

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/125380 A1

(51) 国際特許分類:

F02M 21/02 (2006.01) F02B 37/00 (2006.01)
C10K 1/04 (2006.01) F02M 31/06 (2006.01)
C10K 1/18 (2006.01) F02M 31/08 (2006.01)
F01N 5/02 (2006.01) F02M 31/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/084014

(22) 国際出願日: 2015年12月3日(03.12.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2015-021993 2015年2月6日(06.02.2015) JP

(71) 出願人: ヤンマー株式会社(YANMAR CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町1-3-2 Osaka (JP).

(72) 発明者: 脇坂 裕昭(WAKIZAKA Hiroaki); 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町1-3-2 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 松本 健(MAT-

SUMOTO Takeshi); 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町1-3-2 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 金田 敦(KANEDA Atsushi); 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町1-3-2 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人あーく特許事務所(ARC PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5300057 大阪府大阪市北区曽根崎1丁目1番2号 Osaka (JP).

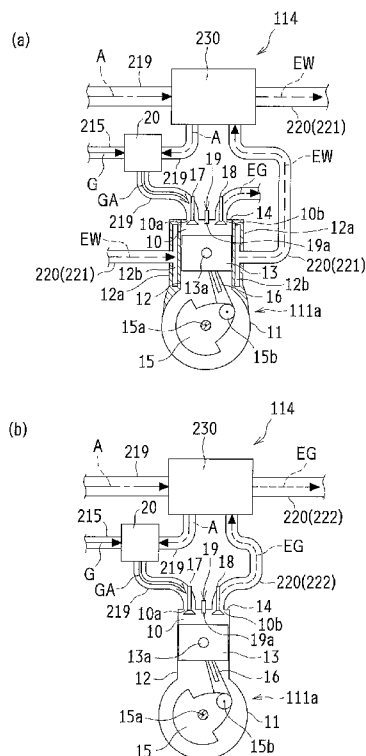
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: BIOGAS ENGINE

(54) 発明の名称: バイオガスエンジン

【図3】



(57) Abstract: Provided is a biogas engine in which a biogas produced in a gasification furnace which produces biogas is used as a fuel, and in which a mixed gas of the biogas and air is combusted in a combustion chamber. A biogas cooling unit which adjusts the temperature of the biogas is provided in a biogas supply path from the gasification furnace to the combustion chamber. A mixing unit that mixes the biogas, the temperature of which has been adjusted in the biogas cooling unit, with air is provided in an air intake path that takes in air. A heating unit that heats the air taken in from the air intake path so as to maintain the temperature of the mixed gas at or above the dew point is provided on the upstream side in the air intake direction of the mixing unit in the air intake path.

(57) 要約: バイオガスを生成するガス化炉で生成したバイオガスを燃料とし、バイオガスと空気との混合気を燃焼室で燃焼させるバイオガスエンジンは、ガス化炉から燃焼室へのバイオガス供給経路に、バイオガスの温度を調整するバイオガス冷却部を設け、空気を吸気する吸気経路に、バイオガス冷却部にて温度が調整されたバイオガスと空気とを混合する混合部を設け、空気の吸気方向において吸気経路の混合部よりも上流側に、吸気経路から吸入される空気を、混合気の温度が露点以上を保つように加熱する加熱部を設ける。

WO 2016/125380 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： バイオガスエンジン

技術分野

[0001] 本発明は、バイオガスを生成するガス化炉で生成したバイオガスを燃料として駆動するバイオガスエンジンに関する。

背景技術

[0002] バイオガスを生成するガス化炉で生成したバイオガスを燃料として駆動するバイオガスエンジンは、通常、バイオガスと空気との混合気を燃焼室で燃焼させるようになっている。

[0003] このようなバイオガスエンジンにおいては、例えば、バイオガスが冷却されて露点まで低下した後にバイオガスと混合する空気がバイオガスよりも低温の場合、バイオガスと空気との混合気の温度が露点を下回り、次のような不都合がある。

[0004] すなわち、バイオガスと空気との混合気の温度が露点を下回ると、混合気に含まれる水蒸気が凝縮して凝縮水（結露）が発生し、発生した凝縮水（結露）により、燃焼室やバルブ等の混合気に触れる構成部材において錆が発生する恐れがある。また、バイオガスと空気との混合気の温度が低下してバイオガスに含まれるタール分の凝縮点以下になると、タール分が凝縮してタールが析出し、析出したタールにより、バルブ等の混合気に触れる可動部材の動作不良（例えばタールの付着により可動部材が円滑に可動しないといった動作不良）等の不具合が発生する恐れがある。これらのことは、寒冷地域において、バイオガスと外気とを混合する場合に、特に顕著となる。

[0005] 従って、バイオガスと空気との混合気を、結露やタールが生じないような露点以上で燃焼室に導く必要がある。

[0006] ところで、特許文献1は、未精製ガスを燃料とするガスエンジンの吸気通路に、室内空気を加熱する加熱手段を設けた構成を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第5314719号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献1に記載の構成は、外気温度が所定温度より低温の場合でのバックアップ的な構成に留まっている。すなわち、特許文献1は、バイオガスと空気との混合気を、露点以上で燃焼室に導く構成については何も示していない。

[0009] そこで、本発明は、バイオガスを生成するガス化炉で生成したバイオガスを燃料とし、バイオガスと空気との混合気を燃焼室で燃焼させるバイオガスエンジンであって、バイオガスと空気との混合気を、結露およびタールのうち少なくとも結露が生じないような露点以上で燃焼室に導くことができるバイオガスエンジンを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は、前記目的を達成するために、バイオガスを生成するガス化炉で生成した前記バイオガスを燃料とし、前記バイオガスと空気との混合気を燃焼室で燃焼させるバイオガスエンジンであって、前記ガス化炉から前記燃焼室へのバイオガス供給経路に、前記バイオガスの温度を調整するバイオガス冷却部を設け、前記空気を吸気する吸気経路に、前記バイオガス冷却部にて温度が調整された前記バイオガスと前記空気とを混合する混合部を設け、前記空気の吸気方向において前記吸気経路の前記混合部よりも上流側に、前記吸気経路から吸入される前記空気を、前記混合気の温度が露点以上を保つように加熱する加熱部を設けたことを特徴とするバイオガスエンジンを提供する。

[0011] 本発明において、前記吸気経路から吸入される前記空気の前記加熱部の熱源としてエンジン廃熱を使用する態様を例示できる。

[0012] 本発明において、前記空気の圧力を大気圧よりも高める過給機を設け、前

記吸気経路から吸入される前記空気の前記加熱部として前記過給機を使用する態様を例示できる。

[0013] 本発明において、前記バイオガス冷却部にオイルをバイオガスに接触させるオイル接触部を付加する態様を例示できる。

発明の効果

[0014] 本発明によると、バイオガスを生成するガス化炉で生成したバイオガスを燃料とし、バイオガスと空気との混合気を燃焼室で燃焼させるバイオガスエンジンであって、バイオガスと空気との混合気を、結露およびタールのうち少なくとも結露が生じないような露点以上で燃焼室に導くことができるバイオガスエンジンを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、本発明の実施の形態に係るバイオガスエンジンの全体構成を示す概略構成図である。

[図2]図2は、バイオガスと空気との混合気における H_2 の含有率と露点との相関関係を示すグラフである。

[図3]図3は、吸気経路から吸気される空気を加熱する加熱部の具体的態様を説明する説明図であって、(a)は、加熱部の一例の第1態様を示す概略構成図であり、(b)は、加熱部の一例の第2態様を示す概略構成図である。

[図4]図4は、吸気経路から吸気される空気を加熱する加熱部の具体的態様を説明する説明図であって、加熱部の他の例を示す概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明に係る実施の形態について図面を参照しながら説明する。

[0017] 先ず、本発明の実施の形態に係るバイオガスエンジン100（ガスエンジンシステム）の全体構成について説明する。

[0018] 図1は、本発明の実施の形態に係るバイオガスエンジン100の全体構成を示す概略構成図である。

[0019] 図1に示すように、バイオガスエンジン100は、原料供給装置101と、ガス化炉102と、サイクロン103と、ガス冷却器104と、スクラバ

ー１０５と、循環液槽１０６（貯水槽）と、冷却塔１０７と、ガスフィルター１０８と、誘引ブロワ１０９と、前処理ユニット１１０と、燃焼室１０（この例ではエンジン発電装置１１１における燃焼室）と、水封槽１１２と、余剰ガス燃焼装置１１３（フレアスタック）とを備えている。

[0020] 原料供給装置１０１は、バイオガスＧの原料となるバイオマスＢが貯溜される投入ホッパ１０１ａと、投入ホッパ１０１ａに貯溜されたバイオマスＢをガス化炉１０２に投入する原料投入部１０１ｂとを備えている。

[0021] ここで、バイオマスとしては、家畜排泄物、食品廃棄物、紙、黒液、下水汚泥、木質チップ等の木質系廃材、未利用材、籾殻等の農作物非食用物、資源作物等を例示できる。

[0022] 原料投入部１０１ｂは、この例では、投入コンベア１０１ｂ１と、投入フィーダー１０１ｂ２とを備えている。投入コンベア１０１ｂ１は、投入ホッパ１０１ａに貯溜されたバイオマスＢを投入フィーダー１０１ｂ２に搬送する。投入フィーダー１０１ｂ２は、投入コンベア１０１ｂ１にて搬送されてきたバイオマスＢをガス化炉１０２に投入する。

[0023] ガス化炉１０２は、原料供給装置１０１にて投入されたバイオマスＢからバイオガスＧを生成する。サイクロン１０３は、ガス化炉１０２にて生成されたバイオガスＧに含まれる比較的大きい塵等の不要物を除去する。

[0024] ガス冷却器１０４は、ガス化炉１０２から燃焼室１０へのバイオガス供給経路に設けられている。ガス冷却器１０４は、サイクロン１０３にて不要物が除去されたバイオガスＧを、洗浄液ＷＬにより洗浄し、さらに冷却水ＣＷにより冷却する。スクラバー１０５は、ガス冷却器１０４にて洗浄されて冷却されたバイオガスＧを洗浄液ＷＬ中に潜らせることによりさらに洗浄する。循環液槽１０６は、ガス冷却器１０４およびスクラバー１０５に供給する洗浄液ＷＬを貯溜する。冷却塔１０７は、ガス冷却器１０４に供給する冷却水ＣＷを貯溜する。

[0025] ガスフィルター１０８は、スクラバー１０５にて洗浄されたバイオガスＧに含まれる比較的小さな塵等の不要物を濾過により除去する。誘引ブロワ１

０９は、ガス化炉１０２側のバイオガス供給経路におけるバイオガスＧを吸入して燃焼室１０側のバイオガス供給経路および余剰ガス燃焼装置１１３側のバイオガス供給経路に吐出する。

[0026] 前処理ユニット１１０は、誘引ブロワ１０９にて燃焼室１０側のバイオガス供給経路に吐出されたバイオガスＧにおける不純物を除去する。燃焼室１０は、前処理ユニット１１０にて不純物が除去されたバイオガスＧを燃焼する。

[0027] 水封槽１１２は、誘引ブロワ１０９にて燃焼室１０側のバイオガス供給経路に吐出されたバイオガスＧの圧力を制御する。余剰ガス燃焼装置１１３は、バイオガスＧの圧力が水封槽１１２の圧力を超えた場合に流れ込む、燃焼室１０に供給されなかった余剰バイオガスＳＧを燃焼させる。なお、余剰ガス燃焼装置１１３の種火用燃料として微量のバイオガスＧが水封槽１１２をバイパスする不図示の経路を経由して常に余剰ガス燃焼装置１１３に流れている。

[0028] 以上説明したバイオガスエンジン１００では、原料供給装置１０１にて固体炭素質材料のバイオマスＢがガス化炉１０２に投入されてガス化炉１０２で可燃性のバイオガスＧが生成される。ガス化炉１０２で生成されたバイオガスＧは、サイクロン１０３、ガス冷却器１０４、スクラバー１０５、ガスフィルター１０８、誘引ブロワ１０９の順に流れ、誘引ブロワ１０９の下流側で燃焼室１０側と余剰ガス燃焼装置１１３側とに分岐して流れ、さらに、余剰ガス燃焼装置１１３で余剰バイオガスＳＧが燃焼され、燃焼室１０でバイオガスＧが燃焼される。

[0029] 詳しくは、投入ホッパ１０１ａには、バイオマスＢが貯溜され、投入ホッパ１０１ａ内のバイオマスＢが原料投入部１０１ｂにおける投入コンベア１０１ｂ１および投入フィーダー１０１ｂ２によりガス化炉１０２内に投入される。

[0030] ガス化炉１０２では、バイオマスＢが不完全燃焼されてバイオガスＧが生成される。ガス化炉１０２で生成されたバイオガスＧは、ガス管２０１を経

てサイクロン１０３に導入される。ここで、バイオガスＧは、一酸化炭素を主成分とする燃料ガスであり、バイオガスＧには、ススやタール、塵等の不要物が含まれている。

[0031] サイクロン１０３では、バイオガスＧに含まれる比較的大きな塵等の不要物が、遠心分離によって除去される。サイクロン１０３で比較的大きな塵等の不要物が除去されたバイオガスＧは、ガス管２０２を経てガス冷却器１０４に導入される。

[0032] ガス冷却器１０４内には、バイオガスＧが流れる図示しないガス管が設けられており、該ガス管内のバイオガスＧが、洗浄液ＷＬで洗浄されると共に、該ガス管の周囲を流れる冷却水ＣＷで冷却される。ガス冷却器１０４で洗浄、冷却されたバイオガスＧは、ガス管２０３を経てスクラバー１０５に導入される。

[0033] ガス冷却器１０４に供給される冷却水ＣＷは、冷却塔１０７に貯溜されており、冷却塔１０７内の冷却水ＣＷは、配水管２０４を経てガス冷却器１０４に導入される。配水管２０４内の冷却水ＣＷは、ポンプ２０５によりガス冷却器１０４側に圧送され、ガス冷却器１０４でバイオガスＧを冷却する。バイオガスＧを冷却した冷却水ＣＷは、配水管２０６を経て冷却塔１０７に導出される。

[0034] ここで、バイオガスＧは、ガス冷却器１０４内で露点まで、または、露点付近の温度まで冷却される。なお、この例では、ガス冷却器１０４、冷却塔１０７、冷却水ＣＷ、配水管２０４、ポンプ２０５および配水管２０６がバイオガス冷却部２００を構成している。

[0035] スクラバー１０５内には、洗浄液ＷＬが貯溜されており、バイオガスＧがスクラバー１０５内の洗浄液ＷＬ中を潜ることにより洗浄される。スクラバー１０５で洗浄されたバイオガスＧは、ガス管２０７を経てガスフィルター１０８に導入される。

[0036] ガス冷却器１０４およびスクラバー１０５に供給される洗浄液ＷＬは、循環液槽１０６に貯溜されている。循環液槽１０６内の洗浄液ＷＬは、配液管

209を経てガス冷却器104に導入されると共に、配液管209から分岐する配液管210を経てスクラバー105に導入される。配液管209、210内の洗浄液WLは、ポンプ211によりガス冷却器104側およびスクラバー105側に圧送され、ガス冷却器104およびスクラバー105でバイオガスGを洗浄する。ガス冷却器104でバイオガスGを洗浄した洗浄液WLは、配液管212を経て循環液槽106に導出される一方、スクラバー105でバイオガスGを洗浄した洗浄液WLは、配液管213を経て循環液槽106に導出される。この例では、洗浄液としてエンジンオイルを利用している。バイオガスGと直に接触(混合)する洗浄液としてエンジンオイルを利用することで水を洗浄液として利用する場合と比較して水分がバイオガスGに追加されることを抑えることができる。そして、循環液槽106、ポンプ211、配液管209および配液管212がオイル接触部300を構成している。ここで、循環液槽106に加熱部(例えばヒータやエンジン冷却水回路等)を設けてエンジンオイルを加熱することでバイオガスGが露点まで冷却されることを防止しても良い。

[0037] ガスフィルター108では、バイオガスGに含まれる比較的小さな塵等の不要物が、濾過によって除去される。ガスフィルター108で比較的小さな塵等の不要物が除去されたバイオガスGは、ガス管214を経て誘引ブロワ109に導入される。

[0038] 誘引ブロワ109では、誘引ブロワ109よりも上流側のバイオガス供給経路から吸入されたバイオガスGが誘引ブロワ109よりも下流側のバイオガス供給経路に吐出される。つまり、誘引ブロワ109の上流側のバイオガス供給経路は負圧となる一方、誘引ブロワ109の下流側のバイオガス供給経路は正圧となるため、誘引ブロワ109の上流側のバイオガス供給経路におけるバイオガスGが誘引ブロワ109で下流側のバイオガス供給経路に誘引される。

[0039] ガス化炉102で生成されたバイオガスGのうち燃焼室10に供給されなかった余剰バイオガスSGは、誘引ブロワ109からのバイオガスGを燃焼

室１０側へ供給するガス供給管２１５から分岐する余剰ガス供給管２１６および余剰ガス供給管２１６に設けられた水封槽１１２を介して余剰ガス燃焼装置１１３に導入される。

[0040] 余剰ガス供給管２１６は、水封槽１１２の上流側に設けられて誘引ブロワ１０９と水封槽１１２とを接続する上流側ガス供給管２１６ａと、水封槽１１２の下流側に設けられて水封槽１１２と余剰ガス燃焼装置１１３とを接続する下流側ガス供給管２１６ｂとを備えている。

[0041] 水封槽１１２内には、所定の水位まで水が封入されている。水封槽１１２は、上流側ガス供給管２１６ａから吐出される余剰バイオガスＳＧに水圧を作用させることにより、水封槽１１２から余剰ガス燃焼装置１１３への下流側ガス供給管２１６ｂにおける余剰バイオガスＳＧの供給量を制御する。これにより、水封槽１１２は、ガス供給管２１５内のバイオガスＧの圧力を制御することができる。

[0042] 余剰ガス燃焼装置１１３では、上流側ガス供給管２１６ａ、水封槽１１２および下流側ガス供給管２１６ｂを経て送られてきた余剰バイオガスＳＧが余剰ガス燃焼部１１３ａで燃焼される。

[0043] 余剰ガス燃焼装置１１３は、余剰バイオガスＳＧを燃焼させる余剰ガス燃焼部１１３ａ（この例では余剰ガス燃焼塔）を有している。余剰ガス燃焼部１１３ａは、長手方向が所定方向（この例では上下方向）に向くように設置されている。下流側ガス供給管２１６ｂの余剰ガス燃焼装置１１３側の端部は、余剰ガス燃焼部１１３ａの一端部（この例では下側端部）の内部に挿入されている。余剰ガス燃焼部１１３ａの一端部（この例では下側端部）の内側には、バーナー部２１７（保炎板）が設けられている。余剰ガス燃焼部１１３ａ内における下流側ガス供給管２１６ｂの余剰ガス燃焼装置１１３側の端部は、余剰ガス燃焼部１１３ａ内に設けられたバーナー部２１７に連通している。

[0044] また、余剰ガス燃焼部１１３ａの側面には、余剰ガス供給管２１６（具体的には下流側ガス供給管２１６ｂ）の吐出口２１６ｃから吐出される余剰バ

イオガスSGに着火する着火部（この例ではパイロットバーナー218）が設けられている。パイロットバーナー218は、余剰ガス燃焼部113aの外側から余剰ガス燃焼部113a内に余剰バイオガスSGに着火するための燃料となる可燃性ガスg（この例ではプロパンガス）を供給すようになっている。パイロットバーナー218には、ガスボンベ218aが接続されている。ガスボンベ218aは、可燃性ガスgをパイロットバーナー218に供給する。

[0045] かかる構成を備えた余剰ガス燃焼装置113では、上流側ガス供給管216aから水封槽112を通過して下流側ガス供給管216bに流れてきた余剰バイオガスSGは、余剰ガス燃焼装置113に導入されて余剰ガス燃焼部113aの一端部（この例では下側端部）に設けられたバーナー部217から吐出される。バーナー部217から吐出された余剰バイオガスSGは、余剰ガス燃焼部113aの側面に設けられたパイロットバーナー218においてガスボンベ218aから供給された可燃性ガスgによる種火により着火されて燃焼される。

[0046] 一方、誘引ブロワ109で誘引されたバイオガスGは、ガス供給管215およびガス供給管215に設けられた前処理ユニット110を介してエンジン発電装置111における燃焼室10に導入される。燃焼室10には、前処理ユニット110で不純物が除去されたバイオガスGが供給される。本実施の形態では、エンジン発電装置111は、バイオガスGを燃料とし、バイオガスGと空気Aとの混合気GAを燃焼させる燃焼室10を有するガスエンジン部111aを備えている。この例では、エンジン発電装置111は、ガスエンジン部111aにより駆動される発電装置111bを備え、発電装置111bで発電し、かつ、ガスエンジン部111aの排熱を給湯や空調等に利用するコージェネレーションシステムとされている。

[0047] また、バイオガスエンジン100は、バイオガス冷却部200にて温度が調整されたバイオガスGと空気Aとを混合する混合部として作用するガスマキサー20（ガス混合器）をさらに備えている。ガスマキサー20は、空気

Aを吸気する吸気経路219に設けられている。

[0048] (加熱部について)

ところで、バイオガス冷却部200により、バイオガスGが露点まで、または、露点付近の温度まで冷却されているため、バイオガスGと混合する空気AがバイオガスGよりも低温の場合、バイオガスGと空気Aとの混合気GAの温度が露点を下回り、次のような不都合がある。

[0049] すなわち、バイオガスGと空気Aとの混合気GAの温度が露点を下回ると、混合気GAに含まれる水蒸気が凝縮して凝縮水（結露）が発生し、発生した凝縮水（結露）により、燃焼室10やバルブ等の混合気GAに触れる構成部材において錆が発生する恐れがある。また、バイオガスGと空気Aとの混合気GAの温度が低下してバイオガスGに含まれるタール分の凝縮点以下になると、タール分が凝縮してタールが析出し、析出したタールにより、バルブ等の混合気GAに触れる可動部材の動作不良（例えばタールの付着により可動部材が円滑に可動しないといった動作不良）等の不具合が発生する恐れがある。これらのことは、寒冷地域において、バイオガスGと外気（野外の空気A）とを混合する場合に、特に顕著となる。

[0050] この点、本実施の形態では、バイオガスエンジン100は、吸気経路219から吸入される空気Aを、混合気GAの温度が露点以上を保つように加熱する加熱部114を備えている。加熱部114は、空気Aの吸気方向Wにおいて吸気経路219のガスマキサー20よりも上流側に設けられている。

[0051] 本実施の形態に係るバイオガスエンジン100によれば、空気Aの吸気方向Wにおいて吸気経路219のガスマキサー20よりも上流側に、吸気経路219から吸入される空気Aを、バイオガスGと空気Aとの混合気GAの温度が露点以上を保つように加熱する加熱部114を設けるので、加熱部114により、吸気経路219から吸入される空気Aを、混合気GAの温度が露点以上を保つように加熱することができ、これにより、混合気GAを、露点以上で燃焼室10に導くことができる。従って、混合気GAに含まれる水蒸気が凝縮することがなく、凝縮水（結露）の発生を回避することができ、ひ

いては、燃焼室 10 やバルブ等の混合気 GA に触れる構成部材において錆が発生することを効果的に防止することができる。また、バイオガス G に含まれるタール分の凝縮点が露点以下であり、従って、バイオガス G と空気 A との混合気 GA の温度がバイオガス G に含まれるタール分の凝縮点以上であるため、タール分が凝縮することがなく、タールの析出を回避することができる、ひいては、バルブ等の混合気 GA に触れる可動部材の動作不良（例えばタールの付着により可動部材が円滑に可動しないといった動作不良）等の不具合が発生することを効果的に防止することができる。これらのことは、寒冷地域において、バイオガス G と外気（野外の空気 A）とを混合する場合に、特に有効となる。

[0052] ところで、バイオガス G と空気 A との混合気 GA における H_2 （水素）の含有率と露点との間には、バイオガス G 原料の水分が一定の場合、一定の相関関係を有する。

[0053] 図 2 は、バイオガス G と空気 A との混合気 GA における H_2 の含有率と露点との相関関係を示すグラフである。

[0054] 図 2 に示すように、混合気 GA における H_2 の含有率と露点との間に一定の相関関係があることがわかる。例えば、混合気 GA における H_2 の含有率が 16.5% の場合には、露点は 51℃ となる。

[0055] 本実施の形態に係るバイオガスエンジン 100 において、吸気経路 219 から吸入される空気 A を加熱部 114 により加熱するにあたり、例えば、混合気 GA における H_2 の含有率と露点との相関関係（図 2 参照）を実験等により予め求めておく。また、混合気 GA における H_2 の含有率（例えば 16.5%）を予め測定することで、測定した H_2 の含有率（例えば 16.5%）から実験等により予め求めておいた相関関係（図 2 参照）を用いて露点（例えば 51℃）を予め求めておく。そして、本実施の形態に係るバイオガスエンジン 100 において、混合気 GA の温度が、予め求めておいた露点（例えば 51℃）以上を保つように、加熱部 114 の加熱度合を予め設定しておく。こうすることで、加熱度合が予め設定された加熱部 114 により、吸気経路 2

19から吸入される空気Aを、混合気GAの温度が露点以上を保つように加熱することができる。

[0056] なお、本実施の形態に係るバイオガスエンジン100において、記憶装置および制御装置を備え、露点を記憶装置に予め記憶しておき、制御装置は、記憶装置に記憶した露点を用いて、加熱部114を作動制御して加熱部114の加熱度合を調整するようになっていてもよい。すなわち、制御装置は、加熱部114を作動制御して、吸気経路219から吸入される空気Aを、混合気GAの温度が露点以上を保つように加熱する構成とされていてもよい。また、混合気GAの温度の検知する温度検知部を備え、制御装置は温度検知部の検知結果に基づいて、具体的には、混合気GAの温度が露点以上を保つように、加熱部114を作動制御して加熱部114の加熱度合を調整するようにしてもよい。また、制御装置は、次のようにして露点を求めるように構成されていてもよい。すなわち、混合気GAにおけるH₂の含有率と露点との相関関係（図2参照）に基づく換算要素（例えば換算テーブルや換算式）を記憶装置に予め記憶しておき、制御装置は、H₂の含有率をパラメータとして記憶装置における換算要素から露点を求めるように構成されていてもよい。

[0057] （加熱部の具体的態様）

図3および図4は、吸気経路219から吸気される空気Aを加熱する加熱部114の具体的態様を説明する説明図である。

[0058] （エンジン部の構成）

まず、本実施の形態に係るバイオガスエンジン100における図3および図4に示すガスエンジン部111aの構成について説明する。

[0059] 図3および図4に示すガスエンジン部111aは、クランクケース11と、シリンダ12と、ピストン13と、シリンダヘッド14と、クランクシャフト15と、コンロッド16と、吸気バルブ17と、排気バルブ18と、点火プラグ19とを備えている。

[0060] クランクシャフト15は、クランクケース11内に回転軸線15a回りに回転可能な状態で収容されている。コンロッド16は、一端がクランクシャ

フト 15 の回転軸線 15 a から偏心した位置に設けられたクランクピン 15 b に回転自在に連結されている。また、コンロッド 16 は、他端がピストン 13 に設けられたピストンピン 13 a に回転自在に連結されている。

[0061] ピストン 13 は、シリンダ 12 内で往復運動する構成とされている。ピストン 13 の往復運動がコンロッド 16 によってクランクシャフト 15 に伝達され、これにより、クランクシャフト 15 が回転する。燃焼室 10 は、シリンダ 12 と、ピストン 13 と、シリンダヘッド 14 とによって区画されている。シリンダヘッド 14 には、吸気バルブ 17、排気バルブ 18 および点火プラグ 19 が取り付けられている。

[0062] 吸気バルブ 17 は、燃焼室 10 に開口した吸気口 10 a を所定の吸気タイミングで開放し、所定の排気タイミングで閉塞するようになっている。排気バルブ 18 は、燃焼室 10 に開口した排気口 10 b を所定の排気タイミングで開放し、所定の吸気タイミングで閉塞するようになっている。点火プラグ 19 は、燃焼室 10 内で所定の燃焼タイミングで放電する放電部 19 a を有し、放電部 19 a での放電によって、ガスミキサー 20 にてバイオガス G と空気 A とが混合されて吸気経路 219 を経て燃焼室 10 内に吸気された混合気 G A に点火する構成とされている。

[0063] (加熱部の一例)

本実施の形態において、吸気経路 219 から吸入される空気 A の加熱部 114 として、ヒーター等の熱源を別途使用してもよいが、この場合、構成部材を別途必要とすると共に、エネルギーを別途消費する。

[0064] かかる観点から、本実施の形態に係るバイオガスエンジン 100 において、図 3 に示すような加熱部 114 の具体的態様を例示できる。

[0065] 図 3 (a) は、加熱部 114 の一例の第 1 態様を示す概略構成図であり、図 3 (b) は、加熱部 114 の一例の第 2 態様を示す概略構成図である。

[0066] 図 3 (a) および図 3 (b) に示す加熱部 114 の一例では、吸気経路 219 から吸入される空気 A の加熱部 114 の熱源としてエンジン廃熱を使用する。

- [0067] この例では、エンジン廃熱は、ガスエンジン部 1 1 1 a を冷却するエンジン冷却水 E W の熱（図 3（a）参照）、および、ガスエンジン部 1 1 1 a から排出される排気ガス E G の熱（図 3（b）参照）とされている。
- [0068] 詳しくは、図 3（a）に示す第 1 態様では、エンジン廃熱を使用する構成は、吸気経路 2 1 9 とエンジン廃熱の配管 2 2 0（この例ではエンジン冷却水 E W の配管 2 2 1）との間に熱交換器 2 3 0 を設ける構成とされている。
- [0069] また、図 3（b）に示す第 2 態様では、エンジン廃熱を使用する構成は、吸気経路 2 1 9 とエンジン廃熱の配管 2 2 0（この例では排気ガス E G の配管 2 2 2）との間に熱交換器 2 3 0 を設ける構成とされている。
- [0070] ここで、図 3（a）に示す第 1 態様において、シリンダ 1 2 に設けられたシリンダブロック 1 2 a にはエンジン冷却水 E W を通過させるウォータジャケット 1 2 b が設けられており、ウォータジャケット 1 2 b に環状の配管 2 2 1 が接続されている。配管 2 2 1 には図示を省略したエンジン冷却水ポンプが設けられており、エンジン冷却水ポンプは、配管 2 2 1 内のエンジン冷却水 E W を循環させるようになっている。
- [0071] 図 3（a）に示す第 1 態様の加熱部 1 1 4 の加熱度合は、例えば、図示を省略したエンジン冷却水ポンプの回転数や図示を省略したエンジン冷却水流量バルブの開度を調整することで設定することができる。また、図 3（b）に示す第 2 態様の加熱部 1 1 4 の加熱度合は、例えば、図示を省略した排気ガス流量バルブの開度を調整することで設定することができる。
- [0072] なお、何れにしても熱交換器 2 3 0 は、従来公知のものをを用いることができ、ここでは詳しい説明を省略する。また、第 1 態様および第 2 態様を組み合わせる加熱部 1 1 4 を構成するようにしてもよい。
- [0073] このように、吸気経路 2 1 9 から吸入される空気 A の加熱部 1 1 4 の熱源としてエンジン廃熱を使用することで、エンジン廃熱を利用することができ、これにより、熱源を別途確保することを省略することができると共に、エネルギーを別途消費することを回避することが可能となる。
- [0074] （加熱部の他の例）

図４は、加熱部１１４の他の例を示す概略構成図である。

[0075] 本実施の形態において、バイオガスエンジン１００には、空気Ａの圧力を大気圧よりも高める過給機１１５が備えられることがある。

[0076] 図４に示す加熱部１１４の他の例では、吸気経路２１９から吸入される空気Ａの加熱部１１４として、過給機１１５を使用する。

[0077] 過給機１１５は、コンプレッサ１１５ａを備え、空気の吸気方向Ｗにおいて吸気経路２１９のガスミキサー２０よりも上流側には、コンプレッサ１１５ａが配置されている。

[0078] 本実施の形態では、過給機１１５は、排気ガスＥＧの圧力（排気圧）を利用するターボチャージャとされている。

[0079] 詳しくは、過給機１１５は、吸気経路２１９とエンジン廃熱の配管２２０（この例では排気ガスＥＧの配管２２２）との間を設けられている。

[0080] 過給機１１５は、吸気経路２１９に配設されたコンプレッサ１１５ａと、排気ガスＥＧの配管２２２に配設されたタービン１１５ｂと、これらを結合する結合軸１１５ｃとを有している。

[0081] 過給機１１５では、排気ガスＥＧの配管２２２を通る排気ガスＥＧの圧力によってタービン１１５ｂが回されると、その回転が結合軸１１５ｃによってコンプレッサ１１５ａに伝達される。そうすると、コンプレッサ１１５ａが回転し、吸気経路２１９内の空気Ａを圧縮して、ガスミキサー２０に送り込む。これにより、吸気経路２１９から吸入される空気Ａの温度を高めることができる。

[0082] 図４に示す加熱部１１４の他の例の加熱度合は、例えば、図示を省略した排気ガス流量バルブの開度を調整することで設定することができる。

[0083] このように、吸気経路２１９から吸入される空気Ａの加熱部１１４として過給機１１５（この例ではターボチャージャ）を使用することで、過給機１１５による空気Ａの圧縮効果によって吸気経路２１９から吸入される空気Ａの温度を容易に上昇させることが可能となる。また、過給機１１５が備えられるバイオガスエンジン１００の構成の場合において、加熱部１１４として

過給機 1 1 5 を使用することで、空気 A の温度を上昇させるためにエンジン駆動に関与する圧力（この例では排気ガス E G の圧力）を利用することができ、これにより、熱源を別途確保することを省略することができると共に、エネルギーを別途消費することを回避することが可能となる。

[0084] なお、図 3 に示すような加熱部 1 1 4 の一例と、図 4 に示すような加熱部 1 1 4 の他の例とを組み合わせても良い。

[0085] 本発明は、以上説明した実施の形態に限定されるものではなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、かかる実施の形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には、なんら拘束されない。さらに、請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

[0086] この出願は、2015 年 2 月 6 日に日本で出願された特願 2015-021993 号に基づく優先権を請求する。これに言及することにより、その全ての内容は本出願に組み込まれるものである。

産業上の利用可能性

[0087] 本発明は、バイオガスを生成するガス化炉で生成したバイオガスを燃料とし、バイオガスと空気との混合気を燃焼室で燃焼させるバイオガスエンジンに係るものであり、特に、バイオガスと空気との混合気を、結露およびタールのうち少なくとも結露が生じないような露点以上で燃焼室に導くための用途に適用できる。

符号の説明

[0088] 1 0 燃焼室
1 0 a 吸気口
1 0 b 排気口
1 1 クランクケース
1 2 シリンダ
1 2 a シリンダブロック

1 2 b	ウォータジャケット
1 3	ピストン
1 3 a	ピストンピン
1 4	シリンダヘッド
1 5	クランクシャフト
1 5 a	回転軸線
1 5 b	クランクピン
1 6	コンロッド
1 7	吸気バルブ
1 8	排気バルブ
1 9	点火プラグ
1 9 a	放電部
2 0	ガスミキサー（混合部の一例）
1 0 0	バイオガスエンジン
1 0 1	原料供給装置
1 0 1 a	投入ホッパ
1 0 1 b	原料投入部
1 0 1 b 1	投入コンベア
1 0 1 b 2	投入フィーダー
1 0 2	ガス化炉
1 0 3	サイクロン
1 0 4	ガス冷却器
1 0 5	スクラバー
1 0 6	循環液槽
1 0 7	冷却塔
1 0 8	ガスフィルター
1 0 9	誘引ブロワ
1 1 0	前処理ユニット

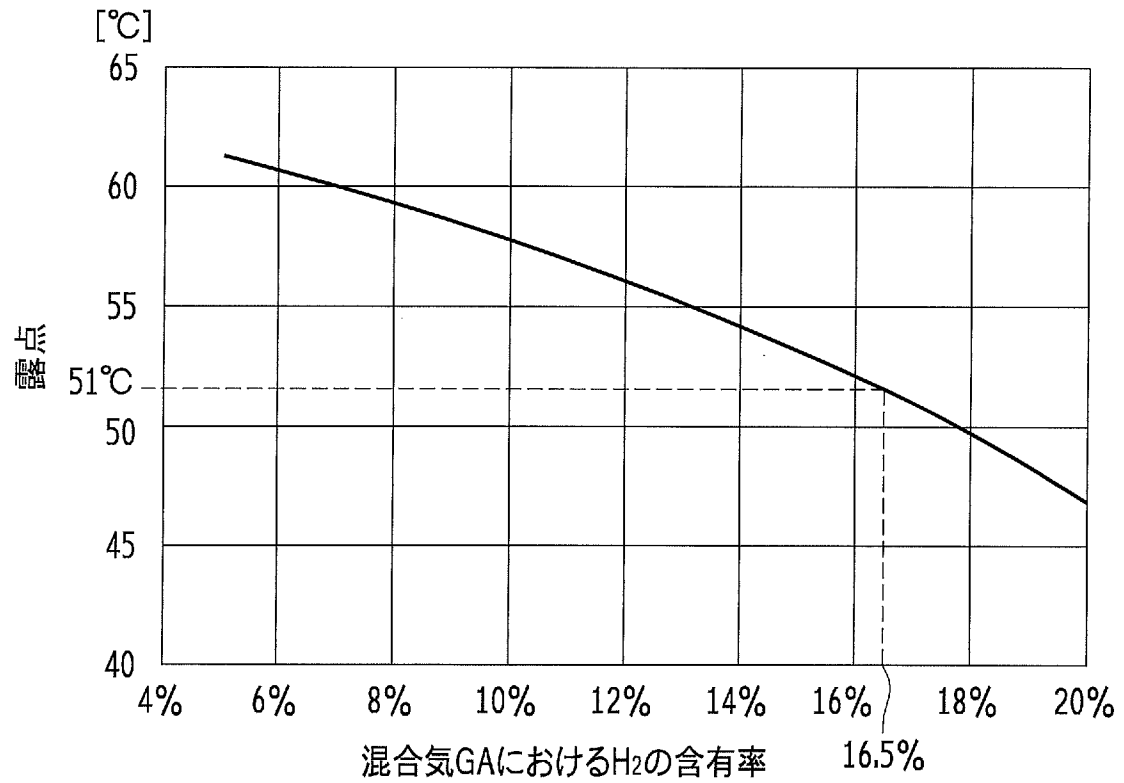
1 1 1	エンジン発電装置
1 1 1 a	ガスエンジン部
1 1 1 b	発電装置
1 1 2	水封槽
1 1 3	余剰ガス燃焼装置
1 1 3 a	余剰ガス燃焼部
1 1 4	加熱部
1 1 5	過給機
1 1 5 a	コンプレッサ
1 1 5 b	タービン
1 1 5 c	結合軸
2 0 0	バイオガス冷却部
2 1 7	バーナー部
2 1 8	パイロットバーナー
2 1 8 a	ガスボンベ
2 1 9	吸気経路
2 2 0	エンジン排熱の配管
2 2 1	エンジン冷却水の配管
2 2 2	排気ガスの配管
2 3 0	熱交換器
3 0 0	オイル接触部
A	空気
B	バイオマス
CW	冷却水
EG	排気ガス
EW	エンジン冷却水
G	バイオガス
GA	混合気

S G	余剰バイオガス
W	吸気方向
W L	洗浄液

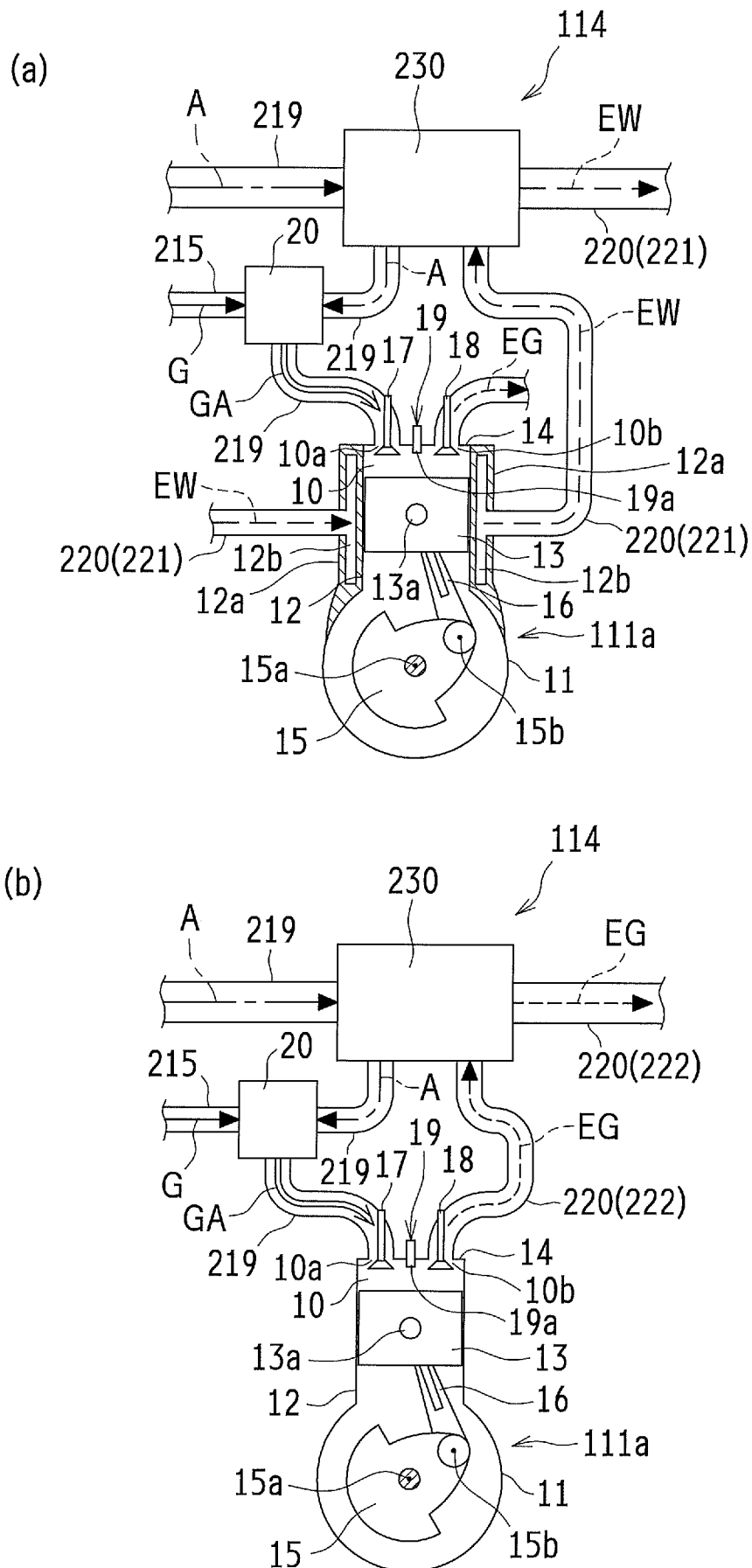
請求の範囲

- [請求項1] バイオガスを生成するガス化炉で生成した前記バイオガスを燃料とし、前記バイオガスと空気との混合気を燃焼室で燃焼させるバイオガスエンジンであって、
- 前記ガス化炉から前記燃焼室へのバイオガス供給経路に、前記バイオガスの温度を調整するバイオガス冷却部を設け、
- 前記空気を吸気する吸気経路に、前記バイオガス冷却部にて温度が調整された前記バイオガスと前記空気とを混合する混合部を設け、
- 前記空気の吸気方向において前記吸気経路の前記混合部よりも上流側に、前記吸気経路から吸入される前記空気を、前記混合気の温度が露点以上を保つように加熱する加熱部を設けたことを特徴とするバイオガスエンジン。
- [請求項2] 請求項1に記載のバイオガスエンジンであって、
- 前記吸気経路から吸入される前記空気の前記加熱部の熱源としてエンジン廃熱を使用することを特徴とするバイオガスエンジン。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載のバイオガスエンジンであって、
- 前記空気の圧力を大気圧よりも高める過給機を設け、
- 前記吸気経路から吸入される前記空気の前記加熱部として前記過給機を使用することを特徴とするバイオガスエンジン。
- [請求項4] 請求項1から請求項3までの何れか1つに記載のバイオガスエンジンであって、
- 前記バイオガス冷却部にオイルをバイオガスに接触させるオイル接触部を付加したことを特徴とするバイオガスエンジン。

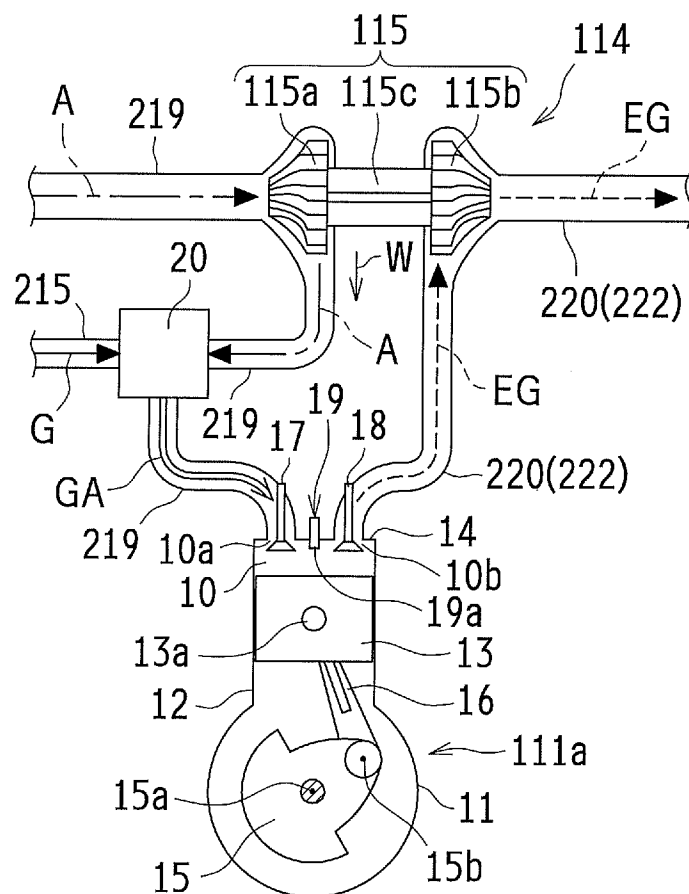
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/084014

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M21/02(2006.01)i, C10K1/04(2006.01)i, C10K1/18(2006.01)i, F01N5/02(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02M31/06(2006.01)i, F02M31/08(2006.01)i, F02M31/20(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)

F02M21/02, C10K1/04, C10K1/18, F01N5/02, F02B37/00, F02M31/06, F02M31/08, F02M31/20

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 4223696 B2 (Shoden System Kabushiki Kaisha), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraphs [0021] to [0036] (Family: none)	1-4
Y	JP 4986042 B2 (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 25 July 2012 (25.07.2012), paragraph [0029] (Family: none)	1-4
A	JP 5314719 B2 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 October 2013 (16.10.2013), & US 2014/0000255 A1 & WO 2012/117604 A1 & EP 2682591 A1 & CN 103380287 A & KR 10-2013-0121938 A	1-4

☒ 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
22 February 2016 (22.02.16)

Date of mailing of the international search report
08 March 2016 (08.03.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/084014

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-007582 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 January 2012 (12.01.2012), & US 2013/0067913 A1 & WO 2012/002341 A1 & EP 2587042 A1 & CN 102918253 A & KR 10-2012-0127665 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02M21/02(2006.01)i, C10K1/04(2006.01)i, C10K1/18(2006.01)i, F01N5/02(2006.01)i,
F02B37/00(2006.01)i, F02M31/06(2006.01)i, F02M31/08(2006.01)i, F02M31/20(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 (IPC))

Int.Cl. F02M21/02, C10K1/04, C10K1/18, F01N5/02, F02B37/00, F02M31/06, F02M31/08, F02M31/20

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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 4223696 B2 (省電システム株式会社) 2009.02.12, 段落 [0021] - [0036] (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 4986042 B2 (三井造船株式会社) 2012.07.25, 段落 [0029] (ファミリーなし)	1-4
A	JP 5314719 B2 (三菱重工業株式会社) 2013.10.16, & US 2014/0000255 A1 & WO 2012/117604 A1 & EP 2682591 A1 & CN 103380287 A & KR 10-2013-0121938 A	1-4

☒ 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

2 2 . 0 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 3 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

木村 麻乃

3 G

4 0 3 0

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

C (続き) . 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
A	JP 2012-007582 A (三菱重工業株式会社) 2012.01.12, & US 2013/0067913 A1 & WO 2012/002341 A1 & EP 2587042 A1 & CN 102918253 A & KR 10-2012-0127665 A	1-4