

(43) 国際公開日
2009年1月29日 (29.01.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/014109 A1

- (51) 国際特許分類:
C10L 3/10 (2006.01) C01B 3/38 (2006.01)
B01D 53/04 (2006.01) C01B 3/58 (2006.01)
B01D 53/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/063099
- (22) 国際出願日: 2008年7月22日 (22.07.2008)
- (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2007-193601 2007年7月25日 (25.07.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 大阪瓦斯株式会社 (OSAKA GAS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5410046 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 Osaka (JP). 株式会社ガスアンドパワーインベストメント (GAS AND POWER INVESTMENT CO., LTD) [JP/JP]; 〒5410047 大阪府大阪市中央区淡路町四丁目4番11号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 関建司 (SEKI,

Kenji) [JP/JP]; 〒5410046 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内 Osaka (JP). 増田正孝 (MASUDA, Masataka) [JP/JP]; 〒5410046 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内 Osaka (JP). 大塚浩文 (OHTSUKA, Hirofumi) [JP/JP]; 〒5410046 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内 Osaka (JP). 紫藤悦雄 (SHITO, Etsuo) [JP/JP]; 〒5410047 大阪府大阪市中央区淡路町四丁目4番11号 株式会社ガスアンドパワーインベストメント内 Osaka (JP). 平尾勝彦 (HIRAO, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒5410047 大阪府大阪市中央区淡路町四丁目4番11号 株式会社ガスアンドパワーインベストメント内 Osaka (JP).

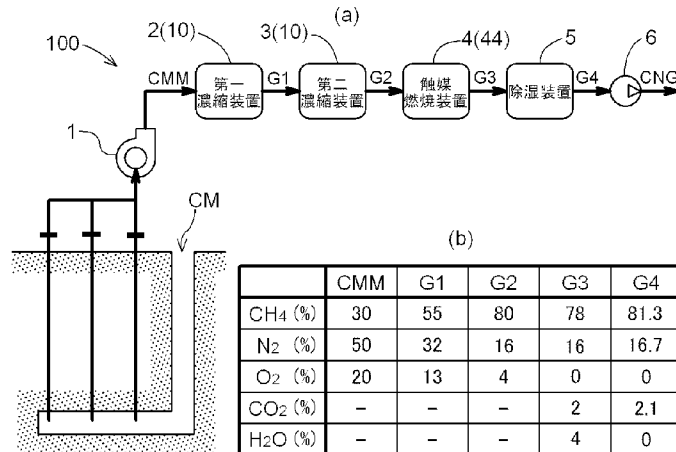
- (74) 代理人: 北村修一郎 (KITAMURA, Shuichiro); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目3番3号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

[続葉有]

(54) Title: SYSTEM FOR PROCESSING COMBUSTIBLE GAS AND METHOD FOR PROCESSING COMBUSTIBLE GAS

(54) 発明の名称: 可燃性ガス処理システム及び可燃性ガス処理方法

[図1]



2(10) FIRST CONDENSING UNIT
3(10) SECOND CONDENSING UNIT
4(44) CATALYST COMBUSTION UNIT
5 DEHUMIDIFYING UNIT

(57) Abstract: Disclosed is a system for processing a combustible gas, which comprises a catalyst combustion means (4) wherein an oxygen-containing combustible gas (G2) mainly containing a combustible gas and further containing oxygen is supplied and the oxygen-containing combustible gas (G2) is partially combusted by bringing it into contact with an oxidation catalyst (44), thereby producing the partially combusted gas as a combustible gas (G3) to be compressed.

[続葉有]



GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:

— 国際調査報告書
— 補正書

(57) 要約: 可燃性ガスを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有可燃性ガス G 2 が供給され、当該酸素含有可燃性ガス G 2 を酸化触媒 4 4 に接触させて部分燃焼させ、当該部分燃焼後のガスを被圧縮可燃性ガス G 3 として生成する触媒燃焼手段 4 を備える。

明 細 書

可燃性ガス処理システム及び可燃性ガス処理方法

技術分野

- [0001] 本発明は、所定の可燃性ガスを主成分とし、圧縮機により圧縮されて圧縮可燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスを生成する可燃性ガス処理システム及び可燃性ガス処理方法に関する。

背景技術

- [0002] 所定の可燃性ガスを圧縮してなる圧縮可燃性ガスとして、メタンを主成分とする天然ガスを圧縮してなる圧縮天然ガス(CNG)や水素を圧縮してなる圧縮水素ガス等が知られている。

かかる圧縮可燃性ガスを燃料とするエンジンを搭載した自動車は、ガソリン等を燃料とするエンジンを搭載した自動車と比べて、二酸化炭素、窒素酸化物、硫黄酸化物、粒子状物質等の排出量が大幅に少ないことから、近年、環境対策として普及が拡大しつつある。

- [0003] 上記のような圧縮可燃性ガスを燃料とする自動車は、ガソリンを燃料とする自動車と同様に、ガススタンドまで走行して圧縮可燃性ガスの補給を受けることになる。そして、このガススタンドにおいては、可燃性ガスを主成分とする被圧縮可燃性ガスを圧縮機により非常に高压(例えば20.3MPa(200atm)程度)に圧縮して圧縮可燃性ガスとし、その圧縮可燃性ガスを自動車に搭載された高压タンクに充填することになる(例えば、特許文献1を参照。)

- [0004] 例えば炭鉱から採取される炭鉱ガスには可燃性ガスであるメタンに加えて空気成分(主に窒素、酸素、二酸化炭素)が含まれているというように、自然界に存在する可燃性ガスは、当該可燃性ガスに加えて空気成分を含む原料ガスとして採取されることが多い。そして、このような原料ガスを燃料として有効に利用するためには、同原料ガスに含まれる空気成分を除去すると共に、当該原料ガスに含まれる可燃性ガスを濃縮する必要がある。

- [0005] 特に、この原料ガスを、圧縮機により圧縮されて上記自動車用燃料等となる圧縮可

燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスとする場合には、圧縮による発火等を防止するために、その原料ガスに含まれる酸素を極めて低濃度（例えば4%未満）にまで除去する必要がある。

即ち、圧縮可燃性ガスの生成過程での圧縮を安全に行える上限酸素濃度が、アセチレン、エチレン及び水素を除くメタンなどの可燃性ガスについては4%、アセチレン、エチレン及び水素については2%とされている。

[0006] また、上記炭鉱ガスから空気成分を除去してメタンを濃縮する濃縮装置として、メタンに比べて空気成分を優先的に吸着する天然ゼオライトからなる吸着材を利用した吸着式濃縮装置が知られている（例えば、特許文献2を参照。）。

また、かかる特許文献2の吸着式濃縮装置は、可燃性ガス以外の空気成分を優先的に吸着する吸着材を内部に充填した吸着塔を備え、吸着塔の内部に比較的高い圧力で炭鉱ガス等の原料ガスを圧入して当該炭鉱ガスに含まれる空気成分を吸着材に優先的に吸着させる吸着処理と、吸着塔の内部を大気圧に減圧して吸着材に吸着されなかった若しくは吸着材から優先的に脱着した可燃性ガスを多く含む濃縮ガスを払い出す脱着処理とを交互に実行するように構成されている。

特許文献1:特開平9-264196号公報

特許文献2:特開昭58-198591号公報

発明の開示

[0007] しかしながら、上記特許文献2に記載の吸着式濃縮装置のように、吸着材を利用して原料ガスから空気成分を除去し可燃性ガスを濃縮するのでは、濃縮後のガスは、可燃性ガスを主成分（例えば70%）とするものとなっているものの、吸着材で除去しきれなかった酸素が、圧縮可燃性ガスの生成過程での圧縮を安全に行える上限酸素濃度（例えば4%）以上残存している場合があった。

そして、従来では、このような可燃性ガスを主成分とし上記上限酸素濃度以上の酸素を含む酸素含有可燃性ガスに対して、その酸素を極めて低濃度（例えば4%未満）にまで除去する有効な方法はなかったため、炭鉱ガスのようにメタンに加えて空気成分が含まれる原料ガスについては、自動車用燃料等となる圧縮可燃性ガスとしての利用は図られていなかった。

- [0008] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、メタンや水素等の所定の可燃性ガスを主成分とし、圧縮機により圧縮されて圧縮可燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスを生成する可燃性ガス処理において、可燃性ガスを主成分とすると共に圧縮可燃性ガスの生成過程での圧縮を安全に行える上限酸素濃度以上の酸素を含む酸素含有可燃性ガスから、酸素を極めて低濃度に除去する技術を実現し、更には、炭鉱ガスのようにメタンに加えて空気成分が含まれる原料ガスを自動車用燃料等となる圧縮可燃性ガスとして有効利用可能とする技術を実現する点にある。
- [0009] 上記目的を達成するための本発明に係る可燃性ガス処理システムは、所定の可燃性ガスを主成分とし、圧縮機により圧縮されて圧縮可燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスを生成する可燃性ガス処理システムであって、その特徴構成は、前記可燃性ガスを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有可燃性ガスが供給され、当該酸素含有可燃性ガスを酸化触媒に接触させて部分燃焼させ、当該部分燃焼後のガスを前記被圧縮可燃性ガスとして生成する触媒燃焼手段を備えた点にある。
- [0010] 上記特徴構成によれば、上記触媒燃焼手段により、上記酸素含有可燃性ガスを酸化触媒に接触させることで、同酸素含有可燃性ガスに多く含まれる可燃性ガスのごく一部が、同酸素含有可燃性ガスに含まれる僅かな酸素を利用して燃焼する所謂部分燃焼することになる。この酸化触媒に接触して部分燃焼した後の被圧縮可燃性ガスについては、殆どの酸素が部分燃焼により消費されて除去されているので、酸素濃度が極めて低濃度（例えば4%未満）に低下し、更に、上記部分燃焼により消費されたものを除いた可燃性ガスが高濃度に残存しているガスとなる。よって、当該被圧縮可燃性ガスを発火させることなく安全に圧縮して圧縮可燃性ガスを生成することができる。
- [0011] 本発明に係る可燃性ガス処理システムの更なる特徴構成は、前記可燃性ガスがメタン又は水素である点にある。
- [0012] 上記特徴構成によれば、可燃性ガスがメタン又は水素とした場合でも、上述したように、メタン又は水素を主成分とし酸素を含む酸素含有可燃性ガスから酸素を上記酸化触媒での部分燃焼により極めて低濃度に除去することができるので、その酸素を除去後の被圧縮可燃性ガスを安全に圧縮して、自動車用燃料等として有効に利用

可能な圧縮天然ガスや圧縮水素ガスを生成することができる。

[0013] 本発明に係る可燃性ガス処理システムの更なる特徴構成は、前記圧縮機に供給される前の前記被圧縮可燃性ガスが供給され、当該被圧縮可燃性ガスの水分を除去する水分除去手段を備えた点にある。

[0014] 上記特徴構成によれば、上記触媒燃焼手段における部分燃焼により生成された水分を含む被圧縮可燃性ガスに対して、上記水分除去手段により、その水分を除去した被圧縮可燃性ガスを圧縮機に供給することができる。従って、圧縮機において乾燥した被圧縮可燃性ガスを圧縮し、自動車用燃料等として利用される乾燥した圧縮可燃性ガスを生成することができるので、圧縮機や自動車における水分による不都合を回避することができる。

[0015] 本発明に係る可燃性ガス処理システムの更なる特徴構成は、前記可燃性ガスと酸素とを含む原料ガスが供給され、当該原料ガスに含まれる可燃性ガスを吸着材により濃縮し、当該濃縮後のガスを前記酸素含有可燃性ガスとして生成する濃縮手段を備えた点にある。

[0016] 上記特徴構成によれば、上記濃縮手段により、炭鉱ガスのように可燃性ガスと酸素とを含む原料ガスに対して、吸着材を利用して当該原料ガスから酸素等の空気成分を除去し可燃性ガスを濃縮することで、その濃縮後のガスを、可燃性ガスを高濃度に含まみ酸素を僅かながら含む酸素含有可燃性ガスとすることができる。よって、上述したような触媒燃焼手段により、この酸素含有可燃性ガスを部分燃焼させることで、酸素を除去するために消費される可燃性ガスが極めて少なく済み、可燃性ガスと酸素とを含む原料ガスから被圧縮可燃性ガスを生成する際の歩留りを向上することができる。

[0017] 本発明に係る可燃性ガス処理システムの更なる特徴構成は、前記濃縮手段が、前記可燃性ガスを優先的に吸着する吸着材を内部に充填した吸着塔を備え、前記吸着塔の内部に前記原料ガスを通過させる吸着処理と、前記吸着塔の内部から前記吸着処理時よりも低い圧力で前記酸素含有可燃性ガスを払い出す脱着処理とを交互に実行するように構成されている点にある。

[0018] 上記特徴構成によれば、上記吸着処理を実行すると、例えば大気圧程度とされた

吸着塔の内部において、通過する当該原料ガスに含まれる可燃性ガスが吸着材に吸着され、残部の排ガスが外部に放出されることになる。ここで、吸着塔の内部から外部に放出される排ガスは、吸着材に吸着されなかった可燃性ガスが僅かに残る可能性があるが、その濃度は爆発濃度範囲よりも下回るものであるので、安全に処理することができる。

次に、上記吸着処理の後に上記脱着処理を実行すると、ガスを吸引することにより上記吸着処理時よりも低い圧力に減圧された吸着塔の内部において、吸着材から可燃性ガスが脱着され、その可燃性ガスを含むガスが上記酸素含有可燃性ガスとして払い出されることになる。ここで、吸着塔の内部から払い出される酸素含有可燃性ガスは、僅かに酸素を含むものの、吸着材から脱着した可燃性ガスを多く含むものとすることができる。

また、このような濃縮手段では、原料ガス、排ガス、酸素含有可燃性ガスを加圧することがないので、当該ガスの爆発の危険性を一層抑制することができ、更に、加圧のためのエネルギー消費が節約できる。

[0019] 本発明に係る可燃性ガス処理システムの更なる特徴構成は、前記触媒燃焼手段に供給される前記酸素含有可燃性ガスに水素又は水蒸気を導入する導入手段を備えた点にある。

[0020] 上記特徴構成によれば、上記導入手段により前記触媒燃焼手段に供給される酸素含有可燃性ガスに水素及び水蒸気的一方又は両方を含むガスを導入することで、酸化触媒表面での炭素の析出を抑制して当該酸化触媒の耐久性を向上させることができる。

即ち、上記酸素含有メタンガスを酸化触媒に接触させて部分燃焼させて酸素を除去すると、反応中に副生する一酸化炭素が不均化を起こし炭素が生成される場合がある。

そこで、触媒燃焼装置に供給される酸素含有メタンガスに水素を含むガスを導入することで、酸化触媒表面での部分燃焼の燃焼速度を速めて、酸化触媒表面での炭素の析出を抑制することができる。

また、触媒燃焼装置に供給される酸素含有メタンガスに水蒸気を含むガスを導入

することで、酸化触媒表面での水蒸気分圧を上げて、化学平衡論により一酸化炭素を水分と反応させ、酸化触媒表面での炭素の析出を抑制することができる。

[0021] 本発明に係る可燃性ガス処理システムの更なる特徴構成は、前記導入手段が、前記酸素含有可燃性ガスの一部を水蒸気改質して水素及び水蒸気を含むガスに変換し、当該ガスを前記触媒燃焼手段に供給される残部の前記酸素含有可燃性ガスに導入するように構成されている点にある。

[0022] 上記特徴構成によれば、上記導入手段により、水素及び水蒸気を含むガスを、別途準備する必要なく、上記酸素含有可燃性ガスの一部を水蒸気改質して生成することができる。そして、このようにして生成した水素及び水蒸気を含むガスを触媒燃焼手段に供給される残部の酸素含有可燃性ガスに導入して、酸化触媒表面での炭素の析出を抑制して当該酸化触媒の耐久性を向上させることができる。

[0023] また、上記目的を達成するための本発明に係る可燃性ガス処理方法は、所定の可燃性ガスを主成分とし、圧縮機により圧縮されて圧縮可燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスを生成する可燃性ガス処理方法であって、その特徴構成は、前記可燃性ガスを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有可燃性ガスが供給され、当該酸素含有可燃性ガスを酸化触媒に接触させて部分燃焼させ、当該部分燃焼後のガスを前記被圧縮可燃性ガスとして生成する触媒燃焼工程を実行する点にある。

[0024] 即ち、本発明に係る可燃性ガス処理方法は、これまで説明してきた本発明に係る可燃性ガス処理システムが備える各手段により行われる各工程を実行することで、当該可燃性ガス処理システムと同様の作用効果を発揮する。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本実施形態に係るCNG製造システムの概略構成(a)及び各過程で生成されるガスの各成分濃度のシミュレーション結果(b)を示す図

[図2]触媒燃焼装置の概略構成図

[図3]脱湿装置の概略構成図

[図4]濃縮装置の各処理状態(a)(b)を示す概略構成図

[図5]別実施形態に係るCNG製造システムの概略構成(a)及び各過程で生成されるガスの各成分濃度のシミュレーション結果(b)を示す図

発明を実施するための最良の形態

[0026] 本発明の実施形態について図面に基づいて説明する。本実施形態では、本発明に係る可燃性ガス処理システム及び可燃性ガス処理方法を、メタン(可燃性ガスの一例)を含む原料ガスである炭鉱ガスCMM(Coal Mine Methane)(原料ガスの一例)から、自動車用燃料等として利用価値が高い圧縮天然ガスCNG(Compressed Natural Gas)(圧縮可燃性ガスの一例)を製造するCNG製造システム(以下、「本システム」と呼ぶ。)100に適用した場合を例として説明する。

尚、図1は、本システム100の概略構成(a)及び各過程で生成されるガスの各成分濃度のシミュレーション結果(b)を示す図、図2は、本システム100に設けられた触媒燃焼装置4の概略構成図、図3は、本システム100に設けられた脱湿装置5の概略構成図、図4は、濃縮装置10の各処理状態(a)(b)を示す概略構成図である。

[0027] 図1(a)(b)に示すように、炭鉱CMには、メタンを30%程度含むと共に酸素を20%程度含む炭鉱ガスCMM(原料ガスの一例)が溜まっている場合がある。そして、このような炭鉱ガスCMMは換気装置1により炭鉱CMから取り出され濃縮装置10に供給される。

[0028] 上記濃縮装置10は、詳細については後述するが、炭鉱ガスCMMに含まれるメタンを濃縮して、メタンを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有メタンガスG2(酸素含有可燃性ガスの一例)を生成するように構成されている。

この酸素含有メタンガスG2は、図1(b)に示すように、メタンを80%程度含むと共に、圧縮天然ガスCNGの生成過程での圧縮を安全に行える上限酸素濃度以上の酸素、即ち4%の酸素を含むガスとなっている。

[0029] そこで、本システム100は、図1(a)に示すように、このような酸素含有メタンガスG2から酸素を後述する酸化触媒44での部分燃焼により極めて低濃度に除去して、メタンを主成分とし圧縮機6により圧縮されて圧縮天然ガスCNGとなる被圧縮メタンガスG3、G4(被圧縮可燃性ガスの一例)を生成するメタンガス処理システム(可燃性ガス処理システムの一例)として構成されている。

[0030] 具体的には、本システム100には、上記酸素含有メタンガスG2が供給され、当該酸素含有メタンガスG2を酸化触媒44に接触させて部分燃焼させ、当該部分燃焼後

のガスを上記被圧縮メタンガスである脱酸素メタンガスG3として生成する触媒燃焼装置4(触媒燃焼手段の一例)が設けられている。

この触媒燃焼装置4は、図2に示すように、上記酸素含有メタンガスG2が流入する流入部41から、上記脱酸素メタンガスG3が流出する流出部42に渡って、ガス流路43がケーシング内に形成されており、そのガス流路43に、酸化触媒44が通気性を有する状態で充填されている。

この酸化触媒44は、メタンの酸化反応を促進し得る公知のものを利用できるが、例えば、高比表面積を有するハニカム状の担体層に、パラジウム若しくは白金系触媒、又はそれを主成分として、銀、金、白金、パラジウム、ルテニウム、イリジウム又はロジウムから選択される一つ又はそれ以上の補助触媒を包含する触媒を塗布して焼成したものを利用することができる。

更に、当該酸化触媒44を加熱する電気ヒータ45が設けられており、これにより酸化触媒44によるメタンの酸化反応が一層促進されている。

[0031] そして、上記のような触媒燃焼装置4において、酸素含有メタンガスG2が酸化触媒44に接触することで、同酸素含有メタンガスG2に多く含まれるメタンのごく一部が、同酸素含有メタンガスG2に含まれる僅かな酸素を利用して燃焼する所謂部分燃焼が行われることになる。尚、この酸化触媒44での燃焼温度は火炎が形成される場合に比べ低いものとなる。

よって、酸化触媒44に接触して部分燃焼した後のガスについては、図1(b)に示すように、殆どの酸素が部分燃焼により消費されるので、酸素濃度が0%程度と上限酸素濃度(4%)未満に低下した脱酸素メタンガスG3となる。

また、この脱酸素メタンガスG3では、上記部分燃焼により消費されたものを除いたメタンが78%程度と高濃度に残存しているガスとなる。

よって、当該脱酸素メタンガスG3については、圧縮機6において安全に圧縮して圧縮天然ガスCNGとすることができる。

[0032] 更に、上記のように生成された脱酸素メタンガスG3は、そのまま圧縮機6で圧縮して圧縮天然ガスCNGとしても構わないが、この脱酸素メタンガスG3には、上記触媒燃焼装置4における部分燃焼により生成された水分が含まれているので、この水分を

適宜除去した後に圧縮機6に供給することが望ましい。

そこで、本システム100には、この脱酸素メタンガスG3に含まれる水分を除去して乾燥メタンガスG4を生成する除湿装置5が設けられている。

この除湿装置5は、図3に示すように、上記脱酸素メタンガスG3が流入する流入部51から、上記乾燥メタンガスG4が流出する流出部52に渡って、ガス流路53がケーシング内に上向きに形成されており、そのガス流路53に、外部から供給された冷却水Cとの熱交換により上記脱酸素メタンガスG3を冷却する熱交換器54が設けられている。

よって、上記熱交換器54において上記脱酸素メタンガスG3が冷却されることで、当該脱酸素メタンガスG3に含まれる水分が凝縮除去されて、乾燥した乾燥メタンガスG4が生成されて流出部52から取り出されることになる。

また、この熱交換器54で生成された凝縮水Wは、落下してドレン弁55を通じて外部に排出される。

[0033] 以上のように、炭鉱ガスCMMに対して、上記濃縮装置10でメタンの濃縮を行い、上記触媒燃焼装置4で含有酸素を利用した部分燃焼を行い、上記除湿装置5で除湿を行った後に生成された上記乾燥メタンガスG4は、図1(b)に示すように、メタンを81%程度と高濃度に含むと共に、酸素が0%程度及び二酸化炭素が2.1%程度、上限酸素濃度(4%)未満と極めて低濃度となった乾燥ガスとなる。

そして、圧縮機6では、この乾燥メタンガスG4を安全に高圧(例えば20.3MPa(200atm)程度)に圧縮することができ、高品質の圧縮天然ガスCNGを生成することができる。

[0034] 上記濃縮装置10の構成としては、公知のあらゆる構成を採用しても構わないが、安全性と効率との向上を図るべく、後述する吸着式濃縮装置を採用することができる。以下、その濃縮装置10の詳細構成について説明を加える。

この濃縮装置10は、図1(a)に示すように、互いに直列に配置された第一濃縮装置2及び第二濃縮装置3とからなり、一旦上記第一濃縮装置2により炭鉱ガスCMMに含まれるメタンを55%程度に濃縮して第一濃縮メタンガスG1(図1(b)参照)を生成した後に、上記第二濃縮装置3により当該第一濃縮メタンガスG1に含まれるメタンを

80%程度に濃縮した上述した酸素含有メタンガスG2を生成するように構成されている。

[0035] この第一濃縮装置2及び第二濃縮装置3は、何れも同様の構成の濃縮装置を利用することができ、以下に、その構成について図4に基づいて説明する。尚、図4及び以下の説明において、第一濃縮装置2の構成の符号に対して第二濃縮装置3は括弧書きで表す。

この濃縮装置2(又は3)は、メタンを優先的に吸着する吸着材16を内部に充填した吸着塔11を備え、後述する開閉弁12, 13, 14やブローア18及び吸引ポンプ19の配置やそれを制御するための図示しない制御装置等により、各種開閉弁等を、その吸着塔11の内部に例えば大気圧程度で炭鉱ガスCMM(又は第一濃縮メタンガスG1)を通過させる吸着処理と、その吸着塔11の内部から吸着処理時よりも低い圧力で第一濃縮メタンガスG1(酸素含有メタンガスG2)を払い出す脱着処理とを交互に実行するように構成されている。

[0036] 尚、本実施形態で説明する濃縮装置2(又は3)は、何れも同様の構成を有する2つの吸着塔11(第1吸着塔11a, 第2吸着塔11b)を並設してなり、詳細については後述するが、一方の吸着塔11において上記吸着処理を実行している間は他方の吸着塔11において脱着処理を実行する形態で、上記2つの吸着塔において上記吸着処理及び上記脱着処理を交互に実行するように構成されている。

[0037] このような吸着塔11の内部に充填する吸着材16としては、メタンを優先的に吸着できるメタン吸着材であれば特に制限されないが、例えば、MP法による平均細孔直径が4.5~15Åで、かつ大気圧および298K下におけるメタン吸着量が20Ncc/g以上である活性炭、ゼオライト、シリカゲルおよび有機金属錯体(フマル酸銅、テレフタル酸銅、シクロヘキサジカルボン酸銅など)からなる群から選択される少なくとも一つであるメタン吸着材を用いることが望ましい。尚、上記平均細孔直径として好ましくは、4.5~10Å、より好ましくは、5~9.5Åがよく、また、上記メタン吸着量が好ましくは、25Ncc/g以上がよい。例えば、このような活性炭は、椰子殻又は椰子殻炭を窒素ガス中において600°Cで完全に炭化した炭化物を粒径1~3mmの大きさに破碎したものを炭素質材料とし、内径50mmのバッチ式流動賦活炉を用いて、水蒸気

10～15Vol%、二酸化炭素15～20Vol%及び残余が窒素である雰囲気下において、860℃で賦活することにより得られる。

このように、吸着材16として、大気圧及び298K下においてメタンを優先的に吸着できるメタン吸着材を用いることで、当該吸着材16に大気圧及び298K下でも十分にメタンを吸着させることができる。

[0038] すなわち、吸着材16における大気圧および298K下におけるメタン吸着量が20Ncc/gより低いと、低圧(特に大気圧程度)でのメタン吸着性能が低下して、濃縮後の第一濃縮メタンガスG1(酸素含有メタンガスG2)のメタン濃度が低下するとともに、吸着性能を維持するには、吸着材16の増量が必要となり装置が大型化する。なお、上記メタン吸着量の上限は特に制限されないが、現状で得られるメタン吸着材のメタン吸着量は40Ncc/g以下程度である。

また、吸着材16におけるMP法による平均細孔直径が4.5Åより小さいと、酸素ガス、窒素ガスの吸着量が増え、濃縮後における第一濃縮メタンガスG1(酸素含有メタンガスG2)のメタン濃度が低下したり、平均細孔直径がメタン分子径に近くなり吸着速度が遅くなってメタン吸着性能が低下したり、吸着しなくなる。一方、吸着材16におけるMP法による平均細孔直径が15Åより大きいと、低圧(特に大気圧程度)でのメタン吸着性能が低下して、濃縮後の第一濃縮メタンガスG1(酸素含有メタンガスG2)のメタン濃度が低下すると共に、吸着性能を維持するには、吸着材16の増量が必要となり装置が大型化する。

[0039] 更に、上記吸着材16としては、HK法による平均細孔直径の10Å以下の細孔容積が、全細孔容積の50%以上、好ましくは70%以上、より好ましくは80%以上のものを利用することが望ましい。この場合、メタンを優先的に吸着することができる平均細孔直径が10Å以下である細孔容積が全細孔容積の50%以上を占めているため、大気圧下(0.1MPa程度)におけるメタンの吸着可能量を増大させて、大気圧下であっても十分にメタンを吸着することができる。

[0040] 一方、上記吸着材16としては、77K下での窒素吸着量において、HK法による10Åの平均細孔直径に対応する相対圧力比0.013下での窒素吸着量が、全細孔容積に対応する相対圧力比0.99下での窒素吸着量の50%以上、好ましくは70%以

上、より好ましくは80%以上のものを利用することが望ましい。この場合、相対圧力比0.99における吸着量は全細孔容積を、相対圧力比0.013における吸着量は10 Å以下の細孔容積を示し、それぞれの値の比は上記と同じように10 Å以下の細孔の割合が多いことを示している。その結果として、メタンと空気とが混合された炭鉱ガスCMM(又は第一濃縮メタンガスG1)を濃縮する場合も、大気圧付近でのメタンの濃縮を容易にかつ、効率よく行うことができる。

[0041] この濃縮装置2(又は3)は、配管8からブロー18を介して炭鉱ガスCMM(又は第一濃縮メタンガスG1)を取り込み、また、吸引ポンプ19を介して第一濃縮メタンガスG1(酸素含有メタンガスG2)を配管9から払い出すように構成されている。

更に、吸着塔11の内部の下方側は、開閉弁13を介して前述したブロー18の出口側に接続され、且つ、開閉弁12を介して前述した吸引ポンプ19の入口側に接続されている。一方、吸着塔11の内部の上方側は、開閉弁14を介して大気圧に開放された配管17に接続されている。

尚、配管8への炭鉱ガスCMM(又は第一濃縮メタンガスG1)の供給圧力が十分に高い場合には、上記ブロー18を適宜省略しても構わない。また、配管9における第一濃縮メタンガスG1(酸素含有メタンガスG2)の吸引力が十分に高い場合には、上記吸引ポンプ19を適宜省略しても構わない。

[0042] そして、上記吸着処理を実行するにあたり、図4(a)の第1吸着塔11aの状態及び図4(b)の第2吸着塔11bの状態に示すように、開閉弁12を閉状態とすると共に開閉弁13及び14を開状態として、配管8からブロー18を介して吸着塔11の内部に炭鉱ガスCMM(又は第一濃縮メタンガスG1)を取り込み、吸着材16を通過した後の排ガスを吸着塔11の内部から配管17に放出する形態で、吸着塔11の内部に大気圧程度で炭鉱ガスCMM(又は第一濃縮メタンガスG1)を通過させる。即ち、この吸着処理では、炭鉱ガスCMM(又は第一濃縮メタンガスG1)に含まれるメタンが上記吸着材16に吸着され、吸着材16に吸着されなかった排ガスが配管17に放出されることになる。

尚、上記配管17に放出される排ガスOGについては、大気に放出しても構わないが、若干のメタンが含まれている可能性があるので、換気装置による希釈処理等の適

切な処理を行った後に大気に放出することが望ましい。

[0043] 上記吸着処理を実行した後に、上記脱着処置を実行するにあたり、図4(a)の第2吸着塔11bの状態及び図4(b)の第1吸着塔11aの状態に示すように、開閉弁12を開状態とすると共に開閉弁13及び14を閉状態として、吸引ポンプ19の吸引力が吸着塔11の内部に伝わることにより、吸着塔11の内部が上記吸着処理時よりも低い圧力に減圧される。このように減圧された吸着塔11の内部では吸着材16からのメタンの脱着が促進されるので、そのメタンを多く含み炭鉱ガスCMM(又は第一濃縮メタンガスG1)よりもメタン濃度が高くなったガスが上記第一濃縮メタンガスG1(酸素含有メタンガスG2)として吸引ポンプ19を介して配管9に払い出されることになる。

[0044] そして、この濃縮装置2(又は3)は、図4(a)に示すように、第1吸着塔11aに対しては吸着処理を実行しながら、第2吸着塔11bに対しては脱着処理を実行する第1状態と、図4(b)に示すように、第1吸着塔11aに対しては脱着処理を実行しながら、第2吸着塔11bに対しては吸着処理を実行する第2状態とを、交互に切り換える形態で、夫々の吸着塔11に対して吸着処理と脱着処理とを交互に実行するように構成されており、この構成により、配管9から連続的に第一濃縮メタンガスG1(酸素含有メタンガスG2)を払い出すことができる。

また、上記第1状態と上記第2状態との切り換えは例えば一定時間毎に行っても構わないが、例えば、上記配管17に排ガスOGのメタン濃度を検出するメタン濃度センサ15を設け、そのメタン濃度が設定濃度を越えたときに、吸着処置が実行されている吸着塔11において吸着材16のメタン吸着性能が限界に達したとして、上記第1状態と上記第2状態とを切り換えるように構成することが望ましい。

また、上記のような吸着式の濃縮装置2(又は3)を利用する場合には、吸着材16の水分による吸着性能の低下を抑制するために、吸着塔11の内部に供給される炭鉱ガスCMM(又は第一濃縮メタンガスG1)の水分を予め除去しておくことが望ましい。

[0045] [別実施形態]

(1) 上記実施の形態とは別の実施形態について、図5に基づいて説明する。

尚、図5は、上記別の実施形態の本システム200の概略構成(a)及び各過程で生成されるガスの各成分濃度のシミュレーション結果(b)を示す図である。

また、上記実施の形態と同様の構成については、同じ符号を付し説明を割愛する場合がある。

図5(a)(b)に示すように、本システムは、上記実施の形態と同様の濃縮装置10を備え、この濃縮装置10により、炭鉱ガスCMMに含まれるメタンを濃縮して、メタンを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有メタンガスG5(酸素含有可燃性ガスの一例)を生成する。そして、この酸素含有メタンガスG5は、図5(b)に示すように、メタンを80%程度含むと共に、圧縮天然ガスCNGの生成過程での圧縮を安全に行える上限酸素濃度以上の酸素、即ち4%の酸素を含むガスとなっている。

[0046] 更に、本システム200は、図5(a)に示すように、上記実施の形態と同様の触媒燃焼装置4(触媒燃焼手段の一例)を備え、この触媒燃焼装置4により、上記酸素含有メタンガスG5等を酸化触媒44(図2参照)に接触させて部分燃焼させ、当該部分燃焼後のガスを上記被圧縮メタンガスである脱酸素メタンガスG9として生成する。

[0047] このような触媒燃焼装置4で、上記酸素含有メタンガスG5等を酸化触媒44に接触させて部分燃焼させるに際しては、(1)メタンの化学的安定性が極めて高いため、上記酸素含有メタンガスG5を酸化触媒44に通じる前に、通常300℃、好ましくは400℃以上に予熱する必要があること、このため反応後のガスと熱交換する設備を別途設ける必要があること、(2)上記酸素含有メタンガスG5を400℃以上に予熱する場合であっても、メタンの酸化反応を実施するには、高価な貴金属を多く担持した触媒を用いる必要があること、(3)前記予熱温度に、更に反応による発熱が加わって、酸化触媒44が450℃以上に達するため、酸化反応以外にも、酸化反応で生成した水による水蒸気改質反応が進行して、一酸化炭素が生成し、これが固形炭素と二酸化炭素に不均化することにより触媒上に炭素析出が起こり、経時的に触媒性能が低下する、などの問題がある。

[0048] そこで、本システム200では、以下のような構成を採用する。

本システム200は、酸素含有メタンガスG5や第一脱酸素メタンガスG7をそのまま触媒燃焼装置4に供給するのではなく、それらガスG5, G7に対して水素及び水蒸気的一方又は両方を含むガスG11を導入する導入手段を備えて構成されている。

具体的には、この導入手段は、まず、酸素含有メタンガスG5の一部を改質装置20

に通じて、水蒸気を添加して改質触媒上で反応させることにより、水素を主成分とし、一酸化炭素、二酸化炭素および水蒸気を含有する改質ガス(以下、「水素富化ガス」と呼ぶ。)G11に変換し、次いで、この水素富化ガスG11を、触媒燃焼装置4に供給される残部の酸素含有メタンガスG5に導入して、酸化触媒44上で反応させるように構成されている。水素と酸素との反応は、常温付近で開始するので、酸化触媒44に通じる前の酸素含有メタンガスG5の予熱は殆ど必要なく、高温の水素富化ガスG11を混合することにより到達する程度の温度(60℃程度)で十分である。

前記改質装置20は、ニッケル、ルテニウム及びロジウムから選ばれる1以上の活性金属を、アルミナ、ジルコニア、シリカ、チタニア、若しくはこれらを少なくとも2以上混合した混合物からなる耐火性無機担体に担持してなる改質触媒と、必要に応じて改質触媒の上流側に設置される脱硫触媒と、反応に必要な熱を供給するためのバーナあるいはヒータとを含んで構成される。当該改質装置20では、酸素含有メタンガスG5に硫黄分が含まれる場合には脱硫触媒を通過させて、当該酸素含有メタンガスG5中の硫黄化合物濃度を、例えば体積基準で0.1ppm程度、好ましくは0.01ppm程度まで低減した後、水蒸気を添加し、ヒータ等により650～800℃程度に加熱された改質触媒に通じることにより、酸素含有メタンガスG5は水素富化ガスG11に変換される。

[0049] 酸素と水素との反応は、極めて容易に起こるので、酸化触媒44としては、比較的安価な触媒、例えば、酸化脱臭用に用いられる市販のPt／アルミナ系触媒やPd／アルミナ系触媒などを用いることができる。Pt触媒は、酸化活性が高いが、水蒸気改質活性は低いので、炭素析出のおそれが小さく、特に好ましい。また、アルミナ、チタニア、ジルコニア、若しくはこれらを2以上混合した混合物からなる担体に、Ptに加えてPdを担持した触媒は、低温での酸化活性に優れており、100℃以下、例えば45～80℃程度で触媒燃焼反応が開始するため、酸化触媒44に通じる前の酸素含有メタンガスG5の予熱が不要となり、経済的に有利である。

酸化触媒44の形状は、粒状、ハニカム状、マット状など形状を問わないが、圧力損失が問題となる場合にはハニカム状とすることが好ましく、この場合、コーゼライトなどの耐火性基材上に触媒をコートしたウォッシュコートハニカムが採用できる。粒状触

媒を採用する場合には、流速の偏りを抑えつつ圧力損失を低減できる点から、ラジアルフロー型、あるいはラテラルフロー（側流）型反応器などが採用できる。

尚、酸化触媒44における最高温度（通常は触媒の出口温度）は、 350°C を超えないようにするのが好ましい。 350°C を超えると、メタンの水蒸気改質反応が開始して、触媒上に炭素析出を生じるおそれがある。一段の反応で酸素を完全に除去する場合、酸素濃度によっては（例えば2%以上）、前記の上限温度を超えることがある。

[0050] その場合には、図5(a)に示すとおり、酸化触媒44を備えた触媒燃焼装置4を2段以上の構成とし、水素富化ガスG11の添加を2段以上に分割し、各段の間に除熱装置7を設けることで、酸化触媒44における最高温度が 350°C を超えないようにすることができる。

具体的に、この触媒燃焼装置4は、互いに直列に配置された第一触媒燃焼装置46及び第二触媒燃焼装置47とからなる。即ち、一旦上記酸素含有メタンガスG5を第一触媒燃焼装置46により部分燃焼させて第一脱酸素メタンガスG7を生成し、当該第一脱酸素メタンガスG7を除熱装置7で適宜冷却した後に、当該冷却後の第一脱酸素メタンガスG8を上記第二触媒燃焼装置47により部分燃焼させて略完全に酸素が除去された第二脱酸素メタンガスG9を生成する。そして、導入手段は、それら第一触媒燃焼装置46及び第二触媒燃焼装置47に供給されるガスG5、G7の夫々に対して水素富化ガスG11（G11a、G11b）を導入することになる。

[0051] 尚、図5(b)のシミュレーション結果では、 $625\text{Nm}^3/\text{h}$ で流通する酸素含有メタンガスG5の内の一部の $16.6\text{Nm}^3/\text{h}$ のガスG5bを改質装置20に供給し、それによって生成された $69\text{Nm}^3/\text{h}$ の水素富化ガスG11の内の一部の $38.8\text{Nm}^3/\text{h}$ のガスG11aを第一触媒燃焼装置46に供給される酸素含有メタンガスG5に導入し、残部の $29.8\text{Nm}^3/\text{h}$ のガスG11bを第二触媒燃焼装置47に供給される第一脱酸素メタンガスG7に導入している。

更に、このように生成された水素富化ガスG11（G11c）を第二脱酸素メタンガスG9に対して供給量調整を伴って供給することで、後に圧縮機6により圧縮された後の圧縮天然ガスCNGの燃焼速度を自動車用燃料等の用途に合ったものに調整することもできる。

[0052] 上記酸素含有メタンガスG5を上記改質装置20及び触媒燃焼装置4に通じて、酸化触媒44の経時的な活性の変化を調べた結果を以下に示す。なお、実施例1から3は、それぞれ酸化触媒44の形状、担体及び担持される金属を変更した場合の結果を示している。

[0053] [実施例1]

3mm球状の γ アルミナ担体に2質量%のPtを担持した触媒3mlを内径14mmのステンレス製反応管に充填した。メタン90%、空気10%の酸素含有メタンガス100体積部に、1. 2体積部の前記酸素含有メタンガスに2. 3体積部の水蒸気を添加して700°Cで改質反応を行って得た水素富化ガスを添加した場合のガス組成に相当する、メタン85. 8%、水素3. 4%、一酸化炭素0. 6%、二酸化炭素0. 4%、水蒸気0. 9%、酸素1. 7%、窒素7. 2%からなる組成のガス(当該ガスの温度は、50°C程度である)を、前記反応管に毎分2. 25リットルの流量で流通し、触媒出口温度を室温から徐々に高めていった。触媒出口温度が120°Cに達したところで触媒出口温度の急激な上昇が見られた。これは、水素-酸素の反応が開始したことを示している。触媒出口温度300°C(放熱を補う加熱を行い模擬的な断熱状態とした条件)における触媒出口ガス中の酸素濃度は0. 01%以下、一酸化炭素濃度は0. 01%以下であった。触媒出口温度を300°Cに維持して約150時間後に、先に説明したと同じ手法で再度反応開始温度の測定を行ったところ、110°Cに低下していた。即ち本触媒では経時的な活性の低下は見られなかった。

[0054] [実施例2]

触媒を3mm円柱状のジルコニア担体に2質量%のPtを担持したものに代えた他は、実施例1と同様に試験を行った。初期の反応開始温度は125°Cで、触媒出口温度300°Cにおける触媒出口ガス中の酸素濃度は0. 01%以下、一酸化炭素濃度は0. 01%以下であった。触媒出口温度を300°Cに維持して約150時間後に、先に説明したと同じ手法で再度反応開始温度の測定を行ったところ、105°Cに低下していた。即ち本触媒では経時的な活性の低下は見られなかった。

[0055] [実施例3]

触媒を3mm円柱状のジルコニア担体に0. 5質量%のPtと2. 5質量%のPdとを担

持したものに代えた他は、実施例1と同様に試験を行った。初期の反応開始温度は45℃で、触媒出口温度300℃における触媒出口ガス中の酸素濃度は0.01%以下、一酸化炭素濃度は0.01%以下であった。Ptに加えてPdを担持した本触媒が高い低温活性を示すことがわかる。触媒出口温度を300℃に維持して約25、50、150時間後に、先に説明したと同じ手法で再度反応開始温度の測定を行ったところ、いずれも60℃で反応が開始した。即ち本触媒ではごく初期に経時的な活性の低下が発生する場合もあるが、その後は活性が安定に推移し、60℃程度で十分本発明の酸素除去反応に供しうるものであった。

[0056] したがって、改質装置20からの水素富化ガスG11を酸素含有メタンガスG5に添加して、触媒燃焼装置4の酸化触媒44である上記各実施例に記載の触媒に通じると、比較的低い温度で触媒反応が開始して予熱の必要が殆どないとともに、酸素濃度を確実に低下させながら、経時的な活性の低下もほとんど生じないことが確認された。

[0057] 尚、上記構成では、導入手段が、触媒燃焼装置4に供給するG5、G7に対して水素富化ガスG11(G11a、G11b)を導入するものであったが、水素富化ガスG11の代わりに水蒸気を導入するものとして構成した場合でも、上記酸化触媒44表面での炭素の析出を抑制することができる。即ち、その水蒸気が導入されたメタンガスが触媒燃焼装置4に供給されることで、酸化触媒44表面での水蒸気分圧が上がり、化学平衡論により一酸化炭素が水分と反応して、酸化触媒44表面での炭素の析出が抑制される。

[0058] (2) 上記実施の形態では、炭鉱ガスCMMを濃縮装置10で濃縮したものを、メタン等の可燃性ガスを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有可燃性ガスG2として触媒燃焼装置4に供給したが、原料ガス自身が可燃性ガスを主成分として酸素を含むものであれば、濃縮装置を省略して、その原料ガスを直接触媒燃焼装置に供給しても構わない。

[0059] (3) 上記実施の形態では、触媒燃焼装置4で酸素が除去された後の脱酸素メタンガスG3を、除湿装置5で除湿した後に、被圧縮メタンガスとして圧縮機6に供給して圧縮することで、圧縮天然ガスCNGを製造したが、別に、脱酸素メタンガスG3に水分が含まれていることを許容できる場合には、除湿装置5を省略して、その脱酸素メタン

ガスG3を直接圧縮機6に供給して圧縮しても構わない。

- [0060] (4) 上記実施の形態では、触媒燃焼装置4をガス流路43に通気性の酸化触媒44を充填したものとして構成したが、例えば、ガス流路のガスの流れに沿って酸化触媒を配置するなどのように触媒燃焼装置の構成を適宜改変しても構わない。
- [0061] (5) 上記実施の形態では、炭鉱ガスCMMを原料ガスとしたが、メタンや水素などの可燃性ガスを含むものであれば炭鉱ガスCMM以外の原料ガスを利用しても構わない。
- [0062] (6) 上記実施の形態では、本発明に係る可燃性ガス処理システム及び方法を、可燃性ガスとしてのメタンを含む原料ガスである炭鉱ガスCMMから圧縮天然ガスCNGを製造するCNG製造システムに適用した例を説明したが、別に、メタン以外の水素等の可燃性ガスを含む原料ガスから圧縮水素ガス等の圧縮可燃性ガスを製造するシステムに適用しても構わない。

産業上の利用可能性

- [0063] 本発明は、メタンや水素等の所定の可燃性ガスを主成分とし、圧縮機により圧縮されて圧縮可燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスを生成する可燃性ガス処理において、可燃性ガスを主成分とすると共に圧縮可燃性ガスの生成過程での圧縮を安全に行える上限酸素濃度以上の酸素を含む酸素含有可燃性ガスから、酸素を極めて低濃度に除去し、更には、炭鉱ガスのようにメタンに加えて空気成分が含まれる原料ガスを自動車用燃料となる圧縮可燃性ガスとして有効利用可能とするガス可燃性ガス処理システム及び可燃性ガス処理方法として有効に利用可能である。

請求の範囲

- [1] 所定の可燃性ガスを主成分とし、圧縮機により圧縮されて圧縮可燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスを生成する可燃性ガス処理システムであって、
前記可燃性ガスを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有可燃性ガスが供給され、当該酸素含有可燃性ガスを酸化触媒に接触させて部分燃焼させ、当該部分燃焼後のガスを前記被圧縮可燃性ガスとして生成する触媒燃焼手段を備えた可燃性ガス処理システム。
- [2] 前記可燃性ガスがメタン又は水素である請求項1に記載の可燃性ガス処理システム。
- [3] 前記圧縮機に供給される前の前記被圧縮可燃性ガスが供給され、当該被圧縮可燃性ガスの水分を除去する水分除去手段を備えた請求項1又は2に記載の可燃性ガス処理システム。
- [4] 前記可燃性ガスと酸素とを含む原料ガスが供給され、当該原料ガスに含まれる可燃性ガスを吸着材により濃縮し、当該濃縮後のガスを前記酸素含有可燃性ガスとして生成する濃縮手段を備えた請求項1～3の何れか一項に記載の可燃性ガス処理システム。
- [5] 前記濃縮手段が、前記可燃性ガスを優先的に吸着する吸着材を内部に充填した吸着塔を備え、前記吸着塔の内部に前記原料ガスを通過させる吸着処理と、前記吸着塔の内部から前記吸着処理時よりも低い圧力で前記酸素含有可燃性ガスを払い出す脱着処理とを交互に実行するように構成されている請求項4に記載の可燃性ガス処理システム。
- [6] 前記触媒燃焼手段に供給される前記酸素含有可燃性ガスに、水素及び水蒸気の一方又は両方を含むガスを導入する導入手段を備えた請求項1～5の何れか一項に記載の可燃性ガス処理システム。
- [7] 前記導入手段が、前記酸素含有可燃性ガスの一部を水蒸気改質して水素及び水蒸気を含むガスに変換し、当該ガスを前記触媒燃焼手段に供給される残部の前記酸素含有可燃性ガスに導入するように構成されている請求項6に記載の可燃性ガス処理システム。

- [8] 所定の可燃性ガスを主成分とし、圧縮機により圧縮されて圧縮可燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスを生成する可燃性ガス処理方法であって、
- 前記可燃性ガスを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有可燃性ガスが供給され、当該酸素含有可燃性ガスを酸化触媒に接触させて部分燃焼させ、当該部分燃焼後のガスを前記被圧縮可燃性ガスとして生成する触媒燃焼工程を実行する可燃性ガス処理方法。

補正された請求の範囲

[2008年11月19日 (19. 11. 2008) 国際事務局受理]

- [1] 所定の可燃性ガスを主成分とし、圧縮機により圧縮されて圧縮可燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスを生成する可燃性ガス処理システムであって、
- 前記可燃性ガスを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有可燃性ガスが供給され、当該酸素含有可燃性ガスを酸化触媒に接触させて部分燃焼させ、当該部分燃焼後のガスを前記被圧縮可燃性ガスとして生成する触媒燃焼手段を備えた可燃性ガス処理システム。
- [2] 前記可燃性ガスがメタン又は水素である請求項 1 に記載の可燃性ガス処理システム。
- [3] 前記圧縮機に供給される前の前記被圧縮可燃性ガスが供給され、当該被圧縮可燃性ガスの水分を除去する水分除去手段を備えた請求項 1 又は 2 に記載の可燃性ガス処理システム。
- [4] 前記可燃性ガスと酸素とを含む原料ガスが供給され、当該原料ガスに含まれる可燃性ガスを吸着材により濃縮し、当該濃縮後のガスを前記酸素含有可燃性ガスとして生成する濃縮手段を備えた請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の可燃性ガス処理システム。
- [5] 前記濃縮手段が、前記可燃性ガスを優先的に吸着する吸着材を内部に充填した吸着塔を備え、前記吸着塔の内部に前記原料ガスを通過させる吸着処理と、前記吸着塔の内部から前記吸着処理時よりも低い圧力で前記酸素含有可燃性ガスを払い出す脱着処理とを交互に実行するように構成されている請求項 4 に記載の可燃性ガス処理システム。
- [6] 前記触媒燃焼手段に供給される前記酸素含有可燃性ガスに、水素及び水蒸気的一方又は両方を含むガスを導入する導入手段を備えた請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載の可燃性ガス処理システム。
- [7] 前記導入手段が、前記酸素含有可燃性ガスの一部を水蒸気改質して水素及び水蒸気を含むガスに変換し、当該ガスを前記触媒燃焼手段に供給される残部の前記酸素含有可燃性ガスに導入するように構成されている請求項 6 に記載の可燃性ガス処理システム。

[8] (補正後) 前記可燃性ガスがメタンであり、前記酸素含有可燃性ガスが前記メタンを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有メタンガスであり、前記被圧縮可燃性ガスが前記メタンを主成分とする被圧縮メタンガスである請求項 6 又は 7 に記載の可燃性ガス処理システム。

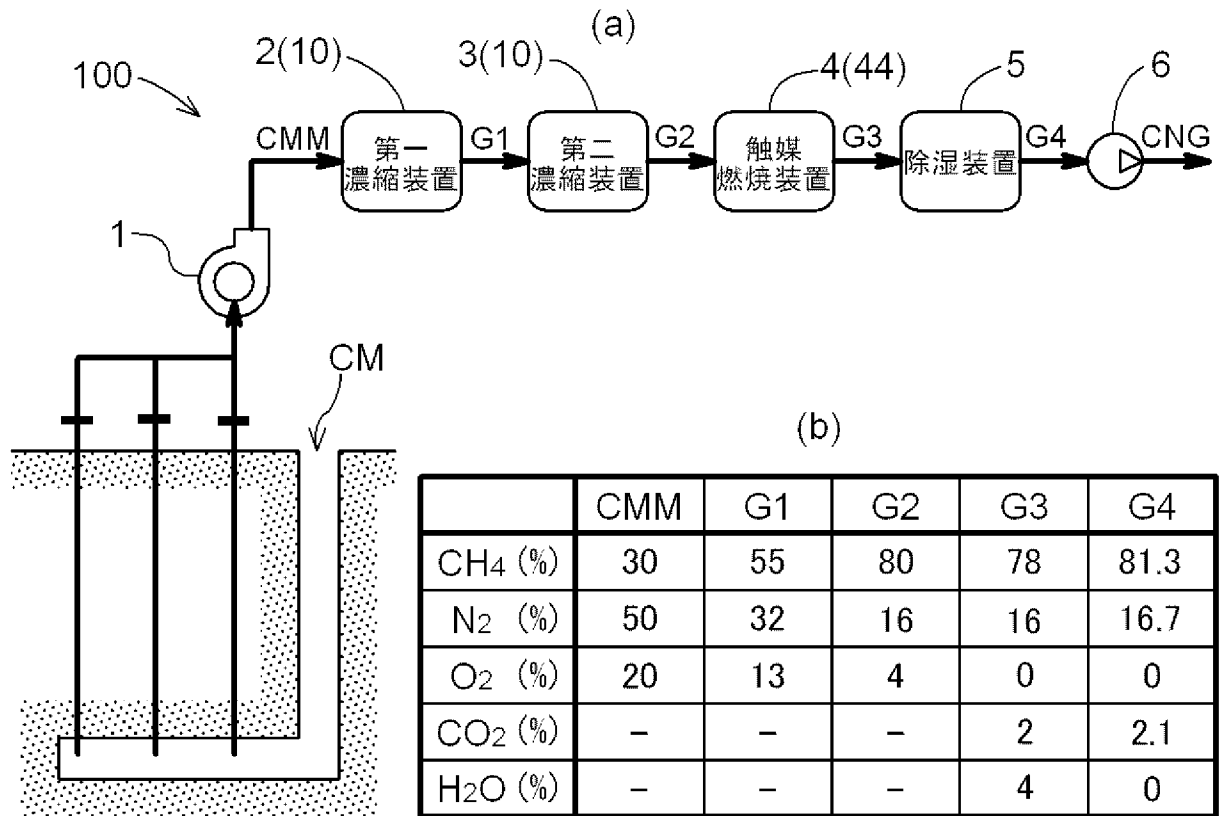
[9] (追加) 所定の可燃性ガスを主成分とし、圧縮機により圧縮されて圧縮可燃性ガスとなる被圧縮可燃性ガスを生成する可燃性ガス処理方法であって、

前記可燃性ガスを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有可燃性ガスが供給され、当該酸素含有可燃性ガスを酸化触媒に接触させて部分燃焼させ、当該部分燃焼後のガスを前記被圧縮可燃性ガスとして生成する触媒燃焼工程を実行する可燃性ガス処理方法。

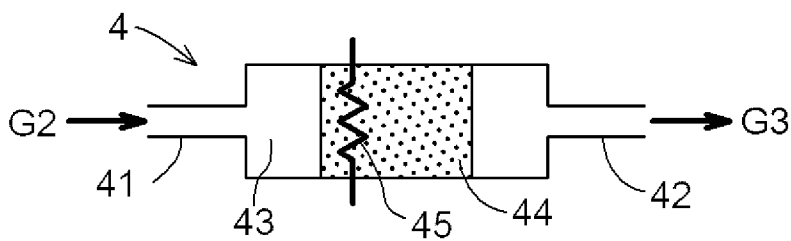
[10] (追加) 前記可燃性ガスがメタンであり、前記酸素含有可燃性ガスが前記メタンを主成分とすると共に酸素を含む酸素含有メタンガスであり、前記被圧縮可燃性ガスが前記メタンを主成分とする被圧縮メタンガスであるとともに、

前記酸化触媒に接触させて部分燃焼させる前の前記酸素含有メタンガスに、水素及び水蒸気的一方又は両方を含むガスを導入して、当該ガスが導入された当該酸素含有メタンガスを前記酸化触媒に接触させて部分燃焼させる請求項 9 に記載の可燃性ガス処理方法。

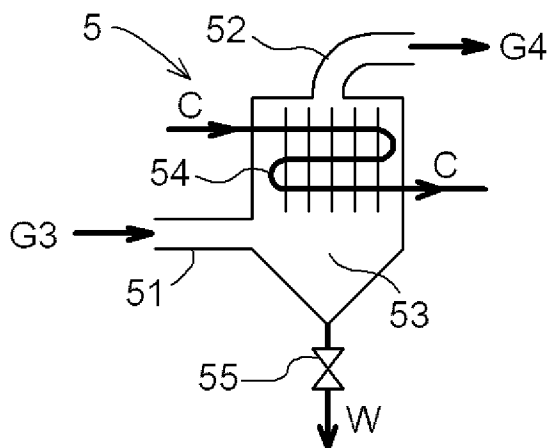
[図1]



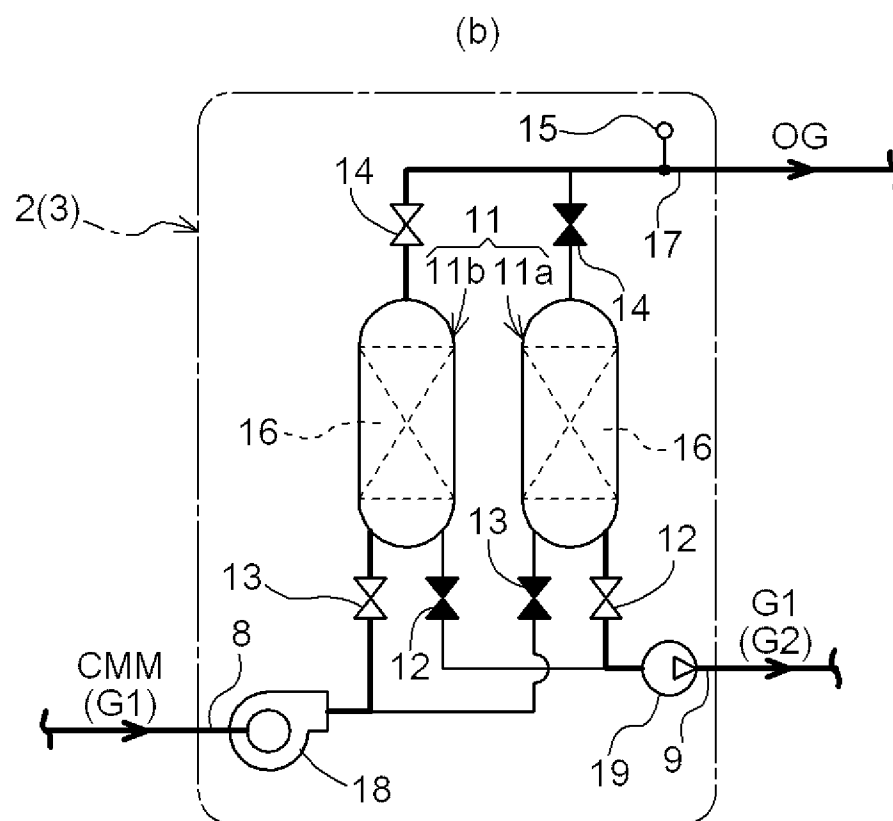
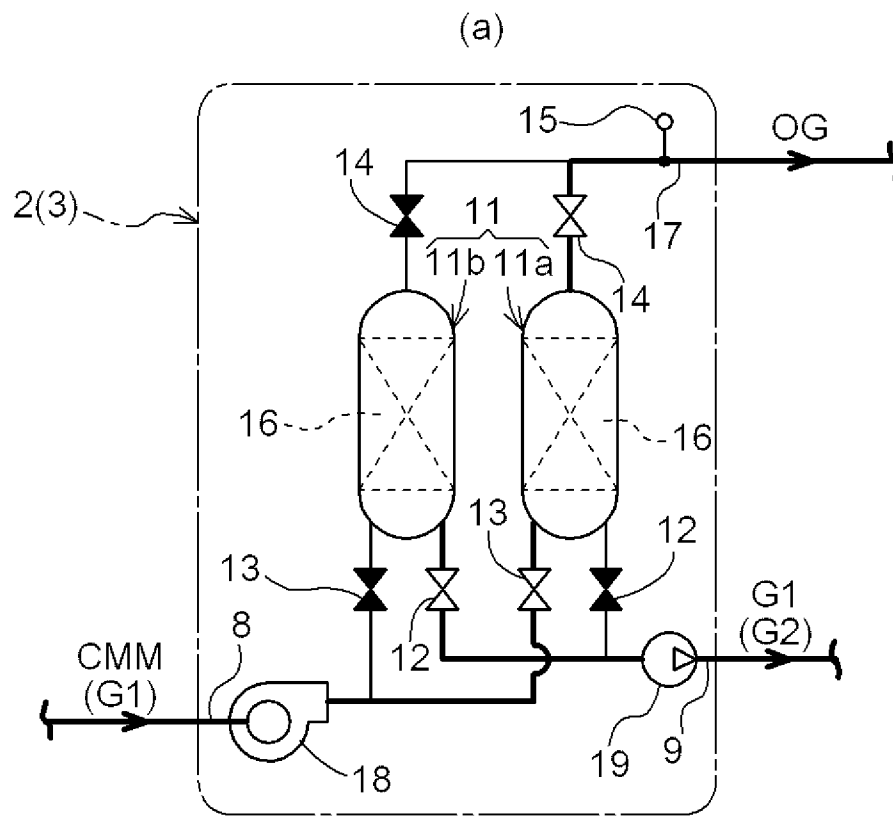
[図2]



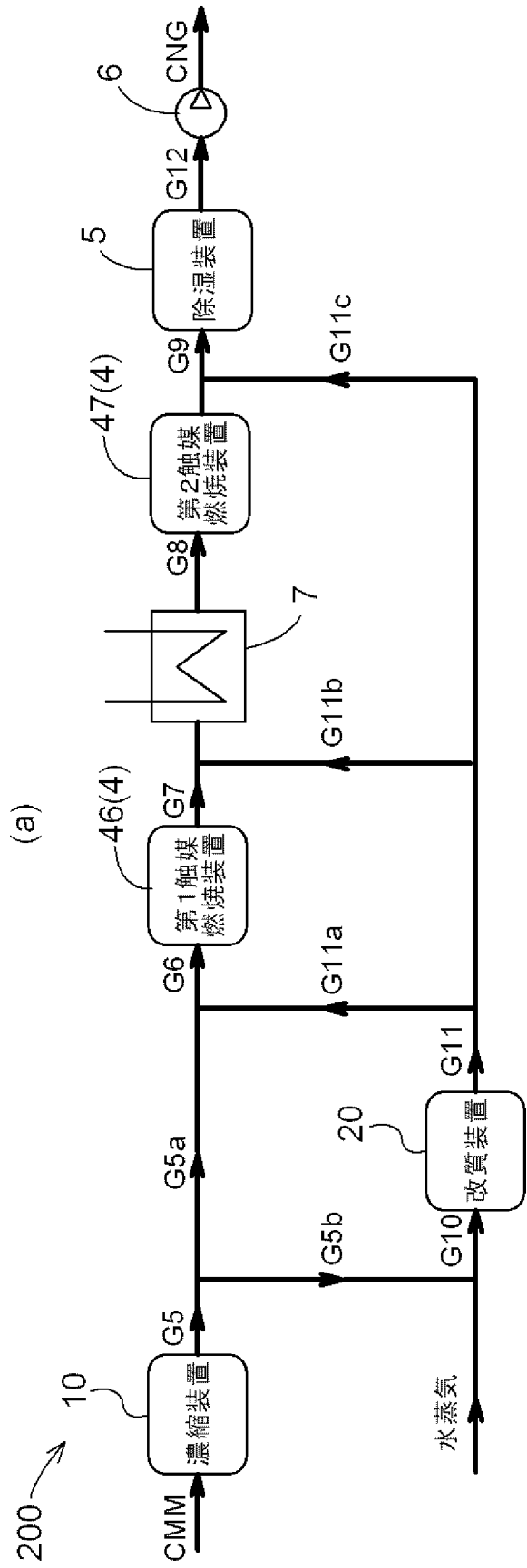
[図3]



[図4]



[図5]



(b)

	CMM	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12
CH ₄ (%)	30	80.0	75.3	76.9	73.5	74.7	30.0	1.2	81.3
N ₂ (%)	50	16.0	15.3	15.6	15.1	15.3	6.0	3.9	16.7
O ₂ (%)	20	4.0	3.8	1.7	1.6	0.0	1.5	0.0	0.0
H ₂ (%)	-	-	3.5	0.0	2.6	0.0	-	58.4	0.0
CO (%)	-	-	0.8	0.0	0.6	0.0	-	12.5	0.0
CO ₂ (%)	-	-	0.3	1.1	1.3	1.9	-	5.7	2.0
H ₂ O (%)	-	-	1.1	4.6	5.3	7.9	62.5	18.3	-

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/063099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10L3/10(2006.01)i, B01D53/04(2006.01)i, B01D53/26(2006.01)i, C01B3/38(2006.01)i, C01B3/58(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)

C10L3/10, B01D53/26, C01B3/38, C01B3/58

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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 A	JP 58-174239 A (Yoshinobu TAKEGAMI), 13 October, 1983 (13.10.83), Full text; all drawings; particularly, page 1, lower right column, lines 13 to 17; page 2, upper right column, lines 7 to 19 (Family: none)	1-5, 8 6-7
Y A	JP 10-203802 A (NGK Insulators, Ltd.), 04 August, 1998 (04.08.98), Claims 1, 4; Par. No. [0017] (Family: none)	1-5, 8 6-7

☒ 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
08 August, 2008 (08.08.08)

Date of mailing of the international search report
26 August, 2008 (26.08.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/063099

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 08-337402 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 24 December, 1996 (24.12.96), Claims; examples; particularly, Par. Nos. [0010] to [0011] (Family: none)	1-5, 8 6-7
Y	WO 2006/065602 A2 (TEXACO DEVELOPMENT CORP.), 22 June, 2006 (22.06.06), Page 6, lines 16 to 27; Claims 1 to 50 & US 2006/136099 A1 & EP 1831335 A2 & AU 2005316827 A1 & JP 2008-524105 A	1-5, 8
Y	JP 2005-207561 A (Honda Motor Co., Ltd.), 04 August, 2005 (04.08.05), Claims 1 to 5 (Family: none)	1-5, 8
Y	JP 58-176104 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 15 October, 1983 (15.10.83), Claims (Family: none)	3
A	JP 58-198591 A (Shigeji HONDA), 18 November, 1983 (18.11.83), (Family: none)	1-8
A	JP 63-004852 A (Nippon Shokubai Kagaku Kogyo Co., Ltd.), 09 January, 1988 (09.01.88), (Family: none)	1-8
A	JP 07-053976 A (Tosoh Corp.), 28 February, 1995 (28.02.95), (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C10L3/10(2006.01)i, B01D53/04(2006.01)i, B01D53/26(2006.01)i, C01B3/38(2006.01)i, C01B3/58(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. C10L3/10, B01D53/26, C01B3/38, C01B3/58

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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
Y A	JP 58-174239 A（武上善信）1983. 10. 13, 全文、全図、特に 1 頁右下欄 1 3 ～ 1 7 行、2 頁右上欄 7 ～ 1 9 行 （ファミリーなし）	1-5, 8 6-7
Y A	JP 10-203802 A（日本碍子株式会社）1998. 08. 04, 請求項 1, 4、段落 0017（ファミリーなし）	1-5, 8 6-7
Y A	JP 08-337402 A（関西電力株式会社）1996. 12. 24, 特許請求の範囲、実施例、特に段落 0010-0011（ファミリーなし）	1-5, 8 6-7

☒ 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

0 8 . 0 8 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 8 . 2 0 0 8

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）

中野 孝一

4 V

9 1 5 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 8 3

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 請求の範囲の番号
Y	WO 2006/065602 A2 (TEXACO DEVELOPMENT CORPORATION) 2006. 06. 22, 6 頁 1 6 ~ 2 7 行、請求の範囲 1 - 5 0 & US 2006/136099 A1 & EP 1831335 A2 & AU 2005316827 A1 & JP 2008-524105 A	1-5, 8
Y	JP 2005-207561 A (本田技研工業株式会社) 2005. 08. 04, 請求項 1-5 (ファミリーなし)	1-5, 8
Y	JP 58-176104 A (東京芝浦電気株式会社) 1983. 10. 15, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	3
A	JP 58-198591 A (本田重司) 1983. 11. 18 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 63-004852 A (日本触媒化学工業株式会社) 1988. 01. 09 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 07-053976 A (東ソー株式会社) 1995. 02. 28 (ファミリーなし)	1-8