

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4994939号
(P4994939)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int.Cl.
GO 1 N 25/66 (2006.01)

F I
GO 1 N 25/66 F

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-124092 (P2007-124092)	(73) 特許権者	000006507
(22) 出願日	平成19年5月9日 (2007.5.9)		横河電機株式会社
(65) 公開番号	特開2008-281376 (P2008-281376A)		東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(43) 公開日	平成20年11月20日 (2008.11.20)	(73) 特許権者	507151803
審査請求日	平成22年4月5日 (2010.4.5)		相互電機株式会社
			神奈川県横浜市都筑区佐江戸町186番地
		(72) 発明者	林 栄二
			神奈川県横浜市都筑区佐江戸町186番地
			相互電機株式会社内
		審査官	▲高▼見 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露点温度検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

検出温度 T_x と検出湿度 H に基づき露点 T_d を次式により算出する演算方式の露点温度検出器であって、

$$T_d = T_x - k [(1 - H)^2 + b] (T_x - T_s)$$

k ; 定数、 T_s ; 基点温度

この演算式における $(1 - H)^2$ の演算を行う第1のパルス幅変調回路と、湿度信号に基づき $(1 - H)$ のレベル調整演算を行う第2のパルス幅変調回路とを含むことを特徴とする露点温度検出器。

【請求項2】

前記露点信号を $4 \sim 20 \text{ mA}$ 、 $1 \sim 5 \text{ V}$ 、 $0 \sim 10 \text{ V}$ 、 $0 \sim 100 \text{ mV}$ のいずれかの信号形式に変換して出力する信号変換部を有することを特徴とする請求項1記載の露点温度検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、露点温度検出器に関し、詳しくは、検出温度と検出湿度に基づき露点を算出する演算方式の露点温度検出器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

露点とは、気体中の水分が結露して水滴になり始める温度のことである。具体的には、気体中に水分を一定以上含めなくなると水滴となる温度を飽和状態とし、その時の湿度を100%としてその温度を露点とする。そして湿度が低くなるほど含まれる水分は少なくなり、0%では全く水分の無い気体となる。

【0003】

気体中の水分量は温度にも関係する。たとえば温度20℃で湿度70%であった気体を温度40℃まで暖めると湿度50%に下がり、より多くの水分を含むことができるようになる。逆に温度を10℃まで下げると湿度は95%にもなる。自然界における朝露の発生は、日中温度が高いときに大気中に含まれている水分が朝方空気が冷えることによって飽和状態となり、湿度100%を超えて水滴となることによる。

10

【0004】

ところで、このような露点測定方式は、結露状態を光学的に検出する光学方式と、温度と相対湿度の測定結果に基づき露点を演算する演算方式に大別できる。光学方式の測定原理は物理現象であることから経時変化は小さく高い信頼性が得られるが、実際に結露させて測定することから応答性が悪い。これに対し、演算方式は温度と湿度から露点を演算するので光学式よりも高い応答性が得られ、たとえば工場などで動力源として用いられるエアが配管内部で結露しないようにエアの露点を配管温度以下に維持管理するのに有効である。

【0005】

【特許文献1】特開昭63-142250号公報

20

【特許文献2】特開平8-136490号公報

【0006】

特許文献1は、マイクロコンピュータを用いた電子露点測定装置および電子露点・霜点測定装置に関するものであり、A/D変換器を用いない構成が示されている。

【0007】

特許文献2は、基板に形成された空洞の上に複数のブリッジを設けてこれらブリッジの一つの上に温度検出用センサを設けて他のブリッジの上に雰囲気検出用センサを設けた構成の温度補償付き雰囲気検出装置が示されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0008】

しかし、マイクロコンピュータを用いる構成では、測定回路の設計の他、あらかじめ温度と湿度との関係から求められる露点温度のテーブルを内蔵してソフトウェアで変換する必要があるなど少なからずソフトウェアも開発設計しなければならず、開発工数がかさむことになる。また、測定結果をたとえば4~20mAのアナログ信号に変換したい場合には、D/A変換器が必要になることから装置の構成が複雑になってしまう。

【0009】

一方、ブリッジの上に温度検出用センサと雰囲気検出用センサを設ける構成では、製造工程が複雑になるとともに、温度と湿度と露点温度を求めるための換算テーブルや信号処理も複雑になるという問題がある。

40

【0010】

本発明は、これらの従来の問題点に着目したものであり、その目的は、汎用電気回路を用いた安価な構成で露点温度を求めることができるとともに、直接アナログ信号として出力できる露点温度検出器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

このような課題を達成する請求項1の発明は、

検出温度Txと検出湿度Hに基づき露点Tdを次式により算出する演算方式の露点温度検出器であって、

$$T_d = T_x - k [(1 - H)^2 + b] (T_x - T_s)$$

50

k ; 定数、 T_s ; 基点温度

この演算式における $(1 - H)^2$ の演算を行う第 1 のパルス幅変調回路と、湿度信号に基づき $(1 - H)$ のレベル調整演算を行う第 2 のパルス幅変調回路とを含むことを特徴とする。

【0013】

請求項 2 の発明は、請求項 1 記載の露点温度検出器において、

前記露点信号を $4 \sim 20 \text{ mA}$ 、 $1 \sim 5 \text{ V}$ 、 $0 \sim 10 \text{ V}$ 、 $0 \sim 100 \text{ mV}$ のいずれかの信号形式に変換して出力する信号変換部を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

これらにより、比較的簡単な回路構成で露点温度を求めることができるとともに、直接アナログ信号として出力できる露点温度検出器が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明について、図面を用いて説明する。図 1 は、大気温度と露点温度の関係を示す特性例図である。図 1 において、 $0 \sim 80$ の間では、ほぼ負の二乗曲線になっている。また、温度が -20 から 0 であっても、量的関係が急に縮小するものの、ほぼ二乗曲線であることに変わりがない。これらから、湿度に関係した二乗曲線で補正できることが解る。すなわち、湿度を H とし a 、 b を定数とすると、次式で表わすことができる。

$$f_x = -[1 - H]^2 + aH + b \quad (1)$$

【0017】

図 2 は、一定湿度における温度と露点温度の関係を示す特性例図である。図 1 は一定湿度における湿度と露点との関係を示しているが、一定湿度における温度と露点温度の関係は図 2 に示すようになる。すなわち、 20 から 80 の間は、 -100 付近に極点を持った積の関係にある。本発明に基づく回路は、露点温度指示を近似的に取り出すことを目的とするもので、 20 から 80 のの間における露点温度は、温度と湿度の一定関数の積の関係となる。その積の定数は絶対温度 -273 ではなく、 -100 をゼロとして直線的に増加する温度特性との積になる。

【0018】

しかし、 20 から -20 間の極点に着目すると、 -60 付近でしかも温度と共に縮小関係にあり、一定ではない。露点温度計としては、 $+10$ から 40 間を正確に変換する必要があることから、 -100 の極点で代表させて $P - Q$ 間を正確に求め、 $Q - R$ 間は $P - Q$ の延長線と考えることも現実的な対処方法である。

そこで、露点を T_d とし、大気温度を T_x とし、 80 における大気温度と露点温度との温度差を $L80$ とすると、露点温度 T_d は次式で表わすことができる。

$$T_d = k L80 [T_x - T_s] \quad (2)$$

ここで k は定数、 T_s は基点温度、 $L80$ は範囲を決めるための定数である。

【0019】

さらにその時の露点温度 T_d は、これら (1)、(2) 式に基づき、大気温度 T_x および湿度 H から、次式で求められる。

$$T_d = T_x - k [(1 - H)^2 + aH + b] (T_x - T_s) \quad (3)$$

なお、この (3) 式は大気温度 T_x で整理することもできるが、電気回路としては大気温度 T_x から引き算するので、このまま扱うこととする。ここで、一次項 aH は近似的には値が小さくて省略しても問題なく所定の規格に入るので、本発明の回路は、次式で扱うこととする。

$$T_d = T_x - k [(1 - H)^2 + b] (T_x - T_s) \quad (4)$$

【0020】

以下に、この (4) 式における各定数を実現する電気回路について説明する。

図 3 は三角波形における平均値の説明図である。三角波形の頂点からの高さを h とすると、その面積 S は $S = h^2$ で表わすことができる。すなわち、高さ h を可変にすると、

10

20

30

40

50

底辺は $2h$ で変化することになり、その面積 S は、高さ h の二乗に比例する。これを電気回路で実現することにより、その三角波形の面積の平均値は高さの二乗に比例したものとなる。温度と湿度との積を作る際、湿度はそのままでは近似できない。湿度の大きさに対して二乗の関係で変化させたものを温度との積にする必要がある。その二乗の関係を作り出すために三角波を作り、その波頭を湿度に比例させる。これにより、三角波の平均値は湿度の変化に対して二乗で変化することになる。

【 0 0 2 1 】

図 4 は三角波を発生する具体的な回路例であり、高さ h を可変にするための湿度入力回路として機能するものである。この三角波発生回路は、非反転入力端子と出力端子間に積分用コンデンサ C が接続されて反転入力端子が共通電位点に接続され積分器として動作する演算増幅器 $OP1$ と、抵抗 R_a を介して演算増幅器 $OP1$ の出力端子に接続されたロジック $IC1$ と、ロジック $IC1$ の入力端子と出力端子間に接続された抵抗 R_b と、演算増幅器 $OP1$ の非反転入力端子とロジック $IC1$ の出力端子間に接続された帰還抵抗 R_f とで構成されている。

【 0 0 2 2 】

この図 4 の回路は一種の正帰還発振回路として構成されていて、パルス幅変調回路の積分波形を利用するものであり、方形波を積分した部分が三角波となる。演算増幅器 $OP1$ の出力端子から、三角波部分のみを取り出すことができる。すなわち、周知のように、方形波を演算増幅器 $OP1$ で積分すれば三角波となる。図 4 の回路では、この三角波の正の部分のみを取り出している。

このように構成される発振回路の発振周波数 F_c は、

$$F_c = 1 / 4 * 1 / C R_f \quad \text{Hz}$$

になる。なお、 C は積分器の静電容量、 R_f は帰還抵抗の抵抗値である。

【 0 0 2 3 】

図 5 は X^2 回路の具体的な回路例である。図 5 において、演算増幅器 $OP2$ の非反転入力端子には、抵抗 $R1$ を介して三角波信号が入力され、抵抗 $R2$ と可変抵抗 $R3$ の直列回路を介して電圧 $+V$ が入力され、さらに抵抗 $R4$ を介して湿度センサ HS の出力信号が入力されている。演算増幅器 $OP2$ の非反転入力端子と出力端子間には、抵抗 $R5$ が接続されている。演算増幅器 $OP2$ の反転入力端子は共通電位点に接続されている。

【 0 0 2 4 】

図 4 の積分器の三角波出力はゼロを基準に正負に振れているが、図示しない整流回路を通して半波ごとに取り出す。このとき、ゼロ位置を湿度センサ HS の出力信号レベルで制御し、三角波の高さ h を湿度 H に比例したものとする。そして、湿度 100% で三角波がゼロ、湿度 10% で最大値になるような方向となるように、すなわち $(1 - H)$ となるようにレベル調整する。これは、近似が良く合うようにするための量的調整である。

【 0 0 2 5 】

このような回路構成により、湿度 H の逆関数 $(1 - H)$ の二乗に比例した信号を取り出すことができる。具体的には、この信号を図示しない CR フィルタで平均化することにより、 $(1 - H)^2$ の信号を取り出す。

【 0 0 2 6 】

図 6 は温度に応じて露点を変化させるためのパルス幅変調回路例であり、図 4 と共通する部分には同一の符号を付けている。三角波発生回路を構成する演算増幅器 $OP1$ の非反転入力端子には、演算増幅器 $OP3$ から出力される温度信号が可変抵抗 R_c を介して入力されるとともに、 $-V_2$ を取り出すための可変抵抗 R_d が接続されている。

【 0 0 2 7 】

演算増幅器 $OP3$ の非反転入力端子には抵抗 $R6$ を介して可変抵抗 $R11$ のブラシが接続され、反転入力端子は抵抗 $R7$ を介して大気温度 T_x を測定する測温抵抗体 R_t の端子 A に接続されるとともに抵抗 $R8$ を介して共通電位点に接続され、非反転入力端子と出力端子間には抵抗 $R9$ が接続されている。測温抵抗体 R_t の端子 B は抵抗 $R10$ と可変抵抗 $R11$ と抵抗 $R12$ の直列回路を介して電圧 $V1$ の端子に接続され、端子 b はコンデンサ

10

20

30

40

50

C t と抵抗 R 1 3 の直列回路を介して電圧 V 1 の端子に接続されるとともに共通電位点に接続されている。

【 0 0 2 8 】

図 6 のように構成される回路は、湿度の量に応じて大気温度から露点まで温度を引き上げるためのパルス幅信号を生成する。図 6 の回路構成では、 - 2 0 から + 8 0 までの大気温度変化に対応できるパルス幅を生成する。図 2 で示すように 2 0 を境に左右の傾斜が異なるが、

- 1) 負の側は露点温度に対する許容差の幅が大きい
- 2) 負の側は温度そのものの値が小さい
- 3) - 2 0 以下は、4 ~ 2 0 m A の出力対象から外れる

などの理由により、- 2 0 と + 2 0 間も 2 0 と 8 0 間の直線近似で行っている。必要に応じて折れ線回路を追加することにより非直線近似も可能であるが、回路が複雑化するので、図 6 では省略している。

上記 1 項について、市販されている露点検出器における許容差に着目すると、+ 1 0 ~ + 4 0 間は ± 1 と高精度であるが、その範囲から外れるにしたがって大きくなる傾向があり、- 側の氷点下領域では $\pm 3 \sim 5$ などきわめて大きい。これは、氷点下領域ではもともと露点温度が自然現象として成り立たないこともあり、非常に圧縮された特性となっているので、必要性和現実性から高精度化をしていないものと判断される。

上記 3 項について、上記 1 項に関連するが、露点温度は測定温度より低い値であり、- 2 0 での露点温度は - 2 0 以下となり測定範囲外となる。このような測定範囲外の - 2 0 以下の露点温度は測定結果として不要なものであり、各種のプロセス制御系における 4 ~ 2 0 m A のアナログ信号の伝送線路として広く用いられている 2 線式伝送路の出力対象から外されることになる。

【 0 0 2 9 】

このパルス幅回路の温度による変調度は、大気温度 + 4 0 で湿度 3 0 % になる点を R c で調整し、大気温度 + 1 0 で湿度 3 0 % になる点を R d で調整する。このようにして生成されたパルス幅信号は湿度信号 H のスイッチングに導入され、大気温度からの降下温度を演算して大気温度との差を求める回路へ導かれる。

【 0 0 3 0 】

図 7 は、スイッチングによる露点温度の演算回路例である。図 7 において、湿度信号 H 成分を含む X^2 は、抵抗 R 1 4 を介して演算増幅器 O P 4 の非反転入力端子に入力されている。演算増幅器 O P 4 の反転入力端子は共通電位点に接続されている。演算増幅器 O P 4 の非反転入力端子と出力端子間には、抵抗 R 1 5 と逆方向に接続されたダイオード D 1 との直列回路および抵抗 R 1 6 と順方向に接続されたダイオード D 2 との直列回路が接続されている。

【 0 0 3 1 】

抵抗 R 1 5 とダイオード D 1 のアノードの接続点は、抵抗 R 1 7 を介して演算増幅器 O P 5 の非反転入力端子に接続されている。演算増幅器 O P 5 の反転入力端子は共通電位点に接続され、非反転入力端子と出力端子間には抵抗 R 1 8 が接続されている。

【 0 0 3 2 】

演算増幅器 O P 5 の出力端子は抵抗 R 1 9 を介して乗算器 M 1 , M 2 の一方の入力端子に接続されている。また乗算器 M 1 , M 2 の一方の入力端子には、抵抗 R 2 0 を介して電圧 - V 2 の端子が接続されている。乗算器 M 1 の他方の入力端子には大気温度に関連したパルス幅信号 T x P W M が入力されるロジック I C 2 の中点に接続され、乗算器 M 2 の他方の入力端子にはロジック I C 2 の出力端子が接続されている。乗算器 M 1 の出力端子は共通電位点に接続され、乗算器 M 2 の出力端子は演算増幅器 O P 6 の非反転入力端子に接続されている。

【 0 0 3 3 】

演算増幅器 O P 6 の非反転入力端子には、抵抗 R 2 1 を介して大気温度 T x の端子が接

10

20

30

40

50

続されている。演算増幅器OP6の反転入力端子は共通電位点に接続され、非反転入力端子と出力端子間には抵抗R22と可変抵抗Reの直列回路が接続されている。

【0034】

図7のように構成される露点温度の演算回路において、演算増幅器OP4は湿度信号Hのスイッチングを行い、演算増幅器OP5は前述(4)に基づいて大気温度Txとの差を求め、演算増幅器OP6は例えば4~20mAに変換して出力する。出力スパンはたとえば80で最大になるように可変抵抗Reで調整する。

【0035】

なお図7の出力信号形式は4~20mAに限るものではなく、1~5V、0~10V、0~100mVなど多種の出力形式に対応可能な回路として構成されている。原則として

10

【0036】

このように構成される露点温度検出器は、ソフト開発費が不要で特別高価な電子部品を必要とせず、直接アナログ信号が得られることから低コストで実現できる。

また、デジタル構成でないことから特性として連続性が得られる。

【0037】

以上説明したように、本発明によれば、比較的簡単な回路構成で露点温度を求めることができるとともに直接アナログ信号として出力できる露点温度検出器が実現でき、動力源として用いられるエアーシステムの管理、ビルの空調管理、車載用空調管理などの露点温度検出器として好適である。

20

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】大気温度と露点温度の関係を示す特性例図である。

【図2】一定湿度における温度と露点温度の関係を示す特性例図である。

【図3】三角波形における平均値の説明図である。

【図4】三角波を発生する具体的な回路例である。

【図5】X²回路の具体的な回路例である。

【図6】温度に応じて露点を変化させるためのパルス幅変調回路例である。

【図7】スイッチングによる露点温度の演算回路例である。

【符号の説明】

30

【0039】

C コンデンサ

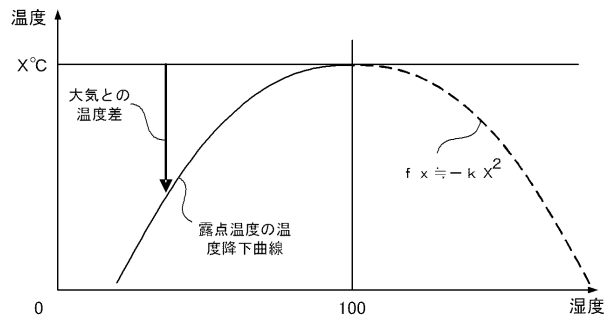
M 乗算器

OP 演算増幅器

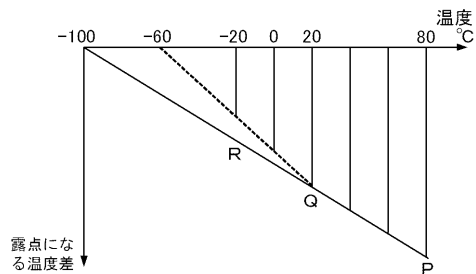
R 抵抗

Rt 測温抵抗体

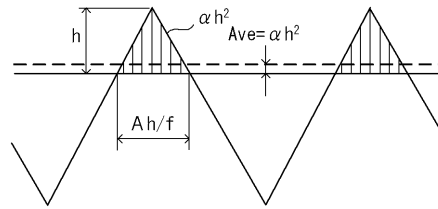
【図1】



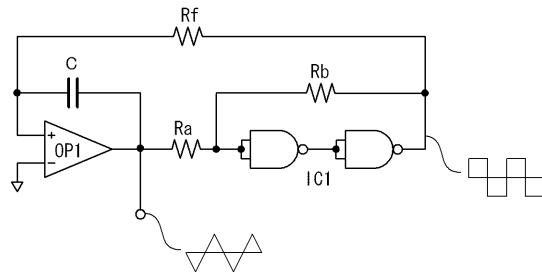
【図2】



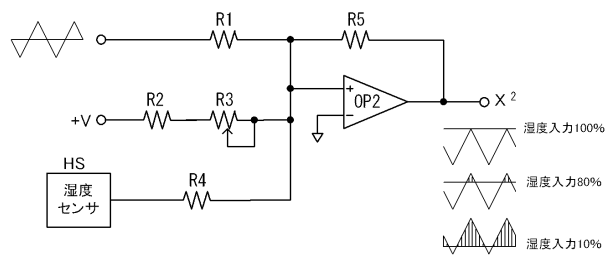
【図3】



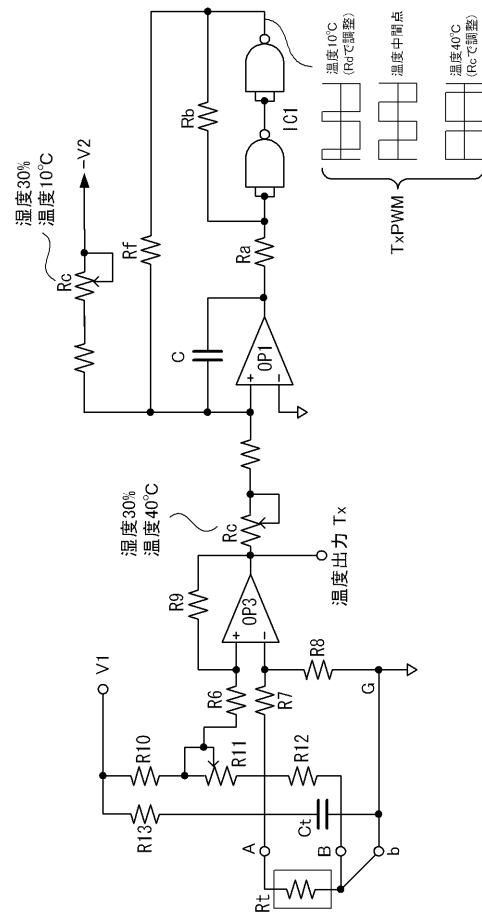
【図4】



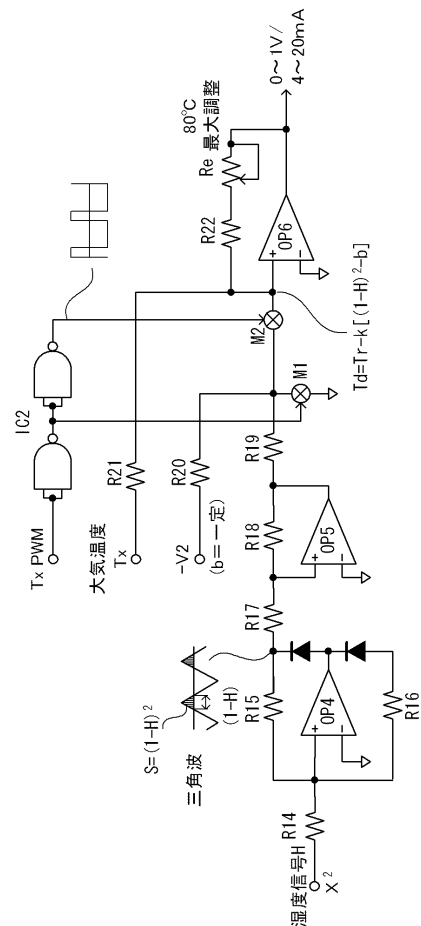
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭63-142250(JP,A)
特開昭63-229353(JP,A)
特開昭61-274247(JP,A)
特開平06-308064(JP,A)

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