

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 2 月 13 日 (13.02.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/012376 A1

(51) 国際特許分類⁷: G01F 1/696, 1/698, 1/00, 7/00, 5/04

ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒312-0062 茨城県ひたちなか市高場2477番地 Ibaraki (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/06479

(22) 国際出願日: 2001 年 7 月 26 日 (26.07.2001)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo (JP). 株式会社日立カーエンジニアリング (HITACHI CAR

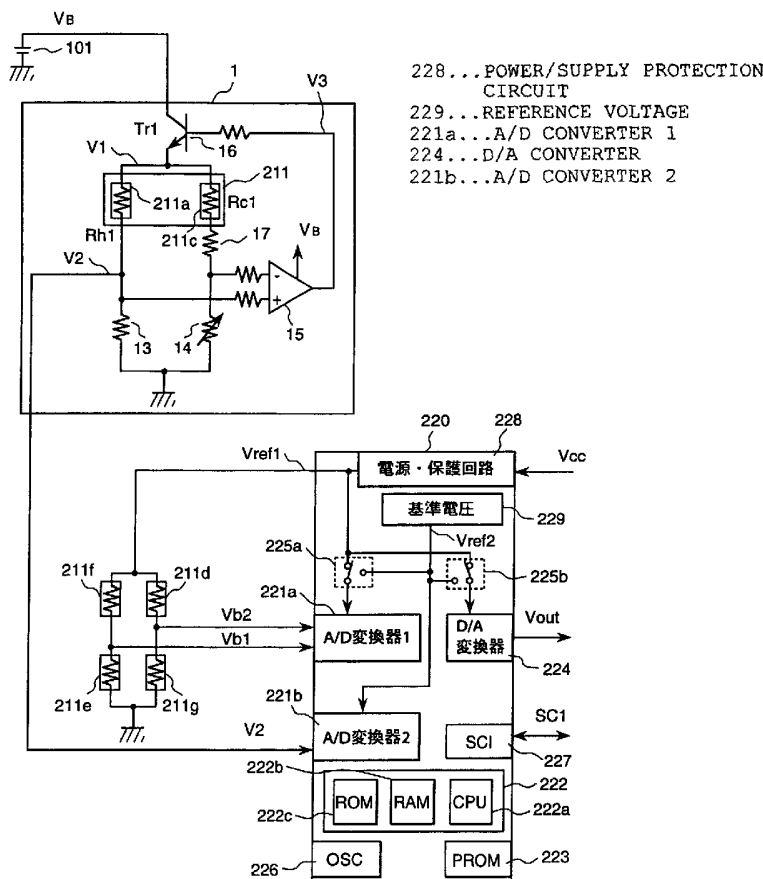
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 菅家 厚 (KANKE, Atsushi) [JP/JP]. 山田雅通 (YAMADA, Masamichi) [JP/JP]; 〒319-1292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内 Ibaraki (JP). 五十嵐信弥 (IGARASHI, Shinya) [JP/JP]. 米田浩志 (YONEDA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒312-0062 茨城県ひたちなか市高場2477番地 株式会社日立カーエンジニアリング内 Ibaraki (JP). 太田健治 (OHTA, Kenji) [JP/JP]; 〒312-0062 茨城県ひたちなか市高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器グループ内 Ibaraki (JP).

[続葉有]

(54) Title: THERMAL AIR FLOW RATE MEASURING APPARATUS AND ITS FLOWMETER AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND THERMAL AIR FLOW RATE MEASURING METHOD USING IT

(54) 発明の名称: 熱式空気流量測定装置とその流量計及びそれを用いた内燃機関並びに熱式空気流量測定方法



(57) Abstract: A thermal air flow rate measuring apparatus having a high measuring accuracy, in which sensitivity is enhanced by an operating means using sensors having different output characteristics and employing a digitized signal, and the sensitivity and temperature can be corrected easily depending on the flowing direction of fluid. The measuring apparatus comprises at least one heating resistor disposed in gas fluid, resistance bulbs formed at an upstream part and a downstream part of the heating resistor in the flow direction of the fluid, means for outputting at least two signals related to the flow rate of the fluid, means for quantizing outputted values, and means for operating the flow rate based on a quantized signal.

[続葉有]

WO 03/012376 A1



(74) 代理人: 高田幸彦, 外(TAKADA, Yukihiro et al.); 〒 添付公開書類:
317-0073 茨城県日立市幸町二丁目1番48号 Ibaraki (JP). — 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): US.

(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, TR).

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。

(57) 要約:

出力特性の異なる特性のセンサを用いデジタル化された信号を用いた演算手段により感度向上が図られ、また流体の流れの向きに応じた感度及び温度補正が容易な測定精度の高い熱式空気流量測定装置等が開示されている。

この測定装置は、気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、該発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部に形成された測温抵抗体と、前記流体の流量に関係する少なくとも2つの信号を出力する出力手段と、該出力された値を量子化する量子化手段と、前記量子化された信号に基づいて前記流量を演算する演算手段を備えている。

明 細 書

熱式空気流量測定装置とその流量計及びそれを用いた内燃機関並びに熱式空気流量測定方法

5 技術分野

本発明は、新規な熱式空気流量測定装置とその測定方法及び熱式空気流量計、並びにそれを用いた内燃機関と、その吸気量検出に好適な空気流量測定方法に関する。

10 背景技術

従来より自動車などの内燃機関の電子制御燃料噴射装置に設けられ吸入空気量を測定する空気流量装置として、熱式のものが質量空気量を直接検知できることから多数使われている。この際、発熱抵抗体は白金線をボビンに巻きつけてガラスでコーティングする、薄膜抵抗体をセラミック基板上やシリコン基板上に形成する等により構成されている。

流量の検出方法としては発熱抵抗体を一定温度に加熱し、流れが生じた際に流れる電流を直接検出する方式と、発熱抵抗体の両側に温度検出抵抗体を配置し、温度検出抵抗体の温度差により検出する方式等が上げられる。

特に、自動車において、4気筒以下のエンジンの低回転数、重負荷時のように、吸入空気量の脈動振幅が大きく一部逆流を伴う脈動流の場合、従来の空気流量装置では精度が低下するため流れの方向に応じた出力が要求される。発熱抵抗体の両側に温度検出抵抗体を配置し、温度検出抵抗体の温度差により検出する方式は、流れの方向に応じた出力が得られるため、逆流等の出力の検出に適している。

いずれの方式も用途に応じて一長一短があるため、アナログ回路で組み合わせて使う方式が特開平9-318412、特開平11-51954等に記載されている。これは、比較的感度の良い温度検出抵抗体の温度差出力が、高流量側では感度が飽和して劣化するため、低流量側で感度が悪く高流量側で

感度の良い直接検出する方式の出力と差動増幅器で加算して出力するものである。

このように、比較的感度の良い温度検出抵抗体の温度差出力を補償するやり方としては、先の感度を補償するやり方以外に、ヒータの上昇温度により
5 割り算して出力を補償するやり方が特公平 6-6 3 8 0 1 に、温度補償するやり方が特公平 6-6 4 0 8 0 等に記載されている。

他に、特に自動車用に温度検出抵抗体の温度差出力を補償するやり方として媒体温度を検出して補償するやり方が特開平 6-1 6 0 1 4 2 等に記載されている。

10 一方、AD変換を用いたデジタル的なやり方として、測温抵抗体の出力によりゼロ点を補正するやり方が、特開平 6-2 3 0 0 2 1 に記載されている。また、デジタル的に温度を補正するやり方が、特開平 1 1-9 4 6 2 0 に記載されている。

15 上記従来技術において、特に温度検出抵抗体の温度差出力の精度を補償するやり方として、主にアナログ回路を用いた方式がこれまで色々と提案されている。アナログ回路においては、色々な用途に応じて流量の測定範囲の異なる装置を得、かつ精度を向上させるには回路や調整が複雑となり、コストアップ要因となっていた。デジタル的にゼロ点を補償する方式や、温度補償する方式も検討されていたが、センサ全体の感度の調整に関してはあまり考
20 慮されていなかった。

発明の開示

本発明の目的は、出力特性の異なる特性のセンサを用いデジタル化された信号を用いた演算手段により感度向上が図られ、また流体の流れの向きに応じて出力でき、感度及び温度補正の容易な測定精度の高い熱式空気流量測定
25 装置及び熱式空気流量計並びにそれを用いた内燃機関とその熱式空気流量測定方法を提供することにある。

本発明は、気体の流体中に配置される少なくとも 1 つの発熱抵抗体と、該

発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部に形成された測温抵抗体と、前記流体の流量に関係する少なくとも2つの信号を検出する手段及び該検出された値を量子化（デジタル変換）する量子化手段（デジタル化手段）と、前記量子化された信号に基づいて前記流量を演算する演算手段とを備えたこと、又は前記2つ以上の量子化（デジタル変換）された信号に基づいて少なくとも2つのパラメータを用いて演算する演算手段と、該演算された信号が合成されて出力される出力手段とを備えたこと、又は前記2つ以上の量子化（デジタル変換）された信号に基づいて少なくとも2つのパラメータを用いて演算する演算手段と、該演算された信号が合成されて出力される出力手段とを備え、前記流量に関係した少なくとも2つの信号は前記発熱抵抗体の発熱量及び前記上流部及び下流部に形成された測温抵抗体の温度差であることことを特徴とする熱式空気流量測定装置にある。

更に、本発明は、気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、温度補償抵抗により前記発熱抵抗体を定温度駆動し前記流体の流量を検出する前記発熱抵抗体による流量検出手段と、前記発熱抵抗体の両側に温度検出抵抗体を配置し両者の温度差により前記流量を検出する流量検出手段と、前記発熱抵抗体からの値と前記温度差にとる値とを量子化（デジタル変換）する量子化手段（デジタル化手段）と、該量子化（デジタル変換）された値を演算する演算手段と、該演算された値に基づいて補正する補正手段とを備えたことを特徴とする。

又、本発明は、気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、該発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部に形成された測温抵抗体とを備え、該測温抵抗体は前記上流部及び下流部の各々に前記発熱抵抗体の長手方向に沿って複数段に配置されている熱式空気流量計にあり、そしてこれに前記発熱抵抗体と測温抵抗体とから前記流体の流量に関係する少なくとも2つの信号を出力する出力手段と、該出力された値を量子化する量子化手段と、前記量子化された信号に基づいて前記流量と方向とを演算する演算手段とを備えたことを特徴とする熱式空気流量測定装置にある。

本発明は、気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体による発熱量に関する信号と、前記発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部の各々に複数段に形成された測温抵抗体の前記上流部及び下流部での温度差に関する信号と、前記温度差以外の前記流体の流れの差に応じた信号とに基づいて、又、これに、これらの前記信号を量子化（デジタル変換）して、該量子化された信号に基づいて前記流量と方向とを演算することを特徴とする空気流量の熱式測定方法にある。

即ち、本発明は、発熱抵抗体と、温度補償抵抗により発熱抵抗体を定温度駆動し流量を検出する手段と、発熱抵抗体の両側に温度検出抵抗体を配置し温度検出抵抗体の温度差により流量を検出する手段と、発熱抵抗体の流量に応じた信号と温度差の流量に応じた信号を入力する量子化手段（ディジタル化手段）と、双方の信号入力により量子化演算（デジタル演算）して補正及び調整を施す手段とを有するものである。

本発明により、測定範囲の異なる用途においても、2つの異なる検出原理を用いた流量信号を用い、ディジタル的な最適化演算により、容易に出力感を調整し、精度を向上することが可能となる。

本発明における前述の一次式以上の関数は、 $(q_1 = a_1 \times f_1 + b_1, q_2 = f_2, \dots)$ 、 $(q_1 = f_1, q_2 = a_2 \times f_2 + b_2, \dots)$ 及び $(q_1 = a_1 \times f_1 + b_1, q_2 = a_2 \times f_2 + b_2, \dots)$ のいずれかで表されるものであり、温度に対する関数は、 $(a_1 = c_1 \times T_a + d_1, b_1 = c_2 \times T_a + d_2, \dots)$ 、及び前記量子化された信号に対する関数は、 $(a_1 = g_1 \times f_1 + h_1, b_1 = g_2 \times f_1 + h_2, \dots)$ である。前述の関数は二次式又は三次式の関数を用いる事が出来る。

本発明により、測定範囲の異なる用途においても、2つの異なる検出原理を用いた流量信号を用い、ディジタル的な最適化演算により、容易に出力感を調整し、精度を向上することが可能となる。

自動車などの内燃機関の吸入空気量を測定する熱線式空気流量計において、色々な用途に応じて流量の測定範囲の異なる装置を提供し、かつセンサ全

体の感度を調整して精度を向上させると共に回路や調整を単純にしたものである。

以上の様なデジタル的な補正により感度が良好で精度の良い空気流量計を得ることで、自動車のエンジン制御における最適化が図られエンジンからの
5 排ガスを低減できるといった効果がある。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の熱式空気流量測定装置の駆動回路図。図2は、シリコン
基板上に形成された発熱抵抗体を有する熱式空気流量計のパターン図。図3
10 は、図2のA-Bの断面図。図4は、本発明の熱式空気流量計の出力電圧特
性補正の一例を示す線図。図5は空気流量に対する熱式空気流量計の出力電
圧特性の出力調整の有無。図6は、双方向の空気流量に対する熱式空気流量
計の出力電圧特性の演算補正の一例を示す線図。図7は、双方向の空気流量
に対する熱式空気流量計の出力電圧特性の判定補正の一例を示す線図。図8
15 は、吸気温度による誤差と特性補正の一例を示す線図。図9は、流量による
誤差と特性補正の一例を示す線図。図10は、本発明の熱式空気流量測定装
置の駆動回路図。図11は、双方向の空気流量に対する熱式空気流量計の出
力電圧特性の演算補正の一例を示す線図。図12は、双方向の空気流量に対
する熱式空気流量計の出力電圧特性の判定補正の一例を示す線図。図13は
20 、本発明の熱式空気流量測定装置の駆動回路図。図14は、本発明の熱式空
気流量測定装置の駆動回路図。図15は、吸気温度、基板温度による誤差と
特性補正の一例を示す線図。図16は、演算補正と出力切り替え出力の一例
を示す線図。図17は、空気流量に対するセンサ出力特性の一例を示す線図
。図18は、演算補正と出力切り替え出力の一例を示す線図。図19は、ア
ナログデジタル変換入力値に対する空気流量への変換特性を示す線図。図
20 は、空気流量に対するセンサ出力特性の一例を示す線図。図21は、演
算補正と空気流量変換後の切り替え出力の一例を示す線図。図22は、空気
流量に対するセンサ出力特性の一例を示す線図。

発明を実施するための最良の形態

(実施例 1)

図 1 は本発明の熱式空気流量計の駆動回路図である。熱線駆動回路 1 は電源 101 に接続され空気流量に応じた出力する。熱線駆動回路 1 は発熱抵抗体 211a、温度補償抵抗 211c、抵抗 13、14、17 からなるホイーストブリッジ回路により、ブリッジ中点の電位差がゼロになるように差動増幅器 15、トランジスタ 16 によって発熱抵抗体 211a に流れる電流を調整するように構成されている。発熱抵抗体 211a の加熱温度が低いと、差動増幅器 15 の出力が大きくなり、更に加熱するように動作する。この構成により空気流速によらず発熱抵抗体 211a の抵抗値は一定に、すなわち温度が一定値になるように発熱抵抗体 211a に流れる電流が制御される。このとき、発熱抵抗体 211a による空気流速に対応する信号は、発熱抵抗体 211a を流れる電流を抵抗 13 で電圧に変換することで電圧信号 V2 を得、デジタル補正回路 220 に入力する。

ここで発熱抵抗体 211a は、例えば板型のガラスやセラミック基板上に、発熱体として白金やタングステンの薄膜や厚膜が形成されたものである。

特に、発熱抵抗体 211a はシリコンなどの半導体基板上に、発熱体として白金やタングステンの薄膜や厚膜、ポリシリコン抵抗体や、単結晶シリコンの抵抗体が形成されたものである。

発熱抵抗体 211a は自動車等の内燃機関の吸気通路内に設けられ、吸気通路に流れる空気流量に対応した電圧出力 V2 が得られる。この電圧を差動増幅器で増幅して使うのが通常の直接検出するタイプの熱式空気流量計の構成である。

一方、発熱抵抗体 211a の両側に温度検出抵抗体 211d、211e、211f、211g を配置し、温度検出抵抗体 211d、211e、211f、211g でブリッジを構成し中点の電位 Vb1、Vb2 の差より抵抗体の温度差を検出する方式は、流れの方向に応じた出力が得られる。ここで温

度検出抵抗体 211d、211e、211f、211g は電源電圧 V_{ref} 1 により一定電圧で駆動されるものである。この抵抗体の温度差を検出する方式は、差動で検出するため低流量側の感度が良く、逆流といった双方向の流れの検出に適しているが、定電圧で駆動されるため高流量側の感度が制限されやすい。

図2は発熱抵抗体 211a をシリコン半導体基板上 211 に薄膜で構成したパターン図の一例である。発熱抵抗体 211a は縦長で抵抗が折り返したパターンで、この両側に温度検出用の抵抗体 211d、211e、211f、211g が配置された構造となっている。この、発熱抵抗体 211a と、温度検出用の抵抗体 211d、211e、211f、211g は、例えばシリコン基板 211 の裏面からエッチングされ熱容量が小さなダイヤフラム構造部に抵抗体が配置されたものである。温度補償抵抗 211c は、発熱抵抗体 211a の加熱による温度影響が受けにくい場所に配置されている。

具体的な温度差の流量検出の原理を説明する。ここで通常空気の流れは、A から B に対して流れる。流れの無い場合でも、発熱抵抗体 211a により加熱されヒータに温度分布が生じる。温度検出用の抵抗体 211d、211e、211f、211g は流れの無い状態では、理想的には抵抗値がすべて同じでありブリッジ回路を構成しても出力は発生しない。ここで空気の流れが生じると、発熱抵抗体 211a の両側の温度分布が変わり、流量に応じた出力が得られる。具体的には、発熱抵抗体 211a の上流側の温度検出用の抵抗体 211d、211e の抵抗値が温度が下がることにより下がり、下流側の温度検出用の抵抗体 211f、211g の抵抗値が、発熱抵抗体 211a の熱を受けて温度が上がることにより上がり、上下流で生じた温度差を抵抗値の変化として得ることができる。

以上の様に、温度検出用の抵抗体を、発熱抵抗体 211a の長手方向に複数用いてブリッジを構成すれば特に温度差の検出感度を向上させることができる。原理的には、上流側、下流側に 2 つの温度検出用の抵抗体を配置し、特に温度検知しない 2 つの抵抗体と組み合わせてブリッジを構成しても同様

の検知が可能である。ただし、温度検出用の抵抗体の変化に対する出力電圧の感度が、先の発熱抵抗体 2 1 1 a の長手方向に温度検出用の抵抗体を複数用いた場合よりも低下することになる。温度検出用の抵抗体の温度依存性が高いような場合では、上流側、下流側に各 1 つの合計 2 つの温度検出用の抵抗体を設けただけでも構わないが、温度検出用の抵抗体の温度依存性が低く出力感度が得にくい場合は、温度検出用の抵抗体を上流側と下流側とに各々複数、特に 2 個ずつ設けるのが望ましい。

図 3 はシリコン基板上に形成した抵抗体の断面図である。抵抗パターンのある場所が最も厚みがある構造となっている。本実施例においては、この温度検出抵抗体 2 1 1 d、2 1 1 e、2 1 1 f、2 1 1 g のブリッジ中点の電位 V_{b1} 、 V_{b2} も、デジタル補正回路 2 2 0 に入力する。デジタル補正回路 2 2 0 は、2 つのアナログ・ディジタル変換器 2 2 1 a、2 2 1 b を有し、流量に応じた電圧値をデジタル値に変換して読み取り、ディジタル量として演算により調整し、ディジタル・アナログ変換器 2 2 4 の出力電圧 V_{out} としてエンジンコントロールユニット等に信号を送るものである。ここでデジタル補正回路 2 2 0 は、CPU 2 2 2 a、RAM 2 2 2 b、ROM 2 2 2 c からなる演算回路 2 2 2 と、発振器 2 2 6、PROM 2 2 3 等により構成される。ここで PROM 2 2 3 は、個別センサの出力感度のばらつき等を調整値として一回以上記録することができるものであればよく、電気的な書き換え可能な EEPROM やフラッシュ ROM 等にものみ限定されるものではない。

また、外部から供給される電圧 V_{cc} を電源として内部の電源・保護回路 2 2 8 に入力し、外部電圧 V_{cc} に依存した電源電圧 V_{ref1} としてスイッチ 2 2 5 a、2 2 5 b を介し、アナログ・ディジタル変換器 2 2 1 a、2 2 1 b、ディジタル・アナログ変換器 2 2 4 に接続され基準として用いられている。ここでスイッチ 2 2 5 a、2 2 5 b は、デジタル補正回路 2 2 0 の内部の基準電圧回路 2 2 9 で発生した電圧 V_{ref2} と、先の外部電圧 V_{cc} に依存した電源電圧 V_{ref1} を切り替えるものである。ここでアナログ・ディジタル変換器 2 2 1 a、2 2 1 b は、ブリッジ回路の出力 V_{b1} 、 V_{b2}

b 2、V 2等を直接入力しているため精度が必要となるが、精度を確保し、かつ回路規模を小さくするには例えば $\Delta \Sigma$ 型のアナログ・デジタル変換器を用いればよい。

本実施例では、先の発熱抵抗体 2 1 1 a を流れる電流を抵抗 1 3 で電圧に変換することにより得た電圧信号 V 2 と、温度検出抵抗体 2 1 1 d、2 1 1 e、2 1 1 f、2 1 1 g の流量に応じた温度差を示すブリッジ中点の電位 V b 1、V b 2 のデジタル化のアナログ・デジタル変換器を分離して設けている。これは、双方の流量検出の原理によるものからで、それぞれに最適化し易い構成としたものである。

10 電圧信号 V 2 は、フィードバックにより熱線駆動回路 1 のブリッジの電圧を変えているものであり、出力はデジタル補正回路 2 2 0 の電源 V c c 等には依存しない。そのため、アナログ・デジタル変換の際には独立した基準電圧が必要となり、基準電圧 V r e f 2 を設けてアナログ・デジタル変換器 2 2 1 b に基準として印可するものである。

15 これに対し、温度検出抵抗体 2 1 1 d、2 1 1 e、2 1 1 f、2 1 1 g は電源電圧 V r e f 1 により一定電圧で駆動されるものであるが、電源電圧 V r e f 1 の変動によりブリッジ中点の電位 V b 1、V b 2 が増減する。これを取り除くための一つの方法が、アナログ・デジタル変換器 2 2 1 a の基準電圧を電源電圧 V r e f 1 として、電源電圧 V r e f 1 と同様にデジタル
20 変換の際の読み値を変化させるものである。本実施例では、特にスイッチ 2 2 5 a を設けてアナログ・デジタル変換器 2 2 1 a の基準電圧を切り替えられる構成としている。電源電圧 V r e f 1 の変動が非常に少ない場合は、基準電圧回路 2 2 9 の基準電圧 V r e f 2 でも構わない。

また、デジタル・アナログ変換器 2 2 4 も同様に、スイッチ 2 2 5 b に
25 より基準電圧を変えることが出来るようになっている。これは、アナログ値でインターフェイスする場合の基準を自由に選択するためであり、接続されるコントロールユニット側のアナログ・デジタル変換器の基準電圧と、外部から供給される電圧 V c c が同様もしくは、同期して変動する場合は電源

電圧 V_{ref1} を基準とし、コントロールユニット側とは関連性がない場合は独立した基準電圧 V_{ref2} を選択し、対応するコントロールユニットによって対応が容易でアナログインターフェイスのアンマッチングによる誤差の少ない構成としたものである。

- 5 デジタル補正回路 220 を、以上の様な構成とすることで出力の感度が向上し、調整の容易な空気流量計を得ることができる。詳細な動作を図 4 により説明する。先に説明した、発熱抵抗体 211a を流れる電流を抵抗 13 で電圧に変換することにより得た電圧信号 V_2 の流量に対する出力特性を f_1 とし、温度検出抵抗体 211d、211e、211f、211g の流量に応じた温度差を示すブリッジ中点の電位 V_{b1} 、 V_{b2} の差電圧 dV の、流量
10 に対する出力特性を f_2 としている。

- 出力特性を f_1 は、流量がゼロの状態でも発熱抵抗体 211a の加熱電流が流れるため、原点を通らないオフセットした出力電圧特性となる。出力特性は、流量がゼロの状態では自己加熱時の自然対流等によるゼロ点変動が生
15 じ易いが、高流量においては電源電圧が許す範囲で出力が飽和しない特性となる。このため、熱容量の小さな発熱抵抗体 211a を用いた場合には特に、低流量側の感度が悪化することになるが高流量側に関しては感度が良好な特性となる。

- これに対して、出力特性 f_2 はブリッジの差の出力をとるため、理想的には流量ゼロで原点を通る特性となる。特に、流量ゼロからの低流量側の感度が良好となるが、高流量側においては抵抗の温度差が付きにくくなり、変化が小さく出力が飽和する様な特性となりやすい。

- 以上の特性を実際に用いるには通常、差動増幅器等で増幅しゼロ点を調整するゼロスパン調整をアナログ的に施す。それによって見かけ上の感度特性
25 は比較的良くなるが、出力特性 f_1 、 f_2 の基本的な感度の傾向は変わらない。すなわち、出力特性 f_1 は、低流量の感度が悪く高流量側の感度が良いのに対し、出力特性 f_2 は、低流量の感度が良く高流量側の感度が悪いと相反する特性となる。これらの特性を改善するために、差動増幅器等で構成す

るアナログ的な演算回路により特性を変化させることが考えられる。しかしながら感度補償のためのアナログ的に複雑な演算と、センサの個体差を補償するための調整等を全てアナログ的にすることは調整回路を複雑にし、調整方式も複雑となりコスト増の要因となる。

- 5 以上の点を改善すべく、先に述べたデジタル補正回路 220 を用いてデジタル的な演算を施すことにより目的を達成できる。具体的には、出力特性 f_1 、 f_2 を一次以上の関数式によりそれぞれの感度を補正する。

$$q1=a1 \cdot f1+b1 \cdot \dots \dots \dots \text{【式 1】}$$

$$q2=a2 \cdot f2+b2 \cdot \dots \dots \dots \text{【式 2】}$$

- 10 次に感度を補正した結果どうしを乗算する。

$$q3=q1 \cdot q2 \cdot \dots \dots \dots \text{【式 3】}$$

- その結果、出力特性 f_1 、 f_2 の基本的な感度の傾向に対し、低流量側から高流量側まで感度の良好な特性を得ることが出来るようになる。図 5 に示すように、【式 3】の演算結果を実際に用いるには、さらにインターフェイスの際に出力レベルの調整が必要となる。

- 15
$$q4=ga \cdot q3+off= ga \cdot (q1 \cdot q2)+off \cdot \dots \dots \dots \text{【式 4】}$$

$$=ga \cdot ((a1 \cdot f1+b1) \cdot (a2 \cdot f2+b2))+off$$

$$=(ga \cdot a1 \cdot a2 \cdot f1 \cdot f2)+(ga \cdot a1 \cdot b2 \cdot f1)+(ga \cdot a2 \cdot b1 \cdot f2)+(ga \cdot b1 \cdot b2+off)$$

$$f)$$

- 20
$$=(A \cdot f1 \cdot f2)+(B \cdot f1)+(C \cdot f2)+D \cdot \dots \dots \dots \text{【式 5】}$$

但し、 $A=ga \cdot a1 \cdot a2$, $B=ga \cdot a1 \cdot b2$, $C=ga \cdot a2 \cdot b1$, $D=ga \cdot b1 \cdot b2+off$ とする。

- 以上の様に、デジタル的な補正手段を設けることで、基本的なセンサの感度補正と出力補正が同時にかつ容易に可能となる。以上の様な【式 1】から【式 4】までを、順番に計算してもよいし、【式 5】のように、一括して計算しても良い。【式 5】の場合は、事前にパラメータを計算し、その結果を記録することで、個別に補正パラメータを持つよりも変数の数が少なくてすむという利点がある。

本実施例によれば、特に出力特性 f_1 、 f_2 の異なる特性のセンサを用い

た場合にデジタル的な演算手段により感度向上が図られ、また感度補正のための変数が少なくなり調整が簡素化されるといった効果がある。

図6は、本発明の実施例によるセンサ出力電圧特性補正の一例を示す線図である。空気流量の流れの向きを考慮してデジタル的な補正手段を用いた場合の実施例である。先に述べた、温度検出抵抗体211d、211e、211f、211gの流量に応じた温度差を示すブリッジ中点の電位 V_{b1} 、 V_{b2} の差電圧 dV の流量に対する出力特性を f_2 は、流れの方向に応じて出力が符号付きで得られる。図6には出力特性 f_1 、 f_2 を一次以上の関数式により感度を補正した出力、 q_1 、 q_2 を示す。

温度差式の出力 q_2 は流量がプラスの場合はプラスの出力で、流量がマイナスの場合はマイナスの出力となる。これは、例えば先のデジタル補正回路220のアナログ・ディジタル変換器221aが差動入力可能な構成であり、プラスマイナスのアナログ差動入力に対して符号付きのデジタル信号に変換するような構成の場合に達成される。特に、流れの向きにより感度が異なる場合は、【式2】においてパラメータ a_2 、 b_2 を流れの向きに応じて a_{2u} 、 b_{2u} 、 a_{2d} 、 b_{2d} と複数用意し、感度を変えることで最適化を図ることも可能である。

これに対し、直熱式の出力 q_1 は流量がプラスの場合でも、マイナスの場合でもプラスの出力で流れの方向に対して符号が付かない。これは、例えば先のデジタル補正回路220のアナログ・ディジタル変換器221bがグラウンド基準に入力可能な構成であり、プラスのアナログ入力に対して符号無し of デジタル信号に変換するような構成の場合に達成される。この場合特に【式1】において、パラメータ a_1 、 b_1 により q_2 のゼロ点と、 q_1 のゼロ点を一致させるように感度を調整する。

以上の様な符号付きの温度差式の出力 q_2 と、符号無しの直熱式の出力 q_1 を用いた場合にでも、先の実施例に述べたように【式3】により感度補正の演算をすればよいが、乗算結果 q_3 も符号付きとする必要がある。

本実施例によれば、特に出力特性 f_1 、 f_2 が異なり、かつ符号無しの出

力と符号付きの出力といった符号の異なる特性であっても、デジタル的に補正することで容易に符号付きの演算を実現でき、流量の流れの向きによらず感度補正ができ、性能が向上するといった効果がある。

図7は、空気流量の流れの向きを考慮してデジタル的な補正手段を用いた場合のセンサ出力電圧と流量との関係を示す線図である。先に述べた、温度差式の出力 q_2 は流れの方向に応じて出力が符号付きで得られる。これに対し、直熱式の出力 q_1 は流れの方向に対して符号が付かない。しかしながら、この場合特に【式1】においてパラメータ a_1 、 b_1 により、高流量側で温度差式の出力 q_2 を超え、 q_2 のゼロ点と、 q_1 のゼロ点を一致させるように感度を調整する。また、温度差式の出力 q_2 の符号を判定することで、流量がマイナスの場合に直熱式の出力 q_1 に符号を付けた出力 $-q_1$ を準備する。

低流量側の感度と高流量側の感度を両立するために、温度差式の出力 q_2 と直熱式の出力 q_1 とを大小判定する。これは、例えば流量がプラスの場合には大きい方を、流量がマイナスの場合は小さい方を選択するといった条件判定により実現される。この場合は、次の様になる。

$$q_1 > 0, q_2 > q_1 \quad q_3 = q_2 \dots \dots \dots \text{【式6】}$$

$$q_1 > 0, q_1 > q_2 \quad q_3 = q_1 \dots \dots \dots \text{【式7】}$$

$$q_1 \leq 0, -q_2 \leq -q_1 \quad -q_3 = -q_2 \dots \dots \dots \text{【式8】}$$

$$q_1 \leq 0, -q_1 < -q_2 \quad -q_3 = -q_1 \dots \dots \dots \text{【式9】}$$

ここで、マイナスは符号付きを現している。パラメータを最適化することにより、流量に応じて選択した流量出力 q_3 は、切り替え時の段差の少ない滑らかな曲線を得ることも出来る。また、判定演算により先の【式3】に示すような乗算処理を省くことができる。

本実施例によれば、特に出力特性 f_1 、 f_2 が異なり、かつ符号無し of 出力と符号付きの出力といった符号の異なる特性であっても、デジタル的な補正及び判定手段により感度補正ができ、簡単に性能が向上するといった効果がある。

図8は、吸気温度による誤差と特性補正の一例を示す線図である。特に出力特性 f_1 、 f_2 が異なる特性を組み合わせる用いた場合の温度特性の改善を図るものである。常温時に対して吸気温度が変化した場合の出力誤差を考えると、直熱式の出力 f_{t1} は吸気温度に応じて加熱温度も上昇するため吸気温度に対してプラスの温度特性を持ちやすい傾向がある。これに対し、温度差式の出力 f_{t2} は定電圧で駆動した場合マイナスの温度特性を持ちやすい傾向がある。これらの温度特性の中で直熱式の出力 f_{t1} は、ブリッジ内の温度補償抵抗17の変更により特性を変えることができる。しかしその場合では、必ずしも温度特性が一様でないため調整が複雑となる。これに対し、デジタル的に演算補正をすることで、各特性の温度に対する誤差の割合を変えることで温度特性を改善が容易に可能となる。

これは、先に述べた【式1】【式2】において吸気温度に対する変化の割合に応じて、各パラメータを設定することで可能となる。例えば、直熱式の出力 f_{t1} が温度差式の出力 f_{t2} よりも極性が逆で2倍大きいとすると、【式1】【式2】のパラメータを調整し、温度特性が逆となる特性 q_{t1} 、 q_{t2} を得る。これを【式3】を用いて演算することで、吸気温度特性の良好な特性 q_{t3} を得ることが出来る。【式1】のパラメータは例えば次のように吸気温度 T_a に対して補正される。

$$a1=c1 \cdot Ta+d1 \dots \dots \dots \text{【式10】}$$

$$b1=c2 \cdot Ta+d2 \dots \dots \dots \text{【式11】}$$

本実施例によれば、特に出力特性 f_1 、 f_2 が異なり、かつ温度特性が異なる特性であっても、デジタル的な補正手段を用いることで温度特性性能が向上するといった効果がある。

図9は、流量による誤差と特性補正の一例を示す線図である。特に出力特性 f_1 、 f_2 が異なる特性を組み合わせる用いた場合の流量依存特性の改善を図るものである。これは、流量に応じた出力の基本特性に対して周囲温度や、素子のバラツキ等による変動の具合を示す。一般に、直熱式の出力 f_{e1} 、温度差式の出力 f_{e2} 共に低流量側での誤差が大きくなる。これは、相

対的な誤差であるため流量が小さくなるほど変動に対する許容量が減り、見かけ上の変動が同じでも誤差の割合が増加するためである。この様な場合でも、先の吸気温度の補正と同様にパラメータを調整することで、流量依存性が改善される。例えば、直熱式の出力 f_{e1} が温度差式の出力 f_{e2} の誤差がに対して、流量依存性が最小となる特性 q_{e1} 、 q_{e2} を得る。これを【式3】を用いて演算することで、流量依存性の良好な特性 q_{e3} を得ることが出来る。【式1】のパラメータは例えば次のように直熱式の出力 f_1 に対して補正される。

$$a1 = g1 \cdot f1 + h1 \cdot \dots \dots \dots \text{【式12】}$$

$$b1 = g2 \cdot f1 + h2 \cdot \dots \dots \dots \text{【式13】}$$

これまで述べた、各特性に対して最適なパラメータを予め計算し各センサに最適なパラメータを用いてデジタル的な補正を施すことで、感度が最適で吸気温度特性、流量依存性が良好な空気流量計を得ることが可能となる。

本実施例によれば、特に出力特性 f_1 、 f_2 が異なるセンサを用いて、各使用条件に対してデジタル的な補正手段を用いて最適化を図ることで、感度が最適で吸気温度特性、流量依存性が良好な空気流量計を低コストで得ることができるといった効果がある。

特に出力特性 f_1 、 f_2 の異なる特性のセンサを用いた場合にデジタル的な演算手段によりより感度向上が図られ、また感度補正のための変数が少なくなり調整が簡素化されるといった顕著な効果がある。同時に、流量の流れの向きに応じて感度補正、温度補正が容易となり性能が向上するといった効果がある。更に、空気流量測定精度が向上するので、自動車のエンジン制御に用いる際にはエンジンの排ガスを低減できる効果がある。

(実施例2)

図10は本発明の熱式空気流量計の駆動回路図である。これは、先の図1に対してデジタル補正回路220内の基準電圧を外部に設けた場合の構成の一例である。熱線駆動回路1は電源101に接続され空気流量に応じた出力する。電源回路5も同様に、電源101に接続され基準電圧回路51により

電圧 V_{ref3} を発生する。この電圧 V_{ref3} はデジタル補正回路220、温度検出抵抗体211d、211e、211f、211gによるブリッジ回路の電源として供給される。

本実施例においては、この温度検出抵抗体211d、211e、211f、
5 211gのブリッジ中点の電位 V_{b1} 、 V_{b2} は、抵抗32、33、34、35、36、37と、差動増幅器31によりオフセット電圧 V_{off} を基準として増幅された温度差電圧 V_{b3} として、デジタル補正回路220のアナログ・デジタル変換器221cに入力する。

また、先の発熱抵抗体211aを流れる電流を抵抗13で電圧に変換することにより得た電圧信号 V_2 と、熱線駆動回路1のブリッジ回路の印可電圧 V_1 を抵抗212、213で分圧した電圧 V_{r1} を、同様にデジタル補正回路220のアナログ・デジタル変換器221cに入力する。アナログ・デジタル変換器221cは、基準電圧回路51により発生した電圧 V_{ref3} を基準とし、流量に応じた電圧値をデジタル値に変換して読み取りデジタル量として演算により調整し、デジタル・アナログ変換器224の出力電圧 V_{out} としてエンジンコントロールユニット等に信号を送るものである。
10

ここでデジタル・アナログ変換器224は、基準電圧回路51により発生した電圧 V_{ref3} と、外部電圧 V_{cc} をスイッチ225bにより切り替え可能な構成としている。これは、アナログ値でインターフェイスする場合の基準を自由に選択するためであり、接続されるコントロールユニット側のアナログ・デジタル変換器の基準電圧と、外部から供給される電圧 V_{cc} が同様もしくは、同期して変動する場合は電圧 V_{cc} 基準とし、コントロールユニット側とは関連性がない場合は独立した基準電圧 V_{ref3} を選択し、対応するコントロールユニットによって対応が容易でアナログインターフェイスのアンマッチングによる誤差の少ない構成としたものである。
20
25

ここでアナログ・デジタル変換器221a、221bは、入力が多数となるため一つのアナログ・デジタル変換器をスイッチで切り替えて使う様な構成とすることが望ましい。変換スピードを確保し、かつ回路規模を小さ

くするには例えば逐次比較型のアナログ・デジタル変換器を用いればよい。その場合、アナログ・デジタル変換器 2 2 1 c はグランド基準に入力可能な構成であり、プラスのアナログ入力に対して符号無しのデジタル信号に変換するような構成となる。

- 5 図 1 1 は双方向の空気流量に対するセンサ出力電圧特性演算補正の一例を示す線図である。デジタル補正回路 2 2 0 を、以上の様な構成とすることで先の実施例と同様に出力の感度が向上し、調整の容易な空気流量計をより小さな回路規模で得ることができる。先に説明した、発熱抵抗体 2 1 1 a を流れる電流を抵抗 1 3 で電圧に変換することにより得た電圧信号 V 2 の流量
10 に対する出力特性を f 1 とし、温度検出抵抗体 2 1 1 d、2 1 1 e、2 1 1 f、2 1 1 g のブリッジ中点の電位 V b 1、V b 2 をオフセット電圧 V o f f を基準として増幅した温度差電圧 V b 3 の流量に対する出力特性を f 2 としている。

- ここで、出力特性を f 1 には電圧信号 V 2 の代わりにブリッジ回路の印可
15 電圧 V 1 を抵抗 2 1 2、2 1 3 で分圧した電圧 V r 1 を用いても構わない。V 2、V 1 の違いは温度特性の違いであり、抵抗 1 7 により温度特性が調整されるが V 2 よりも V 1 の方が温度依存性を小さくし易いという特徴がある。また、発熱抵抗体 2 1 1 a の両端の電圧を測定することで、発熱抵抗体 2 1 1 a の加熱温度 T h を計算でき、温度依存性を低減するために加熱温度 T
20 h を用いた温度補償を施すこともできる。この場合の各パラメータの演算は例えば次のようになる。

$$a1=c1\cdot Th+d1\cdots\cdots\cdots\text{【式 1 4】}$$

$$b1=c2\cdot Th+d2\cdots\cdots\cdots\text{【式 1 5】}$$

- 流量に対する出力特性を f 2 は、流れの方向に応じて出力が増減して得ら
25 れる。温度差式の出力 q 2 は、オフセットした流量 q 0 に対して流量がプラスの場合はプラスの出力で、流量がマイナスの場合はマイナスの出力となる。特に符号が付かないためオフセットした流量 q 0 を考慮した補正演算が必要となる。直熱式の出力 q 1 は流量がプラスの場合でも、マイナスの場合で

もプラスの出力のみで、流れの方向を考慮する必要が無い。

以上の様な符号無しのアフセットされた温度差式の出力 q_2 と、符号無し
の直熱式の出力 q_1 を用いた場合には、流れの向きを考慮した補正演算とす
る必要がある。

- 5 一例として、先の【式 1】 【式 2】 により出力特性 f_1 、 f_2 より、感度
補正された q_1 、 q_2 を得る。ここで流量がプラスの範囲を領域 a とし、そ
の場合の温度差式の出力を q_{2a} 、直熱式の出力を q_{1a} とし、流量がマイ
ナスの範囲を領域 b とし、その場合の温度差式の出力を q_{2b} 、直熱式の出
力を q_{1b} とする。これらを、乗算して得られる補正出力は流量により条件
10 を分離して行う。

$$q_2 > q_0 \quad q_3 = q_{1a} \cdot (q_{2a} - q_0) \quad \dots \dots \dots \text{【式 16】}$$

$$q_2 \leq q_0 \quad q_3 = q_0 - (q_{1b} \cdot (q_0 - q_{2b})) \dots \dots \dots \text{【式 17】}$$

- 図 12 は双方向の空気流量に対するセンサ出力電圧特性判定補正の一例を
示す線図である。図 12 に示すように、これはアフセットした流量及び、流
15 れの向きによる領域判定を用いて大小判定により感度補正を施すものである。
いずれも先の実施例と同様の効果が得られる。

- 本実施例によれば、特に出力特性 f_1 、 f_2 が異なり、かつ符号無しの出
力特性であっても、デジタル的に補正することで容易に符号付きの相当の
演算を実現でき、流量の流れの向きによらず感度補正ができ、性能が向上す
20 るといった効果がある。また、これを実現するためのデジタル補正回路 220
の構成が簡単になるため、汎用性のあるマイクロコンピュータを用いても
達成が容易であるといった効果がある。

(実施例 3)

- 図 13 は本発明の熱式空気流量計の駆動回路図である。図 13 に示すよう
25 に外部電圧 V_{cc} をアナログ・デジタル変換器 221c に直接入力して、
外部電圧に対する依存性の演算をデジタル補正回路 220 の中で演算しても
、これまでと同様の効果が容易に得られる。また、温度補償抵抗 211c の
両端電圧を入力することで吸気温度が計算でき、吸気温度の補正及び吸気温

度の出力に用いることができる。本実施例ではディジタル・アナログ変換器 224b を設け吸気温度のアナログ出力を実現している。本実施例によれば、チャンネル数の多いアナログ・ディジタル変換器を用いることで、より高精度にかつ高機能な空気流量計を得ることができる。

5 (実施例4)

図14は本発明の熱式空気流量計の駆動回路図である。図14に示すようにブリッジ電圧V1を分圧して検出する際、分圧抵抗の片方を、温度補償抵抗211cと同様の温度係数を持つ抵抗体211hや、サーミスタ等を用いることで、V1出力の温度特性を別途改善することも可能となる。この様に
10 することで、温度検出抵抗体211d、211e、211f、211gの温度特性に対し、より汲め細かく温度依存性をあらかじめ所望の特性に改善できる。分圧抵抗の配置を変えれば、温度特性の方向性（プラス温度特性か、マイナス温度特性か）も変えることができる。また、吸気通路内に配置された温度補償抵抗体211hに対し、分圧抵抗213をディジタル補正回路220
15 内部、もしくはディジタル補正回路220が実装された基板内に配置され、基板温度を検出するために所望の温度係数を持つ抵抗体とすることで、基板温度の影響も低減することが可能となる。

図15は吸気温度に対する各抵抗体の温度依存性を示す線図である。図に示すように、本来の直熱式の温度特性vt1に対し、温度補償抵抗体211hにより特性を改善したvt aを得る。これに対し、基板温度を補償したvt mにより吸気温度、基板温度を補償した出力vt 3を得ることができる。
20

以上の結果をディジタル補正回路220の中で演算することで、温度特性の良好な出力をえることができる。本実施例では吸気温度に依存した抵抗体211hを設け吸気温度の補償をあらかじめ施すことで、チャンネル数の少ないアナログ・ディジタル変換器を用いても、温度特性の良好な空気流量計を得ることができる。
25

(実施例5)

図16は、演算補正と出力切り替え出力の一例を示す回路図である。本発

明の入出力のソフトウェア処理を説明する。図16は、アナログデジタル変換処理311a、311bにより得た信号f2、f1を、先の実施例で説明したようにデジタル演算補正処理312によりパラメータa1、a2、b1、b2等を用いて特性を改善した信号q3を得る。この信号q3を空気
5 流量変換処理313aにより空気流量に変換した信号qv3を得る。ここで、例えばこの空気流量は電圧一流量変換マップと呼ぶテーブルにより電圧を流量に変換したものである。この、電圧一流量変換マップと呼ぶテーブルはセンサ毎に個別に用意するものであってもよいし、代表特性を用いてセンサ毎に個別に補正テーブルを別途用意するものであってもよい。これらは、一
10 度以上の書き込みが可能で電源がなくても記録が保持されるPROMと呼ぶ記憶素子等々に記録される。

本実施例において、信号に関しては演算後の信号q3、空気流量に変換された信号qv3を外部からの信号により切り替え可能なソフトスイッチ316aで切り替え、出力に関してはパルス変換処理314により周波数に変換
15 された出力fout、デジタル・アナログ変換処理315された電圧値Voutをソフトスイッチ316b、316cにより切り替えることで図17に示すような出力を任意に得ることが可能となる。これは、デジタル化することにより容易に実現できるものであり、複数の出力インターフェイスを一つのデジタル補正回路220により実現することで部品の共通化が図られ
20 低コスト化が可能となる効果がある。

(実施例6)

図18は、演算補正と出力切り替え出力の一例を示す回路図である。別の入出力のソフトウェア処理を説明する。図18は、アナログデジタル変換処理311a、311bにより得た信号f2、f1を、個別に図19に示す
25 ような電圧一流量変換マップと呼ぶテーブルにより電圧を流量に変換する。これは、二つの信号の特徴が異なるため、別々にテーブルを用意するものである。個別に空気流量変換処理313b、313cにより変換された信号qv2、qv1は、演算処理312により先の実施例のように出力の感度を補

償した信号 q_v3 を得、パルス変換処理 314 によりデジタル信号をパルス信号のデューティに変換する。これを、外部からの信号により切り替え可能なソフトスイッチ 316d で複数の異なる特性をもったフィルタ 317a, 317b、フィルタなし等を切り替え、パルス出力もしくは平滑されたアナログ信号を得ることが可能となる。特に、フィルタの特性を用途に応じて変えることで高精度なアナログ出力を得ることも可能となる。一般的に、このようなパルスをフィルタ変換した場合は、精度と応答性の関係がトレードオフとなるため、応答性を要求する場合や、精度を要求する場合でもデジタル化により容易に対応が可能となる。図 20 に出力特性の一例を示すが、流量に対しての出力信号をデューティ α 、出力電圧ともに同様な直線化した出力を得ることができる。以上の結果により、低コストで高精度の出力を得ることができるという効果がある。

(実施例 7)

図 21 は、演算補正と空気流量変換後の切り替え出力の一例を示す回路図である。他別の入出力のソフトウェア処理を説明する。図 21 は、アナログデジタル変換処理 311a、311b により得た信号 f_2 、 f_1 を、個別に図 19 に示すような電圧—流量変換マップと呼ぶテーブルにより電圧を流量に変換する。これは、二つの信号の特徴が異なるため、別々にテーブルを用意するものである。個別に空気流量変換処理 313b, 313c により変換された信号 q_v2 、 q_v1 は、演算処理 312 により先の実施例のように出力の感度を補償した信号 q_v3 を得る。これを、外部からの信号により切り替え可能なソフトスイッチ 316e で 3 つの異なる空気流量を、デジタル・アナログ変換処理 315 された電圧値 V_{out} として得ることが可能となる。出力特性を図 22 に示す。また、演算処理 312 においては複数の補正パラメータを k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 ... を用意することで、2 つの流量信号 q_v2 、 q_v1 と演算後の出力 q_v3 の相互関係を調整できる。これは、出力の調整等において特に有効であり、容易にかつ精度よい調整が可能となる。一例を示すが、初期特性において異なる特性、異なる温度特性を

持つ信号 $q_v 2$, $q_v 1$ を先にソフトスイッチ 316e によりアナログ値として読み取り、補正パラメータ a_1 , a_2 , b_1 , b_2 , k_1 , k_2 , k_3 , k_4 を用いて補正後の信号 $q_v 3$ を得る。信号 $q_v 2$, $q_v 1$ がばらついたりした場合に特に、パラメータの抽出が容易になり、感度、温度
5 に対してより精度のよい信号を得ることができる。

これは特に、汚れ等により特性が変化するような場合に信号 $q_v 2$, $q_v 1$, $q_v 3$ を個別に得ることで、誤差の補正、再調整が容易になり長期的な特性を補償することができるようになる。本実施例においては、より高度な調整により高精度なセンサを低コストで提供することが可能となる。

10 以上の様なデジタル的な補正により感度が良好で精度の良い空気流量計を得ることで、自動車のエンジン制御における最適化が図られエンジンからの排ガスを低減できるといった効果がある。

本発明によれば、出力特性の異なる特性のセンサを用いデジタル化された信号を用いた演算手段により感度向上が図られ、また流体の流れの向きに応じた出力が得られ、それによる感度及び温度補正が容易な測定精度の高い熱式空気流量測定装置とその測定方法及び熱式空気流量計が得られる。更に、
15 以上のデジタル的な補正により感度が良好で精度の良い空気流量計を得ることで、自動車のエンジン制御の最適化が図られるので、エンジンからの排ガスを低減できる効果がえられる。

請 求 の 範 囲

1. 気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、該発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部に形成された測温抵抗体と、前記発熱抵抗体と測温抵抗体とから前記流体の流量に関係する少なくとも2つの信号を
5 出力する出力手段と、該出力された値を量子化する量子化手段と、前記量子化された信号に基づいて前記流量を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする熱式空気流量測定装置。
2. 気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、該発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部に形成された測温抵抗体と、前記発熱抵抗体と測温抵抗体とから前記流体の流量に関係する少なくとも2つの信号を
10 出力する出力手段と、該出力された値を量子化する量子化手段と、前記2つ以上の量子化された信号を少なくとも2つのパラメータを用いて演算する演算手段と、該演算された信号を合成して出力する合成出力手段とを備えたことを特徴とする熱式空気流量測定装置。
- 15 3. 気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、該発熱抵抗体の近傍に設けられた温度補償抵抗体により前記発熱抵抗体を定温度駆動し前記流体の流量に関する信号を出力する出力手段と、前記発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部の各々に形成された測温抵抗体間の温度差により前記流量に関する信号を出力する出力手段と、前記発熱抵抗体からの信号と
20 前記温度差による信号とを量子化する量子化手段と、該量子化された値を少なくとも2つのパラメータを用いて演算する演算手段と、該演算された値を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする熱式空気流量測定装置。
- 25 4. 気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、該発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部の各々に形成された測温抵抗体と、前記発熱抵抗体と測温抵抗体とから前記流体の流量に関係する少なくとも2つの信号を出力する出力手段と、該出力された値を量子化する量子化手段と、前記2つ以上の量子化された信号を少なくとも2つのパラメータを用いて演算する演算手段と、該演算された信号を合成して出力する合成出力手段とを備

え、前記流量に関係した少なくとも2つの信号は前記発熱抵抗体の発熱量及び前記上流部及び下流部に形成された測温抵抗体の温度差に関する信号であることを特徴とする熱式空気流量測定装置。

5 5. 気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、該発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部に形成された測温抵抗体と、前記発熱抵抗体と測温抵抗体とから前記流体の流量に関係する少なくとも2つの信号を出力する出力手段と、該出力された値を量子化する量子化手段と、前記量子化された信号に基づいて前記流体の流量と方向とを演算する演算手段とを備え、前記測温抵抗体は前記上流部及び下流部の各々に前記発熱抵抗体の長手
10 方向に沿って複数段に配置されていることを特徴とする熱式空気流量測定装置。

6. 請求項1～5のいずれかにおいて、前記量子化手段によって量子化された信号の少なくとも1つが、一次式以上の関数で表される複数のパラメータで調整され、該調整された複数の信号を各々乗算して出力することを特徴
15 とする熱式空気流量測定装置。

7. 請求項1～5いずれかにおいて、前記量子化手段によって量子化された信号の少なくとも1つが、前記一次式以上の関数で表される複数のパラメータで調整され、該調整された前記複数の信号の大小を判定して、前記信号の大きな方を出力することを特徴とする熱式空気流量測定装置。

20 8. 請求項6又は7において、前記量子化手段によって量子化された前記信号の少なくとも1つが、前記流体の流れの向きに関する符号であり、該符号の種類によって前記関数を選択し、前記信号に符号を付加して調整された信号により前記流体の複数の流れ方向を検知可能としたことを特徴とする熱式空気流量測定装置。

25 9. 請求項8において、前記量子化手段によって量子化される信号の少なくとも1つが、前記流体の流れ方向に対する基準点を有し、該基準点に対する信号の大小によって前記関数を選択し、前記信号に符号を付加して調整された前記信号を用いたことを特徴とする熱式空気流量測定装置。

10. 請求項1～9のいずれかにおいて、前記複数のパラメータの少なくとも1つが、温度に関する関数であることを特徴とする熱式空気流量測定装置。

5 11. 請求項1～10のいずれかにおいて、前記量子化手段によって量子化される2つ以上の信号を前記複数のパラメータと外部からの信号とにより調整可能としたことを特徴とする熱式空気流量測定装置。

12. 請求項1～11のいずれかにおいて、前記量子化手段は、量子化の基準となる基準電圧に対して独立して設定される複数の量子化手段から構成されることを特徴とする熱式空気流量測定装置。

10 13. 請求項1～12のいずれかにおいて、前記複数の量子化手段の少なくとも一つが差動入力を有する符号付きの量子化手段であることを特徴とする熱式空気流量測定装置。

14. 請求項1～13のいずれかにおいて、前記複数の信号の少なくとも一つが、温度補償抵抗体によりあらかじめ温度特性が付加されていることを特徴とする熱式空気流量測定装置。

15 15. 請求項1～14のいずれかにおいて、前記量子化した複数の信号を前記複数のパラメータで演算した後空気流量に変換したもので、外部信号により出力が選択可能なことを特徴とする熱式空気流量測定装置。

16. 請求項1～15のいずれかにおいて、前記量子化した複数の信号を予め空気流量に変換した後、パラメータで演算したもので、外部信号により出力が選択可能なことを特徴とする熱式空気流量測定装置。

17. 請求項1～16のいずれかにおいて、前記量子化した複数の信号を予め空気流量に変換した後、パラメータで演算した値及び空気流量に変換した個別の空気流量の値を、外部信号により出力が選択可能なことを特徴とする熱式空気流量測定装置。

18. 請求項15～17のいずれかにおいて、前記選択する出力が、空気流量に応じた量子化したデジタル値をアナログ変換したアナログ値又は前記デジタル値をパルス変換した周波数、又は前記デジタル値をPWMパルス

変換したデューティのいずれかであることを特徴とする熱式空気流量測定装置。

19. 請求項15～17のいずれかにおいて、前記選択する出力が、量子化したデジタル値をパルス変換後にアナログ変換する際のフィルタが選択可能であることを特徴とする熱式空気流量測定装置。

20. 気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、該発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部に形成された測温抵抗体とを備え、該測温抵抗体は前記上流部及び下流部の各々に前記発熱抵抗体の長手方向に沿って複数段に配置されていることを特徴とする熱式空気流量計。

21. 気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体と、該発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部に形成された測温抵抗体と、該測温抵抗体の上流側に設けられた温度補償抵抗体とを備え、前記測温抵抗体は前記流体の上流部及び下流部の各々に前記発熱抵抗体の長手方向に沿って複数段に配置されていることを特徴とする熱式空気流量計。

22. 請求項1～19のいずれかに記載の熱式空気流量測定装置、又は請求項20又は21に記載の熱式空気流量計を搭載したことを特徴とする内燃機関。

23. 気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体による発熱量に関する信号と、前記発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部の各々に前記発熱抵抗体の長手方向に対して複数段に形成された測温抵抗体の前記上流部及び下流部での温度差に関する信号と、前記温度差以外の前記流体の流れの差に応じた信号とに基づいて前記流体の流量及び方向を検出することを特徴とする熱式空気流量測定方法。

24. 気体の流体中に配置される少なくとも1つの発熱抵抗体による発熱量に関する信号と、前記発熱抵抗体の前記流体の上流部及び下流部の各々に複数段に形成された測温抵抗体の前記上流部及び下流部での温度差に関する信号と、前記温度差以外の前記流体の流れの差に応じた信号と、これらの前記信号を量子化して、該量子化された信号に基づいて前記流体の流量及び方

向を演算することを特徴とする熱式空気流量測定方法。

25. 請求項23又は24に記載の熱式空気流量測定方法により空気流量を測定することを特徴とする内燃機関の空気流量測定方法。

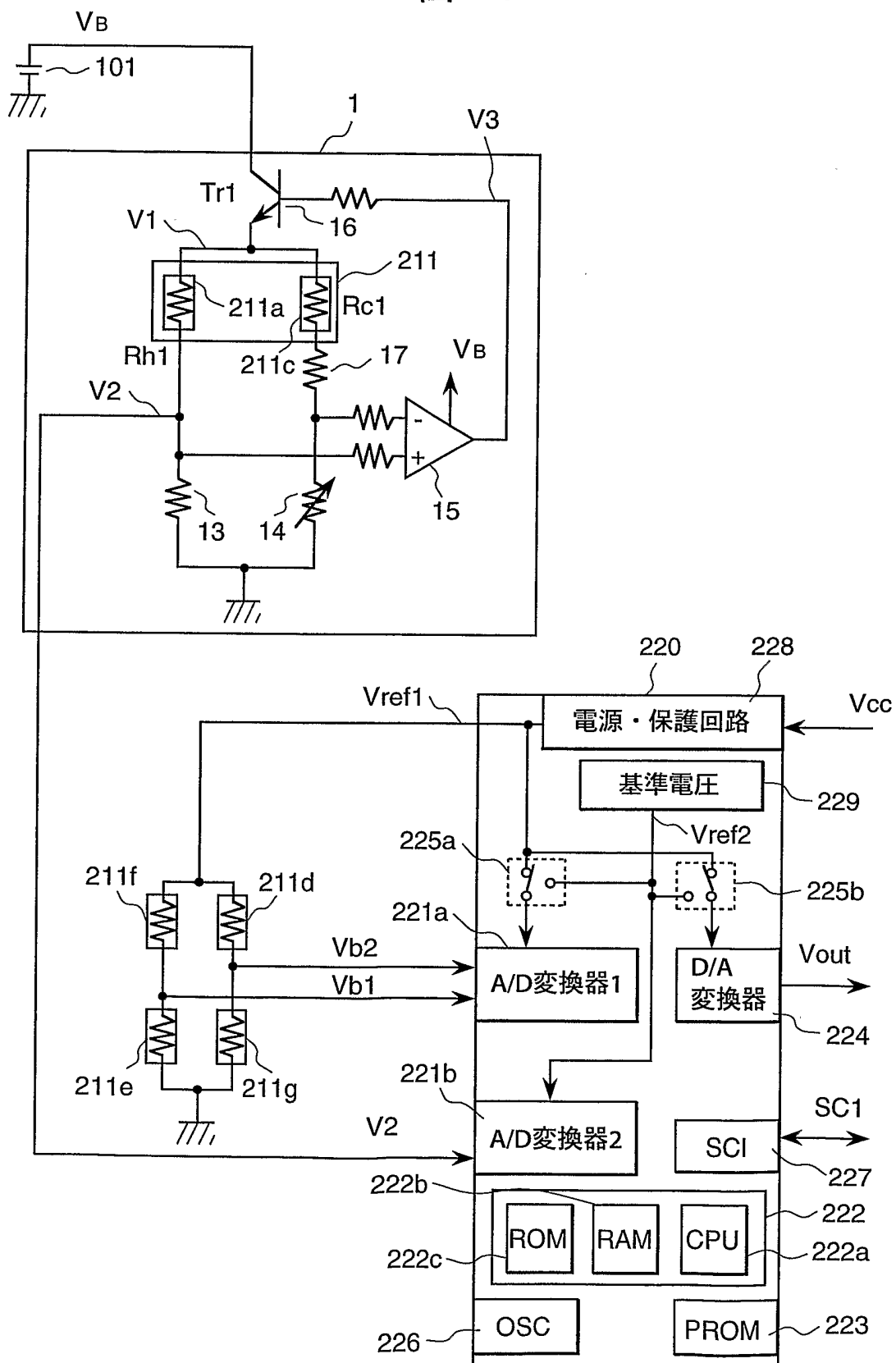


図 2

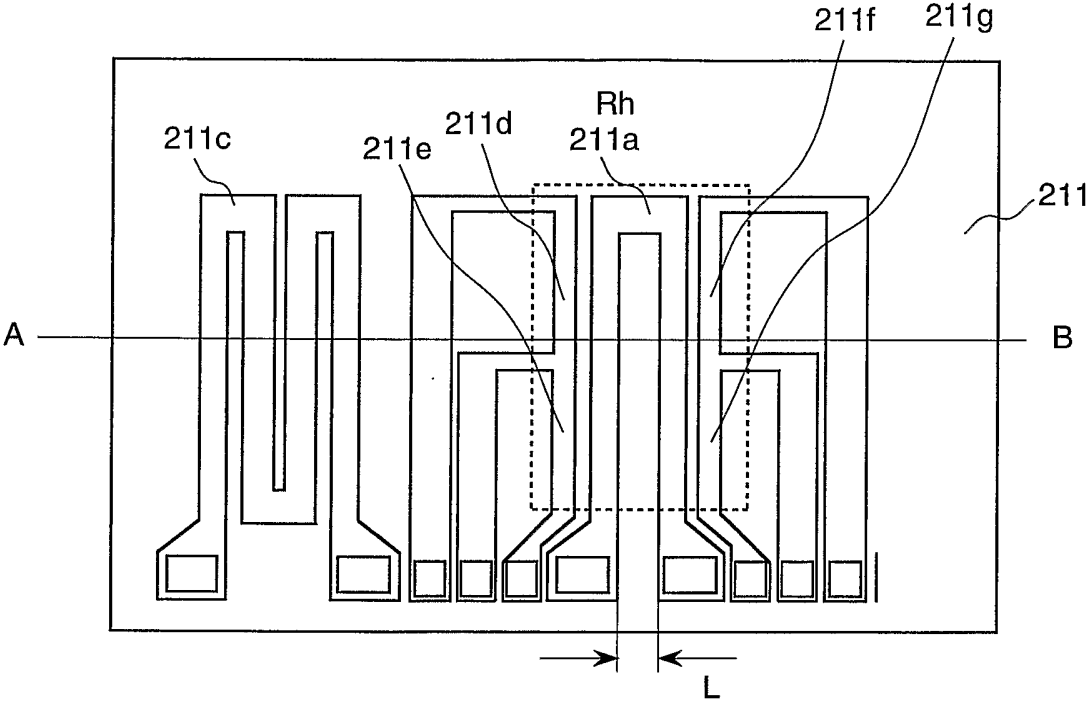
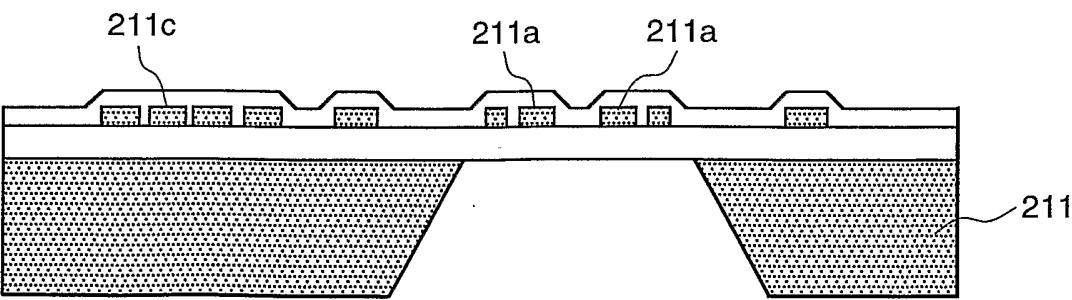


図 3



3 / 13

図 4

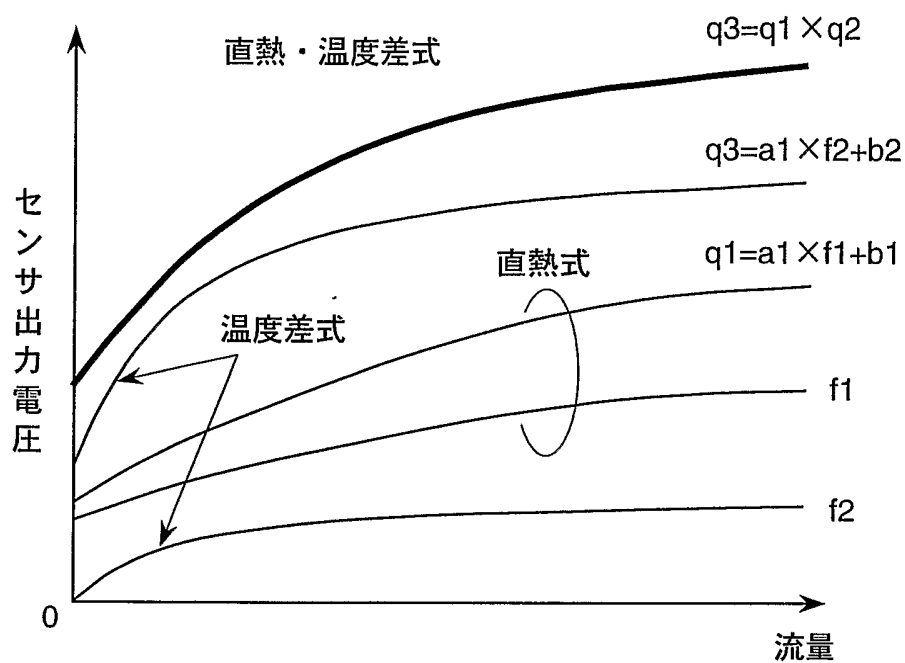


図 5

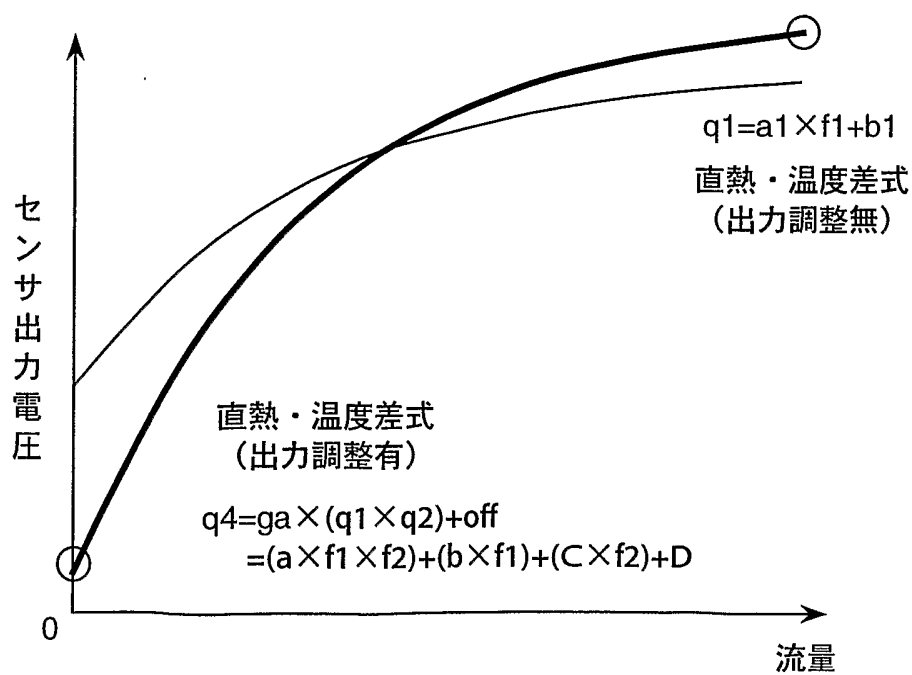


図 6

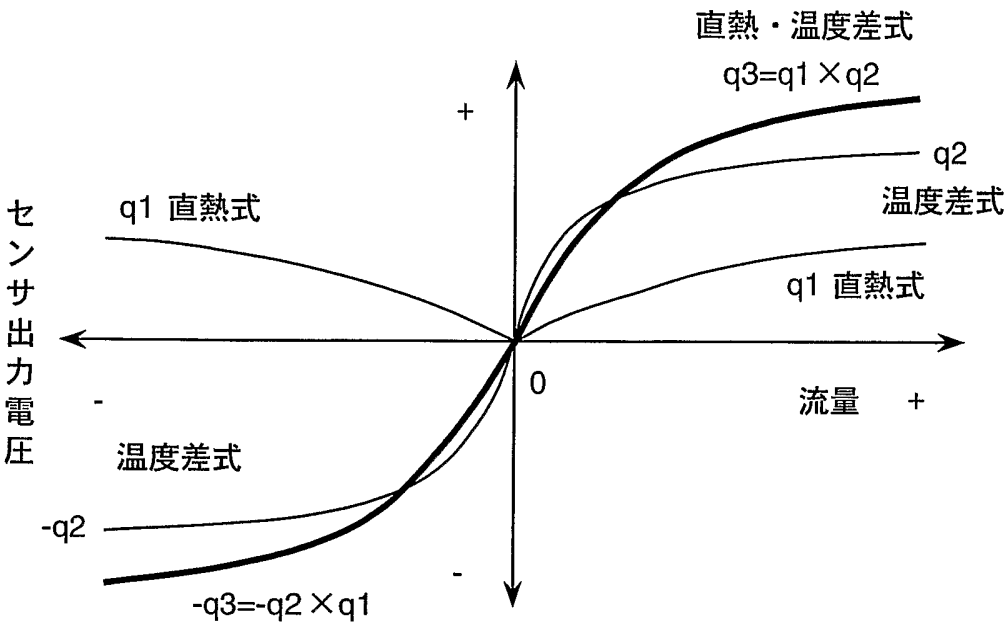


図 7

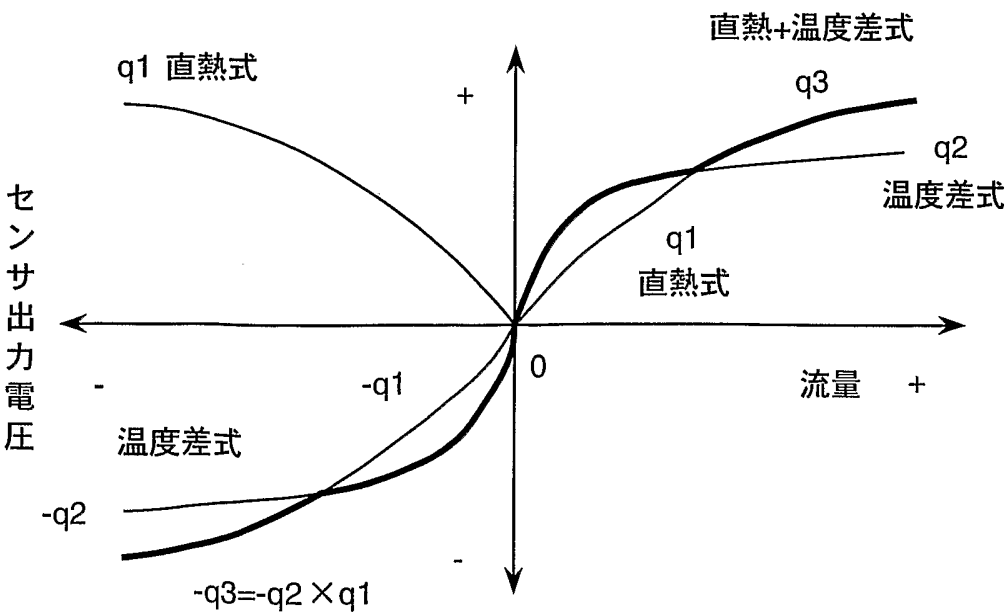


図 8

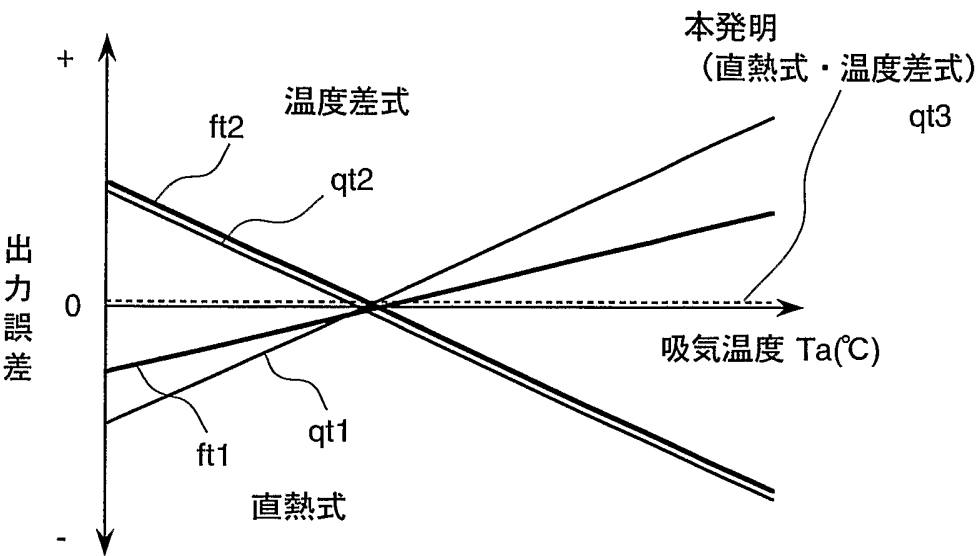


図 9

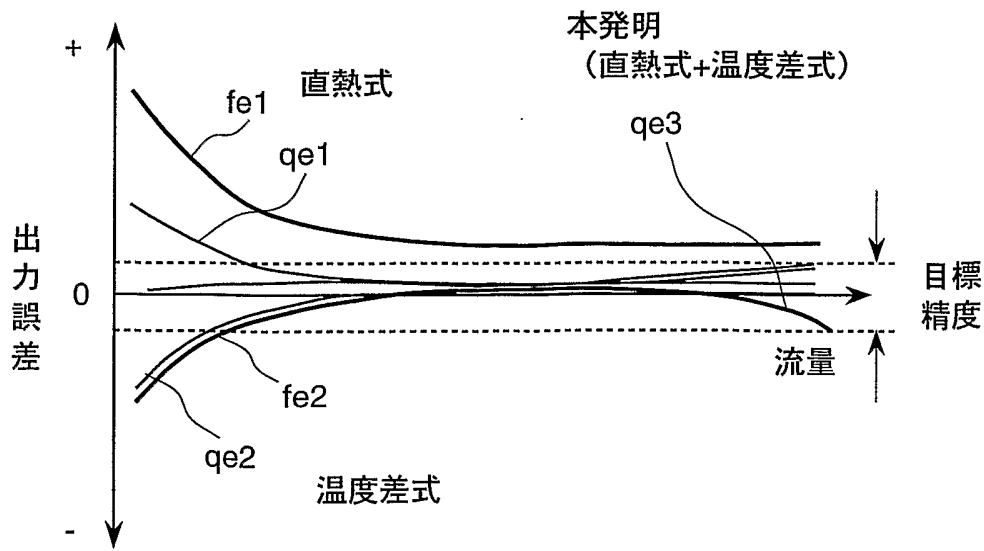
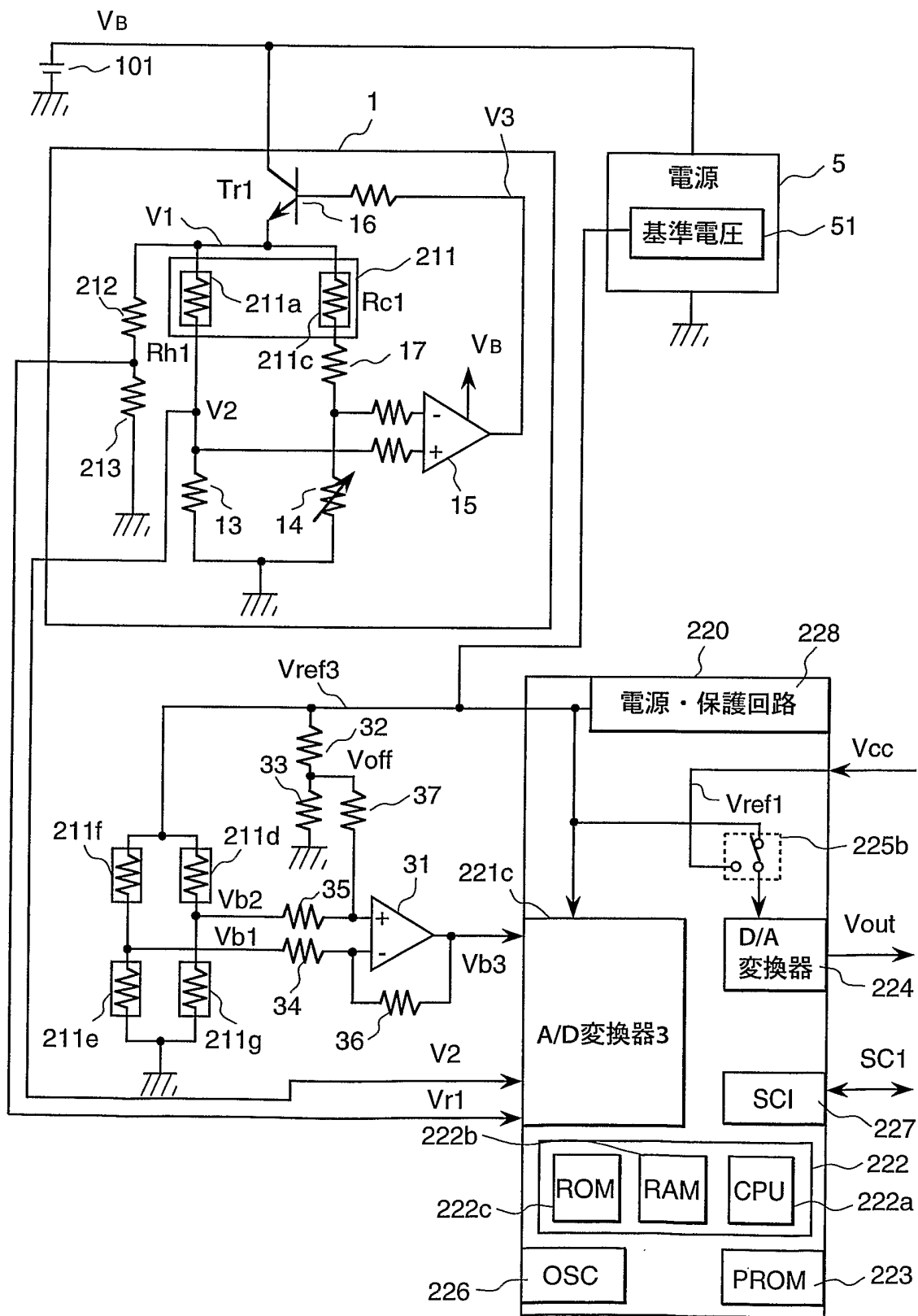


図 10



7 / 13

図 11

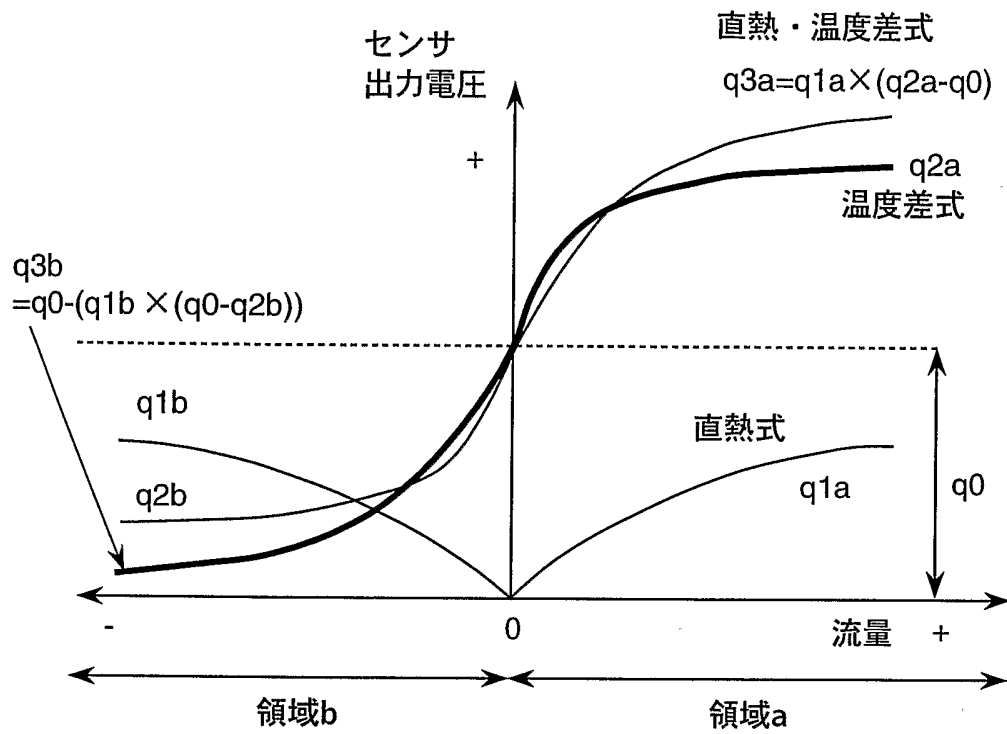


図 12

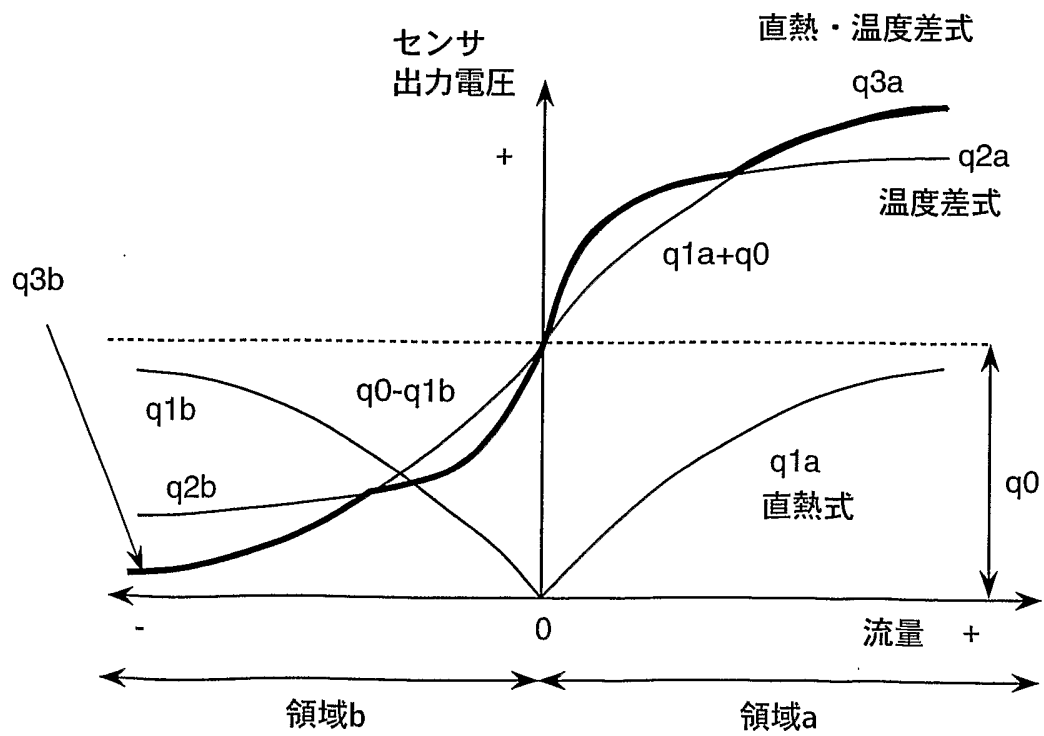


図 13

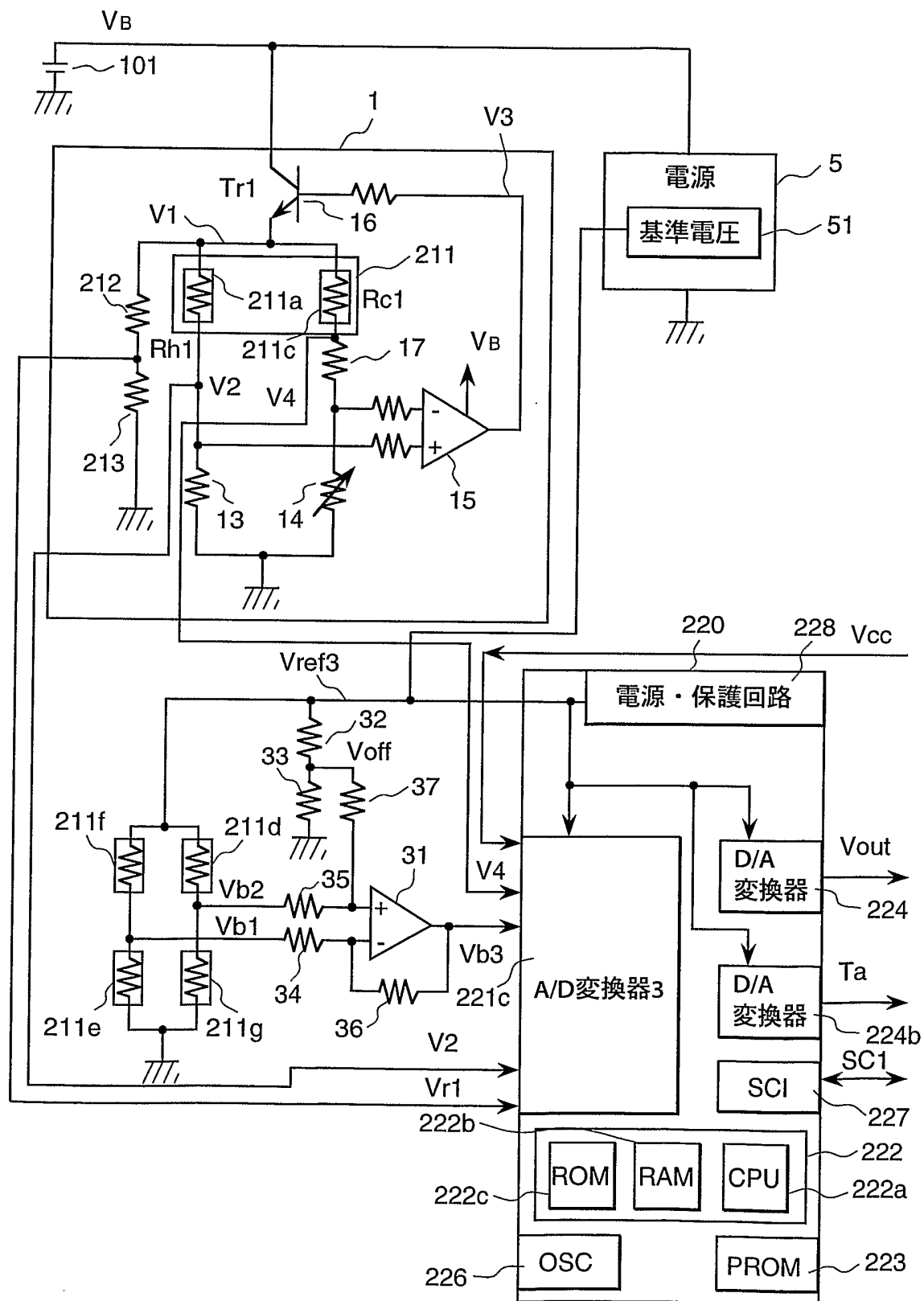


图 14

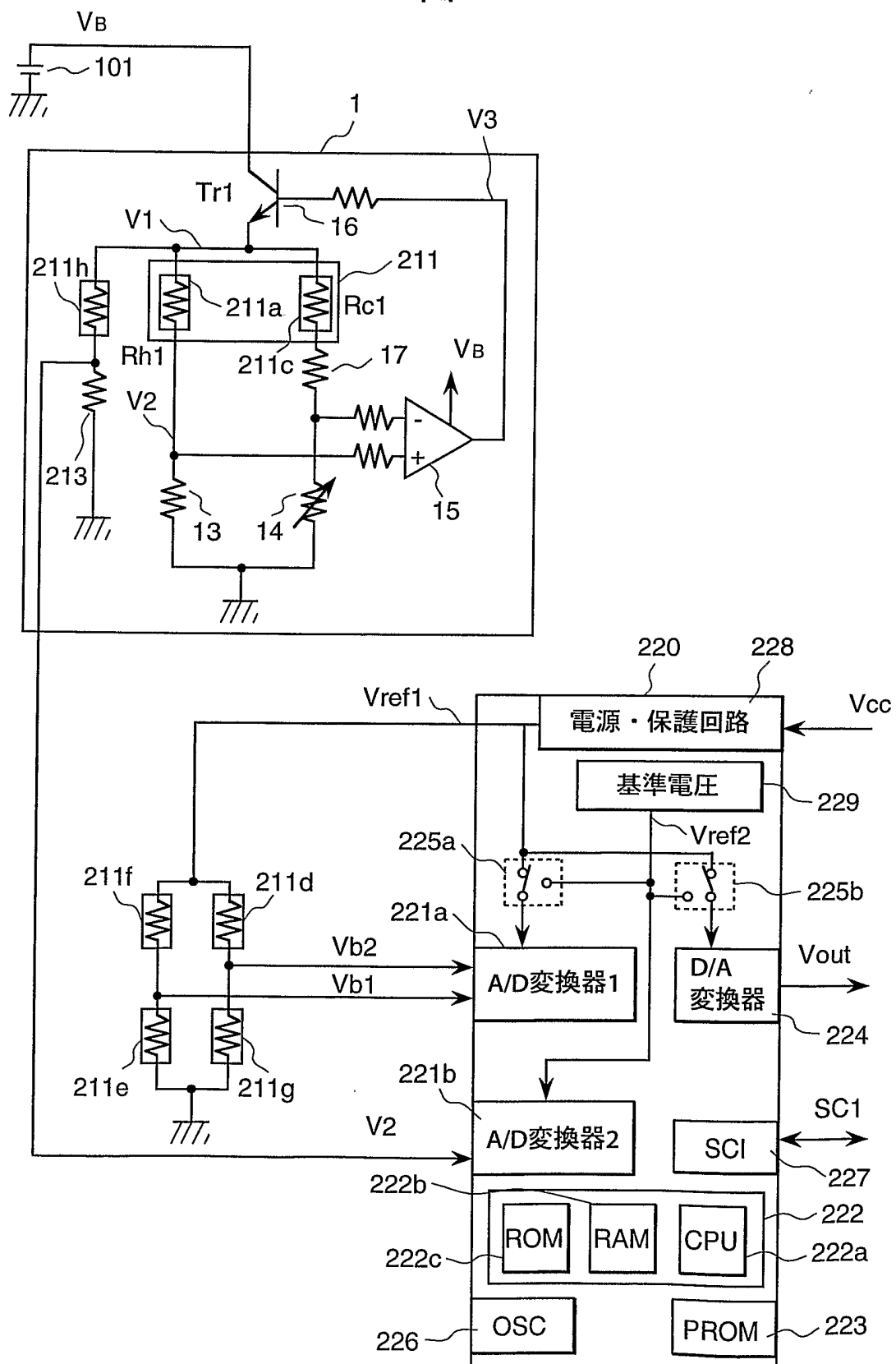


図 15

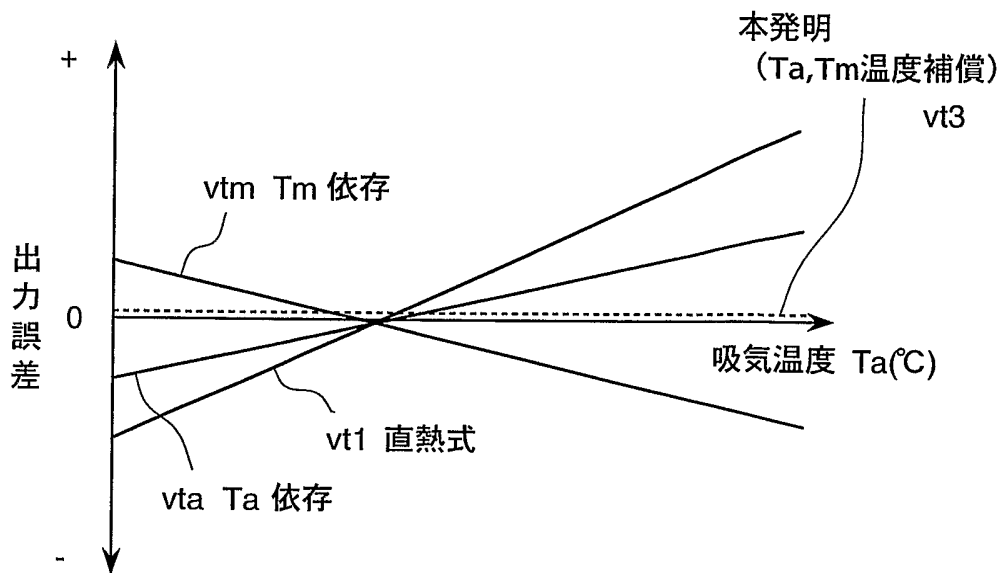


図 16

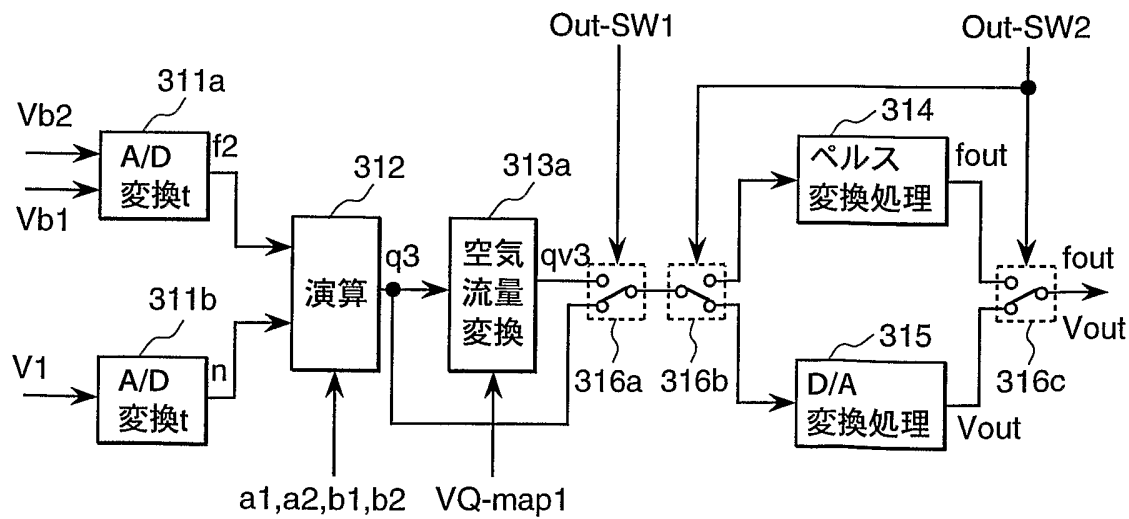


図 17

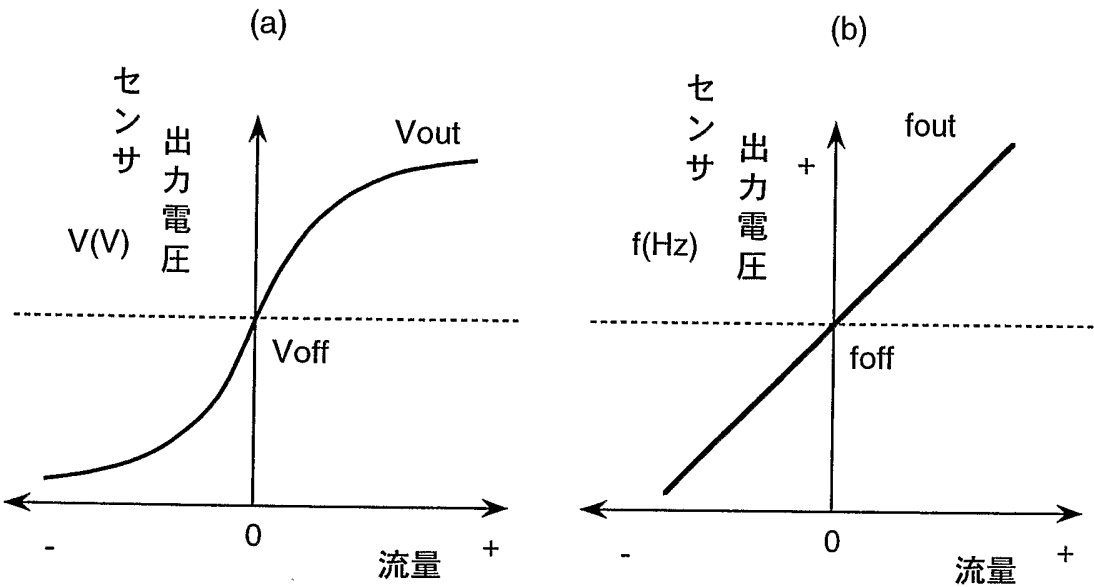


図 18

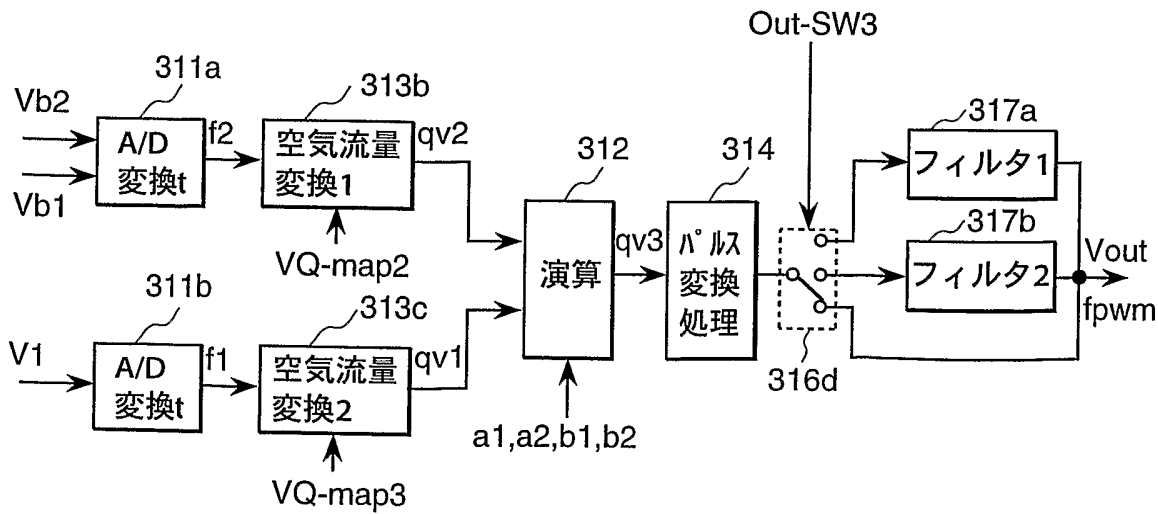


図 19

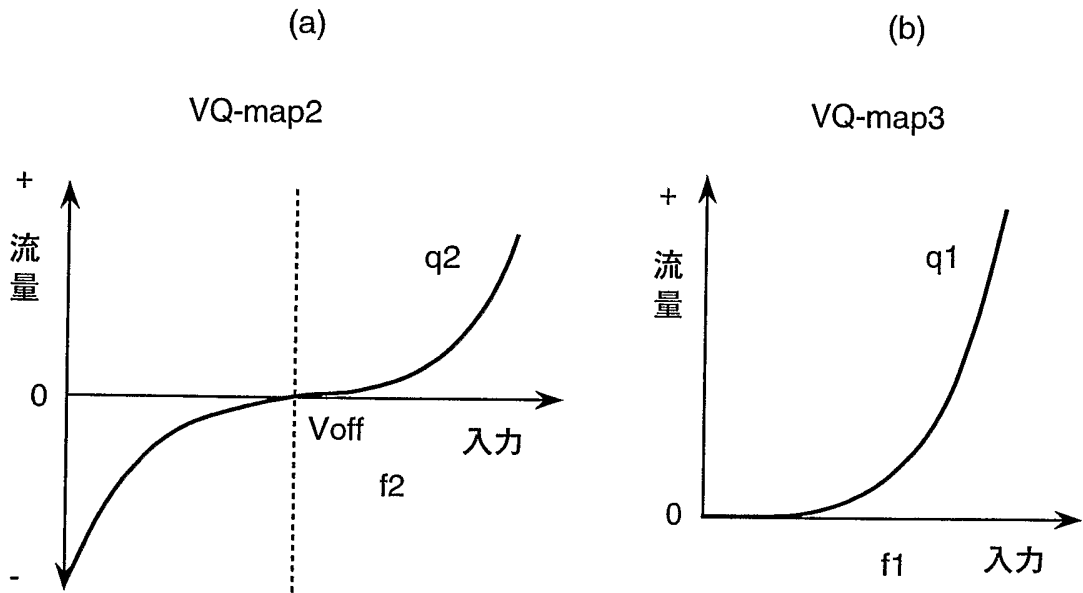


図 20

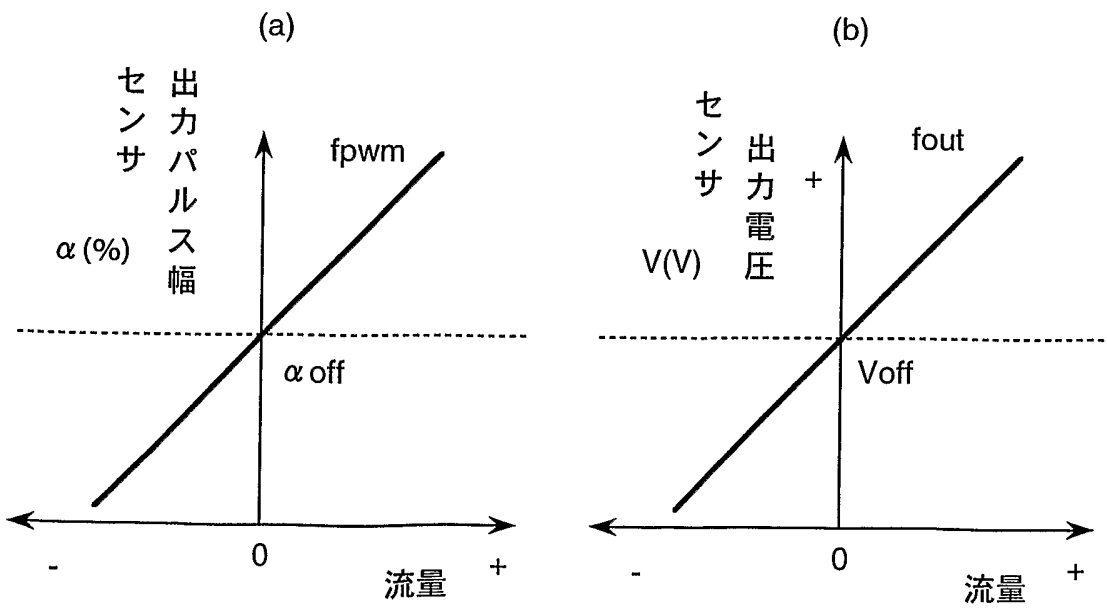


図 21

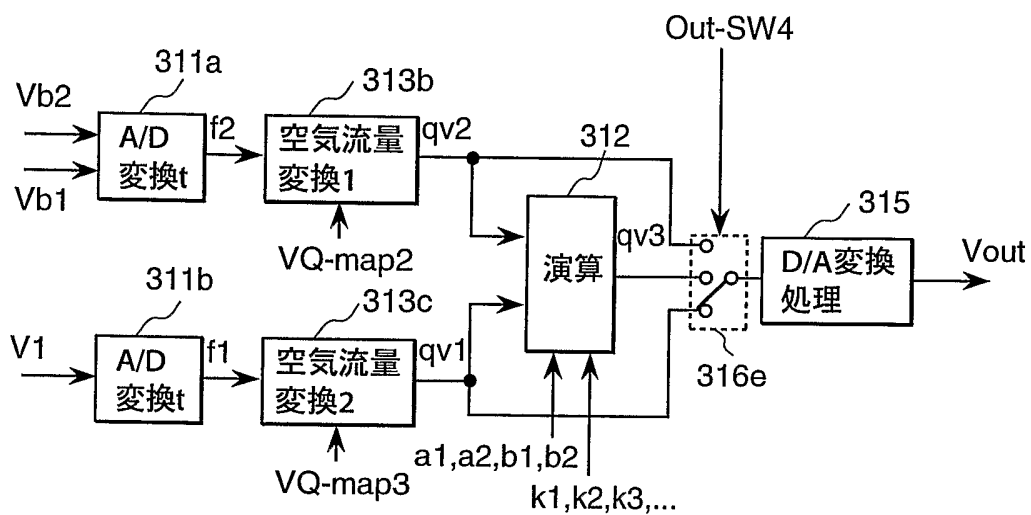
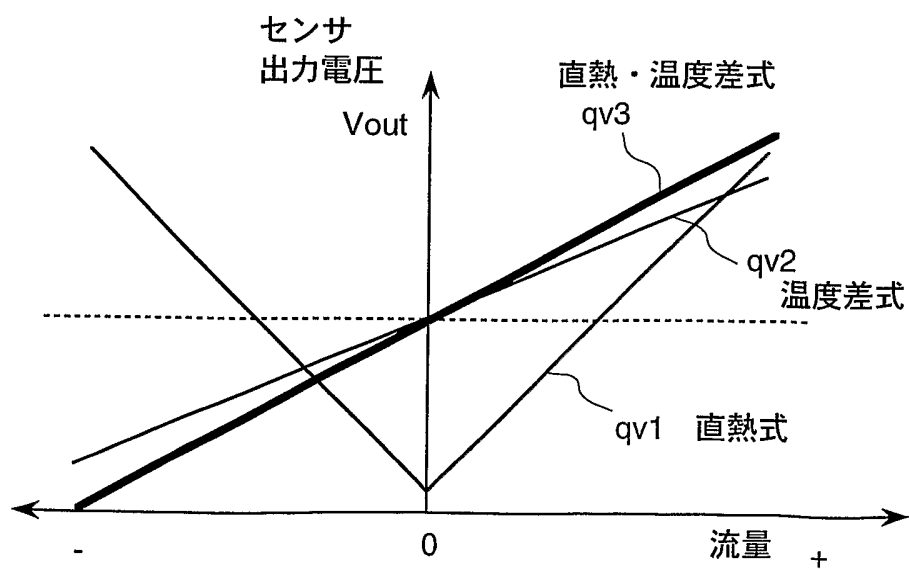


図 22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06479

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01F1/696, 1/698, 1/00, G01F7/00, G01F15/04

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.Cl⁷ G01F1/00-9/02, 15/00-15/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

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.
A	JP 8-166271 A (Unisia Jecs Corporation), 25 June, 1996 (25.06.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2000-146651 A (Hitachi, Ltd.), 26 May, 2000 (26.05.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 10-300544 A (Hitachi, Ltd., Hitachi Car Eng. Co., Ltd.), 13 November, 1998 (13.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-25

☐ 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 document 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
15 October, 2001 (15.10.01)Date of mailing of the international search report
23 October, 2001 (23.10.01)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. Cl⁷ G01F1/696, 1/698, 1/00, G01F7/00, G01F15/04

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. Cl⁷ G01F1/00-9/02, 15/00-15/18

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 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001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
A	JP 8-166271 A (株式会社エシジエックス) 25. 6月. 1996 (25. 06. 96) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2000-146651 A (株式会社日立製作所) 26. 5月. 2000 (26. 05. 00) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 10-300544 A (株式会社日立製作所, 株式会社日立カーエンジニアリング) 13. 11月. 1998 (13. 11. 98) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25

☐ 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

15. 10. 01

国際調査報告の発送日

23.10.01

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)

森口正治

2F

9403

電話番号 03-3581-1101 内線 3216