

(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
2013年5月30日(30.05.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/076842 A1

- (51) 国際特許分類:

<i>F02D 41/14</i> (2006.01)	<i>F02D 45/00</i> (2006.01)
<i>F01N 3/24</i> (2006.01)	<i>F02M 17/08</i> (2006.01)
<i>F02D 41/20</i> (2006.01)	<i>G01N 27/04</i> (2006.01)
<i>F02D 43/00</i> (2006.01)	<i>G01N 27/416</i> (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/077054
- (22) 国際出願日: 2011年11月24日(24.11.2011)
- (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): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 青木 圭一郎(AOKI, Keiichiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 高橋 英樹, 外(TAKAHASHI, Hideki et al.); 〒1600007 東京都新宿区荒木町20番地 インテック88ビル5階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

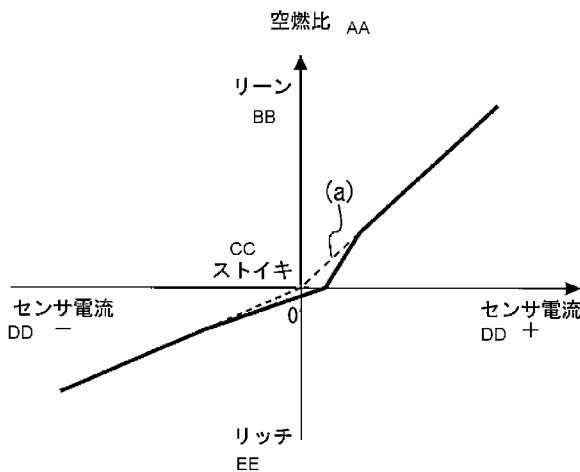
添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: AIR-FUEL RATIO DETECTION DEVICE AND AIR-FUEL RATIO DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 空燃比検出装置及び空燃比検出方法

[図4]



AA Air-fuel ratio
 BB Lean
 CC Stoichiometric
 DD Sensor electric current
 EE Rich

(57) Abstract: In air-fuel ratio detection for: detecting the output of a downstream sensor (10), which is a limiting-current air-fuel ratio sensor arranged further downstream than a catalyst (6) on an exhaust route (4) of an internal combustion engine (2); and calculating the air-fuel ratio of exhaust gas downstream of the catalyst (6) in accordance with the output of the downstream sensor (10); the relationship between the output of the downstream sensor (10) and an air-fuel ratio calculated by a calculating means, when the output of the downstream sensor (10) is in a predetermined range that includes output corresponding to a theoretical air-fuel ratio, is shifted more to the rich side than the correspondence relationship between the air-fuel ratio and the output of an upstream sensor (10), which is a similar sensor to the downstream sensor (10), arranged further upstream than the catalyst on the exhaust route (4) of the internal combustion engine (2).

(57) 要約: 内燃機関(2)の排気経路(4)の触媒(6)より下流側に設置された限界電流式の空燃比センサである下流センサ(10)の出力を検出し、下流センサ(10)の出力に応じて、触媒(6)下流の排気ガスの空燃比を演算する空燃比検出に際し、下流センサ(10)の出力が、理論空燃比に応じた出力を含む所定範囲内にある場合、下流センサ(10)の出力と演算手段により演算される空燃比との関係は、内燃機関(2)の

排気経路(4)の触媒よりも上流側に設置される、下流センサ(10)と同様のセンサである上流センサ(10)の出力と空燃比との対応関係よりも、リッチ側にずれたものである。

WO 2013/076842 A1

明 細 書

発明の名称：空燃比検出装置及び空燃比検出方法

技術分野

[0001] この発明は空燃比検出装置及び空燃比検出方法に関する。更に具体的には、内燃機関の排気経路の触媒の下流に設置された空燃比センサの出力に基づき空燃比を検出する空燃比検出装置及び空燃比検出方法に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1には、内燃機関の排気経路の触媒の上流及び下流に、それぞれ空燃比センサが設置されたシステムが開示されている。このシステムでは、触媒の上流及び下流の各空燃比センサの出力に基づいてフィードバック補正係数が算出され、これを用いた空燃比フィードバック制御が実行される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本特開2005-248914号公報
特許文献2：日本特開2006-291893号公報
特許文献3：日本特開2006-002579号公報
特許文献4：日本特開2003-097334号公報
特許文献5：日本特開平11-093744号公報
特許文献6：日本特開2006-010583号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年の排ガス規制等により触媒は高い浄化性能を有するものとなっている。これに伴い、触媒の下流側に流出される排気ガス中の、空燃比センサが検出する成分の濃度は、非常に低いものとなっている。つまり、触媒下流側に配置される空燃比センサは、このように非常に低い濃度の排気ガスの空燃比を検出対象とすることとなる。従って、下流側の空燃比センサでは、例えば

、ごく微量の酸素リークが生じている場合にも、その影響を大きく受けて出力がずれることが考えられる。

[0005] 上記従来技術のように、触媒前後に配置された空燃比センサの出力に基づいてフィードバック補正係数を算出するような場合、下流側の空燃比センサに出力誤差が生じると、補正係数が正しく算出されず、空燃比フィードバック制御の精度が低下する。この点、ごく低濃度のガスを検出対象とする下流側の空燃比センサの出力からも、より正確に空燃比が検出されるシステムが望まれる。

[0006] 本発明は上記課題を解決することを目的とし、触媒下流の空燃比センサの出力に基づき、より正確に空燃比が検出されるよう改良した空燃比検出装置及び空燃比検出方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0007] この発明は、上記の目的を達成するため、本発明の空燃比検出装置であって、内燃機関の排気経路の触媒より下流側に設置された限界電流式の空燃比センサである下流センサの出力を検出する手段と、下流センサの出力に応じて、触媒下流の排気ガス空燃比を演算する演算手段と、を備える。この空燃比検出装置において、下流センサの出力が、理論空燃比に応じた出力を含む所定範囲内にある場合、下流センサの出力と演算手段により演算される空燃比との関係は、内燃機関の排気経路の触媒よりも上流側に設置される、下流センサと同様のセンサである上流センサの出力と空燃比との対応関係よりも、リッチ側にずれたものである。

[0008] あるいはまた、この発明は、上記の目的を達成するため、内燃機関の排気経路の触媒より下流側に設置された限界電流式の空燃比センサである下流センサの出力を検出し、下流センサの出力に基づいて、触媒下流の排気ガスの空燃比を演算する空燃比検出方法であって、下流センサの出力が、理論空燃比に対応する出力を含む所定範囲内にある場合、下流センサの出力と該出力に応じて演算される空燃比との関係は、内燃機関の排気経路の触媒よりも上流側に設置される、下流センサと同様のセンサである上流センサの出力と空

燃比との対応関係より、リッチ側にずれたものである。

[0009] なお、上流センサは、必ずしも、同一の内燃機関の排気経路に設置された触媒の上流側の空燃比センサを指すものではない。つまり「上流センサの出力と空燃比との対応関係」は、例えば、下流センサが、仮に触媒上流で用いられるとした場合の、出力と空燃比との対応関係であってもよいし、例えば、実際に同一又は他の内燃機関で用いられている上流センサが下流側センサと同様のセンサである場合に、その上流センサの出力から空燃比を演算する場合に用いられる、出力と空燃比との対応関係であってもよい。

[0010] また、本発明において、下流センサの出力と演算される空燃比との関係が、上流センサの出力と空燃比との対応関係よりもリッチ側にずれた、とは、下流センサの出力に応じて演算される空燃比が、上流センサの対応関係における該出力と同じ値の出力に対応する空燃比よりも、リッチ側の値となるようにずれたものであってもよい。

[0011] あるいは、本発明において、下流センサの出力と演算される空燃比との関係が、上流センサの出力と空燃比との対応関係よりもリッチ側にずれた、とは、下流センサの出力に応じて演算される空燃比と、上流センサの対応関係に基づいて上流センサの出力に応じて演算される空燃比とが同一であるとき、下流センサの出力の値が、上流センサの出力の値よりもリーン側の値となるようにずれたものであってもよい。

[0012] また、本発明の空燃比検出装置は、下流センサの素子部の温度を検出又は推定する手段を、更に備えるものとしてもよい。この場合、下流センサの出力が所定範囲内にある場合において、下流センサの出力と該出力に基づいて演算される空燃比との関係は、素子部の温度が高い場合、素子部の温度が低い場合よりもリッチ側にずれたものとしてもよい。なおここでは、下流センサの出力と演算される空燃比との関係が、素子部の温度が高くなるにつれて徐々にリッチ側の値となるようにシフトされているものであってもよい。あるいは、素子部の温度に対し複数の温度領域を設定し、下流センサの出力と演算される空燃比との関係が、素子部の温度がある温度領域にある場合に、

その温度領域よりも低い温度領域にある場合よりもリッチ側にずれているような、段階的なものであってもよい。

[0013] 本発明の空燃比検出装置は、内燃機関の排気経路に排出される排気ガス流量を検出又は推定する手段を、更に備えるものとしてもよい。この場合、下流センサの出力が所定範囲内にある場合において、下流センサの出力と該出力に基づいて演算される空燃比との関係は、排気ガス流量が少ない場合、排気ガス流量が多い場合よりも、リッチ側にずれたものとしてもよい。なおここでは、下流センサの出力と演算される空燃比との関係が、排気ガス流量が少ないほどリッチ側となるように徐々にシフトされているものであってもよい。あるいは、排気ガス流量に対して複数の領域を設定し、下流センサの出力と演算される空燃比との関係が、排気ガス流量がある領域にある場合に、その領域よりも少ない排気ガス流量の領域にある場合よりもリッチ側にずれているような、段階的なものであってもよい。

[0014] 本発明の空燃比検出装置は、内燃機関の排気経路に排出される排気ガス温度を検出又は推定する手段を、更に備えるものとしてもよい。この場合、下流センサの出力が所定範囲内にある場合において、下流センサの出力と該出力に基づいて演算される空燃比との関係は、排気ガス温度が高い場合、排気ガス温度が低い場合よりもリッチ側にずれたものとしてもよい。なおここでは、下流センサの出力と演算される空燃比との関係が、排気ガス温度が高くなるにつれて、徐々にリッチ側にシフトされているものであってもよい。あるいは、排気ガス温度に対して複数の領域を設定し、下流センサの出力と演算される空燃比との関係が、排気ガス温度がある温度領域にある場合に、その温度領域よりも低い温度領域にある場合よりもリッチ側にずれているような、段階的なものであってもよい。

[0015] また、本発明において、下流センサの素子部の温度、排気ガス流量、又は、排気ガス温度との関係において、出力と空燃比との関係が「リッチ側にずれている」とは、上記した通り、演算手段により下流センサの出力に応じて演算される空燃比が、上流センサの対応関係における該出力と同じ値の出力

に対応する空燃比よりも、リッチ側の値となるようにずれたものでもよいし、演算手段により下流センサの出力に応じて演算される空燃比と、上流センサの対応関係に基づいて上流センサの出力に応じて演算される空燃比とが同一であるとき、下流センサの出力の値が、上流センサの出力の値よりもリーン側の値となるようにずれたものであってもよい。

[0016] 本発明において、演算手段は、上流センサの対応関係と同様の関係に基づいて、下流センサの出力に応じた空燃比を演算する第1手段と、下流センサの出力が所定範囲内にある場合、演算された空燃比をリッチ側の空燃比となるように補正する第2手段とを備えるものとしてもよい。

[0017] このように、演算手段が補正する手段である第2手段を備えるものである場合、下流センサの素子部の温度を検出又は推定する手段を、更に備えるものとし、第2手段は、素子部の温度が高い場合、素子部の温度が低い場合よりも、該空燃比をリッチ側に補正するものとしてもよい。この場合において、第2手段によるリッチ側への補正量は、素子部の温度が高くなるにつれて徐々に大きくなるものであってよいし、素子部の温度に対して複数の温度領域を設定し、温度領域ごとに段階的に補正量が変化するようにしたものでもよい。

[0018] また、演算手段が補正する手段である第2手段を備えるものである場合、内燃機関から排出される排気ガス流量を検出又は推定する手段を、更に備えるものとし、第2手段は、排気ガス流量が少ない場合、排気ガス流量が多い場合よりも、該空燃比をリッチ側に補正するものとしてもよい。この場合において、第2手段によるリッチ側への補正量は、排気ガス流量が少なくなるにつれて徐々に大きくなるものであってもよいし、排気ガス流量に対して複数の温度領域を設定し、温度領域ごとに段階的に変化するようにしたものでもよい。

[0019] また、演算手段が補正する手段である第2手段を備えるものである場合、内燃機関から排気される排気ガスの温度を検出又は推定する手段を、更に備えるものとし、第2手段は、排気ガス温度が高い場合、排気ガス温度が低い

場合よりも、空燃比をリッチ側に補正するものとしてもよい。この場合において、第2手段によるリッチ側への補正量は、排気ガス温度が高くなるにつれて徐々に大きくなるものであってもよいし、排気ガス温度に対して複数の温度領域を設定し、温度領域ごとに段階的に補正量が増加するようにしたものでもよい。

[0020] 本発明において、演算手段は、下流センサの出力が所定範囲内にある場合に、該出力をリッチ側の値に補正する第3手段と、補正された出力に応じて、上流センサの対応関係と同様の関係に基づいて空燃比を演算する第4手段と、を備えるものとしてもよい。

[0021] また、演算手段が、補正手段である第3手段を備えるものである場合、下流センサの素子部の温度を検出又は推定する手段を、更に備えるものとし、第3手段は、素子部の温度が高い場合、素子部の温度が低い場合よりも、該出力をリッチ側に補正するものとしてもよい。この場合において、第3手段によるリッチ側への補正量は、素子部の温度が高くなるにつれて徐々に大きくなるものであってもよいし、素子部の温度に対して複数の温度領域を設定し、温度領域ごとに段階的に補正量が増加するようにしたものでもよい。

[0022] また、演算手段が、補正手段である第3手段を備えるものである場合、内燃機関から排出される排気ガス流量を検出又は推定する手段を、更に備えるものとし、第3手段は、排気ガス流量が少ない場合、排気ガス流量が多い場合よりも、該出力をリッチ側に補正するものとしてもよい。この場合において、第3手段によるリッチ側への補正量は、排気ガス流量が少なくなるにつれて徐々に大きくなるものであってもよいし、排気ガス流量に対して複数の温度領域を設定し、温度領域ごとに段階的に変化するようにしたものでもよい。

[0023] また、演算手段が、補正手段である第3手段を備えるものである場合、内燃機関から排気される排気ガスの温度を検出又は推定する手段を、更に備えるものとし、第3手段は、排気ガス温度が高い場合、排気ガス温度が低い場合よりも、該出力をリッチ側に補正するものとしてもよい。この場合におい

て、第3手段によるリッチ側への補正量は、排気ガス温度が高くなるにつれて徐々に大きくなるものであってもよいし、排気ガス温度に対して複数の温度領域を設定し、温度領域ごとに段階的に補正量が変化するようにしたものでもよい。

[0024] あるいは、この発明の空燃比検出方法では、まず上流センサの対応関係と同様の関係に基づいて、下流センサの出力に応じた空燃比を演算し、下流センサの出力が所定範囲内にある場合、演算された空燃比を、リッチ側に補正するものとしてもよい。

[0025] あるいは、この発明の空燃比検出方法では、まず、下流センサの出力が所定範囲内にある場合に、該出力をリッチ側の値に補正し、補正された出力に応じて、上流センサの出力と空燃比との対応関係と同様の関係に基づいて空燃比を演算するものとしてもよい。

[0026] この発明の空燃比検出方法は、下流センサの素子部の温度を検出又は推定し、下流センサの出力が所定範囲内にある場合に、下流センサの出力に応じて演算される空燃比を、素子部の温度が高い場合、素子部の温度が低い場合に該出力と同じ値の出力に応じて演算される空燃比よりも、リッチ側の値とするものであってもよい。なお、空燃比検出装置の場合と同様であるが、同じ出力に応じて演算される空燃比が、素子部の温度が高くなるにつれて徐々にリッチ側の値に徐々にシフトされているものであってもよいし、素子部の温度に対し複数の温度領域を設定し、温度領域ごとに段階的に、空燃比がリッチ側の値となるように設定されたものでもよい。

[0027] この発明の空燃比検出方法は、内燃機関の排気経路に排出される排気ガス流量を検出又は推定し、下流センサの出力が所定範囲内にある場合における、下流センサの出力に応じた空燃比を、排気ガス流量が少ない場合、排気ガス流量が多い場合に該出力と同じ値の出力に応じて演算される空燃比よりも、リッチ側の値とするものであってもよい。なお、空燃比検出装置の場合と同様であるが、同じ出力に応じて演算される空燃比が、排気ガス流量が少なくなるにつれて徐々にリッチ側の値にシフトされているものであってもよい。

し、排気ガス流量に対し複数の領域を設定し、この領域ごとに段階的に空燃比がリッチ側の値になるように設定されたものでもよい。

[0028] この発明の空燃比検出方法は、内燃機関の排気経路に排出される排気ガス温度を検出又は推定し、下流センサの出力が所定範囲内にある場合における、下流センサの出力に応じた空燃比を、排気ガス温度が高い場合、排気ガス温度が低い場合に該出力と同じ値の出力に応じて演算される空燃比よりも、リッチ側の値とするものでもよい。なお、空燃比検出装置の場合と同様であるが、同じ出力に応じて演算される空燃比が、排気ガス温度が高くなるにつれて徐々にリッチ側の値にシフトされているものであってもよいし、排気ガス温度に対し複数の領域を設定し、この領域ごとに段階的に空燃比がリッチ側の値となるように設定されたものであってもよい。

発明の効果

[0029] 空燃比センサが触媒下流側に配置される場合、空燃比センサの検出する排気ガスの濃度は、理論空燃比近傍では特に薄いものとなる。このため、理論空燃比近傍では、酸素リークによる極僅かな酸素濃度の変化の影響を受け、従来の空燃比センサの出力から求められる空燃比はリーン側にずれやすい。この点、本発明の空燃比検出装置及び空燃比検出方法であれば、空燃比が理論空燃比又はその近傍にある場合に、触媒下流側の空燃比センサの出力と空燃比との関係は、通常よりもリッチ側にシフトされる。これにより、酸素リークによる影響を相殺し、より正確な空燃比を得ることができる。

[0030] また、例えば、素子部の温度や、排気ガス温度が高くなることで、酸素リーク量が増大すると考えられる。このため、理論空燃比近傍における酸素濃度の変化の影響は、素子部の温度や排気ガス温度が高い場合ほど大きくなる。この点、本発明の素子部の温度や排気ガス温度が高い場合に、出力と空燃比との関係がリッチ側シフトされるものであれば、温度の違いにより異なるリーク量に対応して、そのリークの影響を相殺でき、より正確に空燃比を得ることができる。

[0031] また、例えば、排気ガス流量が大きくなるほど、下流側の空燃比センサ近

傍の排気ガス流量が多くなり、リークした酸素の影響は小さくなる。この点、本発明の排気ガス流量が少ない場合に、演算される空燃比がリッチ側にシフトされるものであれば、排気ガス流量の違いによる、リークした酸素の影響の大きさの違いが考慮され、より正確に空燃比を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の実施の形態1におけるシステムの全体構成について説明するための模式図である。

[図2]本発明の実施の形態1における空燃比センサの構成について説明するための模式図である。

[図3]本発明の実施の形態1における上流センサの出力と空燃比との関係について説明するための図である。

[図4]本発明の実施の形態1における下流センサの出力と空燃比との関係について説明するための図である。

[図5]本発明の実施の形態2における下流センサの出力と空燃比との関係について説明するための図である。

[図6]本発明の実施の形態3における下流センサの出力と空燃比との関係について説明するための図である。

[図7]本発明の実施の形態3における下流センサの出力と、吸入空気量と、空燃比との関係を定めたマップについて説明するための図である。

[図8]本発明の実施の形態3において制御装置が実行する制御のルーチンについて説明するための図である。

[図9]本発明の実施の形態4における下流センサの出力と空燃比との関係について説明するための図である。

[図10]本発明の実施の形態4における下流センサの出力と、温度と、空燃比との関係を定めたマップについて説明するための図である。

[図11]本発明の実施の形態4において制御装置が実行する制御のルーチンについて説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において、同一または相当する部分には同一符号を付してその説明を簡略化ないし省略する。

[0034] 実施の形態 1.

[本実施の形態のシステムの全体構成]

図 1 は、この発明の実施の形態におけるシステムの全体構成について説明するための模式図である。図 1 のシステムは車両等に搭載されて用いられる。図 1 において、内燃機関 2 の排気経路 4 には三元触媒 6 が設置されている。三元触媒 6 は内燃機関 2 から排出される一酸化炭素 (CO) 及び炭化水素 (HC) を酸化すると共に、窒素酸化物 (NO_x) を還元することにより、排気ガスを浄化する触媒である。

[0035] 排気経路 4 の三元触媒 6 より上流側には空燃比センサ 8 が設置され、排気経路 4 の三元触媒 6 より下流側には空燃比センサ 10 が設置されている。両空燃比センサ 8、10 は、共に限界電流式の 1 セル型の空燃比センサであり、排気ガス中に含まれるリーン成分 (NO_x、O₂ など) とリッチ成分 (CO、HC など) との成分濃度に応じた出力を発するセンサである。なお、本実施の形態 1 では、説明の簡略化のため、以下の実施の形態において、三元触媒 6 の上流側の空燃比センサ 8 を「上流センサ」、下流側の空燃比センサ 10 を「下流センサ」とも称することとする。

[0036] 図 1 のシステムは制御装置 12 を備えている。制御装置 12 は、内燃機関 2 のシステム全体を総合制御する。制御装置 12 の出力側には各種アクチュエータが接続され、入力側には空燃比センサ 8、10 等の各種センサが接続される。制御装置 12 は、各種センサ信号を受けて排気ガスの空燃比や機関回転数、その他内燃機関 2 の運転に必要な種々の情報を検出すると共に、所定の制御プログラムに従って各アクチュエータを操作する。なお、制御装置 12 に接続されるアクチュエータやセンサは多数存在するが、本明細書においてはその説明は省略する。

[0037] [本実施の形態の空燃比センサの構成]

図2は、本発明の実施の形態1の空燃比センサ8、10の構成について説明するための模式図である。図2では、下流センサ10を例にとって説明するが、本実施の形態1において上流センサ8と下流センサ10とは同一の構成を有している。

[0038] 図2に示されるように、下流センサ10は素子部14を備えている。素子部14は一端が閉じられた管状の構造を有している。管状に形成された素子部14の内表面には大気側電極（図示せず）が形成されている。管状部の内部には外気が流入する構成となっており、これにより大気側電極は外気に接する。一方、管状部の外表面には排気側電極（図示せず）が形成されている。

[0039] 素子部14は、カバー16に覆われた状態で排気経路4に設置される。カバー16にはその内部に排気ガスを導くための複数の通気穴（図示せず）が設けられている。素子部14の排気側電極は、通気穴からカバー16内に流入した排気ガスに晒される。

[0040] カバー16は、ハウジング18により排気経路4の壁面4aに固定されている。より具体的に、ハウジング18は、排気経路4に取り付けられる部分においてカバー16と係合し、カバー16上縁部をかしめた状態で、下流センサ10を排気経路壁面4aに固定して保持している。

[0041] カバー16内部に空気がリークしないように、ハウジング18内は種々の部材により密閉され、素子部14が支持されている。具体的に例えば、ハウジング18内部にはセラミック20が嵌め込まれ、素子部14が保持されている。セラミック20とハウジング18との隙間には、タルク材22が埋め込まれている。またセラミック20上部には、ガラス24等が配置されている。このように下流側センサ10の大気側電極（管状部内面）側と、排気側電極側とは遮蔽され、大気側と排気ガス側との間でガスのリークが防止されている。

[0042] ところで、上流センサ8と下流センサ10とは、排気経路4内に設置され、使用時には高温の排気ガスに晒される。このため、大気側と排気ガス側と

が隔離された構成となっても、実際には、図2の矢印(A)に示すように、上記のシール構造となるセラミックやタルク材等をすり抜けて、ごく微量であるが大気がカバー16内の排気ガス中にリークしている。

[0043] [本実施の形態1の上流センサ8の出力と空燃比]

本実施の形態1のシステムにおいて制御装置12が実行する制御には、上流センサ8及び下流センサ10それぞれの出力に基づく空燃比の検出と、それを用いた種々の制御が含まれる。空燃比の検出において、上流センサ8及び下流センサ10それぞれには、所定の電圧が印加される。上流センサ8及び下流センサ10は、排気ガス中の空燃比センサの出力に影響を与えるリッチ成分及びリーン成分の濃度（以下「成分濃度」とも称する）に応じ、電流値である出力を発する。この電流値と空燃比とは、理論的には相関を有しており、この関係に基づいて、センサ出力から空燃比が求められる。

[0044] 図3は、本発明の実施の形態1の上流センサ8のセンサ出力と空燃比との対応関係を説明するための図である。図3において、横軸はセンサ出力、縦軸は空燃比を表している。上流センサ8のセンサ出力と空燃比との関係は、通常の限界電流式のセンサと同様のものであり、理論的に求められるものである。上流センサ8において、出力ゼロ点をストイキ（理論空燃比）点とし、出力がゼロより小さくなるに連れて、これに対応する空燃比が小さくなり、よりリッチ側の空燃比を示す。一方、出力がゼロより大きくなるに連れて、これに対応する空燃比が大きくなり、よりリーン側の空燃比を示す。空燃比センサの特性上、ゼロ点を境にその傾きが異なるが、センサ出力と空燃比とはほぼ比例的な関係を示す。

[0045] 上流センサ8は内燃機関2から排出された、三元触媒6通過前の排気ガスを検出対象としている。従って、排気ガスの成分濃度も高い。このような環境下では、上記のように多少の酸素リークが生じていても、センサ出力への影響はほとんど生じず、酸素のリークは無視することができる。従って、上流センサ8に対しては、図3の理論的な関係に示されるような出力と空燃比との関係が、関数やマップとして制御装置12に記憶される。実際の使用時

には、この関数やマップ等に基づいて、上流センサ 8 の出力に応じた空燃比が検出される。

[0046] [本実施の形態 1 の下流センサ 10 の出力と空燃比]

図 4 は、本実施の形態 1 の下流センサ 10 のセンサ出力と空燃比との関係を説明するための図である。図 4 において、横軸はセンサ出力、縦軸は空燃比を表している。

[0047] 下流センサ 10 は三元触媒 6 よりも下流に設置されており、三元触媒 6 で浄化された排気ガスを検出対象とする。特に、空燃比がストイキの近傍に制御されている場合、三元触媒 6 の浄化率も高い。従って、三元触媒 6 の下流では排気ガス中の各成分が非常に少なく、成分濃度が非常に薄くなっている。このためストイキ近傍では、極僅かにリークする酸素がセンサ出力に影響を与える。その結果、ストイキ近傍では下流センサ 10 の出力は実際の排気ガスの空燃比対応した出力よりもリーン側にずれたものとなる。

[0048] 従って、この酸素リークによるリーン側への出力ずれを修正するため、本実施の形態 1 では、下流センサ 10 の出力に対する空燃比が、上流センサ 8 の場合（図 4 中の破線（a）参照）に比べて、リッチ側にずれたものとなるように出力と空燃比との関係を設定する。つまり、図 4 に示されるようなゼロ点を含む所定範囲で、出力と空燃比との関係をリッチ側にずらして設定する。

[0049] このような下流センサ 10 の出力と空燃比との関係は、実験等により求められる。具体的には、例えば空燃比センサに評価ガスとして、 N_2 100%あるいはリッチガスとリーンガスを当量比で完全燃焼させた、三元触媒 6 の下流を想定するごく低濃度の評価ガス等を供給し、センサ出力を検出、同様に、このガスから、図 4 に示されるような所定範囲において、連続的にリッチ側、リーン側に空燃比濃度を変化させ、これに対する出力を検出する。この出力と空燃比との関係に基づいて、下流センサ 10 の、所定範囲における出力と空燃比との関係を定める。定められた関係は、予め制御装置 12 に記憶する。

- [0050] 実際の制御においては、上流センサ 8 と下流センサ 10 との出力がそれぞれ検出され、上流センサ 8 及び下流センサ 10 に対応して記憶された、それぞれの出力と空燃比との関係（図 3、図 4 参照）に基づいて、それぞれの出力に応じた空燃比が算出される。
- [0051] 以上説明したように、本実施の形態 1 において下流センサ 10 の出力と空燃比との関係性は、ストイキ近傍におけるリークの影響が考慮されたものとなっている。従って、ストイキ近傍であっても、下流センサ 10 の出力に応じてより正確に空燃比を検出することができる。従って、例えば、上流センサ 8 及び下流センサ 10 の両出力に基づいて実行される空燃比フィードバック制御や、触媒劣化判定等の制御の精度を向上させることができる。
- [0052] なお、本実施の形態 1 では、下流センサ 10 に応じた、出力と空燃比との関係を設定する場合について説明した。この出力と空燃比との関係は、上流センサ 8 の出力と空燃比との対応関係に対し、ストイキ近傍で同じ出力と空燃比との関係をリッチ側にシフトさせたものとなっている。そして、本実施の形態 1 では、下流センサ 10 に関しても、検出された出力に応じて、予め設定された関係に基づいて、直接的に空燃比が求められるようになっている。
- [0053] しかし、この発明はこれに限るものではなく、例えば、下流センサ 10 の出力又は空燃比に対し、ストイキ近傍の空燃比をリッチ側にシフトさせる方向の補正を行うものであってもよい。具体的に、例えば、まず、上流センサ 8 と下流センサ 10 とは、同じ関係性、即ち上流センサ 8 の出力と空燃比との関係に基づき空燃比を演算する。その上で、ストイキ近傍では、演算された空燃比を下流センサ 10 の出力に応じて設定された補正量により補正することにより、下流側の空燃比を求めることができる。
- [0054] あるいは、例えば、まず、下流センサ 10 の出力を、検出された出力よりもリッチ側の出力となるように補正する。この補正された出力に応じて、上流センサ 8 と同じ出力と空燃比との関係性に基づいて空燃比を算出することで、下流側の空燃比を求めることができる。これら出力に基づく空燃比の演

算方法は、以下の実施の形態についても同様に適用される。

[0055] また、本実施の形態1では、排気経路4に三元触媒6のみを示し、その上流、下流のそれぞれに空燃比センサ8、10が配置される場合について説明した。しかし、この発明はこのような構成に限るものではなく、例えば、直列かつ一体的に配置された2つの触媒を有するタンデム触媒を排気経路4に配置したものに適用することもできる。この場合、空燃比フィードバック制御の精度の向上の観点からは、上流センサ8をタンデム触媒上流に配置し、下流センサ10をタンデム触媒内の2つの触媒の間に配置するのが好ましい。但し、空燃比センサ8、10の設置位置は必ずしもこれに限られるものではない。これは以下の実施の形態についても同様である。

[0056] また、本実施の形態1では、上流センサ8と下流センサ10とは、同一の構成を有する限界電流式のセンサである場合について説明した。しかし、この発明において、触媒6の上流側のセンサについては、空燃比を検出することができる他のセンサを用いたものであってもよい。これは、以下の実施の形態についても同様である。

[0057] 実施の形態2.

実施の形態2のシステム及び空燃比センサ8、10は、図1、図2に示したものと同様の構成を有している。実施の形態2のシステムは、下流センサ10のストイキ近傍の出力と空燃比との関係性が、素子部14の温度に応じて変更される点を除き、実施の形態1と同じものである。

[0058] 図5は、本発明の実施の形態2の下流センサ10の出力と、空燃比との関係を説明するための図である。図5において、横軸はセンサ出力を示し、縦軸は空燃比を示している。また、図5では、実線(a)は素子部14の温度が750℃の通常制御温度の場合、実線(b)は、素子部14の温度が850℃の高温の場合を表している。

[0059] 上述したように素子部14の排気側(ケース16内)への空気のリークについては、密閉している種々の部材が高温に晒されることにより生じる変形等が1つの原因となっている。つまり、空燃比センサ8、10が使用されて

いる温度が高くなるほど、空気のリーク量は多くなる。従って、高温の場合、ストイキ近傍では、下流センサ10の出力にリークした酸素の影響が、より大きく現れる。

[0060] 温度に応じたリーク量の変化に対応するため、本実施の形態2では、素子部14の温度に応じて、リッチ側へのシフト量を変化させる。具体的に、素子部14の温度に対し、通常制御温度中心とする温度領域と、その温度領域より高い高温の場合の温度領域の2つの温度領域を設定する。その上で、温度領域ごとに、出力と空燃比との関係を定める。なお、この定められた関係において、素子部14の温度が低温の温度領域にある場合のリッチ側へのシフト量（(a)参照）は、素子部14の温度が高温の温度領域にある場合のシフト量（(b)参照）よりも小さく設定する。つまり、高温である場合の方が、同一出力に対しリッチ側の空燃比を算出するように設定される。

[0061] このような温度に応じた具体的なシフト量は、下流センサ10ごとに、供給する排気ガスの濃度を変化させて、出力を検出する実験を、種々の温度環境下で行うことで求めることができる。このように求められた関係は、制御装置12に温度と出力と空燃比との関係を定める関係式やマップ等として記憶される。内燃機関2の排気経路4に実際に下流センサ10を設置して空燃比制御等に用いられる場合には、素子部14のインピーダンスが検出され、これに基づき素子部14の温度が推定される。推定された温度と下流センサ10の出力の値とに応じて、制御装置12に記憶されたマップに従って、空燃比が演算される。

[0062] 以上説明したように、実施の形態2によれば、温度の違いによる酸素のリーク量の違いを考慮して、下流センサ10の出力と空燃比との関係が定義される。従って、リークした酸素による出力の影響をより小さく抑えて、三元触媒下流側においてもより正確に空燃比を把握し、高い精度で種々の制御を実行することができる。

[0063] なお、本実施の形態2では、素子部の温度に対する温度領域を設定し、それぞれの場合に出力と空燃比との関係を定める場合について説明した。この

例では、素子部 14 の温度が高温の温度領域にある場合、低温の温度領域にある場合にくらべて、リッチ側の空燃比が算出されるようになっている。しかし、この発明において、素子部の温度に対する、出力と空燃比の設定方法は、このように 2 つの温度領域を定めたものに限るものではない。例えば、3 段階、あるいはそれより多くの温度領域を設定し、この温度領域それぞれに対応してシフトさせた出力と空燃比との関係を設定し、段階的にリッチ側にシフトするようにしたものであってもよい。

[0064] 更には、素子部 14 の温度が高くなるにつれて、無段階に徐々に、空燃比がリッチ側にシフトされるような設定であってもよい。具体的には、例えば、素子部 14 の温度に応じて、下流センサ 10 の基本の出力と空燃比との関係（図 4 参照）をシフトさせるような係数を設置し、温度に応じた係数と、出力と空燃比との関係から、温度に応じた空燃比を演算するものであってもよい。

[0065] また、例えば、上流センサ 8 と下流センサ 10 とで同一の出力との空燃比との関係に従って空燃比を算出することとし、下流センサ 10 の出力、又は算出された空燃比を、温度に応じて更に補正するものであってもよい。この場合にも、下流センサ 10 の出力又は空燃比を、温度に応じて段階的あるいは無段階に補正することで、リーク量を考慮したものとすることができる。

[0066] また、本実施の形態 2 では、素子部 14 の温度をインピーダンスに基づいて検出する場合について説明した。しかし、この発明はこれに限るものではなく、他の手段により温度を検出するものであってもよい。具体的には、例えば、素子部 14 に温度センサを直接埋め込み、これにより温度を検出するものであってもよい。

[0067] 実施の形態 3.

実施の形態 3 のシステム及び上流センサ 8、下流センサ 10 は、図 1、図 2 に説明したものと同一の構成を有している。実施の形態 3 のシステムは、排気ガスの流量に応じてストイキ近傍での空燃比をシフトさせる点を除き、実施の形態 1 のシステムと同じ制御を行う。

- [0068] 図6は、本実施の形態3における下流センサ10の、排気ガス流量ごとの出力と空燃比との関係を説明するための図である。図6において横軸は出力を表し、縦軸は空燃比を表している。また、実線(a)側から実線(c)側になるにつれて、排気ガス流量が大きくなった場合の関係を表す。
- [0069] 内燃機関2から排出される排気ガスの量が増加するにつれて、下流センサ10周囲の排気ガス流量も大きくなり、かつその流速が速くなる。このためリークした酸素が排気ガスの濃度に与える影響は小さくなる。
- [0070] 従って、排気ガス流量が増加するに連れて、実線(c)に示されるように、ストイキ近傍の所定領域でのリッチ側へのシフト量は小さくなる。つまり、所定領域のある出力が検出された場合に、それに基づいて求められる空燃比は、上流センサ8の同一出力に対応する空燃比よりもリッチ側にシフトされたものとなるが、そのシフト量は、排気ガス流量が小さい場合(実線(a)、(b))に比べて小さなものとなる。
- [0071] 一方、排気ガス流量が小さい場合には、実線(a)に示されるように、ストイキ近傍の所定領域での、リッチ側へのシフト量が大きくなる。この領域内の出力を出した場合に、それに基づいて求められる空燃比は、排気ガス流量が多い場合(実線(c))や、上流センサ8の同一出力に対応する空燃比と比べ、大きくリッチ側に大きくシフトされたものとなる。
- [0072] 図7は、本実施の形態3における、吸入空気量とセンサ出力と空燃比との関係を定めたマップについて説明するための図である。なお、図7では、マップのストイキ近傍の所定領域に該当する部分のみを表している。
- [0073] まず、本実施の形態3では、排気ガス流量に相関を有する値として、吸入空気量を用いる。図7に示すマップでは、吸入空気量を5つの領域にわけ、それぞれの領域ごとに、出力に応じた空燃比が定められている。
- [0074] 図7に示されるように、ストイキ近傍の領域では、同一の出力に対して、吸入空気量が多い領域にある場合ほど、求められる空燃比がリーン側になるように設定されている。また、出力がストイキ近傍よりリッチ側、あるいはリーン側の値になると、その出力に対応して求められる空燃比は、吸入空気

量が変化しても変化しない。一方、出力がストイキに近くなるほど、同一出力からも求められる空燃比の、吸入空気量に応じた変化量が大きくなるように設定されている。

[0075] このような具体的な関係を定めたマップは、下流センサ10ごとに、サンプルガスの流量と、空燃比とを変化させながら出力を検出する実験等を行うことで、設定することができる。定められたマップは予め制御装置12に記憶される。

[0076] 図8は本発明の実施の形態3において制御装置12が実行する制御のルーチンについて説明するためのフローチャートである。図8の処理は、空燃比の検出が要求された場合において実行されるサブルーチンである。

[0077] 図8のルーチンでは、下流センサ10に基づく空燃比の算出処理が要求されると、まず、下流センサ10の出力が取得される(S102)。次に、吸入空気量が取得される(S104)。ここで吸入空気量は、例えば、内燃機関2の吸気系に設置されたエアフロメータ(図示せず)の出力に基づき検出される。

[0078] 次に、空燃比が算出される(S106)。空燃比は、ステップS102で取得されたセンサ出力と、ステップS104で取得された吸入空気量とに応じ、制御装置12に予め記憶されたマップに従って算出される。その後今回の処理が終了する。

[0079] 以上の処理により、下流センサ10の出力に基づく空燃比は、吸入空気量(排気ガス流量)に応じストイキ近傍の酸素リークの影響を考慮したものとなる。従って、三元触媒6下流の空燃比をより正確に検出することができ、下流センサ10の出力に応じた空燃比に基づく制御の精度を向上させることができる。

[0080] なお、本実施の形態3では、排気ガス流量と相関を有する値として吸入空気量を用い、吸入空気量に応じたマップを設定する場合について説明した。しかし、この発明はこれに限るものではなく、排気ガス流量に相関を有する他のパラメータを用いることができる。具体的に例えば、下流センサ10近

傍にセンサを設置して排気ガス流量を直接検出し、これを用いるものであってもよい。

[0081] また、本実施の形態3では、排気ガス流量に対し5つ領域を設定し、それぞれの領域と、出力と空燃比との関係を定めたマップを用いる場合について説明した。この例では、排気ガス流量が少ないある領域にある場合、排気ガス流量がその領域より多い領域にある場合に比べて、リッチ側の空燃比が算出されるようになっている。しかし、この発明において、排気ガス流量に対する領域の数は、5つに限るものではなく、2又はそれ以上の複数の領域に分けたものであっても良い。

[0082] 更には、排気ガス流量が多くなるにつれて、無段階に徐々に、空燃比がリッチ側へのシフト量が小さくなるような設定であってもよい。具体的には、例えば、排気ガス流量に応じて、下流センサ10の基本の出力と空燃比との関係(図4参照)をシフトさせるような係数を設置し、排気ガス流量に応じた係数と出力と空燃比との関係から、排気ガス流量に応じた空燃比を演算するものであってもよい。

[0083] また、例えば、上流センサ8と下流センサ10とで同一の出力との空燃比との関係に従って空燃比を算出することとし、下流センサ10の出力、又は算出された空燃比を、排気ガス流量に応じて補正するものであってもよい。この場合にも、下流センサ10の出力又は空燃比を、排気ガス流量に応じて段階的あるいは無段階に補正することで、リーク量を考慮したものとすることができる。

[0084] また、例えば以上の実施の形態3と、実施の形態2とを組み合わせ、素子部14の温度、排気ガス流量とに応じて、ストイキ近傍における下流センサ10の出力と空燃比との関係を、リッチ側にシフトさせるものとすることもできる。

[0085] 実施の形態4.

実施の形態4のシステム及び空燃比センサ8、10は、図1、図2に説明したものと同一の構成のものである。実施の形態4のシステムは、出力と空

燃比との関係を、排気ガスの温度に応じてシフトさせる点を除き、実施の形態 1 のシステムと同様の制御を行う。

[0086] 上記の実施の形態 2 のシステムは、素子部 14 のインピーダンスを検出することで、素子部 14 の温度を検出し、この温度が高い場合と低い場合とで、シフト量を異なるものとした。これは、下流センサ 10 の温度が高くなるほどリーク量が大きくなることに対応するための制御である。

[0087] しかしながら、素子部 14 のインピーダンスは、下流センサ 10 の使用により経年変化する。このため、インピーダンスから算出される素子部 14 の温度に誤差が生じることが考えられる。一方、空燃比センサ 8、10 の気密部（ハウジング 18 等）の温度変化は、排気ガス温度ともある程度の相関を有し、排気ガス温度からも推定することができる。従って、本実施の形態 4 では、排気温センサ（図示せず）の出力に基づき排気ガス温度を求め、これに応じてシフト量を設定する制御を行う。

[0088] 但し、下流センサ 10 の気密部は、排気経路 4 にセンサを取り付けるためのねじ部近傍のセンサ内部に構成されている。従って、検出された排気ガス温度を直接用いるのではなく、排気経路の伝熱等を考慮して適合されたなまし処理後の値又は 1 次応答遅れ計算後の値を、ここでは排気ガス温度として用いるものとする。

[0089] なお、なまし処理後の値 $TEXS_i$ は、次式 (1) に従って算出される。

$$TEXS_i = (TEXS_{i-1} \times n + TEX_i) / (n+1) \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 $TEXS_i$ 、 $TEXS_{i-1}$ は、それぞれ i 回目（今回）、 $i-1$ 回目（前回）に演算された排気ガス温度のなまし値であり、 TEX_i は、 i 回目（今回）取得した排気ガス温度であり、 n はなまし回数である。

[0090] また、1 次応答遅れ計算後の値 $TEXS_2$ は、次式 (2) に従って算出される。

$$TEXS_2 = K (1 - e^{-t/T}) \quad \dots \dots (2)$$

ここで、 k はゲイン（定数）、 e はイクスポネンシャル関数 (exponential function)、 t は時間、 T は時定数である。

- [0091] 図9は、本発明の実施の形態4において排気ガス温度ごとの、センサ出力と空燃比との関係を説明するための図である。図9において横軸はセンサ出力、縦軸は空燃比を表している。また、実線(d)～(f)は、各排気ガスの温度におけるセンサ出力と空燃比との関係を表し、実線(d)側から(f)側に行くに連れて排気ガス温度が高い場合をあらわしている。
- [0092] 図9に示されるように、ストイキ近傍の所定領域のある同一出力に対して求められる空燃比は、下流センサ10の方が、上流センサ8の場合よりもリッチ側の値となるように設定されている。更に図9の実線(f)～(d)に示されるように、同一の出力に対応する空燃比は、排気ガス温度が低い場合(実線(d)参照)より、排気ガス温度が高い場合(実線(f)参照)の方がリッチ側にシフトされている。
- [0093] 図10は、本実施の形態4における排気ガス温度とセンサ出力と空燃比との関係を定めたマップについて説明するための図である。なお、図10では、マップのストイキ近傍の所定領域に該当する部分のみを表している。
- [0094] 図10に示されるマップでは、排気ガス温度に対する5つの温度領域が定められ、この領域ごとに、出力と空燃比との関係が定められている。このマップにおいて、ストイキ近傍の領域では、同一の出力に対して、排気ガス温度が高い領域にある場合ほど、空燃比はリッチになるように設定されている。また、出力がリッチ側、あるいはリーン側の値に偏ると、その出力に対応して求められる空燃比は、排気ガス温度が変化しても変化せず一定値を示す。一方、出力がストイキ(0)に近くなるほど、同一出力からも求められる空燃比の、排気ガス温度に応じた変化量が大きくなるように設定されている。
- [0095] 図10に示されるような排気ガス温度と出力と空燃比との具体的な関係を定めるマップは、各排気ガス温度下で、濃度とを変化させたサンプルガスを供給して出力を検出する実験等を行うことで設定することができる。設定されたマップは制御装置12にあらかじめ記憶される。
- [0096] 図11は本発明の実施の形態4において制御装置12が実行する制御のル

ーチンについて説明するためのフローチャートである。図11の処理は、空燃比の検出の要求があった場合において実行されるサブルーチンである。

[0097] 図11のルーチンでは、下流センサ10に基づく空燃比の検出処理が要求されると、まず、下流センサ10の出力が取得される(S202)。次に、排気ガス温度が取得される(S204)。排気ガス温度は、排気経路4に設置された排気温センサの出力に基づき検出される。

[0098] 次に、検出された排気ガス温度に対し、なまし処理の値又は1次応答遅れ計算後の値が演算される(S206)。これらの値は、上記式1又は式2に従って算出される。この値が、以下の空燃比の演算における排気ガス温度として用いられる。

[0099] 次に空燃比が算出される(S208)。空燃比は、ステップS202で取得されたセンサ出力と、ステップS206で取得された排気ガス温度とに応じ、制御装置12に予め記憶されたマップに基づいて算出される。その後今回の処理が終了する。

[0100] 以上説明したように、本実施の形態4によれば、排気ガス温度によって下流センサ10の気密部の温度をある程度推定することで、下流センサの経時劣化によるインピーダンスのずれの影響を受けることなく、下流センサ10の酸素リーク量に応じて空燃比を検出することができる。

[0101] なお、本実施の形態4では、排気ガス温度として、なまし処理後の値または一次応答遅れ計算後の値を用いる場合について説明した。しかし、この発明においては、このような処理を行わず、検出された排気ガス温度を直接用いて、空燃比を演算するものであってもよい。

[0102] また本実施の形態4では、排気ガス温度に応じて、シフト量を設定する場合について説明した。しかし、気密部の温度に関連する温度としては、排気ガス温度に限るものではない。例えば、三元触媒の触媒温度に応じてシフト量を設定するものであってもよい。また、排気ガス温度を、内燃機関2の制御パラメータから推定したものであってもよい。

[0103] また、本実施の形態4では、排気ガス温度に対し5つ領域を設定し、それ

それぞれの領域と、出力と空燃比との関係を定めたマップを用いる場合について説明した。この例では、排気ガス温度が高いある領域にある場合、排気ガス温度がその領域より低い領域にある場合に比べて、リッチ側の空燃比が算出されるようになっている。しかし、この発明において、排気ガス温度に対する領域の数は、5つに限るものではなく、適宜、領域の数を設定することができる。

[0104] 更には、排気ガス温度が高くなるにつれて、無段階に徐々に、空燃比がリッチ側へのシフト量が大きくなるような設定であってもよい。具体的には、例えば、排気ガス温度に応じて、下流センサ10の基本の出力と空燃比との関係（図4参照）をシフトさせるような係数を設置し、排気ガス温度に応じた係数と出力と空燃比との関係から、排気ガス温度に応じた空燃比を演算するものであってもよい。

[0105] また、この発明では、例えば、上流センサ8と下流センサ10とで同一の出力との空燃比との関係に従って空燃比を算出することとし、下流センサ10の出力、又は算出された空燃比を、排気ガス温度に応じて補正するものであってもよい。この場合にも、下流センサ10の出力又は空燃比を、排気ガス温度に応じて段階的あるいは無段階に補正することで、リーク量を考慮したものとすることができる。

[0106] また、実施の形態2では、素子部14の温度に応じて空燃比がシフトされ、本実施の形態3では、排気ガス流量に応じて空燃比がシフトされ、実施の形態4では、排気ガス温度に応じて空燃比がシフトされる場合について説明した。この発明は、これらを別個独立して行うものに限るものではなく、これらの2つ、あるいは全てを組み合わせ、空燃比を検出するものとしてもよい。

[0107] なお、以上の実施の形態において各要素の個数、数量、量、範囲等の数に言及した場合、特に明示した場合や原理的に明らかにその数に特定される場合を除いて、その言及した数に、この発明が限定されるものではない。また、この実施の形態において説明する構造等は、特に明示した場合や明らかに

原理的にそれに特定される場合を除いて、この発明に必ずしも必須のものではない。

符号の説明

- [0108] 2 内燃機関
 4 排気経路
 4 a 排気経路壁面
 6 三元触媒
 8 上流センサ（空燃比センサ）
 10 下流センサ（空燃比センサ）
 12 制御装置
 14 素子部
 16 カバー
 18 ハウジング
 20 セラミック
 22 タルク材
 24 ガラス

請求の範囲

- [請求項1] 内燃機関の排気経路の触媒より下流側に設置された限界電流式の空燃比センサである下流センサの出力を検出する検出手段と、
前記下流センサの出力に応じて、前記触媒下流の排気ガスの空燃比を演算手段と、
を備え、
前記下流センサの出力が、理論空燃比に応じた出力を含む所定範囲内にある場合、
前記下流センサの出力と前記演算手段により演算される空燃比との関係は、内燃機関の排気経路の触媒よりも上流側に設置される、前記下流センサと同様のセンサである上流センサの出力と空燃比との対応関係よりも、リッチ側にずれたものであることを特徴とする空燃比検出装置。
- [請求項2] 前記演算手段により演算される空燃比は、
前記下流センサの出力が、前記所定範囲内にある場合、
前記上流センサの前記対応関係において該出力と同じ値の出力に対応する空燃比よりも、リッチ側の値であることを特徴とする請求項1に記載の空燃比検出装置。
- [請求項3] 前記下流センサの出力が、前記所定範囲内にある場合、
前記下流センサの出力に応じて前記演算手段により演算される空燃比と、前記上流センサの前記対応関係に基づいて上流センサの出力に応じて演算される空燃比とが同一であるとき、前記下流センサの出力の値は前記上流センサの出力の値よりもリーン側の値であることを特徴とする請求項1又は2に記載の空燃比検出装置。
- [請求項4] 前記下流センサの素子部の温度を検出又は推定する手段を、更に備え、
前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合において、
前記下流センサの出力と該出力に基づいて演算される空燃比との関

係は、前記素子部の温度が高い場合、前記素子部の温度が低い場合よりもリッチ側にずれたものであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の空燃比検出装置。

[請求項5] 前記内燃機関の排気経路に排出される排気ガス流量を検出又は推定する手段を、更に備え、

前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合において、

前記下流センサの出力と該出力に基づいて演算される空燃比との関係は、前記排気ガス流量が少ない場合、前記排気ガス流量が多い場合よりも、リッチ側にずれたものであることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の空燃比検出装置。

[請求項6] 前記内燃機関の排気経路に排出される排気ガス温度を検出又は推定する手段を、更に備え、

前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合において、

前記下流センサの出力と該出力に基づいて演算される空燃比との関係は、前記排気ガス温度が高い場合、前記排気ガス温度が低い場合よりもリッチ側にずれたものであることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の空燃比検出装置。

[請求項7] 前記演算手段は、

前記上流センサの前記対応関係と同様の関係に基づいて、前記下流センサの出力に応じた空燃比を演算する第 1 手段と、

前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合、前記演算された空燃比をリッチ側の空燃比となるように補正する第 2 手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の空燃比検出装置。

[請求項8] 前記下流センサの素子部の温度を検出又は推定する手段を、更に備え、

前記第 2 手段は、前記素子部の温度が高い場合、前記素子部の温度が低い場合よりも、該空燃比をリッチ側に補正することを特徴とする請求項 7 に記載の空燃比検出装置。

[請求項9] 前記内燃機関から排出される排気ガス流量を検出又は推定する手段を、更に備え、

前記第2手段は、前記排気ガス流量が少ない場合、前記排気ガス流量が多い場合よりも、該空燃比をリッチ側に補正することを特徴とする請求項7または8に記載の空燃比検出装置。

[請求項10] 前記内燃機関から排気される排気ガスの温度を検出又は推定する手段を、更に備え、

前記第2手段は、前記排気ガス温度が高い場合、前記排気ガス温度が低い場合よりも、該空燃比をリッチ側に補正することを特徴とする特徴とする請求項7から9のいずれか1項に記載の空燃比検出装置。

[請求項11] 前記演算手段は、

前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合に、該出力をリッチ側の値に補正する第3手段と、

前記補正された出力に応じて、前記上流センサの前記対応関係と同様の関係に基づいて空燃比を演算する第4手段と、

を備えることを特徴とする請求項1に記載の空燃比検出装置。

[請求項12] 前記下流センサの素子部の温度を検出又は推定する手段を、更に備え、

前記第3手段は、

前記素子部の温度が高い場合、前記素子部の温度が低い場合よりも、該出力をリッチ側に補正することを特徴とする請求項11に記載の空燃比検出装置。

[請求項13] 前記内燃機関から排出される排気ガス流量を検出又は推定する手段を、更に備え、

前記第3手段は、前記排気ガス流量が少ない場合、前記排気ガス流量が多い場合よりも、該出力をリッチ側に補正することを特徴とする請求項11または12に記載の空燃比検出装置。

[請求項14] 前記内燃機関から排気される排気ガスの温度を検出又は推定する手

段を、更に備え、

前記第3手段は、前記排気ガス温度が高い場合、前記排気ガス温度が低い場合よりも、該出力をリッチ側に補正することを特徴とする特徴とする請求項11から13のいずれか1項に記載の空燃比検出装置。

[請求項15]

内燃機関の排気経路の触媒より下流側に設置された限界電流式の空燃比センサである下流センサの出力を検出し、前記下流センサの出力に応じて、前記触媒下流の排気ガスの空燃比を演算する空燃比検出方法において、

前記下流センサの出力が、理論空燃比に対応する出力を含む所定範囲内にある場合、

前記下流センサの出力と該出力に応じて演算される空燃比との関係は、内燃機関の排気経路の触媒よりも上流側に設置される、前記下流センサと同様のセンサである上流センサの出力と空燃比との対応関係より、リッチ側にずれたものであることを特徴とする空燃比検出方法。

[請求項16]

前記下流センサの出力が、前記所定範囲内にある場合、

該出力に応じて演算される空燃比は、前記上流センサの前記対応関係において該出力と同じ値の出力に対応する空燃比よりも、リッチ側の値であることを特徴とする請求項15に記載の空燃比検出方法。

[請求項17]

前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合において、

前記下流センサの出力に応じて演算される空燃比と、前記上流センサの前記対応関係に基づいて前記上流センサの出力に応じて演算された空燃比とが同一であるとき、前記下流センサの出力の値が、前記上流センサの出力の値よりもリーン側の値であることを特徴とする請求項15に記載の空燃比検出方法。

[請求項18]

前記上流センサの対応関係と同様の関係に基づいて、前記下流センサの出力に応じた空燃比を演算し、

前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合、前記演算された空燃比を、リッチ側に補正する

ことを特徴とする請求項 15 に記載の空燃比検出方法。

[請求項19] 前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合に、該出力をリッチ側の値に補正し、

前記補正された出力に応じて、前記上流センサの前記対応関係と同様の関係に基づいて空燃比を演算する、

ことを特徴とする請求項 15 に記載の空燃比検出方法。

[請求項20] 前記下流センサの素子部の温度を検出又は推定し、

前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合において、前記下流センサの出力に応じて演算される空燃比は、前記素子部の温度が高い場合、前記素子部の温度が低い場合に該出力と同じ値の出力に応じて演算される空燃比よりも、リッチ側の値とする

ことを特徴とする請求項 15 から 19 のいずれか 1 項に記載の空燃比検出方法。

[請求項21] 前記内燃機関の排気経路に排出される排気ガス流量を検出又は推定し、

前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合において、

前記下流センサの出力に応じて演算される空燃比は、前記排気ガス流量が少ない場合、前記排気ガス流量が多い場合に該出力と同じ値の出力に応じて演算される空燃比よりも、リッチ側の値とする

ことを特徴とする請求項 15 から 20 のいずれか 1 項に記載の空燃比検出方法。

[請求項22] 前記内燃機関の排気経路に排出される排気ガス温度を検出又は推定し、

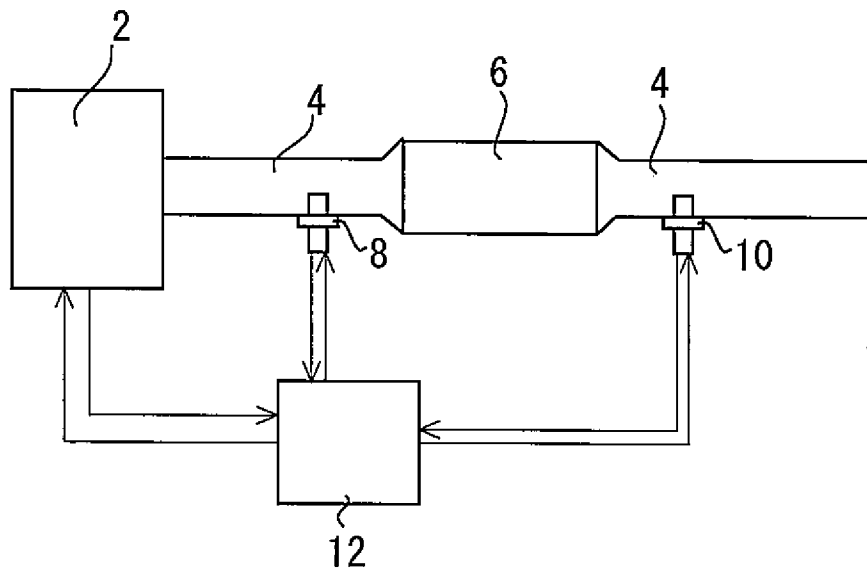
前記下流センサの出力が前記所定範囲内にある場合において、

前記下流センサの出力に応じた空燃比は、前記排気ガス温度が高い場合、前記排気ガス温度が低い場合に該出力と同じ値の出力に応じて

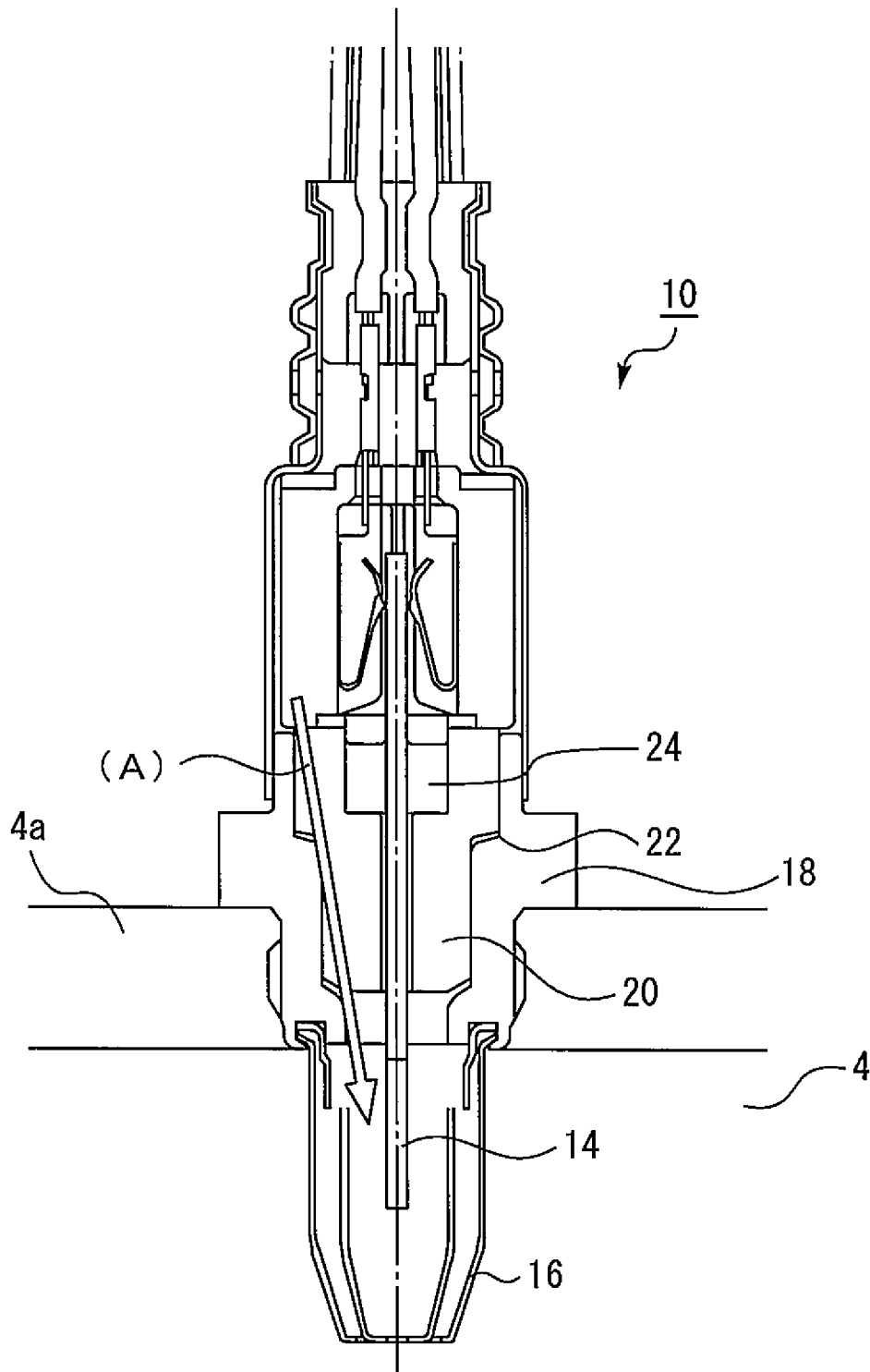
演算される空燃比よりも、リッチ側の値とする

ことを特徴とする請求項 15 から 21 のいずれか 1 項記載の空燃比検出方法。

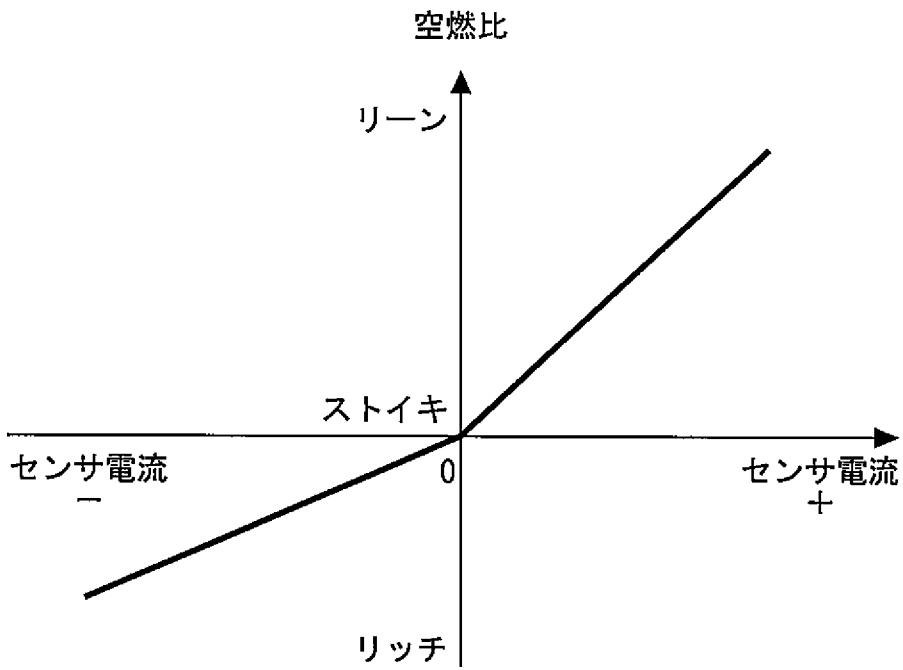
[図1]



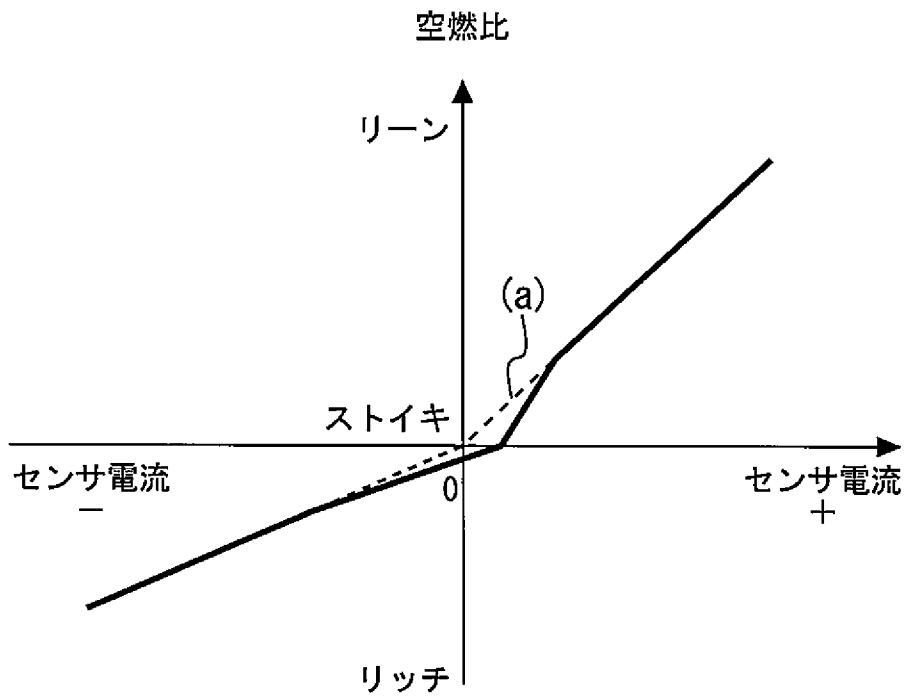
[図2]



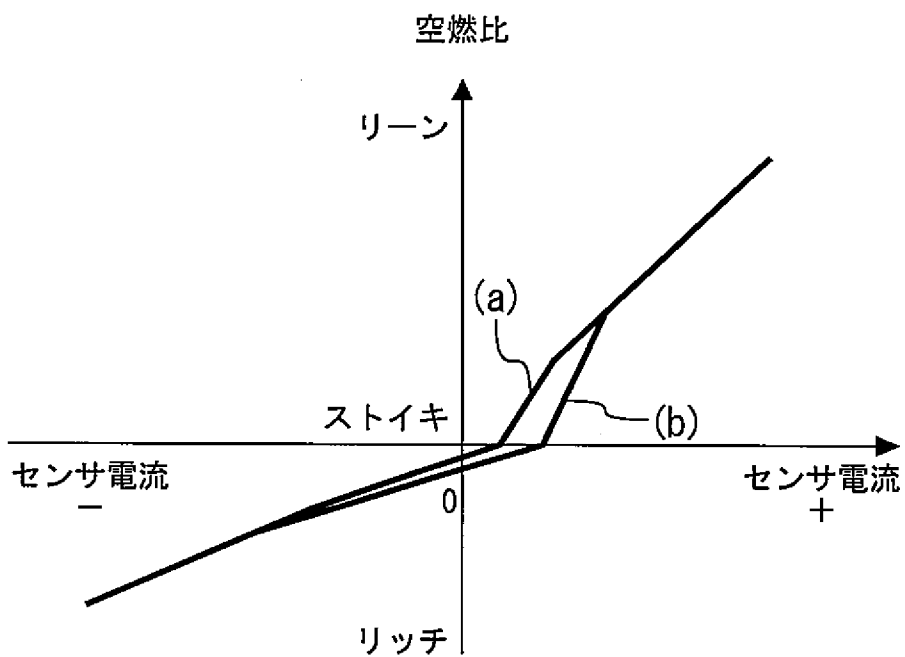
[図3]



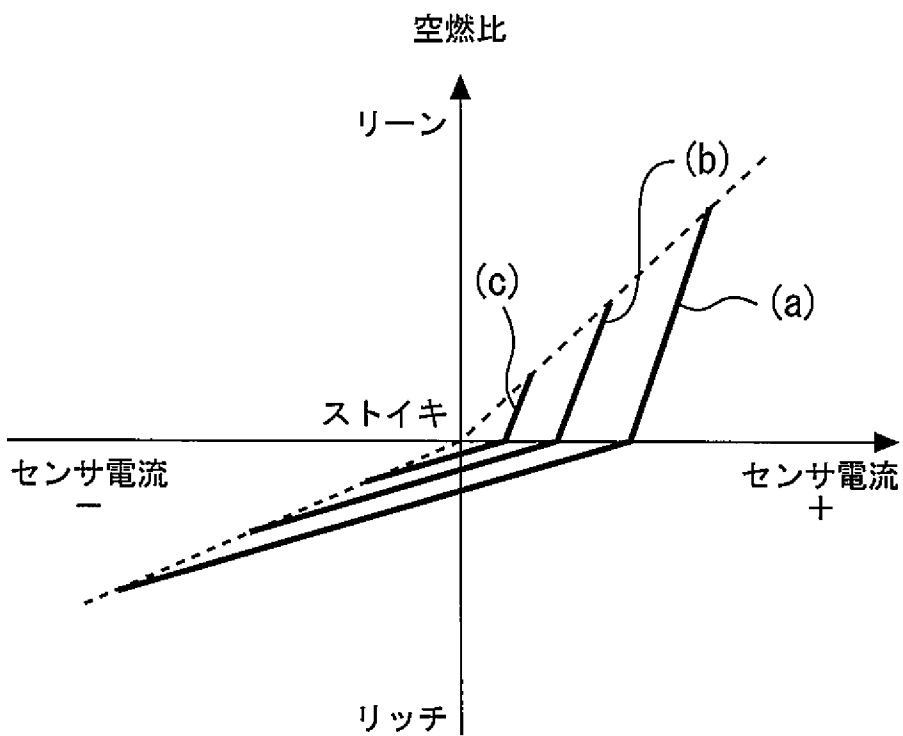
[図4]



[図5]



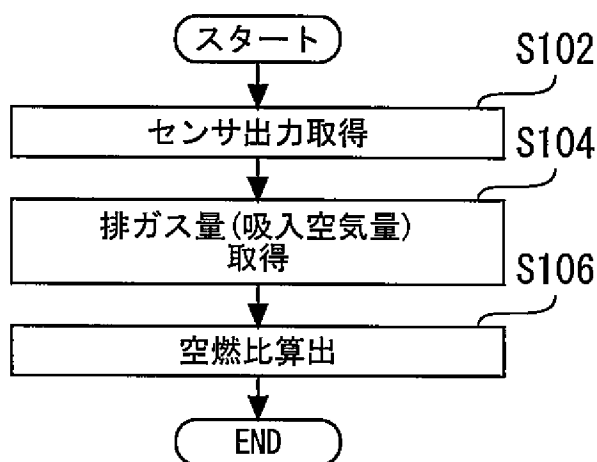
[図6]



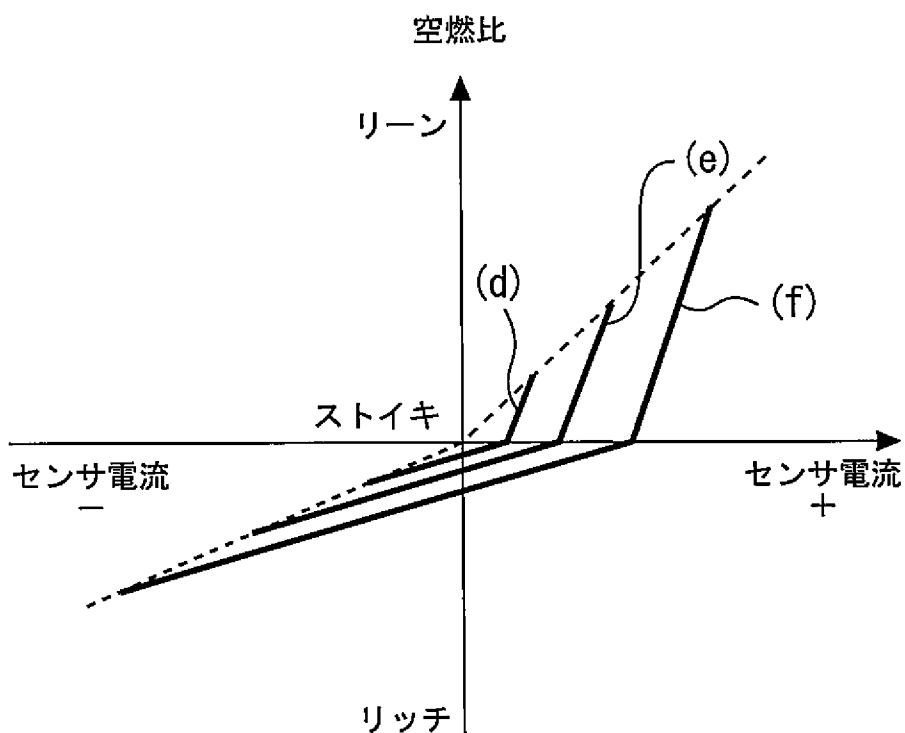
[図7]

GA[g/s] \ AFI [mA]	-0.6	-0.4	-0.2	0	0.2	0.4	0.6
10	12	13	14	14.2	14.6	16	18
20	12	13.1	14.1	14.3	14.8	16.1	18
30	12	13.1	14.2	14.4	14.9	16.1	18
40	12	13.1	14.3	14.5	15	16.1	18
50	12	13.1	14.4	14.6	15	16.1	18

[図8]



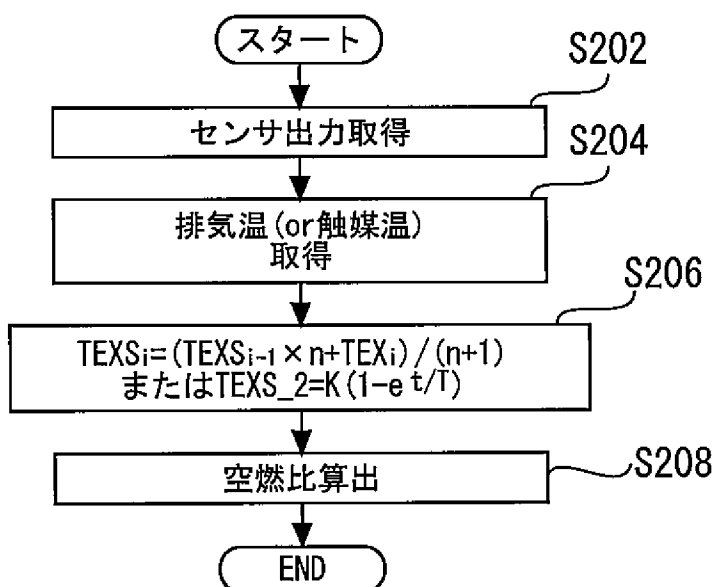
[図9]



[図10]

AFI [mA] \ TEXS [°C]	-0.6	-0.4	-0.2	0	0.2	0.4	0.6
300	12	13.1	14.4	14.6	15	16.1	18
400	12	13.1	14.3	14.5	15	16.1	18
500	12	13.1	14.2	14.4	14.9	16.1	18
600	12	13.1	14.1	14.3	14.8	16.1	18
700	12	13	14	14.2	14.6	16	18

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/14(2006.01)i, F01N3/24(2006.01)i, F02D41/20(2006.01)i, F02D43/00(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02M17/08(2006.01)i, G01N27/04(2006.01)i, G01N27/416(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)

F02D41/14, F01N3/24, F02D41/20, F02D43/00, F02D45/00, F02M17/08, G01N27/04, G01N27/416

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y A	JP 2009-024613 A (Toyota Motor Corp.), 05 February 2009 (05.02.2009), paragraphs [0007], [0033] to [0034]; fig. 4 & US 2009/0019834 A1	1-3, 7, 11, 15-19 4-6, 8-10, 12-14, 20-22
Y A	JP 2001-234789 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 31 August 2001 (31.08.2001), claims 1 to 2; paragraphs [0033] to [0059]; fig. 1 to 4 & US 2001/0045089 A1 & EP 1128045 A2	1-3, 7, 11, 15-19 4-6, 8-10, 12-14, 20-22
A	JP 2008-014670 A (Toyota Motor Corp.), 24 January 2008 (24.01.2008), paragraphs [0025] to [0027]; fig. 3 & US 2009/0089011 A1 & EP 2037257 A1 & WO 2008/004462 A1 & CN 101484799 A	1-22

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
31 January, 2012 (31.01.12)

Date of mailing of the international search report
07 February, 2012 (07.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077054

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 2007-232709 A (Toyota Motor Corp., Fujitsu Ten Ltd.), 13 September 2007 (13.09.2007), paragraphs [0030], [0059] to [0062]; fig. 1, 4, 7 (Family: none)	1-22
A	JP 2006-291893 A (Toyota Motor Corp.), 26 October 2006 (26.10.2006), paragraph [0008] & US 2007/0261960 A1 & EP 1870702 A1 & WO 2006/109864 A1	1-22

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02D41/14(2006.01)i, F01N3/24(2006.01)i, F02D41/20(2006.01)i, F02D43/00(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02M17/08(2006.01)i, G01N27/04(2006.01)i, G01N27/416(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. F02D41/14, F01N3/24, F02D41/20, F02D43/00, F02D45/00, F02M17/08, G01N27/04, G01N27/416

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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
Y A	JP 2009-024613 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.02.05, 段落【0007】、【0033】 - 【0034】、図4 & US 2009/0019834 A1	1-3, 7, 11, 15-19 4-6, 8-10, 12-14, 20-22
Y A	JP 2001-234789 A (日産自動車株式会社) 2001.08.31, 請求項1-2, 段落【0033】 - 【0059】、図1-4 & US 2001/0045089 A1 & EP 1128045 A2	1-3, 7, 11, 15-19 4-6, 8-10, 12-14, 20-22

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
31.01.2012

国際調査報告の発送日
07.02.2012

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)	3 Z	4 1 3 2
米澤 篤		
電話番号 03-3581-1101 内線 3355		

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
A	JP 2008-014670 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 01. 24, 段落【0025】 - 【0027】 , 図 3 & US 2009/0089011 A1 & EP 2037257 A1 & WO 2008/004462 A1 & CN 101484799 A	1-22
A	JP 2007-232709 A (トヨタ自動車株式会社、富士通テン株式会社) 2007. 09. 13, 段落【0030】 , 【0059】 - 【0062】 , 図 1, 4, 7 (ファミリーなし)	1-22
A	JP 2006-291893 A (トヨタ自動車株式会社) 2006. 10. 26, 段落【0008】 & US 2007/0261960 A1 & EP 1870702 A1 & WO 2006/109864 A1	1-22