

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006年3月16日 (16.03.2006)

PCT

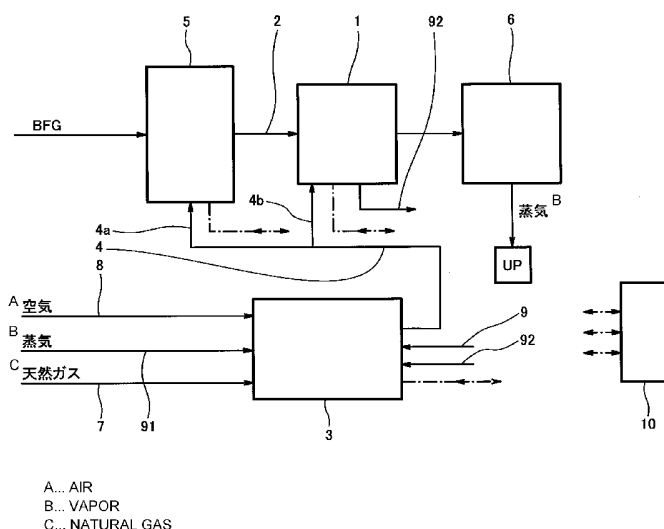
(10) 国際公開番号
WO 2006/027858 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C10L 3/00, F02C 7/22, 9/48, F02M 25/12, F23K 5/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/018576
- (22) 国際出願日: 2004年12月13日 (13.12.2004)
- (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2004-263552 2004年9月10日 (10.09.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐香 正明 (SAKO, Masaaki). 大田 秀明 (OTA, Hideaki).
- (74) 代理人: 角田 嘉宏, 外 (SUMIDA, Yoshihiro et al.); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 有古特許事務所 Hyogo (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

/ 続葉有 /

(54) Title: GAS REFORMING SYSTEM

(54) 発明の名称: ガス改質設備



(57) Abstract: A gas reforming system capable of reforming a low calorie gas into a stabilized fuel for gas turbine engines. The gas reforming system comprises a reformed gas producing unit (3) having a reaction vessel provided with a natural gas (NG) supply line (7) and an air supply line (8) and producing a reformed gas containing a hydrogen gas by mixing the NG and air and reforming the mixture gas through chemical reaction, a mixing regulator (5) for mixing a low calorie gas and the reformed gas supplied from the reformed gas producing unit (3) and supplying the mixture gas as a fuel gas to a gas turbine facility (1), reformed gas supply piping (4) for supplying the reformed gas from the reformed gas producing unit (3) to the mixing regulator (5), fuel gas supply piping (2) for supplying the fuel gas from the mixing regulator (5) to the gas turbine facility (1), and a controller (10) for controlling operations of the reformed gas producing unit (3) and the mixing regulator (5).

(57) 要約: 低カロリーガスを安定したガスタービン用燃料として改質することができる。天然ガス (NG) 供給ライン (7) および空気供給ライン (8) を有し、NGと空気とを混合させ、この混合気体を化学反応させて改質することによって水素ガスを含有する改質ガスを製造するための反応容器を有する改質ガス製造装置 (3) と、低カロリーガスと上記改質ガス製造装置 (3) から供給される改質ガスとを混合してガスタービン設備 (1) に燃料ガスとし

/ 続葉有 /

WO 2006/027858 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

て供給するための混合調整装置(5)と、上記改質ガス製造装置(3)から上記混合調整装置(5)へ改質ガスを供給するための改質ガス供給配管(4)と、上記混合調整装置(5)からガスタービン設備(1)に燃料ガスを供給するための燃料ガス供給配管(2)と、上記改質ガス製造装置(3)および混合調整装置(5)の動作を制御するための制御装置(10)とを備えている。

明 細 書

ガス改質設備

技術分野

- [0001] 本発明はガス改質設備に関する。さらに詳しくは、低カロリーガス(たとえば高炉ガス(BFG)およびその他の製鉄プロセス副生ガスである)をガスタービンの燃料として使用する際に、継続的な安定燃焼を可能とするため、上記低カロリーガスに改質ガスを付加混入することによって燃料ガスのガス成分またはガスカロリの調整を行うガス改質設備に関する。

背景技術

- [0002] 従来、低カロリーガスの活用例として、たとえば製鉄分野におけるBFG等の副生ガスをガスタービンの燃料として用いることによって発電等を行う事例が増加している。一方、高炉内のエネルギー効率が向上しているため、プロセス排ガスとしてのBFGの発熱量が年々低下してきている。かかる低カロリの高炉ガスを燃料とした場合はガスタービンの失火が生じやすく、失火した場合にはガスタービンは緊急停止する。また、水素含有量の少ないBFGの場合は着火保炎性が悪いため、失火状態となり易い。さらに、上記低カロリーガスにはその特性、発熱量、発生量等が変動するものもある。
- [0003] かかる問題を解消せんとして低カロリなBFGに、コークス炉ガス(COGともいう)や天然ガス(NGともいう)を混合することによって発熱量やガス量そのものを増大して燃焼させることが提案されている(特許文献1および特許文献2参照)。
- [0004] COGを使用する理由は、COGが中カロリーガスであり、低カロリーガスとのカロリー差が小さいため、混合しやすいことと、COGの主成分が水素であるので低カロリーガス中の水素含有量を増加させることにより着火保炎性をよくすることができるためである。
- [0005] しかしながら、COGはどこでも容易に入手できるというガスではない。また、COGにはアンモニア、シアン化水素等が多く含まれており、燃焼によって有害な窒素酸化物が多量に発生する。さらに、COGに含まれる窒素酸化物とブタジエン・シクロペンタジエン等の不飽和炭化水素とが重合反応して高分子のガム状物質(NO-Gumとも呼ばれる)が生成され、これによって燃料制御弁やガスタービンノズル等に不具合が

生じる可能性がある。これらの問題を解消するには大規模なCOGの前処理設備（アンモニアおよびシアン化水素の除去、水素添加のための装置）が必要となる。また、COGは硫化水素（ H_2S ）も多く含むため、燃焼後の排気ガス中の二酸化硫黄の濃度を減少させるための脱硫装置が必要となる場合もある。このように、設備コストが大幅に上昇し、さらにその保守負荷が増大する。

- [0006] 一方、NGを混合する場合、一般的なNGは水素を含まないため、COGを混合する場合と比較して燃料ガスを燃焼安定性保持のため高カロリーにせざるを得ない。その結果、燃焼時にいわゆる有害な thermal NO を増加させる。また、NGが含有する可燃性成分はメタンを主とした炭化水素がほとんどであり、これを低カロリーガスに混合すると低カロリーガスの組成が大きく変化する恐れがある。また、天然ガスは高カロリーガス（約 $40\text{MJ}/\text{m}^3\text{N}$ ）であり、低カロリーガスのカロリー（約 $12\text{MJ}/\text{m}^3\text{N}$ 以下）とは大きな差がある。このため、NGの増熱効果が著しいので、増熱の際の低カロリーガスと天然ガスとの混合比を小さくせざるを得ず、その結果、ガス混合性の確保が困難となる。その不均一性の偏差が大きい場合、その影響はガスタービンでの燃焼時に現れ、燃焼温度の不均一を生じる。この不均一がはなはだしい場合にはガスタービンの燃焼器やタービン部を損傷させる。

特許文献1:特開2002-155762号公報

特許文献2:特開平9-317499号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明者らは、BFG等の低カロリーガスを燃料ガスとして安定して燃焼させるには、低カロリーガスに高カロリーガスを混合してこの混合ガスの発熱量を増化させることによって安定燃焼を確保するという一義的な方法ではなく、同時に低カロリーガス中の水素含有量を安定燃焼に必要なレベルまで増加させることが有効であることに着目した。水素ガスは着火保炎性がよく、この性質を有効利用できるからである。
- [0008] また、本発明者らは、低カロリーガスの燃焼装置への供給量が減少し、たとえば、燃焼装置の一種であるガスタービンの出力を下げざるを得ない場合や、ガスタービンの部分負荷運転を含めた安定運転が困難な状態となる場合、改質ガス製造設備によって

中カロリーガス(発熱量が約 $20\text{MJ}/\text{m}^3\text{N}$ 程度のガス)を別途発生させて、低カロリーガスに混合することにより、低カロリーガスを増熱することを実現し、ガスタービンの運転を継続できることに着目した。これは、低カロリーガスの増熱に天然ガスのような高カロリーガスを用いた場合、低カロリーガスに対する高カロリーガスの混合比が小さいために一様なガス混合性の確保が困難となる反面、中カロリーガスの場合にはその混合比を大きくできること、混合する二種類のガスのカロリー差が小さいために一様なガス混合性の確保が容易となること、且つ、着火保炎性のよい水素ガス量も混合後に増加することからである。

[0009] 本発明はかかる経緯からなされたものであり、特性が不安定な低カロリーガスをガスタービンの燃料ガスとして用いる場合、これに改質ガスを加えることにより低カロリーガスのガス特性を改質して特性の安定した燃料ガスとし、燃焼安定性を実現するためのガス改質設備(ガス特性改善設備)を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的のために本発明のガス改質設備は、
天然ガス供給ラインおよび空気供給ラインを有し、天然ガスと空気とを混合させ、この混合気体を化学反応させて改質することによって水素ガスを含有する改質ガスを製造するための反応容器を有する改質ガス製造装置と、
低カロリーガスとこの改質ガス製造装置から供給される改質ガスとを混合してガスタービン設備に燃料ガスとして供給するための混合調整装置と、
上記改質ガス製造装置から上記混合調整装置へ改質ガスを供給するための改質ガス供給通路と、
上記混合調整装置からガスタービン設備に燃料ガスを供給するための燃料ガス供給通路と、
上記改質ガス製造装置および混合調整装置の動作を制御するための制御装置とを備えている。

[0011] 低カロリーガスとは、たとえば高炉ガス(BFG)、直接還元製鉄法や溶融還元製鉄法によって発生する副生ガス、コークス炉ガス(COG)、転炉ガス(LDG)、石炭層に含

まれる石炭層ガス(Coal mine gas であり、CMGと表す)、GTL(Gas to Liquids)プロセスにおいて発生するテイルガス、オイルサンドからオイル精製プロセスに伴って発生する副生ガス、プラズマを用いたゴミ焼却によって発生するガス、生ゴミを含む一般廃棄物がある埋め立て地において発酵、分解する過程で生じるメタンガス(Landfill gas)、および、その他の類似の高熱によって原料を熱化学反応させることに伴って発生する副生ガス等の低カロリーガスを含む。もちろん、BFGとCOGとの混合ガスとして用いるように、上記ガスを単独はもとより、二種類以上のガスを適宜混合させて使用する場合でも本発明を適用することができる。天然ガスは液化天然ガスをも含んでいる。

[0012] また、上記改質ガス製造装置が、蒸気(以下、単に蒸気という)供給ラインをさらに備えており、天然ガスと空気の混合気体にさらに蒸気を加えて化学反応させることにより改質して得られる改質ガスを上記混合調整装置へ供給するように構成されているのが好ましい。蒸気の混合によって改質ガスの水素濃度がさらに上昇するからである。

[0013] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備え、

上記制御装置が上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて改質ガス製造装置から混合調整装置へ供給される改質ガスの量を調整するように構成するのが好ましい。

[0014] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備え、

上記制御装置が上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて改質ガス製造装置における天然ガスと空気との混合比を変更することにより、改質ガスの水素濃度を変更するように構成するのが好ましい。

[0015] 上記改質ガス製造装置が蒸気供給ラインを備えているものにおいて、上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備え、

上記制御装置が、上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて、改質ガス製造装

置における天然ガスと空気と蒸気との混合比を変更することにより、改質ガスの水素濃度を変更するように構成するのが好ましい。蒸気の混合によって改質ガスの水素濃度の調整幅が広がるからである。

[0016] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器と、

上記混合調整装置内に配設された、燃料ガスを希釈用ガスによって希釈するための希釈ガス供給装置とをさらに備え、

上記制御装置が上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて燃料ガスに対して希釈ガス供給装置から希釈ガスを混合するように構成するのが好ましい。

[0017] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備え、

上記制御装置が上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて改質ガス製造装置における天然ガスと空気との混合比を変更することにより改質ガスの発熱量を変更するように構成するのが好ましい。

[0018] 上記改質ガス製造装置が蒸気供給ラインを備えているものにおいて、上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備え、

上記制御装置が、上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて、改質ガス製造装置における天然ガスと空気と蒸気との混合比を変更することにより、改質ガスの発熱量を変更するように構成するのが好ましい。

[0019] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの発熱量計測手段をさらに備え、

上記制御装置が上記発熱量計測手段の検出情報に基づいて改質ガス製造装置から混合調整装置へ供給される改質ガスの量を調整するように構成するのが好ましい。

[0020] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの発熱量計測手段をさらに備え、

上記制御装置が上記発熱量計測手段の検出情報に基づいて改質ガス製造装置

における天然ガスと空気との混合比を変更することにより改質ガスの発熱量を変更するように構成するのが好ましい。

- [0021] 上記改質ガス製造装置が蒸気供給ラインを備えているものにおいて、上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの発熱量計測手段をさらに備え、

上記制御装置が、上記発熱量計測手段の検出情報に基づいて、改質ガス製造装置における天然ガスと空気と蒸気との混合比を変更することにより、改質ガスの発熱量を変更するように構成するのが好ましい。

- [0022] 上記燃料ガス供給通路に配設された通路の内圧を計測する圧力計測手段をさらに備え、

上記制御装置が、上記圧力計測手段の計測情報に基づいて、改質ガス製造装置から混合調整装置へ供給される改質ガスの量を調整するように構成するのが好ましい。

- [0023] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの発熱量計測手段と、

上記混合調整装置内に配設された、燃料ガスを希釈用ガスによって希釈するための希釈ガス供給装置とをさらに備え、

上記制御装置が上記発熱量計測手段の検出情報に基づいて燃料ガスに対して希釈ガス供給装置から希釈ガスを混合するように構成するのが好ましい。

- [0024] 上記改質ガス製造装置が、その反応容器における化学反応の促進のために、ガスタービン設備から加熱用の蒸気を供給するための加熱用蒸気供給ラインをさらに備えるのが好ましい。

- [0025] 上記改質ガス製造装置が、その反応容器における化学反応の促進のための加熱用に、上記加熱用蒸気供給ラインに加えて、ガスタービン設備から高温圧縮空気を取り出して反応容器に供給する抽気ラインをさらに備え、蒸気と高温抽気とを選択的に供給するように構成されているのが好ましい。反応容器における化学反応を開始させる時点で、未だ当該設備内で蒸気が発生していない過渡的状态であるが故に反応を加速させるに必要となる熱源を得ることができるからである。

- [0026] 上記改質ガス製造装置が、その改質ガス供給通路に熱交換手段を有しており、この熱交換手段が、反応容器へ供給される天然ガスおよび空気の混合気体と上記混合調整装置へ供給される改質ガスとの熱交換を行うように構成されているのが好ましい。高温化された改質ガスを適度な温度に冷却しうるとともに、反応に先立って混合気体を予熱することができるからである。
- [0027] 上記改質ガス供給通路が、上記混合調整装置へ供給される改質ガスを冷却するための冷却手段を有しているのが好ましい。
- [0028] 上記冷却手段が、改質ガス供給通路における上記熱交換手段の下流側に配設されており、改質ガス中の液分を凝縮して除去するように構成されているのが好ましい。
- [0029] 上記改質ガス供給通路にバッファタンクが配設されており、このバッファタンクが改質ガス流量の変動を吸収することにより、上記混合調整装置へ供給される改質ガスの圧力が安定するように構成されているのが好ましい。混合調整装置において低カリガスに対する改質ガスの均一な混合が可能となるからである。

発明の効果

- [0030] 本発明によれば、不純物のほとんど無いNGを改質して水素ガスを顕在させ、この水素ガスを含有するクリーンな改質ガスをBFG等の低カリガスの特性を改質するガスとして用いることができる。その結果、低カリガスの水素ガス含有率を安定化させる等、低カリガスを安定した燃料とすることができる。
- [0031] また、低カリガスの供給量が減少した場合でも、低カリガスとの混合性がよく且つ着火保炎性がよい水素ガスを含有する改質ガスによって低カリガスを増熱することにより、設備の運転を安定的に継続することができる。

図面の簡単な説明

- [0032] [図1]本発明の一実施形態であるガス改質設備の概略を示すブロック図である。
- [図2]図1の設備における改質ガス製造装置の一例を示すブロック図である。
- [図3]図1の設備におけるガスタービン発電設備に供給する燃料ガスの供給ラインの一例を示すブロック図である。
- [図4]図1の設備におけるガスタービン発電設備の一例を示すブロック図である。

[図5]成分が CH_4 のみであると仮定したNGに対する空気の混合比率に対する、当該混合ガスの発熱量を示すグラフである。

[図6]成分が CH_4 のみであると仮定したNGに対する空気の混合比率に対する、改質処理後の当該ガスの主燃焼成分の容積割合を示すグラフである。

[図7]図2の改質ガス製造装置におけるA部の他の例を示すブロック図である。

[図8]図2の改質ガス製造装置におけるA部のさらに他の例を示すブロック図である。

[図9]図1の設備におけるガスタービン発電設備およびこの発電設備に供給する燃料ガスの供給ラインの他の実施例を示すブロック図である。

符号の説明

- [0033]
- 1・・・ガスタービン発電設備
 - 2・・・燃料ガス供給配管
 - 3・・・改質ガス製造装置
 - 4・・・改質ガス供給配管
 - 5・・・混合調整装置
 - 6・・・付帯設備
 - 7・・・NG供給配管
 - 8・・・空気供給配管
 - 9・・・加熱用蒸気供給配管
 - 10・・・制御装置
 - 11・・・第一混合器
 - 12・・・触媒反応容器
 - 13・・・熱交換器
 - 14・・・ミストセパレータ
 - 15・・・フィルタ
 - 16・・・昇圧ファン
 - 16a・・・バイパス配管
 - 17・・・混合気体供給配管
 - 18・・・第二混合器

- 19.....冷却器
- 20.....バッファタンク
- 21.....H₂ 濃度計
- 22.....O₂ 濃度計
- 23.....CO濃度計
- 24.....CH₄ 濃度計
- 25.....バイパス配管
- 26.....BFG供給配管
- 27.....バッファタンク
- 28.....CO濃度計
- 29.....H₂ 濃度計
- 30.....希釈装置
- 31.....希釈ガス供給配管
- 32.....除塵器
- 33.....H₂ 濃度計
- 34.....カロリメータ(ガス分析器)
- 35.....燃料圧縮機
- 36.....ガスタービン
- 37.....燃焼器
- 38.....発電機
- 39.....バイパス配管
- 40.....冷却器
- 41.....排熱回収ボイラー
- 42.....蒸気タービン
- 43.....煙突
- 44.....発電機
- 45.....蒸気供給管
- 51〜58.....流調弁

- 61〜66・・・圧力計
- 71〜76・・・流量計
- 81〜89・・・温度計
- 91・・・蒸気配管
- 92・・・抽気配管
- 93・・・流調弁
- 94・・・第三混合器
- 95・・・昇圧圧縮機
- 96・・・バイパス配管
- 97・・・空気冷却器
- 98・・・流調弁
- 99・・・空気圧縮機
- 100・・・バイパス配管
- 101・・・空気冷却器
- 102、103・・・流調弁
- 104・・・第四混合器
- 111・・・CH₄濃度計
- 112・・・CO濃度計
- 113・・・CH₄濃度計
- AIR・・・空気
- BFG・・・高炉ガス
- NG・・・天然ガス
- U・・・ユースポイント

発明を実施するための最良の形態

[0034] 添付の図面を参照しながら本発明のガス改質設備の実施形態を説明する。

[0035] 図1は本発明の一実施形態であるガス改質設備(以下、単に設備という)の概略を示すブロック図である。この設備はガスタービン発電設備1に低カロリーガス(以下、本実施形態他ではBFGで代表させる)を主体とした燃料ガスを供給する燃料ガス供給配

管2と、改質ガスを製造する改質ガス製造設備3と、改質ガス製造設備3から改質ガスを燃料ガス供給配管2に合流させる改質ガス供給配管4と、燃料ガス供給配管2と改質ガス供給配管4との合流点に配設された、BFGと改質ガスとを混合して燃料ガスの調整を行う混合調整装置5とを備えている。ガスタービン発電設備1には排熱を有効利用する付帯設備6が付設されている。改質ガス製造設備3には改質ガスの原料となるNG、空気および蒸気を供給するNG供給配管7、空気供給配管8および蒸気配管9が接続されている。さらに、改質ガス製造設備3には、そこでNGを部分酸化反応させるために加熱する加熱用蒸気供給配管9およびガスタービン抽気空気配管(以下、単に抽気配管という)92が接続されている。また、この設備1には、改質ガスの製造、改質ガスの供給、および、BFGと改質ガスとの混合調整を制御するための制御装置10が設置されている。

[0036] 上記改質ガス製造設備3ではNGを空気と混合して部分酸化し、NG中のメタンガス(CH_4)を分解して水素ガス(H_2)、一酸化炭素(CO)、二酸化炭素(CO_2)、水分(H_2O)を顕在化させる。液化した水分はドレンとして排出されるが、その他は全て改質ガスとしてBFGに混合される。このように、NGを分解するだけであって純水水素を取り出すのではないので、脱硫、タール除去、ナフタリン除去などの前処理設備は不要である。また、可燃成分として CH_4 、 H_2 、 CO が得られる。NGと空気との混合比を変えることによってこれら可燃成分の割合を調節することが可能である。したがって、燃料ガスとして選択される低カロリーガスの成分に適合させることが可能である。

[0037] 使用するNGが低圧である場合と高圧である場合とで配管設備が若干異なるが、図1では両者を併せて記載している。たとえば、上記改質ガス供給配管4は、NGが低圧か高圧かによって異なるが、図1では低圧改質ガス供給配管4aと高圧改質ガス供給配管4bとが合わせて示されている。低圧のNGとは、改質ガス製造設備3に供給されるNGがガスタービンへの供給燃料に対して要求される圧力よりも低い圧力の場合を言う。高圧のNGとは、逆にガスタービンへの供給燃料に対して要求される圧力よりも高い圧力のNGを言い、たとえば液化天然ガスを閉所において気化させた状態のものである。

[0038] 低圧NGを使用して得られる改質ガスの圧力も低いものとなる。この場合、低圧の改

質ガスは低圧改質ガス供給配管4aを通して混合調整装置5に送られ、ここでBFGと混合される。混合調整装置5では、燃料ガス中の水素ガス含有率が所定範囲となるように、改質ガス供給配管4aからBFGに対して供給される改質ガスの量を調整すると共に希釈ガスを必要に応じて供給する。ガスタービン発電設備1ではこの改質された混合BFGを燃料としてガスタービンを運転し、発電する。付帯設備6には後述するように、ガスタービン36からの排熱を利用する排熱回収ボイラー41や蒸気タービン42が設置されている。

[0039] 高圧NGを用いる場合は、後述するように空気供給配管8も高圧用のものを用いるので、低圧NGを用いる場合とは異なる。また、高圧NGを使用して得られる改質ガスの圧力は高いものとなる。高圧の改質ガスは混合調整装置5には送られずに、高圧改質ガス供給配管4bを通してガスタービン発電設備1内の燃料ガス供給配管2に直接送られ、ここでBFGと混合される。

[0040] 図2〜3を参照しつつ上記各設備2、3、5、6を説明するが、まず、低圧NGを使用する場合について説明し、その後で、高圧NGを使用する場合についての差違点について説明する。

(低圧改質ガス製造設備3の構成)

図2には改質ガス製造設備3を構成する機器配管の概念図が示されている。実機においては、各機器の数量、配管順序等が変更されることはあり得る。また、予備機、予備系統、保守用装置、監視用装置、高機能化、高精度化、安定化、簡易化等に限らず、設備設計者や使用者の意図により、本発明の範囲内において詳細各部が変更される場合がある。

[0041] 改質ガス製造設備3はNGと空気とを混合するための第一混合器11、混合された気体を加熱することによって部分酸化させる反応容器12、および、反応容器12に送られる混合気体と反応熱によって高温化された気体との熱交換を行う熱交換器13を備えている。混合気体の化学反応に必要な温度まで反応容器12を加熱するために、反応容器12に接続された加熱用蒸気供給配管9からは蒸気が供給され、または、ガスタービン空気圧縮機38a(図4参照)から反応容器12に接続された上記抽気配管92からは抽気された高温圧縮空気が流調弁103を通して供給される。抽気配管9

2には温度計89が設置されている。上記ガスタービン空気圧縮機38aからの高温圧縮空気が利用できないときに加熱用蒸気供給配管9からの蒸気を用いる。また、蒸気や高温圧縮空気は反応容器12の起動時のみ供給され、反応開始後は混合気体自らの反応熱によって反応が継続される。

[0042] この改質ガス製造設備3の各配管には各種の計測機器および流量調整弁(以下、流調弁という)が設置されている。これらを流体の流れに沿って説明する。

[0043] まず、NG供給配管7を通して供給されるNGは、流調弁51を通ったあとミストセパレータ14に至って液分が除去される。改質ガス製造設備3の第一混合器11へ至る配管7には圧力計61と流量計71が設置されている。第一混合器11にも圧力計63が設置されている。

[0044] 空気供給配管8を通して供給される空気は、フィルタ15によって除塵されたあと、昇圧ファン16により、流調弁52a、52bを通して第一混合器11へ圧送される。第一混合器11において、空気はNGと混合される。この空気供給配管8における上記流調弁52aの下流に圧力計62および流量計72が設置されている。また、空気供給配管8には上記昇圧ファン16をバイパスするバイパス配管16aが配設されている。このバイパス配管16aには流調弁53が設置されている。このバイパス配管16aは昇圧ファン16の連続運転が可能な最小流量を確保するためのものである。

[0045] 一方、蒸気配管91を通して供給される蒸気は流調弁93を通ったあと第三混合器94に供給され、NGと空気との混合ガスに混合される。符号76は流量計である。

[0046] 改質ガス製造設備3においては、第一混合器11によって空気とNGとが混合される混合気体が熱交換器13によって昇温されたあと、反応容器12に送られる。熱交換器13の上流側および下流側の混合気体供給配管17にはそれぞれ温度計81、82が設置されている。反応容器12および加熱用蒸気供給配管9にもそれぞれ温度計83、84が設置されている。反応容器12では、NGが部分酸化されてその含有 CH_4 が H_2 、 CO 、 CO_2 、 H_2O に分解される。これらは分離されることなく改質ガスとして改質ガス供給配管4に送られる。この改質ガス供給配管4中の改質ガスは、前述の熱交換器13を通ることによってNGと空気との混合気体によって冷却される。反応容器12と熱交換器13との間の改質ガス供給配管4の部分には圧力計64と温度計85とが設

置されている。

[0047] 改質ガス供給配管4は改質ガス製造設備3から混合調整装置5の第二混合器18まで延設されている。改質ガス製造設備3から出たあとの改質ガス供給配管4には冷却器19およびバッファタンク20が配設されている。バッファタンク20は改質ガス流量の変動を吸収するためのものである。改質ガスは冷却器19によって冷却され、凝縮した液分はドレンとして排出される。その後、改質ガスはバッファタンク20に所定量充满された状態で、流調弁54によって流量調整されつつ第二混合器18に送られる。流調弁54によって流量調整された改質ガスの流量は、流調弁の下流に設置された流量計73によって検出される。

[0048] 冷却器19とバッファタンク20との間の改質ガス供給配管4の部分には、改質ガス流れの下流に向かって、温度計86、 H_2 濃度計21、 O_2 濃度計22、CO濃度計23および CH_4 濃度計24が設置されている。バッファタンク20には圧力計64が設置されている。改質ガス供給配管4にはバッファタンク20をバイパスするバイパス配管25が配設されている。

(混合調整装置5の構成)

つぎに、図3を参照しつつ混合調整装置5を説明する。混合調整装置5にはBFG供給配管26が接続されている。BFG供給配管26には温度計87、バッファタンク27および圧力計65が設置されている。バッファタンク27はBFGの流量が変動した場合に、それに起因する圧力の変動を緩和するためのものである。

[0049] 混合調整装置5におけるBFG供給配管26には、 CH_4 濃度計111、CO濃度計28、 H_2 濃度計29、上記第二混合器18および希釈装置30が、流体流れの下流に向かって順に設置されている。ただし、この機器の配置は例示であってこれに限定されるものではない。BFGと改質ガス(H_2 、CO、 CO_2 、 H_2O 等)とは、第二混合器18によって混合されて混合ガス(燃料ガス)となり、燃料ガス供給配管2を通してガスタービン発電設備1の燃料圧縮機35(図4参照)に送られる。

[0050] 希釈装置30は燃料ガス中の H_2 濃度が所定範囲を超えたときに窒素ガス(N_2)等を混合して H_2 濃度を低下させるためのものである。この希釈装置30には図示しない窒素ガス(N_2)等の供給源から希釈用ガスとしての N_2 ガスを供給する供給配管31が

接続されている。希釈ガス供給配管31には流調弁55と流量計74とが設置されている。

- [0051] 混合調整装置5からガスタービン発電設備1に至る燃料ガス供給配管2には、下流に向けて除塵器32、CO濃度計112、H₂濃度計33、CH₄濃度計113、圧力計66、温度計88およびカロリメータ(たとえばガス分析器)34が設置されている。

(ガスタービン発電設備1の構成)

図4を参照すると、ガスタービン発電設備1における燃料ガス供給配管2にはモーターMで駆動される上記燃料圧縮機35が設置され、燃料ガスはこの燃料圧縮機35により、燃料ガス供給配管2を通して上記ガスタービン36の燃焼器37に圧送される。燃料圧縮機35と燃焼器37との間の燃料ガス供給配管2の部分には流量計75と流調弁56とが設置されている。ガスタービン36には発電機38が接続されている。符号38aはガスタービンの空気圧縮機である。上記燃料圧縮機35にはバイパス配管39が配設されている。このバイパス配管39は、圧縮機38aの出口の燃料ガス圧力を所定の圧力に制御するためのものであり、流調弁57と冷却器40とを備えている。

- [0052] このガスタービン発電設備1に付設された付帯設備6は、排熱回収ボイラー41、この排熱回収ボイラー41の蒸気によって発電するための蒸気タービン42、および、排ガスを放散するための煙突43である。蒸気タービン42には発電機44が接続されている。また、排熱回収ボイラー41から所定のユースポイントUPへ蒸気を供給するための蒸気供給配管45が設置されており、この蒸気供給配管45には流調弁58が設置されている。この蒸気供給配管45によって前述の反応容器12に加熱用の蒸気を供給してもよい。

- [0053] 以上のガス改質設備は上記制御装置10によってその運転が制御される。制御装置10は、BFGに改質ガスや希釈用ガスを必要量混合してBFGの特性を改良するための混合調整装置5の制御と、この混合調整装置5からの要求指令によってNGと空気との混合ガスから所用の改質ガスを製造するための改質ガス製造装置3の制御とを行う。以下の通りである。

(改質ガス製造装置3の制御)

NGを化学反応させて得られる改質ガスは、BFGに比べてはるかに水素含有率お

よび発熱量が高い。したがって、改質ガス製造装置3の制御は、改質ガスの製造量および混合調整装置5への供給量、改質ガスの水素含有率、並びに、改質ガスの発熱量を、要求された数値に合致するよう調整することを目的の一つとしている。そのために、改質ガス製造装置3へのNG、空気および蒸気の供給量およびこれらの混合比が調節される。NGと空気の混合比は、使用されるガスタービンによって定まる燃料ガス中の要求水素濃度、事前に計測されたBFG中の水素濃度、改質ガス製造装置3の改質ガス製造能力、上記ガスタービンの全負荷運転時の燃料消費量などに基づいて予め決定される。予め定められたこの混合比(基準混合比)は必要に応じて変更されることがある。

[0054] NGおよび空気の供給量およびこれらの混合比の調節は、各供給配管7、8の流調弁51、52a、52bの開度を調整することによりなされる。NGと空気との混合比は、前述した基準混合比となるように、各供給配管7、8の流量計71、72による計測情報に基づいてフィードバック制御される。改質ガスの製造量と混合調整装置5への供給量との調整は、第一混合器11の内圧、または、改質ガス供給配管4上のバッファタンク20の内圧、が所定範囲となるように流調弁51によってNG流量を制御することによりなされる。予め混合比が定まっているので、流調弁51によってNG流量(流量計71によって計測)が定まると、自動的に空気供給配管8の流調弁52aの開度が決定され、流調弁52bによって空気流量(流量計72によって計測)が調整される。一方の流調弁52aはNGと空気との混合比によって自動的に開度を定める固定開度弁である。他方の流調弁52bは混合比を正しく調整する自動制御弁として作動する。これら流調弁52a、52bの流量割合は任意に設定することができる。

[0055] 改質ガスの発熱量は、図5に示すように、NG(CH_4 が100であると想定して)に混合する空気の容積比率が0のときに最大で、この比率が大きくなるほど低下する。一方、改質ガス中の水素濃度は、図6に示すように、空気の容積比率が0のときに0であり、20〜35(%)あたりで大きくなり、それから空気比率が大きくなるほど低下していく。なお、図5は、成分が CH_4 のみであると仮定したNGに対する空気の混合比率に対する、当該混合ガスの発熱量を示すグラフである。また、図6は、成分が CH_4 のみであると仮定したNGに対する空気の混合比率に対する、製造後の改質ガスの主燃焼

成分の容積割合を示すグラフである。

[0056] 蒸気は、NGと空気との混合比が同じ場合、改質ガス中の水素濃度を高くする効果があるため、同じNGと空気との混合比を調節して得られるよりもさらに高い水素濃度の改質ガスが必要な場合に供給される。この水素濃度の変化によって発熱量も変化するので、発熱量を調整することを目的として蒸気濃度を調整してもよい。

[0057] また、改質ガスの製造において、安全上の理由から改質ガス中の酸素濃度を所定値(たとえば1容積%)以下にすべく制御される。このためには、 O_2 濃度計22の検出結果に基づき、空気の混合比を減少させる方向で流調弁52bによってフィードバック制御を行う。また、燃料ガスの発熱量を調整することができるよう、 H_2 濃度計21、 CO 濃度計23、 CH_4 濃度計24、圧力計64および温度計86による検出情報から制御装置10が改質ガスの発熱量を算出する。NGを用いた改質ガスの可燃成分は主に H_2 ガス、 CO ガスおよび CH_4 ガスだからである。この算出發熱量に基づき、所定の発熱量となるように流調弁52bを用いて空気混合比を変更することによって調整する。なお、発熱量の算出に検出温度および検出圧力をも用いるのは蒸気分圧補正を行うためである。

(混合調整装置5の制御)

混合調整装置5の制御は、ガスタービン36に供給すべきBFGに混合する改質ガスの量を調整することにより、また改質ガス製造装置3に対して水素濃度変更指令を発することにより、またBFGに希釈用ガスを混合することにより、混合ガス(燃料ガス)の水素濃度を要求値に適合させることを目的としている。また、改質ガス製造装置3に対して改質ガスの発熱量を変更する指令を発することにより、燃料ガスの発熱量を調整することも可能である。ガスタービン36が消費する燃料ガスの量はガスタービンの負荷に従って変動するので、ガスタービン36の運転制御と連動してBFG、改質ガスおよび希釈ガスの量と混合比とを調整する。

[0058] まず、燃料ガス中の水素含有量制御を説明する。水素ガスは燃焼速度が速く着火保炎性がよいため、低カロリーであるBFGの安定した燃焼の維持に貢献する。したがって、水素含有率の低い低カロリーガスに対して、制御装置10は燃料ガス中の水素濃度が所定値(たとえば4容積%)に維持されるように制御する。ガスタービンの場合、BF

Gの水素含有率が2容積%以下であると失火しやすいからである。なお、水素濃度制御におけるBFGと改質ガスとの計画混合比および最大混合比は手動入力によって任意に設定することが可能である。計画混合比および最大混合比については後述する。

[0059] もし、改質ガスの供給量を調整(増大)することによっても水素濃度が所定値を下回る場合、制御装置10はアラーム(low-alarm)を発すると共に、改質ガス製造装置3に対して水素濃度増加指令を発する。この指令を受けた改質ガス製造装置3では、NGへの空気混合比率を変えて改質ガス中の水素濃度を上昇させる。改質ガス中の水素濃度はNGと空気との混合比が30容積%程度で最大となるため、この混合比においてもなお改質ガス中の水素濃度を高くする必要がある場合、NGと空気との混合比を固定しておいて蒸気を追加的に混合する。水素濃度の上昇によって発熱量も上昇するので、蒸気の混合率を変化させることによって発熱量制御も行うことができる。蒸気の混合量の最大値は第三混合器94の濃度条件下で飽和圧力以下とする。

[0060] 改質ガスの水素濃度を最大に上昇させることによっても水素濃度が所定値を下回る場合、制御装置10はアラーム(low-low alarm)を発すると共に、水素濃度制御から発熱量制御に切り替える。すなわち、改質ガス製造装置3に対して改質ガスの発熱量を増大させる指令を発する。この指令を受けた改質ガス製造装置3では、NGへの空気混合比率を変えて改質ガスの発熱量を増大させる。具体的にはNGへの空気混合比率を低下させることによって改質ガスの発熱量を増大させる。

[0061] 一方、もし改質ガスの供給量を調整(減少)することによっても水素濃度が所定値を超える場合、制御装置10はアラーム(high-alarm)を発すると共に、改質ガス製造装置3に対して水素濃度低下指令を発する。この指令を受けた改質ガス製造装置3では、NGへの空気混合比率を変えて改質ガス中の水素濃度を低下させる。

[0062] また、改質ガスの水素濃度を最小まで低下させることによっても水素濃度が所定値を超える場合、制御装置10はアラーム(high-high-alarm)を発すると共に、水素濃度が所定値となるように、希釈ガス供給配管31の流調弁55を調整して希釈装置30に供給する希釈用ガスの必要流量(流量計74によって検出)を設定する。希釈用ガスとしては通常 N_2 が使用されるが、これに限定されない。

- [0063] 以上の制御は、燃料ガスとして使用されるBFG中の水素濃度を所定値に保つための制御であるが、もともと水素濃度が十分且つ安定した(5容積%以上)低カロリー副生ガスも存在する。ただし、かかる低カロリーな副生ガスであっても、主操業プロセスにおける操業条件変更の影響を受けて発熱量(ガスカロリー)が変化することがある。このような場合のカロリー変動に対処すべく、燃料ガスの発熱量を安定させることにより運転を維持するための制御(発熱量制御)を行うことも可能である。
- [0064] すなわち、改質ガス供給配管4および燃料ガス供給配管2に設置された流量計73、74、75と、燃料ガス供給配管2に設置された H_2 濃度計29、CO濃度計28、 CH_4 濃度計111、圧力計65および温度計87とによる検出結果に基づいてBFGの発熱量を計算し、さらに、改質ガス供給配管4に設置された流量計73、 H_2 濃度計21、CO濃度計23、 CH_4 濃度計24、圧力計64および温度計86による検出結果に基づいて改質ガスの発熱量を計算する。これらのトータルの発熱量がガスタービン36の運転に必要な発熱量を下回った場合に、改質ガス供給配管4からさらに高位のカロリーを有する改質ガスを供給して燃料ガスの必要発熱量まで上昇させる制御である。改質ガスの供給量は流調弁54によって制御する。なお、発熱量の算出に検出温度および検出圧力をも用いるのは蒸気分圧補正を行うためである。
- [0065] 発熱量計算のための濃度検出に各成分ガスの濃度計21、23、24、28、29、111を用いたのは、検出速度が速いため、プロセス制御に適しているからである。一方、検出速度は遅いがガス成分を正確に計測することができる前述のカロリメータ34は燃料ガスの性状変化を監視するために用いられる。したがって、BFGと改質ガスとを混合したあとの燃料ガスの可燃性成分はこのカロリメータ34によって計測し、調整のために制御装置10へフィードバックすることができる。
- [0066] また、この燃料ガスのカロリー値(可燃成分の濃度)の検出速度を速くして即応性を持たせるには、燃料ガス供給配管2に設置されたCO濃度計112と H_2 濃度計33と CH_4 濃度計113とを用いて可燃成分の濃度を検出し、圧力計66および温度計88による計測圧力および計測温度から水分補正をして計算すればよい。混合後の燃料ガスの発熱量がガスタービンの許容カロリー変動幅の上限値を超す場合には、希釈ガス供給配管31によって N_2 ガス等の希釈ガスを供給することにより発熱量を低減する。

- [0067] この発熱量制御におけるBFGと改質ガスとの計画混合比、最小混合比および最大混合比は手動入力によって任意に設定することができる。これは、各高炉や操業条件ごとに発生するBFGの組成は異なり、必然的にこれに連係すべき改質ガスの組成も異ならざるを得ないので、これに対応すべく適宜変更設定するためである。また、低カロリー副生ガスには前述のとおり5容積%以上の高濃度水素を含むようなものも存在するが、BFGのように低濃度のものもある。このようなガスでは、発熱量制御時においても前述した所定の水素濃度を維持するのが望ましい。なぜなら、水素ガスは着火保炎性がよく、安定燃焼を確保するために必要なガス成分だからである。
- [0068] 前述した計画混合比とは、ある水素濃度のBFGに対する、予め計画された水素濃度を有する改質ガスの混合比であり、予め設計段階で計算によって得られる比である。この計画混合比が予め得られておれば、BFGの水素濃度変化に対して制御応答性が良くなる。そして、燃料ガス供給配管2の H_2 濃度計33の検出結果に基づくフィードバック制御によって微調整がなされる。最大混合比とは、計器の誤信号による改質ガスの過剰混合を防止するために設定する混合比の上限値である。同様に、最小混合比とは、計器の誤信号による改質ガスの混合不足(発熱量不足)を防止するために設定する混合比の下限値である。
- [0069] 以下、具体的な発熱量制御を説明する。通常運転中に燃料ガスの発熱量が予め定められた範囲を下回った場合、制御装置10は燃料ガスの発熱量が所定値となるように、改質ガス供給配管4の流調弁54の開度を増大して第二混合器18へ供給する改質ガスの流量(流量計73によって検出)を増大する。
- [0070] 改質ガスの流量を増大してもなお燃料ガスの発熱量が設定値を下回る場合、制御装置10はアラーム(low-alarm)を発すると共に、改質ガス製造装置3に対して発熱量増加指令を発する。この指令を受けた改質ガス製造装置3では、NGへの空気混合比率を変えて改質ガスの発熱量を上昇させる。NGへの空気混合比率の調節量は図5のグラフの傾向に合わせて決定される。必要に応じて蒸気の混合率も変化させることにより改質ガスの発熱量を上昇させる。
- [0071] 改質ガスの発熱量を最大に上昇させることによってもなお燃料ガスの発熱量が所定値を下回る場合、制御装置10はアラーム(low-low alarm)を発する。これに応じて操

作員が適切な処置を行う。

- [0072] 一方、もし改質ガスの供給量を調整(減少)することによっても発熱量が所定の上限值を超える場合、制御装置10はアラーム(high-alarm)を発すると共に、改質ガス製造装置3に対して発熱量低下指令を発する。この指令を受けた改質ガス製造装置3では、NGへの空気混合比率を変えて改質ガスの発熱量を低下させる。
- [0073] また、改質ガスの発熱量を最小まで低下させることによってもなお燃料ガスの発熱量が所定の高上限値を超える場合、制御装置10はアラーム(high-high-alarm)を発すると共に、発熱量が所定の低上限値となるように、希釈ガス供給配管31の流調弁55を調整して希釈装置30に供給する希釈ガスの必要流量(流量計74によって検出)を設定する。
- [0074] なお、水素濃度制御時および発熱量制御時に、NGと空気との混合比を変更する際には混合に必要な時間遅れを考慮して行うのが望ましい。
- [0075] 以上述べた燃料ガスの発熱量制御は、燃料ガスの発熱量を検出しつつ改質ガスや希釈ガスの供給により直接的に発熱量を増減する制御である。
- [0076] つぎに、図7ー図9を併せて参照しつつ、前述の低圧NGではなく、高圧NGを用いる場合の設備上の差違点を中心に説明する。
- [0077] 高圧NGを用いる場合は、合わせて供給する空気も高圧にする必要があるが、図7および図8を参照しつつ以下に二種類の高圧仕様の空気供給配管8について説明する。図7において二点鎖線で示す範囲の配管は高圧用として、図2中の低圧空気供給配管8における二点鎖線で囲むA部に代えて採用するものである。
- [0078] 図7に示す空気供給配管8には、後述するガスタービンにおける空気圧縮機38aに接続された抽気配管92を通して抽気される高温高圧空気が、流調弁103によって流量調整されつつ導かれる。そして、この空気供給配管8における前述の流調弁52a、52bの下流に昇圧用の圧縮機95が配設されている。空気供給配管8にはこの昇圧用圧縮機95をバイパスするバイパス配管96が接続され、このバイパス配管96には、空気冷却器97と昇圧用圧縮機95のサージングを防止するための流調弁98とが配設されている。このようにしてガスタービンにおける空気圧縮機38aからの高温高圧空気を利用することができる。

- [0079] 図8に示す空気供給配管8には、図2中の低圧空気供給配管8と同様に低圧の空気が供給されてくる。しかし、この高圧空気供給配管8には、図2中の低圧空気供給配管8における昇圧ファン16に代えて、高圧の空気圧縮機99が配設されている。また、空気供給配管8にはこの空気圧縮機99をバイパスするバイパス配管100が接続され、このバイパス配管100には、空気冷却器101と空気圧縮機99のサージングを防止するための流調弁103とが配設されている。
- [0080] 図9には高圧のNGから製造した高圧の改質ガスを利用するガスタービン発電設備1の配管設備が示されており、これは図3および図4に示す低圧の改質ガスを使用する配管に相当する。ここには、図3に示すようなBFGと改質ガスとの混合調整を行う混合調整装置5が纏まった形では配設されていない。具体的には、図示のごとく、前述した混合調整装置5のうちの、圧力計65、CO濃度計28およびH₂濃度計29が燃料圧縮機35の上流側に設置されており、改質ガスとBFGとを混合する第四混合器104と、流調弁55、流量計74および希釈装置30が設置された希釈ガス供給配管31とが燃料圧縮機35の下流側に設置されている。このように、混合調整装置5の構成要素が燃料圧縮機35の上流と下流とに分かれて設置されている。これは、BFGに混合する改質ガスは高圧であって上記燃料圧縮機35による昇圧を必要としないため、改質ガス供給配管4を燃料圧縮機35の下流側に接続したことによる。また、ガスタービン36中の空気圧縮機38aに抽気配管92が接続されている。空気圧縮機38aからこの抽気配管92を通して高温高圧空気が前述した改質ガス製造装置3への空気供給配管8に送られる。以上の点が図3および図4に示す低圧の改質ガスを使用する配管と相違する。

産業上の利用可能性

- [0081] 本発明によれば、不純物のほとんど無いNGを分解して必要な濃度の水素ガスを含有するクリーンなガスを発生させ、これを特性が不安定な低カロリーガスに巧みに混合することにより、従来の大規模なガス燃料前処理設備などを要することなくガスタービンの継続的安定燃焼を実現することが可能となる。

請求の範囲

- [1] 天然ガス供給ラインおよび空気供給ラインを有し、天然ガスと空気とを混合させ、この混合気体を化学反応させて改質することによって水素ガスを含有する改質ガスを製造するための反応容器を有する改質ガス製造装置と、
低カロリーガスと該改質ガス製造装置から供給される改質ガスとを混合してガスタービン設備に燃料ガスとして供給するための混合調整装置と、
上記改質ガス製造装置から上記混合調整装置へ改質ガスを供給するための改質ガス供給通路と、
上記混合調整装置からガスタービン設備に燃料ガスを供給するための燃料ガス供給通路と、
上記改質ガス製造装置および混合調整装置の動作を制御するための制御装置とを備えてなるガス改質設備。
- [2] 上記改質ガス製造装置が、蒸気供給ラインをさらに備えており、天然ガスと空気の混合気体にさらに蒸気を加えて化学反応させることにより改質して得られる改質ガスを上記混合調整装置へ供給しうるように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。
- [3] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備えており、
上記制御装置が、上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて、改質ガス製造装置から混合調整装置へ供給される改質ガスの量を調整するように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。
- [4] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備えており、
上記制御装置が、上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて、改質ガス製造装置における天然ガスと空気との混合比を変更することにより、改質ガスの水素濃度を変更するように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。
- [5] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備えており、

上記制御装置が、上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて、改質ガス製造装置における天然ガスと空気と蒸気との混合比を変更することにより、改質ガスの水素濃度を変更するように構成されてなる請求項2記載のガス改質設備。

- [6] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器と、

上記混合調整装置内に配設された、燃料ガスを希釈用ガスによって希釈するための希釈ガス供給装置とをさらに備えており、

上記制御装置が、上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて、燃料ガスに対して希釈ガス供給装置から希釈ガスを混合するように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。

- [7] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備えており、

上記制御装置が、上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて、改質ガス製造装置における天然ガスと空気との混合比を変更することにより、改質ガスの発熱量を変更するように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。

- [8] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの水素濃度検出器をさらに備えており、

上記制御装置が、上記水素濃度検出器の検出情報に基づいて、改質ガス製造装置における天然ガスと空気と蒸気との混合比を変更することにより、改質ガスの発熱量を変更するように構成されてなる請求項2記載のガス改質設備。

- [9] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの発熱量計測手段をさらに備えており、

上記制御装置が、上記発熱量計測手段の検出情報に基づいて、改質ガス製造装置から混合調整装置へ供給される改質ガスの量を調整するように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。

- [10] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの発熱量計測手段をさらに備えており、

上記制御装置が、上記発熱量計測手段の検出情報に基づいて、改質ガス製造装

置における天然ガスと空気との混合比を変更することにより、改質ガスの発熱量を変更するように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。

- [11] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの発熱量計測手段をさらに備えており、

上記制御装置が、上記発熱量計測手段の検出情報に基づいて、改質ガス製造装置における天然ガスと空気と蒸気との混合比を変更することにより、改質ガスの発熱量を変更するように構成されてなる請求項2記載のガス改質設備。

- [12] 上記燃料ガス供給通路に配設された通路の内圧を計測する圧力計測手段をさらに備えており、

上記制御装置が、上記圧力計測手段の計測情報に基づいて、改質ガス製造装置から混合調整装置へ供給される改質ガスの量を調整するように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。

- [13] 上記改質ガス供給通路および燃料ガス供給通路のうち少なくとも燃料ガス供給通路に配設された燃料ガスの発熱量計測手段と、

上記混合調整装置内に配設された、燃料ガスを希釈用ガスによって希釈するための希釈ガス供給装置とをさらに備えており、

上記制御装置が、上記発熱量計測手段の検出情報に基づいて、燃料ガスに対して希釈ガス供給装置から希釈ガスを混合するように構成されてなる請求項1または12記載のガス改質設備。

- [14] 上記改質ガス製造装置が、その反応容器における化学反応の促進のためにガスタービン設備から加熱用の蒸気を供給するための加熱用蒸気供給ラインをさらに備えてなる請求項1記載のガス改質設備。

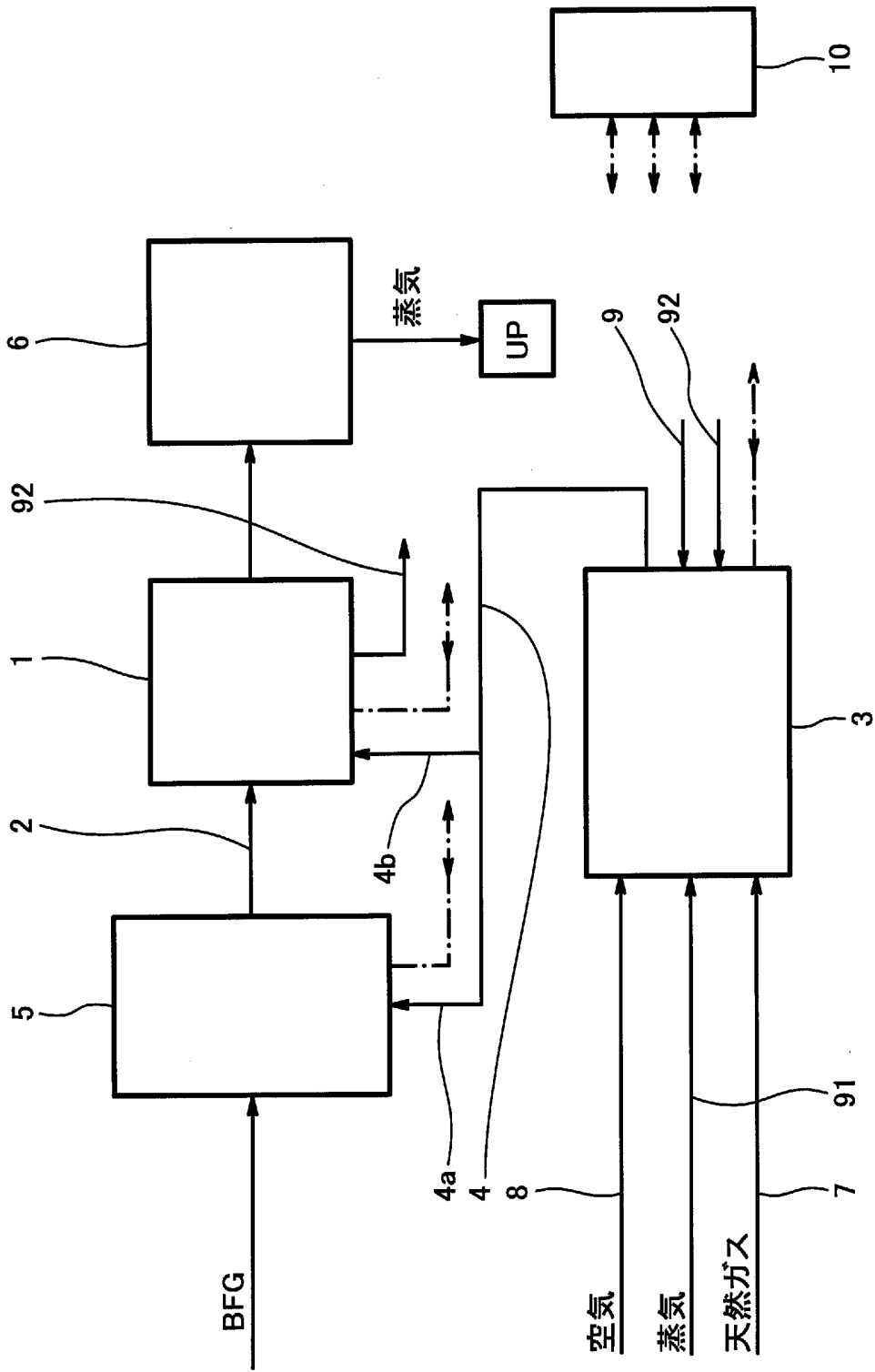
- [15] 上記改質ガス製造装置が、その反応容器における化学反応の促進のための加熱用にガスタービン設備から高温圧縮空気を取り出して反応容器に供給する抽気ラインをさらに備えており、蒸気と高温抽気とを選択的に供給しうるように構成されてなる請求項14記載のガス改質設備。

- [16] 上記改質ガス製造装置が、その改質ガス供給通路に熱交換手段を有しており、該熱交換手段が、反応容器へ供給される天然ガスおよび空気の混合気体と上記混合

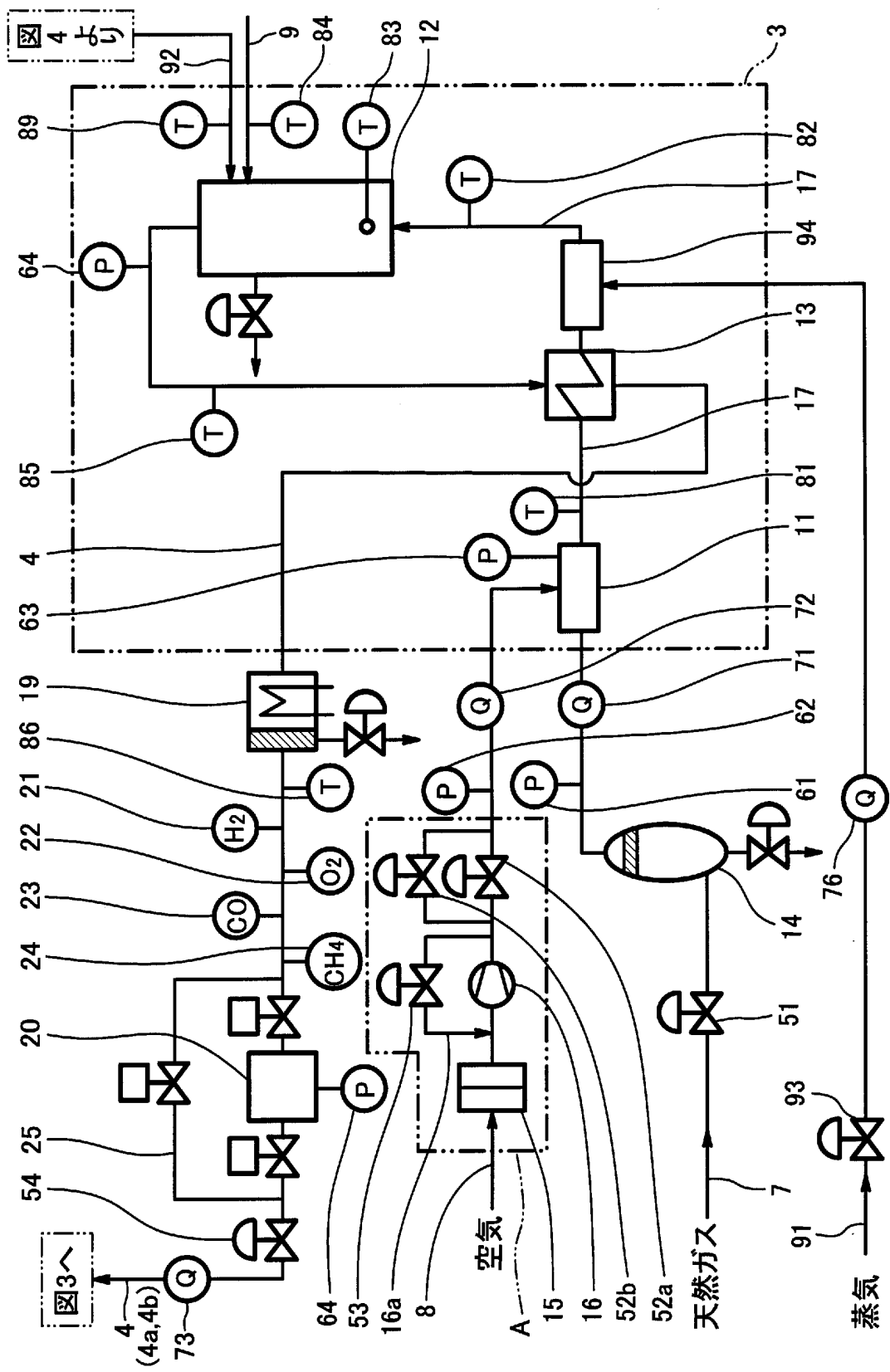
調整装置へ供給される改質ガスとの熱交換を行うように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。

- [17] 上記改質ガス供給通路が、上記混合調整装置へ供給される改質ガスを冷却するための冷却手段を有してなる請求項1記載のガス改質設備。
- [18] 上記冷却手段が、改質ガス供給通路における上記熱交換手段の下流側に配設されており、改質ガス中の液分を凝縮して除去するように構成されてなる請求項17記載のガス改質設備。
- [19] 上記改質ガス供給通路にバッファタンクが配設されており、該バッファタンクが改質ガス流量の変動を吸収することにより、上記混合調整装置へ供給される改質ガスの圧力が安定するように構成されてなる請求項1記載のガス改質設備。

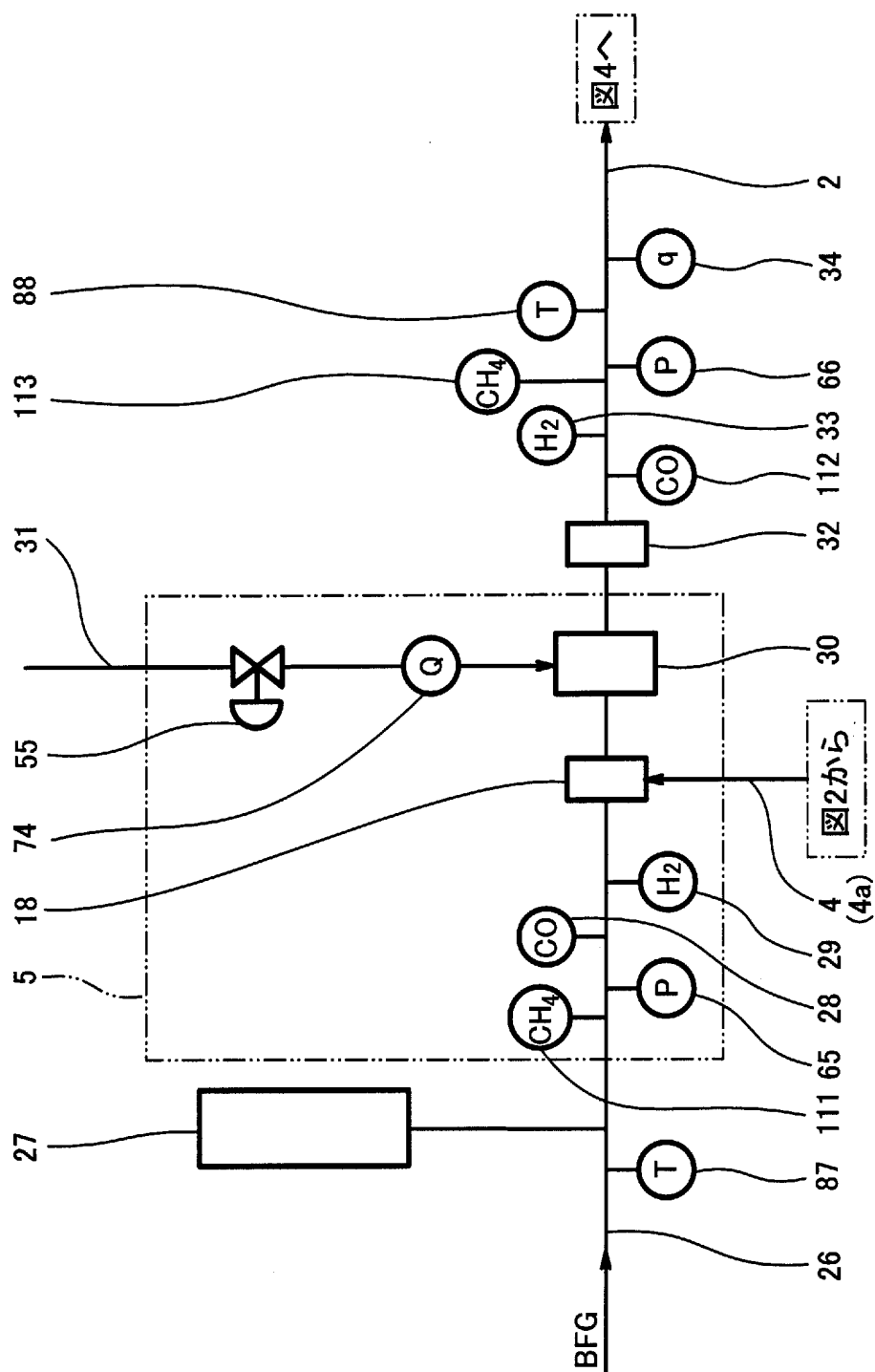
[図1]



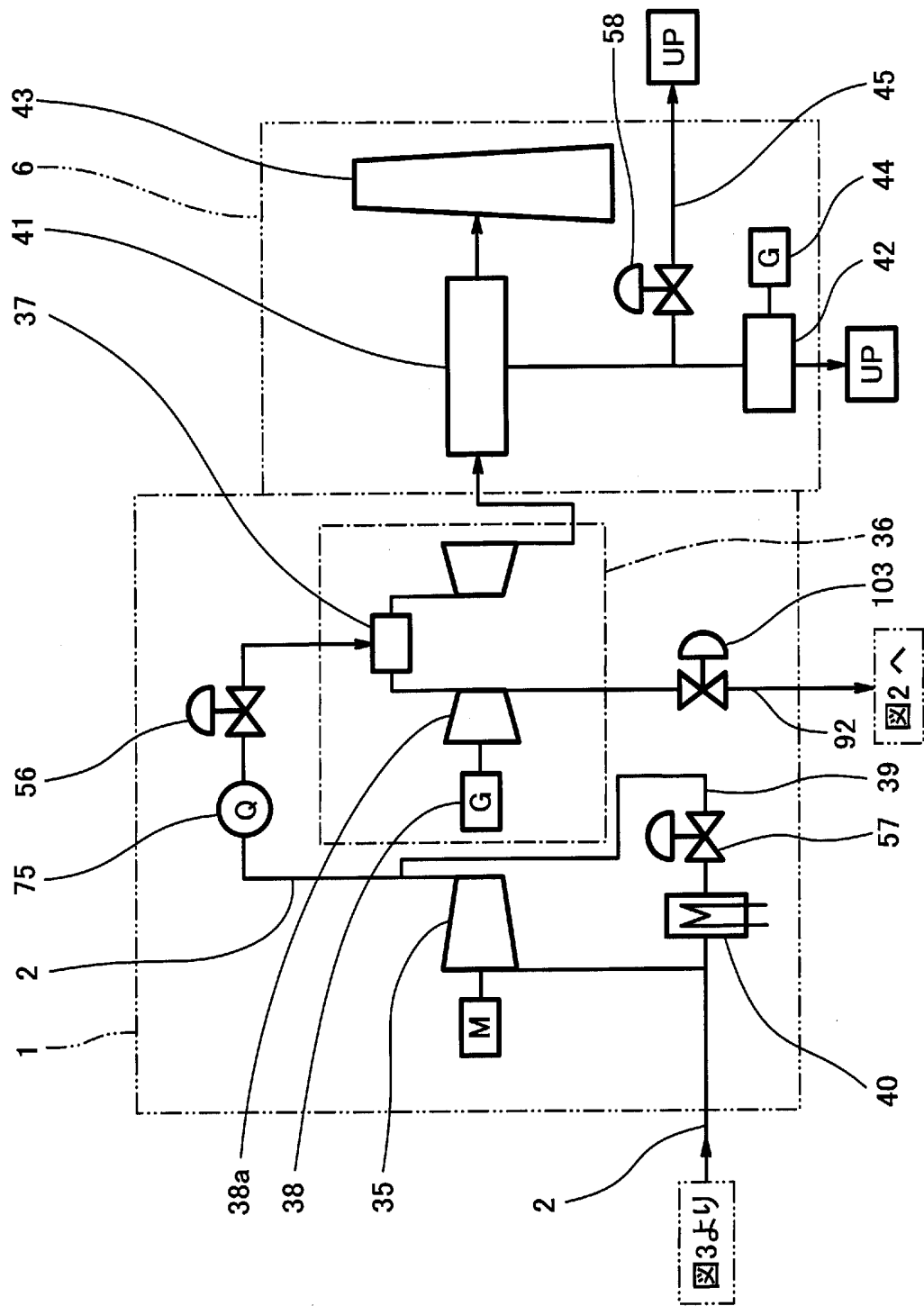
[図2]



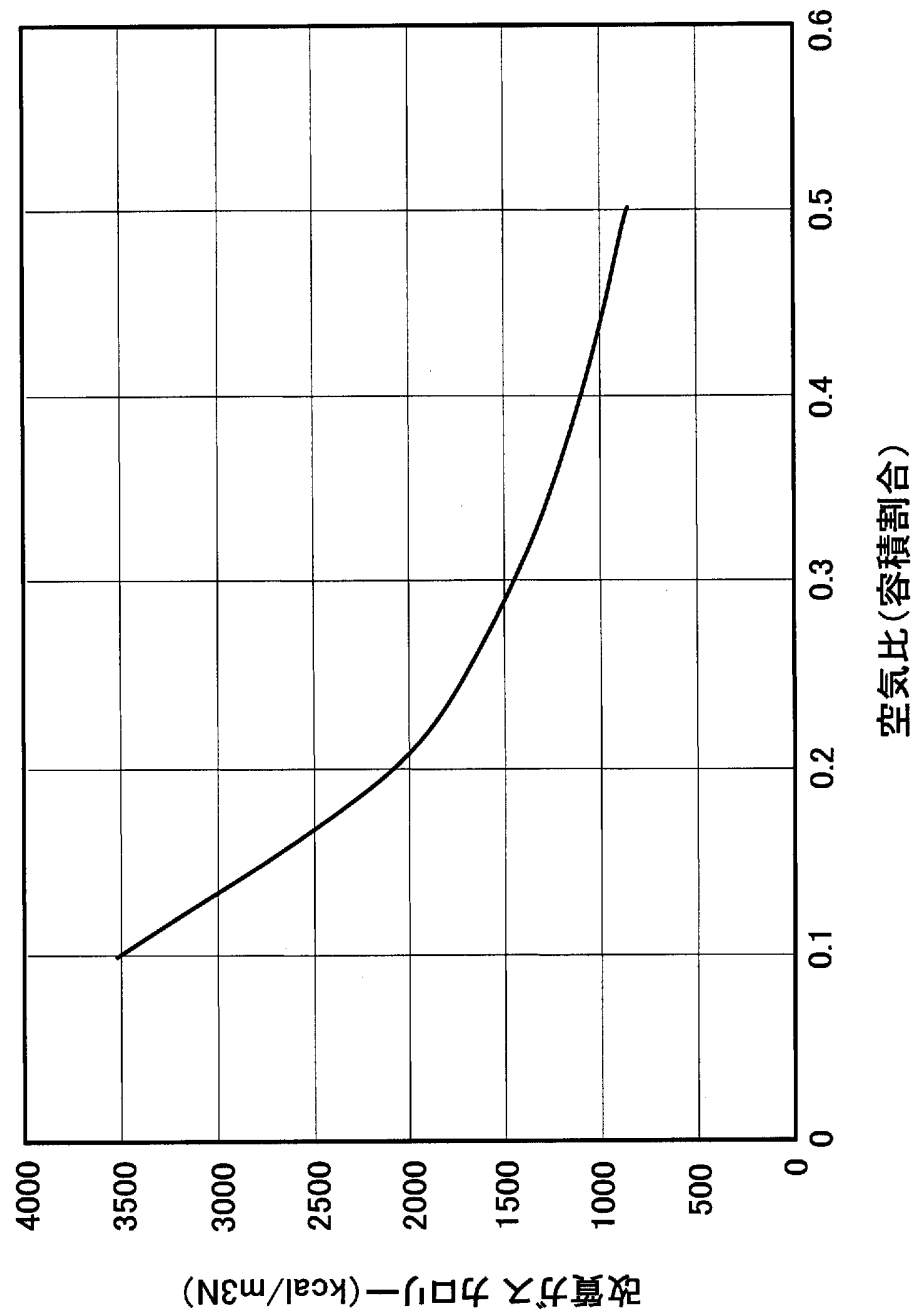
[図3]



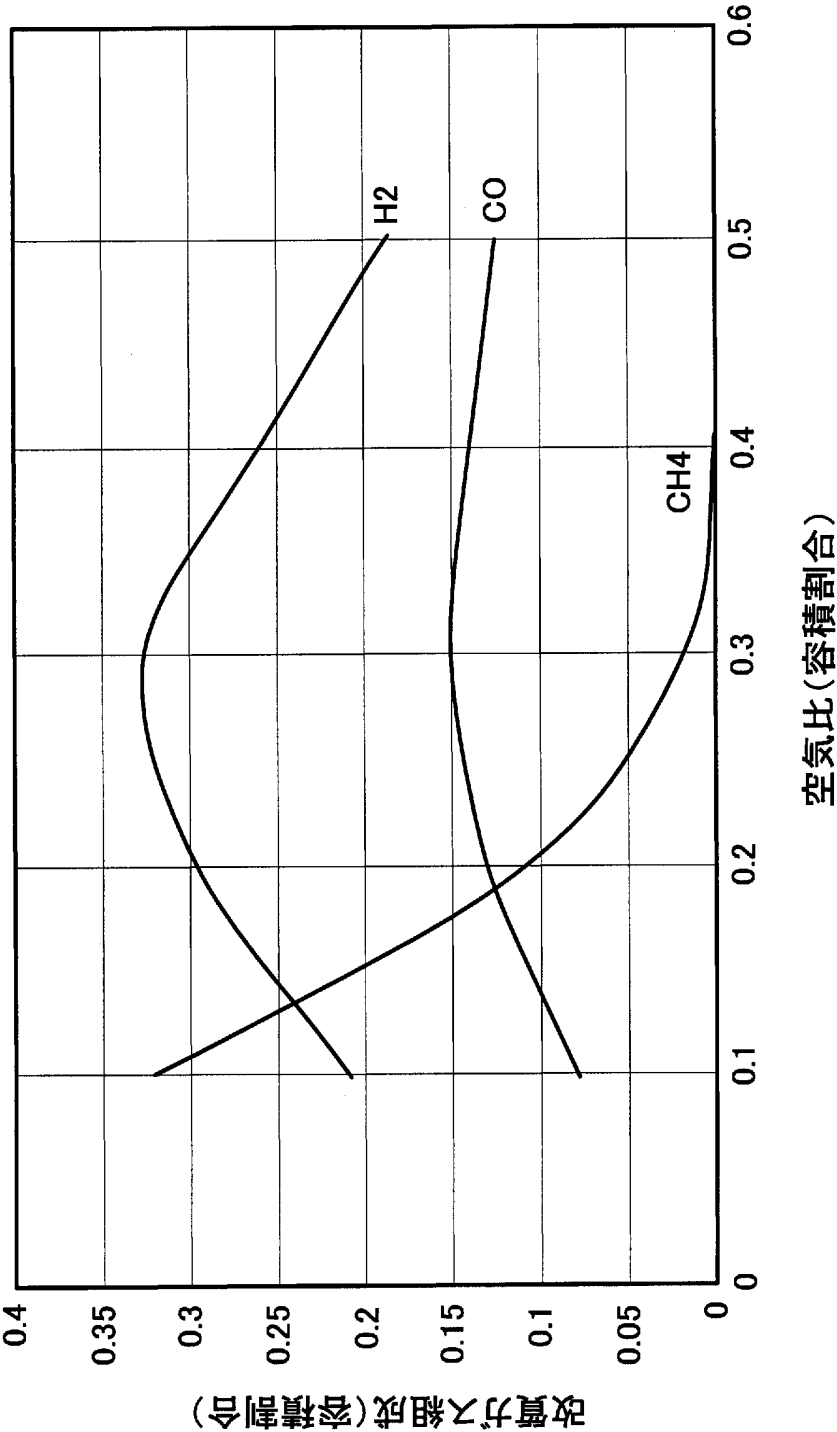
[図4]



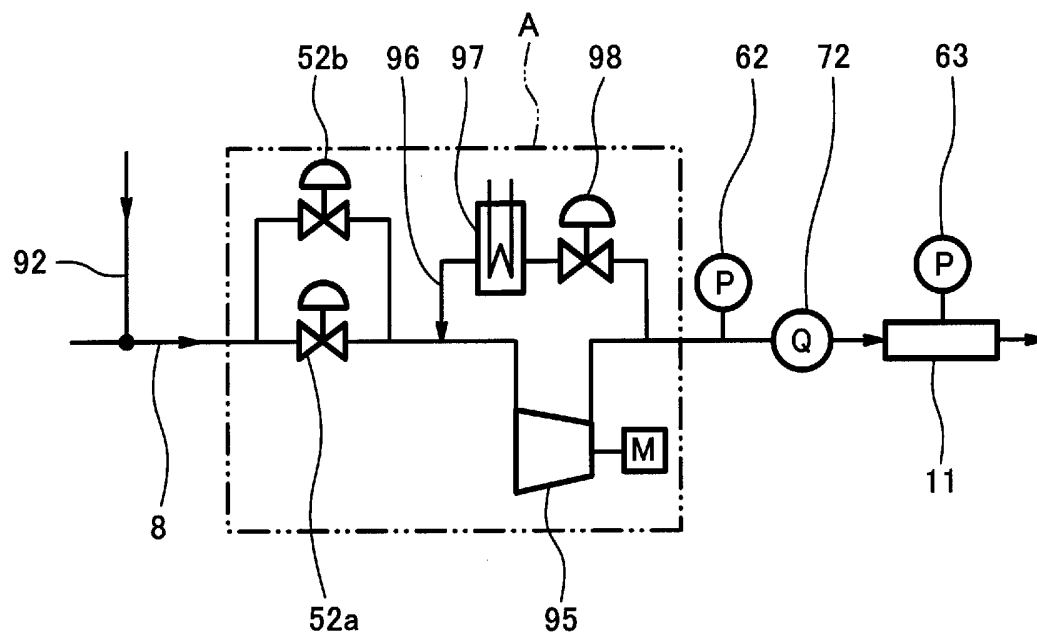
[図5]



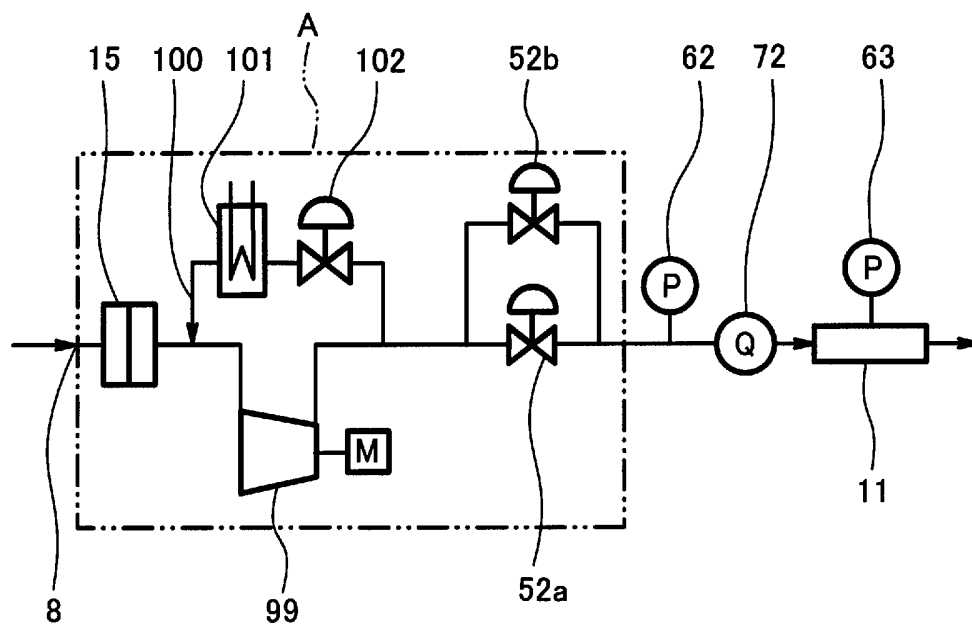
[図6]



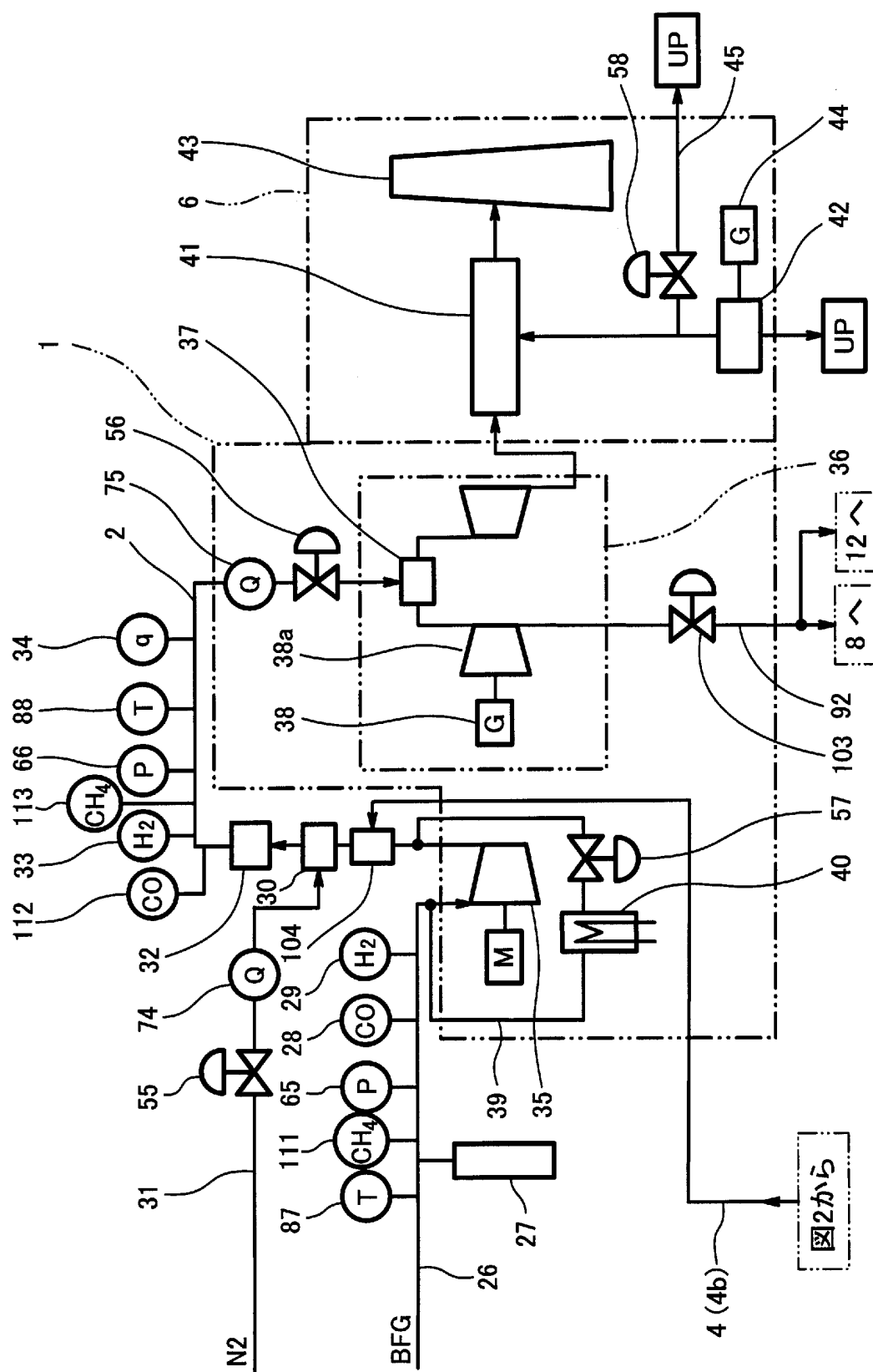
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018576

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C10L3/00, F02C7/22, F02C9/48, F02M25/12, F23K5/00

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)

Int.Cl⁷ C10L3/00-C10L3/12, F02C7/00-F02C9/58, F02M25/00-F02M25/14,
F23K5/00-F23K5/22

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

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

WPI/L (QUESTEL), JICST (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-61517 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 28 February, 2002 (28.02.02), Full text; (particularly, Claims; Fig. 1) (Family: none)	1-19
Y	JP 2001-141207 A (NKK Corp.), 25 May, 2001 (25.05.01), Full text; (particularly, Claims; Par. No. [0118]) (Family: none)	1-19
Y	JP 11-350972 A (Nippon Steel Corp.), 21 December, 1999 (21.12.99), Full text; (particularly, Claims; Fig. 2) (Family: none)	1-19

☒ 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
03 March, 2005 (03.03.05)Date of mailing of the international search report
22 March, 2005 (22.03.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018576

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-55932 A (Toshiba Corp.), 27 February, 2001 (27.02.01), Full text; (particularly, Claims; Par. No. [0017]) (Family: none)	1-19
Y	JP 7-4267 A (Hitachi, Ltd.), 10 January, 1995 (10.01.95), Full text; (particularly, Claims) (Family: none)	1-19
Y	JP 9-317499 A (Kawasaki Steel Corp.), 09 December, 1997 (09.12.97), Full text; (particularly, Claims; Par. Nos. [0002], [0004]) (Family: none)	1-19
P,A	JP 2004-278468 A (NTT Facilities, Inc.), 07 October, 2004 (07.10.04), Full text; (particularly, Claims; Par. No. [0016]) (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ C10L3/00, F02C7/22, F02C9/48, F02M25/12, F23K5/00

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 Cl⁷ C10L3/00-C10L3/12, F02C7/00-F02C9/58,
F02M25/00-F02M25/14, F23K5/00-F23K5/22

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 1922年-1996年

日本国公開実用新案公報 1971年-2005年

日本国登録実用新案公報 1994年-2005年

日本国実用新案登録公報 1996年-2005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)

WPI/L (QUESTEL),
JICST (JOIS),

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	JP 2002-61517 A (財団法人電力中央研究所), 2002. 02. 28, 文献全体 (特に [特許請求の範囲] [図1]) (FAMILY: NONE)	1-19
Y	JP 2001-141207 A (日本鋼管株式会社), 2001. 05. 25, 文献全体 (特に [特許請求の範囲] [0118]) (FAMILY: NONE)	1-19

☒ 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

03. 03. 2005

国際調査報告の発送日

22.03.2005

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100-8915

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)

安藤 達也

4V

9285

電話番号 03-3581-1101 内線 3483

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	JP 11-350972 A (新日本製鐵株式会社), 1999. 12. 21, 文献全体 (特に [特許請求の範囲] [図2]) (FAMILY: NONE)	1-19
Y	JP 2001-55932 A (株式会社東芝), 2001. 02. 27, 文献全体 (特に [特許請求の範囲] [0017]) (FAMILY: NONE)	1-19
Y	JP 7-4267 A (株式会社日立製作所), 1995. 01. 10, 文献全体 (特に [特許請求の範囲]) (FAMILY: NONE)	1-19
Y	JP 9-317499 A (川崎製鉄株式会社), 1997. 12. 09, 文献全体 (特に [特許請求の範囲] [0002] [0004]) (FAMILY: NONE)	1-19
P, A	JP 2004-278468 A (株式会社エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ), 2004. 10. 07, 文献全体 (特に [特許請求の範囲] [0016]) (FAMILY: NONE)	1-19