(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年6月13日(13.06.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/111463 A1

(51) 国際特許分類:
*G01N 25/64* (2006.01)　*G01F 1/684* (2006.01)
*G01F 1/68* (2006.01)　*G01N 27/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/032627

(22) 国際出願日：　2018年9月3日(03.09.2018)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-235911　2017年12月8日(08.12.2017)　JP

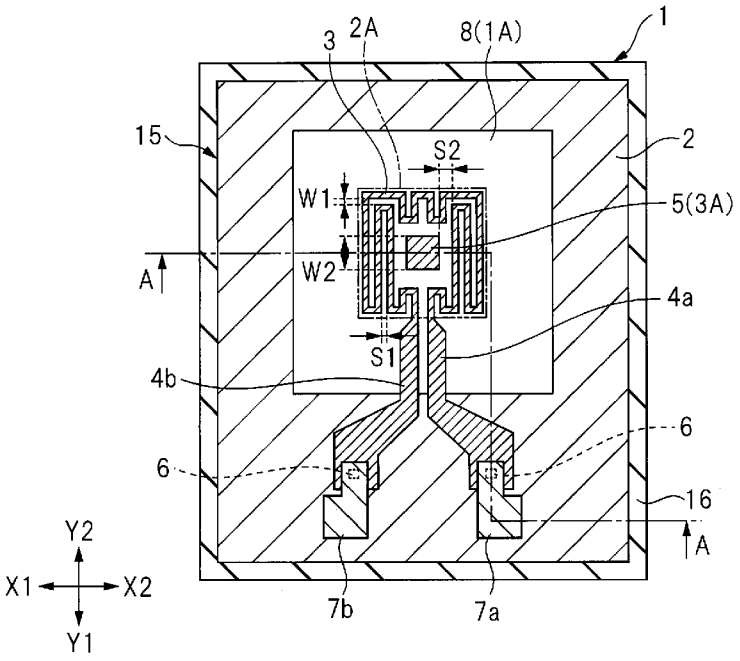
(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 佐久間　憲之 (**SAKUMA, Noriyuki**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 小野瀬 保夫(**ONOSE, Yasuo**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 太田 和宏(**OHTA, Kazuhiro**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 中野 洋(**NAKANO, Hiroshi**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** HUMIDITY SENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称： 湿度センサおよびその製造方法

図 1




(57) **Abstract:** The present invention improves properties of a humidity sensor. This humidity sensor 1 has: a semiconductor substrate 2 having an opening 8; electrically-insulating films (9-11) thereabove so as to cover the opening 8; and a heater wiring 3 and a heat conducting part 5 that are formed on the electrically-insulating films. The heat conducting part 5 is composed of a material having a greater thermal conductivity than that of the electrically-insulating films (9-11). In a planar view, the heat conducting part 5 is surrounded, on at least three sides out of the four sides thereof, by the

WO 2019/111463 A1

[続葉有]

(74) 代理人: 特許業務法人筒井国際特許事務所(TSUTSUI & ASSOCIATES); 〒1600022 東京都新宿区新宿２丁目３番１０号 新宿御苑ビル３階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

heater wiring 3. Since the temperature distribution within a heater region 2A can be made uniform by providing the heat conducting part 5 in such manner, it is possible to reduce the variation in voltage change due to moisture evaporation inside the heater region 2A, and consequently improve the accuracy of humidity measurement. This configuration further enables preventing the electric properties of the heater wiring 3, such as resistance, from changing over time, and enables maintaining of long-term reliability.

(57) 要約：湿度センサの特性の向上を図る。湿度センサ１は、開口部８を有する半導体基板２と、その上方に開口部８を覆うように形成された絶縁膜（９～１１）と、この絶縁膜上に形成されたヒータ配線３および熱伝導部５と、を有する。そして、熱伝導部５は、絶縁膜（９～１１）より熱伝導率が大きい材料よりなり、平面視において、熱伝導部５は、その４方向のうち３方向以上が、ヒータ配線３により囲まれている。このように、熱伝導部５を設けることにより、ヒータ領域２Ａ内の温度分布を均一にすることができるため、ヒータ領域２Ａ内の水分蒸発による電圧変化のばらつきを少なくでき、湿度の測定精度の向上を図ることができる。また、ヒータ配線３の抵抗などの電気的特性が経時変化することを抑制することができ、長期信頼性を維持することができる。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 湿度センサおよびその製造方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、湿度センサおよびその製造方法に関する。

## 背景技術

[0002] 特開２００１－１５３７０７号公報（特許文献１）には、ヒータの配線パターンを、流体の流れに沿った方向に連続して折り返される形状で、かつ電流端子の近傍では折り返し間隔が密で、中央部に近づくに従って段階的に疎になる形状にすることにより、フローセンサの温度分布をなくし、かつ検出感度、応答性に優れたフローセンサを提供する技術が開示されている。

[0003] また、特開２００５－１８１０１６号公報（特許文献２）には、熱式センサにおいて、配線部非形成領域の少なくとも一部に配線部と電気的に接続されないダミー配線部を設けることにより、露光時におけるレジストへの光の回り込み具合を一定とし、エッチングによる各配線部の加工ばらつきを低減する技術が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００１－１５３７０７号公報

特許文献2：特開２００５－１８１０１６号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] 近年、自動車などの内燃機関において、燃費向上のため電子制御された燃料噴射装置が設けられ、その内部に吸入空気量、吸入空気の圧力や湿度を検出する各種センサを組み込むことが検討されている。

[0006] このようなセンサとして、ＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical Systems：微小電気機械システム）技術により製造されたセンサは、ノイズ低減など高精度化が図れ、かつ低電力での駆動が可能であり、さらに、コストを低減

できる。また、制御回路や複数のセンサとの一体化によるモジュール化（システム化）が容易である。

[0007] 本発明者は、上記ＭＥＭＳ技術を用いた各種センサの研究開発に従事しており、鋭意検討の結果、ヒータを有する熱式抵抗型の湿度センサにおいて、ヒータの温度分布のばらつきが生じ、このような温度分布のばらつきは、湿度センサの測定精度の低下や、センサの経時劣化の要因となることを究明した。

[0008] そこで、湿度センサにおいて、ヒータの温度分布のばらつきを改善し、特性の良好な湿度センサを提供できる技術の開発が望まれる。

[0009] その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

## 課題を解決するための手段

[0010] 一実施の形態における湿度センサは、開口部を有する支持体と、前記支持体の上方に前記開口部を覆うように形成された絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成された配線および熱伝導部と、を有する。そして、前記熱伝導部は、前記絶縁膜より熱伝導率が大きい材料よりなり、平面視において、前記熱伝導部は、その４方向のうち３方向以上が、前記配線により囲まれている。

[0011] 一実施の形態における湿度センサは、開口部を有する支持体と、前記支持体の上方に前記開口部を覆うように形成された絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成された配線および熱伝導部と、を有する。そして、前記熱伝導部は、前記絶縁膜より熱伝導率が大きい材料よりなり、平面視において、前記熱伝導部は、その４方向のうち３方向以上が、前記配線により囲まれている。さらに、前記配線は、第１電位と前記第１電位より高い第２電位との間に接続され、前記熱伝導部は、第３電位と前記第３電位より高い第４電位との間に接続されている。そして、この湿度センサは、前記配線に電流を流すことにより発熱させ、前記配線の上方または下方の気体中の水分を蒸発させることによる前記配線の電圧もしくは電流の変化により、前記気体の湿度を測定し、前記熱伝導部に電流を流すことにより、前記熱伝導部の抵抗の変化により、前

記熱伝導部の温度を測定する。

[0012] 一実施の形態における湿度センサの製造方法は、（ａ）支持体上に絶縁膜を形成する工程、（ｂ）前記絶縁膜上に導電性膜を形成する工程、（ｃ）前記導電性膜をパターニングすることにより、配線および熱伝導部を形成する工程、（ｄ）前記配線および前記熱伝導部の下方の前記支持体を除去することにより開口部を形成する工程、を有する。そして、前記（ｃ）工程において、前記熱伝導部は、平面視において、その４方向のうち３方向以上が、前記配線により囲まれるように形成される。

## 発明の効果

[0013] 一実施の形態における湿度センサによれば、湿度センサの特性を向上することができる。また、一実施の形態における湿度センサの製造方法によれば、特性の良好な湿度センサを製造することができる。

## 図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施の形態１の湿度センサの構成を示す平面図である。

[図2]実施の形態１の湿度センサの構成を示す断面図である。

[図3]図３（ａ）は、熱伝導部の形成領域、ヒータ領域および開口部の形成領域の位置関係を示す平面図であり、図３（ｂ）は、折り返し配線を説明するための平面図である。

[図4]実施の形態１の湿度センサの製造工程を示す断面図である。

[図5]実施の形態１の湿度センサの製造工程を示す断面図である。

[図6]実施の形態１の湿度センサの製造工程を示す断面図である。

[図7]実施の形態１の湿度センサの製造工程を示す平面図である。

[図8]実施の形態１の湿度センサの製造工程を示す断面図である。

[図9]実施の形態１の湿度センサの製造工程を示す断面図である。

[図10]実施の形態１の湿度センサの製造工程を示す平面図である。

[図11]実施の形態１の湿度センサの製造工程を示す断面図である。

[図12]実施の形態１の湿度センサの製造工程を示す平面図である。

[図13]実施の形態１の湿度センサによる湿度の測定の様子を模式的に示す断

面図である。

[図14]比較例１、２の湿度センサの構成を示す平面図である。

[図15]ヒータ領域の温度プロファイルを示す図である。

[図16]ヒータ配線の通電時間による抵抗変化を示す図である。

[図17]湿度センサが組み込まれたセンサモジュールを示す模式図である。

[図18]湿度センサが組み込まれたセンサモジュールを示す模式図である。

[図19]実施の形態３の応用例１の湿度センサの構成を示す平面図である。

[図20]実施の形態３の応用例２の湿度センサの構成を示す平面図である。

[図21]実施の形態３の応用例３の湿度センサの構成を示す平面図である。

[図22]実施の形態４の湿度センサの構成を示す平面図である。

[図23]実施の形態５の湿度センサの構成を示す平面図である。

[図24]湿度センサの構成例を示す平面図である。

[図25]湿度センサの熱伝導部の形状例を示す平面図である。

## 発明を実施するための形態

[0015] 以下、実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0016] （実施の形態１）

［構造説明］

図１および図２は、本実施の形態の湿度センサの構成を示す平面図または断面図である。例えば、図１のＡ－Ａ断面部が、図２に対応する。

[0017] 図２に示すように、本実施の湿度センサは、大まかに分けて、上層部、中層部および下層部の３つの部位を有する。中層部は、開口部８を有する支持体（半導体基板２）よりなり、複数の膜よりなる上層部は、支持体の開口部８を覆うように配置されている。また、台座１６よりなる下層部は、支持体の開口部８を覆うように配置されている。但し、下層部の台座１６は、換気孔（貫通孔）１７を有し、開口部８と換気孔１７は繋がるように配置されている。

[0018] 上層部は、複数の絶縁膜（９～１４）よりなる絶縁層と、この絶縁層の内部に設けられ、導電性材料よりなるヒータ配線（ヒータ用配線、発熱抵抗体）３、リード配線４ａ、４ｂおよび熱伝導部（ダミーパターン）５を有する。

[0019] ここでは、これらを同じ導電材料で構成しているが、ヒータ配線３は、通電により温度上昇する材料であればよく、熱伝導部５は、その上または下の絶縁膜より熱伝導率が大きい材料であればよい。

[0020] 導電性材料としては、高融点金属を用いることができる。具体的には、Ｍｏ（モリブデン）やW（タングステン）などを用いることができる。絶縁層は、複数の絶縁膜よりなり、ここでは、下側（開口部８側）から、酸化シリコン膜９、窒化シリコン膜１０、酸化シリコン膜１１、酸化シリコン膜１２、窒化シリコン膜１３、酸化シリコン膜１４よりなる。ヒータ配線３、リード配線４ａ、４ｂおよび熱伝導部５は、酸化シリコン膜１１と酸化シリコン膜１２との間に設けられている。また、絶縁層上には、電極７ａ、７ｂが設けられ、この電極７ａ、７ｂとリード配線４ａ、４ｂとは、それぞれコンタクトホール（接続孔）６中に設けられたプラグにより電気的に接続されている。

[0021] 中層部は、支持体である半導体基板２よりなる。半導体基板２は、開口部８を有する。この開口部８をダイヤフラムと言う場合がある。このように開口部８を設けることにより、湿度センサの加熱特性が向上する。

[0022] 半導体基板２としては、例えば、単結晶シリコン基板を用いることができる。なお、半導体基板２の上には、前述したように、複数の絶縁膜（９～１４）よりなる絶縁層等が設けられ、半導体基板２の下には、酸化シリコン膜９’が設けられている。この半導体基板２は、酸化シリコン膜９’および接着剤１８を介して下層部（台座１６）と接続されている。ここでは、酸化シリコン膜９’および接着剤１８も含め中層部と呼ぶ。

[0023] 下層部の台座１６は、ガラス、Ｓｉ（シリコン）、樹脂などの材料からなり、換気孔１７を有する。前述したように、台座１６と半導体基板２とは、

換気孔１７と開口部８が重なるように位置合わせして、接着剤１８により貼り付けられている。

[0024] 図１に示すように、湿度センサ１の平面形状は、略矩形である。また、半導体基板２の開口部８の平面形状は、略矩形である。この開口部８の上方に、ヒータ配線３および熱伝導部５が配置されている。ヒータ配線３および熱伝導部５は、ヒータ領域２Ａに設けられている。ヒータ領域２Ａは、ヒータ配線３により加熱される領域であり、ヒータ配線３の最外形状により規定される、例えば、略矩形状の領域である。なお、図１等の平面図において、構造をわかりやすくするため、構成部の一部を透過させて図示している。

[0025] このヒータ配線３は、平面視において、熱伝導部５を囲むように配置されている。即ち、熱伝導部５は、熱伝導部５を起点とし、Ｘ１方向（図１中の左方向）、Ｘ２方向（図１中の右方向）、Ｙ１方向（図１中の下方向）、Ｙ２方向（図１中の上方向）の４つの方向が、ヒータ配線３で囲まれている。このように、熱伝導部５は、その４方向のうち３方向以上が、ヒータ配線３により囲まれている。

[0026] また、熱伝導部５は、ヒータ領域２Ａの中心部に配置される。また、ヒータ領域２Ａは、開口部８の中心部に配置される。図３（ａ）に、熱伝導部（５）の形成領域３Ａ、ヒータ領域２Ａおよび開口部（８）の形成領域１Ａの位置関係を示す。

[0027] また、ヒータ配線３の一端は、リード配線４ｂを介して電極７ｂと接続されている。また、ヒータ配線３の他端は、リード配線４ａを介して電極７ａと接続されている。ヒータ配線３は、折り返し配線である。折り返し配線とは、ヒータ領域２Ａのうち、熱伝導部（５）の形成領域３Ａ以外の領域に、屈曲しつつ引き回される配線を言い、図３（ｂ）に示すように電流の流れる方向が第１方向の配線部と、電流の流れる方向が第１方向と逆の第２方向の配線部とが所定の間隔をおいて並んで配置されるように引き回された配線を言う。

[0028] 本実施の形態においては、前述のヒータ領域２Ａは、例えば、９０μｍの

四角形状であり、熱伝導部（５）の形成領域３Ａは、２０μｍの四角形状である。よって、幅３５μｍの矩形環状の領域が、ヒータ配線３の引き回し領域となる。ヒータ配線３の配線幅（Ｗ１）は、例えば、１０μｍ以下とし、配線間隔（Ｓ１）は、配線幅より小さくすることが好ましい。また、熱伝導部５の短辺の幅（Ｗ２）は、ヒータ配線の幅（Ｗ１）より大きいことが好ましく、最も内側に位置するヒータ配線３と熱伝導部の間隔（Ｓ２）は、ヒータ配線の配線間隔（Ｓ１）と同等以上が好ましい。

[0029] ［製法説明］

次いで、本実施の形態の湿度センサの製造方法を説明するとともに、当該湿度センサの構成をより明確にする。図４～図１２は、本実施の形態の湿度センサの製造工程を示す断面図または平面図である。

[0030] まず、図４に示すように、半導体基板２を準備する。半導体基板２としては、例えば、単結晶シリコン基板（シリコンウエハ）を用いる。単結晶シリコン基板は、例えば、＜１００＞の結晶方位のＳｉからなる。

[0031] 次いで、図５に示すように、半導体基板２上に、３層の絶縁膜を形成する。まず、半導体基板２上に、絶縁膜として酸化シリコン膜９を形成する。例えば、半導体基板（単結晶シリコン基板）２を熱酸化することにより、酸化シリコン膜９を形成する。例えば、熱酸化炉に、酸素または水蒸気を導入し、１０００℃以上の熱を加え、酸化シリコン膜９を形成する。熱酸化法により形成した酸化シリコン膜は、圧縮応力を有する膜となる。

[0032] なお、本工程では、半導体基板（単結晶シリコン基板）２の上面のみならず下面にも酸化シリコン膜９’が形成される。なお、半導体基板（単結晶シリコン基板）２の上面および下面の酸化シリコン膜（９、９’）を異なる工程で形成してもよい。

[0033] 次いで、酸化シリコン膜９上に、絶縁膜として窒化シリコン膜１０をＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition、化学気相成長）法などを用いて形成する。窒化シリコン膜は、ＣＶＤ法で形成した場合には、引張り応力を有する膜となる。次いで、窒化シリコン膜１０上に、絶縁膜として酸化シリコン膜１１

は、ＣＶＤ法などを用いて形成する。ＣＶＤ法により形成した酸化シリコン膜は、圧縮応力を有する膜となる。このように、圧縮応力を有する膜と圧縮応力を有する膜を積層することにより、膜応力が低減され、センサ自体に不所望な応力が加わることを防止することができる。また、ここでは、３層の絶縁膜を積層したが、さらに、窒化シリコン膜および酸化シリコン膜を追加してもよい。

[0034] 次いで、図６、図７に示すように、ヒータ配線（ヒータ用配線）３、熱伝導部（ダミーパターン）５およびリード配線４ａ、４ｂを形成する。まず、酸化シリコン膜１１の表面を僅かにエッチングすることにより、酸化シリコン膜１１の表面を改質する。具体的には、例えば、Ａｒガスを用いたスパッタエッチングにより酸化シリコン膜１１の表面を１５ｎｍ程度の厚さ分だけエッチングする。

[0035] 次いで、酸化シリコン膜１１上に、金属膜（導電性膜）を形成する。例えば、酸化シリコン膜１１上に、スパッタリング法などを用いて、高融点金属膜を堆積する。ここでは、高融点金属膜として、Ｍｏ（モリブデン）膜を１６０ｎｍ堆積する。Ｍｏ膜に代えて、Ｗ（タングステン）膜を用いてもよい。次いで、金属膜をパターニングする。即ち、金属膜（Ｍｏ膜）上にフォトレジスト膜（図示せず）を塗布し、露光・現像することにより、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ、４ｂの形成領域にフォトレジスト膜を残存させる（ホトリソグラフィ技術）。次いで、フォトレジスト膜をマスクとして、金属膜をドライエッチングすることにより、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ、４ｂを形成する。この後、上記フォトレジスト膜を除去する。このように、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ、４ｂは、同層に形成される。同層に形成されるとは、同じ材料を用いて同じ工程で形成されることを意味する。

[0036] 次いで、図８に示すように、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ、４ｂ上に、３層の絶縁膜を形成する。まず、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ、４ｂ上に、絶縁膜として酸化シリコン膜１２は、

ＣＶＤ法などを用いて形成する。次いで、酸化シリコン膜１２上に、絶縁膜として窒化シリコン膜１３は、ＣＶＤ法などを用いて形成する。次いで、窒化シリコン膜１３上に、絶縁膜として酸化シリコン膜１４は、ＣＶＤ法などを用いて形成する。このように、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ、４ｂ上においても、圧縮応力を有する膜と圧縮応力を有する膜を積層することにより、膜応力が低減され、センサ自体に不所望な応力が加わることを防止することができる。また、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ、４ｂの上下に配置される絶縁膜、即ち、接する絶縁膜としては、酸化シリコン膜を用いることが好ましい。また、ここでは、３層の絶縁膜を積層したが、さらに、窒化シリコン膜および酸化シリコン膜を追加してもよい。

[0037] この後、これまで形成した金属膜（ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ、４ｂ）、および絶縁膜（９～１１、１２～１４）の応力調整のため、熱処理を行ってもよい。

[0038] 次いで、図９、図１０に示すように、リード配線４ａ、４ｂ上の絶縁膜（１２～１４）を部分的に除去することによりコンタクトホール６を形成し、リード配線４ａ、４ｂと接続される電極７ａ、７ｂを形成する。まず、酸化シリコン膜１４上にフォトレジスト膜（図示せず）を塗布し、露光・現像することにより、コンタクトホール６の形成領域に開口部を有するフォトレジスト膜を形成する（ホトリソグラフィ技術）。次いで、フォトレジスト膜をマスクとして、酸化シリコン膜１４、窒化シリコン膜１３および酸化シリコン膜１２をドライエッチングすることにより、リード配線４ａ、４ｂ上にコンタクトホール６を形成する。このコンタクトホール６の底部には、リード配線４ａ、４ｂが露出している。この後、上記フォトレジスト膜を除去する。

[0039] 次いで、酸化シリコン膜１４およびリード配線４ａ、４ｂの露出部の表面を僅かにエッチングすることにより、これらの表面を改質する。具体的には、例えば、これらの表面をＡｒガスを用いたスパッタエッチングにより１５

ｎｍ程度の厚さ分だけエッチングする。

[0040] 次いで、リード配線４ａ、４ｂと電気的に接続される電極７ａ、７ｂを形成する。まず、コンタクトホール６内を含む酸化シリコン膜１４上に、金属膜（導電性膜）を形成する。例えば、コンタクトホール６内を含む酸化シリコン膜１４上に、スパッタリング法などを用いて、バリアメタル膜を堆積し、さらに、主金属膜を堆積する。ここでは、バリアメタル膜としてＴｉ（チタン）膜を２０～２００ｎｍ堆積し、さらに、主金属膜としてＡｌ（アルミニウム）膜をバリアメタル膜より厚い膜厚で堆積する。なお、バリアメタル膜としてＴｉ（チタン）膜の他、ＴｉＮ（窒化チタン）膜やＴｉＷ（窒化タングステン）膜を用いてもよい。また、これらの膜の積層膜をバリアメタル膜として用いてもよい。また、主金属膜として、Ａｌを主成分とする合金膜を用いてもよい。

[0041] 次いで、主金属膜上にフォトレジスト膜（図示せず）を塗布し、露光・現像することにより、電極７ａ、７ｂの形成領域を覆うフォトレジスト膜を形成する。次いで、フォトレジスト膜をマスクとして、主金属膜およびバリアメタル膜をドライエッチングすることにより、電極７ａ、７ｂを形成する。電極７ａは、コンタクトホール６内のプラグを介してリード配線４ａと接続され、電極７ｂは、コンタクトホール６内のプラグを介してリード配線４ｂと接続される。この後、上記フォトレジスト膜を除去する。

[0042] 次いで、図１１、図１２に示すように、半導体基板２に開口部８を形成する。例えば、半導体基板２の裏面側を上面とし、酸化シリコン膜９’上にフォトレジスト膜（図示せず）を塗布し、露光・現像することにより、開口部８の形成領域に開口部を有するフォトレジスト膜を形成する。次いで、フォトレジスト膜をマスクとして、酸化シリコン膜９’をドライエッチングすることにより、酸化シリコン膜９’に開口部を形成する。次いで、フォトレジスト膜をアッシングなどにより除去する。次いで、酸化シリコン膜９’をマスクとして、半導体基板２を酸化シリコン膜９’が露出するまでウエットエッチングすることにより、半導体基板２に開口部８を形成する。例えば、Ｋ

ＯＨ（水酸化カリウム）溶液またはＴＭＡＨ（テトラメチルアミド）溶液を用いてウエットエッチングを行う。なお、ドライエッチングにより、開口部８を形成してもよい。例えば、フッ素系ガスを用いたドライエッチングにより、開口部８を形成してもよい。

[0043] ここでは、半導体基板２の裏面に形成された酸化シリコン膜９’をマスク（ハードマスク）として利用したが、酸化シリコン膜９’上に他の膜を積層した積層膜（例えば、酸化シリコン膜９’と窒化シリコン膜１０’の積層膜など）をマスク（ハードマスク）として用いてもよい。また、半導体基板２の上面側の処理が終了した後（例えば、電極７ａ、７ｂの形成工程の後）、半導体基板２の裏面に別途絶縁膜を形成し、この絶縁膜をマスクとして用いてもよい。

[0044] また、この後、酸化シリコン膜１４および電極（外部接続電極）７ａ、７ｂ上に保護絶縁膜を形成し、電極７ａ、７ｂ上の保護絶縁膜を除去し、これらの電極の一部を露出させたパッドを形成してもよい。このパッドは、ボンディングワイヤなどを用いて配線基板（支持基板、プリント基板）の配線（端子）などと接続される（図１７、図１８参照）。この後、ウエハ状態の半導体基板２を切断し、チップ化する。

[0045] 次いで、図１、２に示すように、酸化シリコン膜９’と換気孔１７を有する台座１６を接着剤１８により貼り付ける。この際、開口部８と換気孔１７とが繋がるように位置合わせして、酸化シリコン膜９’と台座１６を接着する。なお、ウエハ状態で半導体基板２と台座１６を接着した後、チップ化してもよい。

[0046] このようにして、図１、図２に示す湿度センサを形成することができる。

[0047] [動作説明]

図１３は、本実施の形態の湿度センサによる湿度の測定の様子を模式的に示す断面図である。本実施の形態の湿度センサは、熱式抵抗型の湿度センサである。図１３に示すように、本実施の形態の湿度センサにおいては、ヒータ配線３に接続される電極７ａ、７ｂに電位を印加し、ヒータ配線３に電流

を流すことにより、ヒータ配線３を発熱させる。例えば、電極７ａに接地電位（０Ｖ）を印加し、電極７ｂに電源電位（例えば、５Ｖ）を印加する。この際、ヒータ配線３に流れる電流は一定電流（低電流制御）とし、ヒータ領域２Ａの温度は５００℃程度とする。ヒータ配線３の発熱により、ヒータ配線３の上方および下方の気体が加熱され、気体中の水分が蒸発する。この水分の蒸発量に対応して、電極７ａ、７ｂ間の電位差（電圧）などが変化するため、この電気信号を検出し、気体中の水分量（即ち、湿度）に換算することで、湿度を測定することができる。この湿度は、絶対湿度である。このような、熱式抵抗型の湿度センサは、他の湿度センサ、例えば、感湿膜を用いて、その抵抗値や容量値の変化から湿度を測定する、抵抗型の湿度センサや容量型の湿度センサと比較し、検出感度が高い。特に高温高湿環境の湿度検出に優れている。

[0048] さらに、後述するように、本実施の形態の湿度センサは、ヒータ領域内の温度分布のばらつきを抑制し、より、ヒータ領域内の温度分布を均一にすることができるため、ヒータ領域内の水分蒸発による電圧変化のばらつきを少なくでき、湿度の測定精度の向上を図ることができる。また、ヒータ領域内の温度分布を均一にすることにより、ヒータ領域内の温度が部分的に上昇することを抑制し、ヒータ配線の抵抗などの電気的特性が経時変化することを抑制することができる。これにより、長期信頼性を維持することができる。

[0049] 図１４は、比較例１、２の湿度センサの構成を示す平面図である。図１４（ａ）は、比較例１の構成を示し、図１４（ｂ）は、比較例２の構成を示す。

[0050] 図１４（ａ）の比較例１は、ヒータ領域２Ａ内の中心部においても、繰り返しヒータ配線３を配置した湿度センサである。図１４（ｂ）の比較例２は、ヒータ領域２Ａ内の中心部（３Ａ）を回避するように、ヒータ配線３を配置した湿度センサである。この比較例２は、本実施の形態の湿度センサ（図１）の熱伝導部５を省略した構造に対応する。

[0051] 図１５は、ヒータ領域の温度プロファイルを示す図である。グラフａは、

本実施の形態の場合、グラフｂは、比較例２の場合、グラフｃは、比較例１の場合を示す。ヒータ配線３の設定温度を５００℃とし、ヒータ領域２Ａの中心（基準０）およびこの中心からＸ１方向、Ｘ２方向の各位置の温度をシミュレーションにより求めた。ヒータ配線の材料は、Ｍｏ（熱伝導率１３８Ｗ／ｍ・Ｋ）、絶縁膜は、酸化シリコン（熱伝導率６Ｗ／ｍ・Ｋ）として算出した。図１５の横軸は、ヒータ領域２Ａの中心（基準０）からの距離［μｍ］であり、縦軸は、設定温度に対する変化率［％］である。

[0052] 比較例１のグラフｃの場合には、ヒータ領域２Ａ内の中心部（３Ａ）が高温となり過ぎ、ヒータ領域内の温度分布が不均一となる。具体的には、ヒータ領域２Ａの端部においては、熱伝導率の低い絶縁膜で囲まれているため、設定温度より約８％（Ｔ０）低い温度となっている。これに対し、ヒータ領域２Ａの端部から中心部（３Ａ）に向かうにしたがって温度が上昇し、中心部では、設定温度より約１５％（Ｔ１）高い温度となっている。なお、平面上では、同心円状の温度分布となるため、ヒータ領域２Ａの中心部は、局所的な高温部となっており、ヒータ領域２Ａの端部と中心部とでは、Ｔ０＋Ｔ１に対応する温度差が生じている。このような温度差により、湿度の検出ばらつきが生じ得る。

[0053] 比較例２のグラフｂの場合には、ヒータ領域２Ａ内の中心部３Ａの温度を抑制でき、比較例１より、ヒータ領域内の温度分布の均一性が高まる。具体的には、比較例２では、ヒータ領域２Ａ内の中心部３Ａにヒータ配線３が配置されていないため、ヒータ領域２Ａの中心部３Ａにおいては、設定温度より約５％低い温度となっている。但し、中心から±３０μｍの近傍では、設定温度より約１０％（Ｔ２）高い温度となっている。このため、平面上では、ヒータ領域内にドーナツ状の高温部と、ヒータ領域２Ａの端部と中心部とに低温部が生じ、全体ではＴ０＋Ｔ２に対応する温度差が生じている。

[0054] これに対し、本実施の形態においては、ヒータ領域２Ａに熱伝導部５を設けているため、ヒータ領域内の温度の均一性を向上し、ヒータ領域内の温度を設定温度に近づけることができる。具体的には、グラフａに示すように、

高温となりやすいヒータ領域２Ａの中心部において、設定温度と同程度の温度とすることができ、また、中心から±３０μｍの近傍の高温部においても、設定温度より約５％（Ｔ３）高い温度に留めることができる。したがって、ヒータ領域２Ａの端部の温度（Ｔ０）は、比較例１、２と変わらないが、ヒータ領域内の高温部は設定温度の約５％の温度上昇に留めることができ、ヒータ領域内の温度均一化が図れていることが分かる。

[0055] 図１６は、ヒータ配線の通電時間による抵抗変化を示す図である。グラフａは、本実施の形態の場合、グラフｂは、比較例２の場合、グラフｃは、比較例１の場合を示す。湿度センサ（チップ）を５００℃に加熱した状態で、ヒータ配線に電流を流し、所定の時間毎にヒータ配線の抵抗を測定した（加速試験）。図１６の横軸は通電時間［時］であり、縦軸は、抵抗変化率［％］である。

[0056] 図１６に示すように、本実施の形態のグラフａにおいては、比較例１、２のグラフｃ、ｂと比較し、ヒータ配線の抵抗の変化を抑制できている。具体的には、例えば、通電時間３００時間で比較した場合、ヒータ領域２Ａ内の中心部（３Ａ）においてヒータ配線３を配置した比較例１では、約０．５５％ヒータ抵抗値が変化し、ヒータ領域２Ａ内の中心部（３Ａ）においてヒータ配線３を設けていない比較例２では、約０．１４％ヒータ抵抗値が変化している。これに対し、本実施の形態では、ヒータ抵抗値の変化率が約０．０５％であり、ヒータ配線の抵抗の変化を抑制できていることがわかる。

[0057] このようなヒータ配線の抵抗の変化は、ヒータ領域２Ａの局所的な高温部の発生による、ヒータ配線３の下層の絶縁膜の塑性変形も要因となる。即ち、ヒータ配線３を金属、例えば、Ｍｏとした場合、その線膨張係数は、約５．１×１０$^{-6}$／Ｋである。また、ヒータ配線３間には絶縁膜が配置され、その線膨張係数は、酸化シリコンの場合約０．７×１０$^{-6}$／Ｋである。このような線膨張係数の差により、加熱時に応力が生じ得る。

[0058] 比較例１の場合には、ヒータ領域２Ａの局所的な高温部の発生により、ヒータ配線３が伸びようとする応力が大きく、ヒータ配線３の下層の絶縁膜に

塑性変形が生じる。また、例えば、比較例２の場合には、ヒータ領域２Ａ内の中心部（３Ａ）に絶縁膜のみが配置されているため、ヒータ領域２Ａの外周部においてヒータ配線３が伸びようとする応力が働くと、内部との間に応力差（歪）が生じる。これに対し、本実施の形態においては、ヒータ領域２Ａ内の中心部（３Ａ）に熱伝導部５を有するため、ヒータ領域２Ａの全体に応力が働く。別の言い方をすれば、本実施の形態においては、ヒータ領域２Ａ内において線膨張係数が平均化され、応力分散により、膜変形が抑制される。これにより、ヒータ配線３の下層の絶縁膜の塑性変形を抑制でき、ヒータ配線の抵抗の変化率が小さくなったと考えられる。

[0059] このように、本実施の形態においては、ヒータ領域内の温度分布のばらつきを抑制することにより、一層、ヒータ領域内の温度分布を均一にすることができるため、ヒータ領域内の水分蒸発による電圧変化のばらつきを少なくでき、湿度の測定精度の向上を図ることができる。

[0060] また、ヒータ領域内の温度が部分的に上昇することを抑制し、また、絶縁膜の塑性変形を抑制することにより、ヒータ配線の抵抗などの電気的特性が経時変化することを抑制することができる。これにより、長期信頼性を維持することができる。

[0061] また、ヒータ配線の抵抗などの電気的特性の経時変化は、ヒータ配線３による加熱時の設定温度が高い程大きくなる傾向にある。このため、設定温度を低く抑えることで、電気的特性の経時変化を抑えることができる。しかしながら、湿度センサにおいては、設定温度を高くするほど、湿度の検出感度が高まるため、他の流量センサなどと比較し、設定温度が高めである。湿度センサの設定温度は、例えば、３００℃～６００℃程度であり、４００℃以上、５５０℃以下がより好ましい。この設定温度は、加熱時のヒータ配線の温度である。

[0062] 上記図１、図２に示す湿度センサにおいて、以下に示すような種々の変形が可能である。

[0063] （１）熱伝導部５の材料については、金属に限られず、その上の絶縁膜ま

たはその下の絶縁膜より熱伝導率が大きい材料を用いることができる。また、線膨張係数が酸化シリコン膜以上であればより効果的である。例えば、熱伝導部５の材料として、金属の他、窒化アルミ（ＡＩＮ）や酸化アルミ（$Al_2O_3$）などを用いてもよい。但し、上記金属、特に高融点金属は、高温に耐えることができ、熱伝導部５として用いて好適である。

[0064] （２）熱伝導部５の配置位置については、ヒータ領域２Ａの中心部に配置することが好ましく、少なくともヒータ領域２Ａの中心点を含むよう配置することが好ましい。

[0065] （３）上記図１、図２に示す湿度センサにおいては、ヒータ配線３、リード配線４ａ、４ｂおよび熱伝導部５を同層で形成したが、これらを異なる層に形成してもよい。但し、ヒータ配線３と熱伝導部５は、平面視において、重ならない位置に配置することが好ましい。

[0066] （４）台座１６の換気孔１７の形成位置は、図２に示す位置に限られるものではなく、開口部８との導通が図れれば、他の位置としてもよい。例えば、台座１６の上面に溝を設け、この溝を換気孔１７として用いてもよい。

[0067] （５）台座１６の換気孔１７を省略し、湿度センサの上方の気体のみの湿度を検出してもよい。

[0068] （６）台座１６を省略し、配線基板（支持基板、プリント基板）上に、半導体基板２を貼り付けてもよい。

[0069] （７）ヒータ配線３の引き回し形状に制限はないが、ヒータ配線３を、ヒータ領域２Ａの中心点を通る基準線に対し、線対称に配置することが好ましい。これにより、ヒータ領域２Ａの温度をより均一化することができる。

[0070] （実施の形態２）

本実施の形態においては、実施の形態１の湿度センサが組み込まれたセンサモジュールについて説明する。実施の形態１の湿度センサの適用箇所に制限はないが、実施の形態１の湿度センサは、例えば、各種センサが混載されたセンサモジュールに組み込むことができる。

[0071] 図１７および図１８は、湿度センサが組み込まれたセンサモジュールを示

す模式図である。図１７は、センサモジュールの表面のカバーを透過して内部を示す模式図であり、図１８は、図１７のＢ－Ｂに沿った断面を示す模式図である。

[0072] 図１７および図１８に示すように、湿度センサ（チップ）１が搭載されたセンサモジュール２０は、吸気管２１に装着されており、センサや制御装置などの各種部品が搭載された支持基板２２を有する。支持基板２２は、例えば、配線が印刷されたプリント基板である。支持基板２２には、コネクタ３０が接続されている。

[0073] 支持基板２２には、流量センサ２３と、制御装置（例えば制御回路やマイコンなどが搭載されたチップ）２４と、湿度センサ１とが搭載されている。センサモジュールのボディ２５は、表面カバーや内壁を有し、表面カバーや内壁により制御部２９と検出部２７に区画されている。制御部２９には、流量センサ２３と、制御装置２４が配置され、検出部２７には、湿度センサ１が配置されている。また、センサモジュールのボディ２５には、副通路（副流路）２６が設けられ、流量センサ２３の一部は、副通路２６と接するように設けられている。また、検出部２７には、気体入れ替え口２８が設けられている。気体入れ替え口２８は、気体の流れの影響を受けないように下流側に設けられ、また、開口面積が副通路２６などと比較して小さく、クランク形状になっている。

[0074] 特に、湿度センサ１においては、ヒータ領域２Ａに急激な流れの気体が接すると、ヒータ領域２Ａの温度分布に影響を与え、検出精度が低下するため、上記のような構成の気体入れ替え口２８を設けることが好ましい。

[0075] 流量センサ２３と、制御装置２４と、湿度センサ１は、ボンディングワイヤにより、支持基板２２の表面の配線と接続されている。即ち、湿度センサ１等のパッドと支持基板２２の表面の配線の端部とがボンディングワイヤにより接続される。このようなパッド、ボンディングワイヤ、支持基板２２の表面の配線の端部の腐食を防止するため、保護材３１は、これらを覆うように設けてもよい。

[0076] 吸気管２１に取り込まれた気体（例えば、空気）３２は、副通路２６を通り、流量センサ２３は、気体３２の流量を測定する。また、気体３２は、気体入れ替え口２８から検出部２７に流入し、湿度センサ１は、気体３２の湿度を測定する。湿度センサ１や流量センサ２３による測定結果は、制御装置２４内で演算され、検出信号としてコネクタ３０を介して外部に送られる。なお、湿度センサ１の制御装置と流量センサ２３の制御装置は、一体でなく分けてもよい。

[0077] 具体的に、湿度センサ１においては、湿度を変化させたときの湿度検出電圧（電極間の電位差）から水分量を計算するマップを作成しておき、このマップにより、湿度を算出し、制御装置２４から出力する。

[0078] なお、センサモジュール内に、圧力センサが配置された他の検出部を設けてもよい。

[0079] このようなセンサモジュールを、自動車などの内燃機関に組み込み、吸入空気量、吸入空気の圧力や湿度を検出し、最適な量の燃料を噴霧することにより、燃費を向上させることができる。また、本実施の形態の湿度センサを用いることにより、センサモジュールの測定精度の向上を図ることができ、また、長期信頼性を維持することができる。

[0080] （実施の形態３）

本実施の形態においては、図１等に示す上記実施の形態１の湿度センサの応用例について説明する。

[0081] （応用例１）

実施の形態１においては、熱伝導部５をフローティング状態としたが、熱伝導部５を所定の電位に固定してもよい。

[0082] [構造説明]

図１９は、本応用例の湿度センサの構成を示す平面図である。本応用例の湿度センサの構成は、熱伝導部（ダミーパターン）５が、リード配線４ｃを介して電極７ｃと接続されている以外は、実施の形態１（図１）の場合とほぼ同様である。なお、実施の形態１と同一の機能を有する部材には同一の符

号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0083] 図１９に示すように、本応用例においては、熱伝導部５がヒータ領域２Ａの中心部（３Ａ）に設けられている。この点は、実施の形態１の場合と同様である。この熱伝導部５は、リード配線４ｃを介して電極７ｃと接続されている。この電極７ｃは、例えば、接地されている。別の言い方をすれば、この電極７ｃは、接地電位（０Ｖ）と接続されている。

[0084] このように、熱伝導部５を、リード配線４ｃを介して電極７ｃと接続し、接地電位に固定することで、熱伝導部５のチャージアップを防止することができる。これにより、熱伝導部５に、気体中のダスト等の付着を防止することができ、湿度の測定精度（検出精度）の向上を図ることができる。

[0085] ここで、リード配線４ｃは、リード配線４ａ、４ｂの間に配置されている。また、電極７ｃは、電極７ａ、７ｂの間に配置されている。

[0086] このように、リード配線４ｃを配置することにより、リード配線４ｃからの熱の逃げを低減することができる。また、別の言い方をすれば、リード配線４ａ～４ｃを同じ方向から引き出すことにより、リード配線４ｃが、リード配線４ａ、４ｂの近くに配置されることとなり、リード配線４ｃからの熱の逃げを低減することができる。

[0087] なお、本応用例においては、ヒータ配線３の形状を実施の形態１（図１）と異なる形状としているが、実施の形態１（図１）と同じ形状としてもよい。

[0088] [製法説明]

本応用例の湿度センサは、実施の形態１の場合と同様の工程で形成することができる。具体的には、実施の形態１において、図６、図７を参照しながら説明した、酸化シリコン膜１１上の金属膜のパターニング工程において、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ～４ｃを形成する。

[0089] さらに、実施の形態１と同様にして、リード配線４ａ～４ｃ上の絶縁膜（１２～１４）を部分的に除去することによりコンタクトホール６を形成し、リード配線４ａ～４ｃとそれぞれ接続される電極７ａ～７ｃを形成する（図

９、図１０参照）。

[0090] ［動作説明］

本応用例の湿度センサの動作は、実施の形態１の場合と同様である。

[0091] このように、本応用例においても、実施の形態１において詳細に説明したように、ヒータ領域内の温度分布のばらつきを抑制し、湿度の測定精度の向上を図ることができる。また、ヒータ配線の抵抗などの電気的特性が経時変化することを抑制することができ、これにより長期信頼性を維持することができる。

[0092] さらに、本応用例においては、熱伝導部５のチャージアップの防止により、湿度の測定精度の向上を図ることができる。

[0093] （応用例２）

応用例１においては、熱伝導部５を所定の電位に固定するために、リード配線４ｃおよび電極７ｃを設けたが、熱伝導部５をリード配線４ａを介して電極７ａと接続してもよい。

[0094] ［構造説明］

図２０は、本応用例の湿度センサの構成を示す平面図である。本応用例の湿度センサの構成は、熱伝導部（ダミーパターン）５が、リード配線４ａを介して電極７ａと接続されている構成以外は、実施の形態１（図１）の場合とほぼ同様である。なお、実施の形態１と同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0095] 図２０に示すように、本応用例においては、熱伝導部５がヒータ領域２Ａの中心部に設けられている。この点は、実施の形態１の場合と同様である。この熱伝導部５は、リード配線４ａを介して電極７ａと接続されている。この電極７ａは、実施の形態１において説明したように、電極７ｂに印加される電位より低い電位、例えば、接地電位（０Ｖ）が印加される。

[0096] このように、熱伝導部５を、リード配線４ａを介して電極７ａとし、電極７ｂに印加される電位より低い電位、例えば、接地電位（０Ｖ）に固定することで、熱伝導部５のチャージアップを防止することができる。これにより

、熱伝導部５に、気体中のダスト等の付着を防止することができ、湿度の測定精度（検出精度）の向上を図ることができる。なお、熱伝導部５は、リード配線４ａと接続しているが、熱伝導部５には電流は流れず、熱のみを伝える。

[0097] ［製法説明］

本応用例の湿度センサは、実施の形態１の場合と同様の工程で形成することができる。具体的には、実施の形態１において、図６、図７を参照しながら説明した、酸化シリコン膜１１上の金属膜のパターニング工程において、熱伝導部５とリード配線４ａとが接続されている形状にパターニングすればよい。

[0098] ［動作説明］

本応用例の湿度センサの動作は、実施の形態１の場合と同様である。

[0099] このように、本応用例においても、実施の形態１において詳細に説明したように、ヒータ領域内の温度分布のばらつきを抑制し、湿度の測定精度の向上を図ることができる。また、ヒータ配線の抵抗などの電気的特性が経時変化することを抑制することができ、これにより長期信頼性を維持することができる。

[0100] さらに、本応用例においては、応用例１の場合と同様に、熱伝導部５のチャージアップの防止により、湿度の測定精度の向上を図ることができる。また、本応用例においては、応用例１の場合と比較し、リード配線の数を増加させることなく、単純な構成とすることができる。また、リード配線の数が応用例１の場合より少ないため、リード配線からの熱の逃げを低減することができる。

[0101] また、本応用例においては、実施の形態１よりも熱伝導部５に熱が伝わりやすいため、ヒータ配線３と熱伝導部の間隔（Ｓ２）を、ヒータ配線の配線間隔（Ｓ１）より広くすることが望ましい（Ｓ１＜Ｓ２）。

[0102] （応用例３）

本応用例においては、ヒータ配線３や熱伝導部５の平面形状を多角形状と

する。

[0103] ［構造説明］

図２１は、本応用例の湿度センサの構成を示す平面図である。本応用例の湿度センサにおいては、ヒータ配線３が、平面視において八角形状の折り返し配線となっている。別の言い方をすれば、ヒータ配線３が、９０度を超える角度で屈曲している。

[0104] また、本応用例の湿度センサにおいては、熱伝導部５が、平面視において八角形状となっている。別の言い方をすれば、熱伝導部５の角部が、面取りされている。また、さらに別の言い方をすれば、熱伝導部５の角部が、９０度を超える角度で屈曲している。

[0105] 実施の形態１において説明したように、ヒータ領域内の温度分布は同心円状となるため、ヒータ配線３の角部は、低温となりやすい。このため、ヒータ配線３を、９０度を超える角度で屈曲させることで、低温となる角部の領域を低減し、ヒータ領域内の温度の均一性を向上することができる。また、熱伝導部５の角部においても、面取りをし、低温となる角部の領域を低減することで、ヒータ領域内の温度の均一性を向上することができる。

[0106] なお、図２１においては、ヒータ配線３や熱伝導部５の形状を、八角形状としたが、五角形以上の多角形状としてもよい。また、ヒータ配線３や熱伝導部５の形状を、円形としてもよい。また、ヒータ配線３や熱伝導部５の角部をラウンド化してもよい。

[0107] なお、本応用例においては、ヒータ配線３および熱伝導部５の形状以外は、実施の形態１（図１）の場合とほぼ同様である。

[0108] ［製法説明］

本応用例の湿度センサは、実施の形態１の場合と同様の工程で形成することができる。具体的には、実施の形態１において、図６、図７を参照しながら説明した、酸化シリコン膜１１上の金属膜のパターニング工程において、ヒータ配線３および熱伝導部５を多角形状にパターニングすればよい。

[0109] ［動作説明］

本応用例の湿度センサの動作は、実施の形態１の場合と同様である。

[0110] このように、本応用例においても、実施の形態１において詳細に説明したように、ヒータ領域内の温度分布のばらつきを抑制し、湿度の測定精度の向上を図ることができる。また、ヒータ配線の抵抗などの電気的特性が経時変化することを抑制することができ、これにより長期信頼性を維持することができる。

[0111] さらに、本応用例においては、ヒータ配線３および熱伝導部５を多角形状とすることにより、低温となり易いパターンの角部の領域を低減し、ヒータ領域内の温度の均一性を向上することができる。

[0112] （実施の形態４）

実施の形態１および実施の形態３においては、熱伝導部５をフローティング状態または熱伝導部５を電位固定したが、熱伝導部５に電流を流す構成としてもよい。

[0113] [構造説明]

図２２は、本実施の形態の湿度センサの構成を示す平面図である。本実施の形態の湿度センサは、熱伝導部（ダミーパターン）５を配線状とし、その一端は、リード配線４ｃを介して電極７ｃと接続し、その他端は、リード配線４ｄを介して電極７ｄと接続している。この構成以外は、実施の形態２の応用例３（図２１）の場合とほぼ同様である。なお、実施の形態１等と同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0114] 本実施の形態においては、配線状の熱伝導部５に、電極７ｃ、７ｄからリード配線４ｃ、４ｄを介してヒータ配線より低い電圧（電位差）を印加し、微小電流を流すことで、抵抗の変化から、熱伝導部５、即ち、ヒータ領域の中心部（３Ａ）の温度を測定（温度モニタ）することができる。配線状の熱伝導部５の抵抗値は、室温（２５℃）において、例えば、１００Ω～３００Ω程度である。また、温度の測定は、微小の電流で良いため、１ＫΩ以上に抵抗値を高くしてもよい。このように高抵抗化することで、温度の測定の高

感度化を図ることができる。なお、本実施の形態の場合は、前記熱伝導部５の抵抗値を用いてヒータ領域の中心部の温度を一定に制御し、水分蒸発に要する電力増加分を一定電流のもと、ヒータ配線３の端部間（電極７ａ、７ｂ間）の電位の変化（増加）を出力して、外部の制御装置２４において湿度に換算する。

[0115] このように、熱伝導部５を高抵抗化するため、ヒータ配線３の配線幅より熱伝導部５の配線幅を小さくしてもよい。また、ヒータ配線３の配線間隔より熱伝導部５の配線間隔を小さくしてもよい。このように、ヒータ領域の中心部において、熱伝導部５の配線幅および配線間隔を小さくしつつ、配線密度を高くすることにより、熱伝導部５を高抵抗化することができる。

[0116] このように、本実施の形態においては、ヒータ領域の中心部の温度モニタとヒータ領域の温度の均一性を高めるための熱伝導部５を兼ねることで、湿度センサの特性をさらに向上させることができる。

[0117] なお、図２２においては、応用例３と同様に、ヒータ配線３の形状を多角形状としたが、ヒータ配線３の形状を、例えば、実施の形態１（図１）の形状としてもよい。

[0118] ［製法説明］

本応用例の湿度センサは、実施の形態１の場合と同様の工程で形成することができる。具体的には、実施の形態１において、図６、図７を参照しながら説明した、酸化シリコン膜１１上の金属膜のパターニング工程において、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ～４ｄを形成する。

[0119] さらに、実施の形態１と同様にして、リード配線４ａ～４ｄ上の絶縁膜（１２～１４）を部分的に除去することによりコンタクトホール６を形成し、リード配線４ａ～４ｄとそれぞれ接続される電極７ａ～７ｄを形成する（図９、図１０参照）。

[0120] ［動作説明］

本応用例の湿度センサの動作は、実施の形態１の場合と同様である。例えば、電極７ａ、７ｂにそれぞれ電位を印加し、ヒータ配線３を加熱し、湿度

を測定する。また、電極７ｃ、７ｄにそれぞれ電位を印加し、熱伝導部５を加熱し、温度を測定する。ここで、電極７ａ、７ｂの電位差は、電極７ｃ、７ｄの電位差より大きい。

[0121] また、ヒータ領域の中心部の温度モニタによる測定温度をフィードバックして、よりヒータ領域２Ａ内の温度が均一となるように、上述のように加熱温度を制御してもよい。

[0122] このように、本実施の形態においても、実施の形態１において詳細に説明したように、ヒータ領域内の温度分布のばらつきを抑制し、湿度の測定精度の向上を図ることができる。また、ヒータ配線の抵抗などの電気的特性が経時変化することを抑制することができ、これにより長期信頼性を維持することができる。

[0123] さらに、本応用例においては、ヒータ領域の中心部の温度モニタとヒータ領域の温度の均一性を高めるための熱伝導部５を兼ねることで、湿度センサの特性をさらに向上させることができる。

[0124] （実施の形態５）

本実施の形態においては、ヒータ領域の外周にサブヒータを設ける。サブヒータにより、ヒータ領域の外周の気体を所定の温度に加熱することにより、外部環境温度の影響を避け、湿度をより高精度に測定することができる。

[0125] [構造説明]

図２３は、本応用例の湿度センサの構成を示す平面図である。本実施の形態の湿度センサの構成は、サブヒータ以外は、実施の形態３の応用例３（図２１）の場合とほぼ同様である。なお、実施の形態１等と同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0126] 本実施の形態においては、ヒータ領域２Ａを囲むようにサブヒータが設けられている。サブヒータは、ヒータ配線１０３、リード配線１０４ａ、１０４ｂおよび電極１０７ａ、１０７ｂを有する。

[0127] このように、サブヒータにより、ヒータ領域２Ａの外周の気体を所定の温度（例えば、１５０℃～３００℃）に加熱しつつ、湿度を測定することで、

外部環境温度の影響を避けることができる。例えば、寒冷地などにおいても、精度の高い湿度測定を行うことができる。なお、サブヒータ温度は、湿度を検出するヒータ領域の温度より低くする。

[0128] ［製法説明］

本応用例の湿度センサは、実施の形態１の場合と同様の工程で形成することができる。具体的には、実施の形態１において、図６、図７を参照しながら説明した、酸化シリコン膜１１上の金属膜のパターニング工程において、ヒータ配線３、熱伝導部５およびリード配線４ａ、４ｂに加え、ヒータ配線１０３、リード配線１０４ａ、１０４ｂを形成する。リード配線４ｅは、内部抵抗部（迂回配線部）４ｅｒを有している。

[0129] さらに、実施の形態１と同様にして、リード配線４ａ、４ｂ、４ｅ等の上の絶縁膜（１２～１４）を部分的に除去することによりコンタクトホール６を形成し、リード配線４ａ、４ｂ、４ｅ、１０４ａ、１０４ｂとそれぞれ接続される電極７ａ、７ｂ、７ｅ、１０７ａ、１０７ｂを形成する（図９、図１０参照）。

[0130] なお、図２３においては、ヒータ配線３、熱伝導部５およびヒータ配線１０３の形状を多角形状としたが、これらの形状を、他の形状としてもよい。

[0131] ［動作説明］

本応用例の湿度の測定方法は、実施の形態１の場合と同様である。例えば、電極１０７ａ、１０７ｂにそれぞれ電位を印加し、ヒータ配線１０３を加熱しつつ、電極７ａ、７ｂにそれぞれ電位を印加し、ヒータ配線３を加熱し、湿度を測定する。ここで、電極７ａ、７ｂの電位差は、電極１０７ａ、１０７ｂの電位差より大きい。

[0132] このように、本実施の形態においても、実施の形態１において詳細に説明したように、ヒータ領域内の温度分布のばらつきを抑制し、湿度の測定精度の向上を図ることができる。また、ヒータ配線の抵抗などの電気的特性が経時変化することを抑制することができ、これにより長期信頼性を維持することができる。

[0133] さらに、本応用例においては、サブヒータにより、ヒータ領域の外周の気体を所定の温度に加熱することにより、外部環境温度の影響を避け、湿度をより高精度に測定することができる。

[0134] また、本応用例においては、内部抵抗部（迂回配線部）４ｅｒおよび電極７ｅを設けたので、これらを利用し、ヒータ配線の抵抗などの電気的特性の経時変化をモニタすることができる。

[0135] 以上、本発明者によってなされた発明をその実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

[0136] 例えば、実施の形態１において説明した変形例（１）～（７）を実施の形態３、４、５の湿度センサに適用してもよい。

[0137] また、実施の形態２のセンサモジュールに、実施の形態３、４、５の湿度センサを適用してもよい。

[0138] また、実施の形態５のサブヒータを、実施の形態１、３、４の湿度センサに適用してもよい。図２４は、湿度センサの構成例を示す平面図である。図２５は、湿度センサの熱伝導部の形状例を示す平面図である。

[0139] 例えば、図２４に示すように、実施の形態５のサブヒータを、実施の形態４の湿度センサに適用してもよい。この場合、例えば、電極１０７ａ、１０７ｂにそれぞれ電位を印加し、ヒータ配線１０３を加熱しつつ、電極７ａ、７ｂにそれぞれ電位を印加し、ヒータ配線３を加熱し、湿度を測定する。また、電極７ｃ、７ｄにそれぞれ電位を印加し、熱伝導部５の抵抗値を測定することにより、ヒータ領域の中心部温度を測定する。ここで、電極７ａ、７ｂの電位差は、電極１０７ａ、１０７ｂの電位差より大きく、電極１０７ａ、１０７ｂの電位差は、電極７ｃ、７ｄの電位差より大きい。

[0140] また、図２５の（ａ）、（ｂ）に示すように、実施の形態１、実施の形態３の応用例３においては、熱伝導部５を四角形状または八角形状のパターンとしたが、図２５（ｃ）（ｄ）に示すように、熱伝導部５のパターン内にスリットや四角形状の孔を設けてもよい。

[0141] また、実施の形態１においては、ヒータ配線３の端部間（電極７ａ、７ｂ間）の電圧の変化に基づき湿度を測定、具体的には、一定電流のもと、ヒータ配線３の端部間の電位の変化に基づき湿度を測定したが、電流の変化に基づいて湿度を測定してもよい。具体的には、一定電圧のもと、ヒータ配線３に流れる電流の変化に基づき湿度を測定してもよい。一定電流のもとの電位の変化、一定電圧のもとの電流の変化は、抵抗の変化でもある。また、湿度の測定のみならず、実施の形態４の温度を測定（温度モニタ）も、同様に、電圧、電流または抵抗の変化に基づいて行うことができる。

## 符号の説明

[0142] １　湿度センサ

１Ａ　開口部の形成領域

２　半導体基板

２Ａ　ヒータ領域

３　ヒータ配線

３Ａ　熱伝導部の形成領域（中心部）

４ａ　リード配線

４ｂ　リード配線

４ｃ　リード配線

４ｄ　リード配線

４ｅ　リード配線

４ｅｒ　内部抵抗部（迂回配線部）

４ｄ　リード配線

５　熱伝導部

６　コンタクトホール

７ａ　電極

７ｂ　電極

７ｃ　電極

７ｄ　電極

８　開口部

９　酸化シリコン膜

９’　酸化シリコン膜

１０　窒化シリコン膜

１１　酸化シリコン膜

１２　酸化シリコン膜

１３　窒化シリコン膜

１４　酸化シリコン膜

１６　台座

１７　換気孔

１８　接着剤

２０　センサモジュール

２１　吸気管

２２　支持基板

２３　流量センサ

２４　制御装置

２５　ボディ

２６　副通路

２７　検出部

２８　気体入れ替え口

２９　制御部

３０　コネクタ

３１　保護材

３２　気体

１０３　ヒータ配線

１０４ａ　リード配線

１０４ｂ　リード配線

１０７ａ　電極

１０７ｂ　電極

# 請求の範囲

[請求項1] 開口部を有する支持体と、

前記支持体の上方に前記開口部を覆うように形成された絶縁膜と、

前記絶縁膜上に形成された配線および熱伝導部と、

を有し、

前記熱伝導部は、前記絶縁膜より熱伝導率が大きい材料よりなり、

平面視において、前記熱伝導部は、その４方向のうち３方向以上が、前記配線により囲まれている、湿度センサ。

[請求項2] 請求項１に記載の湿度センサにおいて、

前記配線に電流を流すことにより発熱させ、前記配線の上方または下方の気体中の水分を蒸発させることによる前記配線の電圧もしくは電流の変化により、前記気体の湿度を測定し、

前記熱伝導部は、前記配線からの熱伝導により温度上昇する、湿度センサ。

[請求項3] 請求項１に記載の湿度センサにおいて、

前記熱伝導部は、フローティング状態である、湿度センサ。

[請求項4] 請求項１に記載の湿度センサにおいて、

前記熱伝導部は、前記配線と同じ材料よりなる、湿度センサ。

[請求項5] 請求項１に記載の湿度センサにおいて、

前記熱伝導部は、前記配線と同層に形成されている、湿度センサ。

[請求項6] 請求項１に記載の湿度センサにおいて、

前記配線は、第１電位と前記第１電位より高い第２電位との間に接続され、

前記熱伝導部は、前記第１電位と接続されている、湿度センサ。

[請求項7] 請求項６に記載の湿度センサにおいて、

前記第１電位は、接地電位である、湿度センサ。

[請求項8] 請求項１に記載の湿度センサにおいて、

前記配線および前記熱伝導部は、高融点金属である、湿度センサ。

[請求項9] 請求項１に記載の湿度センサにおいて、

前記熱伝導部は、前記配線の最外形状により規定される領域の中心部に配置される、湿度センサ。

[請求項10] 請求項１に記載の湿度センサにおいて、

前記配線は、折り返し配線である、湿度センサ。

[請求項11] 請求項１に記載の湿度センサにおいて、

前記配線の外周を囲む他の配線を有する、湿度センサ。

[請求項12] 請求項１１に記載の湿度センサにおいて、

前記配線は、第１電位と前記第１電位より高い第２電位との間に接続され、

前記他の配線は、第３電位と前記第３電位より高い第４電位との間に接続され、

前記第１電位と前記第２電位との電位差は、前記第３電位と前記第４電位との電位差より大きい、湿度センサ。

[請求項13] 開口部を有する支持体と、

前記支持体の上方に前記開口部を覆うように形成された絶縁膜と、

前記絶縁膜上に形成された配線および熱伝導部と、

を有し、

前記熱伝導部は、前記絶縁膜より熱伝導率が大きい材料よりなり、

平面視において、前記熱伝導部は、その４方向のうち３方向以上が、前記配線により囲まれ、

前記配線は、第１電位と前記第１電位より高い第２電位との間に接続され、

前記熱伝導部は、第３電位と前記第３電位より高い第４電位との間に接続され、

前記配線に電流を流すことにより発熱させ、前記配線の上方または下方の気体中の水分を蒸発させることによる前記配線の電圧もしくは電流の変化により、前記気体の湿度を測定し、

前記熱伝導部に電流を流すことにより、前記熱伝導部の抵抗の変化により、前記熱伝導部の温度を測定する、湿度センサ。

[請求項14] （ａ）支持体上に絶縁膜を形成する工程、

（ｂ）前記絶縁膜上に導電性膜を形成する工程、

（ｃ）前記導電性膜をパターニングすることにより、配線および熱伝導部を形成する工程、

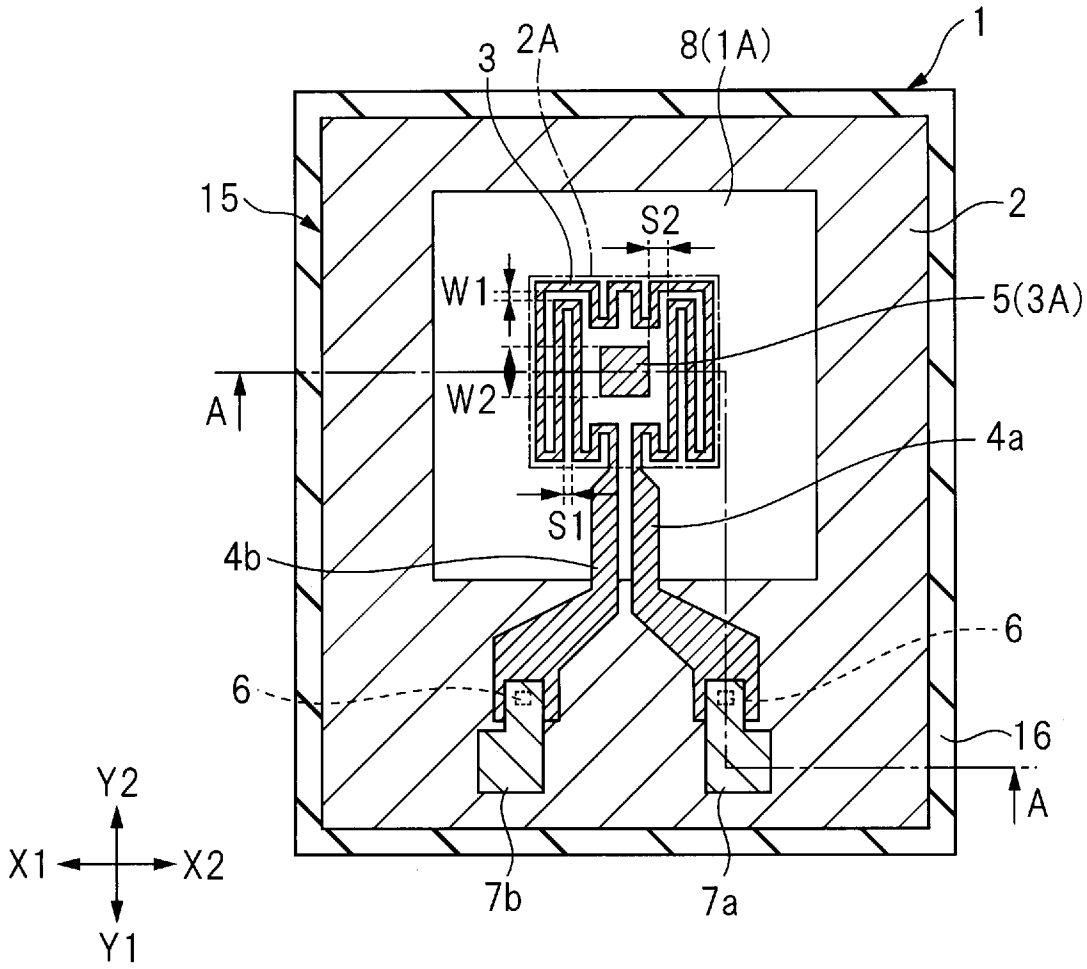
（ｄ）前記配線および前記熱伝導部の下方の前記支持体を除去することにより開口部を形成する工程、

を有し、

前記（ｃ）工程において、前記熱伝導部は、平面視において、その４方向のうち３方向以上が、前記配線により囲まれるように形成される、湿度センサの製造方法。

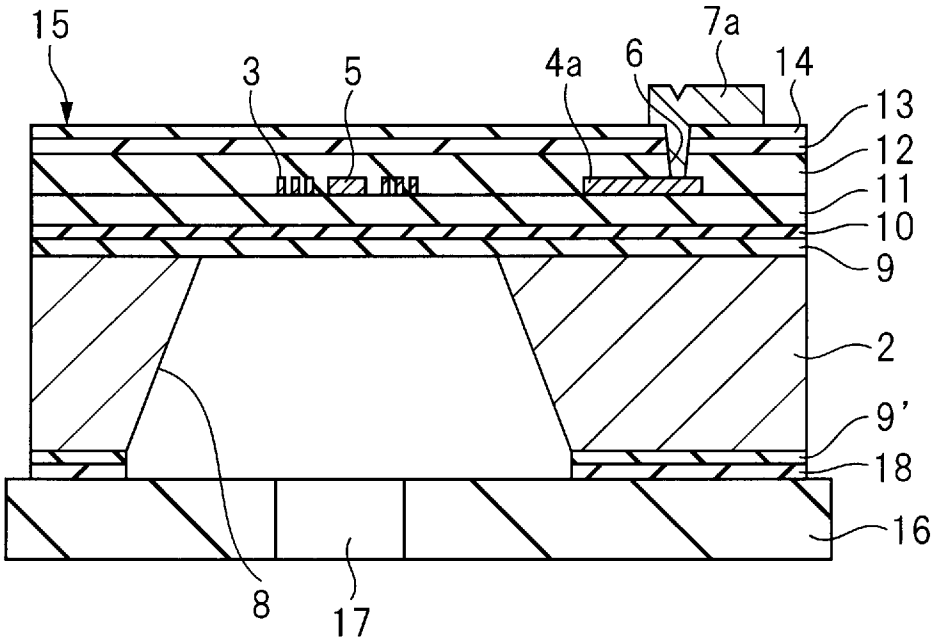
[図1]

図 1


1
2A
3
8(1A)
15
2
S2
W1
5(3A)
W2
A
4a
S1
4b
6
6
16
A
Y2
X1
X2
Y1
7b
7a

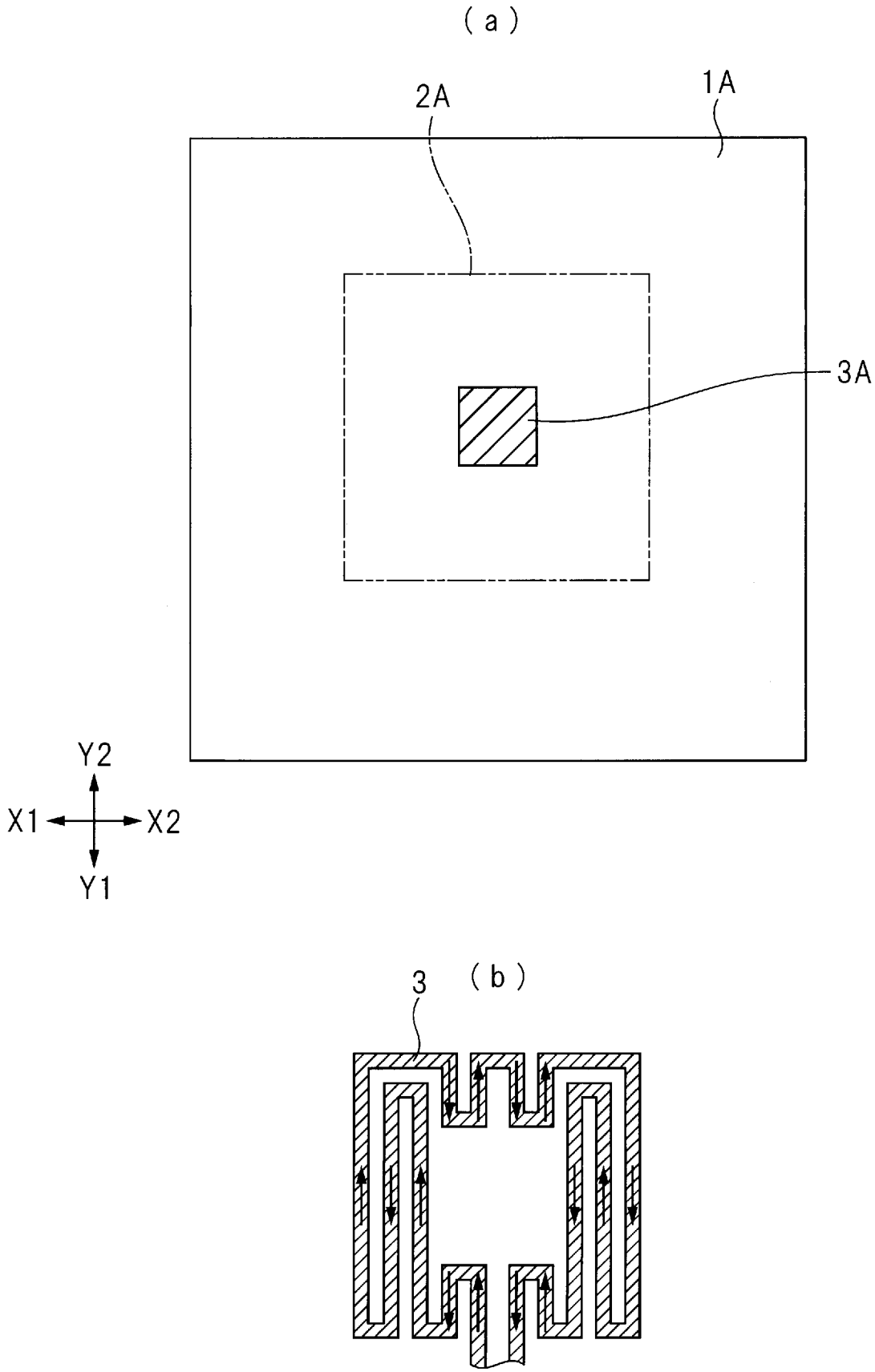
[図2]

図 2


15
3
5
4a
6
7a
14
13
12
11
10
9
2
9'
18
16
8
17

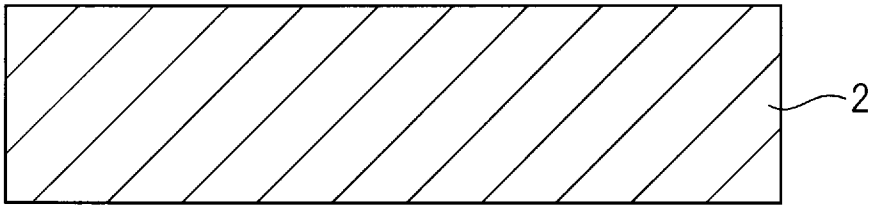
[図3]

図 3



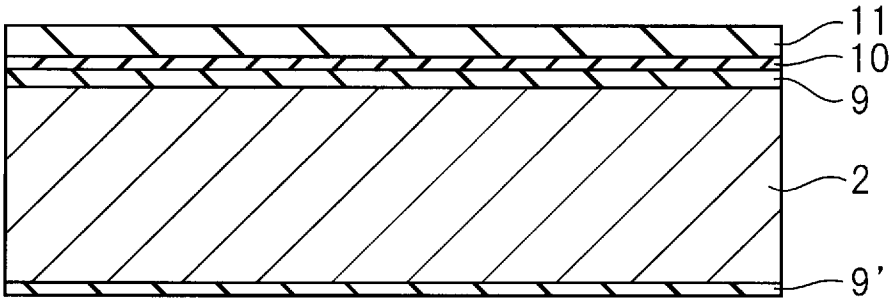
[図4]

図 4



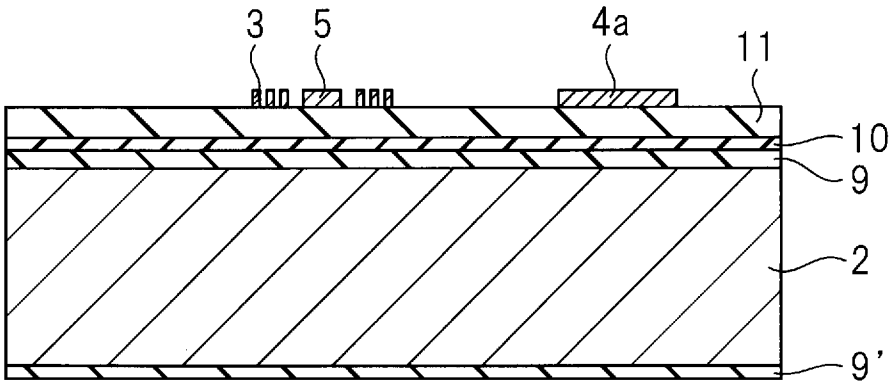

[図5]

図 5



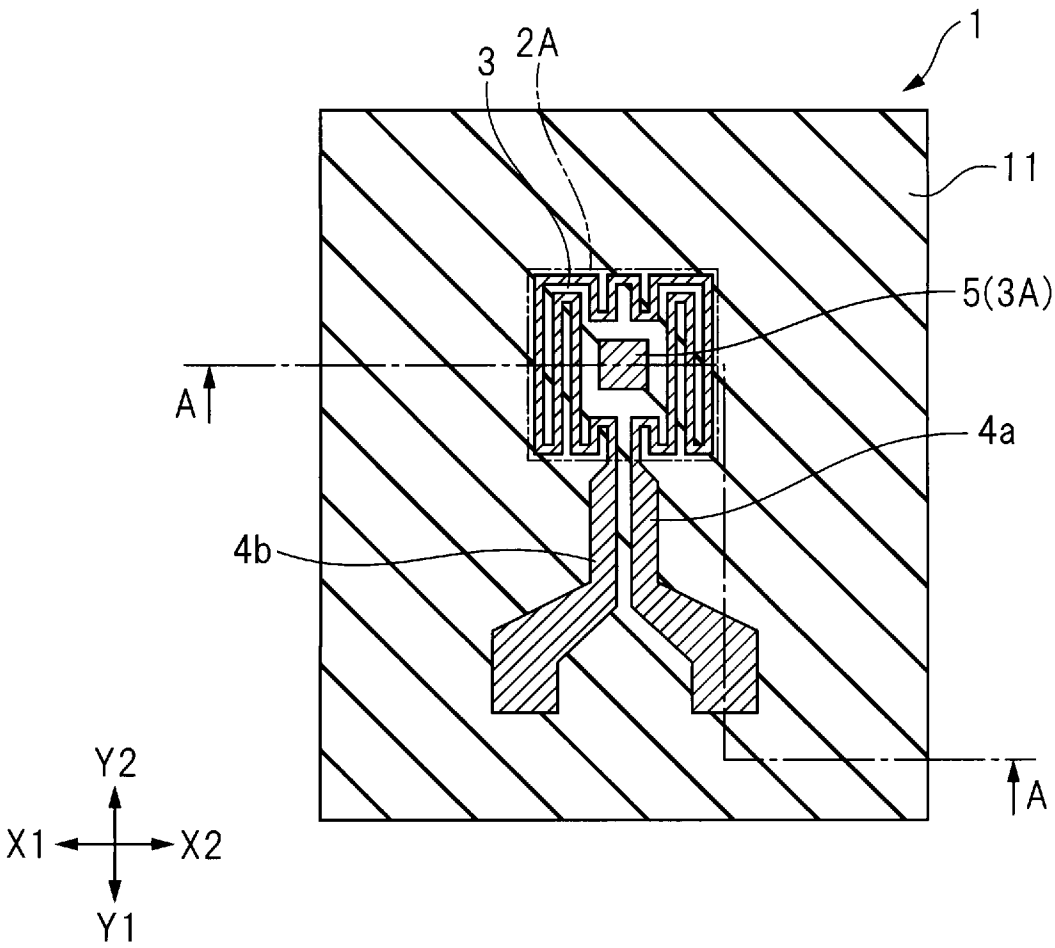
[図6]

図 6



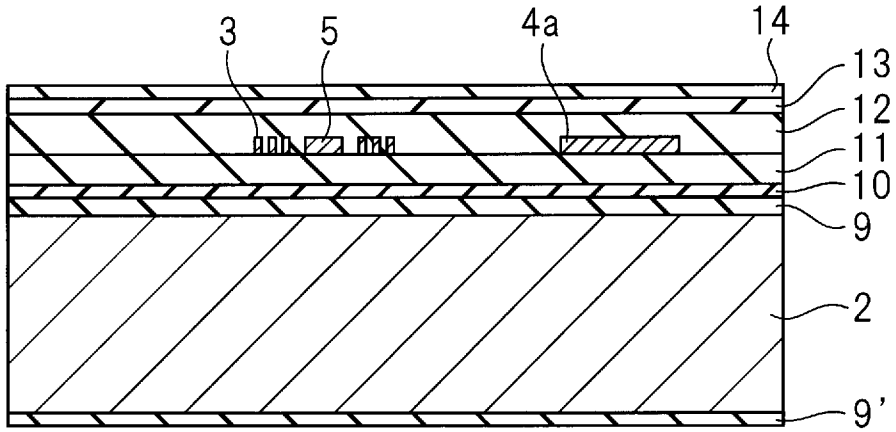

[図7]

図 7



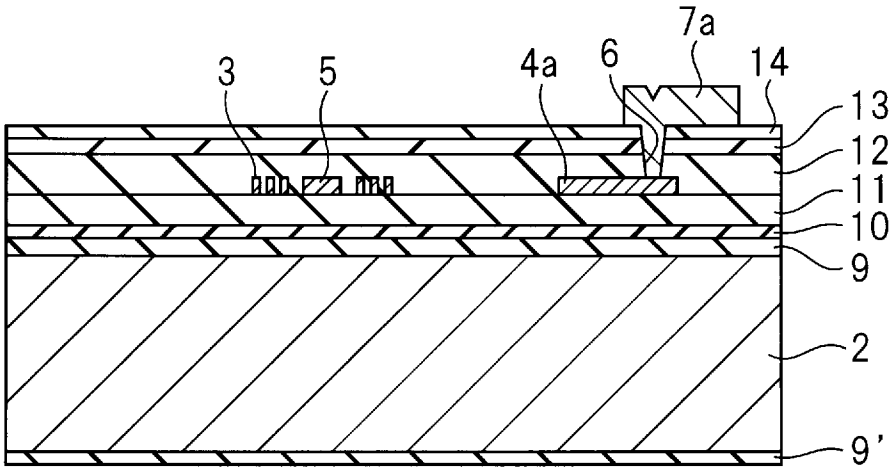
[図8]

図 8



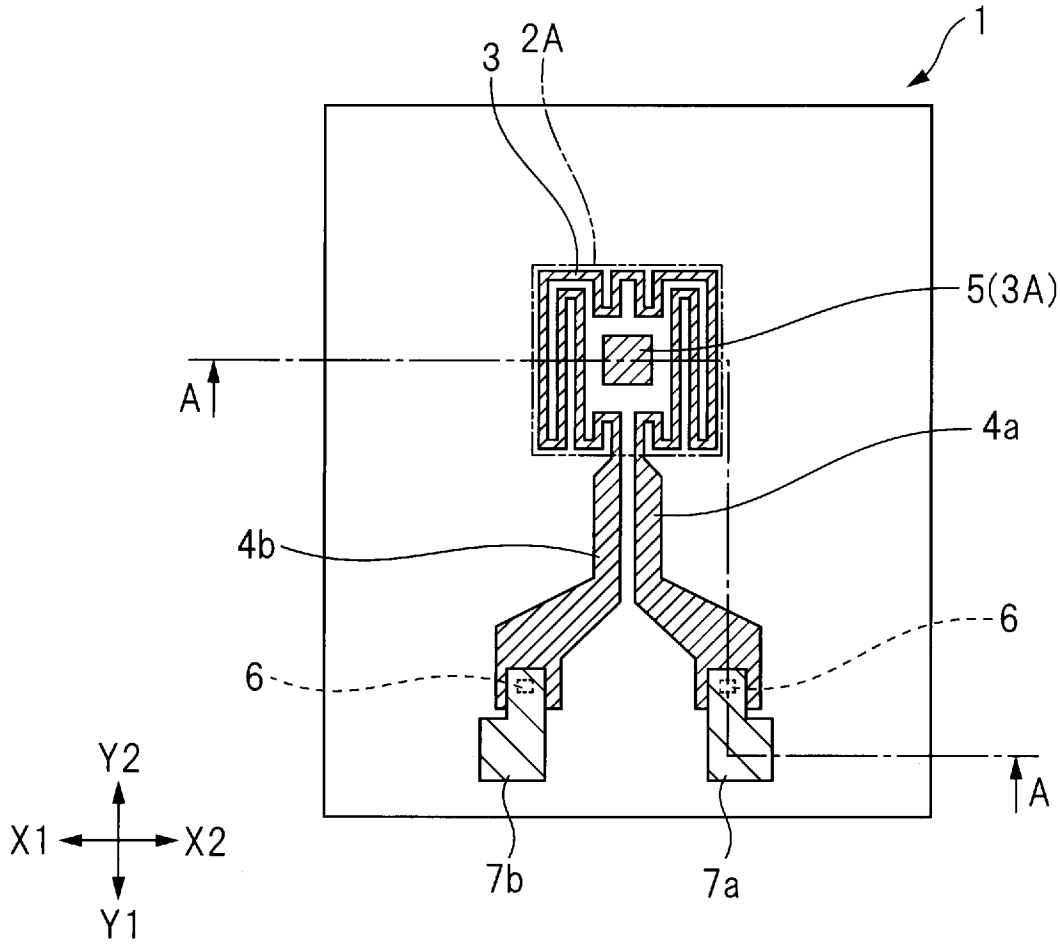

[図9]

図 9



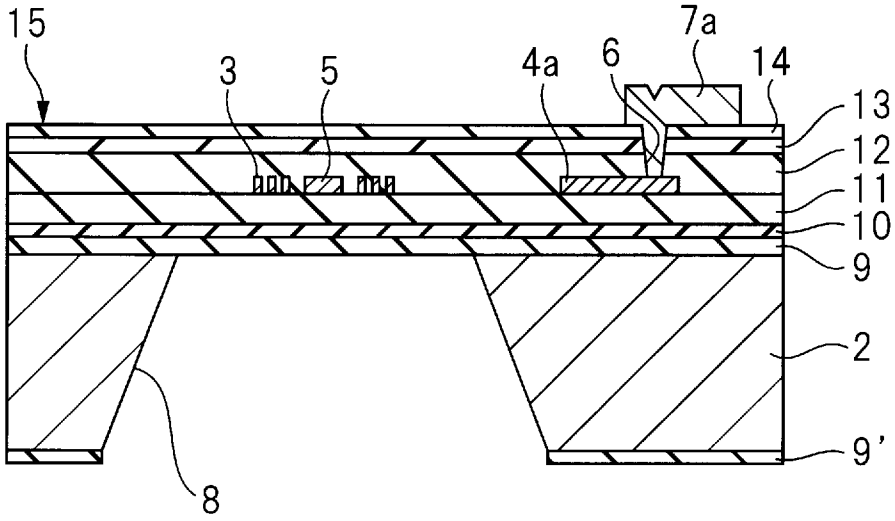
[図10]

図 10



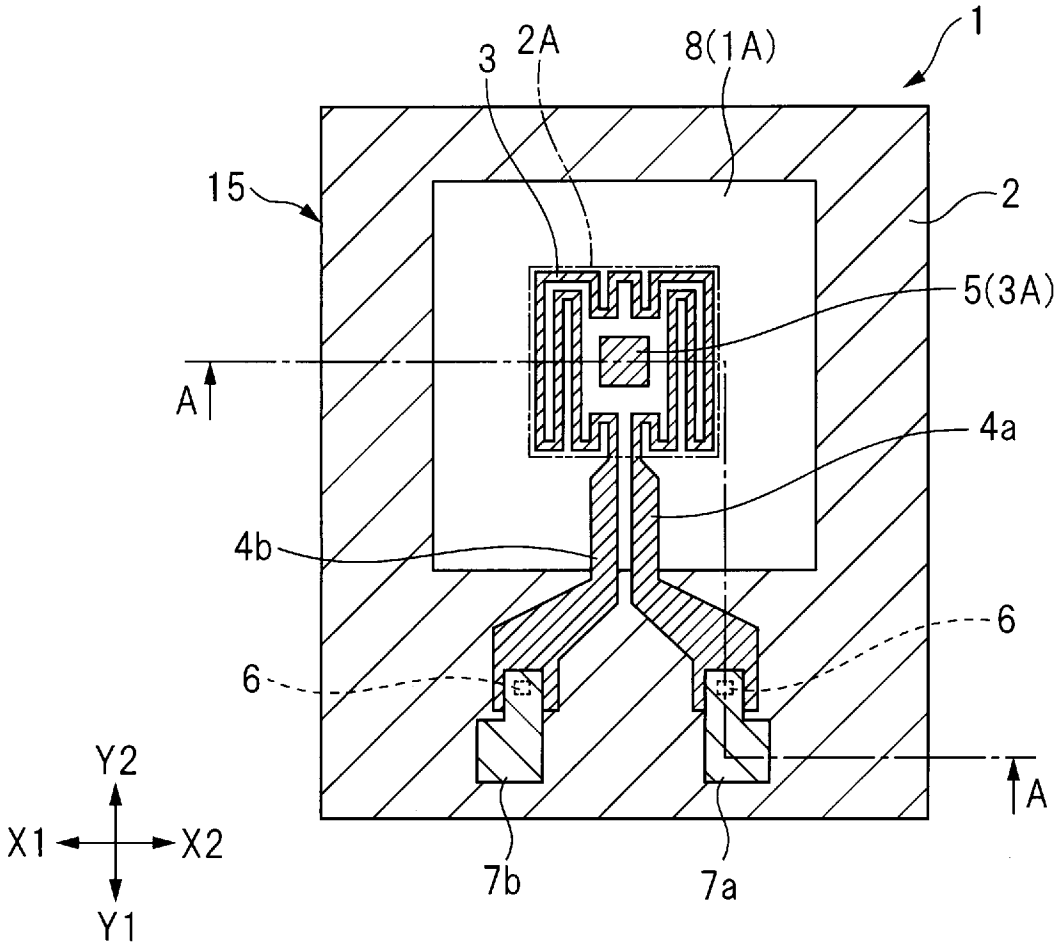

[図11]

図 11



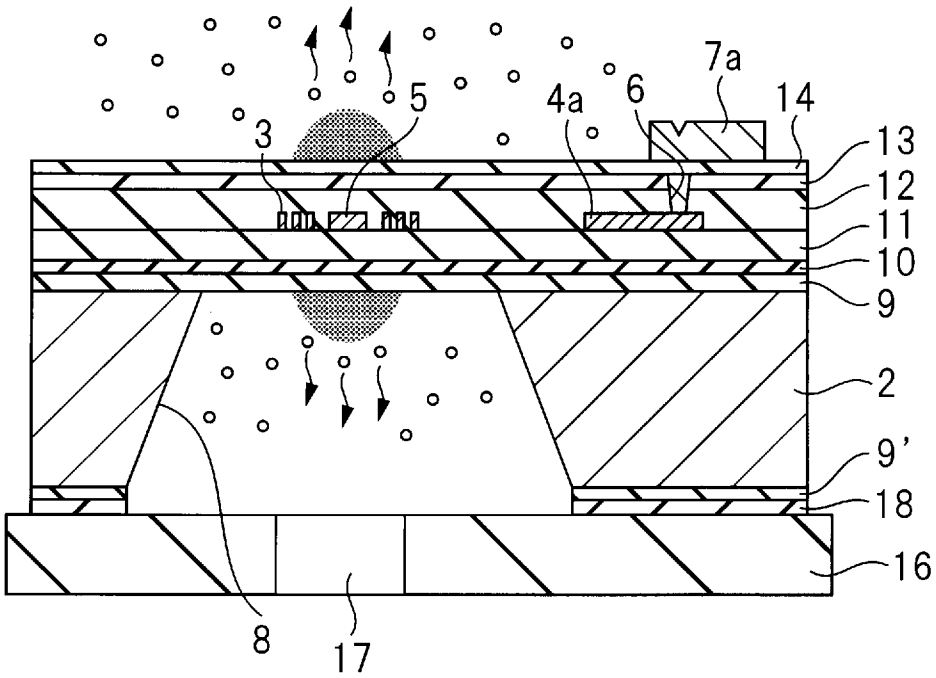
[図12]

図 12



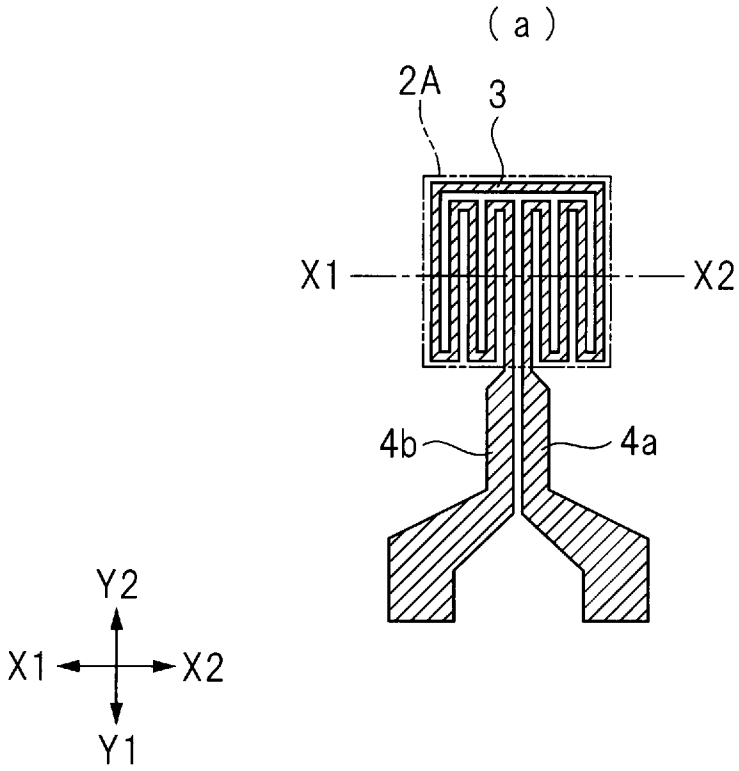
[図13]

図 13



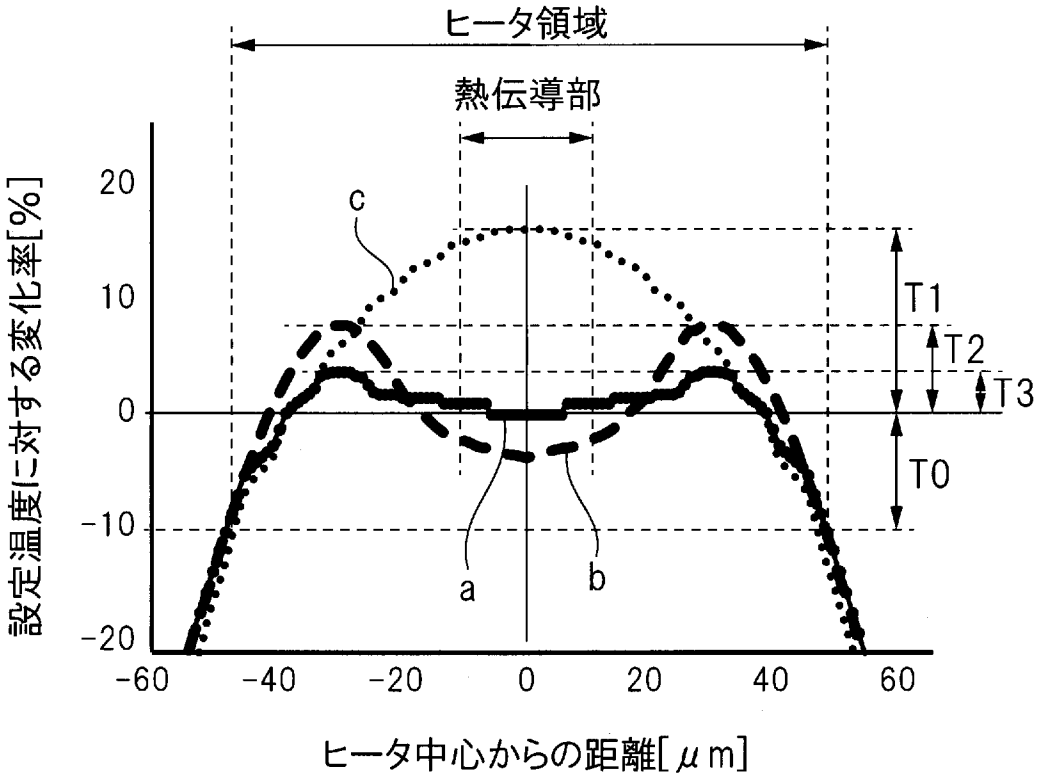
[図14]

図 14



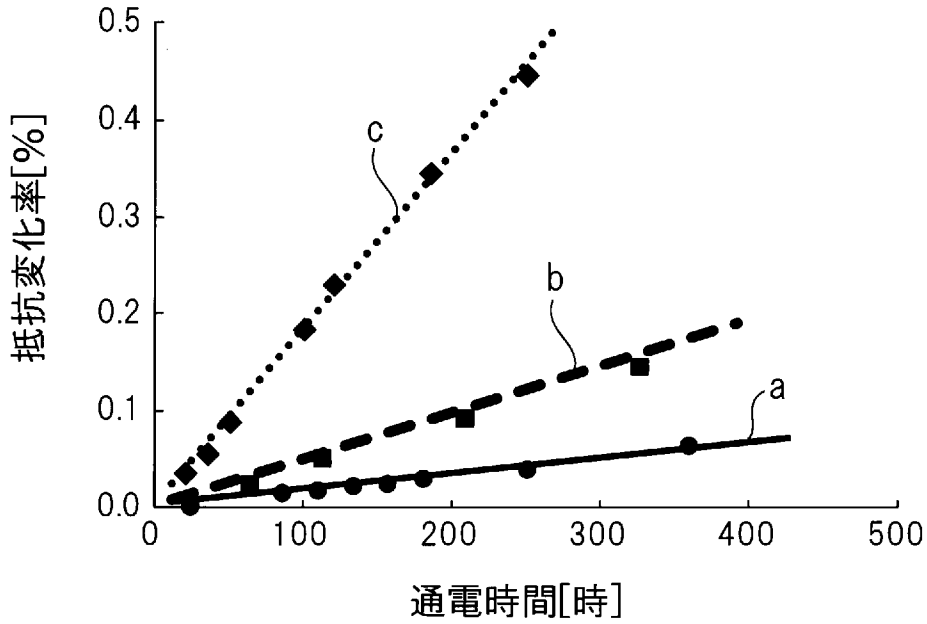
[図15]

図 15



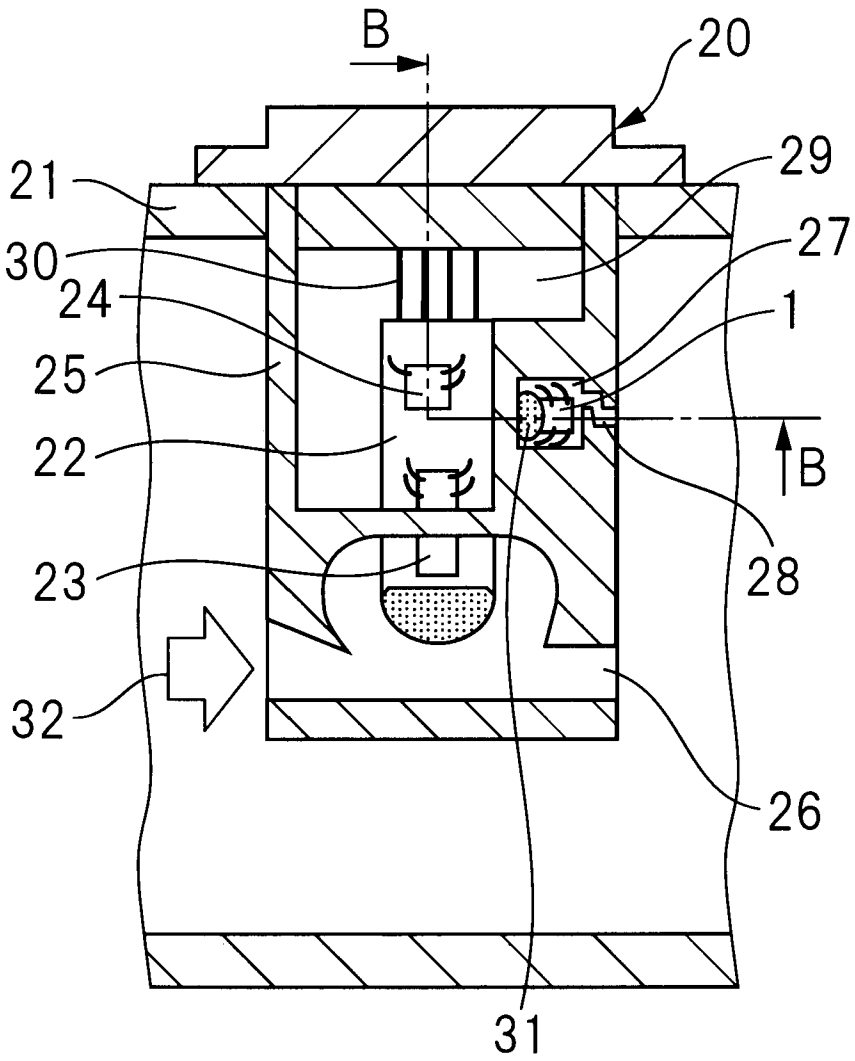

[図16]

図 16



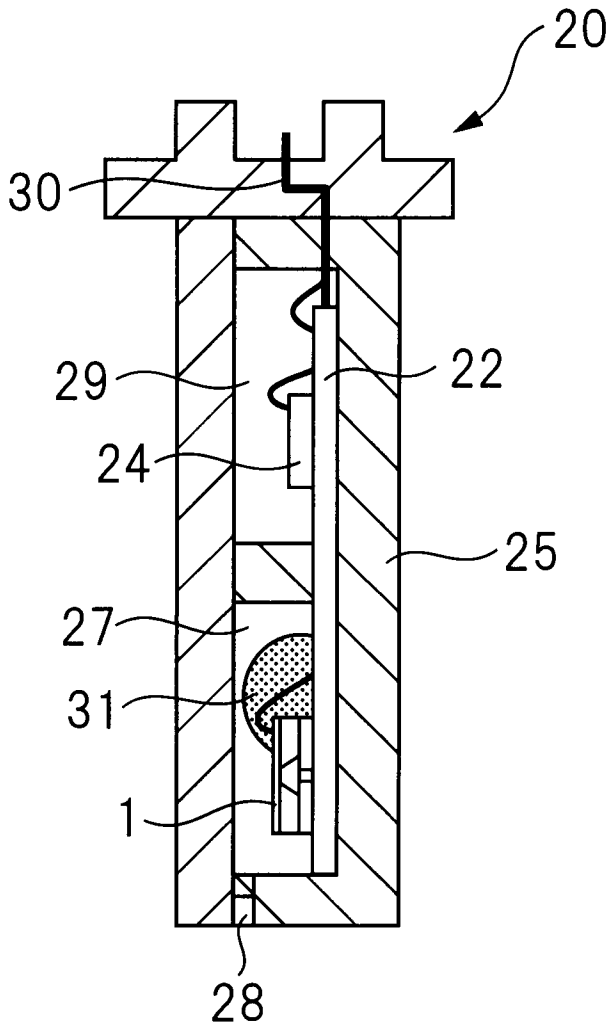
[図17]

図 17



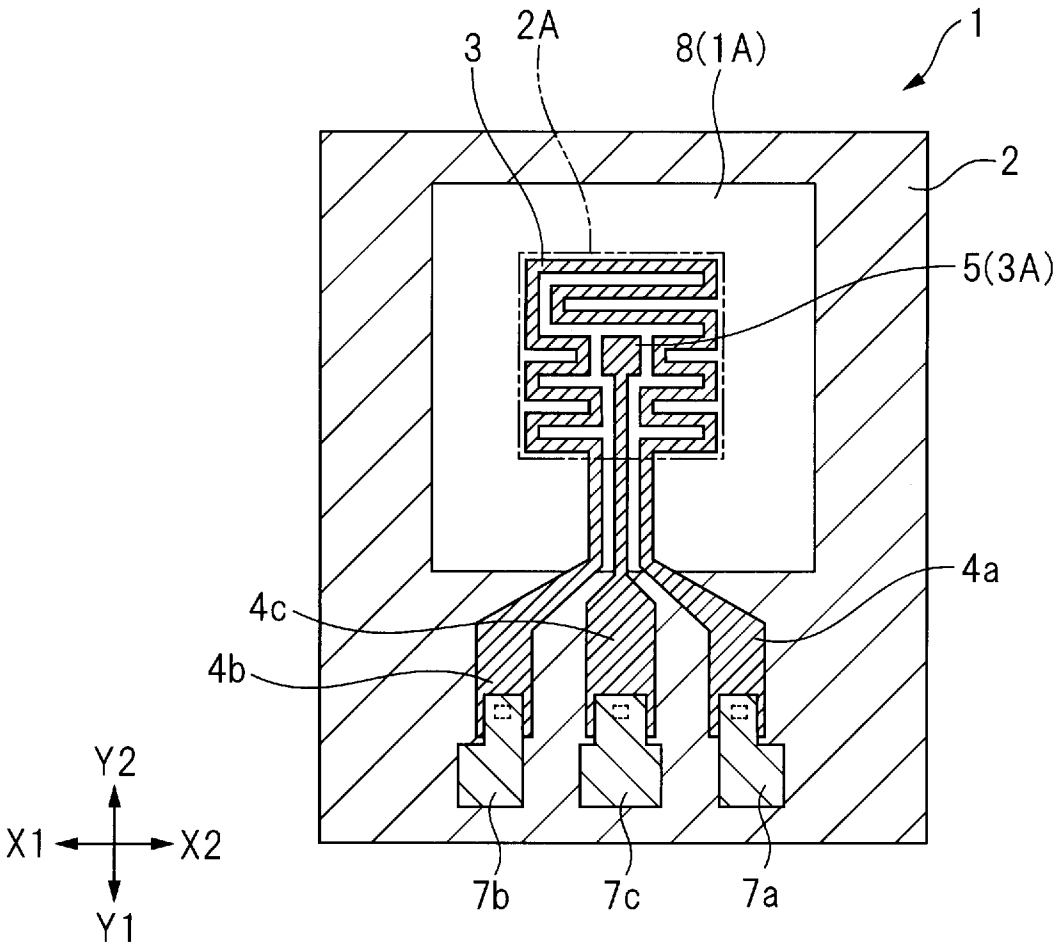
[図18]

図 18



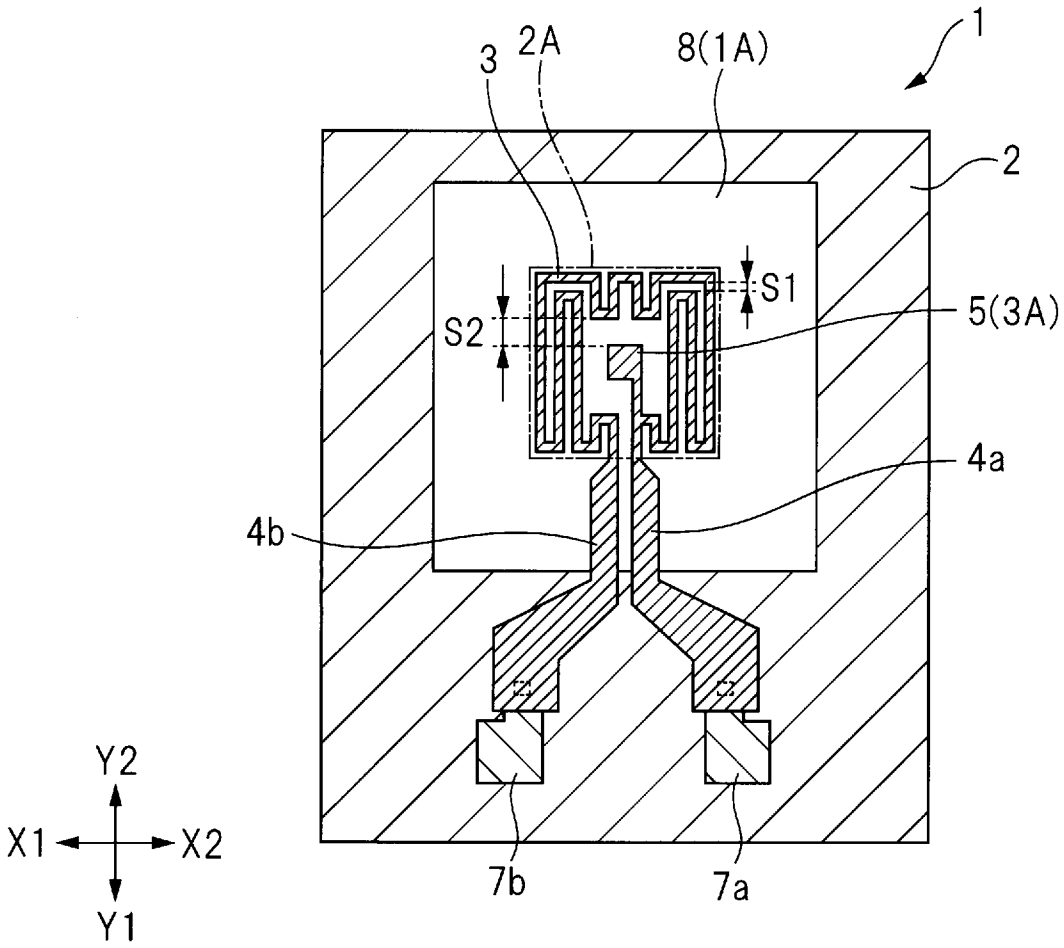
[図19]

図 19



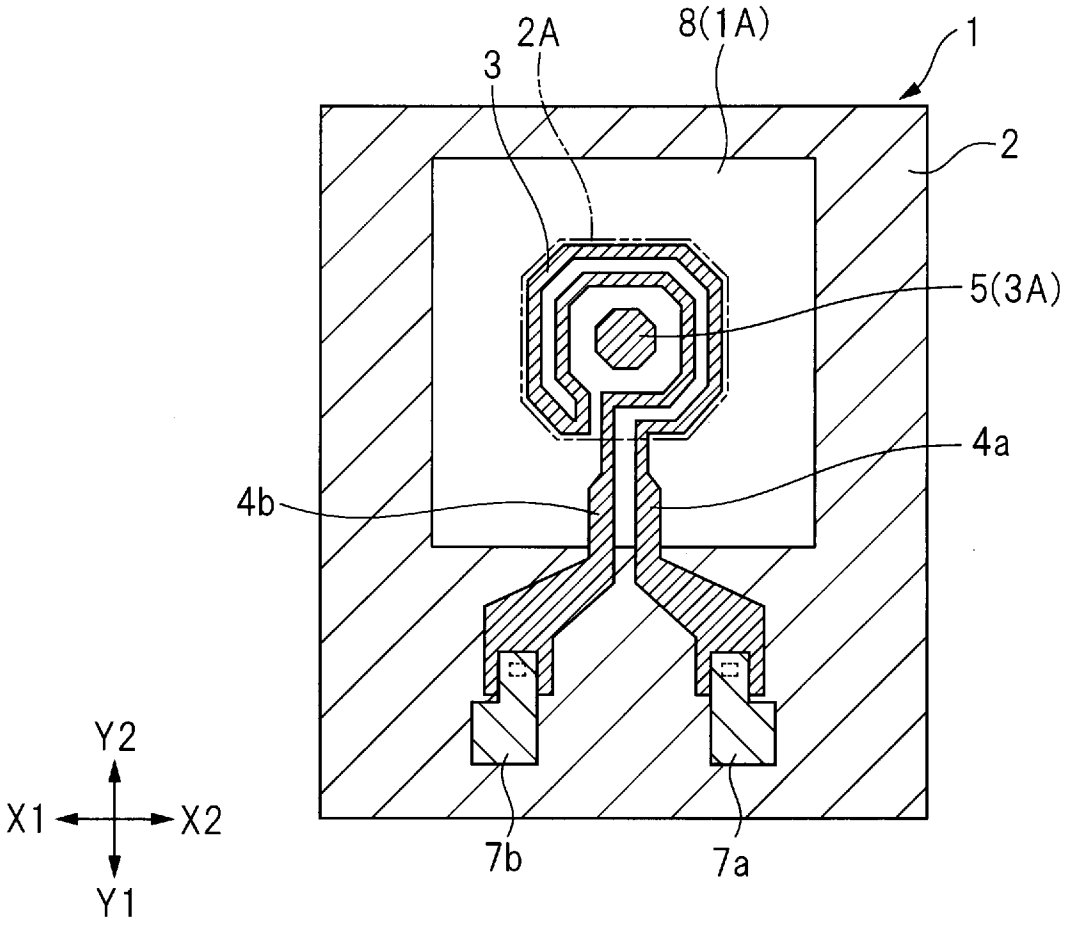
[図20]

図 20



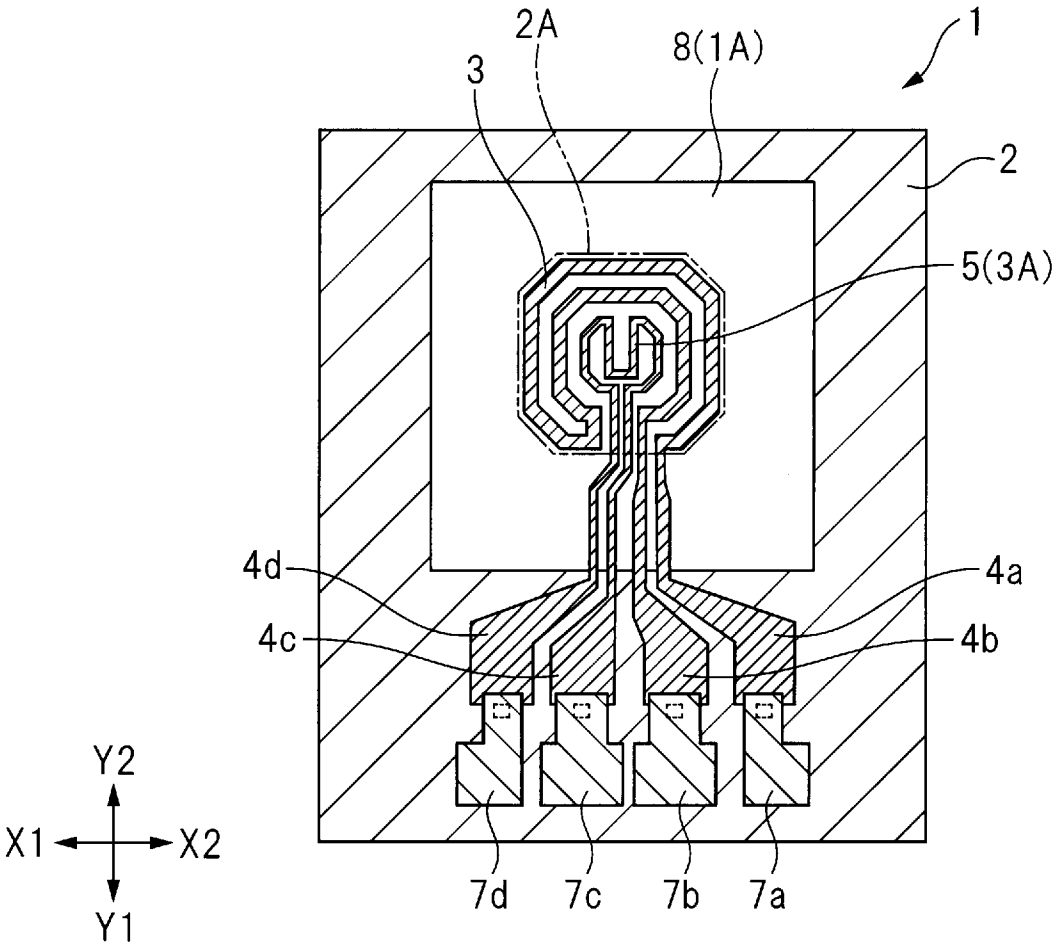
[図21]

図 21



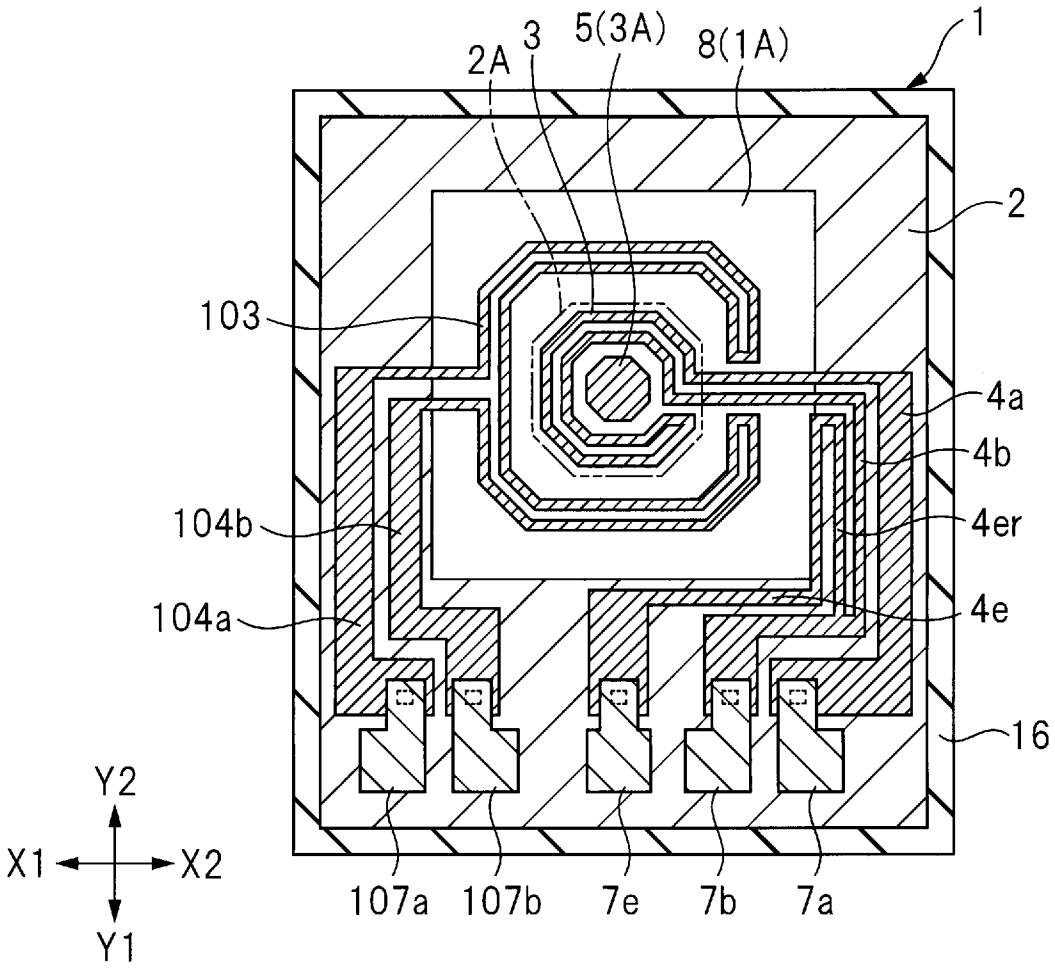
[図22]

図 22



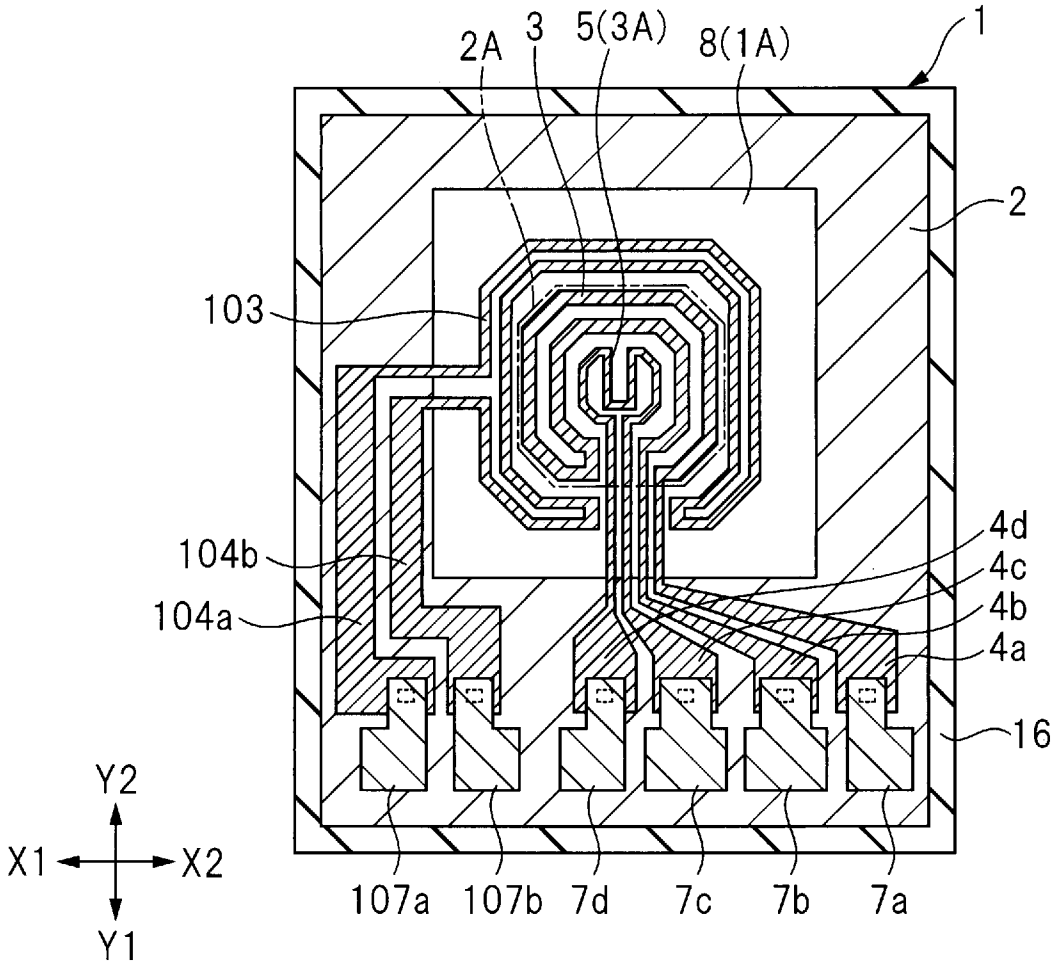
[図23]

図 23


1
2A
3
5(3A)
8(1A)
2
103
4a
4b
4er
4e
104b
104a
16
Y2
X1
X2
Y1
107a
107b
7e
7b
7a

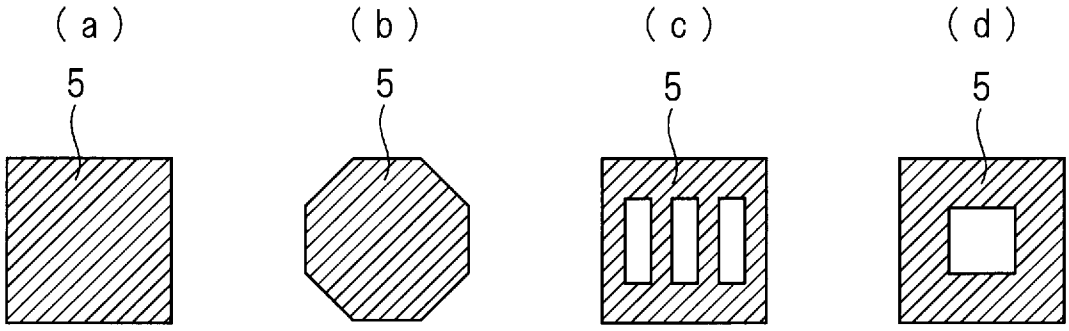
[図24]

図 24




[図25]

図 25



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/032627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N25/64(2006.01)i, G01F1/68(2006.01)i, G01F1/684(2006.01)i, G01N27/18(2006.01)i

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. G01N25/64, G01F1/68, G01F1/684, G01N27/18

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

| | |
|---|---|
| Published examined utility model applications of Japan | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2018 |
| Registered utility model specifications of Japan | 1996-2018 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2018 |

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<br>A | JP 2016-11889 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD.) 21 January 2016, paragraphs [0013]-[0022], fig. 1, 2<br>(Family: none) | 1, 3-12, 14<br>2, 13 |
| A | JP 11-251104 A (HOKURIKU ELECTRIC IND CO., LTD.) 17 September 1999, paragraphs [0014]-[0020], fig. 1-4<br>(Family: none) | 1-14 |
| A | JP 2017-96856 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD.) 01 June 2017, paragraphs [0032]-[0078], fig. 5-12<br>(Family: none) | 1-14 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ 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
"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
"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<br>09.10.2018 | Date of mailing of the international search report<br>30.10.2018 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2018/032627

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 8-292202 A (RICOH SEIKI CO., LTD.) 05 November 1996, paragraphs [0020]-[0029], fig. 1 (Family: none) | 1-14 |
| A | US 2017/0067842 A1 (POINT ENGINEERING CO., LTD.) 09 March 2017, paragraphs [0079]-[0114], fig. 2-5 & EP 3139160 A1 & KR 10-2017-0028668 A & CN 106501319 A | 1-14 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０３２６２７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N25/64(2006.01)i, G01F1/68(2006.01)i, G01F1/684(2006.01)i, G01N27/18(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.　G01N25/64, G01F1/68, G01F1/684, G01N27/18

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　　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　　１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報　　１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報　　１９９４－２０１８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 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| X<br>A | JP 2016-11889 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）<br>2016.01.21, 段落[0013]-[0022]及び図 1-2<br>（ファミリーなし） | 1,3-12,14<br>2,13 |
| A | JP 11-251104 A（北陸電気工業株式会社）<br>1999.09.17, 段落[0014]-[0020]及び図 1-4<br>（ファミリーなし） | 1-14 |
| A | JP 2017-96856 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） | 1-14 |

☑　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
「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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| ０９．１０．２０１８ | ３０．１０．２０１８ |


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）　２Ｊ　１１６８
萩田　裕介
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５２

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 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| | 2017.06.01, 段落[0032]-[0078]及び図5-12<br>（ファミリーなし） | |
| A | JP 8-292202 A（リコー精器株式会社）<br>1996.11.05, 段落[0020]-[0029]及び図1<br>（ファミリーなし） | 1-14 |
| A | US 2017/0067842 A1 (POINT ENGINEERING CO., LTD.)<br>2017.03.09, 段落[0079]-[0114]及び図2-5<br>& EP 3139160 A1 & KR 10-2017-0028668 A & CN 106501319 A | 1-14 |