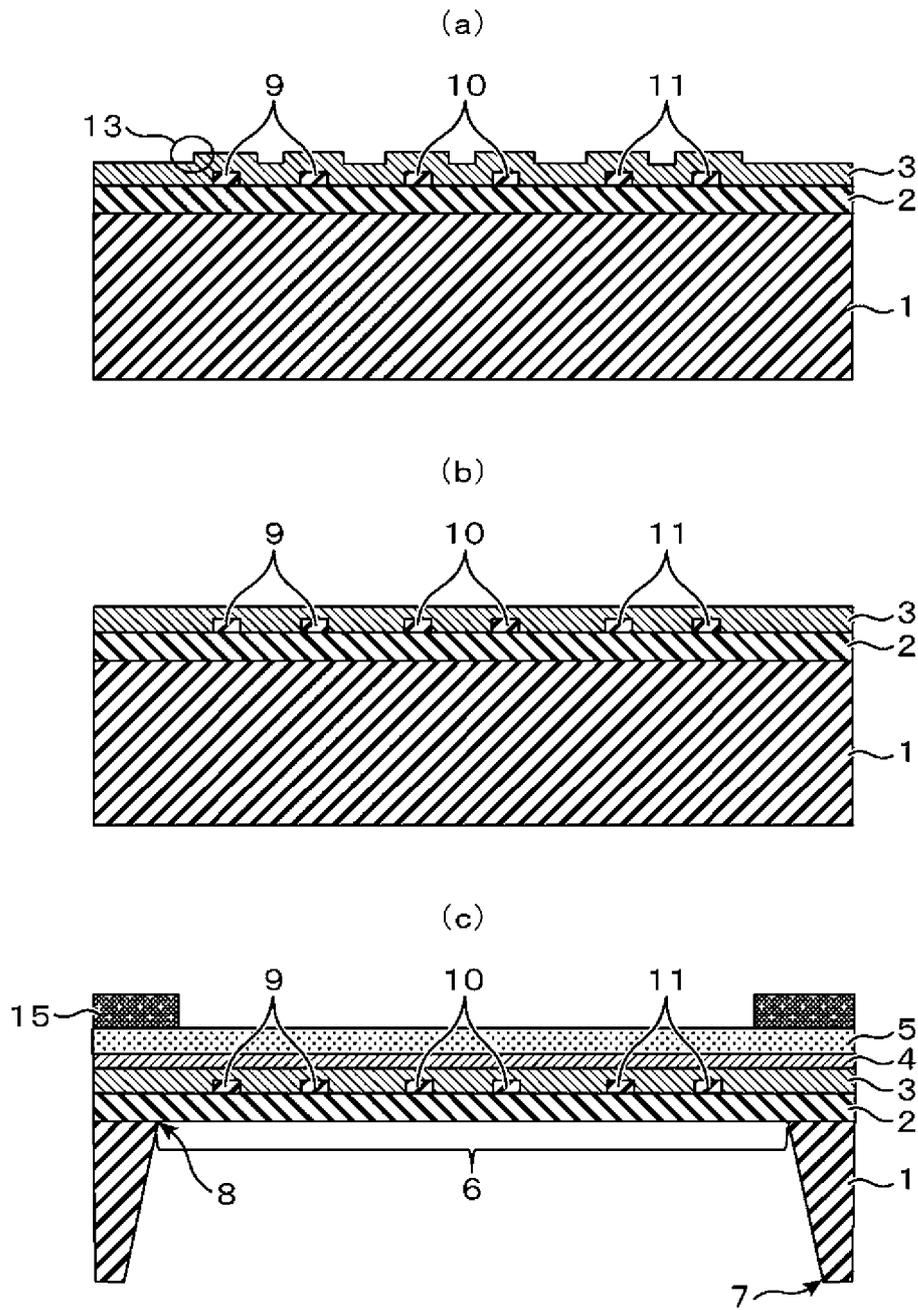
[図5]

図 5



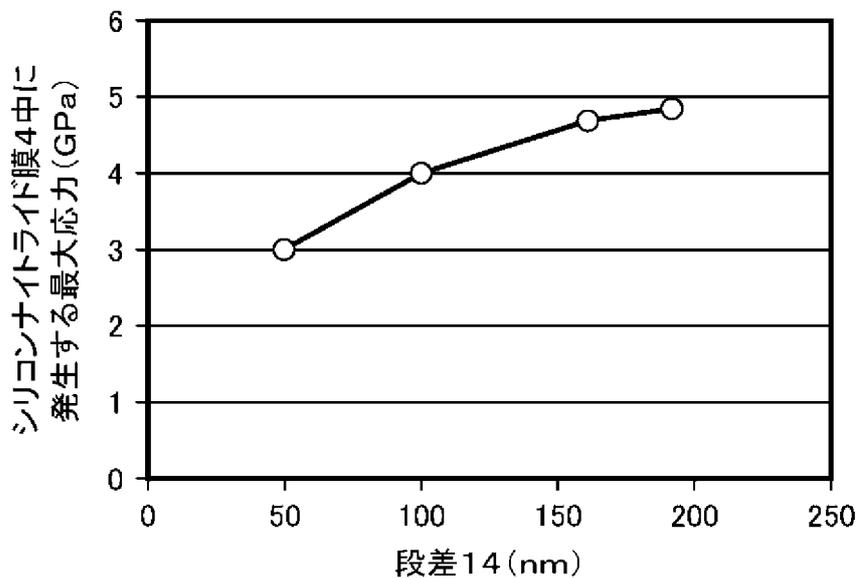
[図6]

図 6



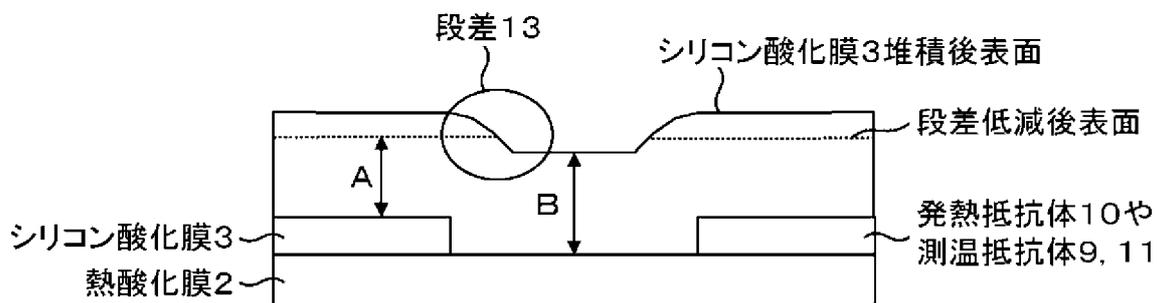
[図7]

図 7



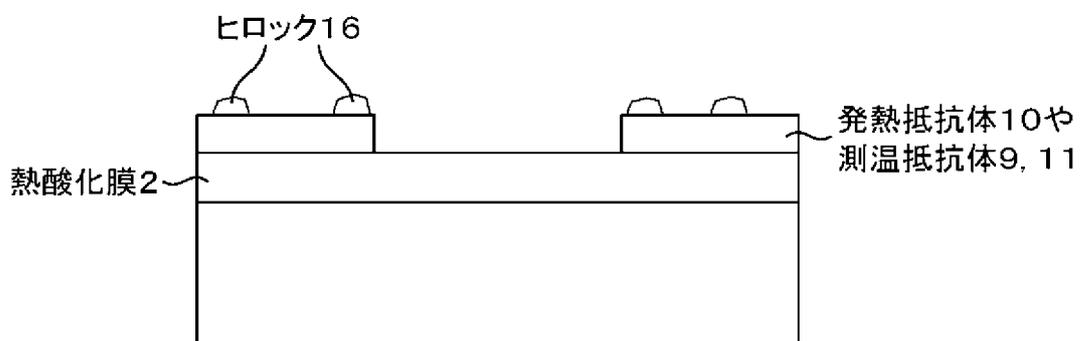
[図8]

図 8



[図9]

図 9



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 0 1 1 / 0 0 6 5 9 2

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01 F 1 / 692 ( 2 0 0 6 . 0 1 ) <sup>1</sup>  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01 F 1 / 68- 1 / 6 9 9		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1 996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2010-112757 A (Dens o Corp . ) , 20 May 2010 (20.05.2010) , paragraph s [0024] to [0044] ; fig . 1 to 4 (Fami l y : none )	1 2- 3 , 6- 9
X A	JP 11-287687 A (Mi t sub i shi El e c t r i c Corp . ) , 19 Octobe r 1999 (19.10.1999) , paragraph s [0051] to [0054] ; fig . 9 (Fami l y : none )	4- 5 6- 7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 21 February , 2012 (21.02.12)		Date of mailing of the international search report 06 March , 2012 (06.03.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japane se Patent Of f i ce		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01F1/692 (2006. 01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01F1/68- 1/699

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-19
日本国公開実用新案公報	1971-20
日本国実用新案登録公報	1996-20
日本国登録実用新案公報	1994-20

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
年

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2010-112757 A (株式会社テンソー) 2010. 05. 20, 【0024】 - 【0044】、第1-4図 (ファミリーなし)	1 2-3, 6-9
X A	JP 11-287687 A (三菱電機株式会社) 1999. 10. 19, 【0051】 - 【0054】、第9図 (ファミリーなし)	4 - 5 6 - 7

Γ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

IA 「特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの」  
IE 「国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの」  
I 「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」  
Iθ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」  
IP 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献」  
T 「国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの」  
X 「特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの」  
IY 「特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」  
I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日  
21. 02. 2012

国際調査報告の発送日  
06. 03. 2012

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
田邊 英治  
2F 9409  
電話番号 03-3581-1101 内線 3216