

明 細 書

発明の名称：燃料改質システム

技術分野

[0001] 本発明は、燃料改質システムに関する。詳しくは、炭化水素を主体とする燃料を改質することで燃料のオクタン価を向上できる燃料改質システムに関する。

背景技術

[0002] 予め混合した燃料と空気の混合気を点火プラグによる火花点火で燃焼させるガソリンエンジンでは、点火プラグから離隔した未燃焼の混合気（エンドガス）が自着火することで、ノッキングが生じることが知られている。ノッキングは、エンジンの圧縮比を高めると生じ易くなるため、近年の高圧縮比エンジンでは、ノッキングの抑制が強く求められている。

[0003] ノッキングを抑制する方法としては、点火時期を遅角する方法が挙げられる。しかしながら、点火時期を遅角すると、エンジンの熱効率が低下する。そのため、高圧縮比エンジンにおいても、ノッキングを抑制しつつ高い熱効率が得られる技術の開発が望まれる。

[0004] ところで、ノッキングは燃料のオクタン価を高めることで抑制できるため、オクタン価の高い燃料として、ガソリン中にエタノール等のアルコールを予め混合したアルコール含有燃料が一部の地域で広く用いられている。また、このようなアルコール含有燃料の普及に伴い、外部から給油されたアルコール含有燃料を、車両上で高ガソリン濃度の燃料と高アルコール濃度の燃料とに分離する技術の開発が進められている。ガソリンとアルコールとは、例えばオクタン価や発熱量等の燃料物性において種々の相違点があるため、外部から給油されたアルコール含有燃料をそのまま利用するよりも、車両上で分離し、用途に応じてガソリンとアルコールとを使い分けた方が好ましいからである。ただし、エンジンの要求に応じた分離は容易ではない。

[0005] 一方、N-ヒドロキシフタルイミド（NHPI）等の炭素ラジカル生成触

媒を用いて、炭化水素をアルコールに変換させる合成方法が提案されている（例えば、非特許文献 1 参照）。この合成方法を車両上で利用できれば、エンジンの要求に応じて、ガソリン中に含まれる炭化水素をオクタン価の高いアルコールに変換でき、高オクタン価のアルコールをエンジンに供給できると考えられる。

先行技術文献

非特許文献

- [0006] 非特許文献 1 : S.Sakaguchi、S.Kato、T.Iwahama、Y.Ishii、Bull.Chem.Soc. Jpn. 71 （1998） p. 1237-1240

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、上述の炭素ラジカル生成触媒を用いてガソリンをオクタン価の高いアルコールに変換する検討については、これまでのところなされていないのが現状である。従って、車両上でガソリンをアルコールに変換する技術を確立できれば、エンジンの要求に応じて高オクタン価のアルコールを供給することができ、ノッキングを抑制しつつ高い熱効率を得ることが可能となるため、極めて有益である。
- [0008] 本発明は上記に鑑みてなされたものであり、その目的は、炭化水素を主体としたガソリンを車両上でアルコールに変換できる燃料改質システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] （１）本発明の燃料改質システム（例えば、後述の燃料改質システム 1）は、炭化水素を主体とする燃料（例えば、後述のガソリン）を、空気を用いて改質してアルコールを生成させる改質触媒（例えば、後述の改質触媒 1 5 2）を備える改質器（例えば、後述の改質器 1 5）と、前記改質器の上流に設けられ、前記燃料と空気を混合して前記改質器に供給する混合器（例えば、後述の混合器 1 4）と、前記改質器の下流に設けられ、前記改質器で生成

した生成ガスを、改質燃料を主体とする凝縮相と、気相とに分離する凝縮器（例えば、後述の凝縮器 16）と、を備える。前記改質触媒は、前記燃料中の炭化水素から水素原子を引き抜いてアルキルラジカルを生成させる主触媒と、アルキルラジカルから生成するアルキルヒドロペルオキシドを還元してアルコールを生成させる助触媒と、を含んで構成される。

[0010] （１）の発明に係る燃料改質システムでは、上流側から順に、炭化水素を主体とする燃料と空気を混合して改質器に供給する混合器と、空気を用いて燃料を改質してアルコールを生成させる改質器と、改質器で生成した生成ガスを凝縮相と気相とに分離する凝縮器と、を設ける。また、燃料中の炭化水素から水素原子を引き抜いてアルキルラジカルを生成させる主触媒と、アルキルラジカルから生成するアルキルヒドロペルオキシドを還元してアルコールを生成させる助触媒と、を含んで構成される改質触媒を改質器に設ける。

（１）の発明によれば、ガソリン等の炭化水素を主体とする燃料を改質してアルコールに変換できるため、燃料のオクタン価を向上できる。また、酸化剤として空気を用いることから、システムの構成が簡易であるため車両に搭載が可能であり、車両上でエンジンの要求に応じて、高オクタン価の燃料をエンジンに供給できる。従って、（１）の発明によれば、圧縮比を高めたエンジンであっても、ノッキングを抑制しつつ高い熱効率が得られる。

[0011] （２）前記主触媒は、N-ヒドロキシイミド基含有化合物であることが好ましい。

[0012] （２）の発明では、主触媒として、N-ヒドロキシイミド基含有化合物を用いる。これにより、燃料中の炭化水素から水素原子をより確実に引き抜くことができるため、炭化水素をより確実にアルコールに変換させることができる。従って、（２）の発明によれば、上記（１）の発明の効果がより確実に発揮される。

[0013] （３）前記助触媒は、遷移金属化合物であることが好ましい。

[0014] （３）の発明では、助触媒として、遷移金属化合物を用いる。これにより、主触媒による水素原子の引き抜きにより生じたアルキルラジカルから生成

するアルキルヒドロペルオキシドを、より確実に還元してアルコールに変換できる。従って、（３）の発明によれば、上記（１）～（２）の発明の効果がより確実に発揮される。

[0015] （４）前記助触媒は、コバルト化合物、マンガン化合物及び銅化合物からなる群より選ばれる化合物であることが好ましい。

[0016] （４）の発明では、助触媒として、コバルト化合物、マンガン化合物及び銅化合物からなる群より選ばれる化合物を用いる。これにより、主触媒による水素原子の引き抜きにより生じたアルキルラジカルから生成するアルキルヒドロペルオキシドを、さらに確実に還元してアルコールに変換できる。従って、（３）の発明によれば、上記（１）～（２）の発明の効果がさらに確実に発揮される。

[0017] （５）本発明の燃料改質システムは、改質前の燃料を貯留する燃料タンク（例えば、後述の燃料タンク１２）と、前記燃料タンクに貯留された改質前の燃料を、内燃機関（例えば、後述のエンジン）の気筒内又は吸気ポート内に供給する燃料供給手段（例えば、後述の燃料供給部１７）と、前記凝縮器で分離された気相を、前記吸気ポート内に供給する気相供給手段（例えば、後述の気相供給部２０）と、前記凝縮器で分離された凝縮相中の改質燃料を貯留する改質燃料タンク（例えば、後述の改質燃料タンク１８）と、前記改質燃料タンクに貯留された改質燃料を、前記気筒内又は前記吸気ポート内に供給する改質燃料供給手段（例えば、後述の改質燃料供給部１９）と、をさらに備えることが好ましい。

[0018] （５）の発明では、燃料タンクに貯留された改質前の燃料を内燃機関の気筒内又は吸気ポート内に供給する一方で、凝縮器で分離された気相を吸気ポート内に供給するとともに、改質燃料タンクに貯留された凝縮相中の改質燃料を気筒内又は吸気ポート内に供給する。これにより、車両上でエンジンの要求に応じて、高オクタン価のアルコールを供給することができるため、ノッキングを抑制しつつ高い熱効率が得られる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、炭化水素を主体としたガソリンを車両上でアルコールに変換できる燃料改質システムを提供できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の一実施形態に係る燃料改質システムの構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明の一実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る燃料改質システム1の構成を示す図である。本実施形態の燃料改質システム1は、図示しない車両に搭載され、車両上で図示しないエンジンの要求に応じて、燃料中に含まれる炭化水素をアルコールに改質してエンジンに供給する。本実施形態の燃料改質システム1では、燃料としてガソリンを用い、酸化剤として空気を用いる。即ち、本実施形態の燃料改質システム1は、空気中の酸素による酸化反応を利用してガソリンを改質することから、例えば分解反応等を利用した改質と比べて低温で温和な条件下で改質が可能であるため、システム構成を簡易化でき、車両上でのオンデマンド運転に適したシステムである。

[0022] 図1に示すように、本実施形態に係る燃料改質システム1は、空気導入部11と、燃料タンク12と、燃料導入部13と、混合器14と、改質器15と、凝縮器16と、燃料供給部17と、改質燃料タンク18と、改質燃料供給部19と、気相供給部20と、を含んで構成される。

[0023] 空気導入部11は、後述する混合器14の上流に設けられ、混合器14内に酸化剤としての空気を導入する。空気導入部11は、空気導入管110の上流側から順に、空気フィルタ111と、空気ポンプ112と、空気流量計113と、空気バルブ114と、を備える。空気導入部11は、空気ポンプ112を駆動することで、空気フィルタ111を介して外気から空気を取り込む。また、空気導入部11は、空気バルブ114を開弁することで、取り込んだ空気を混合器14内に導入する。混合器14内への空気の導入量は、空気流量計113で検出された空気流量に基づいて、図示しない電子制御ユニット（以下、「ECU」という。）により、空気バルブ114の開度を調

整することで制御される。

[0024] 燃料タンク 12 は、燃料として、炭化水素を主体的に含むガソリンを貯留する。即ち、燃料タンク 12 は、通常の車両に設けられる燃料タンクであり、改質前のガソリンを貯留する。

[0025] 燃料供給部 17 は、燃料ポンプ 171 と、燃料供給管 172 と、図示しないインジェクタと、を備える。燃料供給部 17 は、燃料ポンプ 171 を駆動することで、燃料供給管 172 及びインジェクタを介して、燃料タンク 12 内に貯留されたガソリンを図示しないエンジンの気筒内又は吸気ポート内に供給する。ガソリン供給量は、ECU によりインジェクタの噴射量を調整することで制御される。

[0026] 燃料導入部 13 は、後述する混合器 14 の上流に設けられ、混合器 14 内に燃料のガソリンを導入する。燃料導入部 13 は、燃料導入管 130 の上流側から順に、改質ポンプ 131 と、燃料流量計 132 と、燃料バルブ 133 と、を備える。燃料導入部 13 は、改質ポンプ 131 を駆動するとともに燃料バルブ 133 を開弁することで、燃料タンク 12 内に貯留されたガソリンを混合器 14 内に導入する。混合器 14 内へのガソリンの導入量は、燃料流量計 132 で検出された燃料流量に基づいて、ECU により燃料バルブ 133 の開度を調整することで制御される。

[0027] 混合器 14 は、後述する改質器 15 の上流に設けられ、燃料のガソリンと空気を混合して改質器 15 内に供給する。混合器 14 は、空気導入部 11 により導入される空気と、燃料導入部 13 により導入される液状のガソリンとを均一に混合可能な構成となっている。具体的には、例えば混合器 14 は、空気導入管 110 と混合器 14 の接続部を小孔に形成することで、小さな空気泡を生成するように構成されていてよい。また、混合器 14 は、空気の強い流れで渦を発生させるように構成されていてよい。なお、混合器 14 は、図示しないヒータを備えており、ガソリン及び空気を所定の温度まで昇温しながら混合することで、ガソリンと空気の混合気を生成する。

[0028] 改質器 15 は、混合器 14 から供給される混合気中のガソリンの主成分で

ある炭化水素を、混合気中の空気を用いて改質してアルコールを生成させる。具体的には、改質器 15 としては、流通反応器及び完全混合反応器のいずれであってもよい。

[0029] ここで、流通反応器とは、混合器 14 から導入されたガソリンと空気の混合気が、その前後に供給された混合気と反応器内部で混合されることなく、ピストンのように押し流されながら改質されて流出する反応器を意味する。そのため、流通反応器では、反応器から流出する流体の組成と反応器内部の流体の組成は相違し、混合気の反応器内部における滞在時間のばらつきが小さい特性を有する。

これに対して、完全混合反応器とは、混合器 14 から導入されたガソリンと空気の混合気が、改質器内で反応物と均一に混合されて改質される反応器を意味する。そのため、完全混合反応器では、反応器から流出する流体の組成と反応器内部の流体の組成は同一であり、混合器の反応器内部における滞在時間のばらつきが大きい特性を有する。

[0030] 図 1 に示すように、改質器 15 には、図示しない温度センサと、改質器 15 内を冷却するための冷却部 153 と、が設けられる。冷却部 153 は、温度センサの検出温度に基づいて ECU により制御され、図示しないエンジンの冷却水を改質器 15 に供給することで改質器 15 を冷却する。エンジン冷却水の温度は、70℃～100℃が好ましい。エンジン冷却水の温度が70℃未満では改質反応速度が小さく、100℃を超えるとエンジン冷却水の使用が難しくなる。なお、冷却部 153 は、改質反応が進行して改質器 15 内の温度が高温の場合には、エンジン冷却水で改質器 15 を冷却するが、改質反応の初期で改質器 15 内の温度が低温の場合には、逆にエンジン冷却水で改質器 15 を暖める作用をもたらす。

[0031] また、改質器 15 は、ガソリン中に主体的に含まれる炭化水素を、酸化剤としての空気を用いて改質し、アルコールを生成させる改質触媒 152 を備える。具体的には、改質器 15 は、円筒状のケーシング 151 と、ケーシング 151 内に充填された固体状の改質触媒 152 と、を備える。

- [0032] 固体状の改質触媒 152 は、小球状の多孔質担体と、当該多孔質担体の表面に担持された主触媒及び助触媒と、を含んで構成される。主触媒及び助触媒は、均一に混合された状態で、小球状の多孔質担体の表面に担持される。このように本実施形態の改質触媒 152 は、多孔質担体が小球状であることにより、その表面に担持される主触媒及び助触媒の表面積が増大し、燃料のガソリンや酸化剤の空気との接触面積が増大する。
- [0033] 小球状の多孔質担体としては、例えば、シリカビーズ、アルミナビーズ、シリカアルミナビーズ等が用いられる。中でも、シリカビーズが好ましく用いられる。多孔質担体の粒径は、好ましくは $3\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$ である。
- [0034] 主触媒は、ガソリン中の炭化水素から水素原子を引き抜いてアルキルラジカルを生成させる能力を有する。具体的には、主触媒としては、N-ヒドロキシイミド基を有するN-ヒドロキシイミド基含有化合物が用いられる。中でも、N-ヒドロキシフタルイミド（以下、「NHP I」という。）又はNHP I 誘導体が好ましく用いられる。
- [0035] 助触媒は、アルキルラジカルから生成するアルキルヒドロペルオキシドを還元してアルコールを生成させる能力を有する。具体的には、助触媒としては、遷移金属化合物が用いられる。中でも、コバルト化合物、マンガン化合物及び銅化合物からなる群より選ばれる化合物が好ましく用いられる。コバルト化合物としては酢酸コバルト（I）等が用いられ、マンガン化合物としては酢酸マンガン（I）等が用いられ、銅化合物としては塩化銅（I）等が用いられる。
- [0036] 上記主触媒及び助触媒の多孔質担体への担持方法については、従来公知の含浸法等が採用される。例えば、主触媒及び助触媒を所定の混合比で含有するスラリーを調製した後、調製したスラリー中に小球状の多孔質担体を浸漬させる。次いで、スラリー中から多孔質担体を引き上げ、多孔質担体の表面に付着した余分なスラリーを除去した後、所定の条件で乾燥する。これにより、多孔質担体の表面に主触媒及び助触媒が均一に担持された改質触媒 152 が得られる。

[0037] ここで、改質器 15 内で進行する改質反応について、以下に詳しく説明する。

先ず、本実施形態の改質反応は、下記の反応式 (1) に示すように、ガソリン中の炭化水素から水素原子が引き抜かれてアルキルラジカルが生成する水素引き抜き反応により開始される。この水素引き抜き反応は、主触媒、ラジカル及び酸素分子等の作用により進行する。

[化 1]



[反応式 (1) 中、R H は炭化水素を表し、R · はアルキルラジカルを表す。]

[0038] 次いで、水素引き抜き反応により生成したアルキルラジカルは、下記の反応式 (2) に示すように、酸素分子と結合してアルキルペルオキシラジカルを生成する。

[化 2]



[反応式 (2) 中、O₂ は酸素分子を表し、R O O · はアルキルペルオキシラジカルを表す。]

[0039] 次いで、反応式 (2) により生成したアルキルペルオキシラジカルは、下記の反応式 (3) に示すように、ガソリン中に含まれる炭化水素から水素原子を引き抜いて、アルキルヒドロペルオキシドを生成する。

[化 3]



[反応式（３）中、 ROOH はアルキルヒドロペルオキシドを表す。]

[0040] 次いで、反応式（３）により生成したアルキルヒドロペルオキシドは、下記の反応式（４）に示すように、助触媒の作用によりアルコールに還元される。

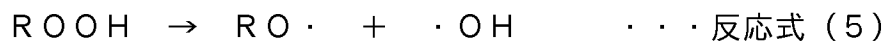
[化４]



[反応式（４）中、 ROH はアルコールを表す。]

[0041] また、反応式（３）により生成したアルキルヒドロペルオキシドは、下記の反応式（５）に示すように、助触媒又は熱の作用によりアルコキシラジカルとヒドロキシラジカルとに分解する。

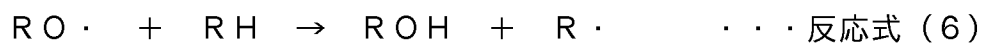
[化５]



[反応式（５）中、 $\text{RO}\cdot$ はアルコキシラジカルを表し、 $\cdot\text{OH}$ はヒドロキシラジカルを表す。]

[0042] 次いで、反応式（５）により生成したアルコキシラジカルは、ガソリン中に含まれる炭化水素から水素原子を引き抜いて、アルコールを生成する。

[化６]



[0043] 以上のようにして、ガソリン中に主体的に含まれる炭化水素が酸化改質され、アルコールに変換される。より詳しくは、ガソリン中に含まれる炭化水素は炭素数が４～１０の炭化水素であるため、これら炭化水素が、炭素数４～１０のアルコールに変換される。このようにして、本実施形態の燃料改質

システム１では、ガソリンのオクタン価を向上できている。

[0044] 次に、凝縮器１６は、改質器１５の下流に設けられ、改質器１５で生成した生成ガスを、改質燃料を主体とする凝縮相と、気相とに分離する。凝縮器１６は、その内部に図示しない熱交換器を有しており、改質器１５の出口から流出する生成ガスを冷却することで、改質燃料を主体とする凝縮相と気相とに分離する。なお、凝縮相には、アルコールを主成分とする改質燃料の他に副生成物の水等が含まれ、気相には、窒素、酸素、その他の副生成物のガス成分等が含まれる。

[0045] 改質燃料タンク１８は、凝縮器１６で分離された凝縮相中の改質燃料を貯留する。改質燃料タンク１８は、改質器１５によりガソリンを改質することで生成した改質燃料のアルコールを、一時的に貯留するバッファタンクとして機能する。

[0046] 改質燃料供給部１９は、改質燃料タンク１８に貯留された改質燃料を、エンジンの気筒内又は吸気ポート内に供給する。改質燃料供給部１９は、改質燃料ポンプ１９１と、改質燃料供給管１９２と、図示しないインジェクタと、を備える。改質燃料供給部１９は、改質燃料ポンプ１９１を駆動することで、改質燃料供給管１９２及びインジェクタを介して、改質燃料タンク１８内に貯留された改質燃料を、図示しないエンジンの吸気ポート内に供給する。アルコール供給量は、ＥＣＵによりインジェクタの噴射量を調整することで制御される。

[0047] 気相供給部２０は、凝縮器１６で分離された気相を、エンジンの吸気ポート内に供給する。気相供給部２０は、エンジンの吸気ポートに接続された気相供給管２０１を備える。凝縮器１６で分離された気相は、気相供給管２０１を介して、エンジンの吸気ポート内に供給される。

[0048] 以上の構成を備える本実施形態の燃料改質システム１は、ＥＣＵにより制御されて以下のように動作する。

先ず、エンジンの運転状態に応じて、ガソリンの改質が必要であると判断された場合には、エンジン冷却水の温度が所定温度以上であるか否かを判別

する。エンジン始動直後でエンジン冷却水の温度が所定温度未満であるときには、前回改質時に改質燃料タンク 18 内に貯留された改質燃料を、改質燃料ポンプ 191 によりエンジンの吸気ポート内に供給する。

[0049] これに対して、エンジン冷却水の温度が所定温度以上であるときには、燃料バルブ 133 及び空気バルブ 114 を開弁する。次いで、改質ポンプ 131 により、燃料タンク 12 からガソリンを圧送して混合器 14 内に導入する。同時に、空気ポンプ 112 により、空気フィルタ 111 を通過した空気を混合器 14 内に導入する。

[0050] このとき、所望の適正なガソリン流量／空気流量の割合となるように、また、所望の適正な改質反応時間が得られるように、燃料流量計 132 でモニターされたガソリン流量及び空気流量計 113 でモニターされた空気流量に基づいて、燃料バルブ 133 及び空気バルブ 114 の開度をフィードバック制御する。これにより、ガソリン流量及び空気流量が制御される。

[0051] 次いで、混合器 14 内に導入されたガソリンと空気を、所定温度に暖めながら均一に混合して混合気とした後、改質器 15 内に供給する。改質器 15 内に供給された混合気中のガソリンの主成分である炭化水素は、改質触媒 152 の作用により上述の反応式 (1) ~ (6) が進行することで、アルコールに変換される。このとき、温度センサでモニターされた温度に基づいて、エンジン冷却水の供給を制御する。これにより、改質器 15 内の温度が所望の適正温度に維持される。

[0052] 次いで、改質器 15 で生成した生成ガスを、凝縮器 16 内の熱交換器により冷却することで、凝縮相と気相とに分離する。分離された凝縮相には改質燃料のアルコールが主として含まれており、改質燃料は、改質燃料タンク 18 内に導入されて貯留される。改質燃料タンク 18 内の改質燃料は、改質燃料ポンプ 191 によりエンジンの吸気ポート内に供給する。一方、分離された気相は、エンジンの吸気ポートに導入することで、エンジンの気筒内での燃焼に供される。

[0053] エンジンの運転状態に応じて、ガソリンの改質が不要であると判断された

場合には、先ず、空気ポンプ 1 1 2 を停止して空気バルブを閉弁し、混合器 1 4 内への空気の供給を停止する。次いで、改質器 1 5 内がガソリンで満たされて空気が全て流出した後に、改質ポンプ 1 3 1 を停止して燃料バルブ 1 3 3 を閉弁し、混合器 1 4 内へのガソリンの供給を停止する。これにより、システム停止中に、改質器 1 5 内に残存した酸素により改質反応が進行してしまう事態が回避される。

[0054] 本実施形態によれば、以下の効果が奏される。

(1) 本実施形態の燃料改質システム 1 では、上流側から順に、炭化水素を主体とするガソリンと空気を混合して改質器 1 5 に供給する混合器 1 4 と、空気を用いてガソリンを改質してアルコールを生成させる改質器 1 5 と、改質器 1 5 で生成した生成ガスを凝縮相と気相とに分離する凝縮器 1 6 と、を設けた。また、ガソリン中の炭化水素から水素原子を引き抜いてアルキルラジカルを生成させる主触媒と、アルキルラジカルから生成するアルキルヒドロペルオキシドを還元してアルコールを生成させる助触媒と、を含んで構成される改質触媒 1 5 2 を改質器 1 5 に設けた。

本実施形態によれば、ガソリン中の炭化水素を改質してアルコールに変換できるため、オクタン価を向上できる。また、酸化剤として空気を用いることから、システムの構成が簡易であるため車両に搭載が可能であり、車両上でエンジンの要求に応じて、高オクタン価の燃料をエンジンに供給できる。従って、本実施形態によれば、圧縮比を高めたエンジンであっても、ノッキングを抑制しつつ高い熱効率が得られる。

[0055] (2) また本実施形態では、主触媒として、N-ヒドロキシイミド基含有化合物を用いた。これにより、ガソリン中の炭化水素から水素原子をより確実に引き抜くことができるため、炭化水素をより確実にアルコールに変換させることができる。従って、上述の(1)の発明の効果がより確実に発揮される。

[0056] (3) また本実施形態では、助触媒として、遷移金属化合物を用いた。これにより、主触媒による水素原子の引き抜きにより生じたアルキルラジカル

から生成するアルキルヒドロペルオキシドを、より確実に還元してアルコールに変換できる。従って、上述の（１）～（２）の発明の効果がより確実に発揮される。

[0057] （４）また本実施形態では、助触媒として、コバルト化合物、マンガン化合物及び銅化合物からなる群より選ばれる化合物を用いた。これにより、主触媒による水素原子の引き抜きにより生じたアルキルラジカルから生成するアルキルヒドロペルオキシドを、さらに確実に還元してアルコールに変換できる。従って、上述の（１）～（２）の発明の効果がさらに確実に発揮される。

[0058] （５）また本実施形態では、燃料タンク１２に貯留された改質前のガソリンをエンジンの気筒内又は吸気ポート内に供給する一方で、凝縮器１６で分離された気相を吸気ポート内に供給するとともに、改質燃料タンク１８に貯留された改質燃料のアルコールを気筒内又は吸気ポート内に供給した。これにより、車両上でエンジンの要求に応じて、高オクタン価のアルコールを供給することができるため、ノッキングを抑制しつつ高い熱効率が得られる。

[0059] なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれる。

上記実施形態では、燃料としてガソリンを用いがこれに限定されない。例えば、エタノール等のアルコールを含有するアルコール含有ガソリンを用いた場合であっても、上記実施形態と同様の効果が奏される。

符号の説明

- [0060] １…燃料改質システム
１２…燃料タンク
１４…混合器
１５…改質器
１６…凝縮器
１７…燃料供給部（燃料供給手段）
１８…改質燃料タンク

1 9 …改質燃料供給部（改質燃料供給手段）

2 0 …気相供給部（気相供給手段）

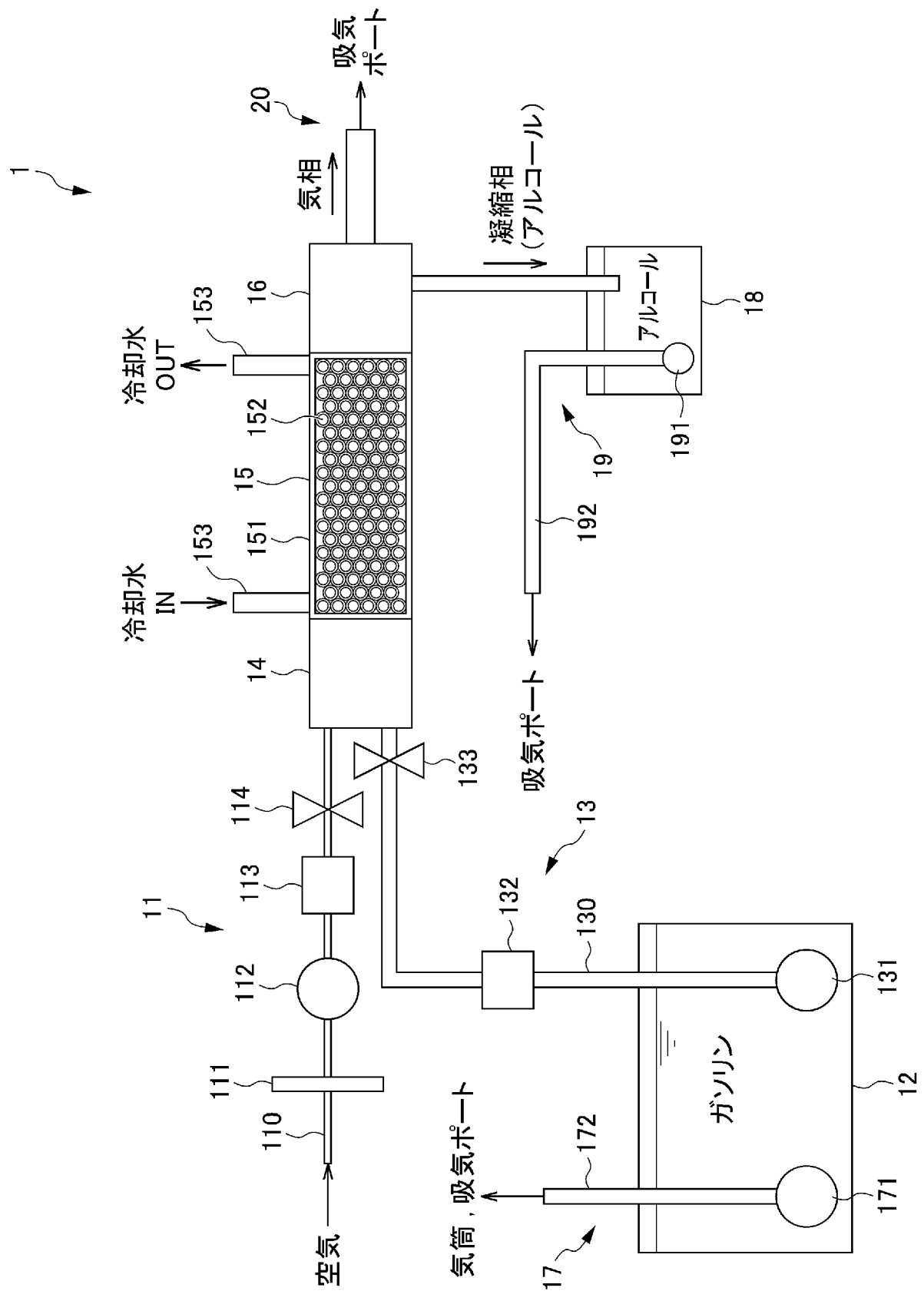
1 5 2 …改質触媒

請求の範囲

- [請求項1] 炭化水素を主体とする燃料を、空気を用いて改質してアルコールを生成させる改質触媒を備える改質器と、
- 前記改質器の上流に設けられ、前記燃料と空気を混合して前記改質器に供給する混合器と、
- 前記改質器の下流に設けられ、前記改質器で生成した生成ガスを、改質燃料を主体とする凝縮相と、気相とに分離する凝縮器と、を備える燃料改質システムであって、
- 前記改質触媒は、前記燃料中の炭化水素から水素原子を引き抜いてアルキルラジカルを生成させる主触媒と、アルキルラジカルから生成するアルキルヒドロペルオキシドを還元してアルコールを生成させる助触媒と、を含んで構成されることを特徴とする燃料改質システム。
- [請求項2] 前記主触媒は、N-ヒドロキシイミド基含有化合物であることを特徴とする請求項1に記載の燃料改質システム。
- [請求項3] 前記助触媒は、遷移金属化合物であることを特徴とする請求項1又は2に記載の燃料改質システム。
- [請求項4] 前記助触媒は、コバルト化合物、マンガン化合物及び銅化合物からなる群より選ばれる化合物であることを特徴とする請求項1から3いずれかに記載の燃料改質システム。
- [請求項5] 改質前の燃料を貯留する燃料タンクと、
- 前記燃料タンクに貯留された改質前の燃料を、内燃機関の気筒内又は吸気ポート内に供給する燃料供給手段と、
- 前記凝縮器で分離された気相を、前記吸気ポート内に供給する気相供給手段と、
- 前記凝縮器で分離された凝縮相中の改質燃料を貯留する改質燃料タンクと、
- 前記改質燃料タンクに貯留された改質燃料を、前記気筒内又は前記吸気ポート内に供給する改質燃料供給手段と、をさらに備えることを

特徴とする請求項 1 から 4 いずれかに記載の燃料改質システム。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080667

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M27/02(2006.01)i, B01J31/26(2006.01)i, C10L1/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02M27/02, B01J31/26, C10L1/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-247515 A (Honda Motor Co., Ltd.), 27 September 2007 (27.09.2007), paragraphs [0015] to [0032]; fig. 1 to 2 & US 2007/0215098 A1	1-5
Y	JP 10-286467 A (Daicel Chemical Industries, Ltd.), 27 October 1998 (27.10.1998), paragraphs [0001], [0012] to [0090] & US 5981420 A & EP 858835 A1	1-5
Y	JP 2008-240624 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 09 October 2008 (09.10.2008), paragraphs [0011] to [0024]; fig. 1 to 2 (Family: none)	5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 February 2015 (10.02.15)

Date of mailing of the international search report
24 February 2015 (24.02.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02M27/02(2006.01)i, B01J31/26(2006.01)i, C10L1/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02M27/02, B01J31/26, C10L1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-247515 A（本田技研工業株式会社）2007. 09. 27, 段落【0015】 - 【0032】，第 1-2 図 & US 2007/0215098 A1	1-5
Y	JP 10-286467 A（ダイセル化学工業株式会社）1998. 10. 27, 段落 【0001】，【0012】- 【0090】 & US 5981420 A & EP 858835 A1	1-5
Y	JP 2008-240624 A（日産自動車株式会社）2008. 10. 09, 段落【0011】 - 【0024】，第 1-2 図（ファミリーなし）	5

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 0 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

川口 真一

3 G

9 8 2 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5