

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年6月28日 (28.06.2001)

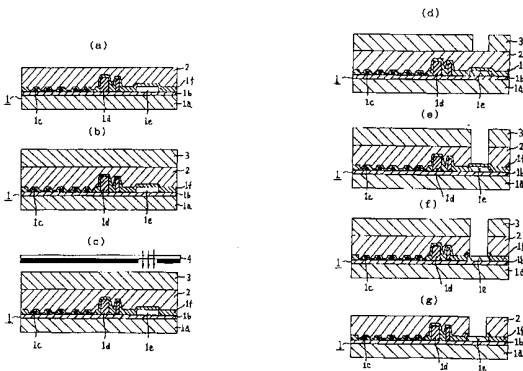
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/46708 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01R 33/06 裕司 (KAWANO, Yuji) [JP/JP]; 〒100-8310 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 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP99/07230
- (22) 国際出願日: 1999年12月22日 (22.12.1999) (74) 代理人: 弁理士 宮田金雄, 外(MIYATA, Kaneo et al.); 〒100-8310 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 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 保田直紀 (YASUDA, Naoki) [JP/JP]. 深見達也 (FUKAMI, Tatsuya) [JP/JP]. 田口元久 (TAGUCHI, Motohisa) [JP/JP]. 川野
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SENSOR DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称: センサ素子及びその製造方法



(57) Abstract: A sensor device comprises a sensor substrate and a flat, silicone-coated sensor element held on the sensor substrate. The silicone coating provides good step coverage for the sensor element so that the stress on the sensor element can decrease. The coating can be formed at low temperature so that the effects on the sensor element are reduced in the manufacturing process.

(57) 要約:

本発明は、センサ基板と、このセンサ基板に支持された平面状のセンシング部位を備え、この平面状センシング部位の表面が、シリコーン系樹脂膜で被覆されてなるセンサ素子を提供するものである。このシリコーン系樹脂膜は平面状センシング部位のステップカバレッジに優れ、センシング部位に与える応力が低く、かつ低温で形成可能であり、製造過程においてもセンシング部位に与える悪影響を防ぐことができる。



WO 01/46708 A1

## 明 細 書

## センサ素子及びその製造方法

## 技術分野

本発明は、センサ素子に関し、特に一定広がり of センサ面を有する磁気抵抗センサ、エアフローセンサ、加速度センサ、圧力センサ、ヨーレートセンサ、イメージセンサなどのセンサに関するものである。

## 背景技術

従来から、車両の走行制御用のセンサ素子として、加速度センサ、ヨーレートセンサ、圧力センサ、エアフローセンサ、磁気抵抗センサ等が使用されている。このうち、加速度センサ、ヨーレートセンサ及び圧力センサは、衝撃や加速度に対応して、揺動する平面状の電極（センシング部位）を備え、この電極と近接して固定配置された対向電極との間の電気容量変化を検出できるように構成されており、この電気容量変化に基づいて衝撃や加速度の変化を検出するものである。そして、センシング部位を構成する平面状電極としては種々の金属材料が用いられており、例えば、特開平5-183145号公報、特開平5-283712号公報や特開平6-194382号公報に記載のごとく、その表面は、シリコン窒化膜やシリコン酸化膜等の無機薄膜で被覆保護され、これらの無機薄膜は通常、スパッタリング法、CVD法、蒸着法により形成されている。

しかしながら、上記平面状電極は、この電極を支える支持体から平面方向に突出した3次元構造(厚みは、通常10~500 $\mu$ m程度)を有しているため、上記蒸着法やCVD法による無機薄膜のカバレッジ性に劣

り、特に、平面状電極の側面に無機薄膜が形成されにくく、保護性が低くなる惧れがあった。

また、ガソリン流量を検出するためのエアフローセンサは、例えば、抵抗配線を埋め込んだ平面状のセンシング部位を、ガソリン含有ガスの

5 流路に接触させることにより生じる、センシング部位の温度変動を、抵抗配線の抵抗の変化で検出することにより、ガソリン含有ガスの流量を検知するように構成されているが、センシング部位と支持体との間で大きな段差を有する3次元構造であるため、センシング部位の保護に関し、上述と同様な問題があった。

10 このため、平面状電極の側面を十分に無機薄膜で保護するために、無機薄膜を厚膜化することが考えられるが、センシング部位に高い応力を引き起こしたり、膜自体にクラックが発生する。これにより、センサ特性の劣化を生じたり、センシング部位を構成する抵抗配線や隣接する制御回路上の配線の位置ずれを引き起こすという問題があった。特に、抵抗

15 配線等の配線をセンシング部位に用いたセンサの場合、その配線としては、通常の半導体素子には用いられない特殊な材料が用いられるため、その構成材料によっては、下地材料との密着性が著しく弱く、例えば、センサ素子を樹脂で封止した場合には、熱的、機械的な歪みにより、かかる配線が位置ずれを引き起こりやすい問題があった。

20 そこで、市販されているポリイミド樹脂や感光性ポリイミド樹脂をセンシング部位の保護膜として用いることが考えられるが、応力特性、耐熱性、脱ガス性、製造プロセス整合性（処理温度等）の観点から、センシング部位の特性への悪影響がある場合が多い。すなわち、ポリイミド樹脂の膜形成が、アミク酸モノマーから化学反応によりポリイミド化する

25 化学反応によって行われるため、残留応力が高く、また反応により生じるガス成分による汚染が生じるためである。さらに、ポリイミド樹脂

保護膜は耐水性に難があり、センサ素子の使用環境が制限されていた。

一方、磁気抵抗センサは、上述した3次元構造のセンサとは異なり、基本的には大きな段差は有さないが、磁性金属細線からなる平面状のセンシング部位を有し、磁性金属の磁気抵抗効果を利用して磁界の大きさ  
5 や方向の変化を検出できるように構成されており、このセンシング部位をポリイミド樹脂膜で保護することも考えられるが、高温で硬化処理する必要があり、この硬化温度がセンサ本体の耐熱限界温度より高く、十分な硬化処理ができないという問題があった。

本発明はかかる状況においてなされたものであり、ことに、平面状の  
10 センシング部位がステップカバレッジに優れ、センシング部位に与える応力が低く、かつ低温で形成可能であり、製造過程においてもセンシング部位に悪影響を与える惧れのない保護膜で被覆されたセンサ素子を提供しようとするものである。

## 15 発明の開示

かくして本発明によれば、センサ基板と、このセンサ基板に支持された平面状のセンシング部位を備え、この平面状センシング部位の表面が、シリコーン系樹脂膜で被覆されてなるセンサ素子が提供される。

本発明で用いるシリコーン系樹脂膜は、センサ素子の製造プロセス温  
20 度や使用温度に対する耐熱性があり、カバレッジ性が良く、3次元構造の平面状センシング部位の被覆性に優れ、しかも低応力性で厚膜化も可能であり、さらに高耐環境性を備えている。さらに、このシリコーン系樹脂膜は、半導体装置で保護膜として用いられているポリイミド樹脂とは異なり、膜硬化時のガス発生量が極端に低く、センシング部位はもと  
25 より、隣接する制御回路部の汚染を引き起こすことはない。さらに、耐熱性、密着性、低応力性においても、ポリイミド樹脂を凌駕する。また、

カバレッジ性についても、ポリイミド樹脂や従来のCVD法やスパッタリング法により形成される無機膜材料よりも優れている。

かかるシリコーン系樹脂膜は、シリコーン系ポリマーの溶液を塗布し加熱硬化することにより形成することができる。かかる形成方法によれば、回転塗布と加熱によって、センシング部位を簡便かつ効果的に被覆保護することができ、ポリイミド系保護膜のようなセンシング部位への影響も解消される。また、無機系保護膜のような高価な成膜装置を用いることなく、製造コスト面でも有利である。したがって、本発明は、センサ基板に支持された平面状のセンシング部位に、シリコーン系ポリマーの溶液を塗布し加熱硬化することにより、センシング部位をシリコーン系樹脂膜で被覆することからなるセンサの製造方法をも提供するものである。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る磁気抵抗センサの構造及びその製造方法の一例を説明する断面図である。

第2図は、本発明に係る磁気抵抗センサの構造及びその製造方法の他の例を説明する断面図である。

第3図は、本発明に係る実施例1のエアフローセンサの構造を説明する図であり、その(a)が平面図、その(b)がA-A線断面図である。

第4図は、本発明に係る実施例3の加速度センサの構造を説明する図であり、その(a)が平面図、その(b)がB-B線断面図である。

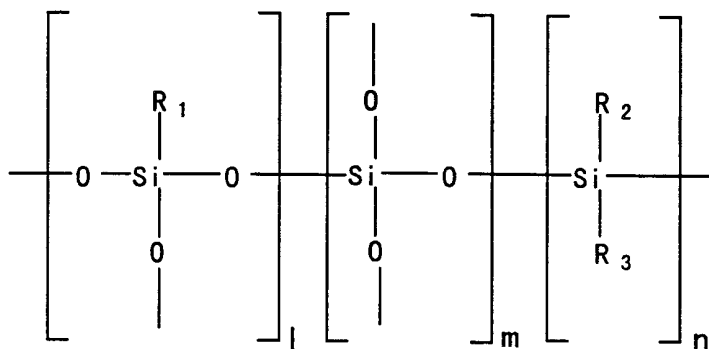
#### 発明を実施するための最良の形態

本発明のセンサ素子は、加速度センサ、ヨーレートセンサ、圧力センサ、磁気抵抗センサ、イメージセンサ等の各種センサにおけるセンシング部位の表面あるいは全表面がシリコーン系樹脂膜で被覆保護されたも

のである。なお、かかる各センサ素子におけるセンシング部位は通常、平面で構成されているが、若干の凹凸があってもよく実質的に平面状であればよい。さらに、センシング部位のみならず、隣接する基板や周辺回路を含めてシリコン樹脂膜が被覆する構成であってもよい。

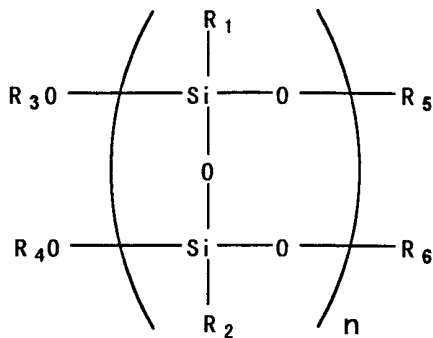
- 5 このシリコン系樹脂膜は、シリコン系ポリマーの硬化膜からなり、このシリコン系ポリマーとしては、下記一般式(1)に示されるシリコン系ポリマー、又は下記一般式(2)からなるシリコン系ポリマーを用いるのが適しており、これらは各々混合物であってもよい。特に、梯子型構造を有する下記一般式(2)のシリコン系ポリマーは、硬化
- 10 後の耐熱性が優れており、それ自体の下地材料への応力も低く、さらに外部からの応力に対する緩衝作用も優れている点で好ましい。

一般式(1)；



- (式中、R1、R2、R3はアリール基、水素原子、脂肪族アルキル基、水酸基、トリアルキルシリル基または不飽和結合を有する官能基であり、
- 15 同種でもよく、異種でもよい。l、m、nはいずれも0以上の整数で重量平均分子量が1000以上である。)

一般式(2)；



(式中、R 1、R 2はアリール基、水素原子、脂肪族アルキル基または不飽和結合を有する官能基であり、同種でもよく、異種でもよい。R 3、R 4、R 5、R 6は水素原子、アリール基、脂肪族アルキル基、トリアルキルシリル基または不飽和結合を有する官能基であり、同種でもよく、  
5 異種でもよい。nは整数で重量平均分子量が1000以上である。)

かかるシリコーン系ポリマーには、紫外光等の光により架橋して硬化するものが含まれ、その好適な例としては、一般式(1)においてR 1、R 2、R 3の置換基の1%以上が不飽和結合を有する官能基であるものが挙げられ、また、一般式(2)においてR 1、R 2、R 3、R 4、R  
10 5、R 6の置換基の1%以上が不飽和結合を有する官能基であるものが挙げられる。不飽和結合を有する官能基は、樹脂分子同士が架橋反応やラジカル反応により架橋させるための反応基であり、アルケニル基、アルキルアクリロイル基、アルキルメタクリロイル基もしくはスチリル基などが好ましいが、これらに限定されるものではない。これらの  
15 不飽和結合を有する官能基は、単独で導入してもよく、2種類以上混合して導入してもよい。かかる光架橋性のシリコーンポリマーは、単独あるいは感光性架橋剤、光重合開始剤、光増感剤と組み合わせることで、光をドライビングフォースとしてより低温で硬化反応を進行させることができ、センサ素子にかかる温度を低減することができる点あるいはレ  
20 ジストを用いない自己パターンニングができる点で、センサ素子製造上で

の利点を備えている。

本発明のシリコーン系樹脂膜は、前記した一般式（１）及び／又は一般式（２）に示されるシリコーン系ポリマーの溶液、いわゆるワニス  
5 をセンシング部位に塗布した後、加熱硬化することにより形成することができる。かかるシリコーン系ポリマーの溶液としては、アルコール系、ケトン系、エーテル系、ハロゲン系、エステル系、ベンゼン系、アルコキシベンゼン系、環状ケトン系の溶剤溶液が適している。このシリコーンポリマーの溶液中には、センシング部位の表面との接着性を向上するためのシランカップリング剤、硬化膜の密度を向上させるための重合性  
10 モノマーあるいは重合開始剤、架橋剤、増感剤や、保存安定性を向上させるための重合禁止剤等が添加されていてもよい。特に、光架橋性のシリコーン系ポリマーを用いる場合には、前述のごとく感光性の架橋剤、光重合開始剤、光増感剤等が添加されていてもよい。感光性架橋剤や光重合開始剤は、ラジカル反応あるいは架橋反応による膜硬化を引き起こすための添加剤であり、感光性架橋剤としては、芳香族アジド化合物、芳香族ビスアジド化合物、イミノキノンジアジド化合物、芳香族ジアゾ化合物や有機ハロゲン化合物などの光照射によりラジカル活性種を生成する感光性化合物が挙げられ、光重合開始剤としては、カルボニル化合物、ジカルボニル化合物、アセトフェノン、ベンゾインエーテル、アシル  
20 ルフォスフィンオキシド、チオキサントン、アミノカルボニル化合物、含窒素化合物などが挙げられる。硬化処理温度は、ポリマーの種類やセンシング部位の耐熱温度、あるいは保護膜形成前のセンサ素子自体の耐熱温度等により異なるが、通常１００℃から４００℃が適しており、特に、前述した光架橋性のポリマーを用いる場合には、１００℃から２  
25 ５０℃の比較的低温で硬化処理を行うことができる。

以下、添付の図面を参照して本発明のセンサ素子について説明する。



第1図の(g)は、本発明に係る磁気抵抗センサの一例を説明する断面図である。センサ本体1は、基板1a、基板1a上に形成された下地絶縁膜1b、センシング部位を構成する細線1c、細線1cと信号処理回路(図示せず)を電氣的に結ぶ金属線(Al, AlSi, Cu等)からなる配線1d、ボンディングパッド1e、スパッタリング法やCVD法で形成された無機膜(シリコン窒化膜、シリコン酸化膜等)からなるパッシベーション膜1fなどから構成された磁気抵抗センサであり、このセンサ本体1上には、少なくとも上記センシング部位を被覆するようにシリコン系樹脂膜2が形成されたものである。

10 第1図の(a)から(g)は、本発明に係る磁気抵抗センサの製造方法の一例を説明する断面図である。まず、センサ本体1上に、前記した一般式(1)及び/又は一般式(2)に示すシリコン系ポリマーをアルコール系、ケトン系、エーテル系、ハロゲン系、エステル系、ベンゼン系、アルコキシベンゼン系、環状ケトン系などの溶剤に溶解させたワニス

15 ニスを10nmから50 $\mu$ mの膜厚で塗布し、ホットプレート上で100 $^{\circ}$ C~250 $^{\circ}$ Cで熱処理を行い、シリコン系樹脂膜2をセンサ本体1上に形成する(第1図の(a))。

次に、シリコン系樹脂膜2の表面に膜厚が100nmから20 $\mu$ mのi線用ポジレジスト3を塗布し(第1図の(b))、センサ本体1のボンディングパッド1eやダイシングライン(図示せず)などを露出するためのコンタクトホールパターンを有するマスク4を用いて、上方より紫外光(i線)を照射し、コンタクトホール部のi線用ポジレジスト3を露光する(第1図の(c))。

次に、露光後ベークを行った後、現像処理を行い、所望のパターンを有するi線用ポジレジスト3のパターンが得られる(第1図の(d))。

このi線用ポジレジスト3のパターンをマスクとして、シリコン系

樹脂膜 2 を現像処理することによりコンタクトホールを得る。現像処理は、シリコーン系樹脂膜専用の現像液で、浸漬現像、あるいはスピン現像を行った後、シリコーン系樹脂膜専用のリンス液で洗浄することにより行う（第 1 図の（e））。

- 5 次に、パッシベーション膜 1 f をドライエッチング法により除去した後（第 1 図の（f））、シリコーン系樹脂膜 2 上の i 線用ポジレジスト 3 をウエット除去、あるいは反応性イオンエッチング装置、イオンビームエッチング装置、あるいはアッシング装置を用いてドライ除去し、オープンあるいはホットプレートを用いて、200℃～450℃でポスト
- 10 ベークを行いシリコーン系樹脂膜 2 の硬化を行う。これにより、所定の部分が開口されたシリコーン系樹脂膜 2 を被覆した磁気抵抗センサが得られる（第 1 図の（g））。

- 上記磁気抵抗センサは、前記シリコーン系樹脂膜 2 で被覆することにより、センサ特性の劣化の防止、あるいは細線 1 c や配線 1 d などの位置
- 15 ずれを防止することが可能である。このシリコーン系樹脂膜 2 は、残留応力が低い上、緩衝作用を有するので、封止樹脂からの応力を緩衝し、これらの位置ずれや、これによる素子の誤作動を防ぐことができる。また、センサ本体を制御する制御回路がある場合、その配線の位置ずれも
- 20 防止することが可能となる。また、センサ素子の製造プロセスに耐える耐熱性を有しており、また耐環境性に優れているので、センサ本体の保護膜として有効である。さらに、プレッシャークッカーテストによるセンサ本体特性評価でも、特性上の異常は認められない。

また、このシリコーン系樹脂膜 2 は、回転塗布で膜形成を行うため、プラズマ照射によるセンサ本体 1 の放射線ダメージも回避できる。

- 25 尚、上記パッシベーション膜 1 f は、上記シリコーン系樹脂膜 2 との接着性をより向上させるため、その表面に水酸基を多く含むものが好ま

しい。

また、上記センサ本体1は、センサであれば限定しないが、特に、磁気抵抗センサ、エアーフローセンサ、加速度センサ、圧力センサ、ヨーレートセンサ、イメージセンサがセンサ本体1として用いられる。

5 尚、上記センサ本体1は、センサ本体1を制御する制御回路を含んでもよい。

また、上記センサ本体1のセンシング部（細線）1cは、センサの種類により異なるが、Au、Al、Ag、Bi、Ce、Cr、Cu、Co、C、Fe、Hf、In、Mo、Mg、Ni、Nb、Pb、Pt、Si、  
10 Sn、Ti、Ta、V、W、Zn、Zrなどの金属や、これらの金属からなる合金、酸化物、窒化物、珪化物、硫化物、炭化物、フッ化物などが用いられる。例えば、合金としては、Al-Cu、Al-Si、Cu-Cr、Cu-Ni、Ni-Cr、Ni-Fe、Al-Si-Cu、Ni-Cr-Si、Al-Sc、Co-Crなど、酸化物としては、Al  
15  $2O_3$ 、 $CeO_2$ 、CuO、 $Fe_2O_3$ 、 $HfO_2$ 、MgO、 $Nb_2O_5$ 、SiO、 $SiO_2$ 、TiO、 $TiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $ZrO_2$ など、窒化物としては、AlN、 $Cr_2N$ 、 $Si_3N_4$ 、TiN、ZrNなど、珪化物としては、 $CrSi_2$ 、 $MoSi_{2.5}$ 、 $WSi_2$ 、 $WSi_{0.4}$ など、硫化物としては、ZnS、炭化物としては、SiC、TiC、W  
20 Cなど、フッ化物としては、 $MgF_2$ などが用いられるが、上記に限定されるものではなく、センサを作製する上で必要な材料であれば、何でもよい。

また、前記ワニス塗布前にセンサ本体1表面をシランカップリング剤を含有する溶液等により処理し、センサ本体1とシリコーン系樹脂膜2との密着性を強化してもよい。  
25

また、前記ワニスを塗布後にシリコーン系樹脂膜2の表面をヘキサメ

チレンジシラザン等により処理し、i線用ポジレジスト3とシリコーン樹脂膜2との密着性を強化してもよい。また、パターン形状を精度よく行うために反射防止膜を形成してもよい。

また、上記の説明では、i線用ポジレジスト3を用いたが、所望のパターン形成が可能であれば、ポジレジストやネガレジストどちらでもよく、また、g線用、i線用、KrFエキシマ用、ArFエキシマ用のいずれでもよい。

また、シリコーン系樹脂膜2を現像する前に、i線用ポジレジスト3のパターン全面に紫外線照射し、架橋密度を上げて、シリコーン系樹脂膜専用の現像液やリンス液に対する耐性を向上させてもよい。

また、シリコーン系樹脂膜2の現像処理の代わりにシリコーン系樹脂膜2をドライエッチング法により除去してもよい。すなわち、シリコーン系樹脂膜2の形成後に焼成し、硬化膜とした後に、その上層に通常のフォトリソグラフィーにより、i線用ポジレジスト3のパターンを形成し、そのi線用ポジレジスト3のパターンをマスクとして反応性イオンエッチング装置あるいはイオンビームエッチング装置を用いてシリコーン系樹脂膜2とパッシベーション膜1fを連続的にドライエッチングするものである。

反応性イオンエッチングで用いるエッチング用ガスは、シリコーン系樹脂膜2をエッチングできるガス種なら特に限定しないが、 $CF_4$ 、 $CHF_3$ 、 $C_4F_8$ 、などのフッ素系ガスとArや $O_2$ との混合ガスが好ましく用いることができる。

また、酸素を含むエッチング用ガスを用いた反応性イオンエッチングでパターン形成を行う場合やi線用ポジレジスト3の除去をアッシング装置を用いて行う場合、低圧条件かつ低パワー条件で行えば、シリコーン系樹脂膜2の表面層の酸化を低減できる。特に、1 Torr以下の低

圧条件かつ1 kW以下の低パワー条件でシリコーン系樹脂膜2の表面の酸化をより低減することができる。

このように、シリコーン系樹脂膜2の除去をドライエッチング法により行くと、シリコーン系樹脂膜2とパッシベーション膜1fを連続的に  
5 除去できるため、プロセスの簡略化ができる。

また、上記磁気抵抗センサは、封止樹脂を持ってもよい。センサ本体1にシリコーン系樹脂膜を被覆した後に、ボンディングパッド1eとリードフレーム（図示せず）をボンディングワイヤ（図示せず）で接続し、基板全体をエポキシ樹脂などモールド樹脂で封止する。この場合、同一  
10 基板上に、センサ本体1を制御する制御回路を含んでもよい。

また、上記の例では、スパッタリング法やCVD法によって形成されたシリコン窒化膜やシリコン酸化膜などのパッシベーション膜1fで保護したセンサ本体1上にシリコーン系樹脂膜2を積層し、特に応力緩衝膜として機能させるが、上記一般式（1）あるいは上記一般式（2）に  
15 記載のシリコーンポリマーは高純度であり、シリコーン系樹脂膜2をパッシベーション膜で保護しないセンサ本体上に直接積層し、保護膜と応力緩衝膜の両方の役割を持たせることもできる。

尚、パッシベーション膜1fは、シリコーン系樹脂膜2との接着性をより向上させるため、その表面に水酸基を多く含むものが好ましい。

20 第2図の（d）は、本発明に係る磁気抵抗センサの他の例を説明する断面図である。センサ本体1の構成は第1図と同じであるが、このセンサ本体1上には、少なくともセンシング部位を被覆するように光硬化したシリコーン系樹脂膜13が形成されたものである。

第2図（a）から（d）は、本発明に係る磁気抵抗センサの製造方法  
25 の他の例を説明する断面図である。この磁気抵抗センサの製造方法が上述の方法と異なるのは、光架橋性のポリマーを溶剤に溶解し、さらに光

架橋剤や光重合剤を添加したものをを用いている点である。所望のパターンを有するマスク 5 を用いて上方より、照射して露光し、光の非照射部分のシリコーン系樹脂膜を現像処理で除去し、100℃～250℃でポストバークを行い、シリコーン系樹脂膜の硬化を行う（第2図の（b）、5（c））。パッシベーション膜 1 f をドライエッチング法により除去すると、所定の部分が開口された光硬化したシリコーン系樹脂膜 1 3 を被覆した磁気抵抗センサが得られる（第2図の（d））。

感光性架橋材や光重合開始剤は通常、光をドライビングフォースとして、反応を引き起こすため、添加されているものであるが、熱処理によっても分解し、硬化反応が起こる。該ポリマーは、センサ素子上に形成10 するため、その焼成温度条件が直接的にセンサ特性に悪影響を及ぼすが、高分子量化したものは熱硬化しなくても500℃の耐熱性があり、これらの添加物を入れることで、膜形成時の焼成温度を下げることができ、センサ素子の耐熱限界温度以下の温度で焼成することが可能となる。さら15 らに、これらの添加剤を入れることで感光性を発現し、樹脂膜にパターンを転写する必要がある場合、所望のパターンを有するマスクを通して直接紫外線を照射した後に、現像することで、パターン形成することが可能で、レジストパターン形成工程を省くことができ、短時間でしかも安定にパターンを転写することができるので、プロセスの簡略化、低コスト20 化に寄与できる。

#### 実施例 1 .

第3図は、本発明に係る実施例1のエアフローセンサの構造を説明する図であり、その（a）が平面図、その（b）がA-A線断面図である。

本発明に係るエアフローセンサは、シリコン基板 3 1 上に形成された25 下支持膜 3 2 上にセンシング部位を構成するジグザグ状の金属線 3 3 と、その金属線 3 3 の両端に接続して設けられた電気抵抗値の変化を検出す

るボンディングパッド 34 が形成され、これらの表面には上支持膜 35 が形成され、また、前記シリコン基板 31 にはセンシング部位を露出する凹部 36 が設けられ、少なくともセンシング部位の裏面側の表面をシリコーン系樹脂膜 37 で被覆されたものである。

- 5 このエアフローセンサは、通電加熱された金属線 33 が凹部 36 を通過する気体の流速に依存して奪われる熱量を、電気抵抗値の変化によって気体の流速を検知するものである。

このエアフローセンサの製造方法を説明する。まず、約 300  $\mu\text{m}$  の厚さの Si 基板 31 上にスパッタリング装置により形成したシリコン窒化膜からなる下支持膜 32、温度センサとなる Pt からなる金属線 33、ボンディングパッド 34、シリコン窒化膜からなる上支持膜 35 の順に形成した後、Pt からなる金属線 33 直下の Si 基板 31 をウェットエッチング法により除去した。このとき、センシング部位の裏面には 300  $\mu\text{m}$  の段差ができています。

- 15 次にセンシング部位の裏面側の表面にシリコーン系樹脂膜 37 のパターン形成を以下の方法で行った。

まず、3重量%のN-フェニル- $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシランを含む水溶液をシリコンウエハの裏面上にスピナーを用いて毎分2000回転の速度で回転塗布し、120°Cで1分間ホットプレート上で乾燥させ表面処理した。この表面処理は、下支持膜 32 との密着性を向上させるために行っている。

上記一般式 (1) の側鎖 R1、R2、R3 うち 30 mol% がビニル基で、残りがメチル基であり、1/m/n 比が 5/3/2 で重合平均分子量が1万のシリコーン系ポリマーをメトキシベンゼンに 25 wt% になるように溶解させ、さらにこのポリマーに対して10重量%の1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、3重量%の3-ケトクマリ

ン、1重量%のトリエタノールアミンを加えた。このワニスを、上記の表面処理を施したシリコン窒化膜からなる下支持膜32の裏面側の表面に毎分3000回転の速度で回転塗布し、ホットプレート上で130℃で2分間熱処理して溶媒を除去した。さらに、窒素気流下のオープン中  
5 で400℃で1時間ポストベークを行い、完全に硬化させ、約1μmの膜厚のシリコーン系樹脂膜37を形成した。

このシリコーン系樹脂膜37上に、i線用ポジレジストを膜厚が約3μmになるように回転塗布し、通常のリソグラフィを行い、所望のダイシングラインを開口するためのi線用ポジレジストパターンを  
10 得た。

次に、このi線用ポジレジストパターンをマスクとして、i線用ポジレジストで保護されていない部分のシリコーン系樹脂膜をドライエッチング法により除去した。ドライエッチングは反応性イオンエッチング装置を用い、ドライエッチング用ガスとして、CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>の混合比が7  
15 /3のガスを用いて行った。さらに、i線用ポジレジストを酸素プラズマでアッシング除去し、所定の部分が開口されたシリコーン系樹脂膜37を被覆したエアフローセンサを得た。

このシリコーン系樹脂膜37を形成した後、ボンディングパッド34とリードフレーム（図示せず）をボンディングワイヤ（図示せず）で接  
20 続した。

このエアフローセンサは、通電されたPtからなる金属線33は外気温度より100℃程度高い温度に加熱されており、気流の流れの強さに依存して、Ptからなる金属線33は熱を奪われ温度が下がる。Ptからなる金属線33はその温度により抵抗値が変化するため、奪われた熱量を電氣的に検知することができる。奪われた熱量と気流の流れの強さは1対1に対応するため、気体の流れを知ることができる。シリコーン  
25



系樹脂膜が被覆されていないセンサでは、外気から混入する不純物や水蒸気等により、センサの劣化が徐々に進む問題や、センサ個々での特性に差が見られていたが、このシリコーン系樹脂膜 37 で被覆することで、外気から保護され、センサ特性の劣化はなく、耐久試験も実用レベルであった。また良好なセンサ特性が得られ、個々のセンサ特性のばらつきも解消した。

#### 実施例 2 .

第 2 図の (g) は、本発明に係る実施例 2 の磁気抵抗センサの構造を説明する断面図である。センサ本体 1 のパッシベーション膜 1 f はスパッタリング装置で形成した約 800 nm の膜厚のシリコン窒化膜であり、そのパッシベーション膜 1 f の表面に、シリコーン系樹脂膜 2 の形成を以下の方法で行った。

まず、上記一般式 (2) の側鎖 R 1、R 2 うち 15 mol % がアリル基で、残りがフェニル基であり、R 3、R 4、R 5、R 6 が水素原子である、重合平均分子量が 20 万のシリコーン系ポリマーをメトキシベンゼンに 20 wt % になるように溶解させ、さらにこのポリマーに対して 5 重量%の 2, 6-ビス (4'-アジドベンザル) メチルシクロヘキサノン、0.5 重量%の γ-アミノプロピルトリメトキシシランを加えた。このワニスを実験装置をパッシベーション膜の上部に毎分 2500 回転の速度で回転塗布し、ホットプレート上で 130℃ で 2 分間熱処理して溶媒を除去した。所望のボンディングパッドやダイシングラインなどのパターンを有するフォトマスクを介して密着露光し、メトキシベンゼン/イソプロピルアルコール = 1/4 (体積比) の現像液で、未露光部分を溶解除去し、シリコーン系樹脂膜のパターニングが完了した。さらに、窒素気流下のオープン中で 250℃ で 1 時間ポストバークを行い、完全に硬化させ、所望のパターンを有する膜厚約 5 μm のシリコーン系樹脂膜 2 を形

成した。

このシリコーン系樹脂膜 2 を形成した後、ボンディングパッド 3 4 とリードフレーム(図示せず)をボンディングワイヤ(図示せず)で接続し、基板全体をエポキシ樹脂で封止した。このシリコーン系樹脂膜でセンサ本体を被覆することで、当初、封止樹脂形成時の応力により生じていた、 $AlSi$  からなる配線 1 d および磁気抵抗効果を示す磁性金属からなる細線 1 c の位置ずれ、窒化膜のクラックやそれに伴うセンサ特性の劣化が解消した。

実施例 3 .

10 第 4 図は、本発明に係る実施例 3 の加速度センサの構造を説明する図であり、その (a) が平面図、その (b) が B-B 線断面図である。

本発明に係る加速度センサは、ガラス基板 4 1 の周辺に沿って形成されたフレーム状のシリコン基板 4 2 と、このシリコン基板 4 2 から突出し、ガラス基板 4 1 と一定間隔を持って広がる平板上のセンシング部位 4 3 と、このセンシング部位 4 3 に隣接して配置され、センシング部位 4 3 との対向側面間で電気容量を形成しうる対向電極 4 4 を備えている。そして、センシング部位 4 2 の表面及び側面はシリコーン系樹脂膜 4 5 が被覆されている。フレーム状のシリコン基板 4 2 と対向電極 4 4 上には各々電気容量を検出するためのボンディングパッド 4 6、4 7 を備えている。尚、ボンディングパッド 4 6、4 7 上のガラス基板にはコンタクトホール 4 8、4 9 を備えている。

この加速度センサは、加速度に応じてセンシング部位 4 3 が変位し、センシング部位 4 3 の側面と、対向電極 4 4 の側面間の距離の変化にともなう電気容量の変化によって加速度を検知するものである。

25 この加速度センサの製造方法を説明する。まず、厚み 300~500  $\mu m$  のシリコン基板のセンシング部位となる部分の両面をウエットエツ

- チング法により、所定の深さまでエッチングし、シリコン基板の非エッチング部の上面にガラス基板 4 1 を陽極接合等により張り付けた。その後、フレーム状のシリコン基板、センシング部位及び対向電極となる部分以外のシリコン基板をガラス基板まで貫通してウエットエッチングにより除去し、フレーム状のシリコン基板 4 2、センシング部位 4 3 及び対向電極 4 4 を形成した。このとき、フレーム状のシリコン基板 4 2 及び対向電極 4 4 の側面には 3 0 0 ~ 5 0 0  $\mu\text{m}$  の段差が形成される。このように形成した加速度センサ本体の裏面及び側面に以下の方法で、シリコーン系樹脂膜 4 5 を形成した。
- 10 まず、上記一般式 ( 2 ) の側鎖 R 1、R 2 が全てフェニル基であり、R 3、R 4、R 5、R 6 がトリメチルシリル基である、重合平均分子量が 1 5 万のシリコーン系ポリマーを溶液に対して 2 0 重量%と、 $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシランをこのポリマーに対して 0. 5 重量%を、メトキシベンゼンに溶解させてワニス調整した。
- 15 このワニスを、加速度センサ本体の裏面上に、毎分 2 0 0 0 回転の速度で回転塗布し、ホットプレート上で 1 5 0  $^{\circ}\text{C}$  で 5 分間熱処理して溶媒を除去し、約 6  $\mu\text{m}$  の膜厚のシリコーン系樹脂膜 4 5 を形成した。このシリコーン系樹脂膜 4 5 上に、i 線用ポジレジストを膜厚が約 6  $\mu\text{m}$  になるように回転塗布し、通常の写真露光法を行う。すなわち、
- 20 プリベークの後、所望のパターンを有するフォトマスクを介して露光し、さらに露光後ベーク、現像、ポストベークを行い、所望の i 線用ポジレジストパターンを形成した。
- 次に、この i 線用ポジレジストのパターンをマスクとして、メトキシベンゼン/キシレン = 1 / 4 ( 体積比 ) の現像液で、i 線用ポジレジストで保護されていない部分のシリコーン系樹脂を溶解除去し、i 線用ポジレジストを酢酸ブチルなどの剥離液で除去し、その後にオープン中で

窒素雰囲気下、300℃～450℃でポストバークを行い、完全に硬化させ、所定の部分が開口されたシリコン系樹脂膜45を得た。

5 フレーム状のシリコン基板42と対向電極44上のガラス基板41に  
コンタクトホール48、49を形成し、センシング部位と対向電極に各々  
に対応したボンディングパッド46、47を露出させた。このボンディ  
ングパッド46、47とリードフレーム（図示せず）とをボンディング  
ワイヤ（図示せず）接続した。

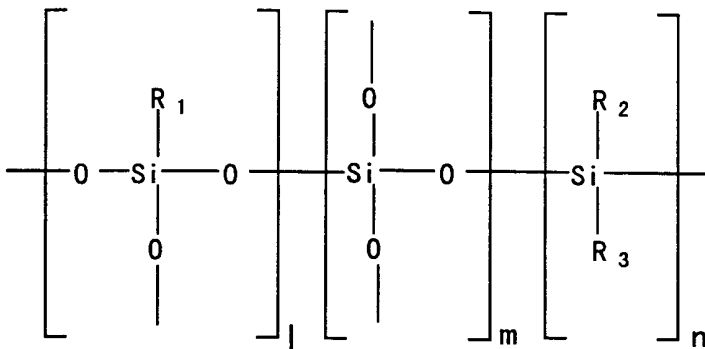
このシリコン系樹脂膜45で被覆した加速度センサの動作確認を行  
ったところ、加速度に応じて、センシング部位43は対向電極44との  
10 距離が変化する方向（第4図の（a）の矢印方向）に変位する。センシ  
ング部位43の側面と対向電極44の側面との間隔の変化は、電気容量  
の変化として検出され、十分実用レベルの感度を持つことが実証できた。

#### 産業上の利用可能性

15 以上のように、本発明にかかるセンサ素子はセンサ本体の信頼性向上  
を図るのに適しており、例えば磁気抵抗センサ、エアフローセンサ、  
加速度センサ、圧力センサ、ヨーレートセンサ、イメージセンサに用い  
るのに適している。

## 請求の範囲

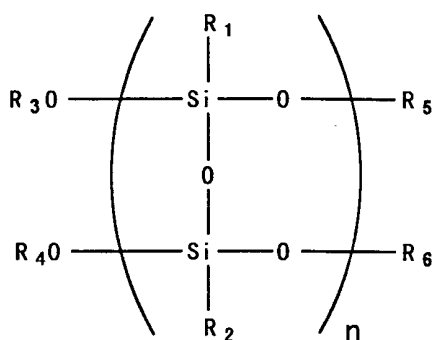
1. センサ基板と、このセンサ基板に支持された平面状のセンシング部位を備え、この平面状センシング部位の表面が、シリコーン系樹脂膜で被覆されてなるセンサ素子。
2. シリコーン系樹脂膜が、シリコーン系ポリマーの硬化膜であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のセンサ素子。
3. シリコーン系ポリマーが、一般式(1)；



10

- (式中、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>はアリール基、水素原子、脂肪族アルキル基、水酸基、トリアルキルシリル基または不飽和結合を有する官能基であり、同種でもよく、異種でもよい。l、m、nはいずれも0以上の整数で重量平均分子量が1000以上である。)であることを特徴とする請求の範囲第2項に記載のセンサ素子。

4. シリコーン系ポリマーが、一般式(2)；



(式中、R 1、R 2はアリール基、水素原子、脂肪族アルキル基または不飽和結合を有する官能基であり、同種でもよく、異種でもよい。R 3、  
5 R 4、R 5、R 6は水素原子、アリール基、脂肪族アルキル基、トリアルキルシリル基または不飽和結合を有する官能基であり、同種でもよく、異種でもよい。nは整数で重量平均分子量が1 0 0 0以上である。) であることを特徴とする請求の範囲第2項に記載のセンサ素子。

5. シリコン系ポリマーが、光硬化性ポリマーであることを特徴とする請求の範囲第3項に記載のセンサ素子。  
10

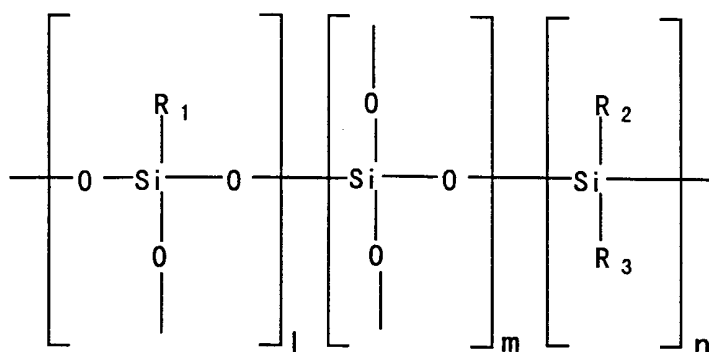
6. シリコン系ポリマーが、光硬化性ポリマーであることを特徴とする請求の範囲第4項に記載のセンサ素子。

7. 磁気抵抗センサ、エアーフローセンサ、加速度センサ、圧力センサ、ヨーレートセンサ又はイメージセンサであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のセンサ素子。  
15

8. センサ基板に支持された平面状のセンシング部位に、シリコン系ポリマーの溶液を塗布し加熱硬化することにより、センシング部位をシリコン系樹脂膜で被覆することからなるセンサ素子の製造方法。

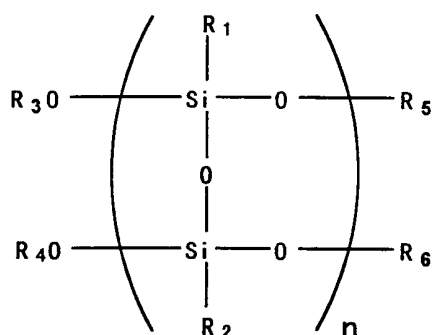
9. シリコン系ポリマーが、一般式(1) ;

22



- (式中、R 1、R 2、R 3はアリール基、水素原子、脂肪族アルキル基、水酸基、トリアルキルシリル基または不飽和結合を有する官能基であり、
- 5 同種でもよく、異種でもよい。l、m、nはいずれも0以上の整数で重量平均分子量が1000以上である。)であることを特徴とする請求の範囲第8項に記載のセンサ素子の製造方法。

10. シリコン系ポリマーが、一般式(2) ;



10

- (式中、R 1、R 2はアリール基、水素原子、脂肪族アルキル基または不飽和結合を有する官能基であり、同種でもよく、異種でもよい。R 3、R 4、R 5、R 6は水素原子、アリール基、脂肪族アルキル基、トリア
- 15 ルキルシリル基または不飽和結合を有する官能基であり、同種でもよく、

異種でもよい。nは整数で重量平均分子量が1000以上である。)であることを特徴とする請求の範囲第8項に記載のセンサ素子の製造方法。

11. シリコン系ポリマーが、光硬化性ポリマーであることを特徴とする請求の範囲第9項に記載のセンサ素子の製造方法。

5 12. シリコン系ポリマーが、光硬化性ポリマーであることを特徴とする請求の範囲第10項に記載のセンサ素子の製造方法。

13. 加熱硬化が、100—250℃の温度下で行われることを特徴とする請求の範囲第8項に記載のセンサ素子の製造方法。

10

15

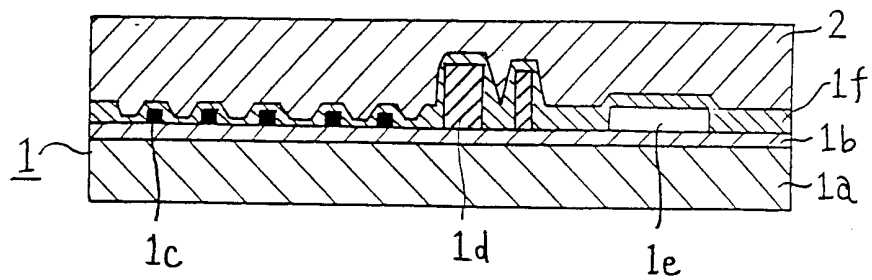
20

25

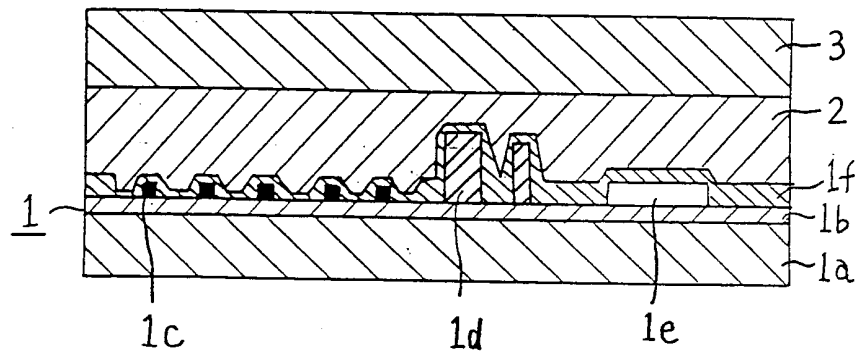


第1図

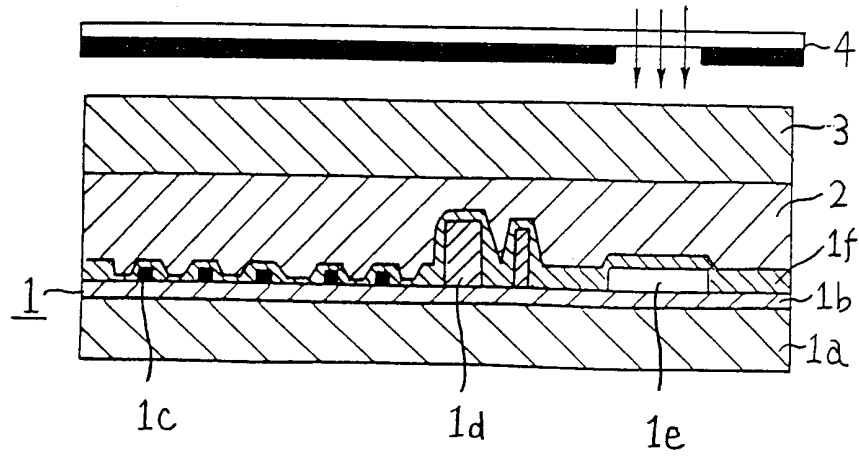
(a)



(b)

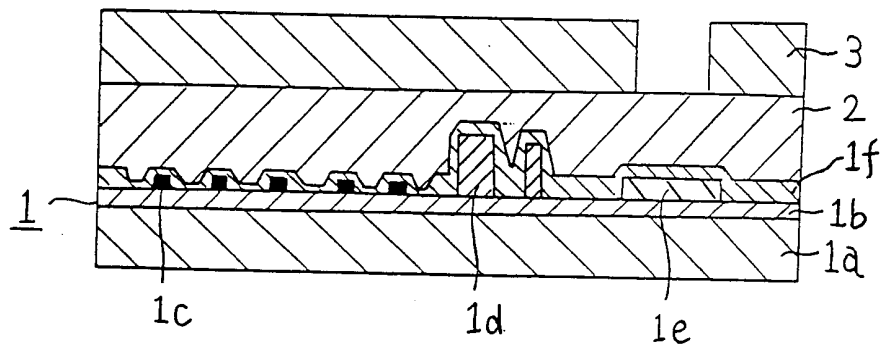


(c)

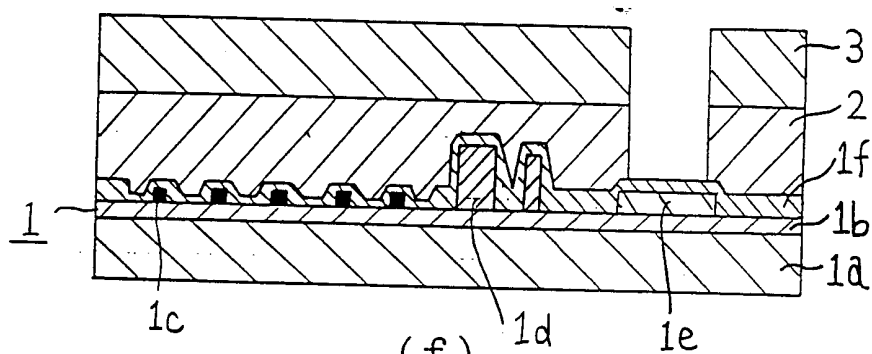


第1図

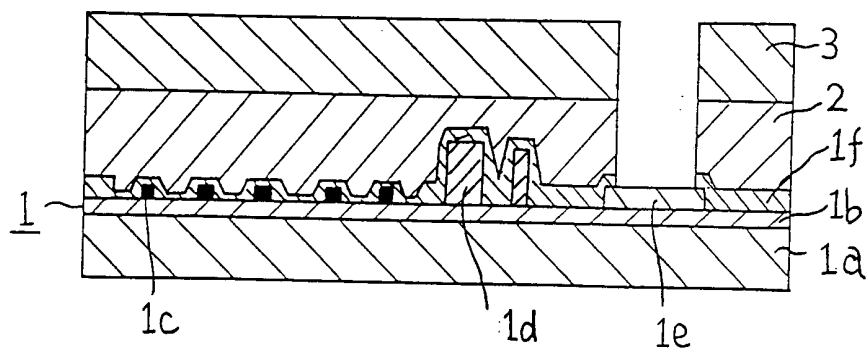
(d)



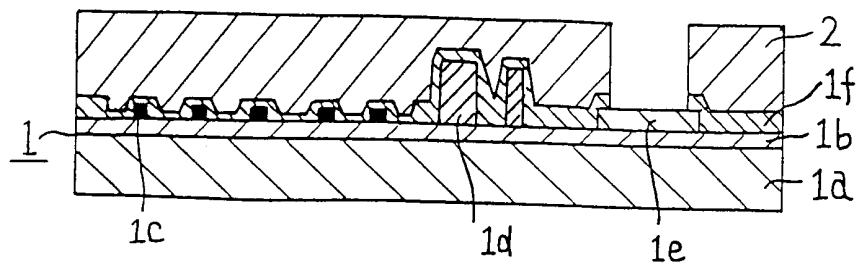
(e)



(f)

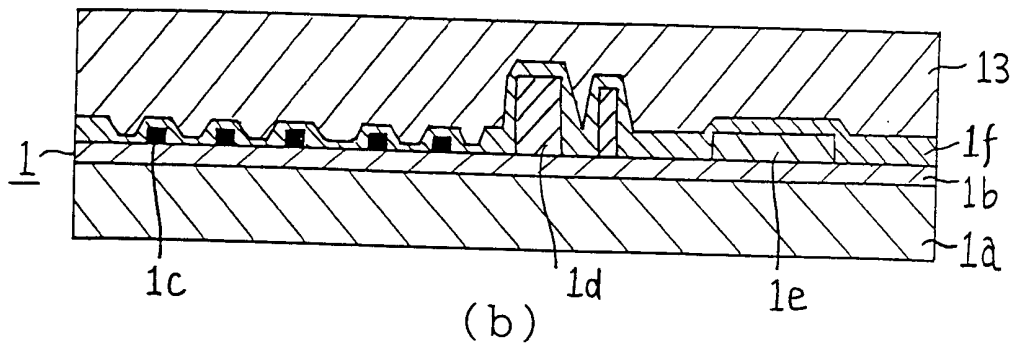


(g)

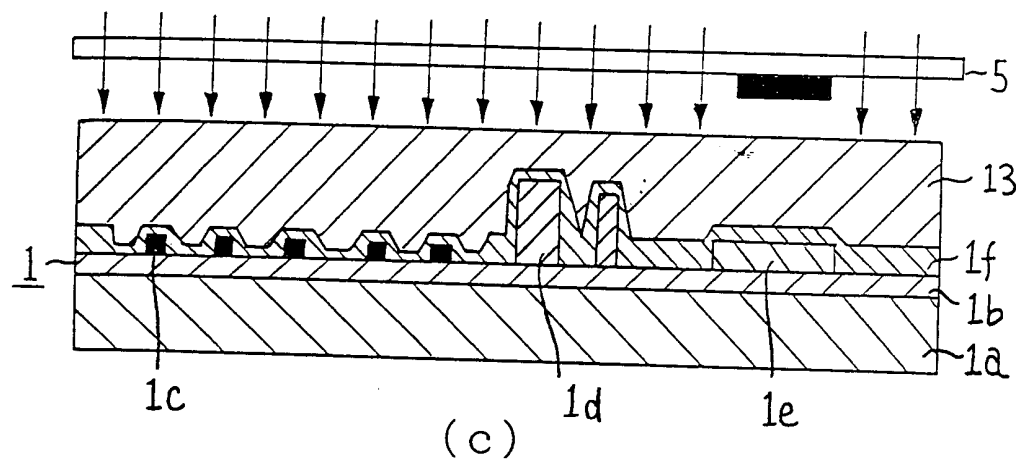


第2図

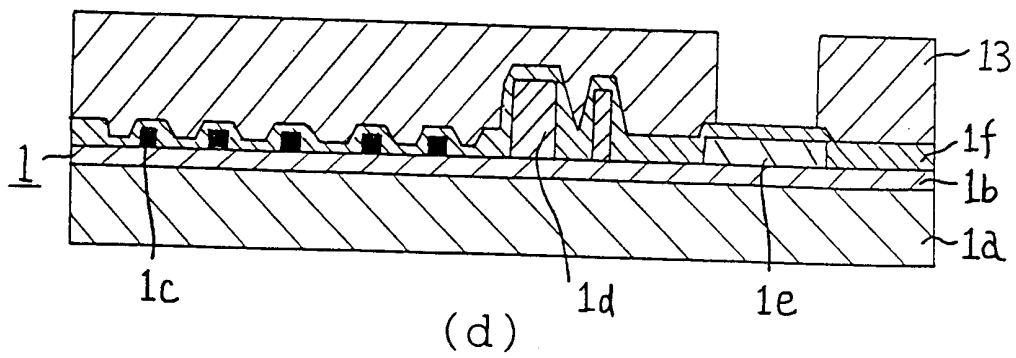
(a)



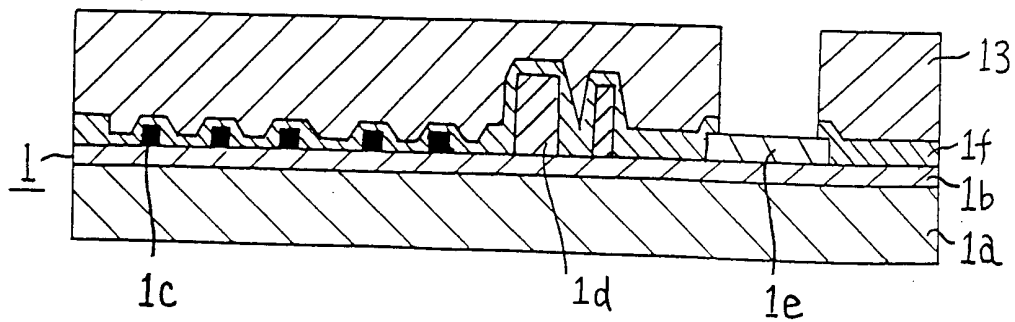
(b)



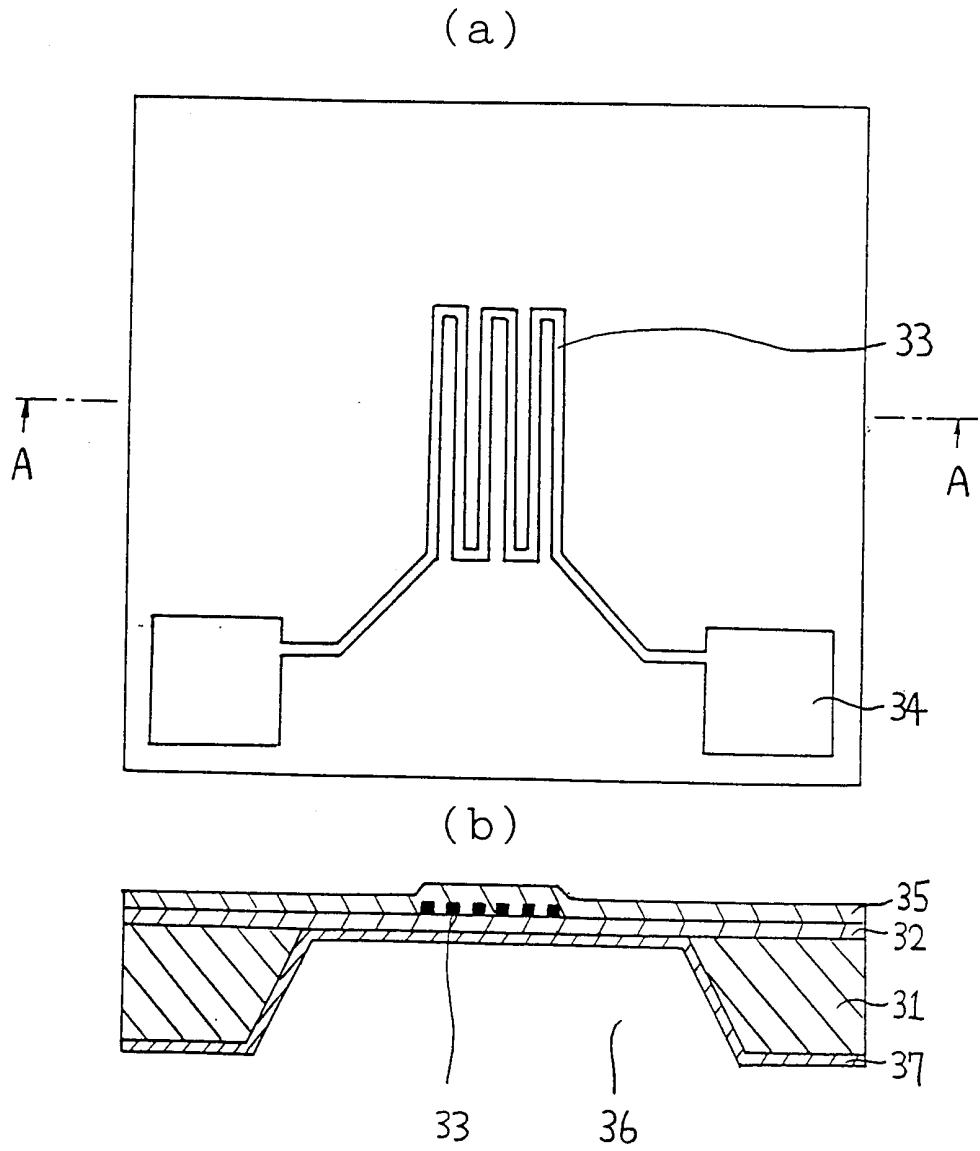
(c)



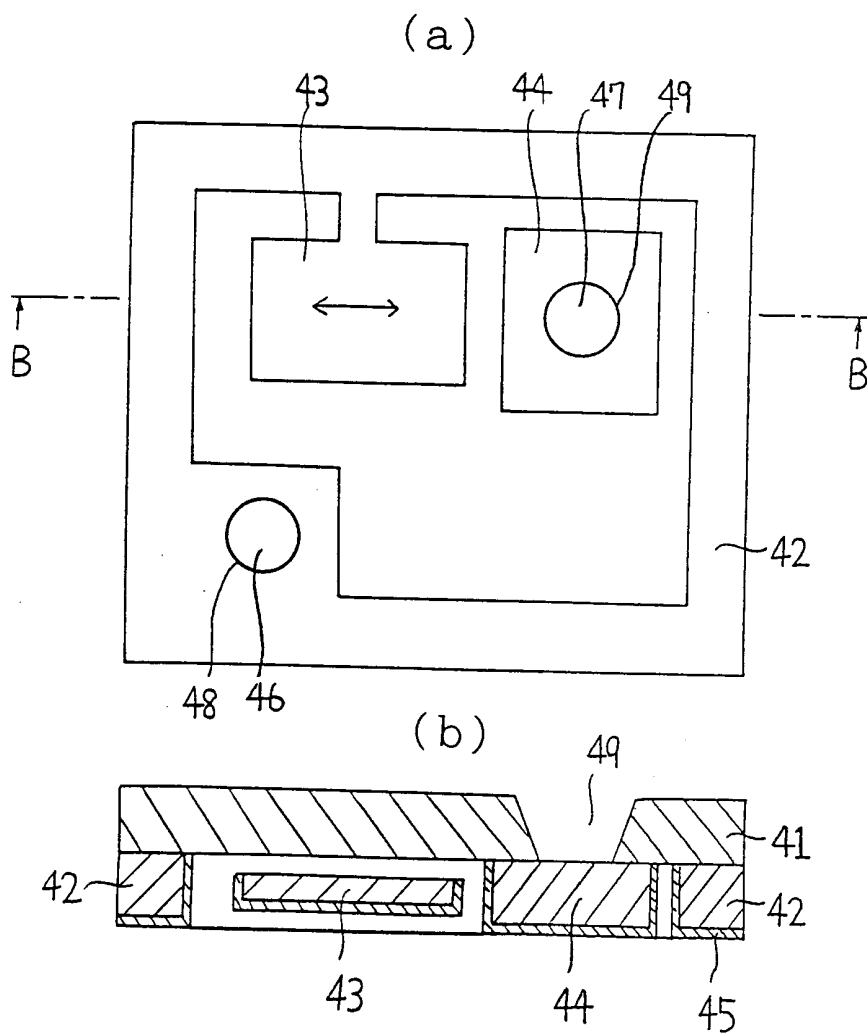
(d)



第3図



第4図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. <b>PCT/JP99/07230</b>
--

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 Int.Cl<sup>7</sup> G01R 33/06

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)  
 Int.Cl<sup>7</sup> G01R 33/00-33/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000

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	GB, 2322452, A (Toshikazu Suda), 26 August, 1998 (26.08.1998) & JP, 10-239264, A & DE, 19803540, A & FR, 2760092, A	1, 2
X	JP, 10-54843, A (Denso Corporation), 24 February, 1998 (24.02.98) & DE, 19734530, A	1, 2, 7, 8
X	JP, 10-13616, A (Mitsubishi Electric Corporation), 16 January, 1998 (16.01.98) (Family: none)	1, 2, 7
X	JP, 60-62278, A (Toshiba Corporation), 10 April, 1985 (10.04.85) (Family: none)	1, 2, 7
X	JP, 61-80038, A (Hitachi, Ltd.), 23 April, 1986 (23.04.86) (Family: none)	1, 2, 8, 13
Y	JP, 62-178359, A (Seiko Instr. & Electronics Ltd.), 05 August, 1987 (05.08.87) (Family: none)	5, 6, 11, 12

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" 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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search 28 March, 2000 (28.03.00)	Date of mailing of the international search report 11 April, 2000 (11.04.00)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	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. 7 G01R 33/06

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. 7 G01R 33/00-33/18

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 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年

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)

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 請求の範囲の番号
X	GB, 2322452, A (Toshikazu Suda) 26. 8月. 1998 (26. 08. 1998) & JP, 10-239264, A & DE, 19803540, A & FR, 2760092, A	1, 2
X	JP, 10-54843, A (株式会社デンソー) 24. 2月. 1998 (24. 2. 98) & DE, 19734530, A	1, 2, 7, 8
X	JP, 10-13616, A (三菱電機株式会社) 16. 1月. 1998 (16. 01. 98) (ファミリーなし)	1, 2, 7
X	JP, 60-62278, A (株式会社東芝) 10. 4月. 1985 (10. 04. 85) (ファミリーなし)	1, 2, 7

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  
 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 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  
 「L」 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)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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  
 「Y」 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  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 28. 03. 00 国際調査報告の発送日 11.04.00

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 濱野 隆 印	2 T 9 1 0 8
電話番号 03-3581-1101 内線 3266		

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
X	JP, 61-80038, A (株式会社日立製作所) 23. 4月. 1986 (23. 04. 86) (ファミリーなし)	1, 2, 8, 13
Y	JP, 62-178359, A (株式会社精工舎) 05. 8月. 1987 (05. 08. 87) (ファミリーなし)	5, 6, 11, 12