

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4324520号
(P4324520)

(45) 発行日 平成21年9月2日(2009.9.2)

(24) 登録日 平成21年6月12日(2009.6.12)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 27/22 (2006.01) GO 1 N 27/22 A
GO 1 N 25/62 (2006.01) GO 1 N 25/62 F

請求項の数 15 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-218889 (P2004-218889)	(73) 特許権者	597035104 エー・ウント・エー・エレクトロニック・ ゲゼルシャフト・ミト・ベシユレンクテル ・ハフツング オーストリア国、4209 エンゲルウイ ツドルフ、ラングウイーゼン、7
(22) 出願日	平成16年7月27日(2004.7.27)	(74) 代理人	100069556 弁理士 江崎 光史
(65) 公開番号	特開2005-55431 (P2005-55431A)	(74) 代理人	100092244 弁理士 三原 恒男
(43) 公開日	平成17年3月3日(2005.3.3)	(74) 代理人	100093919 弁理士 奥村 義道
審査請求日	平成19年4月25日(2007.4.25)	(74) 代理人	100111486 弁理士 鍛冶澤 實
(31) 優先権主張番号	10335553.7		
(32) 優先日	平成15年8月2日(2003.8.2)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 湿度測定方法および構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

容量型湿度センサー素子、温度センサー素子ならびに加熱素子から成るセンサー構造を用いて、その湿度測定領域の少なくとも一部において、この湿度センサー素子を加熱した形で相対湿度が95%を上回る高い湿度領域において相対湿度を求めるための方法において、

後続回路(20)により、この加熱操作に必要な加熱量ならびに測定した局所的なセンサー構造温度(T_s)から、更に周囲温度(T_a)を算出して、その周囲温度から相対湿度(rH)を求めることを特徴とする方法。

【請求項2】

所定の湿度境界値(rH_G)以上において、加熱操作して、動作させることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

当該の加熱操作において、湿度センサー素子(11)の容量が一定となる形に制御して、湿度センサー素子(11)を加熱することを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】

当該の加熱操作において、相対湿度(rH)に対して線形的に増加する加熱電流を用いて、湿度センサー素子(11)を加熱することを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項5】

湿度測定領域全体に渡って、湿度センサー素子(11)を加熱することを特徴とする請

求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

温度センサー素子 (1 2) を、加熱素子としても利用することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

加熱量と局所的なセンサー温度 (T_s) から周囲温度 (T_a) を求めるために、加熱量から生じる加熱素子の増分温度 T_U を求めて、その結果以下の関係にもとづき、周囲温度 (T_a) を得ることを特徴とする請求項 1 から 6 までのいずれか一つに記載の方法、

$$T_a = T_s - T_U$$

10

この場合、

T_a : 周囲温度

T_s : 測定したセンサー温度

T_U : 加熱操作で加えられた加熱量から生じた、加熱素子の増分温度。

【請求項 8】

加熱量から増分温度 (T_U) を求めるために、温度センサー素子 (1 2) により、その時々測定電流 (I) を求めて、その結果以下の関係にもとづき、増分温度 (T_U) を得ることを特徴とする請求項 7 に記載の方法、

20

$$T_U = R * T_K * I^2 * E_K$$

この場合、

R : 温度 T において測定した温度センサー素子の抵抗

T_K : 使用した温度センサー素子の温度係数

I : 温度センサー素子を流れる測定電流

E_K : 温度センサー素子の自己加熱係数。

【請求項 9】

・容量型湿度センサー素子、温度センサー素子ならびに加熱素子を有するセンサー構造と、
 ・この湿度センサー素子を、湿度測定領域の少なくとも一部において加熱することができる後続回路 (2 0) とから成る、相対湿度が 95% を上回る高い湿度領域において相対湿度を求めるための構造において、

30

後続回路 (2 0) は、加熱操作に必要な加熱量ならびに測定した局所的なセンサー構造温度 (T_s) から、更に周囲温度 (T_a) を算出することができ、その周囲温度から相対湿度 (rH) を求めるように構成されていることを特徴とする構造。

【請求項 10】

センサー構造 (1 0) を、所定の湿度境界値 (rH_G) 以上において、加熱操作して、動作させることができるように、後続回路 (2 0) が構成されていることを特徴とする請求項 9 に記載の構造。

40

【請求項 11】

当該の加熱操作において、湿度センサー素子 (1 1) の容量 (C) が一定となる形に制御して、湿度センサー素子 (1 1) を加熱することができるように、後続回路 (2 0) が構成されていることを特徴とする請求項 10 に記載の構造。

【請求項 12】

当該の加熱操作において、相対湿度 (rH) に対して線形的に増加する加熱電流 (I) を用いて、湿度センサー素子 (1 1) を加熱することができるように、後続回路 (2 0) が構成されていることを特徴とする請求項 10 に記載の構造。

【請求項 13】

湿度測定領域全体に渡って、湿度センサー素子 (1 1) を加熱することができるように

50

、後続回路(20)が構成されていることを特徴とする請求項9に記載の構造。

【請求項14】

一つの構成要素を、同時に温度センサー素子(12)および加熱素子として利用することができることを特徴とする請求項9に記載の構造。

【請求項15】

センサー構造(10)が、支持基板(13)上において、容量型湿度センサー素子(11)ならびに少なくとも一つの抵抗素子を有し、その際この抵抗素子が、温度センサー素子(12)として、ならびに選択自由な形で加熱素子として機能することを特徴とする請求項9に記載の構造。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、請求項1の上位概念にもとづく湿度を測定するための方法ならびに請求項11の上位概念にもとづく湿度を測定するための構造に関する。

【背景技術】

【0002】

容量型湿度センサー素子を有するセンサー構造を用いて相対湿度を測定する場合、高い湿度領域($rH > 95\%$)では、しばしば誤った測定が起こる。特に、この場合、測定値が時として高すぎる相対湿度を示すことがある。この効果に関しては、一連の原因、例えば、湿度センサー素子の一般的な飽和挙動、凝結の開始およびこれにより生じた湿度センサー素子の接点での短絡などを原因に挙げることができる。

20

【0003】

特許文献1により、絶対湿度を求めるための方法と構造が知られており、その場合、所定の湿度境界値以上において、加熱操作して、動作させている。加熱操作では、使用する容量型湿度センサー素子の温度は、湿度センサー容量が一定になるように制御されている。このことは、この測定領域、すなわち高い湿度領域において、センサー構造内で湿度センサー素子に隣接して配置された温度センサー素子により、湿度センサー素子を好適に暖めることによって行っている。この場合、高い湿度領域では、測定した加熱電流と湿度センサー素子の周知の容量から、その時々々の絶対湿度を算出することができる。絶対湿度に加えて、必要な場合に、その時々々の相対湿度 rH (様々な用途において、望まれる測定値である)をも算出可能とするためには、更に周囲温度 T_a を知る必要がある。このことは、周囲温度 T_a を測定するために、温度センサーの形式の別の構成要素が必要であることを意味する。そのため、測定値として、絶対湿度以外に、あるいは絶対湿度に代わって、相対湿度も必要な場合に、周知の構造内において全体的な負担が増大する結果となる。

30

【特許文献1】欧州特許公開第0801302号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

以上のことから、この発明の課題は、高い湿度領域においても、出来る限り小さな全体的な負担で、信頼できる形で相対湿度を求めることを可能とする、湿度を測定するための方法および構造を実現することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

第一に挙げた課題は、請求項1の特徴を述べた部分における特徴を有する方法により解決される。

【0006】

この発明による方法の有利な実施構成は、請求項1の従属請求項に挙げられた措置により実現される。

【0007】

50

第二に挙げた課題は、請求項 1 1 の特徴を述べた部分における特徴を有する構造により解決される。

【 0 0 0 8 】

この発明による構造の有利な実施構成は、請求項 1 1 の従属請求項に挙げられた措置により実現される。

【 0 0 0 9 】

そこで、この発明では、分離した温度センサー素子を用いて周囲温度を検出するのではなく、加熱操作に必要な加熱量とセンサー構造の局所的な温度から周囲温度を導き出すものと規定する。加熱量を算出するための測定値として、使用する加熱素子を通るその時々

10

【 0 0 1 0 】

従って、利点としては、この発明による措置により、周囲温度を求めるために、分離した温度センサー素子を配備する必要がないことである。同時に、少なくとも高い湿度領域において、加熱操作により、相対湿度を正しく求められることが保証される。

【 0 0 1 1 】

この発明にもとづく方法あるいはこの発明にもとづく構造の枠組みにおいては、様々な実施形態の可能性がある。すなわち、この発明にもとづく構造の場合、好適なセンサー構造の有利な最小限の構成では、一つの容量型湿度センサー素子ならびに一つの温度センサー素子のみが配備され、その際温度センサー素子は、同時に加熱用に、または加熱素子として利用される。しかし、基本的に温度センサー素子および加熱素子の機能を、センサー構造における二つの分離した構成要素に分けるものと規定することもできる。従って、この発明の枠組みにおいては、センサー構造のハードウェア関係の構成について、一連の可能性はある。更に、この発明による方法の枠組みにおいては、加熱操作の具体的な構成について、様々な可能性がある。すなわち、例えば、前述の特許文献 1 にあるように、所定の湿度境界値以上に対して、この測定領域において、湿度センサー素子の容量が常に一定となるように制御して、湿度センサー素子を加熱するものと規定することができる。しかし、これに代わって、所定の湿度境界値以上に対して、この測定領域において、相対湿度に対して線形的に増加する加熱電流で、湿度センサー素子を加熱することも可能である。更に、測定領域全体において、湿度センサー素子を加熱することも考えられ、その場合、制御しない形で、これを行うことも可能である。

20

30

【 0 0 1 2 】

当然に、このセンサー構造の様々な実施形態の変化形は、多様な形で、この発明による方法の様々な変化形態と組み合わせることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

この発明の別の利点と詳細は、添付図面にもとづく、以下における実施例の記述から明らかとなる。

【 0 0 1 4 】

図 1 には、この発明による構造の第一実施構成の大幅に模式化したブロック接続図が描かれている。続いて、図示した構成要素を簡単に説明する一方、以下において、図 2 a ~ c、図 3 a ~ c、図 4 a ~ c と関連して、この発明による方法、または実施するのに最適な構造とその構造の様々な実施可能形態を詳細に記述する。

40

【 0 0 1 5 】

この発明による構造は、センサー構造 1 0 とその後接続された後続回路 2 0 の、基本的に二つの機能ユニットまたは機能ブロックを有する。図示した例では、センサー構造 1 0 の側には、湿度センサー素子 1 1 と温度センサー素子 1 2 が配備されており、これらは、共通の支持基板 1 3 上に配置されている。湿度センサー素子 1 1 は、有利には、二つの平らな電極から成る容量型湿度センサー素子として構成され、これらの電極の間には、例えば、誘電体としてポリマーが配置されており、その容量は、湿度に依存して変化するのである。温度センサー素子 1 2 は、抵抗型センサー素子として構成され、基本的には線

50

形的な温度・抵抗特性を持つ抵抗から成り、周知の方法で、抵抗を測定することによりセンサー構造の温度を求めるものである。両方のセンサー素子 11, 12 は、有利には、薄いガラス板として構成された支持基板 13 上に配置される。

【0016】

図示した実施例では、センサー構造 10 の側の温度センサー素子 12 は、更に加熱素子としても機能し、以下において更に詳しく説明する測定操作に対して、選定された測定領域においてセンサー構造を加熱する。従って、言い換えると、図 1 によるブロック接続図は、この発明による構造の最小限の構成である。

【0017】

この場合、具体的な実施構成では、例えば、所謂サンドイッチ構造が規定され、それは、ガラス支持基板に容量型湿度センサーを、ならびにセラミック支持基板上に商用の Pt 温度センサーを有し、その際両方の支持基板の裏側を、熱を伝導する形で互いに貼り合わせるものである。

【0018】

基本的に、この発明の枠組みにおいては、これに代わって、温度センサー素子 12 以外に、センサー構造 10 の側に分離した加熱素子を使用するものと規定することもできる。同様に、これは、例えば、抵抗として構成して、支持基板 13 上に配置することができる。この場合、温度センサー素子は、常に小さな測定電流で稼働され、それによって温度測定が行われる。この分離した加熱素子は、動作状態に応じて、所定の加熱電流で稼働され、従って加熱機能のみを果たすものである。

【0019】

センサー構造 10 の後に続いて、後続回路 20 が配備されており、その幾つかの機能ブロックだけが、同じく図 1 に模式化して概略が示されている。すなわち、容量測定回路の形式の容量測定ユニットが符号 21 で表示されており、このユニットは、容量型湿度センサー素子 11 と接続され、その時々々の容量を周知の方法で測定する機能を持ち、この容量は、その時々々の湿度と所定の関係を有する。この検出された、その時々々の容量 C は、更なる処理のために、容量測定ユニット 21 から、後続のマイクロプロセッサ 23 に送られる。

【0020】

更に、後続回路 20 の側には、抵抗型温度センサー素子 12、抵抗型加熱素子と接続されたユニットを符号 22 で表示している。このユニット 22 は、加熱素子に加熱電流を供給するための、この場合制御した形の電流源として構成され、更に抵抗型温度センサー素子 12 による電圧測定を可能とし、そのようにしてセンサー構造の温度を検出する。目標加熱電流 I の設定による加熱電流の所定の制御または温度測定を目的とする検出した電圧値 U の送出的ために、このユニット 22 は、同じく後続のマイクロプロセッサ 23 と接続されている。

【0021】

このため、マイクロプロセッサ 23 は、加熱電流を設定するために、このユニット 22 を駆動し、後で述べる方法で様々な測定データを処理するとともに、周囲温度 T_a および相対湿度 r_H に関する信号を出力側に提供する。これらは、引き続いて、図示されていない評価ユニットで、用途に合わせて更に処理することができる。

【0022】

ここでは、図 1 に関連して、図 2 a ~ 2 c にもとづき、この発明による方法の第一実施構成を詳細に記述する。この場合、この発明による方法の第一変化形態においては、所定の湿度境界値 r_{H_0} 以上では、加熱操作して、動作させるものと、すなわち加熱素子によって、センサー構造を加熱するものと規定する。ここでは、加熱操作において、湿度センサー素子の容量が常に一定となるように制御して、湿度センサー素子を加熱する形で、この加熱が行われる。このことは、使用する加熱素子を流れる加熱電流 I_H を相応に制御して、増大させることによって、相対湿度 r_H を上昇させる形で行われる。温度センサー素子と加熱素子を組み合わせて使用する場合には、所要の加熱電流 I_H は、その時々々の測定

10

20

30

40

50

電流 I_M と一致する、すなわち $I_H = I_M = I$ であり、そのため、この場合、以下においては、加熱電流または測定電流 I についてのみ言及する。

【 0 0 2 3 】

この例では、湿度境界値 $r H_G$ として、相対湿度 $r H_G = 75\%$ を規定し、それ以上においては、制御した形で加熱操作して、動作させるものとする。相対湿度 $r H$ に対する測定電流 I の推移を示している図 2 a では、湿度境界値 $r H_G = 75\%$ まで一定な加熱電流 I が、それ以降では、湿度センサー素子の容量を一定に保つように規定あるいは制御して、増大されている様子が描かれている。

【 0 0 2 4 】

そこで、追加のセンサー素子が無くても、所望の周囲温度 T_a を求めることができるようにするために、この発明では、加熱操作において、温度センサーまたは加熱素子に対して加えた加熱量および、それから生じた増分温度 T_U が、センサー構造温度 T_S と周囲温度 T_a 間の温度差に対して比例することを利用して、従って、後続回路によって、加熱操作において必要な加熱量ならびに測定した局所的なセンサー構造温度 T_S から、更に周囲温度 T_a を算出して、次にそれによって、最終的に相対湿度 $r H$ を求める。以下の式が成り立つ。

$$T_a = T_S - T_U \quad (\text{式 1})$$

この場合、

T_a : 周囲温度

T_S : 測定したセンサー構造温度

T_U : 加熱操作で加えられた加熱量から生じた、加熱素子の増分温度。

図 2 b では、加熱素子の増分温度 T_U と相対湿度間の関係を図示している。明らかなどおり、流れる加熱電流 I により、湿度境界値 $r H_G$ 以上ならびに加熱操作の開始以降において、生じた増分温度は増大している、すなわち温度センサー素子は熱くなっている。

【 0 0 2 5 】

図 2 c は、最後に、相対湿度 $r H$ に対して与えられるセンサー湿度 F_S を示している。明らかなどおり、この発明による方法の実施構成では、湿度境界値 $r H_G$ 以上において、加熱操作して、センサー湿度 $F_S = 75\%$ を一定にしている、すなわち最終的に、使用する容量型湿度センサー素子の容量 C を一定にする制御が行われている。

【 0 0 2 6 】

以下では、特に、高い湿度領域において、式 1 と様々な検出した測定値にもとづき、周囲温度 T_a および、それから最終的に所望の相対湿度 $r H$ を算出する様子を、詳細に、ならびに具体的な例により説明する。

【 0 0 2 7 】

この場合、周知の抵抗型温度センサー素子、例えば、Pt 1000 素子を出発点とすると、その温度・抵抗特性は、以下の関数による線形的な近似で記述することができる。

$$R = R_S * (1 + TK * T) \quad (\text{式 2 . 1})$$

この場合、

R : 温度 T [° C] における温度センサーの抵抗 []

R_S : 0 ° C における温度センサーの抵抗 []

TK : 温度係数 [ppm / ° C]

T : 測定温度。

従って、この測定温度 T は、温度センサーの抵抗 R から、以下の式にもとづき得られる

。

$$T = (R/R_S - 1)/TK \quad (\text{式 2.2})$$

P t 1 0 0 0 温度センサー素子に関する典型的な値は、以下のとおりである。

$$R_S = 1000$$

$$TK = 3850 \text{ ppm} / ^\circ\text{C} = 0.00385 \text{ } 1 / ^\circ\text{C}$$

そこで、周囲温度 $T_a = 23^\circ\text{C}$ の場合、例えば、温度センサーの抵抗 $R = 1088.55$ オームが得られる。

10

【0028】

温度センサー素子の抵抗値 R は、一般的に電流 / 電圧測定により求められ、その際通常の場合、温度センサー素子における損失電力により、著しい加熱が起こらないように、測定電流 I は小さく選ばれる。例えば、 $I = 700 \mu\text{A}$ の測定電流の場合、 23°C で、 $U = 0.761985 \text{ V}$ の測定電圧 U が得られる。

【0029】

実際には、 $I = 700 \mu\text{A}$ の小さい電流での測定により、ほぼ $P = 0.533 \text{ mW}$ の損失電力が生じ、それは、 $EK = 200^\circ\text{C} / \text{W}$ の典型的な自己加熱係数の場合、ほぼ約 0.1°C の自己加熱あるいは増分温度 T_U をもたらす。このことは、確かに古典的な湿度測定システムにおいては、大抵無視されてきたが、システムの校正により取り除かれる。

20

【0030】

測定電流による温度センサー素子の自己加熱を考慮した場合、式 2.1 には、生じた自己加熱に関する追加項を入れなければならない。そこで、温度センサーの抵抗 R は、周囲温度 T_a の場合、以下のとおり得られる。

$$R = R_S * (1 + TK * (T_a + T_U)) \quad (\text{式 2.3})$$

この場合、

R : 温度 $T [^\circ\text{C}]$ における温度センサーの抵抗 []

30

R_S : 0°C における温度センサーの抵抗 []

TK : 温度係数 [ppm / $^\circ\text{C}$]

T_a : 周囲温度 [$^\circ\text{C}$]

T_U : 温度センサー素子の増分温度 [$^\circ\text{C}$]。

そしてまた、温度センサー素子の増分温度 T_U は、様々な測定値から以下のとおり得られる。

$$T_U = P * EK = U * I * EK = I^2 * R * EK \quad (\text{式 2.4})$$

40

この場合、

P : 加熱量 [W]

EK : 温度センサー素子の自己加熱係数 [$^\circ\text{C} / \text{W}$]

U : 測定電圧 [V]

I : 測定電流 [I]

R : 温度センサーの抵抗 []。

そしてまた、得られた増分温度 T_U は、それに関して、温度センサーの抵抗 R に関係しており、その結果式 2.4 を 2.3 に代入して、相応に変形すると、以下の式が得られる。

50

$$\begin{aligned} R &= R_S \cdot (1 + TK \cdot (T_a + I^2 \cdot R \cdot EK)) \\ &= R_S \cdot (1 + TK \cdot T_a) + (R_S \cdot TK \cdot I^2 \cdot R \cdot EK) \end{aligned} \quad (\text{式 2.5})$$

または、

$$R \cdot (1 - R_S \cdot TK \cdot I^2 \cdot EK) = R_S \cdot (1 + TK \cdot T_a) \quad (\text{式 2.5'})$$

そしてまた、式 2.5' から、周囲温度 T_a における温度センサーの抵抗 R が、以下のとおり得られる。

10

$$R = [R_S \cdot (1 + TK \cdot T_a)] / [(1 - R_S \cdot TK \cdot I^2 \cdot EK)] \quad (\text{式 2.6})$$

逆に、式 2.6 から、 T_a に関して解くと、求める周囲温度 T_a は、測定電流 I の測定値と自己加熱係数 EK から、以下のとおり算出される。

$$T_a = [(R/R_S) \cdot (1 - R_S \cdot TK \cdot I^2 \cdot EK) - 1] \cdot 1 / TK \quad (\text{式 2.7})$$

または、

20

$$\begin{aligned} T_a &= [((R/R_S) - 1) \cdot 1 / TK] - [(R/R_S) \cdot (1 / TK) \cdot R_S \cdot TK \cdot I^2 \cdot EK] \\ &= [((R/R_S) - 1) \cdot 1 / TK] - [R \cdot TK \cdot I^2 \cdot EK] \\ &= T_S - T_U \end{aligned} \quad (\text{式 2.7'})$$

このため、式 2.7' の第一項 T_S は、それが測定した抵抗 R から算出されるとおり、温度センサー素子の温度を表し、それに対して、第二の負の項は、測定電流 I の場合における抵抗 R の損失電力から生じた増分温度 T_U を表す。

【0031】

以下においては、例をもとに、導き出した関係にもとづき、周囲温度 T_a を求めることについて説明する。この場合、温度センサー素子の自己加熱係数 $EK = 200 \text{ }^\circ\text{C/W}$ と現状の周囲温度 $T_a = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ を出発点とする。

30

【0032】

湿度境界値 $rH_G = 75\%$ 以上で、測定電流 I は、 $I = 5 \text{ mA}$ に増大し、そのことは、大体センサー構造を約 $5 \text{ }^\circ\text{C}$ 加熱する結果となる。正確には、前記の式を用いて、以下の値が得られる。

算出した測定電圧 $U = 5.44275 \text{ V}$

使用した測定電流 $I = 5 \text{ mA}$

$$R = 1109.92$$

40

そして、求めた抵抗 R から、温度センサー素子の温度 $T_S = 28.55 \text{ }^\circ\text{C}$ が得られる。

【0033】

式 2.4 から、抵抗値 $R = 1109.92$ 、測定電流 $I = 5 \text{ mA}$ および所定の自己加熱係数 $EK = 0.2 \text{ }^\circ\text{C/mW}$ を用いて、増分温度 $T_U = 5.55 \text{ }^\circ\text{C}$ が得られる。

【0034】

そして、式 1 から、すなわち $T_a = T_S - T_U$ から、(正しい) 周囲温度 $T_a = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ が得られる。

【0035】

50

従って、この発明にもとづき、上述した方法により、周囲温度 T_a を求めて、所望の相対湿度 rH を算出するために利用することができる。以下においては、このことについて説明する。

【0036】

相対湿度 rH は、温度 T_a における最大限可能な飽和蒸気圧 e_w に対する、現状の水蒸気分圧 e の比 [%] として与えられる。

$$rH = e / e_w * 100 [\%] \quad (\text{式3})$$

現状の水蒸気分圧 e は、局所的な気体温度に依存せず、例えば、周知のマグヌスの公式を用いて、露点温度 T_d により記述することができる。 10

$$e = A * \exp [m * T_d / (T_n + T_d)] \quad (\text{式4})$$

この場合、(マグヌスの)パラメータは、

$$A = 6.112 \quad m = 17.62 \quad T_n = 243.12 \text{ である。}$$

これに対応して、温度 T_a における飽和湿度 e_w は、以下のとおり算出することができる。 20

$$e_w = A * \exp [m * T_a / (T_n + T_a)] \quad (\text{式5})$$

基本的に、現状の水蒸気分圧 e は、凝結が起こらない限り、気体温度には依存しない。それに対応して、露点温度とは、凝結を起こすためには、その温度にまで湿った気体(湿った空気)を冷却しなければならない温度と定義される。

【0037】

特に、水蒸気分圧 e と、そのために T_d も湿度センサー素子における局所的な温度に依存しない。そのため、湿度センサー素子を加熱することにより、その加熱によって、湿度センサー素子における局所的な飽和蒸気圧も変化するので、(この発明に対応する)局所的な相対湿度が変化する。 30

【0038】

以降の記述においては、次の定義を用いる。

$$rH = e / e_w * 100 [\%] = \text{その時々}の気体の相対湿度 \quad (\text{式6.1})$$

$$rH_s = e / e_{w.s} * 100 [\%] = \text{センサーの位置での相対湿度} \quad (\text{式6.2})$$

$$e_w = A * \exp [m * T_a / (T_n + T_a)] = \text{周囲温度 } T_a \text{ での飽和蒸気圧} \quad (\text{式6.3})$$

$$e_{w.s} = A * \exp [m * T_s / (T_n + T_s)] = \text{センサー温度 } T_s \text{ での飽和蒸気圧} \quad (\text{式6.4})$$

従って、センサー温度 T_s とセンサーの位置での相対湿度 rH_s を測定することによって、現状の水蒸気分圧 e と露点温度 T_d を、以下のとおり算出することができる。

$$e_{w.s} = A * \exp [m * T_s / (T_n + T_s)]$$

$$e = rH_s * e_{w.s} / 100 \quad (\text{式6.5})$$

$$T_d = T_n * \ln(e/A) / [m * \ln(e/A)] \quad (\text{式6.6})$$

この発明にもとづき周囲温度 T_a を求めることによって、実際に存在する湿度 rH を周囲温度 T_a での飽和蒸気圧 e_w から算出することができる。

$$e_w = A * \exp[m * T_a / (T_n + T_a)] \quad (\text{式6.3})$$

$$rH = e / e_w * 100 [\%] \quad (\text{式3})$$

様々な測定値から、周囲温度または相対湿度 rH を算出するための前述した措置は、この発明による構造においては、後続回路とその前記の機能ユニットにより実行される。すなわち、後続回路は、加熱操作で必要な加熱量ならびに測定した局所的なセンサー構造温度から、更に周囲温度を算出して、それにより最終的に相対湿度を求めるのに適した形で構成される。従って、この構造は、出力側には、例えば、更なる処理のために、相対湿度 rH に関して算出した値ならびに算出した周囲温度 T_a を提供するものである。

【0039】

湿度境界値 rH_G 以上において、加熱操作で、常に湿度センサー素子の容量を一定に制御することを行う、図2a~2cにより前述した方法に代わって、この発明の枠組みにおいては、加熱操作の代替の変化形態も実現可能である。しかし、その場合、基本的に周囲温度を算出する方法には何も変わるところはない、すなわち、この代替の方法でも、所要の温度センサー素子を分離することなく、加熱操作で必要な加熱量と測定したセンサー構造温度から、最終的に周囲温度を求める。

【0040】

図3a~3cにより、加熱操作の第二実施変化形態を説明する。この場合、様々なグラフには、既に前述した図2a~2cと同じ値が、それぞれ対応して提供されている。

【0041】

そこで、第二実施構成では、湿度境界値 rH_G 以上において、加熱操作して、センサー湿度を一定に制御しない、すなわち、配備された湿度センサー素子の容量を一定に制御しない。逆に、第一変化形態と異なり、湿度境界値 $rH_G = 75\%$ 以上において、加熱操作して、測定電流 I を、その時々々の相対湿度 rH に関して線形的に、最大湿度 $rH_{max} = 100\%$ にまで増大させるものと規定する。このように規定した測定電流 I と相対湿度 rH 間の関係は、図3aに描かれている。そしてまた、これから生じるセンサー加熱の推移、すなわち、相対湿度 rH に対する増分温度 T_U およびセンサー湿度 F_S の推移は、図3bと3cに図示されている。

【0042】

このように加熱操作を構成した場合、利点としては、特に後続回路の側で、加熱電流を制御するための手段が不必要となるので、負担が低減されることとなる。

【0043】

最後に、図4a~4cにより、この発明にもとづく枠組みにおける、加熱操作の第三の構成法を説明する。そしてまた、様々なグラフには、以前のグラフと同じ値が、対応して提供されている。ここでは、センサー構造を、湿度測定領域全体に渡って制御しない形で加熱するものと規定し、そのことは、図4aに描かれているとおり、測定電流 I を一定にすることにより実行している。これに対応して、図4bに描かれているとおり、センサー構造の増分温度 T_U が一定となるとともに、図4cにより、センサー湿度 F_S が、湿度測定領域全体に渡って線形的に増加する結果となっている。そしてまた、この方法の利点として、同じく全体の負担が低減されることとなる。

【0044】

従って、この発明の枠組みにおいては、加熱操作の最初に説明した変化形態以外に、別の構成法が存在するものである。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

【 図 1 】 この発明による構造の実施例の模式化したブロック接続図

【 図 2 】 この発明による方法の第一実施構成を説明するための様々なグラフ

【 図 3 】 この発明による方法の第二実施構成を説明するための様々なグラフ

【 図 4 】 この発明による方法の第三実施構成を説明するための様々なグラフ

【 符号の説明 】

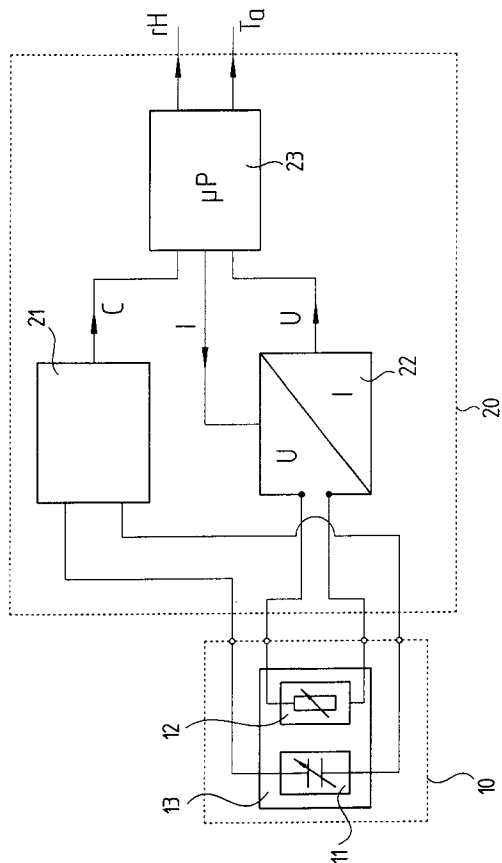
【 0 0 4 6 】

- 1 0 センサー構造
- 1 1 湿度センサー素子
- 1 2 温度センサー素子
- 1 3 支持基板
- 2 0 後続回路
- 2 1 容量測定ユニット
- 2 2 温度センサー素子、加熱素子と接続されたユニット
- 2 3 , μP マイクロプロセッサ
- C 測定容量
- F_s センサー湿度
- I 加熱電流 (測定電流)
- r H 相対湿度
- r H_G 湿度境界値
- T_a 周囲温度
- T_U 加熱素子の増分温度
- U 測定電圧

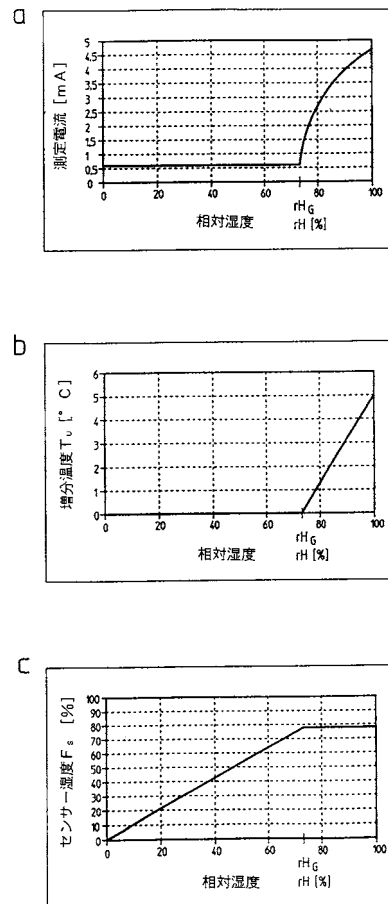
10

20

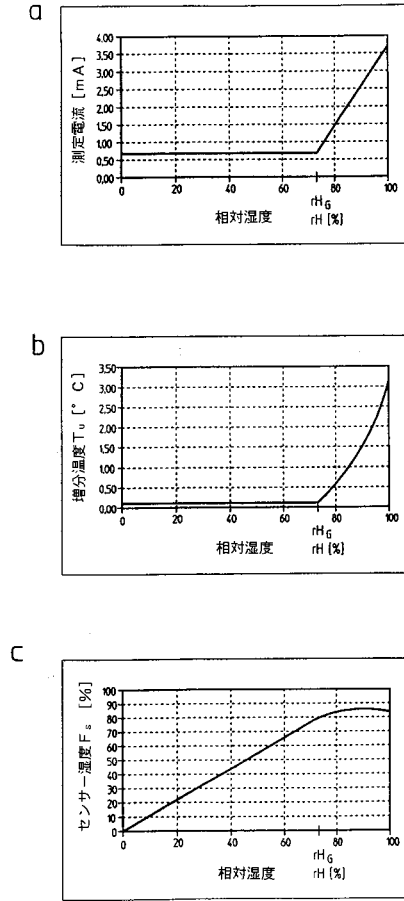
【 図 1 】



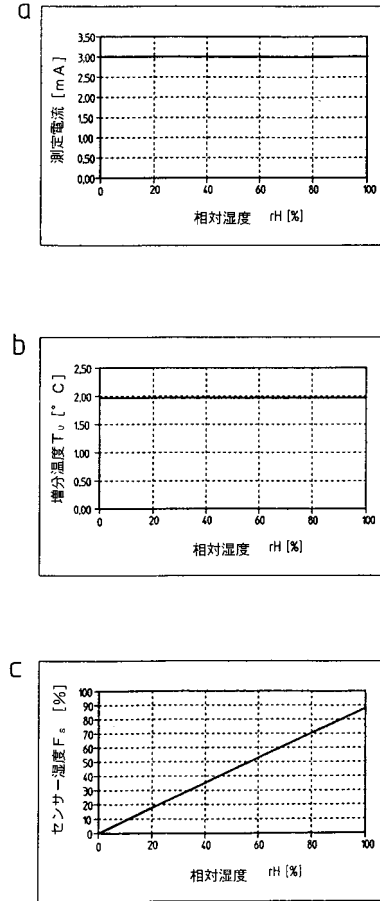
【 図 2 】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ヘルムート・ミッター
オーストリア国、ヘルモンスエート、ヴァルトジートルング、12

審査官 田中 洋介

(56)参考文献 特開平10-010072(JP,A)
特開平06-003312(JP,A)
特開平07-146273(JP,A)
特開昭56-029151(JP,A)
特表平10-506716(JP,A)
国際公開第02/04933(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 27/00 - 27/24
G01N 25/00 - 25/72
JSTPlus(JDream2)
JST7580(JDream2)