

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5929974号
(P5929974)

(45) 発行日 平成28年6月8日 (2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日 (2016.5.13)

(51) Int.Cl.

F I

FO1P 3/22 (2006.01)

FO1P 7/16 (2006.01)

FO2D 45/00 (2006.01)

FO1P 3/22 A

FO1P 3/22 K

FO1P 3/22 M

FO1P 3/22 U

FO1P 3/22 W

請求項の数 6 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-139950 (P2014-139950)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成26年7月7日 (2014.7.7)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2016-17445 (P2016-17445A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成28年2月1日 (2016.2.1)	(74) 代理人	100087480
審査請求日	平成27年8月20日 (2015.8.20)		弁理士 片山 修平
		(74) 代理人	100128565
			弁理士 ▲高▼林 芳孝
		(72) 発明者	小林 日出夫
			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	寺川 ゆりか
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 沸騰冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の内部に形成され、沸騰することによって前記内燃機関を冷却する冷媒が流通する冷媒通路と、

前記内燃機関において沸騰した冷媒によって駆動される膨張器と、

前記膨張器の下流側に配置され、前記膨張器を通過した前記冷媒を冷却するコンデンサと、

液相の前記冷媒によって冷却対象を冷却する液体冷却状態と、前記冷媒を沸騰させることで前記冷却対象を冷却する沸騰冷却状態とを切り替え可能に設けられた熱交換部と、
を備え、

前記冷媒が循環する経路において、前記膨張器及び前記コンデンサを含む低圧領域と、前記低圧領域以外の高圧領域を形成し、

前記熱交換部には、液相の冷媒が流通する箇所に接続された通路が接続されるとともに、前記低圧領域に接続された通路が接続された沸騰冷却装置。

【請求項2】

前記熱交換部に接続されるとともに液相の冷媒が流通する箇所に接続された通路に、当該通路を流通する液相の冷媒の量を調整する調量弁を備えた請求項1に記載の沸騰冷却装置。

【請求項3】

前記低圧領域に接続された通路から分岐し、前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路

と連通する通路と、当該通路の前記低圧領域に接続された通路からの分岐点に、前記低圧領域側を開通させる状態と、前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路側を開通させる状態とを切り替える制御弁を備える請求項 1 に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 4】

前記内燃機関の暖機時には、前記制御弁を前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路側を開通させる状態に切り替える請求項 3 に記載の沸騰冷却装置。

【請求項 5】

前記内燃機関が、高回転状態又は高負荷状態であるときに、前記制御弁を前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路側を開通させる状態に切り替える請求項 3 に記載の沸騰冷却装置。

10

【請求項 6】

前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路と前記膨張器とを接続する経路から分岐し、前記膨張器をバイパスして前記コンデンサに接続するバイパス通路と、当該バイパス通路の前記冷媒通路と前記膨張器とを接続する経路からの分岐点に、前記膨張器側を開通させる状態と、前記バイパス通路を開通させる状態とを切り替える制御弁を備える請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の沸騰冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、沸騰冷却装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

内燃機関の冷却装置として、内燃機関の内部に形成された冷媒通路（例えばウォータージャケット）を流れる冷媒の沸騰気化熱を利用して冷却を行う沸騰冷却装置が知られている。このような沸騰冷却装置をランキンサイクルと組み合わせた提案として、例えば特許文献 1 が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010-223116 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、ランキンサイクルが備えるタービン等の膨張器を効率よく利用するためには、膨張器の上流側の圧力は高い方がよく、大気圧以上とすることが求められる。すなわち、内燃機関の沸騰冷却によって得られた蒸気を利用するランキンサイクルの効率を向上するために内燃機関側の圧力も高められる。ところで、内燃機関の作動流体、すなわち、冷媒としては、例えば、水や LLC (long life coolant)、エチルアルコールなど、水と沸点が近いものが選定される。冷媒として水を選定した場合、1 気圧における冷媒の沸騰温度は 100℃となり、2 気圧では 120℃となる。内燃機関では、潤滑オイルや、トランスミッション系のオイル等、冷媒を利用した各種の冷却が行われることがある。例えば、内燃機関を循環する潤滑オイルの温度は、一般的に冷媒よりも、さらに 10～30℃程度高くなる。このため、潤滑オイルを冷却対象として冷媒との熱交換により冷却する場合、高温の冷媒の温度以下に潤滑オイルの温度を低下させることはできず、潤滑オイルの劣化や内燃機関の摺動部における焼き付きの可能性がある。

40

【0005】

そこで、本明細書開示の沸騰冷却装置は、内燃機関を冷却する冷媒と熱交換することによって冷却される冷却対象を適切に冷却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沸騰冷却装置は、内燃機関の内部に形成され、沸騰することによって前記内燃機関を冷却する冷媒が流通する冷媒通路と、前記内燃機関において沸騰した冷媒によって駆動される膨張器と、前記膨張器の下流側に配置され、前記膨張器を通過した前記冷媒を冷却するコンデンサと、前記冷媒と熱交換することによって冷却対象を冷却する熱交換部と、を備え、前記冷媒が循環する経路において、前記膨張器及び前記コンデンサを含む低压領域と、前記低压領域以外の高圧領域を形成し、前記熱交換部には、液相の冷媒が流通する箇所に接続された通路が接続されるとともに、前記低压領域に接続された通路が接続されている。熱交換部を低压領域と接続することにより熱交換部において沸騰冷却が起りやすい状態とする。これにより、熱交換部を沸騰冷却状態とし、ランキンサイクルを活用する状態においても冷却対象を適切に冷却することができる。

10

【0007】

沸騰冷却装置は、前記熱交換部に接続されるとともに液相の冷媒が流通する箇所に接続された通路に、当該通路を流通する液相の冷媒の量を調整する調量弁を備えてもよい。調量弁を備えることにより、熱交換部内の冷媒量を調整し、熱交換部における沸騰冷却を実現しやすくする。

【0008】

沸騰冷却装置は、前記低压領域に接続された通路から分岐し、前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路と連通する通路と、当該通路の前記低压領域に接続された通路からの分岐点に、前記低压領域側を開通させる状態と、前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路側を開通させる状態とを切り替える制御弁を備えてもよい。これにより、冷媒の沸騰による気化潜熱を利用した沸騰冷却状態と、液相の冷媒により熱を奪って冷却する液体冷却状態とを切り替えることができる。

20

【0009】

沸騰冷却装置は、前記内燃機関の暖機時には、前記制御弁を前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路側を開通させる状態に切り替えてもよい。内燃機関の暖機時に液体冷却状態とし、内燃機関の暖機時において冷却対象よりも温度が上昇しやすい冷媒を利用して冷却対象の早期暖機を実現することができる。

【0010】

沸騰冷却装置は、前記内燃機関が、高回転状態又は高負荷状態であるときに、前記制御弁を前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路側を開通させる状態に切り替えてもよい。これにより、内燃機関が高回転状態又は高負荷状態であるときに、ランキンサイクルの作動を停止させて、内燃機関及び熱交換部における液体冷却を行う。ランキンサイクルを停止させた状態では、冷媒の圧力が低下し、沸点も低下することから、冷媒の温度も下がり、冷却対象を適切に冷却することができる。

30

【0011】

沸騰冷却装置は、前記内燃機関の内部に形成された冷媒通路と前記膨張器とを接続する経路から分岐し、前記膨張器をバイパスして前記コンデンサに接続するバイパス通路と、当該バイパス通路の前記冷媒通路と前記膨張器とを接続する経路からの分岐点に、前記膨張器側を開通させる状態と、前記バイパス通路を開通させる状態とを切り替える制御弁を備えてもよい。沸騰冷却状態が選択されたときにバイパス通路に蒸気が流入することを回避することができるとともに、液体冷却状態が選択されたときに、液相の冷媒をコンデンサに送り、冷媒を冷却することができる。

40

【発明の効果】

【0012】

本明細書開示の沸騰冷却装置によれば、内燃機関を冷却する冷媒と熱交換することによって冷却される冷却対象を適切に冷却することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は実施形態の沸騰冷却装置の概略構成を示す説明図である。

50

【図 2】図 2 は実施形態の沸騰冷却装置の制御の一例を示すフロー図である。

【図 3】図 3 は沸騰冷却状態の沸騰冷却装置の概略構成を示す説明図である。

【図 4】図 4 は液体冷却状態の沸騰冷却装置の概略構成を示す説明図である。

【図 5】図 5 は調量弁の開度を決定するマップの一例である。

【図 6】図 6 は沸騰冷却から液体冷却に切り替える際に参照されるマップの一例である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

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。

【0015】

(実施形態)

まず、図 1 を参照しつつ、内燃機関 10 に組み込まれた実施形態の沸騰冷却装置 100 について説明する。図 1 は、実施形態の沸騰冷却装置 100 の概略構成を示す説明図である。内燃機関 10 は、吸気系及び排気系を備え、排気系には、エキゾーストマニホールド 10a が含まれる。内燃機関 10 は、オイルパン 10b を備える。オイルパン 10b には、油温センサ 10b1 が設けられている。油温センサ 10b1 は、オイルパン 10b の内部に貯留されるオイルの温度を検出する。沸騰冷却装置 100 は、内燃機関 10 の内部に形成され、沸騰することによって内燃機関 10 を冷却する冷媒が流通する冷媒通路 12 を備える。冷媒通路 12 は、例えば内燃機関 10 の気筒周囲に形成されたウォータージャケットであるが、冷媒通路 12 内の冷媒によって内燃機関 10 を冷却することが可能であればその他の形態でもよい。冷媒通路 12 内を流通する冷媒が内燃機関 10 の熱を吸熱して沸騰することにより、内燃機関 10 が冷却される。冷媒通路 12 内を流れる冷媒は、水や LLC (long life coolant)、エチルアルコール等、内燃機関 10 の熱を吸熱して沸騰する液体であれば特に限定されない。本実施形態では、水とエチレングリコールを混合した冷媒を用いている。沸騰冷却装置 100 は、冷媒通路 12 を流通する冷媒を沸騰させることによって内燃機関 10 を冷却する沸騰冷却状態と、液相の冷媒により熱を持ち去ることによって内燃機関 10 を冷却する液体冷却状態の二つの冷却態様を実現することができる。沸騰冷却装置 100 が沸騰冷却状態となっているときは、発生した蒸気の利用による廃熱回収が行われるランキンサイクルを形成する。

【0016】

冷媒通路 12 は、内燃機関 10 が備えるシリンダヘッドに出口 12a が設けられており、この出口 12a には、第 1 通路 13 が接続されている。第 1 通路 13 には第 1 温度センサ 13a が設けられている。第 1 温度センサ 13a は、第 1 通路 13 内を流通する冷媒の温度を計測する。第 1 通路 13 の他端は、気液分離器 14 に接続されている。第 1 通路 13 内を流通する冷媒は、主として冷媒通路 12 で蒸気化した気相冷媒であるが、液相冷媒が混在することもある。

【0017】

気液分離器 14 は、蒸気出口 14a を備える。蒸気出口 14a には、第 4 通路 15 が接続されている。第 4 通路 15 には、気液分離器 14 を通過した蒸気が流れ込む。第 4 通路 15 の他端には、膨張器の一例であるタービン 18 が配置されている。第 4 通路 15 の気液分離器 14 とタービン 18 との間には、過熱器 16 が設けられている。過熱器 16 は、後に説明する排気熱蒸気発生器 20 を通過した後の排気ガスが供給されることにより、気液分離器 14 を通過した後の蒸気にさらに熱を付与する。タービン 18 は、過熱器 16 から流入した過熱蒸気によって、駆動される。タービン 18 には、例えばタービン 18 の駆動力を利用して発電を行う発電機が接続される。これにより、内燃機関 10 の廃熱を回収することができる。タービン 18 の駆動力は、内燃機関 10 の駆動力の補助として用いてもよい。このように、本実施形態の沸騰冷却装置 100 は、ランキンサイクルとしても機能する。なお、排気ガスの流通経路に対して、過熱器 16 と排気熱蒸気発生器 20 とを入れ替えてもよい。すなわち、排気ガスの流通経路に対して、過熱器 16 を排気熱蒸気発生

器 20 よりも上流側に配置し、過熱器 16 を通過した排気ガスを排気熱蒸気発生器 20 に導入するようにしてもよい。

【0018】

第1通路13からは、第2通路131が分岐している。第2通路131の他端は、後に説明する第13通路33に接続されている。また、第1通路13は、第2通路131との分岐点よりも下流側で第3通路132と分岐している。第3通路132の他端132aは、後に説明するコンデンサ（以下、CDNと表記する場合がある）24の入口24aに接続されている。第3通路132は、後に説明するタービン18をバイパスするバイパス通路として機能する。すなわち、第3通路132は、内燃機関10の内部に形成された冷媒通路12とタービン18とを接続する経路13及び経路15から分岐し、タービン18をバイパスしてコンデンサ24に接続するバイパス通路となる。第1通路13と第3通路132との分岐点には、第1三方弁13bが設けられている。第1三方弁13bは、タービン18側を開通させる状態と、バイパス通路である第3通路132を開通させる状態とを切り替える制御弁に相当する。従って、第1三方弁13bは、冷媒通路12の出口12aから排出された冷媒をそのまま第1通路13を通過させて気液分離器14に冷媒を導入するか、第3通路132を通過させてタービン18をバイパスしてコンデンサ24に導入するかを選択する。第1三方弁13bは、電磁弁であり制御部に相当するECU28に電氣的に接続されている。

10

【0019】

このように、内燃機関10とタービン18との間に配置された気液分離器14は、内燃機関10から排出された冷媒を液相冷媒と気相冷媒とに分離する。気液分離器14は、下側に分離された液相冷媒が貯留される。気液分離器14の蒸気出口14aと過熱器16との間には、第1開閉弁15aが設けられている。第1開閉弁15aは、電磁弁であり制御部に相当するECU28に電氣的に接続されている。第1開閉弁15aが閉弁状態とされると、気液分離器14からの蒸気の排出が停止する。気液分離器14の下端には、第1液相冷媒出口14bと第2液相冷媒出口14cが設けられている。第1液相冷媒出口14bには、第5通路19が接続されている。気液分離器14の下端には、分離された液相の冷媒が貯留されているため、第5通路19には、常時、液相の冷媒が流通している。第5通路19には、第1ウォーターポンプ（WP）19aが設けられている。第1ウォーターポンプ19aは、内燃機関10内に形成された冷媒通路12に液相冷媒を供給する。第2液相冷媒出口14cには、第6通路21が接続されている。この第6通路21にも、第5通路19と同様に常時、液相の冷媒が流通している。第6通路21の他端は、排気熱蒸気発生器20に接続されており、排気熱蒸気発生器20に液相冷媒を供給する。排気熱蒸気発生器20については、後に詳述する。

20

30

【0020】

気液分離器14は、内部の液面高さ、すなわち、貯留された液相冷媒の高さを計測する液面センサ14dを備える。液面センサ14dは、ECU28に電氣的に接続されている。気液分離器14には、液相の冷媒を排出する排出口14eが設けられている。排出口14eには、後に説明するように、冷媒放出通路26が接続される。排出口14eの直径及びその設置箇所は、液面センサ14dを用いて制御される液面高さに対応させて設けられている。すなわち、排出口14eの諸元は、液面センサ14dを用いて制御される液面高さ、換言すれば、上限液面及び下限液面を実現できるように設定されている。仮に、排出口14eが、所望の液面よりも非常に高い位置に設定されると、気液分離器14内の液相冷媒を適切に排出できず、この結果、気液分離器14の容積を大きく設定しなければならなくなる。これとは逆に、排出口14eが、所望の液面よりも非常に低い位置に設定されると液相冷媒を排出しすぎることになり、内燃機関10に供給する液相冷媒が不足して、内燃機関10の冷却不足を招く可能性がある。排出口14eの諸元は、少なくともこれらの条件を考慮して決定される。なお、また、気液分離器14は、重力により液相の冷媒が第1ウォーターポンプ19aや排気熱蒸気発生器20に供給される位置に設定されている。

40

50

【0021】

上述のように本実施形態の沸騰冷却装置100は、排気熱蒸気発生器20を備える。排気熱蒸気発生器20は、内燃機関10が備えるエキゾーストマニホールド10aに接続された排気管17の周囲に設けられている。排気熱蒸気発生器20は、排気管17を通じて排出される排気ガスを介して内燃機関10の廃熱を利用し、蒸気を発生させる。これにより、内燃機関10の廃熱が有効利用される。排気熱蒸気発生器20は、内燃機関10を冷却するために必須ではないが、これを備えることにより、装置全体として廃熱回収の効率を向上させることができる。

【0022】

排気熱蒸気発生器20は、出口20aを備える。この出口20aには、第7通路22が接続されている。第7通路22には第2温度センサ22aが設けられている。第2温度センサ22aは、第7通路22内を流通する冷媒の温度を計測する。第7通路22の他端は、気液分離器14に接続されている。第2蒸気通路22内を流通する冷媒は、主として排気熱蒸気発生器20で蒸気化した気相冷媒であるが、液相冷媒が混在することがある。このように、気液分離器14は、内燃機関10で沸騰した冷媒だけでなく、排気熱蒸気発生器20から排出された冷媒も液相冷媒と気相冷媒とに分離する。

【0023】

沸騰冷却装置100は、タービン18の下流側にタービン18を通過した気相冷媒を冷却して液相冷媒にするコンデンサ24を備える。すなわち、コンデンサ24は、タービン18の下流に配置され、タービン18を通過した冷媒を冷却する。また、コンデンサ24は、バイパス通路である第3通路132を通過した冷媒も冷却する。沸騰冷却装置100が液体冷却状態となっているときは、液相の冷媒を冷却する。コンデンサ24には、タービン18の下流側に設けられた第8通路23の他端が接続されている。コンデンサ24は、熱交換器であり、冷媒と熱交換を行い、冷媒を冷却することにより、気相冷媒を液相冷媒に戻す。また、沸騰冷却装置100が液体冷却状態となっているときには、コンデンサ24は、通常の車両に搭載されているラジエータと同様に液相冷媒を冷却する。第8通路23には、一方弁23aが設けられており、蒸気がコンデンサ24側からタービン18側へ逆流しないようになっている。

【0024】

沸騰冷却装置100は、コンデンサ24によって冷却された液相冷媒、すなわち、気相冷媒から液相冷媒に戻された冷媒を貯留するキャッチタンク25を備える。キャッチタンク25は、上側に冷媒入口25aを備え、下側に冷媒出口25bを備える。冷媒入口25aには、気液分離器14内の液相冷媒をキャッチタンク25へ放出する第9通路26が接続されている。すなわち、第9通路26は、気液分離器14が備える排出口14eに接続されている。この第9通路26には、第2開閉弁26aが設けられている。第2開閉弁26aは、電磁弁でありECU28に電氣的に接続されている。冷媒出口25bには、キャッチタンク25内の液相冷媒を気液分離器14へ供給する第10通路27が接続されている。この、第10通路27は、第2ウォーターポンプ(WP)27aが設けられている。第2ウォーターポンプ27aは電気式であり、ECU28に電氣的に接続されており、液面センサ14dの計測値に基づきECU28によって駆動制御される。第2ウォーターポンプ27aには容積型ポンプが採用されている。

【0025】

このような沸騰冷却装置100は、冷媒が循環する経路において、タービン18及びコンデンサ24を含む低圧領域と、低圧領域以外の高圧領域に区分けすることができる。具体的に、冷媒通路12からタービン18の入口までの通路、すなわち第1通路13及び第4通路15は高圧の蒸気が流通しており、タービン18を通過することによって蒸気の圧力は徐々に低下する。従って、タービン18からコンデンサ24を含む領域は圧力が低い低圧領域に含まれる。なお、コンデンサ24及びキャッチタンク25の下流側では、第2ウォーターポンプ27aにより、気液分離器14、さらには、内燃機関10に向かって冷媒が圧送されるため、高圧領域に含まれるものとする。

【0026】

沸騰冷却装置100は、熱交換部の一例であるオイルクーラ（以下、EOCと表記することがある）30を備える。オイルクーラ30は、冷媒と熱交換することによって冷却対象である潤滑オイルを冷却する。オイルクーラ30には、オイルフィルタ31が接続されている。オイルクーラ30は、第1口部30aと第2口部30bを備える。オイルクーラ30の内部において、第1口部30aと第2口部30bとを繋ぐ通路には、冷媒が流通する。第1口部30aには、第12通路32が接続されている。第12通路32は、第5通路19から分岐している。より具体的には、気液分離器14と第1ウォーターポンプ19aとの間で分離している。第1口部30aは、常時、液相の冷媒が流通する箇所から接続されていることが求められる。また、沸騰冷却装置100が液体冷却状態となり、オイルクーラ30内を流通する冷媒も第1ウォーターポンプ19aによって循環させることを考慮すると、第5通路19のウォーターポンプ19aよりも上流側から分岐していることが望ましい。第12通路32には、調量弁32aが設けられている。調量弁32aは、第12通路32を流れる液相の冷媒の量を調整する。すなわち、調量弁32aは、第1口部30aを介してオイルクーラ30内に導入される液相冷媒の量を調整する。調量弁32aは、電磁弁であり制御部に相当するECU28に電氣的に接続されている。

10

【0027】

第2口部30bには、第13通路33が接続されている。第13通路33の他端は、コンデンサ24の入口24aに接続されている。具体的に、第13通路33の他端は、第3通路132と合流し、これにより、コンデンサ24の入口24aに接続された状態となっている。これにより、第13通路33は、低圧領域に接続された状態となっている。なお、第1口部30aと第2口部30bは、冷媒の流通方向によって冷媒の入口となったり、出口となったりすることがある。具体的に、沸騰冷却装置100が沸騰冷却状態となるときは、第1口部30aが入口となり、第2口部30bが出口となる。一方、沸騰冷却装置100が液体冷却状態となっているときは、第2口部30bが入口となり、第1口部30aが出口となる。

20

【0028】

第13通路33には、第1通路13から分岐した第2通路131が接続されている。すなわち、第2通路131は、第13通路33から分岐し、内燃機関10の内部に形成された冷媒通路12と連通する通路となる。第2通路131の第13通路33への接続点、換言すれば、第2通路131の第13通路33からの分岐点には、第2三方弁33aが設けられている。第2三方弁33aは、低圧領域側を開通させる状態と、内燃機関10の内部に形成された冷媒通路12側を開通させる状態とを切り替える制御弁に相当する。従って、第2三方弁33aは、第2口部33bを冷媒通路12の出口12aと接続するか、コンデンサ24の入口24aに接続するかの選択をする。第2三方弁33aは、電磁弁であり制御部に相当するECU28に電氣的に接続されている。

30

【0029】

オイルクーラ30は、オイル導入口30cとオイル排出口30dを備える。オイル導入口30cは、オイルパン10bと接続されており、オイルパン10b内のオイルをオイルクーラ30内に導入する。オイル排出口30dは、内燃機関10においてオイルの供給が必要となる各部へオイルを供給するオイル通路と接続されている。このようなオイルクーラ30により、オイルを冷却することができる。

40

【0030】

なお、本実施形態では、潤滑オイルを冷却するオイルクーラ30を熱交換部としているが、例えば、ATF（Automatic Transmission Fluid）やミッションオイルを冷却対象とするクーラを熱交換部としてもよい。

【0031】

沸騰冷却装置100は、制御部としてのECU28を備える。ECU28は、上述のように、各種センサ、各種開閉弁等に接続されており、各部の動作を制御する。ECU28の制御は、CPU（Central Processing Unit）等のハードウェアとROM（Read Only M

50

emory)等に記憶されたソフトウェアとの協働によって実行される。E C U 2 8は、計時部 2 8 aを備える。計時部 2 8 aは、後に説明する制御の一例において、時間の計測を行う。

【0032】

つぎに、図2を参照しつつ、沸騰冷却装置100において実施される制御の一例について説明する。図2は実施形態の沸騰冷却装置100の制御の一例を示すフロー図である。沸騰冷却装置100において実施される制御の概略を説明すると、以下の如くである。まず、内燃機関10は、その暖機時には、第2三方弁33aを内燃機関10の内部に形成された冷媒通路12側を開通させる状態に切り替える。また、内燃機関10が、高回転状態又は高負荷状態であるときに、第2三方弁33aを内燃機関10の内部に形成された冷媒通路12側を開通させる状態に切り替える。そして、これら以外の場合には、第2三方弁33aを、低圧領域側を開通させる状態とする。以下、制御の一例につき、詳細に説明する。

10

【0033】

まず、内燃機関10が備えるイグニッションがONにされ、内燃機関10が始動すると、一連の制御が開始される。まず、ステップS1では、内燃機関の回転数NEが高回転判定閾値NE1よりも高く、かつ、冷媒の温度Twが暖機判定温度Tw1よりも高いか否かを判断する。ステップS1では、ステップS2以下で行われる主として冷間始動の制御を行うか、ステップS11以下で行われる主として内燃機関再始動時の制御を行うかを判断する。ここで、内燃機関再始動時は、稼働していた内燃機関10が一旦停止し、再度、始動したような状況を想定している。より具体的には、内燃機関10が暖機完了状態まで到達して停止し、その後、冷却される以前に再度始動したような場合が内燃機関再始動時として想定される。また、暖機完了後の内燃機関10が一旦停止しないような場合であっても、ステップS1において判断される所定の条件を満たした場合には、ステップS11以下の処理が行われる。本実施形態の沸騰冷却装置100は、沸騰冷却状態と液体冷却状態を切り替えるが、高回転判定閾値NE1は、液体冷却状態が選択されるための閾値である。また、暖機判定温度Tw1は、内燃機関10が暖機完了したか否かを判断する閾値となる。冷媒の温度Twは第1温度センサ13aによって取得する。

20

【0034】

ステップS1でNOと判断したとき、すなわち、内燃機関10の回転数NE、冷媒の温度Twの少なくともいずれか一方が所定の条件を満たしていないときは、ステップS2へ進む。ステップS2では、冷媒の温度Twが暖機判定温度Tw1以下であるか否かを判断する。ステップS2でNOと判断したとき、すなわち、内燃機関10の暖機が完了していると判断したときは、ステップS3へ進む。ステップS2でNOと判断したときは、内燃機関10の暖機が完了したとして、沸騰冷却装置100を沸騰冷却状態とする。沸騰冷却装置100が、沸騰冷却状態となるときは、内燃機関10のみでなく、オイルクーラ30も沸騰冷却によって冷却される。ステップS3では、図3に示すように、第1開閉弁15aを開弁する。このとき、第1三方弁13bは、図3中、黒塗りで示すようにバイパス通路である第3通路132を閉鎖し、気液分離器14に通じる第1通路13を開通した状態としている。これにより、内燃機関10で徐々に発生した蒸気が気液分離器14に送られる状態となっている。内燃機関10の暖機が完了した状態で第1開閉弁15aを開弁すると、気液分離器14内に貯留され、液相と分離された気相の冷媒が過熱器16に送られる。また、第1開閉弁15aが開弁すると、気液分離器14よりも上流側の圧力が低下し、より蒸気が発生しやすい状態となり、継続的に発生する蒸気が過熱器16に送られる。ステップS3に引き続いて行われるステップS4では、図3に示すように調量弁32aが全閉状態とされる。これにより、液相冷媒のオイルクーラ(EOC)30への流入が停止する。そして、調量弁32aの閉弁措置とともに、第2三方弁33aの状態を、オイルクーラ30とコンデンサ24とが流通する状態とする。すなわち、オイルクーラ30が低圧領域に接続された状態とする。これにより、オイルクーラ30内の圧力が低下し、オイルクーラ30内が低圧沸騰状態となって沸騰冷却が行われる。このとき、調量弁32aが全閉

30

40

50

状態とされており、オイルクーラ 30 内の冷媒の量は減少しやすい状態となっているため、オイルクーラ 30 は、沸騰冷却により効果的に温度が低下する。なお、このとき、第 2 三方弁 33 a は、図 3 中、黒塗りで示すように、第 3 通路 132 を閉鎖した状態となっている。このため、内燃機関 10 で発生した蒸気は、第 13 通路 33 に合流することなく、第 1 通路 13 を通じて気液分離器 14 に送られる。ステップ S3 の処理とステップ S4 の処理は、同時に行われてもよいし、順番を入れ替えてもよい。ステップ S3 及びステップ S4 の処理が行われた後は、ステップ S6 へ進む。

【0035】

一方、ステップ S2 で YES と判断したとき、すなわち、内燃機関 10 の暖機が完了していないと判断したときは、ステップ S5 へ進む。ステップ S2 で YES と判断したときは、内燃機関 10 の暖機が完了していないとして、沸騰冷却装置 100 を液体冷却状態とする。ここで、便宜上、液体冷却状態と称しているが、内燃機関 10 の暖機状態のときは、液相の冷媒を内燃機関 10 内に循環させる意味合いが強い。このように内燃機関 10 が暖機状態のときは、内燃機関 10 内に形成された冷媒通路 12 だけでなく、オイルクーラ 30 内にも液相の冷媒を通過させて、顕熱による潤滑オイルの冷却を行う。内燃機関 10 が暖機状態にあるときに、液体冷却状態とすることにより、冷却対象である潤滑オイルよりも温度上昇しやすい冷媒と潤滑オイルとの熱交換が行われる。これにより、潤滑オイルの昇温を補助し、早期の暖機完了を図ることができる。ステップ S5 では、図 4 に示すように調量弁 32 a が全開状態とされる。これにより、液相冷媒のオイルクーラ (EOC) 30 への流入が継続する。そして、調量弁 32 a の開弁措置とともに、第 2 三方弁 33 a の状態を、オイルクーラ 30 とウォータージャケット (WJ)、すなわち、冷媒通路 12 とが流通する状態とする。このように、内燃機関 10 の暖機時には、制御弁に相当する第 2 三方弁 33 a を内燃機関 10 の内部に形成された冷媒通路 12 側を開通させる状態に切り替える。これにより、オイルクーラ 30、冷媒通路 12 を含む液相冷媒の循環経路が形成される。すなわち、図 4 に示すように、オイルクーラ及び冷媒通路 12 を含む循環経路に、図 4 において反時計回りとなる液相冷媒の流れができる。液相冷媒は、第 1 ウォーターループポンプ 19 a によって循環する。このとき、図 4 中、黒塗りで示すように、第 1 三方弁 13 b は、第 1 通路 13 を閉鎖した状態となり、気液分離器 14 やタービン 18 をバイパスする第 3 通路 132 を開通させる。これにより、液相の冷媒がコンデンサ 24 に流れ込む。このとき、コンデンサ 24 は、ラジエータとして機能し、液相冷媒を冷却する状態となる。ステップ S5 の処理を終了した後は、再びステップ S2 からの処理を繰り返す。

【0036】

ステップ S4 の処理を終了した後は、ステップ S6 へ進む。ステップ S6 では、潤滑オイルの温度 T_o が上限温度 $T_{o\ high}$ 以下であるか否かを判断する。潤滑オイルの温度 T_o は、油温センサ 10 b1 により取得される。上限温度 $T_{o\ high}$ は、ECU 28 内のメモリに内蔵されている。上限温度 $T_{o\ high}$ は、潤滑オイルの性能を保証する油温として規定されている。ステップ S6 で YES と判断したときは、ステップ S7 へ進む。一方、ステップ S6 で NO と判断したときは、ステップ S10 へ進む。すなわち、潤滑オイルの温度 T_o が上限温度 $T_{o\ high}$ を超えているときはステップ S10 へ進む。ステップ S10 では、調量弁 32 a を全開にする。これにより、液相冷媒をオイルクーラ 30 に導入し、潤滑オイルの冷却を促進する。ステップ S10 で調量弁 32 a を全開とした後は、ステップ S6 で YES と判断されるまで、調量弁 32 a の全開状態を維持する。

【0037】

ステップ S7 では、潤滑オイルの温度 T_o が、冷媒の温度 T_w 以上であり、冷媒の温度 T_w よりもわずかに高い温度、すなわち、 $T_w + \alpha$ 以下となっているか否かを判断する。この条件は、潤滑オイルが冷媒から必要以上に熱を奪わないようにするために設定されている。具体的に、例えば、潤滑オイルの温度 T_o が冷媒の温度 T_w よりも低い場合、冷媒が有する熱がオイルクーラ 30 において潤滑オイルに奪われてしまう。オイルクーラ 30 で奪われた熱はコンデンサ 24 において捨てられることになる。すなわち、冷媒の熱がコンデンサ 24 において捨てられることになる。この結果、冷媒が蒸発することによって生成

される蒸気量が減り、タービン出力が低下する。そこで、冷媒の熱量が潤滑オイルに奪われないようにするためにステップS7における判断を行う。

【0038】

ステップS7でNOと判断したときは、ステップS8へ進む。一方、ステップS7でYESと判断したときは、未だ、潤滑オイルが適切な温度に到達していないとしてステップS6からの処理を繰り返す。

【0039】

ステップS8では、冷媒の温度 $T_w + \alpha$ と潤滑オイルの温度 T_o との差に基づいて、調量弁32aの開度を調節する。具体的には、図5に示すマップを参照して調量弁32aの開度を調整する。 $T_w + \alpha$ と T_o との差が大きいほど、調量弁32aの開度は大きくなる。すなわち、潤滑オイルの温度 T_o が温度 $T_w + \alpha$ より高い場合に、 $T_w + \alpha$ と T_o との差が大きいほど、調量弁32aの開度を大きくして潤滑オイルの冷却を促進している。なお、ステップS8における処理は、ステップS7においてNOと判断したときに行われるため、 $T_w + \alpha$ と T_o との差は必ず0以上となる。このマップを参照したフィードバック制御を行うことにより、潤滑オイルの温度 T_o が適切な範囲に収まる。なお、ステップS7の判断では、 $T_o < T_w$ のときもNOと判定され、ステップS8が実行される。 $T_o < T_w$ であるときは、図5に示すマップにおいて、横軸の値は、－（マイナス）を示すことになるが、横軸の値が小さくなるに従って調量弁開度は小さくなる。調量弁開度が小さくなると冷媒と潤滑オイルとの熱交換が抑制され、冷媒の熱が潤滑オイルに奪われる状況が改善される。

【0040】

ステップS8で調量弁32aの開度調整を行った後は、ステップS9へ進む。ステップS9では、内燃機関10が停止したか否かを判断する。この処理は、一連の制御を終了する条件となるものであり、ステップS9においてNOと判断したときは、ステップS1からの処理を繰り返し、一方、ステップS9においてYESと判断したときは、一連の処理は終了する（エンド）。

【0041】

一方、ステップS1でYESと判断したときは、ステップS11へ進む。すなわち、内燃機関10の回転数NE、冷媒の温度 T_w の双方が所定の条件を満たしているときは、ステップS11へ進む。ステップS11では、内燃機関の回転数NEが高回転判定閾値NE1よりも高く、かつ、冷媒の温度 T_w が暖機判定温度 T_w1 よりも高い状態がt1秒継続したか否かを判断する。ここで、t1秒の計測は、計時部28aによって行われる。計時部28aは、回転数NEが高回転判定閾値NE1を超え、かつ、温度 T_w が暖機判定温度 T_w1 を超えると計時を開始する。時間t1の長さは適宜決定することができる。このようにt1秒の経過を条件としているのは、安定した制御を行うためである。ステップS11の判断は、沸騰冷却と液体冷却との切替条件の判断となるが、例えば、内燃機関の回転数NEがわずかでも高回転判定閾値NE1を超えたら冷却態様を変更することとなると、制御の切替頻度が増し、安定した制御が実現されないからである。

【0042】

ステップS11でNOと判断したときは、ステップS2へ進み、ステップS2以降の処理を行う。ステップS2以降の処理については、すでに説明しているため省略する。一方、ステップS11でYESと判断したときは、ステップS12へ進む。ステップS12の処理は、ステップS5の処理と共通する。すなわち、ステップS12では、液体冷却状態に切り替える。このように、内燃機関10が、高回転状態であるときは、制御弁に相当する第2三方弁33aを内燃機関10の内部に形成された冷媒通路12側を開通させる状態に切り替える。なお、本実施形態では、内燃機関10が高回転判定閾値NE1以上を維持する高回転状態のときに液体冷却に切り替えているが、内燃機関10が高負荷状態であるときに液体冷却に切り替えるようにしてもよい。この場合、図6に示すマップを参照し、液体冷却移行閾値を超えて高負荷領域に入り、この状態が所定期間継続されたときに液体冷却に切り替えるようにする。これにより、ランキンサイクルの作動を停止させて、内燃

機関 10 及び熱交換部であるオイルクーラ (EOC) 30 における液体冷却を行う。ランキンサイクルを停止させた状態では、冷媒の圧力が低下し、沸点も低下することから、冷媒の温度も下がり、冷却対象である潤滑オイルを適切に冷却することができる。

【0043】

ステップ S12 の処理を終えた後は、ステップ S13 へ進む。ステップ S13 では、内燃機関 10 の回転数 NE が低回転判定閾値 NE2 以下の状態が t2 秒継続したか否かを判断する。ここで、NE1 > NE2 の関係を有する。t2 秒の計測は、計時部 28a によって行われる。計時部 28a は、低回転判定閾値 NE2 を下回ると計時を開始する。時間 t2 の長さは適宜決定することができる。このように t2 秒の経過を条件としているのは、高回転判定閾値 NE1 について判断するとき t1 秒の経過が条件とされているのと同様に、安定した制御を行うためである。なお、内燃機関 10 の負荷状態に応じて冷却態様を切り替える場合には、図 6 に示すマップを参照し、高負荷領域から沸騰冷却移行閾値を超えて低負荷領域に入り、この状態が所定期間継続されたときに、沸騰冷却に切り替えるようにする。

10

【0044】

ステップ S13 において、NO と判断したときは、ステップ S12 からの処理を繰り返す。ステップ S13 で YES と判断したときは、ステップ S14 へ進む。ステップ S14 では、沸騰冷却状態に戻す。ステップ S14 における具体的な処理は、ステップ S4 と共通するため、その詳細な説明は省略する。

【0045】

20

ステップ S14 の処理の後は、ステップ S6 以降の処理を行う。ステップ S6 以降の処理については、すでに説明しているため、その詳細な説明は省略する。

【0046】

以上説明したように、本実施形態の沸騰冷却装置 100 では、内燃機関 10 を冷却する冷媒と熱交換することによって冷却される冷却対象である潤滑オイルを適切に冷却することができる。なお、本実施形態の沸騰冷却装置 100 は、潤滑オイルを沸騰冷却によって冷却することができるため、必要であれば、内燃機関 10 内を循環する冷媒よりも低温となるように制御することも可能である。冷媒との熱交換により潤滑オイルを冷却する場合は、潤滑オイルの温度を冷媒の温度よりも低くすることはできないため、沸騰冷却を利用して潤滑オイルを冷媒よりも低温とすることは、本実施形態の沸騰冷却装置 100 の利点となる。

30

【0047】

なお、第 2 三方弁 33a を廃止し、常時、オイルクーラ 30 とコンデンサ 24 とを接続した状態とした構成とすることもできる。この場合、内燃機関 10 の暖機時においても調量弁 32a を全閉にする。このような構成とすると、暖機時において冷媒による潤滑オイルの昇温作用を放棄することとなるが、沸騰冷却装置 100 の構成を簡易なものとすることができる。

【0048】

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。

40

【符号の説明】

【0049】

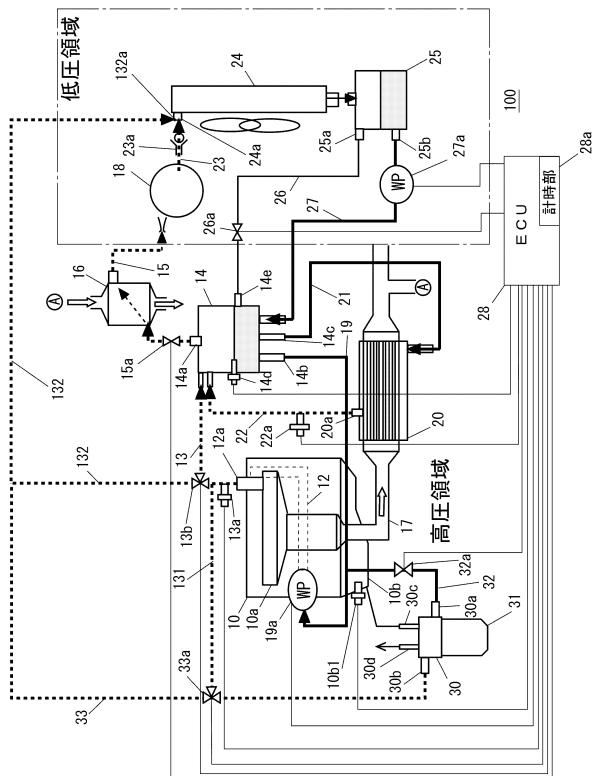
- 10 内燃機関
- 12 冷媒通路 (ウォータージャケット)
- 13 第 1 通路
- 14 気液分離器
- 14a 蒸気出口
- 14b 第 1 液相冷媒出口
- 14c 第 2 液相冷媒出口

50

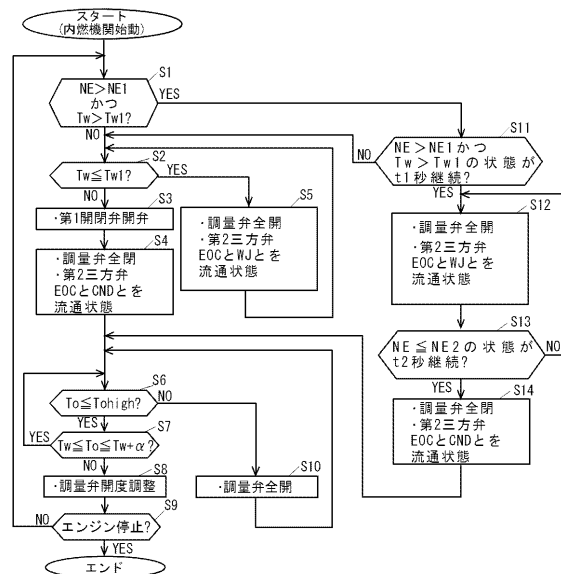
- 14 d 液面センサ
- 14 e 排出口
- 15 第2蒸気通路
- 15 a 第1開閉弁
- 16 過熱器
- 18 タービン（膨張器）
- 20 排気熱蒸気発生器
- 24 コンデンサ
- 27 a 第2ウォーターポンプ
- 28 ECU
- 28 a 計時部
- 32 a 調量弁
- 33 第13通路
- 33 a 第2三方弁

10

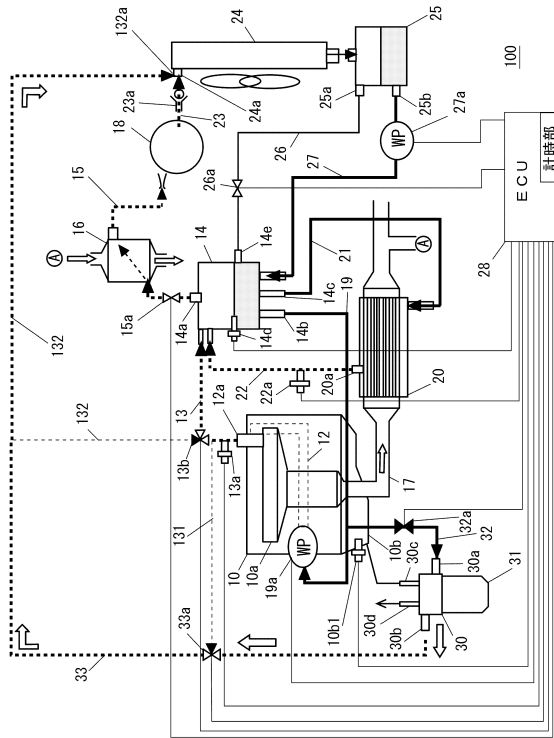
【図1】



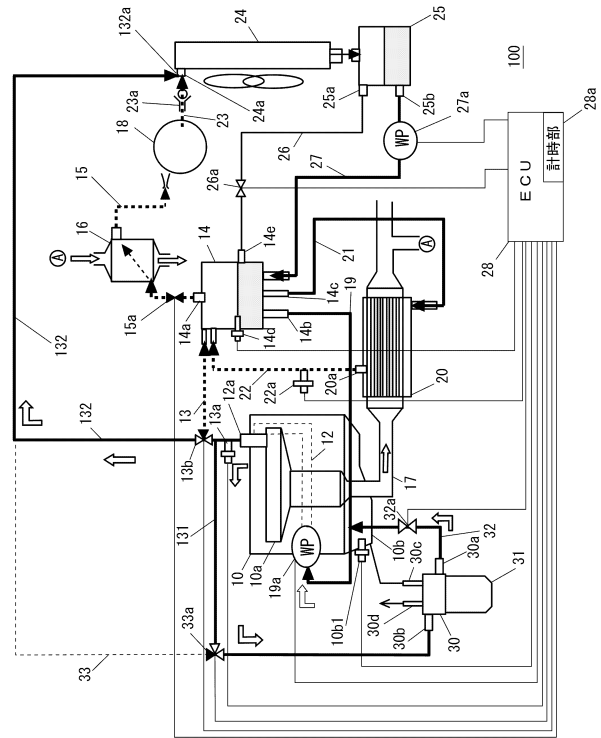
【図2】



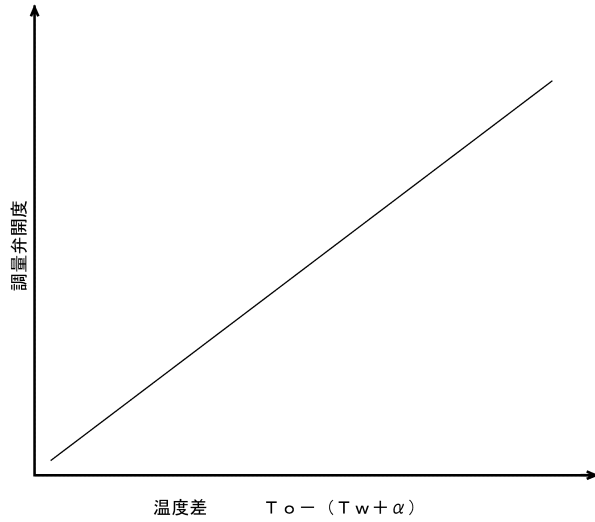
【図 3】



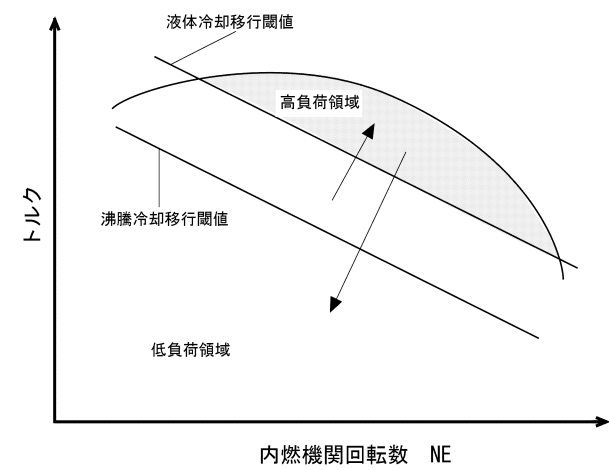
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	F 0 1 P	7/16	5 0 4 A
	F 0 2 D	45/00	3 4 5 E

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 2 0 2 5 8 4 (J P, A)
特開 2 0 1 1 - 1 4 9 3 8 6 (J P, A)
特開 2 0 1 0 - 2 8 5 8 9 2 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 P	3 / 2 2
F 0 1 P	7 / 1 6
F 0 1 K	2 3 / 0 6
F 0 2 G	5 / 0 0