

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5895859号
(P5895859)

(45) 発行日 平成28年3月30日 (2016. 3. 30)

(24) 登録日 平成28年3月11日 (2016. 3. 11)

(51) Int. Cl.	F 1
FO2D 41/22 (2006.01)	FO2D 41/22 3 5 1
FO2M 61/16 (2006.01)	FO2M 61/16 W
FO1P 3/08 (2006.01)	FO1P 3/08 Z
FO1P 7/16 (2006.01)	FO1P 7/16 5 0 5 A
FO1P 3/20 (2006.01)	FO1P 7/16 5 0 5 D
請求項の数 9 (全 20 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2013-8208 (P2013-8208)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成25年1月21日 (2013. 1. 21)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2014-139416 (P2014-139416A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成26年7月31日 (2014. 7. 31)	(74) 代理人	100087480
審査請求日	平成27年2月5日 (2015. 2. 5)		弁理士 片山 修平
		(74) 代理人	100134511
			弁理士 八田 俊之
		(74) 代理人	100128565
			弁理士 ▲高▼林 芳孝
		(72) 発明者	池本 雅里
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	中川 政善
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イグニッションがオフとされた時点におけるインジェクタのノズル受熱量と前記インジェクタのノズル先端温度に基づいてノズル先端部における結露発生の有無を判定する制御部を備えた内燃機関。

【請求項 2】

前記制御部は、ノズル先端部に結露が発生すると判断したときにノズル放熱速度を低下させる制御、ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御の少なくとも一方の制御を行う請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3】

前記制御部は、

前記ノズル受熱量に基づいてノズル先端温度の低下速度を算出するとともに前記ノズル先端温度の低下速度に基づいて露点到達時間を算出し、前記露点到達時間に基づいてノズル先端部における結露発生の有無を判断する請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4】

前記制御部は、

前記ノズル放熱速度を低下させる制御において、レーシング実施制御を行う請求項 2 に記載の内燃機関。

【請求項 5】

前記制御部は、

10

20

前記ノズル放熱速度を低下させる制御において、アイドル延長制御を行う請求項 2 又は 4 に記載の内燃機関。

【請求項 6】

前記制御部は、

前記アイドル延長制御において、アイドル回転数を上昇させる請求項 5 に記載の内燃機関。

【請求項 7】

前記制御部は、

前記ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御において、ピストン温度の低下速度を向上させる請求項 2、4 乃至 6 のいずれか一項に記載の内燃機関。

10

【請求項 8】

前記制御部は、

前記ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御において、ラジエータ内の冷却水をエンジン本体に導入し、シリンダボア壁温度の低下速度を向上させる請求項 2、4 乃至 7 のいずれか一項に記載の内燃機関。

【請求項 9】

前記制御部は、

前記ノズル放熱速度を低下させる制御において、蓄熱タンク内の温水を前記インジェクタが装着されたシリンダヘッドへ供給して前記ノズル先端温度の低下速度を低下させる請求項 2、4 乃至 8 のいずれか一項に記載の内燃機関。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関の筒内へ燃料を噴射するインジェクタのノズル先端部に酸を含んだ水分が結露し、凝縮水が付着することに起因して、ノズル先端部に設けられた噴孔が腐食する可能性があることが知られている。ノズル先端部へ結露するか否かは、ノズル先端温度と筒内雰囲気との露点との関係の影響を受ける。この観点から、特許文献 1 には、ノズル先端温度を推定し、推定されたノズル先端温度に基づいて EGR 量を調節し、腐食を低減する提案がされている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010-255462 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 で開示されているようにノズル先端部への凝縮水の付着には、ノズル先端温度が関与している。しかしながら、ノズル先端温度はエンジン停止後に継続的に低下する。このため、ある時点におけるノズル先端温度を取得したとしても、その後、ノズル先端温度がどのような経過を辿って低下し、結露発生に至るのかを正確に予測することは困難である。このため、上記特許文献 1 は、凝縮水の発生、すなわち、結露の発生の判定において改良の余地を有している。

40

【0005】

そこで、本明細書開示の内燃機関は、ノズル先端部における結露を効果的に抑制すべく、正確にノズル先端部における結露の発生を判定することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

かかる課題を解決するために、本明細書に開示された内燃機関は、イグニッションがオフとされた時点におけるインジェクタのノズル受熱量とインジェクタのノズル先端温度に基づいてノズル先端部における結露発生の有無を判定する制御部を備える。この制御部は、ノズル先端部に結露が発生すると判断したときにノズル放熱速度を低下させる制御、ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御の少なくとも一方の制御を行うことができる。

【0007】

ノズル先端部における結露の発生、凝縮水の付着には、ノズル先端温度が関与するが、エンジン停止後のノズル先端温度の変化は、イグニッションがオフとされた時点におけるインジェクタのノズル受熱量の影響を受ける。そのため、このノズル受熱量を考慮することによりノズル先端温度の変化を正確に把握し、ノズル先端部における結露の発生の有無をより正確に判定することができる。

10

【0008】

仮にイグニッションがオフとされた時点におけるノズル先端温度が同じであっても、その時点に至るまでのノズル受熱量が多い方が、その後のノズル先端温度の低下速度は緩慢であり、露点に到達するまでの時間が長くなる。ノズル先端温度の露点到達時間が長くなれば、ノズル先端温度が露点に到達するより前にノズル周囲の他の部分の温度が先に露点に到達する可能性が高くなる。他の部分の温度が先に露点に到達すれば、当該部分において結露が生じ、ノズル先端部における結露が回避される。

20

【0009】

前記制御部は、ノズル先端部に結露が発生すると判断したときにノズル放熱速度を低下させる制御、ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御の少なくとも一方の制御を行う。何らの措置も採られない場合と比較して、ノズル先端部の放熱速度を相対的に低下させる。すなわち、ノズル先端温度はできるだけ維持する方向、ノズル周囲に位置する部分の温度はできるだけ低下させる方向の制御を行う。換言すれば、ノズル先端温度の低下速度を緩慢化する措置、または、ノズル周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる措置の少なくともいずれか一方の措置が採られればよい。

【0010】

前記制御部は、前記ノズル受熱量に基づいてノズル先端温度の低下速度を算出するとともに前記低下速度に基づいて露点到達時間を算出し、前記露点到達時間に基づいてノズル先端部における結露発生の有無を判断することができる。

30

【0011】

前記制御部は、前記ノズル放熱速度を低下させる制御において、レーシング実施制御を行うことができる。また、前記制御部は、前記ノズル放熱速度を低下させる制御において、アイドル延長制御を行うことができる。さらに、前記制御部は、前記アイドル延長制御において、アイドル回転数を上昇させてもよい。

【0012】

レーシング実施制御や、アイドル延長制御、また、アイドル回転数の上昇措置を行うことにより、ノズル受熱量を増加させることができる。ノズル受熱量が増加すると、その後のノズルの放熱速度が緩慢化し、ノズル先端温度の低下速度が低下する。すなわち、ノズル先端温度が低下しにくくなる。その結果、露点到達時間を長くすることができ、ノズル先端部での結露を抑制することができる。

40

【0013】

前記制御部は、前記ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御において、ピストン温度の低下速度を向上させることができる。ノズル周囲に位置する部分としてピストンを選定し、ピストン温度の低下速度を向上させることにより、ノズルの露点温度到達時期よりもピストンの露点温度到達時期が早くなるようにする。これにより、ノズル先端部における結露が回避される。

【0014】

前記制御部は、前記ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御に

50

において、ラジエータ内の冷却水をエンジン本体に導入し、シリンダボア壁温度の低下速度を向上させることができる。ノズル周囲に位置する部分としてボア壁を選定し、ボア壁温度の低下速度を向上させることにより、ノズルの露点温度到達時期よりもボア壁の露点温度到達時期が早くなるようにする。これにより、ノズル先端部における結露が回避される。

【0015】

前記制御部は、前記ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御において、蓄熱タンク内の温水を前記インジェクタが装着されたシリンダヘッドへ供給して前記ノズル先端温度の低下速度を低下させる、すなわち、遅くすることができる。インジェクタが装着されるシリンダヘッドの熱量が上昇することにより、ノズルが放熱しにくくなる。この結果、ノズル先端温度の低下速度が緩慢化する。これにより、ノズル先端部の露点到達時間が長くなり、ノズル先端部において結露が生じにくくなる。

10

【発明の効果】

【0016】

本明細書開示の内燃機関によれば、正確にノズル先端部における結露の発生を判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は第1実施形態の内燃機関の概略構成を示す説明図である。

【図2】図2は内燃機関に装着されたインジェクタの説明図である。

20

【図3】図3は内燃機関停止後のノズル先端温度の低下の様子を示す説明図である。

【図4】図4は第1実施形態の内燃機関の制御の一例を示すフロー図である。

【図5】図5は結露発生条件を示すマップの一例である。

【図6】図6は第1実施形態におけるノズル腐食防止制御の一例を示すフロー図である。

【図7】図7はレーシングによりノズル先端温度が変化の様子を示す説明図である。

【図8】図8は第2実施形態のノズル腐食防止制御の一例を示すフロー図である。

【図9】図9（A）（B）はアイドル延長によるノズル先端温度の変化を示すグラフである。

【図10】図10は第3実施形態の内燃機関の主要部を示すブロック図である。

【図11】図11は第3実施形態のノズル腐食防止制御の一例を示すフロー図である。

30

【図12】図12は第3実施形態におけるピストン冷却の様子を模式的に示す説明図である。

【図13】図13（A）、（B）はピストン冷却の効果をj示すグラフである。

【図14】図14は第4実施形態の内燃機関の主要部を模式的に示す説明図である。

【図15】図15は第4実施形態のノズル腐食防止制御の一例を示すフロー図である。

【図16】図16（A）、（B）は第1ラジエータ冷却水導入の効果を示すグラフである。

。

【図17】図17は第5実施形態の内燃機関の主要部を模式的に示す説明図である。

【図18】図18は第5実施形態のノズル腐食防止制御の一例を示すフロー図である。

【図19】図19は第6実施形態の内燃機関の主要部を模式的に示す説明図である。

40

【図20】図20は第6実施形態のノズル腐食防止制御の一例を示すフロー図である。

【図21】図21は第6実施形態の内燃機関が備えるシリンダヘッドに温水を供給する様子を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照しつつ説明する。ただし、図面中、各部の寸法、比率等は、実際のものと完全に一致するようには図示されていない場合がある。また、図面によっては細部が省略されて描かれている場合もある。

【0019】

（第1実施形態）

50

図1は第1実施形態の内燃機関100の概略構成を示す説明図である。内燃機関100には、燃料噴射装置1が組み込まれている。内燃機関100は、筒内噴射を行う内燃機関、より具体的にはディーゼル内燃機関である。内燃機関100は4気筒である。内燃機関100は、シリンダヘッド101aとシリンダブロック101bを備えたエンジン本体101を備え、そのエンジン本体101に#1気筒～#4気筒を備える。燃料噴射装置1は、この内燃機関100に組み込まれている。燃料噴射装置1は、#1気筒～#4気筒に対応して、#1インジェクタ107-1～#4インジェクタ107-4を備える。具体的に、#1気筒には、#1インジェクタ107-1が装着され、#2気筒には#2インジェクタ107-2が装着されている。#3気筒には#3インジェクタ107-3が装着され、#4気筒には#4インジェクタ107-4が装着されている。#1インジェクタ107-1～#4インジェクタ107-4はそれぞれコモンレール120に接続され、コモンレール120から高圧の燃料が供給される。各インジェクタ107は、シリンダヘッド101aに装着されている。各インジェクタ107は、シート部を介してシリンダヘッド101aとの間で熱の授受を行う。

10

【0020】

内燃機関100は、エンジン本体101に取り付けられたインテークマニホールド102、エキゾーストマニホールド103を備える。インテークマニホールド102には、吸気管104が接続されている。エキゾーストマニホールド103には排気管105が接続されると共に、EGR通路108の一端が接続されている。EGR通路108の他端は、吸気管104に接続されている。EGR通路108には、EGRクーラ109が設けられている。また、EGR通路108には、排気ガスの流通状態を制御するEGRバルブ110が設けられている。吸気管104には、エアフロメータ106が接続されている。エアフロメータ106は、ECU111に電氣的に接続されている。ECU111には、インジェクタ107-i (iは気筒番号を示す)、具体的に、#1インジェクタ107-1～#4インジェクタ107-4が電氣的に接続されている。ECU111は、制御部に相当し、後に詳述する各種制御を行う。

20

【0021】

ECU111には、内燃機関の回転数を測定するNEセンサ112、冷却水の水温を測定する水温センサ113及び燃料の温度を測定する燃温センサ114、クランク角センサ115が電氣的に接続されている。また、ECU111には、EGR率マップ、結露判定マップ、その他のマップ類が格納されている。ECU111は、内燃機関周辺の種々の制御を行う。

30

【0022】

内燃機関100に装着されたインジェクタ107を示す図2を参照すると、インジェクタ107は、先端部にノズル107aを備えている。ノズル107aには、噴孔が設けられている。このようなノズル107aの先端部に酸成分を含んだ凝縮水が結露し、付着すると腐食が発生する可能性がある。噴孔の周辺が腐食すると、噴孔の噴孔径が変化する可能性がある。噴孔径が変化すると、適切な燃料噴射に影響を与えることになる。そこで、ECU111は、結露発生の有無を判断するとともに、ノズル腐食防止制御を行う。インジェクタ107は、シリンダヘッド101aに装着されている。

40

【0023】

ここで、図3を参照して、エンジン停止後のノズル先端温度の低下の様子について説明する。図3中、実線と一点鎖線は、いずれもエンジン停止前後のノズル先端温度の推移を示している。実線と一点鎖線は、エンジン停止時において、ノズル先端温度が一致している。ところが、エンジン停止後のノズル先端温度の低下速度は、実線の方が一点鎖線よりも緩慢であり、遅い。この結果、一点鎖線で示すノズル先端温度が露点に到達する時間t1よりも、実線で示すノズル先端温度が露点に到達する時間t2の方が長い。露点到達時間が長い方が、ノズル先端部以外の部分で結露する可能性が高くなり、ノズル腐食防止の面で有利である。このように、エンジン停止時のノズル先端温度が同じであるにもかかわらず、ノズル先端温度の低下速度が異なるのは、エンジン停止前のノズル受熱量が異なる

50

ためである。ここで、ノズル受熱量には、ノズル周辺の受熱量を含めることができる。すなわち、ノズル受熱量は、インジェクタ107が装着されたシリンダヘッド101aの受熱量を含めることができる。図3を参照すると、実線と一点鎖線とでは、ノズル先端温度の履歴が異なっており、この結果、図3中、ハッチングを施して示した分だけ、実線の方が一点鎖線よりもノズル受熱量が多い。このノズル受熱量の差が、エンジン停止後のノズル先端温度の低下速度の差として現れていると考えられる。

【0024】

そこで、本実施形態の内燃機関100では、このノズル受熱量に基づいてノズル先端部における結露発生の有無を判定する。以下、図4乃至図7を参照しつつ、内燃機関100の制御の一例について説明する。なお、図4は内燃機関100の制御の一例を示すフロー図である。図5は結露発生条件を示すマップの一例である。図6は内燃機関100のノズル腐食防止制御の一例を示すフロー図である。図7はノズル腐食防止制御として実施されるレーシングによりノズル先端温度が変化の様子を示す説明図である。内燃機関100の制御は、制御部として機能するECU111によって主体的に行われる。

【0025】

まず、ステップS1では、ノズル先端温度 T_{nz1} を推定するための演算を行う。ここで、ノズル先端温度 T_{nz1} は、その時点時点、すなわち、瞬時のノズル先端温度である。ノズル先端温度 T_{nz1} は、一例として、以下の式1によって算出、推定される。

$$T_{nz1} = f(NE \cdot IT \cdot TQ) - f(Tw \cdot Tf) \quad \text{式1}$$

NE：エンジン回転数 IT：噴射時期 TQ：噴射量
Tw：水温 Tf：燃温

【0026】

つぎに、ステップS2において、ノズル受熱量 Q を推定するための演算を行う。ここで、ノズル受熱量 Q は、ステップS1で算出した瞬時のノズル先端温度 T_{nz1} を一定期間 τ 分、積算した値として求めることができる。ノズル受熱量 Q は、一例として、以下の式2によって算出、推定される。なお、一定期間 τ は、適合条件から、任意に設定することができる期間である。

$$Q = \Sigma T_{nz1} \quad \text{式2}$$

【0027】

ステップS2に引き続き、行われるステップS3では、ステップS2において算出されたノズル受熱量 Q をECU111に記憶する。ステップS3に引き続き行われるステップS4では、イグニッションのオフ(IG OFF)指令を確認し、ステップS5へ進む。ステップS5では、ノズル先端温度 T_{nz1} 、ノズル受熱量 Q を読み出す。ここで、読み出されるノズル先端温度 T_{nz1} は、イグニッションがオフにされた時点における値である。なお、イグニッションがオフにされた時点とは、厳密に特定の一時点のみを指すのではなく、イグニッションがオフされたタイミングの前後の期間内の一時点とすることができる。例えば、イグニッションのオフによって内燃機関100が停止した時点とすることもできる。

【0028】

ステップS6では、ステップS5で読み出したノズル先端温度 T_{nz1} 、ノズル受熱量 Q に基づいて、ノズル先端温度の低下速度 v を算出する。低下速度 v は、一例として、以下の式3によって算出される。

$$v = f(T_{nz1} \cdot Q) \quad \text{式3}$$

【0029】

ステップS6に引き続き行われるステップS7では、ステップS5で読み出したノズル先端温度 T_{nz1} 及びステップS6で算出した低下速度 v に基づいて露点到達時間 t を算

出する。露点到達時間 t は、一例として、以下の式 4 によって算出される。

$$t = f(T_{nz1} \cdot v) \quad \text{式 4}$$

【0030】

ステップ S 7 に引き続き行われるステップ S 8 では、露点到達時間 t が予め定められた閾値 a 以下であるか否かを判断する。ここで、閾値 a は、ノズル先端部における結露が発生するか否かを判断するための値として実機毎の適合によって定められた値である。露点到達時間 t が閾値 a よりも長い場合は、ノズル先端部における結露発生は回避されると判断する。

【0031】

10

ステップ S 8 において、No と判断したときは、処理は終了となる。すなわち、露点到達時間 t が閾値 a よりも長いときは、ノズル先端部以外の箇所で結露が生じ、ノズル先端部における結露は回避され则认为られることから、格別のノズル腐食防止措置は不要だからである。一方、ステップ S 8 で Yes と判断したときは、ステップ S 9 へ進み、ノズル腐食防止制御を行う。ノズル腐食防止制御は、サブルーチンとなっており、これについては、後に詳述する。

【0032】

このように、ノズル受熱量 Q を考慮することにより、ノズル先端部における結露発生の有無を適切に判定することができる。この結果、本来、ノズル腐食防止措置が必要であるにもかかわらず、その措置が採られない事態や、ノズル腐食防止措置が不要であるにもかかわらず、その措置が行われるといった事態を回避することができる。

20

【0033】

図 5 は、結露発生条件を示すマップの一例である。このように、ノズル受熱量 Q を考慮すると、一時点、例えば、イグニションのオフ時点におけるノズル先端温度 T_{nz1} が高くても、ノズル先端部に結露が発生することがある。これとは逆に、イグニションのオフ時点におけるノズル先端温度 T_{nz1} が低くても、ノズル受熱量 Q が多ければ結露がノズル先端部の結露が回避されることがある。なお、図 5 に示すようなマップに基づいて結露発生領域にあるのか結露回避領域にあるのかを判断してノズル腐食防止制御実行の要否を判断するようにしてもよい。

【0034】

30

つぎに、ノズル腐食防止制御の具体的な内容について図 6 及び図 7 を参照して説明する。図 6 は上述の如く、内燃機関 100 のノズル腐食防止制御（ノズル放熱速度を低下させる制御）の一例を示すフロー図であるが、具体的には、レーシング実施制御の一例である。

【0035】

ステップ S 9 a 1 では、腐食抑制に必要な熱量 Q_r を算出する。熱量 Q_r は、一例として、以下の式 5 によって算出される。

$$Q_r = f(T_{nz1}) \quad \text{式 5}$$

【0036】

40

ここで、 T_{nz1} は、図 4 に示すフロー図におけるステップ S 5 において読み出した値を用いる。熱量 Q_r は、図 5 に示すマップにノズル先端温度 T_{nz1} を当て嵌めて、結露回避領域（OK 領域）に入るための熱量として求めることができる。

【0037】

ステップ S 9 a 2 では、熱量の不足分 ΔQ を算出する。 ΔQ は、一例として、以下の式 6 によって算出される。

$$\Delta Q = f(Q \cdot Q_r) \quad \text{式 6}$$

【0038】

ここで、 Q は、図 4 に示すフロー図におけるステップ S 5 において読み出した値を用い

50

る。

【0039】

ステップS9a3では、レーシングのアクセル開度 θ と回数 n を決定する演算を行う。そして、ステップS9a4で、実際に無負荷のレーシングを行う。レーシングによるノズル先端温度 T_{nz1} の変化について図7を参照して説明する。例えば、ノズル先端温度 T_{nz1} が T_{nz11} であり、図7中、a1で示す状態となる場合、結露発生領域（NG領域）から抜け出し、結露回避領域（OK領域）へ入るために、熱量は、 $\Delta Q1$ 不足する。決定したアクセル開度 θ で一回レーシングした場合の熱量が dQ であるとする、レーシングの回数 n は、 $\Delta Q \div dQ$ となる。例えば、算出されたレーシングの回数 n が1.5であるとき、1回目のレーシングは、開度 θ の100%で行う。これにより、図7中、a2で示す状態となる。そして、2回目のレーシングは、0.5回分を越えるように、例えば、開度 θ の70%で行う。これにより、図7中、a3で示す状態となり、OK領域へ抜け出すことができる。

10

【0040】

また、例えば、ノズル先端温度 T_{nz1} が T_{nz12} であり、図7中、b1で示す状態となる場合、結露発生領域（NG領域）から抜け出し、結露回避領域（OK領域）へ入るために、熱量は、 $\Delta Q2$ 不足する。決定したアクセル開度 θ で一回レーシングした場合の熱量が dQ であるとする、レーシングの回数 n は、 $\Delta Q \div dQ$ となる。例えば、算出されたレーシングの回数 n が0.8であるとき、1回目のレーシングは、開度 θ の80%以上で行う。これにより、図7中、b2で示す状態となり、OK領域へ抜け出すことができる。

20

【0041】

なお、アクセル開度 θ を大きくすれば、1回あたりのノズル受熱量 Q の上昇量を大きくすることができるが、騒音等を考慮した適切なアクセル開度 θ とする。

【0042】

このように、レーシング実施制御を行うことにより、ノズル受熱量 Q を増大させることができる。この結果、インジェクタのノズル放熱速度が低下する。ノズル放熱速度が低下すると、ノズル先端温度 T_{nz1} の低下速度 v が低下し、ノズル先端部の露点到達時間 t が長くなる。これにより、ノズル先端部における結露発生を回避することができる。

【0043】

30

（第2実施形態）

つぎに、第2実施形態につき、図8、図9を参照しつつ説明する。図8は第2実施形態の内燃機関100の制御、具体的に、アイドル延長制御の一例を示すフロー図である。図9（A）（B）はアイドル延長によるノズル先端温度の変化を示すグラフである。

【0044】

第2実施形態が第1実施形態と異なるのは、ECU111が行うノズル腐食防止制御（ノズル放熱速度を低下させる制御）の内容である。第2実施形態では、第1実施形態におけるレーシング実施制御に代えて、アイドル延長制御を行っている。すなわち、図4に示すフロー図のステップS1乃至ステップS8の内容は第1実施形態と共通している。内燃機関100の基本的な構成は、第1実施形態と共通するので、その詳細な説明は省略する。

40

【0045】

ECU111は、ステップS9b1において、露点到達時間 t と閾値 a との差分 Δt を算出する。 Δt は、以下の式7により算出される。

$$\Delta t = f(t \cdot a) \quad \text{式7}$$

【0046】

そして、引き続き行われるステップS9b2において、ノズル先端昇温量 ΔT_{nz1} を算出する。ノズル先端昇温量 Δ は、差分 Δt に基づいて算出される。ノズル先端昇温量 Δ は、一例として、以下の式8によって算出される。

50

$$\Delta T_{nz1} = f(\Delta t) \quad \text{式 8}$$

【0047】

ステップS9b3では、ノズル先端昇温量 Δ に基づいてアイドル延長時間 Δt_{idle} を算出する。アイドル延長時間 Δt_{idle} は、一例として、以下の式9によって算出される。

$$\Delta t_{idle} = f(\Delta T_{nz1}) \quad \text{式 9}$$

【0048】

ステップS9b4では、ステップS9b3で算出した Δt_{idle} が予め定めた閾値 t_{max} 以下であるか否かを判断する。ここで、閾値 t_{max} は、アイドル延長時間として許容される最長時間として規定された値である。閾値 t_{max} は、例えば、騒音等を考慮して決定することができる。

【0049】

ステップS9b4でYesと判断したときは、ステップS9b5へ進み、時間 Δt_{idle} のアイドル延長を実施する。なお、アイドル延長措置は、車両のギアがニュートラル(N)、または、パーキング(P)となっていること、サイドブレーキがかけられていることを確認後に実施する。

【0050】

一方、ステップS9b4でNoと判断したときは、ステップS9b6へ進む。ステップS9b6では、アイドル回転数を上昇させる。そして、ステップS9b7において、上昇させたアイドル回転数を考慮した時間 t_{ref} のアイドル延長を実施する。

【0051】

ステップS9b5、S9b7におけるアイドル延長を実施した後は、ステップS9b8において必要な昇温が完了したか否かを判断する。ステップS9b8においてYesと判断したときは、処理は終了となる(エンド)。一方、Noと判断したときは、ステップS9b9へ進み、エンジン停止後噴射を実施する。アイドル回転数を上昇させたにもかかわらず、ノズル先端部の結露を回避することができない場合は、過度のアイドル延長を回避するとともに、ノズル先端部へ燃料を付着させ、ノズル腐食防止措置とする。ステップS9b9の後は、処理は終了となる(エンド)。

【0052】

このようなアイドル延長によるノズル先端温度の変化につき、図9(A)(B)を参照して説明する。図9(A)は、イグニッションのオフ時点のノズル先端温度 T_{nz1} が T_{nz11} であった場合のアイドル延長によるノズル先端温度の変化を示している。図9(B)は、イグニッションのオフ時点のノズル先端温度 T_{nz1} が T_{nz12} であった場合のアイドル延長によるノズル先端温度の変化を示している。ここで、 $T_{nz11} > T_{nz12}$ である。図9(A)を参照すると、通常アイドル回転数であっても、閾値 t_{max} 内に Δt_{idle} が収まっている。このため、 Δt_{idle} のアイドル延長を実施することにより、ノズル先端温度 T_{nz1} は結露回避領域(OK領域)に抜け出ることができる。一方、図9(B)を参照すると、通常アイドル回転数では、 Δt_{idle} が閾値 t_{max} を越えてしまう。そこで、アイドル回転数を上昇させる。そして、時間 t_{ref} のアイドル延長を実施することにより、ノズル先端温度 T_{nz1} は結露回避領域(OK領域)に抜け出ることができる。

【0053】

このように、アイドル延長制御を行うことにより、ノズル受熱量Qを増大させることができる。この結果、インジェクタのノズル放熱速度が低下する。ノズル放熱速度が低下すると、ノズル先端温度 T_{nz1} の低下速度 v が低下し、ノズル先端部の露点到達時間 t が長くなる。これにより、ノズル先端部における結露発生を回避することができる。

【0054】

(第3実施形態)

10

20

30

40

50

つぎに、第3実施形態につき、図10乃至図13を参照しつつ説明する。図10は第3実施形態の内燃機関100の主要部を示すブロック図である。図11は第3実施形態の内燃機関100の制御の一例を示すフロー図である。図12は第3実施形態におけるピストン冷却の様子を模式的に示す説明図である。図13(A)、(B)はピストン冷却の効果を示すグラフである。

【0055】

図10及び図12を参照すると、第3実施形態の内燃機関100は、その主要部としてECU111に電氣的に接続された電動オイルポンプ121を備える。電動オイルポンプは、図12に示すように、シリンダブロック101b内に収容されたピストン101cを冷却するオイルジェット122にオイルを供給する。オイルジェット122は、気筒毎に設けられており、ピストン101cが備えるクーリングチャンネル101c1に向かってオイルを噴射し、ピストン101cを冷却する。また、内燃機関100は、ピストンを任意の位置で停止させることができるクランク位置制御装置123を備えている。クランク位置制御装置123は、ECU111と電氣的に接続されており、ECU111の指令によって稼動する駆動部によってクランクを回転させ、ピストン位置を任意に変更することができる。

10

【0056】

以下、第3実施形態が行うノズル腐食防止制御（ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御）の一例につき、図11に示すフロー図を参照しつつ説明する。

20

【0057】

ステップS9c1では、クランク位置制御装置123に指令を発し、クランク角センサ115によって検出されたクランク角を参照しつつピストン停止位置を制御する。具体的には、4気筒のピストン101cがいずれも同じ位置に停止した状態とする。これにより、全てのピストン101cに対し、均等にオイルジェット122によるオイル噴射を行うことができ、ピストン101cを均等に冷却することができる。

【0058】

ステップS9c2では、電動オイルポンプ121をONとし、実際にオイルジェット122からオイルを噴射させ、ピストン101cを冷却する。ここで、電動オイルポンプ121を採用しているのは、内燃機関100が停止した後であっても、オイルジェット122を稼動させることができるようにするためである。

30

【0059】

ステップS9c3では、ピストン温度が露点温度よりも低くなったか否かを判断する。ここで、ステップS9c3の処理を行うにあたり、ピストン温度を直接測定してもよい。また、電動オイルポンプ121の駆動時間とピストン温度低下との関係を予め把握しておき、電動オイルポンプ121の駆動時間を管理するようにしてもよい。ステップS9c3でYesと判断したときはステップS9c4へ進み、電動オイルポンプ121をOFFとして、処理を終了する。一方、Noと判断したときは、ステップS9c3の処理を繰り返す。

【0060】

このように、ピストン101cを冷却し、ピストン温度の低下速度を向上することで、ノズル先端温度Tnz1よりも先にピストン温度を露点温度以下とする。これにより、ノズル先端部における結露を回避する。なお、オイルは、水と比較して比熱が低く、水よりも冷却効果が高いため、ピストン冷却に好適である。

40

【0061】

図13(A)に示すようにノズル先端温度がピストン温度よりも先に露点に到達する状態となっているときに、ピストン冷却を行うことにより、図13(B)に示すようにピストン温度が先に露点に到達する状態とすることができる。

【0062】

このように、インジェクタ107のノズル107aの周囲に位置する部分の温度の低下

50

速度を向上させることにより、ノズル先端部における結露を抑制することができる。

【0063】

なお、第3実施形態において、ノズル先端部に結露が発生するか否かの判断は、第1実施形態と共通する。すなわち、図4に示すフロー図におけるステップS1乃至S8は第1実施形態と共通するが、ノズル先端部に結露が発生するか否かの判断をノズル先端温度 T_{nz1} とピストン温度との比較によって行うこともできる。すなわち、ノズル先端温度 T_{nz1} がピストン温度よりも低いときにノズル先端部に結露が発生すると判断することができる。

【0064】

(第4実施形態)

つぎに、第4実施形態につき、図14乃至図16(A)(B)を参照しつつ説明する。図14は第4実施形態の内燃機関100の主要部を模式的に示す説明図である。図15は第4実施形態の内燃機関100の制御、具体的に冷却水導入制御の一例を示すフロー図である。図16(A)、(B)は第1ラジエータ冷却水導入の効果を示すグラフである。

【0065】

内燃機関100は、エンジン本体101内を流通する冷却水を冷却する第1ラジエータ130を備える。第1ラジエータ130は、エンジン本体101内に設けられたウォータジャケットと第1流路131で接続されている。第1流路131は、エンジン本体101側から第1ラジエータ130側へ冷却水を流す。第1流路131には、エンジン本体101に近い側に第1温度センサ132が装着されている。また、第1流路131には、第1ラジエータ130に近い側に第2温度センサ133が装着されている。第1温度センサ132は、エンジン本体101内を流通する冷却水の温度(エンジン水温)を取得する。第2温度センサ133は、第1ラジエータ内の冷却水の温度(第1ラジエータ水温)を取得する。第1温度センサ132、第2温度センサ133は、ともにECU111と電氣的に接続されている。第1ラジエータ130は、第2流路134によってエンジン本体101と接続されている。第2流路134は、第1ラジエータ130側からエンジン本体101側に冷却水を流す。第2流路134には、電動バルブ135と電動ウォータポンプ136が配置されている。電動バルブ135と電動ウォータポンプ136はECU111と電氣的に接続されている。電動バルブ135には、第1流路131から分岐したバイパス流路137が接続されている。

【0066】

以下、第4実施形態が行うノズル腐食防止制御(ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御)の一例につき、図11に示すフロー図を参照しつつ説明する。

【0067】

ステップS9d1では、第1温度センサ132により取得したエンジン水温が第2温度センサ133により取得した第1ラジエータ水温よりも高いか否かを判断する。ステップS9d1でYesと判断したときは、ステップS9d2へ進み、電動ウォータポンプ136を作動させるとともに、電動バルブ135を開状態とする。すなわち、温度の低い第1ラジエータ130内の冷却水をエンジン本体101に導入する。これにより、シリンダボア壁101b1の温度の低下速度を向上させる。ステップS9d2の処理の後には、再びステップS9d1へ戻り、処理を繰り返す。

【0068】

ステップS9d1でNoと判断したときは、ステップS9d3へ進み、電動ウォータポンプ136を停止させるとともに、電動バルブ135を閉状態とする。ステップS9d1でNoと判断する場合には、ステップS9d2の処理を経た場合と、経ない場合がある。ステップS9d2の処理を経た場合は、ノズル腐食防止制御が実施されたことになるが、ステップS9d2の処理を経ない場合には、ノズル腐食防止制御が行われていないことになる。そこで、別途、エンジン停止後噴射を行う等の措置を採ってもよい。ステップS9d3の後には、処理は終了となる(エンド)。

【0069】

このように、シリンダボア壁101b1を冷却し、シリンダボア壁温度の低下速度を向上することで、ノズル先端温度 T_{nz1} よりも先にシリンダボア壁温度を露点温度以下とする。これにより、ノズル先端部における結露を回避する。

【0070】

図16(A)に示すようにノズル先端温度がシリンダボア壁温度よりも先に露点に到達する状態となっているときに、シリンダボア壁の冷却を行うことにより、図16(B)に示すようにシリンダボア壁温度が先に露点に到達する状態とすることができる。

【0071】

このように、インジェクタ107のノズル107aの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させることにより、ノズル先端部における結露を抑制することができる。

10

【0072】

なお、第4実施形態において、ノズル先端部に結露が発生するか否かの判断は、第1実施形態と共通する。すなわち、図4に示すフロー図におけるステップS1乃至S8は第1実施形態と共通するが、ノズル先端部に結露が発生するか否かの判断をノズル先端温度 T_{nz1} とエンジン停止時のシリンダボア壁温度との比較によって行うこともできる。例えば、ノズル先端温度 T_{nz1} がシリンダボア壁温度+ α ℃よりも低いときにノズル先端部に結露が発生すると判断することができる。

【0073】

(第5実施形態)

20

つぎに、第5実施形態につき、図17及び図18を参照しつつ説明する。図17は第5実施形態の内燃機関100の主要部を模式的に示す説明図である。図18は第5実施形態の内燃機関100の制御、具体的に冷却水導入制御の一例を示すフロー図である。

【0074】

内燃機関100は、第4実施形態において説明した第1ラジエータ130、第1流路131を備える。また、第2流路134を備える。さらに、第4実施形態において装備されていた電動バルブ135に代えて感温式のサーモスタット138を備える。また、電動ウォーターポンプ136に代えて機械式のウォーターポンプ139を備える。

【0075】

内燃機関100は、さらに、水冷インタークーラ(I/C)140に導入される冷却水を冷却する冷却する第2ラジエータ141を備える。第2ラジエータ141は、エンジン本体101内に設けられたウォータージャケットと第3流路142で接続されている。第3流路142は、第2ラジエータ141側からエンジン本体101側へ冷却水を流す。第3流路142には、第2ラジエータ141には電動ウォーターポンプ143と第1電動バルブ144が配置されている。第2ラジエータ141は、水冷インタークーラ140と第4流路145で接続されている。第4流路145は、水冷インタークーラ140側から第2ラジエータ側へ冷却水を流す。第4流路145は、エンジン本体101と第5流路147で接続されている。第5流路147は、エンジン本体101側から第4流路145側へ冷却水を流す。第5流路147には、第2電動バルブ146が配置されている。第3流路142の第2ラジエータ141と電動ウォーターポンプ143との間には、第1温度センサ148が装着されている。第5流路147のエンジン本体101と第2電動バルブ146との間には第2温度センサ149が装着されている。第1電動バルブ144は、水冷インタークーラ140と第6流路150で接続されている。電動ウォーターポンプ143、第1電動バルブ144、第2電動バルブ146、第1温度センサ148及び第2温度センサ149はそれぞれECU111と電氣的に接続されている。第1温度センサ148は、第2ラジエータ内の冷却水の温度(第2ラジエータ水温)を取得する。第2温度センサ149は、エンジン本体101内を流通する冷却水の温度(エンジン水温)を取得する。

30

40

【0076】

以下、第5実施形態が行うノズル腐食防止制御(ノズルの周囲に位置する部分の温度の低下速度を向上させる制御)の一例につき、図18に示すフロー図を参照しつつ説明する

50

。

【0077】

ステップS9e1では、第2温度センサ149により取得したエンジン水温が第1温度センサ148により取得した第2ラジエータ水温よりも高いか否かを判断する。ステップS9e1でYesと判断したときは、ステップS9e2へ進み、電動ウォータポンプ143を作動させるとともに、第1電動バルブ135を開状態、第2電動バルブ146を閉状態とする。すなわち、温度の低い第2ラジエータ141内の冷却水をエンジン本体101に導入する。これにより、シリンダボア壁101b1の温度の低下速度を向上させる。ステップS9e2の処理の後には、再びステップS9e1へ戻り、処理を繰り返す。

【0078】

10

ステップS9e1でNoと判断したときは、ステップS9e3へ進み、電動ウォータポンプ143を停止させるとともに、第1電動バルブ135を閉状態、第2電動バルブ146を開状態とする。ステップS9e1でNoと判断する場合には、ステップS9e2の処理を経た場合と、経ない場合がある。ステップS9e2の処理を経た場合は、ノズル腐食防止制御が実施されたことになるが、ステップS9e2の処理を経ない場合には、ノズル腐食防止制御が行われていないことになる。そこで、別途、エンジン停止後噴射を行う等の措置を採ってもよい。ステップS9d3の後には、処理は終了となる（エンド）。

【0079】

このように、シリンダボア壁101b1を冷却し、シリンダボア壁温度の低下速度を向上することで、ノズル先端温度Tnz1よりも先にシリンダボア壁温度を露点温度以下とする。これにより、ノズル先端部における結露を回避する。

20

【0080】

なお、第5実施形態は、第1ラジエータ130よりも低温の冷却水が流通する第2ラジエータ141内の冷却水をエンジン本体101に導入する。このため、第4実施形態と比較して、シリンダボア壁温度を低下させやすい。

【0081】

（第6実施形態）

つぎに、第6実施形態につき、図19乃至図21を参照しつつ説明する。図19は第6実施形態の内燃機関100の主要部を模式的に示す説明図である。図20は第6実施形態の内燃機関100の制御、具体的に温水流通制御の一例を示すフロー図である。図21は第6実施形態の内燃機関100が備えるシリンダヘッド101aに温水を供給する様子を示す説明図である。

30

【0082】

内燃機関100は、内部に設けられたウォータジャケットを循環する冷却水が流通する流路151を備える。冷却水循環流路151は、シリンダヘッド101a内を流れるヘッド内流路151aと、シリンダブロック101b内を流れるブロック内101bを含んでいる。冷却水循環流路151には、ラジエータ150とサーモスタット弁152とウォータポンプ139とが配置されている。サーモスタット弁152には、ラジエータ150をバイパスするバイパス流路153が接続されている。内燃機関100は、温水循環流路154を備える。温水循環流路154は、ヘッド内流路151aを共用している。温水循環流路154には、電動ウォータポンプ155、蓄熱タンク156が配置されている。蓄熱タンク156には、第1温度センサ157が装着されている。第1温度センサ157は、蓄熱タンク156内の温水の温度を取得する。シリンダヘッド101aには、第2温度センサ158が装着されている。第2温度センサ158は、第1温度センサ157、第2温度センサ158は、電動ウォータポンプ155は、それぞれ、ECU111と電氣的に接続されている。

40

【0083】

以下、第6実施形態が行うノズル腐食防止制御（ノズル放熱速度を低下させる制御）の一例につき、図20に示すフロー図を参照しつつ説明する。

【0084】

50

ステップS9f1では、エンジン水温及び蓄熱タンク156内の温水の温度を取得する。第2温度センサ158によって取得したエンジン水温からエンジン本体101の筒内の状態が把握される。

【0085】

つぎに、ステップS9f2において、エンジン本体の筒内の状態からノズル先端部における結露を回避するためにインジェクタ107に付与すべき熱量を算出する。そして、その熱量に見合った温水供給量を算出する。そして、ステップS9f3において、電動ウォーターポンプ155を算出された温水供給量に応じた時間だけ稼働させる。

【0086】

これにより、シリンダヘッド101aの熱量が増加するとともにノズル先端温度が上昇する。この結果、ノズル先端温度Tnz1の低下速度を低下させることができる。これにより、ノズル先端部以外の箇所、例えば、シリンダボア壁やピストンの温度が相対的に低下し、ノズル先端温度Tnz1よりも先にシリンダボア壁温度やピストン温度が露点温度以下となる。これにより、ノズル先端部における結露が回避される。

【0087】

上記実施形態は本発明を実施するための例にすぎず、本発明はこれらに限定されるものではなく、これらの実施例を種々変形することは本発明の範囲内であり、更に本発明の範囲内において、他の様々な実施例が可能であることは上記記載から自明である。

【符号の説明】

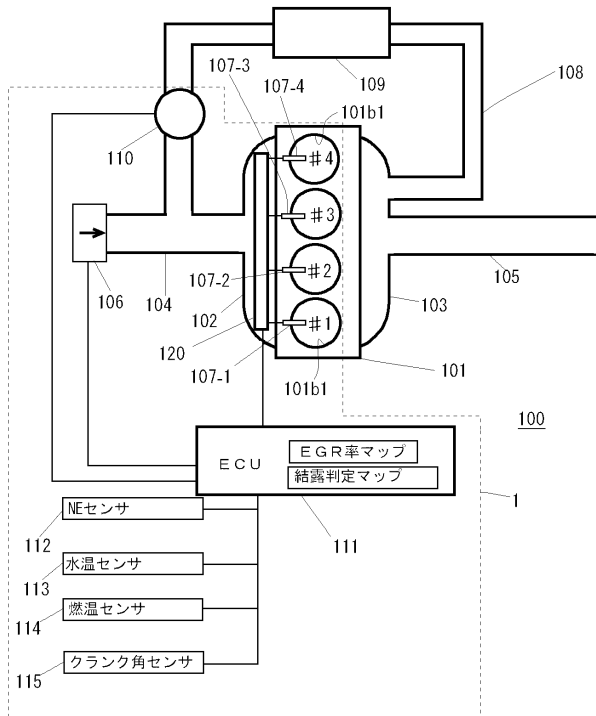
【0088】

1	燃料噴射装置	100	内燃機関
101	エンジン本体	102	インテークマニホールド
103	エキゾーストマニホールド	104	吸気管
105	排気管	107	インジェクタ
111	ECU	122	オイルジェット
130	第1ラジエータ	141	第2ラジエータ
156	蓄熱タンク		

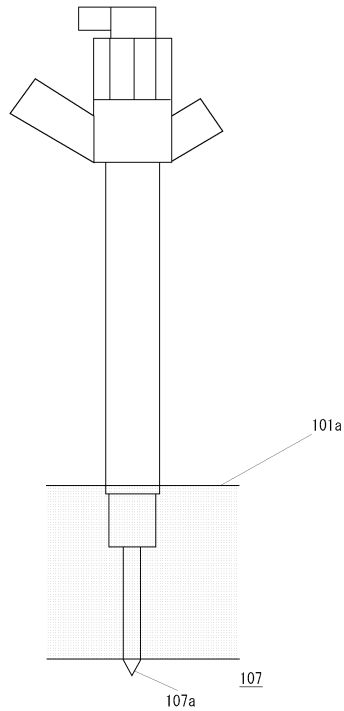
10

20

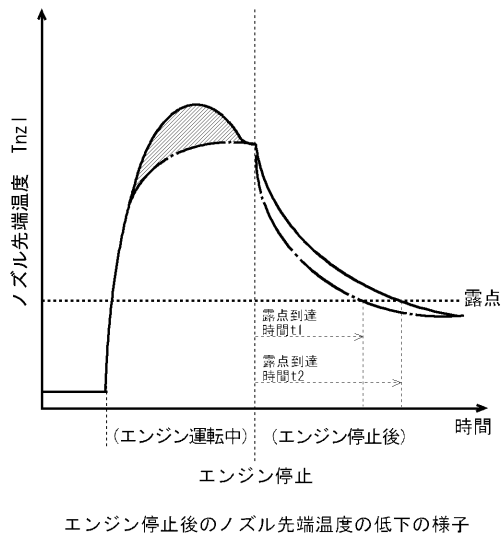
【図 1】



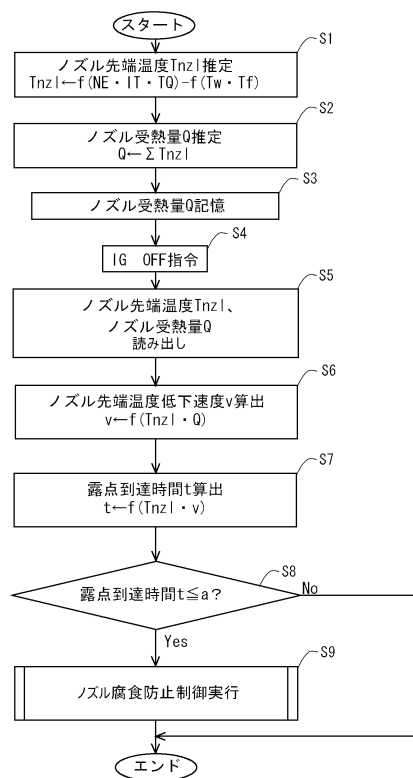
【図 2】



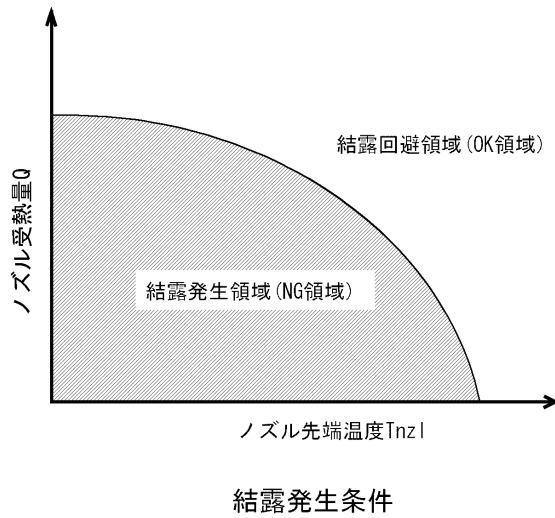
【図 3】



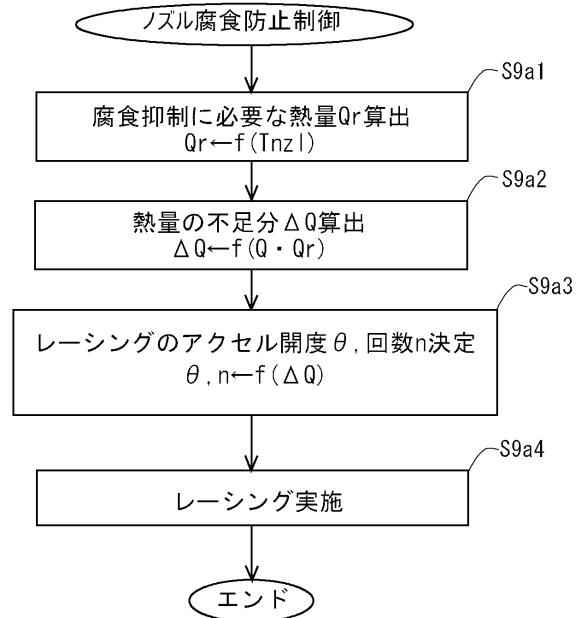
【図 4】



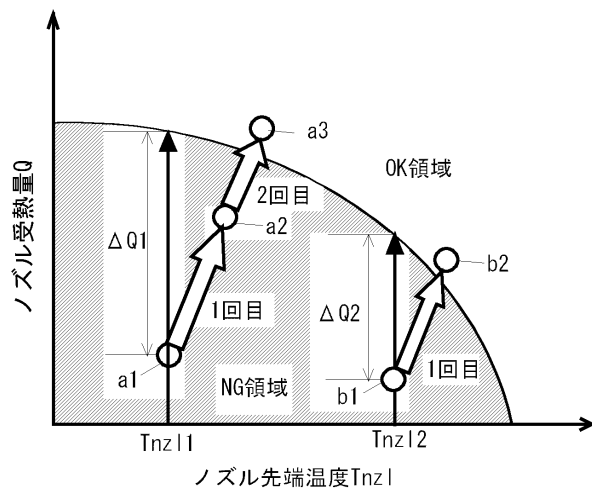
【図 5】



【図 6】

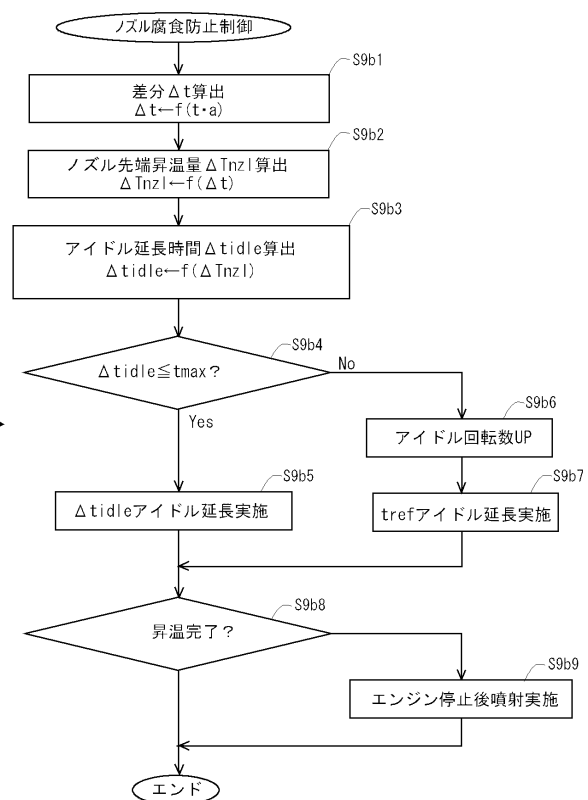


【図 7】

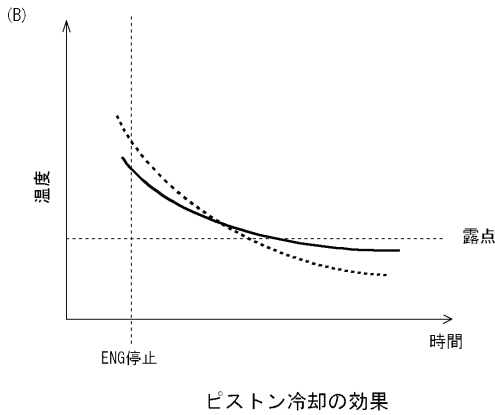
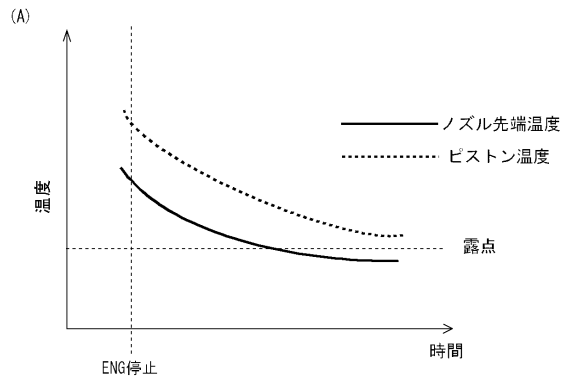


レーシングによるノズル先端温度の変化

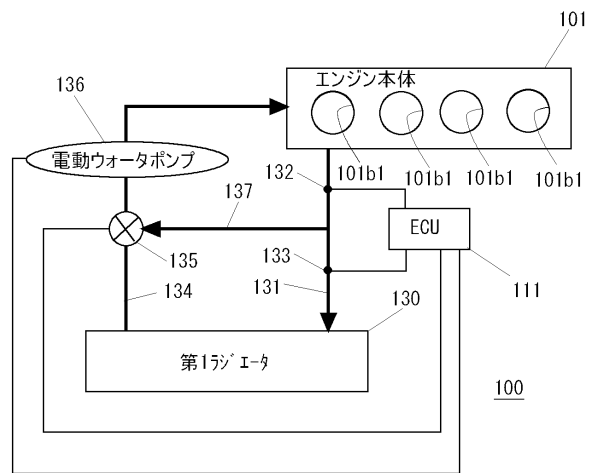
【図 8】



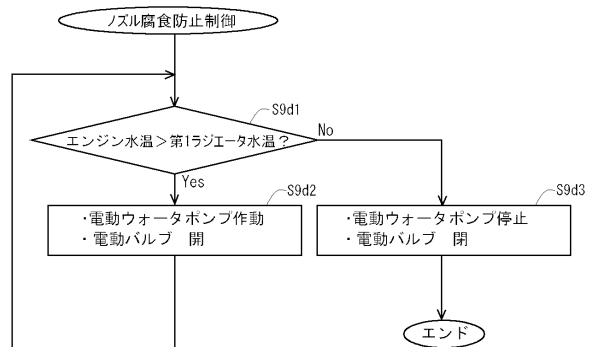
【図 13】



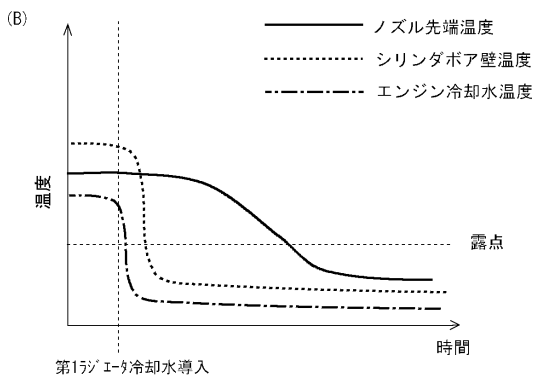
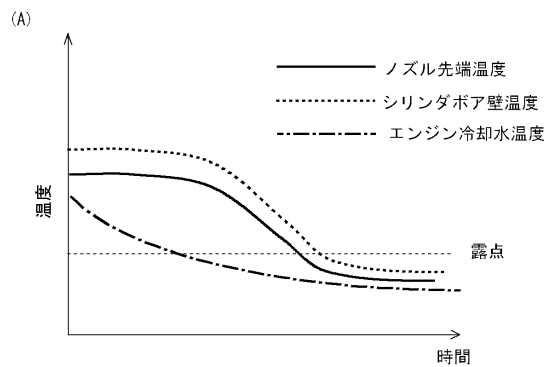
【図 14】



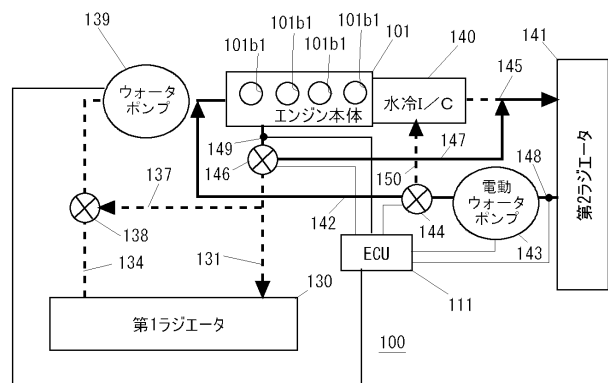
【図 15】



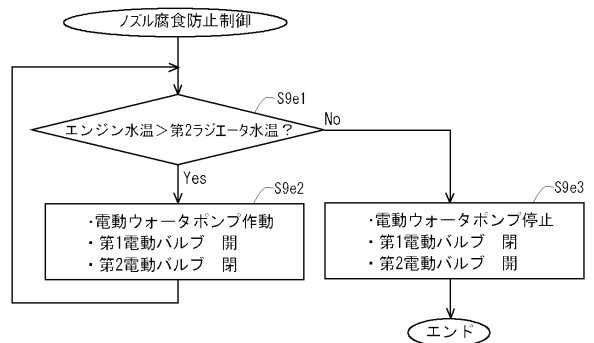
【図 16】



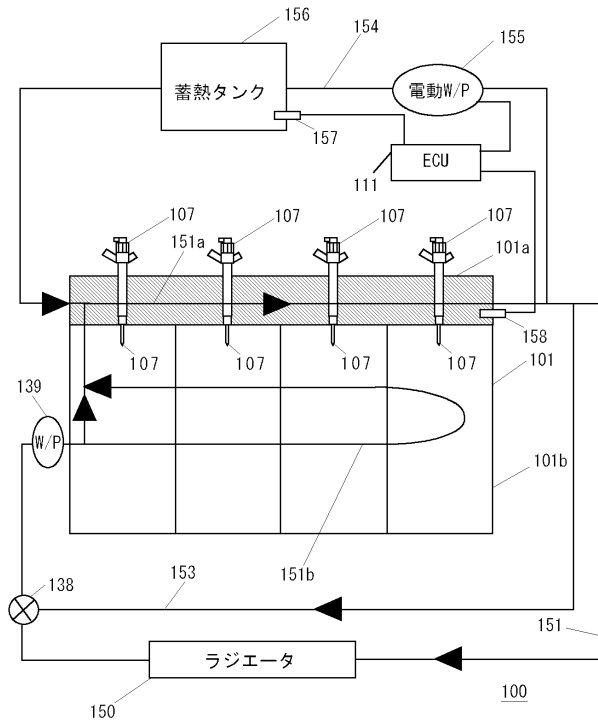
【図 17】



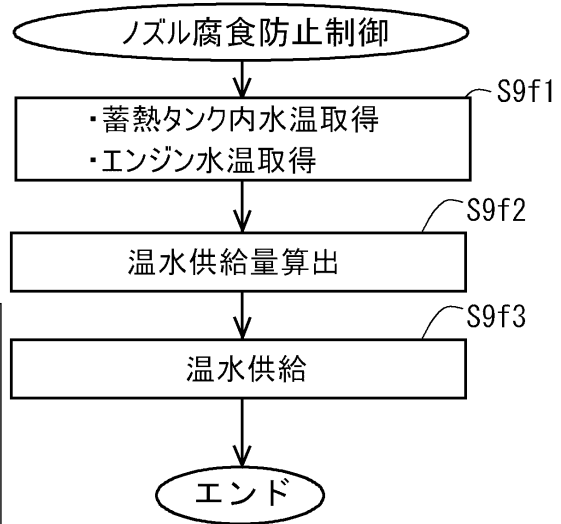
【図 18】



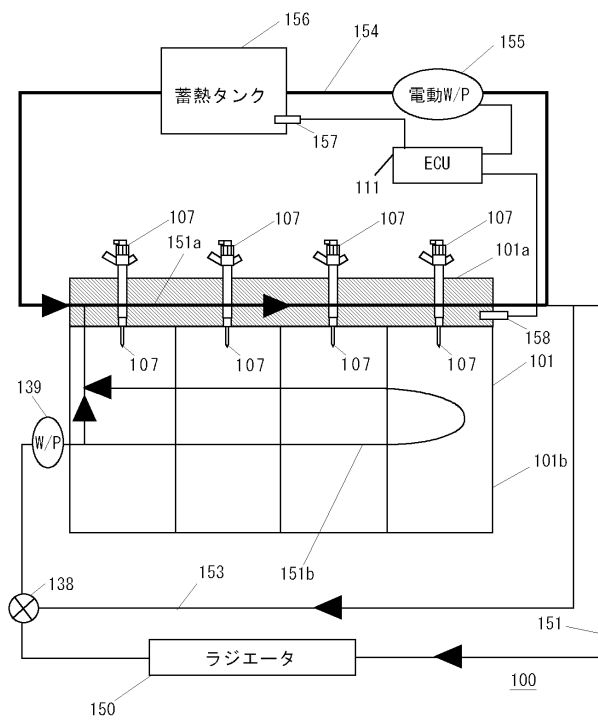
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 M 53/04 (2006.01) F 0 1 P 3/20 E
F 0 2 D 45/00 (2006.01) F 0 2 M 53/04 J
F 0 2 D 45/00 3 4 5 L

(72)発明者 松本 崇志
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 山下 芳雄
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 立花 啓

(56)参考文献 国際公開第2013/186898 (WO, A1)
特開平9-32616 (JP, A)
特開2007-100578 (JP, A)
特開2010-255462 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 41/00-45/00
F 0 1 P 3/08
F 0 1 P 3/20
F 0 1 P 7/16
F 0 2 M 39/00-71/04