

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6544376号
(P6544376)

(45) 発行日 令和1年7月17日 (2019.7.17)

(24) 登録日 令和1年6月28日 (2019.6.28)

(51) Int. Cl.	F I
FO1P 7/16 (2006.01)	FO1P 7/16 505F
FO1P 7/14 (2006.01)	FO1P 7/16 504E
FO1P 11/16 (2006.01)	FO1P 7/16 504A
FO1P 3/20 (2006.01)	FO1P 7/16 505B
	FO1P 7/16 503
請求項の数 4 (全 55 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2017-63318 (P2017-63318)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成29年3月28日 (2017.3.28)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2018-165495 (P2018-165495A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成30年10月25日 (2018.10.25)	(74) 代理人	110000213
審査請求日	平成30年9月21日 (2018.9.21)		特許業務法人プロスペック特許事務所
		(72) 発明者	長谷川 吉男
			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	平田 義治
			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	品川 知広
			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】 内燃機関の冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダヘッド及びシリンダブロックを含む内燃機関に適用され、
 冷却水によって前記シリンダヘッド及び前記シリンダブロックを冷却する、
 内燃機関の冷却装置であって、
 前記冷却水を循環させるためのポンプ、
 前記シリンダヘッドに形成された第1水路、
 前記シリンダブロックに形成された第2水路、
 前記第1水路の一方の端部である第1端部を前記ポンプの冷却水吐出口であるポンプ吐出口と前記ポンプの冷却水取入口であるポンプ取入口との一方である第1ポンプ口に接続する第3水路、
 前記第2水路の一方の端部である第1端部を前記第1ポンプ口に接続する順流接続水路、
 前記第2水路の前記第1端部を前記ポンプ吐出口と前記ポンプ取入口との他方である第2ポンプ口に接続する逆流接続水路、
 前記冷却水が前記順流接続水路及び前記逆流接続水路の何れかを選択的に流れるように水路切替えを行う切替え部、
 前記第1水路の他方の端部である第2端部と前記第2水路の他方の端部である第2端部とを接続する第4水路、
 前記第4水路を前記第2ポンプ口に接続する第5水路及び第6水路、

10

20

前記冷却水を冷却するためのラジエータであって、前記第 5 水路に配設されるラジエータ、

前記冷却水との間で熱交換を行う熱交換器であって、前記第 6 水路に配設される熱交換器、

前記第 5 水路を開放する開弁位置と前記第 5 水路を遮断する閉弁位置との間で設定位置が切り替えられる第 1 遮断弁、

前記第 6 水路を開放する開弁位置と前記第 6 水路を遮断する閉弁位置との間で設定位置が切り替えられる第 2 遮断弁、並びに、

前記ポンプ、前記切替え部、前記第 1 遮断弁及び前記第 2 遮断弁の作動を制御する制御手段、

10

を備え、

前記切替え部が順流接続を行った場合、前記冷却水が前記順流接続水路を流れ、

前記切替え部が逆流接続を行った場合、前記冷却水が前記逆流接続水路を流れ、

前記制御手段は、

前記内燃機関の温度が前記内燃機関の暖機が完了したと推定される機関暖機完了温度よりも低い温度である第 1 温度以上であり且つ同第 1 温度よりも高く且つ前記機関暖機完了温度よりも低い第 2 温度よりも低いときに前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合、前記ポンプを作動させ、前記第 2 遮断弁を前記閉弁位置に設定すると共に、前記第 1 遮断弁を前記閉弁位置に設定して前記逆流接続を行う第 1 半暖機制御を行い、

前記内燃機関の温度が前記機関暖機完了温度以上であるときに前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合、前記ポンプを作動させ、前記第 2 遮断弁を前記閉弁位置に設定すると共に、前記第 1 遮断弁を前記開弁位置に設定して前記順流接続を行う暖機完了制御を行う、

20

ように構成された、

内燃機関の冷却装置において、

前記制御手段は、

前記内燃機関の温度が前記第 2 温度以上であり且つ前記機関暖機完了温度よりも低いときには前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合であっても、前記ポンプを作動させ、前記第 2 遮断弁を前記開弁位置に設定すると共に、前記第 1 遮断弁を前記閉弁位置に設定して前記順流接続を行う第 2 半暖機制御を行う、

30

ように構成された、

内燃機関の冷却装置。

【請求項 2】

シリンダヘッド及びシリンダブロックを含む内燃機関に適用され、

冷却水によって前記シリンダヘッド及び前記シリンダブロックを冷却する、

内燃機関の冷却装置において、

前記冷却水を循環させるためのポンプ、

前記シリンダヘッドに形成された第 1 水路、

前記シリンダブロックに形成された第 2 水路、

前記第 2 水路の一方の端部である第 1 端部を前記ポンプの冷却水吐出口であるポンプ吐出口及び前記ポンプの冷却水取込口であるポンプ取込口の一方である第 1 ポンプ口に接続する第 3 水路、

40

前記第 1 水路の一方の端部である第 1 端部を前記第 1 ポンプ口に接続する順流接続水路、

前記第 1 水路の前記第 1 端部を前記ポンプ吐出口と前記ポンプ取込口との他方である第 2 ポンプ口に接続する逆流接続水路、

前記冷却水が前記順流接続水路及び前記逆流接続水路の何れかを選択的に流れるように水路切替えを行う切替え部、

前記第 1 水路の他方の端部である第 2 端部と前記第 2 水路の他方の端部である第 2 端部とを接続する第 4 水路、

50

前記第 4 水路を前記ポンプ吐出口及び前記ポンプ取込口の他方である第 2 ポンプ口に接続する第 5 水路及び第 6 水路、

前記冷却水を冷却するためのラジエータであって、前記第 5 水路に配設されるラジエータ、

前記冷却水との間で熱交換を行う熱交換器であって、前記第 6 水路に配設される熱交換器、

前記第 5 水路を開放する開弁位置と前記第 5 水路を遮断する閉弁位置との間で設定位置が切り替えられる第 1 遮断弁、

前記第 6 水路を開放する開弁位置と前記第 6 水路を遮断する閉弁位置との間で設定位置が切り替えられる第 2 遮断弁、並びに、

前記ポンプ、前記切替え部、前記第 1 遮断弁及び前記第 2 遮断弁の作動を制御する制御手段、

を備え、

前記制御手段は、

前記内燃機関の温度が前記内燃機関の暖機が完了したと推定される機関暖機完了温度よりも低い温度である第 1 温度以上であり且つ同第 1 温度よりも高く且つ前記機関暖機完了温度よりも低い第 2 温度よりも低いときに前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合、前記ポンプを作動させ、前記第 2 遮断弁を前記閉弁位置に設定すると共に、前記第 1 遮断弁を前記閉弁位置に設定して前記逆流接続を行う第 1 半暖機制御を行い、

前記内燃機関の温度が前記機関暖機完了温度以上であるときに前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合、前記ポンプを作動させ、前記第 2 遮断弁を前記閉弁位置に設定すると共に、前記第 1 遮断弁を前記開弁位置に設定して前記順流接続を行う暖機完了制御を行う、

ように構成された、

内燃機関の冷却装置において、

前記切替え部が順流接続を行った場合、前記冷却水が前記順流接続水路を流れ、

前記切替え部が逆流接続を行った場合、前記冷却水が前記逆流接続水路を流れ、

前記制御手段は、

前記内燃機関の温度が前記第 2 温度以上であり且つ前記機関暖機完了温度よりも低いときには前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合であっても、前記ポンプを作動させ、前記第 2 遮断弁を前記開弁位置に設定すると共に、前記第 1 遮断弁を前記閉弁位置に設定して前記順流接続を行う第 2 半暖機制御を行う、

ように構成された、

内燃機関の冷却装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の内燃機関の冷却装置において、

前記制御手段は、前記内燃機関の温度が前記第 1 温度よりも低いときに前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合、前記ポンプの作動を停止させておくように構成された、

内燃機関の冷却装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載の内燃機関の冷却装置において、

前記熱交換器は、冷却水の温度に応じて冷却水に熱を与え又は冷却水から熱を奪う熱交換器である、

内燃機関の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷却水によって内燃機関を冷却する冷却装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に「内燃機関のシリンダブロックが気筒内での燃焼から受ける熱量」が「内燃機関のシリンダヘッドが気筒内での燃焼から受ける熱量」よりも小さい等の理由から、内燃機関の始動後、シリンダブロックの温度は、シリンダヘッドの温度よりも上昇しづらい。

【0003】

例えば、特許文献1に記載された内燃機関の冷却装置は、内燃機関の温度が低い場合、シリンダブロックの冷却水路（以下、「ブロック水路」と称呼する。）には冷却水を供給せず、シリンダヘッドの冷却水路（以下、「ヘッド水路」と称呼する。）にのみ冷却水を供給するようになっている。これにより、内燃機関の温度（以下、「機関温度」と称呼する。）が低いときにシリンダブロックの温度を早く上昇させるようにしている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-184693号公報

【発明の概要】

【0005】

ところで、一般に、内燃機関の冷却装置は、ヘッド水路の出口及びブロック水路の出口から流出した冷却水をラジエータを通した後、ヘッド水路の入口及びブロック水路の入口に供給する。これにより、シリンダヘッド及びヘッドブロックが冷却される。

20

【0006】

この内燃機関の冷却装置において、機関温度が低い場合にシリンダブロックの温度（以下、「ブロック温度」と称呼する。）を早く上昇させる手段として、ヘッド水路の出口から流出した冷却水をラジエータを通さずにブロック水路の出口に直接供給するという手段が考えられる。これによれば、ヘッド水路を流れて温度の高くなった冷却水がそのままブロック水路に供給されるので、ブロック温度を高い上昇率で上昇させることができる。

【0007】

ところが、上記手段によると、ブロック水路を流れる冷却水の流れの方向は、ラジエータを通った冷却水をブロック水路の入口に供給してシリンダブロックを冷却する場合の方向とは逆である。

30

【0008】

このため、上記手段によってブロック温度が上昇し、その後、シリンダブロックを冷却する必要が生じたときにラジエータを通った冷却水がブロック水路の入口に供給されるように冷却水の流れを変更した場合、ブロック水路内における冷却水の流れの方向が逆転する。このとき、ブロック水路内で冷却水が流れずに一時的又は部分的に滞留する可能性がある。ブロック水路内で冷却水が滞留すると、ブロック水路内の冷却水の温度が過剰に高くなり、その結果、ブロック水路内で冷却水が部分的に沸騰する虞がある。

【0009】

本発明は、上述した課題に対処するためになされたものである。即ち、本発明の目的の1つは、ブロック水路内での冷却水の沸騰を防止しつつブロック温度を高い上昇率で上昇させることができる内燃機関の冷却装置を提供することにある。

40

【0010】

本発明に係る内燃機関の冷却装置（以下、「本発明装置」と称呼する。）は、シリンダヘッド（14）及びシリンダブロック（15）を含む内燃機関（10）に適用され、冷却水によって前記シリンダヘッド及び前記シリンダブロックを冷却する。本発明装置は、前記冷却水を循環させるためのポンプ（70）、前記シリンダヘッドに形成された第1水路（51）、及び、前記シリンダブロックに形成された第2水路（52）を備える。

【0011】

本発明装置の1つ（以下、「第1発明装置」と称呼し、図2及び図32を参照。）は、

50

前記第 1 水路の一方の端部である第 1 端部 (5 1 A) を前記ポンプの冷却水吐出口であるポンプ吐出口 (7 0 out) と前記ポンプの冷却水取込口であるポンプ取込口 (7 0 in) との一方である第 1 ポンプ口に接続する第 3 水路 (5 3、5 4)、

前記第 2 水路の一方の端部である第 1 端部 (5 2 A) を前記第 1 ポンプ口に接続する順流接続水路 (5 3、5 5)、

前記第 2 水路の前記第 1 端部を前記ポンプ吐出口と前記ポンプ取込口との他方である第 2 ポンプ口に接続する逆流接続水路 (5 5 2、6 2、5 8 4)、及び、

前記冷却水が前記順流接続水路及び前記逆流接続の何れかを選択的に流れるように水路切替えを行う切替え部 (7 8)、

を更に備える。

10

【0012】

一方、本発明装置の別の 1 つ (以下、「第 2 発明装置」と称呼し、図 2 8 及び図 3 6 を参照。) は、

前記第 2 水路の一方の端部である第 1 端部 (5 2 A) を前記ポンプの冷却水吐出口であるポンプ吐出口 (7 0 out) 及び前記ポンプの冷却水取込口であるポンプ取込口 (7 0 in) の一方である第 1 ポンプ口に接続する第 3 水路 (5 3、5 5)、

前記第 1 水路の一方の端部である第 1 端部 (5 1 A) を前記第 1 ポンプ口に接続する順流接続水路 (5 3、5 4)、

前記第 1 水路の前記第 1 端部を前記ポンプ吐出口と前記ポンプ取込口との他方である第 2 ポンプ口に接続する逆流接続水路 (5 4 2、6 2、5 8 4)、及び、

20

前記冷却水が前記順流接続水路及び前記逆流接続水路の何れかを選択的に流れるように水路切替えを行う切替え部 (7 8)、

を更に備える。

【0013】

第 1 発明装置及び第 2 発明装置 (以下、これら装置をまとめて「本発明装置」と称呼する。) は、

前記第 1 水路の他方の端部である第 2 端部 (5 1 B) と前記第 2 水路の他方の端部である第 2 端部 (5 2 B) とを接続する第 4 水路 (5 6、5 7)、

前記第 4 水路を前記第 2 ポンプ口に接続する第 5 水路 (5 8) 及び第 6 水路 (5 8 1、5 9、6 0、6 1、5 8 3、5 8 4)、

30

前記冷却水を冷却するためのラジエータ (7 1) であって、前記第 5 水路に配設されるラジエータ、

前記冷却水との間で熱交換を行う熱交換器 (4 3、7 2) であって、前記第 6 水路に配設される熱交換器、

前記第 5 水路を開放する開弁位置と前記第 5 水路を遮断する閉弁位置との間で設定位置が切り替えられる第 1 遮断弁 (7 5)、

前記第 6 水路を開放する開弁位置と前記第 6 水路を遮断する閉弁位置との間で設定位置が切り替えられる第 2 遮断弁 (7 6、7 7)、並びに、

前記ポンプ、前記切替え部、前記第 1 遮断弁及び前記第 2 遮断弁の作動を制御する制御手段 (9 0)、

40

を更に備える。

【0014】

前記熱交換器は、例えば、冷却水の温度に応じて冷却水に熱を与え又は冷却水から熱を奪う熱交換器 (4 3) である。

【0015】

前記切替え部が順流接続 (図 1 2、図 1 5、図 3 0、図 3 1、図 3 4、図 3 5、図 3 8、図 3 9) を行った場合、前記冷却水が前記順流接続水路を流れ、前記切替え部が逆流接続 (図 8、図 2 9、図 3 3、図 3 7) を行った場合、前記冷却水が前記逆流接続水路を流れる。

【0016】

50

そして、前記制御手段は、前記内燃機関の温度が前記内燃機関の暖機が完了したと推定される機関暖機完了温度（ T_{eng3} ）よりも低い温度である第1温度（ T_{eng1} ）以上であり且つ同第1温度よりも高く且つ前記機関暖機完了温度よりも低い第2温度（ T_{eng2} ）よりも低いときに前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合（図24のステップ2420での「Yes」との判定、並びに、図21のステップ2105及びステップ2125それぞれでの「No」との判定）、前記ポンプを作動させ、前記第2遮断弁を前記閉弁位置に設定すると共に、前記第1遮断弁を前記閉弁位置に設定して前記逆流接続を行う第1半暖機制御を行う（図21のステップ2135の処理）。

【0017】

内燃機関の温度が第1温度以上であり且つ第2温度よりも低い場合、内燃機関の暖機が完了していないので、シリンダブロックの温度を高い上昇率で上昇させることが望まれる。この場合、本発明装置の制御手段は、第1半暖機制御を行う。

10

【0018】

第1半暖機制御が行われると、冷却水が第1水路の第2端部から第4水路に流出する場合には、その冷却水がラジエータを通らずに第4水路を介して第2水路の第2端部に流入する。一方、冷却水が第1水路の第1端部から第3水路に流出する場合には、その冷却水がラジエータを通らずに第3水路、ポンプ及び逆流接続水路を介して第2水路の第1端部に流入する。

【0019】

このようにラジエータを通っていない冷却水が第2水路に流入するので、ラジエータを通った冷却水が第2水路に流入する場合に比べ、シリンダブロックの温度を高い上昇率で上昇させることができる。

20

【0020】

更に、前記制御手段は、前記内燃機関の温度が前記機関暖機完了温度以上であるときには前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合（図24のステップ2430での「No」との判定、並びに、図23のステップ2305及びステップ2325それぞれでの「No」との判定）であっても、前記ポンプを作動させ、前記第2遮断弁を前記閉弁位置に設定すると共に、前記第1遮断弁を前記開弁位置に設定して前記順流接続を行う暖機完了制御を行う（図23のステップ2335の処理）。

【0021】

30

内燃機関の温度が暖機完了温度以上である場合、内燃機関の暖機が完了しているので、シリンダブロック及びシリンダヘッドを冷却することが望まれる。この場合、本発明装置の制御手段は、暖機完了制御を行う。

【0022】

暖機完了制御が行われると、冷却水が第1水路の第2端部及び第2水路の第2端部から第4水路に流出し、或いは、冷却水が第1水路の第1端部及び第2水路の第1端部から第3水路及び順流接続水路にそれぞれ流出する。

【0023】

冷却水が第1水路の第2端部及び第2水路の第2端部から第4水路に流出する場合には、その冷却水が第4水路、第5水路、ポンプ、第3水路及び順流接続水路を介して第1水路の第1端部及び第2水路の第1端部それぞれに流入する。一方、冷却水が第1水路の第1端部及び第2水路の第1端部から第3水路及び順流接続水路にそれぞれ流出する場合には、その冷却水が第3水路、順流接続水路、第5水路及び第4水路を介して第1水路の第2端部及び第2水路の第2端部それぞれに流入する。

40

【0024】

そして、冷却水が第5水路を流れる間にラジエータを通るので、ラジエータを通った冷却水が第1水路及び第2水路に流入する。このため、シリンダブロック及びシリンダヘッドを十分に冷却することができる。

【0025】

更に、前記制御手段は、前記内燃機関の温度が前記第2温度以上であり且つ前記機関暖

50

機完了温度よりも低いときに前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合（図24のステップ2430での「Yes」との判定、並びに、図22のステップ2205及びステップ2225それぞれでの「No」との判定）には、前記ポンプを作動させ、前記第2遮断弁を前記開弁位置に設定すると共に、前記第1遮断弁を前記閉弁位置に設定して前記順流接続を行う第2半暖機制御を行うように構成される（図22のステップ2235の処理）。

【0026】

内燃機関の温度が第2温度以上であり且つ暖機完了温度よりも低い場合、内燃機関の暖機が完了していないので、シリンダブロックの温度を高い上昇率で上昇させることが望まれる。このとき、第1半暖機制御を行えば、先に述べたように、シリンダブロックの温度を高い上昇率で上昇させることができる。

10

【0027】

ところが、その後、内燃機関の温度が上昇して暖機完了温度に達すると、本発明装置の制御手段は、制御を第1半暖機制御から暖機完了制御に切り替えることになる。

【0028】

先に述べたように、第1半暖機制御が行われると、冷却水が第1水路の第2端部から第4水路に流出する場合には、冷却水は、第2水路にその第2端部から流入し、冷却水が第1水路の第1端部から第3水路に流出する場合には、冷却水は、第2水路にその第1端部から流入する。

20

【0029】

そして、第1半暖機制御が行われたときに冷却水が第2水路にその第2端部から流入する場合において、暖機完了制御が行われると、冷却水は、第2水路にその第1端部から流入する。従って、制御が第1半暖機制御から暖機完了制御に切り替えられたときに、第2水路内の冷却水の流れの方向が逆転する。

【0030】

一方、第1半暖機制御が行われたときに冷却水が第2水路にその第1端部から流入する場合においては、暖機完了制御が行われると、冷却水は、第2水路にその第2端部から流入する。従って、制御が第1半暖機制御から暖機完了制御に切り替えられたときに、第2水路内の冷却水の流れの方向が逆転する。

30

【0031】

第2水路内の冷却水の流れの方向が逆転すると、第2水路内での冷却水の流れが止まり、冷却水が第2水路内で一時的又は部分的に滞留する可能性がある。暖機完了温度は比較的高い温度であるので、内燃機関の温度が暖機完了温度に達したときの内燃機関の温度は比較的高い。内燃機関の温度が比較的高いときに冷却水の流れの方向が逆転し、冷却水が第2水路内で滞留すると、第2水路内の冷却水の温度が高温になり、その結果、冷却水が沸騰する虞がある。

【0032】

本発明装置の制御手段は、内燃機関の温度が第2温度以上であり且つ暖機完了温度よりも低いときに熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合、第1半暖機制御ではなく、第2半暖機制御を行う。第2半暖機制御によれば、熱交換器への冷却水の供給が要求されていなくても、第2遮断弁が開弁位置に設定される。

40

【0033】

この第2半暖機制御が行われると、冷却水が第1水路の第2端部及び第2水路の第2端部から第4水路に流出し、或いは、冷却水が第1水路の第1端部及び第2水路の第1端部から第3水路及び順流接続水路にそれぞれ流出する。

【0034】

冷却水が第1水路の第2端部及び第2水路の第2端部から第4水路に流出する場合には、その冷却水がラジエータを通らずに第4水路、第6水路、ポンプ、第3水路及び順流接続水路を介して第1水路の第1端部及び第2水路の第1端部それぞれに流入する。従って、第2半暖機制御によって内燃機関の温度が上昇して暖機完了温度に達し、制御が第2半

50

暖機制御から暖機完了制御に切り替えられても、第2水路内の冷却水の流れの方向は逆転しない。このため、第2水路内で冷却水が滞留することはなく、従って、第2水路内での冷却水の滞留に起因する冷却水の沸騰を防止することができる。そして、第2水路には、ラジエータを通っていない冷却水が流入するので、シリンダブロックの温度を比較的高い上昇率で上昇させることができる。

【0035】

一方、冷却水が第1水路の第1端部及び第2水路の第1端部から第3水路及び順流接続水路にそれぞれ流出する場合には、その冷却水がラジエータを通らずに第3水路、順流接続水路、第6水路及び第4水路を介して第1水路の第2端部及び第2水路の第2端部それぞれに流入する。従って、第2半暖機制御によって内燃機関の温度が上昇して暖機完了温度に達し、制御が第2半暖機制御から暖機完了制御に切り替えられても、第2水路内の冷却水の流れの方向は逆転しない。このため、第2水路内で冷却水が滞留することはなく、従って、第2水路内での冷却水の滞留に起因する冷却水の沸騰を防止することができる。そして、第2水路には、ラジエータを通っていない冷却水が流入するので、シリンダブロックの温度を比較的高い上昇率で上昇させることができる。

10

【0036】

本発明装置の前記制御手段は、前記内燃機関の温度が前記第1温度よりも低いときに前記熱交換器への冷却水の供給が要求されていない場合、前記ポンプの作動を停止させておくように構成され得る。

【0037】

20

内燃機関の温度が第1温度よりも低い場合、内燃機関の温度が暖機完了温度に対して大幅に低いので、シリンダヘッド及びシリンダブロックの温度を非常に高い上昇率で上昇させることが望まれる。本発明装置によれば、内燃機関の温度が第1温度よりも低い場合、ポンプを作動させずに停止させておく。このため、冷却水は第1水路も第2水路も流れないので、シリンダヘッド及びシリンダブロックの温度を非常に高い上昇率で上昇させることができる。

【0038】

上記説明においては、発明の理解を助けるために、実施形態に対応する発明の構成に対して、実施形態で用いた符号を括弧書きで添えているが、発明の各構成要素は、前記符号によって規定される実施形態に限定されるものではない。本発明の他の目的、他の特徴及び付随する利点は、以下の図面を参照しつつ記述される本発明の実施形態についての説明から容易に理解されるであろう。

30

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係る冷却装置（以下、「実施装置」と称呼する。）が適用される内燃機関を示した図である。

【図2】図2は、実施装置を示した図である。

【図3】図3は、図1に示したEGR制御弁の制御に用いられるマップを示した図である。

【図4】図4は、実施装置が行う作動制御を示した図である。

40

【図5】図5は、図2と同様の図であって、実施装置が作動制御Bを行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図6】図6は、図2と同様の図であって、実施装置が作動制御Cを行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図7】図7は、図2と同様の図であって、実施装置が作動制御Dを行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図8】図8は、図2と同様の図であって、実施装置が作動制御Eを行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図9】図9は、図2と同様の図であって、実施装置が作動制御Fを行った場合における冷却水の流れを示した図である。

50

【図 10】図 10 は、図 2 と同様の図であって、実施装置が作動制御 G を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 11】図 11 は、図 2 と同様の図であって、実施装置が作動制御 H を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 12】図 12 は、図 2 と同様の図であって、実施装置が作動制御 I を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 13】図 13 は、図 2 と同様の図であって、実施装置が作動制御 J を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 14】図 14 は、図 2 と同様の図であって、実施装置が作動制御 K を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

10

【図 15】図 15 は、図 2 と同様の図であって、実施装置が作動制御 L を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 16】図 16 は、図 2 と同様の図であって、実施装置が作動制御 M を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 17】図 17 は、図 2 と同様の図であって、実施装置が作動制御 N を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 18】図 18 は、図 2 と同様の図であって、実施装置が作動制御 O を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 19】図 19 は、図 1 及び図 2 に示した ECU の CPU (以下、単に「CPU」と称呼する。) が実行するルーチンを示したフローチャートである。

20

【図 20】図 20 は、CPU が実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 21】図 21 は、CPU が実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 22】図 22 は、CPU が実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 23】図 23 は、CPU が実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 24】図 24 は、CPU が実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 25】図 25 は、CPU が実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 26】図 26 は、CPU が実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 27】図 27 は、CPU が実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図 28】図 28 は、本発明の実施形態の第 1 変形例に係る冷却装置 (以下、「第 1 変形装置」と称呼する。) を示した図である。

30

【図 29】図 29 は、図 28 と同様の図であって、第 1 変形装置が作動制御 E を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 30】図 30 は、図 28 と同様の図であって、第 1 変形装置が作動制御 I を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 31】図 31 は、図 28 と同様の図であって、第 1 変形装置が作動制御 L を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 32】図 32 は、本発明の実施形態の第 2 変形例に係る冷却装置 (以下、「第 2 変形装置」と称呼する。) を示した図である。

【図 33】図 33 は、図 32 と同様の図であって、第 2 変形装置が作動制御 E を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

40

【図 34】図 34 は、図 32 と同様の図であって、第 2 変形装置が作動制御 I を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 35】図 35 は、図 32 と同様の図であって、第 2 変形装置が作動制御 L を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 36】図 36 は、本発明の実施形態の第 3 変形例に係る冷却装置 (以下、「第 3 変形装置」と称呼する。) を示した図である。

【図 37】図 37 は、図 36 と同様の図であって、第 3 変形装置が作動制御 E を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【図 38】図 38 は、図 36 と同様の図であって、第 3 変形装置が作動制御 I を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

50

【図 3 9】図 3 9 は、図 3 6 と同様の図であって、第 3 変形装置が作動制御 L を行った場合における冷却水の流れを示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態に係る内燃機関の冷却装置（以下、「実施装置」と称呼する。）について説明する。実施装置は、図 1 及び図 2 に示した内燃機関 10（以下、単に「機関 10」と称呼する。）に適用される。機関 10 は、多気筒（本例においては、直列 4 気筒）・4 サイクル・ピストン往復動型・ディーゼル機関である。しかしながら、機関 10 は、ガソリン機関であってもよい。

【0041】

図 1 に示したように、機関 10 は、機関本体 11、吸気システム 20、排気システム 30 及び EGR システム 40 を含んでいる。

【0042】

機関本体 11 は、シリンダヘッド 14、シリンダブロック 15（図 2 を参照。）、クランクケース等を含んでいる。機関本体 11 には、4 つの気筒（燃焼室）12 a 乃至 12 d が形成されている。各気筒 12 a 乃至 12 d（以下、「各気筒 12」と称呼する。）の上部には、燃料噴射弁（インジェクタ）13 が配設されている。燃料噴射弁 13 は、後述する ECU（電子制御ユニット）90 の指示に応答して開弁し、各気筒 12 内に燃料を直接噴射するようになっている。

【0043】

吸気システム 20 は、インテークマニホールド 21、吸気管 22、エアクリーナ 23、過給機 24 のコンプレッサ 24 a、インタークーラー 25、スロットル弁 26 及びスロットル弁アクチュエータ 27 を含んでいる。

【0044】

インテークマニホールド 21 は「各気筒 12 に接続された枝部」及び「枝部が集合した集合部」を含んでいる。吸気管 22 は、インテークマニホールド 21 の集合部に接続されている。インテークマニホールド 21 及び吸気管 22 は、吸気通路を構成している。吸気管 22 には、吸入空気の流れの上流から下流に向け、エアクリーナ 23、コンプレッサ 24 a、インタークーラー 25 及びスロットル弁 26 が順に配設されている。スロットル弁アクチュエータ 27 は、ECU 90 の指示に応じてスロットル弁 26 の開度を変更するようになっている。

【0045】

排気システム 30 は、エキゾーストマニホールド 31、排気管 32 及び過給機 24 のタービン 24 b を含んでいる。

【0046】

エキゾーストマニホールド 31 は「各気筒 12 に接続された枝部」及び「枝部が集合した集合部」を含んでいる。排気管 32 は、エキゾーストマニホールド 31 の集合部に接続されている。エキゾーストマニホールド 31 及び排気管 32 は、排気通路を構成している。タービン 24 b は、排気管 32 に配設されている。

【0047】

EGR システム 40 は、排気還流管 41、EGR 制御弁 42 及び EGR クーラ 43 を含んでいる。

【0048】

排気還流管 41 は、タービン 24 b の上流位置の排気通路（エキゾーストマニホールド 31）と、スロットル弁 26 の下流位置の吸気通路（インテークマニホールド 21）と、を連通している。排気還流管 41 は EGR ガス通路を構成している。

【0049】

EGR 制御弁 42 は、排気還流管 41 に配設されている。EGR 制御弁 42 は、ECU 90 からの指示に応じて EGR ガス通路の通路断面積を変更することにより、排気通路から吸気通路へと再循環される排ガス（EGR ガス）の量を変更し得る。

10

20

30

40

50

【0050】

EGRクーラ43は、排気還流管41に配設され、排気還流管41を通過するEGRガスの温度を後述する冷却水によって低下させる。従って、EGRクーラ43は、冷却水とEGRガスとの間で熱交換を行う熱交換器であり、特に、EGRガスから冷却水に熱を与える熱交換器である。

【0051】

図2に示したように、シリンダヘッド14には、シリンダヘッド14を冷却するための冷却水を流すための水路51（以下、「ヘッド水路51」と称呼する。）が周知のように形成されている。ヘッド水路51は、実施装置の構成要素の1つである。以下の説明において、「水路」は、総て、冷却水を流すための通路である。

10

【0052】

シリンダブロック15には、シリンダブロック15を冷却するための冷却水を流すための水路52（以下、「ブロック水路52」と称呼する。）が周知のように形成されている。特に、ブロック水路52は、各気筒12を画成するシリンダボアを冷却できるようにシリンダヘッド14に近い箇所からシリンダボアに沿ってシリンダヘッド14から離れた箇所まで形成されている。ブロック水路52は、実施装置の構成要素の1つである。

【0053】

実施装置は、ポンプ70を含む。ポンプ70は、「冷却水をポンプ70内に取り込むための取込口70in（以下、「ポンプ取込口70in」と称呼する。）」及び「取り込んだ冷却水をポンプ70から吐出するための吐出口70out（以下、「ポンプ吐出口70out」と称呼する。）」を有する。

20

【0054】

冷却水管53Pは、水路53を画成する。冷却水管53Pの第1端部53Aは、ポンプ吐出口70outに接続されている。従って、ポンプ吐出口70outから吐出された冷却水は、水路53に流入する。

【0055】

冷却水管54Pは、水路54を画成し、冷却水管55Pは、水路55を画成する。冷却水管54Pの第1端部54A及び冷却水管55Pの第1端部55Aは、冷却水管53Pの第2端部53Bに接続されている。

【0056】

30

冷却水管54Pの第2端部54Bは、水路54がヘッド水路51の第1端部51Aと連通するようにシリンダヘッド14に取り付けられている。冷却水管55Pの第2端部55Bは、水路55がブロック水路52の第1端部52Aと連通するようにシリンダブロック15に取り付けられている。

【0057】

冷却水管56Pは、水路56を画成する。冷却水管56Pの第1端部56Aは、水路56がヘッド水路51の第2端部51Bと連通するようにシリンダヘッド14に取り付けられている。

【0058】

冷却水管57Pは、水路57を画成する。冷却水管57Pの第1端部57Aは、水路57がブロック水路52の第2端部52Bと連通するようにシリンダブロック15に取り付けられている。

40

【0059】

冷却水管58Pは、水路58を画成する。冷却水管58Pの第1端部58Aは、「冷却水管56Pの第2端部56B」及び「冷却水管57Pの第2端部57B」に接続されている。冷却水管58Pの第2端部58Bは、ポンプ取込口70inに接続されている。冷却水管58Pは、ラジエータ71を通るように配設される。以下、水路58を「ラジエータ水路58」と称呼する。

【0060】

ラジエータ71は、そこを通る冷却水と外気との間で熱交換を行わせることにより、冷

50

却水の温度を低下させる。

【0061】

ラジエータ71とポンプ70との間において、冷却水管58Pには、遮断弁75が配設されている。遮断弁75は、開弁位置に設定されている場合、ラジエータ水路58内の冷却水の流通を許容し、閉弁位置に設定されている場合、ラジエータ水路58内の冷却水の流通を遮断する。

【0062】

冷却水管59Pは、水路59を画成する。冷却水管59Pの第1端部59Aは、冷却水管58Pの第1端部58Aとラジエータ71との間の冷却水管58Pの部分58Pa（以下、「第1部分58Pa」と称呼する。）に接続されている。冷却水管59Pは、EGRクーラ43を通るように配設される。以下、水路59を「EGRクーラ水路59」と称呼する。

10

【0063】

EGRクーラ43と冷却水管59Pの第1端部59Aとの間において、冷却水管59Pには、遮断弁76が配設されている。遮断弁76は、開弁位置に設定されている場合、EGRクーラ水路59内の冷却水の流通を許容し、閉弁位置に設定されている場合、EGRクーラ水路59内の冷却水の流通を遮断する。

【0064】

冷却水管60Pは、水路60を画成する。冷却水管60Pの第1端部60Aは、冷却水管58Pの第1部分58Paとラジエータ71との間の冷却水管58Pの部分58Pb（以下、「第2部分58Pb」と称呼する。）に接続されている。冷却水管60Pは、ヒータコア72を通るように配設される。以下、水路60を「ヒータコア水路60」と称呼する。

20

【0065】

以下、冷却水管58Pの第1端部58Aと冷却水管58Pの第1部分58Paとの間のラジエータ水路58の部分581を「ラジエータ水路58の第1部分581」と称呼し、冷却水管58Pの第1部分58Paと冷却水管58Pの第2部分58Pbとの間のラジエータ水路58の部分582を「ラジエータ水路58の第2部分582」と称呼する。

【0066】

ヒータコア72は、そこを通る冷却水の温度がヒータコア72の温度よりも高い場合、その冷却水によって暖められ、熱を蓄積する。従って、ヒータコア72は、冷却水との間で熱交換を行う熱交換器であり、特に、冷却水から熱を奪う熱交換器である。ヒータコア72に蓄積された熱は、機関10が搭載された車両の室内を暖房するために利用される。

30

【0067】

ヒータコア72と冷却水管60Pの第1端部60Aとの間において、冷却水管60Pには、遮断弁77が配設されている。遮断弁77は、開弁位置に設定されている場合、ヒータコア水路60内の冷却水の流通を許容し、閉弁位置に設定されている場合、ヒータコア水路60内の冷却水の流通を遮断する。

【0068】

冷却水管61Pは、水路61を画成する。冷却水管61Pの第1端部61Aは、冷却水管59Pの第2端部59B及び冷却水管60Pの第2端部60Bに接続されている。冷却水管61Pの第2端部61Bは、遮断弁75とポンプ取込口70inとの間の冷却水管58Pの部分58Pc（以下、「第3部分58Pc」と称呼する。）に接続されている。

40

【0069】

冷却水管62Pは、水路62を画成する。冷却水管62Pの第1端部62Aは、冷却水管55Pに配設された切替弁78に接続されている。冷却水管62Pの第2端部62Bは、冷却水管58Pの第3部分58Pcとポンプ取込口70inとの間の冷却水管58Pの部分58Pd（以下、「第4部分58Pd」と称呼する。）に接続されている。

【0070】

以下、切替弁78と冷却水管55の第1端部55Aとの間の水路55の部分551を「

50

水路５５の第１部分５５１」と称呼し、切替弁７８と冷却水管５５の第２端部５５Ｂとの間の水路５５の部分５５２を「水路５５の第２部分５５２」と称呼する。更に、冷却水管５８Ｐの第３部分５８Ｐｃと冷却水管５８Ｐの第４部分５８Ｐｄとの間のラジエータ水路５８の部分５８３を「ラジエータ水路５８の第３部分５８３」と称呼し、冷却水管５８Ｐの第４部分５８Ｐｄとポンプ取込口７０inとの間のラジエータ水路５８の部分５８４を「ラジエータ水路５８の第４部分５８４」と称呼する。

【００７１】

切替弁７８は、第１の位置（以下、「順流位置」と称呼する。）に設定されている場合、水路５５の第１部分５５１と水路５５の第２部分５５２との間の冷却水の流通を許容する一方、「第１部分５５１と水路６２との間の冷却水の流通」及び「第２部分５５２と水路６２との間の冷却水の流通」を遮断する。

10

【００７２】

一方、切替弁７８は、第２の位置（以下、「逆流位置」と称呼する。）に設定されている場合、水路５５の第２部分５５２と水路６２との間の冷却水の流通を許容する一方、「水路５５の第１部分５５１と水路６２との間の冷却水の流通」及び「第１部分５５１と第２部分５５２との間の冷却水の流通」を遮断する。

【００７３】

更に、切替弁７８は、第３の位置（以下、「遮断位置」と称呼する。）に設定されている場合、「水路５５の第１部分５５１と第２部分５５２との間の冷却水の流通」、「水路５５の第１部分５５１と水路６２との間の冷却水の流通」及び「水路５５の第２部分５５２と水路６２との間の冷却水の流通」を遮断する。

20

【００７４】

以上説明したように、実施装置において、ヘッド水路５１は、シリンダヘッド１４に形成された第１水路であり、ブロック水路５２は、シリンダブロック１５に形成された第２水路である。水路５３及び水路５４は、ヘッド水路５１（第１水路）の一方の端部である第１端部５１Ａをポンプ吐出口７０outに接続する第３水路を構成している。

【００７５】

水路５３、水路５５、水路６２、ラジエータ水路５８の第４部分５８４及び切替弁７８は、ブロック水路５２（第２水路）の一方の端部である第１端部５２Ａとポンプ７０との接続であるポンプ接続を、ブロック水路５２の第１端部５２Ａをポンプ吐出口７０outに接続する順流接続と、ブロック水路５２の第１端部５２Ａをポンプ取込口７０inに接続する逆流接続と、の間に切り替える接続切替機構を構成している。

30

【００７６】

水路５６及び水路５７は、ヘッド水路５１（第１水路）の他方の端部である第２端部５１Ｂとブロック水路５２（第２水路）の他方の端部である第２端部５２Ｂとを接続する第４水路を構成している。

【００７７】

ラジエータ水路５８は、水路５６及び水路５７（第４水路）をポンプ取込口７０inに接続する第５水路であり、遮断弁７５は、ラジエータ水路５８（第５水路）を遮断したり開放したりする遮断弁である。

40

【００７８】

EGRクーラ水路５９及びヒータコア水路６０は、水路５６及び水路５７（第４水路）をポンプ取込口７０inに接続する第６水路であり、遮断弁７６及び遮断弁７７は、それぞれ、EGRクーラ水路５９及びヒータコア水路６０（第６水路）を遮断したり開放したりする遮断弁である。

【００７９】

更に、水路５３及び水路５５は、ブロック水路５２（第２水路）の第１端部５２Ａをポンプ吐出口７０outに接続する順流接続水路を構成しており、水路５５の第２部分５５２、水路６２及びラジエータ水路５８の第４部分５８４は、ブロック水路５２（第２水路）の第１端部５２Ａをポンプ取込口７０inに接続する逆流接続水路を構成している。

50

【0080】

切替弁78は、ブロック水路52（第2水路）の第1端部52Aを水路53及び水路55（順流接続水路）を介してポンプ吐出口70outに接続させる順流位置と、ブロック水路52（第2水路）の第1端部52Aを水路55の第2部分552、水路62及びラジエータ水路58の第4部分584（逆流接続水路）を介してポンプ取込口70inに接続させる逆流位置と、の何れか一方に選択的に設定される切替え部である。

【0081】

別の言い方をすると、切替弁78は、ブロック水路52（第2水路）の第1端部52Aをポンプ吐出口70outに接続する水路53及び水路55（順流接続水路）と、ブロック水路52（第2水路）の第1端部52Aをポンプ取込口70inに接続する水路55の第2部分552、水路62及びラジエータ水路58の第4部分584（逆流接続水路）と、の何れかを冷却水が選択的に流れるように水路切替えを行う切替え部である。

【0082】

実施装置は、ECU90を備える。ECUは、エレクトリックコントロールユニットの略称であり、ECU90は、CPU、ROM、RAM及びインターフェース等を含むマイクロコンピュータを主要構成部品として有する電子制御回路である。CPUは、メモリ（ROM）に格納されたインストラクション（ルーチン）を実行することにより後述する各種機能を実現する。

【0083】

図1及び図2に示したように、ECU90は、エアフローメータ81、クランク角度センサ82、水温センサ83乃至86、外気温センサ87、ヒータスイッチ88及びイグニッションスイッチ89と接続されている。

【0084】

エアフローメータ81は、コンプレッサ24aよりも吸気上流位置において吸気管22に配設されている。エアフローメータ81は、そこを通過する空気の質量流量Gaを測定し、その質量流量Ga（以下、「吸入空気量Ga」と称呼する。）を表す信号をECU90に送信する。ECU90は、その信号に基づいて吸入空気量Gaを取得する。更に、ECU90は、後述するイグニッションスイッチ89がオン位置に設定された後に気筒12a乃至12dに吸入された空気の量ΣGa（以下、「始動後積算空気量ΣGa」と称呼する。）を吸入空気量Gaに基づいて取得する。

【0085】

クランク角度センサ82は、機関10の図示しないクランクシャフトに近接して機関本体11に配設されている。クランク角度センサ82は、クランクシャフトが一定の角度（本例において、10°）だけ回転する毎にパルス信号を出力するようになっている。ECU90は、このパルス信号及び図示しないカムポジションセンサからの信号に基づいて所定の気筒の圧縮上死点を基準とした機関10のクランク角度（絶対クランク角度）を取得する。更に、ECU90は、クランク角度センサ82からのパルス信号に基づいて機関回転速度NEを取得する。

【0086】

水温センサ83は、ヘッド水路51内の冷却水の温度TWhdを検出できるようにシリンダヘッド14に配設されている。水温センサ83は、検出した冷却水の温度TWhdを検出し、その温度TWhd（以下、「ヘッド水温TWhd」と称呼する。）を表す信号をECU90に送信する。ECU90は、その信号に基づいてヘッド水温TWhdを取得する。

【0087】

水温センサ84は、ブロック水路52内の領域であってシリンダヘッド14に近い領域の冷却水の温度TWbr_upを検出できるようにシリンダブロック15に配設されている。水温センサ84は、検出した冷却水の温度TWbr_up（以下、「上部ブロック水温TWbr_up」と称呼する。）を表す信号をECU90に送信する。ECU90は、その信号に基づいて上部ブロック水温TWbr_upを取得する。

【0088】

水温センサ 85 は、ブロック水路 52 内の領域であってシリンダヘッド 14 から離れた領域の冷却水の温度 T_{Wbr_low} を検出できるようにシリンダブロック 15 に配設されている。水温センサ 85 は、検出した冷却水の温度 T_{Wbr_low} （以下、「下部ブロック水温 T_{Wbr_low} 」と称呼する。）を表す信号を ECU 90 に送信する。ECU 90 は、その信号に基づいて下部ブロック水温 T_{Wbr_low} を取得する。更に、ECU 90 は、上部ブロック水温 T_{Wbr_up} に対する下部ブロック水温 T_{Wbr_low} の差 ΔT_{Wbr} ($= T_{Wbr_up} - T_{Wbr_low}$) を取得する。

【0089】

水温センサ 86 は、ラジエータ水路 58 の第 1 部分 581 を画成する冷却水管 58P の部分に配設されている。水温センサ 86 は、ラジエータ水路 58 の第 1 部分 581 内の冷却水の温度 T_{Weng} を検出し、その温度 T_{Weng} （以下、「機関水温 T_{Weng} 」と称呼する。）を表す信号を ECU 90 に送信する。ECU 90 は、その信号に基づいて機関水温 T_{Weng} を取得する。

【0090】

外気温センサ 87 は、外気の温度 T_a を検出し、その温度 T_a （以下、「外気温 T_a 」と称呼する。）を表す信号を ECU 90 に送信する。ECU 90 は、その信号に基づいて外気温 T_a を取得する。

【0091】

ヒータスイッチ 88 は、機関 10 が搭載された車両の運転者によって操作される。ECU 90 は、ヒータスイッチ 88 が運転者によりオン位置に設定されると、ヒータコア 72 の熱を車両の室内に放出する。一方、ECU 90 は、ヒータスイッチ 88 が運転者によりオフ位置に設定されると、ヒータコア 72 から車両の室内への熱の放出を停止する。

【0092】

イグニッションスイッチ 89 は、車両の運転者により操作される。イグニッションスイッチ 89 をオン位置に設定する操作（以下、「イグニッションオン操作」と称呼する。）が運転者により行われた場合、機関 10 の始動が許可される。一方、イグニッションスイッチ 89 をオフ位置に設定する操作（以下、「イグニッションオフ操作」と称呼する。）が運転者により行われた場合、機関 10 の運転（以下、「機関運転」と称呼する。）が停止される。

【0093】

更に、ECU 90 は、スロットル弁アクチュエータ 27、ECU 制御弁 42、ポンプ 70、遮断弁 75 乃至 77 及び切替弁 78 に接続されている。

【0094】

ECU 90 は、機関負荷 K_L 及び機関回転速度 N_E により定まる機関運転状態に応じてスロットル弁 26 の開度の目標値を設定し、スロットル弁 26 の開度が目標値と一致するようにスロットル弁アクチュエータ 27 の作動を制御する。

【0095】

ECU 90 は、機関運転状態に応じて EGR 制御弁 42 の開度の目標値 EGR_{tgt} （以下、「目標 EGR 制御弁開度 EGR_{tgt} 」と称呼する。）を設定し、EGR 制御弁 42 の開度が目標 EGR 制御弁開度 EGR_{tgt} と一致するように EGR 制御弁 42 の作動を制御する。

【0096】

ECU 90 は、図 3 に示したマップを記憶している。ECU 90 は、機関運転状態が図 3 に示した EGR 停止領域 R_a 又は R_c 内にある場合、目標 EGR 制御弁開度 EGR_{tgt} を「0」に設定する。この場合、各気筒 12 には、EGR ガスは供給されない。

【0097】

一方、機関運転状態が図 3 に示した EGR 実行領域 R_b 内にある場合、ECU 90 は、機関運転状態に応じて目標 EGR 制御弁開度 EGR_{tgt} を「0」よりも大きい値に設定する。この場合、各気筒 12 に EGR ガスが供給される。

【0098】

10

20

30

40

50

ＥＣＵ９０は、後述するように、機関１０の温度Ｔeng（以下、「機関温度Ｔeng」と称呼する。）に応じてポンプ７０、遮断弁７５乃至７７及び切替弁７８の作動を制御する。

【００９９】

更に、ＥＣＵ９０は、アクセル操作量センサ１０１及び車速センサ１０２と接続されている。

【０１００】

アクセル操作量センサ１０１は、図示しないアクセルペダルの操作量ＡＰを検出し、その操作量ＡＰ（以下、「アクセルペダル操作量ＡＰ」と称呼する。）を表す信号をＥＣＵ９０に送信する。ＥＣＵ９０は、その信号に基づいてアクセルペダル操作量ＡＰを取得する。

10

【０１０１】

車速センサ１０２は、機関１０が搭載された車両の速度Ｖを検出し、その速度Ｖ（以下、「車速Ｖ」と称呼する。）を表す信号をＥＣＵ９０に送信する。ＥＣＵ９０は、その信号に基づいて車速Ｖを取得する。

【０１０２】

<実施装置の作動の概要>

次に、実施装置の作動の概要について説明する。実施装置は、機関１０の暖機状態（以下、単に「暖機状態」と称呼する。）並びに後述するＥＧＲクーラ通水要求及びヒータコア通水要求の有無に応じて後述する作動制御Ａ乃至Ｏの何れかを行う。

【０１０３】

20

まず、暖機状態の判定について説明する。実施装置は、機関１０の始動後の機関サイクル数Ｃig（以下、「始動後サイクル数Ｃig」と称呼する。）が所定の始動後サイクル数Ｃig_th以下である場合、以下に述べるように、「機関温度Ｔengに相関する機関水温ＴWeng」に基づいて暖機状態が「冷間状態、第１半暖機状態、第２半暖機状態及び暖機完了状態（以下、これら状態をまとめて「冷間状態等」と称呼する。）の何れの状態」にあるかを判定する。本例において、所定の始動後サイクル数Ｃig_thは、機関１０における膨張行程の実施回数が８～１２回に相当する２～３サイクルである。

【０１０４】

冷間状態は、機関温度Ｔengが所定の閾値温度Ｔeng１（以下、「第１機関温度Ｔeng１」と称呼する。）よりも低いと推定される状態である。

30

【０１０５】

第１半暖機状態は、機関温度Ｔengが第１機関温度Ｔeng１以上であり且つ所定の閾値温度Ｔeng２（以下、「第２機関温度Ｔeng２」と称呼する。）よりも低いと推定される状態である。第２機関温度Ｔeng２は、第１機関温度Ｔeng１よりも高い温度に設定される。

【０１０６】

第２半暖機状態は、機関温度Ｔengが第２機関温度Ｔeng２以上であり且つ所定の閾値温度Ｔeng３（以下、「第３機関温度Ｔeng３」と称呼する。）よりも低いと推定される状態である。第３機関温度Ｔeng３は、第２機関温度Ｔeng２よりも高い温度に設定される。

【０１０７】

暖機完了状態は、機関温度Ｔengが第３機関温度Ｔeng３以上であると推定される状態である。

40

【０１０８】

実施装置は、機関水温ＴWengが所定の閾値水温ＴWeng１（以下、「第１機関水温ＴWeng１」と称呼する。）よりも低い場合、暖機状態が冷間状態にあると判定する。

【０１０９】

一方、機関水温ＴWengが第１機関水温ＴWeng１以上であり且つ所定の閾値水温ＴWeng２（以下、「第２機関水温ＴWeng２」と称呼する。）よりも低い場合、実施装置は、暖機状態が第１半暖機状態にあると判定する。第２機関水温ＴWeng２は、第１機関水温ＴWeng１よりも高い温度に設定される。

【０１１０】

50

更に、機関水温 T_{Weng} が第 2 機関水温 T_{Weng2} 以上であり且つ所定の閾値水温 T_{Weng3} (以下、「第 3 機関水温 T_{Weng3} 」と称呼する。) よりも低い場合、実施装置は、暖機状態が第 2 半暖機状態にあると判定する。第 3 機関水温 T_{Weng3} は、第 2 機関水温 T_{Weng2} よりも高い温度に設定される。

【0111】

加えて、機関水温 T_{Weng} が第 3 機関水温 T_{Weng3} 以上である場合、実施装置は、暖機状態が暖機完了状態にあると判定する。

【0112】

一方、始動後サイクル数 C_{ig} が上記所定の始動後サイクル数 C_{ig_th} よりも多い場合、以下に述べるように、実施装置は、「機関温度 T_{eng} に相関する上部ブロック水温 T_{Wbr_up} 、ヘッド水温 T_{Whd} 、ブロック水温差 ΔT_{Wbr} 、始動後積算空気量 ΣGa 及び機関水温 T_{Weng} 」のうち、少なくとも 4 つに基づいて、暖機状態が冷間状態等の何れの状態にあるかを判定する。

【0113】

<冷間条件>

より具体的に述べると、実施装置は、以下に述べる条件 C 1 乃至条件 C 4 の少なくとも 1 つが成立している場合、暖機状態が冷間状態にあると判定する。

【0114】

条件 C 1 は、上部ブロック水温 T_{Wbr_up} が所定の閾値水温 T_{Wbr_up1} (以下、「第 1 上部ブロック水温 T_{Wbr_up1} 」と称呼する。) 以下であることである。上部ブロック水温 T_{Wbr_up} は、機関温度 T_{eng} に相関するパラメータである。従って、第 1 上部ブロック水温 T_{Wbr_up1} 及び後述する閾値水温を適切に設定することにより、上部ブロック水温 T_{Wbr_up} に基づいて暖機状態が冷間状態等の何れの状態にあるかを判定することができる。

【0115】

条件 C 2 は、ヘッド水温 T_{Whd} が所定の閾値水温 T_{Whd1} (以下、「第 1 ヘッド水温 T_{Whd1} 」と称呼する。) 以下であることである。ヘッド水温 T_{Whd} も、機関温度 T_{eng} に相関するパラメータである。従って、第 1 ヘッド水温 T_{Whd1} 及び後述する閾値水温を適切に設定することにより、ヘッド水温 T_{Whd} に基づいて暖機状態が冷間状態等の何れの状態にあるかを判定することができる。

【0116】

条件 C 3 は、始動後積算空気量 ΣGa が所定の閾値空気量 $\Sigma Ga1$ (以下、「第 1 空気量 $\Sigma Ga1$ 」と称呼する。) 以下であることである。先に述べたように、始動後積算空気量 ΣGa は、イグニッションスイッチ 89 がオン位置に設定された後に気筒 12a 乃至気筒 12d に吸入された空気の量である。気筒 12a 乃至気筒 12d に吸入された空気のトータルの量が多くなると、気筒 12a 乃至気筒 12d に燃料噴射弁 13 から供給された燃料のトータルの量も多くなり、その結果、気筒 12a 乃至気筒 12d にて発生したトータルの熱量も多くなる。このため、始動後積算空気量 ΣGa が或る一定の量に達するまでは、始動後積算空気量 ΣGa が多いほど、機関温度 T_{eng} が高くなる。故に、始動後積算空気量 ΣGa は、機関温度 T_{eng} に相関するパラメータである。従って、第 1 空気量 $\Sigma Ga1$ 及び後述する閾値空気量を適切に設定することにより、始動後積算空気量 ΣGa に基づいて暖機状態が冷間状態等の何れの状態にあるかを判定することができる。

【0117】

条件 C 4 は、機関水温 T_{Weng} が所定の閾値水温 T_{Weng4} (以下、「第 4 機関水温 T_{Weng4} 」と称呼する。) 以下であることである。機関水温 T_{Weng} は、機関温度 T_{eng} に相関するパラメータである。従って、第 4 機関水温 T_{Weng4} 及び後述する閾値水温を適切に設定することにより、機関水温 T_{Weng} に基づいて暖機状態が冷間状態等の何れの状態にあるかを判定することができる。

【0118】

尚、実施装置は、上記条件 C 1 乃至条件 C 4 の少なくとも 2 つ又は 3 つ又は総てが成立

10

20

30

40

50

している場合に暖機状態が冷間状態にあると判定するようにも構成され得る。

【0119】

＜第1半暖機条件＞

実施装置は、以下に述べる条件C5乃至条件C9の少なくとも1つが成立している場合、暖機状態が第1半暖機状態にあると判定する。

【0120】

条件C5は、上部ブロック水温TWbr_upが第1上部ブロック水温TWbr_up1よりも高く且つ所定の閾値水温TWbr_up2（以下、「第2上部ブロック水温TWbr_up2」と称呼する。）以下であることである。第2上部ブロック水温TWbr_up2は、第1上部ブロック水温TWbr_up1よりも高い温度に設定される。

10

【0121】

条件C6は、ヘッド水温TWhdが第1ヘッド水温TWhd1よりも高く且つ所定の閾値水温TWhd2（以下、「第2ヘッド水温TWhd2」と称呼する。）以下であることである。第2ヘッド水温TWhd2は、第1ヘッド水温TWhd1よりも高い温度に設定される。

【0122】

条件C7は、上部ブロック水温TWbr_upと下部ブロック水温TWbr_lowとの差であるブロック水温差 $\Delta TWbr$ （ $= TWbr_up - TWbr_low$ ）が所定閾値 $\Delta TWbrth$ よりも大きいことである。イグニッションオン操作により機関10が始動した直後の冷間状態においては、ブロック水温差 $\Delta TWbr$ はあまり大きくないが、機関温度Tengが上昇してゆく過程において、暖機状態が第1半暖機状態になると、ブロック水温差 $\Delta TWbr$ が一時的に大きくなり、更に、暖機状態が第2半暖機状態になると、ブロック水温差 $\Delta TWbr$ が小さくなる。このため、ブロック水温差 $\Delta TWbr$ は、機関温度Tengに相関するパラメータであり、特に、暖機状態が第1半暖機状態にあるときの機関温度Tengに相関するパラメータである。従って、所定閾値 $\Delta TWbrth$ を適切に設定することにより、ブロック水温差 $\Delta TWbr$ に基づいて暖機状態が第1半暖機状態にあるか否かを判定することができる。

20

【0123】

条件C8は、始動後積算空気量 ΣGa が第1空気量 $\Sigma Ga1$ よりも多く且つ所定の閾値空気量 $\Sigma Ga2$ （以下、「第2空気量 $\Sigma Ga2$ 」と称呼する。）以下であることである。第2空気量 $\Sigma Ga2$ は、第1空気量 $\Sigma Ga1$ よりも大きい値に設定される。

【0124】

30

条件C9は、機関水温TWengが第4機関水温TWeng4よりも高く且つ所定の閾値水温TWeng5（以下、「第5機関水温TWeng5」と称呼する。）以下であることである。第5機関水温TWeng5は、第4機関水温TWeng4よりも高い温度に設定される。

【0125】

尚、実施装置は、上記条件C5乃至条件C9の少なくとも2つ又は3つ又は4つ又は総てが成立している場合に暖機状態が第1半暖機状態にあると判定するようにも構成され得る。

【0126】

＜第2半暖機条件＞

実施装置は、以下に述べる条件C10乃至条件C13の少なくとも1つが成立している場合、暖機状態が第2半暖機状態にあると判定する。

40

【0127】

条件C10は、上部ブロック水温TWbr_upが第2上部ブロック水温TWbr_up2よりも高く且つ所定の閾値水温TWbr_up3（以下、「第3上部ブロック水温TWbr_up3」と称呼する。）以下であることである。第3上部ブロック水温TWbr_up3は、第2上部ブロック水温TWbr_up2よりも高い温度に設定される。

【0128】

条件C11は、ヘッド水温TWhdが第2ヘッド水温TWhd2よりも高く且つ所定の閾値水温TWhd3（以下、「第3ヘッド水温TWhd3」と称呼する。）以下であることである。第3ヘッド水温TWhd3は、第2ヘッド水温TWhd2よりも高い温度に設定される。

50

【0129】

条件C12は、始動後積算空気量 ΣGa が第2空気量 ΣGa_2 よりも多く且つ所定の閾値空気量 ΣGa_3 （以下、「第3空気量 ΣGa_3 」と称呼する。）以下であることである。第3空気量 ΣGa_3 は、第2空気量 ΣGa_2 よりも大きい値に設定される。

【0130】

条件C13は、機関水温 $TWeng$ が第5機関水温 $TWeng_5$ よりも高く且つ所定の閾値水温 $TWeng_6$ （以下、「第6機関水温 $TWeng_6$ 」と称呼する。）以下であることである。第6機関水温 $TWeng_6$ は、第5機関水温 $TWeng_5$ よりも高い温度に設定される。

【0131】

尚、実施装置は、上記条件C10乃至条件C13の少なくとも2つ又は3つ又は総てが成立している場合に暖機状態が第2半暖機状態にあると判定するようにも構成され得る。

10

【0132】

<暖機完了条件>

実施装置は、以下に述べる条件C14乃至条件C17の少なくとも1つが成立している場合、暖機状態が暖機完了状態にあると判定する。

【0133】

条件C14は、上部ブロック水温 $TWbr_up$ が第3上部ブロック水温 $TWbr_up_3$ よりも高いことである。

条件C15は、ヘッド水温 $TWhd$ が第3ヘッド水温 $TWhd_3$ よりも高いことである。

条件C16は、始動後積算空気量 ΣGa が第3空気量 ΣGa_3 よりも多いことである。

20

条件C17は、機関水温 $TWeng$ が第6機関水温 $TWeng_6$ よりも高いことである。

【0134】

尚、実施装置は、上記条件C14乃至条件C17の少なくとも2つ又は3つ又は総てが成立している場合に暖機状態が暖機完了状態にあると判定するようにも構成され得る。

【0135】

<EGRクーラ通水要求>

先に述べたように、機関運転状態が図3に示したEGR実行領域 Rb 内にある場合、EGRガスが各気筒12に供給される。各気筒12にEGRガスが供給される場合、冷却水をEGRクーラ水路59に供給し、その冷却水によりEGRクーラ43においてEGRガスを冷却することが好ましい。

30

【0136】

ところが、EGRクーラ43を通る冷却水の温度が低すぎると、その冷却水によってEGRガスが冷却されたときにEGRガス中の水分が排気還流管41内で凝縮して凝縮水が発生する可能性がある。この凝縮水は、排気還流管41を腐食させてしまう原因となり得る。従って、冷却水の温度が低い場合、冷却水をEGRクーラ水路59に供給することは好ましくない。

【0137】

そこで、実施装置は、機関運転状態がEGR実行領域 Rb 内にあるときに機関水温 $TWeng$ が所定の閾値水温 $TWeng_7$ （本例においては、60℃であり、以下、「第7機関水温 $TWeng_7$ 」と称呼する。）よりも高い場合、EGRクーラ水路59に冷却水を供給する要求（以下、「EGRクーラ通水要求」と称呼する。）があると判定する。

40

【0138】

更に、機関水温 $TWeng$ が第7機関水温 $TWeng_7$ 以下であっても、機関負荷 KL が比較的大きければ、機関温度 $Teng$ が直ぐに高くなり、その結果、機関水温 $TWeng$ が直ぐに第7機関水温 $TWeng_7$ よりも高くなるのが期待できる。従って、EGRクーラ水路59に冷却水を供給しても、発生する凝縮水の量は少なく、排気還流管41が腐食する可能性も低いと考えられる。

【0139】

そこで、実施装置は、機関運転状態がEGR実行領域 Rb 内にあるときに機関水温 $TWeng$ が第7機関水温 $TWeng_7$ 以下であっても、機関負荷 KL が所定の閾値負荷 KL_{th} 以上

50

であれば、EGRクーラ通水要求があると判定する。従って、実施装置は、機関運転状態がEGR実行領域Rb内にあるときに機関水温TWengが第7機関水温TWeng7以下であり且つ機関負荷KLが上記閾値負荷KLthよりも小さい場合、EGRクーラ通水要求がないと判定する。

【0140】

一方、機関運転状態が図3に示したEGR停止領域Ra又はRc内にある場合、EGRガスが各気筒12に供給されないので、EGRクーラ水路59に冷却水を供給する必要はない。そこで、実施装置は、機関運転状態が図3に示したEGR停止領域Ra又はRc内にある場合、EGRクーラ通水要求がないと判定する。

【0141】

10

<ヒータコア通水要求>

ヒータコア水路60に冷却水を流すと、冷却水の熱がヒータコア72に奪われて冷却水の温度が低くなり、その結果、機関10の暖機完了が遅れる。一方、外気温Taが比較的低い場合、車両の室内の温度も比較的低いことから、運転者を含む車両の搭乗者（以下、「運転者等」と称呼する。）により室内の暖房が要請される可能性が高い。従って、外気温Taが比較的低いときには、機関10の暖機完了が遅れるとしても、室内の暖房が要請された場合に備えて、ヒータコア水路60に冷却水を流してヒータコア72が蓄積する熱量を増大させておくことが望まれる。

【0142】

そこで、実施装置は、外気温Taが比較的低いときには、機関温度Tengが比較的低い場合でも、ヒータスイッチ88の設定状態の如何にかかわらず、ヒータコア水路60に冷却水を供給する要求（以下、「ヒータコア通水要求」と称呼する。）があると判定する。しかしながら、機関温度Tengが非常に低いときには、外気温Taが比較的低い場合でも、ヒータコア通水要求がないと判定する。

20

【0143】

より具体的に述べると、実施装置は、外気温Taが所定の閾値温度Ta th（以下、「閾値温度Ta th」と称呼する。）以下である場合、機関水温TWengが所定の閾値水温TWeng8（本例において、10℃であり、以下、「第8機関水温TWeng8」と称呼する。）よりも高ければ、ヒータコア通水要求があると判定する。

【0144】

30

一方、外気温Taが閾値温度Ta th以下であるときに機関水温TWengが第8機関水温TWeng8以下である場合には、実施装置は、ヒータコア通水要求がないと判定する。

【0145】

更に、外気温Taが比較的高い場合、室内の温度も比較的高いことから、運転者等により室内の暖房が要請される可能性が低い。従って、外気温Taが比較的高いときには、機関温度Tengが比較的高く且つヒータスイッチ88がオン位置に設定された場合に限り、ヒータコア水路60に冷却水を流してヒータコア72を暖めておけば十分である。

【0146】

そこで、実施装置は、外気温Taが比較的高いときには、機関温度Tengが比較的高く且つヒータスイッチ88がオン位置に設定されている場合、ヒータコア通水要求があると判定する。一方、外気温Taが比較的高いときに、機関温度Tengが比較的低い場合、或いは、ヒータスイッチ88がオフ位置に設定されている場合、実施装置は、ヒータコア通水要求がないと判定する。

40

【0147】

より具体的に述べると、実施装置は、外気温Taが閾値温度Ta thよりも高いときにヒータスイッチ88がオン位置に設定されており且つ機関水温TWengが所定の閾値水温TWeng9（本例において、30℃であり、以下、「第9機関水温TWeng9」と称呼する。）よりも高い場合、ヒータコア通水要求があると判定する。第9機関水温TWeng9は、第8機関水温TWeng8よりも高い温度に設定される。

【0148】

50

一方、外気温 T_a が閾値温度 T_{ath} よりも高いときでも、ヒータスイッチ 88 がオフ位置に設定されている場合、或いは、機関水温 T_{Weng} が第 9 機関水温 T_{Weng9} 以下である場合、ヒータコア通水要求がないと判定する。

【0149】

次に、実施装置が行う「ポンプ 70、遮断弁 75 乃至 77 及び切替弁 78（以下、これらをまとめて「ポンプ 70 等」と称呼する。）」の作動制御について説明する。実施装置は、暖機状態が冷間状態等の何れの状態にあるか、EGR クーラ通水要求の有無、及び、ヒータコア通水要求の有無に応じて、図 4 に示したように作動制御 A 乃至 O の何れかを行う。

【0150】

10

<冷間制御>

まず、暖機状態が冷間状態にあると判定された場合における「ポンプ 70 等」の作動制御（冷間制御）について説明する。

【0151】

<作動制御 A>

ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 に冷却水を供給すると、少なからず、シリンダヘッド 14 及びシリンダブロック 15 は冷却される。従って、暖機状態が冷間状態にある場合のように、シリンダヘッド 14 の温度（以下、「ヘッド温度 T_{hd} 」と称呼する。）及びシリンダブロック 15 の温度（以下、「ブロック温度 T_{br} 」と称呼する。）を上昇させたい場合、ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 に冷却水を供給しないことが好ましい。加えて、EGR クーラ通水要求及びヒータコア通水要求の何れもない場合、EGR クーラ水路 59 及びヒータコア水路 60 の何れにも冷却水を供給する必要はない。

20

【0152】

そこで、実施装置は、暖機状態が冷間状態にあるときに EGR クーラ通水要求及びヒータコア通水要求の何れもない場合、ポンプ 70 を作動させず、或いは、ポンプ 70 が作動している場合、ポンプ 70 の作動を停止する作動制御 A を行う。この場合、遮断弁 75 乃至 77 の設定位置は、それぞれ、開弁位置及び閉弁位置の何れでもよく、切替弁 78 の設定位置は、順流位置、逆流位置及び遮断位置の何れでもよい。

【0153】

上記作動制御 A によれば、ヘッド水路 51 にもブロック水路 52 にも冷却水が供給されない。従って、ラジエータ 71 によって冷却された冷却水がヘッド水路 51 及びブロック水路 52 に供給される場合に比べ、ヘッド温度 T_{hd} 及びブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させることができる。

30

【0154】

<作動制御 B>

一方、EGR クーラ通水要求がある場合、冷却水を EGR クーラ 43 に供給することが望まれる。そこで、実施装置は、暖機状態が冷間状態にあるときに EGR クーラ通水要求があり且つヒータコア通水要求がない場合、ポンプ 70 を作動し、図 5 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 75 及び 77 をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁 76 を開弁位置に設定し、切替弁 78 の設定位置を遮断位置に設定する作動制御 B を行う。

40

【0155】

この作動制御 B によれば、ポンプ吐出口 70 out から水路 53 に吐出された冷却水は、水路 54 を介してヘッド水路 51 に流入する。その冷却水は、ヘッド水路 51 を流れた後、水路 56 及びラジエータ水路 58 を介して EGR クーラ水路 59 に流入する。その冷却水は、EGR クーラ 43 を通った後、順に「水路 61」並びに「ラジエータ水路 58 の第 3 部分 583 及び第 4 部分 584」を流れ、ポンプ取込口 70 in からポンプ 70 に取り込まれる。

【0156】

これにより、ブロック水路 52 に冷却水は供給されない。一方、ヘッド水路 51 には冷

50

却水が供給されるが、その冷却水はラジエータ 7 1 によって冷却されていない。従って、ラジエータ 7 1 によって冷却された冷却水がヘッド水路 5 1 及びブロック水路 5 2 に供給される場合に比べ、ヘッド温度 T_{hd} 及びブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させることができる。

【0157】

加えて、EGRクーラ 4 3 に冷却水が供給されるので、EGRクーラ通水要求に従った冷却水の供給を達成することもできる。

【0158】

<作動制御 C>

同様に、ヒータコア通水要求がある場合、冷却水をヒータコア 7 2 に供給することが望まれる。そこで、実施装置は、暖機状態が冷間状態にあるときに EGR 通水要求がなく且つヒータコア通水要求がある場合、ポンプ 7 0 を作動し、図 6 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 7 5 及び 7 6 をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁 7 7 を開弁位置に設定し、切替弁 7 8 の設定位置を遮断位置に設定する作動制御 C を行う。

10

【0159】

この作動制御 C によれば、ポンプ吐出口 7 0 out から水路 5 3 に吐出された冷却水は、水路 5 4 を介してヘッド水路 5 1 に流入する。その冷却水は、ヘッド水路 5 1 を流れた後、水路 5 6 及びラジエータ水路 5 8 を介してヒータコア水路 6 0 に流入する。その冷却水は、ヒータコア 7 2 を通った後、順に「水路 6 1」並びに「ラジエータ水路 5 8 の第 3 部分 5 8 3 及び第 4 部分 5 8 4」を流れ、ポンプ取入口 7 0 in からポンプ 7 0 に取り込まれる。

20

【0160】

これにより、作動制御 B と同様に、ブロック水路 5 2 には冷却水は供給されず、一方、ヘッド水路 5 1 にはラジエータ 7 1 によって冷却されていない冷却水が供給される。従って、ヘッド温度 T_{hd} 及びブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させることができる。

【0161】

加えて、ヒータコア 7 2 に冷却水が供給されるので、ヒータコア通水要求に従った冷却水の供給を達成することもできる。

【0162】

<作動制御 D>

30

更に、暖機状態が冷間状態にあるときに EGRクーラ通水要求及びヒータコア通水要求の両方がある場合、実施装置は、ポンプ 7 0 を作動し、図 7 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 7 5 を閉弁位置に設定し、遮断弁 7 6 及び 7 7 をそれぞれ開弁位置に設定し、切替弁 7 8 の設定位置を遮断位置に設定する作動制御 D を行う。

【0163】

この作動制御 D によれば、ポンプ吐出口 7 0 out から水路 5 3 に吐出された冷却水は、水路 5 4 を介してヘッド水路 5 1 に流入する。その冷却水は、ヘッド水路 5 1 を流れた後、水路 5 6 及びラジエータ水路 5 8 を介して EGRクーラ水路 5 9 及びヒータコア水路 6 0 それぞれに流入する。

【0164】

40

EGRクーラ水路 5 9 に流入した冷却水は、EGRクーラ 4 3 を通った後、順に「水路 6 1」並びに「ラジエータ水路 5 8 の第 3 部分 5 8 3 及び第 4 部分 5 8 4」を流れ、ポンプ取入口 7 0 in からポンプ 7 0 に取り込まれる。一方、ヒータコア水路 6 0 に流入した冷却水は、ヒータコア 7 2 を通った後、順に「水路 6 1」並びに「ラジエータ水路 5 8 の第 3 部分 5 8 3 及び第 4 部分 5 8 4」を流れ、ポンプ取入口 7 0 in からポンプ 7 0 に取り込まれる。

【0165】

これにより、先に作動制御 B 及び C に関連して述べた効果と同様の効果を得ることができる。

【0166】

50

＜第 1 半暖機制御＞

次に、暖機状態が第 1 半暖機状態にあると判定された場合におけるポンプ 70 等の作動制御（第 1 半暖機制御）について説明する。

【0167】

＜作動制御 E＞

暖機状態が第 1 半暖機状態にある場合、ヘッド温度 T_{hd} 及びブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させる要求がある。このときに EGR クーラ通水要求もヒータコア通水要求もない場合、ヘッド温度 T_{hd} 及びブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させる要求にのみ応えるならば、実施装置は、暖機状態が冷間状態にある場合と同様に、上記作動制御 A を行えばよい。

10

【0168】

しかしながら、暖機状態が第 1 半暖機状態にある場合、ヘッド温度 T_{hd} 及びブロック温度 T_{br} は、暖機状態が冷間状態にある場合に比べて高くなっている。従って、作動制御 A が行われると、ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 内で冷却水が流れずに滞留する。その結果、ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 内の冷却水の温度が部分的に非常に高くなる可能性がある。このため、ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 内で冷却水の沸騰が生じる可能性がある。

【0169】

そこで、実施装置は、暖機状態が第 1 半暖機状態にあるときに EGR クーラ通水要求及びヒータコア通水要求の何れもない場合、ポンプ 70 を作動し、図 8 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 75 乃至 77 をそれぞれ閉弁位置に設定し、切替弁 78 を逆流位置に設定する作動制御 E を行う。

20

【0170】

この作動制御 E によれば、ポンプ吐出口 70 out から水路 53 に吐出された冷却水は、水路 54 を介してヘッド水路 51 に流入する。その冷却水は、ヘッド水路 51 を流れた後、水路 56 及び水路 57 を介してブロック水路 52 に流入する。その冷却水は、ブロック水路 52 を流れた後、順に、水路 55 の第 2 部分 55 2、水路 62 及びラジエータ水路 58 の第 4 部分 58 4 を流れ、ポンプ取込口 70 in からポンプ 70 に取り込まれる。

【0171】

これにより、ヘッド水路 51 を流れて温度の高くなった冷却水がラジエータ 71、EGR クーラ 43 及びヒータコア 72（以下、これらをまとめて「ラジエータ 71 等」と称呼する。）の何れも通らずにブロック水路 52 に直接供給される。このため、ラジエータ 71 等の何れかを通った冷却水がブロック水路 52 に供給される場合に比べ、ブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させることができる。

30

【0172】

更に、ヘッド水路 51 にも、ラジエータ 71 等の何れも通っていない冷却水が供給されるので、ラジエータ 71 等の何れかを通った冷却水がヘッド水路 51 に供給される場合に比べ、ヘッド温度 T_{hd} を高い上昇率で上昇させることができる。

【0173】

加えて、冷却水がヘッド水路 51 及びブロック水路 52 を流れるので、ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 内で冷却水の温度が部分的に非常に高くなることを防止することができる。このため、ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 内での冷却水の沸騰を防止することができる。

40

【0174】

以上説明したように、実施装置によれば、機関温度 T_{eng} が低い場合（暖機状態が第 1 半暖機状態にある場合）において、「ヘッド温度 T_{hd} 及びブロック温度 T_{br} の高い上昇率での上昇」及び「ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 の冷却水の沸騰の防止」の両方を、一般的な冷却装置に「水路 62、切替弁 78 及び遮断弁 75」を追加するという製造コストの安価な方法により実現することができる。

【0175】

50

<作動制御 F>

一方、暖機状態が第1半暖機状態にあるときにEGRクーラ通水要求があり且つヒータコア通水要求がない場合、実施装置は、ポンプ70を作動し、図9に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁75及び77をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁76を開弁位置に設定し、切替弁78を逆流位置に設定する作動制御Fを行う。

【0176】

この作動制御Fによれば、ポンプ吐出口70outから水路53に吐出された冷却水は、水路54を介してヘッド水路51に流入する。

【0177】

ヘッド水路51に流入した冷却水の一部は、ヘッド水路51を流れた後、水路56及び水路57を介してブロック水路52に流入する。その冷却水は、ブロック水路52を流れた後、順に、水路55の第2部分552、水路62及びラジエータ水路58の第4部分584を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0178】

一方、ヘッド水路51に流入した冷却水の残りは、水路56及びラジエータ水路58を介してEGRクーラ水路59に流入する。その冷却水は、EGRクーラ43を通った後、順に「水路61」並びに「ラジエータ水路58の第3部分583及び第4部分584」を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0179】

これにより、ヘッド水路51を流れて温度の高くなった冷却水がラジエータ71等を通らずにブロック水路52に直接供給される。このため、ラジエータ71等を通った冷却水がブロック水路52に供給される場合に比べ、ブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させることができる。

【0180】

更に、ヘッド水路51には、EGRクーラ43を通っているがラジエータ71を通っていない冷却水が供給される。このため、ラジエータ71を通った冷却水がヘッド水路51に供給される場合に比べ、ヘッド温度 T_{hd} を高い上昇率で上昇させることができる。

【0181】

更に、冷却水がヘッド水路51及びブロック水路52を流れるので、ヘッド水路51及びブロック水路52内での冷却水の沸騰を防止することができる。

【0182】

加えて、EGRクーラ43に冷却水が供給されるので、EGRクーラ通水要求に従った冷却水の供給を達成することもできる。

【0183】

<作動制御 G>

更に、暖機状態が第1半暖機状態にあるときにEGRクーラ通水要求がなく且つヒータコア通水要求がある場合、実施装置は、ポンプ70を作動し、図10に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁75及び76をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁77を開弁位置に設定し、切替弁78を逆流位置に設定する作動制御Gを行う。

【0184】

この作動制御Gによれば、ポンプ吐出口70outから水路53に吐出された冷却水は、水路54を介してヘッド水路51に流入する。

【0185】

ヘッド水路51に流入した冷却水の一部は、ヘッド水路51を流れた後、水路56及び水路57を介してブロック水路52に直接流入する。その冷却水は、ブロック水路52を流れた後、順に、水路55の第2部分552、水路62及びラジエータ水路58の第4部分584を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0186】

一方、ヘッド水路51に流入した冷却水の残りは、水路56及びラジエータ水路58を介してヒータコア水路60に流入する。その冷却水は、ヒータコア72を通った後、順に

「水路 6 1」並びに「ラジエータ水路 5 8 の第 3 部分 5 8 3 及び第 4 部分 5 8 4」を流れ、ポンプ取込口 7 0 in からポンプ 7 0 に取り込まれる。

【0 1 8 7】

これにより、ヘッド水路 5 1 を流れて温度の高くなった冷却水がラジエータ 7 1 等を通らずにブロック水路 5 2 に直接供給される。このため、上記作動制御 F が行われた場合と同様に、ブロック温度 Tbr を高い上昇率で上昇させることができる。

【0 1 8 8】

更に、ヘッド水路 5 1 には、ラジエータ 7 1 を通っていない冷却水が供給されるので、上記作動制御 F が行われた場合と同様に、ヘッド温度 Thd を高い上昇率で上昇させることができる。

10

【0 1 8 9】

更に、冷却水がヘッド水路 5 1 及びブロック水路 5 2 を流れるので、ヘッド水路 5 1 及びブロック水路 5 2 内での冷却水の沸騰を防止することができる。

【0 1 9 0】

加えて、ヒータコア 7 2 に冷却水が供給されるので、ヒータコア通水要求に従った冷却水の供給を達成することもできる。

【0 1 9 1】

<作動制御 H>

更に、暖機状態が第 1 半暖機状態にあるときに EGR クーラ通水要求及びヒータコア通水要求の両方がある場合、実施装置は、ポンプ 7 0 を作動し、図 1 1 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 7 5 を閉弁位置に設定し、遮断弁 7 6 及び 7 7 をそれぞれ開弁位置に設定し、切替弁 7 8 を逆流位置に設定する作動制御 H を行う。

20

【0 1 9 2】

この作動制御 H によれば、ポンプ吐出口 7 0 out から水路 5 3 に吐出された冷却水は、水路 5 4 を介してヘッド水路 5 1 に流入する。

【0 1 9 3】

ヘッド水路 5 1 に流入した冷却水の一部は、ヘッド水路 5 1 を流れた後、水路 5 6 及び水路 5 7 を介してブロック水路 5 2 に直接流入する。その冷却水は、ブロック水路 5 2 を流れた後、順に、水路 5 5 の第 2 部分 5 5 2、水路 6 2 及びラジエータ水路 5 8 の第 4 部分 5 8 4 を流れ、ポンプ取込口 7 0 in からポンプ 7 0 に取り込まれる。

30

【0 1 9 4】

一方、ヘッド水路 5 1 に流入した冷却水の残りは、水路 5 6 及びラジエータ水路 5 8 を介して EGR クーラ水路 5 9 及びヒータコア水路 6 0 それぞれに流入する。EGR クーラ水路 5 9 に流入した冷却水は、EGR クーラ 4 3 を通った後、順に「水路 6 1」並びに「ラジエータ水路 5 8 の第 3 部分 5 8 3 及び第 4 部分 5 8 4」を流れ、ポンプ取込口 7 0 in からポンプ 7 0 に取り込まれる。一方、ヒータコア水路 6 0 に流入した冷却水は、ヒータコア 7 2 を通った後、順に「水路 6 1」並びに「ラジエータ水路 5 8 の第 3 部分 5 8 3 及び第 4 部分 5 8 4」を流れ、ポンプ取込口 7 0 in からポンプ 7 0 に取り込まれる。

【0 1 9 5】

これにより、先に作動制御 F 及び G に関連して述べた効果と同様の効果を得ることができる。

40

【0 1 9 6】

<第 2 半暖機制御>

次に、暖機状態が第 2 半暖機状態にあると判定された場合におけるポンプ 7 0 等の作動制御（第 2 半暖機制御）について説明する。

【0 1 9 7】

<作動制御 I>

暖機状態が第 2 半暖機状態にある場合、ヘッド温度 Thd 及びブロック温度 Tbr を上昇させる要求がある。このときに EGR クーラ通水要求もヒータコア通水要求もなければ、暖機状態が第 1 半暖機状態にある場合と同様に、先に述べた作動制御 E を行うことにより、

50

ヘッド水路 5 1 及びブロック水路 5 2 内での冷却水の沸騰を防止しつつ、ヘッド温度 T_{hd} 及びブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させることができる。

【0198】

ところが、暖機状態が第 2 半暖機状態にある場合、機関温度 T_{eng} が上昇してゆくと、やがて、機関 10 の暖機が完了し、シリンダヘッド 1 4 及びシリンダブロック 1 5 を冷却する要求が発生する。この場合、後述するように、切替弁 7 8 の設定位置を逆流位置から順流位置に切り替えると共に遮断弁 7 5 の設定位置を閉弁位置から開弁位置に切り替えることにより、ラジエータ 7 1 を通った冷却水をヘッド水路 5 1 及びブロック水路 5 2 に供給する必要がある（例えば、図 1 4 に示した作動制御 L を参照。）。

【0199】

このように切替弁 7 8 及び遮断弁 7 5 の設定位置を切り替えた場合、ブロック水路 5 2 における冷却水の流れの方向が逆転するので、ブロック水路 5 2 内で冷却水が一時的又は部分的に滞留する可能性がある。このとき、機関 10 の暖機が完了しているので、ブロック温度 T_{br} が高くなっている。ブロック温度 T_{br} が高くなっているときにブロック水路 5 2 内で冷却水が一時的又は部分的に滞留すると、ブロック水路 5 2 内で冷却水が部分的に沸騰する虞がある。

【0200】

そこで、実施装置は、暖機状態が第 2 半暖機状態にあるときに EGR クーラ通水要求及びヒータコア通水要求の何れもない場合、ポンプ 7 0 を作動し、図 1 2 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 7 5 及び 7 7 をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁 7 6 を開弁位置に設定し、切替弁 7 8 を順流位置に設定する作動制御 I を行う。

【0201】

これにより、切替弁 7 8 が順流位置に設定されるので、ブロック温度 T_{br} が上昇し、やがて、機関 10 の暖機が完了したとき（暖機状態が暖機完了状態にあると判定されたとき）に切替弁 7 8 の設定位置を逆流位置から順流位置に切り替える必要がない。従って、ブロック水路 5 2 における冷却水の流れを逆転させる必要がない。その結果、ブロック水路 5 2 内で冷却水が滞留することがない。このため、ブロック水路 5 2 内での冷却水の沸騰を防止することができる。

【0202】

尚、作動制御 I によれば、ポンプ吐出口 7 0 out から水路 5 3 に吐出された冷却水の一部は、水路 5 4 を介してヘッド水路 5 1 に流入し、水路 5 3 に吐出された冷却水の残りは、水路 5 5 を介してブロック水路 5 2 に流入する。

【0203】

ヘッド水路 5 1 に流入した冷却水は、ヘッド水路 5 1 を流れた後、水路 5 6 を介してラジエータ水路 5 8 に流入し、ブロック水路 5 2 に流入した冷却水は、ブロック水路 5 2 を流れた後、水路 5 7 を介してラジエータ水路 5 8 に流入する。

【0204】

ラジエータ水路 5 8 に流入した冷却水は、EGR クーラ水路 5 9 に流入する。EGR クーラ水路 5 9 に流入した冷却水は、EGR クーラ 4 3 を通った後、順に、「水路 6 1」並びに「ラジエータ水路 5 8 の第 3 部分 5 8 3 及び第 4 部分 5 8 4」を流れ、ポンプ取込口 7 0 in からポンプ 7 0 に取り込まれる。

【0205】

これにより、ラジエータ 7 1 を通っていない冷却水がヘッド水路 5 1 及びブロック水路 5 2 に供給される。従って、ラジエータ 7 1 を通った冷却水がヘッド水路 5 1 及びブロック水路 5 2 に供給される場合に比べ、ヘッド温度 T_{hd} 及びブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させることができる。

【0206】

更に、暖機状態が第 2 半暖機状態にある場合、ブロック温度 T_{br} は、暖機状態が第 1 半暖機状態にある場合に比べて高くなっている。このため、ブロック温度 T_{br} の上昇率が過剰に大きいと、シリンダブロック 1 5 の過熱が生じる可能性がある。従って、シリンダ

10

20

30

40

50

ブロック15の過熱を防止するためには、ブロック温度 T_{br} の上昇率は、暖機状態が第1半暖機状態にある場合に比べて小さいほうが好ましい。

【0207】

作動制御Iによれば、作動制御Eが行われた場合のようにヘッド水路51から流出した冷却水がブロック水路52に直接供給されるのではなく、EGRクーラ43を通して温度の低くなった冷却水がブロック水路52に供給される。従って、ブロック温度 T_{br} の上昇率は、ヘッド水路51から流出した冷却水がブロック水路52に直接供給される場合（即ち、作動制御Eが行われた場合）に比べて小さい。このため、シリンダブロック15の過熱を防止することができる。

【0208】

加えて、ヘッド水路51及びブロック水路52内を冷却水が流れるので、ヘッド水路51及びブロック水路52内の冷却水の沸騰を防止することができる。

【0209】

<作動制御I>

更に、暖機状態が第2半暖機状態にあるときにEGRクーラ通水要求があり且つヒータコア通水要求がない場合にも、実施装置は、上述した作動制御Iを行う。

【0210】

これにより、先に作動制御Iに関連して述べた効果を得ることができる。加えて、EGRクーラ43に冷却水が供給されるので、EGRクーラ通水要求に従った冷却水の供給を達成することができる。

【0211】

<作動制御J>

更に、暖機状態が第2半暖機状態にあるときにEGRクーラ通水要求がなく且つヒータコア通水要求がある場合、実施装置は、ポンプ70を作動し、図13に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁75及び77をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁76を開弁位置に設定し、切替弁78を順流位置に設定する作動制御Jを行う。

【0212】

この作動制御Jによれば、ポンプ吐出口70outから水路53に吐出された冷却水の一部は、水路54を介してヘッド水路51に流入し、水路53に吐出された冷却水の残りは、水路55を介してブロック水路52に流入する。

【0213】

ヘッド水路51に流入した冷却水は、ヘッド水路51を流れた後、順に、水路56及びラジエータ水路58を介してヒータコア水路60に流入し、ブロック水路52に流入した冷却水は、ブロック水路52を流れた後、順に、水路57及びラジエータ水路58を介してヒータコア水路60に流入する。

【0214】

ヒータコア水路60に流入した冷却水は、ヒータコア72を通った後、順に、「水路61」並びに「ラジエータ水路58の第3部分583及び第4部分584」を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0215】

これにより、先に作動制御Iに関連して述べた効果と同様の効果を得ることができる。加えて、ヒータコア72に冷却水が供給されるので、ヒータコア通水要求に従った冷却水の供給を達成することもできる。

【0216】

<作動制御K>

更に、暖機状態が第2半暖機状態にあるときにEGRクーラ通水要求及びヒータコア通水要求の両方がある場合、実施装置は、ポンプ70を作動し、図14に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁75を閉弁位置に設定し、遮断弁76及び77をそれぞれ開弁位置に設定し、切替弁78を順流位置に設定する作動制御Kを行う。

【0217】

10

20

30

40

50

この作動制御Kによれば、ポンプ吐出口70outから水路53に吐出された冷却水の一部は、水路54を介してヘッド水路51に流入し、水路53に吐出された冷却水の残りは、水路55を介してブロック水路52に流入する。

【0218】

ヘッド水路51に流入した冷却水は、ヘッド水路51を流れた後、水路56を介してラジエータ水路58に流入し、一方、ブロック水路52に流入した冷却水は、ブロック水路52を流れた後、水路57を介してラジエータ水路58に流入する。

【0219】

ラジエータ水路58に流入した冷却水は、EGRクーラ水路59及びヒータコア水路60それぞれに流入する。

10

【0220】

EGRクーラ水路59に流入した冷却水は、EGRクーラ43を通った後、順に、「水路61」並びに「ラジエータ水路58の第3部分583及び第4部分584」を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。一方、ヒータコア水路60に流入した冷却水は、ヒータコア72を通った後、順に、「水路61」並びに「ラジエータ水路58の第3部分583及び第4部分584」を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0221】

これにより、先に作動制御I及びJに関連して述べた効果と同様の効果を得ることができる。

20

【0222】

<暖機完了制御>

次に、暖機状態が暖機完了状態にあると判定された場合におけるポンプ70等の作動制御（暖機完了制御）について説明する。

【0223】

暖機状態が暖機完了状態にある場合、シリンダヘッド14及びシリンダブロック15の両方を冷却する必要がある。そこで、実施装置は、暖機状態が暖機完了状態にある場合、ラジエータ71によって冷却された冷却水を利用してシリンダヘッド14及びシリンダブロック15を冷却する。

【0224】

30

<作動制御L>

より具体的に述べると、実施装置は、暖機状態が暖機完了状態にあるときにEGRクーラ通水要求及びヒータコア通水要求の何れもない場合、ポンプ70を作動し、図15に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁76及び77をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁75を開弁位置に設定し、切替弁78を順流位置に設定する作動制御Lを行う。

【0225】

この作動制御Lによれば、ポンプ吐出口70outから水路53に吐出された冷却水の一部は、水路54を介してヘッド水路51に流入する。一方、水路53に吐出された冷却水の残りは、水路55を介してブロック水路52に流入する。

40

【0226】

ヘッド水路51に流入した冷却水は、ヘッド水路51を流れた後、水路56を介してラジエータ水路58に流入する。一方、ブロック水路52に流入した冷却水は、ブロック水路52を流れた後、水路57を介してラジエータ水路58に流入する。ラジエータ水路58に流入した冷却水は、ラジエータ71を通った後、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0227】

これにより、ラジエータ71を通して温度の低くなった冷却水がヘッド水路51及びブロック水路52に供給される。このため、シリンダヘッド14及びシリンダブロック15を十分に冷却することができる。

50

【0228】

<作動制御M>

一方、暖機状態が暖機完了状態にあるときにEGRクーラ通水要求があり且つヒータコア通水要求がない場合、実施装置は、ポンプ70を作動し、図16に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁77を閉弁位置に設定し、遮断弁75及び76をそれぞれ開弁位置に設定し、切替弁78を順流位置に設定する作動制御Mを行う。

【0229】

この作動制御Mによれば、ポンプ吐出口70outから水路53に吐出された冷却水の一部は、水路54を介してヘッド水路51に流入する。一方、水路53に吐出された冷却水の残りは、水路55を介してブロック水路52に流入する。

10

【0230】

ヘッド水路51に流入した冷却水は、ヘッド水路51を流れた後、水路56を介してラジエータ水路58に流入する。一方、ブロック水路52に流入した冷却水は、ブロック水路52を流れた後、水路57を介してラジエータ水路58に流入する。

【0231】

ラジエータ水路58に流入した冷却水の一部は、そのまま、ラジエータ水路58を流れ、ラジエータ71を通った後、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0232】

一方、ラジエータ水路58に流入した冷却水の残りは、EGRクーラ水路59に流入する。その冷却水は、EGRクーラ43を通った後、順に「水路61」並びに「ラジエータ水路58の第3部分583及び第4部分584」を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

20

【0233】

これにより、ラジエータ71を通して温度の低くなった冷却水がヘッド水路51及びブロック水路52に供給される。このため、シリンダヘッド14及びシリンダブロック15を十分に冷却することができる。

【0234】

更に、EGRクーラ43に冷却水が供給されるので、EGRクーラ通水要求に従った冷却水の供給を達成することができる。

【0235】

30

<作動制御N>

更に、暖機状態が暖機完了状態にあるときにEGRクーラ通水要求がなく且つヒータコア通水要求がある場合、実施装置は、ポンプ70を作動し、図17に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁76を閉弁位置に設定し、遮断弁75及び77をそれぞれ開弁位置に設定し、切替弁78を順流位置に設定する作動制御Nを行う。

【0236】

この作動制御Nによれば、ポンプ吐出口70outから水路53に吐出された冷却水の一部は、水路54を介してヘッド水路51に流入する。一方、水路53に吐出された冷却水の残りは、水路55を介してブロック水路52に流入する。

【0237】

40

ヘッド水路51に流入した冷却水は、ヘッド水路51を流れた後、水路56を介してラジエータ水路58に流入する。一方、ブロック水路52に流入した冷却水は、ブロック水路52を流れた後、水路57を介してラジエータ水路58に流入する。

【0238】

ラジエータ水路58に流入した冷却水の一部は、そのまま、ラジエータ水路58を流れ、ラジエータ71を通った後、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0239】

一方、ラジエータ水路58に流入した冷却水の残りは、ヒータコア水路60に流入する。その冷却水は、ヒータコア72を通った後、順に「水路61」並びに「ラジエータ水路58の第3部分583及び第4部分584」を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70

50

に取り込まれる。

【0240】

これにより、ラジエータ71を通して温度の低くなった冷却水がヘッド水路51及びブロック水路52に供給される。このため、シリンダヘッド14及びシリンダブロック15を十分に冷却することができる。

【0241】

更に、ヒータコア72に冷却水が供給されるので、ヒータコア通水要求に従った冷却水の供給を達成することができる。

【0242】

<作動制御O>

更に、暖機状態が暖機完了状態にあるときにEGRクーラ通水要求及びヒータコア通水要求の両方がある場合、実施装置は、ポンプ70を作動し、図18に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁75乃至77をそれぞれ開弁位置に設定し、切替弁78を順流位置に設定する作動制御Oを行う。

【0243】

この作動制御Oによれば、ポンプ吐出口70outから水路53に吐出された冷却水の一部は、水路54を介してヘッド水路51に流入する。一方、水路53に吐出された冷却水の残りは、水路55を介してブロック水路52に流入する。ヘッド水路51に流入した冷却水は、ヘッド水路51を流れた後、水路56を介してラジエータ水路58に流入する。ブロック水路52に流入した冷却水は、ブロック水路52を流れた後、水路57を介してラジエータ水路58に流入する。

【0244】

ラジエータ水路58に流入した冷却水の一部は、そのまま、ラジエータ水路58を流れ、ラジエータ71を通った後、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0245】

一方、ラジエータ水路58に流入した冷却水の残りは、EGRクーラ水路59及びヒータコア水路60それぞれに流入する。EGRクーラ水路59に流入した冷却水は、EGRクーラ43を通った後、順に「水路61」並びに「ラジエータ水路58の第3部分583及び第4部分584」を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。一方、ヒータコア水路60に流入した冷却水は、ヒータコア72を通った後、順に「水路61」並びに「ラジエータ水路58の第3部分583及び第4部分584」を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0246】

これにより、先に作動制御M及びNに関連して述べた効果と同様の効果を得ることができる。

【0247】

尚、作動制御Iが行われた場合（図12を参照。）にヘッド水路51及びブロック水路52から流出した冷却水がEGRクーラ43を通った後、ヘッド水路51及びブロック水路52に流入するまでにその冷却水の温度の低下幅は、作動制御Lが行われた場合（図15を参照。）にヘッド水路51及びブロック水路52から流出した冷却水がラジエータ71を通った後、ヘッド水路51及びブロック水路52に流入するまでにその冷却水の温度の低下幅よりも小さい。

【0248】

更に、作動制御Jが行われた場合（図13を参照。）にヘッド水路51及びブロック水路52から流出した冷却水がヒータコア72を通った後、ヘッド水路51及びブロック水路52に流入するまでにその冷却水の温度の低下幅は、作動制御Lが行われた場合（図15を参照。）にヘッド水路51及びブロック水路52から流出した冷却水がラジエータ71を通った後、ヘッド水路51及びブロック水路52に流入するまでにその冷却水の温度の低下幅よりも小さい。

【0249】

更に、作動制御Kが行われた場合（図14を参照。）にヘッド水路51及びブロック水路52から流出した冷却水がEGRクーラ43及びヒータコア72を通った後、ヘッド水路51及びブロック水路52に流入するまでにその冷却水の温度の低下幅は、作動制御Lが行われた場合（図15を参照。）にヘッド水路51及びブロック水路52から流出した冷却水がラジエータ71を通った後、ヘッド水路51及びブロック水路52に流入するまでにその冷却水の温度の低下幅よりも小さい。

【0250】

加えて、作動制御Iが行われた場合（図12を参照。）にヘッド水路51及びブロック水路52から流出した冷却水がEGRクーラ43を通った後、ヘッド水路51及びブロック水路52に流入するまでにその冷却水の温度の低下幅は、作動制御Jが行われた場合（図13を参照。）にヘッド水路51及びブロック水路52から流出した冷却水がヒータコア72を通った後、ヘッド水路51及びブロック水路52に流入するまでにその冷却水の温度の低下幅よりも小さい。

【0251】

＜作動制御の切替＞

ところで、実施装置は、作動制御を作動制御E乃至Hの何れかから作動制御I乃至Oの何れかに切り替えるためには、「遮断弁75乃至77の少なくとも1つ（以下、「遮断弁75等」と称呼する。）」の設定位置を閉弁位置から開弁位置に切り替えると共に、切替弁78の設定位置を逆流位置から順流位置に切り替える必要がある。

【0252】

これに関し、遮断弁75等の設定位置が閉弁位置から開弁位置に切り替えられる前に切替弁78の設定位置が逆流位置から順流位置に切り替えられると、切替弁78の設定位置が切り替えられてから遮断弁75等の設定位置が切り替えられるまで、水路が遮断された状態が発生する。或いは、遮断弁75等の設定位置が閉弁位置から開弁位置に切り替えられると同時に切替弁78の設定位置が逆流位置から順流位置に切り替えられた場合にも、瞬間的ではあるが、水路が遮断された状態が発生する。

【0253】

こうした状態が発生すると、冷却水が水路を循環することができないにもかかわらず、ポンプ70が作動している状態が発生してしまう。

【0254】

そこで、実施装置は、作動制御を作動制御E乃至Hの何れかから作動制御I乃至Oの何れかに切り替える場合、まず、「遮断弁75等のうち閉弁位置から開弁位置に切り替えられるべき遮断弁」の設定位置を閉弁位置から開弁位置に切り替え、その後、切替弁78の設定位置を逆流位置から順流位置に切り替える。

【0255】

これによれば、作動制御が作動制御E乃至Hの何れかから作動制御I乃至Oの何れかに切り替えられるときに、水路が遮断されて冷却水が循環しないにもかかわらず、ポンプ70が作動している状態が発生することを防止することができる。

【0256】

＜機関停止時作動制御＞

次に、イグニッションオフ操作が行われた場合におけるポンプ70等の作動制御について説明する。先に述べたように、イグニッションオフ操作が行われた場合、実施装置は、機関運転を停止させる。その後、イグニッションオン操作が行われると、実施装置は、機関10を始動させる。このとき、機関運転の停止中に、遮断弁75が閉弁位置に設定されたまま固着し（作動しない状態となり）且つ切替弁78が逆流位置に設定されたまま固着してしまう（作動しない状態となってしまう）と、機関10の始動後、ラジエータ71によって冷却された冷却水をヘッド水路51及びブロック水路52に供給できなくなってしまう。この場合、機関10の暖機完了後に機関10の過熱を防止できなくなる可能性がある。

【0257】

そこで、実施装置は、イグニッションオフ操作が行われた場合、ポンプ70の作動を停止し、そのときに切替弁78が逆流位置に設定されていれば、切替弁78を順流位置に設定し、遮断弁75が閉弁位置に設定されていれば、遮断弁75を開弁位置に設定する機関停止時制御を行う。これによれば、機関運転の停止中、遮断弁75及び切替弁78は、それぞれ、開弁位置及び順流位置に設定されている。従って、機関運転の停止中に遮断弁75及び切替弁78が固着してしまっても、機関始動後、遮断弁75及び切替弁78は、それぞれ、開弁位置及び順流位置に設定されているので、ラジエータ71によって冷却された冷却水をヘッド水路51及びブロック水路52に供給することができる。このため、機関10の暖機完了後に機関10が過熱することを防止することができる。

【0258】

10

＜実施装置の具体的な作動＞

次に、実施装置の具体的な作動について説明する。実施装置のECUのCPUは、図19にフローチャートにより示したルーチンを所定時間の経過毎に実行するようになっている。

【0259】

従って、所定のタイミングになると、CPUは、図19のステップ1900から処理を開始してステップ1905に進み、機関10の始動後のサイクル数（始動後サイクル数）Cigが所定の始動後サイクル数Cig_th以下であるか否かを判定する。始動後サイクル数Cigが所定の始動後サイクル数Cig_thよりも大きい場合、CPUは、ステップ1905にて「No」と判定してステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

20

【0260】

これに対し、始動後サイクル数Cigが所定の始動後サイクル数Cig_th以下である場合、CPUは、ステップ1905にて「Yes」と判定してステップ1910に進み、機関水温TWengが第1機関水温TWeng1よりも低いかなかを判定する。

【0261】

機関水温TWengが第1機関水温TWeng1よりも低い場合、CPUは、ステップ1910にて「Yes」と判定してステップ1915に進み、図20にフローチャートにより示した冷間制御ルーチンを実行する。

【0262】

従って、CPUは、ステップ1915に進むと、図20のステップ2000から処理を開始してステップ2005に進み、後述する図25のルーチンにて設定されるEGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「1」であるか否か、即ち、EGRクーラ通水要求があるかなかを判定する。

30

【0263】

EGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2005にて「Yes」と判定してステップ2010に進み、後述する図26のルーチンにて設定されるヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」であるか否か、即ち、ヒータコア通水要求があるかなかを判定する。

【0264】

ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2010にて「Yes」と判定してステップ2015に進み、上述した作動制御D（図7を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2095を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

40

【0265】

これに対し、CPUがステップ2010の処理を実行する時点においてヒータコア通水要求フラグXhtの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2010にて「No」と判定してステップ2020に進み、上述した作動制御B（図5を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2095を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0266】

50

一方、CPUがステップ2005の処理を実行する時点においてEGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2005にて「No」と判定してステップ2025に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」であるか否かを判定する。

【0267】

ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2025にて「Yes」と判定してステップ2030に進み、上述した作動制御C（図6を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2095を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0268】

これに対し、CPUがステップ2025の処理を実行する時点においてヒータコア通水要求フラグXhtの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2025にて「No」と判定してステップ2035に進み、上述した作動制御Aを実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2095を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0269】

CPUが図19のステップ1910の処理を実行する時点において機関水温TWengが第1機関水温TWeng1以上である場合、CPUは、ステップ1910にて「No」と判定してステップ1920に進み、機関水温TWengが第2機関水温TWeng2よりも低いかなんかを判定する。

【0270】

機関水温TWengが第2機関水温TWeng2よりも低い場合、CPUは、ステップ1920にて「Yes」と判定してステップ1925に進み、図21にフローチャートにより示した第1半暖機制御ルーチンを実行する。

【0271】

従って、CPUは、ステップ1925に進むと、図21のステップ2100から処理を開始してステップ2105に進み、EGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「1」であるか否か、即ち、EGRクーラ通水要求があるか否かを判定する。

【0272】

EGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2105にて「Yes」と判定してステップ2110に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」であるか否か、即ち、ヒータコア通水要求があるか否かを判定する。

【0273】

ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2110にて「Yes」と判定してステップ2115に進み、上述した作動制御H（図11を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2195を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0274】

これに対し、CPUがステップ2110の処理を実行する時点においてヒータコア通水要求フラグXhtの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2110にて「No」と判定してステップ2120に進み、上述した作動制御F（図9を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2195を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0275】

一方、CPUがステップ2105の処理を実行する時点においてEGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2105にて「No」と判定してステップ2125に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」であるか否かを判定する。

【0276】

ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2125

10

20

30

40

50

にて「Yes」と判定してステップ2130に進み、上述した作動制御G（図10を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2195を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0277】

これに対し、CPUがステップ2125の処理を実行する時点においてヒータコア通水要求フラグXhtの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2125にて「No」と判定してステップ2135に進み、上述した作動制御E（図8を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2195を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0278】

CPUが図19のステップ1920の処理を実行する時点において機関水温TWengが第2機関水温TWeng2以上である場合、CPUは、ステップ1920にて「No」と判定してステップ1930に進み、機関水温TWengが第3機関水温TWeng3よりも低いかな否かを判定する。

【0279】

機関水温TWengが第3機関水温TWeng3よりも低い場合、CPUは、ステップ1930にて「Yes」と判定してステップ1935に進み、図22にフローチャートにより示した第2半暖機制御ルーチンを実行する。

【0280】

従って、CPUは、ステップ1935に進むと、図22のステップ2200から処理を開始してステップ2205に進み、EGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「1」であるか否か、即ち、EGRクーラ通水要求があるか否かを判定する。

【0281】

EGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2205にて「Yes」と判定してステップ2210に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」であるか否か、即ち、ヒータコア通水要求があるか否かを判定する。

【0282】

ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2210にて「Yes」と判定してステップ2215に進み、上述した作動制御K（図14を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2295を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0283】

これに対し、CPUがステップ2210の処理を実行する時点においてヒータコア通水要求フラグXhtの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2210にて「No」と判定してステップ2220に進み、上述した作動制御I（図12を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2295を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0284】

一方、CPUがステップ2205の処理を実行する時点においてEGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2205にて「No」と判定してステップ2225に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」であるか否かを判定する。

【0285】

ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2225にて「Yes」と判定してステップ2230に進み、上述した作動制御J（図13を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2295を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0286】

これに対し、CPUがステップ2225の処理を実行する時点においてヒータコア通水要求フラグXhtの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2225にて「No」と判

10

20

30

40

50

定してステップ2235に進み、上述した作動制御I（図12を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2295を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0287】

CPUが図19のステップ1930の処理を実行する時点において機関水温TWengが第3機関水温TWeng3以上である場合、CPUは、ステップ1930にて「No」と判定してステップ1940に進み、図23にフローチャートにより示した暖機完了制御ルーチンを実行する。

【0288】

従って、CPUは、ステップ1940に進むと、図23のステップ2300から処理を開始してステップ2305に進み、EGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「1」であるか否か、即ち、EGRクーラ通水要求があるか否かを判定する。

【0289】

EGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2305にて「Yes」と判定してステップ2310に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」であるか否か、即ち、ヒータコア通水要求があるか否かを判定する。

【0290】

ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2310にて「Yes」と判定してステップ2315に進み、上述した作動制御O（図18を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2395を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0291】

これに対し、CPUがステップ2310の処理を実行する時点においてヒータコア通水要求フラグXhtの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2310にて「No」と判定してステップ2320に進み、上述した作動制御M（図16を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2395を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0292】

一方、CPUがステップ2305の処理を実行する時点においてEGRクーラ通水要求フラグXegrの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2305にて「No」と判定してステップ2325に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」であるか否かを判定する。

【0293】

ヒータコア通水要求フラグXhtの値が「1」である場合、CPUは、ステップ2325にて「Yes」と判定してステップ2330に進み、上述した作動制御N（図17を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2395を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0294】

これに対し、CPUがステップ2325の処理を実行する時点においてヒータコア通水要求フラグXhtの値が「0」である場合、CPUは、ステップ2325にて「No」と判定してステップ2335に進み、上述した作動制御L（図15を参照。）を実行してポンプ70等の作動状態を制御する。その後、CPUは、ステップ2395を経由して図19のステップ1995に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0295】

更に、CPUは、図24にフローチャートにより示したルーチンを所定時間の経過毎に実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは、図24のステップ2400から処理を開始してステップ2405に進み、イグニッションオン操作による機関10の始動後のサイクル数（始動後サイクル数）Cigが所定の始動後サイクル数Cig_thよりも大きいかなかを判定する。

【0296】

10

20

30

40

50

始動後サイクル数C_{ig}が所定の始動後サイクル数C_{ig_th}以下である場合、CPUは、ステップ2405にて「No」と判定してステップ2495に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0297】

これに対し、始動後サイクル数C_{ig}が所定の始動後サイクル数C_{ig_th}よりも大きい場合、CPUは、ステップ2405にて「Yes」と判定してステップ2410に進み、上述した冷間条件が成立しているか否かを判定する。冷間条件が成立している場合、CPUは、ステップ2410にて「Yes」と判定してステップ2415に進み、上述した図20に示した冷間制御ルーチンを実行し、その後、ステップ2495に進んで本ルーチンを一旦終了する。

10

【0298】

これに対し、CPUがステップ2410の処理を実行する時点において冷間条件が成立していない場合、CPUは、ステップ2410にて「No」と判定してステップ2420に進み、上述した第1半暖機条件が成立しているか否かを判定する。第1半暖機条件が成立している場合、CPUは、ステップ2420にて「Yes」と判定してステップ2425に進み、上述した図21に示した第1半暖機制御ルーチンを実行し、その後、ステップ2495に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0299】

これに対し、CPUがステップ2420の処理を実行する時点において第1半暖機条件が成立していない場合、CPUは、ステップ2420にて「No」と判定してステップ2430に進み、上述した第2半暖機条件が成立しているか否かを判定する。第2半暖機条件が成立している場合、CPUは、ステップ2430にて「Yes」と判定してステップ2435に進み、上述した図22に示した第2半暖機制御ルーチンを実行し、その後、ステップ2495に進んで本ルーチンを一旦終了する。

20

【0300】

これに対し、CPUがステップ2430の処理を実行する時点において第2半暖機条件が成立していない場合、CPUは、ステップ2430にて「No」と判定してステップ2440に進み、上述した図23に示した暖機完了制御ルーチンを実行し、その後、ステップ2495に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0301】

更に、CPUは、図25にフローチャートにより示したルーチンを所定時間の経過毎に実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは、図25のステップ2500から処理を開始してステップ2505に進み、機関運転状態がEGR実行領域R_b内にあるか否かを判定する。

30

【0302】

機関運転状態がEGR実行領域R_b内にある場合、CPUは、ステップ2505にて「Yes」と判定してステップ2510に進み、機関水温T_{Weng}が第7機関水温T_{Weng7}よりも高いか否かを判定する。

【0303】

機関水温T_{Weng}が第7機関水温T_{Weng7}よりも高い場合、CPUは、ステップ2510にて「Yes」と判定してステップ2515に進み、EGRクーラ通水要求フラグX_{egr}の値を「1」に設定する。その後、CPUは、ステップ2595に進んで本ルーチンを一旦終了する。

40

【0304】

これに対し、機関水温T_{Weng}が第7機関水温T_{Weng7}以下である場合、CPUは、ステップ2510にて「No」と判定してステップ2520に進み、機関負荷K_Lが閾値負荷K_{Lth}よりも小さいか否かを判定する。

【0305】

機関負荷K_Lが閾値負荷K_{Lth}よりも小さい場合、CPUは、ステップ2520にて「Yes」と判定してステップ2525に進み、EGRクーラ通水要求フラグX_{egr}の値を

50

「0」に設定する。その後、CPUは、ステップ2595に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0306】

これに対し、機関負荷KLが閾値負荷KLth以上である場合、CPUは、ステップ2520にて「No」と判定してステップ2515に進み、EGRクーラ通水要求フラグXegrの値を「1」に設定する。その後、CPUは、ステップ2595に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0307】

一方、CPUがステップ2505の処理を実行する時点において機関運転状態がEGR実行領域Rbにない場合、CPUは、ステップ2505にて「No」と判定してステップ2530に進み、EGRクーラ通水要求フラグXegrの値を「0」に設定する。その後、CPUは、ステップ2595に進んで本ルーチンを一旦終了する。

10

【0308】

更に、CPUは、図26にフローチャートにより示したルーチンを所定時間の経過毎に実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは、図26のステップ2600から処理を開始してステップ2605に進み、外気温Taが閾値温度Tathよりも高いか否かを判定する。

【0309】

外気温Taが閾値温度Tathよりも高い場合、CPUは、ステップ2605にて「Yes」と判定してステップ2610に進み、ヒータスイッチ88がオン位置に設定されているか否かを判定する。

20

【0310】

ヒータスイッチ88がオン位置に設定されている場合、CPUは、ステップ2610にて「Yes」と判定してステップ2615に進み、機関水温TWengが第9機関水温TWeng9よりも高いか否かを判定する。

【0311】

機関水温TWengが第9機関水温TWeng9よりも高い場合、CPUは、ステップ2615にて「Yes」と判定してステップ2620に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値を「1」に設定する。その後、CPUは、ステップ2695に進んで本ルーチンを一旦終了する。

30

【0312】

これに対し、機関水温TWengが第9機関水温TWeng9以下である場合、CPUは、ステップ2615にて「No」と判定してステップ2625に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値を「0」に設定する。その後、CPUは、ステップ2695に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0313】

一方、CPUがステップ2610の処理を実行する時点においてヒータスイッチ88がオフ位置に設定されている場合、CPUは、ステップ2610にて「No」と判定してステップ2625に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値を「0」に設定する。その後、CPUは、ステップ2695に進んで本ルーチンを一旦終了する。

40

【0314】

CPUがステップ2605の処理を実行する時点において外気温Taが閾値温度Tath以下である場合、CPUは、ステップ2605にて「No」と判定してステップ2630に進み、機関水温TWengが第8機関水温TWeng8よりも高いか否かを判定する。

【0315】

機関水温TWengが第8機関水温TWeng8よりも高い場合、CPUは、ステップ2630にて「Yes」と判定してステップ2635に進み、ヒータコア通水要求フラグXhtの値を「1」に設定する。その後、CPUは、ステップ2695に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0316】

50

これに対し、機関水温 T Weng が第 8 機関水温 T Weng 8 以下である場合、CPU は、ステップ 2 6 3 0 にて「No」と判定してステップ 2 6 4 0 に進み、ヒータコア通水要求フラグ Xht の値を「0」に設定する。その後、CPU は、ステップ 2 6 9 5 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0 3 1 7】

更に、CPU は、図 2 7 にフローチャートにより示したルーチンを所定時間の経過毎に実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPU は、図 2 7 のステップ 2 7 0 0 から処理を開始してステップ 2 7 0 5 に進み、イグニッションオフ操作が行われたか否かを判定する。

【0 3 1 8】

イグニッションオフ操作が行われた場合、CPU は、ステップ 2 7 0 5 にて「Yes」と判定してステップ 2 7 0 7 に進み、ポンプ 7 0 の作動を停止し、その後、ステップ 2 7 1 0 に進み、遮断弁 7 5 が閉弁位置に設定されているか否かを判定する。

【0 3 1 9】

遮断弁 7 5 が閉弁位置に設定されている場合、CPU は、ステップ 2 7 1 0 にて「Yes」と判定してステップ 2 7 1 5 に進み、遮断弁 7 5 を開弁位置に設定する。その後、CPU は、ステップ 2 7 2 0 に進む。

【0 3 2 0】

これに対し、遮断弁 7 5 が開弁位置に設定されている場合、CPU は、ステップ 2 7 1 0 にて「No」と判定してステップ 2 7 2 0 に直接進む。

【0 3 2 1】

CPU は、ステップ 2 7 2 0 に進むと、切替弁 7 8 が逆流位置に設定されているか否かを判定する。切替弁 7 8 が逆流位置に設定されている場合、CPU は、ステップ 2 7 2 0 にて「Yes」と判定してステップ 2 7 2 5 に進み、切替弁 7 8 を順流位置に設定する。その後、CPU は、ステップ 2 7 9 5 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0 3 2 2】

これに対し、CPU がステップ 2 7 2 0 の処理を実行する時点において切替弁 7 8 が順流位置に設定されている場合、CPU は、ステップ 2 7 2 0 にて「No」と判定してステップ 2 7 9 5 に直接進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0 3 2 3】

更に、CPU がステップ 2 7 0 5 の処理を実行する時点においてイグニッションオフ操作が行われていない場合、CPU は、ステップ 2 7 0 5 にて「No」と判定してステップ 2 7 9 5 に直接進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0 3 2 4】

以上が実施装置の具体的な作動であり、これにより、機関 1 0 の暖機が完了するまでの間、EGR クーラ通水要求及びヒータコア通水要求に従った冷却水の供給を達成しつつ、機関温度 T eng を高い上昇率で上昇させることができる。

【0 3 2 5】

尚、本発明は、上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。

【0 3 2 6】

<第 1 変形例>

例えば、本発明は、図 2 8 に示した本発明の実施形態の第 1 変形例に係る冷却装置（以下、「第 1 変形装置」と称呼する。）にも適用可能である。第 1 変形装置において、切替弁 7 8 は、冷却水管 5 5 P ではなく、冷却水管 5 4 P に配設されている。冷却水管 6 2 P の第 1 端部 6 1 A は、その切替弁 7 8 に接続されている。

【0 3 2 7】

切替弁 7 8 は、順流位置に設定されている場合、切替弁 7 8 と冷却水管 5 4 の第 1 端部 5 4 A との間の水路 5 4 の部分 5 4 1（以下、「水路 5 4 の第 1 部分 5 4 1」と称呼する。）と、切替弁 7 8 と冷却水管 5 4 の第 2 端部 5 4 B との間の水路 5 4 の部分 5 4 2（以

10

20

30

40

50

下、「水路５４の第２部分５４２」と称呼する。）と、の間の冷却水の流通を許容する一方、「水路５４の第１部分５４１と水路６２との間の冷却水の流通」及び「水路５４の第２部分５４２と水路６２との間の冷却水の流通」を遮断する。

【０３２８】

一方、切替弁７８は、逆流位置に設定されている場合、水路５４の第２部分５４２と水路６２との間の冷却水の流通を許容する一方、「水路５４の第１部分５４１と水路６２との間の冷却水の流通」及び「水路５４の第１部分５４１と第２部分５４２との間の冷却水の流通」を遮断する。

【０３２９】

更に、切替弁７８は、遮断位置に設定されている場合、「水路５４の第１部分５４１と第２部分５４２との間の冷却水の流通」、「水路５４の第１部分５４１と水路６２との間の冷却水の流通」及び「水路５４の第２部分５４２と水路６２との間の冷却水の流通」を遮断する。

【０３３０】

<第１変形装置の作動>

第１変形装置は、上記実施装置が各作動制御Ａ乃至Ｏを行う条件とそれぞれ同じ条件で作動制御Ａ乃至Ｏの何れかを行う。以下、第１変形装置が行う作動制御Ａ乃至Ｏのうち、代表的な作動制御である作動制御Ｅ、Ｉ及びＬについて説明する。

【０３３１】

<作動制御Ｅ>

第１変形装置は、作動制御Ｅを行う条件が成立した場合、ポンプ７０を作動し、図２９に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁７５乃至７７をそれぞれ閉弁位置に設定し、切替弁７８を逆流位置に設定する作動制御Ｅを行う。

【０３３２】

この作動制御Ｅによれば、ポンプ吐出口７０outから水路５３に吐出された冷却水は、水路５５を介してブロック水路５２に流入する。その冷却水は、ブロック水路５２を流れた後、水路５７及び水路５６を介してヘッド水路５１に流入する。その冷却水は、ヘッド水路５１を流れた後、順に、水路５４の第２部分５４２、水路６２及びラジエータ水路５８の第４部分５８４を流れ、ポンプ取込口７０inからポンプ７０に取り込まれる。

【０３３３】

これにより、ヘッド水路５１を流れて温度の高くなった冷却水がラジエータ７１等を通らずにブロック水路５２に供給される。このため、ラジエータ７１等の何れかを通った冷却水がブロック水路５２に供給される場合に比べ、ブロック温度 T_{br} を高い上昇率で上昇させることができる。

【０３３４】

更に、ヘッド水路５１にも、ラジエータ７１等を通っていない冷却水が供給される。このため、ラジエータ７１等の何れかを通った冷却水がヘッド水路５１に供給される場合に比べ、ヘッド温度 T_{hd} を高い上昇率で上昇させることができる。

【０３３５】

加えて、冷却水がヘッド水路５１及びブロック水路５２を流れるので、先に述べたように、ヘッド水路５１及びブロック水路５２内での冷却水の沸騰を防止することができる。

【０３３６】

<作動制御Ｉ>

第１変形装置は、作動制御Ｉを行う条件が成立した場合、ポンプ７０を作動し、図３０に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁７５及び７７をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁７６を開弁位置に設定し、切替弁７８を順流位置に設定する作動制御Ｉを行う。

【０３３７】

この作動制御Ｉによれば、冷却水は、上記実施装置が作動制御Ｉを行った場合と同様に流れる。このため、上記実施装置が行う作動制御Ｉに関連して述べた効果と同様の効果を

10

20

30

40

50

得ることができる。

【0338】

<作動制御L>

一方、第1変形装置は、作動制御Lを行う条件が成立した場合、ポンプ70を作動し、図31に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁76及び77をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁75を開弁位置に設定し、切替弁78を順流位置に設定する作動制御Lを行う。

【0339】

この作動制御Lによれば、ポンプ吐出口70outから水路53に吐出された冷却水の一部は、水路54を介してヘッド水路51に流入する。一方、水路53に吐出された冷却水の残りは、水路55を介してブロック水路52に流入する。

10

【0340】

ヘッド水路51に流入した冷却水は、ヘッド水路51を流れた後、水路56を介してラジエータ水路58に流入する。一方、ブロック水路52に流入した冷却水は、ブロック水路52を流れた後、水路57を介してラジエータ水路58に流入する。ラジエータ水路58に流入した冷却水は、ラジエータ71を通った後、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0341】

これにより、ヘッド水路51及びブロック水路52には、ラジエータ71を通して温度の低くなった冷却水が供給されるので、シリンダヘッド14及びシリンダブロック15を十分に冷却することができる。

20

【0342】

<第2変形例>

更に、本発明は、図32に示した本発明の実施形態の第2変形例に係る冷却装置（以下、「第2変形装置」と称呼する。）にも適用可能である。第2変形装置においては、ポンプ70は、ポンプ取込口70inがラジエータ水路58に接続され且つポンプ吐出口70outが水路53に接続されるように配設されている。

【0343】

<第2変形装置の作動>

第2変形装置は、上記実施装置が各作動制御A乃至Oを行う条件とそれぞれ同じ条件で作動制御A乃至Oの何れかを行う。以下、第2変形装置が作動制御A乃至Oのうち、代表的な作動制御である作動制御E、I及びLについて説明する。

30

【0344】

<作動制御E>

第2変形装置は、作動制御Eを行う条件が成立した場合、ポンプ70を作動し、図33に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁75乃至77をそれぞれ閉弁位置に設定し、切替弁78を逆流位置に設定する作動制御Eを行う。

【0345】

この作動制御Eによれば、ポンプ吐出口70outからラジエータ水路58に吐出された冷却水は、水路62及び水路55の第2部分552を介してブロック水路52に流入する。その冷却水は、ブロック水路52を流れた後、水路57及び水路56を介してヘッド水路51に流入する。その冷却水は、ヘッド水路51を流れた後、順に、水路54及び水路53を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

40

【0346】

これにより、ヘッド水路51を流れて温度の高くなった冷却水がラジエータ71等を通らずにブロック水路52に供給される。このため、ラジエータ71等の何れかを通った冷却水がブロック水路52に供給される場合に比べ、ブロック温度Tbrを高い上昇率で上昇させることができる。

【0347】

更に、ヘッド水路51にも、ラジエータ71等を通っていない冷却水が供給される。こ

50

のため、ラジエータ 71 等の何れかを通った冷却水がヘッド水路 51 に供給される場合に比べ、ヘッド温度 T_{hd} を高い上昇率で上昇させることができる。

【0348】

加えて、冷却水がヘッド水路 51 及びブロック水路 52 を流れるので、先に述べたように、ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 内での冷却水の沸騰を防止することができる。

【0349】

<作動制御 I>

第 2 変形装置は、作動制御 I を行う条件が成立した場合、ポンプ 70 を作動し、図 34 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 75 及び 77 をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁 76 を開弁位置に設定し、切替弁 78 を順流位置に設定する作動制御 I

10

【0350】

この作動制御 I によれば、ポンプ吐出口 70 out からラジエータ水路 58 に吐出された冷却水は、水路 61 を介して EGR クーラ水路 59 に流入する。その冷却水は、EGR クーラ 43 を通った後、ラジエータ水路 58 の第 1 部分 581 に流入する。その冷却水の一部は、水路 56 を介してヘッド水路 51 に流入する。一方、ラジエータ水路 58 の第 1 部分 581 に流入した冷却水の残りは、水路 57 を介してブロック水路 52 に流入する。

【0351】

ヘッド水路 51 に流入した冷却水は、ヘッド水路 51 を流れた後、順に、水路 54 及び水路 53 を流れ、ポンプ取込口 70 in からポンプ 70 に取り込まれる。一方、ブロック水路 52 に流入した冷却水は、ブロック水路 52 を流れた後、順に、水路 55 及び水路 53 を流れ、ポンプ取込口 70 in からポンプ 70 に取り込まれる。

20

【0352】

第 2 変形例の作動制御 I によれば、切替弁 78 が順流位置に設定される。従って、暖機状態が第 2 半暖機状態にあり且つ EGR クーラ通水要求もヒータコア通水要求もないときに、この作動制御 I が行われた場合、ブロック温度 T_{br} が上昇し、やがて、機関 10 の暖機が完了したときに切替弁 78 の設定位置を逆流位置から順流位置に切り替える必要がない。即ち、ブロック水路 52 内の冷却水の流れを逆転させる必要がない。従って、ブロック水路 52 内で冷却水が滞留することがない。このため、ブロック水路 52 内での冷却水の沸騰を防止することができる。

30

【0353】

加えて、上記実施装置が作動制御 I を行った場合の効果と同様の効果を得ることができる。

【0354】

<作動制御 L>

一方、第 2 変形装置は、作動制御 L を行う条件が成立した場合、ポンプ 70 を作動し、図 35 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 76 及び 77 をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁 75 を開弁位置に設定し、切替弁 78 を順流位置に設定する作動制御 L を行う。

【0355】

40

この作動制御 L によれば、ポンプ吐出口 70 out からラジエータ水路 58 に吐出された冷却水の一部は、水路 56 を介してヘッド水路 51 に流入する。一方、ラジエータ水路 58 に吐出された冷却水の残りは、水路 57 を介してブロック水路 52 に流入する。

【0356】

ヘッド水路 51 に流入した冷却水は、ヘッド水路 51 を流れた後、順に、水路 54 及び水路 53 を流れ、ポンプ取込口 70 in からポンプ 70 に取り込まれる。一方、ブロック水路 52 に流入した冷却水は、ブロック水路 52 を流れた後、順に、水路 55 及び水路 53 を流れ、ポンプ取込口 70 in からポンプ 70 に取り込まれる。

【0357】

これにより、ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 には、ラジエータ 71 を通って温度

50

の低くなった冷却水が供給されるので、シリンダヘッド 14 及びシリンダブロック 15 を十分に冷却することができる。

【0358】

<第3変形例>

更に、本発明は、図 36 に示した本発明の実施形態の第3変形例に係る冷却装置（以下、「第3変形装置」と称呼する。）にも適用可能である。第3変形装置においては、第1変形装置と同様に、切替弁 78 は、冷却水管 55P ではなく、冷却水管 54P に配設されている。冷却水管 62P の第1端部 61A は、切替弁 78 に接続されている。

【0359】

更に、第3変形装置においては、第2変形装置と同様に、ポンプ 70 は、ポンプ取込口 70in がラジエータ水路 58 に接続され且つポンプ吐出口 70out が水路 53 に接続されるように配設されている。

【0360】

第3変形装置の切替弁 78 が順流位置及び逆流位置それぞれに設定された場合の切替弁 78 の作用は、第1変形装置の切替弁 78 の作用と同じである。

【0361】

<第3変形装置の作動>

第3変形装置は、上記実施装置が各作動制御 A 乃至 O を行う条件とそれぞれ同じ条件で作動制御 A 乃至 O の何れかを行う。以下、第3変形装置が行う作動制御 A 乃至 O のうち、代表的な作動制御である作動制御 E、I 及び L について説明する。

【0362】

<作動制御 E>

第3変形装置は、作動制御 E を行う条件が成立した場合、ポンプ 70 を作動し、図 37 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 75 乃至 77 をそれぞれ閉弁位置に設定し、切替弁 78 を逆流位置に設定する作動制御 E を行う。

【0363】

この作動制御 E によれば、ポンプ吐出口 70out からラジエータ水路 58 に吐出された冷却水は、水路 62 及び水路 54 の第2部分 542 を介してヘッド水路 51 に流入する。その冷却水は、ヘッド水路 51 を流れた後、水路 56 及び水路 57 を介してブロック水路 52 に流入する。その冷却水は、ブロック水路 52 を流れた後、順に、水路 55 及び水路 53 を流れ、ポンプ取込口 70in からポンプ 70 に取り込まれる。

【0364】

これにより、ヘッド水路 51 を流れて温度の高くなった冷却水がラジエータ 71 等を通らずにブロック水路 52 に供給される。このため、ラジエータ 71 等の何れかを通った冷却水がブロック水路 52 に供給される場合に比べ、ブロック温度 Tbr を高い上昇率で上昇させることができる。

【0365】

更に、ヘッド水路 51 にも、ラジエータ 71 等を通っていない冷却水が供給される。このため、ラジエータ 71 等の何れかを通った冷却水がヘッド水路 51 に供給される場合に比べ、ヘッド温度 Thd を高い上昇率で上昇させることができる。

【0366】

加えて、冷却水がヘッド水路 51 及びブロック水路 52 を流れるので、先に述べたように、ヘッド水路 51 及びブロック水路 52 内での冷却水の沸騰を防止することができる。

【0367】

<作動制御 I>

第3変形装置は、作動制御 I を行う条件が成立した場合、ポンプ 70 を作動し、図 38 に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁 75 及び 77 をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁 76 を開弁位置に設定し、切替弁 78 を逆流位置に設定する作動制御 I を行う。

【0368】

これにより、上記第2変形装置が作動制御Iを行った場合と同様に冷却水が流れる。このため、先に第2変形例の作動制御Iに関連して述べた効果と同様の効果を得ることができる。

【0369】

<作動制御L>

一方、第3変形装置は、作動制御Lを行う条件が成立した場合、ポンプ70を作動し、図39に矢印で示したように冷却水が循環するように、遮断弁76及び77をそれぞれ閉弁位置に設定し、遮断弁75を開弁位置に設定し、切替弁78を順流位置に設定する作動制御Lを行う。

【0370】

この作動制御Lによれば、ポンプ吐出口70outからラジエータ水路58に吐出された冷却水の一部は、水路56を介してヘッド水路51に流入する。一方、ラジエータ水路58に吐出された冷却水の残りは、水路57を介してブロック水路52に流入する。

【0371】

ヘッド水路51に流入した冷却水は、ヘッド水路51を流れた後、順に、水路54及び水路53を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。一方、ブロック水路52に流入した冷却水は、ブロック水路52を流れた後、順に、水路55及び水路53を流れ、ポンプ取込口70inからポンプ70に取り込まれる。

【0372】

これにより、ヘッド水路51及びブロック水路52には、ラジエータ71を通して温度の低くなった冷却水が供給されるので、シリンダヘッド14及びシリンダブロック15を十分に冷却することができる。

【0373】

尚、上記実施装置及び変形装置において、EGRクーラ通水要求もヒータコア通水要求もない状況下で暖機状態が第1半暖機状態から第2半暖機状態に移行した場合、作動制御が作動制御Eから作動制御Iに切り替えられる。

【0374】

作動制御Eが行われた場合、EGRクーラ43に冷却水は供給されない。このため、EGRクーラ43に冷却水を供給するために使用される冷却水管の温度は低くなっている。

【0375】

作動制御が作動制御Eから作動制御Iに切り替えられると、この温度の低い冷却水管を冷却水が流れるので、その冷却水管を冷却水が流れる間にその冷却水の温度が低下し、その冷却水がブロック水路52に流入する。このため、ブロック温度Tbrの上昇率が小さくなり、その結果、長時間に亘り、ブロック温度Tbrが比較的低い状態が続く。この場合、機関10を潤滑するオイルの温度が低く、機関10のピストン及びカムシャフト等の可動部品の運動に対する摩擦抵抗が大きい状態が長時間に亘って続く。これによると、機関10の燃料消費率が大きくなってしまう。

【0376】

そこで、上記実施装置及び変形装置は、暖機状態が第1半暖機状態にあるときにEGRクーラ通水要求もヒータコア通水要求もない場合、暖機状態が第1半暖機状態にあるときにEGRクーラ通水要求及びヒータコア通水要求の少なくとも一方がある場合に比べ、暖機状態が第1半暖機状態から第2半暖機状態に移行したと判断する閾値（即ち、上記第2機関温度Teng2）を大きくするように構成され得る。

【0377】

これにより、ブロック温度Tbrが十分に高くなった時点で暖機状態が第1半暖機状態から第2半暖機状態に移行したと判定され、作動制御が作動制御Eから作動制御Iに切り替えられる。従って、作動制御Iが行われ、冷却水がEGRクーラ43に供給され、その冷却水がブロック水路52に流入しても、ブロック温度Tbrが十分に高くなっている。このため、ブロック温度Tbrが比較的低い状態が長時間に亘って続くことを防止することができる。

10

20

30

40

50

【0378】

ところで、機関10の燃焼室に吸入される空気の温度が低いと、燃焼室内においてノッキングが生じづらくなることが知られている。図示しない吸気ポート周辺のシリンダブロック15の部分の温度が低いと、空気が吸気ポートを通過するときその空気の温度が低下する。これにより、燃焼室内においてノッキングを生じづらくすることができる。

【0379】

一方、EGRクーラ通水要求もヒータコア通水要求もない状況下で暖機状態が第1半暖機状態から第2半暖機状態に移行した場合、上記実施装置及び変形装置は、作動制御Eから作動制御Iに切り替える。この場合、上述したように、温度の低い冷却水を冷却水が流れるので、温度の低下した冷却水がブロック水路52に流入し、その結果、ブロック温度Tbrが比較的低い状態が長時間に亘って続く。これによれば、空気が吸気ポートを通過するときその空気の温度が低下し、燃焼室内でノッキングを生じづらくすることができる。

10

【0380】

そこで、上記実施装置及び変形装置は、暖機状態が第1半暖機状態にあるときにEGRクーラ通水要求もヒータコア通水要求もない場合、暖機状態が第1半暖機状態にあるときにEGRクーラ通水要求及びヒータコア通水要求の少なくとも一方がある場合に比べ、暖機状態が第1半暖機状態から第2半暖機状態に移行したと判断する閾値（即ち、上記第2機関温度Teng2）を小さくするように構成され得る。

【0381】

20

これにより、ブロック温度Tbrが十分に高くなる前に暖機状態が第1半暖機状態から第2半暖機状態に移行したと判定され、作動制御が作動制御Eから作動制御Iに切り替えられる。従って、ブロック温度Tbrが比較的低い状態が長時間に亘って続く。このため、温度の低い空気が燃焼室に流入し、その結果、燃焼室内でノッキングが生じる可能性を小さくすることができる。

【0382】

更に、上記実施装置及び変形装置において、EGRシステム40は、EGRガスがEGRクーラ43をバイパスするように、EGRクーラ43よりも上流側の排気還流管41の部分と、EGRクーラ43よりも下流側の排気還流管41と、を接続するバイパス管を含むように構成され得る。

30

【0383】

この場合、上記実施装置及び変形装置は、機関運転状態がEGR停止領域Ra（図3を参照。）内にあるとき、各気筒12へのEGRガスの供給を停止するのではなく、バイパス管を介してEGRガスを各気筒12に供給するように構成され得る。この場合、EGRガスは、EGRクーラ43をバイパスするので、比較的高い温度のEGRガスが各気筒12に供給される。

【0384】

或いは、上記実施装置及び変形装置は、機関運転状態がEGR停止領域Ra内にあるとき、機関運転状態を含むパラメータに関する条件に応じて「各気筒12へのEGRガスの供給の停止」及び「バイパス管を介した各気筒12へのEGRガスの供給」の何れかを選択的に行うように構成され得る。

40

【0385】

更に、上記実施装置及び変形装置は、シリンダブロック15自体の温度（特に、燃焼室を画成するシリンダボア近傍におけるシリンダブロック15の部分の温度）を検出する温度センサがシリンダブロック15に配設されている場合、上部ブロック水温TWbr_upの代わりにシリンダブロック15自体の温度を用いるように構成され得る。更に、上記実施装置及び変形装置は、シリンダヘッド14自体の温度（特に、燃焼室を画成するシリンダヘッド14の壁面近傍の温度）を検出する温度センサがシリンダヘッド14に配設されている場合、ヘッド水温TWhdの代わりにシリンダヘッド14自体の温度を用いるように構成され得る。

50

【0386】

更に、上記実施装置及び変形装置は、始動後積算空気量 ΣGa の代わりに或いはそれに加えて、イグニッションスイッチ89がオン位置に設定された後に気筒12a乃至気筒12dに燃料噴射弁13から供給された燃料のトータルの量である始動後積算燃料量 ΣQ を用いるように構成され得る。

【0387】

この場合、上記実施装置及び変形装置は、始動後積算燃料量 ΣQ が第1閾値燃料量 ΣQ_1 以下である場合、暖機状態が冷間状態にあると判定し、始動後積算燃料量 ΣQ が第1閾値燃料量 ΣQ_1 よりも多く且つ第2閾値燃料量 ΣQ_2 以下である場合、暖機状態が第1半暖機状態にあると判定する。更に、上記実施装置及び変形装置は、始動後積算燃料量 ΣQ が第2閾値燃料量 ΣQ_2 よりも多く且つ第3閾値燃料量 ΣQ_3 以下である場合、暖機状態が第2半暖機状態にあると判定し、始動後積算燃料量 ΣQ が第3閾値燃料量 ΣQ_3 よりも多い場合、暖機状態が暖機完了状態にあると判定する。

10

【0388】

更に、上記実施装置及び変形装置は、機関水温 T_{Weng} が第7機関水温 T_{Weng7} 以上である場合、機関運転状態が図3に示したEGR停止領域Ra又はRc内にあっても、EGRクーラ通水要求があると判定するように構成され得る。この場合、図25のステップ2505及びステップ2530の処理が省略される。これによれば、機関運転状態がEGR停止領域Ra又はRcからEGR実行領域Rbに移行した時点で既に冷却水がEGRクーラ水路59に供給されている。このため、各気筒12へのEGRガスの供給の開始と同時にEGRガスを冷却することができる。

20

【0389】

更に、上記実施装置及び変形装置は、外気温 T_a が閾値温度 T_{ath} よりも高いときに機関水温 T_{Weng} が第9機関水温 T_{Weng9} よりも高ければ、ヒータスイッチ88の設定位置の如何にかかわらず、ヒータコア通水要求があると判定するように構成され得る。この場合、図26のステップ2610の処理が省略される。

【0390】

更に、本発明は、上記実施装置及び変形装置において、「水路59及び遮断弁76を備えていない冷却装置」並びに「水路60及び遮断弁77を備えていない冷却装置」にも適用可能である。

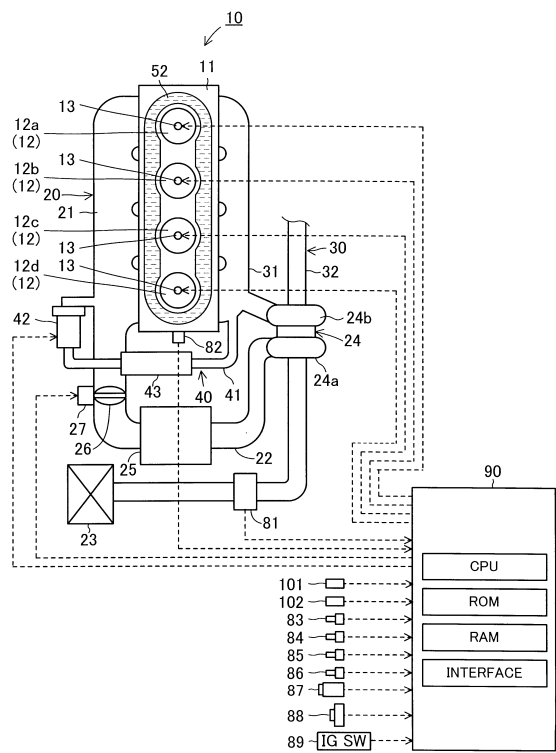
30

【符号の説明】

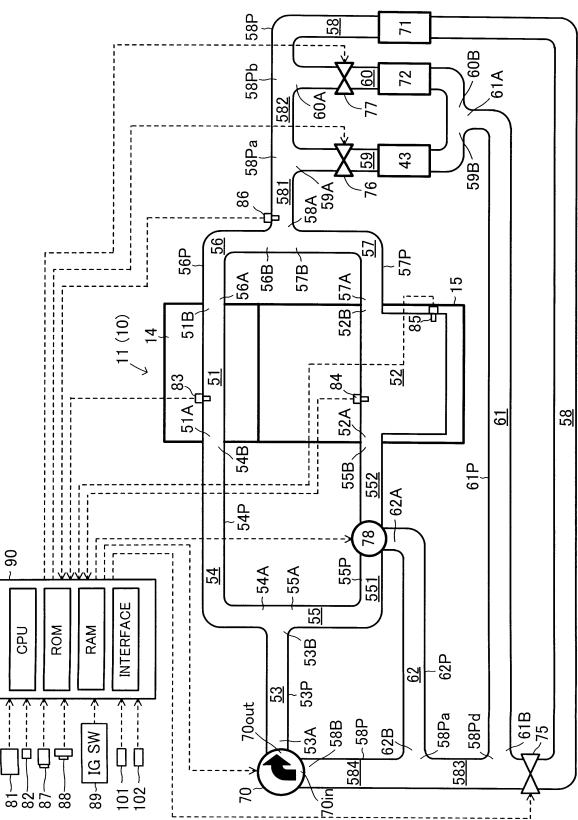
【0391】

10…内燃機関、14…シリンダヘッド、15…シリンダブロック、51…ヘッド水路、51A…ヘッド水路の第1端部、51B…ヘッド水路の第2端部、52…ブロック水路、52A…ブロック水路の第1端部、52B…ブロック水路の第2端部、53乃至57…水路、58…ラジエータ水路、62…水路、70…ポンプ、70in…ポンプ取込口、70out…ポンプ吐出口、71…ラジエータ、75…遮断弁、78…切替弁、90…ECU。

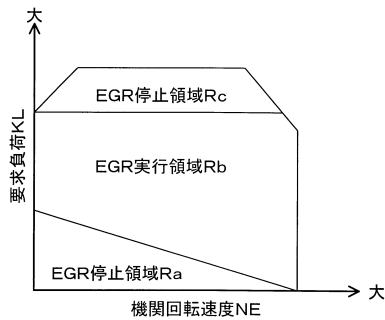
【図 1】



【図 2】



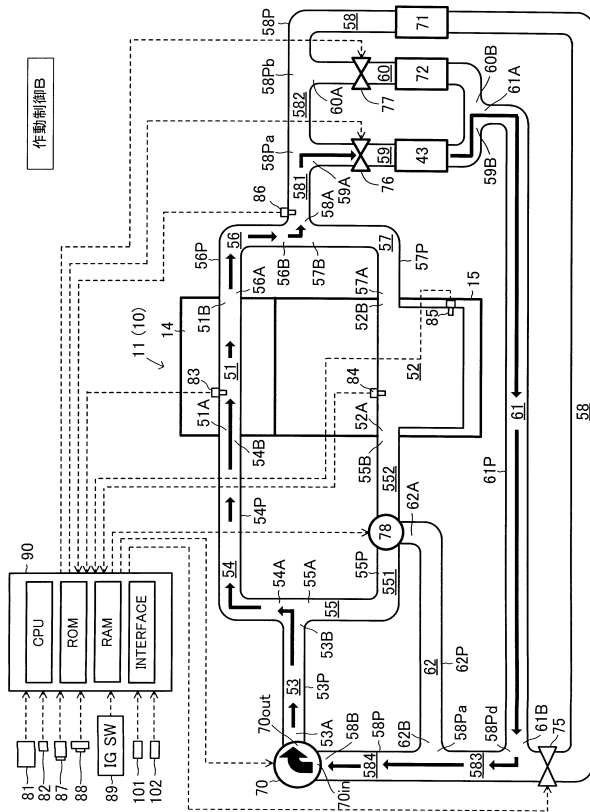
【図 3】



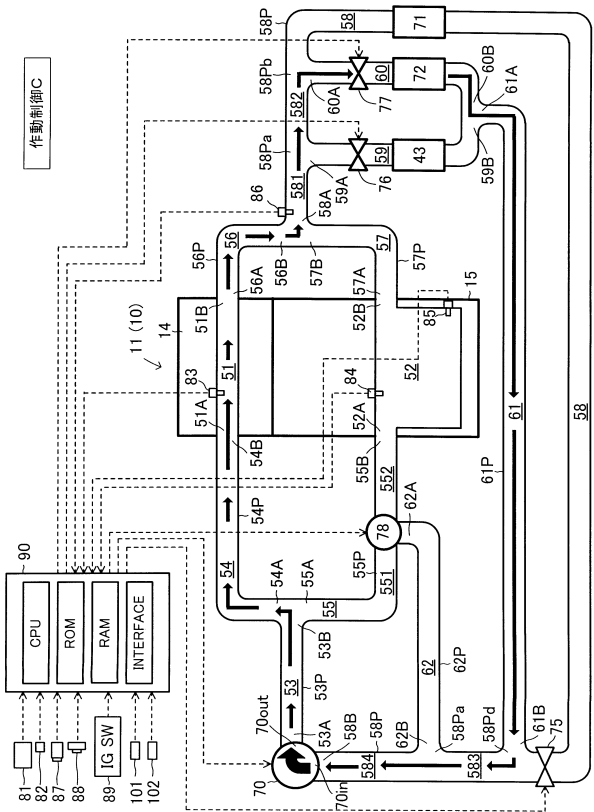
【図 4】

冷間状態	作動制御A	作動制御B	作動制御C	作動制御D
第1半暖機状態	作動制御E	作動制御F	作動制御G	作動制御H
第2半暖機状態	作動制御I	作動制御J	作動制御K	作動制御L
暖機完了状態	作動制御M	作動制御N	作動制御O	作動制御P

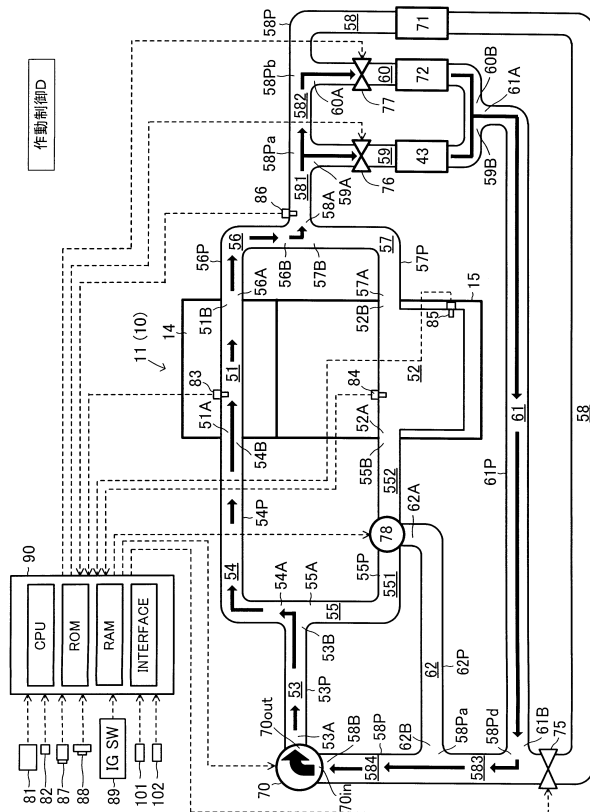
【図5】



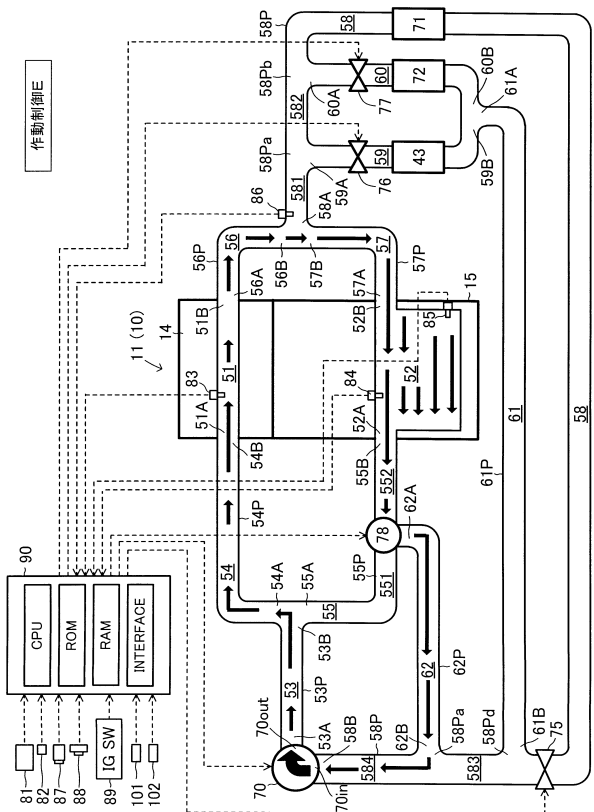
【図6】



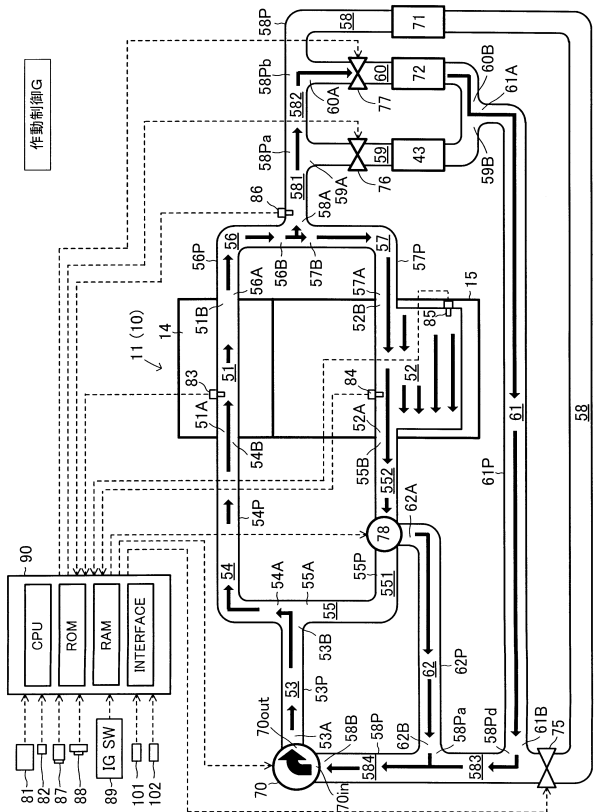
【図7】



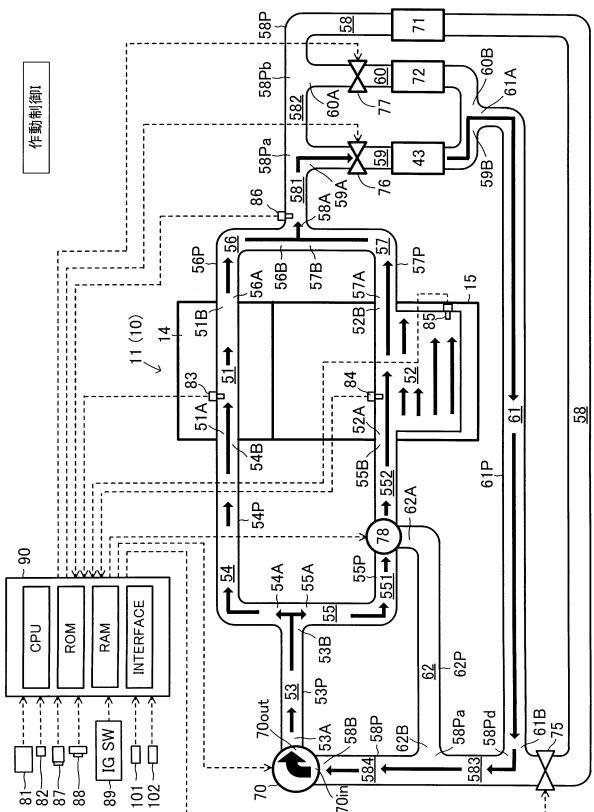
【図8】



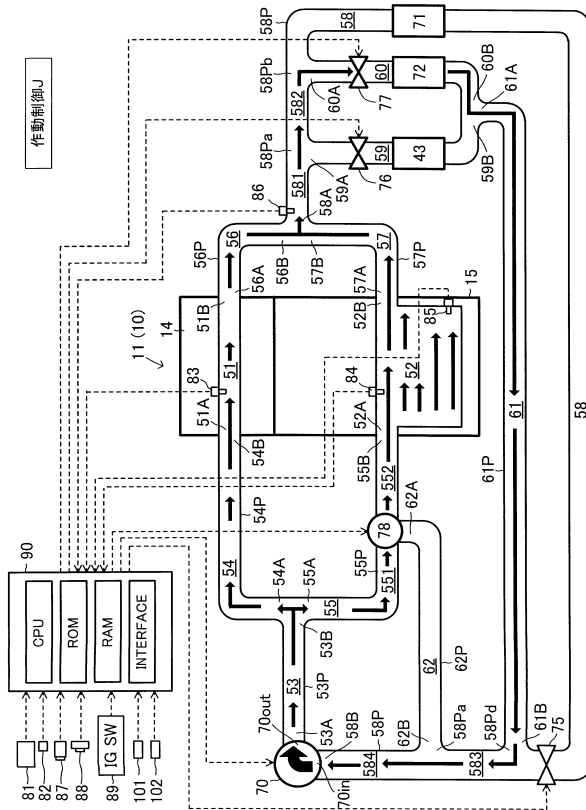
【図 10】



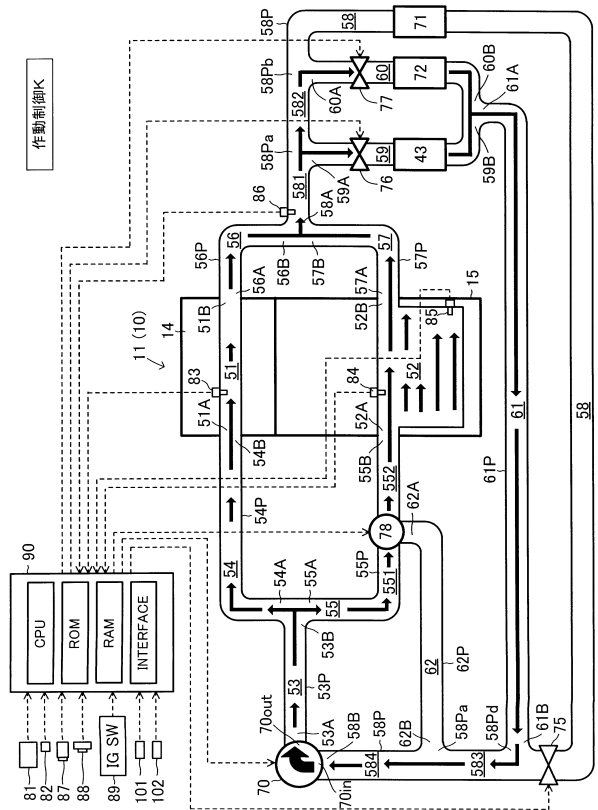
【图 1 2】



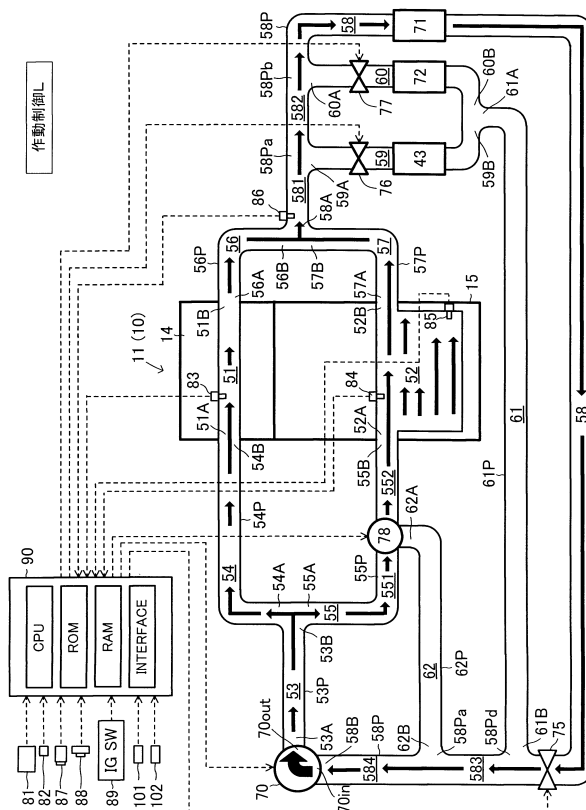
【図 13】



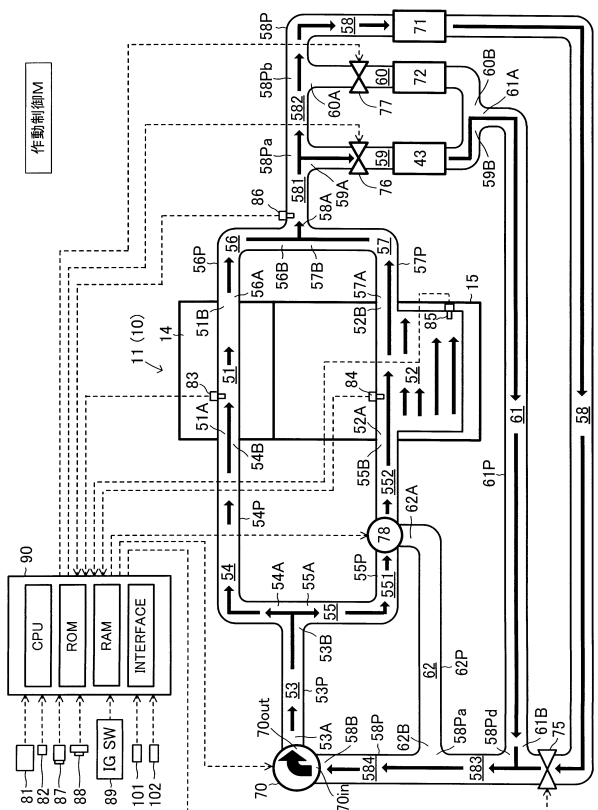
【図 14】



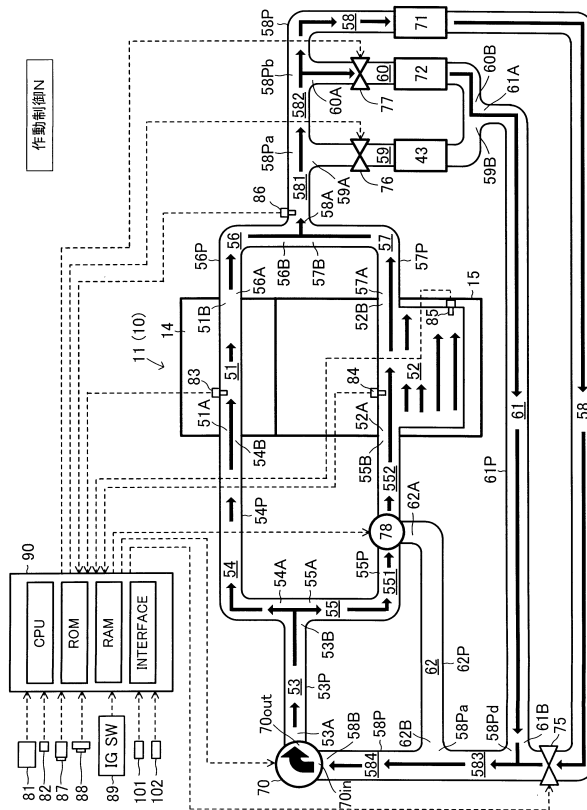
【図 15】



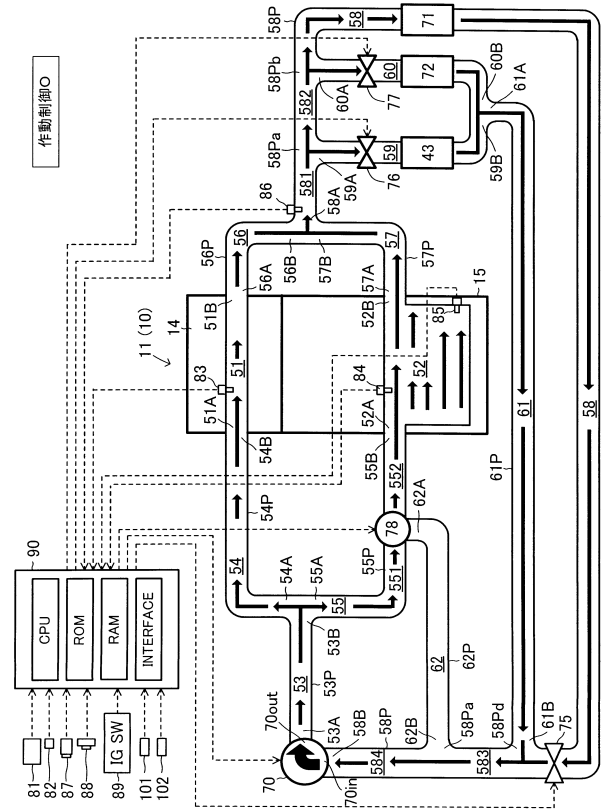
【図 16】



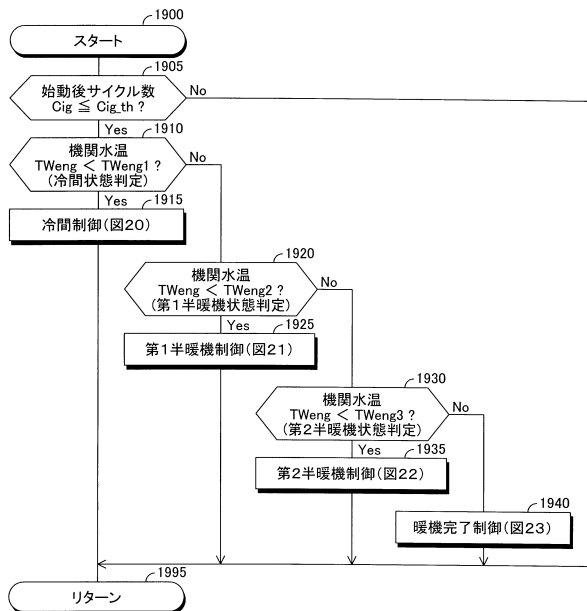
【図 17】



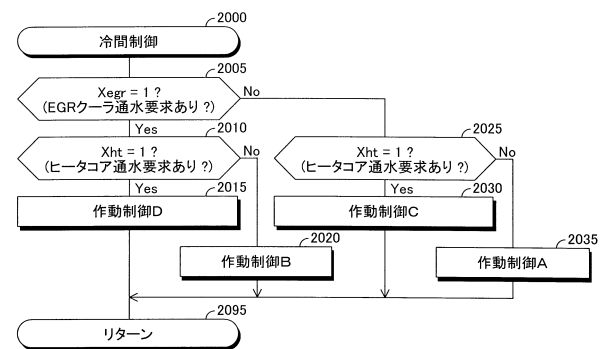
【図 18】



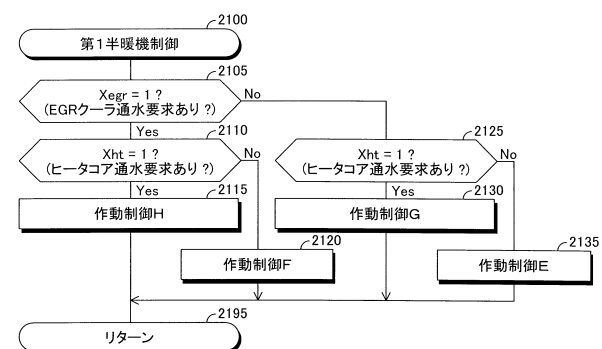
【図 19】



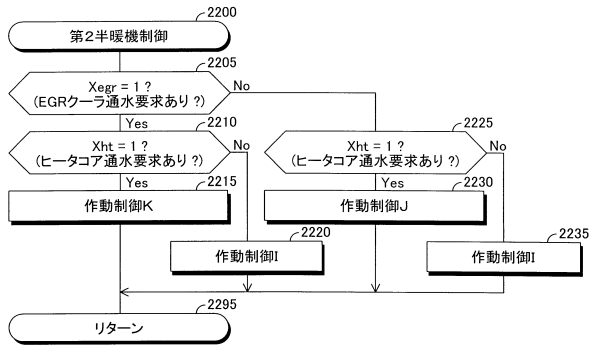
【図 20】



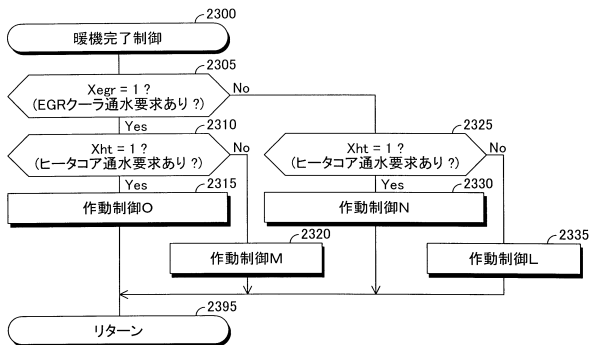
【図 21】



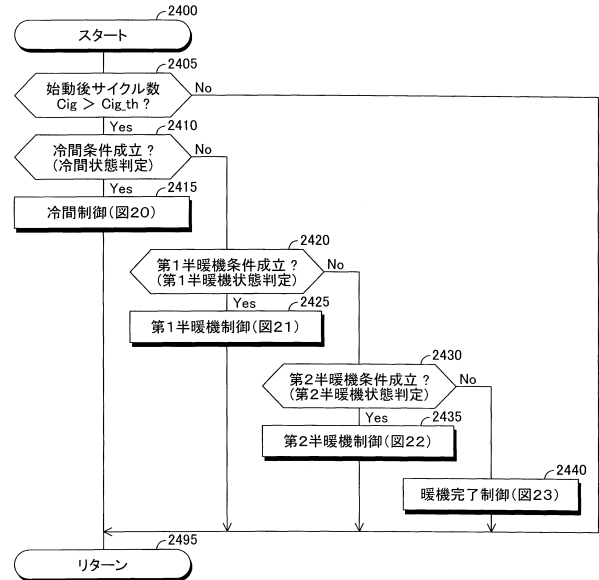
【図 2 2】



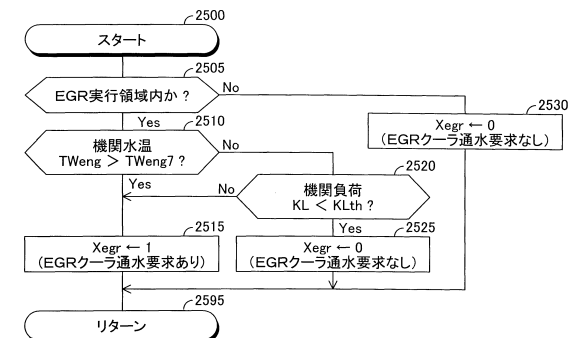
【図 2 3】



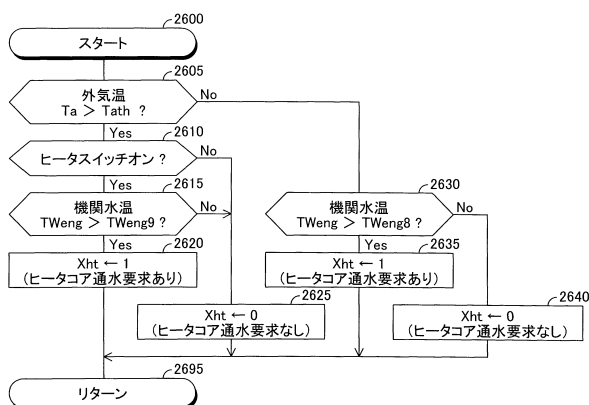
【図 2 4】



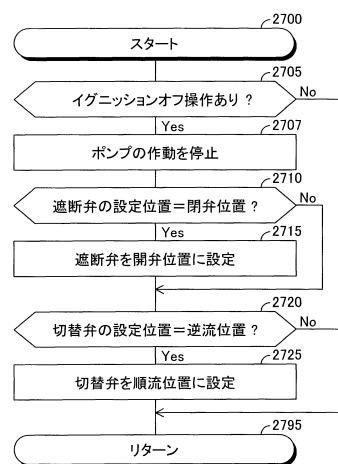
【図 2 5】



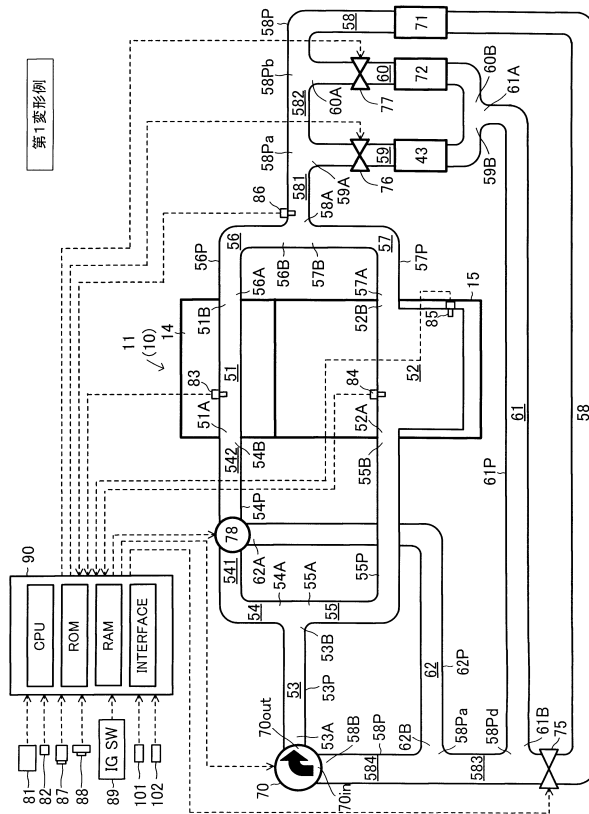
【図 2 6】



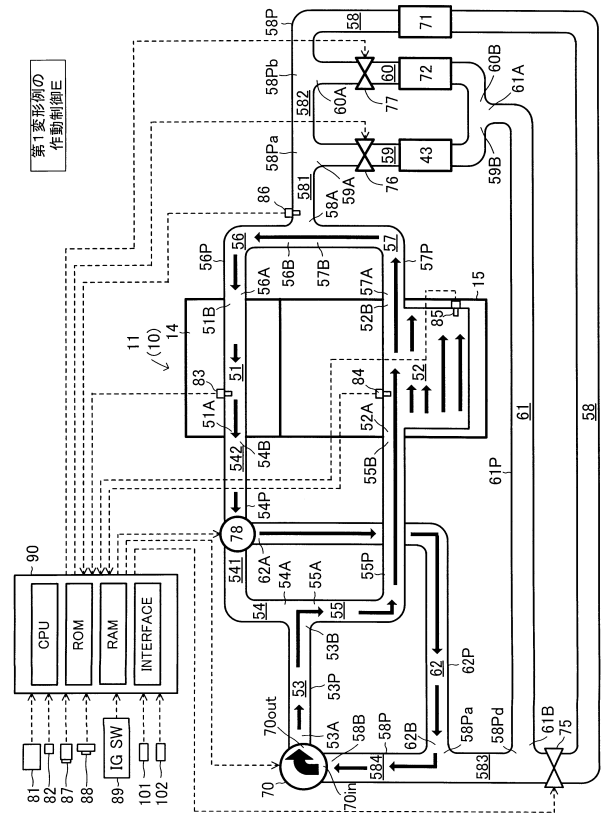
【図 2 7】



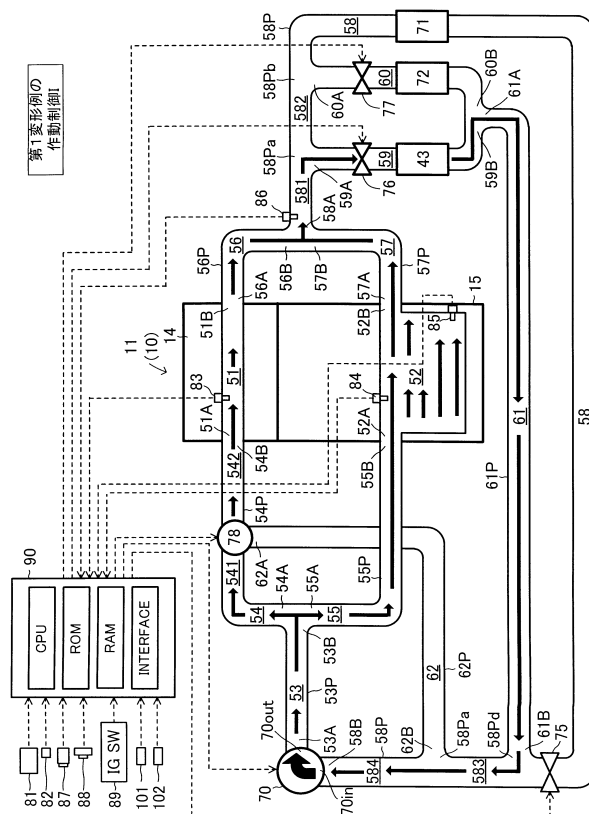
【図 28】



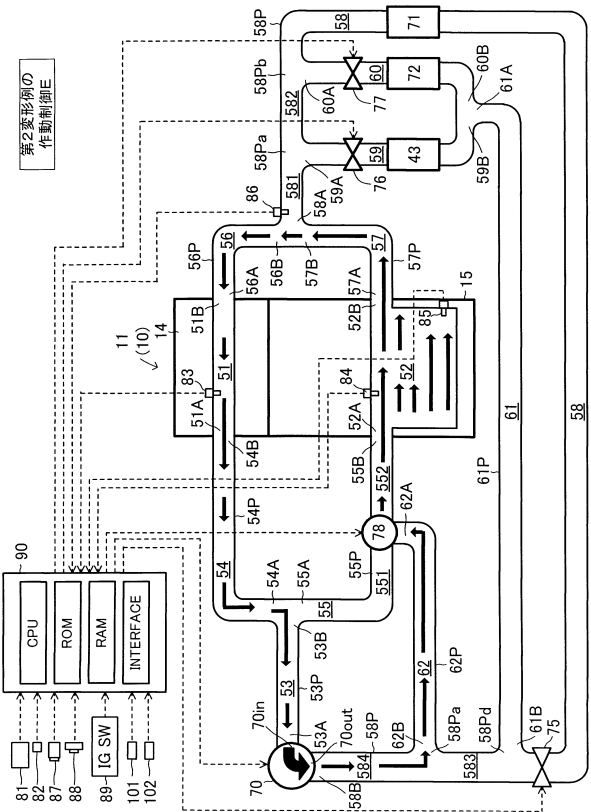
【図 29】



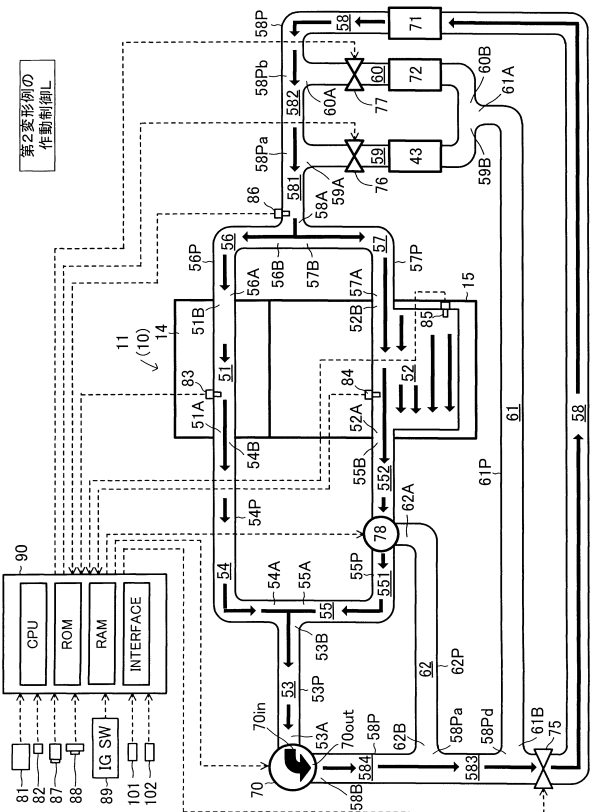
【図 30】



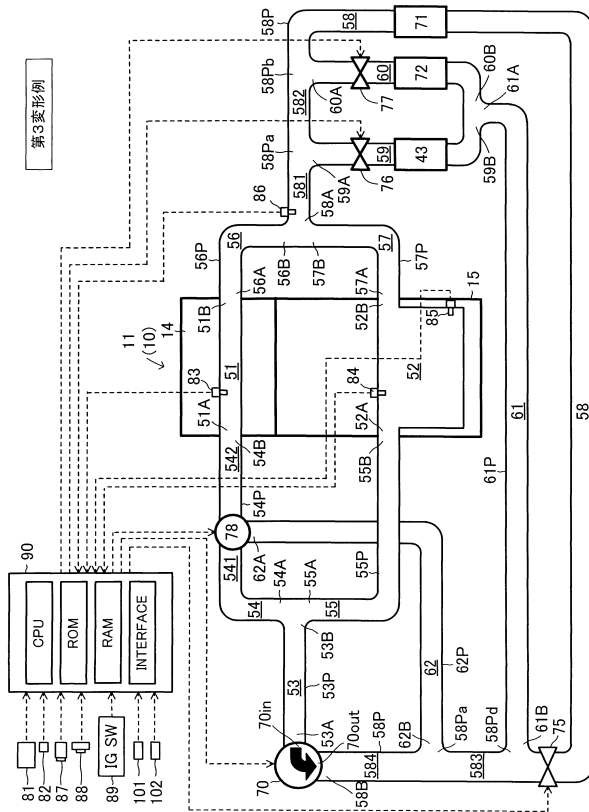
【図 3 3】



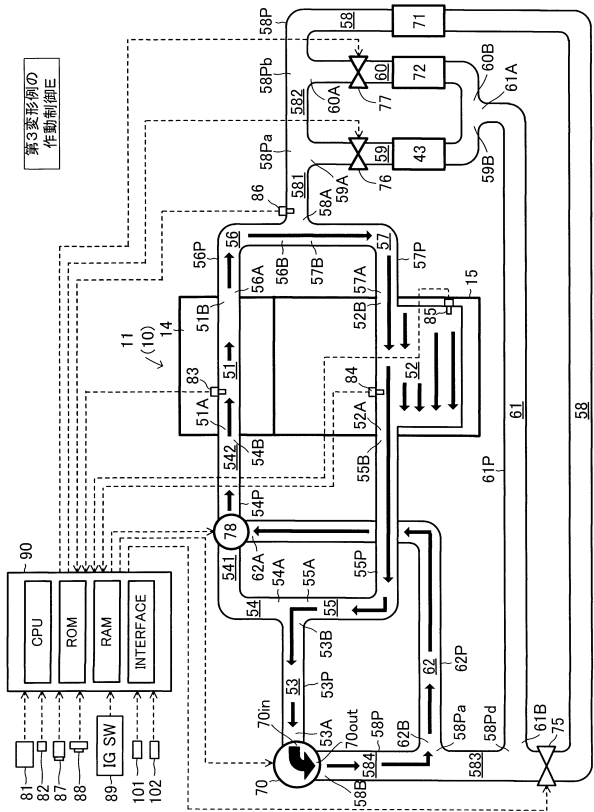
【図 3 5】



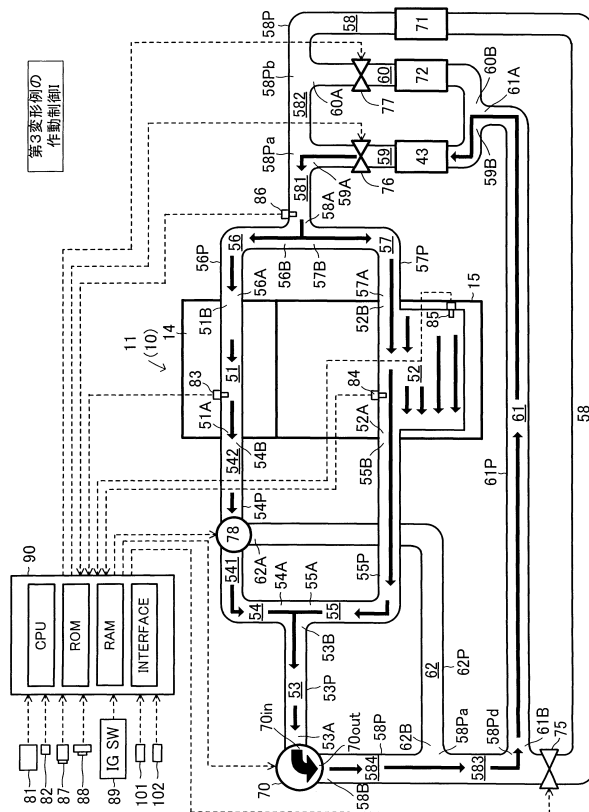
【図 36】



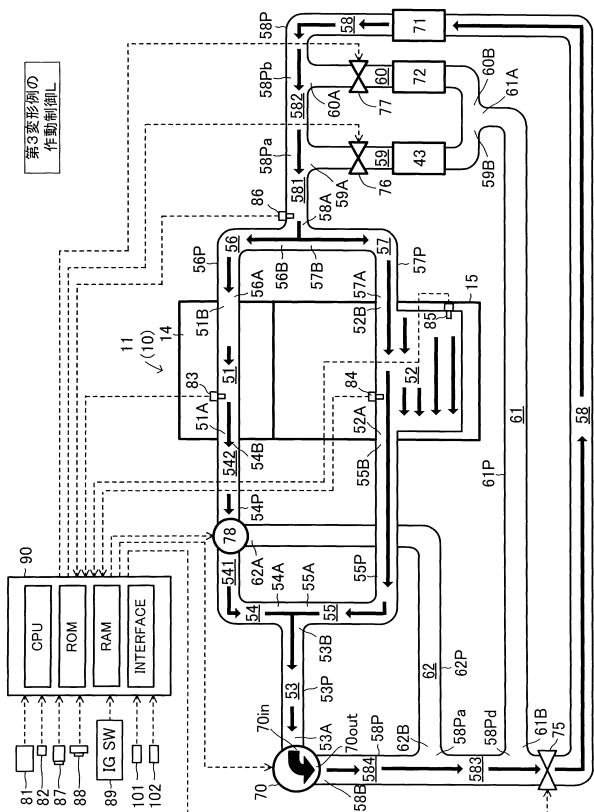
【図 37】



【図 38】



【図 39】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 1 P 7/14 J
F 0 1 P 11/16 E
F 0 1 P 3/20 E
F 0 1 P 3/20 G

(72)発明者 三好 悠司
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 種子島 貴裕

(56)参考文献 英国特許出願公開第02540401 (GB, A)
仏国特許出願公開第2860833 (FR, A1)
国際公開第2013/093997 (WO, A1)
特開2011-236831 (JP, A)
特開2009-293415 (JP, A)
特開2013-224643 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 1 P 7/16
F 0 1 P 3/20
F 0 1 P 7/14
F 0 1 P 11/16