

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-58084
(P2006-58084A)

(43) 公開日 平成18年3月2日(2006.3.2)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
GO 1 N 27/22 (2006.01) GO 1 N 27/22 A 2 GO 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-238727 (P2004-238727)	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22) 出願日	平成16年8月18日(2004.8.18)	(71) 出願人	000004695 株式会社日本自動車部品総合研究所 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
		(74) 代理人	100106149 弁理士 矢作 和行
		(72) 発明者	板倉 敏和 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72) 発明者	磯貝 俊樹 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
		Fターム(参考)	2G060 AA01 AB02 AF10 AG08 AG10 BB08 HA03 HC02 HC10

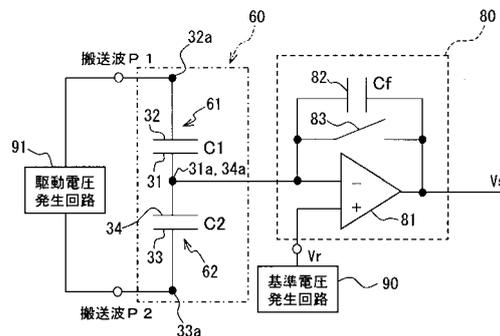
(54) 【発明の名称】 容量式物理量検出装置

(57) 【要約】

【課題】 簡素な構成で、センサ部の温度特性を補正できる容量式物理量検出装置を提供すること。

【解決手段】 湿度の変化に応じて容量が変化するセンサ部60と、センサ部60の容量変化を電圧に変換するスイッチトキャパシタ構成のC-V変換回路80とを備える容量式湿度センサ100において、C-V変換部80は、演算増幅器81と、演算増幅器81の入出力端子間に並列に接続された帰還コンデンサ82及びスイッチ83を有し、演算増幅器81の非反転入力端子に基準電圧Vrを印加する基準電圧発生回路90と、センサ部60に駆動電圧Vを印加する駆動電圧発生回路91をさらに備え、帰還コンデンサ82の帰還容量Cf、基準電圧Vr、及び駆動電圧Vの少なくとも1つが、センサ部60の温度特性を補正するよう温度に応じて変化する構成とした。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物理量の変化に応じて容量が変化するセンサ部と、

前記センサ部の容量変化を電圧に変換するスイッチトキャパシタ構成の C - V 変換部とを備える容量式物理量検出装置において、

前記 C - V 変換部は、演算増幅器と、当該演算増幅器の入出力端子間に設けられた帰還コンデンサと、当該帰還コンデンサに並列に接続されたスイッチ手段とを有し、

前記演算増幅器の非反転入力端子に基準電圧を印加する基準電圧発生回路と、前記センサ部に駆動電圧を印加する駆動電圧発生回路をさらに備え、

前記帰還コンデンサの帰還容量と、前記基準電圧発生回路にて生成される基準電圧と、前記駆動電圧発生回路にて生成される駆動電圧の少なくとも 1 つが、前記センサ部の温度特性を補正するように、温度に応じて変化することを特徴とする容量式物理量検出装置。

10

【請求項 2】

前記帰還コンデンサは、離間して対向配置された一对の帰還電極間に、所定の温度特性を有する容量調整膜を介在させてなることを特徴とする請求項 1 に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項 3】

前記センサ部は、基板上的同一平面に離間して対向配置された一对の検出電極と、前記一对の検出電極及び前記一对の検出電極間を覆うように前記基板上に設けられ、温度特性を有する感湿膜と、前記基板上的同一平面に離間して対向配置された一对の参照電極とを備え、

20

前記帰還コンデンサは、前記基板上的同一平面に離間して対向配置された一对の前記帰還電極と、前記一对の帰還電極及び前記一对の帰還電極間を覆うように前記基板上に設けられた前記容量調整膜とを備えることを特徴とする請求項 2 に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項 4】

前記容量調整膜は、所定の温度特性を有する透湿膜であることを特徴とする請求項 3 に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項 5】

前記容量調整膜は、前記感湿膜と当該感湿膜上に設けられた非透湿膜からなることを特徴とする請求項 3 に記載の容量式物理量検出装置。

30

【請求項 6】

前記一对の検出電極、前記一对の参照電極、及び前記一对の帰還電極は、それぞれ櫛歯状に設けられていることを特徴とする請求項 3 ~ 5 いずれか 1 項に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項 7】

前記基板は半導体基板であり、前記検出電極、前記参照電極、及び前記帰還電極との間に第 1 絶縁膜を備え、前記検出電極と前記感湿膜との間及び前記帰還電極と前記容量調整膜との間に第 2 絶縁膜を備えることを特徴とする請求項 3 ~ 6 いずれか 1 項に記載の容量式物理量検出装置。

40

【請求項 8】

前記基準電圧発生回路は、所定の温度係数を有する可変抵抗と温度依存性の無い抵抗とを直列に接続してなり

両抵抗間に電源電圧を印加した際の中点電位として、温度に応じて変化する前記基準電圧が生成されることを特徴とする請求項 1 ~ 7 いずれか 1 項に記載の容量式物理量検出装置。

【請求項 9】

前記駆動電圧発生回路は、温度係数の異なる複数の可変抵抗と、温度センサからの検出信号に基づいて、前記可変抵抗の中から電源電圧に接続される可変抵抗を選択する選択手段とを有し、

50

前記選択手段により選択された前記可変抵抗と温度依存性の無い抵抗との中間電位として、温度に応じて変化する前記駆動電圧が生成されることを特徴とする請求項1～8いずれか1項に記載の容量式物理量検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、湿度等の物理量を検出する容量式物理量検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、湿度に応じて比誘電率が変化する感湿膜を一对の電極間に介在させてなる容量式湿度センサとして、本出願人は先に特許文献1を開示している。 10

【0003】

この容量式湿度センサは、センサ部として、基板の同一平面に櫛歯型に形成した一对の電極と、一对の電極を覆うように形成された感湿膜を有している。また、微小な容量変化を感度良く検出するために、スイッチトキャパシタ構成のC-V変換部を有している。従って、湿度変化に伴って感湿膜の比誘電率が変化し、一对の電極間の容量が変化すると、この容量変化をC-V変換部で電圧に変換し、センサ出力として出力する。これにより湿度が検出される。

【特許文献1】特開2002-243690号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記構成において、一对の電極間に介在させた感湿膜に、温度による吸放湿特性の違い（すなわち温度特性）がある場合、センサ部の容量変化にも温度特性（感度の温度特性）が現れることとなる。すなわち、温度に応じてセンサ出力に特性の違いが生じる。

【0005】

この温度特性を補正するには、例えばC-V変換部の後段に、温度に応じて変化する調整電圧を生成する補正回路部を設けることで、上記温度特性によるずれを調整する構成が考えられる。しかしながら、温度特性を有する調整電圧を生成するためには、回路構成の複雑な補正回路部を別途設ける必要があるため、チップ面積が増加し、コストが増加するという問題がある。また、複雑なデジタル信号処理により温度特性を補正することも可能であるが、この場合もコストが増加する。 30

【0006】

本発明は上記問題点を鑑み、簡素な構成で、センサ部の温度特性を補正できる容量式物理量検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成する為に、請求項1～10に記載の発明は、物理量の変化に応じて容量が変化するセンサ部と、センサ部の容量変化を電圧に変換するスイッチトキャパシタ構成のC-V変換部とを備える容量式物理量検出装置に関するものである。 40

【0008】

請求項1に記載のように、C-V変換部は、演算増幅器と、当該演算増幅器の入出力端子間に設けられた帰還コンデンサと、当該帰還コンデンサに並列に接続されたスイッチ手段を有し、演算増幅器の非反転入力端子に基準電圧を印加する基準電圧発生回路と、センサ部に駆動電圧を印加する駆動電圧発生回路とをさらに備え、帰還コンデンサの帰還容量と、基準電圧発生回路にて生成される基準電圧と、駆動電圧発生回路にて生成される駆動電圧の少なくとも1つが、センサ部の温度特性（感度の温度特性）を補正するように、温度に応じて変化することを特徴とする。

【0009】

50

ここで、センサ部の容量変化を電圧に変換するスイッチトキャパシタ構成のC - V変換部を備える容量式物理量検出装置において、C - V変換後の電圧 V_s は次式で示すことができる。

【0010】

$$(数1) \quad V_s = C / C_f \times V + V_r$$

尚、C：物理量の変化によるセンサ部の容量変化量、 C_f ：帰還コンデンサの帰還容量、V：センサ部の駆動電圧、 V_r ：演算増幅器の非反転入力端子に印加される基準電圧である。

【0011】

センサ部に温度特性がある場合、物理量に変化が無くとも数式1におけるCが温度に応じて変化することとなる。しかしながら本発明によると、帰還コンデンサの帰還容量 C_f と、基準電圧発生回路にて生成される基準電圧 V_r と、駆動電圧発生回路にて生成される駆動電圧Vの少なくとも1つが、センサ部の温度特性を補正するように、温度に応じて変化する。従って、C - V変換部の後段に複雑な構成の補正回路部を別途設けなくとも良いので、簡素な構成で、センサ部の温度特性を補正することができる。

10

【0012】

具体的には、請求項2に記載のように、帰還コンデンサを、離間して対向配置された一对の帰還電極間に、所定の温度特性を有する容量調整膜を介在させて構成しても良い。

【0013】

この場合、容量調整膜としては、センサ部の温度特性を補正するような温度特性を有し、且つ、物理量(湿度)の変化にともなって比誘電率が変化しないか、変化しても変化量が極小のものを適用することができる。

20

【0014】

例えば湿度を検出する構成としては、請求項3に記載のように、センサ部は、基板上の同一平面に離間して対向配置された一对の検出電極と、一对の検出電極及び一对の検出電極間を覆うように基板上に設けられ、温度特性を有する感湿膜と、基板上の同一平面に離間して対向配置された一对の参照電極とを備え、帰還コンデンサは、基板上の同一平面に離間して対向配置された一对の帰還電極と、一对の帰還電極及び一对の帰還電極間を覆うように基板上に設けられた容量調整膜とを備える構成としても良い。

【0015】

湿度を検出する構成の場合、容量調整膜としては、請求項4に記載のように、透湿性とともに所定の温度特性を有する透湿膜を適用しても良いし、請求項5に記載のように、所定の温度特性を有する感湿膜と、当該感湿膜上に設けられた非透湿性を有する非透湿膜からなる容量調整膜を適用しても良い。

30

【0016】

尚、請求項6に記載のように、一对の検出電極、一对の参照電極、及び一对の帰還電極は、それぞれ櫛歯状に設けられていることが好ましい。このように櫛歯状の電極構成とすると、対向面積を大きくできるので、電極間の容量の変化量を大きくすることができる。

【0017】

また、請求項7に記載のように、基板は半導体基板であり、検出電極、参照電極、及び帰還電極との間に第1絶縁膜を備え、検出電極と感湿膜との間及び帰還電極と容量調整膜との間に第2絶縁膜を備える構成とすると良い。

40

【0018】

基板には、ガラス基板等の絶縁基板を用いることが可能であるが、絶縁膜を備える半導体基板を用いることで、半導体プロセスを活用することができる。従って、製造コストを低減することができる。また、第2の絶縁膜により検出電極及び帰還電極の腐食を防ぐことができる。

【0019】

また、請求項8に記載のように、基準電圧発生回路は、所定の温度係数を有する可変抵抗と温度依存性の無い抵抗とを直列に接続してなり、両抵抗間に電源電圧を印加すること

50

により、中点電位として温度に応じて変化する基準電圧が生成されるよう構成しても良い。

【0020】

このような構成とすると、簡素な構成でありながら温度特性を有する基準電圧を生成でき、これによりセンサ部の温度特性を補正することができる。

【0021】

また、請求項9に記載のように、駆動電圧発生回路は、温度係数の異なる複数の可変抵抗と、温度センサからの検出信号に基づいて、可変抵抗の中から電源電圧に接続される可変抵抗を選択する選択手段とを有し、選択手段により選択された可変抵抗と温度依存性の無い抵抗との中点電位として、温度に応じて変化する駆動電圧が生成されるよう構成しても良い。

10

【0022】

数式1に示すように、駆動電圧 V は、センサ部の温度特性、すなわち、 C の温度特性に対して反比例の関係($V = a / C$ (a :定数))にある。従って、帰還容量 C_f 、基準電圧 V_r とは異なり、駆動電圧 V の温度特性は曲線となる。しかしながら、曲線で補正しようとする、回路構成が複雑となる。そこで本発明においては、温度係数の異なる複数の可変抵抗を温度によって切り替えて、所望の温度特性曲線を直線近似している。従って、簡素な構成でありながら、駆動電圧 V によってセンサ部の温度特性を補正することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0023】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。尚、本実施形態においては、容量式物理量検出装置として、容量式湿度センサを例にとり説明する。

(第1の実施の形態)

図1は、本実施形態における容量式湿度センサの概略構成を示す図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A断面における断面図である。尚、図1(a)においては、便宜上、センサ部において、電極及び配線の一部を透過させて図示し、回路部を省略して図示している。

【0024】

図1(b)において、符号10は基板としての半導体基板であり、本実施形態においてはシリコンから形成されている。そして、半導体基板10の上面に、絶縁膜として酸化シリコン膜20が形成されている。そして、一对の検出電極31, 32が、酸化シリコン膜20上の同一平面において、離間して対向配置されている。

30

【0025】

検出電極31, 32の形状は特に限定されるものではないが、本実施形態においては、図1(a)に示されるように、それぞれの検出電極31, 32の形状として櫛歯形状を採用している。このように櫛歯形状とすると、検出電極31, 32の配置面積を小さくしつつ、互いに対向する面積を大きくすることができる。これにより、周囲の湿度変化に伴って変化する検出電極31, 32間の静電容量の変化量が大きくなり、容量式湿度センサ100の感度が向上する。

40

【0026】

検出電極31, 32は、例えばアルミ、銅、金、白金、polysil等の配線材料を半導体基板10上に蒸着やスパッタリング等の手法によって付着させ、その後、フォトリソグラフィ処理により、櫛歯状パターンにパターニングすることによって形成される。本実施形態において、検出電極31, 32はアルミを用いて形成されている。

【0027】

また、検出電極31, 32に隣接して、一对の参照電極33, 34が、酸化シリコン膜20上の同一平面において、離間して対向配置されている。この参照電極33, 34は、検出電極31, 32と同一の材料を用いて、同一パターンに形成されている。

【0028】

50

そして、検出電極 31, 32 及び参照電極 33, 34 を覆うように、半導体基板 10 上に保護膜として窒化シリコン膜 40 が形成される。この窒化シリコン膜 40 は、例えばプラズマ CVD 法等により、半導体基板 10 上の各部において同じ厚さをもつように堆積形成される。但し、検出電極 31, 32 及び参照電極 33, 34 に水分に対する耐食性がある場合には、保護膜（窒化シリコン膜 40）を形成しなくとも良い。尚、図 1 (a) においては、便宜上、窒化シリコン膜を省略している。

【0029】

窒化シリコン膜 40 の上には、検出電極 31, 32 及び検出電極 31, 32 間を覆うように、例えばポリイミド系ポリマーからなる吸湿性を備えた感湿膜 50 が形成されている。感湿膜 50 は、ポリイミド系ポリマーをスピンコート法や印刷法にて塗布後、加熱硬化

10

【0030】

このように構成される容量式湿度センサ 100 において、感湿膜 50 中に水分が浸透すると、水分は比誘電率が大きいいため、その浸透した水分量に応じて、感湿膜 50 の比誘電率が変化する。その結果、感湿膜 50 を誘電体の一部として検出電極 31, 32 によって構成されるコンデンサの静電容量が変化する。それに対し、参照電極 33, 34 には感湿膜 50 が設けられていないため、参照電極 33, 34 によって構成されるコンデンサの静電容量は、変化しないか、変化しても僅かである。感湿膜 50 内に含まれる水分量は、容量式湿度センサ 100 の周囲の湿度に対応するため、検出電極 31, 32 間の静電容量と参照電極 33, 34 間の静電容量との容量差から湿度を検出することができる。尚、上述

20

【0031】

尚、図 1 (a) に示すように、検出電極 31, 32 及び参照電極 33, 34 には、その端部に外部接続端子としてのパッド 31a, 32a, 33a, 34a がそれぞれ形成されており、当該パッド 31a, 32a, 33a, 34a を介して、後述する C-V 変換回路等を含む回路部 70 と電気的に接続されている。回路部 70 は、図 1 (b) で示すように、CMOS トランジスタ 71 等から構成されており、センサ部 60 における容量変化は、この回路部 70 で信号処理される。尚、図 1 (a) において、区別するために回路部 70

30

【0032】

このように、本実施形態における容量式湿度センサ 100 は、センサ部 60 及び CMOS トランジスタ 71 等からなる回路部 70 が、同一の半導体基板 10 に集積化されており、小型化された容量式湿度センサ 100 となっている。また、容量式湿度センサ 100 は、通常の半導体製造ラインで製造可能な材料にて構成されており、安価な容量式湿度センサ 100 となっている。

【0033】

次いで、本実施形態における容量式湿度センサ 100 の検出回路の一例を図 2 に示す。本実施形態の容量式湿度センサ 100 における回路部 70 は、スイッチトキャパシタ構成の C-V 変換回路 80 を有する。

40

【0034】

C-V 変換回路 80 は、演算増幅器 81、容量値 C_f を有する帰還コンデンサ 82、及びスイッチ 83 から構成される。そして、検出部 61 を構成する検出電極 31, 32 間に生じる容量値 C_1 に比例する電荷と、参照部 62 を構成する参照電極 33, 34 間に生じる容量値 C_2 に比例する電荷との差の電荷を、帰還コンデンサ 82 蓄積し電圧に変換して出力するものである。

【0035】

演算増幅器 81 の反転入力端子は、パッド 31a, 34a を介して検出電極 31 及び参照電極 34 に接続されており、反転入力端子と出力端子と間には、帰還コンデンサ 82 及

50

びスイッチ 83 が並列に接続されている。また、非反転入力端子に対して、基準電圧 V_r を印加する基準電圧発生回路 90 が接続されている。

【0036】

また、回路部 70 は駆動電圧発生回路 91 を有しており、この駆動電圧発生回路 91 はパッド 32a から一定振幅 ($0 \sim V$) で周期的に変化する搬送波 P1 を検出部 61 の検出電極 32 に入力し、パッド 33a から、搬送波 P1 と位相が 180° ずれ且つ同一振幅である搬送波 P2 を参照部 62 の参照電極 33 に入力する。

【0037】

また、スイッチ 83 は駆動電圧発生回路 91 からのクロック信号に同期して生成されるトリガ信号によりオン/オフされ、例えば図 3 に示すように、搬送波 P1 の立ち上がりタイミ

10

【0038】

ング (搬送波 P2 の立ち下がりタイミング) で一定時間 (搬送波 P1 の $1/2$ 周期より短い時間) だけオンするように設定される。

図 3 に示すように、検出期間 T_1 において、スイッチ 83 がオンされると帰還コンデンサ 82 が放電され、基準電圧 V_r にリセットされる。続いてスイッチ 83 をオフし、リセット動作を完了させる。次に、搬送波 P1, P2 を反転させると検出電極 31, 32 間と参照電極 33, 34 間から電荷 $(C_1 - C_2) \times V$ が放出され、この電荷が帰還コンデンサ 82 に蓄積される。尚、図 3 は、検出回路に対するタイミングチャートの一例を示す図

20

【0039】

$$(数2) \quad V_s = (C_1 - C_2) / C_f \times V + V_r$$

である。従って、演算増幅器 81 の出力端子に、基準電圧 V_r を基準として、センサ部 60 の容量差 $(C_1 - C_2)$ と振幅 V に応じた電圧 V_s が生じる。この電圧 V_s は次式で示される。

このとき、周囲の湿度変化に応じて、参照部 62 の容量値 C_2 は変化しないか、変化しても僅かであり、検出部 61 の容量値 C_1 は変化する。従って、数式 2 に示される電圧 V_s を検出することにより、湿度を検出することができる。尚、この電圧 V_s は、この後、増幅回路やローパスフィルタ等を備えた図示されない信号処理回路にて信号処理され、湿度検出信号として検出される。

【0040】

ここで、容量式湿度センサ 100 のように、検出電極 31, 32 間に感湿膜 50 を介在させることで容量を形成しており、感湿膜 50 の比誘電率の変化による容量変化を検出している。従って、感湿膜 50 に温度による吸放湿特性の違い (すなわち温度特性) がある場合、検出部 61 の容量変化、すなわち、センサ部 60 の容量変化にも温度特性 (感度の温度特性) が現れることとなる。この場合、温度に応じてセンサ出力に特性の違いが生じる。

30

【0041】

例えば、図 4 に示すように、センサ部 60 は 25 において、 $0\% RH$ から $100\% RH$ への変化で $1 pF$ の容量変化があり、 $5000 ppm / (すなわち 0.1 pF / 20)$ の温度特性があるものとする。このとき、 $C_f = 5.0 pF$ 、 $V_r = 2.5 V$ 、 $V = 5.0 V$ とすると、例えば 5 及び 45 における容量変化は、25 に対して $100\% RH$ で $0.1 pF$ のずれが生じる。図 4 は、センサ部 60 の温度特性を示す図である。

40

【0042】

そこで、本実施形態においては、センサ部 60 の温度特性を、 $C - V$ 変換回路 80 を構成する帰還コンデンサ 82 の帰還容量 C_f で補正するように構成している。例えば、図 4 に示すセンサ部 60 の温度特性を補正するためには、数式 2 に示す関係から、図 5 に示すように、 $0.5 pF / 20$ の温度特性を帰還容量 C_f に持たせれば良い。図 5 は、センサ部 60 の温度特性を補正する、帰還容量 C_f の温度特性を示す図である。

【0043】

具体的には、帰還容量 C_f に所定の温度特性を持たせるために、帰還コンデンサ 82 を、離間して対向配置された一对の帰還電極に、所定の温度特性を有する容量調整膜を介在

50

させる構成としている。尚、容量調整膜としては、センサ部 60 の温度特性を補正するような温度特性を有し、且つ、湿度の変化にともなって容量調整膜自体の比誘電率が変化しないか、変化しても変化量が極小のものを適用することが好ましい。

【0044】

図 6 (a) , (b) に示すように、本実施形態における帰還電極 82 a , 82 b は、酸化シリコン膜 20 上の同一平面において、離間して対向配置されている。図 6 は帰還コンデンサ 82 の概略構成を示す図であり、(a) は平面図、(b) は (a) の B - B 断面における断面図である。この帰還電極 82 a , 82 b は、検出電極 31 , 32 と同一の材料を用いて、同一パターンに形成されている。また、帰還電極 82 a , 82 b を覆うように、半導体基板 10 上に保護膜として窒化シリコン膜 40 が形成されており、窒化シリコン膜 40 上に、帰還電極 82 a , 82 b 及び帰還電極 82 a , 82 b 間を覆うように、容量調整膜として、例えばシリコンゲルからなる透湿膜 82 c が形成されている。

10

【0045】

この透湿膜 82 c は、透湿性を有しつつ、所定の温度特性を有するように調整されており、これにより、帰還容量 C f はセンサ部 60 の温度特性を打ち消すように、温度に応じてその容量値が変化する。

【0046】

従って、本実施形態に示す容量式湿度センサ 100 は、センサ 100 を形成する半導体プロセスにより、C - V 変換回路 80 を構成する帰還コンデンサ 82 に温度特性を有する透湿膜 82 c を設けるだけであるので、簡素なアナログ構成でありながら、センサ部 60 の温度特性 (感度の温度特性) を補正することができる。

20

【0047】

本実施形態においては、特に、検出部 61 の構成において、感湿膜 50 を透湿膜 82 c に置き換えただけであるので、構成を簡素化できる。

【0048】

尚、容量調整膜としては、透湿膜 82 c に限定されるものではない。例えば、図 7 (a) , (b) に示すように、容量調整膜を、帰還電極 82 a , 82 b 及び帰還電極 82 a , 82 b 間を覆うように設けられる感湿膜 50 と、当該感湿膜 50 上に設けられる非透湿性を有する非透湿膜 82 d とにより構成しても良い。この場合、センサ部 60 が温度特性を有する原因である感湿膜 50 を適用し、湿度によって帰還容量 C f が変化しないように、例えば酸化シリコン膜や窒化シリコン膜 (本実施形態においては窒化シリコン膜) からなる非透湿膜 82 d で被覆している。従って、より精度良く温度特性を補正することができる。尚、帰還コンデンサ 82 を構成する感湿膜として、検出部 61 の感湿膜 50 と異なるものを適用しても良いが、同一のものを適用すると、温度特性も同一であり、構成が簡素化されるのでより好ましい。

30

【0049】

(第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態を、図 8 , 9 に基づいて説明する。図 8 は、図 4 に示すセンサ部 60 の温度特性を補正する、基準電圧の温度特性を示す図である。図 9 は、基準電圧 V r に所定の温度特性を持たせるための、基準電圧発生回路 90 の構成例を示す図である。

40

【0050】

第 2 の実施形態における容量式湿度センサ 100 は、第 1 の実施形態によるものと共通するところが多いので、以下、共通部分については詳しい説明は省略し、異なる部分を重点的に説明する。

【0051】

第 2 の実施形態において、第 1 の実施形態と異なる点は、基準電圧 V r によって、センサ部 60 の温度特性を補正するよう構成した点である。

【0052】

本実施形態においては、センサ部 60 の温度特性を、C - V 変換回路 80 を構成する演

50

算増幅器 81 の非反転入力端子に印加される基準電圧 V_r によって補正するよう構成している。例えば、第 1 の実施形態で示した図 4 に示すセンサ部 60 の温度特性を補正するためには、数式 2 に示す関係から、図 8 に示すように、 $0.1V/20$ の温度特性を基準電圧 V_r に持たせれば良い。

【0053】

具体的には、図 9 に示すように、基準電圧 V_r を生成する基準電圧発生回路 90 を、所定の温度係数を有する可変抵抗 90a と温度依存性の無い抵抗 90b とを直列に接続し、両抵抗 90a, 90b 間に電源電圧 V_{dd} を印加することにより、中点電位として温度に応じて変化する基準電圧 V_r が生成されるよう構成した。

【0054】

このように、本実施形態に示す容量式湿度センサ 100 も、簡素なアナログ構成でありながら、センサ部 60 の温度特性（感度の温度特性）を補正することができる。

【0055】

尚、抵抗 90b は、温度依存性の無いものに限定されるものではない。抵抗 90b として、抵抗 90a と異なる温度依存性を有する抵抗であっても、抵抗 90a, 90b 間に温度係数差を作ることができ、中点電位に温度依存性を持たせることができる。

【0056】

（第 3 の実施形態）

次に、本発明の第 3 の実施形態を、図 10, 11 に示す容量式湿度センサ 10 の断面図に基づいて説明する。図 10 は、図 4 に示すセンサ部 60 の温度特性を補正する、駆動電圧の温度特性を示す図である。図 11 は、駆動電圧 V に所定の温度特性を持たせるための、駆動電圧発生回路 91 の構成例を示す図である。

【0057】

第 3 の実施形態における容量式湿度センサ 100 は、第 1 の実施形態によるものと共通するところが多いので、以下、共通部分については詳しい説明は省略し、異なる部分を重点的に説明する。

【0058】

第 3 の実施形態において、第 1 の実施形態と異なる点は、駆動電圧 V によって、センサ部 60 の温度特性を補正するよう構成した点である。

【0059】

本実施形態においては、センサ部 60 の温度特性を、センサ部 60 に印加される駆動電圧 V （搬送波 P_1, P_2 ）によって補正するよう構成する。しかしながら、数式 2 に示す関係から、駆動電圧 V は、センサ部 60 の温度特性、すなわち、容量変化 C （ $C_1 - C_2$ ）の温度特性に対して反比例の関係（ $V = a / C$ （ a ：定数））にある。従って、帰還容量 C_f 、基準電圧 V_r とは異なり、駆動電圧 V の温度特性は、図 10 に示すような曲線（破線で図示）となる。

【0060】

しかしながら、曲線で補正しようとする、駆動電圧発生回路 91 の回路構成が複雑となる。そこで本実施形態においては、図 10 に示すように、所望の温度特性曲線を傾きの異なる直線（実線で図示）を繋げて近似することにより、センサ部 60 の温度特性を、簡素な構成で補正するよう構成する。

【0061】

具体的には、図 11 に示すように、駆動電圧 V を生成する駆動電圧発生回路 91 を、温度係数の異なる複数の可変抵抗 91a, 91b と、温度センサ 91c からのセンサ信号に基づいて、複数の可変抵抗 91a, 91b の中から電源電圧 V_{dd} に接続される可変抵抗 91a, 91b を選択する選択手段 91d ~ 91f とを有し、選択手段 91d ~ 91f により選択された可変抵抗 91a（91b）と温度依存性の無い抵抗 91g との中点電位として、温度に応じて変化する駆動電圧 V が生成されるよう構成した。

【0062】

より具体的には、2 つの可変抵抗 91a, 91b と抵抗 91g との接続が、所定の温度

10

20

30

40

50

を境にして切り替わるように、温度センサ 91c は選択手段 91d ~ 91f に対して、上記所定の温度より低い場合には LOW 信号を出力し、高い場合には HI 信号を出力する。選択手段は、2つのトランジスタ 91d, 91e と、インバータ 91f を有し、可変抵抗 91a に接続されるトランジスタ 91e には直接センサ信号が伝達され、可変抵抗 91b に接続されるトランジスタ 91f には、インバータ 91d にて反転された信号（例えば LOW 信号を受けた場合には HI 信号を出力）が伝達されるように構成されている。従って、温度センサ 91c によるセンサ信号が LOW 信号の場合、トランジスタ 91d はオフとなり、トランジスタ 91e はオンとなる。すなわち、可変抵抗 91b と抵抗 91g との間に電源電圧 V_{dd} が印加され、その中点電位が駆動電圧 V として出力される。また、温度センサ 91c によるセンサ信号が HI 信号の場合、トランジスタ 91d はオンとなり、トランジスタ 91e はオフとなる。すなわち、可変抵抗 91a と抵抗 91g との間に電源電圧 V_{dd} が印加され、その中点電位が駆動電圧 V として出力される。従って、所定の温度を境にして、所望の温度特性曲線を傾きの異なる直線を繋げて近似することができる。

10

【0063】

このように、本実施形態に示す容量式湿度センサ 100 も、簡素なアナログ構成でありながら、センサ部 60 の温度特性（感度の温度特性）を補正することができる。

【0064】

また、本実施形態においては、2つの可変抵抗 91a, 91b を切り替えることにより、直線近似する例を示した。しかしながら、可変抵抗は2個に限定されるものではない。

【0065】

また、本実施形態においても、第2の実施形態で示した抵抗 90b 同様、抵抗 91g がして、可変抵抗 91a, 91b と異なる温度依存性を有する抵抗であっても、抵抗 91a, 91g 間（或いは抵抗 91b, 91g 間）に温度係数差を作ることができ、中点電位に温度依存性を持たせることができる。

20

【0066】

以上本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態のみに限定されず、種々変更して実施することができる。

【0067】

本実施形態においては、容量式物理量検出装置として、容量変化に基づいて湿度を検出する容量式湿度センサ 100 の例を示した。しかしながら、それ以外にも、加速度、角速度、圧力等の物理量を、容量変化に基づいて検出する構成であって、容量変化を電圧に変換するスイッチトキャパシタ構成の C-V 変換回路 80 を備え、温度に応じてセンサ出力が変化するものであれば、本発明の適用が可能である。

30

【0068】

また、本実施形態において、シリコンからなる半導体基板 10 を基板として採用し、酸化シリコン膜 20 を介して、半導体基板 10 上に検出電極 31, 32、参照電極 33, 34、及び帰還電極 82a, 82b が形成される例を示した。このように基板として半導体基板 10 を用いると、一般的な半導体プロセスにより、容量式湿度センサ 100 を形成することができるので、製造コストを低減することができる。しかしながら、基板としては、ガラス基板等の絶縁基板を適用することも可能である。

40

【0069】

また、保護膜としての窒化シリコン膜 40 上に感湿膜 50 を形成する例を示した。しかしながら、窒化シリコン膜 40 を形成しない場合には、酸化シリコン膜 20 上に感湿膜 50 を形成することも可能である。また、基板がガラス基板等の無機絶縁基板の場合には、絶縁基板上に直接感湿膜 50 を形成することも可能である。

【0070】

また、本実施形態においては、検出電極 31, 32、参照電極 33, 34、及び帰還電極 82a, 82b が櫛歯構造の電極である例を示した。しかしながら、容量を形成する電極の構造は上記例に限定されるものではない。例えば所謂並行平板型の構造としても良い。

50

【 0 0 7 1 】

また、本実施形態においては、帰還容量 C_f 、基準電圧 V_r 、及び駆動電圧 V のいずれかによって、センサ部 60 の温度特性を補正する例を示した。しかしながら、帰還容量 C_f 、基準電圧 V_r 、及び駆動電圧 V を組み合わせて、センサ部 60 の温度特性を補正する構成としても良い。

【 0 0 7 2 】

また、基準電圧発生回路 90 及び駆動電圧発生回路 91 の構成は、上記例に限定されるものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 3 】

【 図 1 】本発明の第 1 実施形態における容量式湿度センサの概略構成を示す図であり、(a) は平面図、(b) は (a) の A - A 断面における断面図である。

【 図 2 】検出回路を示すブロック図である。

【 図 3 】検出回路に対するタイミングチャートの一例を示す図である。

【 図 4 】センサ部の温度特性を示す図である。

【 図 5 】センサ部の温度特性を補正する、帰還容量の温度特性を示す図である。

【 図 6 】帰還コンデンサの概略構成を示す図であり、(a) は平面図、(b) は (a) の B - B 断面における断面図である。

【 図 7 】帰還コンデンサの変形例を示す図であり、(a) は平面図、(b) は (a) の B - B 断面における断面図である。

【 図 8 】第 2 実施形態においてセンサ部の温度特性を補正する、基準電圧の温度特性を示す図である。

【 図 9 】基準電圧発生回路の構成例を示す図である。

【 図 10 】第 3 実施形態においてセンサ部の温度特性を補正する、駆動電圧の温度特性を示す図である。

【 図 11 】駆動電圧発生回路の構成例を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

- 10・・・半導体基板
- 31, 32・・・検出電極
- 33, 34・・・参照電極
- 50・・・感湿膜
- 60・・・センサ部
- 61・・・検出部
- 62・・・参照部
- 70・・・回路部
- 80・・・C - V 変換回路 (C - V 変換部)
- 81・・・演算増幅器
- 82・・・帰還コンデンサ
- 82 a, 82 b・・・帰還電極
- 82 c・・・透湿膜 (容量調整膜)
- 82 d・・・非透湿膜 (感湿膜 50 とともに容量調整膜)
- 90・・・基準電圧発生回路
- 91・・・駆動電圧発生回路
- 100・・・容量式湿度センサ (容量式物理量検出装置)

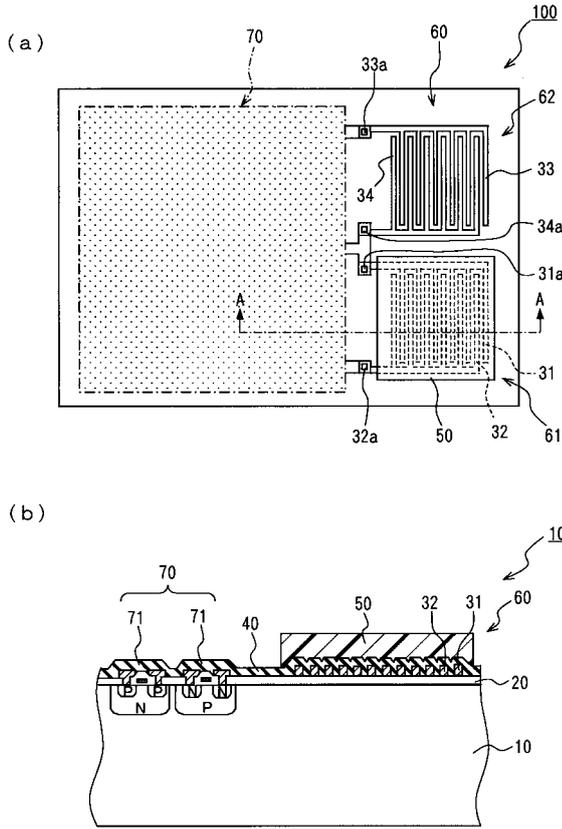
10

20

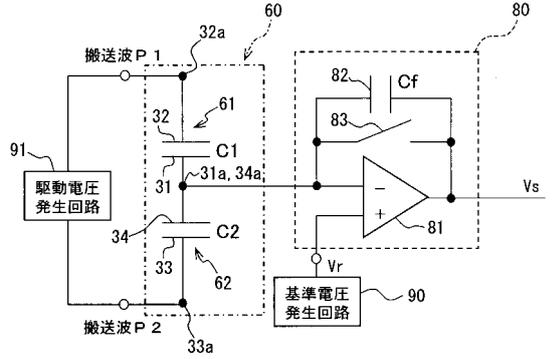
30

40

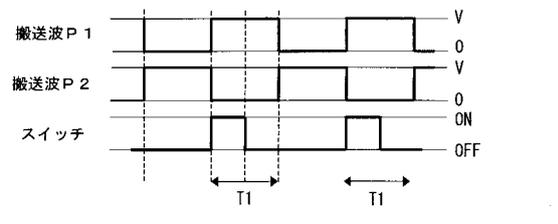
【 図 1 】



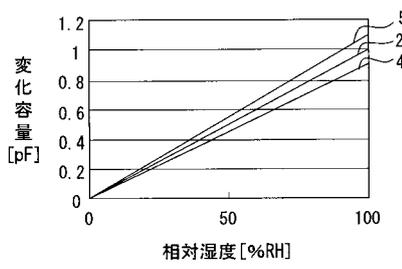
【 図 2 】



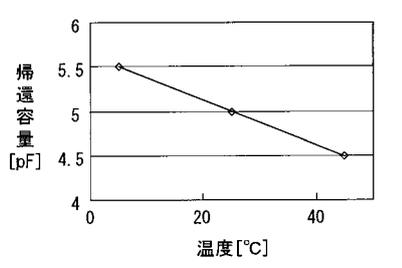
【 図 3 】



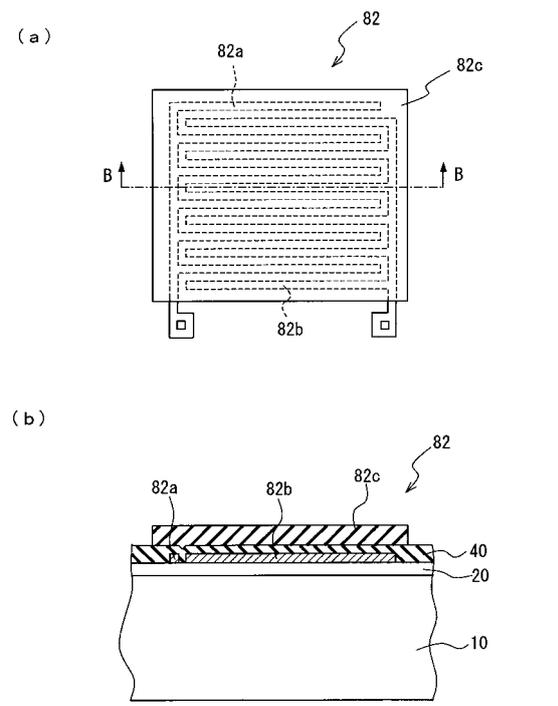
【 図 4 】



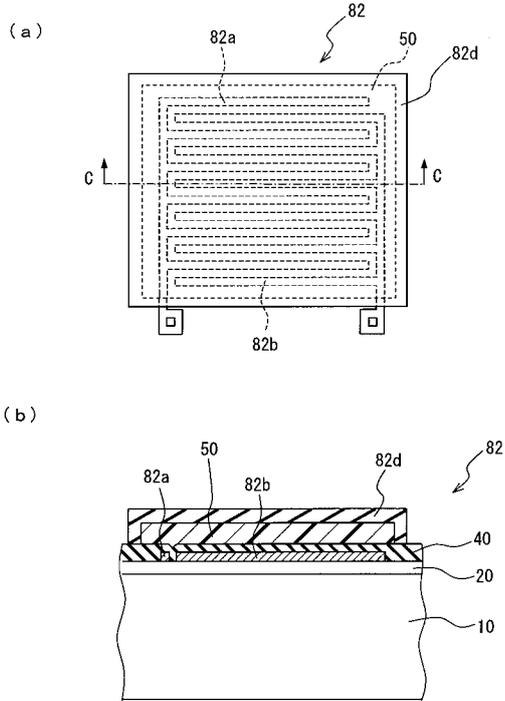
【 図 5 】



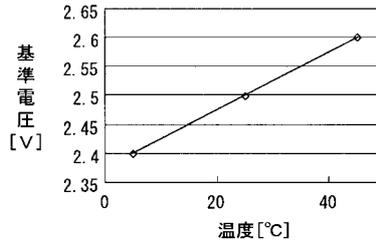
【 図 6 】



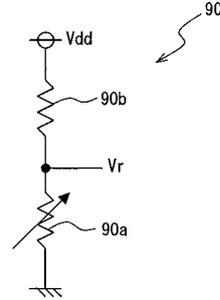
【 図 7 】



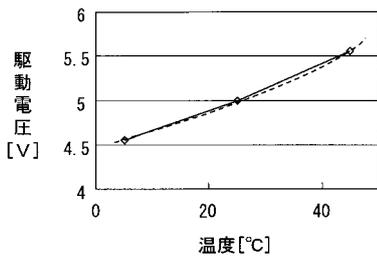
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】

