

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-188540

(P2021-188540A)

(43) 公開日 令和3年12月13日(2021.12.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 26/35 (2016.01)	FO2M 26/35 A	3G062
FO2M 26/50 (2016.01)	FO2M 26/50 321	
FO2M 35/10 (2006.01)	FO2M 35/10 311B	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 43 頁)

(21) 出願番号 特願2020-92312 (P2020-92312)
 (22) 出願日 令和2年5月27日 (2020.5.27)

(71) 出願人 000116574
 愛三工業株式会社
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1

(74) 代理人 110000291
 特許業務法人コスモス国際特許商標事務所

(72) 発明者 吉岡 衛
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内

(72) 発明者 曹 海翔
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内

(72) 発明者 別所 崇
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内

最終頁に続く

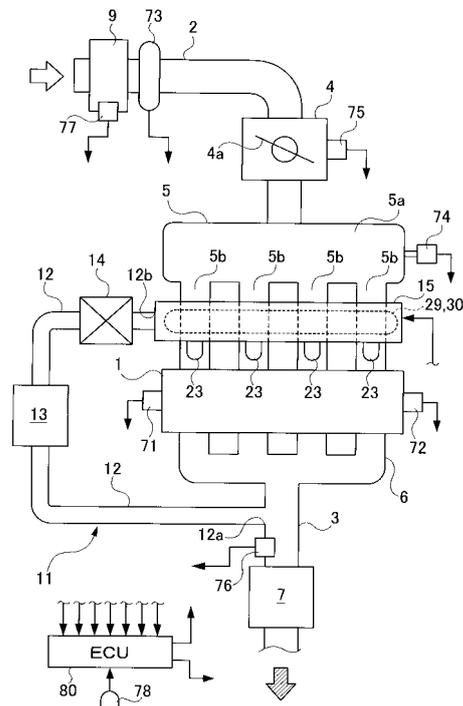
(54) 【発明の名称】 EGRシステム

(57) 【要約】

【課題】 EGRガスが流れる吸気通路やEGR通路の内壁を応答性良く温度上昇させると共に、その温度を精密に制御すること。

【解決手段】 EGRシステムは、エンジン1から排気通路3へ排出される排気の一部をEGRガスとしてEGR通路12を介して吸気通路2へ流してエンジン1へ還流させる。EGRシステムは、EGRガスが流れる吸気通路2(吸気マニホールド5)及びEGR通路12(EGRガス分配器15)の少なくとも一方の内壁に設けられる各発熱被膜29,30と、各発熱被膜29,30に通電する少なくとも一対のプラス電極31,33及びマイナス電極32,34と、吸気通路2(5)及びEGR通路12(15)の暖機状態を検出する水温センサ71及び吸気温センサ77と、検出される暖機状態に基づき、EGR開始以前から、各発熱被膜29,30への通電を制御する電子制御装置80とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エンジンから排気通路へ排出される排気の一部を EGR ガスとして EGR 通路を介して吸気通路へ流して前記エンジンへ還流させるように構成した EGR システムにおいて、

前記 EGR ガスが流れる前記吸気通路及び前記 EGR 通路の少なくとも一方の内壁に設けられる発熱被膜と、

前記発熱被膜に通電するための少なくとも一対のプラス電極及びマイナス電極と、

前記吸気通路及び前記 EGR 通路の暖機状態を検出するための暖機状態検出手段と、

検出される前記暖機状態に基づき、EGR を開始する以前から、前記発熱被膜への通電を制御するための通電制御手段と

を備えたことを特徴とする EGR システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の EGR システムにおいて、

前記通電制御手段は、前記発熱被膜への通電に際し、前記エンジンの始動時における前記暖機状態に基づいて通電時間を制御する

ことを特徴とする EGR システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の EGR システムにおいて、

前記通電制御手段は、前記発熱被膜への通電に際し、前記エンジンの始動時における前記暖機状態に基づいて前記通電をカットするための通電カット暖機状態を算出し、前記発熱被膜への通電後に、前記通電カット暖機状態に基づいて前記通電をカットする

ことを特徴とする EGR システム。

20

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の EGR システムにおいて、

前記通電制御手段は、前記発熱被膜への通電に際し、前記エンジンの始動時における前記暖機状態に基づいて前記通電の電流値又は電圧値を制御する

ことを特徴とする EGR システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の EGR システムにおいて、

前記通電制御手段は、前記発熱被膜への通電に際し、前記エンジンの始動時における前記暖機状態と前記 EGR を開始するための前記暖機状態との差に応じて前記通電の電流値

又は電圧値を増加させる

ことを特徴とする EGR システム。

30

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の EGR システムにおいて、

前記通電制御手段は、前記エンジンの始動前における前記暖機状態に基づいて前記エンジンの始動前に前記発熱被膜への通電を開始する

ことを特徴とする EGR システム。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の EGR システムにおいて、

前記通電制御手段は、EGR カットを所定時間継続した場合は、前記エンジンの始動後における前記暖機状態に基づいて前記発熱被膜への再通電を実施する

ことを特徴とする EGR システム。

40

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の EGR システムにおいて、

前記通電制御手段は、前記エンジンの始動時における前記暖機状態に応じて前記通電を開始するための通電開始暖機状態を算出し、前記エンジンの始動後に前記暖機状態が前記通電開始暖機状態となったときに前記発熱被膜への通電を開始する

ことを特徴とする EGR システム。

【請求項 9】

50

請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の EGR システムにおいて、
前記 EGR を制御するための EGR 制御手段を更に備え、
前記 EGR 制御手段は、前記エンジンの始動時における前記暖機状態と前記 EGR を開始するための前記暖機状態との差が小さい場合は、前記 EGR を開始するための前記暖機状態を高温側の暖機状態へ変更することを特徴とする EGR システム。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の EGR システムにおいて、
前記暖機状態を示すパラメータは、前記エンジンに吸入される吸気の温度、前記エンジンの冷却水の温度、前記吸気通路の内壁の温度及び前記 EGR 通路の内壁の温度のうち少なくとも一つを含むことを特徴とする EGR システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この明細書に開示される技術は、エンジンから排気通路へ排出される排気の一部を EGR ガスとして EGR 通路を介して吸気通路へ流してエンジンへ還流させるように構成した EGR システムに関する。

【背景技術】

【0002】

20

従来、この種の技術として、例えば、下記の特許文献 1 に記載される技術「吸気マニホールド」が知られている。この技術は、吸気マニホールドにおいて、エンジンの各気筒へ吸気を分配する複数の分岐管に、補助ガス（EGR ガス、PCV ガス等）を分配するガス分配部が設けられる。このガス分配部には、エンジンの冷却水を利用した温水が流れる温水通路部が隣接して設けられる。また、ガス分配部と温水通路部との間の隔壁には、熱伝導率の良い材料（カーボン粉含有樹脂や金属板のインサート成形）が設けられる。そして、温水通路部の温水熱によりガス分配部を効率よく保温し、ガス分配部の中での凝縮水の発生や凍結を抑えるようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献 1】特開 2018 - 44518 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、特許文献 1 に記載の技術では、ガス分配部と温水通路部との間の隔壁に熱伝導率の良い材料が設けられているものの、温水温度がエンジンの暖機状態に依存していることから、ガス分配部の温度上昇に時間がかかる上、ガス分配部の温度を精密に制御することが難しかった。

【0005】

40

この開示技術は、上記事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内壁を応答性良く温度上昇させると共に、その温度を精密に制御することを可能とした EGR システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の技術は、エンジンから排気通路へ排出される排気の一部を EGR ガスとして EGR 通路を介して吸気通路へ流してエンジンへ還流させるように構成した EGR システムにおいて、EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内壁に設けられる発熱被膜と、発熱被膜に通電するための少なくとも一対のプラス電極及びマイナス電極と、吸気通路及び EGR 通路の暖機状態を検出す

50

るための暖機状態検出手段と、検出される暖機状態に基づき、EGRを開始する以前から、発熱被膜への通電を制御するための通電制御手段とを備えたことを趣旨とする。

【0007】

上記技術の構成によれば、プラス電極及びマイナス電極を介して発熱被膜へ通電することで、発熱被膜が発熱し、EGRガスが流れる吸気通路及びEGR通路の少なくとも一方の内壁が加熱される。ここで、通電制御手段は、暖機状態検出手段により検出される吸気通路及びEGR通路の暖機状態に基づき、EGRを開始する以前から、発熱被膜への通電を制御する。従って、発熱被膜が設けられる吸気通路及びEGR通路の少なくとも一方の内壁の温度や温度上昇が、EGRを開始する以前から、吸気通路及びEGR通路の暖機状態に応じて調節される。

10

【0008】

上記目的を達成するために、請求項2に記載の技術は、請求項1に記載の技術において、通電制御手段は、発熱被膜への通電に際し、エンジンの始動時における暖機状態に基づいて通電時間を制御することを趣旨とする。

【0009】

上記技術の構成によれば、請求項1に記載の技術の作用に加え、エンジンの始動時における暖機状態に応じて発熱被膜への通電時間が調整される。

【0010】

上記目的を達成するために、請求項3に記載の技術は、請求項1に記載の技術において、通電制御手段は、発熱被膜への通電に際し、エンジンの始動時における暖機状態に基づいて通電をカットするための通電カット暖機状態を算出し、発熱被膜への通電後に、通電カット暖機状態に基づいて通電をカットすることを趣旨とする。

20

【0011】

上記技術の構成によれば、請求項1に記載の技術の作用に加え、エンジンの始動時における暖機状態に応じて算出された通電カット暖機状態に基づき、発熱被膜への通電後に、その通電がカットされる。従って、エンジンの始動時における暖機状態に応じて発熱被膜の発熱時間が調整される。

【0012】

上記目的を達成するために、請求項4に記載の技術は、請求項1乃至3のいずれかに記載の技術において、通電制御手段は、発熱被膜への通電に際し、エンジンの始動時における暖機状態に基づいて通電の電流値又は電圧値を制御することを趣旨とする。

30

【0013】

上記技術の構成によれば、請求項1乃至3のいずれかに記載の技術の作用に加え、エンジンの始動時における暖機状態に応じて発熱被膜の発熱状態が調整される。

【0014】

上記目的を達成するために、請求項5に記載の技術は、請求項4に記載の技術において、通電制御手段は、発熱被膜への通電に際し、エンジンの始動時における暖機状態とEGRを開始するための暖機状態との差に応じて通電の電流値又は電圧値を増加させることを趣旨とする。

【0015】

上記技術の構成によれば、請求項4に記載の技術の作用に加え、発熱被膜への通電に際し、エンジンの始動時における暖機状態とEGRを開始するための暖機状態との差に応じて通電の電流値が増加するので、エンジンの始動時からEGRを開始するまでに通電する電流値が増加した分だけ発熱被膜からの発熱が増える。

40

【0016】

上記目的を達成するために、請求項6に記載の技術は、請求項1乃至5のいずれかに記載の技術において、通電制御手段は、エンジンの始動前における暖機状態に基づいてエンジンの始動前に発熱被膜への通電を開始することを趣旨とする。

【0017】

上記技術の構成によれば、請求項1乃至5のいずれかに記載の技術の作用に加え、エン

50

ジンの始動前における暖機状態に基づいてエンジンの始動前から発熱被膜への通電が開始されるので、エンジンの始動前から発熱被膜の発熱が始まり、その発熱温度が適度に高められる。

【0018】

上記目的を達成するために、請求項7に記載の技術は、請求項1乃至6のいずれかに記載の技術において、通電制御手段は、EGRカットを所定時間継続した場合は、エンジンの始動後における暖機状態に基づいて発熱被膜への再通電を実施することを趣旨とする。

【0019】

上記技術の構成によれば、請求項1乃至6のいずれかに記載の技術の作用に加え、EGRカットを所定時間継続した場合は、エンジンの始動後における暖機状態に基づいて発熱被膜への再通電が実施されるので、EGRカット後にも必要に応じて発熱被膜が発熱する。

10

【0020】

上記目的を達成するために、請求項8に記載の技術は、請求項1乃至7のいずれかに記載の技術において、通電制御手段は、エンジンの始動時における暖機状態に応じて通電を開始するための通電開始暖機状態を算出し、エンジンの始動後に暖機状態が通電開始暖機状態となったときに発熱被膜への通電を開始することを趣旨とする。

【0021】

上記技術の構成によれば、請求項1乃至7のいずれかに記載の技術の作用に加え、次のような作用を有する。すなわち、発熱被膜の昇温特性は、エンジンの始動時における暖機状態が低いほど良くなる傾向がある。通電制御手段は、エンジンの始動時における暖機状態に応じて通電開始暖機状態を算出し、エンジンの始動後に暖機状態が通電開始暖機状態となったときに発熱被膜への通電を開始する。従って、発熱被膜は、その暖機状態に応じた昇温特性に基づいて通電が開始される。

20

【0022】

上記目的を達成するために、請求項9に記載の技術は、請求項1乃至8のいずれかに記載の技術において、EGRを制御するためのEGR制御手段を更に備え、EGR制御手段は、エンジンの始動時における暖機状態とEGRを開始するための暖機状態との差が小さい場合は、EGRを開始するための暖機状態を高温側の暖機状態へ変更することを趣旨とする。

30

【0023】

上記技術の構成によれば、請求項1乃至8のいずれかに記載の技術の作用に加え、エンジンの始動時における暖機状態とEGRを開始するための暖機状態との差が小さい場合は、EGRを開始するための暖機状態が高温側の暖機状態へ変更されるので、エンジンの始動時からEGRを開始するまでに、発熱被膜へ通電する時間が長くなる。

【0024】

上記目的を達成するために、請求項10に記載の技術は、請求項1乃至9のいずれかに記載の技術において、暖機状態を示すパラメータは、エンジンに吸入される吸気の温度、エンジンの冷却水の温度、吸気通路の内壁の温度及びEGR通路の内壁の温度のうち少なくとも一つを含むことを趣旨とする。

40

【0025】

上記技術の構成によれば、暖機状態を示す各種パラメータに応じて発熱被膜への通電が行われ、請求項1乃至9のいずれかに記載の技術と同等の作用が得られる。

【発明の効果】

【0026】

請求項1に記載の技術によれば、EGRガスが流れる吸気通路及びEGR通路の少なくとも一方の内壁を応答性良く温度上昇させることができると共に、その温度を精密に制御することができる。この結果、EGRを開始したときにEGRガスが流れる吸気通路及びEGR通路の少なくとも一方の内部での凝縮水の発生を抑えることができる。

【0027】

50

請求項 2 に記載の技術によれば、請求項 1 に記載の技術の効果に加え、発熱被膜を必要以上に通電することがなく、無駄な通電を防止することができる。

【0028】

請求項 3 に記載の技術によれば、請求項 1 に記載の技術の効果に加え、発熱被膜を必要以上に通電することがなく、無駄な通電を防止することができる。

【0029】

請求項 4 に記載の技術によれば、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の技術の効果に加え、低温下でも、EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内壁を速やかに温度上昇させることができる。

【0030】

請求項 5 に記載の技術によれば、請求項 4 に記載の技術の効果に加え、EGR を開始するための暖機状態を相対的に低い暖機状態に設定しても、EGR を開始する以前に、EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内壁の温度を速やかに高めることができる。

【0031】

請求項 6 に記載の技術によれば、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の技術の効果に加え、EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内壁の温度をエンジンの始動時までに適度な温度に高めることができる。この結果、EGR を開始したときに EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内部での凝縮水の発生をより確実に抑えることができる。

【0032】

請求項 7 に記載の技術によれば、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の技術の効果に加え、EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内壁を EGR カット後にも適度な温度に維持することができる。この結果、EGR カット後にも EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内部での凝縮水の発生を抑えることができる。

【0033】

請求項 8 に記載の技術によれば、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の技術の効果に加え、発熱被膜を EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内壁の加熱に必要な時間だけ発熱させることができ、不要な発熱を回避することができる。この結果、システムを省電力化することができ、発熱被膜の耐用時間を延ばすことができる。

【0034】

請求項 9 に記載の技術によれば、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の技術の効果に加え、EGR を開始するための暖機状態を低い温度に設定しても、エンジンの始動時における暖機状態に応じて EGR を開始するための暖機状態が見直されることで、EGR を開始する以前に、EGR ガスが流れる吸気通路及び EGR 通路の少なくとも一方の内壁の温度を適度に高めることができる。

【0035】

請求項 10 に記載の技術によれば、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の技術と同等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図 1】第 1 実施形態に係り、エンジンシステムを示す概略構成図。

【図 2】第 1 実施形態に係り、EGR ガス分配器が設けられる吸気マニホールドの概略を示す側面図。

【図 3】第 1 実施形態に係り、EGR ガス分配器を前側から視て示す斜視図。

【図 4】第 1 実施形態に係り、EGR ガス分配器を示す平面図。

【図 5】第 1 実施形態に係り、EGR ガス分配器を示す正面図。

【図 6】第 1 実施形態に係り、EGR ガス分配器のガスチャンバを示す図 4 の A - A 線断面図。

10

20

30

40

50

- 【図 7】第 1 実施形態に係り、上ケーシングの外側を示す斜視図。
- 【図 8】第 1 実施形態に係り、上ケーシングの内側を示す平面図。
- 【図 9】第 1 実施形態に係り、下ケーシングの内側を示す斜視図。
- 【図 10】第 1 実施形態に係り、下ケーシングの内側を示す平面図。
- 【図 11】第 1 実施形態に係り、第 1 の通電制御の内容を示すフローチャート。
- 【図 12】第 1 実施形態に係り、始動時吸気温度、始動時冷却水温度に応じた必要通電時間を求めるために参照される必要通電時間マップ。
- 【図 13】第 1 実施形態に係り、第 1 の通電制御実行時における各種パラメータの挙動を示すタイムチャート。
- 【図 14】第 2 実施形態に係り、第 2 の通電制御の内容を示すフローチャート。 10
- 【図 15】第 2 実施形態に係り、始動時吸気温度、始動時冷却水温度に応じた通電カット冷却水温度を求めるために参照される通電カット冷却水温度マップ。
- 【図 16】第 3 実施形態に係り、第 3 の通電制御の内容を示すフローチャート。
- 【図 17】第 3 実施形態に係り、始動時吸気温度、始動時冷却水温度に応じた通電開始電流値を求めるために参照される通電開始電流値マップ。
- 【図 18】第 3 実施形態に係り、冷却水温度に応じた下限電流値を求めるために参照される下限電流値マップ。
- 【図 19】第 3 実施形態に係り、第 3 の通電制御実行時における各種パラメータの挙動を示すタイムチャート。
- 【図 20】第 4 実施形態に係り、エンジンシステムを示す概略構成図。 20
- 【図 21】第 4 実施形態に係り、第 4 の通電制御の内容を示すフローチャート。
- 【図 22】第 4 実施形態に係り、始動前吸気温度に応じたプレ通電時間を求めるために参照されるプレ通電時間マップ。
- 【図 23】第 5 実施形態に係り、第 5 の通電制御の内容を示すフローチャート。
- 【図 24】第 6 実施形態に係り、EGR 開始水温度設定制御の内容を示すフローチャート。
- 【図 25】第 6 実施形態に係り、EGR 開始水温度を設定した後の各通電制御実行時における各種パラメータの挙動を示すタイムチャート。
- 【図 26】第 7 実施形態に係り、第 6 の通電制御の内容を示すフローチャート。
- 【図 27】第 7 実施形態に係り、水温度差に応じた加算電流値を求めるために参照される加算電流値マップ。 30
- 【図 28】第 7 実施形態に係り、第 6 の通電制御実行時における各種パラメータの挙動を示すタイムチャート。
- 【図 29】第 8 実施形態に係り、EGR ガス分配器のガスチャンバを示す図 6 に準ずる断面図。
- 【図 30】第 8 実施形態に係り、第 7 の通電制御の内容を示すフローチャート。
- 【図 31】第 9 実施形態に係り、エンジンシステムを示す概略構成図。
- 【図 32】第 10 実施形態に係り、第 8 の通電制御の内容を示すフローチャート。
- 【図 33】第 10 実施形態に係り、吸気温度に応じた EGR 開始水温度を求めるために参照される EGR 開始水温度マップ。 40
- 【図 34】第 10 実施形態に係り、吸気温度に応じた補正水温度を求めるために参照される補正水温度マップ。
- 【図 35】第 11 実施形態に係り、第 9 の通電制御の内容を示すフローチャート。
- 【図 36】第 11 実施形態に係り、吸気温度に応じた通電開始水温度を求めるために参照される通電開始水温度マップ。
- 【図 37】別の実施形態に係り、EGR ガス分配器を示す平面図。
- 【図 38】別の実施形態に係り、EGR ガス分配器を示す平面図。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0037】
- 以下、EGR システムをガソリンエンジンシステムに具体化した幾つかの実施形態につ 50

いて説明する。

【0038】

<第1実施形態>

先ず、第1実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0039】

[エンジンシステムについて]

図1に、この実施形態のガソリンエンジンシステム（以下、単に「エンジンシステム」と言う。）を概略構成図により示す。自動車に搭載されたエンジンシステムは、複数の気筒を有するエンジン1を備える。このエンジン1は、4気筒、4サイクルのレシプロエンジンであり、ピストン及びクランクシャフト等の周知の構成を含む。エンジン1には、各気筒へ吸気を導入するための吸気通路2と、エンジン1の各気筒から排気を導出するための排気通路3が設けられる。吸気通路2には、その上流側からエアクリーナ9、スロットル装置4及び吸気マニホールド5が設けられる。加えて、このエンジンシステムは、高圧ループタイプの排気還流装置（EGR装置）11を備える。

10

【0040】

スロットル装置4は、吸気マニホールド5より上流の吸気通路2に配置され、運転者のアクセル操作に応じてバタフライ式のスロットル弁4aを開度可変に開閉駆動させることで、吸気通路2を流れる吸気量を調節するようになっている。吸気マニホールド5は、主として樹脂材より構成され、エンジン1の直上流にて吸気通路2に配置され、吸気が導入される一つのサージタンク5aと、サージタンク5aに導入された吸気をエンジン1の各気筒へ分配するためにサージタンク5aから分岐した複数（4つ）の分岐管5bとを含む。排気通路3には、その上流側から順に排気マニホールド6及び触媒7が設けられる。触媒7には、排気を浄化するために、例えば、三元触媒が内蔵される。

20

【0041】

エンジン1には、各気筒に対応して燃料を噴射するための燃料噴射装置（図示略）が設けられる。燃料噴射装置は、燃料供給装置（図示略）から供給される燃料をエンジン1の各気筒へ噴射するように構成される。各気筒では、燃料噴射装置から噴射される燃料と吸気マニホールド5から導入される吸気とにより可燃混合気形成される。

【0042】

エンジン1には、各気筒に対応して点火装置（図示略）が設けられる。点火装置は、各気筒で可燃混合気に点火するように構成される。各気筒内の可燃混合気は、点火装置の点火動作により爆発・燃焼し、燃焼後の排気は、各気筒から排気マニホールド6及び触媒7を経て外部へ排出される。このとき、各気筒でピストン（図示略）が上下運動し、クランクシャフト（図示略）が回転することにより、エンジン1に動力が得られる。

30

【0043】

[EGRシステムについて]

この実施形態のEGRシステムは、EGR装置11を備える。EGR装置11は、エンジン1の各気筒から排気通路3へ排出される排気の一部を排気還流ガス（EGRガス）として吸気通路2へ流してエンジン1の各気筒へ還流させるように構成される。EGR装置11は、排気通路3から吸気通路2へEGRガスを流す排気還流通路（EGR通路）12と、EGR通路12を流れるEGRガスを冷却するための排気還流クーラ（EGRクーラ）13と、EGR通路12を流れるEGRガスの流量を調節するための排気還流弁（EGR弁）14と、EGR通路12を流れるEGRガスをエンジン1の各気筒へ分配するために、吸気マニホールド5の各分岐管5bへEGRガスを分配するための排気還流ガス分配器（EGRガス分配器）15とを備える。EGR通路12は、入口12aと出口12bを含む。EGR通路12の入口12aは、触媒7より上流の排気通路3に接続され、同通路12の出口12bは、EGRガス分配器15に接続される。この実施形態で、EGRガス分配器15は、EGR通路12の終段を構成している。EGR通路12において、EGR弁14は、EGRクーラ13より下流に設けられ、EGRガス分配器15は、EGR弁14より下流に設けられる。

40

50

【 0 0 4 4 】

この EGR 装置 1 1 では、EGR 弁 1 4 が開弁することにより、排気通路 3 を流れる排気の一部が EGR ガスとして EGR 通路 1 2 を流れ、EGR クーラ 1 3、EGR 弁 1 4 及び EGR ガス分配器 1 5 を介して吸気マニホールド 5 の各分岐管 5 b へ分配され、更にエンジン 1 の各気筒へ分配されて還流される。

【 0 0 4 5 】

[EGR ガス分配器について]

図 2 に、EGR ガス分配器 1 5 が設けられる吸気マニホールド 5 の概略を側面図により示す。図 2 に示す状態が、車両にてエンジン 1 に取り付けられた吸気マニホールド 5 の配置状態を示し、その上下は図 2 に示す通りである。吸気マニホールド 5 は、サージタンク 5 a と複数の分岐管 5 b (一つのみ図示する) の他に、各分岐管 5 b の出口をエンジン 1 へ接続するための出口フランジ 5 c を含む。この実施形態で、EGR ガス分配器 1 5 は、各分岐管 5 b のそれぞれへ EGR ガスを分配するために、各分岐管 5 b の最上部近傍にて各分岐管 5 b の上側に設けられる。

10

【 0 0 4 6 】

図 3 に、EGR ガス分配器 1 5 を前側から見た斜視図により示す。図 4 に、EGR ガス分配器 1 5 を平面図により示す。図 5 に、EGR ガス分配器 1 5 を正面図により示す。図 6 に、EGR ガス分配器 1 5 のガスチャンバを、図 4 の A - A 線断面図により示す。図 2 ~ 図 5 に示す吸気マニホールド 5 と EGR ガス分配器 1 5 の外観や構造は、本開示技術の一例を示すものである。図 3 ~ 図 5 に示すように、EGR ガス分配器 1 5 は、主として樹脂材により構成され、全体として横長な形状を有し、その長手方向 X (図 3 参照) において、図 1 に示すように、吸気マニホールド 5 の複数の分岐管 5 b を横切るように配置される。この実施形態で、EGR ガス分配器 1 5 は、予め吸気マニホールド 5 とは別に形成され、吸気マニホールド 5 に対し後付けされる。この実施形態で、EGR ガス分配器 1 5 は、大きく分けて三つの部分、すなわち、EGR ガスが導入されるガス導入通路 2 1 と、ガス導入通路 2 1 に導入された EGR ガスが集まる一つのガスチャンバ 2 2 (その内径が、ガス導入通路 2 1 のそれよりも大きい。) と、ガスチャンバ 2 2 から分岐され、ガスチャンバ 2 2 から各分岐管 5 b へ EGR ガスを分配する複数の (4 つ) のガス分配通路 2 3 (その内径が、ガス導入通路 2 1 やガスチャンバ 2 2 のそれよりも小さい。) とを含む。ガス導入通路 2 1 とガスチャンバ 2 2 は、この開示技術におけるガス通路の一例を構成する。

20

30

【 0 0 4 7 】

ガス導入通路 2 1 のガス入口 2 4 には、EGR ガスが導入される。このガス入口 2 4 には EGR 通路 1 2 が接続される。ガス入口 2 4 の周囲には、EGR 通路 1 2 を接続するための入口フランジ 2 4 a が設けられる。ガス導入通路 2 1 は、ガス入口 2 4 から伸びる通路部 2 1 a と、その通路部 2 1 a から二股に分岐した分岐通路部 2 1 b , 2 1 c とを含む。ガス入口 2 4 は、EGR ガス分配器 1 5 の前側に開口する。通路部 2 1 a は、同分配器 1 5 の前側から後側へ回り込み、各分岐通路部 2 1 b , 2 1 c に続く。ガスチャンバ 2 2 は、横長な筒形状をなす。ガスチャンバ 2 2 は、ガス入口 2 4 からガス導入通路 2 1 に導入される EGR ガスを集める。複数のガス分配通路 2 3 は、ガスチャンバ 2 2 の前側にて、ガスチャンバ 2 2 から分岐する。この実施形態で、各ガス分配通路 2 3 は、ガスチャンバ 2 2 から各分岐管 5 b へ向けて斜め下方へ傾斜して伸び、開口する。

40

【 0 0 4 8 】

図 6 に示すように、この実施形態で、EGR ガス分配器 1 5 は、上ケーシング 2 6 及び下ケーシング 2 7 の二つの部材から構成される。上ケーシング 2 6 の外周には、上フランジ 2 6 a が形成され、下ケーシング 2 7 の外周には、下フランジ 2 7 a が形成される。上ケーシング 2 6 と下ケーシング 2 7 は、上フランジ 2 6 a と下フランジ 2 7 a とが溶着により接合されることで一体化し、EGR ガス分配器 1 5 が構成される。

【 0 0 4 9 】

図 6 に示すように、この実施形態で、EGR ガス分配器 1 5 の内壁には、各発熱被膜 2 9 , 3 0 が設けられる。すなわち、上ケーシング 2 6 のガスチャンバ 2 2 を構成する部分

50

の内壁には、上発熱被膜 29 が設けられる。下ケーシング 27 のガスチャンバ 22 を構成する部分には、下発熱被膜 30 が設けられる。また、上発熱被膜 29 の幅方向（図 6 左右方向）両端において、上ケーシング 26 の内壁と上発熱被膜 29 との間には、上発熱被膜 29 に通電するための一対をなす上プラス電極 31 と上マイナス電極 32 が設けられる。下発熱被膜 30 の幅方向両端において、下ケーシング 27 の内壁と下発熱被膜 30 との間には、下発熱被膜 30 に通電するための一対をなす下プラス電極 33 と下マイナス電極 34 が設けられる。この実施形態で、上発熱被膜 29 と下発熱被膜 30 は、互いに同じ厚さを有し、上ケーシング 26 と下ケーシング 27 のガスチャンバ 22 を構成する部分の内壁のほぼ全部を覆うように設けられる。この実施形態では、図示はしないが、上ケーシング 26 及び下ケーシング 27 のガス導入通路 21 を構成する部分の内壁にも、ガスチャンバ 22 の内壁と同様に上発熱被膜 29 及び下発熱被膜 30 と、上プラス電極 31 及び上マイナス電極 32 と、下プラス電極 33 及び下マイナス電極 34 とが設けられる。更に、図 3 ~ 図 5 に示すように、EGR ガス分配器 15 において、ガス導入通路 21 の上流端部（入口フランジ 24 a 近傍）及び下流端部（分岐通路部 21 b）と、ガスチャンバ 22 の一端部及び中間部のそれぞれには、各プラス電極 31, 33 及び各マイナス電極 32, 34 から伸びる上プラス端子 31 a 及び上マイナス端子 32 a と、下プラス端子 33 a 及び下マイナス端子 34 a がそれぞれ設けられる。これら端子 31 a, 32 a, 33 a, 34 a から各電極 31, 32, 33, 34 を介して各発熱被膜 29, 30 に通電することにより、各発熱被膜 29, 30 が発熱し、EGR ガス分配器 15 のガス導入通路 21 及びガスチャンバ 22 の内壁を加熱するようになっている。

10

20

【0050】

図 7 に、上ケーシング 26 の外側を斜視図により示す。図 8 に、上ケーシング 26 の内側を平面図により示す。図 9 に、下ケーシング 27 の内側を斜視図により示す。図 10 に、下ケーシング 27 の内側を平面図により示す。図 8 に示すように、上プラス電極 31（黒塗り線）及び上マイナス電極 32（白抜き線）は、それぞれ上ケーシング 26 の内壁にて互いに対向するように上フランジ 26 a に沿って設けられる。図 8 に紗を付して示すように、上発熱被膜 29 は、対向する上プラス電極 31 及び上マイナス電極 32 の間で、上ケーシング 26 の内壁のほぼ全面を覆うように設けられる。図 9、図 10 に示すように、下プラス電極 33（黒塗り線）及び下マイナス電極 34（白抜き線）は、それぞれ下ケーシング 27 の内壁にて下フランジ 27 a に沿って設けられる。図 10 に紗を付して示すように、下発熱被膜 30 は、対向する下プラス電極 33 及び下マイナス電極 34 の間で、下ケーシング 27 の内壁のほぼ全面を覆うように設けられる。

30

40

【0051】

なお、各発熱被膜 29, 30 には、アース配線が設けられる。この実施形態では、EGR ガス分配器 15 が、その入口フランジ 24 a を介して EGR 通路 12 に接続される（取り付けられる）。図 3 に示すように、入口フランジ 24 a には、そのボルト穴に導電性の金属製カラー 25 が設けられる。この金属製カラー 25 に対し、各発熱被膜 29, 30 のアース配線 25 a が接続される。入口フランジ 24 a は、その金属製カラー 25 に挿通されたボルトを介して EGR 通路 12 の上流側に設けられた別のフランジに接続される。この場合、EGR 通路 12 の上流側は、導電性金属を介して車体に繋がリアースが施されている。従って、入口フランジ 24 a を EGR 通路 12 の別のフランジに接続することで、各発熱被膜 29, 30 に対しアースを施すことが可能となる。

【0052】

[発熱被膜について]

ここで、各発熱被膜 29, 30 について説明する。各発熱被膜 29, 30 としては、例えば、東洋ドライルーブ株式会社製の「発熱被膜コーティング」を使用することができる。この発熱被膜は、特殊バインダー内に、各種導通顔料を配合・分散した乾燥性被膜であり、被膜に電極を介して電力を供給することで、被膜全体を発熱させることが可能である。配合した導通顔料（導体）に与えられた電流が、熱エネルギー（ジュール熱）に変化し発熱効率を得ることができる。その特徴は、以下の通りである。（1）低電圧にて発熱特

50

性を発現できること。(2)面状で発熱するため、ニクロム線に比べて均一に発熱すること。(3)薄膜化、軽量化が可能であること。(4)柔軟性に優れ、フィルム形態も可能であること。(5)塗布膜厚、電極長さ、電極間距離等を調整することで、任意の発熱特性が得られること。

【0053】

[エンジンシステムの電氣的構成について]

次に、エンジンシステムの電氣的構成の一例について説明する。図1において、このエンジンシステムに設けられる各種センサ等71~78は、エンジン1の運転状態を検出するための運転状態検出手段を構成する。エンジン1に設けられる水温センサ71は、エンジン1の内部を流れる冷却水の温度(冷却水温度)THWを検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。エンジン1に設けられる回転数センサ72は、エンジン1のクランクシャフトの回転角(クランク角度)を検出すると共に、そのクランク角度の変化(クランク角速度)をエンジン1の回転数(エンジン回転数)NEとして検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。エアクリーナ9の近傍に設けられるエアフローメータ73は、エアクリーナ9を流れる吸気量Gaを検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。サージタンク5aに設けられる吸気圧センサ74は、スロットル装置4より下流の吸気通路2(サージタンク5a)における吸気圧力PMを検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。スロットル装置4に設けられるスロットルセンサ75は、スロットル弁4aの開度(スロットル開度)TAを検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。EGR通路12の入口12aと触媒7との間の排気通路3に設けられる酸素センサ76は、排気中の酸素濃度Oxを検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。エアクリーナ9の入口に設けられる吸気温センサ77は、エアクリーナ9に吸入される外気の温度(吸気温度)THAを検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。運転席に設けられるイグニションスイッチ(IGスイッチ)78は、運転者の操作によるエンジン1の始動又は停止を検出し、その検出信号を出力するようになっている。この実施形態において、水温センサ71と吸気温センサ77は、冷却水温度THWと吸気温度THAを吸気通路2及びEGR通路12(EGRガス分配器15を含む)の暖機状態を示すパラメータとして検出するためのこの開示技術における暖機状態検出手段の一例に相当する。

【0054】

このエンジンシステムは、同システムの制御を司る電子制御装置(ECU)80を更に備える。ECU80には、各種センサ等71~78がそれぞれ接続される。また、ECU80には、EGR弁14とEGRガス分配器15の各発熱被膜29,30の他、インジェクタ(図示略)及びイグニションコイル(図示略)が接続される。ECU80は、この開示技術における通電制御手段とEGR制御手段の一例に相当する。周知のようにECU80は、中央処理装置(CPU)、各種メモリ、外部入力回路及び外部出力回路等を備える。メモリには、各種制御に関する所定の制御プログラムが格納される。CPUは、入力回路を介して入力される各種センサ等71~78の検出信号に基づき、所定の制御プログラムに基づいて燃料噴射制御、点火時期制御、EGR制御及び各発熱被膜29,30に対する通電制御等を実行するようになっている。

【0055】

この実施形態で、ECU80は、EGR制御において、エンジン1の運転状態に応じてEGR弁14を制御するようになっている。具体的には、ECU80は、エンジン1の停止時、アイドル運転時及び減速運転時には、EGR弁14を全閉に制御し、それ以外の運転時には、その運転状態に応じて目標EGR開度を求め、EGR弁14をその目標EGR開度に制御するようになっている。このときEGR弁14が開弁されることにより、エンジン1から排気通路3へ排出され、その排気の一部が、EGRガスとしてEGR通路12、EGRクーラ13、EGR弁14及びEGRガス分配器15等を介して吸気通路2(吸気マニホールド5)へ流れ、エンジン1の各気筒へ還流される。また、ECU80は、EGR制御において、エンジン1の始動後に冷却水温度THWが所定のEGR開始水温度となったときにEGRを開始するようになっている。

【 0 0 5 6 】

[発熱被膜に対する第 1 の通電制御について]

ここで、EGR ガス分配器 1 5 の各発熱被膜 2 9 , 3 0 に対する第 1 の通電制御について説明する。図 1 1 に、その通電制御の内容をフローチャートにより示す。

【 0 0 5 7 】

処理がこのルーチンへ移行すると、ステップ 1 0 0 で、ECU 8 0 は、IG スイッチ 7 8 からの検出信号に基づき、イグニッション (I G) オン、すなわちエンジン 1 が始動を開始したか否かを判断する。ECU 8 0 は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ 1 1 0 へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ 1 7 0 へ移行する。

【 0 0 5 8 】

ステップ 1 1 0 で、ECU 8 0 は、水温センサ 7 1 及び吸気温度センサ 7 7 の検出値に基づき、吸気温度 T H A、エンジン始動時、すなわち、I G オンのときの吸気温度 (始動時吸気温度) S T H A、エンジン始動時の冷却水温度 (始動時冷却水温度) S T H W をそれぞれ取り込む。

【 0 0 5 9 】

次に、ステップ 1 2 0 で、ECU 8 0 は、吸気温度 T H A が「 - 2 0 」以上であるか否かを判断する。「 - 2 0 」は、判定値の一例である。ECU 8 0 は、この判断結果が肯定となる場合は処理を 1 3 0 へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ 1 6 0 へ移行する。

【 0 0 6 0 】

ステップ 1 3 0 では、ECU 8 0 は、始動時吸気温度 S T H A 及び始動時冷却水温度 S T H W に応じた、各発熱被膜 2 9 , 3 0 に必要な通電時間 (必要通電時間) T H T (単位は「秒」) を算出する。ECU 8 0 は、例えば、図 1 2 に示すような必要通電時間マップを参照することにより、始動時吸気温度 S T H A、始動時冷却水温度 S T H W に応じた必要通電時間 T H T を求めることができる。このマップでは、始動時吸気温度 S T H A と始動時冷却水温度 S T H W がそれぞれ低くなるほど必要通電時間 T H T が長くなるように設定される。また、このマップでは、始動時吸気温度 S T H A が所定値 (- 2 0) 以下となる場合は、各発熱被膜 2 9 , 3 0 に対する通電を常時 ON (オン) するように設定される。

【 0 0 6 1 】

次に、ステップ 1 4 0 で、ECU 8 0 は、I G オン後に計測を開始した経過時間 (I G オン後時間) T I G を取り込む。

【 0 0 6 2 】

次に、ステップ 1 5 0 で、ECU 8 0 は、I G オン後時間 T I G が必要通電時間 T H T に達していないか否かを判断する。ECU 8 0 は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ 1 6 0 へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ 1 7 0 へ移行する。

【 0 0 6 3 】

ステップ 1 2 0 又はステップ 1 5 0 から移行してステップ 1 6 0 では、ECU 8 0 は、EGR ガス分配器 1 5 を加熱するために、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオンする。その後、ECU 8 0 は、処理をステップ 1 0 0 へ戻す。

【 0 0 6 4 】

一方、ステップ 1 0 0 又はステップ 1 5 0 から移行してステップ 1 7 0 では、ECU 8 0 は、EGR ガス分配器 1 5 の加熱を停止するために、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオフする。その後、ECU 8 0 は、処理をステップ 1 0 0 へ戻す。

【 0 0 6 5 】

上記した第 1 の通電制御によれば、ECU 8 0 は、吸気通路 2 及び EGR 通路 1 2 (EGR ガス分配器 1 5 を含む) の暖機状態に基づき、EGR を開始する以前から、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電を制御するようになっている。ここで、ECU 8 0 は、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電に際し、エンジン 1 の始動時における上記暖機状態に基づき、各発熱

10

20

30

40

50

被膜 29, 30 への通電時間を制御するようになっている。具体的には、ECU 80 は、IG オン後に吸気温度 THA が「 - 20 」より低くなる場合は、各発熱被膜 29, 30 への通電を常時オンし、IG オン後に吸気温度 THA が「 - 20 」以上となる場合は、IG オン後に所定の必要通電時間 THT が過ぎるまで通電を継続するようになっている。また、ECU 80 は、始動時吸気温度 STHA と始動時冷却水温度 STHW に応じて必要通電時間 THT を設定するようになっている。詳しくは、ECU 80 は、始動時吸気温度 STHA と始動時冷却水温度 STHW が低くなるほど必要通電時間 THT を長く設定するようになっている。

【0066】

[第 1 の通電制御実行時における各種パラメータの挙動について]

ここで、上記した第 1 の通電制御実行時における各種パラメータの挙動を、図 13 に示すタイムチャートを参照しながら説明する。図 13 において、(a) は IG の ON (オン) ・ OFF (オフ) を、(b) は各発熱被膜 29, 30 への通電のオン・オフを、(c) は EGR のオン・オフを、(d) は車速 SPD (実線) とエンジン回転数 NE (破線) の変化を、(e) は各種温度の変化を、(f) は IG オン後時間 TIG の変化をそれぞれ示す。この実施形態では、EGR を開始するための冷却水温度 THW が、露点温度の「 60 」ではなく「 40 」に設定されている。

【0067】

図 13 (e) において、第 1 の場合 C1 は、始動時吸気温度 STHA 及び始動時冷却水温度 STHW が「 20 」の場合を示し、その実線は各発熱被膜 29, 30 への通電をオンした場合の EGR ガス分配器 15 の内壁温度 TIWN の変化を、その破線は冷却水温度 THW の変化を、その 1 点鎖線は各発熱被膜 29, 30 への通電をオフした場合の EGR ガス分配器 15 の内壁温度 TIWF の変化をそれぞれ示す。また、第 2 の場合 C2 は、始動時吸気温度 STHA 及び始動時冷却水温度 STHW が「 - 20 」の場合を示し、その実線は各発熱被膜 29, 30 への通電をオンした場合の内壁温度 TIWN の変化を、その破線は冷却水温度 THW の変化を、その 1 点鎖線は各発熱被膜 29, 30 への通電をオフした場合の内壁温度 TIWF の変化をそれぞれ示す。

【0068】

図 13 (f) において、実線は IG オン後時間 TIG の変化を示し、破線は第 1 の場合 C1 の必要通電時間 THT を示す。

【0069】

図 13 に示すように、時刻 t1 にて (a) の IG がオン (エンジン始動) となると、(b) の各発熱被膜 29, 30 への通電がオン (発熱開始) となり、(d) のエンジン回転数 NE が増加し始めると共に少し遅れて車速 SPD が増加し始め、(f) の必要通電時間 THT が「 900 秒」に設定され、IG オン後時間 TIG が増加し始める。

【0070】

その後、第 1 の場合 C1 では、時刻 t2 にて、(e) の冷却水温度 THW が「 40 」に達して (c) の EGR がオン (EGR 開始) となり、時刻 t4 にて、IG オン後時間 TIG が必要通電時間 THT (900 秒) に達すると、各発熱被膜 29, 30 への通電が停止 (通電カット) となる。

【0071】

ここで、第 1 の場合 C1 では、時刻 t1 にて、(e) の内壁温度 TIWN と冷却水温度 THW が上昇し始め、時刻 t2 にて内壁温度 TIWN が露点温度 (60) に達し、時刻 t3 にて冷却水温度 THW が露点温度に達し、その後、時刻 t5 まで、内壁温度 TIWN も冷却水温度 THW も緩やかに上昇する。

【0072】

一方、第 1 の場合 C1 において、仮に各発熱被膜 29, 30 への通電をオンしない場合、(e) の内壁温度 TIWF は、時刻 t2 を過ぎると導入される EGR ガスの熱で加熱されることにより増加し始め、時刻 t3 にて露点温度に達する。従って、各発熱被膜 29, 30 への通電をオンしない場合は、時刻 t2 ~ 時刻 t3 の間で、EGR ガス分配器 15 の

10

20

30

40

50

内部で凝縮水発生CWが起きることになる。この凝縮水発生CWを防止するには、EGRの開始を時刻t3まで待たなければならない。この実施形態で、第1の場合C1において、エンジン1の始動と同時に(EGRを開始する以前から)、各発熱被膜29,30への通電をオンする。そのため、比較的早い時刻t2にて、冷却水温度THWが「40」に達し、EGRが開始されても、内壁温度TIWNが露点温度(60)を越えることから、EGRガス分配器15の中で凝縮水を発生させることなくEGRを開始することができる。

【0073】

これに対し、第2の場合C2では、時刻t1にて、(e)の内壁温度TIWNと冷却水温度THWが上昇し始め、その後、両温度TIWN, THWは上昇を続け、時刻t5で内壁温度TIWNが露点温度(60)を越え、冷却水温度THWが「40」に達してEGRがオンとなる。ここで、仮に各発熱被膜29,30への通電をオンしない場合、(e)の内壁温度TIWFは、時刻t5まで「-20」を保ち続け、時刻t5を過ぎてから導入されるEGRガスの熱で加熱されることにより上昇し始める。従って、時刻t5でEGRがオンされると、内壁温度TIWFは露点温度(60)に達していないため凝縮水が発生する。この実施形態で、第2の場合C2において、エンジン1の始動と同時に(EGRを開始する以前から)、各発熱被膜29,30への通電をオンする。このため、時刻t5にて、冷却水温度THWが「40」に達し、EGRが開始されても、内壁温度TIWNが露点温度(60)を越えることから、EGRガス分配器15の中で凝縮水を発生させることなくEGRを開始することができる。

10

20

【0074】

[EGRシステムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態のEGRシステムの構成によれば、EGR通路12を流れるEGRガスは、EGRガス分配器15のガス導入通路21に導入され、同導入通路21を分岐しながら流れてガスチャンバ22に集まり、複数のガス分配通路23から吸気マニホールド5の各分岐管5bへ好適に分配され、エンジン1の各気筒へ分配されて還流される。

【0075】

この実施形態では、EGRガス分配器15(EGR通路)において、凝縮水の発生が問題になる。しかし、EGRガス分配器15では、各プラス電極31,33及び各マイナス電極32,34を介して各発熱被膜29,30へ通電することで、各発熱被膜29,30が発熱し、ガス導入通路21及びガスチャンバ22それぞれの内壁が加熱される。従って、各発熱被膜29,30に対する通電を任意に制御することで、同被膜29,30が設けられるガス導入通路21及びガスチャンバ22それぞれの内壁の温度や温度上昇が調節される。このため、EGRガス分配器15(EGR通路)の内壁を応答性良く温度上昇させることができ、安定的に保温することができる。

30

【0076】

ここで、ECU80は、水温センサ71及び吸気温センサ77により検出される吸気通路2及びEGR通路12(EGRガス分配器15を含む)の暖機状態に相当する始動時吸気温度STHA及び始動時冷却水温度STHWに基づき、EGRを開始する以前から、各発熱被膜29,30への通電を制御するようになっている。従って、各発熱被膜29,30が設けられるEGRガス分配器15の内壁の温度や温度上昇が、EGRを開始する以前から、始動時吸気温度STHA及び始動時冷却水温度STHWに応じて調節される。このため、EGRガス分配器15の内壁を応答性良く温度上昇させることができると共に、その温度を精密に制御することができる。この結果、EGRを開始したときにEGRガス分配器15の内部での凝縮水の発生を抑えることができる。

40

【0077】

この実施形態の構成によれば、エンジン1の始動時におけるEGRガス分配器15の暖機状態に相当する始動時吸気温度STHA及び始動時冷却水温度STHWに応じて、各発熱被膜29,30への通電時間が調整される。このため、各発熱被膜29,30を必要以

50

上に通電することがなく、無駄な通電を防止することができる。

【0078】

この実施形態の構成によれば、EGRガス分配器15（EGR通路）の入口フランジ24a（継手）に設けられる金属製カラー25に各発熱被膜29, 30のマイナス電極32, 34がアース配線25aが接続されるので、アース配線25aを別途専用にアース接続する必要がない。このため、EGRガス分配器15の外部に配線をすることなく各発熱被膜29, 30にアースを施すことができる。

【0079】

この実施形態の構成によれば、上記のように、EGRガス分配器15において凝縮水の発生を抑制できるので、EGRガス分配器15から凝縮水が各分岐管5bへ流れる心配が少なくなる。このため、吸気マニホールド5におけるEGRガス分配器15の配置の自由度が増す。例えば、EGRガス分配器15を、図2に実線で示す現状の位置（出口フランジ5cに近い位置）から遠ざけ、図2に二点鎖線で示すように出口フランジ5c（エンジン）から離れた位置にて、吸気マニホールド5（分岐管5b）に設けることが可能となる。この場合、EGRガス分配器15がエンジン1から遠ざかるので、ガス分配通路23の先端へのデポジットの付着、堆積を抑えることができ、ガス分配通路23の内径を縮小して、吸気脈動の減衰を抑え、エンジン出力低下を抑えることができるようになる。また、ガス分配通路23の先端開口を、分岐管5bの内壁と面一にすることが可能となり、吸気流れの抵抗を最小に抑えることができるようになる。

10

【0080】

20

< 第2実施形態 >

次に、第2実施形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明において、第1実施形態と同等の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略し、異なった点を中心に説明する。

【0081】

[発熱被膜に対する第2の通電制御について]

この実施形態では、各発熱被膜29, 30に対する第2の通電制御の内容の点で第1実施形態と構成が異なる。図14に、この実施形態における第2の通電制御の内容をフローチャートにより示す。図14のフローチャートは、図11のステップ130～ステップ150の代わりにステップ180及びステップ190が設けられる点で異なる。

30

【0082】

処理がこのルーチンへ移行すると、ECU80は、ステップ100～ステップ120の処理を実行し、ステップ120の判断結果が肯定となる場合に処理をステップ180へ移行する。

【0083】

ステップ180では、ECU80は、始動時吸気温度STHA及び始動時冷却水温度STHWに応じて、エンジン1の始動後に各発熱被膜29, 30に対する通電をカットするための冷却水温度（通電カット冷却水温度）THWCT（単位は「 $^{\circ}$ C」）を算出する。ECU80は、例えば、図15に示すように、通電カット冷却水温度マップを参照することにより、始動時吸気温度STHA、始動時冷却水温度STHWに応じた通電カット冷却水温度THWCTを求めることができる。このマップでは、始動時吸気温度STHAと始動時冷却水温度STHWがそれぞれ低くなるほど通電カット冷却水温度THWCTが高くなるように設定される。また、このマップでは、始動時吸気温度STHAが所定値（ -20° C）以下となる場合は、各発熱被膜29, 30に対する通電を常時ON（オン）するように設定される。

40

【0084】

次に、ステップ190で、ECU80は、冷却水温度THWが通電カット冷却水温度THWCTより低いかなかを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ160へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ170へ移行する。すなわち、冷却水温度THWが通電カット冷却水温度THWCTより低い場合

50

は、ECU80は、ステップ160にて、各発熱被膜29, 30への通電をオンする。一方、冷却水温度THWが通電カット冷却水温度THWCTと同じかそれより高くなる場合は、ECU80は、ステップ170にて、各発熱被膜29, 30への通電をオフ、すなわち通電をカットする。

【0085】

上記した第2の通電制御によれば、ECU80は、吸気通路2及びEGR通路12（EGRガス分配器15を含む）の暖機状態に基づき、EGRを開始する以前から、各発熱被膜29, 30への通電を制御するようになっている。ここで、ECU80は、各発熱被膜29, 30への通電に際し、始動時吸気温度STHA及び始動時冷却水温度STHW（エンジン1の始動時における上記暖機状態）に基づいて通電をカットするための通電カット暖機状態としての通電カット冷却水温度THWCTを算出し、各発熱被膜29, 30への通電後に、その通電カット冷却水温度THWCTに基づいて通電をカットするようになっている。具体的には、ECU80は、IGオン後に吸気温度THAが所定値（-20）以上となる場合は、冷却水温度THWが通電カット冷却水温度THWCT以上となるときに通電をカットするようになっている。また、ECU80は、吸気温度THAが所定値（-20）以下となる場合は、各発熱被膜29, 30に対する通電を常時オンするようになっている。

10

【0086】

[EGRシステムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態のEGRシステムの構成によれば、第1実施形態と異なり次のような作用及び効果が得られる。すなわち、ECU80は、始動時吸気温度STHA及び始動時冷却水温度STHWに応じて算出される通電カット冷却水温度THWCT（通電カット暖機状態）に基づき、各発熱被膜29, 30への通電後に、その通電をカットする。従って、始動時吸気温度STHA及び始動時冷却水温度STHWに応じて各発熱被膜29, 30の発熱時間が調整される。このため、各発熱被膜29, 30を必要以上に通電することがなく、無駄な通電を防止することができる。

20

【0087】

<第3実施形態>

次に、第3実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0088】

[発熱被膜に対する第3の通電制御について]

この実施形態では、各発熱被膜29, 30に対する第3の通電制御の内容の点で前記各実施形態と構成が異なる。図16に、この実施形態における第3の通電制御の内容をフローチャートにより示す。

30

【0089】

処理がこのルーチンへ移行すると、ステップ200で、ECU80は、IGスイッチ78からの検出信号に基づき、IGオン、すなわちエンジン1が始動を開始したか否かを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ210へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ340へ移行する。

【0090】

ステップ210で、ECU80は、水温センサ71及び吸気温センサ77の検出値に基づき、吸気温度THA、始動時吸気温度STHA及び始動時冷却水温度STHWをそれぞれ取り込む。

40

【0091】

ステップ220では、ECU80は、始動時吸気温度STHA及び始動時冷却水温度STHWに応じた始動後の各発熱被膜29, 30に対する通電開始に必要な電流値（通電開始電流値）SAMP（単位は「A」）を算出する。ECU80は、例えば、図17に示すような通電開始電流値マップを参照することにより、始動時吸気温度STHA、始動時冷却水温度STHWに応じた通電開始電流値SAMPを求めることができる。このマップでは、始動時吸気温度STHAと始動時冷却水温度STHWがそれぞれ低くなるほど通電開

50

始電流値 SAMP が高くなるように設定される。

【0092】

ステップ230では、ECU80は、吸気温度THAに応じた下限電流値LAMP（単位は「A」）を算出する。ECU80は、例えば、図18に示すような下限電流値マップを参照することにより、吸気温度THAに応じた下限電流値LAMPを求めることができる。このマップでは、吸気温度THAが「-20～50（ ）」の範囲で高くなるほど下限電流値LAMPが「1.5～0.2（A）」の範囲で低くなるように設定される。

【0093】

次に、ステップ240で、ECU80は、各発熱被膜29, 30への通電要求があるか否かを判断する。ECU80は、例えば、吸気温度THAが所定の低温度となり、かつ、冷却水温度THWが所定の高温度とならない場合に通電要求を判断することができる。ECU80は、通電要求となる場合に処理をステップ250へ移行し、通電要求とならない（通電カット）の場合に処理をステップ340へ移行する。

10

【0094】

ステップ250では、ECU80は、下限電流値通電フラグXLC（後述する）が「0」か否かを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ260へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ320へ移行する。

【0095】

ステップ260では、ECU80は、電流値減衰フラグXCD（後述する）が「0」か否かを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ270へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ290へ移行する。

20

【0096】

ステップ270では、ECU80は、各発熱被膜29, 30へ通電開始電流値SAMPで通電を開始する。

【0097】

次に、ステップ280で、ECU80は、各発熱被膜29, 30への通電を開始したので、電流値減衰フラグXCDを「1」に設定した後、処理をステップ200へ戻す。

【0098】

また、ステップ250から移行してステップ320では、ECU80は、各発熱被膜29, 30へ下限電流値LAMPで通電する。

30

【0099】

次に、ステップ330で、ECU80は、各発熱被膜29, 30を下限電流値LAMPで通電したことから、下限電流値通電フラグXLCを「1」に設定した後、処理をステップ200へ戻す。

【0100】

また、ステップ260から移行してステップ290では、ECU80は、各発熱被膜29, 30への通電電流値を減衰させる。ECU80は、例えば、1秒当たり「0.001（A）」の割合で通電電流値を減衰させることができる。

【0101】

次に、ステップ300で、ECU80は、減衰中の通電電流値EAMPを取り込む。

40

【0102】

次に、ステップ310で、ECU80は、減衰中の通電電流値EAMPが下限電流値LAMP以上であるか否かを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ200へ戻し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ320へ移行する。

【0103】

一方、ステップ200又はステップ240から移行してステップ340では、ECU80は、各発熱被膜29, 30への通電をオフ、すなわち通電をカットする。

【0104】

次に、ステップ350で、ECU80は、電流値減衰フラグXCDを「0」に設定する

50

。

【 0 1 0 5 】

そして、ステップ 3 6 0 で、E C U 8 0 は、下限電流値通電フラグ X L C を「 0 」に設定した後、処理をステップ 2 0 0 へ戻す。

【 0 1 0 6 】

上記した第 3 の通電制御によれば、E C U 8 0 は、吸気通路 2 及び E G R 通路 1 2 (E G R ガス分配器 1 5 を含む) の暖機状態に基づき、E G R を開始する以前から、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電を制御するようになっている。ここで、E C U 8 0 は、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電に際し、エンジン 1 の始動時における上記暖機状態に基づいて各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電の電流値を制御するようになっている。具体的には、E C U 8 0 は、I G オン後に各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電要求がある場合は、各発熱被膜 2 9 , 3 0 に対し、始動時吸気温度 S T H A と始動時冷却水温度 S T H W に応じた通電開始電流値 S A M P で通電を開始するようになっている。ここで、E C U 8 0 は、始動時吸気温度 S T H A と始動時冷却水温度 S T H W が低くなるほど通電開始電流値 S A M P を増大させるようになっている。また、E C U 8 0 は、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電開始後に、通電電流値 E A M P を所定の下限電流値 L A M P まで減衰させるようになっている。ここで、E C U 8 0 は、吸気温度 T H A に応じて下限電流値 L A M P を設定するようになっている。

10

。

【 0 1 0 7 】

[第 3 の通電制御実行時における各種パラメータの挙動について]

20

ここで、上記した第 3 の通電制御実行時における各種パラメータの挙動を、図 1 9 に示すタイムチャートを参照しながら説明する。図 1 9 において、(a) ~ (e) に示す各種パラメータの挙動は、図 1 3 (a) ~ (e) のそれと同じであり、(f) は通電電流値 E A M P の変化を示す。この実施形態でも、E G R を開始するための冷却水温度 T H W は「 4 0 」に設定されている。

【 0 1 0 8 】

図 1 9 (f) において、太い実線で示す第 1 の場合 C 1 は、始動時吸気温度 S T H A 及び始動時冷却水温度 S T H W が「 2 0 」となるときの通電電流値 E A M P の変化を示す。第 1 の場合 C 1 では、時刻 t 1 にて、「 1 . 7 5 (A) 」の通電開始電流値 S A M P をもって各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電が開始される。その後、下限電流値 L A M P である「 0 . 6 (A) 」まで電流値が減衰され、その下限電流値 L A M P が保持された後、時刻 t 4 にて通電がカットとなる。

30

【 0 1 0 9 】

第 1 の場合 C 1 において、仮に各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオンしない場合、(e) の内壁温度 T I W F は、時刻 t 2 を過ぎると導入される E G R ガスの熱で加熱されることにより増加し始め、時刻 t 3 にて露点温度 (6 0) に達する。従って、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオンしない場合は、時刻 t 2 ~ 時刻 t 3 の間で、E G R ガス分配器 1 5 の内部で凝縮水発生 C W が起きることになる。この凝縮水発生 C W を防止するには、E G R の開始を時刻 t 3 まで待たなければならない。この実施形態で、第 1 の場合 C 1 において、エンジン 1 の始動と同時に (E G R を開始する以前から)、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオンする。そのため、比較的早い時刻 t 2 にて、冷却水温度 T H W が「 4 0 」に達し、E G R が開始されても、内壁温度 T I W N が露点温度 (6 0) を越えていることから、E G R ガス分配器 1 5 の中で凝縮水を発生させることなく E G R を開始することができる。

40

【 0 1 1 0 】

また、図 1 9 (f) において、細い実線で示す第 2 の場合 C 2 は、始動時吸気温度 S T H A 及び始動時冷却水温度 S T H W が「 - 2 0 」となるときの通電電流値 E A M P の変化を示す。第 2 の場合 C 2 では、時刻 t 1 にて、「 3 . 0 (A) 」の通電開始電流値 S A M P をもって各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電が開始される。その後、下限電流値 L A M P である「 1 . 5 (A) 」まで電流値が減衰され、その下限電流値 L A M P が保持される。

50

【 0 1 1 1 】

第 2 の場合 C 2 において、仮に各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオンしない場合、冷却水温度 T H W は、時刻 t 5 にて、E G R を開始する冷却水温度 T H W である「 4 0 」に達し、E G R が開始される。一方で、(e) の内壁温度 T I W F は、時刻 t 5 まで「 - 2 0 」を保ち続け、時刻 t 5 を過ぎてから導入される E G R ガスの熱で加熱されることにより上昇し始める。従って、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオンしない場合は、時刻 t 5 で、E G R の開始と同時に E G R ガス分配器 1 5 の内部で凝縮水発生 C W が起きることになる。この凝縮水発生 C W を防止するには、内壁温度 T I W F が露点温度 (6 0) に達するまで E G R の開始を待たなければならない。この実施形態で、図 1 9 (f) に示すように、エンジン 1 の始動と同時に (E G R を開始する以前から)、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオンすると共に、「 - 2 0 」の始動時吸気温度 S T H A 及び始動時冷却水温度 S T H W に応じた高い通電開始電流値 S A M P (3 . 0 (A)) をもって各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電を開始しているため、E G R が開始される時刻 t 5 には、内壁温度 T I W N が露点温度 (6 0) を越えることになり、E G R ガス分配器 1 5 の内部で凝縮水を発生させることなく E G R を開始することができる。

10

【 0 1 1 2 】

[E G R システムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態の E G R システムの構成によれば、第 1 実施形態と異なり次のような作用及び効果が得られる。すなわち、E C U 8 0 は、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電に際し、始動時吸気温度 S T H A 及び始動時冷却水温度 S T H W (エンジン 1 の始動時における暖機状態) に基づいて通電電流値 E A M P (通電の電流値) を制御する。従って、始動時吸気温度 S T H A 及び始動時冷却水温度 S T H W に応じて各発熱被膜 2 9 , 3 0 の発熱状態 (発熱温度) が調整される。このため、低温下でも、E G R ガス分配器 1 5 (E G R 通路) の内壁を速やかに温度上昇させることができる。

20

【 0 1 1 3 】

この実施形態の構成によれば、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電に際し、通電開始電流値 S A M P で通電を開始した後、その電流値を下限電流値 L A M P まで減衰している。このため、通電をオフするまで同じ通電開始電流値 S A M P のままで通電を続ける場合と比べ、電力消費を抑えることができ、通電制御の省エネルギー化を図ることができる。

【 0 1 1 4 】

また、この実施形態の構成によれば、E C U 8 0 は、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電に関する下限電流値 L A M P を吸気温度 T H A に応じて設定する。このため、例えば、車両走行時に想定される走行風による E G R ガス分配器 1 5 の冷えを下限電流値 L A M P による各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電により補うことができる。

30

【 0 1 1 5 】

< 第 4 実施形態 >

次に、第 4 実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 1 1 6 】

この実施形態では、エンジンシステムの電氣的構成と各発熱被膜 2 9 , 3 0 に対する第 4 の通電制御の内容の点で前記各実施形態と構成が異なる。図 2 0 に、この実施形態のエンジンシステムを概略構成図により示す。図 2 0 に示すように、この実施形態では、E C U 8 0 が、エンジン 1 の始動前に作動するプレ E C U 8 0 a を含むことと、E C U 8 0 に対しドアセンサ 7 9 が接続される点で図 1 に示す電氣的構成と異なる。ドアセンサ 7 9 は、このエンジンシステムを搭載した車両の運転席ドア (図示略) に対応して設けられ、運転席ドアの開閉を検出し、その検出結果に応じた電氣信号を出力するようになっている。

40

【 0 1 1 7 】

[発熱被膜に対する第 4 の通電制御について]

図 2 1 に、この実施形態における第 4 の通電制御の内容をフローチャートにより示す。E C U 8 0 は、この第 4 の通電制御を、前記各実施形態において、第 1 ~ 第 3 の通電制御を実行する前に実行するようになっている。

50

【0118】

処理がこのルーチンへ移行すると、ステップ400では、ECU80は、IGオフで、運転席ドアが閉状態から開いたタイミングでプレECU80aをオンする。ECU80は、ドアセンサ79の検出結果に基づき運転席ドアが閉状態から開いたことを判断することができる。

【0119】

次に、ステップ410で、プレECU80a (ECU80)は、プレ通電フラグXPE (後述する)が「0」か否かを判断する。プレECU80aは、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ420へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理を470へ移行する。

10

【0120】

ステップ420では、プレECU80a (ECU80)は、水温センサ71及び吸気温センサ77の検出値に基づき、エンジン1の始動前の吸気温度(始動前吸気温度)BSTHAとエンジン1の始動前の冷却水温度(始動前冷却水温度)BSTHWをそれぞれ取り込む。

【0121】

次に、ステップ430で、プレECU80a (ECU80)は、始動前吸気温度BSTHAが「40」より低いかなかを判断する。プレECU80aは、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ440へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ520へ移行する。

20

【0122】

ステップ440では、プレECU80a (ECU80)は、始動前冷却水温度BSTHWが「80」より低いかなかを判断する。プレECU80aは、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ450へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ520へ移行する。

【0123】

ステップ450では、プレECU80a (ECU80)は、各発熱被膜29, 30へのプレ通電をオンする。

【0124】

その後、ステップ460で、プレECU80a (ECU80)は、プレ通電をオンしたことから、プレ通電フラグXPEを「1」に設定した後、処理をステップ400へ戻す。

30

【0125】

一方、ステップ410から移行してステップ470では、プレECU80a (ECU80)は、始動前吸気温度BSTHAに応じたプレ通電時間TPHTを算出する。プレECU80aは、例えば、図22に示すようなプレ通電時間マップを参照することにより、始動前吸気温度BSTHAに応じたプレ通電時間TPHT(単位は「秒」)を求めることができる。このマップでは、始動前吸気温度BSTHAが「-20~50()」の範囲で高くなるほどプレ通電時間TPHTが「30~10(秒)」の範囲で短くなるように設定される。

【0126】

次に、ステップ480で、プレECU80a (ECU80)は、プレ通電後の経過時間TMPを取り込む。プレECU80aは、プレ通電開始後にこの経過時間TMPを計測するようになっている。

40

【0127】

次に、ステップ490で、プレECU80a (ECU80)は、経過時間TMPがプレ通電時間TPHTを上回ったか否かを判断する。プレECU80aは、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ500へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ400へ戻す。

【0128】

ステップ500では、プレECU80a (ECU80)は、各発熱被膜29, 30への

50

プレ通電をオフする。

【0129】

次に、ステップ510で、プレECU80a (ECU80) は、プレ通電をオフしたことから、プレ通電フラグXPEを「0」に設定する。

【0130】

その後、ステップ430、ステップ440又はステップ510から移行してステップ520では、ECU80は、プレECU80aをオフし、その後の処理を一旦終了する。

【0131】

上記した第4の通電制御によれば、ECU80は、吸気通路2及びEGR通路12 (EGRガス分配器15を含む) の暖機状態に基づき、EGRを開始する以前から、各発熱被膜29, 30への通電を制御するようになっている。ここで、ECU80は、始動前吸気温度BSTHA及び始動前冷却水温度BSTHW (エンジン1の始動前における上記暖機状態) に基づき、エンジン1の始動前に各発熱被膜29, 30への通電を開始するようになっている。上記したステップ490において、プレECU80a (ECU80) が、経過時間TMPがプレ通電時間TPHTを上回ったか否かを判断するのは、運転席ドアを閉状態から開いても、エンジン1が始動されないことがあることから、プレ通電開始後にプレ通電時間TPHTの経過を確認するのである。ECU80は、この第4の通電制御を実行している間にIGオンとなった場合は、上記した第1～第3の通電制御へ移行するようになっている。

10

【0132】

20

[EGRシステムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態のEGRシステムの構成によれば、第1実施形態と異なり次のような作用及び効果が得られる。すなわち、ECU80は、始動前吸気温度BSTHA及び始動前冷却水温度BSTHWに基づき、エンジン1の始動前に各発熱被膜29, 30への通電を開始する。従って、エンジン1の始動前から各発熱被膜29, 30の発熱が始まり、その発熱温度が適度に高められる。このため、EGRガス分配器15の内壁の温度をエンジン1の始動時まで適度な温度に高めることができる。この結果、EGRを開始したときにEGRガス分配器15の内部での凝縮水の発生をより確実に抑えることができる。

【0133】

30

< 第5実施形態 >

次に、第5実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0134】

[発熱被膜に対する第5の通電制御について]

この実施形態では、各発熱被膜29, 30に対する第5の通電制御の内容の点で前記各実施形態と構成が異なる。図23に、この実施形態における第5の通電制御の内容をフローチャートにより示す。

【0135】

処理がこのルーチンへ移行すると、ステップ600では、ECU80は、始動後の通電制御が完了したか否かを判断する。ここで、始動後の通電制御には、例えば、エンジン1の始動後に実行する上記した第1～第3の通電制御のいずれかが含まれる。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ610へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ600へ戻す。

40

【0136】

ステップ610では、ECU80は、EGRがオフであるか否か、すなわちEGRを実行していないか否かを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ620へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ740へ戻す。

【0137】

ステップ620では、ECU80は、EGRをオフした時間 (EGRオフ時間) TEG

50

R O Fを取り込む。E C U 8 0は、E G Rをオフした後、このE G Rオフ時間T E G R O Fを計測するようになっている。

【0138】

次に、ステップ630で、E C U 8 0は、E G Rをオンした時間、すなわちE G Rを実行した時間（E G Rオン時間）T E G R O Nを「0」にクリアする。

【0139】

次に、ステップ640で、E C U 8 0は、E G Rオフ時間T E G R O Fが所定の判定時間T T H Aを超えたか否かを判断する。E C U 8 0は、この判断結果が肯定となる場合は、E G Rオフ時間T E G R O Fが長かったものとして処理をステップ650へ移行し、この判断結果が否定となる場合は、E G Rオフ時間T E G R O Fが短かったものとして処理をステップ600へ戻す。

10

【0140】

ステップ650では、E C U 8 0は、吸気温度センサ77の検出値に基づき吸気温度T H Aを取り込む。

【0141】

次に、ステップ660で、E C U 8 0は、吸気温度T H Aに応じた再通電時間T H 2を算出する。E C U 8 0は、所定の再通電時間マップ（図示略）を参照することにより、吸気温度T H Aに応じた再通電時間T H 2を求めることができる。

【0142】

次に、ステップ670で、E C U 8 0は、再通電フラグX R E（後述する）が「0」か否かを判断する。E C U 8 0は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ680へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ700へ移行する。

20

【0143】

ステップ680では、E C U 8 0は、各発熱被膜29, 30への再通電をオンする。

【0144】

次に、ステップ690で、E C U 8 0は、各発熱被膜29, 30への再通電をオンしたことから、再通電フラグX R Eを「1」に設定した後、処理をステップ600へ戻す。

【0145】

また、ステップ670から移行してステップ700では、E C U 8 0は、実際の再通電時間（実再通電時間）T E H 2を取り込む。E C U 8 0は、再通電を開始した後、この実再通電時間T E H 2を計測するようになっている。

30

【0146】

次に、ステップ710で、E C U 8 0は、実再通電時間T E H 2が再通電時間T H 2を超えたか否かを判断する。E C U 8 0は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ720へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ600へ戻す。

【0147】

ステップ720では、E C U 8 0は、各発熱被膜29, 30への再通電をオフする。

【0148】

その後、ステップ730で、E C U 8 0は、再通電フラグX R Eを「0」に設定した後、処理をステップ600へ戻す。

40

【0149】

一方、ステップ610から移行してステップ740では、E C U 8 0は、E G Rオン時間T E G R O Nを取り込む。E C U 8 0は、E G Rをオンした後、このE G Rオン時間T E G R O Nを計測するようになっている。

【0150】

次に、ステップ750で、E C U 8 0は、E G Rオン時間T E G R O Nが所定時間A 1より長いかなかを判断する。E C U 8 0は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ760へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ600へ戻す。

【0151】

そして、ステップ760では、E C U 8 0は、E G Rオフ時間T E G R O Fを「0」に

50

クリアした後、処理をステップ600へ戻す。

【0152】

上記した第5の通電制御によれば、ECU80は、EGRカットを所定の判定時間THA（所定時間）だけ継続した場合は、エンジン1の始動後における吸気温度THA（暖機状態）に基づいて各発熱被膜29, 30への再通電を実施するようになっている。

【0153】

[EGRシステムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態のEGRシステムの構成によれば、前記第1～第3の実施形態の作用及び効果に加え、次のような作用及び効果が得られる。すなわち、EGRカットを所定時間だけ継続した場合は、エンジン1の始動後における吸気温度THAに基づいて各発熱被膜29, 30への再通電が実施されるので、EGRカット後にも必要に応じて各発熱被膜29, 30が発熱する。このため、EGRガス分配器15の内壁をEGRカット後にも適度な温度に維持することができる。この結果、EGRカット後、任意の時間が経過して再度EGRガスが導入されたときにもEGRガス分配器15の内部での凝縮水の発生を抑えることができる。

【0154】

<第6実施形態>

次に、第6実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0155】

近年、エンジン始動後の早い時期からEGRを実行することの要望が高まっている。ところが、エンジン始動後の早い時期からEGRを実行しようとする、EGR開始の目安となる冷却水温度THW（EGR開始水温度）を低く設定する（常温に近付ける）必要がある。EGR開始水温度を低く設定すると、エンジン始動時の冷却水温度（始動時冷却水温度STHW）の状態によっては、EGRを開始する以前に各発熱被膜29, 30を加熱するための通電時間が短くなる。その結果、EGRガス分配器15の内壁を十分に暖めることができなくなるおそれがある。そこで、この実施形態では、上記課題に対処するために、次のようなEGR開始水温度設定制御を実行するようになっている。図24に、その制御の内容をフローチャートにより示す。この制御では、基準となるEGR開始水温度を通常より低い「40」に設定している。

【0156】

[EGR開始水温度設定制御について]

処理がこのルーチンへ移行すると、ステップ800で、ECU80は、IGスイッチ78からの検出信号に基づき、IGオン、すなわちエンジン1が始動を開始したか否かを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ810へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ800へ戻す。

【0157】

ステップ810では、ECU80は、水温センサ71の検出値に基づき始動時冷却水温度STHWを取り込む。始動時冷却水温度STHWは、エンジン1の始動時におけるEGRガス分配器15の暖機状態を推定するために使用される。

【0158】

次に、ステップ820で、ECU80は、始動時冷却水温度STHWが「30」より低いかなかを判断する。ここで、「30」は一例を示す。ECU80は、始動時冷却水温度STHWが「30」より低い場合は処理をステップ830へ移行し、始動時冷却水温度STHWが「30」以上となる場合は処理をステップ840へ移行する。

【0159】

ステップ830では、ECU80は、EGR開始水温度を基準となる「40」に設定した後、処理をステップ800へ戻す。EGR開始水温度は、別途のEGR制御において、EGR開始の基準となる温度を意味する。EGR制御において、ECU80は、冷却水温度THWが「40」以上となるときにEGRを開始（EGR弁等を開弁）するようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 0 】

一方、ステップ 8 2 0 から移行してステップ 8 4 0 では、E C U 8 0 は、始動時冷却水温度 S T H W が基準となる「 4 0 」より低いかなかを判断する。E C U 8 0 は、始動時冷却水温度 S T H W が「 4 0 」より低い場合 (3 0 S T H W < 4 0) は処理をステップ 8 5 0 へ移行し、始動時冷却水温度 S T H W が「 4 0 」以上となる場合は処理をステップ 8 6 0 へ移行する。

【 0 1 6 1 】

ステップ 8 5 0 では、E C U 8 0 は、E G R 開始水温度を基準となる「 4 0 」より高い「 5 0 」に設定した後、処理をステップ 8 0 0 へ戻す。この場合、E C U 8 0 は、E G R 制御において、冷却水温度 T H W が「 5 0 」以上となるときに E G R を開始 (E G R 弁等を開弁) することになる。

10

【 0 1 6 2 】

一方、ステップ 8 6 0 では、E C U 8 0 は、E G R 開始水温度を基準となる「 4 0 」より更に高い「 6 0 」に設定した後、処理をステップ 8 0 0 へ戻す。この場合、E C U 8 0 は、E G R 制御において、冷却水温度 T H W が「 6 0 」以上となるときに E G R を開始 (E G R 弁等を開弁) することになる。

【 0 1 6 3 】

なお、この実施形態では、各発熱被膜 2 9 , 3 0 に対する通電制御として、前記第 3 の通電制御を実行するものとする。

【 0 1 6 4 】

上記 E G R 開始水温度設定制御によれば、E C U 8 0 は、始動時冷却水温度 S T H W (エンジン 1 の始動時における暖機状態) と E G R 開始水温度 (E G R を開始するための暖機状態) との差が小さい場合は、E G R 開始水温度を高温側の温度に変更するようになっている。

20

【 0 1 6 5 】

[E G R 開始水温度を設定した後の各通電制御実行時における各種パラメータの挙動について]

ここで、E G R 開始水温度を設定した後の各通電制御実行時における各種パラメータの挙動を、図 2 5 に示すタイムチャートを参照しながら説明する。図 2 5 において、(a) ~ (f) のパラメータは、図 1 9 における (a) ~ (f) のそれと同じである。

30

【 0 1 6 6 】

図 2 5 (c) において、太い実線で示す第 3 の場合 C 3 は、内壁温度 T I W N 及び始動時冷却水温度 S T H W が「 4 2 」で、E G R 開始水温度が「 6 0 」に設定されたとき E G R のオン・オフの変化を示す。この第 3 の場合 C 3 は、エンジン始動時の冷却水温度 T H W (4 2) と基準となる E G R 開始水温度 (4 0) との差が小さく、E G R 開始水温度を「 6 0 」に変更した場合を想定する。太い破線で示す第 4 の場合 C 4 は、内壁温度 T I W N 及び始動時冷却水温度 S T H W が「 4 2 」で、E G R 開始水温度が基準の「 4 0 」に設定されたときの E G R のオン・オフの変化を示す。この第 4 の場合 C 4 は、エンジン始動時の冷却水温度 T H W (4 2) と基準となる E G R 開始水温度 (4 0) との差が小さくても、E G R 開始水温度を変更せず、「 4 0 」のままとする場合を想定する。

40

【 0 1 6 7 】

図 2 5 (e) において、細い実線は上記第 3 の場合 C 3 であって、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオンした場合の E G R ガス分配器 1 5 の内壁温度 T I W N の変化を示す。太い実線は上記第 4 の場合 C 4 であって、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオンした場合の E G R ガス分配器 1 5 の内壁温度 T I W N の変化を示す。破線は冷却水温度 T H W の変化を示す。

【 0 1 6 8 】

図 2 5 において、時刻 t 1 にて (a) の I G がオン (エンジン始動) となると、(b) の各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電がオン (発熱開始) となり、(d) のエンジン回転数 N

50

Eが増加し始めると共に少し遅れて車速SPDが増加し始める。このとき、(f)の通電電流値EAMPは「1.2(A)」の通電開始電流値SAMPに設定され、その後減衰し、時刻t4にて通電要求が無くなると、(f)の通電電流値EAMPが「0」となり、(b)の各発熱被膜29,30への通電がオフ(発熱停止)となる。

【0169】

ここで、第3の場合C3では、時刻t3にて、(e)の冷却水温度THWが「40」から変更された「60」に達すると、(c)のEGRがオンとなる。すなわち、第3の場合C3には、EGRが開始するよりも前に、時刻t1~t3の間で各発熱被膜29,30が発熱し、EGRが開始する時刻t3では、(e)の内壁温度TIWNが露点温度(60)を越えているので、EGRが開始してもEGRガス分配器15の中で凝縮水が発生することはない。

10

【0170】

これに対し、第4の場合C4では、時刻t1にて、(e)の冷却水温度THWが既にEGR開始水温度である「40」を既に超えているので、(c)のEGRがオンとなる。すなわち、第4の場合C4では、時刻t1にて、露点温度(60)よりも低い「42」でEGRが開始すると共に各発熱被膜29,30が発熱する。このため、(e)の内壁温度TIWNが露点温度(60)を越えるまでの時刻t1~t2の間で、EGRガス分配器15の中で凝縮水発生CWが起きてしまうことになる。

【0171】

[EGRシステムの作用及び効果について]

20

以上説明したこの実施形態のEGRシステムの構成によれば、前記第3実施形態の作用及び効果に加え、次のような作用及び効果が得られる。すなわち、始動時冷却水温度STHW(エンジン1の始動時における暖機状態)とEGR開始水温度としての「40」(EGRを開始するための暖機状態)との差が小さい場合は、EGR開始水温度が高温側の温度(50又は60)へ変更される。従って、エンジン1の始動時からEGRを開始するまでに、各発熱被膜29,30へ通電する時間が長くなる。このため、EGR開始水温度を低い温度(例えば、40)に設定しても、始動時冷却水温度STHWに応じてEGR開始水温度が見直されることで、EGRを開始する以前に、EGRガス分配器15の内壁の温度を適度に高めることができる。

【0172】

30

<第7実施形態>

次に、第7実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0173】

[発熱被膜に対する第6の通電制御について]

この実施形態では、各発熱被膜29,30に対する第6の通電制御の内容の点で前記各実施形態と構成が異なる。図26に、この実施形態における第6の通電制御の内容をフローチャートにより示す。図26のフローチャートでは、図16のフローチャートのステップ270の代わりに、ステップ900~ステップ930が設けられる点異なる。

【0174】

処理がこのルーチンへ移行し、ECU80がステップ200以降の処理を実行し、ステップ260の判断結果が肯定になると、ECU80は、ステップ900で、EGR開始水温度SETHWと始動時冷却水温度STHWとの水温度差THWを算出する。ここで、EGR開始水温度SETHWを、例えば、「40」に設定することができる。

40

【0175】

次に、ステップ910で、ECU80は、水温度差THWに応じた加算電流値THWAMPを算出する。ECU80は、例えば、図27に示すような加算電流値マップを参照することにより水温度差THWに応じた加算電流値THWAMPを求めることができる。このマップでは、水温度差THWが、「0~50()」の範囲で増加するにつれて加算電流値THWAMPが「2~0(A)」の範囲で減少するように設定される。

【0176】

50

次に、ステップ 920 で、ECU80 は、通電開始電流値 SAMP に加算電流値 THWAMP を加算することにより、最終通電開始電流値 SAMP E を算出する。

【0177】

そして、ステップ 930 では、ECU80 は、各発熱被膜 29, 30 へ最終通電開始電流値 SAMP E で通電を開始した後、処理をステップ 280 へ移行する。

【0178】

上記した第 6 の通電制御によれば、第 3 の通電制御と異なり、ECU80 は、各発熱被膜 29, 30 への通電に際し、エンジン 1 の始動時における吸気通路 2 及び EGR 通路 12 (EGR ガス分配器 15 を含む) の暖機状態と EGR を開始するための上記暖機状態との差に応じて各発熱被膜 29, 30 への通電の電流値を増加させるようになっている。詳しくは、ECU80 は、始動時冷却水温度 THW と EGR 開始水温度 SE THW との水温度差 THW に応じた加算電流値 THWAMP を、始動時吸気温度 STHA 及び始動時冷却水温度 THW に応じた通電開始電流値 SAMP に加算することで最終通電開始電流値 SAMP E を求め、その最終通電開始電流値 SAMP E により各発熱被膜 29, 30 への通電を開始するようになっている。

【0179】

[第 6 の通電制御実行時における各種パラメータの挙動について]

ここで、第 6 の通電制御実行時における各種パラメータの挙動を、図 28 に示すタイムチャートを参照しながら説明する。図 28 において、(a) ~ (f) のパラメータは、図 19 における (a) ~ (f) のそれと同じである。図 28 (f) において、太い実線は本実施形態の第 6 の通電制御の場合 EC6 の通電電流値 EAMP を示し、太い破線は第 3 の実施形態の第 3 の通電制御の場合 EC3 の通電電流値 EAMP を示す。図 28 (e) において、太い実線は第 6 の通電制御の場合 EC6 の内壁温度 TIWN (各発熱被膜 29, 30 への通電をオンした場合) の変化を示し、細い実線は第 3 の通電制御の場合 EC3 の内壁温度 TIWN (各発熱被膜 29, 30 への通電をオンした場合) の変化を示し、破線は冷却水温度 THW の変化を示す。

【0180】

図 28 に示すように、時刻 t_1 では、(e) の冷却水温度 THW が「30」のときに、(a) の IG がオン (エンジン始動) となり、(b) の各発熱被膜 29, 30 への通電がオン (通電開始) となり、(d) のエンジン回転数 NE と車速 SPD が増加を始める。

【0181】

このとき、上記した第 3 の通電制御の場合 EC3 では、(f) の通電電流値 EAMP が、「30」の冷却水温度 THW に応じた「1.5 (A)」で通電が開始され、その後、通電電流値 EAMP が減衰され、「0.4 (A)」の下限電流値 LAMP に達した後、時刻 t_4 で通電がカットされ、(b) の各発熱被膜 29, 30 への通電がオフとなる。この場合、EGR 開始水温度 SE THW は「40」であり、始動時冷却水温度 STHW は「30」であり、その水温度差 THW は「10」と少ないことから、冷却水温度 THW は、エンジン始動後間もない時刻 t_2 で EGR 開始水温度 SE THW である「40」に達してしまい、EGR がオン (EGR 開始) となる。ところが、時刻 t_2 の時点では、(e) の内壁温度 TIWN が露点温度 (60) より低いことから、内壁温度 TIWN が露点温度 (60) に達する時刻 t_3 までの間で、EGR ガス分配器 15 の中では凝縮水発生 CW が起きてしまう。

【0182】

これに対し、上記した第 6 の通電制御の場合 EC6 では、時刻 t_1 にて、(f) の通電電流値 EAMP (最終通電開始電流値 SAMP E) が、「1.5 (A)」の通電開始電流値 SAMP に対し「10」の水温度差 THW に応じた「1.5 (A)」だけ加算された「3.0 (A)」となる。そして、この加算された最終通電開始電流値 SAMP E により各発熱被膜 29, 30 への通電が開始される。その後、(f) の通電電流値 EAMP は、減衰され、時刻 t_4 で通電がカットされ、(b) の各発熱被膜 29, 30 への通電がオフとなる。この場合、EGR 開始水温度 SE THW と始動時冷却水温度 STHW との水

10

20

30

40

50

度差 THWが「10」と少なくとも、通電電流値EAMPの増加により、(e)の内壁温度TIWNの増加率が大きくなり、エンジン始動後間もない時刻t2で(e)の内壁温度TIWNが露点温度(60)を越えることになる。このため、時刻t2以降において、EGRガス分配器15の中で凝縮水を発生させることなくEGRを開始することができる。

【0183】

[EGRシステムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態のEGRシステムの構成によれば、前記第3実施形態の作用及び効果に加え、次のような作用及び効果が得られる。すなわち、各発熱被膜29,30への通電に際し、始動時冷却水温度STHW(エンジン1の始動時における暖機状態)とEGR開始水温度SETHW(EGRを開始するための暖機状態)との水温度差THW(差)に応じて各発熱被膜29,30への最終通電開始電流値SAMP(通電の電流値)が増加する。従って、エンジン1の始動時からEGRを開始するまでに通電する電流値が増加した分だけ各発熱被膜29,30からの発熱が増える。このため、EGR開始水温度を相対的に低い温度(例えば、40)に設定しても、EGRを開始する以前に、EGRガス分配器15の内壁の温度を速やかに高めることができる。

【0184】

<第8実施形態>

次に、第8実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0185】

この実施形態では、EGRガス分配器15の電気的構成と各発熱被膜29,30に対する第7の通電制御の内容の点で前記各実施形態と構成が異なる。図29に、この実施形態のEGRガス分配器15のガスチャンバ22を図6に準ずる断面図により示す。図29に示すように、この実施形態において、下ケーシング27には、その内壁の温度を検出するための温度センサ81が設けられる。この温度センサ81は、ECU80に接続される。温度センサ81は、下ケーシング27の内壁の温度を内壁温度TIWとして検出し、その検出信号をECU80へ出力するようになっている。この実施形態では、各ケーシング26,27のうち下ケーシング27の内壁温度TIWを検出するように構成したが、各ケーシング26,27それぞれの内壁温度を検出するように温度センサを設けることもできる。

【0186】

[発熱被膜に対する第7の通電制御について]

図30に、この実施形態における第7の通電制御の内容をフローチャートにより示す。処理がこのルーチンへ移行すると、ステップ1000で、ECU80は、IGスイッチ78からの検出信号に基づき、IGオン、すなわちエンジン1が始動を開始したか否かを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ1010へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ1070へ移行する。

【0187】

ステップ1010では、ECU80は、温度センサ81の検出信号に基づき内壁温度TIWを取り込む。

【0188】

次に、ステップ1020で、ECU80は、通電フラグXEG(後述する)が「0」か否かを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ1030へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ1060へ移行する。

【0189】

ステップ1030では、ECU80は、内壁温度TIWが「60」より低いかなかを判断する。「60」は一例であり、露点温度を想定したものである。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ1040へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ1070へ移行する。

【0190】

10

20

30

40

50

ステップ1040では、内壁温度TIWが露点温度より低いことから、ECU80は、EGRガス分配器15の内壁を加熱するために各発熱被膜29,30への通電をオンする。

【0191】

次に、ステップ1050で、ECU80は、通電フラグXEGを「1」に設定した後、処理をステップ1000へ戻す。

【0192】

ステップ1020から移行してステップ1060では、ECU80は、内壁温度TIWが「60」よりやや高い「70」より低いかなかを判断する。「70」は一例であり、凝縮水が発生しなくなったことを推定できる温度である。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ1040へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ1070へ移行する。

10

【0193】

ステップ1000、ステップ1030又はステップ1060から移行してステップ1070では、ECU80は、EGRガス分配器15の内壁を加熱しないために各発熱被膜29,30への通電をオフする。

【0194】

次に、ステップ1080で、ECU80は、通電フラグXEGを「0」に設定した後、処理をステップ1000へ戻す。

【0195】

上記第7の通電制御によれば、ECU80は、検出される内壁温度TIW（暖機状態）に基づき、EGR開始以前から各発熱被膜29,30への通電を制御するようになっている。

20

【0196】

[EGRシステムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態のEGRシステムの構成によれば、前記各実施形態とは異なり、実際に検出される内壁温度TIW（暖機状態）に基づき各発熱被膜29,30への通電を制御するので、EGRガス分配器15の内壁の温度をより精密に制御することができる。

【0197】

<第9実施形態>

次に、第9実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0198】

[EGRガスが流れる吸気通路について]

この実施形態では、エンジンシステムにおいて発熱被膜が設けられる部位の点で前記各実施形態と異なる。前記各実施形態では、EGRガス分配器15（EGR通路）の各ケーシング26,27の内壁に設けられる各発熱被膜29,30及び通電に関する電氣的構成と、その通電制御に関する構成について説明した。これに対し、この実施形態では、各実施形態それぞれの各発熱被膜29,30及び通電に関する電氣的構成が、EGRガス分配器15ではなく、EGRガスが流れる吸気通路2（吸気マニホールド5を含む）に設けられる場合について説明する。

30

40

【0199】

すなわち、図31に、エンジンシステムを概略構成図により示す。図31に示すように、このエンジンシステムは、エンジン1の吸気通路2と排気通路3に過給機8が設けられ、その吸気通路2と排気通路3との間に低圧ループタイプのEGR装置17が設けられる。過給機8は、吸気通路2に設けられるコンプレッサ8aと、排気通路3に設けられるタービン8bと、コンプレッサ8aとタービン8bを一体回転させる回転軸8cとを含む。コンプレッサ8aは、スロットル装置4よりも上流の吸気通路2に配置される。コンプレッサ8aより上流の吸気通路2には、吸気絞り弁18とエアクリーナ9が設けられる。タービン8bは、排気マニホールド6と触媒7との間の排気通路3に配置される。サージタ

50

ンク5 aには、インタークーラ10が設けられる。EGR装置17を構成するEGR通路12は、その入口12 aが触媒7より下流の排気通路3に接続され、その出口12 bは、コンプレッサ8 aと吸気絞り弁18との間の吸気通路2に接続される。EGR通路12には、EGRクーラ13とEGR弁14が設けられる。

【0200】

図31において、前記各実施形態の各発熱被膜29, 30及び通電に関する電氣的構成が設けられる吸気通路2の部分は、紗を付して示す。すなわち、この実施形態では、EGR通路12の出口12 bからコンプレッサ8 aの間の吸気通路2の部分と、コンプレッサ8 aからエンジン1までの間の吸気通路2の部分及び吸気マニホールド5に、各実施形態の各発熱被膜29, 30及び通電に関する電氣的構成が設けられる。また、この実施形態で、ECU80は、前記各実施形態で説明した第1～第7の通電制御及びEGR開始水温度設定制御のうち少なくとも一つを実行するように設定することができる。

10

【0201】

[EGRシステムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態のEGRシステムの構成によれば、各発熱被膜29, 30及び通電に関する電氣的構成が設けられた吸気通路2の部分及び吸気マニホールド5の部分につき、前記各実施形態の作用及び効果と同等の作用及び効果を得ることができる。

【0202】

<第10実施形態>

次に、第10実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

20

【0203】

[発熱被膜に対する第8の通電制御について]

この実施形態では、各発熱被膜29, 30に対する第8の通電制御の内容の点で第8実施形態と構成が異なる。

【0204】

各発熱被膜29, 30の昇温特性について検討する。この実施形態では、各発熱被膜29, 30は、低熱伝導率を有する樹脂製のケーシング26, 27の内面に形成されていることから、その断熱効果により、冷却水よりも遥かに昇温特性が良いことが確認されている。また、各発熱被膜29, 30は、低温度であるほど電気抵抗が低下し、昇温特性が良いことが確認されている。ここで、エンジン1の燃焼を考慮すると、外気温度(吸気温度THAや冷却水温度THW)が低いほど、燃焼温度が低く、燃焼耐力が低下するので、EGRを開始するための冷却水温度THWは高温側にシフトせざるを得ない。従って、始動時冷却水温度STHWが低くなるほど、各発熱被膜29, 30を昇温させる時間を確保できることになる。そこで、この実施形態では、上記のように、エンジン1の始動時の暖機状態(吸気温度THA、冷却水温度THW)の違いに応じて、各発熱被膜29, 30への通電開始のタイミングを制御するために、第8の通電制御を実行するようになっている。

30

【0205】

図32に、その第8の通電制御の内容をフローチャートにより示す。処理がこのルーチンへ移行すると、ECU80は、ステップ1100で、各種センサ等71～77, 81の検出値に基づき、エンジン回転数NE、エンジン負荷KL、冷却水温度THW、吸気温度THA及び内壁温度TIWをそれぞれ取り込む。

40

【0206】

次に、ステップ1110で、ECU80は、エンジン回転数NEとエンジン負荷KLに応じた目標EGR開度TOEGRを算出する。目標EGR開度TOEGRは、EGR弁14の開度を制御するための指令値である。ECU80は、例えば、所定の目標EGR開度マップ(図示略)を参照することにより、エンジン回転数NEとエンジン負荷KLに応じた目標EGR開度TOEGRを求めることができる。

【0207】

次に、ステップ1120で、ECU80は、吸気温度THAに応じたEGR開始水温度SETHWを算出する。ECU80は、例えば、図33に示すようなEGR開始水温度マ

50

マップを参照することにより、吸気温度 T_{HA} に応じた EGR 開始水温度 $SETHW$ を求めることができる。このマップでは、吸気温度 T_{HA} が「 $-15 \sim 25$ ()」の範囲で高くなるに連れて、 EGR 開始水温度 $SETHW$ が「 $85 \sim 40$ ()」の範囲で低くなるように設定される。また、このマップでは、吸気温度 T_{HA} が「 -15 」以下では、 EGR 開始水温度 $SETHW$ が「 85 」一定となり、吸気温度 T_{HA} が「 25 」以上では、 EGR 開始水温度 $SETHW$ が「 40 」一定となるように設定される。

【0208】

次に、ステップ 1130 で、 $ECU80$ は、各発熱被膜 29, 30 の通電を開始する冷却水温度 THW を補正するための、吸気温度 T_{HA} に応じた補正水温度 $KHTHW$ を算出する。 $ECU80$ は、例えば、図 34 に示すような補正水温度マップを参照することにより、吸気温度 T_{HA} に応じた補正水温度 $KHTHW$ を求めることができる。このマップでは、吸気温度 T_{HA} が「 $-15 \sim 40$ ()」の範囲で高くなるに連れて、補正水温度 $KHTHW$ が「 $30 \sim 0$ ()」の範囲で低くなるように設定される。また、このマップでは、吸気温度 T_{HA} が「 -15 」以下では、補正水温度 $KHTHW$ 「 30 」一定となり、吸気温度 T_{HA} が「 40 」以上では、補正水温度 $KHTHW$ が「 0 」一定となるように設定される。

10

【0209】

次に、ステップ 1140 で、 $ECU80$ は、冷却水温度 THW が、 EGR 開始水温度 $SETHW$ から補正水温度 $KHTHW$ を減算した温度以上であるか否かを判断する。ここで、 EGR 開始水温度 $SETHW$ から補正水温度 $KHTHW$ を減算するのは、吸気温度 T_{HA} が低いほど各発熱被膜 29, 30 の昇温特性が良くなることを各発熱被膜 29, 30 への通電開始のタイミングに反映させるためである。 $ECU80$ は、この判断結果が肯定となる場合は、各発熱被膜 29, 30 への通電を開始できる冷却水温度 THW に達したものととして処理をステップ 1150 へ移行する。また、 $ECU80$ は、この判断結果が否定となる場合は、各発熱被膜 29, 30 への通電を開始できる冷却水温度 THW に達していないものとして処理をステップ 1100 へ戻す。

20

【0210】

ステップ 1150 では、 $ECU80$ は、各発熱被膜 29, 30 への通電をオンする。すなわち、各発熱被膜 29, 30 への通電を開始する。

【0211】

次に、ステップ 1160 で、 $ECU80$ は、冷却水温度 THW が EGR 開始水温度 $SETHW$ 以上であるか否かを判断する。 $ECU80$ は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ 1170 へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ 1190 へ移行する。

30

【0212】

ステップ 1170 では、 $ECU80$ は、各発熱被膜 29, 30 への通電停止条件が成立したか否かを判断する。ここで、通電停止条件として、通電時間 (図 11 参照)、水温条件 (図 14 参照) 及び各発熱被膜 29, 30 の電流値又は抵抗値から温度を予測して判断すること等を想定することができる。 $ECU80$ は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ 1180 へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ 1200 へ移行する。

40

【0213】

ステップ 1180 では、 $ECU80$ は、通電停止条件が成立していることから、各発熱被膜 29, 30 への通電をオフする。

【0214】

一方、ステップ 1190 では、 $ECU80$ は、 EGR をカットするために、目標 EGR 開度 $TOEGR$ を「 0 」に設定し、処理をステップ 1200 へ移行する。

【0215】

そして、ステップ 1170、1180 又はステップ 1190 から移行してステップ 1200 では、 $ECU80$ は、 EGR 弁 14 を目標 EGR 開度 $TOEGR$ に制御する。すなわ

50

ち、目標 EGR 開度 T O EGR が「0」以外の所定開度となる場合は、ECU 80 は、EGR 弁 14 をその開度に制御する。一方、目標 EGR 開度 T O EGR が「0」となる場合は、ECU 80 は、EGR 弁 14 を全閉に制御する。その後、ECU 80 は、処理をステップ 1100 へ戻す。

【0216】

上記した第 8 の通電制御によれば、ECU 80 は、吸気通路 2 及び EGR 通路 12 (EGR ガス分配器 15 を含む) の暖機状態に基づき、EGR を開始する以前から、各発熱被膜 29, 30 への通電を制御するようになっている。ここで、ECU 80 は、各発熱被膜 29, 30 への通電に際し、エンジン 1 の始動時における上記暖機状態に応じて、各発熱被膜 29, 30 への通電を開始するようになっている。すなわち、ECU 80 は、エンジン 1 の始動時における吸気温度 T H A (暖機状態) に応じて、EGR 開始水温度 S E T H W から補正水温度 K H T H W を減算した温度 (通電を開始するための通電開始暖機状態) を算出し、エンジン 1 の始動後に冷却水温度 T H W (暖機状態) が EGR 開始水温度 S E T H W から補正水温度 K H T H W を減算した温度となったときに各発熱被膜 29, 30 への通電をオン (開始) するようになっている。また、ECU 80 は、EGR 開始水温度 S E T H W と補正水温度 K H T H W のそれぞれを、検出される吸気温度 T H A (暖機状態) に応じて求めるようになっている。

【0217】

[EGR システムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態の EGR システムの構成によれば、次のような作用及び効果を有する。すなわち、各発熱被膜 29, 30 の昇温特性は、エンジン 1 の始動時における被膜の温度が低いほど良くなる傾向がある。ECU 80 は、エンジン 1 の始動時における被膜の温度の代用として吸気温度 T H A を用い、その温度に応じて、EGR 開始水温度 S E T H W から補正水温度 K H T H W を減算した温度 (通電開始暖機状態) を算出し、エンジン 1 の始動後に冷却水温度 T H W (暖機状態) が EGR 開始水温度 S E T H W から補正水温度 K H T H W を減算した温度となったときに各発熱被膜 29, 30 への通電を開始する。従って、各発熱被膜 29, 30 は、その暖機状態に応じた昇温特性に基づいて通電が開始される。このため、各発熱被膜 29, 30 を EGR ガス分配器 15 の内壁の加熱に必要な時間だけ発熱させることができ、不要な発熱を回避することができる。この結果、システムを省電力化することができ、各発熱被膜 29, 30 の耐用時間を延ばすことができる。

【0218】

< 第 11 実施形態 >

次に、第 11 実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0219】

この実施形態では、エンジンシステムの電氣的構成と各発熱被膜 29, 30 に対する第 9 の通電制御の内容の点で第 10 実施形態と構成が異なる。すなわち、この実施形態の電氣的構成は、第 4 実施形態と同様、ECU 80 が、エンジン 1 の始動前に作動するプレ ECU 80 a を含み、ECU 80 に対しドアセンサ 79 が接続される (図 20 参照)。

【0220】

[発熱被膜に対する第 9 の通電制御について]

図 35 に、この実施形態における第 9 の通電制御の内容をフローチャートにより示す。図 35 のフローチャートでは、ステップ 1100 の前にステップ 1300 が設けられ、ステップ 1130 とステップ 1140 の代わりに、ステップ 1310 ~ ステップ 1340 が設けられる点で図 32 のフローチャートと異なる。

【0221】

処理がこのルーチンへ移行すると、ECU 80 は、ステップ 1300 で、IG オフで、運転席ドアが閉状態から開いたタイミングでプレ ECU 80 a をオンする。ECU 80 は、ドアセンサ 79 の検出結果に基づき運転席ドアが閉状態から開いたことを判断することができる。

10

20

30

40

50

【0222】

その後、ECU80は、ステップ1100～ステップ1120の処理を実行した後、ステップ1310で、吸気温度THAに応じた通電開始水温度SHTHW（単位は「 $^{\circ}$ C」）を算出する。通電開始水温度SHTHWは、エンジン1の始動後に各発熱被膜29, 30に対する通電を開始するための冷却水温度THWを意味する。ECU80は、例えば、図36に示すような通電開始水温度マップを参照することにより、吸気温度THAに応じた通電開始水温度SHTHWを求めることができる。このマップでは、吸気温度THAが「 $-15 \sim 25$ （ $^{\circ}$ C）」の範囲で高くなるに連れて、通電開始水温度SHTHWが「 $55 \sim 30$ （ $^{\circ}$ C）」の範囲で低くなるように設定される。また、このマップでは、吸気温度THAが「 -15 」以下では、通電開始水温度SHTHWが「 55 」一定となり、吸気温度THAが「 25 」以上では、通電開始水温度SHTHWが「 30 」一定となるように設定される。

10

【0223】

次に、ステップ1320で、ECU80は、吸気温度THAが「 25 」より低いかなかを判断する。「 25 」は一例である。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ1330へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ1340へ移行する。

【0224】

ステップ1330では、ECU80は、冷却水温度THWが通電開始水温度SHTHW以上となるか否かを判断する。ECU80は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ1150へ移行し、前述したステップ1150以降の処理を実行する。また、ECU80は、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ1300へ戻す。

20

【0225】

一方、ステップ1320から移行してステップ1340では、ECU80は、各発熱被膜29, 30へのプレ通電をオンする。すなわち、ECU80は、エンジン1の始動前に各発熱被膜29, 30へのプレ通電を開始する。その後、ECU80は、処理をステップ1160へ移行し、ステップ1160以降の処理を実行する。

【0226】

上記した第9の通電制御によれば、ECU80は、吸気通路2及びEGR通路12（EGRガス分配器15を含む）の暖機状態に基づき、EGRを開始する以前から、各発熱被膜29, 30への通電を制御するようになっている。ここで、ECU80は、各発熱被膜29, 30への通電に際し、エンジン1の始動時における上記暖機状態に応じて、各発熱被膜29, 30への通電を開始するようになっている。すなわち、ECU80は、エンジン1の始動時における吸気温度THA（暖機状態）に応じて、通電開始水温度SHTHW（通電を開始するための通電開始暖機状態）を算出し、エンジン1の始動後に冷却水温度THW（暖機状態）が通電開始水温度SHTHWとなったときに各発熱被膜29, 30への通電をオン（開始）するようになっている。また、ECU80は、EGR開始水温度SETHWと通電開始水温度SHTHWのそれぞれを、検出される吸気温度THA（暖機状態）に応じて求めるようになっている。

30

【0227】

ここで、吸気温度THAが高い場合は、吸気温度THAとEGR開始水温度SETHWとの差が小さく、各発熱被膜29, 30への通電を開始したとしても、その通電時間が短くなってしまふ。そこで、上記した第9の通電制御によれば、ECU80（プレECU80a）は、エンジン1の始動前に、検出される吸気温度THA（暖機状態）が所定の「 25 」（暖機状態）に達していると判断したときは、エンジン1の始動前から各発熱被膜29, 30へのプレ通電をオン（開始）するようになっている。

40

【0228】

[EGRシステムの作用及び効果について]

以上説明したこの実施形態のEGRシステムの構成によれば、次のような作用及び効果を有する。すなわち、ECU80は、エンジン1の始動時における吸気温度THAに応じ

50

て、通電開始水温度 S H T H W (通電開始暖機状態) を算出し、エンジン 1 の始動後に冷却水温度 T H W (暖機状態) が通電開始水温度 S H T H W となったときに各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電をオン(開始)する。従って、各発熱被膜 2 9 , 3 0 は、その暖機状態に応じた昇温特性に基づいて通電が開始される。このため、各発熱被膜 2 9 , 3 0 を E G R ガス分配器 1 5 の内壁の加熱に必要な時間だけ発熱させることができ、不要な発熱を回避することができる。この結果、システムを省電力化することができ、各発熱被膜 2 9 , 3 0 の耐用時間を延ばすことができる。

【0229】

また、この実施形態の構成によれば、エンジン 1 の始動前に各発熱被膜 2 9 , 3 0 へのプレ通電を開始するので、エンジン 1 の始動前から各発熱被膜 2 9 , 3 0 の発熱が始まり、その発熱温度が適度に高められる。このため、E G R ガス分配器 1 5 の内壁の温度をエンジン 1 の始動時までに適度な温度に高めることができる。この結果、E G R を開始したときに E G R ガス分配器 1 5 の内部での凝縮水の発生をより確実に抑えることができる。

10

【0230】

なお、この開示技術は前記各実施形態に限定されるものではなく、開示技術の趣旨を逸脱することのない範囲で構成の一部を適宜に変更して実施することもできる。

【0231】

(1) 前記各実施形態では、図 4 に示すように、ガス導入通路 2 1 (通路部 2 1 a と二つの分岐通路部 2 1 b , 2 1 c を含む) と、一つのガスチャンバ 2 2 (その内径が、ガス導入通路 2 1 のそれよりも大きい。) と、4 つのガス分配通路 2 3 (その内径が、ガス導入通路 2 1 やガスチャンバ 2 2 のそれよりも小さい。) とから E G R ガス分配器 1 5 を構成した。これに対し、図 3 2 に E G R ガス分配器 5 1 を平面図で示すように、ガスチャンバ 5 2 と各ガス分配通路 5 3 を、ガス導入通路 5 4 と同じ内径に構成することもできる。また、図 3 2 におけるガスチャンバ 5 2 を中間部で二分割することで、図 3 3 に E G R ガス分配器 5 7 を平面図で示すように、E G R ガス分配器 5 7 の全体をトーナメント形状に構成することもできる。

20

【0232】

(2) 前記各実施形態では、E G R ガス分配器 1 5 又は E G R ガスが流れる吸気通路 2 及び吸気マニホールド 5 に設けられる上発熱被膜 2 9 と下発熱被膜 3 0 の両方を同時に通電するように構成したが、各発熱被膜 2 9 , 3 0 を個別に通電するように構成することもできる。

30

【0233】

(3) 前記第 3 実施形態では、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電に際し、エンジン 1 の始動時における暖機状態に基づいて各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電の電流値を制御するように構成した。これに対し、発熱被膜への通電に際し、エンジンの始動時における暖機状態に基づいて発熱被膜への通電の電圧値を制御するように構成することもできる。

【0234】

(4) 前記第 7 実施形態では、各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電に際し、エンジン 1 の始動時における吸気通路 2 及び E G R 通路 1 2 (E G R ガス分配器 1 5 を含む) の暖機状態と E G R を開始するための上記暖機状態との差に応じて各発熱被膜 2 9 , 3 0 への通電の電流値を増加させるように構成した。これに対し、発熱被膜への通電に際し、エンジンの始動時における吸気通路及び E G R 通路の暖機状態と E G R を開始するための上記暖機状態との差に応じて発熱被膜への通電の電圧値を増加させるように構成することもできる。

40

【産業上の利用可能性】

【0235】

この開示技術は、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンにおける E G R ガスが流れる吸気通路及び E G R 通路に利用することができる。

【符号の説明】

【0236】

1 エンジン

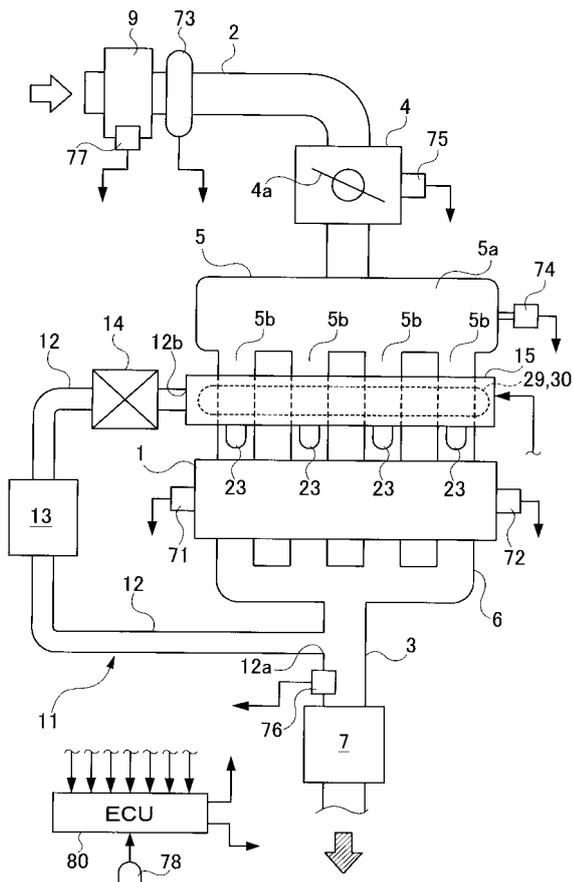
50

- 2 吸気通路
- 3 排気通路
- 5 吸気マニホールド (吸気通路)
- 12 EGR通路
- 15 EGRガス分配器 (EGR通路)
- 29 上発熱被膜
- 30 下発熱被膜
- 31 上プラス電極
- 32 上マイナス電極
- 33 下プラス電極
- 34 下マイナス電極
- 51 EGRガス分配器 (EGR通路)
- 57 EGRガス分配器 (EGR通路)
- 71 水温センサ (暖機状態検出手段)
- 77 吸気温度センサ (暖機状態検出手段)
- 80 ECU (通電制御手段、EGR制御手段)
- 81 温度センサ (暖機状態検出手段)
- THW 冷却水温度 (暖機状態)
- STHW 始動時冷却水温度 (暖機状態)
- THA 吸気温度 (暖機状態)
- STHA 始動時吸気温度 (暖機状態)
- TIW 内壁温度 (暖機状態)

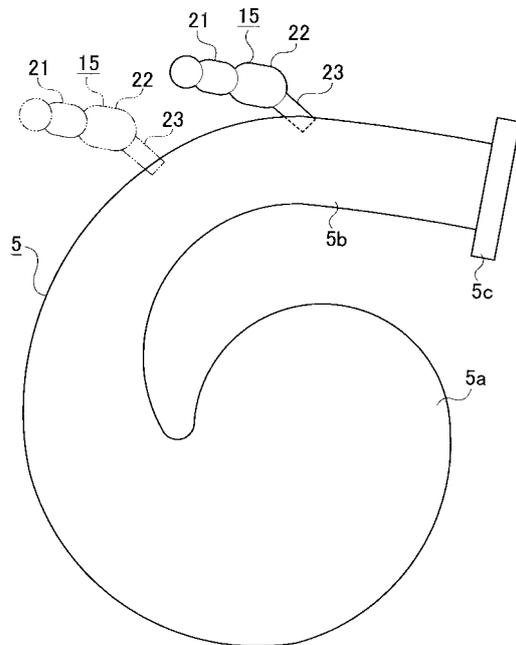
10

20

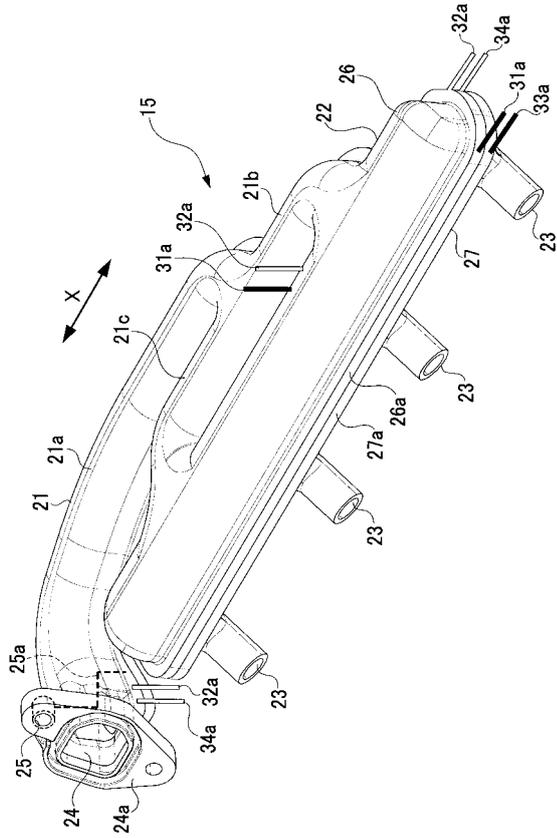
【図1】



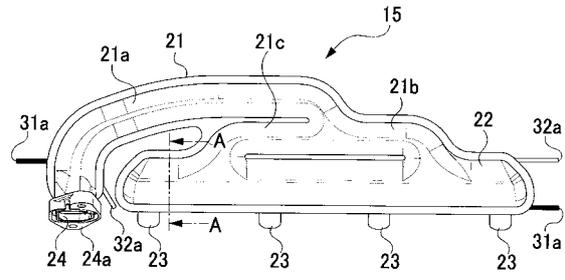
【図2】



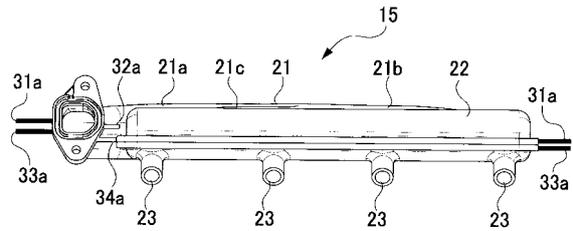
【 図 3 】



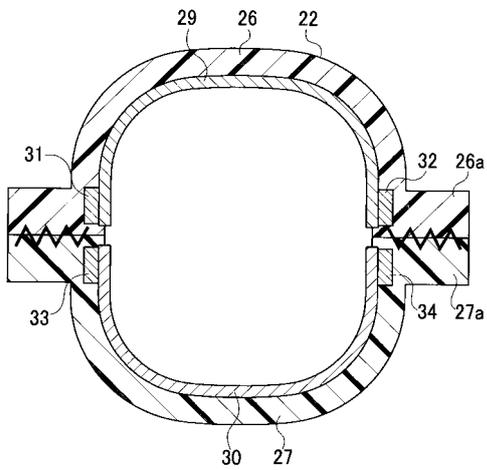
【 図 4 】



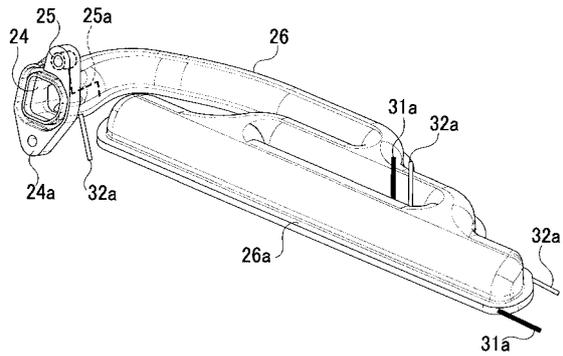
【 図 5 】



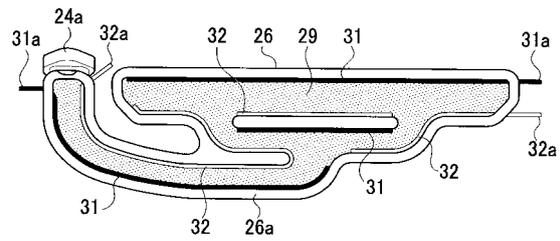
【 図 6 】



【 図 7 】



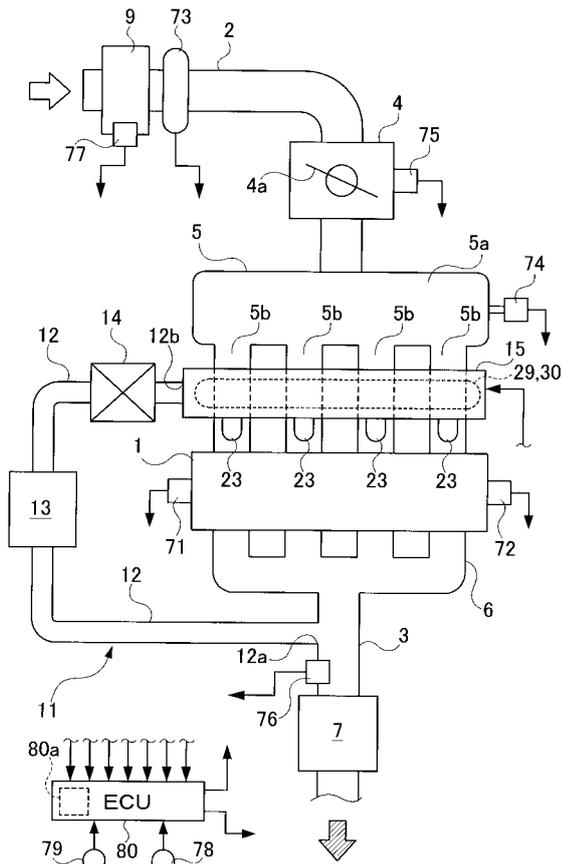
【 図 8 】



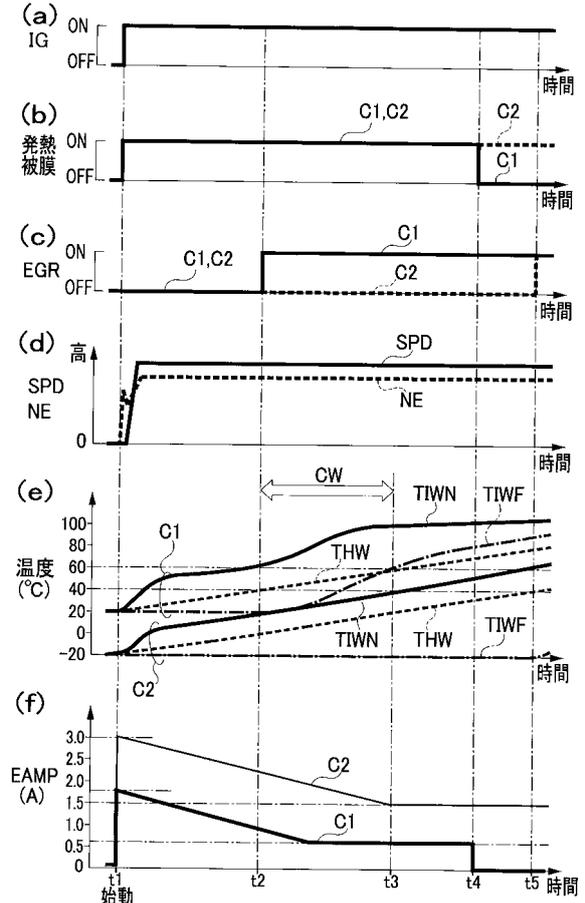
【 図 1 8 】

THA(°C)	LAMP(A)	50	0.2
		40	0.3
		30	0.4
		20	0.6
		10	0.8
		0	1
		-10	1.25
		-20	1.5

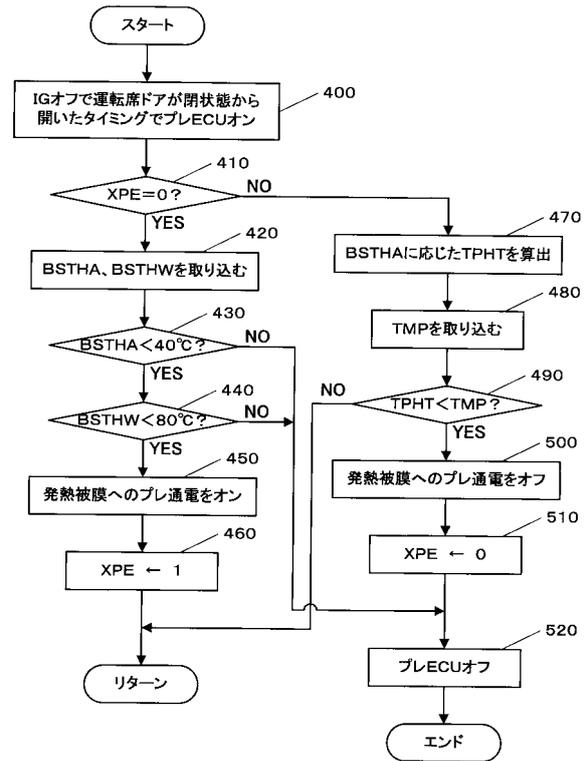
【 図 2 0 】



【 図 1 9 】



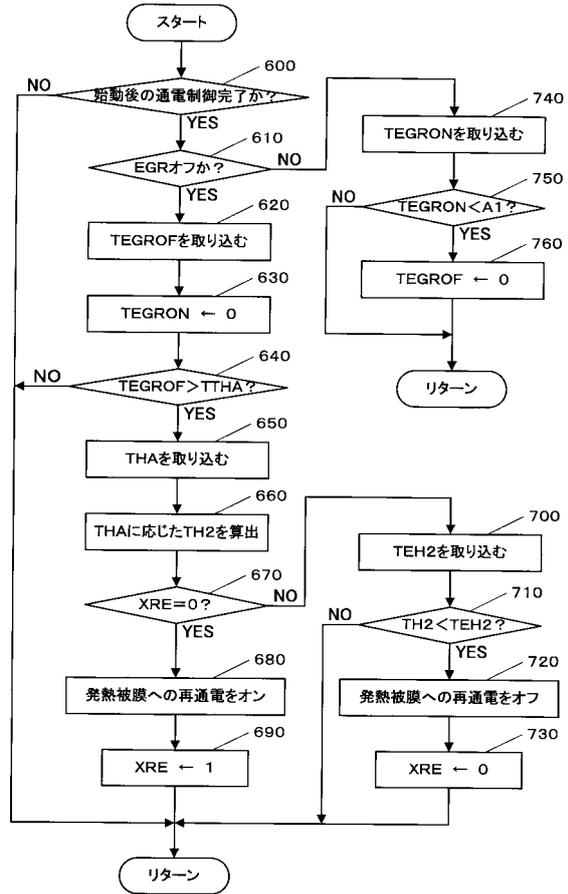
【 図 2 1 】



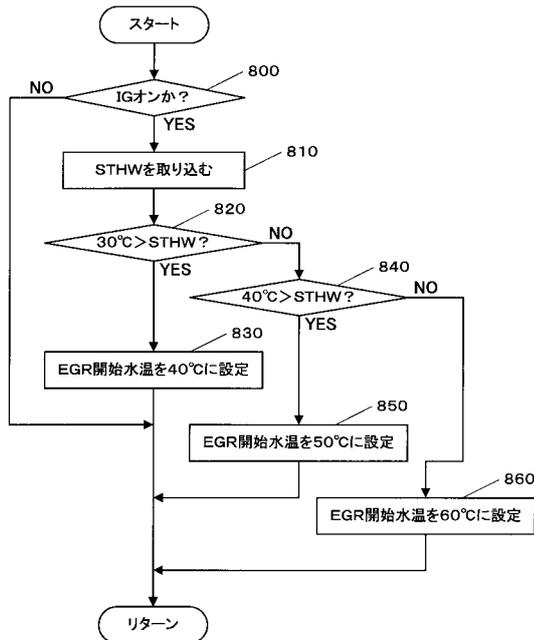
【 図 2 2 】

BSTHA(°C)	50	40	30	20	10	0	-10	-20	30
TPHT(秒)	10	15	20	20	20	30	30	30	30

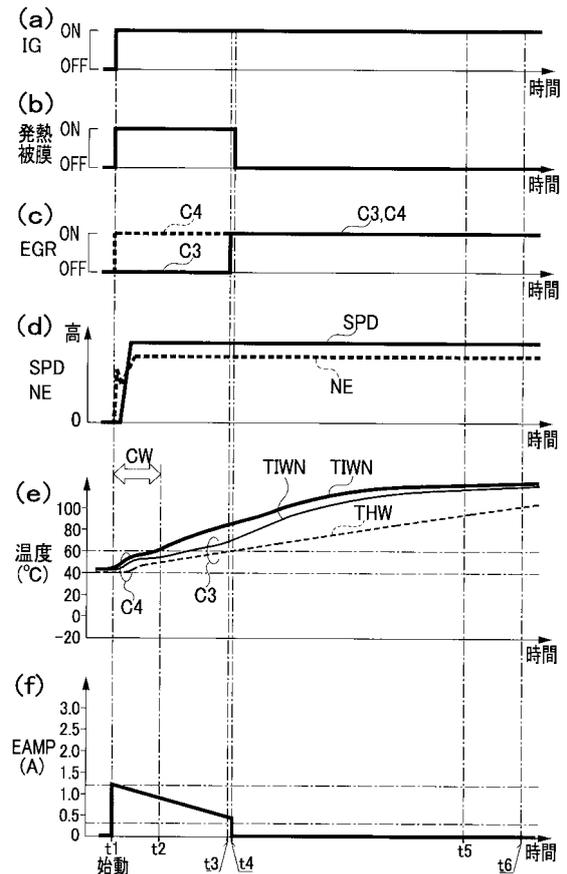
【 図 2 3 】



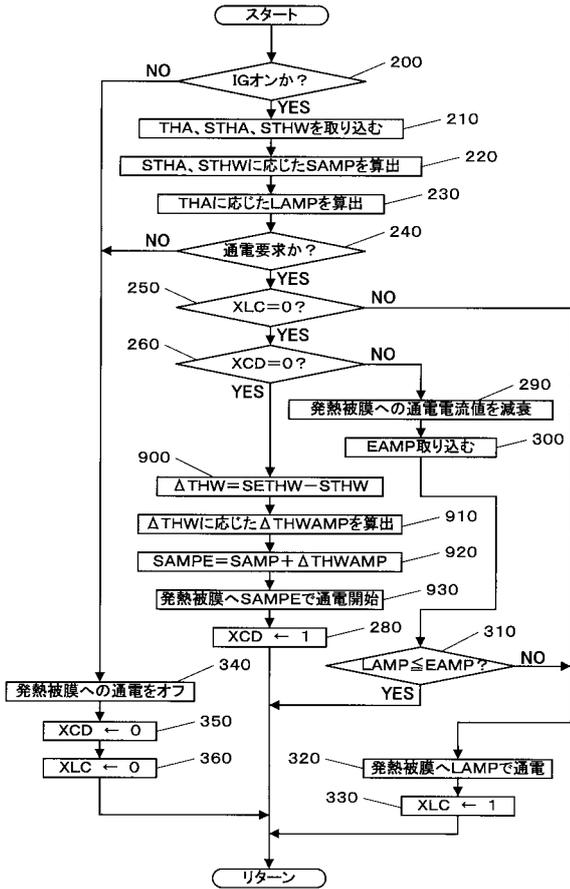
【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



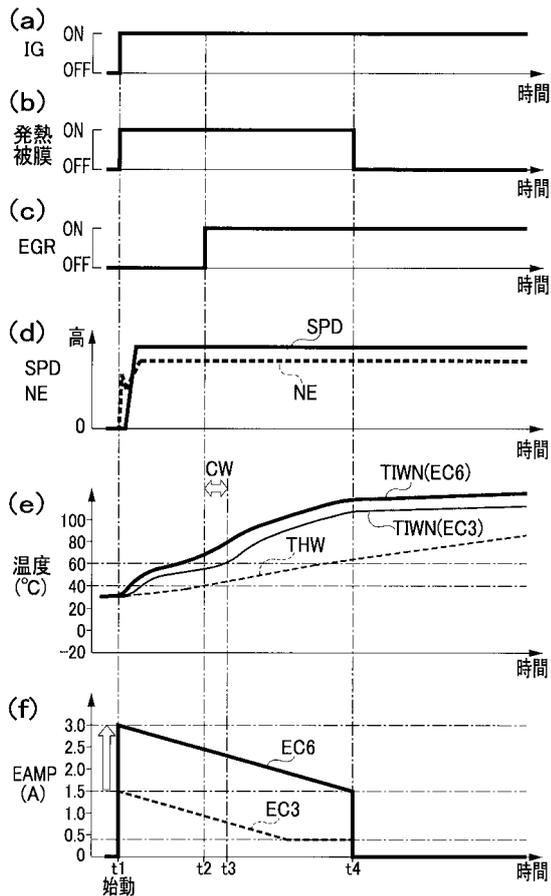
【図 2 6】



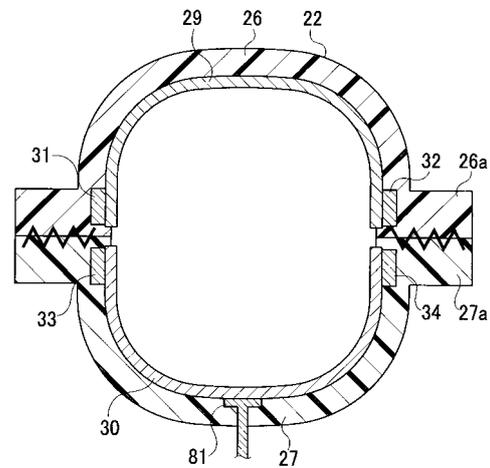
【図 2 7】

Δ THW(°C)	0	5	10	15	20	25	30	40	50
Δ THWAMP(A)	2	1.75	1.5	1	0.75	0.5	0.1	0	0

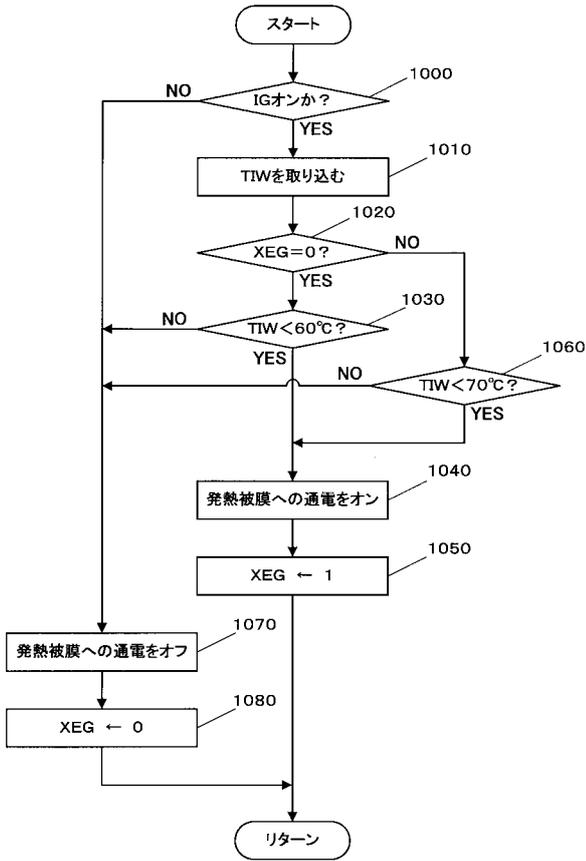
【図 2 8】



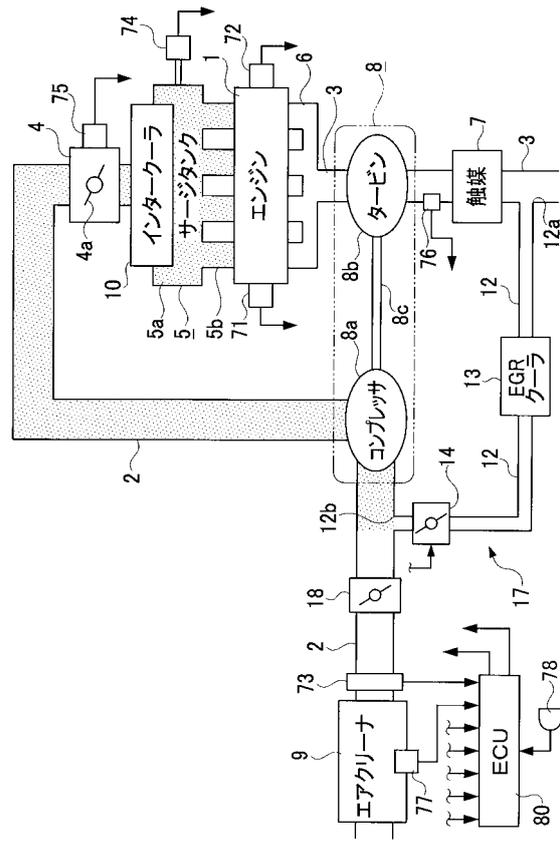
【図 2 9】



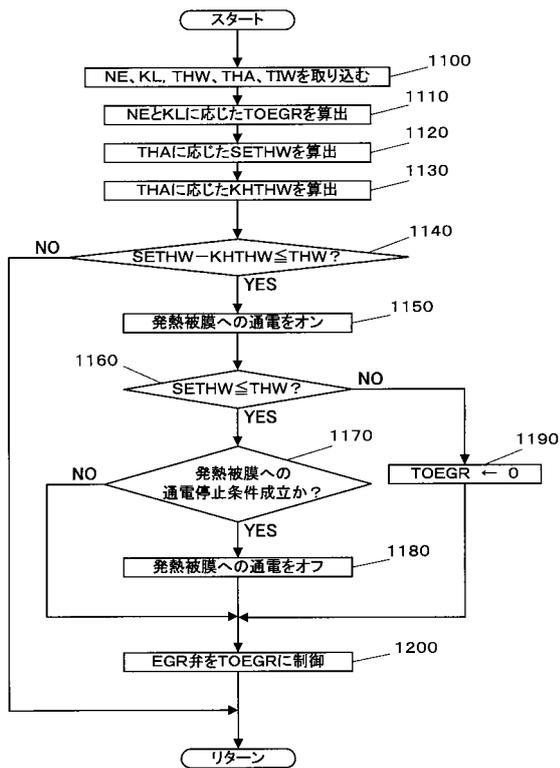
【図30】



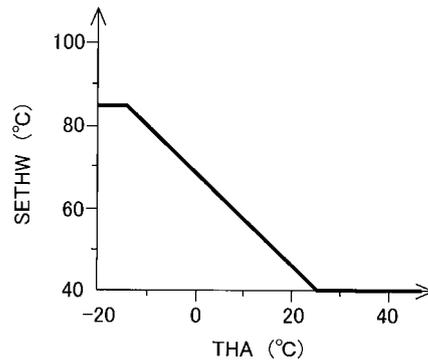
【図31】



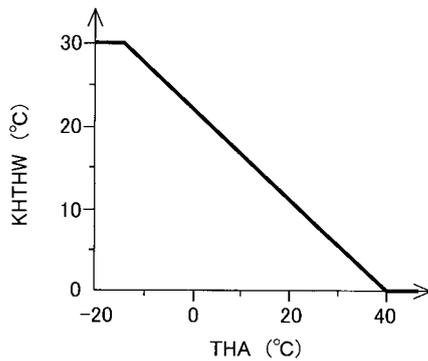
【図32】



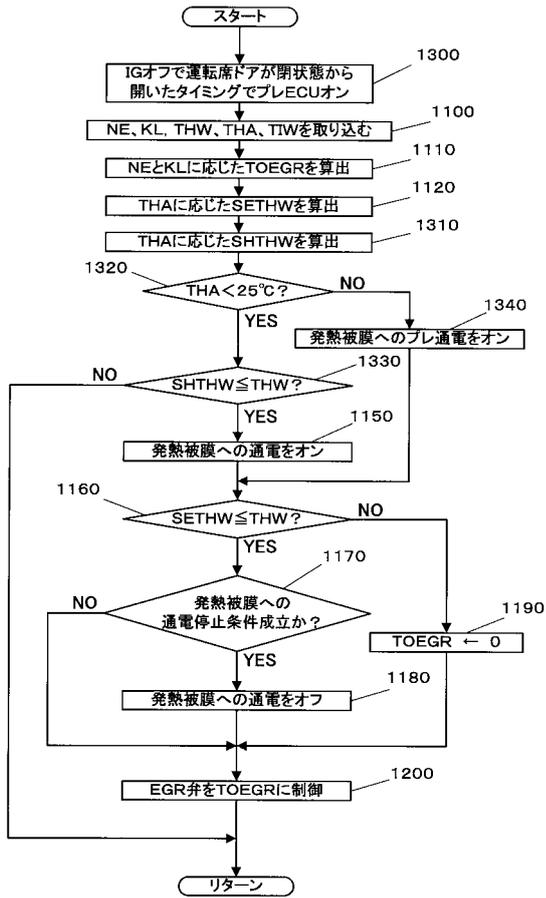
【図33】



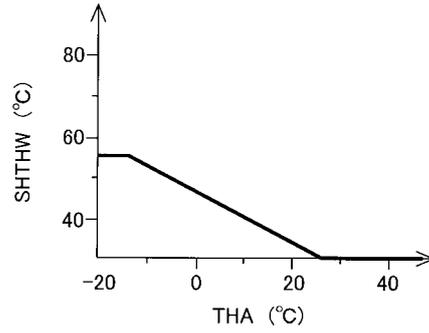
【図34】



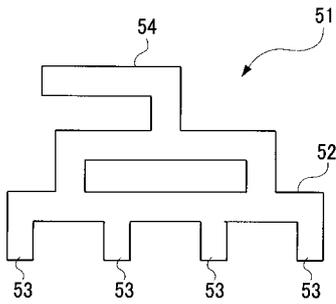
【 図 3 5 】



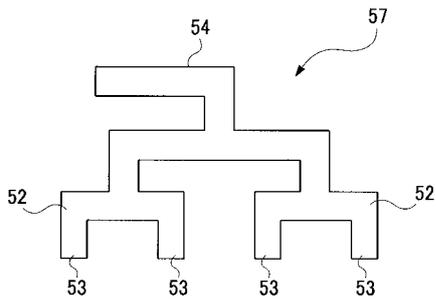
【 図 3 6 】



【 図 3 7 】



【 図 3 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G062 AA03 AA05 CA02 ED05 ED08 ED15 GA01 GA02 GA04 GA06
GA08 GA10 GA12 GA16 GA17 GA21